

The Use of Educational Recommender Systems in Universal Design for Learning

Woorin Hwang(Ewha Womans University, Master's student)
Hyo-Jeong So†(Ewha Womans University, Professor)
Juyeong Song(Ewha Womans University, Master's student)

Abstract

From the perspective of universal design for learning(UDL), the application of technology that supports personalized learning helps improve cognitive learning outcomes and affective growth. In overseas research, while attempts to support personalized learning by using a recommender system targeting students with various types of disabilities have been conducted actively since 2017, related studies in Korea are insufficient. Therefore, this study aims to suggest methods to utilize educational recommender systems from the perspective of UDL based on the analysis of existing literature. The result of the analysis indicates that the research trend of the educational recommender system for students with disabilities is largely divided into 1) ontology construction, 2) treatment and education/training support, and 3) accessibility improvement. Based on the result, this study proposes three research directions to be conducted in the Korean context, related to the use of recommender systems from the UDL perspective: 1) research on the qualitative improvement of ontology and metadata, 2) research on the way to support instructors for UDL, and 3) research on improving accessibility to MOOCs(Massive Open Online Courses) and online learning.

Keywords : universal design, universal design for learning (UDL), recommender system, recommendation

†Correspondence : Hyo-Jeong So, Ewha Womans University, hyojeongso@ewha.ac.kr

보편적 학습설계(UDL)를 위한 교육용 추천시스템 활용 방안 연구

황 우 린(이화여자대학교 교육공학과 석사과정)

소 효 정†(이화여자대학교 교육공학과 교수)

송 주 영(이화여자대학교 교육공학과 석사과정)

[요약]

보편적 학습설계(UDL) 관점에서 개별 맞춤학습을 지원하는 테크놀로지의 적용은 인지적 학습 성과 향상 및 정의적 성장에 도움이 된다. 국외에서는 2017년부터 다양한 장애유형의 학생들을 대상으로 추천시스템을 활용하여 개별 맞춤학습을 지원하려는 시도들이 활발히 진행되어왔으나, 국내에서는 관련 연구가 부족한 실정이다. 따라서 본 연구는 기존 국외문헌 분석을 기반으로 UDL의 관점에서 교육용 추천시스템 활용 방안을 제안하고자 한다. 분석결과 장애학생 대상 교육용 추천 시스템의 연구 동향은 크게 1) 온톨로지 구축, 2) 치료 및 교육훈련 지원, 3) 접근성 향상으로 구분되는 것으로 나타났다. 이를 바탕으로 UDL 관점을 적용한 국내 추천시스템 연구 및 활용방안을 1) 온톨로지 및 메타데이터의 질적 향상 연구, 2) 교수자의 UDL 지원 방안 연구, 3) MOOCs(Massive Open Online Courses) 및 온라인 학습 접근성 향상 연구의 세 가지 측면에서 제안하였다.

주요어: 보편적 설계, 보편적 학습설계(UDL), 추천시스템

†교신저자: 소효정, 이화여자대학교 교육공학과, hyojeongso@ewha.ac.kr

■ 투고일: 2021. 12. 03, 수정본 접수일: 2021. 12. 8, 게재 승인일: 2021. 12. 13.

I. 연구 필요성과 목적

정보화 사회의 도래 및 통신기술의 발달과 함께 교수학습 지원을 목적으로 다양한 수업 자료와 도구들이 등장했다. 컴퓨터 보조 교수(Computer-Assisted Instruction, CAI), 멀티미디어 활용교육, 모바일 러닝, 스마트 러닝 등 용어의 변천에서 알 수 있듯이 교육에서 활용되는 테크놀로지의 범위는 확장되고 있다. 최근에는 기계학습과 인공지능의 영향으로 데이터 기반의 지능형 개별 맞춤학습(Personalized Learning, PL)이 가능해지면서 개별 학습자의 수준과 요구에 적합한 학습과정을 지원할 수 있게 되었다. 과거에는 멘토링이나 도제식 교육의 형태로 개별 맞춤학습이 이루어졌다면, 최근에는 빅데이터나 학습분석학의 발달로 데이터에 기반 한 ITS(Intelligent Tutoring Systems) 형태의 학습이 가능해졌다. 이러한 개별 맞춤학습이 학습자의 동기, 참여 및 만족도, 이해도 향상에 도움이 되는 것으로 선행연구에서 보고되고 있다(Falcao et al., 2018; Gomez et al., 2014).

