



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114241161 B

(45) 授权公告日 2023.09.15

(21) 申请号 202111583827.6

G06N 3/044 (2023.01)

(22) 申请日 2021.12.22

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 114241161 A

CN 105427366 A, 2016.03.23

CN 113628311 A, 2021.11.09

US 2012296609 A1, 2012.11.22

(43) 申请公布日 2022.03.25

US 9519986 B1, 2016.12.13

(73) 专利权人 中设数字技术股份有限公司

WO 2021158483 A1, 2021.08.12

地址 430056 湖北省武汉市汉南区武汉经

CN 108305208 A, 2018.07.20

济技术开发区华人汇和科技园(华中

WO 2019113067 A2, 2019.06.13

智谷)项目一期工程第E4栋10层1号房

CN 112669428 A, 2021.04.16

(72) 发明人 文盼 李伯宇

US 2021390778 A1, 2021.12.16

(74) 专利代理机构 北京中理通专利代理事务所

(普通合伙) 11633

CN 113313809 A, 2021.08.27

US 2017168994 A1, 2017.06.15

专利代理师 郭金鑫

审查员 翁婕

(51) Int. Cl.

G06T 17/20 (2006.01)

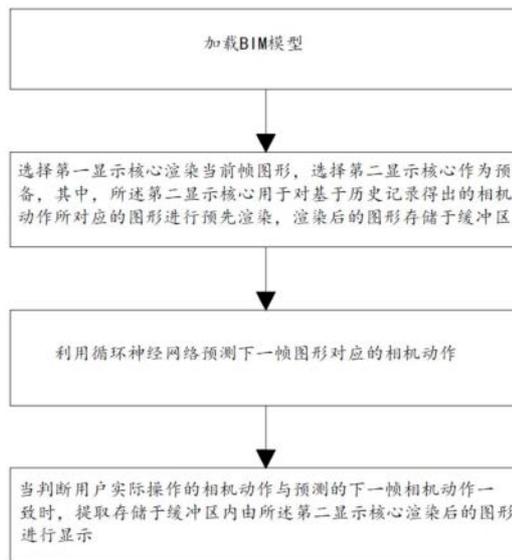
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于双GPU的BIM模型渲染方法及渲染系统

(57) 摘要

本发明提供了一种基于双GPU的BIM模型渲染方法及渲染系统,涉及建筑信息建模技术领域。该方法包括:加载BIM模型;选择第一显示核心渲染当前帧图形,选择第二显示核心作为预备,第二显示核心对基于历史记录得出的相机动作的图形进行预先渲染,渲染后的图形存储于缓冲区;利用循环神经网络预测下一帧图形对应的相机动作,当判断实际操作的相机动作与预测的下一帧相机动作一致时,提取存储于缓冲区内由第二显示核心渲染后的图形进行显示。本发明利用循环神经网络对下一帧动作进行预判,当预判成功后,提取缓存图形由第二显示核心进行显示,无需再获取相机动作后再进行渲染处理,能够提升旋转、平移、缩放等操作的流畅度,并且提升整个渲染的分辨率。



1. 一种基于双GPU的BIM模型渲染方法,其特征在于,包括以下步骤:

加载BIM模型;

选择第一显示核心渲染当前帧图形,选择第二显示核心作为预备,其中,所述第二显示核心用于对基于历史记录预测得出的相机动作所对应的图形进行预先渲染,渲染后的图形存储于缓冲区;

将相机参数变化枚举出所述相机动作,对多个所述相机动作进行编码,对相机与BIM模型的距离进行归一化处理,并将处理后的所述相机动作输入至循环神经网络,利用循环神经网络预测下一帧图形对应的相机动作,多个所述相机动作包括上移、下移、左移、右移、放大、缩小、向左旋转、向右旋转、向上旋转和向下旋转;

当判断用户实际操作的相机动作与预测的下一帧相机动作一致时,提取存储于缓冲区内由所述第二显示核心渲染后的图形进行显示。

2. 根据权利要求1所述的基于双GPU的BIM模型渲染方法,其特征在于,所述加载BIM模型的步骤包括:

判断相机与BIM模型的距离是否满足预设范围,当满足预设范围时,对当前BIM模型进行渲染。

3. 根据权利要求2所述的基于双GPU的BIM模型渲染方法,其特征在于,所述加载BIM模型的步骤还包括:

对渲染的BIM模型进行视锥剔除,保留相机可视部分。

4. 根据权利要求1所述的基于双GPU的BIM模型渲染方法,其特征在于,在对多个所述相机动作进行编码过程中,编码采用One-Hot编码。

5. 根据权利要求1所述的基于双GPU的BIM模型渲染方法,所述归一化处理的步骤包括:

设当前相机与BIM模型的距离为 $D$ ,允许的相机与BIM模型的距离的最大值 $D_{Max}$ 和最小值 $D_{Min}$ ;

归一化处理后的相机距离 $D' = \frac{D - D_{Min}}{D_{Max} - D_{Min}}$ 。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的基于双GPU的BIM模型渲染方法,其特征在于,还包括对循环神经网络进行训练步骤,包括:

当预测的动作和实际的动作发生偏差时,将偏差作为训练样本输入至所述循环神经网络;

将所述训练样本中历史记录得出相机动作所对应的图形存储至缓冲区。

7. 根据权利要求6所述的基于双GPU的BIM模型渲染方法,其特征在于,将偏差作为训练样本输入至所述循环神经网络步骤包括:

将所述训练样本反复输入至所述循环神经网络,直至训练误差满足设定阈值时,结束训练并保存所述循环神经网络。

8. 一种基于双GPU的BIM模型渲染系统,其特征在于,包括:

加载单元,用于加载BIM模型;

渲染选择单元,选择第一显示核心渲染当前帧图形,选择第二显示核心作为预备;

提取单元,用于提取存储于所述第二显示核心由历史记录得出的相机动作所对应的渲染后的图形;

循环神经网络单元,用于预测下一帧图形对应的相机动作,将相机参数变化枚举出所述相机动作,对多个所述相机动作进行编码,对相机与BIM模型的距离进行归一化处理,并将处理后的所述相机动作输入至循环神经网络单元,得到下一步相机动作的预测值,多个所述相机动作包括上移、下移、左移、右移、放大、缩小、向左旋转、向右旋转、向上旋转和向下旋转;

显示单元,当用户实际操作的相机动作与预测的下一帧相机动作一致时,所述显示单元显示由所述第二显示核心渲染后的图形。

## 一种基于双GPU的BIM模型渲染方法及渲染系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及建筑信息建模技术领域,具体而言,涉及一种基于双GPU的BIM模型渲染方法及渲染系统。

### 背景技术

[0002] 建筑信息模型(Building Information Modeling,下述简称为BIM)技术近几年是国家建筑信息化推广的重点,随着国家对建筑行业信息化、城市综合管廊以及海绵城市的建设在各地的推广应用,建筑行业改革与转型的趋势愈演愈热,BIM的价值将越来越大。

[0003] 随着BIM技术的发展,BIM模型也愈加庞大和复杂,超大的模型给渲染器带来了极大的挑战,大模型的渲染可视化意味需要即为高性能高成本的显卡来支撑,面对这一问题,现有的做法是主要采用LOD(level of detail层次细节)技术来以较小的代价来渲染大模型,但是由于场景大、三角面片数很多,往往处理一帧图像的时候需要比较久的时间,仅仅靠LOD并不能保证大模型可以被流畅地操作,这样就导致旋转、缩放、平移等操作时比较卡顿且分辨率不能设置过高,影响用户使用。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于双GPU的BIM模型渲染方法及渲染系统,以解决现有LOD渲染方式操作时出现卡顿、分辨率低,影响客户使用体验的问题。

[0005] 为解决上述问题,本发明首先提供了一种基于双GPU的BIM模型渲染方法,包括以下步骤:

[0006] 加载BIM模型;

[0007] 选择第一显示核心渲染当前帧图形,选择第二显示核心作为预备,其中,所述第二显示核心用于对基于历史记录得出的相机动作所对应的图形进行预先渲染,渲染后的图形存储于缓冲区;

[0008] 利用循环神经网络预测下一帧图形对应的相机动作,当判断用户实际操作的相机动作与预测的下一帧相机动作一致时,提取存储于缓冲区内由所述第二显示核心渲染后的图形进行显示。

[0009] 进一步的,所述加载BIM模型的步骤包括:基于相机与模型的相对位置是否满足预设范围,当满足预设范围时,对当前模型进行渲染。

[0010] 进一步的,所述加载BIM模型的步骤还包括:对于判断进行渲染的模型进行视锥剔除,保留相机可视部分。

[0011] 进一步的,由历史记录得出的相机动作的步骤包括:将相机参数变化枚举出所述相机动作,对多个所述相机动作进行编码;对相机与模型的距离进行归一化处理,并将处理后的所述相机动作输入至所述循环神经网络。

