

模型处理方法、装置、设备、计算机可读存储介质及计算机程序产品

相关申请的交叉引用

5 本申请基于申请号为 202210648451.0、申请日为 2022 年 6 月 9 日的中国专利申请提出，并要求以上中国专利申请的优先权，以上中国专利申请的全部内容在此引入本申请作为参考。

技术领域

本申请涉及计算机科学技术领域，尤其涉及一种模型处理方法、装置、设备及计算机可读存储介质。

10 背景技术

基于原画的三维建模是虚拟对象制作中必不可少的步骤。其基本做法是：1) 原画师根据概念设计，绘制角色模型，包括人物的性别、服装、发饰、身材甚至样貌、道具、其它配件等。这些造型往往以多视角的二维原画来呈现，2) 建模师根据原画师的创作稿，利用 3Dmax, Zbrush, Maya 等软件创建原画所对应的三维模型。为了适应场内场外等不同应用场景，建模师往往需要对同一模型制作对应的中模、高模以及低模。

在上述过程中，步骤 1) 难以实现自动化；而对于步骤 2)，相关技术中利用深度网络来实现原画建模的自动化。基于深度学习的方法往往需要大量的训练数据。为此，一种通用方法就是对于带有纹理信息的三维模型，通过不同视角渲染出多张二维原画，然后利用这些二维原画和三维模型来训练网络。然而三维模型上存在着某些不可见区域，因此造成三维模型上会存在冗余数据，影响二维渲染效率和模型训练效率。

发明内容

本申请实施例提供一种模型处理方法、装置及计算机可读存储介质，能够降低模型数据量，从而降低对模型处理时的计算量，提高处理效率。

25 本申请实施例的技术方案是这样实现的：
本申请实施例提供一种模型处理方法，应用于计算机设备，包括：
获取待处理的三维模型的模型信息和预设的至少一个视角；
基于所述模型信息，确定所述三维模型在至少一个视角对应的模型可见区域；
基于所述至少一个视角对应的模型可见区域，确定所述三维模型对应的模型可见区域；
30 利用所述三维模型对应的模型可见区域生成处理后的三维模型。
本申请实施例提供一种模型处理装置，包括：
第一获取模块，配置为获取待处理的三维模型的模型信息和预设的至少一个视角；
第一确定模块，配置为基于所述模型信息，确定所述三维模型在至少一个视角对应的模型可见区域；
35 第一合并模块，配置为将所述至少一个视角对应的模型可见区域进行合并处理，

得到所述三维模型对应的模型可见区域；

模型生成模块，配置为利用所述三维模型对应的模型可见区域生成处理后的三维模型。

本申请实施例提供一种计算机设备，包括：

5 存储器，用于存储可执行指令；

处理器，用于执行所述存储器中存储的可执行指令时，实现本申请实施例提供的方法。

本申请实施例提供一种计算机可读存储介质，存储有可执行指令，用于引起处理器执行时，实现本申请实施例提供的模型处理方法。

10 本申请实施例提供一种计算机程序产品，包括计算机程序或指令，所述计算机程序或指令被处理器执行时实现本申请实施例提供的模型处理方法。

本申请实施例具有以下有益效果：

15 首先，获取待处理的三维模型的模型信息和预设的至少一个视角，该至少一个视角可以是前视视角、后视视角、左视视角、右视视角等，当然也可以是其他任意视角；然后再基于该三维模型的模型信息，确定三维模型在所述各个视角对应的模型可见区域，每个视角对应的模型可见区域是指三维模型在该视角下所能看见的区域，不包括在该视角下被遮挡的区域，进而基于所述至少一个视角对应的模型可见区域，确定所述三维模型对应的模型可见区域，利用所述三维模型对应的模型可见区域生成处理后的三维模型。也就是说处理后的三维模型是仅包括各个视角的模型可见区域，而不包括非可见
20 区域，因此降低了模型的数据量，从而使得再对处理后的三维模型进行后续处理时，减少处理设备的资源开销和计算量，提高处理效率。

附图说明

图 1A 为 2D 最低信封示意图；
图 1B 为 3D 最低信封示意图；
25 图 1C 为受限德劳内三角化结果示意图；
图 1D 为二维布尔交运算和二维布尔并运算示意图；
图 2 是本申请实施例提供的模型处理系统 100 的一种网络架构示意图；
图 3 是本申请实施例提供的服务器的结构示意图；
图 4 是本申请实施例提供的模型处理方法的一种实现流程示意图；
30 图 5A 为本申请实施例提供的确定各个视角对应的模型可见区域的实现流程示意图；
图 5B 为本申请实施例提供的三维模型为立方体进行旋转时的示意图；
图 6 为本申请实施例提供的第 i 个三角面片对应的合并区域进行三角剖分处理的实现流程示意图；
图 7 为本申请实施例提供的模型处理方法的另一种实现流程示意图；
35 图 8 为利用本申请实施例提供的模型处理方法进行模型处理后得到的处理结果的示意图；
图 9 为利用本申请实施例提供的模型处理方法得到的处理后的三维模型作为训练数据得到训练模型的重建结果示意图。

具体实施方式

40 为了使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请作进一步

步地详细描述，所描述的实施例不应视为对本申请的限制，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例，都属于本申请保护的范围。

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

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

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

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

1) x 单调线段 (x-monotone segments)，对于一条折线而言，如果每条垂直直线最多在一个点上与它相交，则称该折线为 x 单调线段。

2) xy 单调曲面 (xy-monotone surfaces)，对于一张曲面而言，如果每条垂直直线最多在一个点上与它相交，则称该曲面为 xy 单调曲面。

3) 2D 最低信封 (2D Envelope)，定义在二维图元下边界上，由二维平面上的一组连续或者不连续的 x-单调线段构成。如果在二维图元的下方定义一条水平线 L (如图 1A 中的区域 101 的线段所示)，则这些 x-单调线段在 L 上的投影就形成了整个二维图元在 L 上投影的一个完整划分。

4) 3D 最低信封 (3D Envelope)，是 2D 最低信封在三维空间的自然推广。它定义在三维图元下边界上，由三维空间的 xy-单调曲面构成。如果在三维图元的下方定义一张水平平面 P，则这些 xy 单调平面在 P 上的投影就形成了整个三维图元在 P 上投影的一个完整划分。例如对于图 1B 而言，对于左侧 111 中的两个相切球而言，其最低信封即为两个球的下半部分所形成的两个半球，这两个半球在 xy 平面上的投影即为两个相切圆；对于右侧 112 所示的半圆锥面和三角形而言，由于它们在 z 方向上没有重合，所以其最低信封即为半圆锥面和三角形本身，其在 xy 平面上的投影即为两个相切的三角形。

5) 受限德劳内三角化 (Constrained Delaunay Triangulation)，平面上的点集 P 的德劳内三角化是一种三角剖分 $DT(P)$ ，使得在 P 中没有点严格处于 $DT(P)$ 中任意一个三角形外接圆的内部。Delaunay 三角化最大化了此三角剖分中三角形的最小角，尽量避免出现“极瘦”的三角形。受限德劳内三角化是指在给定了一些限制边的情况下的德劳内三角化。例如对于图 1C 这样一个“回”字形带孔多边形，如果将其外边界和内部孔洞的边都作为受限边 (如黑色加粗线段所示)，则其 Delaunay 三角化结果为黑色加粗线段和灰色线段所构成的三角形。

6) (带孔) 多边形 (Polygon with holes)：由一个外边界 (由顶点逆时针排列的多边形构成) 和若干个包含在外边界内部的孔洞 (由顶点顺时针排列的多边形构成) 构成的二维有界平面图。

