

虚幻引擎科幻电影视效预演实时场景迭代技术研究

王一翔

浙江省杭州市临安区锦城街道 浙江杭州 311300

摘要: 科幻电影视效预演中, 高效场景迭代对提升制作质量与效率意义重大。虚幻引擎虚拟拍摄系统凭借先进技术架构和强大功能, 有力支持实时场景迭代。本文探究该系统用于科幻电影视效预演的实时场景迭代技术, 剖析其系统架构和核心技术原理, 阐述场景建模、实时渲染、交互控制等关键技术流程, 通过实际案例分析, 证实此技术在加快场景构建、优化视觉效果、增强创意表达方面的有效性。研究显示, 虚幻引擎虚拟拍摄系统的实时场景迭代技术可大幅提升科幻电影视效预演的效率与质量, 为影视制作带来新机遇, 具备重要理论和实践价值。

关键词: 虚幻引擎; 虚拟拍摄系统; 科幻电影; 视效预演; 实时场景迭代

随着科幻电影产业的蓬勃发展, 观众对电影视效的要求越来越高, 视效预演在电影制作中的地位愈发重要。虚幻引擎虚拟拍摄系统作为一种先进的技术手段, 降低了新兴电影制片人进入影视拍摄的门槛, 帮助制作人对拍摄环境和设计镜头的完全创造性控制, 也大大地降低了各种成本, 节省了时间。虚拟制作是电影制作的新领域, 其他行业也开始注意到这一点, 利用游戏技术打开了一个充满可能性的世界。虚幻引擎和虚拟制片的完美结合在影视制作行业正在不断推广和发展, 不断更新发展的虚幻引擎, 也给影视制作行业带来了一场革命。本文旨在深入研究该系统在实时场景迭代方面的技术原理和应用流程, 在研究过程中, 引入实际项目案例, 进一步阐述虚幻引擎虚拟拍摄系统在影视制作中的应用, 探索其在科幻电影视效预演中的价值和潜力, 为相关领域的研究和实践提供参考。

1 虚幻引擎虚拟拍摄系统架构与技术原理

1.1 系统架构

虚幻引擎虚拟拍摄系统由硬件设备和软件平台组成。硬件设备含高性能计算机、摄像机、动作捕捉设备、显示设备等, 高性能计算机作为核心计算单元, 处理复杂图形渲染和数据计算任务; 摄像机捕捉场景画面与演员动作, 动作捕捉设备精准获取演员肢体动作和表情信息, 为虚拟场景角色动画提供数据; 显示设备像 LED 屏幕或投影仪, 实时呈现虚拟场景, 让拍摄团队直观看到拍摄效果。

软件平台以虚幻引擎为核心, 集成场景建模、动画制作、渲染输出等功能模块。场景建模模块支持多种三维建模

格式, 便于导入和编辑虚拟场景模型; 动画制作模块有丰富动画工具, 用于创建角色和物体动画; 渲染模块借助虚幻引擎强大的实时渲染技术, 短时间生成高质量画面效果, 系统还有与其他软件工具的接口, 实现数据无缝传输和交互。

1.2 技术原理

实时场景迭代技术核心原理基于虚幻引擎实时渲染技术、动态数据交互机制, 实时渲染技术借高效图形算法, 能在计算机实时生成场景画面, 省却长时间离线渲染, 大幅提高场景预览效率, 动态数据交互机制实现硬件设备、软件平台间数据实时传输同步, 像摄像机运动数据、动作捕捉设备动作数据实时传至虚幻引擎, 驱动虚拟场景摄像机、角色模型相应运动。制作团队在实时场景迭代时, 可经交互设备实时调整虚拟场景, 如改变物体位置、材质、光照条件等, 这些调整操作实时反馈到渲染画面, 让团队马上看到效果, 实现快速场景迭代, 系统还支持多人协同, 多个制作人员能同时操作调整同一虚拟场景, 提升工作效率。

2 实时场景迭代关键技术流程

2.1 场景建模与初始化

科幻电影视效预演先做场景建模与初始化, 场景建模时, 设计师依电影剧本、创意需求, 用三维建模软件建立虚拟场景模型, 有地形、建筑、道具等。建模要重模型细节精度, 保后续场景迭代效果, 还得给模型赋材质纹理, 让其有真实视觉效果。模型建好后导入虚幻引擎虚拟拍摄系统做初始化, 初始化含场景坐标系设置、摄像机初始位置和参数设置、光照环境初步配置等, 坐标系设置使虚拟场景与现实拍

摄环境坐标一致，便于后续摄像机跟踪、动作捕捉；摄像机参数如焦距、视角等按拍摄需求调整，获合适画面构图；光照环境配置初步定场景光照方向、强度、颜色，给后续实时场景迭代打基础光照条件。

