

AI 기반 VFX 소프트웨어의 혁신: 영화 제작의 새로운 시대

강지영*

이화여자대학교 커뮤니케이션·미디어학부 교수

Innovations in AI-Based Visual Effect Software: Ushering in a New Era of Filmmaking

Jiyoung Kang*

Professor, Division of Communication & Media, Ewha Womans University, Seoul 03760, Korea

[요약]

본 연구는 영화 제작 과정에서 AI 기반 VFX 기술의 활용과 이 기술이 VFX 작업 및 영화 산업 전반에 미치는 영향을 분석하였다. 이를 위해 관련 문헌 조사와 다양한 사례 분석을 통해 실제 영화 제작 과정에서 AI 기반 VFX 기술이 어떻게 적용되고, 어떤 구체적인 변화와 결과를 가져왔는지를 체계적으로 연구하였다. 연구 결과, AI 기술은 VFX 작업의 효율성을 크게 향상시켜 작업 프로세스를 자동화하고 인력을 절감하는 데 중요한 역할을 하는 것으로 나타났다. 또한, AI 기술을 활용하면 복잡하거나 비현실적인 장면을 효과적으로 구현할 수 있어 영화 제작자의 창의성을 높일 수 있다. 그러나 AI 기반 VFX 기술은 윤리적 문제와 기술적 한계를 내포하고 있다. 예를 들어, 딥페이크 기술은 배우의 얼굴을 변형하거나 다른 얼굴로 대체하는 데 사용되어 개인정보 보호와 관련된 심각한 문제를 야기할 수 있다. 또한, 현재 AI 기술은 대규모 데이터셋과 많은 자원을 필요로 하며, 때로는 인위적이거나 부자연스러운 결과를 초래할 수 있다. 본 연구는 AI 기반 VFX 기술의 도입이 영화 산업에 새로운 시각적 예술의 시대를 열어가고 있으며, 지속적인 연구와 윤리적 문제 해결을 통한 기술의 발전이 필요함을 시사한다.

[Abstract]

This study analyzes the application of artificial intelligence (AI)-based visual effects (VFX) technology in film production as well as the impact of AI on VFX work and the film industry. Through a comprehensive review of relevant literature and case studies, this research systematically examines how AI-based VFX technology is implemented in film production processes, as well as the specific changes and outcomes it brings. The findings indicate that AI technology significantly enhances the efficiency of VFX work by automating processes and reducing the need for manual labor. In addition, AI enables the effective creation of complex or fantastical scenes, thereby boosting the creativity of filmmakers. However, AI-based VFX technology also presents ethical challenges and technical limitations. For example, deepfake technology, which can alter an actor's face or replace it with another, poses serious privacy concerns. Moreover, current AI technology requires large datasets and significant resources, which can lead to artificial or unnatural results. Hence, the results of this study suggest that the introduction of AI-based VFX technology is ushering in a new era of visual art in the film industry and highlight the need for both ongoing research and the resolution of ethical issues to further advance this technology.

색인어 : 인공지능, 시각 효과, 영화 제작, 실시간 렌더링, 영화산업

Keyword : Artificial Intelligence (AI), Visual Effects (VFX), Filmmaking, Real-Time Rendering, Film Industry

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2024.25.8.2239>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 05 July 2024; Revised 05 August 2024

Accepted 08 August 2024

*Corresponding Author, Jiyoung Kang

Tel: +82-2-3277-2266

E-mail: kangjiyoung@ewha.ac.kr

1. 서론

1-1 연구 배경 및 목적

21세기에 들어서며 인공지능(AI) 기술은 급격히 발전하며 다양한 산업 분야에 혁신을 일으키고 있다. 특히 딥러닝과 머신러닝 알고리즘의 발전은 데이터 분석, 예측, 자동화의 새로운 가능성을 열어주었으며, 이는 의료, 금융, 제조, 엔터테인먼트 등 여러 분야에서 광범위하게 활용되고 있다[1],[2]. 이러한 AI 기술의 발전은 영화 산업에서도 새로운 지평을 열고 있다.

영화 산업은 그 시작부터 기술 발전에 민감하게 반응해 왔으며, 시각 효과(VFX)는 영화 제작의 중요한 요소로 자리 잡고 있다. VFX는 현실에서 구현하기 어려운 장면을 만들어내는 기술로, 영화의 시각적 완성도를 높이고 관객의 몰입감을 극대화하는 데 필수적이다. AI 기술의 도입으로 VFX 작업은 더욱 효율적이고 혁신적으로 변모하고 있다[3].

AI 기반 VFX 소프트웨어는 영화 제작의 다양한 단계에서 혁신적으로 사용되고 있다. 예를 들어, 영화 "The Irishman"에서는 딥페이크 기술을 사용해 배우들의 젊은 시절을 재현했으며[4], "Gemini Man"에서는 윌 스미스의 젊은 모습을 디지털로 구현하기도 하였다[5]. 또한, 인공지능을 활용한 영화들을 중심으로 한 AI Film Festival과 같은 영화제가 열리고, 인공지능 기술을 활용한 영화 제작 경진대회가 열리는 등 AI 기술이 영화 제작 분야에 빠르게 확산되고 있음을 볼 수 있다[6],[7].

특히 AI 기반 VFX 소프트웨어는 최근 몇 년간 영화 제작의 핵심 도구로 부상하고 있으며, 여러 방식으로 혁신을 주도하고 있다. AI 기반 VFX 기술은 복잡하고 시간이 많이 소요되는 VFX 작업을 자동화하여 제작 기간을 단축시키고 비용을 절감할 수 있다. 딥러닝 알고리즘과 실시간 렌더링 기술은 영화 제작 과정에서 고품질의 그래픽을 생성하고 즉각적인 피드백을 제공하여 더 나은 결과물을 도출하는 데 기여한다. AI 기술 기반의 디지털 휴먼은 역사적 인물의 재현이나 사망한 배우의 복원도 가능하게 한다.

또한, AI는 자연어 처리(NLP) 기술을 통해 시나리오 작성과 대본 생성에도 기여할 수 있다. GPT-4와 같은 언어 모델은 영화 대본 작성에 필요한 아이디어를 제공하거나 특정 장면의 대사를 생성하는 데 도움을 줄 수 있다. 이는 영화 제작 초기 단계부터 AI가 창의적인 프로세스에 기여할 수 있는 가능성을 보여준다.

AI 기술의 도입은 영화 제작 과정에서 실시간 렌더링, 딥러닝 기반의 디지털 휴먼, 자동화된 매트 페인팅 등 다양한 방면에서 큰 변화를 일으키고 있다. 이는 단순히 기술적 혁신을 넘어서, 영화 제작의 효율성을 극대화하고, 제작 비용을 절감하며, 영화의 시각적 완성도를 높이는 데 중요한 역할을 하고 있다. 더 나아가 AI 기반 기술은 독립 영화나 저예산 영화에서도 활용될 수 있어, 더 많은 창작자에게 새로운 기회를 제

공하고 있다.

AI 기반 VFX 소프트웨어의 도입은 영화 제작 과정 전반에 걸쳐 혁신을 가져오고 있으며, VFX 작업의 효율성과 창의성을 동시에 증대시키고 있다. 그러나 이러한 기술의 빠른 발전에도 불구하고, 실제 영화 제작 과정에서 AI 기술이 어떻게 적용되고, 어떤 구체적인 변화와 결과를 가져왔는지에 대한 체계적인 연구는 부족한 실정이다. 본 연구는 이러한 필요성에 따라 진행되었다.

본 연구의 목적은 AI 기반 VFX 소프트웨어가 영화 제작 과정에서 어떻게 사용되고 있는지, 이러한 기술이 VFX 작업에 어떤 변화를 가져왔는지, 그리고 이러한 변화가 영화 산업 전체에 미치는 영향을 분석하는 것이다. 이를 통해 AI 기술이 영화 제작에 미치는 긍정적 효과뿐만 아니라, 잠재적인 문제점과 해결 방안도 함께 제시하고자 한다.

본 연구는 문헌 조사와 사례 분석을 중심으로 진행된다. 먼저, AI 기반 VFX 기술의 현재 상태와 발전 동향을 파악하기 위해 관련 문헌과 최신 연구를 검토하고, AI 기술이 적용된 대표적인 영화 사례를 선정하여, 해당 사례에서 AI 기반 VFX 소프트웨어가 어떻게 활용되었고, 어떤 결과를 가져왔는지를 분석한다. 이를 통해 AI 기술이 영화 제작 과정에 미친 영향을 종합적으로 평가하고, 향후 영화 산업에서의 AI 기술 활용 방안을 제안하고자 한다. 이와 같은 연구 과정을 통해, AI 기반 VFX 소프트웨어의 혁신이 영화 제작의 새로운 시대를 여는 데 어떻게 기여하고 있는지를 심도 있게 분석하고자 한다.

