

산학 연계 프로젝트 기반 학습(PBL)을 활용한 AI 패션 큐레이션 실습 교과목 운영 사례 연구

안효선 · 박민정[†]

이화여자대학교 의류산업학과

A Case Study on an Artificial Intelligence Fashion Curation Practice Subject through Industrial-academic Project-based Learning

Hyosun An and Minjung Park[†]

Dept. of Fashion Industry, Ewha Womans University; Seoul, Korea

Abstract: In the fourth industrial revolution, fashion students are expected to work with various technologies to show creativity. This study aimed to conduct project-based learning(PBL) in collaboration with industry experts to design and operate artificial intelligence(AI) in the practice subject of fashion curation through the industrial academic teaching method. We first looked at teaching methods and strategies incorporating PBL in various academic fields. Next, we analyzed fashion projects and fashion curation services applying AI. Then through the question-and-answer method and by consulting with industry experts, we developed a curriculum for AI fashion curation, applying PBL(fashion market and trend analysis; new styles and time, place, and occasion planning; AI machine learning data set production; curation model development; and evaluation) suitable for the university's educational environment, information technology company conditions, and fashion students. As part of a close cooperation system with the industry, we conducted a 15-week Fashion Project II (Capstone Design) course and evaluated the outcomes and student satisfaction with the course. Students were able to develop new style, and time, place, and occasion categories and to utilize strategies for AI fashion curation services reflecting the unique needs of Millennials and Generation Z. Students showed high satisfaction with the curriculum. Further, it was confirmed that the study successfully applied PBL in class using AI technology in fashion education.

Key words: project based learning (프로젝트 기반 학습), fashion curation service (패션 큐레이션 서비스), artificial intelligence (인공지능), curriculum (커리큘럼), industrial-academic (산학 연계)

1. 서 론

4차 산업혁명에 따른 디지털 시대에 패션 분야는 인공지능(AI, Artificial Intelligence)과 협업하여 창의력을 발휘하는 새로운 역량이 요구되고 있다(Jeong & Kim, 2018). 디지털 테크놀로지를 기반으로 급속하게 이루어지는 기술 혁신은 기존의 수작업으로 이루어지는 디자인 방식과 활용 범위를 점점 확대하고, 빅데이터와 인공지능을 통한 자동화된 디자인 기획에 이르고 있어 주목된다. 특히 고도화되는 인공지능의 지능화는 온라인에서 실시간으로 생성되는 데이터 홍수에서 선택의 범위가 광범위하기 때문에 발생하는 혼란과 어려움을 극복하는데 도움을 주고 있으며, 사용자와 상호작용하며 세밀한 니즈에 맞는 서

비스를 제시하고 있다(An et al., 2019).

전통적인 패션 산업의 패러다임 변화가 이루어지는 현실에서 국내외 대학은 IT 기업과의 협업으로 인공지능을 활용하는 다양한 프로젝트를 수행하고 있다. 인공지능 프로젝트는 연구 목적에 따라 크게 인공지능 모델의 패션 이미지 학습을 위한 기준을 마련하는 연구, 인공지능 데이터 셋(data set) 제작을 통한 모델 개발 연구, 개발된 인공지능 기술을 활용하는 연구로 진행되고 있다. 하지만 현재까지 패션 교육에서 실제적인 교육 커리큘럼 개발은 아직 제한적으로 이루어지고 있다(Merryman & Lu, 2021). 패션 교육 분야에서 인공지능 기술은 독자적으로 개발되기 어렵고 산학협력에 의한 고도의 기술이 적용되는데, 선행 연구의 인공지능 프로젝트는 패션 교육에 적용함에 있어 다음의 어려움이 있다. 첫째, 기존 패션 프로젝트는 학술적 관점에서 학습 기준을 마련하는 프로젝트와 실무적 관점에서 기술적인 모델의 성능을 평가하는 프로젝트가 분리되어 있다. 둘째, 실무적 프로젝트는 주로 많은 양의 데이터 셋을 제작하는 것과 학습한 모델을 기술적으로 평가하는 것에 중점을 두고 있으며, 이에 학생들의 프로젝트 참여가 학습형 데이터 셋을 개발하거나 평가하는 과정에서 부분적으로 이루어졌다. 이에 따

[†]Corresponding author; Minjung Park
Tel. +82-2-3277-3091, Fax. +82-2-3277-3079
E-mail: minjungpark@ewha.ac.kr

© 2021 (by) the authors. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution license (<http://creativecommons.org/licenses/by/3.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

라 패션 교과목에 인공지능 기술을 접목하기 위해서는 학생들이 프로젝트 기획부터 데이터 셋 제작과 평가에 이르는 전 과정을 이해하고 몰입하며 능동적으로 참여할 수 있는 실습 커리큘럼이 필요하다. 또한 전공자의 특성, 학습 내용, 학습 환경이 종합적으로 고려하여 학생들이 도전하고 창의적으로 문제를 해결할 수 있도록 다양한 테크놀로지의 지원이 필수적이다. 이에 따라 본 연구는 4차 산업혁명의 전환기적 시점에서 산학협력을 통해 학생들이 AI 테크놀로지를 적용하여 패션 산업의 실제적인 문제를 해결할 수 있는 프로젝트 기반 학습(Project Based Learning, 이하 PBL) 교육과정을 설계하여 적용하고자 하였다.

본 연구의 세부적인 목표는 다음과 같다. 첫째, PBL 학습 주제로서 패션 AI 큐레이션 서비스를 적용하여 패션 전공 학생들의 AI 테크놀로지에 대한 이해와 이를 바탕으로 한 AI 패션 큐레이션 서비스 기획 능력을 배양시키는 것이다. 둘째, 산업체와의 긴밀한 협조체제를 바탕으로 준비, 주제 선정, 프로젝트 계획, 정보 탐색, 과제 해결, 결과물 개발, 발표 및 평가하기에 이르는 체계화된 PBL 실습 커리큘럼을 설계하고, 현장 적용 결과를 분석하는 것이다. 두 목표에 따라 본 연구는 학생들의 PBL 실습 성과와 수업 운영에 대한 학습자 만족도 평가를 진행하였으며, 이를 통해 향후 패션 AI 테크놀로지 교육에 도움이 되는 학술적, 실무적 시사점을 도출하고자 하였다. 본 연구는 2020학년도 <캡스톤디자인(패션프로젝트 II)> 교과목에 산학연계 PBL을 활용한 AI 큐레이션 실습을 적용하여 패션 전공자의 현장실무능력을 향상시키는 교육 사례를 제시하였다는 점에서 의의가 있다.

