

TF-IDF 분석과 토픽 모델링을 활용한 AI 기반 개별화 학습 국내외 연구동향 분석

김세영

서강대학교 교수학습센터

요약

본 연구는 향후 AI 기반 개별화 학습의 연구 방향을 제안하고자 2016년부터 2023년 4월까지 국내외 연구 동향을 분석하였다. 이를 위해 국내 56개의 KCI 논문, 국외 46개의 SSCI 논문 제목과 초록을 대상으로 TF-IDF 분석과 LDA 기반 토픽 모델링을 실시하였다. 연구결과, 첫째, 국내 연구에 대한 TF-IDF 분석에서 TF는 '학습자', '시스템', '영어', '플랫폼', '개발' 순으로 나타났으며 TF-IDF 기준에서는 '영어', '시스템', '수학', '챗봇', '플랫폼'이 상위권에 위치해 있었다. 둘째, 국내 연구에 대한 LDA 기반 토픽 모델링 결과 5개의 주요 토픽이 도출되었다. 셋째, 국외 연구에 대한 TF-IDF 분석 결과, TF는 'learner', 'system', 'data', 'technology', 'educational' 순으로 나타났으며 TF-IDF 기준에서는 'chatbot', 'collaborative', 'technology', 'gamification', 'system' 이 상위권에 위치해 있었다. 넷째, 국외 연구에 대한 LDA 기반 토픽 모델링 결과 5개의 주요 토픽이 도출되었다.

키워드 : AI 기반 개별화 학습, 개별화 학습, 인공지능 활용 교육, 토픽 모델링, 연구동향 분석

An Analysis of Domestic and International Research Trends on AI-based Personalized Learning through TF-IDF and Topic Modeling

Seyoung Kim

Sogang University

Abstract

This study analyzed the domestic and international research trends of AI-based personalized learning from 2016 to April 2023 in order to propose research directions for the future fielding of AI-based personalized learning. For this purpose, TF-IDF analysis and LDA-based topic modeling were conducted on the titles and abstracts of 56 domestic KCI papers and 46 international SSCI papers. As a result, first, the TF-IDF analysis of domestic research showed that TFs were 'learner', 'system', 'English', 'platform', and 'development', and the TF-IDF criteria were 'English', 'system', 'Mathematics', 'chatbot', and 'platform'. Second, as a result of LDA-based topic modeling for domestic research, five major topics were derived. Third, the TF-IDF analysis of international studies showed that the TFs were 'learner', 'system', 'data', 'technology', and 'educational', and the TF-IDF criteria were 'chatbot', 'collaborative', 'technology', 'gamification', and 'system'. Fourth, LDA-based topic modeling of international studies resulted in five major topics.

Keywords : AI-based personalized learning, Personalized learning, AIED, Topic modeling, Research trends

1. 서론

2023년 2월, 교육부는 학습자가 자신의 역량과 속도에 맞는 맞춤형 학습을 할 수 있도록 지원하겠다고는 디지털 기반 교육혁신 정책을 발표하였다[1]. 이 정책의 핵심은 기존 교수학습 상호작용의 주체였던 교수자와 학습자뿐만 아니라 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 보조교사가 학습을 지원하는 것이라 할 수 있다. 즉, AI 보조교사는 학습자 개인의 특성과 요구, 학습활동 데이터를 바탕으로 맞춤형으로 지식을 전달하며, 인간 교사는 역량 중심의 창의적인 수업을 설계하고 학습자의 사회·정서적 성장을 돕는 멘토의 역할을 한다는 것이다. 정책이 발표되면서, 학습자가 자신의 요구와 특성에 따라 학습경험을 능동적으로 만들어어나가는 개별화 학습(personalized learning)이 공교육 현장에서 실현될 수 있을 것이라는 교육계의 기대가 그 어느 때보다 커지고 있다.

개별화 학습에 대한 관심은 비단 어제 오늘의 일이 아니며 맞춤형 학습(customized learning), 적응적 학습(adaptive learning) 등의 용어와 혼용되어 활발히 연구 되어왔던 개념이다. 개별화 학습의 패러다임은 학습에서 무엇을 강조하느냐에 따라 지식 습달을 강조하는 교수(instruction) 중심에서 학습자가 어떻게 학습 과정과 방법을 통제하도록 할 것인가인 학습자 중심으로 변화 되어 왔다[2][3]. 특히, AI 기술의 발달로 학습자의 선호도, 학습 로그, 학습성과 등 개인화된 데이터를 수집할 수 있게 된 것[4]은 학습자의 요구와 특성을 고려하는 개별화 학습의 본질[5]에 한 발짝 더 다가가도록 해주었다. 다양한 교과 영역의 AI 플랫폼이 앞다투어 출시되고 세계 각국에서 AI 기반 개별화 학습 정책이 추진되는 것[6]은 AI 기반 개별화 학습에 대한 관심의 방증이라 하겠다.

그러나, 우리는 새로운 테크놀로지가 등장할 때마다 그것이 교육의 문제를 혁신적으로 해결하리라 기대했다가 항상 성공적이지는 않다는 것을 경험하곤 한다[7]. 김혜숙과 신안나는 공교육에서 개별화 학습이 적용된 사례를 살펴보면, 개별화 학습의 성패가 학교 상황이나 구성원의 의지에 따라 유동적이며, 충분한 여건이 마련되지 않을 때 또다른 교육격차를 야기할 수 있다고 지적하였다[5]. 주정훈 외는 현장에서 교사들이 AI 플랫폼이 제공하는 데이터를 어떻게 활용해야 하는지에 대

한 정보와 역량이 부족하여 개별화 학습을 실행하는데 어려움을 겪는다고 보고하기도 하였다[8]. 교육부의 발표와 같이 AI 보조교사가 공교육 현장에서 학습자의 개별학습을 효과적으로 지원하려면 정책 초기부터 AI 기반 개별화 학습에 대한 비판적인 검토와 연구가 이루어져야 하고 이를 토대로 방향성을 성찰하고 개선하는 것이 중요할 것이다.

이와 같은 맥락에서 본 연구는 현재까지 국내외에서 이루어진 AI 기반 개별화 학습에 대한 연구동향을 종합적으로 살펴보고 향후 AI 기반 개별화 학습의 현장 차근을 위한 연구 방향을 제안하고자 하였다. 이를 위해 AI가 교육에 본격적으로 활용되기 시작한[9] 2016년부터 2023년 4월까지의 국내외 논문을 수집하여 텍스트 마이닝 기법인 빈도분석(frequency analysis)과 LDA(Latent Dirichlet Allocation, 잠재 디리클레 할당) 기반 토픽 모델링(topic modeling)을 활용해 이 분야의 주요 연구 키워드는 무엇인지 분석하였다. 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, AI 기반 개별화 학습에 대한 국내 및 국외 연구의 상위출현 키워드(TF)와 상위 주제 키워드(TF-IDF)는 무엇인가?

