



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116630552 B

(45) 授权公告日 2023. 11. 07

(21) 申请号 202310922086.2

G06T 15/00 (2011.01)

(22) 申请日 2023.07.26

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116630552 A

CN 110543716 A, 2019.12.06

CN 116401332 A, 2023.07.07

CN 114663566 A, 2022.06.24

(43) 申请公布日 2023.08.22

CN 112862910 A, 2021.05.28

(73) 专利权人 北京中科辅龙智能技术有限公司
地址 100085 北京市海淀区信息路28号1幢
9层A9-1-905

CN 115661404 A, 2023.01.31

CN 113987389 A, 2022.01.28

CN 114049431 A, 2022.02.15

(72) 发明人 李一鸣 何涛 刘军华 熊胜华
晏成名 吴恒 李明 张发展

WO 2021235971 A1, 2021.11.25

薛俊杰; 施国强; 周军华; 曲慧杨; 陶奕; 蒲睿英. 复杂产品三维模型轻量化服务构建技术. 系统仿真学报. 2020, (04), 全文.

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

叶诚; 罗训. 基于虚拟现实的复杂场景加载优化算法. 计算机系统应用. 2020, (06), 全文.

专利代理师 任少瑞

审查员 庄鑫

(51) Int. Cl.

G06T 17/00 (2006.01)

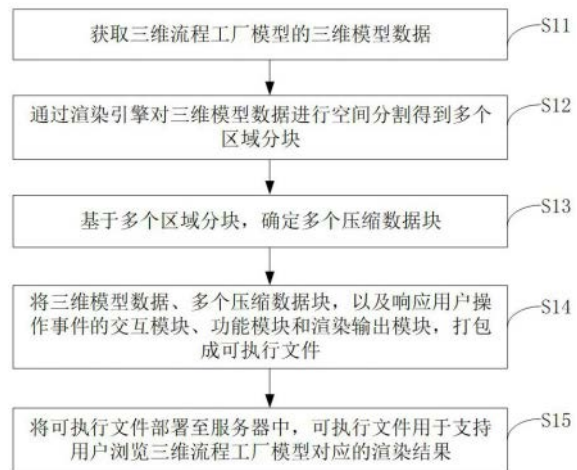
权利要求书3页 说明书12页 附图5页

(54) 发明名称

面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法

(57) 摘要

本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法, 涉及计算机辅助设计技术和三维模型渲染等技术领域, 该方法包括: 获取三维流程工厂模型的三维模型数据; 通过渲染引擎对三维模型数据进行空间分割得到多个区域分块; 基于多个区域分块, 确定多个压缩数据块; 将三维模型数据、多个压缩数据块, 以及响应用户操作事件的交互模块、功能模块和渲染输出模块, 打包成可执行文件; 将可执行文件部署至服务器中, 可执行文件用于支持用户浏览三维流程工厂模型对应的渲染结果。本发明提供的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法用于节省服务器的资源。



1. 一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,应用于服务器,其特征在于,包括:

获取三维流程工厂模型的三维模型数据;

通过渲染引擎对所述三维模型数据进行空间分割得到多个区域分块;

基于所述多个区域分块,确定多个压缩数据块;

将所述三维模型数据、所述多个压缩数据块,以及响应用户操作事件的交互模块、功能模块和渲染输出模块,打包成可执行文件;

将所述可执行文件部署至所述服务器中,所述可执行文件用于支持用户浏览所述三维流程工厂模型对应的渲染结果;

所述获取三维流程工厂模型的三维模型数据,包括:

通过三维模型浏览工具,读取所述三维流程工厂模型;

通过所述三维模型浏览工具提供的应用程序编程接口,对所述三维流程工厂模型的树结构进行解析,提取所述树结构中各树节点的几何数据;

基于所述各树节点的几何数据,构建所述渲染引擎可识别的三维目标模型;

确定所述树结构对应的结构信息文件;

将所述各树节点的几何数据、所述三维目标模型和所述结构信息文件,确定为所述三维模型数据;

所述确定所述树结构对应的结构信息文件,包括:

针对所述树结构的各树节点执行如下操作:

随机生成所述树节点的唯一标识符;

基于所述树节点的几何数据中包括的顶点坐标,确定所述树节点的包围盒;

判断所述树节点是否为叶子节点;

在所述树节点为叶子节点的情况下,将按照预设格式,将所述树节点的几何数据中包括的顶点坐标,写入到所述树节点对应的数据文件,并生成所述树节点对应的数据文件的名称,并将所述树节点的包围盒、所述树节点的唯一标识符和所述树节点对应的数据文件的名称存储至所述结构信息文件;

在所述树节点为非叶子节点的情况下,记录所述树节点的子孙节点中叶节点对应的数据文件的名称,并按照所述树结构中各树节点之间的父子关系,将所述树节点的包围盒、所述树节点的唯一标识符和所述树节点的子孙节点中叶节点对应的数据文件的名称,存储至所述结构信息文件;

所述通过渲染引擎对所述三维模型数据进行空间分割得到多个区域分块,包括:

通过所述渲染引擎,将所述三维模型数据中的每N个三角面片,确定为一个区域分块,N为大于或等于2的整数;

所述基于所述多个区域分块,确定多个压缩数据块,包括:

针对各区域分块,基于边坍塌网格简化算法,生成所述区域分块的多层级分块;针对所述多层级分块中各三角面片的各顶点,对所述顶点的属性和索引进行压缩,得到所述顶点的分块数据;

按照顶点的空间顺序,将所述多层级分块中处于同一层级且空间相邻的顶点的分块数据,存储至同一个数据块中;基于预设压缩算法,对所述数据块进行压缩,得到压缩数据块。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
 - 通过负载均衡模块执行K次可执行文件,生成K个进程,K为大于或等于1的整数;
 - 通过负载均衡模块接收目标客户端发送的浏览请求;
 - 通过负载均衡模块,判断所述K个进程是否存在未与客户端建立连接的空闲进程;
 - 若存在所述空闲进程,则通过所述空闲进程中的所述渲染输出模块,对所述多个压缩数据块进行渲染,得到所述三维流程工厂模型对应的初始渲染结果;
 - 将所述初始渲染结果转换为具有目标格式的目标渲染结果,所述目标格式为所述目标客户端的识别格式;
 - 向所述目标客户端发送所述目标渲染结果。
3. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
 - 通过所述空闲进程中的所述交互模块,基于所述三维模型数据,响应对所述目标客户端中显示的所述渲染结果的视角控制操作事件。
4. 根据权利要求2所述的方法,其特征在于,所述方法还包括:
 - 通过所述空闲进程中的所述功能模块,基于所述三维模型数据,响应对所述目标客户端中显示的所述渲染结果的聚焦、拾取、高亮、漫游、剖切、数据标注、测量、视点移动中的任意一项或多项操作事件。
5. 一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置,应用于服务器,其特征在于,包括:
 - 三维模型解析单元,用于获取三维流程工厂模型的三维模型数据;
 - 渲染预处理单元,用于通过渲染引擎对所述三维模型数据进行空间分割得到多个区域分块;基于所述多个区域分块,确定多个压缩数据块;
 - 系统部署单元,用于将所述三维模型数据、所述多个压缩数据块,以及响应用户操作事件的交互模块、功能模块和渲染输出模块,打包成可执行文件;将所述可执行文件部署至所述服务器中,所述可执行文件用于支持用户浏览所述三维流程工厂模型对应的渲染结果;
 - 所述三维模型解析单元具体用于:
 - 通过三维模型浏览工具,读取所述三维流程工厂模型;
 - 通过所述三维模型浏览工具提供的应用程序编程接口,对所述三维流程工厂模型的树结构进行解析,提取所述树结构中各树节点的几何数据;
 - 基于所述各树节点的几何数据,构建所述渲染引擎可识别的三维目标模型;
 - 确定所述树结构对应的结构信息文件;
 - 将所述各树节点的几何数据、所述三维目标模型和所述结构信息文件,确定为所述三维模型数据;
 - 所述三维模型解析单元具体用于:
 - 针对所述树结构的各树节点执行如下操作:
 - 随机生成所述树节点的唯一标识符;
 - 基于所述树节点的几何数据中包括的顶点坐标,确定所述树节点的包围盒;
 - 判断所述树节点是否为叶子节点;
 - 在所述树节点为叶子节点的情况下,将按照预设格式,将所述树节点的几何数据中包括的顶点坐标,写入到所述树节点对应的数据文件,并生成所述树节点对应的数据文件的

