

AI 기술을 활용한 풋웨어 디자인 개발 연구

A Study on the Development of Footwear Design Using AI Technology

주 저 자 : 변희진 (Beon, Hee Jean) 신한대학교 산업디자인학과 교수
typographer@naver.com

<https://doi.org/10.46248/kidsr.2025.4.31>

접수일 2025. 11. 20. / 심사완료일 2025. 11. 24. / 게재확정일 2025. 12. 08. / 게재일 2025. 12. 30.
본 논문은 2025학년도 신한대학교 학술연구비에 의하여 연구되었습니다.

Abstract

This study aims to explore ways to systematically apply rapidly expanding AI technologies in the fashion and footwear industries to the footwear design development process. To this end, it examines the trends of digital transformation (DX) in the footwear sector and the development of advanced manufacturing infrastructures such as 3D printing, smart factories, and digital twin systems, and analyzes AI-based footwear design development cases focusing on global sports brands, startups, and academia-industry collaboration projects. Furthermore, it identifies the characteristics of design ideation and structural design using generative artificial intelligence and computational design, and proposes a six-step AI-based footwear design development framework. The proposed framework positions AI not as a single, isolated tool but as an integrated platform that connects data, design, engineering, and user experience, and is expected to serve as foundational material for building digital transformation and AI collaboration models in future footwear design practice and education.

Keyword

Generative Artificial Intelligence(생성형 인공지능), Footwear Design(풋웨어 디자인), Computational Design(컴퓨테이셔널 디자인)

요약

본 연구는 패션-풋웨어 산업에서 빠르게 확산되고 있는 AI 기술을 풋웨어 디자인 개발 프로세스에 체계적으로 적용하기 위한 방안을 탐색하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 신발 산업의 디지털 전환(DX) 동향과 3D 프린팅, 스마트 팩토리, 디지털 트윈 등 첨단 제조 인프라의 발전을 고찰하고, 글로벌 스포츠 브랜드와 스타트업, 산학협력 사례를 중심으로 AI 기반 풋웨어 디자인 개발 사례를 분석하였다. 이어서 생성형 인공지능과 컴퓨테이셔널 디자인을 활용한 디자인 아이디어션 및 구조 설계의 특징을 정리하 6단계로 구성된 AI 기반 풋웨어 디자인 개발 프레임워크를 제안하였다. 제안된 프레임워크는 AI를 단일 도구가 아니라 데이터-디자인-엔지니어링-사용자 경험을 연결하는 통합 플랫폼으로 위치시키며, 향후 풋웨어 디자인 실무와 교육 현장에서 디지털 전환과 AI 협업 모델을 구축하기 위한 기초 자료로 활용될 수 있을 것이다.

목차

1. 서론

- 1-1. 연구 배경 및 필요성
- 1-2. 연구 목적 및 방법

2. 이론적 배경

- 2-1. 풋웨어 디자인의 특성과 개발 프로세스
- 2-2. 풋웨어 디자인 산업에서 AI 활용 동향

2-3. 선행 연구 검토

3. AI 기반 풋웨어 디자인 개발 방법론

- 3-1. AI 기반 풋웨어 디자인 개발 사례 분석
- 3-2. AI 기반 풋웨어 디자인 개발 프레임워크

4. 결론

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 필요성

현대의 AI 기술의 발전과 개발은 각 산업의 다양한 영역에 변화를 불러일으키며 많은 변화와 함께 생산방법과 프로세스에 많은 영향을 끼치고 있다. 패션 분야에서의 풋웨어 디자인 산업에서도 AI기술을 도입하여 사용자에게 보다 편리하고 개인화된 디자인과 형태를 제공하고자 다양한 시도를 하며 발전하고 있는 상황이다.¹⁾ 하지만 디자인 창의성, 실현 가능성, 사용자 맞춤형 등의 측면에서 AI가 구체적으로 어떻게 기여하고 협업할 수 있는지 등에 대한 실증적 연구는 아직 제한적이라고 할 수 있다. 풋웨어 디자인 및 제작 개발 효율성 및 개인화 요구 증대에 맞춘 시스템이 아직 체계적으로 갖추어지지 않은 상태이며, 전통적인 디자인-생산 방식의 시간적, 비용적 한계로 인한 전통 생산 방식의 인력난 및 생산 방식에 변화를 추구해야 하는 시점에서 AI 기술과 협업하여 디자인 초기 구상 단계부터 최종 제품 최적화까지 전 과정에 기여하는 개발 모델 정립의 중요함이 강조되고 있는 시점에서 AI 기술이 현재 풋웨어 시장에서의 현황 분석과 함께 추후 협업하여 활용할 수 있는 방안을 탐구하고자 하였다.

1-2. 연구의 목적 및 방법

연구의 목적과 방법으로는 풋웨어 산업에서 빠르게 확산되고 있는 AI 기술, 생성형 인공지능과 컴퓨터이셔널 디자인을 풋웨어 디자인 개발 프로세스에 어떻게 체계적으로 통합할 수 있는지 탐색하는 데 있다. 이를 위해 풋웨어 산업의 디지털 전환(DX) 동향과 3D 프린팅, 스마트 팩토리, 디지털 트윈 등 첨단 제조 인프라의 발전을 고찰하고, 글로벌 스포츠 브랜드와 AI 기반 스타트업, 산학협력 프로젝트 사례를 분석함으로써 AI 기술이 실제 디자인-개발 단계에 개입하는 방식과 한계를 파악하고자 한다. 나아가 이러한 이론적-사례적 고찰을 토대로, 데이터-디자인-엔지니어링-사용자 경험을 연계하는 AI 기반 풋웨어 디자인 개발 프레임워크를 제안하고, 디자이너와 교육 산업 현장에서의 활용 가능성을 제안하고자 한다.

