



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119540489 A

(43) 申请公布日 2025. 02. 28

(21) 申请号 202411605086.0

(22) 申请日 2024.11.11

(71) 申请人 北京爱熵科技有限公司

地址 100085 北京市昌平区龙域北街5号院
2号楼2层212

(72) 发明人 张君友 丁喆 田明鑫

(51) Int. Cl.

G06T 17/10 (2006.01)

G06T 7/62 (2017.01)

G06T 7/64 (2017.01)

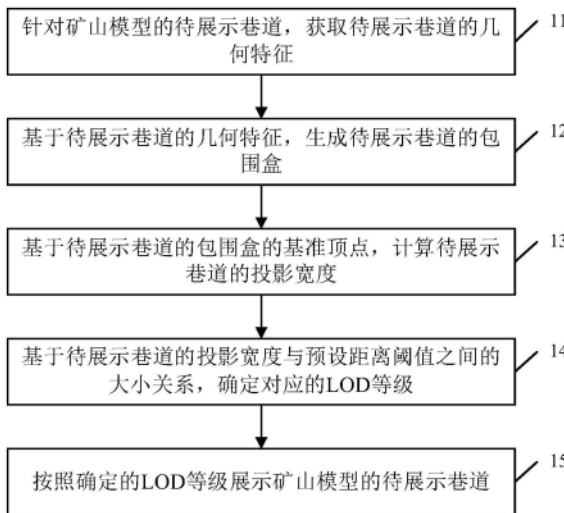
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种矿山模型动态展示方法、装置及电子设备

(57) 摘要

本申请公开了一种矿山模型动态展示方法、装置及电子设备,涉及矿山技术领域和三维模型展示技术领域,包括:针对矿山模型的待展示巷道,获取待展示巷道的几何特征;基于待展示巷道的几何特征,生成待展示巷道的包围盒;基于待展示巷道的包围盒的基准顶点,计算待展示巷道的投影宽度;基于待展示巷道的投影宽度与预设距离阈值之间的大小关系,确定对应的LOD等级,投影宽度越大,对应的LOD等级越高;按照确定的LOD等级展示矿山模型的待展示巷道。采用该方案,能够在矿山模型展示过程中更好的平衡处理效率和展示效果。



1. 一种矿山模型动态展示方法,其特征在于,包括:
针对矿山模型的待展示巷道,获取所述待展示巷道的几何特征;
基于所述待展示巷道的所述几何特征,生成所述待展示巷道的包围盒;
基于所述待展示巷道的所述包围盒的基准顶点,计算所述待展示巷道的投影宽度;
基于所述待展示巷道的所述投影宽度与预设距离阈值之间的大小关系,确定对应的多细节层次LOD等级,所述投影宽度越大,对应的所述LOD等级越高;
按照确定的所述LOD等级展示所述矿山模型的所述待展示巷道。
2. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述几何特征包括:长度、宽度和曲率;
所述基于所述待展示巷道的所述几何特征,生成所述待展示巷道的包围盒,包括:
基于所述待展示巷道的所述长度、所述宽度和所述曲率,生成所述待展示巷道的包围盒。
3. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,所述基于所述待展示巷道的所述包围盒的基准顶点,计算所述待展示巷道的投影宽度,包括:
从所述待展示巷道的所述包围盒的多个基准顶点中,确定出用于包围盒宽度测量的基准顶点,作为宽度基准顶点;
按照所述宽度基准顶点计算所述包围盒的投影宽度,作为所述待展示巷道的投影宽度。
4. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,所述包围盒为有向包围盒,所述有向包围盒具有8个基准顶点;
所述从所述待展示巷道的所述包围盒的多个基准顶点中,确定出用于包围盒宽度测量的基准顶点,包括:
基于所述待展示巷道的起点和终点,以及所述待展示巷道的所述有向包围盒的中心点、三个互相垂直的主轴向量,和分别与三个主轴向量一一对应的半宽度,从所述8个基准顶点中确定出靠近所述起点的4个基准顶点和靠近所述终点的4个基准顶点;
从靠近所述起点的4个基准顶点中,选择用于包围盒宽度测量的2个基准顶点;或者
从靠近所述终点的4个基准顶点中,选择用于包围盒宽度测量的2个基准顶点。
5. 如权利要求3所述的方法,其特征在于,所述按照所述宽度基准顶点计算所述包围盒的投影宽度,作为所述待展示巷道的投影宽度,包括:
确定所述宽度基准顶点的投影位置坐标;
使用所述宽度基准顶点的所述投影位置坐标,计算所述包围盒的投影宽度,作为所述待展示巷道的投影宽度。
6. 如权利要求1所述的方法,其特征在于,在所述针对矿山模型的待展示巷道,获取所述待展示巷道的几何特征之前,还包括:
对原始矿山模型中长度大于预设长度阈值的矿山巷道,拆分为多个长度不大于所述预设长度阈值的多个矿山巷道,得到用于展示的矿山模型。
7. 一种矿山模型动态展示装置,其特征在于,包括:
特征获取模块,用于针对矿山模型的待展示巷道,获取所述待展示巷道的几何特征;
包围盒生成模块,用于基于所述待展示巷道的所述几何特征,生成所述待展示巷道的包围盒;