둘째, AI 기반 개별화 학습에 대한 국내 및 국외 연구의 주요 토픽은 무엇인가?

2. 이론적 배경

2.1. AI 기반 개별화 학습

디지털 데이터의 가용성으로 우리는 학습을 다양한 측면에서 살펴보고 학습패턴을 예측할 수 있게 되었으며[10], AI 기술을 교육에 활용하게 되면서 학습자가 학습의 주도권을 가지고 학습 과정을 성찰하고 그에 따라 AI 시스템이 적응적으로 지원하는 개별화 학습이 가능해졌다[11]. 이처럼 AI 기반 개별화 학습은 데이터를 기반으로 학습 과정을 분석하고 개선하는 학습 분석학(learning analytics), 교육에서 컴퓨터를 활용하는 컴퓨터 기반 교육(computer-based education), 그리고 교육에서의 AI 활용을 연구하는 AIED(AI in Education) 분야를 아우르는 학문 영역으로, AI를 활용해 학습자 수준과 특성에 맞추어 개인화된 교수학습을 지원하는 방

법을 연구하는 분야라 할 수 있다[12].

한편, AI 기반 개별화 학습은 개별화를 어떻게 설계할 것인가가 핵심이기 때문에 개별화 학습의 구성요소를 구체적으로 탐색하는 것이 중요하다. 이에 많은 학자들이 개별화 학습의 이론적 틀을 제안하고 있다. Tetzlaff 외는 학습자를 ‘학습 과정과 상호작용하면서 변화하는 역동적인 개체’로 개념화하고 거시적(macro) 수준에서의 학습목표 설정, 중위적(meso) 수준에서의 학습 진도 확인, 미시적(micro) 수준에서의 학습 정서 및 동기에 대한 모니터링까지를 개별화하는 개별화 학습 프레임워크를 제안하였다[13]. 이 프레임워크는 학습이 이루어지는 단계에 따라 필요한 개별화 요소를 제안하였다는 점에서 유용하다고 하겠다. Vandewaetere와 Clarebout는 테크놀로지를 활용하여 개별화 학습을 구현할 때 고려해야 하는 적응적 요소로 데이터의 출처(source), 개별화 대상(target), 개별화 시점(time), 학습의 통제권(method)을 제안함으로써 교수설계의 구체적인 시사점을 제공하였다[14]. Montebello는 기존 AI 기반 개별화 학습이 학습자 개인에게만 초점이 맞추어져 있던 것을 비판하며 학습자 개인뿐만 아니라 학습자를 둘러싼 학습 환경과 공동체까지 고려하는 관점으로 바라보아야 한다고 주장하였다[15]. 즉, 그는 AI 기반 개별화 학습의 세 가지 요소로 디지털로 구현된 학습자 프로파일인 개인 학습 포트폴리오(Personal Learning Portfolio, PLP), 학습자들 간 연결을 통해 지식을 공유하고 생성하는 개인 학습 네트워크(Personal Learning Network, PLN), PLP와 PLN을 바탕으로 전체 학습경험을 개별화하는 개인 학습 환경(Personal Learning Environment, PLE)을 제안하였다. 학자들의 논의를 종합해볼 때, AI 기반 개별화 학습은 학습 데이터를 실시간으로 수집, 분석하여 맞춤형 콘텐츠를 제공하는 것을 넘어 보다 총체적인 관점에서 이해하고 설계하는 것이 필요함을 알 수 있다.

2.2. 텍스트 마이닝

텍스트 마이닝은 비정형 텍스트에서 특정한 패턴을 도출하여 정보를 만들어내는 자연어 처리 분석 기법으로[16], 연구동향을 보다 객관적으로 파악하는 방법으로 주목받고 있다. 텍스트 마이닝 중 연구동향 분석에 널리

활용되는 대표적인 기법으로 빈도분석과 토픽 모델링이 있다.

빈도분석은 문서에 출현한 키워드의 빈도를 산출하는 방식으로 전체 문서 내에서 높은 빈도로 나타나는 단어가 무엇인지 파악하는 TF(Term Frequency) 분석과 특정 문서에서 단어의 상대적인 빈도를 도출하여 특정 단어의 중요도를 파악하는 TF-IDF(Term Frequency-Inverse Document Frequency) 분석이 있다[17]. IDF는 소수의 문서에서 중요하게 발생하는 단어에 더 높은 가중치를 부여하여 산출하는 역문서 빈도이며, TF-IDF는 어떤 단어가 흔하지 않으면서도 특정 문서에 자주 사용된 정도를 나타내는 지표라 할 수 있다[18].

한편, 토픽 모델링은 비정형 텍스트 문서군에서 단어를 분석하여 잠재되어 있는 주요 토픽을 발견하는 데이터 마이닝 기법으로, 수집된 자료를 구성하는 주제들이 어떤 양상을 보이는지 확인하고자 할 때 활용할 수 있는 방법론이다[19]. 토픽 모델링 중 가장 잘 알려진 기법에는 LDA 모형[20]이 있다. LDA는 문서-단어 행렬(Document-Term Matrix)을 구성한 후 각 문서를 구성하는 토픽의 확률 분포를 추론하는 방법으로 각 토픽에 할당될 확률이 높은 키워드와 토픽 비중이 높은 문서를 함께 고려해 토픽명을 정한다[21].

2.3. 선행연구

텍스트 마이닝 기법을 적용한 관련 선행연구들을 살펴보면 다음과 같다. 먼저, AI와 교육에 대한 국외 논문을 분석한 연구로 김형욱과 문성윤[22], 정영주와 김혜진[23]의 연구가 있다. 김형욱과 문성윤은 AI의 교육적 활용과 관련된 국외 논문을 대상으로 국가별 연구현황과 연구주제 등을 분석하였고[22], 정영주와 김혜진은 초, 중, 고 교육에서의 AI 교육 관련 국외 논문을 대상으로 학교급별 주요 연구주제들이 어떻게 다른지 탐색하였다[23].