名称,并将所述树节点的包围盒、所述树节点的唯一标识符和所述树节点对应的数据文件的名称存储至所述结构信息文件;

在所述树节点为非叶子节点的情况下,记录所述树节点的子孙节点中叶节点对应的数据文件的名称,并按照所述树结构中各树节点之间的父子关系,将所述树节点的包围盒、所述树节点的唯一标识符和所述树节点的子孙节点中叶节点对应的数据文件的名称,存储至所述结构信息文件;

所述渲染预处理单元具体用于:

通过所述渲染引擎,将所述三维模型数据中的每N个三角面片,确定为一个区域分块,N为大于或等于2的整数;

所述渲染预处理单元具体用于:

针对各区域分块,基于边坍塌网格简化算法,生成所述区域分块的多层级分块;针对所述多层级分块中各三角面片的各顶点,对所述顶点的属性和索引进行压缩,得到所述顶点的分块数据;

按照顶点的空间顺序,将所述多层级分块中处于同一层级且空间相邻的顶点的分块数据,存储至同一个数据块中;基于预设压缩算法,对所述数据块进行压缩,得到压缩数据块。

6. 一种服务器,包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述程序时实现如权利要求1至4任一项所述面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法。

面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法

技术领域

[0001] 本发明涉及计算机辅助设计和三维模型渲染等技术领域,尤其涉及一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法。

背景技术

[0002] 目前,对大规模的三维流程工厂模型进行渲染,可以得到渲染结果。用户可以在个人计算机(Personal Computer,PC)上可以浏览和操控渲染结果。

[0003] 在相关技术中,为了能够在移动终端上浏览和操控渲染结果,通常在服务器中部署三维流程工厂模型和渲染程序。在移动终端请求浏览渲染结果的情况下,服务器基于渲染程序对模型文件进行渲染,得到渲染结果,并向移动终端发送所述渲染结果。在上述相关技术中,将三维流程工厂模型和渲染程序部署在服务器,占用服务器较多的资源。

[0004] 因此,如何在服务器中部署用于支持用户浏览渲染结果的相关信息,以减少占用服务器的资源成为亟待解决的技术问题。

发明内容

[0005] 本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,用以解决如何在服务器中部署用于支持用户浏览渲染结果的相关信息,以减少占用服务器的资源成为亟待解决的技术问题。

[0006] 第一方面,本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,应用于服务器,包括:

[0007] 获取三维流程工厂模型的三维模型数据;

[0008] 通过渲染引擎对所述三维模型数据进行空间分割得到多个区域分块;

[0009] 基于所述多个区域分块,确定多个压缩数据块;

[0010] 将所述三维模型数据、所述多个压缩数据块,以及响应用户操作事件的交互模块、功能模块和渲染输出模块,打包成可执行文件;

[0011] 将所述可执行文件部署至所述服务器中,所述可执行文件用于支持用户浏览所述三维流程工厂模型对应的渲染结果。

[0012] 根据本发明提供的一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,所述获取三维流程工厂模型的三维模型数据,包括:

[0013] 通过三维模型浏览工具,读取所述三维流程工厂模型;

[0014] 通过所述三维模型浏览工具提供的应用程序编程接口,对所述三维流程工厂模型的树结构进行解析,提取所述树结构中各树节点的几何数据;

[0015] 基于所述各树节点的几何数据,构建所述渲染引擎可识别的三维目标模型;

[0016] 确定所述树结构对应的结构信息文件;

[0017] 将所述各树节点的几何数据、所述三维目标模型和所述结构信息文件,确定为所述三维模型数据。

[0018] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,所述确定所述树结构对应的结构信息文件,包括:

[0019] 针对所述树结构的各树节点执行如下操作:

[0020] 随机生成所述树节点的唯一标识符;

[0021] 基于所述树节点的几何数据中包括的顶点坐标,确定所述树节点的包围盒;

[0022] 判断所述树节点是否为叶子节点;

[0023] 在所述树节点为叶子节点的情况下,将按照预设格式,将所述树节点的几何数据中包括的顶点坐标,写入到所述树节点对应的数据文件,并生成所述树节点对应的数据文件的名称,并将所述树节点的包围盒、所述树节点的唯一标识符和所述树节点对应的数据文件的名称存储至所述结构信息文件;

[0024] 在所述树节点为非叶子节点的情况下,记录所述树节点的子孙节点中叶节点对应的数据文件的名称,并按照所述树结构中各树节点之间的父子关系,将所述树节点的包围盒、所述树节点的唯一标识符和所述树节点的子孙节点中叶节点对应的数据文件的名称,存储至所述结构信息文件。

[0025] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,所述通过渲染引擎对所述三维模型数据进行空间分割得到多个区域分块,包括:

[0026] 通过所述渲染引擎,将所述三维模型数据中的每N个三角面片,确定为一个区域分块,N为大于或等于2的整数。

[0027] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,所述基于所述多个区域分块,确定多个压缩数据块,包括:

[0028] 针对各区域分块,基于边坍塌网格简化算法,生成所述区域分块的多层级分块;针对所述多层级分块中各三角面片的各顶点,对所述顶点的属性和索引进行压缩,得到所述顶点的分块数据;

[0029] 按照顶点的空间顺序,将所述多层级分块中处于同一层级且空间相邻的顶点的分块数据,存储至同一个数据块中;基于预设压缩算法,对所述数据块进行压缩,得到压缩数据块。

[0030] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,所述方法还包括:

[0031] 通过负载均衡模块执行K次可执行文件,生成K个进程,K为大于或等于1的整数;

[0032] 通过负载均衡模块接收目标客户端发送的浏览请求;

[0033] 通过负载均衡模块,判断所述K个进程是否存在未与客户端建立连接的空闲进程;

[0034] 若存在所述空闲进程,则通过所述空闲进程中的所述渲染输出模块,对所述多个压缩数据块进行渲染,得到所述三维流程工厂模型对应的初始渲染结果;

[0035] 将所述初始渲染结果转换为具有目标格式的目标渲染结果,所述目标格式为所述目标客户端的识别格式;