2.2 实时场景迭代操作

整个技术流程的关键所在是实时场景迭代操作。拍摄预演时，导演、摄影师、视效师等团队成员利用交互设备，对虚拟场景展开实时修改与调整。导演依据拍摄创意及演员表演，即时改变场景中物体的布局 and 位置，实现画面构图与视觉效果优化；摄影师调整摄像机的运动轨迹、位置和角度，探寻最佳拍摄视角；视效师修改场景内的光影、烟雾、火焰等特效元素，获取理想视觉效果。

虚幻引擎虚拟拍摄系统具备多样化交互方式，涵盖体感设备操作、触摸屏操作、键盘鼠标操作等。团队成员依照个人习惯和需求选取适宜交互方式，方便快捷地操作虚拟场景。实时调整期间，系统实时渲染修改后的场景画面，并借助显示设备呈现给团队成员，使其即刻目睹调整效果，进而开展下一步优化与迭代。

2.3 场景效果评估与优化

每次完成实时场景迭代操作，都要对场景效果展开评估与优化工作。评估范畴涉及画面视觉效果、场景合理性、同演员表演的匹配程度等方面。视觉效果评估着重考量场景的光影效果、色彩搭配、模型细节等要素，看其是否契合电影的整体创意要求与风格；场景合理性评估主要审视场景中的空间关系、物体布局等，判断其是否符合逻辑以及实际拍摄的需求；而对与演员表演匹配度的评估，重点聚焦虚拟场景和演员的表情、动作能否协调统一，能否为演员的表演营造良好的环境条件。

制作团队依据评估状况，对场景开展进一步调整与优化。视觉效果若未达预期，视效师能够调节材质、光照参数，或增添特效元素；场景合理性出现问题，设计师可修正场景布局与结构；虚拟场景和演员表演无法契合时，动画师可改变角色模型动作或摄像机运动轨迹。持续进行评估与优化，促使虚拟场景逐步贴近电影最终呈现的视觉效果，为正式拍摄给予精准指引。

3 虚幻引擎虚拟拍摄系统在科幻电影中的应用案例分析

3.1 《灯塔》虚拟拍摄实践

在《灯塔》虚拟拍摄实验片中，虚幻引擎虚拟拍摄系

统取得了多项突破性应用。系统首次成功应用于复杂动作场景拍摄。通过动作捕捉技术精准采集演员动作数据，并实时映射至虚拟场景，实现了高难度激烈打斗场面的流畅呈现。对于视觉中非常重要的灯光部分，《灯塔》项目组创新性开发并应用了虚实灯光联动技术。通过对虚拟与现实光源参数的精确调配及联动机制的建立，确保虚实场景的光影效果自然融合，大幅增强了画面的真实质感与氛围表现力。在此基础上，系统充分运用其物理模拟功能，真实还原物体撞击、坠落等物理交互状态，丰富了场景细节表现。该项目在技术整合层面颇具创新性，融合了绿幕抠像与 LED 背景特效技术。这种复杂程度在当时国内的虚拟拍摄实践中较为罕见。

在此基础上，演员可在深度沉浸的虚拟环境中表演，场景的搭建与调整操作便捷高效，提升了现场灵活性。创作者能够实时修改场景元素并即时预览渲染效果，这不仅显著提升了创作效率，也为创意表达拓展了空间，使高难度镜头的制作得以高质量完成。自 2019 年成功引入 LED 数字背景拍摄技术后，《灯塔》项目在专业团队支持下持续推进虚拟拍摄技术的深化应用，未来有望展现更多创新成果，充分彰显该系统在影视制作领域的技术潜力与发展前景。

3.2 电视剧《拜托了！8 小时》中的视效创意实现

在电视剧《拜托了！8 小时》中，创作团队以近未来为背景，构建了一个名为“盘古”的虚拟游戏世界。剧中特效镜头达 16, 056 个，占全片总时长的 90% 以上，涵盖数字化角色设计、生物角色、场景设计等多类别视效。制作团队需协调 9 家团队的上百名艺术家，在 8 个月后期周期内完成包括 7 处场景模型、11 个生物模型的构建任务。尤为复杂的是，剧情要求虚拟世界（盘古游戏）与现实世界持续互动，剧中“盘古世界”作为核心虚拟空间，需同时体现仙侠古风美学与数字科技感的矛盾统一。预演团队采用分层构建策略：基础场景预演：基于 Lidar 扫描横店实景数据，在引擎中重建建筑数字资产，再通过风格化 Shader（着色器）叠加全息粒子效果，形成“数字古风”视觉基调。例如“情天山”雪景，实拍仅取地面局部，预演中延伸出飘浮的数字化雪山群，其粒子运动轨迹经 Techvis 精确计算以匹配风机扬雪的角度。空间逻辑预演：为强化两个世界的关联性，团队开发“动态门户”预演系统。剧中关键道具“时空交错大门”的 UI 设计，在 Previs 阶段已绑定物理参数：当现实世界演员触发机关，

