

基于草绘的三维建模在电影预演制作中的应用评估

钟 颖¹ 韩菲琳²

1. 北京电影学院中国电影高新技术研究院, 北京 100088

2. 北京电影学院影视技术系, 北京 100088

【摘要】人工智能技术应用于三维建模中,可以简化三维建模的操作,快速生成大量三维模型。若将电影故事板绘画与这类技术相结合,能够让创作者参与到电影预演制作中。近年来,基于草绘的三维建模技术逐渐被应用于数字资产快速生成。我们提出一种基于草绘建模和图像引擎的电影预演制作流程,采用基于草绘的三维建模方法制作电影预演动画所需的数字资产,并设计几何体类建模实验、人物及动物建模实验、用户体验实验。通过邀请50位被试者参与半结构化访谈用户研究,分析其制作效果和使用体验以评估流程的有效性。实验结果表明,我们提出的预演制作流程符合用户制作习惯,能够得到令用户基本满意的动画效果。本文基于草绘的三维建模方法,评估其在电影虚拟预演制作中的生成能力,探讨人工智能生成内容(AIGC)在数字电影制作中的应用潜力。

【关键词】三维建模;人工智能生成内容;草图建模;动画生成;电影预演

【中图分类号】TP391

1 引言

随着人工智能生成内容(AIGC)技术的快速发展,人工智能(AI)技术参与的三维建模方法日益增多。我们可以在Houdini等软件中通过控制参数来程序化生成大规模的地形模型或多个同类型物品的三维模型;可以使用Text2Mesh^[1]的方法,通过神经网络分析输入文字,生成风格化三维模型;也可以使用生成对抗网络(GAN)等神经网络模型,对单目图像进行处理,生成相应的三维模型。人工智能技术加快了三维模型制作速度,降低了制作难度。探究该类技术与数字电影制作中的适用性及应用流程,有助于提升制作效率,优化制作流程。在电影制作工业化流程中,电影预演(Pre-Visualization, PreViz)^[2]最先需要使

用角色、场景、道具等三维模型,通常由建模师使用三维软件或三维扫描建模制作。这两种方法制作出的模型精度高,需要制作者掌握三维软件知识,制作时间较长,修改难度较大。作为前期环节的预演制作,快速建模并制作动画具有十分重要的应用意义。

随着三维建模技术发展,基于草绘的三维建模方法根据提供的手绘草图程序化生成相应简易的三维模型。受传统电影创作流程中绘制故事板的启发,本文将故事板绘制与预演模型制作相结合,使创作者快速创建所需模型,服务于预演动画制作。同时,为满足电影艺术家的高效实时渲染和交互的需求,利用实时渲染引擎搭建场景,制作和渲染三维动画,该方案既能节约人力成本,还可以与传统电影制作流程相结

【项目信息】北京市教委科技计划《电影虚拟化制作中实时动作捕捉关键技术研究》(KM202110050001)。

【作者信息】钟颖(1999-),女,北京电影学院中国电影高新技术研究院2022级硕士研究生,主要研究方向:数字电影技术;韩菲琳(1992-),女,博士,北京电影学院影视技术系讲师、硕士生导师,主要研究方向:数字电影技术与虚拟现实。

合,帮助用户初步实现预演展示。

本文着眼于前期电影预演动画制作,提出了一种基于草绘建模和图像引擎的电影预演制作流程,使艺术家更加快速、便捷地创建三维模型并制作简单的预演动画。该流程操作简单,提高了制作效率,降低三维建模成本,使得用户能够将故事板创作与简单的预演动画制作相结合,以较低的成本实现自身创意可视化。本文设计了几何体类建模实验、人物及动物建模实验、用户体验实验并制作预演动画,分析了基于草绘的三维建模结果在预演动画中的效果,评估其在电影虚拟预演制作中的生成能力,探讨人工智能生成内容(AIGC)在数字电影制作中的应用潜力。