2. 이론적 고찰

2.1. 프로젝트 기반 학습(PBL)

PBL은 학습자가 협력하여 주제를 생성하고 발전시켜 결과를

도출하는 과정에서 학습이 일어나는 교수법이다(Thomas, 2000). 학습자의 고차원적 사고 능력과 협력을 중요하게 생각하는 PBL은 학습자 중심 패러다임 변화에 맞춰 의학, 교육학, 경영학 등 매우 다양한 분야의 교육 현장에서 운영되며 확장되고 있다. PBL에서 학습자는 실제적인 프로젝트에 적극적으로 참여함으로써 문제를 탐색하고 해결하는데, 주어진 주제 하에서 목표를 달성하고 산출물을 구성하는 과정에서 지식과 기술을 습득하게 된다(Krauss & Boss, 2013). PBL 학습은 산출물의 생산, 발표 및 성찰 활동이 중요한 행동 지향적인 학습이다(Moursund, 1999). 이에 따라 교수는 학습을 설계할 때 학생들이 경험과 지식을 연결할 수 있는 실제적인 프로젝트를 발굴하고, 산출물을 제시하는 기준을 제시하며, 학습자가 프로젝트에 능동적으로 참여하도록 안내하는 역할을 수행해야 한다(Savin-Baden, 2007). 일반적으로 PBL 교과목의 전개 과정은 준비, 주제 선정, 프로젝트 계획, 정보 탐색, 과제 해결, 결과물 개발, 발표 및 평가하기 등으로 구성되며(Thomas, 2000), 교수는 교과목 특성에 따라 다양한 절차로 수업을 진행할 수 있다. 프로젝트 주제는 교수자와 학습자가 임의로 설정하는 것이 아니라 산업체, 지역사회, 학교의 상호연계를 통하여 선정되어야 하며, 이를 통해 학습자는 현장에서 발생하는 실제적인 문제를 기반으로 비판적 사고, 창의성, 소통 및 협업 능력의 4가지 역량들을 수업에서 활용하며 업무 능력을 향상하게 된다(Howell, 2003). 학습의 성과 평가는 학습자의 주도적인 활동을 포괄적으로 측정하여 평가가 이루어진다(Ravitz et al., 2004; Thomas, 2000). 또한, 동료 평가나 자가 평가를 시행하여 프로젝트 진행 과정에서 개별 학습을 성찰하는 방식을 적용할 수 있다(Lee, 2009). 선행 연구에서는 PBL을 효과적으로 수행하기 위한 단계별 활동 내용과 전략을 제시하고 있다. 단계별 핵심이 되는 활동 내용과 교수법은 Table 1과 같다(Land & Zembal-Saul, 2003; Markham, Larmer & Ravitz, 2003; Thomas, 2000).

Table 1. Step-by-step activities and teaching strategies for PBL curriculum

PBL step	Activity contents	Teaching strategies
Preparation	· Collaborate with stakeholders	· Decide scope of the project
	· Prepare learning environment · Set up groups	· Consider student characteristics to form a group · Distribute appropriate roles
Select topic	· Explore and decide topics · Collect resources	· Technical support to help students to organize questions · Encourage students with driving questions to set appropriate goals
Project planning	· Set up goal and role · Plan activities and schedules	
Exploring information	· Task performance	· Technical support required for project operations
	· Knowledge exploration	· Provides a variety of resources to run the project · Provides an efficient methods for collaborative project
Assignment resolution	· Data analysis · Draw conclusions	
Development outcome	· Develop collaborative report	· Support students to organize their initial goals and outcomes of the project on their own
Presentation	· Presentation	
	· Discussion	· Provides a presentation environment with the audience
Evaluation	· Evaluation	
	· Self-rating	· Comprehensively measure and evaluate students' final results

실용 학문인 패션 교육에서 PBL은 다양한 수업에 적용되어 이론적인 지식을 바탕으로 실제 산업의 문제를 비판적으로 분석하고 창의적으로 해결하는 기회를 제시하고 있다. 산학 연계 PBL 사례로 Carpenter and Fairhurst(2005)은 졸업 후 학생들이 리테일 현장에서 부딪칠 회사의 상품 판매 문제를 제시하고 팀 과제를 통해 해결하도록 유도함으로써 학생들의 문제해결력, 사고력, 대안탐색, 지식 적용, 의사소통능력을 향상하였고, Christel(2015)은 비만율이 높아지는 지역사회의 문제와 플러스 사이즈 디자인이라는 기업의 문제해결을 목표로 학생들이 실무 프로젝트에 참여하도록 함으로써 디자인 설계와 시제품 제작에 대한 학생들의 자신감이 고취되고 기술적인 역량 강화가 확인되었다. 최근에는 디지털 프로그램과 미디어를 접목하는 PBL을 통해 학생들의 창의성, 효율성, 경제성, 실용성 등에 대한 통합적 해결능력을 강화하고 있다(Ampere, 2020; Choi, 2019). 앞으로 PBL은 패션 산업의 주요한 과제로 떠오르고 있는 패션 테크놀로지 문제 제시가 이루어질 것으로 보이며, 이에 대한 학생들의 실무 역량을 강화하는 기회를 제시할 것으로 판단된다.

2.2. 인공지능 기술 기반의 산학 연계 프로젝트

인공지능 패션 프로젝트에서 패션에 대한 이론적 지식을 갖춘 전문가 참여는 필수적이며, 이에 IT 기업과 패션 전공자 간의 산학협력 프로젝트가 활발하게 이루어지고 있다. 인공지능 패션 프로젝트는 연구 목적에 따라 크게 인공지능 모델의 패션 이미지 학습을 위한 기준을 마련하는 연구, 인공지능 데이터 셋 제작을 통한 모델 개발 연구, 개발된 인공지능 기술을 활용하는 연구로 분류할 수 있다. Park and Choi(2020)는 패션 AI 학습 기준을 마련하기 위해 패션 아이템의 형태 속성에 대한 분류 체계를 마련하였다. An et al.(2021)은 K-fashion 이미지 AI 데이터 개발 과제를 수행하며 23개의 스타일과 100개 이상의 의복 속성을 기준으로 70여명의 패션 전공 학생들의 어노테이션(annotation) 작업을 수행하였고, 기계 학습을 위한 120만개 패션 이미지 데이터베이스를 개발하였다. 패션 AI 모델 개발 연구는 IT 분야와의 협업을 통한 연구 개발이 이루어지고 있다. Kyun, et al.(2020)은 기존 패션 AI 연구에서 스타일 학습의 경우 카테고리가 제한적이고, 학술적 기준을 따르고 있지 않아 광범위하게 적용되기 어렵다는 점에서(Yamamoto & Nakazawa, 2019; Zhang, et al. 2018), 패션 전공자와의 FGI를 통해 학술적 근거를 통해 스타일 카테고리를 정립하고 패션 이미지에 어노테이션 작업을 통해 합성곱 신경망(CNN, Convolution Neural Network) 모델을 개발하였다. 패션디자인 교육에서 인공지능 기술을 활용하는 산학 연계 프로젝트는 해외 패션 대학인 FIT(Fashion Institute of Technology)에서 먼저 시도되었다. FIT는 IBM의 딥러닝 기술을 활용하여 타미힐피거(Tommy Hilfiger)의 수십만 개의 의류 데이터베이스를 분석하는 협업 패션 프로젝트를 수행하며, 학생들은 인공지능이 추천하는 색상, 패턴, 실루엣, 스타일을 반영하여 패션 아이템을 기획, 제작하였다(Arthur, 2018). 하지만 기존 연구는 기업의 기술 개발에 중점을 두어

단기적인 프로젝트로 진행되었고 교과목으로 운영되지는 않았다. 이에 최근 4차 산업의 혁신 기술을 패션 교과목에 접목하는 혁신 교육 방안 마련과 도입이 시급하다는 문제가 제기되고 있다(Merryman & Lu, 2021).

