

# Application of Depth Tracking Camera in Virtual Production

Hong Yu

Jiangsu Radio and Television Station, Nanjing, Jiangsu, 210000, China

## Abstract

Depth tracking camera can accurately capture and analyze the relationship between objects and space in the scene by integrating advanced depth perception technology. This technology is usually based on laser scanning, infrared sensor or stereo vision algorithm, which can generate high-precision three-dimensional spatial data. In the aspect of camera motion capture and tracking, the depth tracking camera can track the position, angle and motion trajectory of the camera in real time to ensure the seamless integration of virtual elements and real scenes. The real-time data processing and feedback mechanism enables the director and production team to adjust the shooting parameters and optimize the visual effects in real time, so as to achieve higher flexibility and creativity in the virtual production process.

## Keywords

deep tracking; camera; virtual production; application strategy

## 深度跟踪摄像机在虚拟制片中的应用

余洪

江苏省广播电视总台, 中国·江苏·南京 210000

## 摘要

深度跟踪摄像机通过集成先进的深度感知技术,能够精确捕捉并分析场景中的物体与空间关系,这一技术通常基于激光扫描、红外传感器或立体视觉算法,能够生成高精度的三维空间数据。在摄像机运动捕捉与跟踪方面,深度跟踪摄像机能够实时追踪摄像机的位置、角度和运动轨迹,确保虚拟元素与实拍场景的无缝融合。实时数据处理与反馈机制使得导演和制作团队能够即时调整拍摄参数,优化视觉效果,从而在虚拟制片过程中实现更高的灵活性和创造性。

## 关键词

深度跟踪; 摄像机; 虚拟制片; 应用策略

## 1 引言

近几年来,随着影视行业的飞速发展,虚拟制片占据了越来越重要的地位,而在虚拟制片中,摄像机跟踪发挥着极其重要的作用,不仅能够将人物和数字完美结合,而且能够跟随镜头移动不断变化背景,真正实现“所见即所得”的拍摄效果。在这一背景下,论文重点探讨深度跟踪摄像机在虚拟制片中的应用,以供借鉴。

## 2 深度跟踪摄像机的技术原理

深度跟踪摄像机是一种能够捕捉场景中物体的三维空间信息的摄像设备。与传统的2D相机不同,深度相机不仅捕捉图像的亮度和颜色信息,还能测量物体与相机之间的距离。这种技术在增强现实(AR)、虚拟现实(VR)、机器人导航、自动驾驶汽车、3D扫描和建模等领域有着广泛的应用。首先,结构光相机通过投射已知图案的光(如点阵

或条纹)到物体表面,然后通过相机捕捉这些图案的变形,由于物体表面的形状会导致光图案的变形,通过分析这些变形,相机可以计算出物体表面的深度信息,如Microsoft Kinect v1使用的就是结构光技术。其次,飞行时间相机通过发射光脉冲(通常是红外光)并测量光脉冲从相机到物体再返回的时间来计算距离,由于光速是已知的,通过测量时间,可以精确地计算出物体与相机之间的距离,如Google的Project Tango平板电脑使用的就是ToF技术。再次,立体视觉相机通过两个或多个摄像头从不同角度捕捉同一场景的图像,通过比较这些图像中的对应点,可以使用三角测量原理来计算物体的深度信息,比如一些高端的3D扫描仪和机器人视觉系统使用立体视觉技术。最后,激光扫描相机使用激光束对场景进行扫描,并测量激光束反射回来的时间或相位差来确定距离,这一技术通常用于高精度的3D建模和工业检测。这些技术各有优缺点,选择哪种技术取决于应用的需求,如精度、速度、成本、环境光照条件等,深度相机的发展正在推动许多领域的技术进步,使得机器能够更好地理解和交互物理世界<sup>[1]</sup>。

【作者简介】余洪(1987-),男,中国上海人,本科,工程师,从事LED屏幕播控、虚拟制片研究。

### 3 深度跟踪摄像机在虚拟制片中的应用优势

#### 3.1 实时合成和预览与精确的摄像机跟踪

深度跟踪摄像机可以提供精确的场景深度信息，使得在拍摄过程中就能实时合成虚拟元素（如 CGI 角色、道具或背景）到实景中，让导演和制作团队能够即时预览最终效果。深度信息有助于更精确地跟踪摄像机的运动，这对于虚拟制片中的摄像机匹配至关重要，准确的摄像机跟踪可以确保虚拟元素与实景完美融合，提高视觉效果的真实感。

#### 3.2 环境捕捉和重建与动态遮挡和反射

深度相机可以捕捉整个拍摄环境的 3D 模型，这对于创建虚拟场景或对实景进行数字重建非常有用。这使得在后期制作中可以对场景进行修改或增强，而不受实际拍摄环境的限制。深度信息可以帮助计算机图形系统处理动态遮挡和反射，确保虚拟元素与实景中的物体正确交互，如虚拟角色在实景物体后面移动时，应该被正确遮挡。