7) 二维布尔运算 (2D Boolean Operation)：给定多边形 P 和 Q，可以类似于集合，定义交、并、差、对称差、补等布尔运算。其中布尔并是将 P 和 Q 合并为一个新区域，其形式化定义为 $R = P \cup Q$ 。图 1D 给出了二维多边形布尔运算的直观示例，其中图 1D 中深灰色部分为 P 和 Q 的交，深灰色部分与浅灰色部分共同构成 P 和 Q 的并。

本申请实施例提供一种模型处理方法、装置、设备和计算机可读存储介质，能够降低模型的数据量，下面说明本申请实施例提供的计算机设备的示例性应用，本申请实施例提供的设备可以实施为笔记本电脑，平板电脑，台式计算机，机顶盒，移动设备（例如，移动电话，便携式音乐播放器，个人数字助理，专用消息设备，便携式游戏设备）等各种类型的用户终端，也可以实施为服务器。下面，将说明设备实施为服务器时示例性应用。

参见图 2，图 2 是本申请实施例提供的模型处理系统 100 的一种网络架构示意图，如图 2 所示，该网络架构包括：第一终端 200、第二终端 300 和服务器 400，其中，第一终端 200 和服务器 400 以及第二终端 300 和服务器 400 之间通过网络（图 2 中未示出）建立有通信连接，网络可以是广域网或者局域网，又或者是二者的组合。

第一终端 200 可以是模型设计终端，模型设计人员可以利用第一终端 200 设计出虚拟对象的三维模型，并且可以设计出不同视角下的三维模型，然后第一终端 200 将不同视角下的模型发送至服务器 400，服务器 400 获取不同视角下的模型信息，并基于各个视角的模型信息，确定在所述各个视角对应的模型可见区域，再将所述各个视角对应的模型可见区域进行合并处理，得到所述三维模型对应的模型可见区域；利用所述三维模型对应的模型可见区域生成处理后的三维模型。服务器 400 再将处理后的三维模型发送至第二终端 300。第二终端 300 可以是渲染终端，第二终端 300 利用处理后的三维模型进行多视角的二维渲染，由于处理后的三维模型中仅包括模型的可见区域，因此，相对于原始的三维模型，减少了模型数据量，因此在进行二维渲染时，也只需要对可见区域进行渲染，从而降低了进行二维渲染时的资源开销，提高渲染效率。

在一些实施例中，服务器 400 可以是独立的物理服务器，也可以是多个物理服务器构成的服务器集群或者分布式系统，还可以是提供云服务、云数据库、云计算、云函数、云存储、网络服务、云通信、中间件服务、域名服务、安全服务、CDN、以及大数据和人工智能平台等基础云计算服务的云服务器。第一终端 200、第二终端 300 可以是智能手机、平板电脑、笔记本电脑、台式计算机、智能音箱、智能手表、车载智能终端等，但并不局限于此。终端以及服务器可以通过有线或无线通信方式进行直接或间接地连接，本申请实施例中不做限制。

在一些实施例中，模型处理系统的网络架构中，还可以仅包括第一终端和第二终端，第一终端在确定完成模型设计后，由第一终端利用不同视角下的模型信息，确定出不同视角下的模型可见区域，再将不同视角下的模型可见区域进行合并处理，得到处理后的三维模型，然后再将处理后的三维模型，发送至第二终端，然后第二终端利用处理后的三维模型进行二维渲染。

在一些实施例中，模型处理系统的网络架构中，还可以仅包括第一终端和服务器，其中第一终端可以是模型训练终端，第一终端获取样本数据，其中，样本数据包括多个模型的多视角的二维原画和多个模型的多视角三维模型，第一终端将多个模型的多视角三维模型发送至服务器，服务器对于每个模型，利用各个视角下的模型信息，确定各个视角下的可见区域，然后再将各个视角下的可见区域进行合并，得到处理后的三维模型，并将处理后的三维模型发送至第一终端，第一终端利用预设的神经网络模型对多个模型的多视角二维原画进行预测处理，对应得到多个预测三维模型，然后利用处理后的三维模型和多个预测三维模型对该神经网络模型进行训练，直至得到训练好的神经网络模型。由于在训练过程中，降低了网络模型输出的复杂度和歧义性，从而能够加快网络模型的训练速度，缩短训练时间。

参见图 3，图 3 为本申请实施例提供的服务器 400 的结构示意图，图 3 所示的服务器 400 包括：至少一个处理器 410、至少一个网络接口 420、总线系统 430 和存储器 440。

服务器 400 中的各个组件通过总线系统 430 耦合在一起。可理解，总线系统 430 用于实现这些组件之间的连接通信。总线系统 430 除包括数据总线之外，还包括电源总线、控制总线和状态信号总线。但是为了清楚说明起见，在图 3 中将各种总线都标为总线系统 430。

5 处理器 410 可以是一种集成电路芯片，具有信号的处理能力，例如通用处理器、数字信号处理器（DSP，Digital Signal Processor），或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件等，其中，通用处理器可以是微处理器或者任何常规的处理器等。

10 存储器 440 可以是可移除的，不可移除的或其组合。示例性的硬件设备包括固态存储器，硬盘驱动器，光盘驱动器等。存储器 440 可选地包括在物理位置上远离处理器 410 的一个或多个存储设备。

15 存储器 440 包括易失性存储器或非易失性存储器，也可包括易失性和非易失性存储器两者。非易失性存储器可以是只读存储器（ROM，Read Only Memory），易失性存储器可以是随机存取存储器（RAM，Random Access Memory）。本申请实施例描述的存储器 440 旨在包括任意适合类型的存储器。

在一些实施例中，存储器 440 能够存储数据以支持各种操作，这些数据的示例包括程序、模块和数据结构或者其子集或超集，下面示例性说明。

操作系统 441，包括用于处理各种基本系统服务和执行硬件相关任务的系统程序，例如框架层、核心库层、驱动层等，用于实现各种基础业务以及处理基于硬件的任务；

20 网络通信模块 442，用于经由一个或多个（有线或无线）网络接口 420 到达其他计算设备，示例性的网络接口 420 包括：蓝牙、无线相容性认证（WiFi）、和通用串行总线（USB，Universal Serial Bus）等；

25 在一些实施例中，本申请实施例提供的装置可以采用软件方式实现，图 3 示出了存储在存储器 440 中的模型处理装置 443，其可以是程序和插件等形式的软件，包括以下软件模块：第一获取模块 4431、第一确定模块 4432、第一合并模块 4433 和模型生成模块 4434，这些模块是逻辑上的，因此根据所实现的功能可以进行任意的组合或进一步拆分。将在下文中说明各个模块的功能。

30 在另一些实施例中，本申请实施例提供的装置可以采用硬件方式实现，作为示例，本申请实施例提供的装置可以是采用硬件译码处理器形式的处理器，其被编程以执行本申请实施例提供的搜索模型的更新方法，例如，硬件译码处理器形式的处理器可以采用一个或多个应用专用集成电路（ASIC，Application Specific Integrated Circuit）、DSP、可编程逻辑器件（PLD，Programmable Logic Device）、复杂可编程逻辑器件（CPLD，Complex Programmable Logic Device）、现场可编程门阵列（FPGA，Field-Programmable Gate Array）或其他电子元件。

35 将结合本申请实施例提供的服务器的示例性应用和实施，说明本申请实施例提供的模型处理方法。

40 本申请实施例提供一种模型处理方法，应用于计算机设备，该计算机设备可以是终端，还可以是服务器。在本申请实施例中，以计算机设备为服务器为例进行说明。图 4 是本申请实施例提供的模型处理方法的一种实现流程示意图，将结合 4，对本申请实施例提供的模型处理方法的各个步骤进行说明。