개별화 학습에 대한 연구동향을 텍스트 마이닝을 적용해 분석한 연구로는 정희엽과 홍후조[9], 박지우 외[17]의 연구가 있다. 정희엽과 홍후조는 텍스트 마이닝을 통해 맞춤형 교육에 대한 2011년부터 2020년까지의 국내 논문을 분석하였다[9]. 특히, 이 연구는 4차 산업혁명에 교육에 영향을 주기 시작한 2016년을 기점으로 전

기와 후기로 나누어 분석하였는데, 후기 연구들이 주로 데이터를 기반으로 교과목 간 융합, 피드백을 통한 개별화 학습에 초점을 맞추는 것으로 변화되었음을 시사점으로 도출하였다. 박지우 외는 텍스트 마이닝을 통해 2012년부터 2021년까지 국내 개별화 학습 연구동향을 분석하였는데[17], LDA 기반 토픽 모델링 분석 결과 2019년 이후 ‘온라인 기반 개별화 학습 시스템’과 ‘대학에서의 인공지능·데이터 기반 개별화 학습’ 토픽의 논문들이 급증하였음을 알 수 있었다.

이처럼, 선행연구들은 AI와 교육, 테크놀로지 기반 개별화 학습 등을 주제로 연구동향을 살폈다는 점에서 의미가 있으나 국내와 국외 연구를 종합적으로 조망하며 연구동향을 살펴보지 못했다는 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 AI 기반 개별화 학습에 대한 국내 논문과 국외 논문의 연구동향을 텍스트 마이닝을 통해 살펴보고자 하였다.

3. 연구방법

3.1. 연구대상

본 연구는 4차 산업혁명과 인공지능 활용 교육에 대한 담론이 본격적으로 형성되기 시작한[9] 2016년부터 2023년 4월까지 출간된 AI 기반 개별화 학습에 대한 국내의 논문 제목과 초록을 분석대상으로 하였다. 국내 논문은 한국학술지인용색인(KCI)에서 발간된 한국연구재단 등재지를 대상으로 ‘AI and 개별화 학습’, ‘AI and 맞춤형 학습’, ‘AI and 적응형 학습’ 키워드 검색을 통해 총 100건의 자료를 수집하였다. 국외 논문은 Web of Science에서 SSCI(Social Sciences Citation Index) 논문을 대상으로 ‘personalized learning+(AND) ai’, ‘individualized learning+(AND) ai’, ‘adaptive learning+(AND) ai’ 키워드 검색을 통해 총 139건의 자료를 수집하였다. 수집된 논문의 제목과 키워드, 초록 등을 검토하여 교육의 범위에 해당하지 않는 논문을 제외하고 국내 56개, 국외 46개 문헌을 최종 선정하였다. 최종 선정된 논문의 연도별 현황은 <Table 1>과 같다.

<Table 1>에서 보는 바와 같이, AI 기반 개별화 학습에 대한 논문 발행수는 국내외에서 모두 2019년을 기점으로 전반적으로 증가하는 추세를 보이며 2023년도의

경우 4월까지 국내와 국외에서 총 16편의 논문이 발표된 것을 확인할 수 있다. 이처럼, 2019년을 기점으로 AI 기반 개별화 학습 연구가 증가하기 시작한 것은 국내에서는 교육부의 ‘제1차 정보교육 종합계획’[24], 국외에서는 2019년 영국의 EdTech Framework for Change, 미국의 AI 인재양성을 위한 교육 혁신 이니셔티브 등의 정책이 발표된 것[25]이 관련 연구에 대한 학계의 관심을 높였을 것이라 생각해볼 수 있다.

<Table 1> Annual Publication Status of Research Papers

Year	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023.4.
Domestic	2	-	3	3	10	16	14	8
International	-	1	-	3	6	10	18	8

3.2. 연구절차

본 연구의 분석대상 논문들에 대해 R 프로그램을 활용하여 다음과 같은 절차로 분석하였다.

먼저, 수집된 자료에 대해 공란 처리, 대소문자 통일(국외 논문), 숫자표현 제거, 문장부호 및 특수문자 제거, 유의어 처리, 불용어 제거 등 데이터 전처리 작업을 실시하였다. 불용어 처리의 예시는 ‘인공지능(AI)’, ‘개인화(personalized)’, ‘맞춤형(customized)’, ‘적응형(adaptive)’, ‘학습(learning)’과 ‘활용(use)’, ‘기반(based)’ 등이다. 국내 논문 자료는 KoNLP, 국외 논문 자료는 NLP 패키지를 활용하여 토큰화 작업을 거쳐 형태소 분석을 진행하였다.

전처리 완료된 국내 데이터 및 국외 데이터에 대해 각각 TF-IDF 분석과 LDA 기반 토픽 모델링을 실시하였다. 토픽 모델링의 최적 토픽수를 결정하기 위해 lda-tuning 패키지의 총 4개의 모형적합도 지수를 살펴보았다. 즉, Griffiths2004와 Deveaud2014 지수는 값이 클수록, CaoJuan2009과 Arun2010 지수는 값이 작을수록 최적의 잠재토픽 개수 k 로 판단하기에 적절하다는 것[26]을 기준으로 국내 연구와 국외 연구 모두 최적의 토픽수 k 를 5로 설정하였다. 한편, 분석 결과는 ggplot2 패키지를 활용해 시각화하였다.

4. 연구결과

4.1. 국내 연구에 대한 TF-IDF 분석 및 LDA 기반 토픽 모델링

4.1.1. TF-IDF 분석

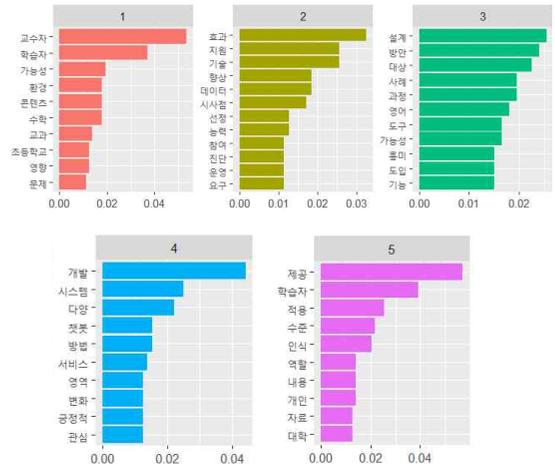
국내 연구 데이터에 대한 TF-IDF 분석 결과는 <Table 2>와 같다. 먼저 주제어의 출현 빈도인 TF는 ‘학습자(188)’, ‘시스템(96)’, ‘영어(57)’, ‘플랫폼(56)’, ‘개발(48)’ 순으로 나타났다. 반면, TF-IDF 기준에서는 ‘영어’, ‘시스템’, ‘수학’, ‘챗봇’, ‘플랫폼’ 순으로 상위권에 위치해 있어 국내 연구에서 이 주제들이 핵심적으로 다루어졌음을 알 수 있다. ‘시스템’, ‘영어’, ‘플랫폼’, ‘수학’과 같은 단어는 TF와 TF-IDF 기준에서 모두 상위권에 속하였으나, ‘학습자’와 ‘적용’과 같은 단어는 전체 분석 대상 논문에서 빈번하게 등장하는 단어이지만 TF-IDF에서는 나타나지 않아 중요도는 낮은 단어임을 알 수 있었다. 또한, ‘펍톡’, ‘학습성취’, ‘추천’, ‘말하기’ 등의 주제어는 TF-IDF 기준에서만 상위권에 등장하여 이에 대한 논문에서 높은 중요도를 보이는 주제임을 알 수 있었으며, 영어, 수학, 중국어 등 특정 교과 영역에서의 AI 기반 개별화 학습에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있는 것도 확인할 수 있다.