2.3. 인공지능 기반 패션 큐레이션 서비스

최근 인공지능 기술로 온라인의 넘쳐나는 정보 중에서 의미 있는 정보를 선별하여 제안해주는 큐레이션 서비스(curation service)에 대한 수요가 커지고 있다. 큐레이션 서비스는 이미 존재하는 막대한 정보를 사용자의 니즈에 따라 분류하고 골라내어 배포하는 행위를 말한다(Abdullah, et al., 2013). 패션 분야에서는 초기의 큐레이션 서비스는 본인이 관심 있는 주제에 대해 SNS(Social Network Service)나 블로그를 활용해서 직접 정보를 수집하는 형태로 시작되었는데, 인공지능 기술을 접목하며 보다 전문적인 서비스로 범위가 확장되면서 고도의 개인 맞춤형 서비스로 진화하고 있다(Kim et al., 2020; Lee, 2020). 패션 기업들은 온라인상에 축적된 다양한 사용자 정보(사이즈 정보, 검색 행동, 구매 이력 등)를 수집하여 개인의 취향과 선호도를 분석하고 있으며, 온라인 쇼핑에서 주로 고려되는 요소로 가격, 디자인, 착용 상황 등에 적합한 패션 상품과 코디네이션 방법을 제안하고 있다. AI 패션 큐레이션 서비스 연구로 코넬 대학(Cornell University)은 조지아 대학(The University of Georgia), 페이스북(Facebook) 리서치 팀과 협업하여 인공지능이 제안하는 패션 아이템 조합을 발표하였다(Hsiao et al., 2019)(Fig. 1). 삼성물산의 온라인몰인 SSFshop, 네이버 쇼핑(Naver shopping), 에디티(Editd), 매드 스트리트 댄(MAD STREET DEN) 등의 온라인 쇼핑 업체는 인공지능의 이미지 자동화 분류 기술을 패션 아이템 추천 서비스에 적극 활용하고 있다(Fig. 2). 인공지능은 상품 이미지에서 상의, 하의, 가방 등의 복종을 개체로 인식하고, 개체별 디자인 속성을 파악하여 유사한 상품을 검색한다(Li, et al., 2020). 다만, 인공지능 기반의 패션 큐레이션 서비스는 사전에 학습된 착장 정보를 기반으로 상품 추천이 이루어진다는 점에서 서비스가 효과적으로 구현되기 위해

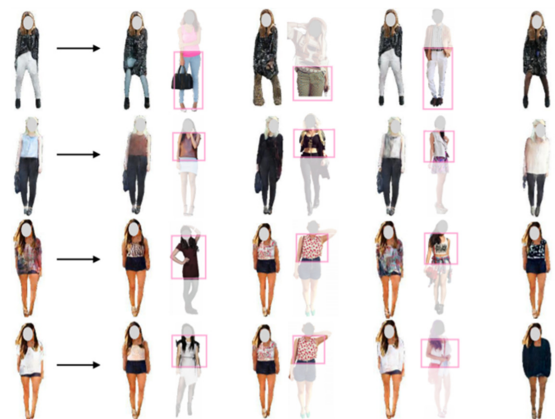


Fig. 1. AI-based fashion item combination recommended(Hsiao et al. 2019).

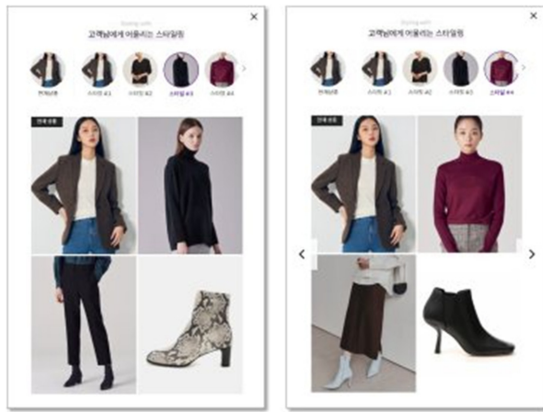


Fig. 2. AI Fashion curation service at SSFshop online mall. www.fimnews.com(Kim, 2021)

서는 패션 트렌드를 반영하는 상품 조합에 대한 지속적인 기계 학습이 요구된다. 또한, 큐레이션 기획 단계에서 패션 전문가의 판단에 근거하여 매칭이 이루어지는 아이템, 색상, 소재, 디테일 등에 대한 명확한 기준 설계와 모델 개발 과정에서 일관적인 디자인 속성과 아이템 조합을 통한 데이터 셋 제작이 적합한 상품을 오류 없이 추천하는 우수한 AI 큐레이션 서비스 성능에 핵심적인 변수로 작용되고 있다(Liu et al., 2019).

3. 연구 방법

본 연구는 PBL 교수법과 인공지능 프로젝트 현황 분석, 교육과정 설계, 적용의 3개의 하위 연구로 구성되며, 단계별로 문헌 조사, 전문가 인터뷰, 수강생 설문 조사 방법을 복합적으로 활용하였다. 먼저, 이론적 고찰로서 국내·외 서적, 학술저널과 인터넷 자료조사를 통해 국내외 교육 분야에서 PBL을 접목한 교육 현황과 방법을 분석하였다. 또한, 인공지능 기술을 활용하는 프로젝트 동향과 패션에 대한 이론적 지식을 갖춘 전문가의 프로젝트 참여 방식을 조사하였다. 둘째, 산업체 전문가와의 질의, 응답 및 자문을 통해 인공지능 기술을 접목하는 교과목 목표를 설정하고, 대학의 교육 환경과 IT 기업 여건, 그리고 패션 전공자 특성에 부합하는 교육안을 개발하였다. 또한, 세부적인 산학협력 방식으로 기업이 보유한 온라인 쇼핑몰의 제품 이미지 데이터베이스와 이미지 학습을 위한 CNN 모델의 수업 적용 방법을 도출하여 PBL 실습 커리큘럼을 설계하였다. 셋째, 산업체와의 긴밀한 협조체제를 바탕으로 대학의 전공 실습 교과목을 운영하고, 현장 적용 결과로 학생들의 PBL 실습 성과와 교과목 운영에 대한 학습자 만족도를 조사하여 평가한 후, 평가 결과를 바탕으로 향후 교육과정 개선 방향을 논의하였다.