2 相关工作

随着三维建模技术的不断发展,三维建模方法层出不穷。基于几何的建模是目前电影制作的主流三维建模方法之一,艺术家通过 Maya、ZBrush 等三维软件制作所需要的模型。这种方法可以灵活地创建各类复杂模型,其中人体及动物等模型制作所需时间较长。基于图像建模的方法通过对目标物体照片进行处理,从而生成带纹理的三维模型。该方法适用于生成现实生活中的物品及室内场景的模型,但生成结果通常存在孔洞,Mesh 网格分布不均且拓扑结构不清晰等问题,模型修改难度大,算法复杂度高。基于激光扫描建模的方法使用激光扫描仪扫描物体记录其外观数据,获得物体的三维点云,处理后生成物体的模型。激光扫描的方法需要昂贵的激光扫描仪,只能针对现实中静止的物体进行三维建模,无法满足预演制作多样化的创作需求。

目前电影预演工业制作中,主要使用基于几何建模技术、动画关键帧技术及三维动画引擎技术^[1]制作三维预演动画。第三楼(The Third Floor)制作电影《复仇者联盟3:无限战争》预演动画时使用三维软件为大量角色、场景创建了模型和动画^[6],如图 1(a)所示。由于此类科幻电影需要大量后期特效,通常实际拍摄和后期制作同时进行,前期预演动画需要与后期特效设计相配合,预演动画制作时花费大量时间创建高精度的三维模型以便后期继续优化使用。通常预演动画制作仅花费几天创建数字资产。第三楼为《曼

达洛人》制作前期预演动画时,使用动画关键帧技术为角色制作了动画以获得更准确的动作效果,也运用了动作捕捉技术高效完成了部分动作拍摄^[7],如图 1(b)。现今大部分预演动画在三维动画引擎中渲染,同时也尝试使用带有实时渲染和交互操作功能的图像引擎以满足更多需求。哈龙娱乐(Halon Entertainment)在虚幻引擎(Unreal Engine)中为《海王》制作海底战斗一幕的预演动画,实时渲染得到大量海洋生物在水底运动画面^[8],如图 1(c)。上述技术各有优势,使电影预演制作更加简易高效,电影预演制作技术仍需在交互性、易编辑性、协同性等方面有所提升。



图1 电影预演技术应用

3 动画预演制作

本文将基于草绘的三维建模技术集成到电影预演制作流程中,实现预演动画中的三维模型创建,该技术降低了三维模型制作的技术门槛,艺术家只需清晰画出草图就能快速得到简洁的三维模型。目前开源的草绘建模方法主要有三种: Teddy、RigMesh 和 Monster Mash。Igarashi 等人^[2]提出了一个名为 Teddy 的基于草图的三维建模方法。Teddy 中使用了弦轴变换(Chordal Axis Transform, CAT)确定三维模型的骨架,按一定比例计算骨架各点到草图多边形的距离,以类“椭圆”的方式将骨架和多边形包裹起来生成三维模型。Borosán 等人^[3]提出一个名为 RigMesh 的草绘建模算法。该算法基于 Teddy 进行优化,通过弦轴与圆柱版道格拉斯-普克算法(Cylindrical Douglas-Peucker, CDP)相结合生成模型对应的骨骼。用户可