宽度计算模块,用于基于所述待展示巷道的所述包围盒的基准顶点,计算所述待展示巷道的投影宽度;

等级确定模块,用于基于所述待展示巷道的所述投影宽度与预设距离阈值之间的大小关系,确定对应的多细节层次LOD等级,所述投影宽度越大,对应的所述LOD等级越高;

巷道展示模块,用于按照确定的所述LOD等级展示所述矿山模型的所述待展示巷道。

8.如权利要求7所述的装置,其特征在于,所述宽度计算模块,具体用于从所述待展示巷道的所述包围盒的多个基准顶点中,确定出用于包围盒宽度测量的基准顶点,作为宽度基准顶点;按照所述宽度基准顶点计算所述包围盒的投影宽度,作为所述待展示巷道的投影宽度。

9.一种电子设备,其特征在于,包括处理器和机器可读存储介质,所述机器可读存储介质存储有能够被所述处理器执行的机器可执行指令,所述处理器被所述机器可执行指令促使:实现权利要求1-6任一所述的方法。

10.一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质内存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1-6任一所述的方法。

一种矿山模型动态展示方法、装置及电子设备

技术领域

[0001] 本申请涉及矿山技术领域和三维模型展示技术领域,尤其涉及一种矿山模型动态展示方法、装置及电子设备。

背景技术

[0002] 在矿山行业中,井下矿处于地表深层以下的位置,情况极其复杂,且环境恶劣,毒气、粉尘、涌水、火灾等危险难以探测和辨识,事故时有发生,给矿山生产造成巨大的损失,也严重危及了工人的安全。所以开拓计划、生产管控、安全管理等项目都需要矿山从设计、生产管控方面,能很好地兼顾技术先进性、设备的可靠性和安全性。

[0003] 数字孪生技术综合利用传感器、物联网、虚拟现实、人工智能等技术,对真实世界中物理对象的特征、行为、运行过程及性能进行描述与建模。

[0004] 将数字孪生技术应用于矿山行业,实现矿山数字孪生,从而实现对矿山井下场景的模拟展示,便于作业人员实时获知矿山井下的场景情况,从而可以更安全、更高效的开展矿山管理事务。

[0005] 在矿山数字孪生技术中,需要对矿山井下的场景进行三维建模,生成矿山模型,并在应用中对矿山模型进行展示。

[0006] 由于矿山井下巷道复杂,跨分层较多,且模型体量较大,所以,在对三维的矿山模型进行展示时,如果精度较高,则需要消耗较多的计算资源,降低了处理效率,使得展示过程流畅性较差,如果精度较低,则对矿山井下场景的细节可能展示的不够清楚,影响展示效果。

发明内容

[0007] 本申请实施例提供一种矿山模型动态展示方法、装置及电子设备,用以解决现有技术中存在的矿山模型展示过程中无法平衡处理效率和展示效果的问题。

[0008] 本申请实施例提供一种矿山模型动态展示方法,包括:

[0009] 针对矿山模型的待展示巷道,获取所述待展示巷道的几何特征;

[0010] 基于所述待展示巷道的所述几何特征,生成所述待展示巷道的包围盒;

[0011] 基于所述待展示巷道的所述包围盒的基准顶点,计算所述待展示巷道的投影宽度;

[0012] 基于所述待展示巷道的所述投影宽度与预设距离阈值之间的大小关系,确定对应的多细节层次LOD等级,所述投影宽度越大,对应的所述LOD等级越高;

[0013] 按照确定的所述LOD等级展示所述矿山模型的所述待展示巷道。

[0014] 进一步的,所述几何特征包括:长度、宽度和曲率;

[0015] 所述基于所述待展示巷道的所述几何特征,生成所述待展示巷道的包围盒,包括:

[0016] 基于所述待展示巷道的所述长度、所述宽度和所述曲率,生成所述待展示巷道的包围盒。

[0017] 进一步的,所述基于所述待展示巷道的所述包围盒的基准顶点,计算所述待展示巷道的投影宽度,包括:

[0018] 从所述待展示巷道的所述包围盒的多个基准顶点中,确定出用于包围盒宽度测量的基准顶点,作为宽度基准顶点;

