

공간 컴퓨팅 적용을 위한 3D 생성 AI 플랫폼 비교 연구

서동희*

¹남서울대학교 가상현실학과 교수

Comparative Study of 3D Gen-AI Platform for Spatial Computing

Donghee Suh^{1*}

¹Professor, Dept. of Virtual Reality, Namsseoul University

요약 본 연구는 3D 생성 AI 플랫폼의 기능과 효율성을 비교 분석하여 3D 콘텐츠 제작 공정에서의 실무 적용성을 평가하고 개선 방향을 제시하는 데 목적을 둔다. 9개의 플랫폼을 조사한 후, 최신 기술 활용 여부, 호환성, 사용자 접근성을 기준으로 4개 플랫폼을 선정하였다. 각 플랫폼에 동일한 프롬프트를 적용해 3D 오브젝트를 생성하고 결과를 살펴보았다. 사용자 지정이 가능한지, 실감 콘텐츠 제작에 이점이 있는지, 제작에서의 효율성을 높일 수 있는 것인지, 무료 테스트가 가능하거나 가성비 좋은지 등을 중심으로 분석하였다. 연구 결과, 'Meshy'와 'Tripo'는 빠른 생성 속도와 효율적인 폴리곤 최적화로 우수한 성능을 보였으며, 'Spline'은 다양한 미디어 적용 기능을 제공하지만 품질에 제한이 있었다. 이를 통해 3D 생성 AI 플랫폼이 각기 다른 제작 파이프라인과 사용자 요구에 따라 적합성을 달리한다는 것을 확인했다. 본 연구는 3D 콘텐츠 제작에 관심 있는 실무자들에게 플랫폼 선택을 위한 실질적인 가이드를 제공하고, 3D 생성 AI 기술의 발전 방향에 대한 통찰을 제시하여 향후 연구와 산업 적용에 기여할 것으로 사료된다.

키워드 : 3D 생성 AI, 공간 컴퓨팅, 확장 현실, 생성 AI 콘텐츠, 3D 콘텐츠 제작 공정

Abstract This study aims to compare and analyze the functionality and efficiency of 3D generation AI platforms to evaluate their practical applicability in the 3D content creation process and suggest improvement directions. A total of nine platforms were researched using search, and four platforms were selected based on their utilization of the latest technology, compatibility, and user accessibility. We used the same prompts to create 3D objects on each platform and analyzed the results, focusing on whether they were customizable, beneficial for creating immersive content, efficient in production, free to test, or good value for money. The results showed that Meshy and Tripo performed well with fast generation speeds and efficient polygon optimization, while Spline offered a wide range of media application capabilities but was limited in quality. We found that different 3D generation AI platforms are suitable for different production pipelines and user needs. This study provides practitioners interested in 3D content creation with a practical guide for platform selection and provides insights into the future direction of 3D generative AI technology, which will contribute to future research and industrial applications.

Key Words : 3D Generative AI, Spatial Computing, Extended Reality, XR, Generative AI Content, 3D Content Pipeline

1. 서론

ChatGPT, Gemini, Bing¹⁾과 같은 생성형 인공지능(AI) 도구들이 일반인들이 쉽게 접근하고 활용할 수 있는 형태로 상용화되었다. 상용화된 생성 AI 플랫폼은 시를 쓰거나 글을 쓰는 데도 활용되지만 Image를 생성하는 데에도 많이 활용되고 있다. Midjourney, Stable Diffusion²⁾과 같은, 이미지를 생성해주는 많은 플랫폼은 더 높은 해상도와 사실적인 표현을 위해 알고리즘을 개선하고, 다양한 스타일과 복잡한 장면을 지원하며, 사용자들이 더욱 쉽게 접근하고 활용할 수 있도록 인터페이스와 기능을 발전시키고 있다. 또한 디지털 휴먼이라고 불리는 아바타 제작 도구로 Microsoft의 RODIN Diffusion과 Epic Games의 METAHUMAN이 상용화되었다[1][2].



Fig. 1. Generating a 3D character from a photo in ROBIN Diffusion [1]

이전 연구들은 3D 생성 AI의 초기 발전 단계에 주목하여 주로 텍스트 기반 또는 이미지 기반의 단순한 3D 모델링 기술에 초점을 맞춰왔다. 그러나 최근의 연구들은 이러한 기술이 고해상도, 사실적인 표현, 그리고 사용자 인터페이스 개선을 통해 더욱 다양하고 복잡한 3D 콘텐츠 생성으로 발전하고 있음을 보여주고 있다. 이렇게 점차 생성 AI가 만들어낼 수 있는 콘텐츠가 다양하게 개발되면서, 매우 빠른 속도로 Image-to-3D³⁾, Text-to-3D⁴⁾ 연구가 성과를 나타내고 있다. 사람이나 캐릭터뿐 아니라

사물이나 배경 등을 사용자가 직접 만들 수 있는 다양한 3D 생성 플랫폼이 지속적으로 상용화되고 있다[3-6]. 3D 생성 모델 기법이 발표되며 일반인들이 바로 사용할 수 있는 플랫폼이 등장하여, 3D 모델링을 전혀 배우지 않은 사람들도 3D 모델을 가상의 세계에서 제작할 수 있는 시대가 열렸다.