[0012] 进一步的,多个所述相机动作包括上移、下移、左移、右移、放大、缩小、向左旋转、向右旋转、向上旋转和向下旋转。

[0013] 进一步的,在对多个所述动作进行编码过程中,编码采用One-Hot编码。

[0014] 进一步的,所述归一化处理的步骤包括:设当前相机与模型的距离为 $D$ ,允许的相机与模型的距离的最大值 $D_{Max}$ 和 $D_{Min}$ ;

[0015] 归一化处理后的相机距离  $D' = \frac{D - D_{Min}}{D_{Max} - D_{Min}}$ 。

[0016] 进一步的,还包括对循环神经网络进行训练步骤,包括:当预测的动作和实际的动作发生偏差时,将偏差作为训练样本输入至所述循环神经网络;将所述训练样本中历史记录得出相机动作所对应的图形存储至缓冲区。

[0017] 进一步的,将偏差作为训练样本输入至所述循环神经网络步骤包括:将所述训练样本反复输入至所述循环神经网络,直至训练误差满足设定阈值时,结束训练并保存所述循环神经网络。

[0018] 本发明还提供了一种基于双GPU的BIM模型渲染系统,包括:加载单元,用于加载BIM模型;渲染选择单元,选择第一显示核心渲染当前帧图形,选择第二显示核心作为预备;提取单元,用于提取存储于所述第二显示核心由历史记录得出的相机动作所对应的渲染后的图形;循环神经网络单元,用于预测下一帧图形对应的相机动作;显示单元,当用户实际操作的相机动作与预测的下一帧相机动作一致时,所述显示单元显示存储于所述缓冲存储单元内的由所述第二显示核心渲染后的图形。

[0019] 根据本发明提供的基于双GPU的BIM模型渲染方法及渲染系统,利用循环神经网络对下一帧动作进行预判,当预判到用户实际操作的相机动作与预测的下一帧相机动作一致时,提取缓存图形,由预备的第二显示核心来进行显示,无需在获取下一帧相机动作后再利用第一显示核心进行渲染处理,进而能够提升旋转、平移、缩放等操作的流畅度,并且在保证流畅度的前提下,提升整个渲染的分辨率。

## 附图说明

[0020] 为了更清楚地说明本发明实施例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简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0021] 图1为本发明实施例提供的基于双GPU的BIM模型渲染方法的流程示意图;

[0022] 图2为本发明实施例提供的基于双GPU的BIM模型渲染方法的运行逻辑框图;

[0023] 图3为本发明实施例提供的基于双GPU的BIM模型渲染方法的构建循环神经网络的示意图。

## 具体实施方式

[0024] 为使本发明的上述目的、特征和优点能够更为明显易懂,下面结合附图对本发明的具体实施例做详细的说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0025] 由于现有的大模型的渲染可视化的两种方式均存在一定弊端,即使用高性能显卡成本高,采用LOD技术流畅度差,分辨率低的问题;有鉴于此,本实施例提供了一种基于双

GPU的BIM模型渲染方法,在硬件配置上,该方法基于两个及以上的GPU来实现,通过对渲染方法的改进,来解决现有渲染方式存在的上述问题。

[0026] 结合附图1和附图2所示,本实施例提供的基于双GPU的BIM模型渲染方法,该方法适用于具有两个或以上GPU(显示核心)的硬件设施,并且整个过程由处理器(CPU)作为执行主体,该方法具体包括以下步骤:

[0027] 加载BIM模型;

[0028] 选择第一显示核心渲染当前帧图形,选择第二显示核心作为预备,其中,第二显示核心用于对基于历史记录得出的相机动作所对应的图形进行预先渲染,处理器将渲染后的图形存储于第二显示核心的缓冲区;

[0029] 利用循环神经网络预测下一帧图形对应的相机动作,当判断用户实际操作的相机动作与预测的下一帧相机动作一致时,处理器提取存储于缓冲区内由第二显示核心渲染后的图形进行显示。

[0030] 本实施例上述的加载BIM模型的步骤中,需要基于相机与模型的相对位置是否满足预设范围,该预设范围通过实验和经验确定,当满足该预设范围时,对当前模型进行渲染,否则,不进行渲染作业,此步骤为一般渲染处理步骤,因此对于其筛选原理和预设范围本实施例不做过多描述。