<Table 2> TF-IDF Analysis of Domestic Research

Ranking	TF		TF-IDF	
	Keyword	Frequency	Keyword	TF-IDF
1	learner	188	English	98.20
2	system	96	system	94.16
3	English	57	Mathematics	68.64
4	platform	56	chatbot	62.02
5	development	48	platform	60.53
6	Mathematics	47	PengTalk	58.06
7	technology	42	Chinese	55.61
8	application	42	achievement	53.15
9	chatbot	36	recommendation	49.14
10	content	36	speaking	48.32
11	perception	31	technology	43.24
12	data	31	effectiveness	42.31
13	method	29	program	40.86
14	level	28	content	40.86
15	design	28	development	40.67

4.1.2. LDA 기반 토픽 모델링

국내 연구 데이터의 최적 토픽 수 $k=5$ 를 기준으로, LDA 기반 토픽 모델링을 수행한 결과는 (Fig. 1)과 같다. LDA 분석 결과로 도출된 주제어를 바탕으로 자료 원문을 확인하면서 <Table 3>과 같이 토픽명을 선정하였다.



(Fig. 1) Visualization of the In-topic Latent Probability of a Topic Term by Domestic Research Topic

토픽 1은 ‘가능성’, ‘환경’, ‘콘텐츠’, ‘수학’, ‘교과’, ‘초등학교’, ‘영향’, ‘문제’ 등이 주제어로 도출되었다. 이 토픽 내 연구들을 검토한 결과, AI 기반 개별화 학습의 현재를 평가하고 가능성과 기술적, 윤리적 문제들을 살펴보는 연구들이 주를 이루었다. AI 기반 개별화 학습 시스템의 설계 수준과 가능성을 분석한 연구[27][28]나 에듀테크 산업에서 AI 기반 개별화 학습 가능성에 대한 연구[29]뿐만 아니라, 초중등 수학 교과에서 AI 기반 개별화 학습의 가능성과 주요 문제들을 진단한 연구들[30][31][32]이 포함되어 있었다. 이에 토픽명을 ‘AI 기반 개별화 학습의 활용 가능성과 문제’로 명명하였다.

토픽 2는 ‘효과’, ‘지원’, ‘기술’, ‘향상’, ‘데이터’, ‘능력’, ‘참여’ 등이 주제어로 포함되었으며 이 토픽 내 연구들을 검토한 결과, 난독증 학습자를 위한 AI 기반 개별화 한글 학습의 효과[33], AI 기반 개별화 학습을 현장에서 운영하고 참여 학생들의 성취도 향상을 살펴본 연구[34][35][36]들이 주를 이루는 것을 확인할 수 있었다. 이에 토픽명을 ‘AI 기반 개별화 학습의 효과’라고 정하였다.

토픽 3은 ‘설계’, ‘방안’, ‘사례’, ‘영어’, ‘도구’, ‘흥미

' 등이 주제어로 나타났으며 학습자의 흥미 등을 고려한 개별화 학습 시스템 설계 및 개발 사례[37][38][39], 영어, 중국어 학습 등에서 학습도구로서의 개별화 학습 도입 사례와 주요 기능을 다룬 연구들[40][41]이 포함되어 있다고 판단하였다. 이에 따라, 'AI 기반 개별화 학습 설계 및 적용 사례'를 토픽명으로 정하였다.

토픽 4는 '개발', '시스템', '챗봇', '서비스' 등이 주제어로 나타났으며 개별화 학습을 지원하는 챗봇이나 시스템 개발 또는 분석 연구들[42][43][44][45]이 포함되어 있다고 판단하였다. 이에 토픽명을 '개별화 학습을 지원하는 챗봇과 시스템'으로 명명하였다.

마지막으로, 토픽 5는 '제공', '수준', '인식', '내용', '개인', '자료', '대학' 등이 주제어로 나타났으며 개별화된 콘텐츠와 피드백, 자료 제공[46][47][48], 대학 등의 교육 현장에서 개별화된 콘텐츠를 제공하는 AI 기반 개별화 학습에 대한 교수자와 학습자의 인식을 탐색한 연구들[49][50][51][52]이 포함되어 있었다. 이에 토픽명을 '개별화 자료 추천과 교수자 및 학습자 인식'으로 정하였다.

<Table 3> Results of LDA Topic Modeling in Domestic Research

No.	Topic Name	Keyword	Ratio(%)
1	Possibility and problem of AI-based personalized learning	instructor, learner, possibility, environment, content, Mathematics, subject, elementary, impact, problem	16.07
2	Effectiveness of AI-based personalized learning	effectiveness, support, technology, improvement, data, implication, selection, participation, diagnosis, manage, needs	17.86
3	Design and application case of AI-based personalized learning	design, method, target, case, process, English, tool, possibility, interest, adopt, function	19.64
4	Chatbot and systems for personalized learning	development, system, various, chatbot, method, service, domain, change, positive, attention	19.64
5	Personalized materials recommendations and perception of instructors and learners	provision, learner, application, level, perception, role, content, individual, material, university	26.79

4.2. 국외 연구에 대한 TF-IDF 분석 및 LDA 기반 토픽 모델링

4.2.1. TF-IDF 분석

국외 연구 데이터에 대한 TF-IDF 분석 결과는 <Table 4>와 같다. 먼저 주제어의 출현 빈도인 TF는 'learner(199)', 'system(66)', 'data(63)', 'technology(61)', 'educational(42)' 순으로 나타났다. 반면, TF-IDF 기준에서는 'chatbot', 'collaborative', 'technology', 'gamification', 'system'이 순서대로 상위권에 위치해 있어 국외 연구에서 이 주제들이 핵심적으로 다루어졌음을 알 수 있다. 'system'과 'technology', 'data' 등은 TF와 TF-IDF 기준에서 모두 상위권에 속한 것으로 나타난 반면, 'learner'나 'approach'는 전체 분석 대상 논문에서 빈번하게 등장하는 단어이지만 TF-IDF에서는 나타나지 않아 중요도는 낮은 단어인 것으로 파악되었다. 또한, 'collaborative', 'gamification', 'recommendation', 'training', 'language' 등이 TF-IDF에서만 상위권에 등장하여 이를 주제로 한 논문에서 높은 중요도를 나타내는 주제어로 확인되었다.