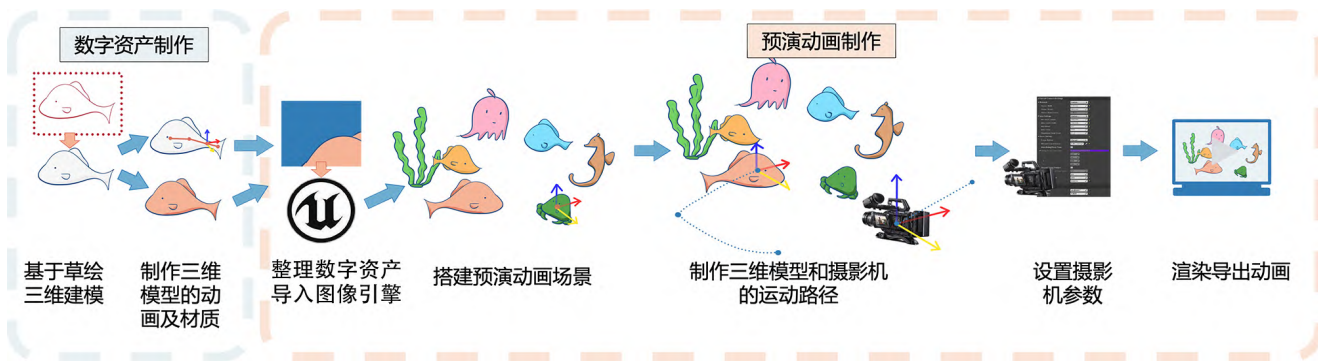


图2 预演动画制作流程

通过调整骨骼关节位置改变模型的姿态。Dvorožňák 等人^[4]提出了名为 Monster Mash 的基于草绘的三维建模方法,该方法基于 Igarashi 提出的尽可能刚性(As-rigid-as-possible, ARAP)理念,设计了三维模型变形功能,允许用户调整模型得到多个姿态的三维模型结果。Ma 等人^[5]提出一个实时生成三维模型的草绘建模算法。该算法使用输入折线和道格拉斯-普克算法为模型构建一个实时的骨骼,以此调整模型姿态。本文选用 Teddy 和 Monster Mash 作为工具进行流程验证。

简单的预演动画(如 Pitchvis 等)目的是展示艺术家的故事创意和画面构思,让创作团队快速了解画面预期效果。这类预演动画中所用的三维模型应当:(1)外形清晰易懂,无需额外向观看者解释三维模型所代表的道具或角色;(2)易于调整,能配合预演动画故事内容快速修改;(3)材质贴图易于区分,方便快速分辨,不会造成画面内容误解。为达到预演制作高效、交互性强、可编辑的要求,本文选择使用基于草绘的三维建模方法搭配 Unreal Engine 制作动画预演,其制作流程如图2所示。确定电影预演动画故事内容后,使用基于草绘的三维建模方法为道具及角色创建三维模型,然后为角色绑定骨骼及制作动画关键帧。整理所需三维模型资产并将其导入 Unreal Engine 中,开始搭建场景、创建动画序列。在动画序列中通过设定位置关键帧或编写蓝图制作模型和摄影机的运动路径,调整摄影机各项参数,确认动画序列内容无误后,渲染导出动画序列。

4 实验设计

本文挑选了实拍影片《爱乐之城》、动画电影《海

底总动员》和手机游戏《哈利波特:魔法觉醒》中剧情片段作为参照,模仿片段制作预演动画,以此设计了三个评估实验,分别是几何体类模型实验、人物及动物模型实验、用户体验实验。依据动画预演中常出现的模型类型,本文将模型分为了几何体类模型、人物及动物模型两个大类。片段中出现的角色与道具按此分类后,将作为两个实验建模目标。为了探索用户对基于草绘的三维建模方法的感受,本文设计了用户体验实验,采用问卷调查的方式对实验结果进行有效性评估。本实验共招募了50位18~30岁的受访者(其中女性26人,男性24人)参与几何体类模型实验和人物及动物模型实验的结果评估,并邀请5名有动画预演制作经验的受试者参与用户体验实验。

4.1 几何体类建模实验

动画预演中常出现的几何体类模型包括家具、楼房及造型简单的植物等。这类模型由几个几何体组成或主体为几何体。快速创建几何体类模型是三维软件的优势。因此本实验将以 Maya 为三维软件代表,与两个基于草绘的三维建模方法一同创建目标模型。在未告知各个模型制作方法的情况下,我们将向受访者展示三种方法得到的结果模型图片,要求他们对模型结果评分(满分3分)。通过建模结果和受访者评分,分析比较三维软件与基于草绘的三维建模方法,以及在几何体类模型方面的建模效果与建模效率。

4.2 人物及动物建模实验

在动画预演中,人物及动物模型出现频率高,而三维软件创建此类模型需要花费更多时间。这对缺少三维软件知识但有制作简单预演动画需求的用户

来说并不友好。在高效快捷建模的基础上,本实验仅使用两个基于草绘的三维建模方法制作目标模型。实验在未向受访者说明模型生成方法的情况下,分组展示两种建模方法所得的结果,让他们回答相应问题,问题见表 1。实验同时使用了 Maya 对目标模型进行建模并作对照,以期通过比对两个基于草绘的三维建模系统生成结果和分析调查问卷数据,探究基于草绘的三维建模方法在制作人物及动物模型方面的优势与不足。