4. 교육과정 설계 및 적용

4.1. 교육안 개발 과정

교육안 개발은 국내 다수의 패션 브랜드를 보유하고 있는 기

업으로, 온라인 몰과 오프라인 매장을 통해 제품을 판매하는 S사와 긴밀한 협의를 통해 이루어졌다. 본 연구는 기업의 IT 혁신담당 기술기획 그룹의 실무진과 질의, 응답 및 자문을 통해 산학 연계 프로젝트에서 기업과 학교의 공동의 니즈를 도출하고, 학교의 교과목 운영 일정과 학습 환경에서 원활한 실습이 이루어지기 위한 방안을 논의하였다. 기업은 현재 온라인 몰에서 운영되는 AI 패션 큐레이션 서비스와 관련되는 실제적인 문제점을 제시하였다. 기업의 AI 패션 큐레이션 서비스는 고객의 스타일 선호와 의복 착용 상황(TPO, Time, Place, Occasion)을 반영하는 카테고리들 통해 패션 상품이 추천되는데, 새로운 신제품 출시를 앞두고 기존 큐레이션 카테고리에 대한 적합성 평가와 시즌 트렌드를 반영하는 신규 스타일과 TPO 카테고리 개발이 필요한 것이 확인되었다. 이에 따라 PBL 커리큘럼으로 패션 마켓과 트렌드 분석, 신규 스타일과 TPO 카테고리 기획, AI 기계 학습을 위한 데이터 셋 제작, 개발된 큐레이션 모델 평가 실습이 구성될 필요가 있었다. 또한, AI 기계 학습을 위한 일관적인 데이터 셋 개발이 팀 활동과 자기주도적 학습을 통해 이루어져야 한다는 점에서 고학년 학생들의 참여가 필수적인 것으로 논의되었다.

산학협력 실습 진행은 주차별 교수자와 기업의 미팅, 주제 선정 단계에서 학습자와 기업의 미팅, 학습자의 중간 평가와 결과물 발표 단계에서 교수자와 기업의 공동 피드백이 필요할 것으로 판단되었다. 또한, 학생들의 실습을 위한 기업의 기술 지원과 산학협력 방식이 협의되었다. 학생들은 온라인 쇼핑몰에서 새롭게 출시되는 기업의 신제품 패션 아이템을 촬영한 이미지 데이터베이스를 활용하여 신규 스타일과 TPO를 기획하고, 클라우드 저장소(cloud storage)를 통해 데이터 셋을 제작하여 기업에 전달하는 방식이 설계되었다. 결과 검증은 CNN 모델 학습을 통해 개발된 AI 패션 큐레이션 서비스 프로토타입(prototype)을 활용하여 이루어지며, 학생들이 팀 활동을 통해 상호 의견을 교환하며 평가하는 것이 중요하다고 판단되어 온라

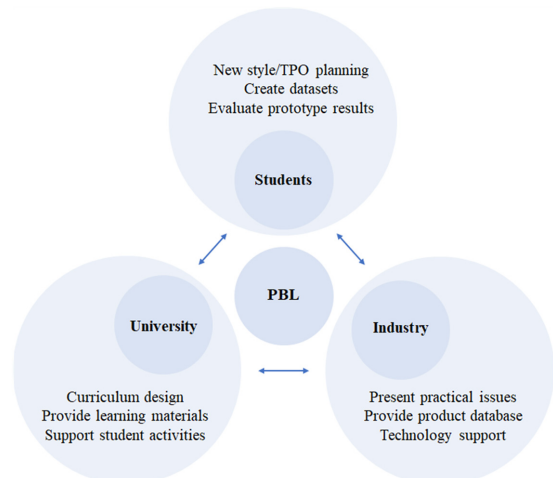


Fig. 3. AI fashion curation education applying PBL.

인을 통해 접속 가능한 사용자 인터페이스(UI, User Interface) 환경을 설계하여 팀원들이 등록된 계정으로 접속하여 평가하는 방법을 설계하였다. 산학협력 결과 평가로 학습자의 교과목 학습 성과에 대해 교수자와 기업이 공동 평가를 진행하고, PBL 수업 운영에 대한 학습자 만족도 평가 결과를 확인하여 교과목 개선안을 마련하도록 하였다.

4.2. 실습 커리큘럼 운영

개발된 교육안은 2020년 9월부터 12월까지 4개월간 <패션프로젝트II(캡스톤디자인)> 교과목에 적용되었으며, 교과목 목표는 패션 전공자 학생들의 AI 테크놀로지에 대한 이해와 이를 바탕으로 한 AI 패션 큐레이션 서비스 기획 능력을 배양시키는 데 목적을 두었다. 수업에 참여한 인원은 총 26명이었고, 15주차로 운영되는 실습은 PBL 핵심 단계에 따라 준비, 주제 선정, 실행, 최종 산출물 발표와 평가 순으로 진행되었다.

준비 단계에서는 패션 트렌드 분석과 AI 테크놀로지에 대한 학습 자료가 제시되었고, 한 팀을 5~6명으로 하여 총 5개의 팀이 구성되었다. 또한 기업 미팅을 통해 프로젝트의 배경이 설명되었다. 두 번째, 주제 선정 단계에서는 기업의 기존 AI 패션 큐레이션 서비스에 UI로 접속하고 AI 엔진이 서로 어울린다고 판단하여 매칭하는 제품들을 탐색하였다. 팀원 간 아이템, 컬러, 소재, 디테일 등과 관련하여 큐레이션 결과를 평가하였고, 현 서비스의 문제점에 대한 조별 논의가 이루어졌다. 세 번째, 실행 단계에서는 패션 마켓 트렌드 조사를 바탕으로 기존 큐레이션 카테고리외와 차별화되는 신규 카테고리를 기획하고 이에 해당되는 디자인 특징을 정의하였다. 데이터 셋 제작 실습은 기업의 신제품 아이템으로 의류 제품 8,963개와 액세서리 제품 956개의 총 9,919개 제품을 사용하였다. 의류 아이템은 아우터, 재킷, 베스트, 티셔츠, 셔츠, 블라우스, 니트, 원피스, 팬츠, 스커트로 10종이며, 액세서리 아이템은 가방, 주얼리, 시계의 3종으로, 학생들은 클라우드 저장소를 활용하여 팀원 간 협동 작