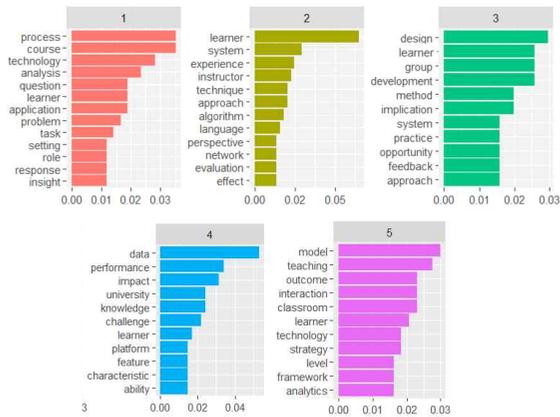
<Table 4> TF-IDF Analysis of International Research

Ranking	TF		TF-IDF	
	Keyword	Frequency	Keyword	TF-IDF
1	learner	199	chatbot	57.70
2	system	66	collaborative	51.29
3	data	63	technology	50.81
4	technology	61	gamification	47.03
5	educational	42	system	45.75
6	performance	40	data	43.67
7	design	38	recommendation	41.52
8	approach	34	performance	39.82
9	process	34	training	38.70
10	group	28	process	38.10
11	instructor	27	language	35.89
12	chatbot	26	review	35.77
13	model	26	design	35.65
14	provide	26	multimodal	35.51
15	method	25	group	35.38

4.2.2. LDA 기반 토픽 모델링

국외 연구 데이터의 최적 토픽 수 $k=5$ 를 기준으로, LDA 기반 토픽 모델링을 수행한 결과는 (Fig. 2)와 같다.

LDA 분석 결과로 도출된 주제어를 바탕으로 자료 원문을 확인하면서 <Table 5>와 같이 토픽명을 선정하였다.



(Fig. 2) Visualization of the In-topic Latent Probability of a Topic Term by International Research Topic

토픽 1은 ‘process’, ‘course’, ‘problem’, ‘task’ 등이 주제로 포함되어 있었으며, AI 기반 개별화 학습을 적용했을 때 수학 학습 문제의 어려움 지원[53], 학습자의 낙제나 중도 탈락 위험 분석 및 예방[54], 복습 과정에서 어려움에 직면했을 때 지원[55], 협력학습에서의 어려움에 대한 맞춤형 지원 연구[56] 등이 이 토픽에 해당되는 연구들이었다. 이에 토픽명을 ‘과제 수행 등 학습 과정에서의 어려움 분석 및 예방’으로 정하였다.

토픽 2는 ‘system’, ‘experience’, ‘instructor’, ‘algorithm’, ‘language’ 등이 주제로 도출되었으며, 글쓰기[57], 영어 말하기 학습[58] 등 언어 학습 분야에서 AI를 활용해 어떻게 효과적으로 맞춤화할 수 있는가에 대한 논문들이 포함되어 있었다. 이에 토픽명을 ‘언어 학습에서의 AI 기반 개별화 학습’으로 명명하였다.

토픽 3은 ‘design’, ‘development’, ‘feedback’ 등이 주제로 포함되어 있었으며, 과제 내용이나 학습행동에 대해 개인화된 피드백과 스케폴딩 제공[59][60], 학습자의 정서 상태에 따른 피드백 설계[61] 연구 등이 있었다. 이에 토픽명을 ‘AI 기반 개별화 학습에서의 피드백’으로 정하였다.

토픽 4는 ‘data’, ‘performance’, ‘impact’, ‘ability’ 등이 주제로 포함되어 있었으며, 힌트 제시[62]나 게이미피

케이션[63][64] 등 AI를 활용한 개별화 학습 설계 요소들이 학습자의 참여도나 학습성가에 미치는 영향에 대한 연구가 주를 이루었다. 이에 토픽명을 ‘AI 기반 개별화 학습이 학습자의 역량 및 학습성가에 미치는 영향’으로 명명하였다.

마지막으로, 토픽 5는 ‘model’, ‘teaching’, ‘strategy’, ‘interaction’, ‘framework’ 등이 주제로 나타났으며, 맞춤형 학습자료 추천 프레임워크 설계, AI 기반 개별화 학습을 위한 교수 모델, 교수전략에 대한 연구들 [65][66][67][68]이 포함된 것을 확인하였다. 이에 토픽명을 ‘교수전략, 교수모델 및 프레임워크 설계’로 정하였다.

<Table 5> Results of LDA Topic Modeling in International Research

No.	Topic Name	Keyword	Ratio(%)
1	Analyzing and preventing difficulties in the learning process, such as completing assignments	process, course, technology, analysis, question, learner, application, problem, task, setting, role, response, insight	15.22
2	AI-based personalized learning in language learning	learner, system, experience, instructor, technique, approach, algorithm, language, perspective, network, evaluation, effect	13.04
3	Feedback in AI-based personalized learning	design, learner, group, development, method, implication, system, practice, opportunity, feedback, approach	30.43
4	Impact of AI-based personalized learning on learner competencies and performance	data, performance, impact, university, knowledge, challenge, learner, platform, feature, characteristic, ability	13.04
5	Designing teaching strategies, models, and frameworks	model, teaching, outcome, interaction, classroom, learner, technology, strategy, level, framework, analytics	28.26

5. 결론 및 논의

본 연구의 목적은 AI 기반 개별화 학습에 대한 2016년부터 2023년 4월까지 국내외 연구들의 동향을 종합적으로 살펴보고 시사점을 도출하는 것이며, 이를 위해 텍스트 마이닝 기법인 TF-IDF 분석과 LDA 기반 토픽 모델링을 실시하였다. 본 연구의 주요 연구결과와 그에 따른 논의는 다음과 같다.

