

# NeRF와 3DGS 기술을 적용한 콘텐츠 활용 사례 연구

## Study on Trends in NeRF and 3DGS Technologies and Content Application Cases

주 저 자 : 조수진 (Cho, Sou Jin)

홍익대학교 산학협력단 연구교수  
mintgray00@hongik.ac.kr

공 동 저 자 : 김단비 (Kim, Dan Bi)

홍익대학교 일반대학원 영상·인터랙션전공 박사과정

<https://doi.org/10.46248/kidrs.2024.4.165>

접수일 2024. 11. 20. / 심사완료일 2024. 12. 05. / 게재확정일 2024. 12. 09. / 게재일 2024. 12. 30.

본 연구는 문화체육관광부 및 한국콘텐츠진흥원의 2024년도 문화체육관광 연구개발사업으로 수행되었음

(과제명 : Near Real 4D Nerf 기반의 VFX시스템 'WITH' 개발 인력 양성,

과제번호 : RS-2024-00349479, 기여율: 00%)

## Abstract

NeRF and 3DGS technologies have recently gained significant attention due to their ability to learn from 2D images and videos to reconstruct 3D information and render it into real-time video. An analysis of technology applications and content utilization cases revealed a continuous expansion of practical methods for content creation. These include the emergence of web-based and mobile-based platforms as well as updates to existing software such as 2D and 3D Graphic production programs that enable users to create content more effectively. Additionally, case studies in fields such as search engines, asset creation, product promotion, music videos, films, virtual studios, and virtual exhibitions demonstrate the potential of these technologies. Their accessibility through standard cameras and smartphones, combined with the ability for 2D professionals rather than 3D experts to create content, and the ease of importing detailed information from real-world spaces and objects into virtual environments, indicate promising opportunities for future content creation.

## Keyword

NeRF(Neural Radiance Field), 3DGS(3D Gaussian Splatting), Contents Trend(콘텐츠 동향)

---

## 요약

NeRF와 3DGS 기술은 2D 이미지와 영상을 학습하여 3D 정보로 재구성하고 영상으로 실시간 렌더할 수 있다는 점 때문에 최근 주목받는 기술 중 하나이다. 기술 적용과 콘텐츠 활용 사례들을 바탕으로 분석한 결과, 사용자들이 실제로 콘텐츠를 제작할 수 있도록 지원하는 웹 기반, 모바일 기반 플랫폼과 2D와 3D 제작프로그램과 같은 기존 소프트웨어의 업데이트들이 계속 등장하며 실제 콘텐츠 제작에 활용 가능한 방법들이 계속 확장되고 있음을 확인하였다. 또한 검색 엔진과 어셋 제작, 제품 홍보, 뮤직비디오와 영화, 가상 스튜디오와 가상 전시 등의 분야에서 실제 기술을 사용해 콘텐츠를 제작한 사례들을 분석한 결과, 일반 카메라와 스마트폰으로도 접근이 쉽고, 3D 전문가가 아닌 2D 전문가들도 제작 가능하며, 현실 공간과 객체의 디테일한 정보까지 쉽게 가상공간에 가져올 수 있는 점에서 앞으로의 콘텐츠 제작에 많은 활용이 기대된다.

---

## 목차

### 1. 서론

### 2. 이론적 배경

2-1. NeRF와 3DGS의 기본 개념

2-2. 연구 동향

### 3. NeRF와 3DGS 기술 적용 트렌드

3-1. 제작기술 및 플랫폼 동향

3-2. 활용 소프트웨어 동향

### 4. NeRF와 3DGS 활용 콘텐츠 사례

4-1. 검색 엔진, 어셋 제작과 제품 홍보

4-2. 뮤직비디오와 영화 분야에서의 활용 사례

4-3. 가상 스튜디오와 가상전시 활용 사례

### 5. 결론

### 참고문헌

# 1. 서론

## 1-1. 연구의 배경 및 목적

최근 인공지능 관련 기술의 빠른 발전으로 생성형 AI와 함께 주목받고 있는 분야는 3D 모델 생성과 재현에서 새로운 분야를 개척한 NeRF와 3DGS 기술이라고 볼 수 있다. 2020년 인공지능경망을 사용하여 2D 이미지를 학습해 3D 좌표와 색 정보 등을 추출하고 이를 바탕으로 메시 모델이 없이도 영상으로 3D 모델의 이미지를 생성하는 NeRF 기술이 등장하였고, 2023년 3D 가우시안(Gaussian)을 사용해 NeRF보다 렌더링 속도를 단축시키면서도 고화질의 이미지 렌더를 가능하게 한 3DGS 기술이 등장하면서 전문가가 아닌 사람들도 현실의 오브젝트와 환경들을 빠르게 3D 영상으로 제작할 수 있게 되었다.

타임지는 2022년 최고의 발명품 중 하나로 엔비디아(NVIDIA)의 인스턴트 너프(Instant NeRF) 기술을 선정했으며, 이 기사에서 엔비디아의 리서치 디렉터 알렉산더 켈러(Alexander Keller)는 NeRF가 "디지털 카메라가 현대 사진 촬영에 가져온 혁신만큼이나 3D 그래픽스에 있어 궁극적으로 중요한 역할을 할 잠재력을 가지고 있다"라고 하였다.<sup>1)</sup>

이 기술들의 등장은 3D 작업에 익숙하지 않은 기존의 2D 기반 사진과 영상 작가들은 물론, 디테일한 현실의 객체들을 빠르게 3D 객체로 옮겨야 하는 3D 작업자들 모두에게 매력적인 기술임이 틀림없다. 아직은 기술 자체를 보여주기 위한 연구적인 시연과 특정 사례들 위주로 등장하고 있지만, 이 기술들을 실제 콘텐츠 제작 및 활용에 바로 사용할 수 있는 안정적인 플랫폼과 관련 소프트웨어의 업데이트, 기술을 사용한 콘텐츠 제작 사례들이 빠른 속도로 발표되고 있다. 이러한 현재의 동향을 탐색하고, 여러 분야를 걸쳐 소개되고 있는 다양한 콘텐츠 사례들을 살펴봄으로써 앞으로 영상 제작, 디자인, 게임, 문화산업, 디지털 트윈 등 다양한 분야에서 어떻게 활용할 수 있는지 그 가능성을 모색하고자 하는 것이 이 논문의 목적이다.

## 1-2. 연구의 범위 및 방법

본 연구는 NeRF와 3DGS 기술의 적용 분야와 제작 플랫폼 등 기술 활용의 전반적 흐름을 살펴보고, 실제

기술을 적용한 다양한 콘텐츠 사례들을 통해 전체적인 동향과 앞으로의 활용 방안을 고찰한다.

먼저 NeRF와 3DGS의 기본 개념과 국내의 연구 동향 등 선행 연구를 탐색한 뒤, 현재 가우시안 스피클릿과 NeRF 데이터를 제작 및 가공할 수 있는 오픈소스 및 유료 플랫폼과 기존 2D와 3D 제작 소프트웨어의 기술 지원 업데이트 현황을 살펴봄과 기술의 활용도와 실제 콘텐츠 제작 파이프라인에 적용할 수 있는 가능성을 모색한다.

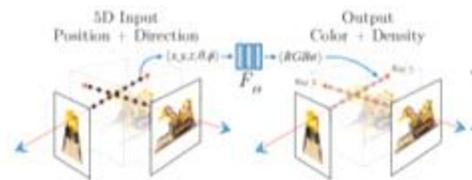
마지막으로 실제로 상용화된 검색 엔진과 지도 서비스, 숏폼 서비스와 영화, 뮤직비디오, 가상 스튜디오와 가상전시 등 여러 분야에서 실제로 NeRF와 3DGS가 활용된 사례 연구를 통해서 제작 과정의 프로세스와 그 장점 등을 분석한다.

이러한 과정을 통해 향후 실제 콘텐츠 제작 프로세스에 기술을 적용한 결과물을 제작하는 후속연구로 확장할 수 있을 것이다.

# 2. 이론적 배경

## 2-1. NeRF와 3DGS의 기본 개념

### 2-1-1. NeRF의 기본 개념



[그림 1] NeRF의 구현 방식<sup>2)</sup>

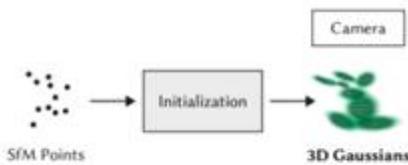
NeRF(Neural Radiance Field)는 2차원 이미지에서 장면의 3차원 표현을 재구성하기 위한 딥 러닝 기반 방법이다. 2020년 구글 리서치팀인 벤 밀덴홀(Ben Mildenhall)이 버클리대 연구팀과 함께 처음 발표한 이 연구에서 NeRF 알고리즘은 심층 신경망(DNN)을 사용해 이미지들에서 그림1처럼 카메라의 위치와 방향, 공간 좌표, 볼륨 밀도와 카메라의 시점에 따른 방사광을 추출한다. 이를 바탕으로 새로운 카메라 시점의 위치에 따라 보여지는 대상의 5차원 좌표를 새로 합성하고, 볼륨 렌더링 기술을 사용하여 RGB 알파(Alpha) 위치 값과 볼륨 밀도를 이미지로 생성한다.<sup>2)</sup>

1) Lindzon, J., 'Automated 3D rendering NVIDIA instant NeRF', TIME Magazine, 2022. 11.10, <https://time.com/collection/best-inventions-2022/6225489/nvidia-instant-nerf/>

NeRF를 생성하기 위해서 먼저 첫 번째 단계로 다양한 각도에서 촬영한 2D 이미지들을 수집하고 각 이미지의 카메라 위치를 확보하여 데이터 세트를 생성한다. NeRF의 최대 장점은 특별한 카메라나 장비가 필요 없이 일반 카메라나 휴대폰으로 촬영한 이미지들도 가능하다는 것이다. 휴대폰이나 DSLR, 드론 등 일반 카메라라도 2차원 이미지에서 3차원 구조를 추정하는 사기술인 SfM(Structure from Motion) 적용이 가능하다면 모두 데이터 세트를 만들 수 있다. 영상이나 사진 이미지들로 생성한 데이터 세트에서 위치 지도 슬램(SLAM)이나 GPS 등 여러 방식을 조합하여 카메라의 위치와 방향으로 레이(Ray)를 추적한다. 다층 퍼셉트론 신경망(MLP)을 사용하여 학습한 결과로 3차원 점의 위치의 연속된 값을 도출해서 볼륨 밀도와 방사광을 예측하고, 볼륨 렌더링을 통해 이미지를 생성한다.