또 다른 사회 현상을 살펴보면, 생성형 AI가 등장하기 직전인 2020~2021년, 코로나 팬데믹으로 인해 사람들이 외부 활동이 제한되었던 시기에는 ‘메타버스’라는 가상세계가 사회 전반에서 주목받았다. 이 현상은, 다수의 사람들이 하나의 가상공간에서 ‘개인’을 들어내지 않은 채, 어떤 목표를 함께하는 사회활동을 만들어내었다. ‘메타버스’라는 용어가 변경될 수 있지만, 메타버스는 대중들이 가상세계를, 현실세계 이상의 하나의 공간으로 받아들이고, 그것을 공유하고 확장할 수 있다는 경험을 하게 하였다. 메타버스 플랫폼은 지금도 멈춰선 현상이라고 보기 어려우며 계속 변화하고 있음을 알 수 있다[7][8].

그 변화의 방향을 여러 선두 기업, 예를 들어 Microsoft, Meta, nVIDIA, Apple, Google 같은 회사에서 연구하고, 제안하고 있는데, 메타버스라는 용어가 공간 컴퓨팅이라는 용어로 변화하고 있으며, 가상세계를 오가는 하드웨어, 예를 들어 스마트 기기나 컴퓨터, HMD⁵⁾ 등이 사용자에게 편리하고 빠르게 몰입감 있는 콘텐츠를 제공할 수 있어야 한다는 점을 강조하였다[7][8]. 또한 2D보다는 3D가 사용자에게 더 몰입감을 줄 수 있다고 보았으며, 그에 따라 선두 기업은 3D 콘텐츠 생성 AI 연구에 집중하고, 그 결과를 발표하고 있다[7][9]. 이러한 현황과 방향성을 미루어 볼 때, 일반인이 사용할 수 있는 3D 콘텐츠 생성 AI 플랫폼 종류가 점점 많아지고 있으며, 미래사회에서는 자신의 공간을 자유롭게 디자인하고, 타인과 공유하기도 하는 세상이 도래할 것이라 예상할 수 있다.

본 연구는 앞서 나열한 선두 기업에서 앞다투어 발표하고 있는 공간 컴퓨팅과 생성 AI 기술들의 융합을 예견하고, 3D 콘텐츠 연구자로서, 생성 AI 플랫폼을 보다 세밀하게 들여다보고 장단점과 특징을 찾아 제시하는 연구를 진행해보고자 한다.

연구 방법은 최근 발표된 3D 생성 AI의 연구사례를 살펴보고, 상용화되어 일반인들이 사용할 수 있는 3D 생성

1) ChatGPT는 OPEN AI에서 개발한, 인공지능을 활용한 대화형 모델이고, Gemini는 구글의 개발 모델, Bing은 Microsoft사에서 개발한 모델이다.

2) Midjourney, Stable Diffusion은 인공지능을 활용해 간단한 텍스트 설명만으로도 고품질의 이미지를 생성할 수 있는 AI 이미지 생성 플랫폼이다.

3) Image-to-3D: 이미지를 기반으로 3D 모델이나 장면을 자동으로 생성하는 기술이다.

4) Text-to-3D: 텍스트 설명을 기반으로 자동으로 3D 모델이나 장면을 생성하는 기술이다.

5) HMD(Head Mounted Display) : 사용자의 머리에 착용하여 눈앞에 가상현실(VR) 콘텐츠를 볼 수 있는 디스플레이 장치이다.

AI 플랫폼을 선정하여, 같은 물건(Object)의 생성을 시도하여 특징을 분석하고자 한다.

이 연구는 컴퓨터 그래픽 제작 산업 분야가 생성형 AI로 인해 겪고 있는 변화를 파악하고, 이러한 변화에 대응하기 위한 방안을 제시함으로써, 3D 콘텐츠 제작 공정에 효율성을 더하고자 한다. 이전 연구들이 주로 기술적인 측면에 집중했던 것과 달리, 현재 상용화된 3D 생성 AI 플랫폼을 실무에 어떻게 적용할 수 있는지에 초점을 맞추고 있다. 이를 통해 컴퓨터 그래픽 제작 산업에서 생성형 AI가 가져올 변화와 그 대응 방안을 제시하고, 실무자들이 변화하는 환경에 적용할 수 있는 실질적인 가이드를 제공하고자 한다.

2. 선행연구

2.1 3D 생성 AI 방식 연구 사례

DreamFusion은 Text-to-3D를 구현해낸 2022년에 발표된 연구로서 Text-to-Image방식을 3D모델에도 적용한 사례이다. Neural Radiance Field(NeRF)와 2D 확산 모델을 결합하여 사용자가 제공한 텍스트 프롬프트에 따라 3D 모델링을 만들어낸다. 제작된 3D모델을 다양한 각도에서 확인하고 조명 효과를 적용하는 등 여러 응용 프로그램에 활용할 수 있다. 연구는 해당 결과물이 3D작업을 효율적으로 발전시키는 데 큰 변화를 가져올 것으로 내다보았다[3].

DreamGaussian은 2023년 연구논문이 게재되고, 2024년 ICLR(The International Conference on Learning Representations)에서 발표된 것으로, 이전의 방식(NeRF)이 최적화 속도가 느렸던 것에 비해, Gaussian Splatting방식은 단일 이미지를 2분 안에 텍스처 입혀진 메시를 생성할 수 있어, 기존 방식과 비교하여 약 10배의 가속화를 달성한 것으로 나타났다[4].