步骤 S101，获取待处理的三维模型的模型信息和预设的至少一个视角。

45 这里，当本申请实施例提供的模型处理方法是由服务器实现时，待处理的三维模型的模型信息可以由终端发送至服务器的。待处理的三维模型是用来进行二维原画渲染的模型，也可以是用于训练网络模型的训练模型。待处理的三维模型的模型信息可

以包括构成该三维模型的多个三角面片的顶点标识和顶点索引，通过该顶点索引能够获得三角面片的顶点坐标。该至少一个视角可以是不同角度观看该三维模型时的视角，例如可以包括前视视角、后视视角、左视视角、右视视角的至少一个，当然也可以是其他任意视角。以前视视角为例进行说明，当相机位于模型的正前方时，此时即为前视视角。

步骤 S102，基于所述模型信息，确定三维模型在所述至少一个视角对应的模型可见区域。

其中，一个视角对应的模型可见区域是指相机从该视角能够观测到的模型区域。该步骤在实现时，可以首先基于各个视角的相机方向向量将三维模型进行旋转，将三维模型旋转至仰视视角，并确定三维模型的 3D 最低信封和 3D 最低信封的二维投影图，由于二维投影图上的投影面是由可见区域投影到二维平面得到的，因此在得到二维投影图之后，可以进一步确定出二维投影图中各个投影面在三维模型上对应的可见区域，并基于所述各个投影面对应的可见区域，确定所述三维模型中各个三角面片包含的可见区域，这样就得到了各个视角对应的模型可见区域。

步骤 S103，基于所述至少一个视角对应的模型可见区域，确定所述三维模型对应的模型可见区域。

当在步骤 S101 中预设的是一个视角，那么在该步骤中则不需要进行合并处理，直接将该视角对应的模型可见区域确定为该三维模型对应的模型可见区域。当在步骤 S101 中预设的是两个或者两个以上视角，由于在实施步骤 S102 中，已经确定出了在不同视角下各个三角面片中包含的可见区域，那么该步骤在实现时，将各个三角面片在不同视角下的可见区域转换至二维空间，然后在二维空间下确定各个三角面片在不同视角下可见区域的合并区域，然后再将合并区域转换至三维空间，也就得到了各个三角面片在三维空间的合并区域，由于三维模型是由各个三角面片组成的，在得到了各个三角面片在三维空间的可见区域，那么此时也就得到了三维模型对应的模型可见区域。

步骤 S104，利用所述三维模型对应的模型可见区域生成处理后的三维模型。

在本申请实施例中，模型可见区域是由每个区域的顶点标识以及顶点索引表征的，因此在得到每个区域的顶点标识以及顶点索引之后，可以根据顶点索引确定出顶点坐标，从而生成处理后的三维模型。

在一些实施例中，当待处理的三维模型是用来进行二维原画渲染的模型时，在得到处理后的三维模型之后，可以对处理后的三维模型进行纹理映射，从而将处理后的三维模型映射至二维空间，在进行二维渲染，由于处理后的三维模型中仅包括模型的可见区域，因此在进行二维渲染时，也仅需要渲染模型的可见区域对应的二维多边形，从而能够降低渲染数据处理量，提高渲染效率。当待处理的三维模型为用于训练网络模型的训练模型时，服务器可以将处理后的三维模型发送至终端，终端利用多视角的二维训练原画和处理后的三维模型对网络模型进行训练，直至得到训练好的神经网络模型。由于在训练过程中，降低了网络模型输出的复杂度和歧义性，从而能够加快网络模型的训练速度，缩短训练时间。

在本申请实施例提供的模型处理方法中，首先获取待处理的三维模型的模型信息和预设的至少一个视角，该至少一个视角可以是前视视角、后视视角、左视视角、右视视角等，当然也可以是其他任意视角；然后再基于该三维模型的模型信息，确定三维模型在所述至少一个视角对应的模型可见区域，每个视角对应的模型可见区域是指在该视角下所能看见的模型区域，不包括在该视角下被遮挡的模型区域，进而基于所述至少一个视角对应的模型可见区域，确定所述三维模型对应的模型可见区域，利用所述三维模型对应的模型可见区域生成处理后的三维模型。也就是说处理后的三维模型是仅包括各个

视角的模型可见区域，而不包括非可见区域，因此降低了模型的数据量，从而使得再对处理后的三维模型进行后续处理时，减少处理设备的资源开销和计算量，提高处理效率。

5 在一些实施例中，上述步骤 S102“基于所述模型信息，确定所述各个视角对应的模型可见区域”可以通过图 5A 所示的步骤 S211 至步骤 S215 实现，以下结合图 5A 对各个步骤进行说明。

步骤 S211，确定第 k 视角对应的第一角度和第二角度。

其中， k 为大于或者等于 1 的整数。假设一共预设有 K 个视角，那么 $k=1, 2, \dots, K$ 。第 k 视角可以理解相机的镜头中心点相对于三维模型的模型中心的角度。

10 在一些实施例中，上述步骤 S211 可以通过以下步骤实现：

步骤 S2111，确定所述第 k 视角对应的相机方向向量。

第 k 视角对应的相机方向向量是根据相机镜头中心坐标与三维模型的模型中心的坐标确定的，该三维模型的模型中心也即三维模型的包围盒的中心。所述相机方向向量包括 x 轴方向分量（ x 轴方向）、 y 轴方向分量（ y 轴方向）和 z 轴方向分量（ z 轴方向）。
15 假设相机方向向量为 (a, b, c) ，那么 x 轴方向分量为 a ， y 轴方向分量为 b ， z 轴方向分量为 c 。

步骤 S2112，确定所述 y 轴方向分量和所述 z 轴方向分量之间的第一比值，确定所述 x 轴方向分量和所述 z 轴方向分量之间的第二比值。

承接上述举例，第一比值为 b/c ，第二比值为 a/c 。

20 步骤 S2113，将所述第一比值的反正切值确定为第一角度，将所述第二比值的相反数的反正切值确定为第二角度。

继续承接上述举例，第一角度为 $\arctan(b/c)$ ，第二角度为 $\arctan(-b/c)$ 。

步骤 S212，基于所述模型信息，沿 x 轴方向将所述三维模型逆时针旋转所述第一角度，再沿 y 轴方向逆时针旋转所述第二角度，得到旋转后的三维模型。

25 所述旋转后的三维模型为仰视视角对应的模型。

沿 x 轴方向对三维模型逆时针旋转第一角度，从而使得相机方向的 y 轴方向分量变为 0；然后再沿 y 轴逆时针旋转第二角度，使得相机方向的 x 轴方向分量变为 0，也即此时相机朝向的是 $+z$ 方向，那么此时得到的旋转后的三维模型为仰视视角对应的模型。

为简化说明，以三维模型为图 5B 所示的立方体为例说明上述旋转三维模型的过程，
30 假设第一视角为前视视角，第二视角为右视视角，通过第一视角看到三维模型的 A 面，根据步骤 S211 的实现过程，确定第一视角对应的第一角度为 90 度，第二角度为 0 度，将三维模型沿 x 轴逆时针旋转 90 度，得到旋转后的三维模型，此时三维模型的 A 面是朝向 $-Z$ 的方向的，也即相机是朝向 $+Z$ 方向的。对于第二视角来说，通过第二视角看到的是三维模型的 B 面，根据步骤 S211 的实现过程，确定第二视角对应的第一角度为 0
35 度，第二角度为 90 度，将三维模型沿 y 轴逆时针旋转 90 度，得到旋转后的三维模型，此时三维模型的 B 面是朝向 $-Z$ 的方向的，也即相机是朝向 $+Z$ 方向的。也就是说，旋转后的三维模型是将三维模型从各个视角看到的部分旋转至仰视视角。