NeRF는 사진 이미지를 통해 학습한 3D 정보를 바탕으로 직접 2D 이미지로 렌더하기 때문에 실제적인 3D 모델을 생성하지 않는다. 개발 초기의 NeRF는 이미지를 학습시키는 데 걸리는 시간이 하루 가까이 걸렸지만, 후속연구들이 빠르게 등장하면서 30분에서 1시간 가까이 계산시간이 단축된다.

### 2-1-2. 3DGS의 기본 개념



[그림 2] 가우시안의 개념<sup>3)</sup>

3DGS(3D Gaussian Splatting)는 3D 볼륨 데이터를 mesh로 변환하지 않고 가우시안으로 직접 렌더링하는 볼륨 렌더링 기술이다. NeRF의 계산시간이 단축되었음에도 일정량의 계산시간이 요구되기 때문에 실시간 렌더는 불가능했지만 2023년 벤하드 커블(Bernhard Kerbl)<sup>3)</sup> 외가 발표한 연구에서 3D 가우시

안을 사용해서 고품질의 이미지로 HD 해상도에서 실시간 렌더가 가능해지면서 주목받게 되었다.

3DGS의 핵심은 카메라 캘리브레이션 과정에서 생성된 최소한 점들을 활용하여, 그림2처럼 장면을 3D 가우시안(3D Gaussians) 덩어리들로 표현하는 것이다. NeRF와 유사한 방식을 사용하여 카메라에 촬영된 이미지나 영상을 기반으로 밀도가 낮은 SfM 포인트를 추출하되 3D 포인트 위치에 색, 투명도, 크기 정보를 포함한 타원형의 가우시안들로 채워 이미지를 표현한다. 이는 장면 최적화를 위해 연속적인 볼륨 라디언스 필드의 유용한 특성을 유지하면서도 빈 공간에서 불필요한 연산을 방지한다. 그리고 3D 가우시안의 밀도 제어와 최적화를 교차적으로 수행하며, 가우시안의 비등방성 공분산(anisotropic covariance)을 최적화하며 조밀한 3D 가우시안 세트를 만들어 장면을 정확히 표현한다. 이러한 비등방성 스플래팅을 지원하는 빠른 렌더링 알고리즘을 사용하여 훈련속도를 높이고 실시간 렌더링을 가능하게 한다.

이 방식 역시 3D 메시를 생성하지 않고도 볼륨 데이터를 바로 고화질의 영상으로 실시간 렌더가 가능하기 때문에, 생성형 AI부터 자율주행, 4D 콘텐츠 등 다양한 분야에서 3DGS를 활용한 연구들이 진행되고 있다.

### 2-2. 국내 연구 동향

NeRF와 3DGS 관련한 국내의 연구들은 아직은 기술의 개선을 주제로 한 기술논문들이 주를 이루지만, 기술 자체의 장점과 다양한 활용성에 주목하여 이를 콘텐츠에 활용하기 위한 연구들 역시 등장하고 있다.

강준구 외(2023)는 3D 배경을 제작하기 위해 NeRF 영상을 촬영할 시에 최적의 카메라 각도와 영상 촬영 방법을 제시하였다.

송재원 외(2023)는 3D 보디 프로필을 제작하기 위해 포토그래메트리 기술을 사용해 모델을 3D 스캔하고 모션캡처 장비로 동작을 캡처해 제작한 보디 프로필 포즈를 적용시키는 연구에서 120대의 카메라를 사용한 전문 스캔 스튜디오에서 촬영하고 전문인력이 스캔 데이터를 후가공해야 이후 작업공정에 활용할 수 있는 만큼 NeRF와 같은 기술을 적용해 일반 사용자들이 접근할 수 있는 후속연구를 제안하였다.

2) Mildenhall, B. et al (2020). 'NeRF: Representing Scenes as Neural Radiance Fields for View Synthesis.', 16th European Conference on Computer Vision(ECCV 2020), p. 405-421  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-58452-8\\_24](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58452-8_24)

3) Bernhard Kerbl et al., '3D Gaussian Splatting for

Real-Time Radiance Field Rendering', ACM Transactions on Graphics, 2023. 7, volume 42(4)  
<https://doi.org/10.48550/arXiv.2308.04079>

박문식 외(2022)는 3D 애셋 렌더링과 NeRF 기술을 융합하여 XR에서 즉각적으로 생성한 환경을 표현하는 방식을 제안하였고, 유승현과 이재열(2023)은 확장 현실 환경에서 NeRF를 활용한 원격 협업공간을 생성하고 실시간으로 공유하는 방법을 제안하였다.

이병호 외(2023)는 NeRF로 물체를 스캔해 제작한 다시점 영상을 이용하여 디지털 홀로그램 프린팅 결과물을 제작하였다.

박찬우 외(2024)는 생성형 AI인 'TripoSR'과 인스턴트 너프를 사용하여 국립중앙박물관 사이트에 공개된 유물 이미지들로 3D로 구현하고 문화유산을 디지털 복제하는 방법을 제안하였다.

2023년 오동일은 'NeRF 기반의 3D 캐릭터 애니메이션-너페니메이션(Nerfanimation)'의 개념을 제안하였으며 이순주와 김지윤(2024)은 2020년 NeRF 연구가 공개된 이후 2024년 8월 현재 NeRF와 3DGS 관련 해외 학술 논문은 NeRF 2841편, 3DGS 424편에 달하며, NeRF의 사실적인 몰입형 뷰는 부동산, 비디오 게임과 VFX, 교육, 스포츠와 라이브 이벤트, 전자상거래, 증강현실, 가상현실, 로봇공학, 메타버스 등 다양한 분야에서 소비자 경험을 개선해 갈 것이라 보았다. 또한 3D 애니메이션의 제작 패러다임에 혁명적인 변화를 불러올 것으로 전망하였다.

황재인(2021)과 윤주홍 외(2022), 김유왕 오태현(2024)은 4D 아바타나 디지털 휴먼을 제작하기 위한 기술로 NeRF를 소개하였으며 포토그래메트리와 포인트 클라우드 등의 기술을 사용한 3D 스캔 분야 역시 3DGS가 빠르게 도입될 것으로 예상하였다.

이처럼 NeRF와 3DGS 기술이 주목받음에 따라 국내에서도 디지털 휴먼 아바타 제작, XR, 디지털 홀로그램 프린팅, 문화예술 유산의 3D 자산화, 애니메이션 등의 콘텐츠 분야에 직접 적용시키고자 기술을 제안하는 연구들이 등장하고 있으며, 기술과 기반 환경이 빠르게 발전하고 있는 현재의 속도를 비추어 실제 여러 분야의 콘텐츠에서 본격적으로 NeRF와 3DGS 기술을 실제 제작 파이프라인에 적용한 실증적인 연구들과 상업적인 사례들이 계속 등장할 것으로 전망된다.

### 3. NeRF와 3DGS 기술 적용 트렌드

#### 3-1. 제작기술 및 플랫폼 동향 분석

엔비디아는 2022년 인스턴트 너프를 발표한 후

NeRF 렌더 속도와 품질을 향상시키는 연구를 계속해 왔다. 2023년 엔비디아는 2D 영상 속에서 3D 텍스처를 구성하는 새로운 AI 모델인 뉴럴안젤로(Neuralangelo)를 발표했다. 뉴럴안젤로는 미켈란젤로가 대리석 블록으로 실제처럼 느껴지는 작품을 조각한 것처럼, 2D 비디오 클립 속에서 복잡한 디테일과 텍스처를 가진 3D 구조를 생성한다. 이렇게 생성된 건물이나 조각품 등의 3D 객체는 디자인 애플리케이션으로 가져올 수 있으며, 예술, 게임 개발, 로보틱스 및 산업용 디지털 트윈에 사용할 수 있게 추가 편집이 가능하다. 기존의 NeRF 기술은 반복적인 텍스처 패턴, 균일한 색상 및 강한 색상 변화를 정확하게 캡처하는 데 어려움을 겪었다. 엔비디아가 공개한 영상<sup>4)</sup>에서는 지붕 널, 유리창, 매끄러운 대리석, 건물 내/외부, 엔비디아 베이 에어리어(Bay Area) 캠퍼스에 있는 공원, 미켈란젤로의 다비드처럼 상징적인 물체부터 플래티드 트럭처럼 흔한 물체까지 다양한 텍스처를 2D 비디오에서 3D 애셋으로 변환시키는 장면이 그려진다. 엔비디아 측은 스마트폰으로 캡처한 영상을 사용해 프로젝트에 사용할 수 있는 가상 객체를 더 수월하게 3D로 재구성할 수 있다고 설명했다.<sup>5)</sup> 인스턴트 너프 기술로 time 선정 2022년 최고의 발명에 선정되었던 엔비디아는 뉴럴안젤로 기술로 이후 타임 선정, 2023년 최고의 발명에 재차 선정되기도 하였다.<sup>6)</sup>

인스턴트 너프는 개발자의 경우 소스 코드 베이스를 다운로드하여 컴파일하거나, 기술 지식이 없는 사용자는 깃헙(GitHub)에서 제공되는 소프트웨어인 'Instant-NGP'용 윈도우 설치 프로그램을 다운로드하여 사용할 수 있으며 윈도우의 GPU를 사용하여 훈련한다.