LATTE3D(Large-scale Amortized Text-To-Enhanced 3D Synthesis)는 NVIDIA 연구팀이 개발한 고속 Text-to-3D 생성 기술이다. 본 연구는 3D 사전 정보들(3D Priors), 생성 최적화(Amortized Optimization), 두 번째 표면 렌더링 단계(A Second Stage Of Surface Rendering)를 결합해 0.4초 만에 고품질 텍스처 메시를 생성함을 입증하였다[5].

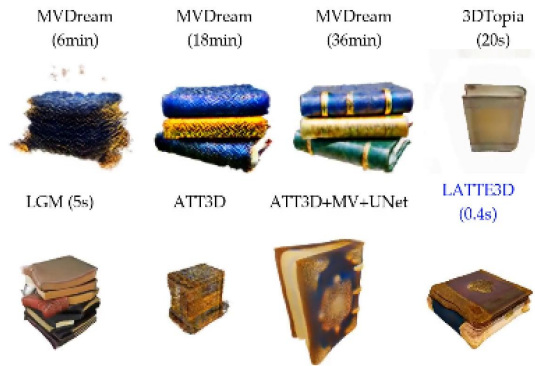


Fig. 2. Example of LATTE3D's best results with the same prompts [5]

Fig. 2는 '가장자리에 금박이 입혀지고, 책 옆면에 양각을 새긴 빈티지 가죽 제본 책 더미, 각 책마다 독특한 역사를 간직하고 있다(A stack of vintage leather-bound books with gilded edge and embossed spines; each book carries a unique history).'라는 프롬프트를 입력했을 때 생성되는 3D Object가 어느 정도 시간이 소요되어 나타난 결과물이 어떻게 다른지를 비교해주고 있는 그림이다. LATTE3D로 생성된 것은 이전의 방식보다 정확하고 빠름을 입증한 것이다. 3D 에셋의 품질, 생성 속도, 지원되는 프롬프트의 다양성을 개선하여 사용자 경험을 향상시킴을 보여주고 있다.

Table 1. 4 Research Case Features

Name	Company	Year	Features
Dream Fusion	Google	2022	Text-to-3D synthesis using 2D diffusion models for high-quality 3D model generation.
Dream Gaussian	Research	2023	High-resolution 3D scene generation using Gaussian splatting for novel view synthesis.
LATTE3D	nVIDIA	2023	Advanced neural rendering technique for immersive 3D content generation.
Meta 3D Gen	Meta	2023	AI-driven 3D content creation platform focusing on realistic models and scenes.

최근 Meta에서 발표한 'Meta 3D Gen'은 PBR (Physically Based Rendering: 물리기반 렌더링 기법)을 적용하여 보다 사실적인 3D 콘텐츠를 생성한다[6]. 해외 매체에서도 '속도와 품질을 모두 갖추어 관련 분야의 제

작 과정을 크게 변화시킬 것'이라고 보도하였다[10]. 1단계로 메쉬를 만들고, 2단계로 PBR 기반의 텍스처 맵을 생성한다. 이 과정은 따로 진행도 가능하며, 최종적으로 사용자 공간(Component View)와 UV맵 생성을 조합하여 품질과 해상도를 높이는 것을 개발하였다. 이것은 일반적으로 사용자의 가상공간을 인식하여 그에 맞게 3D 오브젝트의 Texture를 생성함으로써 이전의 방식과는 다른 사실감을 줄 수 있다.

이런 3D 생성 AI 연구의 발전은, 앞으로 다가올 미래 콘텐츠의 방향성을 보여준다. 생성 AI를 활용한 Text-to-2D는 좀더 사실감이 있는 Text-to-3D로 융합하여 발전할 것을 알 수 있다. 또한 사용자의 공간에 맞도록 3D 콘텐츠를 생성하는 기술이 보다 발전할 것으로 보인다.

2.2 공간 컴퓨팅 연구

공간 컴퓨팅(Spatial Computing)은 사이먼 그린월드(Simon Greenwald)가 2003년 MIT 석사학위 논문에서 '기계를 우리의 일과 놀이의 완전한 파트너로 만드는 데 필수적인 요소'로 보고 처음 용어를 만들었다[11]. 공간에 증강된 디지털 요소들을 통해 소통하거나 정보를 습득하는 시스템 방식을 의미하는 것으로서, VR(Virtual Reality)과 AR(Augmented Reality)이 혼합된 XR 확장현실의 하나로 Apple사(社)에서 개발한 Vision Pro, Meta 사(社)에서 개발한 MetaQuest3 등, 최근의 HMD(Head Mounted Display)기기는 이러한 공간컴퓨팅을 구현하여 사용자가 자신의 공간을 보며 가상을 즐길 수 있는 콘텐츠를 제공하고 있다.

공간 컴퓨팅은 우선 영상 인식 처리 방식을 통해 데이터를 수집하여 공간을 인지한다. 해당 데이터를 분석하여 객체의 움직임, 다른 객체와의 상호작용 등을 식별하는데 적용한다. 그리고 사용자가 디바이스 및 주변 환경과 상호작용 할 수 있도록 실행하는 단계를 거친다. 공간 컴퓨팅은 증강현실, 사물 인터넷, 인공지능(AI), 가상현실, 카메라 센서를 모두 융합한 기술로서, 다양한 분야에 적용과 확장이 가능하다는 면에서 산업에서는 관심이 집중되고 있다. 그랜드 뷰 리서치는 이 시장이 2030년대까지 약 22%의 비교적 높은 연평균 성장률을 보일 것으로 예상하고 있다[12].