[0031] 在基于上述渲染剔除后,在本实施例的加载BIM模型的步骤中,还包括剔除步骤,具体的,该剔除步骤将满足上述预设范围的模型采用视锥剔除技术进行剔除,保留相机可视部分。由于视锥剔除技术为本领域技术人员在渲染过程中的常规手段,主要用于剔除掉不需要绘制的部分图形,因此本实施例不对其原理进行过多描述。

[0032] 在上述选择第一显示核心渲染当前帧图形,选择第二显示核心作为预备的过程中,一般可以看成是处理器在两个或多个GPU中随机选取一个作为处理当前帧的第一显示核心,将其余GPU作为预备显示核心,用于预先渲染和存储。

[0033] 本实施例上述的由历史记录得出的相机动作的步骤包括:将相机参数变化枚举出相机动作,对多个相机动作进行编码,在编码后,对相机与模型的距离进行归一化处理,并将处理后的相机动作输入至循环神经网络。

[0034] 具体的,上述的多个相机动作包括可以上移、下移、左移、右移、放大、缩小、向左旋转、向右旋转、向上旋转和向下旋转等,并且在多个动作进行编码过程中,编码采用One-Hot编码,其中,One-Hot编码,又称为一位有效编码,主要是采用N位状态寄存器来对N个状态进行编码,每个状态都由他独立的寄存器位,并且在任意时候只有一位有效。

[0035] 以上述提及的各个动作为例,具体的相机动作与对应的编码关系如下表:

[0036]

相机动作	编码
上移	1000000000
下移	0100000000
左移	0010000000
右移	0001000000
放大	0000100000
缩小	0000010000
向左旋转	0000001000

向右旋转	0000000100
向上旋转	0000000010
向下旋转	0000000001

[0037] 在对上述动作进行One-Hot编码后,进行归一化处理,使得预处理的数据被限定在一定的范围内,从而消除奇异样本数据导致的不良影响。数据归一化处理,可以加快梯度下降求最优解的速度,且有可能提高精度,具体的,该归一化处理的步骤包括:设当前相机与模型的距离为D,允许的相机与模型的距离的最大值 $D_{Max}$ 和 $D_{Min}$ ;

[0038] 归一化处理后的相机距离  $D' = \frac{D - D_{Min}}{D_{Max} - D_{Min}}$ 。

[0039] 例如,上述方法流程以T0时刻为初始状态,随机选择一块GPU作为主GPU渲染当前帧,另外的GPU作为预备显卡,渲染接下来的一帧,如何预测接下来的一帧是整个调度算法的关键,本实施例采用基于循环神经网络的预测算法来预测用户想在T1时刻看到的图形,具体的循环神经网络的构建如图3所示,其中

[0040] •  $x_t$ 是输入层的输入;

[0041] •  $s_t$ 是隐藏层的输出,其中 $s_0$ 是计算第一个隐藏层所需要的,通常初始化为全零;

[0042] •  $o_t$ 是输出层的输出;

[0043] • 下标t为时间;

[0044]  $o_t = g(V \cdot s_t + b_2)$

[0045]  $s_t = f(U \cdot x_t + W \cdot s_{t-1} + b_1)$

[0046] 循环神经网络的前向计算过程用公式表示如下:

[0047] 其中f是隐藏层激活函数,是非线性的ReLU函数;g是输出层激活函数,是softmax函数。

[0048] 通过两个公式的循环迭代,有以下推导:

[0049]  $o_t = g(V \cdot s_t + b_2)$

[0050]  $= g(V \cdot f(U \cdot x_t + W \cdot s_{t-1} + b_1) + b_2)$

[0051]  $= g(V \cdot f(U \cdot x_t + W \cdot f(U \cdot x_{t-1} + W \cdot s_{t-2} + b_1) + b_1) + b_2)$

[0052]  $= g(V \cdot f(U \cdot x_t + W \cdot f(U \cdot x_{t-1} + W \cdot f(U \cdot x_{t-2} + \dots))) + b_2)$

[0053] 由此可知当前时刻的输出包含了历史信息,由当前时刻的输入即可得到输出值,输出值是对下一时刻的预测。

[0054] 而为了提高循环神经网络预测的动作和实际的动作的准确度,本实施例的渲染方法还包括对循环神经网络进行训练步骤,本发明采用通过时间反向传播算法(BPTT)进行训练,训练步骤包括:

[0055] 1. 前向计算每个神经元的输出值;