첫째, 국내외 연구의 TF-IDF 분석 결과, '시스템(system)'은 국내와 국외 연구 모두 TF 및 TF-IDF 기준에서 상위권에 속하는 단어로 나타나 AI 기반 개별화 학습 연구에서 '시스템'이 빠질 수 없는 키워드임을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 국내 개별화 학습 연구 동향을 분석한 선행연구[17] 및 국외 AIED 연구동향을 분석한 선행연구[2]에서의 연구결과와 맥을 같이 한다. 또한, '챗봇(chatbot)'은 국내에서는 TF 및 TF-IDF 기준에서, 국외에서는 TF-IDF에서만 상위권에 등장하여 중요도가 높은 단어를 알 수 있었다. 챗봇은 사회적 실재감을 통해 학습동기를 높이고 시간과 공간의 제약 없이 학습자에게 연습 기회를 제공해줄 수 있고 맞춤형 학습지원이 가능하기 때문에 다양한 교육 맥락에서 활용되고 있다[69]. 향후 챗봇의 역할이 학습도구에서 스케폴딩을 제공하는 튜터의 역할로 확장될 것이라는 선행연구[70]에 근거해볼 때, 교육부가 추진하고 있는 AI 보조교사로서 챗봇에 대한 연구 역시 지속적으로 증가할 것이라 기대해볼 수 있을 것이다.

둘째, 국내 연구에 대한 LDA 기반 토픽 모델링 결과, 5개의 주요 토픽이 도출되었다. 각 토픽명은 'AI 기반 개별화 학습의 활용 가능성과 문제', 'AI 기반 개별화 학습의 효과', 'AI 기반 개별화 학습 설계 및 적용 사례', '개별화 학습을 지원하는 챗봇과 시스템', '개별화 자료 추천과 교수자 및 학습자 인식'으로 명명하였다. 도출된 토픽들을 통해 국내에서는 주로 AI 기반 개별화 학습을 지원하는 챗봇과 시스템에 대한 연구부터 AI 기반 개별화 학습의 효과나 활용 가능성까지 다양한 주제의 연구가 수행되고 있음을 확인할 수 있었다. 특히, 토픽 5의 경우 교수자의 인식 분석을 통해 교수자의 역할 변화에 대한 고찰도 이루어졌는데, 이는 정희엽과 홍후조의 연구에서 2016년 이후 맞춤형 교육에 대한 연구동향이 4차 산업혁명을 기점으로 전문가로서의 교사 역할

이 강조되는 것으로 변화되었다는 점을 보고한 것[9]과 연결해 생각해볼 수 있을 것이다.

셋째, 국외 연구에 대한 LDA 기반 토픽 모델링 결과, 5개의 주요 토픽이 도출되었다. 각 토픽명은 '과제 수행 등 학습 과정에서의 어려움 분석 및 예방', '언어 학습에서의 AI 기반 개별화 학습', 'AI 기반 개별화 학습에서의 피드백', 'AI 기반 개별화 학습이 학습자의 역량 및 학습성장에 미치는 영향', '교수전략, 교수모델 및 프레임워크 설계'로 명명하였다. 국외 연구의 주요 토픽들을 살펴보면 교수학습 과정에서의 어려움 분석이나 피드백 제공, 학습자의 역량 변화에 미치는 영향 등 주로 학습자, 교수학습과정과 학습성장에 주목하고 있음을 알 수 있는데, 이는 AI 기반 교육에 대한 국외 연구동향을 분석한 선행연구[2]의 결과와 맥을 같이 한다.

이러한 연구결과를 바탕으로 시사점을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 국내 연구에서 '개별화 자료 추천'과 국외 연구에서 '피드백'이 주요 토픽으로 도출되었는데, 학습자의 학습 스타일, 학습 행동이나 정서 등에 따라 맞춤형 피드백을 제공하고 자료를 추천하는 것에 주목한 연구들이 주를 이루고 있었다. 개별화 학습의 본질이 학습자의 요구와 특성을 고려하는 것이므로[5], 어떻게 자료를 추천하고 피드백을 제공할 것인가에 대한 연구는 AI 개별화 학습 설계와 실행에 구체적인 방향성을 제시해줄 수 있을 것이다. 선행연구[13]에서 학습자의 특성을 거시적, 중위적, 미시적 수준으로 진단하여 개별화를 지원하는 프레임워크를 제안한 것처럼, 향후 보다 종합적인 관점에서 학습자 프로파일에 따른 피드백 설계에 대해 연구하는 것도 AI 기반 개별화 학습에서 자료 추천과 피드백에 대한 이해의 틀을 제공하는데 의미 있을 것으로 보인다.

둘째, 국외 연구에서 '교수전략, 교수모델 및 프레임워크 설계'에 대한 토픽이 도출된 것은 공교육에서 AI 기반 개별화 학습을 추진하고자 하는 우리나라에서도 시급히 이루어져야 하는 토픽이라 할 수 있다. 현재 교육부에서는 AI 기반 플랫폼을 활용하는 개별화 학습 모델로 기본 모형, 예습모형, 복습모형, 집중케어모형을 제안하고 있는데[1], 이들은 AI를 사전 진단평가, 사후 진단평가 및 보충학습으로 활용하는 것과 같이 비교적 평이하고 일반적인 수준의 모델이다. 현장에서는 다양한 교과목별 개별화 학습에 대한 보다 깊이 있고 창의적인

접근을 지원할 수 있는 모델이 필요하다. 정책 도입 단계, 교과와 특성 등에 따라 다양하게 적용할 수 있는 AI 기반 개별화 학습 모델과 교수전략에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다.