[0019] 按照所述宽度基准顶点计算所述包围盒的投影宽度,作为所述待展示巷道的投影宽度。

[0020] 进一步的,所述包围盒为有向包围盒,所述有向包围盒具有8个基准顶点;

[0021] 所述从所述待展示巷道的所述包围盒的多个基准顶点中,确定出用于包围盒宽度测量的基准顶点,包括:

[0022] 基于所述待展示巷道的起点和终点,以及所述待展示巷道的所述有向包围盒的中心点、三个互相垂直的主轴向量,和分别与三个主轴向量一一对应的半宽度,从所述8个基准顶点中确定出靠近所述起点的4个基准顶点和靠近所述终点的4个基准顶点;

[0023] 从靠近所述起点的4个基准顶点中,选择用于包围盒宽度测量的2个基准顶点;或者

[0024] 从靠近所述终点的4个基准顶点中,选择用于包围盒宽度测量的2个基准顶点。

[0025] 进一步的,所述按照所述宽度基准顶点计算所述包围盒的投影宽度,作为所述待展示巷道的投影宽度,包括:

[0026] 确定所述宽度基准顶点的投影位置坐标;

[0027] 使用所述宽度基准顶点的所述投影位置坐标,计算所述包围盒的投影宽度,作为所述待展示巷道的投影宽度。

[0028] 进一步的,在所述针对矿山模型的待展示巷道,获取所述待展示巷道的几何特征之前,还包括:

[0029] 对原始矿山模型中长度大于预设长度阈值的矿山巷道,拆分为多个长度不大于所述预设长度阈值的多个矿山巷道,得到用于展示的矿山模型。

[0030] 本申请实施例还提供一种矿山模型动态展示装置,包括:

[0031] 特征获取模块,用于针对矿山模型的待展示巷道,获取所述待展示巷道的几何特征;

[0032] 包围盒生成模块,用于基于所述待展示巷道的所述几何特征,生成所述待展示巷道的包围盒;

[0033] 宽度计算模块,用于基于所述待展示巷道的所述包围盒的基准顶点,计算所述待展示巷道的投影宽度;

[0034] 等级确定模块,用于基于所述待展示巷道的所述投影宽度与预设距离阈值之间的大小关系,确定对应的多细节层次LOD等级,所述投影宽度越大,对应的所述LOD等级越高;

[0035] 巷道展示模块,用于按照确定的所述LOD等级展示所述矿山模型的所述待展示巷道。

[0036] 进一步的,所述几何特征包括:长度、宽度和曲率;

[0037] 所述包围盒生成模块,具体用于基于所述待展示巷道的所述长度、所述宽度和所述曲率,生成所述待展示巷道的包围盒。

[0038] 进一步的,所述宽度计算模块,具体用于从所述待展示巷道的所述包围盒的多个

基准顶点中,确定出用于包围盒宽度测量的基准顶点,作为宽度基准顶点;按照所述宽度基准顶点计算所述包围盒的投影宽度,作为所述待展示巷道的投影宽度。

[0039] 进一步的,所述包围盒为有向包围盒,所述有向包围盒具有8个基准顶点;

[0040] 所述宽度计算模块,具体用于基于所述待展示巷道的起点和终点,以及所述待展示巷道的所述有向包围盒的中心点、三个互相垂直的主轴向量,和分别与三个主轴向量一一对应的半宽度,从所述8个基准顶点中确定出靠近所述起点的4个基准顶点和靠近所述终点的4个基准顶点;从靠近所述起点的4个基准顶点中,选择用于包围盒宽度测量的2个基准顶点;或者,从靠近所述终点的4个基准顶点中,选择用于包围盒宽度测量的2个基准顶点。

[0041] 进一步的,所述所述宽度计算模块,具体用于确定所述宽度基准顶点的投影位置坐标;使用所述宽度基准顶点的所述投影位置坐标,计算所述包围盒的投影宽度,作为所述待展示巷道的投影宽度。

[0042] 进一步的,还包括:

[0043] 巷道拆分模块,用于在所述特征获取模块针对矿山模型的待展示巷道,获取所述待展示巷道的几何特征之前,对原始矿山模型中长度大于预设长度阈值的矿山巷道,拆分为多个长度不大于所述预设长度阈值的多个矿山巷道,得到用于展示的矿山模型。

[0044] 本申请实施例还提供一种电子设备,包括处理器和机器可读存储介质,所述机器可读存储介质存储有能够被所述处理器执行的机器可执行指令,所述处理器被所述机器可执行指令促使:实现上述任一矿山模型动态展示方法。

[0045] 本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质内存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述任一矿山模型动态展示方法。