Fig. 3. Screenshot of 'Battle Talent'

Fig. 2는 한 유튜버가 HMD를 활용하여 'Battle Talent'라는 게임을 즐기는 장면이다[13]. 그림에서 보는 바와 같이 사용자의 공간에 가상의 게임 캐릭터가 공격을 해, 게임을 현실적으로 즐길 수 있다. 이러한 방식은 이전의 가상현실 콘텐츠보다 어지러움을 해소하고 사용자가 콘텐츠를 보다 오래 경험할 수 있도록 한다[14].

또 다른 콘텐츠의 예시로 수리하는 공정의 작업자가 매뉴얼을 오버레이 하여 기술을 습득할 수 있도록 하는 콘텐츠나 자동화 공정에서 관리자의 체계적인 방식을 최적화하는 콘텐츠로 활용되고 있다. 또, '수화'를 인식하여 소통할 수 있는, 이전에 가능하지 않았던 산업, 의료, 복지 분야에까지 적용이 가능하여 많은 분야로 활용이 가능할 것으로 예상하고 있다.

공간 컴퓨팅은 이전과 다른 특징을 가지는데, 이제까지 사용자가 URL(Uniform Resource Locator)을 통해 인터넷의 어느 공간에서 게임을 즐기거나 정보를 탐색했다면, 공간 컴퓨팅에서는 다른 사람의 공간을 나의 공간으로 공유할 수 있다는 점이 특징이라 할 수 있다. 다시 말해, 보다 콘텐츠의 주체가 '사용자'의 의도에 집중되어 있는 것이다[15]. 사용자가 수정이나 제작하기 쉽게 콘텐츠를 만들고, 원하는 콘텐츠를 자신의 공간에 일체시킬 수 있도록 콘텐츠 시장이 변화되어 간다는 것을 알 수 있다. 3D 생성 AI는 그 변화를 실행하도록 하는 하나의 수단으로서 중요성이 높아지고 있다. 사실적이고 현존감 높게 생성하는 3D 생성 AI 도구의 발전은 사용자에게 더 큰 몰입감을 줄 것으로 예상되므로[16] 본 연구에서는 3D 생성 AI 플랫폼의 사용자 지정 기능(Customizing)들을 비교 분석하고자 한다.

3. 3D 생성 AI 플랫폼과 비교 연구

3.1. 연구 방법 및 절차

연구는 각 플랫폼을 테스트하고, 특징을 나열하며, 분

석하는 방법을 사용하였다. 플랫폼 중 기준에 따라 4개를 선정하였으며, 4개의 플랫폼에 동일한 프롬프트를 적용해 3D 오브젝트를 생성했다. 이를 통해 각 플랫폼의 장단점과 특징을 비교 분석하였다. 분석의 기준은 1) 사용자 지정이 가능한지, 2) 실감 콘텐츠 제작에 이점이 있는지, 3) 제작에서의 효율성을 높일 수 있는 것인지, 4) 무료 테스트가 가능하거나 가성비가 좋은지의 여부를 세부적으로 살펴보았다.

Table 2. 12 classification criteria

Customizing	Style Adjusting
	Sample
Immersive content benefits	PBR Option
	Retopology
Production efficiency	Time
	Success
	Web UI
	File Download
Value for money	Texture Download
	Free Credit
	Credit Deduct
	Monthly Fee

3.2 3D 생성 AI 플랫폼 선정

3D 생성 AI 플랫폼 분석을 위해 최신 기술을 활용하는 플랫폼, 인공지능을 통해 생성한 3D를 다른 도구에 활용 가능한 플랫폼, 전문 지식 없이도 일반 사용자가 활용할 수 있는 플랫폼 9개를 찾았다. Meshcapade, Spline, Sloyd, 3DFY AI, Luma AI, Rokoko Vision, Tripo, Meshy, Masterpiece Studio이다.

플랫폼에 가입하여 생성AI 방식을 훑어본 과정에서, 1) 디지털 휴먼인 아바타나 캐릭터 동작을 위주로 제작하는 플랫폼인 Meshcapade나 Rokoko Vision는 제외하였다. 2) 프롬프트를 통해 Text-to-3D를 만드는 개념이 아니라 자체 Library에서나 업로드된 모델링 파일로부터 수정을 진행하는 Sloyd와 같은 플랫폼도 제외하였다. 업로드 한 모델링 자료나, 기본적으로 플랫폼에서 제공해주는 Library 모델링을 활용할 시, 더 좋은 퀄리티를 생성할 수 있을 것으로 예상되었으나, 오히려 원하는 오브젝트를 만들 수가 없었다. 매우 제한적인 기능을 제공하고 있다는 단점이 있어 이번 연구주제와 맞지 않아 제외하였다. 3) 플랫폼 소개 사이트는 오픈은 하였으나 아직 상용화 전이거나 3D 영상으로 생성을 하는 플랫폼도 제외하였

다. 이렇게 제외하니 소품이나 가구 등을 생성할 수 있는 사이트 4개를 선정할 수 있었다. TRIPO⁶⁾, Meshy⁷⁾, Spline⁸⁾, MasterpieceX⁹⁾이다.