步骤 S213，基于所述旋转后的三维模型，确定所述三维模型在第 k 视角的的三维最低信封和所述三维最低信封的二维投影图。

40 在一些实施例中，可以调用 CGAL 中计算 3D 信封的函数，得到三维模型的三维最低信封及其三维最低信封的二维投影图，该二维投影图也即三维最低信封在 xy 平面上的投影图。所述二维投影图中包括至少一个投影面。这里的投影面是指二维投影图上的连接边所构成的闭合区域。以图 1B 中的 112 为例进行说明，112 中的右侧为二维投影图，该二维投影图中包括两个投影面，分别为 S1 对应的大三角形和 S2 对应的小三角形。

45 步骤 S214，确定各个投影面对应的可见区域，并基于所述各个投影面对应的可见

区域，确定所述三维模型中各个三角面片包含的可见区域。

确定各个投影面对应的可见区域，是确定各个投影面在三维最低信封上对应三角面片中的可见区域，在一些实施例中，首先确定各个投影面在三维最低信封上对应的三角面片，然后对于投影图上的每个顶点，构造经过它的垂直直线，并确定垂直直线与目标平面的交点，并将该交点确定为投影面的顶点在目标平面上的投影点。其中，目标平面为所述投影面在所述三维最低信封中对应三角面片所在的平面，并且投影面的顶点与对应的投影点的连线垂直于所述目标平面。然后将各个所述投影面在各自对应的目标平面上的投影点进行连接，得到各个所述投影面的对应的可见区域。其中，在连接三角面片上的投影点时，如果该投影面为非带孔多边形，那么是将多个投影点按照逆时针顺序进行连接，如果该投影面为带孔多边形，那么带孔多边形外边界上的顶点对应的投影点按照逆时针顺序进行连接，内部孔洞上的顶点对应的投影点按照顺时针顺序进行连接。

各个投影点也即为该可见区域的顶点，在一些实施例中，可以获取各个投影点的坐标，并将投影点的坐标确定为该可见区域的顶点的坐标。另外在投影面对应的三角面片，也即可见区域所在的三角面片。

在实际应用中，每个投影面对应有一个三角面片，而一个三角面片可能对应多个投影面，而每个投影面对应有一个可见区域，不同的可见区域可能是位于同一个三角面片上的，因此一个三角面片可能对应多个可见区域。在本申请实施例中，确定出各个投影面对应的可见区域后，可以基于可见区域所在的三角面片，得到三维模型中各个三角面片包含的可见区域。比如，面 F1 对应可见区域 R1、面 F2 对应可见区域 R2、面 F3 对应可见区域 R3、面 F4 对应可见区域 R4、...、面 F10 对应可见区域 R10，而可见区域 R1、R2、R3 是位于同一个三角面片 T1 的，R4 位于三角面片 T2、R5、R6 位于三角面片 T3；R7 位于三角面片 T4、R8、R9、R10 位于三角面片 T5。那么就可以得出，三角面片 T1 中包括可见区域 R1、R2、R3；三角面片 T2 中包括可见区域 R4；三角面片 T3 中包括可见区域 R5、R6；三角面片 T4 中包括可见区域 R7；三角面片 T5 中包括可见区域 R8、R9、R10。

步骤 S215，将所述各个三角面片包含的可见区域沿 y 轴方向顺时针旋转所述第二角度，再沿 x 轴方向顺时针旋转所述第一角度，得到所述第 k 视角对应的模型可见区域。

在一些实施例中，可以将旋转后的三维模型沿 y 轴方向顺时针旋转所述第二角度，再沿 x 轴方向顺时针旋转所述第一角度，从而使得各个三角面片对应的可见区域按照与步骤 S212 的相反方式进行旋转，也即将各个三角面片对应的可见区域沿 y 轴方向顺时针旋转第二角度，再沿 x 轴方向顺时针旋转第一角度，这样就把模型又恢复到第 k 视角的姿态，从而得到第 k 视角对应的模型可见区域。

通过上述步骤 S211 至步骤 S215，在确定三维模型在第 k 视角的模型可见区域时，首先将三维模型基于第 k 视角确定出的第一角度和第二角度进行旋转，得到旋转后的三维模型，旋转后的三维模型将第 k 视角旋转为仰视视角，从而确定第 k 视角对应的三维最低信封和三维最低信封对应的二维投影图，进而基于三维最低信封和二维投影图之间的对应关系，确定出三维模型中各个三角面片在第 k 视角上的模型可见区域，从而为确定三维模型整体的模型可见区域提供必要的数据库。

在一些实施例中，上述步骤 S103 中的“基于所述至少一个视角对应的模型可见区域，确定所述三维模型对应的模型可见区域”，可以通过以下步骤实现：

步骤 S1031，确定预设的视角是否为一个。

其中，预设的视角为一个时，进入步骤 S1032，预设的视角为至少两个时，进入步骤 S1033。

步骤 1032，将所述视角对应的模型可见区域，确定为所述三维模型对应的模型可见

区域。

当预设的视角为一个时，那么直接将该视角对应的模型可见区域确定为该三维模型对应的模型可见区域

步骤 S1033，获取所述三维模型中第 i 个三角面片在各个视角对应的可见区域。

5 其中， $i=1, 2, \dots, N$ ， N 为大于 1 的整数， N 为所述三维模型中三角面片总数。假设有四个不同视角，将第 i 个三角面片在每个视角的可见区域构成一个可见区域集合，分别为 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 、 $V4$ ，其中， $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ 、 $V4$ 中可能存在空集。

步骤 S1034，对所述第 i 个三角面片在各个视角对应的可见区域进行合并处理，得到所述第 i 个三角面片对应的合并后的可见区域。

10 在一些实施例中，首先将第 i 个三角面片在各个视角对应的可见区域映射至二维空间，然后进行二维布尔并运算，得到在二维空间的合并区域，然后再将二维空间的合并区域映射至三维空间，也就得到了第 i 个三角面片对应的合并后的可见区域。

步骤 S1035，将所述第 1 至第 N 个三角面片对应的合并后的可见区域，确定为所述三维模型对应的模型可见区域。

15 由于原始的三维模型上的每个三角面片在不同视角下具有不同的遮挡关系，因此同一三角面片在不同视角下的可见区域既有可能存在重合，也有可能存在差异；既有可能连在一起，也有可能被分割开。为了消除最终结果中的重复区域，对可见区域的合并是将每个三角面片在不同视角下得到的可见区域进行合并，从而确定出每个三角面片合并后的可见区域，保证各个三角面片对应的合并后的可见区域的准确性。

20

在一些实施例中，上述步骤 S1034“对所述第 i 个三角面片在各个视角对应的可见区域进行合并处理，得到所述第 i 个三角面片对应的合并后的可见区域”，可以通过以下步骤实现：

25 步骤 S341，将所述第 i 个三角面片在各个视角对应的可见区域变换至二维空间，得到所述各个视角对应的二维可见区域。

30 在一些实施例中，可以首先确定第 i 个三角面片对应的仿射变换矩阵，然后通过该仿射变换矩阵将第 i 个三角面片投射至二维空间，由于第 i 个三角面片在各个视角对应的可见区域本身就是位于第 i 个三角面片上的，因此将第 i 个三角面片投射到二维空间，也就将第 i 个三角面片在各个视角对应的可见区域投射到了二维空间，从而得到第 i 个三角面片在各个视角对应的二维可见区域。