현재 일반인들에게 공개되어 NeRF와 3DGS를 제작할 수 있는 플랫폼은 표1과 같다.

대표적인 플랫폼인 루마 AI(Luma AI)<sup>7)</sup>는 NeRF와

4) NVIDIA Developer, 'Digital Renaissance: Neuralangelo by NVIDIA Research Reconstructs 3D Scenes from 2D Video Clips' 2023.06.01. (2024.11.18.)  
<https://youtu.be/PQMNCXR-WF8>

5) 류종화, '엔비디아, 영상 보고 3D 텍스처 만드는 AI '뉴럴안젤로' 발표', 게임메카, 2023.06.05., (2024.11.18.)  
[/www.gamemeca.com/view.php?gid=1737476](http://www.gamemeca.com/view.php?gid=1737476)

6) Lindzon, J., '3D Modeling, Made Easy NVIDIA Neuralangelo', Time, 2023.10.24, [www.time.com/collection/best-inventions-2023/6324133/neuralangelo/](http://www.time.com/collection/best-inventions-2023/6324133/neuralangelo/)

3DGS 기술이 연말에 발표됨에 따라 NeRF와 3DGS 기술을 분리하지 않고 ‘인터랙티브 씬(Interactive Scene)’ 캡처의 형태로 서비스를 제공하고 있으며, 폴리캠<sup>8)</sup>은 라이다 스캔과 포토그래메트리 등 기존의 3D 스캔 플랫폼에서 출발하여 최근 3DGS 서비스를 추가하여 함께 제공하고 있다. 너프스튜디오(Nerfstudio)<sup>9)</sup>는 UC 버클리에서 개발한 오픈소스 프로젝트로 폴리캠과 같은 다른 플랫폼이 이 모델을 사용하였고, 포스트샷(Postshot)<sup>10)</sup>은 윈도우 PC에만 설치 가능하지만 최근 애프터이펙트용 플러그인 베타를 공개하였다. 볼링가(Volinga)<sup>11)</sup>는 클라우드에 업로드 후 렌더된 결과물을 다운받는 방식이며 향후 데이터 생성 및 편집 가능한 툴을 공개 예정이라 소개하고 있다.

**[표 1] NeRF와 3DGS 제작 플랫폼 비교**

플랫폼명	설치 방법	지원 플랫폼	확장 가능성
Luma AI	클라우드 업로드 후 렌더	웹사이트, IOS, Android	엔리얼 플러그인
polycam	클라우드 업로드 후 렌더	웹사이트, IOS, Android	SuperSuplat 지원 기존 3D스캔 지원
Volinga	클라우드 웹앱과 로컬 PC용 애플리케이션	웹사이트, Window	엔리얼 플러그인 편집툴 지원 예정
Nerfstudio	로컬 PC에 설치, GPU 렌더	Window, 리눅스	오픈소스, 다양한 플러그인
postshot	로컬 PC에 설치, GPU 렌더	Window	애프터이펙트
voluma	로컬 PC에 설치, GPU 렌더	Windows, Mac	180° 비디오, 홀로그램 비디오

이러한 서비스들을 사용하기 위해서, 다양한 각도에서 촬영한 사진이나 영상을 업로드하면 클라우드나 PC의 GPU를 사용하여 훈련한 후 생성된 NeRF를 해당 플랫폼에서 직접 확인할 수 있으며, 포인트 클라우드

7) <https://lumalabs.ai/interactive-scenes>

8) <https://poly.cam/>

9) <https://docs.nerf.studio/>

10) <https://www.jawset.com/>

11) <https://volinga.ai/>

파일인 GPU나 메시(Mesh) 파일로 변환하여 다운받을 수 있다.

루마 AI와 볼링가는 엔리얼 플러그인을 제공하며, 다운받은 파일을 플러그인을 통해서 엔리얼 엔진에서 3DGS 볼륨파일로 가져올 수 있다.

애플과 맥 OS는 공식 지원하지 않지만 너프스튜디오 등의 플랫폼을 통해 사용할 수 있다.

라이프캐스트(Lifecast.ai)는 2024년 5월 윈도우와 맥에서 설치 가능한 볼류라마(Voluma) 플랫폼을 발표하였는데,<sup>12)</sup> 클라우드가 아닌 로컬 PC에서 GPU를 사용해 렌더링하며, 생성한 3D 데이터는 입체형 180° 비디오와 사진, 공간 비디오, 무안경 홀로그램인 루킹글래스 포트레이트(Looking Glass Portrait)용 비디오로 렌더 가능하다. 맥 PC에서 트레이닝할 경우 아직까지는 엔비디아 GPU보다 훈련속도가 떨어지지만, 맥의 공식적 기술지원이 이루어진다면 최적화가 이루어질 것이다.

현재의 제작기술 및 플랫폼의 서비스 방식을 보자면, 대부분 너프스튜디오와 루마, 볼링가처럼 NeRF 기술에서 시작한 플랫폼들도 3DGS를 확장하여 함께 포함하여 서비스들을 제공하고 있다. 접근성을 기준으로 살펴볼 때 루마 AI와 폴리캠은 모바일 앱을 통해 사진과 영상 업로드가 바로 가능하다. 너프스튜디오는 오픈소스 프로젝트이기에 제일 최신의 기술이 적용된 플러그인들을 바로 적용할 수 있지만, 일반 사용자들에게는 접근성이 낮은 한계가 있다. 볼링가는 웹사이트와 전용 PC 프로그램으로 접근 가능하며 포스트샷과 볼류라마는 데스크탑용 설치 프로그램에서만 접근 가능하다.

데이터 트레이닝은 크게 PC의 CPU를 사용한 로컬 트레이닝이나 클라우드에 업로드 후 클라우드를 통한 트레이닝 방식으로 나뉘어 서비스되고 있다. 현재는 두 방식 모두 데이터 생성에 대략 2~30분의 훈련 시간이 소요되고 있지만, 기술의 발전에 따라 앞으로 소요 시간은 더욱 줄어들 것으로 예상된다. 로컬 방식의 경우 대부분은 윈도우 위주로 맥은 아직까지 서비스하는 플랫폼들이 거의 없지만, 맥 역시 비전 프로를 포함한 XR 서비스를 확장하기 위해 향후 공식적인 플랫폼이나 기술지원이 이루어질 수 있다.

또한 생성형 AI 기술의 진화 흐름에 따라 NeRF와 3DGS로 생성한 영상이나 3D 데이터를 생성형 AI와 연계하여 스타일화하는 연구들이 등장하고 있는데, 실제로 루마 AI는 생성형 AI 서비스인 ‘드림머신’을 함께

12) [https://lifecast.ai/#min\\_example](https://lifecast.ai/#min_example)

제공하고 있으며, 루마 외에도 앞으로 이러한 두 기술을 융합하여 원하는 대로 3D 객체를 제작할 수 있는 서비스들의 등장을 전망할 수 있다.

### 3-2. 활용 소프트웨어 동향 분석

NeRF와 3DGS 기술로 생성한 데이터들을 활용하기 위해서는 이를 적용할 수 있는 플랫폼과 제작 소프트웨어의 지원이 중요하다.



[그림 3] Meta Hyperscape의 구동 모습

먼저 XR 플랫폼의 대표라 볼 수 있는 퀘스트에서 이러한 흐름을 살펴볼 수 있다. 메타는 2024년 9월 메타 커넥트2024를 통해 새로운 AR 글라스인 Orion과 Meta AI, 혼합현실 관련 기능들을 소개하였는데, 이 중에서 하이퍼스케이프(Hyperscape) 기능은 자신의 방과 같은 현실의 공간을 스캔하고 이를 메타버스에서 구현할 수 있도록 하는 기능이다. 메타는 데모공간을 NeRF 기술을 사용해 휴대폰 사진으로 스캔하고 클라우드로 렌더하였다고 밝혔다.<sup>13)</sup> 3DGS로 볼륨 렌더하여 VR 공간에서도 현실 세계에 있는 듯한 경험을 제공하도록 하는 것으로, 현재 미국 지역에서만 공개된 데모 앱에서는 퀘스트3를 사용해 이미 만들어진 데모 공간 체험이 가능하다. 사용자가 다니엘 아삼(Daniel

13) David Gewirtz, 'I tried Meta's Horizon Hyperscape demo: Welcome to the metaverse's first holodeck', Zdnet, 2024.09.30  
www.zdnet.com/article/i-tryed-metas-horizon-hyperscape-demo-welcome-to-the-metaverses-first-holodeck

Asham)을 포함한 아티스트들 5명의 작업실과 메타 본사의 회의실을 선택해서 실제 공간을 워프하며 둘러보고 컨트롤러로 아티스트들의 작품 및 아이템들의 설명을 확인할 수 있어 사용자가 현실 공간과 비슷한 현장감을 느낄 수 있다. 지금은 사용자가 직접 스캔해 공간을 구현할 수 없지만, 곧 사용자가 직접 현실 공간을 스캔하는 기능을 추가하게 된다면 디지털 트윈 및 메타버스 환경이 빠른 속도로 확장될 것으로 예측된다.