[0046] 本申请实施例还提供了一种包含指令的计算机程序产品,当其在计算机上运行时,使得计算机执行上述任一矿山模型动态展示方法。

[0047] 本申请有益效果包括:

[0048] 本申请实施例提供的方法中,当需要展示矿山模型时,针对矿山模型的待展示巷道,获取待展示巷道的几何特征,基于待展示巷道的几何特征,生成待展示巷道的包围盒,基于待展示巷道的包围盒的基准顶点,计算待展示巷道的投影宽度,基于待展示巷道的投影宽度与预设距离阈值之间的大小关系,确定对应的多细节层次LOD等级,投影宽度越大,对应的LOD等级越高,按照确定的LOD等级展示矿山模型的待展示巷道。由于投影宽度越大表示巷道距离观察者越近,从而可以按照相对较高的LOD等级展示更多的巷道细节,投影宽度越小表示巷道距离观察者越远,从而可以按照相对较低的LOD等级展示,进而实现基于矿山模型的待展示巷道与观察者之间的距离,对用于待展示巷道展示的LOD等级进行相匹配的调整,即对当前屏幕视口内需要展示的多个巷道的LOD等级进行区分,进而可以更好的平衡处理效率和展示效果。

[0049] 本申请的其它特征和优点将在随后的说明书中阐述,并且,部分地从说明书中变得显而易见,或者通过实施本申请而了解。本申请的目的和其他优点可通过在所写的说明书、权利要求书、以及附图中所特别指出的结构来实现和获得。

附图说明

[0050] 附图用来提供对本申请的进一步理解,并且构成说明书的一部分,与本申请实施

例一起用于解释本申请,并不构成对本申请的限制。在附图中:

- [0051] 图1为本申请实施例提供的矿山模型动态展示方法的流程图;
- [0052] 图2为本申请实施例中确定用于包围盒宽度测量的基准顶点的流程图;
- [0053] 图3为本申请实施例提供的矿山模型动态展示装置的结构示意图;
- [0054] 图4为本申请另一实施例提供的矿山模型动态展示装置的结构示意图;
- [0055] 图5为本申请实施例提供的电子设备的结构示意图。

具体实施方式

[0056] 为了给在矿山模型展示过程中更好的平衡处理效率和展示效果的实现方案,本申请实施例提供了一种矿山模型动态展示方法、装置及电子设备,以下结合说明书附图对本申请的优选实施例进行说明,应当理解,此处所描述的优选实施例仅用于说明和解释本申请,并不用于限定本申请。并且在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

- [0057] 本申请实施例提供一种矿山模型动态展示方法,如图1所示,包括:
- [0058] 步骤11、针对矿山模型的待展示巷道,获取待展示巷道的几何特征;
- [0059] 步骤12、基于待展示巷道的几何特征,生成待展示巷道的包围盒;
- [0060] 步骤13、基于待展示巷道的包围盒的基准顶点,计算待展示巷道的投影宽度;
- [0061] 步骤14、基于待展示巷道的投影宽度与预设距离阈值之间的大小关系,确定对应的LOD等级,投影宽度越大,对应的LOD等级越高;
- [0062] 步骤15、按照确定的LOD等级展示矿山模型的待展示巷道。
- [0063] 采用本申请实施例提供的上述矿山模型动态展示方法,由于投影宽度越大表示巷道距离观察者越近,从而可以按照相对较高的LOD等级展示更多的巷道细节,投影宽度越小表示巷道距离观察者越远,从而可以按照相对较低的LOD等级展示,进而实现基于矿山模型的待展示巷道与观察者之间的距离,对用于待展示巷道展示的LOD等级进行相匹配的调整,即对当前屏幕视口内需要展示的多个巷道的LOD等级进行区分,进而可以更好的平衡处理效率和展示效果。

[0064] 下面结合附图,用具体实施例对本申请提供的方法进行详细描述。

[0065] 在本申请的一个实施例中,获取待展示巷道的几何特征可以包括:长度、宽度和曲率,并基于待展示巷道的长度、宽度和曲率,生成待展示巷道的包围盒。

[0066] 在3D渲染引擎中,包围盒是一种常用的数据结构,用于快速确定物体在空间中的位置和大小,以及进行高效的碰撞检测,包括轴对齐包围盒(AABB,Axis-aligned bounding box)、有向包围盒(OBB,Oriented bounding box)等。当3D场景缩放或观察者视角改变时,渲染引擎需要重新计算哪些物体应该被渲染。包围盒可以帮助引擎快速确定哪些物体在当前视角下可见,哪些应该被剔除。

[0067] 本申请实施例中,由于矿山模型中的巷道为长条状,所以,针对巷道所生成的包围盒为一个沿着巷道中心线的条带状包围盒。

[0068] 在本申请的一个实施例中,针对上述步骤13,即基于待展示巷道的包围盒的基准顶点,计算待展示巷道的投影宽度,具体可以包括:

[0069] 从待展示巷道的包围盒的多个基准顶点中,确定出用于包围盒宽度测量的基准顶

点,作为宽度基准顶点;

[0070] 按照宽度基准顶点计算包围盒的投影宽度,作为待展示巷道的投影宽度。

[0071] 进一步的,本申请实施例中,包围盒可以采用有向包围盒,有向包围盒具有8个基准顶点;

[0072] 如图2所示,确定用于包围盒宽度测量的基准顶点,具体可以包括:

[0073] 步骤21、基于待展示巷道的起点 P_s 和终点 P_e ,以及待展示巷道的有向包围盒的中心点 C 、三个互相垂直的主轴向量 u_x, u_y, u_z ,和分别与三个主轴向量一一对应的半宽度 e_x, e_y, e_z ,从8个基准顶点中确定出靠近起点的4个基准顶点和靠近终点的4个基准顶点。

[0074] 本步骤中,首先,可以在待展示巷道的有向包围盒的局部坐标系中,确定有向包围盒的方向向量,表示如下:

$$[0075] \quad \vec{d} = P_e - P_s;$$

[0076] 其中, $\vec{d}$ 表示该有向包围盒的方向向量,

[0077] 然后,计算该有向包围盒的8个基准顶点,表示如下:

$$[0078] \quad V_i = C \pm e_x \vec{u}_x \pm e_y \vec{u}_y \pm e_z \vec{u}_z;$$

[0079] 其中, V_i 表示第 i 个基准顶点。

[0080] 然后,将每个基准顶点投影到该有向包围盒的方向上,表示如下:

$$[0081] \quad proj_i = (V_i - C) \cdot \vec{d};$$

[0082] 其中, $proj_i$ 为第 i 个基准顶点的投影值;

[0083] 然后,对基准顶点进行分类,具体的,可以根据基准顶点的投影值的大小,确定基准顶点相对于有向包围盒的方向,投影值较大的基准顶点靠近终点,投影值较小的顶点靠近起点,具体如下:

$$[0084] \quad \theta = \frac{|\vec{d}|}{2};$$

[0085] 其中, θ 为阈值,为半宽位置;

[0086] 对于每个基准顶点 V_i ,如果 $proj_i > \theta$,则该基准顶点 V_i 靠近终点,如果 $proj_i < -\theta$,则该基准顶点 V_i 靠近起点,从而可以从8个基准顶点中靠近起点的4个基准顶点和靠近终点的4个基准顶点。

[0087] 步骤22、从靠近起点的4个基准顶点中,选择用于包围盒宽度测量的2个基准顶点,或者,从靠近终点的4个基准顶点中,选择用于包围盒宽度测量的2个基准顶点,作为用于包围盒宽度测量的基准顶点。

[0088] 本步骤中,具体的,可以从靠近起点或靠近终点的4个基准顶点中,按照基准顶点的高度,区分为2个上部基准顶点和2个下部基准顶点,并将2个上部基准顶点或2个下部基准顶点,确定为用于包围盒宽度测量的基准顶点。

[0089] 本申请实施例中,按照宽度基准顶点计算包围盒的投影宽度,作为待展示巷道的投影宽度,具体可以如下:

[0090] 首先,确定宽度基准顶点的投影位置坐标。

[0091] 将选取的2个宽度基准顶点的空间直角坐标系的坐标 $(x.bottom0, y.bottom0,$

$z.bottom0$) 和 $(x.bottom1, y.bottom1, z.bottom1)$, 转换为投影位置坐标, 得到第1个宽度基准顶点的投影位置坐标 $(x1, y1)$, 以及第2个宽度基准顶点的投影位置坐标 $(x2, y2)$;

[0092] 然后, 使用宽度基准顶点的投影位置坐标, 计算包围盒的投影宽度, 作为待展示巷道的投影宽度。

[0093] 具体的, 可以采用如下公式计算包围盒的投影宽度:

$$wproj = \sqrt{(x2 - x1)^2 + (y2 - y1)^2};$$

[0095] 其中, $wproj$ 为待展示巷道的包围盒的投影宽度, 即可以作为该待展示巷道的投影宽度。

[0096] 在本申请的一个实施例中, 针对上述步骤14, 即基于待展示巷道的投影宽度与预设距离阈值之间的大小关系, 确定对应的LOD(多细节层次, Levels of Detail)等级, 投影宽度越大, 对应的LOD等级越高, 具体可以采用如下方式:

[0097] 第一种方式: 设置一个预设距离阈值, 当待展示巷道的投影宽度不小于该预设距离阈值时, 确定采用高精度LOD等级, 当待展示巷道的投影宽度小于该预设距离阈值时, 确定采用低精度LOD等级。