1-2 선행연구

최근 국내외에서는 인공지능을 이용한 영화 제작과 관련된 다양한 연구가 진행되고 있다. 예를 들어, 유태경[8]은 인공지능 기술이 영화 시각효과 제작에 미치는 영향을 중심으로 분석한 연구에서, 인공지능 기술이 영화 제작 과정에서 시각효과의 효율성과 품질을 크게 향상시킬 수 있음을 보여주었다. 이 연구에서는 머신러닝과 딥러닝을 활용한 자동화된 시각효과 작업의 사례를 다루며, 인공지능 기술의 도입이 시각효과 아티스트들의 창의적 작업을 지원하는 방법을 탐구했다. 이는 AI 기술이 단순히 기술적 진보에 그치지 않고, 예술적 창의성에도 기여할 수 있음을 시사한다.

또한, 최유미[9]는 생성형 인공지능을 이용한 영화 제작과 그 미학적 가능성을 탐구하는 연구를 통해, 인공지능이 영화의 스토리텔링과 시각적 표현에 미치는 영향을 분석하였다. 이 연구는 인공지능을 활용한 영화 제작이 새로운 형태의 창작 가능성을 열어주며, 관객의 몰입 경험을 증대시킬 수 있음을 보여준다. 이는 AI 기술이 영화 제작의 초기 단계부터 후반 작업까지 전 과정에 걸쳐 중요한 역할을 할 수 있음을 강조한다.

Giardina[10]는 딥페이크와 얼굴 캡처 기술이 할리우드에서 어떻게 사용되고 있는지를 분석한 연구에서, 인공지능 기술이 배우의 얼굴을 디지털로 재현하고 나이를 조절하는 데

있어 매우 효과적임을 밝혔다. 이 연구는 "The Irishman"과 같은 영화에서 인공지능 기술이 어떻게 적용되었는지를 구체적으로 다루고 있으며, AI 기술이 시각적 사실성을 높이고 제작 시간을 단축하는 데 기여하고 있음을 보여준다.

또한, Anderson[11]은 인공지능이 시각효과 산업을 어떻게 변화시키고 있는지를 포괄적으로 분석하며, AI 기반 기술들이 VFX 작업의 생산성을 극대화하고 품질을 향상시키는 데 기여하고 있음을 강조하였다. 이 연구는 다양한 VFX 스튜디오에서 AI 기술이 어떻게 적용되고 있는지를 사례 중심으로 분석하고 있으며, AI 기술의 도입이 VFX 작업의 전반적인 효율성을 높이고 있음을 입증하였다.

본 논문은 기존 연구들과 달리 AI 기반 VFX 소프트웨어의 구체적인 사용 사례와 그로 인한 효과를 심도 있게 분석하는데 중점을 둔다. 특히, 국내외의 다양한 사례를 종합적으로 검토하고, AI 기술이 VFX 작업의 각 단계에서 어떻게 적용되고 있는지를 상세히 탐구한다. 또한, 이러한 기술 도입이 영화 산업 전반에 미치는 영향을 산업적, 창의적 측면에서 동시에 분석함으로써, 기존 연구보다 포괄적이고 통합적인 시각을 제공한다. 이를 통해 AI 기반 VFX 소프트웨어의 혁신이 영화 제작의 새로운 시대를 여는 데 어떻게 기여하고 있는지를 명확히 밝히고자 한다.

II. 이론적 배경

2-1 VFX의 역사와 발전

1) 전통적 VFX 기법에서 최신 기술까지의 발전 과정

시각 효과(VFX)는 영화 제작의 중요한 요소로, 초기에는 물리적인 특수 효과로 시작되었다. 초기 영화에서의 VFX는 미니어처 모델, 매트 페인팅, 스톱모션 애니메이션 등과 같이 사람의 손을 통해 만들어졌다. 이러한 전통적 기법들은 20세기 중반까지 지속되었으며, 특히 1977년 조지 루카스의 "스타워즈" 시리즈에서 그 정점을 이루었다[12].

디지털 혁명은 1980년대에 시작되었으며, 컴퓨터 그래픽스(CG)의 도입으로 VFX의 새로운 시대가 열렸다. 1993년 스티븐 스필버그의 "쥬라기 공원"은 CG 기술을 통해 생생한 공룡을 스크린에 구현함으로써 영화 산업에 혁신을 가져왔다[13]. 이어서 2001년 "반지의 제왕" 시리즈에서는 대규모 전투 장면을 위해 CG 캐릭터와 실사 장면을 혼합하는 기술을 사용하였다[14].

21세기에 들어서는 모션 캡처, 퍼포먼스 캡처, 그리고 실시간 렌더링 등의 기술이 발전하면서 VFX의 정밀도와 현실감이 크게 향상되었다. 제임스 카메론의 "아바타"(2009)는 모션 캡처와 CG를 결합한 혁신적인 기술을 도입하고, 실시간 퍼포먼스 캡처를 통해 배우의 연기를 디지털 캐릭터로 변환하는 데 성공하였다[15].

2) 전통적 VFX 기법

전통적 VFX 기법은 물리적 특수 효과를 통해 복잡한 장면을 구현하는 데 중점을 두었다. 미니어처 모델링은 실물 크기의 세트를 제작하기 어려운 경우, 작은 모형을 실제와 같이 정교하게 만들어 촬영하는 방식이다. 이 기법은 SF와 판타지 영화에서 특히 많이 사용되었으며, 영화 "킹콩"(1933)은 미니어처 모델과 실사 촬영을 결합하여 거대한 괴수와 상호작용을 구현하였다[16]. 미니어처 모델링은 비용 절감과 공간 활용에 유리하여 다양한 영화에서 활용되었다.

스톱모션 애니메이션은 물체를 조금씩 움직여가며 한 프레임씩 촬영하여 이를 연속적으로 재생하는 기법이다. 이 기술은 "킹콩"(1933)과 "제이슨과 아르고호"(1963) 등에서 사용되었으며, 독특한 시각적 효과를 제공하여 장면에 생명력을 불어넣었다[17].

블루스크린과 그린스크린 기술은 파랑이나 녹색 배경을 사용해 촬영한 후, 이를 제거하고 다른 이미지나 영상을 합성하는 방식이다[18]. 이 기법은 1960년대와 1970년대에 발전하였으며, "슈퍼맨"(1978)에서 하늘을 나는 장면을 구현하는데 사용되었다. 이는 물리적으로 불가능한 장면을 효과적으로 표현할 수 있게 해주었다.

매트 페인팅은 영화의 배경을 정교하게 그려서 삽입하는 기술로, 현실적으로 구현하기 어려운 장면을 만들어내는 데 사용되었다. 유리판이나 캔버스에 그린 배경을 실사 영상과 합성하여 장면을 완성하며, "스타워즈"와 "인디애나 존스" 시리즈에서 광범위하게 활용되었다[19]. 현대에는 디지털 방식으로 매트 페인팅을 구현하여 더욱 정교하고 다양한 배경을 만들어낼 수 있게 되었다.

3) 디지털 VFX 기법

컴퓨터 생성 이미지(CGI)는 컴퓨터로 만들어진 이미지나 영상을 의미하며, 1990년대부터 영화 산업에 널리 사용되기 시작했다. CGI는 사실적인 생물, 환경, 특수 효과를 구현하는데 사용되며, 이를 통해 현실에서 구현하기 어려운 장면을 생생하게 표현할 수 있다.

모션 캡처는 배우의 움직임이 디지털로 기록하여 컴퓨터 생성 캐릭터에 적용하는 기술이다. "반지의 제왕" 시리즈의 골룸 캐릭터는 배우 앤디 서키스의 연기를 기반으로 모션 캡처 기술을 통해 사실적인 애니메이션이 가능했다. 이 기법은 배우의 신체 움직임을 정확히 기록하여 자연스러운 캐릭터 애니메이션을 구현한다.

퍼포먼스 캡처는 모션 캡처의 발전된 형태로, 배우의 전체 연기(얼굴 표정, 손동작, 몸동작 등)를 동시에 기록하여 디지털 캐릭터에 적용하는 기술이다[20]. "아바타"(2009)는 이 기술을 통해 배우들의 연기를 실시간으로 디지털 캐릭터에 적용하여 현실감 있는 캐릭터를 구현하였다. 이는 미세한 표정 변화까지 반영하여 감정 표현을 더욱 풍부하게 만든다.

디지털 휴먼 기술은 배우의 얼굴을 디지털로 재현하여 나 이 조절, 얼굴 교체 등의 작업을 가능하게 한다. 페이스 캡처

는 배우의 얼굴 표정을 디지털로 기록하여 이를 디지털 캐릭터에 적용하는 기술이다. "벤자민 버튼의 시간은 거꾸로 간다"(2008)에서는 브래드 피트의 얼굴을 디지털로 변형하여 다양한 나이를 표현하였다[21]. 이 기술은 정교하고 사실적인 표현을 가능하게 한다.