3.3 3D 생성 AI 플랫폼 비교

비교를 위해 고려한 요소들은 총 12가지이다. 스타일을 사용자 지정할 수 있는지(Style), 폴리곤 수를 줄이는 것이 가능한지(Retopology)¹⁰⁾[17], PBR 재질 조정 기능이 있는지, 한 번의 생성에 어느 정도 시간이 드는지, 몇 개의 샘플을 제공하는지, 한번 생성에 얼마의 크레딧이 차감되는지, 웹에서 편집 가능한 사용자 환경을 제공하는지, 그리고 한 번에 원하는 결과물을 얻어냈는지, 수정 가능한 파일(fbx, obj, glb 등)로 다운로드 가능한지, 텍스처 파일이 따로 다운로드 되는지, 그리고 구독에 필요한 가격을 조사하였다. 3D콘텐츠를 활용하기 위해 수정이 가능하거나 리토폴로지가 가능한지의 여부를 가장 중점적으로 보았다.

위의 비교 요소는 VR이나 AR, 3D 모델링을 필요로 하는 제작 공정(파이프라인)에서 효율성을 가져야 하는 시간(Time)과 폴리곤 정도(Retopology), 그리고 재질감의 퀄리티(PBR)를 우선적으로 보았으며 그 외에 스타일을 다르게 할 수 있는지, 처음 생성했을 때 만족스러운 결과를 이뤘는지, 그리고 한 번에 몇 개의 예를 생성하는지 등으로 조사하였다.

재질감이 사실적으로 구현하는데 가장 기본이 되는 것은 금속과 나무이다. 금속재질과 나무재질을 한꺼번에 접할 수 있도록 생성 프롬프트를 'An ancient artifact box made of metal, with intricate patterns, a rusted surface, and dented corners'로 하여 4개의 플랫폼에 생성을 시도하였다. 생성한 결과 이미지는 Fig. 4과 같다.



Fig. 4. Images created with the same prompt

6) <https://www.tripo3d.ai/>

7) <https://www.meshy.ai/>

8) <https://spline.design/>

9) <https://app.masterpiecex.com/generate>

10) Retopology: 3D모델링 제작과정에서 면, 엣지, 버텍스 등을 줄여 효율성을 높이고자 최적화하는 과정

Table 3. 4 Platform comparison

	Tripo	Meshy	Spline	Masterpiece Studio
Style Adjusting	○	○	X	X
Sample	<4	<4	<5	<2
PBR Option	X	○	X	△
Retopology	○	○	X	X
Time	less 5 min	less 5 min	less 5 min	Over 5 min
Success	○	○	X	X
Web UI	○	○	○	○
File Download	○	○	○	○
Texture Download	△	△	△	X
Free Credit	600	200	0	250
Credit Deduct	10~40	5	10~25	5
Monthly Fee	\$19.90	\$20	\$30	\$10.99

Masterpiece Studio는 한 달 구독료가 다른 플랫폼에 비해 저렴한 대신 기능이 제한적이었고, 한 번에 원하는 오브젝트가 생성되지 않았다. Spline은 첫째, 결과물에서 금속 재질을 포함하지 않았으며 박스 형태가 다운로드 되었을 때 형태가 뒤틀려 뒷면은 거의 없는 형태였다. 또한 재질이 모델링에 적용되는 방식으로 입체적인 모델링을 생성하는 방식으로 매우 하이-폴리곤으로만 다운로드 되는 한계점을 가지고 있어, 활용도가 매우 떨어질 것으로 사료되었다. Tripo와 Meshy 플랫폼이 한 번에 원하는 형태를 생성하였는데, Tripo의 경우, 다운로드받은 로우 폴리곤 사이즈가 일반적인 로우폴리곤 기준(400~800)을 넘어서는 1,078개였다. 박스 하나에 그 정도의 폴리곤이 필요하지 않기 때문에 최적화 기준에 미달된다고 볼 수 있었다. Meshy플랫폼은 기능의 제한이 크게 없으면서, 원하는 오브젝트를 한 번에 생성할 수 있었고 Fig. 4와 같이 Blender와 Unity3D의 작업환경에서 다운로드받은 것을 그대로 적용해보았다. 재질감이 크게 달라지지 않으면서도 낮은 폴리곤으로 효율성을 높일 수 있는 모델링을 얻을 수 있는 플랫폼이었다.



Fig. 5. Images with a model created in Meshy

4개의 플랫폼 중 Spline에는 주목할 만한 특징이 있었다. 생성된 오브젝트를 다른 미디어에 적용하는 기능이 매우 세분화되어 있다. 일반적인 3D 사용 파일로 출력(Export)되는 것은 다양한 기능이었고, Web과 Apple이나 Android와 같은 스마트 디바이스 OS시스템에도 적용될 수 있도록 하는 기능을 탑재하고 있다.

Table 4. Spline Export Options

Web	Public URL
	Viewer
	Code Export
Apple Platform	Embed
	App
	VisionOS
Android Platform	Embed
	APK
	App Bundle
Files	Image
	Video Recording
	3D Format
	3D Printing

Spline의 이러한 기능은 사용자가 하나의 3D 콘텐츠를 생성하여 위와 같이 다양한 방식으로 보내, 콘텐츠를 활용할 수 있음을 알 수 있다.