업을 수행하며 기획한 큐레이션 카테고리에 적합한 아이템들을 조합하여 착장 데이터 셋을 제작하였다. 결과 검증은 기업의 온라인 몰에서 판매되고 있는 94,909개의 제품을 대상으로 기존 AI 엔진과 본 수업의 실습을 통해 새롭게 학습이 완료된 AI 엔진의 결과를 비교하는 방식으로 진행되었다. 각 팀들은 신규 카테고리를 대표하는 기준 제품을 선정하여 인풋(input) 데이터로 입력하였고, 이를 두 AI 엔진에 동일하게 적용하여 각각 아웃풋(output)으로 도출되는 착장과 아이템 특성을 비교 분석하였다. 정량적 평가 방법으로 기준 제품에 매칭되는 100개의 착장에 대해 5점의 리커트 척도(매우 미흡 1점, 미흡 2점, 양호 3점, 우수 4점, 매우 우수 5점)를 통해 어울림 정도를 평가하였고, 정성적 평가 방법으로 기준 제품에 매칭되는 아이템들의 디자인 특성을 비교 분석하여 리포트로 작성하였다. 또한, 팀별로 평가 결과를 심도 있게 분석하여 아이템 매칭이 향상된 점과 추가 문제점을 찾아내고, AI 큐레이션 서비스 성능에 영향을 미치는 요인을 토론하였다. 매 수업시간마다 교수는 단계별로 아이디어, 결과, 해석의 전반적인 사항들에 대해 학습자가 스스로 설명하도록 함으로서 결과물의 진행 상황을 확인하였고 피드백을 통해 협동 학습을 지원하였다.

최종 산출물 발표 단계에서는 초기 목표 설정과 실행 방법에 따른 결과 발표가 이루어졌고, 중요한 부분을 선별하여 발표하도록 함으로써 초기 목표의 구조화 과정을 촉진하였다. 실습 성과의 평가는 교과목 목표인 AI 테크놀로지 서비스에 대한 이해와 AI 패션 큐레이션 서비스 기획 능력을 중심으로 학습자의 주도적인 활동을 포괄적으로 측정하였다. 평가 도구로 발표 평가와 포트폴리오(보고서) 평가를 도입하였고, 기업과 공동 평가를 진행하였다. 평가 방법은 기획 전략의 완성도(40점), 창의성(40점), 발표력(20점)을 종합적으로 고려하여 평가 요소로 구성하였고, 60% 이상의 달성을 학습성과 달성 여부의 판단 기준으로 설정하였다. 주차별 AI 패션 큐레이션 실습 커리큘럼의 세부 내용은 Table 2와 같다.

Table 2. Weekly curriculum for AI fashion curation applying PBL

Week	PBL step	Student activity	Industry support
1	Preparation	Set up groups	Prepare learning environment
2		Define problem	Present practical issues
3	Select topic	Explore existing fashion curation service	Provide evaluation tools(UI)
4	Project planning	Plan new style for curation service	Provide product database
5	Exploring information	Explore new style design elements	
6-7	Assignment resolution	Create style outfit data set	
8	Midterm	Presentation and discussion	Industry feedback
9	Project planning	Plan new TPO for curation service	Provide product database
10	Exploring information	Explore TPO design elements	
11-12	Assignment resolution	Create TPO outfit data set	Perform machine learning of CNN model
13	Development outcome	Compare and analyze existing/new curation service	Provide evaluation tools(UI)
14	Presentation	Presentation and discussion	Industry feedback
15	Evaluation	Complement final results	Review solutions

4.3. 학습자 실습 성과와 평가

학생들의 실습 결과물로 5개의 팀을 통해 총 10개의 신규 큐레이션 카테고리 개발되었다(Table 3). 각 패션 카테고리는 사회문화 환경, 소비자 라이프스타일과 선호, 패션 트렌드, 타겟에 대한 통합적인 분석 결과를 바탕으로 도출되었으며, 이를 반영하는 대표 아이템, 색상, 소재, 패턴 특징이 구체적으로 정의되었다. 착장 데이터 셋 제작에서 모든 팀들은 일관적인 데이터 셋 제작을 위해 클라우드 저장소를 활용하여 서로 작업하는 진행 내용을 주기적으로 크로스 체크(cross-checking)하는 작업 방식을 선택하였다. 또한, 사용할 수 있는 아이템이 제한적인 신규 카테고리를 기획한 팀의 경우, 팀원 간 동일한 착장 데이터 셋이 제작되는 것을 방지하기 위해 데이터베이스에서 카테고리를 대표하는 기준 제품을 선정하는 작업을 먼저 수행하였다. 이후, 팀원 간 해당 아이템을 배분해서 작업하는 방식으로 진행하였다. AI 학습의 경우, 우수한 성능목표를 달성하기 위해서는 많은 양의 데이터 셋 제작이 필요하다. 하지만 교과목으로 운영되는 프로젝트에서는 시간적 제한이 있기 때문에 신규 카테고리 별로 많은 데이터 셋을 제작하는 것은 다소 무리라는 결론을 얻게 되었다. 이에 따라 AI 학습에 문제가 없는 최소 분량의 데이터 셋 개수에 대해 기업과 협의가 이루어졌으며, 6-7주와 11-12주에서 실습 시간을 고려하여 카테고리 별로 300개의 착장 데이터 셋을 제작하였다. 착장 데이터 셋은 아우터, 상의, 하의, 액세서리를 포함하며 한 착장에 4-6개의 아이템으로 구성되었다. 결과 검증에서는 한정된 데이터 셋을 AI 학습에 적용한 결과라는 점을 고려하여 우수한 성능을 보이는 부분과 보완이 필요한 부분에 대한 분석이 이루어졌다. AI 패션 큐레이션 서비스 프로토타입에 대한 평가 결과, 신규 카테고리의 기획 방향과 제작된 데이터 셋의 특성에 따라 추천되는 아이템의 차이가 확인되었다. 정량적 분석 결과, 대부분 프로토타입 AI 엔진이 기존 AI 엔진보다 신규 카테고리 및 최근 트렌드를 반영하는 착장으로 구성되는 비율이 향상된 것이 확인되었다. 또한, 정성적 분석 결과, 신규 서비스 프로토타입이 매칭하는 아이템 간의 색상 배색과 톤의 조화가 눈에 띄게 향상되었으며, 신규 카테고리의 컨셉을 반영하는 아이템들로 대체 되

거나 추가된 것이 확인되었다. 다만, 사용되는 아이템이 제한적이었던 카테고리의 경우, 적합하지 않은 소재가 추천되거나 스타일을 결정하는 주요한 아이템이 누락 되어 초기 목표한 큐레이션 성능을 달성하지 못하는 것으로 확인되었다.