表 1 人物及动物模型建模实验问题

问题	选项
以上两个模型,您认为哪个效果更好?	A. 模型 1 (Teddy)
	B. 模型 2 (Monster Mash)
	C. 一样好
	D. 一样差

4.3 用户体验实验

用户体验实验邀请了 5 位有动画预演制作经验的受试者(其中 3 名无绘画基础,2 名有绘画基础)使用基于草绘的三维建模方法创建三维模型。实验建模对象包括 2 个几何体类模型(仙人掌、步枪)和 2 个

表 2 用户体验实验调查问卷

问题	评分方式 (Likert 五点量表)
1.Teddy 的使用体验舒适	1 分为完全不符合 5 分为完全符合
2.Monster Mash 的使用体验舒适	
3.对使用 Teddy 得到的几何体模型满意	
4.对使用 Teddy 得到的动物模型满意	
5.对使用 Monster Mash 得到的动物模型满意	
6.对使用 Monster Mash 得到的几何体模型满意	
7.使用 Teddy 建模很高效	
8.使用 Monster Mash 建模很高效	
9.推荐用草绘建模方法对动物及人物建模	
10.推荐用草绘建模方法对几何体建模	

动物模型(小丑鱼、海马)。体验结束后,由 5 位受试者填写体验感受调查问卷,问卷内容见表 2。此实验将根据受试者的建模结果和调查问卷各项评分,探究绘画基础对使用基于草绘的三维建模方法的影响,及用户对基于草绘的三维建模方法整体感受。

5 结果评估与预演制作

几何体类建模实验和人物及动物建模实验结果模型将会作为模仿预演动画短片中使用的模型。实验制作了简易预演动画短片,在邀请 3 位有预演工作经验及拍摄经验从业人员观看短片后,获得他们对预演动画短片结果的评价。

5.1 几何体类建模实验

在本实验中,使用基于草绘的三维建模系统制作目标模型所需时间为单个模型 1~4 分钟,同样的模型使用 Maya 制作时间为 3~5 分钟。基于草绘的三维建模系统的建模速度略快于三维建模软件。实验共回收 50 份评分结果,并对结果数据进行处理后得到评分。

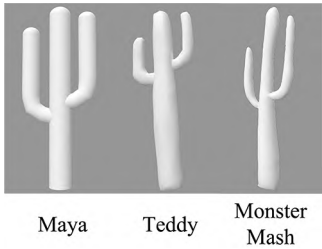


图 4 仙人掌模型对比

从图 3 可以看出 Maya 制作的几何体类模型评分普遍高于基于草绘的三维建模的结果。Monster Mash 在灯柱、围栏、仙人掌等细长圆柱体模型的生成上,效果普遍优于 Teddy 结果。相反地,Teddy 方法在照相机、椅子、麦克风等立方体类模型上,生成结果较优于 Monster Mash。两个工具的规则几何体模型生成结果评分均与 Maya 差距较小。从几何体类模型