预演系统自动生成对应的空间扭曲效果,供后期团队直接套用。这种参数化预演使跨场景视觉元素保持连贯性。

该剧验证了预演作为叙事工具的潜力:视觉隐喻强化主题:预演阶段设计的“数字化 UI 心电图”,将叶天生命体征转化为虚拟世界的地图波纹,科技元素成为情感载体;表演空间拓展:演员借助预演系统,在绿幕前精准演绎与虚拟生物的互动,如白薇抚摸小天马时指尖停顿的触感反馈,赋予数字角色真实存在感。这种协同创新,使该剧在爱奇艺播出期间获得科幻感真实感平衡的观众好评。当片中的主角叶天在虚拟世界拽下那轮明月时,观众看到的不仅是视效奇观,更是预演阶段反复调试的重力参数与粒子轨迹。或许正如该剧视效总监所述:“最好的特效是让观众忘记技术存在,而预演正是通向这一境界的桥梁。”在元宇宙概念兴起的当下,这种跨越虚拟与现实边界的预演经验,将持续推动影视工业的叙事革新。

4 技术优势与未来发展方向

4.1 技术优势

科幻电影视效预演领域中,虚幻引擎虚拟拍摄系统实时场景迭代技术锋芒毕露,工作效率维度,传统视效预演倚重离线渲染与手动操控模式,流程冗长繁复,复杂场景光照参数调试常需数小时乃至数日才能呈现初步成果,反观该系统以实时渲染结合动态交互机制,制作团队瞬间即可获取场景调整反馈,高效驱动迭代进程,预演周期大幅压缩,调整效果于数秒至数分钟内便能直观展现。创意表达层面,创作人员摆脱传统渲染时长与调节难度束缚,得以充分释放艺术想象力,大胆构思多元场景设计与视觉呈现方案,催生出诸如新颖独特的外星生态环境、极具想象力的宇宙空间形态等突破性视效创意成果,场景构建环节,系统与摄像机追踪、动作捕捉等硬件设备实现数据实时交互,推动虚拟场景与现实拍摄环境深度耦合。精准校准物体空间位置与摄像机运动轨迹,为视效真实性提供有力保障,拍摄人物与虚拟场景交互镜头时,依据动作捕捉数据精确调控虚拟物体,使二者交互效果细腻逼真,人物触碰虚拟对象的反馈效果仿若真实情境再现。

4.2 未来发展方向

虚幻引擎虚拟拍摄系统实时场景迭代技术虽已收获亮眼成果,优化空间依然存在。伴随计算机硬件技术革新,高性能图形处理器与高分辨率显示装置协同发力,系统实时渲染效能与画面质量将实现跨越式提升,虚拟场景塑造更趋精

致逼真,细微之处如树叶脉络纹理、金属表面质感皆清晰可见,视觉呈现细腻入微。论及技术整合方向,该系统与人工智能深度融合颇具想象空间。机器学习算法介入,可实现场景智能生成与优化升级。通过对海量科幻电影场景素材的深度学习,系统能围绕导演创作意图自动生成初始方案,并在后续迭代中持续优化完善,降低人力成本投入同时显著提升创作效率。与影视制作各环节的深度交融同样值得关注,贯通视效预演、现场拍摄、后期制作全链条,为整体制作效能与品质提升注入新动能。VR 与 AR 领域探索亦是未来发展重要方向。借助 VR 设备,导演与演员可开展沉浸式拍摄规划,提前感知场景氛围;AR 技术则能在现场拍摄环节提供实时辅助,两种技术应用为电影制作带来全新创作路径与交互体验模式。

5 结语

虚幻引擎虚拟拍摄系统内的实时场景迭代技术,在科幻电影视效预演方面有着关键的理论价值与实践意义,深入探究系统架构、技术原理以及关键技术流程,并剖析实际案例,便能发现这项技术能够大幅提升视效预演的效率与品质,为科幻电影创作提供有力支撑。随着技术持续演进和优化,虚幻引擎虚拟拍摄系统的实时场景迭代技术会在影视制作领域扮演愈发重要的角色,助力科幻电影视效水平不断攀升,为观众打造更为震撼的视觉体验。今后,还需进一步加大技术研发力度,推动应用创新,挖掘更多潜在可能,为影视产业的发展贡献更多力量。

参考文献:

- [1] 艾澜珊.虚拟制片在中国电影中的应用研究[J]. 喜剧世界(下半月),2024,(09):91-93.
- [2] 方捷新.LED 虚拟拍摄场景设计与制作效果影响因素解析[J]. 影视制作,2023,29(09):39-50.
- [3] 徐立.虚幻引擎在虚拟拍摄中的应用[J]. 现代电影技术,2022,(10):55-58.
- [4] 张健铭,张晶.虚幻引擎 5 在影视制作方面的优势[J]. 科技资讯,2022,20(11):10-12.DOI:10.16661/j.cnki.1672-3791.2201-5042-2159.
- [5] 陈军,赵建军,李想.基于 LED 背景墙的电影虚拟化制作系统集成与研发[J]. 北京电影学院学报,2021,(07):112-121.

作者简介:(王一翔 1997—),男,汉,浙江杭州,研究生,研究方向为电影虚拟拍摄、电影视效。