개별 맞춤학습과 가장 밀접한 영역 중 하나는 바로 보편적 학습설계(Universal Design for Learning, 이하 UDL)이다. UDL은 모든 학생들을 위한 인지학습, 전략적 학습, 정서적 학습을 지원하고 그들의 다양하고 유연한 참여를 보장하는 세 가지 원리를 핵심으로 한다(Rose et al., 2005). 다수의 연구에 따르면, 학습과정에서 어려움을 겪고 있는 학습자들에게 UDL과 개별 맞춤학습의 관점에서 테크놀로지를 적용하는 것은 학습자들의 인지적 학습 성과는 물론, 정의적인 성장에도 도움이 되는 것으로 보고되고 있다(Hall et al. 2015). 실제로 UDL을 촉진하기 위해 많은 교수자들이나 학자들이 교육에 테크놀로지를 활용하고자 노력해왔다. Rose 등(2005)은 UDL에서 테크놀로지를 활용하는 노력이 점점 늘어나고 있는 이유를 다음과 같이 두 가지로 정리했다. 우선 테크놀로지를 활용하면, 기존의 인쇄물 기반 교육과정에 적극적으로 참여하지 못했던 학생들, 즉 장애학생들을 포함한 다양한 학생들의 요구를 수용해줄 수 있기 때문이다. 또한 최근 새로운 디지털 도구들의 발달로 이전보다 더욱 유연하게 테크놀로지를 교육 현장에 활용하는 것이 가능해졌기 때문이다. 모든 학습자들에게 효과적인 학습을 제시하는 것이 UDL의 기본 가정인 만큼, UDL을 개별 맞춤학습을 설계하기 위한 통합적인 시스템 개발의 시작점으로 보는 학자들도 있다(Zhang et al., 2020).

한편, 개별 맞춤학습을 위해 교육 영역에서 추천시스템을 활용하려는 노력은 2010년대 초를 전후로 본격화되기 시작하였다(Manouselis et al., 2014). 국내에서도 추천시스템을 적용하여 유아, 초중고 학생, 대학생, 일반인, 교사 등의 다양한 대상에 문항, 온라인 콘텐츠, 직업 등을 추천하고 있으나, UDL의 관점에서 추천시스템을 적용한 연구

는 미비한 실정이다. 반면에 국외에서는 학습장애, 지적장애, 자폐 등 다양한 특징을 가진 학생들을 대상으로 추천시스템을 활용하여 개별 맞춤학습을 지원하려는 시도들이 진행되고 있다. 이러한 관점에서 본 연구에서는 UDL과 추천시스템에 대한 국외 연구 사례 분석을 바탕으로 UDL의 관점에서 교육적 추천시스템을 국내에 적용할 수 있는 방안이 무엇인지 탐색해보고자 한다.

II. 선행연구 분석

1. 교육에서의 추천시스템

1) 추천시스템의 종류 및 방법

추천시스템은 일반적으로 세 가지의 주요 단계를 거친다(Garcia-Martinez & Hamou-Lhadj, 2013). 첫째, 학습자 프로파일, 데이터 수집, 데이터 모델링의 자원 입력 단계이다. 둘째, 인터페이스 메커니즘으로서 추천 방법 적용 단계이다. 셋째, 추천 출력 단계이다. 추천은 보통 사용자의 행동에서 기인된 사건과 시스템과의 상호작용이 발생했을 때 활성화 된다. <표 1>은 추천시스템의 구성에 영향을 주는 요소들을 정리한 것이다. 추천시스템에서 추천에 영향을 주는 요소들은 학습자 프로파일, 개인적 요소, 자원, 추천, 시스템으로 다양한 것을 알 수 있다.