步骤 S342，对所述各个视角对应的二维可见区域进行合并处理，得到所述第 i 个三角面片对应的合并区域。

35 在一些实施例中，可以通过二维布尔运算将各个视角对应的二维可见区域进行合并处理，从而得到第 i 个三角面片对应的合并区域，该合并区域可以是非带孔多边形，也可能是带孔多边形。

步骤 S343，对所述第 i 个三角面片对应的合并区域进行三角剖分处理，得到剖分出的多个二维三角形。

40 在该步骤中，对第 i 个三角面片对应的合并区域进行三角剖分处理在实现时，是对该合并区域进行受限的德劳内三角剖分，也就是说，剖分出的二维三角形至少有一个连接边是该合并区域上的连接边。

步骤 S344，将所述二维三角形变换至三维空间，得到所述第 i 个三角面片对应的合并后的可见区域。

45 在一些实施例中，可以利用逆仿射变换将二维三角形变换至三维空间，从而得到第 i 个三角面片对应的合并后的可见区域。在得到每个三角面片对应的合并后的可见区域之后，就可以在后续步骤中，根据合并后的可见区域的顶点坐标、顶点索引生成处理后

的三维模型。

通过上述步骤 S341 至步骤 S344，在将第 i 个三角面片在不同视角下可见区域进行合并之后，再进行受限的三角剖分处理，能够保证得到所述第 i 个三角面片对应的合并后的可见区域之间不存在遮挡或重合等情况。

5

在一些实施例中，上述步骤 S343“对所述第 i 个三角面片对应的合并区域进行三角剖分处理，得到剖分出的多个二维三角形”，可以通过图 6 所示的步骤 S3431 至步骤 S3437 实现，以下结合图 6 对各个步骤进行说明。

步骤 S3431，获取所述第 i 个三角面片对应的合并区域的各个连接边。

10

当第 i 个三角面片对应的合并区域为带孔多边形时，第 i 个三角面片对应的合并区域的各个连接边包括多边形外边界的连接边和内部孔洞的连接边；当第 i 个三角面片对应的合并区域为非带孔多边形时，那么第 i 个三角面片对应的合并区域的各个连接边就仅包括多边形外边界的连接边。

15

步骤 S3432，基于所述各个连接边对所述第 i 个三角面片对应的合并区域进行受限的三角剖分处理，得到多个候选三角形。

作为示例，可以将各个连接边增加至受限列表中，然后基于该受限列表，调用 CGAL 中的受限 Delaunay 三角化函数对第 i 个三角面片对应的合并区域进行三角剖分处理，得到多个候选三角形，这样得到的候选三角形中至少一条边为合并区域的连接边。

步骤 S3433，确定第 j 个候选三角形的重心的目标位置信息。

20

在一些实施例中，可以基于第 j 个候选三角形的三个顶点的坐标，确定第 j 个候选三角形的重心的目标位置信息。

步骤 S3434，确定第 i 个三角面片对应的合并区域是否为带孔多边形。

25

确定第 i 个三角面片对应的合并区域是否为带孔多边形，可以通过确定第 i 个三角面片对应的合并区域的外边界内部是否包含有其他多边形，如果在该合并区域的外边界内部包含有其他多边形，确定第 i 个三角面片对应的合并区域为带孔多边形，此时进入步骤 S3435；如果在该合并区域的外边界内部未包含有其他多边形，确定第 i 个三角面片对应的合并区域为非带孔多边形，此时进入步骤 S3436。

步骤 S3435，确定第 j 个候选三角形的重心是否位于第 i 个三角面片对应的合并区域中连通区域内部。

30

其中，所述第 i 个三角面片对应的合并区域中连通区域为所述合并区域的外边界上的连接边与内部孔洞上的连接边之间的区域。在一些实施例中，可以基于所述目标位置信息和所述第 i 个三角面片对应的合并区域的连接边，进一步地，基于第 i 个三角面片的各个顶点的顶点坐标以及重心的目标位置信息确定第 j 个候选三角形的重心是否位于第 i 个三角面片对应的合并区域中连通区域内部，当第 j 个候选三角形的重心位于第 i 个三角面片对应的合并区域中连通区域内部时，进入步骤 S3437；当第 j 个候选三角形的重心不位于第 i 个三角面片对应的合并区域中连通区域内部时，进入步骤 S3439。

35

步骤 S3436，确定第 j 个候选三角形的重心是否位于第 i 个三角面片对应的合并区域的内部。

40

与步骤 S3435 类似，可以基于所述目标位置信息和所述第 i 个三角面片对应的合并区域的连接边，进一步可以基于第 i 个三角面片的各个顶点的顶点坐标以及重心的目标位置信息确定第 j 个候选三角形的重心是否位于第 i 个三角面片对应的合并区域内部，当确定第 j 个候选三角形的重心位于第 i 个三角面片对应的合并区域内部时，进入步骤 S3437；当第 j 个候选三角形的重心不位于第 i 个三角面片对应的合并区域内部时，进入步骤 S3439。

45

步骤 S3437，确定所述第 j 个候选三角形位于所述第 i 个三角面片对应的合并区域

的内部。

步骤 S3438, 将处于所述第 i 个三角面片对应的合并区域内部的候选三角形, 确定为剖分出的多个二维三角形。

5 步骤 S3439, 确定第 j 个候选三角形不位于第 i 个三角面片对应的合并区域的内部, 且并不将第 j 个候选三角形确定为剖分出的二维三角形。

在上述步骤 S3431 至步骤 S3439 中, 基于第 i 个三角面片对应的合并区域的各个连接边进行受限 Delaunay 三角化处理, 使得剖分出的三角形至少有一条边是该合并区域的连接边, 并且在进行三角化处理之后, 需要进一步判断三角化处理后得到的三角形是否位于合并区域 (连通区域) 内部, 从而保证三角化处理结果的准确性。

10

下面, 将说明本申请实施例在一个实际的应用场景中的示例性应用。

本申请实施例提供的模型处理方法, 可以应用于二维模型渲染、神经网络模型训练等场景。以本申请实施例提供的模型处理方法应用于二维模型渲染为例进行说明。第一终端响应于接收到的模型设计操作, 确定设计出的虚拟对象的三维模型, 在一些实施例中, 可以设计出虚拟对象在不同视角下的多个三维模型, 然后第一终端将不同视角下的三维模型发送至服务器, 服务器获取不同视角下的模型信息, 并基于各个视角的模型信息, 确定在所述各个视角对应的模型可见区域, 再将所述各个视角对应的模型可见区域进行合并处理, 得到所述三维模型对应的模型可见区域; 利用所述三维模型对应的模型可见区域生成处理后的三维模型, 服务器将处理后的三维模型发送至第一终端, 第一终端对处理后的三维模型进行 UV 展开, 得到该三维模型的二维展开结果, 从而基于该二维展开结果进行二维渲染, 由于处理后的三维模型中仅包括模型的可见区域, 因此, 相对于原始的三维模型, 减少了模型数据量, 因此在进行二维渲染时, 也只需要对可见区域进行渲染, 从而降低了进行二维渲染时的资源开销, 提高渲染效率。

20 在一些实施例中, 第一终端在完成虚拟对象在不同视角下的三维模型设计后, 可以响应于接收到的模型处理操作, 自行完成模型处理过程, 并生成处理后的三维模型。之后对处理后的三维模型进行 UV 展开, 得到该三维模型的二维展开结果, 从而基于该二维展开结果进行二维渲染。