[0036] 向所述目标客户端发送所述目标渲染结果。

[0037] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,所述方法还包括:

[0038] 通过所述空闲进程中的所述交互模块,基于所述三维模型数据,响应对所述目标

客户端中显示的所述渲染结果的视角控制操作事件。

[0039] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,所述方法还包括:

[0040] 通过所述空闲进程中的所述功能模块,基于所述三维模型数据,响应对所述目标客户端中显示的所述渲染结果的聚焦、拾取、高亮、漫游、剖切、数据标注、测量、视点移动中的任意一项或多项操作事件。

[0041] 第二方面,本发明还提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置,应用于服务器,包括:

[0042] 三维模型解析单元,用于获取三维流程工厂模型的三维模型数据;

[0043] 渲染预处理单元,用于通过渲染引擎对所述三维模型数据进行空间分割得到多个区域分块;基于所述多个区域分块,确定多个压缩数据块;

[0044] 系统部署单元,用于将所述三维模型数据、所述多个压缩数据块,以及响应用户操作事件的交互模块、功能模块和渲染输出模块,打包成可执行文件;将所述可执行文件部署至所述服务器中,所述可执行文件用于支持用户浏览所述三维流程工厂模型对应的渲染结果。

[0045] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置,所述三维模型解析单元具体用于:

[0046] 通过三维模型浏览工具,读取所述三维流程工厂模型;

[0047] 通过所述三维模型浏览工具提供的应用程序编程接口,对所述三维流程工厂模型的树结构进行解析,提取所述树结构中各树节点的几何数据;

[0048] 基于所述各树节点的几何数据,构建所述渲染引擎可识别的三维目标模型;

[0049] 确定所述树结构对应的结构信息文件;

[0050] 将所述各树节点的几何数据、所述三维目标模型和所述结构信息文件,确定为所述三维模型数据。

[0051] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置,所述三维模型解析单元具体用于:

[0052] 针对所述树结构的各树节点执行如下操作:

[0053] 随机生成所述树节点的唯一标识符;

[0054] 基于所述树节点的几何数据中包括的顶点坐标,确定所述树节点的包围盒;

[0055] 判断所述树节点是否为叶子节点;

[0056] 在所述树节点为叶子节点的情况下,将按照预设格式,将所述树节点的几何数据中包括的顶点坐标,写入到所述树节点对应的数据文件,并生成所述树节点对应的数据文件的名称,并将所述树节点的包围盒、所述树节点的唯一标识符和所述树节点对应的数据文件的名称存储至所述结构信息文件;

[0057] 在所述树节点为非叶子节点的情况下,记录所述树节点的子孙节点中叶节点对应的数据文件的名称,并按照所述树结构中各树节点之间的父子关系,将所述树节点的包围盒、所述树节点的唯一标识符和所述树节点的子孙节点中叶节点对应的数据文件的名称,存储至所述结构信息文件。

[0058] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置,所述渲

染预处理单元具体用于：

[0059] 通过所述渲染引擎，将所述三维模型数据中的每N个三角面片，确定为一个区域分块，N为大于或等于2的整数。

[0060] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置，所述渲染预处理单元具体用于：

[0061] 针对各区域分块，基于边坍塌网格简化算法，生成所述区域分块的多层级分块；针对所述多层级分块中各三角面片的各顶点，对所述顶点的属性和索引进行压缩，得到所述顶点的分块数据；

[0062] 按照顶点的空间顺序，将所述多层级分块中处于同一层级且空间相邻的顶点的分块数据，存储至同一个数据块中；基于预设压缩算法，对所述数据块进行压缩，得到压缩数据块。

[0063] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置，所述装置还包括：

[0064] 执行单元，用于通过负载均衡模块执行K次可执行文件，生成K个进程，K为大于或等于1的整数；

[0065] 接收单元，用于通过负载均衡模块接收目标客户端发送的浏览请求；

[0066] 判断单元，用于通过负载均衡模块，判断所述K个进程是否存在未与客户端建立连接的空闲进程；

[0067] 渲染单元，用于若存在所述空闲进程，则通过所述空闲进程中的所述渲染输出模块，对所述多个压缩数据块进行渲染，得到所述三维流程工厂模型对应的初始渲染结果；

[0068] 转换单元，用于将所述初始渲染结果转换为具有目标格式的目标渲染结果，所述目标格式为所述目标客户端的识别格式；

[0069] 发送单元，用于向所述目标客户端发送所述目标渲染结果。

[0070] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置，所述装置还包括：

[0071] 响应单元，用于通过所述空闲进程中的所述交互模块，基于所述三维模型数据，响应对所述目标客户端中显示的所述渲染结果的视角控制操作事件。

[0072] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置，响应单元，还用于通过所述空闲进程中的所述功能模块，基于所述三维模型数据，响应对所述目标客户端中显示的所述渲染结果的聚焦、拾取、高亮、漫游、剖切、数据标注、测量、视点移动中的任意一项或多项操作事件。

[0073] 本发明还提供一种服务器，包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述程序时实现如上述任一种所述面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法。

[0074] 本发明还提供一种非暂态计算机可读存储介质，其上存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时实现如上述任一种所述面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法。

[0075] 本发明还提供一种计算机程序产品，包括计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现如上述任一种所述面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法。

[0076] 本发明提供的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,通过渲染引擎对三维模型数据进行空间分割得到多个区域分块;基于多个区域分块,确定多个压缩数据块,可以减少三维模型数据的数据量,因此,将三维模型数据、多个压缩数据块,以及响应用户操作事件的交互模块、功能模块和渲染输出模块,打包成可执行文件,将可执行文件部署至服务器中,可以减少占用服务器的资源。

附图说明

[0077] 为了更清楚地说明本发明或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0078] 图1是本发明提供的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法的流程示意图;

[0079] 图2a是本发明提供的获取三维模型数据的流程示意图;

[0080] 图2b是本发明提供的确定树结构对应的结构信息文件的流程示意图;

[0081] 图3是本发明提供的得到三维流程工厂模型对应的渲染结果的流程示意图;

[0082] 图4是本发明提供的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置的结构示意图。

[0083] 图5是本发明提供的服务器的实体结构示意图。

具体实施方式

[0084] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明中的附图,对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0085] 首先,对本发明涉及的专业术语进行说明。

[0086] 流程工厂,是一种工厂种类,一般指原材料从开始加工到输出成品这个生产过程中,物料始终是在彼此相连的设备或管道或其他通道中传递,这些设备和管道或其他通道以及其他一些辅助设施组合起来称之为流程工厂。

[0087] 三维流程工厂模型,是流程工厂的三维模型,通常由专业人员在三维建模平台上设计三维流程工厂模型。

[0088] 在相关技术中,将三维流程工厂模型和渲染程序部署在服务器,占用服务器较多的资源。在发明中,资源例如为中央处理器(Central Processing Unit,CPU)的计算资源、图形处理器(graphics processing unit,GPU)的计算资源、内存的存储资源、显存的存储资源等。

[0089] 为了减少占用服务器的资源,在本发明中,提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,在该方法中,将三维模型数据、通过三维模型数据得到的多个压缩数据块,以及响应用户操作事件的交互模块、功能模块和渲染输出模块,打包成可执行文件,在服务器中部署可执行文件,避免将三维流程工厂模型和渲染程序部署在服务器,从而减