중국의 VR 기기 업체인 피코(Pico) 역시 자신들의 XR 기기에서 구동 가능한 언리얼 엔진 5.3용 렌더링 디자인과 데모 애플리케이션을 오픈소스로 공유할 예정이라고 발표하였다.<sup>14)</sup>



[그림 4] 마야에서 V-ray를 사용해 3DGS 불러오기 및 렌더 시연한 모습

또한, 기존의 2D와 3D 제작프로그램에서 NeRF와 3DGS 기술지원이 점차 확대되고 있다.

3D 제작프로그램을 위한 대표적인 렌더러 중 하나인 브이레이(V-ray)를 보유하고 있는 카오스(Chaos)는 2024년 10월 오토데스크(Autodesk)의 3ds 맥스(3ds Max)의 브이레이 7.0 버전에서 3DGS 렌더 기능을 추가하였다.<sup>15)</sup> 브이레이의 지오메트리(geometry) 생성 기능을 사용하여 3DGS 파일을 불러올 수 있으며, 불러와진 3DGS 객체는 그림자 인식, 다른 오브젝트 및 환경에 반사, 굴절되어 렌더될 수 있다. 공식으로는 3DS 맥스 버전만을 공개했지만, 마야를 포함한 V-ray 전 제품군의 3DGS 렌더를 추가할 것이라 밝혔으며, 기술자인 블라디미르 코일라조브(Mladimir Koylazov)는 유튜브<sup>16)</sup>에 그림 4처럼 조셋(Jawset)의 포스트샷

14) www.developer-cn.picoxr.com/ja/news/en\_3dgs-pico4ultra

15) https://www.chaos.com/blog/chaos-releases-v-ray-7-for-3ds-max

16) Vladimir Koylazov 'Rendering Gaussian splats with

에서 다운받은 3DGS 파일을 사용해서 마야에서 메시 오브젝트들과 함께 편집하고 3DGS를 렌더하는 데모 시연 영상을 공개하였다. 현재 브이레이 사용자들은 브이레이 7 베타를 다운받을 수 있으며 설치 후 플러그인을 사용하면 사용자가 가우시안 스플랫 데이터를 3DGS 형태로 가져와서 스플랫(Splatt)을 뷰포트에서 포인트들로 표시할 수 있다. 실제 맥스에서 야외 배경을 촬영해 생성한 스플랫이 포함된 PLY 파일을 가져와 그림4에서처럼 메시 오브젝트들과 함께 렌더할 수 있음을 테스트하였으며, 주전자 메시 개체의 금속 표면에 3DGS 배경들이 굴절, 반사되어 그림자와 함께 표현됨을 볼 수 있다.



[그림 5] V-ray를 사용해 3ds MAX에서 3DGS 배경과 mesh 오브젝트를 함께 렌더한 이미지

마찬가지로 2D 영상 편집에 사용되는 대표적인 프로그램인 어도비(Adobe)의 애프터이펙트와 다빈치 리졸브에서도 3DGS 적용을 위한 도구들이 출시되고 있다. 플러그인 제작 회사인 일리얼릭스(irrealix)<sup>17)</sup>에서는 2024년 4월 애프터이펙트용 3DGS 적용과 렌더가 가능한 플러그인을 내놓았으며 9월 다빈치 리졸브를 위한 플러그인을 후속으로 출시하였다. 이 플러그인은 유료 플러그인으로 그림 6처럼 해당 플러그인을 통해 PLY 형식의 3DGS 파일을 직접 가져올 수 있고 바로 영상으로 렌더할 수 있다. 불러온 객체는 구형이나 박스 형태로 크롭하거나 램프(Ramp) 효과로 전체 색 입히기, 노이즈와 투명도로 나타나는 애니메이션 효과 적용 등이 가능하다.

V-Ray: another test', 2024.10.1  
<https://youtu.be/yprggnlbmwg>

17) <https://irrealix.com/plugin/gaussian-splattng>



[그림 6] After Effect에서의 irrealix 플러그인 시연 이미지

이 외에도 언리얼의 경우는 앞선 제작 플랫폼의 플러그인을 사용해서 데이터를 가져올 수 있으며, 유니티와 블렌더는 오픈소스 플러그인을 통해서 데이터 적용이 가능하다.

[표 2] NeRF와 3DGS 지원 소프트웨어 동향

플랫폼 명	분야	핵심 기능	강점 및 한계
Meta Hyperscape	XR	VR 환경에서의 현실 공간 구현	현실감 높은 체험 제공, 사용자가 직접 제작 불가
Chaos V-Ray 7.0	3D	3ds Max 및 Maya에서 3DGS 렌더	3D 제작 파이프라인 적용, 편집 기능 부재
Irrealix 플러그인	2D	Adobe After Effects, DaVinci Resolve에서 3DGS 재현	영상 제작 파이프라인 적용, 편집 기능 부재

살펴본 사례를 표2로 정리하였는데, NeRF와 3DGS 기술들이 기술적 연구에서뿐 아니라 2D, 3D, XR 등 다양한 플랫폼을 지원하고 실제 제작에 사용할 수 있는 소프트웨어 등에도 계속 업데이트됨에 따라, 향후 더 많은 소프트웨어에서 정식지원될 것으로 전망된다. 특히 NeRF와 3DGS 기술의 특성상 3D 정보를 가지고 있음에도 3D 데이터가 생성되지 않고 바로 2D 이미지로 구현되기 때문에 실제 2D 영상과 3D 제작에 활용하기 위해서는 복잡한 절차를 거쳐야 하였다. 3D 도구의 경우 그동안은 제작 플랫폼에서 메시와 포인트 클라우드 형식으로 제한적인 출력이 가능했지만, 이제는 NeRF와 3DGS 데이터의 강점을 그대로 살린 채로 3D 환경에 바로 적용할 수 있으며, 2D 영상에서는 플랫폼에서 생성한 영상을 그대로 쓰거나 카메라 워크를 가져와 다른 영상과 합성하는 방식을 써야 했다. 이제 영상에 직접 가져와 원하는 각도에 맞춰 제어할 수 있기 때문에 훨씬 빠르게 고퀄리티의 데이터를 활용할 수 있게 되었다. 이러한 소프트웨어의 호환성이 증가함에 따라 NeRF와 3DGS 기술이 산업 표준화된 기술로 자리 잡을 수도 있을 것이다. 또한, 다양한 콘텐츠 제

작자들이 본인들이 익숙한 프로그램을 사용하여 기존의 파이프라인에 NeRF와 3DGS 기술을 추가하여 여러 콘텐츠로 제작될 수 있음에 따라 콘텐츠 제작 파이프라인이 강화되는 효과도 나타날 것이다.

하지만 아직은 이러한 기술지원에 한계가 있는데, 현재는 NeRF와 3DGS의 RGB와 가우시안 데이터를 그대로 재현하는 것에 중점을 두고 있으며, 이 데이터를 실제 편집하는 기능은 아직 지원하지 않고 있다. 기존의 영상 및 3D 객체와 함께 적용하기 위해서는 데이터의 편집이 요구되는 만큼, 이러한 편집 기술지원이 추가로 이루어진다면 더욱 많은 분야에서 폭발적으로 활용이 늘어날 것을 전망해볼 수 있다.

## 4. NeRF와 3DGS 활용 콘텐츠 사례

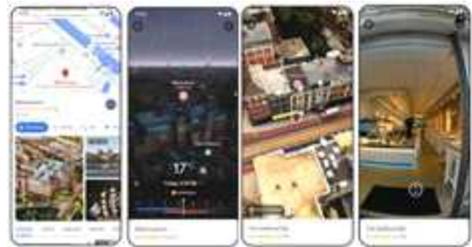
### 4-1. 검색 엔진, 아셋제작과 제품 홍보 사례 분석

최초의 NeRF 연구를 공개했던 당사자이기도 한 구글은 이제 실제 자신들의 검색 엔진에 NeRF와 3DGS를 적용한 서비스를 제공하고 있다. 구글은 2023년 4월 미국 사이트 한정으로 모바일 검색 시에 제품 검색 시에 NeRF로 생성된 360도 이미지를 볼 수 있게 하는 서비스를 개시하였다. 신발과 같은 제품의 정면, 측면 등 5~10개의 뷰 사진으로 NeRF를 생성하여 사용자가 원하는 대로 제품을 돌려가면서 확인할 수 있다.