[0098] 第二种方式, 设置多个预设距离阈值, 多个预设距离阈值构成多个阈值区间范围, 不同的阈值区间范围对应不同的LOD等级, 阈值区间范围所包含的数值越大, 该阈值区间范围对应的LOD等级越高, 确定待展示巷道的投影宽度所位于的阈值区间范围, 并确定展示待展示巷道的LOD等级为, 其所位于的阈值区间范围对应的LOD等级。

[0099] 在实际的矿山场景中, 井下巷道的长度可能较长, 在展示巷道时, 可能出现巷道的一端视距很近, 而另一端视距较远的情形, 此时如果采用高精度的LOD等级加载高精度的巷道模型, 距离较远处的巷道模型也会以高精度模型呈现, 造成资源浪费, 且处理效率较低。

[0100] 为了解决这一技术问题, 在本申请的一个实施例中, 在针对矿山模型的待展示巷道, 获取待展示巷道的几何特征之前, 还可以包括如下步骤:

[0101] 对原始矿山模型中长度大于预设长度阈值的矿山巷道, 拆分为多个长度不大于预设长度阈值的多个矿山巷道, 得到用于展示的矿山模型。

[0102] 在将较长的巷道拆分成多个长度相对较短的巷道之后, 当需要同时展示该多个巷道时, 即可以分别针对拆分后的每个巷道, 单独的计算每个巷道的投影宽度, 分别确定对应的LOD等级, 从而实现在展示该较长巷道时, 能够区分不同的LOD等级, 减少了不必要的计算资源的消耗, 并且确保了能够巷道细节的清晰展示, 进一步的更好的平衡处理效率和展示效果。

[0103] 基于同一发明构思, 根据本申请上述实施例提供的矿山模型动态展示方法, 相应地, 本申请另一实施例还提供了一种矿山模型动态展示装置, 其结构示意图如图3所示, 具体包括:

[0104] 特征获取模块31, 用于针对矿山模型的待展示巷道, 获取所述待展示巷道的几何特征;

[0105] 包围盒生成模块32, 用于基于所述待展示巷道的所述几何特征, 生成所述待展示巷道的包围盒;

[0106] 宽度计算模块33, 用于基于所述待展示巷道的所述包围盒的基准顶点, 计算所述待展示巷道的投影宽度;

[0107] 等级确定模块34,用于基于所述待展示巷道的所述投影宽度与预设距离阈值之间的大小关系,确定对应的多细节层次LOD等级,所述投影宽度越大,对应的所述LOD等级越高;

[0108] 巷道展示模块35,用于按照确定的所述LOD等级展示所述矿山模型的所述待展示巷道。

[0109] 进一步的,所述几何特征包括:长度、宽度和曲率;

[0110] 所述包围盒生成模块32,具体用于基于所述待展示巷道的所述长度、所述宽度和所述曲率,生成所述待展示巷道的包围盒。

[0111] 进一步的,所述宽度计算模块33,具体用于从所述待展示巷道的所述包围盒的多个基准顶点中,确定出用于包围盒宽度测量的基准顶点,作为宽度基准顶点;按照所述宽度基准顶点计算所述包围盒的投影宽度,作为所述待展示巷道的投影宽度。

[0112] 进一步的,所述包围盒为有向包围盒,所述有向包围盒具有8个基准顶点;

[0113] 所述宽度计算模块33,具体用于基于所述待展示巷道的起点和终点,以及所述待展示巷道的所述有向包围盒的中心点、三个互相垂直的主轴向量,和分别与三个主轴向量一一对应的半宽度,从所述8个基准顶点中确定出靠近所述起点的4个基准顶点和靠近所述终点的4个基准顶点;从靠近所述起点的4个基准顶点中,选择用于包围盒宽度测量的2个基准顶点;或者,从靠近所述终点的4个基准顶点中,选择用于包围盒宽度测量的2个基准顶点。

[0114] 进一步的,所述所述宽度计算模块33,具体用于确定所述宽度基准顶点的投影位置坐标;使用所述宽度基准顶点的所述投影位置坐标,计算所述包围盒的投影宽度,作为所述待展示巷道的投影宽度。

[0115] 进一步的,如图4所示,还包括:

[0116] 巷道拆分模块36,用于在所述特征获取模块针对矿山模型的待展示巷道,获取所述待展示巷道的几何特征之前,对原始矿山模型中长度大于预设长度阈值的矿山巷道,拆分为多个长度不大于所述预设长度阈值的多个矿山巷道,得到用于展示的矿山模型。