추천시스템의 구성을 위해서는 다양한 필터링 기법을 적용하게 된다. 추천시스템의 종류는 다양하나 정보검색기술에 바탕을 둔 협업 필터링, 콘텐츠 기반 필터링, 지식 기반 필터링, 또는 연관성 분석에 의한 필터링 등이 주로 언급된다(손지은, 2015; Oh, 2004; Wu et al., 2000). 각각의 필터링 방법들은 장단점이 존재한다. 협업 필터링과 콘텐츠 기반 필터링의 경우 초기에 사용자에게 대한 정보를 얻기 힘들다는 점 때문에 콜드스타트(cold-start) 문제를 가지고 있고, 지식 기반 필터링의 경우 인간이 사용하는 애매모호한 표현들을 기계에 입력시키는 데에 어려움을 겪는 병목현상(knowledge engineering bottleneck)과 같은 단점을 가지고 있다. 따라서 두 개 이상의 필터링 기술을 목적이나 단계에 맞게 적용한 하이브리드 필터링을 활용하는 것이 일반적이다.

<표 1> 추천시스템의 추천에 영향을 주는 요소(Garcia-Martinez&Hamou-Lhadj, 2013)

요소	예시
사용자 프로파일	사용자의 기본 특성, 배경, 인구통계학적 요소, 언어적 배경
개인적 요소	행동, 추천수용성, 관심사, 분위기, 동기, 신뢰, 직관, 정직함, 사생활, 타인의 선택에 대한 의식, 북마크, 요구, 상호작용 무계도, 상호작용 선호, 사용자 간의 상호작용
자원 추천	콘텐츠, 어휘목록, 태그, 키워드, 평가, 요약, 날짜, 투표수, 기여자 질, 신뢰도, 추천의 평가력 및 중요도, 신뢰도, 분류, 날짜와 시간, 왜 어떠한 자원이 추천되었는지, 기여자가 누구인지
시스템	접근성, 사용성, 파라미터, 목표, 최초 데이터, 데이터 분석, 기술, 설계, 구조, 그래픽적 인터페이스

2) 교육용 추천시스템의 의의

일반적으로 추천시스템은 아마존이나 넷플릭스와 같은 IT 기업들에서 개인(사용자나 고객)의 선호를 예측하고 그들이 관심을 가질만한 추가적인 자원을 제안할 목적으로 사용되어왔다. 그러나 상업적인 영역에서의 추천시스템과는 달리 교육에서 추천시스템의 활용은 개별 맞춤학습에 대한 이해와 그 안에서의 추천시스템의 역할에 대한 이해가 필요하다. 개별 맞춤학습은 다양한 학습 테크놀로지와 온라인상의 정보들을 이용하여 개별화 교수와 커리큘럼의 다양화를 위한 효과적인 방법들이 개발되면서 주목받기 시작하였다(Redding, 2016). Bingham 등(2018)에 따르면 개별 맞춤학습 모델은 네 개의 필수 요소로 이루어진다. 첫째, 학습자 프로파일이다. 학습자 프로파일은 개별 학습자의 강점과 약점, 흥미, 요구사항, 동기, 목표 등을 지속적으로 업데이트하며 수집해야 한다. 둘째, 학습자 개개인에 맞는 계획이다. 학습자의 발달, 요구사항, 동기, 목표에 반응하고, 적응하도록 학습 계획이 개별화되어야 한다. 셋째, 능숙도 혹은 역량 기반의 발전이다. 정해진 목표를 향한 학습자의 발달 상황을 지속적으로 평가하는 것을 포함한다. 넷째, 유연한 학습 환경이다. 조력자, 시간 분배, 학습 속도 등이 학습자의 요구 상황을 반영하고 반응해야 한다. 그 외에 디지털화된 교육 콘텐츠 및 평가가 학습자의 발전 상황에 맞게 적응적으로 제공되거나, 학습 수준에 따라 동질적인 학습자 그룹을 만드는 것도 개별 맞춤학습의 모델에서 중요한 요소가 된다.