25 本申请实施例提供一种模型处理方法, 能够基于 3D 信封, 提取出三维模型在多视角下可见区域, 并基于三维模型在多视角下的可见区域确定处理后的模型。

30 图 7 为本申请实施例提供的模型处理方法的另一种实现流程示意图, 以下结合图 7 对各个步骤进行说明。

步骤 S501, 可见区域生成。

35 在一些实施例中, 基于给定的每个视角和三维模型, 生成三维模型在各个视角对应的可见区域, 并保存下来。如图 7 所示, 假定给定的视角包括前视、后视、左视、右视, 其中图 7 中的 701 为左视可见区域、702 为右视可见区域、703 为前视可见区域、704 为后视可见区域。通过图 7 可以看出, 不同视角下的可见区域既存在重叠部分, 也存在差异部分。

步骤 S502, 可见区域合并。

40 在一些实施例中, 将不同视角下生成的可见区域进行合并, 形成最终结果。以图 7 为例, 是将左视可见区域、右视可见区域、前视可见区域和后视可见区域合并, 得到最终结果 705, 在最终结果 705 中, 在所有视角下均不可见的区域就被剔除了。

以下对步骤 S501 和步骤 S502 的实现过程进行说明。

45 步骤 S501“可见区域生成”是本申请实施例提供的模型处理方法的关键。为了实现可见区域的矢量化表示, 可以采用 CGAL 中实现的 3D 信封来建立三维可见区域和二维投影图之间的对应关系。3D 信封可以通过分治法快速计算, 以三维空间的最低信封为例

进行说明。

首先注意到单个 xy-单调曲面的最低信封计算起来很简单：将其边界投影到 xy 平面上，并相应地标记它所对应的面即可。给定三维空间中的一组曲面（未必是 xy 单调曲面），将每个曲面细分为有限数量的弱 xy 单调曲面，并记它们所形成的集合为 S。然后将集合分成两个规模相当但不相交的子集 S_1 和 S_2 ，并且递归地计算它们的最低信封。最后，通过计算两个子集的最低信封在 xy 平面上的相交区域的 z 值，并选取 z 值的较小者，来合并具有相交区域的两个最低信封。CGAL 中已经实现了基于三维空间中的三角形和球面的 3D 信封计算方法，在可见区域生成算法中直接调用了 CGAL 中的实现。

在本申请实施例中，以前视图的可见区域计算为例，来描述可见区域生成的实现过程。当确定前视图的可见区域时，可以通过以下步骤实现：

步骤 S5011，沿 x 轴逆时针旋转模型 90° ，使得前视图的相机方向朝向 +z；

步骤 S5012，调用 CGAL 中计算 3D 信封的函数，得到模型的 3D 最低信封及其模型的 3D 最低信封在 xy 平面上的二维投影图；

步骤 S5013，对于二维投影图上的每个面 F，执行步骤 S5014 至步骤 S5016。

步骤 S5014，获取 F 在三维模型所对应的三角形 T，并确定 T 所在的平面 P；

步骤 S5015，对于 F 边界上的每个顶点，构造经过它的垂直直线 L，然后确定 L 和平面 P 的交点；

步骤 S5016，将步骤 S5015 得到的所有交点顺次连接起来，它们在平面 P 上形成的区域即为 F 所对应的可见区域；

步骤 S5017，将上述步骤得到的所有可见区域以原始模型上的三角形为单位记录下来，所有这些可见区域就形成了当前视图下的模型可见区域；

步骤 S5018，将这些可见区域沿 x 轴顺时针方向旋转 90° ，以恢复原始位置。

采用类似方法（只需要改变旋转方式），还可以得到后视、左视以及右视所对应的可见区域。

在图 7 中示出了三维模型在特定视角（前视、后视、左视、右视）下的可见区域，这是因为在原画建模过程中，原画师提供的原画往往是预设的特定视角的。本申请实施例所提供的可见区域提取方法并不局限于特定视角，而是可以扩展到任意视角。对于任意视角，设其相机方向 X 为向量(x,y,z)，此时，步骤 S5011 在实现时，可以按公式 (1-1) 确定第一旋转角度 α ：

$$\alpha = \arctan(y/z) \quad (1-1);$$

其中， $\arctan()$ 为反正切函数，然后沿 x 轴对模型逆时针该第一旋转角度，使得相机方向的 y 分量变为 0；

根据公式 (1-2) 确定第二旋转角度 β ：

$$\beta = \arctan(-x/z) \quad (1-2);$$

然后沿 y 轴对模型逆时针该第二旋转角度，使得相机方向的 x 分量变为 0，从而使相机的朝向为 +z 方向。

对应地，步骤 S5018 在实现时，沿 y 轴对模型顺时针旋转 β ，然后再沿 x 轴对模型顺时针旋转 α ，恢复模型原始角度。

由于本申请实施例提供的模型处理方法，可以对任意视角下的三维模型进行处理，因此本申请实施例提供的模型处理方法可以广泛应用于其它相关领域。例如对于三维建筑模型而言，给定某个时间点的阳光直射方向，采用本申请实施例所提供的模型处理方法，确定三维建筑模型在阳光直射方向上的可见区域，该可见区域也即三维建筑模型的光照区域，这十分有利于建筑设计模型的光照优化；本申请实施例提供的模型处理方法

还可以应用于 3D 打印的展品优化：对于观众视角无法看到的区域，就可以降低打印分辨率或者进行镂空处理，从而降低展品的打印成本等。

在本申请实施例中，上述步骤 S502“可见区域合并”可以通过以下步骤实现：

步骤 S5021，对于原始模型上的每个三角形，执行步骤 S5022 至步骤 S5024：

- 5 步骤 S5022，假设在步骤 S501 得到的前、后、左、右视角的可见区域分别为 V_1 , V_2 , V_3 和 V_4 ；

步骤 S5023，计算三角形对应的仿射变换矩阵，利用该仿射变换矩阵将 V_1 , V_2 , V_3 和 V_4 投射到二维平面得到 V'_1 , V'_2 , V'_3 和 V'_4 。

V'_1 , V'_2 , V'_3 和 V'_4 可以是带孔多边形，也可以是不带孔多边形。

- 10 步骤 S5024，采用 CGAL 中提供的二维布尔运算得到 V'_1 , V'_2 , V'_3 和 V'_4 的并，形成一个或者多个（带孔）多边形。

在一些实施例中，可以通过调用 CGAL 中的二维布尔运算，确定模型在二维平面的多个可见区域，从而得到一个或多个（带孔）多边形。

- 15 步骤 S5025，采用受限 Delaunay 三角化方法来处理步骤 S5024 得到的（带孔）多边形，并记录结果。

其中，该记录的结果中包括划分出的各个三角形的顶点坐标和顶点索引。

- 原始模型上的每个三角形在不同视角下具有不同的遮挡关系，因此同一三角形在不同视角下的可见区域既有可能存在重合，也有可能存在差异；既有可能连在一起，也有可能被分割开。为了消除最终结果中的重复区域，首先合并各个视图中所对应的可见区域，然后进行三角化。因此，上述步骤 S5025 在实现时，需要设计针对（带孔）多边形的 Delaunay 三角化方法，以应对不同的特殊情况。在实际实现时，上述步骤 S5025 可以通过以下步骤实现：