少占用服务器的资源。

[0090] 下面结合具体实施例描述本发明的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法。

[0091] 图1是本发明提供的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法的流程示意图。如图1所示,该方法包括:

[0092] S11、获取三维流程工厂模型的三维模型数据。

[0093] 可选地,本发明提供的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法的执行主体为服务器,也可以为设置在服务器中的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置,该面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置可以通过软件和/或硬件的结合来实现。

[0094] 三维流程工厂模型可以为任一个用户需要浏览其对应渲染结果的流程工厂模型。

[0095] 三维流程工厂模型为通过预设三维建模平台设计出的模型。

[0096] 预设三维建模平台例如为通过工厂设计管理系统(Plant Design Management system,PDMS)、3D智能工厂(Smart Plant 3D,SP3D)、三维工厂设计软件(Plant Design Software,PDSOFT)等。

[0097] 三维模型数据中包括三维流程工厂模型的树结构中各树节点的几何数据、基于各树节点的几何数据构建的三维目标模型和树结构对应的结构信息文件。可选地,结构信息文件例如可以为JSON文件。

[0098] 三维流程工厂模型中包括多个子模型,每个子模型对应于一个树节点。

[0099] 几何数据描述三维流程工厂模型的形状和外观。

[0100] 结构信息文件表示三维流程工厂模型的层次结构和部件之间的关系。

[0101] 具体的,对获取三维模型数据的详细说明,请参见图2a和图2b实施例。

[0102] S12、通过渲染引擎对三维模型数据进行空间分割得到多个区域分块。

[0103] 每个区域分块中包括N个三角面片,N为大于或等于2的整数。

[0104] 各区域分块中包括的N个三角面片不同。

[0105] 在一些实施例中,可以通过如下方法得到一个区域分块:通过渲染引擎,将三维模型数据中的每N个三角面片,确定为一个区域分块。

[0106] S13、基于多个区域分块,确定多个压缩数据块。

[0107] 具体的,针对各区域分块,基于边坍塌网格简化算法,生成所述区域分块的多层级分块;针对所述多层级分块中各三角面片的各顶点,对所述顶点的属性和索引进行压缩,得到所述顶点的分块数据;

[0108] 按照顶点的空间顺序,将多层级分块中处于同一层级且空间相邻的顶点的分块数据,存储至同一个数据块中;基于预设压缩算法,对数据块进行压缩,得到压缩数据块。

[0109] 在本发明中,基于边坍塌网格简化算法,生成区域分块的多层级分块,使得渲染引擎在进行渲染时根据区域分块在屏幕上投影的大小,来确定使用哪一层级的区域分块进行渲染,即实现了以区域分块为单位、而非以模型本身为单位的动态细节层级渲染,提升了渲染性能。

[0110] 其中,预设压缩算法为使用基于哈希表存储数据字典以简化检索的无损压缩算法。

[0111] 通过渲染引擎对三维模型数据进行空间分割得到多个区域分块;基于多个区域分块,确定多个压缩数据块;能够在用户浏览三维流程工厂模型对应的渲染结果的过程中,减少数据传输量和提高渲染速度。

[0112] S14、将三维模型数据、多个压缩数据块,以及响应用户操作事件的交互模块、功能模块和渲染输出模块,打包成可执行文件。

[0113] S15、将可执行文件部署至服务器中,可执行文件用于支持用户浏览三维流程工厂模型对应的渲染结果。

[0114] 在图1实施例提供的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法中,通过渲染引擎对三维模型数据进行空间分割得到多个区域分块;基于多个区域分块,确定多个压缩数据块,可以减少三维模型数据的数据量,因此,将三维模型数据、多个压缩数据块,以及响应用户操作事件的交互模块、功能模块和渲染输出模块,打包成可执行文件,将可执行文件部署至服务器中,可以减少占用服务器的资源。

[0115] 图2a是本发明提供的获取三维模型数据的流程示意图。如图2a所示,该方法包括:

[0116] S21、通过三维模型浏览工具,读取三维流程工厂模型。

[0117] S22、通过三维模型浏览工具提供的应用程序编程接口(API),对三维流程工厂模型的树结构进行解析,提取树结构中各树节点的几何数据。

[0118] 可选地,还可以通过API提取三维流程工厂模型的材质信息。

[0119] S23、基于各树节点的几何数据,构建渲染引擎可识别的三维目标模型。

[0120] S24、确定树结构对应的结构信息文件。

[0121] 在一些实施例中,针对树结构的各树节点,可以参照图2b所示的确定树结构对应的结构信息文件的流程示意图,执行如下操作S241至S245。

[0122] S241、随机生成树节点的唯一标识符。

[0123] S242、基于树节点的几何数据中包括的顶点坐标,确定树节点的包围盒(BoundingBox)。

[0124] 包围盒例如为AABB包围盒。

[0125] S243、判断树节点是否为叶子节点。

[0126] S244、在树节点为叶子节点的情况下,将按照预设格式,将树节点的几何数据中包括的顶点坐标,写入到树节点对应的数据文件,并生成树节点对应的数据文件的名称,并将树节点的包围盒、树节点的唯一标识符和树节点对应的数据文件的名称存储至结构信息文件。

[0127] S245、在树节点为非叶子节点的情况下,记录树节点的子孙节点中叶节点对应的数据文件的名称,并按照所述树结构中各树节点之间的父子关系,将树节点的包围盒、树节点的唯一标识符和树节点的子孙节点中叶节点对应的数据文件的名称,存储至结构信息文件。

[0128] 结构信息文件中包括多个键值对(key-value),其中,key为树节点的唯一标识符,value为json对象。一个键值对对应于一个树节点。

[0129] 针对一个树节点,JSON对象中包括:

[0130] 键(key)为包围盒,值(value)为包围盒的最大点坐标和最小点坐标;

[0131] 键(key)为pointFile,值(value)为树节点对应的数据文件的名称(或者树节点的

子孙节点中叶节点对应的数据文件的名称)；

[0132] 键(key)为entityId,值(value)为树节点的子孙节点的唯一标识符。

[0133] 其中,树节点对应的数据文件的名称(或者树节点的子孙节点中叶节点对应的数据文件的名称)、以及子孙节点的唯一标识符的类型为字符串类型。

[0134] S25、将各树节点的几何数据、三维目标模型和结构信息文件,确定为三维模型数据。

[0135] 图3是本发明提供的得到三维流程工厂模型对应的渲染结果的流程示意图。如图3所示,该方法包括:

[0136] S31、通过负载均衡模块执行K次可执行文件,生成K个进程,K为大于或等于1的整数。

[0137] S32、通过负载均衡模块接收目标客户端发送的浏览请求。

[0138] S33、通过负载均衡模块,判断K个进程是否存在未与客户端建立连接的空闲进程。

[0139] S34、若存在空闲进程,则通过空闲进程中的渲染输出模块,对多个压缩数据块进行渲染,得到三维流程工厂模型对应的初始渲染结果。

[0140] 若不存在空闲进程,则再次执行可执行文件,生成新进程,通过该进程中的渲染输出模块,对多个压缩数据块进行渲染,得到三维流程工厂模型对应的初始渲染结果。

[0141] 其中,进行渲染包括进行光栅化、着色和阴影等计算。

[0142] S35、将初始渲染结果转换为具有目标格式的目标渲染结果,目标格式为目标客户端的识别格式。

[0143] 具体的,H.264视频压缩,对初始渲染结果进行编码,得到具有目标格式的目标渲染结果。

[0144] 目标客户端的识别格式例如为图像格式或者视频流格式。

[0145] S36、向目标客户端发送目标渲染结果。

[0146] 具体的,向Web实时通信(WebRTC)代理服务器发送目标渲染结果;