이러한 맥락에서 교육을 위한 추천시스템은 학습자 프로파일을 기반으로 개별 학습자에게 적절하고 유연한 학습 환경을 제공하며 맞춤학습을 돕는 테크놀로지로서 활용될 수 있다. Garcia-Martinez와 Hamou-Lhadj(2013)는 교실맥락에서 추천시스템을

도입할 경우, 학생들의 수행향상, 사회적인 학습 증대, 학습자 동기 증가 등의 측면에서 효과적이라고 보았다. 이를 위해서 Garcia-Martinez와 Hamou-Lhadj(2013)는 교육에서의 추천시스템이 추천의 목적, 맥락, 교육적 요소의 영향, 사용자 분류, 학습 사이클의 영향 등의 측면에서 상업적 추천시스템과 구분되어야 한다고 보았다. Syed 등(2017)은 효과적인 학습 추천시스템은 학습자의 관심사에 맞게 적절한 학습 자료를 추천하기 위해 정보의 부담을 줄이는 것뿐만 아니라 적절한 정보를 적절한 시간에, 적절한 방법으로 학습자들에게 제공해야 한다고 주장한다. 선행 연구를 종합하면 교육에서의 추천시스템은 상업적 추천시스템과 그 목적이나 방법이 달라야 하며, 시간, 장소, 개인적 특성 등에 따라 개별 맞춤형 학습을 유발하고 지원하는 환경 속에서 활용 될 때 의의가 있다.

2. 교육용 추천시스템 연구 동향

교육용 추천시스템의 국내 연구 동향을 파악하기 위해 최근 5년간(2017-2021) 실시된 관련 연구를 분석하여 종합하였으며, 그 결과는 <표 2>와 같다.

<표 2> 2017-2021년 교육용 추천시스템 연구

추천 대상	논문	연구수
유아	이경아, 박은영(2018)	1
초,중,고, 대학생	김태경(2017), 임종태 외(2021), 최민선, 정재삼(2021), 이진숙 외(2021), 김근호 외(2020), 백진현 외(2021)	6
일반인	강금만 외(2020), 이신은 외(2017), 한지원 외(2018), 한지원, 임희석(2017), 황상호 외(2019)	5
교사	배정은, 장희숙(2021)	1

학술 DB인 RISS (www.riss.kr)를 통해 추천시스템 및 교육 혹은 추천시스템 및 학습과 관련된 총 13편의 연구가 검색되었다. 구체적으로 지난 5년간 추천시스템 연구가 가장 활발히 이루어진 대상은 초, 중, 고, 대학생을 포함한 학생으로 총 6회의 연구가 확인되었다. 추천의 내용은 학습 콘텐츠, 문항, 비교과와 자율 활동, 진로까지 다양하였다(김근호 외, 2020; 김태경, 2017; 백진현 외, 2021; 이진숙 외, 2021; 임종태 외, 2021; 최민선, 정재삼, 2021). 직장인 및 일반인을 대상으로는 스마트 러닝 콘텐츠, 영어 학습 콘텐츠 등 학습 콘텐츠에 대한 추천을 주로 연구가 진행되었다(강금만 외, 2020; 이신은 외, 2017; 한지원 외, 2018; 한지원, 임희석, 2017; 황상호 외, 2019). 유아를 대상으

로 학습콘텐츠를 추천하거나(이경아, 박은영, 2018), 교사를 대상으로 AI 학습 콘텐츠를 추천하는 연구(배정은, 장희숙, 2021)도 진행된 바 있다. 하지만 최근의 국내 연구에서 UDL의 관점에서 포괄적인 학습자를 가정하거나, 장애가 있거나 특별한 도움이 필요한 학생들을 대상으로 추천시스템을 연구한 사례는 찾아보기 힘들었다.

III. 연구 방법

앞서 살펴본 바와 같이 국내에서는 장애학생이나 맞춤형 학습이 필요한 학습자를 대상으로 추천시스템을 연구한 사례가 거의 없었다. 따라서 본 연구는 국외 문헌에서 특수 교육 대상자나 UDL과 관련된 추천시스템 적용사례를 탐구하고 시사점을 도출해보고자 하였다.