2. 이론적 배경

2-1. 풋웨어 디자인의 특성과 개발 프로세스

풋웨어 디자인은 단순한 외형적 미학을 넘어, 인체 공학과 소재, 패션 트렌드가 동시에 작동하는 복합적 영역이다. 또한 의류나 가방과 달리 인체 하중을 직접 지지하고 보행 움직임과 밀접하게 연결되는 점에서 고유한 특성을 가진다. 신발은 발을 보호하고 보행과 활동을 지원하는 기본 역할을 위해 착화감, 내구성, 경량성, 생체 역학적 고려가 필수적으로 요구된다.²⁾ 착화감은 라스트(last) 형태, 안감과 인솔의 쿠션 구조, 발목발등을 지지하는 패턴 설계에 의해 결정되며, 사용자의 발 형태와 활동 유형(러닝, 워킹, 라이프스타일 등)에 따라 요구 기준이 달라진다. 내구성은 어퍼(upper) 소재의 마모 저항성과 스티치-본딩 구조, 미드솔(mid-sole)과 아웃솔(outsole)의 압축 변형 및 마찰 마모 특성에 의해 좌우되며, 사용 환경(실내/실외, 스포츠 강도)에 따라 적절한 소재와 구조 선택이 중요하다.

심미적 요소로의 풋웨어는 패션 아이템으로 중요한 역할을 하며, 트렌드, 색채, 소재, 형태, 디테일, 소비자 선호도에 의해 다양한 스타일로 구성된다. 시존-문화서브컬처에 따라 변하는 스타일 코드와 실루엣(레트로 러닝, 청키 스니커즈, 미니멀 러너 등)과 이에 맞는 컬러 팔레트는 기능성(퍼포먼스, 아웃도어)과 패션성(스트리트, 럭셔리)을 동시에 표현하는 도구로 활용된다. 소재 역시 메시, 니트, 가죽, 인조가죽, 리사이클 소재 등 물성뿐 아니라 친환경성, 촉감, 표면 질감에 대한 소비자의 감성적 반응과 연결된다.

전통적인 개발 프로세스는 ‘트렌드-시장 분석-컨셉 기획-2D 스케치/렌더링-라스트(Last) 및 패턴 개발-샘플 제작-피팅-양산 결정’의 단계로 진행 된다. 먼저 타겟 소비자(성별, 연령, 라이프스타일)와 경쟁 브랜드, 시존 트렌드를 분석하여 제품 포지셔닝과 디자인 방향을 설정하고, 이에 맞춘 컨셉을 구체화한다. 이후 전체 실루엣을 2D 스케치-디지털 렌더링으로 전개하며, 컬러웨이, 소재 조합, 디테일(로고, 스티치 라인, 펀칭, 스트랩 등)을 계획한다. 다음 단계에서는 설정된 콘셉트에 맞추어 라스트 형태와 패턴을 개발하고, 실제 소재를 적용한 샘플을 제작하여 피팅 테스트를 실시한다.³⁾ 이 과정에서 기능적 성능과 함께, 실제 착용 시

1) refabric, How Fashion AI is Set to Transform the Footwear Industry, (2025.11.04.)
blog.refabric.com/how-fashion-ai-transform-footwear-industry/?utm_

2) Xiaole Sun, et al., ‘Systematic Review of the Role of Footwear Constructions in Running Biomechanics: Implications for Running-Related Injury and Performance’, Journal of Sports Science and Medicine, 2020. Vol.19, No.1, pp.20-37

의 실루엣, 브랜드 이미지와의 적합성을 종합적으로 검토한다. 최종 사양을 확정하고 제품 생산을 위한 금형 생산 공정을 설계한다. 이러한 개발 프로세스 전반에는 디자이너뿐 아니라 패턴 설계사, 메이커, 머천다이지, 마케터 등 다양한 직군이 참여하며, 최근에는 3D CAD, 가상 피팅, 시뮬레이션 및 AI 기반 도구 등이 병행되어 의사결정의 효율성과 정확도를 높이고 있다.

2-2. 풋웨어 디자인 산업에서 AI 활용 동향

최근 패션·풋웨어 산업에서 인공지능은 디자인, 생산, 유통, 소비자 경험 전 과정에 걸쳐 핵심 인프라로 자리 잡고 있다. 패션 전반에서는 판매 검색 로그, 소셜 미디어 이미지와 텍스트 데이터를 기반으로 시즌 트렌드와 수요를 예측하는 AI 기반 분석이 상용화되고 있으며, 이를 통해 컬러·실루엣·카테고리별 유망 아이템을 조기 포착하고 재고·가격 전략을 최적화하고자 한다.⁴⁾ 동시에 온라인 커머스에서는 고객의 개별 취향과 기존 구매 이력, 클릭 패턴, 시각적 유사성 등을 반영한 패션 추천 시스템과, 아바타·실사 이미지를 활용한 가상 피팅(virtual try-on) 서비스가 빠르게 확산되고 있다. 이러한 시스템은 의류 인식·분할, 착장 합성, 체형 추정 등의 컴퓨터 비전 기술과 결합되어, 상품 판매율을 높이고 반품률을 감소시키는 도구로 평가된다.⁵⁾

디자인 단계에서 생성형 AI의 도입이 두드러진다. 텍스트 프롬프트를 기반으로 스타일 이미지·무드보드·룩북 이미지를 자동 생성하여 컨셉 아이디어션을 지원하는 워크플로가 등장하였고, 일부 하이엔드 브랜드와 디자이너는 런웨이 그래픽, 캠페인 비주얼, 디지털 룩 개발에 생성형 모델을 실험적으로 활용하고 있다.