최신 VFX 기술은 인공지능(AI)의 도입으로 혁신을 맞이하고 있다. AI는 VFX 작업의 자동화를 가능하게 하며, 딥러닝 알고리즘을 통해 정교한 시각 효과를 구현한다. AI는 복잡한 배경 제거, 이미지 업스케일링, 디지털 휴먼 생성 등의 작업에서 중요한 역할을 한다[22]. 이러한 기술 발전은 영화 제작의 효율성과 창의성을 증대시키며, 관객에게 몰입감 있는 시각적 경험을 제공한다

2-2 VFX 소프트웨어의 인공지능 기술의 핵심

VFX 소프트웨어에 사용되는 인공지능(AI) 기술은 주로 딥러닝(Deep Learning), 머신러닝(Machine Learning), 그리고 신경망(Neural Networks) 등의 개념에 기반하고 있다. 이러한 기술들은 복잡한 데이터 패턴을 학습하고, 예측 및 자동화를 통해 VFX 작업의 효율성과 품질을 향상시키는 핵심적인 역할을 한다.

1) 딥러닝(Deep Learning)

딥러닝은 인공 신경망의 구조를 바탕으로 데이터로부터 복잡한 패턴을 학습하는 방법이다. 특히, 딥러닝은 다층 신경망(Deep Neural Networks)을 활용하여 대량의 데이터에서 높은 수준의 특징을 추출할 수 있다. 특히 이 기술은 이미지 인식, 음성 인식, 자연어 처리와 같은 분야에서 뛰어난 성능을 발휘하며, VFX 소프트웨어에서도 광범위하게 사용된다.

딥러닝 모델은 입력층(input layer), 여러 개의 은닉층(hidden layers), 출력층(output layer)으로 구성되며, 각 층의 뉴런은 가중치(weights)와 활성화 함수(activation function)를 통해 연결되어 있다. 활성화 함수는 주로 비선형 함수를 사용하여 뉴런의 출력값을 결정한다. 대표적인 활성화 함수로는 ReLU(Rectified Linear Unit), 시그모이드(sigmoid), 그리고 하이퍼볼릭 탄젠트(tanh)가 있다.

딥러닝을 통해 VFX 소프트웨어는 이미지 및 비디오 처리, 배경 제거, 디지털 캐릭터 생성 등 다양한 작업에서 높은 정밀도와 현실감을 구현할 수 있다. 예를 들어, CNN(Convolutional Neural Networks)은 이미지의 패턴을 학습하여 복잡한 비주얼 이펙트를 구현하는 데 사용되며, GAN(Generative Adversarial Networks)은 새로운 이미지를 생성하거나 기존 이미지를 변형하는 데 활용된다[23].

2) 머신러닝(Machine Learning)

머신러닝은 컴퓨터가 명시적인 프로그래밍 없이 데이터를 통해 학습하는 방법으로, 데이터의 패턴을 인식하고 예측 모델을 구축하는 데 사용된다. 머신러닝에는 지도 학습(Supervised

Learning), 비지도 학습(Unsupervised Learning), 강화 학습(Reinforcement Learning) 등의 다양한 학습 방법이 존재한다.

지도 학습은 입력 데이터와 레이블(정답)을 통해 모델을 훈련시키는 방법이다. 이 방식은 이미지 분류, 객체 탐지 등 VFX에서 정밀한 작업을 수행하는 데 유용하다. 비지도 학습은 레이블이 없는 데이터를 분석하여 패턴을 발견하는 방법으로, 클러스터링이나 데이터 축소에 주로 사용된다. 이는 VFX 소프트웨어에서 데이터의 구조를 파악하고 새로운 통찰을 얻는 데 도움이 된다. 강화 학습은 에이전트가 보상 체계를 통해 최적의 행동을 학습하는 방법이다. 이 기술은 VFX의 시뮬레이션 및 최적화 과정에서 유용하게 사용될 수 있다. 머신러닝은 VFX 소프트웨어에서 이와 같은 학습 방법들을 통해 반복적이고 시간이 많이 소요되는 작업을 자동화하고, 더 나은 예측과 분석을 통해 효율성을 높일 수 있다[24].

3) 신경망(Neural Networks)

신경망은 인간의 뇌 구조를 모방한 인공 뉴런으로 구성된 컴퓨팅 시스템이다. 신경망은 입력층, 은닉층, 출력층으로 구성되며, 각 뉴런은 다른 뉴런과 연결되어 정보를 전달하고 처리한다. 이는 특히 비선형 문제를 해결하는 데 강력한 도구로, 복잡한 데이터의 패턴을 인식하고 학습할 수 있다.

신경망은 VFX 소프트웨어에서 이미지와 비디오의 복잡한 패턴을 분석하고, 실시간으로 고품질의 시각 효과를 생성하는데 중요한 역할을 한다. 예를 들어, RNN(Recurrent Neural Networks)은 시퀀스 데이터를 처리하는 데 효과적이며, LSTM(Long Short-Term Memory)과 같은 확장은 장기적인 종속성을 학습하는 데 사용된다. 이러한 기술은 VFX 작업에서 시간에 따른 변화를 인식하고 효과적으로 처리하는 데 유리하다[25].

이러한 AI 기술의 통합은 VFX 소프트웨어가 높은 수준의 자동화와 정밀한 시각 효과를 구현하는 데 핵심적 역할을 하며, 영화 제작의 효율성과 창의성을 증대시켜 더욱 몰입감 있는 시각적 경험을 제공한다.

2-3 AI와 VFX의 융합

AI와 VFX의 융합은 영화 제작의 새로운 패러다임을 제시하고 있다. AI는 복잡하고 반복적인 작업을 자동화함으로써 VFX 아티스트들이 보다 창의적인 작업에 집중할 수 있게 한다. 이 장에서는 AI 기술이 VFX 작업에 어떻게 적용되고 있는지에 대해 논의하고자 한다.

1) 이미지 처리의 자동화

AI는 복잡한 이미지 처리 작업을 자동화하는 데 강력한 도구로 작용한다. 딥러닝 알고리즘을 기반으로 한 배경 제거 기술은 전통적인 그린 스크린 없이도 피사체와 배경을 효과적으로 분리할 수 있다. 이는 합성 신경망을 활용하여 이미지의 특정 요소를 학습하고 구분하는 방식으로 구현된다[26].

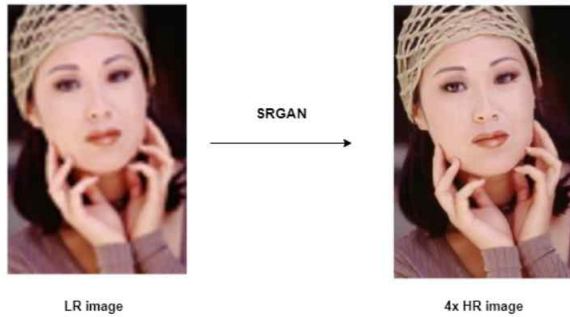


그림 1. SRGAN이 적용된 이미지 사례[27]
Fig. 1. Example of Images with SRGAN Applied[27]

또한, AI 기반 이미지 업스케일링 기술은 위 그림 1과 같이 SRGAN(Super-Resolution Generative Adversarial Network)과 같은 모델을 사용하여 저해상도 이미지를 고해상도로 변환하여 시각적 품질을 향상할 수 있다. 이러한 기술은 영화 제작 과정에서 시간과 비용을 절감하면서도 높은 품질의 시각 효과를 구현할 수 있게 한다.

2) 디지털 휴먼 생성과 애니메이션

AI는 디지털 휴먼을 생성하고 애니메이션을 구현하는 데 중요한 역할을 한다. 딥러닝 알고리즘은 대량의 얼굴 표정 데이터셋을 학습하여, 이를 디지털 캐릭터에 적용함으로써 현실감 있는 애니메이션을 구현한다. CNN과 RNN을 결합한 모델은 얼굴의 미세한 표정 변화를 실시간으로 반영할 수 있다[28]. 이러한 기술은 인간이 표현할 수 없는 다양한 캐릭터를 구현하는 데 사용되며, 영화의 스토리와 표현을 확장하는 데 널리 활용된다. 예를 들어, 영화 "The Irishman"에서는 GAN을 이용해 배우들의 젊은 시절을 사실적으로 재현하였다.

3) 실시간 렌더링

AI 기반의 실시간 렌더링 기술은 영화 제작의 효율성을 크게 향상시킨다. NVIDIA의 RTX 기술은 딥러닝 알고리즘을 통해 실시간으로 고품질의 광원과 반사 효과를 구현한다. 레이 트레이싱(ray tracing) 기법을 활용하여 빛의 경로를 실시간으로 추적하며, 더욱 사실적인 장면을 구현한다[29]. 이는 영화 제작자들이 즉각적인 피드백을 받고, 더 빠르게 의사결정을 내릴 수 있게 하여, 제작 과정을 더욱 효율적으로 만든다.

3) 딥페이크 기술

딥페이크 기술은 AI를 이용하여 한 사람의 얼굴을 다른 사람의 얼굴로 바꾸는 기술이다. 이는 GAN을 활용하여 수천 장의 이미지를 학습하고 변형된 이미지를 생성하는 방식으로 작동한다. 이 기술은 영화 제작에서 배우의 얼굴을 디지털로 재현하거나, 사망한 배우의 모습을 복원하는 데 사용될 수 있다[30]. 이러한 기술은 역사적 인물의 재현이나 영화 속 특수한 장면 구현에 큰 도움이 되며, 영화의 표현 범위를 넓히는

데 기여한다.