2023년 2월에는 구글 지도에서 뉴욕, 로스앤젤레스, 런던, 도쿄 등의 도시에서 몰입형 뷰(immersive view)를 출시하였다. 몰입형 뷰는 그림7처럼 AI 및 NeRF 기술을 사용하여 스트리트뷰와 항공뷰 이미지를 융합하여 디지털 모델을 생성하고, 이를 통해서 사용자가 항공뷰부터 레스토랑의 내부 모습까지 다양한 시점을 넘나들면서 날씨와 교통정보와 같은 실시간 정보를 레이더화하여 볼 수 있게 하는 서비스이다.

구글은 실내 공간의 사실적인 장면을 만들기 위해 NeRF를 사용하였다. DSLR 카메라로 식당의 내부 공간을 여러 장 촬영하고 업로드하면 사진에서 실수로 찍힌 사람과 개인정보를 자동으로 스캔하여 흐리게 처리하고 NeRF를 사용해 재구성한 공간 내부를 비행하는 동선의 360° 비디오투 렌더한다. 사용자들은 스마트폰을 통해 브라우저에 내장된 비디오펠레이어로 자유롭게 주위를 둘러보고 앞으로 이동할 수 있다. 실제로 360° 카메라로 촬영하는 방법에 비해 이 방법은 장애물과

창문을 포함하여 공간 어디에서나 이동할 수 있고 카메라 렌즈를 원하는 대로 사용할 수 있으며, 라이브 녹화와 달리 원하는 속도로 이동하고 동선을 편집할 수도 있다. 촬영된 사진 속의 조명, 재료의 질감 및 배경에 있는 것을 포함하여 장소의 전체 컨텍스트를 정확하게 재현할 수 있고, 식당의 내부 공간들을 확인할 수 있다.<sup>18)</sup>



[그림 7] 구글지도의 몰입형 뷰 화면과 실내공간 탐색 화면

2023년 8월 시그라프 2023에서 셔터스톡(Shutterstock, Inc.)사는 루마 랩스(Luma Labs), AI, 리콘 랩스(RECON Labs), 볼링가 에이아이(Volinga AI)와 협업 계약을 체결할 계획이라고 발표했다. 셔터스톡은 루마와 리콘 랩스의 3D프레스(3Dpresso)를 통해 셔터스톡의 광대한 2D/3D 어셋 데이터베이스를 활용하여 NeRF 기술을 탐구할 계획이며, 각 회사의 3D 어셋을 셔터스톡의 터보스퀴드(Turbosquid) 플랫폼에 추가하여 상업적 라이선스를 지원할 예정인 계획이라고 밝혔다. 또한, 셔터스톡과 볼링가는 볼링가 사용자를 위한 고품질 콘텐츠의 NVOL 라이브러리 제작과 온디맨드 NVOL 환경을 제작하는 최초의 크리에이터 네트워크 구축도 모색할 예정이다. 셔터스톡의 부사장인 데이드 오거론(Dade Orgeron)은 "NeRF 기술은 빠르고

18) Chris Phillips, "New ways Maps is getting more immersive and sustainable", 2023.2.8  
<https://blog.google/products/maps/sustainable-immersive-maps-announcements/>

사실적인 3D 생성을 생성할 수 있기에 셔터스톡의 비디오 기여자들이 전 세계의 환경부터 개별 객체까지 포함하는 NeRF 기반 콘텐츠의 세계 최대 라이브러리를 구축할 기회를 열어줄 것"이라 밝혔다. 또한 "이는 3D 콘텐츠 제작방식을 혁신하며, 사진작가와 영상제작자들이 익숙한 카메라라는 도구를 활용할 수 있는 것 이 장점"이라 바라봤다.<sup>19)</sup>

3D 전문 제작자가 아니어도 사진과 영상제작자들이 현실을 기반으로 한 다양한 3D 어셋을 제작하고, 이를 실제 콘텐츠 제작에 활용할 경우, 가상 환경 구성 및 디지털트윈, 제품 활용 등 여러 분야에서 활발히 사용 될 것이다.



[그림 8] Doly 앱의 홍보 영상 장면

실제로 쉽게 3D 어셋을 제작하고 바로 홍보용 영상으로도 제작할 수 있는 애플리케이션도 출시되었는데, 애니ML(AniML) 사에서 출시한 아이폰용 앱인 돌리(Doly)는 그림8처럼 제품을 360도로 돌려싸고 영상을 촬영하여 업로드한 뒤에 가상 배경 세트 템플릿들 중에서 원하는 배경을 선택하면 제품을 다양한 각도로 보여주는 짧은 숏폼 용 영상으로 제작해 준다. 돌리 개발자이자 애니ML 공동 창립자 피에르 폰트비아(Pierre Pontevia)는 NeRF와 3DGS 기술의 속도, 해상도, 메시가 필요 없는 특성 덕분에 더 넓은 범위의 고객들에게 어필할 수 있다고 인터뷰하였다.<sup>20)</sup> 해당 애플리케이션은 틱톡과 같은 플랫폼에서 중고품 거래와 개인

19) 'Shutterstock Collaborates to Bring NeRF Generative AI Technology to 3D Creators Globally', 2023.08.8, <https://investor.shutterstock.com/news-releases/news-release-details/shutterstock-collaborates-bring-nerf-generative-ai-technology-3d>

20) Paul Hanaphy, 3D Gaussian Splatting: The future of 3D modeling in CGI, 3Dmag, 2024.10.7 <https://www.3dmag.com/3d-scanners/3d-gaussian-splatting-the-future-of-3d-modeling-in-cgi/>

브랜드가 인기를 꺾에 따라 광고대행사의 도움을 받을 필요 없이 중고거래나 개인 제작 물품을 판매하려는 개인이 3DGS 기술을 사용하여 쉽게 홍보영상을 제작하고 실제 제품의 디테일을 영상에서 어필할 수 있다는 점이 흥미로운 시장이 될 수 있다.

[표 3] 검색 엔진, 어셋 제작과 제품 홍보에서의 활용 사례

사례	핵심 기능	응용 분야	강점 및 한계
Google Search	NeRF 기반 360° 제품 뷰 생성	제품 검색 및 홍보	사용자가 제품을 직관적으로 확인 가능 지역 제한
Google Maps (Immersive View)	NeRF 기반 몰입형 지도: 항공뷰, 실내 공간의 360° 비디오 렌더링	디지털 트윈 및 지도 서비스	날씨, 교통 정보 등 실시간 레이어 제공, 지역 제한
Shutterstock	NeRF를 활용한 3D 어셋 제작 및 라이브러리 구축	디지털 어셋 제작	현실 기반 대규모 3D 데이터 활용. 저작권 문제
Doly	NeRF 기반 360° 제품 촬영 및 배경 합성	홍보용 영상 제작, 중고품 거래	숏폼 영상 제작 간소화, 전문적 활용성 미흡

앞선 사례를 표3으로 정리하고 분석해보고자 한다. 구글의 두 사례는 대중들이 가장 쉽게 접근할 수 있는 검색 엔진에서 현실 제품과 현실 공간 정보를 실제와 가깝게 제공할 수 있다는 점에서 큰 강점이 될 수 있다. 기존의 제한된 시점인 사진과 영상뿐 아니라 다양한 시점으로 대상을 관찰할 수 있어서 최적화가 이루어진다면 정보의 신뢰성을 더욱 높일 수 있다.

셔터스톡의 사례는 실제 플랫폼에 구축될 경우 사진 작가와 영상제작자들이 현실을 기반으로 한 3D 어셋을 제작하고 이를 상업적 라이선스로 경제화할 수 있다는 점이 큰 특징이다. 이를 통해 실제 콘텐츠 제작에 활용할 수 있는 라이브러리를 빠르게 구축할 수 있고, 잘 알려진 기존의 플랫폼을 통해 접근성도 높일 수 있다. 촬영 대상인 공간과 객체, 모델 등에 대한 저작권이나 초상권 문제에 대한 경리가 이루어진다면 실제 활용 가능성은 더욱 커질 것이다.

돌리 앱과 같은 사례는 특히 3D에 익숙치 않은 일반 사용자들도 쉽게 본인들에게 익숙한 숏폼 영상으로 바로 제작할 수 있어 대중적인 활용 사례가 될 수 있다. 전문적인 제작자들을 위한 데이터 추출 및 편집 기능은 없지만 엔터테인먼트 목적 및 대중성에서 큰 강점을 가지고 있어 성공할 경우 활용도가 높은 사례가 될 것이다.

#### 4-2. 뮤직비디오와 영화 분야에서의 활용 사례

NeRF 기술이 실제 콘텐츠에 사용된 최초의 사례는 홍콩의 맥도날드 광고로, 2023년 2월 최초로 NeRF 영상이 맥도날드 광고<sup>21)</sup> 영상에 사용되면서 NeRF 기술도 크게 주목받게 되었다. 이후 홍보영상과 단편영화, 뮤직비디오 등 다양한 콘텐츠에서 NeRF와 3DGS 기술을 활용한 시도들이 소개되고 있다.