본 연구는 기존 선행연구들이 AI 기반 개별화 학습에 대한 국내 혹은 국외 연구만을 살펴본 것과 달리 국내외 연구를 종합적으로 조망하였다는 점에서 의미가 있다. 그러나, 아직까지 논문의 수가 많지 않은 점, 토픽명을 정하는 데 있어 연구자의 주관에 배제하기 어려운 점 등이 한계로 남는다. 후속 연구에서는 AI 기반 개별화 학습 정책에 대한 보다 구체적인 시사점을 도출하기 위해, 국내외 AI 기반 개별화 학습에 대한 정책 관련 문헌들을 종합적으로 분석하거나, 네트워크 분석을 통해 연구의 키워드 간 관계를 보고 전체적인 의미 구조를 파악해 보는 등의 의미 있는 시도를 해볼 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Ministry of Education (2023), Digital-driven education reform.
- [2] Guan, C., Mou, J., & Jiang, Z. (2020), Artificial intelligence innovation in education: a twenty-year data-driven historical analysis, *International Journal of Innovation Studies*, 4, 134-147.
- [3] Lim, K. Y., Lim, J. Y., & Jin, M. (2021), A systematic literature review of technology-based personalized learning: research from 2011 to 2020 in Korea, *Journal of Educational Technology*, 37(3), 525-559.
- [4] Xie, H., Chu, H. C., Hwang, G. J., & Wang, C. C. (2019), Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: a systematic review of journal publications from 2007 to 2017, *Computers & Education*, 140, 1-16.
- [5] Kim, H., & Shin, A. (2022), Discussion of technology-based personalized learning: focusing on concept and implementation in domestic and foreign literature, *Korean Educational Research Journal*, 43(2), 139-179.
- [6] KERIS (2022), Domestic and international EdTech promotion policies and governance.
- [7] Batty, R., Wong, A., Florescu, A., & Sharples, M. (2019), EdTech testbeds: models for improving evidence, *nesta*.
- [8] Joo, J., Kim, B., Kim, A., Lim, E., & Lim, S. (2022), Possibilities and challenges of individually customized AI utilization education, Seoul Education Research & Information Institute.
- [9] Jung, H., & Hong, H.-J. (2021), An analysis on customized education research trends in the era of the 4th industrial revolution through text mining, *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 33(3), 433-454.
- [10] Wu, J. Y., Hsiao, Y. C., & Nian, M. W. (2020), Using supervised machine learning on large-scale online forums to classify course-related Facebook messages in predicting learning achievement within the personal learning environment, *Interactive Learning Environments*, 28(1), 65-80.
- [11] Ouyang, F., & Jiao, P. (2021), Artificial intelligence in education: the three paradigms, *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 1-6.
- [12] Choi, S. (2021), Artificial intelligence in education: a literature review on education using artificial intelligence, *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 24(3), 11-21.
- [13] Tetzlaff, L., Schmiedek, F., & Brod, G. (2021), Developing personalized education: a dynamic framework, *Educational Psychology Review*, 33, 863-882.
- [14] Vandewaetere, M., & Clarebout, G. (2014), Advanced technologies for personalized learning, instruction, and performance. In M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop. (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (4th ed., pp. 425-437).
- [15] Montebello, M. (2018), *AI injected e-learning: the future of online education*, Springer International.
- [16] Choi, J., & Chung, H. (2022), Trends in gifted education using topic modeling and semantic network analysis, *Korean Journal of Educational*

- Research, 60(4), 1-28.
- [17] Park, J., Jung, S. H., Park, H., & Lim, K. Y. (2022), An analysis of research trends on personalized learning: using TF-IDF, LDA based text mining, *The Korean Journal of Educational Methodology Studies*, 34(4), 711-739.
- [18] Kim, Y. (2021), *Do it! learn R text mining easily*, Seoul: EasysPublishing.
- [19] Cho, E., Park, J., & Park, S. (2020), Perceptions of self-regulated learning and self-directed learning in layman utilizing social big data, *CNU Journal of Educational Studies*, 41(2), 343-369.
- [20] Blei, D. M., Ng, A. Y., & Jordan, M. I. (2003), Latent dirichlet allocation, *Journal of Machine Learning Research*, 3, 993-1022.
- [21] Jang, E., Baek, Y., Chung, H. (2023), Emerging trends amongst adolescents from immigrant backgrounds using topic modeling and semantic network analysis, *Studies on Korean Youth*, 34(1), 91-122.
- [22] Kim, H., & Mun, S. (2018), Exploring the educational use of artificial intelligence based on R mapping-focusing on foreign publication analysis results, *Journal of The Korean Association of Information Education*, 24(4), 313-325.
- [23] Jung, Y., & Kim, H. (2021), Analysis of overseas research trends related to artificial intelligence (AI) in elementary, middle and high school education, *Journal of Korean Library and Information Science Society*, 52(3), 313-334.
- [24] Ministry of Education (2020), *Information education master plan (draft)*.
- [25] KICE (2020), *Exploring the use of artificial intelligence (AI) in schooling*.
- [26] Baek, Y. (2020), *Text mining with R*, Paju: Hanul.
- [27] Lee, G., & Ha, M. (2020), The present and future of AI-based automated evaluation: a literature review on descriptive assessment and other side, *Journal of Educational Technology*, 36(2), 353-382.
- [28] Lee, H., So, H., & Jin, L. (2020), Analysis of the characteristics and design level of educational artificial intelligence applications, *The Journal of Educational Information and Media*, 26(3), 647-670.
- [29] Park, M. H., & Park, C. Y. (2022), Comparison of the cases based on the usage of artificial intelligence in the EdTech industry-focusing on IBM Watson Talent and Riiid R.Inside, *Journal of Educational Technology*, 38(2), 333-368.
- [30] Park, M. (2020), Applications and possibilities of Artificial Intelligence in Mathematics education, *Communications of Mathematical Education*, 34(4), 545-561.
- [31] Park, M. (2020), The trends of using Artificial Intelligence in Mathematics education, *The Journal of Korean Elementary Education*, 31, Supplement, 91-102.
- [32] Shin, D. (2020), Artificial Intelligence in primary and secondary education: a systematic review, *Journal of Educational Research in Mathematics*, 30(3), 531-552.
- [33] Lee, A., & Kim, K. (2022), Development and application of AI-based Hangeul learning program for learners with dyslexia, *Journal of Digital Contents Society*, 23(5), 781-791.
- [34] Kim, B., Park, Y., Shin, E., & Lee, J. (2022), Impact of Artificial Intelligence-based adaptive learning program on students' academic performance: evidence from a randomized controlled trial in a Daegu middle school, *Korea Review of Applied Economics*, 24(4), 5-25.
- [35] Kim, M. (2023). An analysis of LC/RC academic achievement and perception of students participating in TOEIC classes applying an Artificial Intelligence-based TOEIC program, *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 23(1), 405-421.
- [36] Kim, M., & Yoo, Y. (2022), The effect of TOEIC classes applying Artificial Intelligence-based adaptive learning on academic achievement and influencing factors, *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 22(23), 267-280.
- [37] Kim, S., Kim, W., Jang, Y., & Kim, H. (2021),