풋웨어 분야에서는 특히 GAN(Generative Adversarial Network)과 유사한 생성 모델을 이용해 신발 이미지를 직접 생성하거나, 스케치·라인드로잉을 고해상도 신발 이미지로 변환하는 연구가 이루어지고

있다. 제한된 학습 데이터셋에서 다양한 스타일의 신발 이미지를 합성하고, 단순 스케치를 기반으로 색채·재질감을 자동 채색하는 풋웨어 특화 조건부 GAN 모델이 제안되었으며, 이는 신속한 컨셉 탐색과 렌더링 부담 경감에 기여하는 것으로 평가된다.

최근에는 디자이너의 입력 조건을 반영하면서도 구조적으로 실현 가능성이 높은 신발 디자인을 우선 제안하는 ‘창의성 지원 도구(creativity support tool)’ 형태의 AI도 개발되고 있어, 디자이너와 알고리즘의 협업 가능성이 주목된다.

소비자 경험과 맞춤 생산 영역에서도 AI의 역할은 확대되고 있다. 컴퓨터 비전과 딥러닝을 활용해 사용자 전신·착용 이미지를 분석하고, 의상 스타일·색채 조합에 어울리는 신발을 추천하는 이미지 기반 신발 추천 모델이 제안되었으며, 실제로 의류·풋웨어 추천 시스템에서 시각 정보가 중요한 성능 요인으로 작동한다는 연구가 축적되고 있다.

또한, 발 스캔 데이터와 보행 패턴, 족저압 정보를 바탕으로 개인별 족부 형태에 최적화된 맞춤 풋웨어를 설계·생산하려는 시도와 연구도 이루어지고 있다. 인공지능 기반 설계와 3D 프린팅과 디자인을 결합하여, 기존 제조 방법으로는 구현이 어려운 격자 구조 미드솔이나 유기적 형태의 슬라이드 샌들을 제작하는 브랜드와 스타트업이 등장하고 있으며, 이는 개인화, 경량화, 지속가능성 측면에서 풋웨어 산업 구조의 변화를 촉진하고 있다.⁶⁾

이와 같이 패션·풋웨어 산업에서 AI 활용은 단일 기능에 국한되지 않고, 트렌드 분석·디자인 아이디어션·구조 설계·맞춤 추천·가상 피팅·맞춤 생산으로 이어지는 가치사슬 전반에 걸쳐 확장되는 추세이며, 이는 본 연구에서 제안하는 AI 기반 풋웨어 디자인 개발 프로세스를 논의하는 중요한 배경이 된다.

2-3. 선행 연구 검토

기존 제작 방식으로서의 풋웨어는 타겟, 가격대, 시즌 컨셉을 선정하여 스케치 작업으로 시작하여 샘플을 제작하여 착화감, 디자인, 소재 적합성을 살펴본 후 양산 결정을 진행한다. 시기술 개발에 따라 AI를 활용한 컨셉과 형태 실험을 통해 보다 기능적 측면, 감성 및 스

3) Firtikiadis, L. et al., ‘Product Design Trends within the Footwear Industry: A Review,’ Designs, 2024. Vol.8, No.3, p.18

4) Keshav Agrawal, ‘AI-enhanced intelligent fashion eCommerce: Virtual try-on and trend prediction’, World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences, 2025. Vol.15, No.1, pp.2142-2148

5) Aya Bochman, ‘AI for the fashion industry – What’s next?’, FASHNAI, 2024.01.10. (2025.11.10) fashn.ai/blog/ai-for-the-fashion-industry-whats-next?utm_

6) Kijung Kim et al., ‘A multidisciplinary review on footwear 3D printing: From biomechanics to therapeutics’, International Journal of Bioprinting, 2025. Vol.11, No.5, pp.98-121

타일 강조, 친환경 강조 등 각 유형별 생성 결과를 비교하여 같은 다양한 시안을 신속하게 생성하고 비교할 수 있게 되었다.⁷⁾

AI 활용과 디자인 분야에서의 선행 연구로 윤예찬(2025)은 제품 디자인을 생성형 AI 프로그램을 활용할 수 있는 프롬프트 구성요소를 새롭게 탐색하여, 제품디자인에서의 이미지 생성형 AI의 활용 범위를 확장하고, 생성하고자 하는 제품디자인 이미지에 따라 프롬프트 구성요소의 선택적 활용의 필요성을 제기하였다.⁸⁾ 상윤진(2025)는 패션디자인 프로세스에서 생성형 AI는 패션 조형 요소와 디자인 키워드의 조합을 통한 프롬프트 작성으로 효율적이고 다양한 패션 이미지 생성이 가능한 생성형 AI를 통해 패션디자인의 구상 및 전개 단계에서 사용자의 아이디어 개발에 중요한 역할을 하며 신속한 디자인 결과물을 제작할 수 있는 효율성을 높일 수 있는 유용한 도구로서 제시하였다.⁹⁾