이와 같이 AI와 VFX의 융합은 영화 제작의 효율성과 품질을 동시에 향상시킬 수 있는 혁신적인 방법으로, 영화 제작 방식에 많은 변화를 가져오고 있다. AI 기술의 발전은 영화 산업에 지속적인 혁신을 불러일으키며, 새로운 형태의 시각적 스토리텔링을 가능하게 한다. 이러한 융합 기술의 도입은 영화 제작의 새로운 시대를 여는 중요한 요소로 자리 잡고 있다.

III. AI 기반 VFX 소프트웨어

3-1 AI 기반 VFX 소프트웨어의 주요 기능

1) 자동화된 매트 페인팅과 환경 생성

AI를 활용한 자동화된 매트 페인팅과 환경 생성은 시각 효과의 배경 요소를 자동으로 생성하고 편집하는 과정을 의미한다. 전통적으로 매트 페인팅은 수작업으로 이루어졌으나, AI 기술의 도입으로 이 과정이 자동화되고 있다. NVIDIA의 GauGAN은 생성적 적대 신경망(GAN, Generative Adversarial Network)을 활용하여 간단한 스케치를 현실감 있는 풍경으로 변환하는 기술을 제공한다[31]. 이 소프트웨어는 사용자가 그린 간단한 형태와 색상을 분석하여 이를 기반으로 복잡하고 상세한 자연 경관을 생성한다. 딥러닝을 통해 수백만 장의 이미지를 학습하여 실제 사진과 구별하기 어려운 고품질의 환경을 생성할 수 있다.

자동화된 매트 페인팅과 환경 생성의 주요 장점은 시간과 비용의 절감이다. 전통적인 수작업 방식이 AI로 자동화되면서 제작 기간이 단축되고 인건비가 절감된다. 또한, AI는 수작업으로는 구현하기 어려운 복잡한 디테일을 포함한 고품질의 배경을 생성하여 영화의 시각적 완성도를 높인다.

2) 실시간 렌더링 기반 시각 효과

실시간 렌더링은 AI 기술을 활용하여 시각 효과를 실시간으로 생성하는 과정이다. 딥러닝 알고리즘은 복잡한 광원 처리와 반사 효과를 빠르게 계산하여, 고품질의 이미지를 실시간으로 렌더링할 수 있게 한다. NVIDIA의 RTX 기술은 실시간 레이 트레이싱(ray tracing)을 가능하게 하는 대표적인 기술이다. 레이 트레이싱은 빛의 경로를 시뮬레이션하여, 사실적인 광원, 그림자, 반사, 굴절 등을 구현하는 기술이다[32]. RTX는 딥러닝 알고리즘과 전용 하드웨어(Tensor Cores)를 결합하여, 기존 렌더링 방식보다 훨씬 빠른 속도로 고품질의 이미지를 생성한다.

실시간 렌더링의 가장 큰 장점은 시간 절감과 즉각적인 피드백 제공이다. 전통적인 렌더링 방식에서는 한 장면을 렌더링하는 데 몇 시간에서 며칠이 걸릴 수 있었지만, AI 기반 실시간 렌더링 기술을 사용하면 즉각적으로 고품질 이미지를 생성할 수 있다. 이는 제작자들이 실시간으로 영상의 결과를

확인하고 수정할 수 있게 하여, 더 나은 의사결정을 내릴 수 있게 한다.

3) 디지털 휴먼 생성

디지털 휴먼 생성은 AI를 활용하여 배우의 디지털 버전을 생성하고 애니메이션을 적용하는 기술이다. 딥러닝 알고리즘은 배우의 표정과 움직임을 학습하여, 이를 디지털 캐릭터에 적용한다. 이 과정은 보통 다음 표 1과 같이 이루어진다.

표 1. 디지털 휴먼 생성 과정

Table 1. Digital human generation process

Data Collection	Data on the actor's facial expressions, movements, and skin texture is collected. This is accomplished through 3D scanning, motion capture, photographs, and video recordings.
Model Training	The collected data is used to train deep learning models. During this process, the model learns the actor's various expressions and movements, enabling it to apply these to a digital character.
Animation Application	The trained model is used to animate the digital character. The digital character moves naturally based on the actual performance data of the actor.

DeepMotion은 이러한 디지털 휴먼 생성 기술을 제공하는 대표적인 소프트웨어로, 실시간으로 배우의 퍼포먼스를 캡처하고 이를 디지털 캐릭터에 적용하여 자연스러운 애니메이션을 생성한다[33].

디지털 휴먼 생성의 주요 장점은 현실감 있는 캐릭터 표현과 시간 절감이다. AI 기술을 통해 배우의 디지털 버전을 생성함으로써, 보다 현실감 있는 디지털 캐릭터를 구현할 수 있다. 또한, 이러한 기술은 반복적인 촬영과 후반 작업을 줄여주어 제작 시간을 절감할 수 있다.

4) 딥페이크 기술을 활용한 이미지 생성

딥페이크 기술은 AI를 이용하여 한 사람의 얼굴을 다른 사람의 얼굴로 바꾸는 기술이다. 주로 GANs(Generative Adversarial Networks)를 사용하여 구현되며, 두 신경망이 상호작용하면서 현실감 있는 얼굴 변환을 가능하게 한다. GANs는 생성기(Generator)와 판별기(Discriminator)로 구성되며, 생성기는 가짜 이미지를 생성하고, 판별기는 이를 진짜 이미지와 구별하는 역할을 한다. 이 과정에서 생성기는 점점 더 현실감 있는 이미지를 생성하게 된다[34].

Face2Face는 딥페이크 기술의 대표적인 예로, 실시간으로 얼굴 표정을 변환할 수 있다. 이 소프트웨어는 사용자의 얼굴 움직임을 캡처하고, 이를 다른 사람의 얼굴로 실시간으로 변환하여 자연스러운 표정 변화를 구현한다[35].

딥페이크 기술의 주요 장점은 고도의 현실감과 시간 절감이다. AI를 통해 얼굴 교체 작업을 자동화함으로써, 수작업으

로는 구현하기 어려운 고도의 현실감을 제공할 수 있다. 또한, 이 기술은 반복적인 촬영과 후반 작업을 줄여주어 제작 시간을 절감할 수 있다.

5) 비디오 복원 및 업스케일링

비디오 복원 및 업스케일링은 AI 기술을 사용하여 저화질 영상을 고화질로 변환하는 과정이다. 딥러닝 알고리즘은 저해상도 이미지의 디테일을 학습하고, 이를 바탕으로 고해상도 이미지를 생성한다. 이 기술은 주로 Super-Resolution(초해상도) 기술을 활용하여 구현된다.

Topaz Labs의 Video Enhance AI는 이러한 업스케일링 기술을 제공하는 대표적인 소프트웨어이다. 이 소프트웨어는 딥러닝을 통해 비디오의 해상도와 품질을 향상시키며, 노이즈 제거, 색상 보정, 디테일 복원을 동시에 수행한다[36]. Video Enhance AI는 수백만 장의 이미지와 비디오 프레임을 학습하여, 고해상도 영상을 생성하는 데 필요한 디테일과 패턴을 학습한다.

비디오 복원 및 업스케일링은 AI 기술을 통해 저해상도 영상을 고해상도로 변환함으로써, 시청자에게 선명하고 생생한 영상을 제공할 수 있다. 또한, 기존의 저해상도 자료를 재활용할 수 있어, 새로운 콘텐츠 제작 비용을 절감할 수 있다.

IV. 사용 사례 연구

4-1 AI VFX 소프트웨어

1) Ziva Dynamics

Ziva Dynamics는 캐릭터의 근육, 피부, 신체 구조를 시뮬레이션하는 물리 기반 애니메이션 소프트웨어이다. Ziva Dynamics는 딥러닝을 통해 캐릭터의 근육과 힘줄의 움직임을 시뮬레이션하여 매우 현실적인 애니메이션을 생성한다. 이 소프트웨어는 실제 인체 구조와 유사한 근육 및 뼈 구조를 모델링하여, 각 움직임이 자연스럽게 표현되도록 한다. 근육 시뮬레이션은 특히 복잡한 캐릭터 애니메이션에서 그 진가를 발휘하며, 인체의 물리적 반응을 정밀하게 재현할 수 있다[37].

Ziva Dynamics는 피부의 탄력성과 움직임도 사실적으로 표현하여, 캐릭터의 전체적인 외형과 움직임이 자연스럽게 보이도록 한다. 피부 시뮬레이션은 실제 피부의 물리적 특성을 반영하여, 캐릭터가 움직일 때 피부가 자연스럽게 늘어나고 주름이 생기도록 한다[38].

또한 Ziva Dynamics는 중력, 마찰 등 실제 물리적 특성을 적용하여 캐릭터의 움직임이 더욱 사실적으로 보이게 한다. 이는 캐릭터가 상호작용하는 환경에 따라 움직임이 달라지도록 하여, 더욱 현실감 있는 애니메이션을 구현한다[39].