[그림 9] 피닉스 선즈의 2023-24 인트로 영상(상)과 카메라 촬영 테스트 모습(하)

미국 NBA 농구팀인 피닉스 선즈(Phoenix Suns)는 NeRF를 적용한 2023-24시즌 인트로 영상<sup>22)</sup>을 공개하였다. 자신들의 홈코트와 농구대, 공과 덩크하는 선수들을 NeRF로 스캔하여 다양한 각도로 카메라 워크를 구성하였다. 영상 제작사인 프로펙텀 미디어(Profectum Media)는 이후 피닉스 선즈의 NeRF가 어떻게 탄생했는지에 대한 비하인드 영상<sup>23)</sup>을 공개하였다.

NeRF 촬영은 루마 AI 팀의 지원을 받았으며, 50개 이상의 고프로 카메라를 대상을 둘러싸고 전 방향을 둘러싸듯이 그림9처럼 세팅하고 동시에 촬영하였으며, NeRF를 사용해 이러한 한순간을 촬영한 후 코트의 매

21) McDonald's, 'McDonald's + Karen X Cheng - Lunar New Year 2023', 유튜브, 2023.01.12.(2024.11.14.)  
www.youtube.com/watch?v=34KeBnSwvmc

22) 2023-2024 Association/Icon Edition Intro Video  
https://www.youtube.com/watch?v=sAL\_XSk574Q

23) 'Behind the Scenes - Phoenix Suns Bullet Time', NeRFHhttps://www.youtube.com/watch?v=LND6Xsupmxl&t=1s

끈한 나무 바닥과 농구공의 질감 등을 모든 각도에서 자유롭게 탐색하는 카메라 워크 영상을 제작할 수 있었다. 영상 합성과 함께 가상의 관중과 화려한 조명에서 선수들이 슛을 던지는 찰나의 순간을 포착하였다.

또한, 이렇게 촬영한 NeRF 데이터는 이번 시즌뿐만 아니라 향후 시즌에도 지속적으로 재사용할 수 있다. 그리고 한번 촬영한 카메라 움직임과 플라이 스루를 다시 촬영하기 위해 모델인 선수들의 스케줄을 다시 조절할 필요 없이 원하는 대로 다시 영상을 제작하고 용도를 변경할 수 있다. 이점은 영상콘텐츠의 포스트 프로덕션 단계에서 특히 엄청난 장점이 될 것이다.



[그림 10] 단편영화 'e^(i\*π) + 1 = 0'의 NeRF 사용 장면

생성형 AI 제작사인 런웨이(Runway)가 주최하는 AI 영화제 AIFF(AI Film Festival) 2024의 은상 수상작인 주니 로(Junie Lau)의 단편영화 "e^(i\*π) + 1 = 0"은 은퇴한 수학자가 만화를 그리게 되면서 만화 속에 등장하는 다양한 시공간 대의 인물들이 공간을 넘나드는 내용으로, 생성형 AI와 NeRF 기술이 함께 사용되었다. 촬영한 영상 소스들을 소재로 생성형 AI를 사용해 만화 그림체로 다시 재구성하였고, 등장인물들이 사는 시공간의 연결을 표현하기 위해 인물이 포함된 대부분 공간을 NeRF로 제작한 후 NeRF로 구성한 3D 공간을 다양한 카메라 워크를 사용해 이동하는 연출이 그림10처럼 사용되었다. 또한 마지막 엔딩에서는 주인공의 NeRF 데이터를 포인트 클라우드 데이터로 변환하여 입지화되는 연출이 포함되었는데, 다양한 데이터로 추

출가능한 NeRF의 특성을 살린 연출이라 볼 수 있다.

2024년 9월 공개한 카를로 오퍼만(Carlo Oppermann)의 단편영화 “하루는 어디로 갔나요 (Where Did the Day Go)”<sup>24)</sup>에서 NeRF 영상이 사용되었는데, 대형플랫폼이 자신들의 수익 창출을 위해 휴대폰을 통해 다양한 콘텐츠를 제공하고 우리의 일상을 사로잡는 것을 경고하는 영상으로, 휴대폰을 잡는 순간 다양한 일상의 순간들이 빠르게 스쳐 지나가는 장면을 연출하기 위하여 그림11처럼 여러 공간을 NeRF로 제작하고 3DGS를 이용해 영상으로 빠르게 렌더하였다.



[그림 11] 단편영화 'Where did the day go'의 한 장면

감독인 카를로는 인터뷰에서 좀 더 상세한 촬영 과정을 공개하였는데,<sup>25)</sup> 소니 FX3로 촬영한 영상을 사진으로 캡처한 후 포스트샷을 사용해 최종 제작하였다고 밝혔다. 소니 FX3에서 f/5.6으로 고정된 21mm 렌즈를 사용하고, 듀얼 네이티브 ISO 중 세컨드 ISO는 빠른 셔터 속도와 모션 블러 없이 작동하므로 걸어 다니면서 촬영한 비디오 푸티지를 사진으로 캡처하였다. 정적인 피사체 주위를 빠르게 움직이며 4K 비디오로 1~2분가량을 촬영하였고 이 방법으로 약 1,500장의 사진을 제작했다. 촬영한 소니 영상은 컬러리스트에 넘겨 색상보정을 진행했으며 이는 3DGS 영상과 일반 촬영 영상의 색상이 일치해야 하기 때문이다. 이 중 500장을 골라 포스트샷으로 가져와 3DGS를 생성하였고, 일리얼릭스의 애프터이펙트 플러그인을 사용해 다이나

24) [https://youtu.be/X4oh\\_6DjF1M](https://youtu.be/X4oh_6DjF1M)

25) Carlo Oppermann, '3DGS Short Film: Where Did The Day Go?', Radience Field, 2024.09.24, [https://radiencefields.com/3dgs-short-film-where-did-the-day-go#google\\_vignette](https://radiencefields.com/3dgs-short-film-where-did-the-day-go#google_vignette)

믹한 블러효과를 적용한 영상을 제작하였다고 인터뷰하였다.

2024년 2월 팝가수 어셔(Usher)와 필즈(Pheelz)가 공개한 뮤직비디오 '루인(Ruin)'<sup>26)</sup>의 일부 장면에서 3DGS 기술이 사용되었다. 뮤직비디오는 바르사바와 LA에 기반을 둔 포스트 프로덕션 하우스인 로코모티브(Locomotive)에서 제작했으며 모두 아이폰 15 프로로 촬영했다. 뮤직비디오 주인공의 일상 속 한순간이 그림 12처럼 훑날리는 밀가루나 폭죽 가루처럼 시간이 멈춘 듯이 일시 정지되는 장면을 3DGS로 제작해 역동적인 카메라 워크를 추가하였고 이후 가수가 시간이 멈춘 듯이 연기하는 영상에서 노래하는 장면으로 연결되는 연출을 표현하였다. 포스트샷을 사용해 3DGS를 제작하고 애프터이펙트에서 이후 편집이 진행되었다.



[그림 12] 어셔(Usher)의 뮤직비디오 'Ruin'의 한 장면

기술이 발전되고, 지원되는 소프트웨어가 늘어남에 따라 이처럼 실제 영상콘텐츠 제작에서도 NeRF와 3DGS가 사용되는 사례들이 앞선 경우처럼 등장하고 있으며, 일반 촬영 화면과 유사한 톤의 컬러 보정을 통해 다른 영상과 자연스럽게 연결되거나, 화려한 카메라 워크 연출은 물론, 언제든 다시 수정하고 재작업하여 영상을 다시 제작할 수 있다는 점이 장점으로 언급되고 있다.

앞서 살펴본 사례들을 표4처럼 분석해볼 때 공통적인 기법으로, 실제의 시간을 그대로 멈춘 듯이 일시 정지된 상황에서 빠른 카메라 워크를 통해 출연자의 주변 환경을 다양한 시점으로 훑어가는 식의 연출을 볼 수 있다. 이는 아직 기술의 한계 상 움직이는 인물의 움직임 담을 수 없고 공간이나 사물처럼 인물이 멈춰 있어야 하기 때문이다. 이러한 찰나의 순간을 정확하게 포착하기 위해서는 고프로 등 여러 개의 카메라

26) 'USHER, Pheelz - Ruin (Official Music Video)', <https://www.youtube.com/watch?v=Dsv9EAuW5H8>

를 동시에 촬영한 데이터를 사용하거나 인물이 움직이지 않는 상태로 카메라가 1~2분에 걸쳐 주위를 움직이며 촬영하는 방식으로 이루어진다. 기존의 볼륨메트리 방식과 비교할 경우 훨씬 간단한 장비로 촬영할 수 있고 캐릭터뿐 아니라 실제 촬영공간 전체의 데이터를 함께 사용할 수 있다는 점이 장점이다. 실제 사례들도 아이폰이나 미러리스 카메라 등 전문적인 3D 스캔 장비나 스튜디오를 사용하지 않고 일반적인 영상촬영지에서 촬영되었다. 'e^(i\*π) + 1 = 0' 영상에서는 생성형 AI 영상으로 스타일을 바꾸거나 포인트클라우드 데이터의 포인트로 파티클입자화한 연출들이 사용되었는데, 앞서 살펴본 플랫폼들의 특성이 반영된 방식이라 볼 수 있다. 또한 최근의 두 사례는 기술현황에서 살펴본 애프터이펙트 플러그인들을 사용해 기존의 영상편집 파이프라인과 함께 제작된 것이 특징이다. 현재 NeRF와 3DGS 연구는 정지된 공간이 아닌 동적 움직임을 제작하려는 기술적 연구들이 시도되고 있는데, 이러한 연구들이 상용화되고 실제 콘텐츠 제작에 활용할 수 있을 정도로 기술적 진전이 이루어진다면 좀 더 다양한 영상 연출이 이루어질 것이며, 영상 제작에서의 활용성은 무궁무진하다고 볼 수 있다.