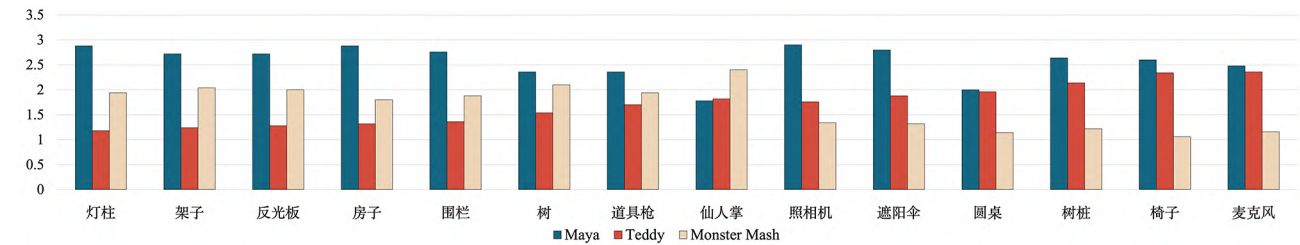


图 3 几何体类模型评分结果

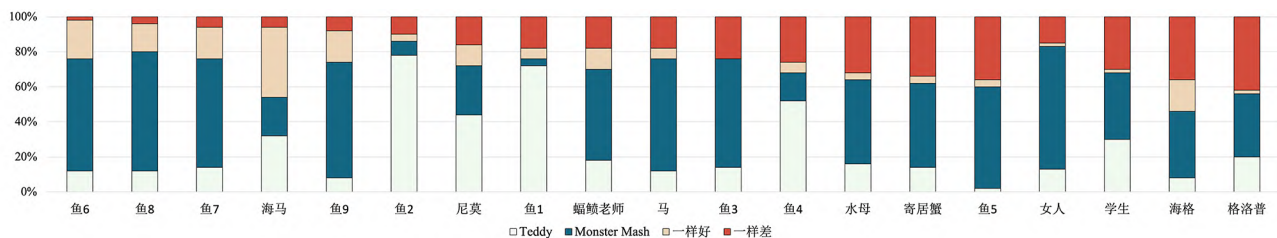


图5 人物及动物模型选择百分比

(仙人掌、树)生成结果来看,如图4所示,基于草绘的三维建模方法发挥了其还原草图线条的优势,生成结果细节处比Maya更为柔和自然。

5.2 人物及动物建模实验

本实验中,用户创建目标模型的时间均为3~5分钟,相比于使用三维建模软件,更加简易高效。通过分析回收的50份评分结果,掌握了不同生成结果的用户偏好。如图5所示,人物模型中,用户选择“一样差”的比例相较动物模型更高;动物模型中,用户认为Teddy方法和Monster Mash方法效果相当;类圆柱动物模型(寄居蟹、水母)中,用户普遍认为生成结果不够令人满意。

此外,本实验让掌握基础三维软件操作的实验员使用了Maya软件制作目标模型(每个模型制作时间约30~60分钟),并将结果与基于草绘的三维建模方法结果进行对比,如图6所示。实验发现当用户仅掌握基础三维软件操作时,使用Maya制作动物和人物模型的时间为草绘建模方法的10~20倍,而模型效果优化程度并不大。本实验在短时间内使用草绘建模方法制作的人物与动物模型比较粗糙,但受访者对结果大部分满意,认为结果模型符合他们对参考图片的期待。

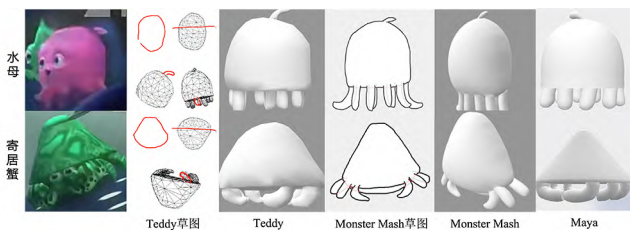


图6 水母与寄居蟹模型对比

5.3 用户体验实验

参与本实验的5名受试者,均没有草绘建模经验,创建目标模型耗时2~5分钟。分析受试者问卷结果发现,受试者普遍认可Monster Mash方法,表示该方法高效且使用舒适。受试者们绘制的草图及其使用Monster Mash方法制作的小丑鱼模型如图7所示。

值得注意的是,在强调了Monster Mash的使用方法后,两名有绘画基础的受试者所绘草图呈现明显透视关系,而无绘画基础的三名受试者仅简单绘制了草图。从模型结果来看,两名有绘画基础的受试者的生成结果,鱼鳍部分并没有对称,而是在同侧或不对称生成,而无绘画基础的受试者的结果则无这类情况,如图7侧面图所示。因此笔者认为,绘画规则对基于草绘的三维建模方法生成结果存在一定的影响。

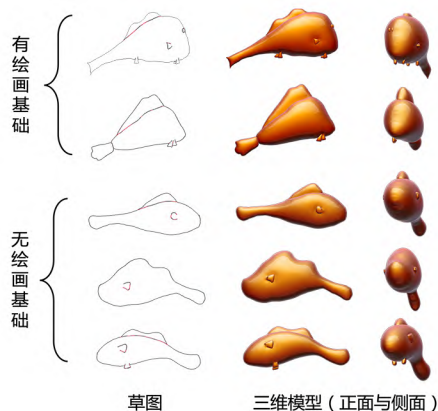


图7 小丑鱼草图与三维模型结果对比

5.4 动画预演结果与分析

本实验使用Unreal Engine 4.27制作预演动画短片。根据前述实验的评估结果,选取每组模型中评分较高的结果用于制作三个模拟动画预演短片。本文在预演制作过程中使用了不同颜色的材质贴图以区分不同模型,为各模型绘制运动路径,并使用灯光加强画面效果,最终引擎渲染得到的动画预演短片截图如图8所示。