2) NVIDIA GauGAN

NVIDIA GauGAN은 생성적 적대 신경망(GANs)을 사용

하여 간단한 스케치를 현실감 있는 풍경으로 변환하는 실시간 환경 생성 소프트웨어이다. GauGAN은 사용자가 그린 간단한 스케치를 기반으로 고품질의 현실적인 풍경을 즉시 생성할 수 있으며, 대규모 이미지 데이터베이스를 학습하여 다양한 자연경관을 생성하는 능력도 갖추고 있다. 사용자는 스케치에 원하는 색상과 형태를 지정할 수 있으며, GauGAN은 이를 바탕으로 복잡한 환경을 생성한다[40].

GauGAN은 다양한 스타일을 적용할 수 있어, 사용자가 원하는 특정 스타일의 배경을 쉽게 생성할 수 있다. 예를 들어, 빈티지 스타일, 현대적 스타일, 판타지 스타일 등 다양한 스타일을 선택하여 환경을 생성할 수 있다[41].

3) Masquerade

Masquerade는 Digital Domain에서 개발한 머신러닝 기반 소프트웨어로, 배우의 얼굴 움직임을 실시간으로 캡처하고 이를 디지털 캐릭터에 적용할 수 있는 혁신적인 기술이다. 이 소프트웨어는 딥러닝 알고리즘을 통해 방대한 양의 얼굴 표정 데이터를 학습하여, 매우 자연스럽고 정밀한 얼굴 표정 변화를 구현한다[42].

Masquerade는 얼굴의 미세한 근육 움직임과 표정을 정밀하게 캡처하고, 이를 디지털 캐릭터에 실시간으로 전송하여 자연스러운 애니메이션을 생성한다. 이 과정은 머신러닝 모델이 실제 얼굴 표정 데이터를 기반으로 학습하며, 다양한 감정 표현을 디지털 캐릭터에 적용할 수 있도록 한다.

딥페이크 기술은 일반적으로 한 사람의 얼굴을 다른 사람의 얼굴로 바꾸는 데 중점을 두고 있으며, 주로 GANs를 사용하여 얼굴 변환을 수행한다. 반면 Masquerade는 배우의 얼굴 움직임을 정확히 캡처하고 이를 디지털 캐릭터에 적용하는 데 중점을 둔 기술로, 딥페이크보다 더 넓은 범위의 얼굴 애니메이션과 표정 캡처에 사용된다.

따라서 Masquerade는 딥페이크 기술과 유사한 머신러닝 기법을 사용하지만, 주로 디지털 캐릭터 애니메이션과 관련된 용도로 사용된다는 점에서 차이가 있다. 이 소프트웨어를 통해 영화 제작자들은 배우의 실제 연기를 디지털 캐릭터에 정확하게 반영할 수 있어, 더욱 몰입감 있는 시각적 경험을 제공할 수 있다.

4) Foundry Nuke

Foundry Nuke는 고급 합성 소프트웨어로, 영화 및 TV 시리즈에서 VFX 작업을 수행하는 데 널리 사용되고 있다. Nuke는 다양한 AI 기반 도구를 통합하여 VFX 작업을 효율적이고 정밀하게 수행할 수 있도록 지원하는 소프트웨어이다.

Nuke는 AI 기반 자동화 로토스코핑 도구를 제공하여, 수작업으로 이루어지던 로토스코핑 작업을 자동화한다. 이는 사람이 개체의 윤곽을 추적하고 분리해야 했던 작업을 크게 단축시켰다. AI가 객체의 가장자리를 자동으로 감지하여, 수작업보다 훨씬 빠르게 개체를 분리할 수 있게 한다[43].

Nuke에서 제공하는 AI 기반 객체 추적 도구는 동영상 내에서 특정 객체를 자동으로 추적하여, 그 움직임을 정확하게 기록한다. 이는 합성 작업에서 중요한 역할을 하며, 정확한 트래킹으로 자연스러운 합성을 가능하게 한다[44].

또한 Nuke는 AI 기술을 활용하여 색상 보정, 노이즈 제거 및 디테일 복원과 같은 작업을 자동으로 수행한다. 이는 최종 영상의 시각적 품질을 크게 향상시킨다. AI 알고리즘이 이미지의 문제점을 자동으로 분석하고 수정하여, 고품질의 결과물을 제공한다.

4-2 영화 산업에서의 AI 기반 VFX 소프트웨어 사용 사례

1) "Avengers: Endgame" - 디지털 휴먼과 환경 생성

"Avengers: Endgame"은 마블 스튜디오에서 제작한 블록버스터 영화로, AI 기반 VFX 기술이 대규모로 사용된 대표적인 사례이다. Industrial Light & Magic(ILM)은 복잡한 시각 효과를 구현하기 위해 전용 도구와 AI 가속화 도구를 활용했다.

주요 도구 중 하나는 Digital Domain에서 개발한 머신러닝 시스템인 마스크레이드(Masquerade)로, 이 시스템은 그림 2와 같이 배우 조쉬 브롤린의 얼굴 표정을 캡처하고 디지털 타노스 모델에 전송하는 역할을 했다. 이 기술은 얼굴 움직임을 세밀하게 자동으로 애니메이션화하여, 수작업으로 했을 때보다 상당한 시간을 절약할 수 있었다. 또한, ILM은 Anyma라는 고해상도 얼굴 캡처 및 리타게팅 도구를 사용하여 스마트 헬크를 위한 마크 러팔로의 퍼포먼스를 정밀하게 캡처하고 최종 렌더링 적용하였다[45],[46].

마지막 전투 장면에서 타노스가 어벤저스와 맞붙는 장면은 타노스의 다양한 표정 변화와 역동적인 움직임을 필요로 했다. Ziva Dynamics는 타노스의 근육이 긴장하고 움직이는 모습을 사실적으로 표현하여, 타노스가 강력하고 위협적인 존재로 보이게 했다.

마지막 전투 장면의 대규모 배경을 구현하기 위해 NVIDIA GauGAN이 사용되었다. 파괴된 도시 배경과 외계 행성의 풍경은 간단한 스케치를 기반으로 하여 고품질의 현실적인 이

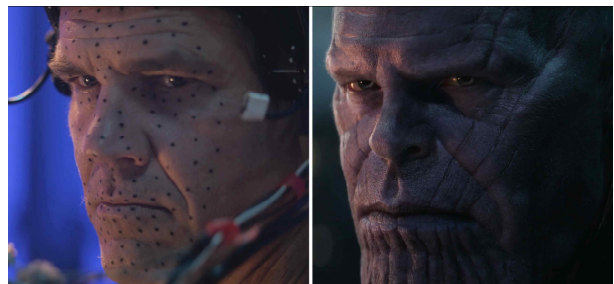


그림 2. 배우 조쉬 브롤린의 얼굴 표정이 디지털 타노스 모델에 전송된 장면[47]

Fig. 2. The scene where actor Josh Brolin's facial expressions are transferred to the digital Thanos model[47]

미지로 변환되었다. 이러한 배경은 타노스와 어벤져스의 전투가 더욱 사실적이고 몰입감 있게 보이도록 만들었다[47].

2) "The Lion King (2019)" - 실시간 렌더링과 애니메이션

"The Lion King (2019)"은 디즈니에서 제작한 리메이크 애니메이션 영화로, AI 기반 실시간 렌더링과 애니메이션 기술이 사용되었다. NVIDIA의 RTX 기술은 실시간으로 레이 트레이싱을 수행하여 사실적인 광원, 그림자, 반사 효과를 생성할 수 있는데, 이를 통해 사막에서 사자들이 뛰어다니는 장면에서 실시간으로 햇빛이 모래와 동물의 털에 반사되는 효과가 구현되었다. 이 기술 덕분에 매우 현실감 있는 자연 환경을 구현할 수 있었으며, 제작 시간이 크게 단축되었다[48]. 영화의 초기 장면에서 심바가 프라이드 락에서 동물들을 내려다보는 장면은 특히 인상적인데, 이 장면에서 햇빛이 프라이드 락에 반사되고, 심바의 털과 눈에 반짝이는 효과가 실시간으로 구현되었다. 이는 RTX 기술 덕분에 가능했으며, 관객들에게 매우 몰입감 있는 시각적 경험을 제공하였다.

또한 AI 기반 애니메이션 도구들이 동물들의 움직임과 표정을 자연스럽게 구현하는 데 사용되었다. 이러한 도구들은 실제 동물의 움직임을 학습하고 이를 디지털 캐릭터에 적용하여 심바와 무파사의 얼굴 표정과 몸 동작을 매우 자연스럽게 사실적으로 표현하였다[49]. 특히 심바가 어둠의 땅에서 나무 위로 도망가는 장면에서, AI 도구들은 심바의 두려움과 긴장된 표정을 자연스럽게 구현하였다. 심바의 근육과 털의 움직임이 실제 사자의 움직임과 일치하도록 AI가 학습하여, 그림 3과 같이 매우 사실적인 장면을 만들어냈다.