3.4 공간 컴퓨팅의 디지털 공간 증강

3.3에서 비교한 방식은 유니티나 언리얼 엔진¹¹⁾으로 제작할 때를 위한 효율성을 우선 살펴보았으며, 비용과 같은 사용자 환경에 대해서도 비교해보았다. 또 매우 현격하게 차이가 나는 플랫폼의 경우, 쉽게 도태되어 발전 지속성이 없을 가능성도 있어 보였다. 실제로 연구일 기준으로 3개월 이전에 있었던 3D 생성 AI 플랫폼이 현재는 영상 생성 AI로 변경되어 있음을 목격하였다. 그럼에도 불구하고 본 연구가 분야에 필요한 것은 다음과 같은 이유에서이다.

불과 몇 년 전만 해도 증강현실(AR)은 주로 스마트폰을 통해 접할 수 있는 콘텐츠 시스템으로 존재했다. 가상현실(VR)과 증강현실(AR)은 분명한 차이점이 있었으며, 두 기술 모두 전문가의 손길이 필요한 제한적인 최적화 과정을 거쳐야만 완성되었다. 그러나 최근 HMD(Head

11) 유니티(Unity 3D)와 언리얼(Unreal)은 게임이나 실감 콘텐츠를 제작하는 게임 엔진이다.

Mounted Display)의 발전으로 씨스루(See-Through) 모드를 통해 사용자가 서 있는 공간을 직접 볼 수 있게 되어 콘텐츠 시장은 VR과 AR이 혼합된 확장현실(XR)로 발전하고 있다. XR은 카메라가 사용자 공간을 인식하여 오브젝트를 배치하는 기술로 자신이 있는 공간을 볼 수 있어 안전사고를 줄일 수 있다. 이러한 발전은 XR(확장현실)의 대중화 가능성을 높이고 있다.

팬데믹 동안 메타버스라는 개념에 집중하며 상호작용 가능한 가상세계를 현실에 적용해보는 연구들이 있었다. 비록 '메타버스'라는 용어의 관심은 다소 줄어들었지만, 가상세계에 대한 대중의 인식은 여전히 남아 있다. 메타버스 경험에서 남은 두 가지 주요점은 1) 상호작용이 가능한 공간의 확장, 공유 등 가상공간 개념의 중요성[18], 2) 사용자가 자신만의 공간이나 아바타를 사용자 지정(Customizing)하는 데 대한 관심이 높다는 점이다[19]. 이는 공간 컴퓨팅의 사용자 경험과 발전 방향에 중요한 시사점을 제공한다.

Facebook이 Oculus를 인수한 지 10년이 된 지금 [20], VR 기술은 꾸준히 발전하고 있다. Apple의 Vision Pro와 Meta Quest 3의 상용화는 PC와 스마트폰을 넘어 HMD나 스마트 안경이 주된 미디어로 자리 잡을 수 있음을 시사한다. 큰 몰입감을 제공하는 점, HMD가 무선으로 가벼워진 점 등, 주된 디지털 시스템 방식이 공간 컴퓨팅으로의 전환될 것이라는 점에 긍정적인 전망을 할 수 있다[11].

이미 메타버스 시대를 경험한 사용자들은 가상세계를 중심으로 한 사용자 경험을 더욱 기대하고 있다. 가상 콘텐츠와 사용자가 직접 배치하고 디자인한, 사용자 지정 콘텐츠가 앞으로의 디지털 공간 컴퓨팅에서 중요한 역할을 할 것이다. 그렇기에 Text-to-3D, Image-to-3D 생성 AI방식은 점차 발전하여, 공간 컴퓨팅의 사용자지정 방식으로 적 될 것으로 보인다.

4. 연구결과

본 연구를 통해 우선 Text-to-3D 기술이 어느 정도 발전되었는지를 연구들로 살펴보았다. 메타(Meta)사에서 최근 발표한 연구 자료로 최적의 폴리곤으로, 현실감을 줄 수 있는 PBR 재질을 적용할 수 있는 3D 모델링을 빠른 시간 안에 생성할 수 있음을 알 수 있었다. 그리고 공간 컴퓨팅에 대한 연구들도 같이 살펴보았다. 공간 컴퓨

팅이 가상현실(VR)과 증강현실(AR)의 융합된 확장현실(XR)로 공간을 넘나드는 콘텐츠의 발전이 가능하다고 보이며, 자신의 공간을 중심으로 콘텐츠를 경험할 수 있다는 특징을 가지고 있어, 이전의 콘텐츠와는 다른 몰입감을 가져다 줄 수 있음을 알 수 있다. 3D 생성 AI를 통해 직접 만든 3D 콘텐츠를 공간컴퓨팅에 배치하여 타인과 소통하는 시스템을 갖춘다면, 보다 많은 사람들이 XR을 체험하고 제작할 수 있다고 본다.