[0147] Web实时通信(WebRTC)代理服务器建立与目标客户端之间对等连接,并将目标渲染结果发送至目标客户端。

[0148] 目标客户端接收到目标渲染结果之后,可以显示目标渲染结果。

[0149] 目标客户端例如为电子设备中的浏览器。

[0150] 电子设备例如为个人计算机(Personal Computer,PC)、手机、或者平板电脑等。

[0151] 目标客户端的操作事件(例如为视角控制操作事件,聚焦、拾取、高亮、漫游、剖切、数据标注、测量、视点移动等事件),由目标客户端的JavaScript环境直接发送到Web实时通信(WebRTC)代理服务器,然后Web实时通信(WebRTC)代理服务器向操作事件发送至渲染引擎的交互模块,交互模块响应操作事件。

[0152] 信令服务器负责协同目标客户端和Web实时通信(WebRTC)代理服务器之间的连接,并为目标客户端提供HTML和JavaScript环境,以使目标客户端播放目标渲染结果。

[0153] 在图3实施例提供的方法中,通过负载均衡模块,判断K个进程是否存在未与客户端建立连接的空闲进程。若存在空闲进程,则通过空闲进程中的渲染输出模块,对多个压缩数据块进行渲染,得到三维流程工厂模型对应的初始渲染结果。若不存在空闲进程,则再次执行可执行文件,生成新进程,通过该进程中的渲染输出模块,对多个压缩数据块进行渲

染,得到三维流程工厂模型对应的初始渲染结果。可以实现根据用户的浏览请求,动态创建或停止进程,以避免浪费服务器的渲染计算能力。

[0154] 将初始渲染结果转换为具有目标格式的目标渲染结果。向目标客户端发送目标渲染结果。实现通过“零安装”的解决方案,使得用户无需提前下载插件、大型可执行文件等,节省了目标客户端的资源,而在三维模型数据不会存在于目标客户端所在电子设备的硬盘上,保证三维模型数据的安全。

[0155] 在上述实施例的基础上,本发明提供的方法还包括:

[0156] 通过空闲进程中的交互模块,基于三维模型数据,响应对目标客户端中显示的渲染结果的视角控制操作事件。

[0157] 交互模块为用户提供基本的浏览功能,可以响应通过鼠标、键盘、屏幕等输入设备的视角控制操作事件。

[0158] 在本发明中,在渲染引擎中具体实现了交互模块的逻辑功能,例如鼠标滚轮缩放可控制屏幕视角的远近;鼠标左键单击渲染结果中的三维模型,可高亮此渲染结果中的三维模型、并显示此三维模型的相关信息;鼠标右键保持长按可实现相机视角的旋转。

[0159] 在上述实施例的基础上,本发明提供的方法还包括:

[0160] 通过空闲进程中的功能模块,基于三维模型数据,响应对目标客户端中显示的渲染结果的聚焦、拾取、高亮、漫游、剖切、数据标注、测量、视点移动中的任意一项或多项操作事件。

[0161] 其中,聚焦是通过从三维模型数据中根据某个树节点的entityId查找树节点的包围盒,然后基于相机的视场角(Field Of View,FOV)和包围盒的外接球的半径,计算出相机相对于包围盒的中心的偏移距离,基于偏移距离,确定相机的旋转角度和位置,将相机移动至该位置上,并将相机的角度调整为上述旋转角度,以实现模型聚焦。

[0162] 其中,拾取是生成一条以相机为起点、且经过鼠标点击的屏幕坐标对应的世界坐标的射线,确定距离相机最近的三角面片和射线的交点的世界坐标,针对三维模型数据中的各包围盒,判定世界坐标是否位于包围盒中,若位于包围盒、且包围盒对应的树节点为叶子节点,则拾取到树节点指示的模型。

[0163] 以上聚焦和拾取是本发明涉及的核心功能,其他功能(例如高亮、漫游、剖切、数据标注、测量、视点移动)都是基于聚焦和拾取扩展而来。

[0164] 下面对本发明提供的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置进行描述,下文描述的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置与上文描述的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法可相互对应参照。

[0165] 图4是本发明提供的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置的结构示意图。如图4所示,面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置包括:

[0166] 三维模型解析单元41,用于获取三维流程工厂模型的三维模型数据;

[0167] 渲染预处理单元42,用于通过渲染引擎对三维模型数据进行空间分割得到多个区域分块;基于所述多个区域分块,确定多个压缩数据块;

[0168] 系统部署单元43,用于将所述三维模型数据、所述多个压缩数据块,以及响应用户操作事件的交互模块、功能模块和渲染输出模块,打包成可执行文件;将所述可执行文件部署至所述服务器中,所述可执行文件用于支持用户浏览所述三维流程工厂模型对应的渲染

结果。

[0169] 本发明提供的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置可以执行上述任一实施例中的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,可以实现与面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法的有益效果,此处不再赘述。

[0170] 根据本发明提供的一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置,所述三维模型解析单元41具体用于:

[0171] 通过三维模型浏览工具,读取所述三维流程工厂模型;

[0172] 通过所述三维模型浏览工具提供的应用程序编程接口,对所述三维流程工厂模型的树结构进行解析,提取所述树结构中各树节点的几何数据;

[0173] 基于所述各树节点的几何数据,构建所述渲染引擎可识别的三维目标模型;

[0174] 确定所述树结构对应的结构信息文件;

[0175] 将所述各树节点的几何数据、所述三维目标模型和所述结构信息文件,确定为所述三维模型数据。

[0176] 根据本发明提供的一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置,所述三维模型解析单元41具体用于:

[0177] 针对所述树结构的各树节点执行如下操作:

[0178] 随机生成所述树节点的唯一标识符;

[0179] 基于所述树节点的几何数据中包括的顶点坐标,确定所述树节点的包围盒;

[0180] 判断所述树节点是否为叶子节点;

[0181] 在所述树节点为叶子节点的情况下,将按照预设格式,将所述树节点的几何数据中包括的顶点坐标,写入到所述树节点对应的数据文件,并生成所述树节点对应的数据文件的名称,并将所述树节点的包围盒、所述树节点的唯一标识符和所述树节点对应的数据文件的名称存储至所述结构信息文件;

[0182] 在所述树节点为非叶子节点的情况下,记录所述树节点的子孙节点中叶节点对应的数据文件的名称,并按照所述树结构中各树节点之间的父子关系,将所述树节点的包围盒、所述树节点的唯一标识符和所述树节点的子孙节点中叶节点对应的数据文件的名称,存储至所述结构信息文件。

[0183] 根据本发明提供的一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置,所述渲染预处理单元42具体用于:

[0184] 通过所述渲染引擎,将所述三维模型数据中的每N个三角面片,确定为一个区域分块,N为大于或等于2的整数。

[0185] 根据本发明提供的一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置,所述渲染预处理单元具体用于:

[0186] 针对各区域分块,基于边坍塌网格简化算法,生成所述区域分块的多层级分块;针对所述多层级分块中各三角面片的各顶点,对所述顶点的属性和索引进行压缩,得到所述顶点的分块数据;

[0187] 按照顶点的空间顺序,将所述多层级分块中处于同一层级且空间相邻的顶点的分块数据,存储至同一个数据块中;基于预设压缩算法,对所述数据块进行压缩,得到压缩数据块。

[0188] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置,所述装置还包括:

[0189] 执行单元,用于通过负载均衡模块执行K次可执行文件,生成K个进程,K为大于或等于1的整数;

[0190] 接收单元,用于通过负载均衡模块接收目标客户端发送的浏览请求;

[0191] 判断单元,用于通过负载均衡模块,判断所述K个进程是否存在未与客户端建立连接的空闲进程;

[0192] 渲染单元,用于若存在所述空闲进程,则通过所述空闲进程中的所述渲染输出模块,对所述多个压缩数据块进行渲染,得到所述三维流程工厂模型对应的初始渲染结果;

[0193] 转换单元,用于将所述初始渲染结果转换为具有目标格式的目标渲染结果,所述目标格式为所述目标客户端的识别格式;

[0194] 发送单元,用于向所述目标客户端发送所述目标渲染结果。

[0195] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置,所述装置还包括:

[0196] 响应单元,用于通过所述空闲进程中的所述交互模块,基于所述三维模型数据,响应对所述目标客户端中显示的所述渲染结果的视角控制操作事件。

[0197] 根据本发明提供一种面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染装置,响应单元,还用于通过所述空闲进程中的所述功能模块,基于所述三维模型数据,响应对所述目标客户端中显示的所述渲染结果的聚焦、拾取、高亮、漫游、剖切、数据标注、测量、视点移动中的任意一项或多项操作事件。

[0198] 图5是本发明提供的服务器的实体结构示意图。如图5所示,服务器可以包括:处理器(processor)510、通信接口(Communications Interface)520、存储器(memory)530和通信总线540;其中,处理器510、通信接口520和存储器530通过通信总线540完成相互间的通信。处理器510可以调用存储器530中的逻辑指令,以执行面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,该方法包括:获取三维流程工厂模型的三维模型数据;通过渲染引擎对所述三维模型数据进行空间分割得到多个区域分块;基于所述多个区域分块,确定多个压缩数据块;将所述三维模型数据、所述多个压缩数据块,以及响应用户操作事件的交互模块、功能模块和渲染输出模块,打包成可执行文件;将所述可执行文件部署至所述服务器中,所述可执行文件用于支持用户浏览所述三维流程工厂模型对应的渲染结果。

[0199] 此外,上述的存储器530中的逻辑指令可以通过软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本发明的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本发明各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0200] 另一方面,本发明还提供一种计算机程序产品,所述计算机程序产品包括计算机程序,计算机程序可存储在非暂态计算机可读存储介质上,所述计算机程序被处理器执行

时,计算机能够执行上述各方法所提供的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,该方法包括:获取三维流程工厂模型的三维模型数据;通过渲染引擎对所述三维模型数据进行空间分割得到多个区域分块;基于所述多个区域分块,确定多个压缩数据块;将所述三维模型数据、所述多个压缩数据块,以及响应用户操作事件的交互模块、功能模块和渲染输出模块,打包成可执行文件;将所述可执行文件部署至所述服务器中,所述可执行文件用于支持用户浏览所述三维流程工厂模型对应的渲染结果。

[0201] 又一方面,本发明还提供一种非暂态计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现以执行上述各方法提供的面向大规模的三维流程工厂模型的优化渲染方法,该方法包括:获取三维流程工厂模型的三维模型数据;通过渲染引擎对所述三维模型数据进行空间分割得到多个区域分块;基于所述多个区域分块,确定多个压缩数据块;将所述三维模型数据、所述多个压缩数据块,以及响应用户操作事件的交互模块、功能模块和渲染输出模块,打包成可执行文件;将所述可执行文件部署至所述服务器中,所述可执行文件用于支持用户浏览所述三维流程工厂模型对应的渲染结果。

[0202] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0203] 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各实施方式可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件。基于这样的理解,上述技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中,如ROM/RAM、磁碟、光盘等,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