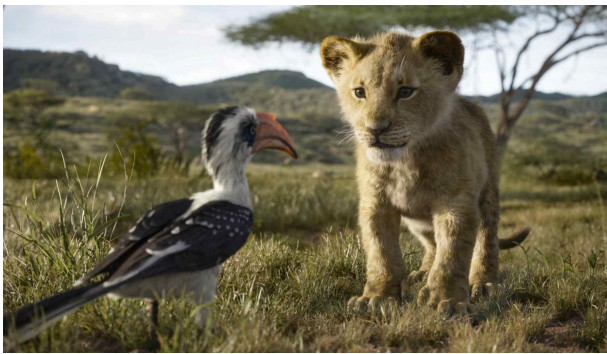


그림 3. AI VFX 소프트웨어를 사용하여 탄생한 어린 심바[50]
Fig. 3. Young Simba brought to life using AI VFX software[50]

3) "The Irishman" - 딥페이크 기술을 이용한 얼굴 교체

마틴 스코세지의 "The Irishman"은 AI 기반 디에이징 기술을 활용하여 배우들의 얼굴을 디지털로 변형하는 데 성공한 영화이다. 이 영화에서는 디에이징(de-aging) 기술을 사용하여, 로버트 드 니로, 알 파치노, 조 페시 등 주연 배우들의 얼굴을 젊은 시절의 모습으로 변환하였다. 이러한 변형은 ILM(Industrial Light & Magic)의 전용 디지털 인간 시스템

을 통해 이루어졌다.

ILM은 디에이징을 위해 VFX(Visual Effects) 기술과 컴퓨터 그래픽스를 결합하여, 배우들의 얼굴을 3D 스캔하고 모션 캡처를 통해 표정을 캡처한 후, 이를 젊은 얼굴로 변환하였다. 이 과정에서는 배우들의 현재 얼굴 표정을 고해상도 3D 스캔으로 캡처한 후, 딥러닝 알고리즘을 사용하여 이를 젊은 얼굴로 변환하였다. ILM의 이 전용 기술은 "Masquerade"와 "Anyma"와 같은 최신 AI 기반 도구를 포함하고 있다[51].

영화 초반에 드 니로가 30대의 프랭크 시런으로 등장하는 장면에서는 그의 현재 얼굴이 완전히 젊은 시절의 모습으로 변환되었다. ILM의 디에이징 기술은 드 니로의 모든 미세한 표정과 주름을 젊은 시절의 모습으로 자연스럽게 변환하여, 그의 연기가 더욱 몰입감 있게 전달되도록 하였다. 이는 AI 기술을 통해 디지털 휴먼의 현실감을 극대화하여 관객들에게 매우 현실감 있는 경험을 제공할 수 있었다[52].



그림 4. 디에이징 기술을 통해 재탄생한 'The Irishman'의 젊은 드니로[53]

Fig. 4. The young De Niro, reborn through de-aging technology in "The Irishman."[53]

V. AI 기반 VFX 소프트웨어의 효과 분석

5-1 작업 효율성 향상

1) 작업 프로세스 자동화

AI 기술은 VFX 작업의 많은 부분을 자동화하여 작업 효율성을 크게 향상시킨다. 기존의 VFX 기술에서는 매트 페인팅, 캐릭터 애니메이션, 환경 생성 등의 작업이 수작업으로 이루어져 많은 시간이 소요되었다. 그러나 AI 기반 기술은 이러한 작업을 자동화함으로써 효율성을 극대화한다. 예를 들어, 딥러닝 알고리즘을 사용한 자동화된 매트 페인팅 및 환경 생성 기술은 전통적인 수작업에 비해 훨씬 빠르게 고품질의 배경을 생성할 수 있다. NVIDIA의 GauGAN을 사용하면, 간단한 스케치를 통해 복잡한 환경을 즉시 생성할 수 있으며, 이는 수작업으로 일일이 그리는 작업보다 훨씬 효율적이다.

또한, Ziva Dynamics와 같은 소프트웨어는 캐릭터의 근육 및 피부 시뮬레이션을 자동으로 수행하여, 애니메이터가

수작업으로 모든 프레임을 조정할 필요 없이 자연스러운 움직임 구현을 구현할 수 있게 한다. 이는 전통적인 애니메이션 기법에 비해 매우 효율적이다.

2) 인력 절감 및 시간 절약

AI 기반 VFX 소프트웨어는 인력과 시간을 절감하는 데 큰 도움이 된다. 기존의 VFX 작업은 많은 인력과 시간이 소요되었으나, AI 기술의 도입으로 이러한 부담이 크게 줄어들었다. 예를 들어, NVIDIA의 RTX 기술은 실시간 렌더링을 통해 복잡한 광원 처리와 반사 효과를 빠르게 계산하여 고품질 이미지를 즉각적으로 생성할 수 있다. 이는 렌더링 작업에서 시간과 비용을 절감하는 데 중요한 역할을 한다.

기존에는 배우가 다양한 연령대를 연기하기 위해 특수 분장과 CG 처리가 필요했지만, AI 기술을 통해 보다 효율적으로 작업할 수 있게 되었다. 예를 들어, ILM의 Anyma와 같은 고해상도 얼굴 캡처 도구는 배우의 얼굴 움직임을 정밀하게 캡처하고 이를 디지털 캐릭터에 적용하여 자연스러운 애니메이션을 생성할 수 있게 한다. 이는 반복적인 촬영과 후반 작업을 줄여주어 전체 제작 비용을 절감하고 영화 제작 기간을 단축시키는 효과를 가져온다.

또한, AI 기반 소프트웨어는 실시간으로 배우의 퍼포먼스를 캡처하고 이를 디지털 캐릭터에 적용할 수 있어, 촬영 중에도 즉각적인 피드백을 제공하여 수정 작업을 신속하게 할 수 있게 한다. 예를 들어, Weta Digital의 FaceBuilder와 같은 도구는 실시간 퍼포먼스 캡처를 통해 배우의 연기를 디지털 캐릭터에 실시간으로 적용하여 VFX 작업의 효율성을 극대화하고 제작 시간을 크게 단축시킨다.

5-2 창의성 증대

1) 비현실적이거나 복잡한 장면의 구현

AI 기술은 비현실적이거나 복잡한 장면을 구현하는 데 있어 새로운 가능성을 제공한다. 기존의 VFX 기술로는 구현하기 어려웠던 장면들도 AI 기술을 통해 보다 쉽게 구현할 수 있다. 예를 들어, Ziva Dynamics는 캐릭터의 근육과 피부의 물리적 특성을 정밀하게 시뮬레이션하여 매우 현실감 있는 애니메이션을 생성할 수 있다. 이 소프트웨어는 캐릭터의 근육과 뼈 구조를 실제 인체와 유사하게 모델링하여 자연스러운 움직임을 표현할 수 있다.

또한, NVIDIA GauGAN은 생성적 적대 신경망을 사용하여 간단한 스케치를 현실감 있는 풍경으로 변환할 수 있다. GauGAN은 대규모 이미지 데이터베이스를 학습하여 다양한 자연경관을 생성하는 능력을 갖추고 있으며, 사용자가 그린 간단한 형태와 색상을 분석하여 이를 기반으로 고품질의 복잡한 환경을 즉시 생성할 수 있다. 다양한 스타일을 적용할 수 있어, 영화 제작자들이 원하는 특정 스타일의 배경을 쉽게 구현할 수 있다.

마지막으로, Foundry Nuke는 고급 합성 소프트웨어로, 다양한 AI 기반 도구를 통합하여 VFX 작업을 효율적이고 정밀하게 수행할 수 있다. Nuke의 AI 기반 자동화 로토스코핑 도구는 수작업으로 이루어지던 로토스코핑 작업을 자동화하여, 개체의 윤곽을 추적하고 분리하는 작업을 크게 단축시킨다. 또한, AI 기반 객체 추적 도구는 동영상 내에서 특정 객체를 자동으로 추적하여 그 움직임을 정확하게 기록함으로써 자연스러운 합성을 가능하게 한다.

2) 예술적 자유의 확대

AI 기술은 영화 제작자들에게 더 큰 예술적 자유를 제공한다. NVIDIA의 GauGAN을 사용하면, 사용자는 간단한 스케치를 통해 다양한 스타일의 환경을 생성할 수 있어, 창의적인 시각적 표현을 할 수 있다. 이는 영화 제작자들이 더 다양한 시각적 스타일을 탐구하고, 새로운 예술적 시도를 할 수 있게 한다. 또한, Ziva Dynamics는 캐릭터의 근육과 피부 움직임을 사실적으로 시뮬레이션하여, 영화 제작자들이 보다 현실감 있는 캐릭터를 창조할 수 있게 한다. 이는 영화의 시각적 품질을 높이며, 관객들에게 더욱 몰입감 있는 경험을 제공한다.

5-3 품질 향상

1) 렌더링 품질 향상

AI 기반 렌더링 기술은 전통적인 렌더링 방식보다 훨씬 고품질의 이미지를 생성할 수 있다. NVIDIA의 RTX 기술은 실시간으로 레이 트레이싱을 수행하여, 사실적인 광원, 그림자, 반사 효과를 구현할 수 있다. 이는 영상의 시각적 품질을 향상시켜, 관객들에게 더욱 몰입감 있는 시청 경험을 제공할 수 있다.