#### 3.3 减少绿幕使用与提高制作灵活性

通过深度跟踪摄像机，可以在不需要绿幕的情况下进行拍摄，因为深度信息可以帮助区分实景和虚拟元素。这减少了后期制作中对绿幕抠像的需求，简化了制作流程。虚拟制片允许在拍摄现场进行场景的实时调整，深度跟踪摄像机的使用进一步提高了这种灵活性，制作团队可以根据实时反馈调整虚拟元素的位置、大小和外观，甚至改变整个场景的布局。

#### 3.4 降低制作成本与提高创意自由度

通过减少对昂贵的实景搭建和后期制作的需求，深度跟踪摄像机可以帮助降低电影和电视制作的总体成本。深度跟踪摄像机和虚拟制片技术为创作者提供了前所未有的创意自由度，他们可以在现实世界中无法实现的环境中进行拍摄，创造出独特的视觉体验。

### 4 深度跟踪摄像机在虚拟制片中的应用场景

#### 4.1 合成实时视觉特效

深度跟踪摄像机在虚拟制片实时视觉特效合成中扮演着至关重要的角色，这一技术通常涉及使用高精度的传感器来捕捉真实场景中的深度信息，所有的信息能够用于在实时合成过程中精确地定位和跟踪虚拟元素。首先，深度跟踪摄像机能够提供精确的摄像机运动数据，这对于将虚拟元素无缝地融入真实场景至关重要，通过捕捉摄像机的位置、方向和视角，可以确保虚拟对象在三维空间中的位置和运动与真实世界完全一致。其次，在实时视觉特效合成中，深度信息可以帮助系统识别真实物体和虚拟物体之间的遮挡关系，如当一个真实演员走过一个虚拟物体时，系统可以利用深度数据来确保虚拟物体正确地被演员遮挡。再次，深度跟踪摄像机还可以帮助模拟真实世界中的光照和阴影效果，通过分析场景中的光照条件和物体的深度信息，可以实时生成与真实场景相匹配的虚拟光照和阴影。最后，在拍摄过程中，深度

跟踪摄像机提供的数据可以用于实时校正和调整虚拟元素的位置、大小和外观，确保它们与真实场景完美融合。深度跟踪摄像机在虚拟制片实时视觉特效合成中的应用极大地提高了制作的灵活性和效率，同时也提高了最终作品的视觉质量和真实感。

#### 4.2 替换虚拟场景

深度跟踪摄像机在虚拟制片中的虚拟场景替换应用是一个高度技术化的过程，它涉及到将真实世界的场景替换为完全由计算机生成的虚拟环境，这一技术在电影、电视和广告制作中越来越常见，尤其是在需要复杂视觉效果或无法在现实世界中实现的场景时。首先，通过深度跟踪摄像机捕捉的深度信息可以生成深度图，这对于在合成过程中正确地处理前景和背景元素的遮挡关系非常重要，深度图可以帮助计算机图形软件理解场景中物体的三维结构，从而更准确地进行场景替换。其次，在拍摄过程中，深度跟踪摄像机可以与虚拟现实（VR）或增强现实（AR）技术结合，为导演和摄影师提供实时预览，让他们在拍摄时就看到虚拟场景与实拍画面的合成效果。此外，深度跟踪摄像机捕捉的数据可以帮助艺术家们在虚拟环境中重建实拍场景的光照、阴影和反射等环境特征，使得虚拟场景看起来更加真实，与实拍画面无缝融合。最后，在虚拟场景替换中，深度跟踪摄像机还可以用于跟踪和集成动态元素，如烟雾、水流或粒子效果，这些元素可以根据实拍场景中的深度信息进行精确的定位和动画<sup>[2,3]</sup>。

#### 4.3 增强场景的真实感

首先，深度跟踪摄像机可以捕捉现实场景的深度信息，使得虚拟对象能够根据现实世界的三维结构进行精确的定位和叠加，这意味着虚拟物体可以正确地出现在现实物体的后面或前面，从而创造出逼真的增强现实体验。其次，在 AR 应用中，深度跟踪摄像机能够实时跟踪摄像机的位置和运动，这对于确保虚拟内容与实拍画面保持一致至关重要。通过精确的摄像机跟踪，虚拟元素可以在不同的视角和距离下保持正确的透视和比例。此外，深度跟踪摄像机可以帮助系统理解现实环境的结构，包括墙壁、家具、地面等，这使得虚拟内容可以根据环境的变化进行动态调整，例如，虚拟物体可以沿着现实世界的表面移动，或者在遇到现实物体时进行适当的避让。最后，在虚拟制片过程中，深度跟踪摄像机可以与 AR 头显或移动设备结合，为导演和制作团队提供实时预览，帮助他们直观地看到虚拟内容与实拍画面的合成效果，从而进行现场指导和调整。深度跟踪摄像机在虚拟制片增强现实中的应用不仅提高了制作的灵活性和效率，还为用户提供了更加沉浸和互动的体验。