[표 4] 뮤직비디오와 영화 사례 분석

사례	연출 방식	촬영 및 제작 방식의 특징
피닉스 선즈 인트로 영상	선수가 공을 넣는 순간 시간이 멈추며 카메라 회전	50개 이상의 고프로로 둘러싸고 동시촬영
단편영화 'e^(i*π) + 1 = 0'	인물이 위치한 공간을 빠르게 관통하며 망점과 덩어리로 변환됨	생성형 AI로 제작한 영상, 포인트클라우드 변환 데이터 사용
단편영화 'Where did the day go'	주인공을 둘러싸고 시간이 멈춘 상태에서 카메라가 주위를 회전하며 여러 장소로 이동	인물이 동작을 멈추게 하고 주위를 1개의 카메라로 움직이며 촬영
'Ruin' MV	연인과 함께 하는 일상 시간이 멈추며 카메라 회전	아이폰 15프로를 사용하여 촬영

### 4-3. 가상 스튜디오와 가상전시 활용 사례

가상 스튜디오를 사용한 버추얼 프로덕션은 대형 LED 디스플레이, 카메라 추적 시스템, 실시간 엔진을 결합한 촬영 기법으로, 최근 CJ를 비롯하여 이를 전문으로 하는 대형 버추얼 스튜디오들이 등장하며 여러 영상촬영에도 활용되고 있다. 소니 PCL은 2024년 8월 버추얼 프로덕션과 NeRF 기술을 결합한 기술 시연 영

상인 "돌아오는 길(帰リ道)"<sup>27)</sup>을 공개하였다. 독점적인 NeRF 기술을 사용하여 짧은 시간에 스틸 이미지를 고정밀의 3D 배경 어셋으로 제작할 수 있었으며, 키오스미 시라카와 베이스(Kiyosumi Shirakawa BASE) 스튜디오에서 촬영하여 실제 공간처럼 배경 어셋을 배치하고 배우들과 함께 영상을 촬영하였다.

영상제작자가 주인공으로 등장하여 어떠한 기술을 사용하여 영상을 촬영할지를 고심하는 내용으로, 영상 전반에 걸쳐 포토그래메트리 캡처와 비교하여 NeRF가 복잡한 환경에서 더 작은 디테일을 재구성할 수 있는 능력과 그곳에 있는 느낌을 정확하게 포착할 수 있는 능력에 대해 직접 설명한다. 그림13처럼 가상 스튜디오에서 촬영한 배우들과 실시간으로 맞물려 투영되는 가상의 배경과 조명은 실제 LED 대형 벽면에서 촬영되었다는 것을 알아차리기 힘들 정도로 디테일하게 구현되었다. 이는 NeRF와 3DGS가 현실을 가상공간에 실체처럼 재현하고 실제 영상에서 촬영하기 힘든 위치에서도 촬영할 수 있는 가능성을 보여준다.



[그림 13] '돌아오는 길(帰リ道)'의 한 장면

공연 분야는 코비드로 인한 비대면 시대를 경험하며 온라인을 통해 관객들과 함께 만나는 비대면 공연문화가 생성되고, 유튜브나 인스타그램과 같은 SNS를 사용하여 공연을 동영상으로 전달하는 랜선 콘서트와 스트리밍 서비스들이 자리 잡기 시작하였다. ICT 기술이 고도화된 오늘날 다양한 형태의 미디어가 등장하며 단순히 공연을 촬영한 영상을 재생하는 것이 아니라 사용자들이 참여할 수 있는 상호작용이나 가상현실 환경을 통해 원격으로도 실제와 동일한 경험을 몰입감 있게 제공하는 시도들도 계속되고 있다.<sup>28)</sup> 3DGS는 실

27) Sony PCL | Creation, Virtual Production×ソニー独自のNeRF技術 | デモ動画「帰リ道」, 2024.08.26  
<https://www.youtube.com/watch?v=RaGUZQriBrQ>

28) 조운성 & 황성준, '언택트 시대의 비대면 공연

시간 렌더도 가능할 정도로 빠른 구현 속도가 장점이기 때문에, 가상 공연의 분야에서도 활용될 수 있다.

전시 분야 역시 최근 소장품과 작품 위주의 전시 방식에서 벗어나 관람객의 경험을 중심으로 변화를 겪고 있으며, 여기에 첨단 기술과 매체들이 결합하여 관람객들이 주입식으로, 수동적으로 정보를 전달받기보다 능동적인 참여를 통해 스스로 지식을 발견하고 체화된 감상으로 확장되고 있다. 오지은과 이창근(2021)<sup>29)</sup>은 국내 국립박물관 22곳의 실감형 콘텐츠 유형을 조사한 결과 오프라인 가상전시에서 프로젝션 맵핑, 인터랙티브 미디어, VR, AR, MR, 인공지능, 4D의 순으로 활용되고 있으며, 온라인 가상전시 역시 272개의 콘텐츠가, 3D VR, 360VR, 360 영상의 순으로 활용되고 있다고 분석하였다. 다양한 매체를 사용한 가상전시들이 실제로 전시되고 있는 만큼, 이러한 가상전시에도 NeRF와 3DGS 기술을 활용할 수 있다.

실제로 2023년 아티스트 유징우(Youjing Wu)는 이탈리아 베르가모의 라보라토리오 31 아트 갤러리(Laboratorio 31 Art Gallery)에서 2023년 10월 열린 '피글리에(Figlie)' 전시회를 웹사이트에 3DGS로 구현하여 웹을 통해 실제 공간에서 감상하듯이 전시공간을 둘러보고 작품을 감상할 수 있도록 하였다.<sup>30)</sup> 이탈리아에서 활동하며 순수미술과 폴 스탭 개발자의 경력을 갖춘 아티스트는 인터뷰에서<sup>31)</sup> 2022년 VR 프로젝트를 진행하던 중에 코비드 발병으로 상하이 가 봉쇄되었고, 상하이 아트 갤러리가 오프라인 전시회를 온라인으로도 제작하는 것이 가능한지 문의해 옴에 따라 전시를 온라인으로 구현할 계획을 세웠다고 밝혔다. 이탈리아의 갤러리를 소니의 미러리스 카메라를 사용해 천장, 정면, 바닥 등 3개의 시점으로 그림14처럼 약간씩 다른 카메라 높이에 따라 525개의 이미지로 촬영하고 촬영 시에는 노출, 화이트밸런스 및 셔터 속도를 균일하게 표준화하도록 해 일관된 데이터 세트를 생성했다. 이 데이터를 훈련해 3DGS로 구현하고, 이를 웹 GL

렌더로 사람들이 언제든지 접근할 수 있게 하였다.



[그림 14] 유징(Youjing)의 가상전시 웹사이트 화면(상)과 카메라 위치 분석 화면(하)

스튜디오 촬영, 전시와 공연 등의 분야는 실제적 체험이 중요시되던 분야이지만, 3D를 기반으로 한 가상의 환경을 이용할 경우 언제든지 수정과 보완, 실시간 상호작용이 가능하고 원격으로 어디서든 접근할 수 있기 때문에 최근 들어 가상 스튜디오나 가상전시와 같은 분야가 점차 확대되고 있다. 특히 가상스튜디오는 실시간으로 촬영 카메라 시점과 각도에 맞춘 배경을 제공해야 하기 때문에 언리얼과 같은 환경 위에 3D화된 공간 데이터가 조성되어야 한다. 하지만 현실 세계를 촬영한 360° 비디오 영상은 상호작용의 한계가 있으며 3D 그래픽 기반의 가상공간에서는 현실 세계의 모든 자산을 가져올 수 없어 3D 기술로만 구현된 데이터들의 그래픽적 표현에 한계가 있어 왔다. 반면 이번에 살펴본 두 사례처럼 NeRF와 3DGS 기술을 사용할 경우 사진과 영상으로 촬영한 현실의 실제적인 디테일을 그대로 살려 가상공간에 재구현할 수 있다는 점에서 기술의 장점을 크게 살릴 수 있고 현재의 기술 안에서 바로 직접적인 활용이 가능한 분야이다. 또한 유징우의 사례는 웹GL을 사용하여 NeRF와 3DGS 데이터가 웹사이트에서 실시간 관람이 가능할 정도로 접근성이 높다는 것을 확인할 수 있는 사례이기 때문에 다양한 원격전시 콘텐츠 제작에서 이 기술을 활용할 수 있다.

서비스를 위한 가상현실(VR) 적용 방안 연구', 한국디자인리서치, 2021, 6권, 1호.

29) 오지은 & 이창근. '국립박물관 온오프라인 가상전시 실감형 콘텐츠에 관한 연구', 한국디자인리서치, 6권, 3호, 2021

30) <https://current-exhibition.com/laboratorio31/>

31) 'Gaussian Splatting Brings Art Exhibitions Online with Yulei', Radiance Fields, 2024.02.22, [https://radiancefields.com/gaussian-splatting-brings-art-exhibitions-online-with-yulei#google\\_vignette](https://radiancefields.com/gaussian-splatting-brings-art-exhibitions-online-with-yulei#google_vignette)

이에 따라 두 분야 모두 앞으로 관련 기술을 사용한 콘텐츠 사례들이 활발해질 것이라 예상된다.