나대열(2024)은 AI 활용방법을 프로세스화하여 AI 시대에 변화하는 디자인경영 시스템에 적용하고 활용할 수 있도록 연구하여 프로세스를 둘러싼 종합적인 경영 모델과 연결된 통합 모델을 제안함으로써 중견 이상의 규모의 경영자들에게도 활용하도록 제시하였다.¹⁰⁾

김희진(2025)은 생성형 AI가 상용화되는 시점에서 교육과 실무에 효과적으로 활용할 수 있는 방안을 모색하고, 디자인 입문자를 대상으로 효과를 검증하여 기존 전통적인 광고디자인 프로세스를 확장하는 방안을 모색하였다.¹¹⁾ 또한 김혜경(2022)은 AI 추천시스템 기반의 패션 구독 서비스 사용 의도에 대한 실증적인 분석과 소비자의 심리 성향을 심층적으로 접근한 서비스 사용 요인을 분석 하였으며,¹²⁾ 이은솔(2023)은 고

령자의 정서적 안정을 위한 친밀성 형성 기반의 AI 돌봄 로봇 디자인 연구를 통해 디자인요소와 인터렉션 요소를 구분하여 친밀성 형성 요인에 대한 분석을 통한 활용 가능성을 모색하였다.¹³⁾

이밖에도 송영호(2025)는 생성형 AI의 도입을 통해 신발 디자이너들이 혁신적이고 경쟁력 있는 제품을 개발하는 데 도움이 되도록 생성형 AI의 업무 효율성, 창의성, 사용 즐거움이 지각된 가치에 유의미하게 긍정적인 영향을 미친 것을 실험을 통해 확인하여 디자이너들이 AI를 활용할 때 즐거움이 가장 큰 영향을 미쳐 생성형 AI가 디자이너들에게 심리적 만족감과 창의적 영감을 제공한다는 점을 시사하였다.¹⁴⁾

위와 같이 디자인 분야에서 활용할 수 있는 창의성 활용 도구로서 가능성과 디자인 시스템에서의 효율성, 프롬프트 연구를 통한 체계적 접근 등을 연구하며 AI를 하나의 동반자 또는 활용 도구로서 앞으로의 산업에서 효과적으로 활용할 수 있는 가능성과 잠재력에 대해 탐구하고 있는 것을 확인할 수 있다.

[표 1] AI 활용 디자인 분야 선행 연구

AI 디자인 연구 주제	선행 연구자 및 연구 방향
AI 프롬프트 활용 연구	윤예찬, 제품디자인을 위한 이미지 생성형 AI 프롬프트 구성요소 연구(미드저니를 중심으로), 2025
	상윤진, 패션디자인 프로세스를 위한 생성형 AI 기반 패션 조형 요소 프롬프트 활용 연구, 2025
	원희, 심장생 문양을 활용한 아동복 디자인 개발 연구(생성형 AI를 중심으로), 2024
AI 제품 개발 프로세스 연구	나대열, 생성형AI를 활용한 디자인 모델 연구(AI디자인 프로세스 및 디자인 경영 적용 중심), 2024
	김희진, 은유를 활용한 생성형 AI 디자인 프로세스 연구(광고 이미지 제작을 중심으로), 2025
AI 시스템 연구	김혜경, AI 추천시스템 기반 패션 구독 서

7) Shih-Hung Cheng, Impact of Generative Artificial Intelligence on Footwear Design Concept and Ideation, 2023, Journals Engineering Proceedings, Vol.55, No.1, pp.4-5

8) 윤예찬, 제품디자인을 위한 이미지 생성형 AI 프롬프트 구성요소 연구(미드저니를 중심으로), 서울시립대학교 석사학위논문, 2025, pp.156-173

9) 상윤진, 패션디자인 프로세스를 위한 생성형 AI 기반 패션 조형 요소 프롬프트 활용 연구, 이화여자대학교 박사학위논문, 2025, pp.39-47

10) 나대열, 생성형AI를 활용한 디자인 모델 연구 : AI디자인 프로세스 및 디자인 경영 적용 중심, 홍익대학교 박사학위논문, 2024, pp.159-198

11) 김희진, 은유를 활용한 생성형 AI 디자인 프로세스 연구 : 광고 이미지 제작을 중심으로, 홍익대학교 석사학위논문, 2025, pp.39-44

12) 김혜경, AI 추천시스템 기반 패션 구독 서비스사용 의도에 관한 연구, 숭실대학교 석사학위논문, 2022, pp.79-117

13) 이은솔, 고령자의 정서적 안정을 위한 친밀성 형성 기반의 AI 돌봄 로봇 디자인 연구, 홍익대학교석사학위논문, 2023, pp.39-62

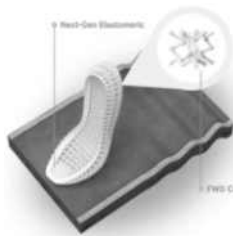
14) 송영호, 신발디자인 경쟁력 강화를 위한 생성형 AI 사용 의도 영향요인에 관한 연구, 국립부경대학교 박사학위논문, 2025, pp.104-114

AI 활용 가능성 연구	비스사용 의도에 관한 연구, 숭실대학교 석사학위논문, 2022
	한치, AI 회화 기술의 소형 가전 산업디자인 적용 확대 연구(청소 로봇 디자인을 예로), 2025
	이은솔, 고령자의 정서적 안정을 위한 친밀성 형성 기반의 AI 돌봄 로봇 디자인 연구, 2023
	송영호, 신발디자인 경쟁력 강화를 위한 생성형 AI 사용 의도 영향요인에 관한 연구, 2025
	한치, AI 회화 기술의 소형 가전 산업디자인 적용 확대 연구(청소 로봇 디자인을 예로), 2025