실습 결과물 발표는 본 교과목 수강생, 그의 학과의 전공 학생들 및 교수진을 청중으로하여 진행되었고, 팀별로 PBL의 초기 목표와 주제를 설명하고 실행 방법에 따른 산출 결과와 분석 내용을 발표하였다. 총 5개의 팀 중 4개의 팀이 기업의 고객과 제품 특성을 반영하는 결과물을 산출하였으며, 이 중 1개의 팀은 기업의 패션 트렌드 분석 부서에서 내부적으로 진행되고 있는 신규 스타일 카테고리 기획과 동일한 내용으로 AI 큐레이션 카테고리가 기획되었고 우수한 서비스 프로토타입 결과물을 산출하여 호평을 받았다. 나머지 1개의 팀은 신규 스타일 카테고리 기획에서 기업의 제품 특징보다 MZ 소비자들이 선호하는 트렌드를 많이 반영하였는데, 이러한 결과로 데이터 셋 제작 과정에서 다른 팀들보다 더 어려움이 있었고 서비스 프로토타입 결과 검증에서도 산출물이 미흡한 결과로 나타났다.

학생들은 발표 내용에 대하여 학교와 기업의 피드백으로 신규 큐레이션 카테고리 기획은 현장 문제에 대한 실무적 접근이라는 평가를 받았다. 특히 산업체 전문가의 피드백으로 결과가 미흡했던 AI 모델에 대하여 학생들이 분석한 성능에 대한 문제점이 현장과 동일한 결과를 도출한 것으로 확인되었다. 또한, 수업을 통해 진행된 데이터 셋 제작 개수에 대하여 정교한 디테일이 필요한 카테고리에 한해서는 보다 많은 데이터 셋 제작이 필요한 것이 확인되었다. 학생들은 팀 프로젝트 피드백과 확인된 AI 큐레이션 서비스의 현실적인 성능을 고려하여 개인 포트폴리오를 제작하였다. 학생들은 각자 취업을 희망하는 업무 분야(패션디자인/패션마케팅)를 선택하고, 담당 업무에서 AI 큐레이션 서비스를 소비자, 판매자(기업), 개발자(디자이너)에게 적용하기 위한 기획 전략을 제시하였다.

4.4. 교과목 운영에 대한 만족도 평가

학생들의 만족도 조사는 강의내용, 수업방식, 학습내용, 평가방법, 자기성찰 등에 대한 내용으로 구성된 총 16문항에 대한

Table 3. A total of 10 new AI curation categories planned by students

Plan	Category	Definition
Classic deviation	Style	Basic items with sporty and athletic items
Classic romantic	Style	Combination of classic and romantic style
SOPHICOZY	Style	Comfortable and soft style composed with loose-fit items
Sunny look	Style	Lively retro style with vivid colors
Home formal(woman)	Style	Formal top and loose fit bottom for video meetings in COVID-19
Home formal(man)		
Jikkangs look	TPO	Coordination for MZ generation going to hotel for a vacation
Picnic look	TPO	Coordination for taking pictures in the park
Girls night out	TPO	Coordination with glamorous item for enjoying the city night
Art and culture wear	TPO	Coordination for 2030 generation in the virtual experience and media art exhibitions



Style definition

It is a classic and cheerful casual style that emphasizes youth by applying bright colors to the most basic and simple items. It imitated the style of the IVY league and is described as "campus casual."

Item	Coat, Tailored jacket, Cardigan, Knitwear, Skirt, Pants
Color	Black, Yellow, Yellow green, Beige, Navy, Ivory, White
Fabric	Wool, Cotton, Oxford, Wool, Cashmere, etc.
Pattern	Stripe, Tartan check
Detail	Wide Collar, Two-button Jacket, Patch
Accessories	Wool muffler, Loppers, Sneakers, Socks, Ankle boots, Flat

(a)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40



(b)

BEFORE

Previous AI model

- Black and white color with classic and basic coordination
- Recommendation of distinctive colors in the accessory
 - Patterns are rarely recommended

AFTER

New AI model

- Recommendation of matching colors
- Recommendation of classic items with casual details
- Items with a check pattern are recommended

(c)

Fig. 4. Examples of AI fashion curation practice deliverable; (a) plan a new style for curation services in week 4, (b) create new style outfit datasets in week 6 and 7, (c) evaluate fashion curation prototype in week 13.

여 설문 조사로 이루어졌다. 학생들은 전체 교육과정이 끝난 후 온라인을 통해 매우 미흡 1점, 미흡 2점, 양호 3점, 우수 4점, 매우우수 5점의 리커트 척도 응답과 주관식 의견 응답을 통해 만족도를 평가하였다. 총 인원 26명 중 20명이 응답하였으며, 리커트 척도를 백분위 환산하여 만족도를 알아보고, 상대적으로 만족도가 낮은 항목에 대해 주관식 의견 응답을 통해 세부 내용을 분석하였다.

교과목 운영에 대한 만족도 평균은 91.1%로 전반적으로 높은 수준을 보였다. 항목별로 강의내용에 대해서 '강의계획서의 구체적인 제시'와 '학생들의 수업 이해 정도를 고려한 교수자의 수업 내용'은 각각 92%와 90%의 평가를 보였다. 수업방식에 대해서는 '학생들과 질의, 의견 교환을 통한 상호작용'과 '수

업방법이 학습내용을 이해하는데 적절한지'에 대한 응답이 각각 95%와 93%로 높은 만족도를 보여, 팀 활동을 통한 실습 수업방식이 적합한 것으로 확인되었다. 학습내용에 대한 '전공 및 교양 지식 함양'과 평가방법에 대한 '평가 방법과 결과에 대한 피드백' 만족도는 각각 90%와 92%로 확인되었으며, 자기 성찰과 관련된 문항으로 '강의를 잘 경청하였는지', '주어진 과제를 열심히 수행하였는지'와 '수업활동에 적극 참여하였는지'에 대해서 각각 95%, 96%와 93%로 모두 높은 수준을 보여 자기주도적 학습이 효과적으로 이루어진 것이 확인되었다.

상대적으로 낮은 수준을 나타내었던 항목으로 '전반적인 만족도' 및 '강의 추천 여부'에 대해 각각 85%와 83%의 평가가 나타났다. 이에 대한 주관식 응답에서 논의된 내용으로, 데이터

Table 4. Results of student survey

	Evaluation topics	Ratio of evaluation
1	The syllabus was presented in detail.	92.0
2	The course materials helped me understand the lecture and acquire knowledge.	87.0
3	The lecture was conducted systematically.	89.0
4	The professor gave the class consideration of the students' understanding of learning.	90.0
5	The teaching methods were appropriate to understand the content of the study.	93.0
6	Interactions with students were well conducted, such as questions and exchange of opinions.	94.0
7	Appropriate tasks were given and helped with learning.	89.0
8	The evaluation was fair, and I received feedback on the evaluation results.	92.0
9	The class was done without a defect.	95.0
10	This lecture helped me to develop my major knowledge.	90.0
11	This lecture was conducted without gender discrimination and human rights violations.	94.0
12	I'm satisfied with this lecture.	85.0
13	I want to recommend this lecture to other students.	83.0
14	I listened carefully to the instructor.	95.0
15	I performed given assignments diligently.	96.0
16	I participated in class activities enthusiastically with active questions and discussions.	93.0