- Development of explainable AI-based learning support system, *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 24(1), 107-115.
- [38] Lee, J., Moon, K., Han, S., Lee, S., Kwon, H., Han, J., & Kim, G. (2021), Development and application of an AI-powered adaptive course recommender system in higher education: an example from K university, *Journal of Educational Technology*, 37(2), 267-307.
- [39] Jin, H., Shin, J., & Kim, G. (2021), Suggestion of AI elementary writing learning app service based on conversational chatbot character, *Journal of Digital Contents Society*, 22(4), 587-596.
- [40] Lee, S., & Han, Y. S. (2022), Explore the usability of AIED assistants in Chinese pedagogy - focused on chatbot, smart speaker and ITS -, *Studies of Chinese & Korean Humanities*, 76, 89-114.
- [41] Lee, S., & Kim, J. (2023), An analysis of the English teaching and learning Artificial Intelligence platforms, *The SNU Journal of Educational Research*, 32(1), 21-44.
- [42] Jung, J., Lee, J., & Kim, H. (2022), A study on the development of AI chatbot for Korean language education using chatbot builder, *Journal of the International Network for Korean Language and Culture*, 19(3), 405-441.
- [43] Hwang, H. (2021), Development of chatbot for elementary social studies micro-learning, *Social studies education*, 60(3), 81-104.
- [44] Hwang, H. (2022), The application of map AI chatbot class for micro-learning in social studies. *Social studies education*, 61(2), 69-94.
- [45] Oh, D., & Hwang, H. (2022), Development and application of AI-based chatbot for place-based learning of global region: focusing on understanding cultural diversity, *Journal of Education for International Understanding*, 17(1), 59-91.
- [46] Lee, J., & Kim, M. (2018), A development of adaptive learning system considering learners' knowledge level, *Journal of Knowledge Information Technology and Systems*, 13(6), 727-735.
- [47] Han, J., Jo, J., & Lim, H. (2018), Development of personalized learning course recommendation model for ITS, *Journal of the Korea Convergence Society*, 9(10), 21-28.
- [48] Jo, K., Park, J., Nam, B., Sim, C., & Choi, H. (2022), Responses of the AI Chatbots to erroneous utterances: AI Pengtalk and Speaking Class, *The Journal of Education*, 42(4), 179-195.
- [49] Kim, M., Han, J., & Yoo, Y. (2023), A study on the effects and participant perception of classes applying Artificial Intelligence-based personalized learning, *Journal of Education & Culture*, 29(1), 137-159.
- [50] Kim, S., Ha, O., & Go, E. (2023), Analysis on the perceptions on and need for AI-based adaptive learning : focusing on a case in a university, *CNU Journal of Educational Studies*, 44(1), 107-139.
- [51] Seong, S., & Lee, S. (2021), Analyzing learners' and teachers' perceptions of AI PengTalk for English learning and the suggestions for its use, *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 21(21), 915-935.
- [52] Shin, J., & Shon, J. (2021), Analysis of faculty perceptions and needs for the implementation of AI based adaptive learning in higher education, *Journal of Digital Convergence*, 19(10), 39-48.
- [53] Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2021), Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: a bibliometric mapping analysis and systematic review, *Mathematics*, 9(6), 1-19.
- [54] Rodríguez, M. E., Guerrero-Roldán, A. E., Baneres, D., & Karadeniz, A. (2022), An intelligent nudging system to guide online learners, *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 23(1), 41-62.
- [55] Lee, Y. F., Hwang, G. J., & Chen, P. Y. (2022), Impacts of an AI-based chatbot on college students' after-class review, academic performance, self-efficacy, learning attitude, and motivation, *Educational technology research and development*, 70(5), 1843-1865.

- [56] Nguyen, A., Järvelä, S., Rosé, C., Järvenoja, H., & Malmberg, J. (2023), Examining socially shared regulation and shared physiological arousal events with multimodal learning analytics, *British Journal of Educational Technology*, 54(1), 293-312.
- [57] Kim, M. K., Kim, N. J., & Heidari, A. (2022), Learner experience in artificial intelligence-scaffolded argumentation, *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 47(8), 1301-1316.
- [58] Chen, Y. C. (2022), Effects of technology-enhanced language learning on reducing EFL learners' public speaking anxiety, *Computer Assisted Language Learning*, 1-25.
- [59] Sharma, K., Papamitsiou, Z., & Giannakos, M. (2019), Building pipelines for educational data using AI and multimodal analytics: a "grey box" approach, *British Journal of Educational Technology*, 50(6), 3004-3031.
- [60] Wang, H., & Lehman, J. D. (2021), Using achievement goal-based personalized motivational feedback to enhance online learning, *Educational Technology Research and Development*, 69, 553-581.
- [61] Sargazi Moghadam, T., Darejeh, A., Delaramifar, M., & Mashayekh, S. (2023), Toward an artificial intelligence-based decision framework for developing adaptive e-learning systems to impact learners' emotions, *Interactive Learning Environments*, 1-21.
- [62] Conati, C., Barral, O., Putnam, V., & Rieger, L. (2021), Toward personalized XAI: A case study in intelligent tutoring systems, *Artificial intelligence*, 298, 1-23.
- [63] Bennani, S., Maalel, A., & Ben Ghezala, H. (2022), Adaptive gamification in E learning: a literature review and future challenges, *Computer Applications in Engineering Education*, 30(2), 628-642.
- [64] Daghestani, L. F., Ibrahim, L. F., Al Towirgi, R. S., & Salman, H. A. (2020), Adapting gamified learning systems using educational data mining techniques, *Computer Applications in Engineering Education*, 28(3), 568-589.
- [65] Dai, D. D. (2021), Artificial intelligence technology assisted music teaching design, *Scientific Programming*, 2021, 1-10.
- [66] Lin, Y. S., & Lai, Y. H. (2021), Analysis of ai precision education strategy for small private online courses, *Frontiers in Psychology*, 12, 1-10.
- [67] Tang, H., & Wei, Y. (2022), Classification and analysis of college students' skills using hybrid AI models, *Journal of Mathematics*, 2022, 1-10.
- [68] Wang, S., Qiu, L., & Sun, C. (2022), Adaptive education system for drama education in college education system based on human-computer, *International Journal of Human - Computer Interaction*, 1-16.
- [69] Kim, M., Yeom, J., Jung, H., & Lim, C. (2021), A review of research on artificial intelligence chatbot in education through the lens of activity theory, *The Journal of Educational Information and Media*, 27(2), 699-721.
- [70] Pérez, J. Q., Daradoumis, T., & Puig, J. M. M. (2020), Rediscovering the use of chatbots in education: a systematic literature review, *Computer Applications in Engineering Education*, 28(6), 1549-1565.

저자소개



김 세 영

2004 이화여자대학교 교육공학과(문학사)

2006 이화여자대학교 교육공학과(문학석사)

2016 이화여자대학교 교육공학과(교육공학박사)

2019~현재 서강대학교 교수학습센터 연구교수

관심분야 : 인공지능교육, 개별화 학습, 테크놀로지 기반 교육 등

e-mail : dreamer302@gmail.com