[0204] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

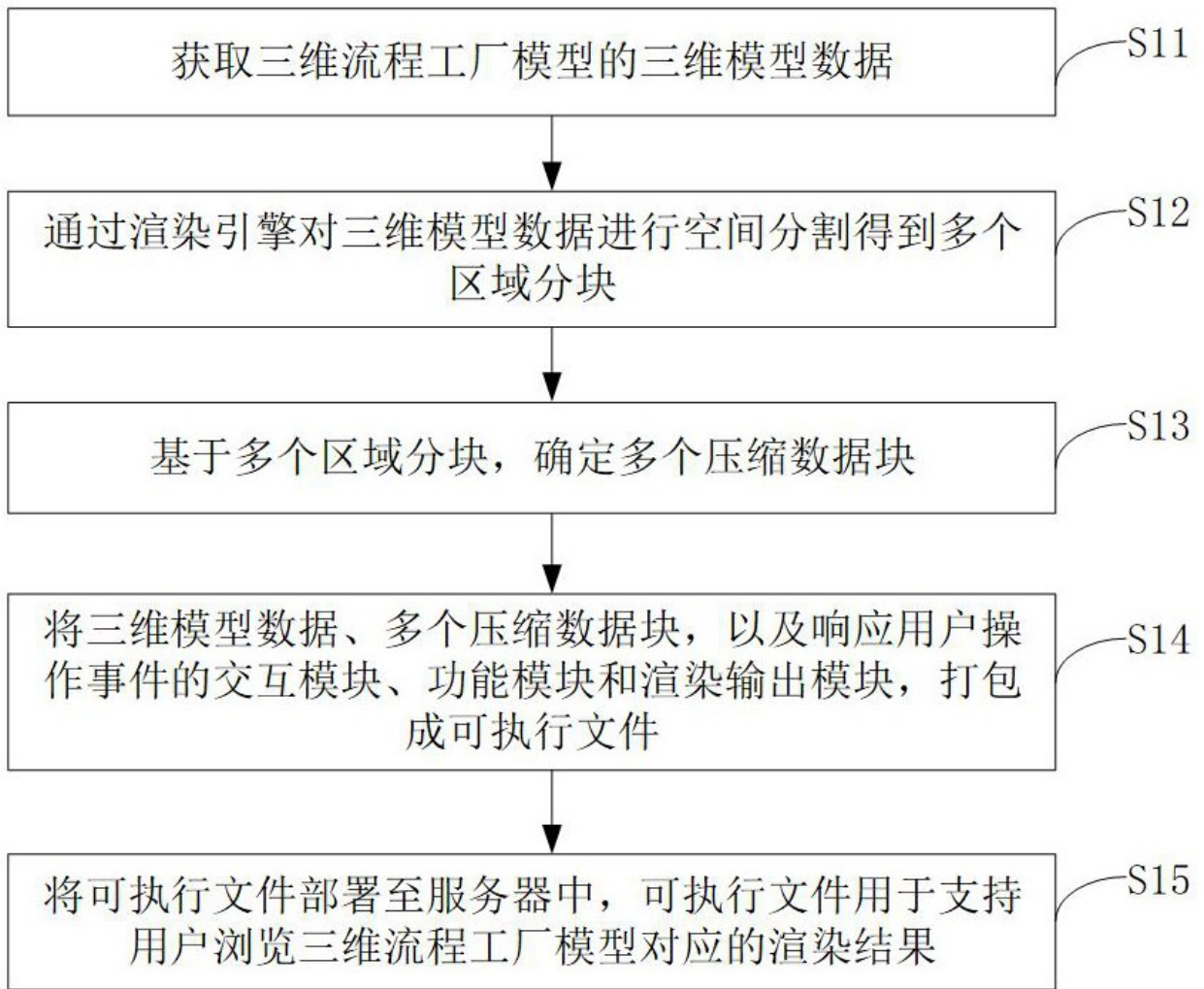


图 1

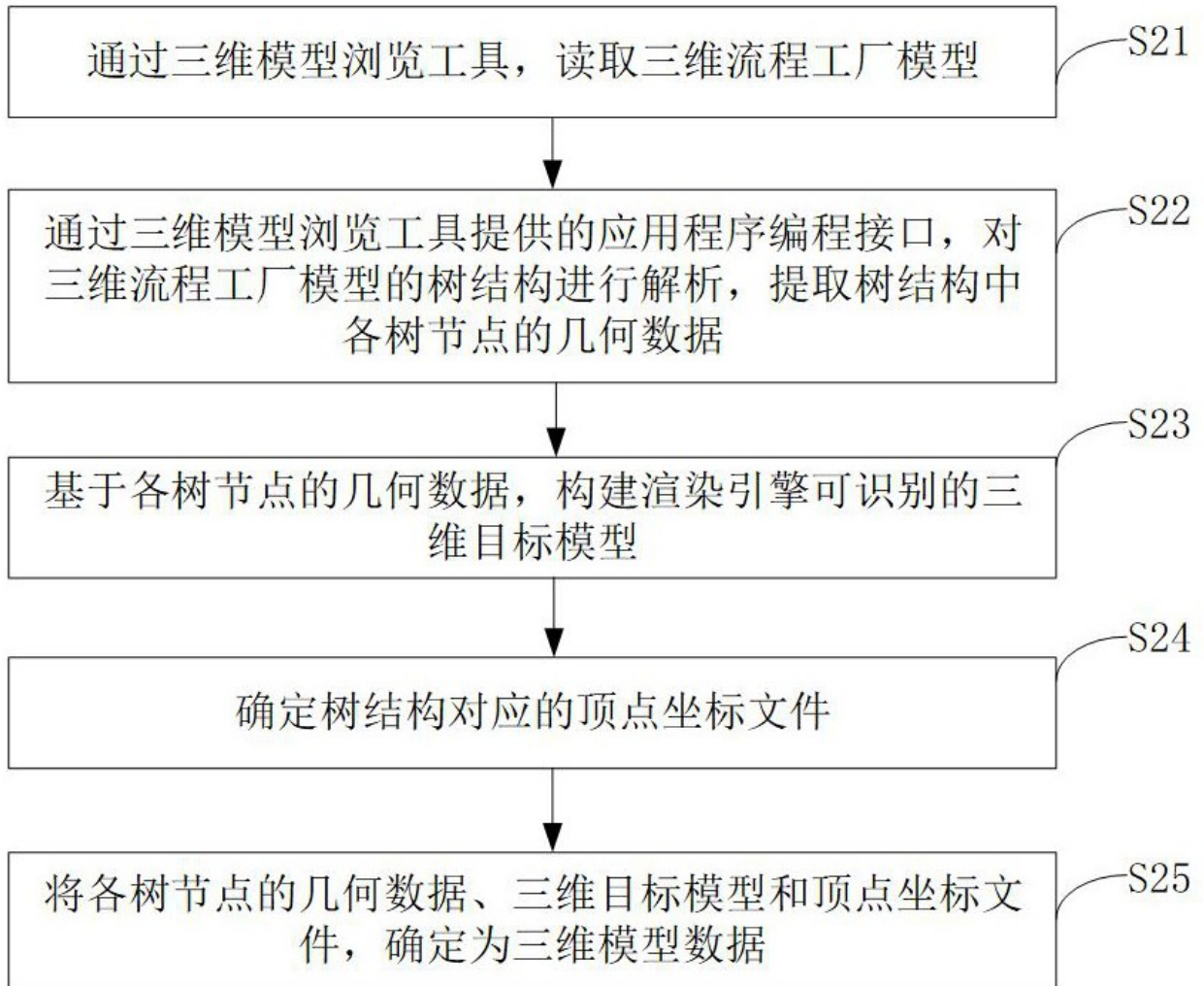