셋 제작 실습에 해당되는 수업 시간이 부족하고, 기업과 데이터 셋 제작 개수를 최소의 분량으로 조율했음에도 다양한 아이템들로 작장을 구성하는데 시간이 많이 소요되었다는 점이 확인되었다. 이에 따라 과제양이 많았다는 점이 만족도에 부정적인 영향을 미친 것으로 분석되었다. 그 외, 산학협력 실습이 AI 패션 큐레이션 서비스 프로토타입 평가단계까지로 제한되는 것이 어렵다는 의견과 팀원 간에도 참여도에 대한 블라인드 평가가 이루어졌으면 좋겠다는 의견이 일부 개진되었다. 이를 통해, 개발된 AI 모델을 활용하는 실습에 대한 수요가 존재하는 것을 짐작할 수 있었고, 동료 평가에 대한 요구가 확인되었다. 주관식 응답에서 긍정적으로 개진된 내용으로는 팀 활동으로 신규 큐레이션 카테고리 기획하고 데이터 셋을 제작하는 과정에서 교수자와 전문가에게 질의하고 응답을 받음으로써 PBL을 수행하는데 많은 도움이 되었다는 반응이 확인되었다.

교과목 운영에 대한 만족도 조사 결과를 바탕으로 향후 PBL 교과목 실습 커리큘럼의 개선안을 도출하였다. 효율적인 패션 AI 학습 데이터 셋 제작을 위한 하드웨어와 소프트웨어의 확보 및 적절한 정도의 자기주도 학습과 팀 활동 시간을 고려하는 충분한 실습 시간이 주어질 수 있도록 판단되었다. 학습 성과 평가에서는 학습자의 활동에 대한 포괄적 측정과 더불어, 동료 평가를 프로젝트 진행 과정에서 추가로 시행하여 개별 참여를 독려할 수 있을 것으로 보인다(Lee, 2009). 아울러, 해당 주제를 심도 있게 다루는 전문 교과목이 되기 위해 AI 패션 큐레이션 프로토타입 평가 이후 산업체 전문가로 하여금 서비스 실용화 단계를 목표로 하는 피드백이 이루어지고, 학생들이 개발된 AI 모델과 협력하여 의미있는 결과를 도출하는 추가적인 실습과정 개발이 필요할 것으로 판단되었다.

5. 결 론

4차 산업혁명 시대 패션 분야는 소프트웨어, 인공지능, 빅데이터 등의 기술과 융합되는 과정을 거치면서 정보통신기술(ICT)을 접목해 학습자의 교육 효과를 높이는 에듀테크(EduTech) 시대로 나아가고 있다. 본 연구는 패션 전공 학생들의 AI 테크놀로지에 대한 이해와 이를 바탕으로 한 AI 패션 큐레이션 서비스 기획 능력을 배양시키고자 산학 연계 PBL 교육과정을 설계하여 적용하였다.

산학 연계 PBL 교육과정에서 학생들은 AI 패션 큐레이션 서비스와 관련된 실제적인 프로젝트에 참여하며 산출물을 생산하고 발표하였으며 단계별로 교수자와 실무진과의 질의, 응답 및 조언을 통하여 자기주도적 학습을 수행하였다. 학생들은 패션 기업의 실무진이 제시한 온라인몰의 큐레이션 서비스 문제를 통해 프로젝트 주제를 결정하고, MZ 세대의 새로운 니즈를 반영한 AI 패션 큐레이션 서비스 기획부터 패션 데이터 셋 제작 및 개발된 서비스 프로토타입 평가에 이르는 통합적인 과정을 수행하며 AI 패션 큐레이션 활용 전략을 도출하였다. 본 연구는 학습자 실습 성과의 평가를 통해 AI 테크놀로지 서비스에 대한 실무적 접근이 이루어진 것을 확인하였다. 또한, AI 패션 큐레이션 서비스의 성능 향상을 위한 패션 전문가의 역할과 활용 전략에 대한 논의를 통해 학생들의 AI 패션 테크놀로지에 대한 이해가 향상된 것이 확인되었다.

또한, 본 연구는 PBL 실습 성과와 학습자 만족도 조사 결과를 통해 향후 교과목 개선 사항에 대한 실무적인 시사점을 도출하였다. 패션 분야에서 AI 테크놀로지를 활용하는 PBL 수업이 성공적으로 전공 실습 교과목에 적용되기 위해서는 다음과 같은 조건들이 이루어져야 함을 알 수 있었다. 첫째, 산업 현

장의 실제적인 문제를 학습자에게 제시하고, 수업에 필요한 테크놀로지를 지원하며 학교와 유기적으로 산학 연계 수업을 진행할 수 있는 산업체 발굴이 필수적으로 요구된다. 둘째, PBL 준비 단계에서 기업 미팅을 통해 현장 실무진의 프로젝트의 배경이 되는 실제적인 문제가 설명되고 빠른 피드백이 이루어질 때 학생들의 문제 이해도가 높아졌다. 셋째, PBL 실행 단계에서 충분한 성능의 하드웨어와 패션 이미지 데이터베이스가 확보되어야 한다. 또한, 팀원 간 업무 계획이 명확하고, 실시간 작업 내용 공유와 확인이 원활할수록 실습 성과가 우수한 결과를 나타내었다. 넷째, 학생들에게 적절한 정도의 자기주도 학습과 팀 활동 시간을 고려한 실습이 진행되어야 한다. 마지막으로 PBL 평가 단계에서 학습자 성과와 만족도 조사 결과를 교육과정에 반영하는 지속적인 교과목 품질 개선 활동이 필수적으로 요구되는 것으로 나타났다.

본 연구를 통해 패션 교육에서 AI 테크놀로지를 접목하는 교육이 갖는 학술적 의의와 실무적인 시사점이 도출되었다. 앞으로 발전하는 AI 테크놀로지는 다양한 패션 교육에 접목될 것으로 보인다. 디자인 분야에서는 세분화되는 패션 트렌드를 분석하고 소비자 니즈를 파악하며 제품군을 기획하는데 활용될 수 있고, 마케팅 분야에서는 다양한 상품을 소비자에게 노출하여 상품 재고율을 낮추는 방안을 마련하거나 소비자 맞춤형 체험 서비스를 기획하며 고객의 충성도를 높이는데 활용될 수 있을 것으로 판단된다. 본 연구를 통해 산업 현장의 첨단 IT 기술과 패션 이론 콘텐츠를 결합하는 실무중심의 교육 협업이 지속적으로 이루어지며, 학생들의 창의적 사고와 다양한 학습활동을 촉진할 수 있는 인공지능 융합 교육 커리큘럼 연구가 활성화되기를 기대한다.

감사의 글

이 논문은 2019년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 인문사회분야 신진연구지원사업의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2019S1A5A8038262).