3. AI 기반 풋웨어 디자인 개발 방법론

3-1. AI 기반 풋웨어 디자인 개발 사례 분석

글로벌 스포츠 브랜드와 AI기술을 적용한 사례로 독일의 스포츠 브랜드 아디다스(Adidas)는 4D 프린팅 기술과 결합된 AI 최적화 알고리즘을 통한 맞춤형 격자형 중창(Lattice Midsole)을 개발하여 소비자 맞춤형 제품을 프린팅기술과 AI기술을 융합하여 발 형태에 따른 맞춤형 제품이 가능하도록 시스템적 개발에 성공하였다. 이는 착용자의 족저부 압력 지도(Pressure Map) 데이터를 활용하여 구조의 밀도와 형상을 조정하는 기술을 활용한 사례로 볼 수 있다.¹⁵⁾



[그림 1] 아디다스 anisotropic lattice midsole

글로벌 스포츠 브랜드 나이키(Nike)는 'Athlete Imagined Revolution (A.I.R.)' 프로젝트를 통해 선수들의 요청과 개성을 바탕으로 프로토타입 신발을 운동 선수의 성능 데이터와 AI를 결합하여 맞춤형 중창(Midsole) 구조를 설계하거나, 새로운 패턴 및 소재 조

합을 탐색하는 기술적 접근 분석하였다. 선수들의 선호도를 텍스트 프롬프트로 생성형 AI 모델에 입력하여 수백 개의 혁신적인 디자인 콘셉트를 빠르게 도출하고 시각화하는 방식으로 디자이너의 상상력을 확장하는 도구 역할로 활용하였다.¹⁶⁾

또한, AI 기반 맞춤형 및 제조 공정인 'Speedfactory'를 통해 고객 데이터와 피드백을 분석하여 개별 성능 및 스타일 요구를 충족하는 신발을 생산하고, 디자인에서 매장 진열까지 걸리는 시간을 단축하였으며 메타버스 아바타 플랫폼과의 협업으로 AI 기반 아바타 생성 플랫폼 'Ozworld'를 출시하여, 소비자가 가상 공간에서 자신만의 아바타를 만들고 이를 실제 제품과 연결하는 경험을 제공하였다.¹⁷⁾

[표 2] 나이키 A.I.R 프로젝트 AI 풋웨어 디자인

디나 애셔 스미스	페이스 키피에곤
라이 벤저민	디데 드 그루트
엘링 홀란드	샘 커

언더아머(Under Armour)의 'UA Architech' 시리즈는 제너레이티브 디자인 소프트웨어를 활용해 복잡한 격자 패턴의 미드솔을 설계한 뒤, 3D 프린팅으로 구현함으로써 전통적인 금형 방식이 가진 형태적 제약을

15) Carbon, Introducing adidas 4DFWD, (2025.11.05.) www.carbon3d.com/resources/case-study/introducing-adidas-4dfwd-the-worlds-first-3d-printed-anisotropic-lattice-midsole-designed-to-move-you-forward?utm_source

16) 나이키, 비현실을 제작하다, (2025.11.05.) about.nike.com/ko/magazine/creating-the-unreal-how-nike-made-its-wildest-air-footwear-yet

17) adidas Originals Introduces First-of-its-Kind Digital Ozworld Experience, (2025.11.05.) news.adidas.com/originals/adidas-originals-introduce-s-first-of-its-kind-digital-ozworld-experience/s/c29e6fdd-2c70-4362-b84a-c46c279d8faf

[표 3] 아디다스 AI 기반 아바타 생성 플랫폼



넘어선 사례로 평가되고 있다. 또한 최근에는 당뇨병 환자용 신발과 같이 특정 의료·헬스케어 니즈에 대응하는 맞춤형 미드솔을 3D 프린팅으로 설계·제작하는 연구도 증가하고 있어, 기능성 풋웨어 영역에서의 3D 프린팅 활용 가능성을 한층 확장하고 있다.¹⁸⁾ 이러한 3D 프린팅 기반 제조 혁신은 AI와의 연계를 통해 더욱 고도화되고 있으며, 생성형 설계 알고리즘을 통해 최적화 기법을 활용하여 목표 성능(쿠션성, 안정성, 경량성 등)에 적합한 솔(sole) 구조를 자동 탐색하고, 그 결과를 바로 3D 프린터에 연계해 생산하는 워크플로우도 등장하고 있다.¹⁹⁾

더 나아가 스마트폰 스캔과 AI 기반 피팅 분석을 결합해 개인 발형에 맞춘 3D 프린트드 슬라이드·샌들을 생산하는 맞춤 풋웨어 서비스도 상용화되고 있어, 디지털 전환이 단순한 공정 효율화 수준을 넘어 대량 맞춤화 및 지속가능한 생산 방식과 연결되고 있음을 보여준다.²⁰⁾

18) Medium, The Revolutionary Journey of 3D Printed Shoes: From Concept to Commercial Reality, (2025.11.04.)

www.medium.com/@benevodesignss/the-revolutionary-journey-of-3d-printed-shoes-from-concept-to-commercial-reality-f01b14861328