图 2a

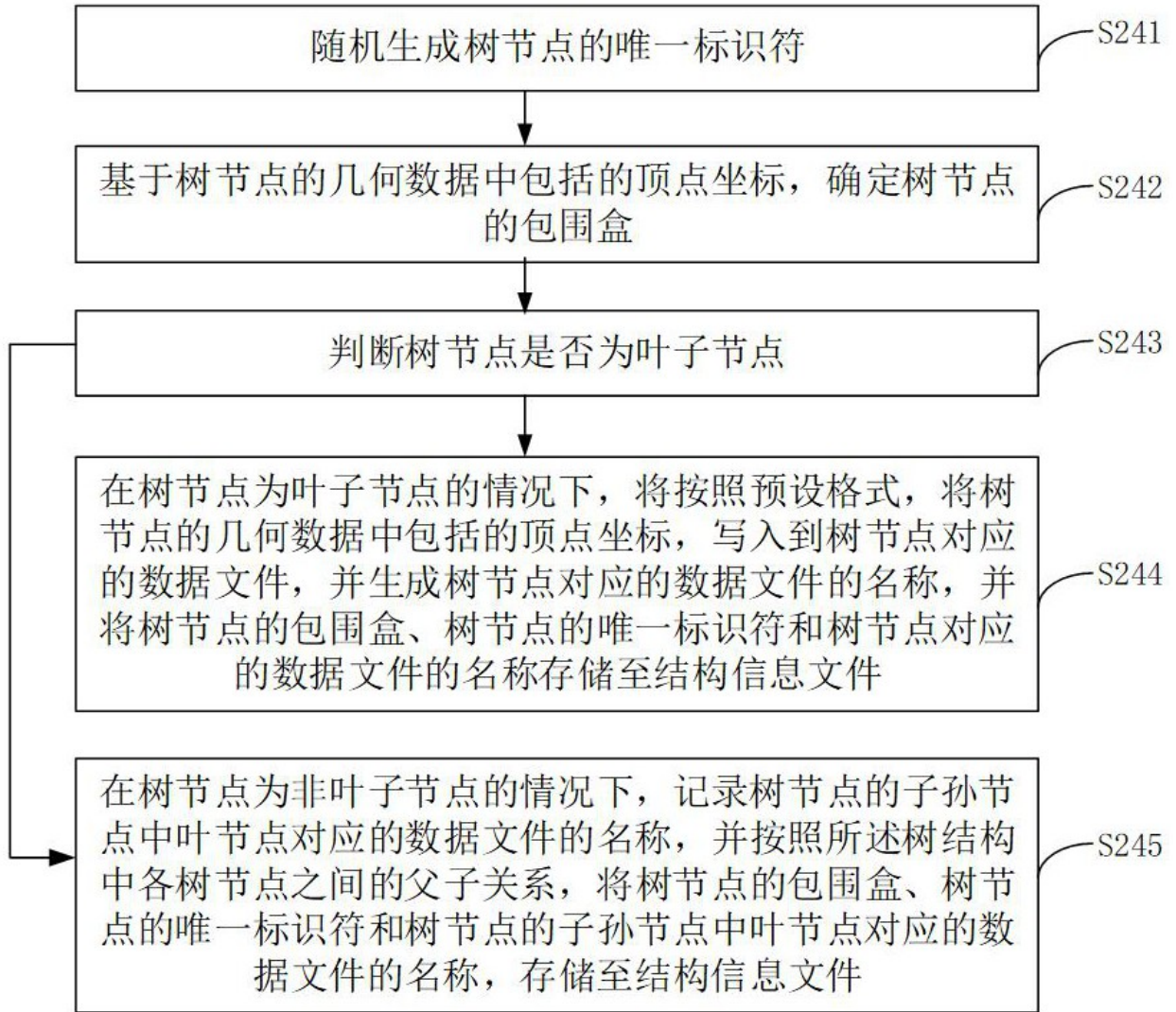


图 2b

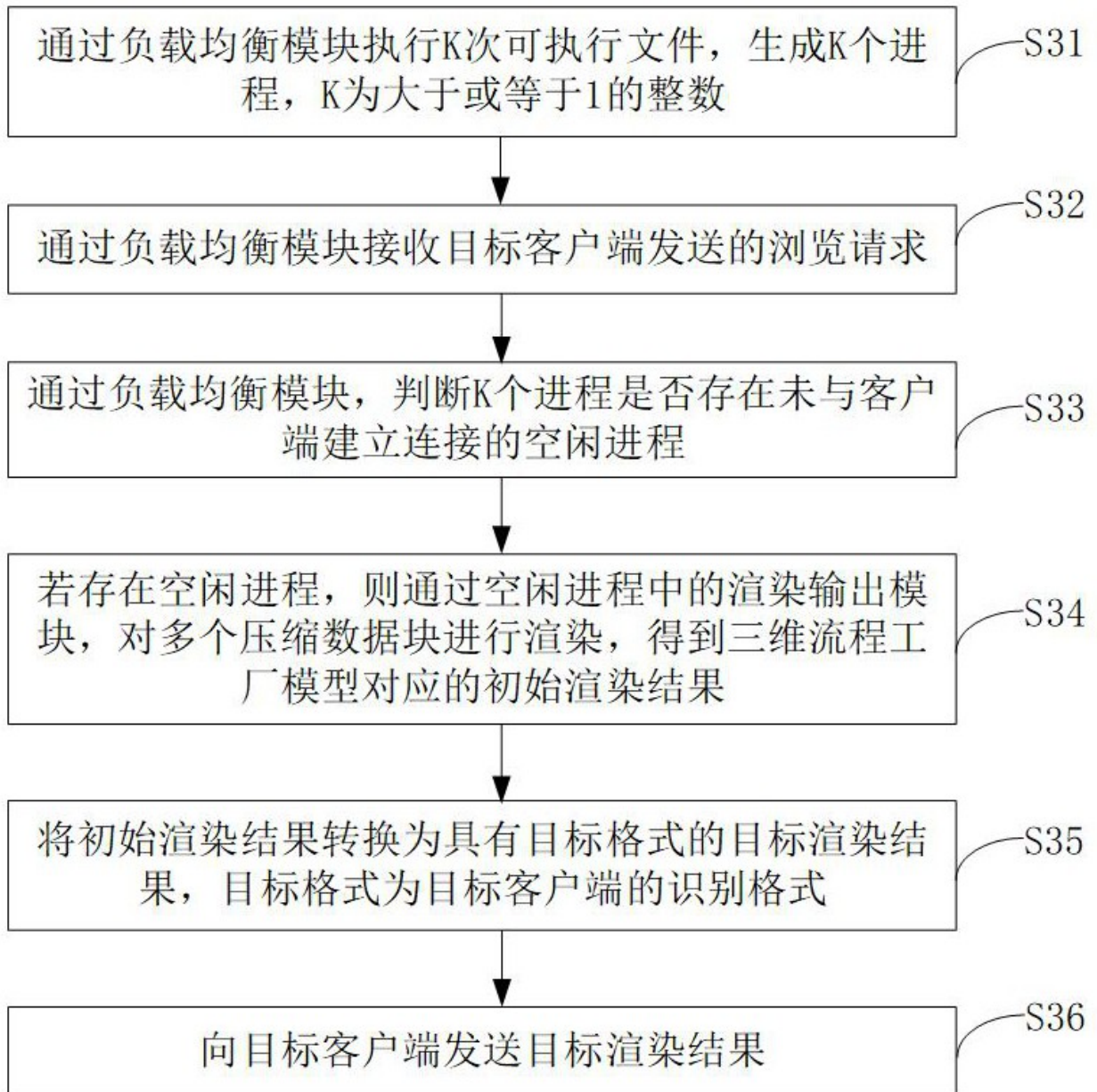


图 3



图 4

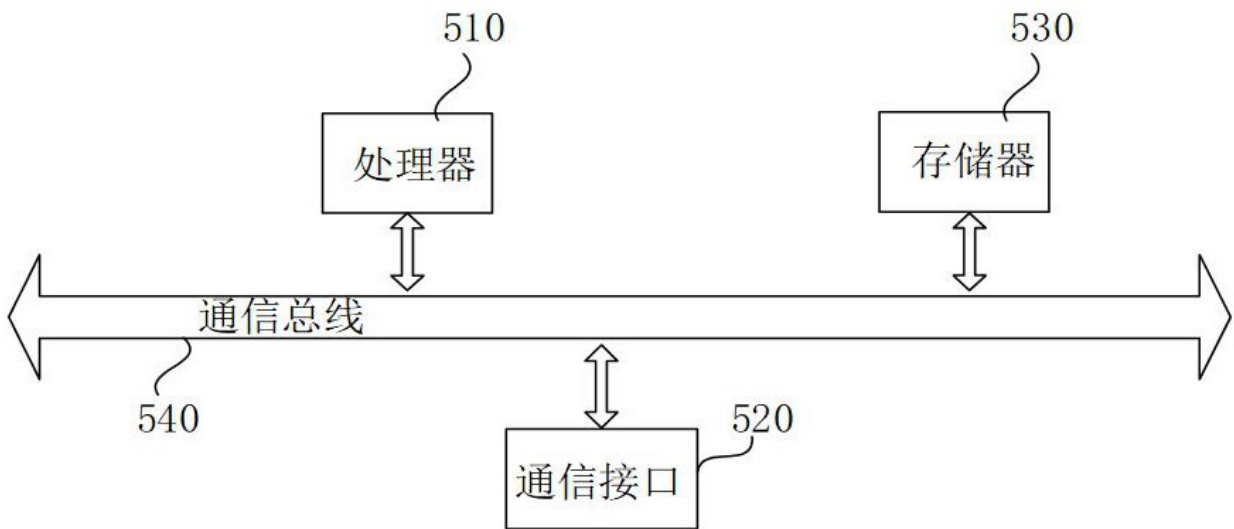


图 5