여러 조사를 통해 선정된 4가지의 플랫폼을 12가지의 요소를 비교 조사하였으며, 같은 프롬프트를 실행하여 원하는 3D 콘텐츠를 빠른 시간에 생성하고, 편집 가능한 파일이 다운로드 되는지의 여부를 조사해보았다. 각 플랫폼은 장단점을 가지고 있었지만, Meshy플랫폼이 가장 효율성이 있는 플랫폼이라는 점을 알 수 있었고, 다양한 Export 기능을 가져, 생성한 3D 콘텐츠를 원하는 미디어에 바로 적용할 수 있도록 한 Spline의 Export기능은 3D 생성 AI 플랫폼이 갖춰야 하는 기본 기능이라는 점을 알 수 있었다. 'Tripo'와 'Meshy'는 생성 속도가 5분 미만으로 빠르고, 폴리곤 최적화와 스타일 조정 기능을 제공하며, PBR 옵션도 갖추고 있어 효율적이다. 'Spline'은 다양한 미디어에 적용할 수 있는 기능을 제공하지만, PBR 옵션이 부족하고, 월 사용료가 상대적으로 높다. 'Masterpiece Studio'는 높은 품질과 텍스처 다운로드를 지원하며, 가장 저렴한 월 요금을 제공하지만, 생성 속도가 5분 이상으로 비교적 느리다. 이러한 분석을 통해 각 플랫폼의 장단점을 파악할 수 있었다.

또한, 'Meshy'로 만든 3D Object를 바로 가져다 사용할 수 있었지만, 다른 플랫폼은 전문가의 수정이 필요한 상태였다. 1) 너무 하이폴리곤으로 생성되고, 2) 텍스처가 편집이 어려울 정도로 UV Map이 복잡한 점이 수정에 어려울 수 있다고 판단되었다. 이런 점에서, 플랫폼은 로우 폴리곤으로 생성하고, UV를 보다 단순하게 생성할 수 있도록 하는 것이 무엇보다 중요하다고 판단되었다.

이전 연구들은 주로 3D 생성 AI의 기술적 성능과 알고리즘 개선에 초점을 맞췄으나, 본 연구는 일반 사용자가 실제로 사용할 수 있는 상용 플랫폼의 실제 활용성에 중점을 두었다. 특히, 'Tripo', 'Meshy', 'Spline' 그리고 'Masterpiece Studio'와 같은 플랫폼을 동일한 프롬프트로 테스트하고, 생성 속도, 스타일 조정, PBR 옵션, 파일 다운로드 등 실무에 직접 적용할 수 있는 세부 기능을 비교 분석했다. 이를 통해 단순 기술 성능을 넘어 실제 제작

공정의 효율성을 높이는 방향성을 제시했다는 점에서 차별성을 찾을 수 있다.

5. 결론

3D 콘텐츠 제작 시장이 변화하고 있다. 3D 콘텐츠를 제작하는 데는 많은 노동력과 시간이 투자되어야 했었다. 하지만 생성 AI가 등장하면서 팀장만 있고 팀원이 없는 제작팀이 구성되기도 하고, 신규 직원도 3D 제작도구 및 게임엔진, 생성 AI 등의 융합 도구를 다룰 줄 알아야 할 만큼 산업에 변화의 바람이 크다. 3D 제작 분야는 이제 생성 AI도구를 통해 보다 효율적인 제작 공정을 탐색하고 있다. 이런 변화는 미래 콘텐츠 시장을 전망하는 여러 연구들이 선행되어, 제작에 보다 안정적인 근거자료가 지속적으로 나와야 한다고 생각한다.

이 연구는 선정된 4개의 플랫폼의 범위에 국한된다는 점, 하나의 프롬프트만 비교한 점의 제한성을 가진다. 이러한 제한된 점을 보완하기 위한 향후 연구방향으로는 산업 분야별 다양한 플랫폼의 비교와 프롬프트 활용 비교로 다양한 산업 분야별로 3D 모델 생성 옵션을 연구할 수 있을 것이다. 또한 3D 생성 AI 플랫폼의 사용자지정 기능 강화와 사용자 경험 개선이 주요 과제가 될 것이다. 자동 최적화 및 리소스 관리 면에서도 연구가 이뤄진다면 보다 효율적인 3D 생성 AI 적용을 이뤄갈 수 있을 것으로 보인다.

본 연구는 첫째, 상용화되어 CG 업계의 미디어에서 추천하는 생성 AI 플랫폼 중 가장 효율적인 플랫폼을 조사하였다. 둘째, 공간 컴퓨팅과 생성 AI 플랫폼의 개발 연결성이 필요함을 입증하였다. 셋째, 생성 AI 플랫폼의 호환성이 개발에 필요함을 제안하였다.

본 연구의 결과는 3D 콘텐츠 제작 과정에 효율적인 적용에 근거자료로 활용될 수 있을 것으로 보이며, 어떤 요소가 사용자 편의를 위해 필수적으로 개발해야 하는지를 제안하였다. 3D 제작 파이프라인에도 매우 큰 영향을 주고 있는 3D 생성 AI 플랫폼의 분석은 제작자들의 과정에 효율성을 높일 수 있으며, 빠르게 변화하고 있는 컴퓨터 그래픽 시장을 내다보는 것에 도움을 줄 수 있을 것으로 사료된다.