[0117] 上述各模块的功能可对应于图1或图2所示流程中的相应处理步骤,在此不再赘述。

[0118] 本申请的实施例所提供的矿山模型动态展示装置可通过计算机程序实现。本领域技术人员应该能够理解,上述的模块划分方式仅是众多模块划分方式中的一种,如果划分为其他模块或不划分模块,只要矿山模型动态展示装置具有上述功能,都应该在本申请的保护范围之内。

[0119] 本申请实施例还提供一种电子设备,如图5所示,包括处理器51和机器可读存储介质52,所述机器可读存储介质52存储有能够被所述处理器51执行的机器可执行指令,所述处理器51被所述机器可执行指令促使:实现上述任一矿山模型动态展示方法。

[0120] 本申请实施例还提供一种计算机可读存储介质,所述计算机可读存储介质内存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述任一矿山模型动态展示方法。

[0121] 本申请实施例还提供了一种包含指令的计算机程序产品,当其在计算机上运行时,使得计算机执行上述任一矿山模型动态展示方法。

[0122] 上述电子设备中的机器可读存储介质可以包括随机存取存储器(Random Access

Memory, RAM), 也可以包括非易失性存储器 (Non-Volatile Memory, NVM), 例如至少一个磁盘存储器。可选的, 存储器还可以是至少一个位于远离前述处理器的存储装置。

[0123] 上述的处理器可以是通用处理器, 包括中央处理器 (Central Processing Unit, CPU)、网络处理器 (Network Processor, NP) 等; 还可以是数字信号处理器 (Digital Signal Processing, DSP)、专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、现场可编程门阵列 (Field-Programmable Gate Array, FPGA) 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。

[0124] 本说明书中的各个实施例均采用相关的方式描述, 各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可, 每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其, 对于装置、电子设备、计算机可读存储介质, 计算机程序产品实施例而言, 由于其基本相似于方法实施例, 所以描述的比较简单, 相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0125] 需要说明的是, 在本文中, 诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来, 而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且, 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、物品或者设备不仅包括那些要素, 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、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下, 由语句“包括一个……”限定的要素, 并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0126] 本申请是参照根据本申请实施例的方法、设备 (系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器, 使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0127] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中, 使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品, 该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0128] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上, 使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理, 从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0129] 显然, 本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样, 倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内, 则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