#### 4.4 远程制作与协作

首先，深度跟踪摄像机捕捉的摄像机运动数据和深度信息可以通过网络实时传输给远程团队成员，这使得分布在不同地理位置的艺术家和工程师能够访问相同的数据集，从

而进行同步的创作和调整。在远程制作环境中，深度跟踪摄像机可以与虚拟摄像机系统结合，允许远程操作员控制摄像机的运动，而现场的深度跟踪摄像机则负责捕捉这些运动数据，确保虚拟元素与实拍画面的一致性。其次，深度跟踪摄像机捕捉的数据可以用于在远程位置实时预览虚拟场景与实拍画面的合成效果，这使得远程团队成员能够在不亲临现场的情况下，提供反馈和建议，进行有效的协作。此外，深度跟踪摄像机捕捉的数据可以存储并在不同时间点供不同团队使用，这有助于实现跨时区的协作，比如一个团队可以在一天结束时上传数据，而另一个时区的团队可以在第二天开始时继续工作。最后，通过使用深度跟踪摄像机，远程团队可以减少对现场访问的需求，从而节省旅行时间和成本。深度跟踪摄像机在虚拟制片远程制作与协作中的应用不仅提高了制作的灵活性和效率，还为全球团队提供了更多的协作可能性。

#### 4.5 后期制作与优化

深度跟踪摄像机在虚拟制片的后期制作与优化中扮演着至关重要的角色，这一技术通过提供精确的深度信息和摄像机运动数据，极大地简化了后期制作流程，并提高了最终视觉效果的质量。首先，深度跟踪摄像机能够捕捉摄像机的精确运动轨迹，这对于在后期制作中将虚拟元素与实拍画面对齐至关重要，通过使用这些数据，后期制作团队可以确保虚拟场景的视角、透视和运动与实拍画面完美匹配。其次，深度跟踪摄像机提供的数据可以在后期制作中用于调整和优化虚拟场景，确保其在各种视图和角度下都与实拍画面保持一致。此外，虽然绿幕技术在虚拟制片中仍然广泛使用，但深度跟踪摄像机可以减少对绿幕的依赖，因为它可以直接在实拍环境中进行虚拟元素的合成和优化。最后，通过在拍摄阶段就使用深度跟踪摄像机，可以大大简化后期制作的工作量。实时捕捉的数据可以减少后期调整和合成的时间，提高制作效率。深度跟踪摄像机在虚拟制片后期制作与优化中的应用不仅提高了制作的效率和质量，还为创作者提供了更多的创意空间，使其能够实现以前难以想象的视觉效果。

## 5 深度跟踪摄像机在虚拟制片中的应用趋势

深度跟踪摄像机在虚拟制片中的应用正呈现出一些明显的趋势，具体如下：更高的精度和分辨率，随着传感器技术和处理能力的提升，深度跟踪摄像机将提供更高的精度和分辨率，使得虚拟元素与实景的融合更加无缝，提高视觉效果的真实感；实时性能的增强，实时合成和预览的需求推动了深度跟踪摄像机技术的快速发展，未来的设备将能够在更短的时间内处理更多的数据，实现更快的渲染速度和更流畅的实时体验；集成化和便携化，为了提高制作的灵活性和便携性，深度跟踪摄像机将趋向于更紧凑的设计和更易于集成的系统，使得设备可以轻松地在各种拍摄环境中；成本效益的提升，随着技术的成熟和规模化生产，深度跟踪摄像机的成本将逐渐降低，使得更多的制作团队能够负担得起这些设备，从而推动虚拟制片的普及；多模态融合，未来的深度跟踪摄像机可能会融合多种技术，如结构光、ToF、立体视觉等，以适应不同的拍摄条件和需求，提供更全面的解决方案；人工智能和机器学习的应用，AI和机器学习技术将被更多地应用于深度跟踪摄像机中，以提高数据处理的智能化水平，如自动识别场景中的物体、优化深度图的质量等。

## 6 结语

综上所述，深度跟踪摄像机在虚拟制片中的应用极大地扩展了电影和电视制作的创意和技术可能性，使得制作过程更加高效、灵活和成本效益高。未来，深度跟踪摄像机在虚拟制片中的应用将朝着更高的精度和分辨率、实时性能的增强、集成化和便携化、多模态融合的方向发展，对于提升虚拟制片质量和水平有着极其重要的意义。

### 参考文献

- [1] 孙煜瑶,张云飞.程序技术对虚拟制片信息化流程的影响[J].中国新通信,2024,26(7):22-24.
- [2] 广西裕程传媒科技有限公司.一种XR虚拟制片摄像机同步轨道系统:CN202320577423.4[P].2023-09-01.
- [3] 浙江博采传媒有限公司.用于虚拟制片的主动式跟焦器:CN202121390367.0[P].2021-11-23.