논문검색은 구글 학술 정보 검색시스템(scholar.google.com)을 활용하였으며, 검색 키워드로는 특정 장애 영역(learning disability, autism 등)과 ‘recommender system’, 또는 ‘UDL’과 ‘recommender system’을 함께 사용하였다. 검색결과 총 24편의 논문이 확인되었다. 1차 분석단계에서는 연구자 2인이 논문의 초록을 읽고 연구 목적, 연구 대상, 연구 맥락을 기준으로 본 연구의 주제와 관련성이 높은 논문을 선정하였다. 이 과정에서 총 17편이 2차 분석대상으로 최종 선정되었다. 2차 분석단계에서는 선정된 논문의 발행년도, 장애 영역, 추천목적 및 맥락, 추천 대상을 분석하고 이를 바탕으로 시사점을 도출하고자 하였다.

<표 3> 문헌 선정 및 분석영역

1차 분석(N=24)	2차 분석(N=17)
주제 관련성 상/중/하 분류	발행 연도
	장애 영역
	추천 목적 및 맥락
	추천 대상

IV. 연구 결과

선정된 17편의 문헌을 분석한 주요 결과를 논문 발행 연도순으로 정리하여 <표 4>에 제시하였다.

<표 4> UDL을 고려한 추천시스템 해외 연구**

년도	연구자	추천목적/맥락	장애 영역	추천대상	연구내용
2009	Chu et al.	교육 지원 /ePBL	(경도)장애	교수자	교과(수학) 콘텐츠 추천
2010	del Campo et al.	교육 지원 /VLE	장애일반	교수자	심리-교육 지원 콘텐츠 및 서비스 추천
2010	Ivanova et al.	온톨로지 구축	난독증	-	읽기향상
2011	Nganji et al.	온톨로지 구축	장애일반	-	고등교육
2017	Costa et al.	교육 지원 /모바일	자폐	교수자 및 학습자	활동(Task) 추천
2017	Mejia et al.	교육 지원 /VLE	난독증	학습자 (고등교육)	인지적 독해 과정 개선
2018	Quisi-Peralta et al.	치료 지원 /웹	지적장애	치료사와 학습자 (어린이)	멀티미디어 (video기반) 자료
2019	Andrunyk et al.	교육 지원	자폐	준 전문가	플랫폼(VR, software 앱 등) 추천
2019	Andrunyk et al.	교육 지원	자폐	교수자	앱 추천
2019	Iniesto et al.	접근성 향상 /MOOCs	장애일반	-	의견수렴과정에 UDL 적용
2019	Iniesto & Rodrigo	접근성 향상 /MOOCs	장애일반	학습자	시스템 질, 접근성, 사용성 분석
2019	Manoz-Arteaga et al.	메타데이터 구축	학습장애	-	메타데이터 구체화
2019	Yang et al.	교육 지원 /인간-로봇 상호작용	자폐	학습자 (어린이)	도서 추천
2020	Brahim et al.	접근성 향상 /OER	장애일반	학습자	OER system 접근성 향상
2020	Elias et al.	접근성 향상 /OER	-	학습자	OER system 접근성 향상
2021	Shen & Xu	교육 지원	학습장애	교수자 및 학습자	인지훈련 아이템 추천
2021	Viola Deambrosis et al.	온톨로지 구축	지적장애 (Down Syndrome)	학습자	UDL

** 분석에 활용된 논문은 참고문헌에 별표(*) 표시하였음.

<표 4>의 주요 내용은 다음과 같다. 첫째, 발행 연도 측면에서 2009년부터 2011년 이전까지 4편, 2017년부터 2021년까지 13편의 연구가 진행되었다. 이를 통해 추천시스템의 교육적 적용에 대한 논의가 활발하던 2010년 전후에 관련 연구들이 시작되어 최근 5년간 증가하였음을 알 수 있다. 둘째, 장애영역의 측면에서 추천시스템이 적용된 영역은 1) 특별히 장애 영역을 명시하지 않은 장애 일반(disabilities, disabled-learners, disabled students 등 포함), 2) 자폐(autism, autism disorder spectrum 등 포함), 3) 학