本实验邀请了3位有预演工作经验的从业人员观看了预演动画模仿短片。被采访者普遍认为基于草绘的三维建模方法生成的模型“整体比较粗糙”,但是“基本实现了草图想要的效果”,动画预演中的模型“只有颜色不同”“缺少金属性、粗糙程度和别的材质属性”;画面“整体还是比较清晰”,“灯光和影调方面还要加强”。同时,Maya版本的简单预演动画三维模

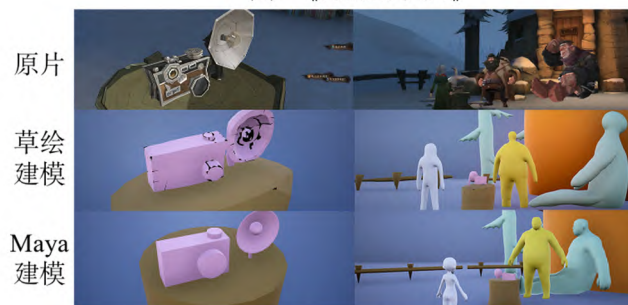
型虽然质量更高,但并未提升观看者对画面的理解程度,在人物及动物类模型创建上花费了更多时间。本



(a) 《爱乐之城》



(b) 《海底总动员》



(c) 《哈利波特：魔法觉醒》剧情动画

图8 预演短片与原片对比

文提出的基于草绘的三维建模方法,操作简单快速,对草图还原度高,用户偏爱操作简单的Monster Mash。该类草绘建模方法生成的模型不够精细,仍能完成传递画面信息的任务,能够帮助电影创作者在初期自主制作简单预演动画。

人工智能技术参与的三维建模方法在电影预演制作中起到提高效率、降低成本的作用。根据该类技术特点调整其在电影制作工业化流程中的使用方法,可以更好发挥人工智能三维建模方法的生成能力。

6 结论

本文介绍了电影预演相关技术,提出了一套基于草绘建模和图像引擎的电影预演动画制作流程,并探讨了基于草绘的三维建模方法是否适用于简单电影动画预演制作。通过实验分析,基于草绘的三维建模方法,能高效生成符合简单预演动画制作要求的模型,降低时间、人力成本和制作门槛。实验中所用的两个草绘建模工具,操作简单、易学,便于电影创作者快速掌握并使用。绘制草图与电影创作者以往的故事板创作习惯相符合,因此草图建模的制作过程既能够与电影预演动画制作协同,又能够帮助创作者直观高效地可视化展示自身创作意图,提升电影创作初期团队沟通效率。

本文所使用的方法对几何体类模型和人物模型效果仍有待提升。随着草绘建模技术的发展,该流程将更高效地服务电影预演动画制作,在满足三维模型制作多样化、创意化、高效化需求的基础上,进一步提升数字资产质量。目前人工智能技术参与生成三维模型在预演动画制作流程中的使用仍处于实验阶段,这类技术无疑能帮助艺术家快速实现创意,未来在数字电影制作中,AIGC丰富的应用场景仍等待我们研究与探索。❖

参考文献

- [1] Michel O, Bar-On R, Liu R, et al. Text2Mesh: Text-Driven Neural Stylization for Meshes[J]. 2021.
- [2] Igarashi T, Matsuoka S, Tanaka H. Teddy: A sketching interface for 3D freeform design[C]//ACM SIGGRAPH 1999 papers, 1999: 409-416.
- [3] Borosán P, Jin M, DeCarlo D, et al. Rigmesh: automatic rigging for part-based shape modeling and deformation[J]. ACM Transactions on Graphics (TOG), 2012, 31(6): 1-9.
- [4] Dvorožák M, Sýkora D, Curtis C, et al. Monster mash: a single-view approach to casual 3D modeling and animation[J]. ACM Transactions on Graphics (TOG), 2020, 39(6): 1-12.
- [5] Ma J, Wang J, Li J, et al. Real-time skeletonization for sketch-based modeling[J]. Computers & Graphics, 2022, 102: 56-66.
- [6] The Third Floor. Avengers: Infinity War Previs[EB/OL]. [2019-03-06]. <https://thethirdfloorinc.com/3011/avengers-infinity-war-previs/>.
- [7] The Third Floor. The Mandalorian [EB/OL]. [2019-11-12]. <https://thethirdfloorinc.com/themandalorian>.
- [8] Halon Entertainment. Halon Entertainment puts real-time tools at the heart of its business[EB/OL]. [2020-01-22]. <https://www.unrealengine.com/en-US/spotlights/halon-entertainment-puts-real-time-tools-at-the-heart-of-its-business>.