[0056] 2. 反向计算每个神经元的误差项的值,它是误差函数E对神经元j的加权输入的偏导数;

[0057] 3. 计算每个权重的梯度。

[0058] 4. 最后再用随机梯度下降算法更新权重。

[0059] 具体的,将偏差作为训练样本输入至循环神经网络步骤包括:将训练样本反复输入至循环神经网络,直至训练误差满足设定阈值时,结束训练并保存循环神经网络。此处的

设定阈值可以理解成是一个预测准确度,例如将该阈值设计为90%时,即循环神经网络的输出有90%的准确率时,即停止训练,保存模型。

[0060] 以上述提及的相机动作为例,在各个时刻,输入至循环神经网络的训练样本如下表所示:

时刻	相机动作	相机距离	期望输出
T0	0100000000	0.5	0000100000
T1	0000100000	0.49	0000100000
T2	0000100000	0.48	0000010000
T3	0000010000	0.49	0000001000
T4	0000001000	0.49	00000001000
T5	0000001000	0.49	00000000100
T6	00000000100	0.49	0001000000
T7	0001000000	0.5	0010000000
T8	0010000000	0.49	0100000000

[0062] 另外,基于上述方法,本实施例还提供了一种基于双GPU的BIM模型渲染系统,该渲染系统为处理器的运行系统,其包括加载单元、渲染选择单元、缓冲存储单元和循环神经网络单元等虚拟功能单元。

[0063] 与上述渲染方法相对应,本实施例的加载单元用于加载BIM模型,本实施例的渲染选择单元用于选择第一显示核心渲染当前帧图形,选择第二显示核心作为预备。本实施例的缓冲存储单元用于存储第二显示核心由历史记录得出的相机动作所对应的渲染后的图形;本实施例的循环神经网络单元用于预测下一帧图形对应的相机动作,当用户实际操作的相机动作与预测的下一帧相机动作一致时,处理器提取存储于缓冲存储单元内的由第二显示核心渲染后的图形,并由本实施例的第二显示核心进行显示。

[0064] 综上所述,根据本实施例提供的基于双GPU的BIM模型渲染方法及渲染系统,利用循环神经网络对下一帧动作进行预判,当预判到用户实际操作的相机动作与预测的下一帧相机动作一致时,提取缓存图形,由预备的第二显示核心来进行显示,无需在获取下一帧相机动作后再利用第一显示核心进行渲染处理,进而能够提升旋转、平移、缩放等操作的流畅度,并且在保证流畅度的前提下,提升整个渲染的分辨率。

[0065] 在本实施例的描述中,需要说明的是,本领域技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程,是可以通过计算机程序来指令控制装置来完成,所述的程序可存储于一计算机可读的存储介质中,所述程序在执行时可包括如上述各方法实施例的流程,其中所述的存储介质可为存储器、磁盘、光盘等。