19) 3D SHOES, AI 3D Printing: How Smart Machines Are Reinventing Footwear—from Design to Delivery, (2025. 07.16)

www.3dshoes.com/design/ai-3d-printing-footwear/

20) The Korea Herald, Customized 3D-printed shoe affordable thanks to AI, (2025. 04.19)

www.koreaherald.com/article/10467657



[그림 2] AI로 제작한 슬라이퍼 디자인

스타트업 및 산학협력 프로젝트 사례로 먼저 기업과 대학간 프로젝트로 시작한 풋웨어 및 패션 AI 전문 스타트업 바이트사이즈(Bytesize)와 한국과학기술원(KAIST)과 협력하여 '생성형 인공지능 기반 신발 개발'을 위한 디자인 패키지 생성 및 시스템 개발' 공동 연구를 진행 중으로 시장 트렌드와 소비자 요구를 반영한 맞춤형 디자인 솔루션 개발을 목표로 연구 중에 있다.²¹⁾

이어서 ㈜디자인노블과 홍익대학교의 협업 프로젝트로 탄생한 AI스니커즈 브랜드 '에이커즈' (AIKERS)는 디자인 생성 AI 기술(GAN)을 활용하여 스니커즈 신발 상품을 개발하고 실제 편딩에 성공한 사례로 이는 AI가 실제 상용화될 수 있는 제품 디자인에 성공적으로 적용될 수 있음을 보여주었다.²²⁾



[그림 3] AI 스니커즈 'AIKERS'

21) 신발·패션 AI 혁신 이끄는 스타트업 바이트사이즈, KAIST와 손잡다, (2025.11.05.)

www.designdb.com/?menu=792&bbsno=39983&siten=15&act=view&ztag=rO0ABXQAOTxjYWxsIlHR5cGU9ImJvYXJkIiBubz0iNTk3IiBza2luPSJwaG90b19iYnNfMjAxOSI%2BPC9jYWxsPg%3D%3D#gsc.tab=0

22) 비즈니스, '인공지능 스니커즈를 디자인하다' AI SNEAKERS, AIKERS 선보여, 2021.09.15.

(2025.11.05.)

www.bizwnews.com/news/articleView.html?idxno=27594

슈캐치(ShoeCatch)는 슈즈테크 기업 크리스틴컴퍼니(Kristin Company)에서 개발한 생성형 AI 기반의 신발 디자인 플랫폼으로 AI 기반 스케치부터 아이디어까지 신발의 종류와 프로토타입을 활용한 디자인기획과 소재, 컬러, 아웃솔의 형태까지 소비자가 선택하고 변경 가능할 수 있도록 다양한 기능성과 함께 AI 플랫폼과도 연동하여 여러 종류의 프로그램으로 신발을 디자인하고 기획할 수 있도록 사이트를 운영하고 있다²³⁾



[그림 4] 슈캐치(ShoeCatch)

위와 같은 여러 사례를 통해 각 브랜드의 장단점과 보완사항 및 한계점에 대해 알 수 있다. 먼저 나이키의 경우 전문 운동선수의 성향에 따른 운동화를 AI를 통해 개발하고 개성있고 창의적인 형태로의 디자인을 제안하였다. 인지도 있고 창의적인 측면에서 고무적이지만 일반인이 적용하여 자신만의 풋웨어를 제작하기에는 아직 시범적인 단계로서 제안된 것으로 볼 수 있다. 아디다스의 경우 미드솔과 아웃솔 중심의 제품을 개발하고 있어, 어퍼 부분의 맞춤형 디자인은 제한적이라 할 수 있다. 산학협력 프로젝트는 학생들이 산업현장을 경험할 수 있는 측면에서 높은 의미가 있지만, 상업화와 지속가능성 측면에서 제한적인 부분이 있다. 디자인과 소재, 컬러 등을 소비자가 원하는 스타일로 제작할 수 있더라도 착화감 서로 어울리는 디자인적 피드백은 개인의 몫으로 남아있어 디자인적 배경이나 전공이 아닌 소비자에게는 다소 어려운 접근이 될 수 있다.

[표 4] AI 기반 풋웨어 디자인 개발 사례

구분	사례	AI활용	특징
글로벌 브랜드	나이키 (Nike A.I.R)	생성형 AI-컴퓨테이션 디자인으로 콘셉트 스니커즈	AI를 실험적 콘셉 아이디어 선 도구로 활용 모델

23) 슈캐치 SHOECATCH 웹사이트, (2025.11.05.)
www.shoecatch.ai/




랜드		다수 발상	
	아 디 다 스 (adidas 4D)	러너 데이터 기반 격자 미드솔 설계, 3D 프린팅 양산 적용	데이터 기반 성능 설계와 디지털 제조 결합 사례
스타트업	언더아머 (UA Architech)	제너레이티브 디자인으로 미드솔 형상 자동 탐색 후 3D 프린팅	제너레이티브 디자인이 실제 제품화로 이어진 초기 성공 사례
	에 이 커 즈 (AIKERS)	AI 생성 스니커즈 디자인을 기반으로 한 한정 생산 프로젝트	국내에서 AI 스니커즈 상업을 시험한 파일럿 모델
	슈 캐 치 (ShoeCatch)	프로토타입 스케치 입력 시 신발 디자인·가상 이미지 자동 생성	디자인-제조-브랜딩을 잇는 풋웨어 특화 Vertical AI 플랫폼
	싌 틸 레 이 (Syntilay)	AI 설계와 발 스캔 데이터 기반 맞춤형 슬라이드, 3D 프린팅 제작	AI 디자인·맞춤 피팅·지속가능성*결합 D2C 비즈니스 모델