REFERENCES

- [1] RODIN Diffusion. (2022). A Generative Model for Sculpting 3D Digital Avatars. Microsoft RODIN Diffusion from <https://3d-avatar-diffusion.microsoft.com/>
- [2] METAHUMAN. (2021). High-fidelity digital humans made easy. EPIC GAMES METAHUMAN from, <https://www.unrealengine.com/en-US/metahuman>
- [3] Ben Poole, Ajay Jain, Jonathan T. Barron, & Ben Mildenhall. (2022). DreamFusion: Text-to-3D using 2D Diffusion. arXiv preprint arXiv: 2209.14988, <https://arxiv.org/abs/2209.14988>
- [4] Jiaxiang Tang, Jiawei Ren, Hang Zhou, Ziwei Liu, & Gang Zeng. (2023). DreamGaussian: Generative Gaussian Splatting for Efficient 3D Content Creation, arXiv preprint arXiv: 2309.16653. *The 12th International Conference on Learning Representations*. <https://dreamgaussian.github.io/>
- [5] Xie, K., Lorraine, J., Cao, T., Gao, J., Lucas, J., Torralba, A., Fidler, S., & Zeng, X. (2024). LATTE3D: Large-scale Amortized Text-To-Enhanced3D Synthesis. *The 18th European Conference on Computer Vision*. <https://research.nvidia.com/labs/toronto-ai/LATTE3D/>
- [6] Raphael Bensadoun, Tom Monnier, Yanir Kleiman, Filippos Kokkinos, Yawar Siddiqui, Mahendra Kariya, Omri Harosh, Roman Shapovalov, Benjamin Graham, Emilien Garreau, Animesh Karnewar, Ang Cao, Idan Azuri, Iurii Makarov, Eric-Tuan Le, Antoine Toisoul, David Novotny, Oran Gafni, Natalia Neverova, & Andrea Vedaldi. (2024). Meta 3D Gen, <https://ai.meta.com/research/publications/meta-3d-gen/>
- [7] Dwivedi, Y. K., Hughes, L., Baabdullah, A. M., Ribeiro-Navarrete, S., Giannakis, M., Al-Debei, M. M., ... & Wamba, S. F. (2022). Metaverse beyond the hype: Multidisciplinary perspectives on emerging challenges, opportunities, and agenda for research, practice and policy. *International journal of information*

- management*, 66, 102542.
<https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542>.
- [8] Yongwoon Shim, (2023), 테크 트렌드 애플, 메타버스를 공간 컴퓨팅으로 재정의하다. *환경 BUSINESS*,(1438), 88-89.
- [9] Liu, Jian, et al. (2024). "A comprehensive survey on 3D content generation." arXiv preprint arXiv:2402.01166 (2024).
- [10] AI Report. (2024.07.03.). 'Meta 3D Zen' creates 3D models in a minute, Digital Today, <https://www.digitaltoday.co.kr/news/articlePrint.html?idxno=523763>
- [11] Lawton George. (2022). "Spatial computing." *TechTarget*.
<https://www.techtarget.com/searchcio/definition/spatial-computing>
- [12] Karan Wankhede and Rashmi Gourkar. (2024). Futuristic Rise of Spatial Computing, *International Journal Of Advance Research And Innovative Ideas In Education*, 10.
- [13] Frontways Larry. (2024). Battle Talent... but in Mixed Reality, Youtube.
<https://youtu.be/7wFdUHYr-bs?si=cM1LmgHoAub8f9b0>
- [14] Alex Heath. (2023). This is Meta's AR/VR hardware roadmap through 2027, *The Verge*, <https://www.theverge.com/2023/2/28/23619730/meta-vr-oculus-ar-glasses-smartwatch-plans>
- [15] Digital Insight, (2023). NIA, How spatial computing will change the world, https://www.nia.or.kr/site/nia_kor/ex/bbs/View.do?cbIdx=82618&bcIdx=26112&parentSeq=26112
- [16] Neo Jun Rong Jeffrey, Won Andrea Stevenson and Shepley Mardelle McCuskey. (2021). Designing Immersive Virtual Environments for Human Behavior Research., *Frontiers in Virtual Reality*(2673-4192), 2.
 DOI: 10.3389/frvir.2021.603750
- [17] Autodesk. (2024). Retopology: Unlocking new horizons in 3D artistry.
<https://www.autodesk.com/solutions/retopology>
- [18] Hennig-Thurau, T., Aliman, D.N., Herting, A.M. et al. (2023). Social interactions in the metaverse: Framework, initial evidence, and research roadmap. *J. of the Acad. Mark. Sci.* 51, 889-913.
<https://doi.org/10.1007/s11747-022-00908-0>
- [19] Wu, Sixue, Le Xu, Zhaoyang Dai, & Younghwan Pan. (2023). Factors Affecting Avatar Customization Behavior in Virtual Environments. *Electronics* 12, no. 10: 2286.
<https://doi.org/10.3390/electronics12102286>
- [20] Jung-Hun Lee. (2014). Facebook, Facebook acquires 'virtual reality device' Oculus for \$2.2bn, E-Daily.
<https://m.edaily.co.kr/news/read?newsId=01190646606027256&mediaCodeNo=257>

서동희(Donghee Suh)

[정회원]



- 2009년 8월 : Savannah College of Art and Design, Animation학과 (미술학 석사)
- 2017년 2월 : 경희대학교 디지털콘텐츠학과 (미술학 박사)
- 2013년 3월 ~ 현재 : 남서울대학교 가상현실학과 교수

- 관심분야 : 3D, VR, 실감 콘텐츠, 가상세계
- E-Mail : dsuh@nsu.ac.kr