作者贡献声明:

钟颖:主导设计论文框架,设计实验及测试,撰写和修订论文,全文文字贡献80%;

韩菲琳:指导设计论文框架,讨论技术方案,修订论文,全文文字贡献20%。

(下转第23页)

对于三维动画的制作公司来说,无论是使用自己的数据库还是互联网中的数据,一方面可以大幅度降低重复的工作。另一方面可以加快生产效率,如使用现有模型资产快速搭建新的场景。使用动作库加快动画的制作效率,尤其是非主要角色的动画制作,甚至可以通过筹建完成的数据库向客户展示其以往的作品。通过数据库中大量的可视化资料,为那些难以用语音表达的视觉效果提供有效的参考,以便更易于与客户达成共识,为业务沟通提供便捷服务。

其实动画资产数据的应用范围要比人们的普通认知广泛得多。随着各大博物馆推出VR体验馆,很多珍贵的文物都接受了数字化处理,为文物保护发挥了一定的作用,同时众多珍贵文物的扫描数据也成为了数字资产中重要的组成部分。

5 结束语

从某种意义上讲,数字资产拥有非常高的商业价值和社会价值。对于普通用户来说,能够获取并使用来自互联网的动画数据,无疑将为学习和工作带来极

大的便利。本文提及的动画数据仅仅是互联网资源中的太仓一粟,如果想使用得当还需要下一番功夫,毕竟适合自己的数据资料和数据库才是最好的。❖

参考文献

- [1] 刘德新.动画工业中的自动化[J].现代电影技术,2020(9).
- [2] 刘德新.浅谈三维动画中角色动画的数据转换[J].现代电影技术,2022(6).
- [3] 刘德新.动画电影中自然环境的规划与制作[J].现代电影技术,2021(3).
- [4] 孙见昕.浅谈动画电影远程生产管理[J].现代电影技术,2020(8).
- [5] 虚幻引擎帮助文件[EB/OL].[2023-01-08].<https://docs.unrealengine.com/5.1/zh-CN/>.
- [6] Blender帮助文件[EB/OL].[2023-01-08].<https://docs.blender.org/manual/zh-hans/3.5/>.
- [7] 数字资产下载网站 Quixel[EB/OL].[2023-01-08].<https://quixel.com/>.
- [8] 动画数据下载官网 Mixamo[EB/OL].[2023-01-08].<https://www.mixamo.com/>.

(上接第34页)

Application evaluation of sketch-based 3D modeling in film PreViz

©Zhong Ying (China Film High Tech Research Institute, Beijing Film Academy)

©Han Feilin (Department of Film and TV Technology, Beijing Film Academy)

Abstract: Applying artificial intelligence technology in 3D modeling can simplify the operation of 3D modeling and generate many 3D models in a rapid way. If combining storyboard with 3D modeling, artists can participate in Pre-Visualization, also known as PreViz, production. In recent years, sketch-based 3D modeling has been gradually applied to the rapid generation of digital assets. The authors propose a PreViz production process based on sketch-based modeling and game engine, and the sketch-based 3D modeling method is used to produce the digital assets. The geometric modeling experiment, human and animal modeling experiments, and user experience experiments were designed to analyse the outcomes. This research invited 50 participants to conduct a semi-structured interview study for evaluating the process. The results showed that the process met the requirements of users' habits, and PreViz satisfied its co-creators. This research evaluates the generation capability of sketch-based modeling for PreViz production, and explores the potential of artificial intelligence generated content, which is usually named as AIGC, in digital film production.

Keywords: 3D Modeling; AIGC; Sketch-based Modeling; Animation Production; Pre-Visualization