3-2. AI 기반 풋웨어 디자인 개발 프레임워크

앞서 언급한 다양한 산업현장 및 학술연구로서의 사례 분석 결과를 바탕으로, 본 연구는 AI 기반 풋웨어 디자인 개발 프레임워크를 다음의 여섯 단계로 제안하여 소비자의 원하는 스타일을 먼저 파악한 후, 테스트 프로토타입 설계를 제작 후 이를 기반으로 한 컨셉 및 형태를 생성하여 소비자의 니즈에 부합하는지에 대한 전문가 평가를 통해 시안을 다듬어 입체화 작업으로 구조를 최적화하여 프로토타입을 제작한 후 피드백을 통해 최종 수정 보완하는 단계를 거쳐 디자인을 최종 완성하는 방향의 가이드라인을 제안하고자 한다.

[표 5] AI 기반 풋웨어 디자인 개발 프레임워크

	문제 정의 및 데이터 수집
1단계	
2단계	텍스트 프로토타입 설계 / AI 기반 컨셉-형태 생성
3단계	전문가 평가 및 1차 필터링

4단계	3D 모델링 및 구조 최적화
	
5단계	프로토타입 제작 및 사용자 평가
	
6단계	피드백 기반 학습 가이드라인 추적
	

첫째, 문제 정의 및 데이터 수집 단계에서는 풋웨어 제품의 목적(퍼포먼스/라이프스타일/의료·헬스케어 등), 타겟 소비자, 가격대, 브랜드 포지셔닝을 명확히 설정하고, 이에 맞는 데이터 기반을 구축한다. 데이터는 트렌드 이미지·기존 제품 이미지, 운동·보행 데이터, 발형·사이즈 정보, 사용자 선호도 등으로 구성하며, 이후 AI가 학습 및 참조할 수 있는 형태로 정리할 수 있다.

둘째, AI 기반 컨셉과 형태 생성 단계에서는 텍스트 프롬프트, 레퍼런스 이미지, 간단한 스케치 등을 입력하여 생성형 이미지 모델을 활용하여 다양한 풋웨어 컨셉 이미지를 생성한다. 동시에 필요에 따라 제너레이티브 디자인 최적화 등의 알고리즘을 사용해 미드솔 및 인솔 구조의 디자인 시안 후보를 생성할 수 있다. 이 단계의 핵심은 가능한 한 폭넓고 실험적인 형태 탐색을 수행하되, 브랜드 콘셉트 및 기능 요구 조건을 프롬프트와 제약 조건에 반영하여 기존 컨셉의 방향성을 유지하는 것이다.

셋째, 전문가 평가 및 1차 필터링 단계에서는 디자인·개발자·머천다이즈 등으로 구성된 평가자가 생성된 안을 검토하는 단계로 창의성, 브랜드 적합성, 기능·구조적 실현 가능성, 생산 비용·공정 난이도 등을 평가 기준으로 하여, 설문 또는 워크숍 형식으로 정량·정성 평가를 실시해 우선순위를 선정한다. 이 과정에서 생산이 불가능하거나 과도하게 복잡한 형태는 시안에서 제외시키고 일부 실현가능한 시안은 전문가의 수정을 거쳐 프롬프트 설계 수정 또는 재생성 과정으로 피드백하여 다음 단계로 넘어갈 수 있다.

넷째, 3D 모델링 및 구조 최적화 단계에서는 선정된 디자인을 기반으로 실제 라스트·패턴·인솔/미드솔/아웃솔 구조를 고려한 3D 모델을 구축한다. 미드솔 내부의 쿠션감, 재질, 통풍 구조 등 기능적 요소는 컴퓨터 이셔널 디자인 툴을 활용하고, 목표 성능(쿠션, 안정성,

경량성)에 맞게 파라미터를 조정·최적화한다. 이 단계에서는 전통적인 CAD 등의 3D 모델링 프로그램과 알고리즘 기반 설계를 병행함으로써, AI가 제안한 형태를 실제 제조 가능한 엔지니어링 모델로 전환하는 구간에 해당한다.

다섯째, 프로토타입 제작 및 사용자 평가 단계에서는 3D 프린팅·샘플 제작 등을 통해 물리적·가상 프로토타입을 제작하고, 사용자를 대상으로 첫인상, 착화감, 예상 기능성, 구매 의향 등을 평가한다. 필요시 족저압 측정·동작 분석 등을 통해 기능성 데이터를 수집하여, 설계 단계에서의 가정과 실제 사용 경험 사이의 차이를 검증한다.

여섯째, 마지막 단계로 피드백 기반 학습 가이드라인 추적 단계에서는 전문가·사용자 평가 결과를 정리하여, 향후 AI 프롬프트 설계, 데이터 구성, 구조 설계 규칙 등에 반영한다. 만약 특정 형태나 소재 조합이 반복적으로 ‘실현 불가능’ 판정을 받는다면 해당 패턴을 제약 조건으로 모델에 반영하고, 반대로 사용자 선호도가 높은 형태·컬러 조합은 프롬프트 템플릿이나 디자인 레퍼런스로 축적하여 사용자 만족도를 높일 수 있다. 이를 통해 프레임워크는 단발성 프로젝트가 아니라, 지속적으로 학습·갱신되는 디자인 개발 시스템으로 발전할 수 있다.