## 5. 결론

본 연구는 최근 주목받고 있는 NeRF와 3DGS 기술의 전반적인 동향과 이를 활용한 콘텐츠 사례를 분석하였다. 이를 통해 분석한 결과는 아래와 같다.

2020년 NeRF 기술이, 2023년 3DGS 기술이 등장하였는데, 이 기술들은 다양한 각도에서 촬영한 2D 사진과 영상을 사용해 3D 좌표의 볼륨으로 구현하고 이를 다각도에서 웹과 영상으로 빠르게 실시간 렌더할 수 있는 특징을 가지고 있다.

기술이 공개된 후 대중들이 직접 사진이나 영상을 촬영한 후 웹사이트나 스마트폰 애플리케이션을 통해 업로드하여 NeRF와 3DGS를 생성하고, 이를 웹사이트로 감상하거나 볼륨과 메시 데이터로 다운받을 수 있도록 지원하는 플랫폼들이 본격적으로 등장하며 프로그래밍 지식이 없는 일반인들도 쉽게 접근할 수 있게 되었다. 또한, 이렇게 다운받은 데이터들을 퀘스트와 같은 XR 환경, 언리얼 엔진, 3ds 맥스, 애프터팩트 등 영상과 게임콘텐츠 제작 소프트웨어에서 확인하고 다른 3D 메시나 클라우드로 변환할 필요 없이 스플릿 정보가 포함된 데이터를 그대로 실제 제작에 적용할 수 있도록 하는 기술지원들이 발표되면서 기존의 제작방식에 바로 적용할 수 있는 편의성이 점점 확대되고 있다. 특히 기존의 NeRF와 3DGS 데이터는 3D 메시가 생성되지 않는다는 점 때문에 영상으로의 재현은 쉽지만, 데이터의 편집과 다른 3D 데이터와의 접목이 쉽지 않은 아쉬움이 있었지만, 다른 3D 메시나 클라우드로 변환할 필요 없이 스플릿 정보가 포함된 데이터를 그대로 실제 제작에 적용할 수 있도록 현장에서 사용되는 소프트웨어의 지원 업데이트가 확장되는 추세에 따라 더욱 다양한 방식으로 기술 활용이 가능해질 전망이다. 기술 발전 속도로 보아 이러한 전망이 가까운 시일에 이뤄질 것으로 보인다.

이러한 제작기술을 실제로 사용해 제작된 다양한 분야의 콘텐츠들을 살펴볼 수 있었는데, 상품 검색과 지도 검색과 같은 구글 지도 엔진에서 시와 결합하여 현실의 공간과 제품을 좀 더 디테일하게 살펴볼 수 있는 기능이 공개되었으며 사진과 영상 작가, 3D 제작자들이 NeRF와 3DGS로 생성한 데이터를 기존의 어셋 라

이브러리와 마켓에서 공유하고 상업적 라이선스를 부여하도록 하는 계획들도 발표되었다. 영상과 3D 제작 전문가가 아닌 일반인도 3DGS 기술로 쉽게 3D 제품을 구현하고 슷품 영상을 제작할 수 있는 애플리케이션도 소개됨에 따라, 대중들의 일상에 기술이 자연스럽게 접목되고, 이를 적극적으로 활용할 수 있는 기회가 확대되었다.

NeRF와 3DGS 기술의 가장 큰 특징은 쉽게 다양한 각도로 바라본 대상을 바로 2D 영상으로 재현될 수 있다는 점으로, 이러한 장점을 제일 쉽게 사용할 수 있는 분야가 영상 분야이다. 홍보영상과 단편영화, 뮤직비디오에서도 NeRF와 3DGS로 생성한 영상이 사용된 사례들을 살펴볼 수 있었는데, 포토그래메트리나 3D 스캔 장비는 고가의 카메라들을 다수 요구하거나, 매우 고가의 스캔 장비가 필요한 반면, 여러 대의 고프로와 아이폰 등의 카메라로 찰나의 순간을 여러 각도로 촬영하거나 미러리스와 같은 일반 카메라를 사용해 영상을 촬영해 여러 장의 이미지들을 캡처하는 방식들이 사용되었다. 살펴본 사례의 영상들은 하나의 순간을 다양한 각도의 앵글로 카메라가 이동하며 시간을 멈춘 듯이 연출하는 방법이 제일 많이 사용되었는데, 생성 데이터가 더욱 정교해지고 다양한 소프트웨어에서 직접 데이터를 편집할 수 있게 된다면 더욱 다양한 방식으로의 연출도 가능해질 것이다.

또한, NeRF를 사용해 현실의 공간들을 촬영하여 어셋화하고 가상 스튜디오에서 배경으로 활용하여 현실 공간에서 촬영한 듯한 현실감을 부여한 데모 영상 사례와 현실의 갤러리 전시공간을 촬영해 3DGS로 생성하고 웹 GL 렌더로 온라인상에서 쉽게 사람들이 전시공간을 둘러보고 전시작품들을 감상하는 가상전시 사례도 찾아볼 수 있었다. 현실의 공간과 객체를 실제와 유사하게 가상에 재현할 수 있기 때문에 영상의 포스트 프로덕션, 가상전시와 공연, XR과 디지털트윈 분야에서 이 기술의 활용도는 더욱 커질 수 밖에 없다.

이 연구는 전체적인 기술의 동향과 사례 연구로만 진행되었다는 점에서 연구의 한계를 가지고 있으며, 앞으로 실제 콘텐츠 제작 과정에 NeRF와 3DGS 기술을 적용한 실제적 연구가 후속연구로 진행될 필요가 있다. 현재 기술적 개선이 매우 빠르게 진행되는 만큼 앞으로 콘텐츠 제작과 디자인 분야에 걸쳐 중요한 기술로 자리 잡게 될 것이며 이에 따른 실증적 연구들이 이루어지길 기대한다.

---

## 참고문헌

1. 김준구 외. "NeRF 배경 장면 제작을 위한 최적의 카메라 궤적." 한국통신학회 인공지능 학술대회 논문집, 2023
2. 김유왕 & 오태현. 'Text-to-4D Avatar 생성의 발전과 그 응용'. 전자공학회지, 2024
3. 김재우 외, '디지털 휴먼을 위한 인간 3차원 모델링, 감정 인식 및 행동 상호작용 관련 기술 동향', 한국통신학회지(정보와통신), 2022
4. 박찬우 외, '생성형 AI를 활용한 문화유산의 디지털 복제 방법 연구', 대한전자공학회 학술대회, 2024
5. 서영호, '디지털 휴먼의 제작 기술과 현황', 방송과 미디어, 2023
6. 송재원 외, '폴바디 스캔과 모션 캡처를 활용한 3D 애니메이션 바디 프로필', Journal of the Korea Computer Graphics Society, 2023
7. 오동일, '애니메이션 형식으로서의 너페니메이션에 관한 담론', 디지털콘텐츠학회논문지, 2023
8. 오지은 & 이창근. '국립박물관 온오프라인 가상전시 실감형 콘텐츠에 관한 연구', 한국디자인리서치, 6권, 3호, 2021
9. 이병호 외, '디지털 홀로그램 프린팅을 통한 삼차원 디지털 콘텐츠 가시화 기술', 한국통신학회지 (정보와통신), 2023
10. 이순주 & 김지윤. "NeRF (Neural Radiance Fields) 상용화가 3D 애니메이션 산업에 가져올 제작 패러다임 변화 연구." 애니메이션연구, 2024
11. 임한솔 & 최종성. "NeRF 기반 디지털 트윈 환경의 심리스 3D 장면 제어." 대한기계학회 춘추학술대회, 2023
12. 조윤성 & 황성준. '언택트 시대의 비대면 공연 서비스를 위한 가상현실(VR) 적용 방안 연구', 한국디자인리서치, 2021
13. Bernhard Kerbl et al., '3D Gaussian Splatting for Real-Time Radiance Field Rendering', ACM Transactions on Graphics, 2023
14. Matthew Tancik et al, 'Nerfstudio: A Modular Framework for Neural Radiance Field Development', ACM SIGGRAPH 2023 Conference Proceedings (SIGGRAPH '23). Association for Computing Machinery, 2023
15. Mildenhall, B. et al., 'NeRF: Representing Scenes as Neural Radiance Fields for View Synthesis.', 16th European Conference on Computer Vision Proceedings (ECCV 2020), 2020.
16. Moonik Park et al., 'InstantXR: Instant XR Environment on the Web Using Hybrid Rendering of Cloud-based NeRF with 3D Assets', In Proceedings of the 27th International Conference on 3D Web Technology (Web3D '22). Association for Computing Machinery, 2022
17. [www.3dmag.com](http://www.3dmag.com)
18. [www.blog.google](http://www.blog.google)
19. [www.gamemeca.com](http://www.gamemeca.com)
20. [www.lifecast.ai](http://www.lifecast.ai)
21. [www.meta.com](http://www.meta.com)
22. [www.radiancefields.com](http://www.radiancefields.com)
23. [www.time.com](http://www.time.com)
24. [www.youtube.com](http://www.youtube.com)
25. [www.zdnet.com](http://www.zdnet.com)