[0066] 虽然本发明披露如上,但本发明并非限于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

[0067] 最后,还需要说明的是,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。

[0068] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

[0069] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

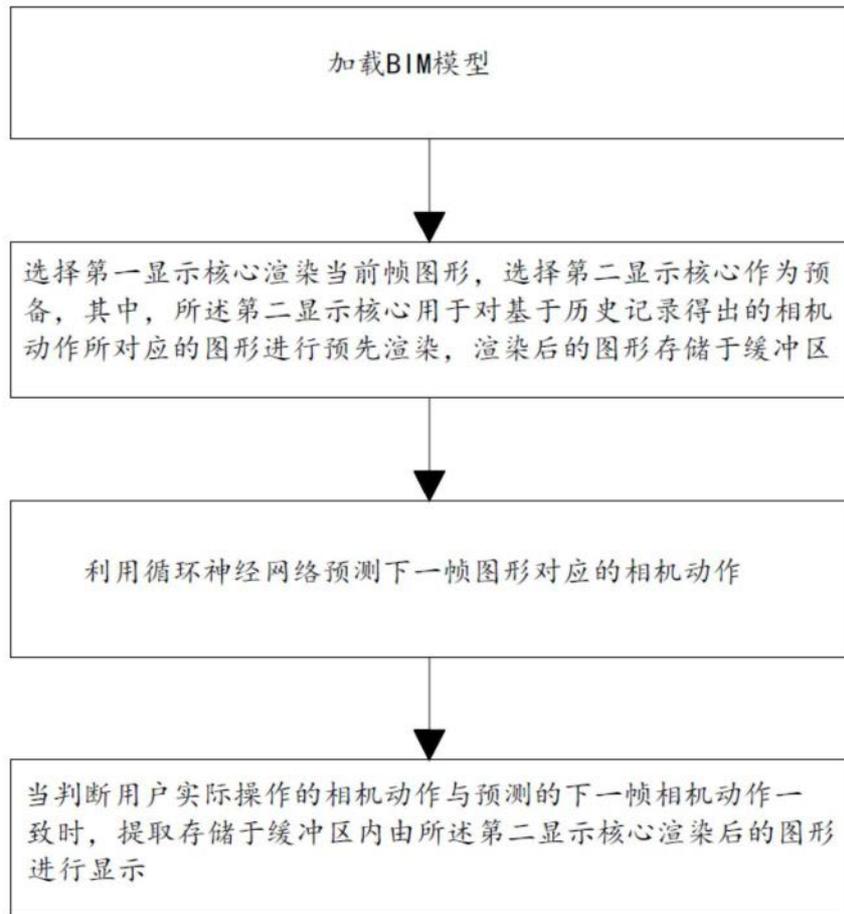


图1

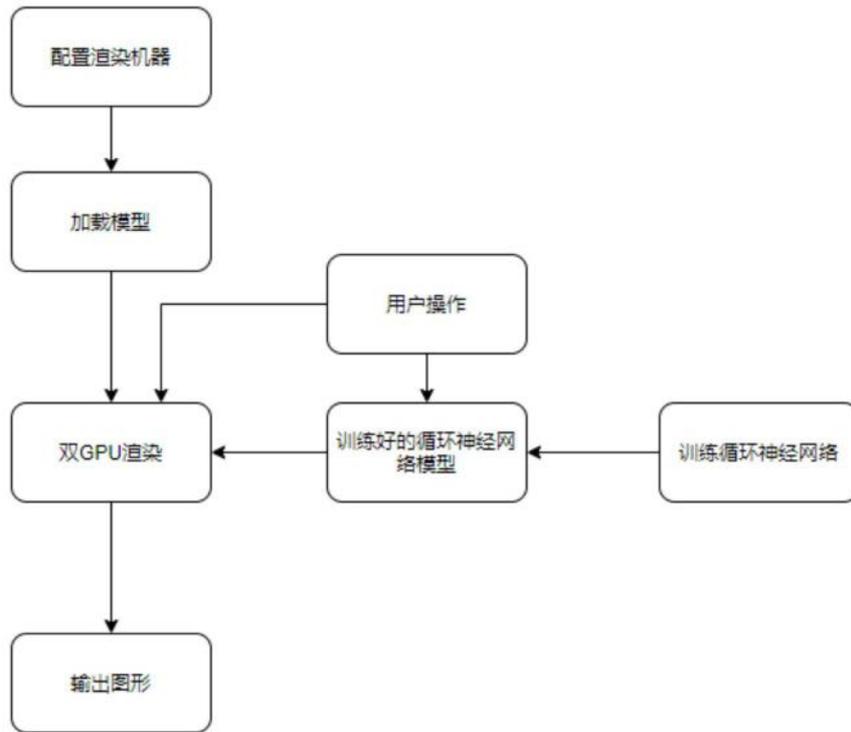


图2

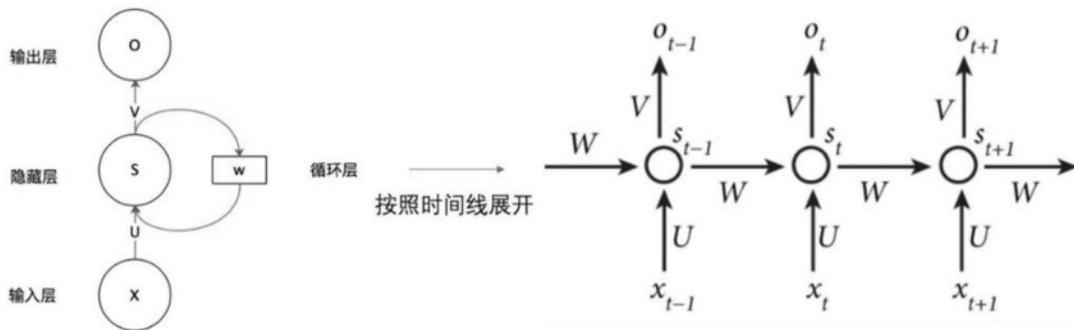


图3