References

- Abdullah, N., Xu, Y., & Geva, S. (2013). Integrating collaborative filtering and matching-based search for product recommendations. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, 8(2), 34-48. doi:10.4067/S0718-18762013000200004
- Ampera, D. (2020). The learning media development in the form of project based multimedia for fashion design course. *Journal of Talent Development & Excellence*, 12(1), 375-392.
- An, H., Kwon, S., & Park, M. (2019). A case study on the recommendation services for customized fashion styles based on Artificial Intelligence. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 43(3), 349-360. doi:10.5850/JKSC.2019.43.3.349
- An, H., Lee, K., Cho, I., & Park, M. (2021). Development and utilization of fashion AI data- focusing on hybrid styles of K-Fashion images. *Proceedings of the Forty-fifth Conference on Clothing and Textiles* (pp.146-147). Seoul, Korea: Research Institute of Human Ecology Press.
- Arthur, R. (2018). Artificial intelligence empowers designers in IBM, Tommy Hilfiger and FIT collaboration. *Forbes*. Retrieved June. 3, 2021, from <https://www.forbes.com/sites/rachelarthur/2018/01/15/ai-ibm-tommy-hilfiger>.
- Carpenter, J. M., & Fairhurst, A. E. (2005). Delivering quality and value in the classroom - The use of problem-based learning in retail merchandising courses. *Clothing and Textiles Research Journal*, 23(4), 257-265. doi:10.1177/0887302X0502300406
- Choi, K. H. (2019). Eco-tech fashion project - Collaborative design process using problem-based learning. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 12(1), 105-117. doi:10.1080/17543266.2018.1516808
- Christel, D. A. (2016). The efficacy of problem-based learning of plus-size design in the fashion curriculum. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 9(1), 1-8. doi:10.1080/17543266.2015.1094518
- Howell, R. T. (2003). The importance of the project method in technology education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 40(3), 80-86.
- Hsiao, W. L., Katsman, I., Wu, C. Y., Parikh, D., & Grauman, K. (2019). Fashion++ - Minimal edits for outfit improvement. *In Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision* (pp. 5047-5056). Seoul, Korea: Korean Computer Vision Society Press.
- Jeong, W. J., & Kim, S. I. (2018). A study on the role of designer in the 4 th industrial revolution-focusing on design process and AI based design software. *Journal of Digital Convergence*, 16(8), 279-285. doi:10.14400/JDC.2018.16.8.279
- Kim, M. (2021, February 8). *AI가 패션 코디네이터... 국내 최초 상용화 서비스*[AI is a fashion coordinator... Korea's first commercialization service]. *Financial News*. Retrieved June 4, 2021, from <https://www.fnnews.com/news/202102080934274664>
- Kim, S., Kim, E., & Lee, J. H. (2020). Effect of quality of curation service on user satisfaction, trust, and persistence usage. *Fashion & Textile Research Journal*, 22(6), 762-776. doi:10.5805/SFTI.2020.22.6.762
- Krauss, J., & Boss, S. (2013). *Thinking through project-based learning: Guiding deeper inquiry*. CA: Corwin Press.
- Kyun, S., Choi, Y., Kim, S., & An, H. (2020). Fashion style classification of sns images using convolutional neural networks. *In proceedings of 2020 International Conference on Clothing and Textiles* (p. 9). Virtual Event Korea: Research Institute of Human Ecology Press.
- Land, S. M., & Zembal-Saul, C. (2003). Scaffolding reflection and articulation of scientific explanations in a data-rich, project-based learning environment - An investigation of progress portfolio. *Educational Technology Research and Development*, 51(4), 65-84. doi: 10.1007/BF02504544
- Lee, H. J. (2009). Peer evaluation in blended team project-based learning: what do students find important?. *In E-Learn - World Conference on E-Learning in Corporate, Government, Healthcare, and Higher Education* (pp. 2838-2842). Vancouver, Canada: Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).

- Lee, J. (2020). *A study on the design of a fashion curation service for customized styling of middle-aged women*. Unpublished doctoral dissertation, Ewha Womans University, Seoul.
- Li, X., Wang, X., He, X., Chen, L., Xiao, J., & Chua, T. S. (2020). Hierarchical fashion graph network for personalized outfit recommendation. *In Proceedings of the 43rd International ACM SIGIR Conference on Research and Development in Information Retrieval* (pp. 159-168). Virtual Event China: Association for the Computing Machinery Press.
- Liu, L., Zhang, H., Ji, Y., & Wu, Q. J. (2019). Toward AI fashion design - An Attribute-GAN model for clothing match. *Neuro-computing*, 341, 156-167. doi:10.1016/j.neucom.2019.03.011
- Markham, T., Larmer, J., & Ravitz, J. L. (2003). *Project based learning handbook - A guide to standards-focused project based learning for middle and high school teachers*. Novato, CA: Buck Institute for Education.
- Merryman, L., & Lu, S. (2021). Are fashion majors ready for the era of data science? A study on the fashion undergraduate curriculums in U.S. institutions. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education*, 14(2), 1-12. doi:10.1080/17543266.2021.1884752
- Moursund, D. G. (1999). *Project-based learning using information technology*. Eugene, OR: International Society for Technology in Education.
- Park, N., & Choi, Y. (2020). Color & texture attribute classification system of fashion item image for standardizing learning data in fashion AI. *Journal of the Korean Society of Clothing and Textiles*, 44(2), 354-368. doi:10.5850/JKSC.T.2020.44.2.354
- Ravitz, J., Mergendoller, J., Markham, T., Thorsen, C., Rice, K., Snelson, C., & Reberry, S. (2004). Online professional development for project based learning - Pathways to systematic improvement. *Proceedings of the Association for Educational Communications and Technology Annual Conference* (pp.1-12), Chicago, IL, CA: Buck Institute for Education Press.
- Savin-Baden, M. (2007). Challenging models and perspectives of problem-based learning. *In Management of change* (pp. 9-29). Boston: Brill. doi:10.1163/9789087900922_003
- Thomas, J. W. (2000). *A review of research on project-based learning*. Autodesk Foundation. California: San Rafael.
- Yamamoto, T., & Nakazawa, A. (2019). Fashion style recognition using component-dependent convolutional neural networks. *In 2019 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP)* (pp. 3397-3401). Taipei, Taiwan: IEEE International Conference on Image Processing (ICIP) Press.
- Zhang, C., Yue, X., Liu, W., & Gao, C. (2018, June). Fashion style recognition with graph-based deep convolutional neural networks. *In International Conference on Artificial Intelligence on Textile and Apparel* (pp. 269-275). Springer, Cham.
- (Received 31 May, 2021; 1st Revised 21 June, 2021; 2nd Revised 24 June, 2021; Accepted 30 June, 2021).
- (Received 10 June, 2021; 1st Revised 17 June, 2021; 2nd Revised 24 June, Accepted 28 June, 2021)