步骤 S51，将（带孔）多边形外边界和内部孔洞上的每条边加入受限列表 L 中。

- 25 步骤 S52，基于受限列表 L，调用 CGAL 中的受限 Delaunay 三角化方法对平面进行三角化，记为 T。

步骤 S53，对于 T 中的每个三角形，判断它是否处于（带孔）多边形的内部，如果是，则标记为 true，否则标记为 false。

作为示例，该步骤在实现时，计算三角形的重心 P，然后判断 P 是否在（带孔）多边形内部，如果是，则说明原始三角形在（带孔）多边形内部，否则说明在外部。

- 30 步骤 S54，提取所有标记为 true 的三角形，即为该（带孔）多边形的受限 Delaunay 三角化结果。

步骤 S5026，对划分出的各个三角形的顶点坐标进行逆仿射变换，得到对应的各个三维三角形。

- 35 步骤 S5027，将步骤 S5022 至步骤 S5026 得到的所有三维三角形整合起来，生成仅包括可见区域的三维模型。

在实际应用过程中，在某款游戏的角色模型集上测试了本申请实施例提供的模型处理方法。图 8 展示了其中的三个典型结果。其中，左侧的 801、803 和 805 代表原始模型，右侧的 802、804 和 806 代表将前、后、左、右四个视角下的可见区域合并后得到的模型。对于前两行的模型而言，由于头发、左臂的遮挡，导致女性角色的后颈部和左胯成为四个视图下均不可见的区域。同理，第三行的男性角色，其臀部和脚底也由于遮挡关系而变得不可见。这些都符合用户直观，验证了算法的正确性。

利用通过本申请实施例提供的模型处理方法得到的处理后的模型基于深度学习的

原画重建实验，利用图9所示的二维原画901和902，分别重建出了903和904所示的重建结果。由于剔除了可见区域，可以使得模型采样点减少25%，从而生成多视角下的二维渲染图的耗时减少25%；并且由于降低了网络输出的复杂度和歧义性，整个网络训练收敛加速，整体训练时间减少25%，且重建质量相比于原始数据所对应的结果大致相当，略有提升。

下面继续说明本申请实施例提供的模型处理装置443的实施为软件模块的示例性结构，在一些实施例中，如图3所示，存储在存储器440的模型处理装置443中的软件模块可以包括：

第一获取模块4431，配置为获取待处理的三维模型的模型信息和预设的至少一个视角；第一确定模块4432，配置为基于所述模型信息，确定所述三维模型在所述至少一个视角对应的模型可见区域；第一合并模块4433，配置为基于所述至少一个视角对应的模型可见区域，确定所述三维模型对应的模型可见区域；模型生成模块4434，配置为利用所述三维模型对应的模型可见区域生成处理后的三维模型。

在一些实施例中，所述第一确定模块4432还配置为：确定第k视角对应的第一角度和第二角度；沿x轴方向将所述三维模型逆时针旋转所述第一角度，再沿y轴方向逆时针旋转所述第二角度，得到旋转后的三维模型，所述旋转后的三维模型为仰视视角对应的模型；基于所述旋转后的三维模型，确定所述三维模型在第一视角的三维最低信封和所述三维最低信封的二维投影图，所述二维投影图中包括至少一个投影面；确定各个投影面对应的可见区域，并基于所述各个投影面对应的可见区域，确定所述三维最低信封中各个三角面片包含的可见区域；将所述各个三角面片对应的可见区域沿y轴方向顺时针旋转所述第二角度，再沿x轴方向顺时针旋转所述第一角度，得到所述三维模型在所述第k视角对应的模型可见区域。

在一些实施例中，所述第一确定模块4432还配置为：确定所述第一视角对应的相机方向向量，所述相机方向向量包括x轴方向分量、y轴方向分量和z轴方向分量；确定所述y轴方向分量和所述z轴方向分量之间的第一比值，确定所述x轴方向分量和所述z轴方向分量之间的第二比值；将所述第一比值的反正切值确定为第一角度，将所述第二比值相反数的反正切值确定为第二角度。

在一些实施例中，所述第一确定模块4432还配置为：确定各个所述投影面的顶点在各个所述投影面对应的目标平面的投影点，所述目标平面为所述投影面在所述三维最低信封中对应三角面片所在的平面，所述投影面的顶点与对应的投影点的连线垂直于所述目标平面；将各个所述投影面在各自对应的目标平面上的投影点进行连接，得到各个所述投影面的对应的可见区域。

在一些实施例中，该第一合并模块4433还配置为：当只有一个预设的视角时，将所述视角对应的模型可见区域，确定为所述三维模型对应的模型可见区域；当有至少两个预设的视角时，获取所述三维模型中第i个三角面片在各个视角对应的可见区域，其中， $i=1, 2, \dots, N$ ，N为大于1的整数，N为所述三角模型中的三角面片总数；对所述第i个三角面片在各个视角对应的可见区域进行合并处理，得到所述第i个三角面片对应的合并后的可见区域，将所述第1至第N个三角面片对应的合并后的可见区域，确定为所述三维模型对应的模型可见区域。

在一些实施例中，该第一合并模块4433还配置为：将所述第i个三角面片在各个视角对应的可见区域变换至二维空间，得到所述各个视角对应的二维可见区域；对所述各个视角对应的二维可见区域进行合并处理，得到所述第i个三角面片对应的合并区域；对所述第i个三角面片对应的合并区域进行三角剖分处理，得到剖分出的多个二维三角形；将所述二维三角形变换至三维空间，得到所述第i个三角面片对应的合并后的可见

区域。

在一些实施例中，该第一合并模块 4433 还配置为：获取所述第 i 个三角面片对应的合并区域的各个连接边；基于所述各个连接边对所述第 i 个三角面片对应的合并区域进行受限的三角化处理，得到 M 个候选三角形，所述候选三角形的至少一条边为合并区域的连接边， M 为大于 1 的整数；将处于所述第 i 个三角面片对应的合并区域内部的候选三角形，确定为剖分出的多个二维三角形。

在一些实施例中，该装置还包括：第二确定模块，配置为确定第 j 个候选三角形的重心的目标位置信息；第三确定模块，配置为当所述第 i 个三角面片对应的合并区域为非带孔多边形，基于所述目标位置信息和所述第 i 个三角面片对应的合并区域的连接边，确定所述第 j 个候选三角形的重心位于所述第 i 个三角面片对应的合并区域的内部时，确定所述第 j 个候选三角形位于所述第 i 个三角面片对应的合并区域的内部，其中， $j=1, 2, \dots, M$ 。

在一些实施例中，该装置还包括：第三确定模块，配置为当所述第 i 个三角面片对应的合并区域为带孔多边形，基于所述目标位置信息和所述第 i 个三角面片对应的合并区域的连接边，确定所述第 j 个候选三角形的重心位于所述第 i 个三角面片对应的合并区域中连通区域内部时，确定所述第 j 个候选三角形位于所述第 i 个三角面片对应的合并区域的内部；其中，所述第 i 个三角面片对应的合并区域中连通区域为所述合并区域的外边界上的连接边与内部孔洞上的连接边之间的区域。

需要说明的是，本申请实施例针对模型处理装置的描述，与上述方法实施例的描述是类似的，具有同方法实施例相似的有益效果。对于本装置实施例中未披露的技术细节，请参照本申请方法实施例的描述而理解。

本申请实施例提供了一种计算机程序产品或计算机程序，该计算机程序产品或计算机程序包括计算机指令，该计算机指令存储在计算机可读存储介质中。计算机设备的处理器从计算机可读存储介质读取该计算机指令，处理器执行该计算机指令，使得该计算机设备执行本申请实施例上述的模型处理方法。

本申请实施例提供一种存储有可执行指令的计算机可读存储介质，其中存储有可执行指令，当可执行指令被处理器执行时，将引起处理器执行本申请实施例提供的模型处理方法，例如，如图 4、图 5A 和图 6 示出的模型处理方法。