2) 디지털 휴먼의 현실감 증가

AI 기술을 사용하여 생성된 디지털 휴먼은 매우 현실감 있는 외형과 움직임을 구현할 수 있다. Ziva Dynamics와 같은 AI 소프트웨어는 배우의 얼굴 표정과 몸 동작을 사실적으로 캡처하고 시뮬레이션하여, 디지털 휴먼의 현실감을 극대화한다. Masquerade는 고해상도 3D 스캔과 머신러닝을 통해 수집된 데이터를 기반으로 딥러닝 알고리즘을 학습시켜 매우 자연스러운 얼굴 애니메이션을 생성한다. Ziva Dynamics는 캐릭터의 근육, 피부, 신체 구조를 시뮬레이션하여 인체의 물리적 반응을 정밀하게 재현한다. 이러한 기술들은 배우의 실제 감정 표현과 신체 움직임을 정교하게 반영하여, 디지털 캐릭터가 실제 사람처럼 보이고 움직일 수 있게 한다. 이러한 AI 기반 기술은 얼굴 표정과 신체 움직임의 자연스러운 표현, 높은 디테일의 구현, 제작 시간과 비용 절감 등의 장점을 제공한다.

5-4 기술적 한계 및 문제점

1) 윤리적 문제

이러한 AI 기반 VFX 기술의 장점에도 불구하고 무분별한 AI VFX 소프트웨어의 사용은 윤리적 문제를 초래할 수 있다. 특히, 딥페이크 기술은 배우의 얼굴을 디지털로 변형하거나 다른 사람의 얼굴로 바꾸는 데 사용되지만, 이는 개인정보 보호와 관련된 심각한 문제를 야기할 수 있다. 예를 들어, 배우의 동의 없이 그의 얼굴을 사용하여 딥페이크 영상을 제작하는 것은 프라이버시 침해로 간주될 수 있다[54]. 또한, 딥페이크 기술은 악용될 경우 허위 정보나 가짜 뉴스 생성에 사용될 수 있어, 사회적 혼란을 야기할 수 있다.

2) 기술적 한계

AI 기술은 아직 완벽하지 않으며, 여러 기술적 한계를 가지고 있다. 예를 들어, 딥러닝 모델은 대규모 데이터셋을 필요로 하며, 학습 과정에서 많은 시간과 자원이 소모된다. 또한, AI가 생성한 이미지나 영상은 때때로 인위적이거나 부자연스러울 수 있다[55]. 이는 AI 모델의 훈련 데이터가 충분히 다양하지 않거나, 모델의 학습 과정에서 발생하는 오류 때문일 수 있다.

이러한 한계를 극복하기 위해서는 AI 기술의 지속적인 발전이 필요하다. 더 나은 알고리즘 개발, 학습 데이터의 다양화, 그리고 고성능 컴퓨팅 자원의 확보 등이 필요하다. 예를 들어, GANs의 발전은 더 사실적이고 자연스러운 이미지를 생성하는 데 기여할 수 있다. 또한, AI 기술의 투명성과 신뢰성을 높이기 위한 윤리적 가이드 라인과 규제도 필요하다. 이는 AI 기술이 공정하고 책임 있게 사용될 수 있게 하기 위해서이다[56].

VI. 결 론

본 연구는 AI 기반 VFX 기술이 영화 제작 과정에서 어떻게 활용되고 있으며, 이러한 기술이 VFX 작업과 영화 산업 전반에 미치는 영향을 심도 있게 분석하였다. AI 기반 VFX 소프트웨어는 영화 제작 과정에서 효율성과 창의성을 증대시키는 데 중요한 역할을 하며, 이러한 변화가 영화 산업 전체에 미치는 영향을 파악하기 위해 다양한 문헌과 사례를 조사하였다.

연구 결과, AI 기술은 VFX 작업의 효율성을 크게 향상시키며, 작업 프로세스를 자동화하고 인력을 절감하는 데 중요한 기여를 한다는 점이 확인되었다. 특히, AI 기술을 활용하면 비현실적이거나 복잡한 장면을 효과적으로 구현할 수 있어 영화 제작자의 창의성을 극대화하고, 전통적인 방법으로는 불가능했던 새로운 시각적 가능성을 제공한다는 점이 강조되었다. 이러한 기술은 영화 산업에 혁신을 불러일으키며, 제작 기간과 비용을 절감하는 동시에 고품질의 시각 효과를 구현

할 수 있게 한다.

그러나 AI 기반 VFX 기술은 윤리적 문제와 기술적 한계를 동반하고 있다. 딥페이크 기술의 경우, 배우의 얼굴을 디지털로 변형하거나 다른 사람의 얼굴로 바꾸는 데 사용되어 개인정보 보호와 관련된 심각한 문제를 야기할 수 있다. 또한, AI 기술은 대규모 데이터셋과 많은 자원을 필요로 하며, 때로는 인위적이거나 부자연스러운 결과를 초래할 수 있는 잠재적 한계를 가지고 있다.

본 연구는 AI 기반 VFX 기술의 다양한 적용 사례를 분석하고 그 효과를 평가하는 데 주력했지만, 몇 가지 한계점을 지니고 있다. 첫째, 특정 기술이나 소프트웨어에 대한 심층적인 기술적 분석보다는 전반적인 동향과 사례 분석에 집중함으로써 기술적 세부사항을 충분히 다루지 못했다는 점이 한계로 지적된다. 둘째, AI 기술의 윤리적 문제와 사회적 영향에 대한 심도 있는 논의가 부족하였다. 특히, 딥페이크와 같은 기술이 오용될 가능성과 이를 방지하기 위한 구체적인 방안 등에 대한 연구가 필요하다.

AI 기반 VFX 기술은 영화 제작의 효율성과 창의성을 증대시키는 강력한 도구로, 이를 효과적으로 활용하면 영화 산업은 새로운 시각적 예술의 시대를 열 수 있다. 따라서 지속적인 연구와 교육을 통해 이러한 기술의 잠재력을 최대한으로 활용하는 것이 중요하다. 향후 연구는 AI 기술의 윤리적 문제 해결, 기술적 한계 극복, 창의성 증대 방안, 그리고 효과적인 교육 프로그램 개발에 중점을 두어야 할 것이다. 이러한 노력을 통해 AI 기반 VFX 기술의 발전을 촉진하고, 영화 산업의 지속적인 혁신을 도모할 수 있을 것이다. AI와 VFX의 융합이 영화 제작의 새로운 패러다임을 제시하는 데 기여할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] H.-J. Kang, "A Study on Analysis of Intelligent Video Surveillance Systems for Societal Security," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 17, No. 4, pp. 273-278, August 2016. <https://doi.org/10.9728/dcs.2016.17.4.273>
- [2] I. Goodfellow, Y. Bengio, and A. Courville, *Deep Learning*, Cambridge, MA: The MIT Press, 2016.
- [3] J. A. Okun and S. Zwerman, *The VES Handbook of Visual Effects: Industry Standard VFX Practices and Procedures*, 2nd ed. Burlington, MA: Focal Press, 2014.
- [4] Wired. The Irishman Gets De-Aging Right—No Tracking Dots Necessary [Internet]. Available: <https://www.wired.com/story/the-irishman-netflix-ilm-de-aging/>.
- [5] BSM Magazine. Will Smith Fights His Younger and Older Self in Gemini Man [Internet]. Available: <https://bsmandme.com/will-smith-fights-his-younger-and-older-self-in-gemini-man/>.