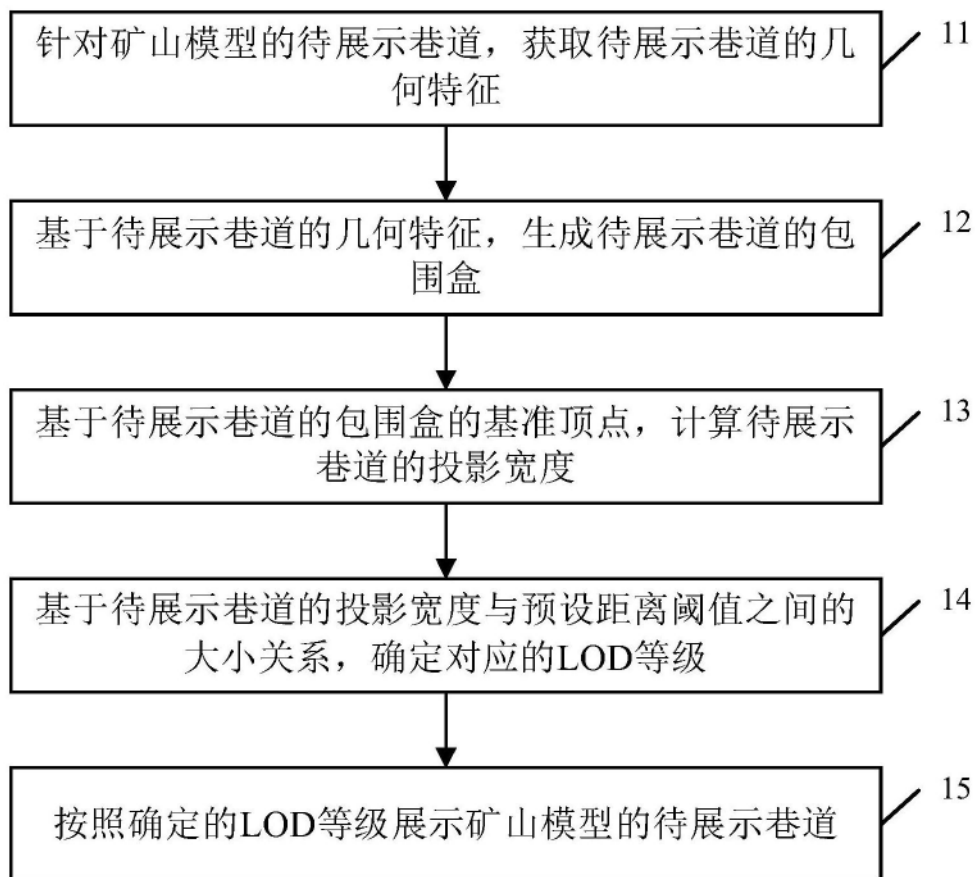


图1

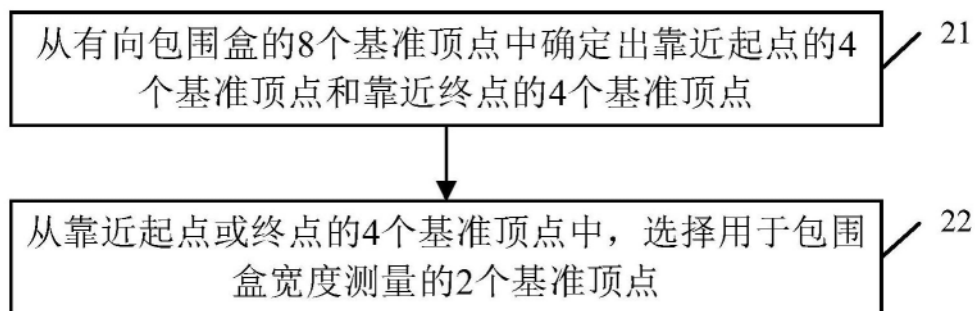


图2

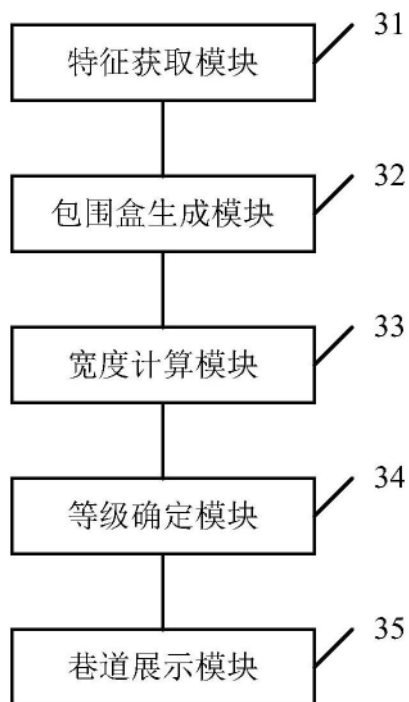


图3

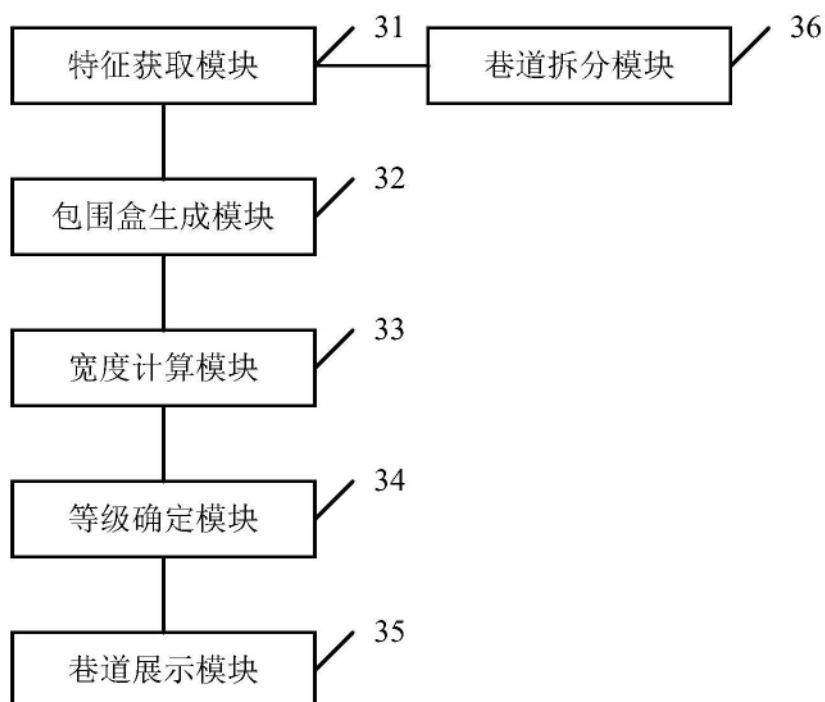


图4

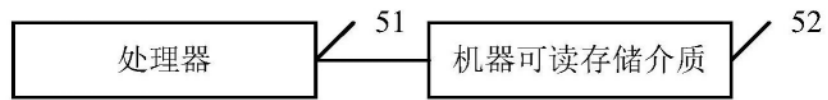


图5