在一些实施例中，计算机可读存储介质可以是 FRAM、ROM、PROM、EPROM、EEPROM、闪存、磁表面存储器、光盘、或 CD-ROM 等存储器；也可以是包括上述存储器之一或任意组合的各种设备。

在一些实施例中，可执行指令可以采用程序、软件、软件模块、脚本或代码的形式，按任意形式的编程语言（包括编译或解释语言，或者声明性或过程性语言）来编写，并且其可按任意形式部署，包括被部署为独立的程序或者被部署为模块、组件、子例程或者适合在计算环境中使用的其它单元。

作为示例，可执行指令可以但不一定对应于文件系统中的文件，可以被存储在保存其它程序或数据的文件的一部分，例如，存储在超文本标记语言（HTML，Hyper Text Markup Language）文档中的一个或多个脚本中，存储在专用于所讨论的程序的单个文件中，或者，存储在多个协同文件（例如，存储一个或多个模块、子程序或代码部分的文件）中。

作为示例，可执行指令可被部署为在一个计算设备上执行，或者在位于一个地点的多个计算设备上执行，又或者，在分布在多个地点且通过通信网络互连的多个计算设备上执行。

以上所述，仅为本申请的实施例而已，并非用于限定本申请的保护范围。凡在本申

请的精神和范围之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均包含在本申请的保护范围之内。

权利要求书

- 1、一种模型处理方法，应用于计算机设备，所述方法包括：
获取待处理的三维模型的模型信息和预设的至少一个视角；
基于所述模型信息，确定所述三维模型在所述至少一个视角对应的模型可见区域；
5 基于所述至少一个视角对应的模型可见区域，确定所述三维模型对应的模型可见区域；
利用所述三维模型对应的模型可见区域生成处理后的三维模型。
- 2、根据权利要求1中所述的方法，其中，所述基于所述模型信息，确定所述三维模型各个视角对应的模型可见区域，包括：
10 确定第k视角对应的第一角度和第二角度，k为大于或者等于1的正整数；
基于所述模型信息，沿x轴方向将所述三维模型逆时针旋转所述第一角度，再沿y轴方向逆时针旋转所述第二角度，得到旋转后的三维模型，所述旋转后的三维模型为仰视视角对应的模型；
基于所述旋转后的三维模型，确定所述三维模型在第一视角的三维最低信封和所述
15 三维最低信封的二维投影图，所述二维投影图中包括至少一个投影面；
确定各个投影面对应的可见区域，并基于所述各个投影面对应的可见区域，确定所述三维最低信封中各个三角面片包含的可见区域；
将所述各个三角面片对应的可见区域沿y轴方向顺时针旋转所述第二角度，再沿x轴方向顺时针旋转所述第一角度，得到所述三维模型在第k视角对应的模型可见区域。
- 20 3、根据权利要求2中所述的方法，其中，所述确定第k视角对应的第一角度和第二角度，包括：
确定第k视角对应的相机方向向量，所述相机方向向量包括x轴方向分量、y轴方向分量和z轴方向分量；
确定所述y轴方向分量和所述z轴方向分量之间的第一比值，确定所述x轴方向分
25 量和所述z轴方向分量之间的第二比值；
将所述第一比值的反正切值确定为第一角度，将所述第二比值的相反数的反正切值确定为第二角度。
- 4、根据权利要求2中所述的方法，其中，所述确定各个投影面对应的可见区域，包括：
30 确定各个所述投影面的顶点在各个所述投影面对应的目标平面的投影点，所述目标平面为所述投影面在所述三维最低信封中对应三角面片所在的平面，所述投影面的顶点与对应的投影点的连线垂直于所述目标平面；
将各个所述投影面在各自对应的目标平面上的投影点进行连接，得到各个所述投影面的对应的可见区域。
- 35 5、根据权利要求1中所述的方法，其中，所述基于所述至少一个视角对应的模型可见区域，确定所述三维模型对应的模型可见区域，包括：
当只有一个预设的视角时，将所述视角对应的模型可见区域，确定为所述三维模型对应的模型可见区域；
当有至少两个预设的视角时，获取所述三维模型中第i个三角面片在各个视角对应的
40 的可见区域，其中， $i=1, 2, \dots, N$ ，N为大于1的整数，N为所述三维模型中三角面片总数；
对所述第i个三角面片在各个视角对应的可见区域进行合并处理，得到所述第i个三角面片对应的合并后的可见区域；

将第1至第N个三角面片对应的合并后的可见区域,确定为所述三维模型对应的模型可见区域。

6、根据权利要求5中所述的方法,其中,所述对所述第i个三角面片在各个视角对应的可见区域进行合并处理,得到所述第i个三角面片对应的合并后的可见区域,包括:

5 将所述第i个三角面片在各个视角对应的可见区域变换至二维空间,得到所述各个视角对应的二维可见区域;

对所述各个视角对应的二维可见区域进行合并处理,得到所述第i个三角面片对应的合并区域;

10 对所述第i个三角面片对应的合并区域进行三角剖分处理,得到剖分出的多个二维三角形;

将所述二维三角形变换至三维空间,得到所述第i个三角面片对应的合并后的可见区域。

7、根据权利要求6中所述的方法,其中,所述对所述第i个三角面片对应的合并区域进行三角剖分处理,得到剖分出的多个二维三角形,包括:

15 获取所述第i个三角面片对应的合并区域的各个连接边;

基于所述各个连接边对所述第i个三角面片对应的合并区域进行受限的三角化处理,得到M个候选三角形,所述候选三角形的至少一条边为合并区域的连接边,M为大于1的整数;

20 将处于所述第i个三角面片对应的合并区域内部的候选三角形,确定为剖分出的多个二维三角形。

8、根据权利要求6中所述的方法,其中,所述方法还包括:

确定第j个候选三角形的重心的目标位置信息;

25 当所述第i个三角面片对应的合并区域为非带孔多边形,基于所述目标位置信息和所述第i个三角面片对应的合并区域的连接边,确定所述第j个候选三角形的重心位于所述第i个三角面片对应的合并区域的内部时,确定所述第j个候选三角形位于所述第i个三角面片对应的合并区域的内部,其中, $j=1, 2, \dots, M$ 。

9、根据权利要求8中所述的方法,其中,所述方法还包括:

30 当所述第i个三角面片对应的合并区域为带孔多边形,基于所述目标位置信息和所述第i个三角面片对应的合并区域的连接边,确定所述第j个候选三角形的重心位于所述第i个三角面片对应的合并区域中连通区域内部时,确定所述第j个候选三角形位于所述第i个三角面片对应的合并区域的内部;

其中,所述第i个三角面片对应的合并区域中连通区域为所述合并区域的外边界上的连接边与内部孔洞上的连接边之间的区域。

10、一种模型处理装置,所述装置包括:

35 第一获取模块,配置为获取待处理的三维模型的模型信息和预设的至少一个视角;

第一确定模块,配置为基于所述模型信息,确定所述三维模型在所述至少一个视角对应的模型可见区域;

第一合并模块,配置为基于所述至少一个视角对应的模型可见区域,确定所述三维模型对应的模型可见区域;

40 模型生成模块,配置为利用所述三维模型对应的模型可见区域生成处理后的三维模型。

11、一种计算机设备,所述计算机设备包括:

存储器,用于存储可执行指令;

处理器,用于执行所述存储器中存储的可执行指令时,实现权利要求1至9任一项

所述的方法。

12、一种计算机可读存储介质，存储有可执行指令，所述可执行指令被处理器执行时实现权利要求 1 至 9 任一项所述的方法。

13、一种计算机程序产品，包括计算机程序或指令，所述计算机程序或指令被处理器执行时实现权利要求 1 至 9 任一项所述的方法。

5