- [6] AI International Film Festival. AI International Film Festival [Internet]. Available: <https://aifilmfest.org/>.
- [7] S. S. Sundar, J. Kang, and D. Oprean, "Being There in the Midst of the Story: How Immersive Journalism Affects Our Perceptions and Cognitions," *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking*, Vol. 20, No. 11, pp. 672-682, November 2017. <https://doi.org/10.1089/cyber.2017.0271>
- [8] T.-K. Yoo, "Film Production Using Artificial Intelligence with a Focus on Visual Effects," *Journal of the Korea Entertainment Industry Association*, Vol. 15, No. 1, pp. 53-62, January 2021. <https://doi.org/10.21184/jkeia.2021.1.15.1.53>
- [9] J. I. Jung, "Film Production Using Generative Artificial Intelligence and Its Aesthetic Possibilities," *PREVIEW: The Korean Journal of Digital Moving Image*, Vol. 21, No. 1, pp. 137-159, 2024. <https://doi.org/10.23120/kadmi.2024.21.1.005>.
- [10] The Hollywood Reporter. From Deepfakes to Facial Capture: How Artificial Intelligence Is Already Changing Hollywood [Internet]. Available: <https://www.hollywoodreporter.com/lists/how-artificial-intelligence-is-changing-hollywood>.
- [11] Ross Dawson. A Comprehensive Guide to the State-of-Art in How AI is Transforming the Visual Effects (VFX) Industry [Internet]. Available: <https://rossdawson.com/futurist/implications-of-ai/comprehensive-guide-ai-artificial-intelligence-visual-effects-vfx>.
- [12] G. Lucas, *Star Wars*, Los Angeles, CA: 20th Century Fox Film, 1977.
- [13] S. Spielberg, *Jurassic Park*, Universal City, CA: Universal Pictures, 1993.
- [14] P. Jackson, *The Lord of the Rings: The Fellowship of the Ring*, Burbank, CA: New Line Cinema, 2001.
- [15] J. Ng, "Seeing movement: on motion capture animation and James Cameron's Avatar," *Animation*, Vol. 7, No. 3, pp.273-286, 2012.
- [16] Wikipedia. King Kong (1933 film) [Internet]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/King_Kong_\(1933_film\)](https://en.wikipedia.org/wiki/King_Kong_(1933_film)).
- [17] No Film School. The Argonauts: How Motion Smoothing Affects Stop-Motion Animation [Internet]. Available: <https://nofilmschool.com/argonauts-motion-smoother>.
- [18] A. R. Smith and J. F. Blinn, "Blue Screen Matting," in *Proceedings of the 23rd Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques* (pp. 259-268), 1996.
- [19] M. C. Vaz and C. Barron, *The Invisible Art: The Legends of Movie Matte Painting*, San Francisco, CA: Chronicle Books, 2002.
- [20] N. Bestor, "The Technologically Determined Decade: Robert Zemeckis, Andy Serkis, and the Promotion of Performance Capture," *Animation*, Vol. 11, No. 2, pp. 169-188, 2016.
- [21] Digital Domain. The Curious Case of Benjamin Button [Internet]. Available: <https://digitaldomain.com/work/the-curious-case-of-benjamin-button/>.
- [22] V. Ong, *Artificial Intelligence in Digital Visual Effects*, 2021. <http://doi.org/10.32657/10356/151632>
- [23] Y. LeCun, Y. Bengio, and G. Hinton, "Deep Learning," *Nature*, Vol. 521, No. 7553, pp. 436-444, May 2015. <https://doi.org/10.1038/nature14539>
- [24] T. M. Mitchell, *Machine Learning*, New York, NY: McGraw-Hill, 1997.
- [25] S. S. Haykin, *Neural Networks and Learning Machines*, 3rd ed. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education, 2009.
- [26] P. C. Su and M. T. Yang, "Integrating Depth-Based and Deep Learning Techniques for Real-Time Video Matting without Green Screens," *Electronics*, Vol. 13, No. 16, pp. 3182, 2024.
- [27] C. Ledig, L. Theis, F. Huszár, J. Caballero, A. Cunningham, A. Acosta, ... and W. Shi, "Photo-Realistic Single Image Super-Resolution Using a Generative Adversarial Network," in *Proceedings of 2017 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Honolulu: HI, pp. 105-114, July 2017. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2017.19>
- [28] A. Krizhevsky, I. Sutskever, and G. E. Hinton, "ImageNet Classification with Deep Convolutional Neural Networks," *Communications of the ACM*, Vol. 60, No. 6, pp. 84-90, June 2017.
- [29] V. V. Sanzharov, V. A. Frolov, and V. A. Galaktionov, "Survey of Nvidia RTX Technology," *Programming and Computer Software*, Vol. 46, pp. 297-304, 2020.
- [30] S. Karnouskos, "Artificial Intelligence in Digital Media: The Era of Deepfakes," *IEEE Transactions on Technology and Society*, Vol. 1, No. 3, pp. 138-147, 2020.
- [31] NVIDIA. GauGAN2 AI Art Demo [Internet]. Available: <https://blogs.nvidia.com/blog/gaugan2-ai-art-demo/>.
- [32] NVIDIA. RTX [Internet]. Available: <https://www.nvidia.com/en-us/geforce/rtx/>.
- [33] DeepMotion. AI Motion Capture & Body Tracking [Internet]. Available: <https://www.deepmotion.com/>.
- [34] I. J. Goodfellow, J. Pouget-Abadie, M. Mirza, B. Xu, D. Warde-Farley, S. Ozair, ... and Y. Bengio, "Generative Adversarial Nets," in *Proceedings of the 27th International Conference on Neural Information Processing Systems (NIPS '14)*, Montreal, Canada, pp. 2672-2680, December 2014.

- [35] J. Thies, M. Zollhöfer, M. Stamminger, C. Theobalt, and M. Nießner, "Face2Face: Real-time Face Capture and Reenactment of RGB Videos," in *Proceedings of 2016 IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, Las Vegas: NV, pp. 2387-2395, June 2016. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2016.262>
- [36] Topaz Labs. Video Enhance AI [Internet]. Available: <https://www.topazlabs.com/video-enhance-ai>.
- [37] Game Developer. Unity Acquires Ziva Dynamics to Democratize Real-Time Character Creation [Internet]. Available: <https://www.gamedeveloper.com/business/unity-acquires-ziva-dynamics-to-democratize-real-time-character-creation>.
- [38] J. Jacobs, J. Barbic, E. Edwards, C. Doran, and A. van Straten, "How to Build a Human: Practical Physics-Based Character Animation," in *Proceedings of the 2016 Symposium on Digital Production*, pp. 7-9, July 2016.
- [39] 80 Level. How to Animate a Realistic 3D Creature with Ziva VFX [Internet]. Available: <https://80.lv/articles/how-to-animate-a-realistic-3d-creature-with-ziva-vfx/>.
- [40] PCX. GauGAN Technology Powers NVIDIA Canvas for Instant Landscape Creation [Internet]. Available: <https://pcx.com.ph/blogs/tech-news/gaugan-technology-powers-nvidia-canvas-for-instant-landscape-creation>.
- [41] NVIDIA. GauGAN AI Painting: Creating Realistic Landscapes with AI [Internet]. Available: <https://blogs.nvidia.com/blog/gaugan-ai-painting/>.
- [42] FX Guide. Masquerade at Digital Domain [Internet]. Available: <https://www.fxguide.com/xf/featured/masquerade-at-digital-domain/>.
- [43] Foundry. Nuke: VFX Compositing Software [Internet]. Available: <https://www.foundry.com/products/nuke>.
- [44] MOD VFX. AI Tools for VFX [Internet]. Available: <https://modvfx.com/blog/ai-tools-for-vfx>
- [45] Industrial Light & Magic. Avengers: Endgame [Internet]. Available: <https://www.ilm.com/vfx/avengers-endgame>.
- [46] Digital Domain. Masquerade: Machine Learning for VFX [Internet]. Available: <https://www.digitaldomain.com/masquerade>.
- [47] CNN. Why 'The Avengers' VFX Team Is Betting Big on Virtual Humans [Internet]. Available: <https://edition.cnn.com/videos/business/2023/03/14/virtual-humans-digital-domain-marketplace-asia-hnk.cnn>.
- [48] V. V. Sanzharov, A. I. Gorbonosov, V. A. Frolov, and A. G. Voloboy, "Examination of the Nvidia RTX," *CEUR Workshop Proceedings*, Vol. 2485, pp. 7-12, December 2019.
- [49] MPC. Advancing Technologies for The Lion King [Internet]. Available: <https://www.mpcvfx.com/en/news/advancing-technologies-for-the-lion-king/>.
- [50] Digital Trends. How The Lion King Visual Effects Team Used VR to Go inside Disney's CG Adventure [Internet]. Available: <https://www.digitaltrends.com/movies/the-lion-king-visual-effects-interview-oscar-nominee-disney-vfx/>.
- [51] J. Doe and M. Davis, "De-Aging Technology in 'The Irishman': A Case Study," *Journal of Visual Effects*, Vol. 55, No. 2, pp. 120-135, February 2020.
- [52] R. Johnson, "AI and De-Aging in Modern Cinema: The Case of 'The Irishman'," *International Journal of Digital Media*, Vol. 34, No. 1, pp. 89-102, January 2021.
- [53] The Times. The Irishman Review — Martin Scorsese Breathes Life into the Mobster Movie [Internet]. Available: <https://www.thetimes.com/culture/film/article/the-irishman-film-review-25c3rz2zq>.
- [54] Y. Zhou and Z. Deng, "DeepMotion: Learning to Move with Joint Neural Motion Optimization," *ACM Transactions on Graphics (TOG)*, Vol. 37, No. 4, 143:1-143:14. <https://doi.org/10.1145/3197517.3201377>
- [55] J. Debruyne and B. Stappers, "Ethical Implications of Deepfake Technology: A Critical Analysis," *Journal of Information Ethics*, Vol. 30, No. 2, pp. 45-59, 2021.
- [56] L. Floridi and J. Cowsls, "A Unified Framework of Five Principles for AI in Society," *Harvard Data Science Review*, Vol. 1, No. 1, July 2019. <https://doi.org/10.1162/9608f92.8cd550d1>



강지영 (Jiyoung Kang)

2004년 : Pratt Institute 컴퓨터 그래픽스 (학사)

2006년 : New York University, 인터랙티브 텔레커뮤니케이션 (석사)

2013년 : 한국과학기술원(공학박사-인터랙션 디자인)

2022년~현 재: 이화여자대학교 커뮤니케이션·미디어학부 교수
※관심분야 : 가상현실(VR), 증강현실(AR), 인터랙션 디자인 등