이와 같은 AI 풋웨어 개발 프레임워크는 AI를 단순한 이미지 생성 도구가 아닌, 데이터·디자인·엔지니어링·사용자 경험을 연결하는 통합 플랫폼의 일부로 풋웨어 디자인 산업의 디지털 전환과 연계된 실질적 활용 모델을 제시한다는 점에서 의미를 갖는다.

4. 결론

본 연구는 패션·풋웨어 산업에서 확산되고 있는 AI 기술, 특히 생성형 인공지능과 컴퓨터이셔널 디자인이 풋웨어 디자인 개발 프로세스에 어떻게 통합될 수 있는지 탐색하였다. 신발 산업의 디지털 전환(DX) 동향과 3D 프린팅·스마트 팩토리·디지털 트윈 기반 제조 인프라를 검토하고, 글로벌 스포츠 브랜드와 스타트업 사례를 중심으로 AI 활용 양상을 분석한 뒤, 문제 정의 및 데이터 수집·AI 기반 컨셉·형태 생성·전문가 평가 및 필터링·3D 모델링 및 구조 최적화·프로토타입 제작 및 사용자 평가·피드백 기반 학습 가이드라인 추적의 6단계 AI 기반 풋웨어 디자인 개발 프레임워크를 제안하였다. 연구 결과, AI는 독립적인 ‘디자이너’라기보다

는 데이터 기반으로 형태를 탐색·생성·최적화하는 협업 도구로서 가능하며, 최종적인 브랜드 해석과 실현 가능성 판단은 여전히 인간 디자이너와 개발자의 역할을 확인하였다. 제안된 프레임워크는 컨셉 아이디어션, 구조 설계, 맞춤 생산 등 개별적으로 논의되던 AI 기술을 하나의 연속된 프로세스 안에 배치함으로써, 향후 footwear 디자인 실무와 교육에서 AI 기반 워크플로우를 설계하는 기준점을 제공한다는 점에서 의의를 갖는다.

다만 본 연구는 문헌·사례 분석에 기반한 개념적 연구로, 실제 제품 개발·착화 데이터와 연계한 정량 검증이 이루어지지 못한 한계를 지닌다. 향후에는 디지털 트윈·스마트 팩토리 환경을 포함한 실증 연구와, 다양한 가격대·카테고리·지역 브랜드를 대상으로 한 확장 연구를 통해 제안 프레임워크의 유효성과 적용 가능성을 보다 구체적으로 검증할 필요가 있다.

참고문헌

- 김혜경, AI 추천시스템 기반 패션 구독 서비스 사용 의도에 관한 연구, 숭실대학교 석사학위논문, 2022
- 김희진, 은유를 활용한 생성형 AI 디자인 프로세스 연구 : 광고 이미지 제작을 중심으로, 홍익대학교 석사학위논문, 2025
- 나대열, 생성형AI를 활용한 디자인 모델 연구(AI디자인 프로세스 및 디자인 경영 적용 중심), 홍익대학교 박사학위논문, 2024
- 상윤진, 패션디자인 프로세스를 위한 생성형 AI 기반 패션 조형 요소 프롬프트 활용 연구, 이화여자대학교 박사학위논문, 2025
- 송영호, 신발디자인 경쟁력 강화를 위한 생성형 AI 사용 의도 영향요인에 관한 연구, 국립부경대학교 박사학위논문, 2025
- 원희, 십장생 문양을 활용한 아동복 디자인 개발 연구 : 생성형 AI를 중심으로, 성신여자대학교 박사학위논문, 2024
- 윤예찬, 제품디자인을 위한 이미지 생성형 AI 프롬프트 구성요소 연구 : 미드저니를 중심으로, 서울시립대학교 석사학위논문, 2025
- 이은솔, 고령자의 정서적 안정을 위한 친밀성 형성 기반의 AI 돌봄 로봇 디자인 연구, 홍익대학교 석사학위논문, 2023
- 장정원, 생성형 AI 디자인 플랫폼 기반 반응형 웹 디자인 시스템 설계에 관한 연구, 숭실대학교석사학위논문, 2025
- 한치, AI 회화 기술의 소형 가전 산업디자인 적용 확대 연구 : 청소 로봇 디자인을 예로, 경기대학교 박사학위논문, 2025
- Firtikiadis, L. et al., 'Product Design Trends within the Footwear Industry: A Review' Designs, 2024. Vol.8 No.3
- Keshav Agrawal, 'AI-enhanced intelligent fashion eCommerce: Virtual try-on and trend prediction', World Journal of Advanced Engineering Technology and Sciences, 2025. Vol.15 No.1
- Kijung Kim et. al., 'A multidisciplinary review on footwear 3D printing: From biomechanics to therapeutics', International Journal of Bioprinting, 2025. Vol.11 No.5
- Shih-Hung Cheng, 'Impact of Generative Artificial Intelligence on Footwear Design Concept and Ideation', Journals Engineering Proceedings, 2023. Vol.55, No.1
- Xiaole Sun, et al., 'Systematic Review of the Role of Footwear Constructions in Running Biomechanics: Implications for Running-Related Injury and Performance', Journal of Sports Science and Medicine, 2020. Vol.19 No.1
- www.about.nike.com
- www.bizwnews.com
- www.carbon3d.com
- www.designdb.com
- www.3dshoes.com
- www.fashn.ai
- www.koreaherald.com
- www.medium.com

24. www.news.adidas.com
25. www.refabric.com
26. www.shoecatch.ai