습장애(learning disabilities) 및 난독증(dyslexia, reading disabilities 등 포함), 4) 지적 장애(intellectual disabilities, down syndrome 포함) 등으로 구분할 수 있었다. 특정한 장애 영역을 명시하지 않은 연구가 다수였으나, 난독증을 포함한 학습장애(4회)나 자폐(4회)와 같이 장애 영역을 구체화하여 추천시스템의 활용을 제안한 연구도 다수 확인되었다. 셋째, 추천시스템의 연구 목적은 1) 온톨로지 및 메타데이터 구축, 2) 교육훈련 및 치료지원, 3) 접근성 향상으로 구분되었다. 넷째, 연구에 나타난 추천 대상은 교수자나 치료사, 학습자를 포함하는 것으로 확인되었다. 본 연구의 목적이 국내에서 추천시스템 활용방안을 탐색하는 것이므로, 아래에서는 추천시스템의 활용 목적 측면에서 기존 문헌을 구체적으로 살펴보았다.

1. 온톨로지 및 메타데이터 구축

온톨로지는 철학에서 차용된 용어로 개념의 명시적인 세부화를 뜻하며 한 그룹의 사람들 사이에 공유되는 특정 관심 영역의 형식적인 개념을 구성한다(Gruber, 1993; Maedche & Staab, 2004). 메타데이터는 아이템의 속성 정보로 콘텐츠에 부여되는 데이터이다. UDL을 고려한 추천시스템에서는 가장 첫 단계인 자원 입력 단계를 구체화할 목적으로 장애 영역이나 학습이 필요한 영역에 정확하고 적절한 온톨로지와 메타데이터를 구축하게 된다. 2차 분석 대상인 17편의 논문 중 5편이 추천시스템을 위한 UDL의 온톨로지나 메타데이터의 설계를 다루었다. Nganji 등(2011)은 개별 맞춤 이러닝을 위하여 시맨틱 웹(Semantic Web)기술을 활용한 장애 온톨로지를 제안하였다. 해당 온톨로지는 고등교육의 다양한 장애 학생들의 요구사항에 맞는 학습 자원을 적절하게 제공하는 것을 목표로 하였다. 특정 장애영역에 기반하여 온톨로지를 구축한 사례도 있었다. Deambrosis 등(2021)은 SELI(Smart Ecosystem for Learning and Inclusion)라는 기존의 코스 제작 플랫폼에 적용되는 UDL 기반 온톨로지 구축 연구를 진행하였다. 해당 연구는 다운 증후군 학생들을 대상으로 개별 요구 선호와 디지털 학습 자료의 특성 측면에서 정보를 구체화하였다. 이를 통해 교사나 성인대상 교육자들이 장애 학생들에게 적절한 지원을 제공하고 권한을 부여할 수 있도록 돕는 시스템을 만들고자 하였다. Ivanova 등(2011)은 난독증 학생들의 읽기를 돕는 추천시스템을 구축하기 위하여 난독증 학습자의 읽기 과정에 대한 온톨로지를 구축하였다.

2. 치료 및 교육훈련 지원

장애 학습자들의 치료나 교육훈련을 지원하기 위한 자원을 추천하는 연구들도 실시되었다. 17편의 관련 논문 중 9편이 이러한 치료나 교육훈련을 지원하기 위한 시스템을 다루었으며, 시스템은 치료사 혹은 교육자들, 혹은 학습자들을 대상으로 직접 훈련 아이템이나 플랫폼을 추천하는 방식으로 구성되었다. 9편의 논문을 장애 영역별로 구체화하여 살펴보면, 지적장애 학생의 언어치료를 목적으로 한 Quisi-Peralta 등(2018)의 연구에서는 비디오를 기반으로 하는 멀티미디어를 추천하는 시스템을 제안하였다. 이 시스템에서는 1) 인터페이스, 2) 도구 멀티미디어, 3) 추천시스템, 4) 지식을 각각의 층(layer)으로 구성하여 비디오 관련 텍스트 정보를 바탕으로 적절한 비디오가 추천되도록 하였다.

자폐학생의 학습지원을 위한 자원이나 플랫폼을 추천하는 연구도 진행되었다. 자폐학생을 대상으로 한 Costa 등(2017)의 연구는 훈련 지원을 위해 사례를 기반(Case-based Reasoning)으로 활동을 추천하였다. Andrunyk 등(2019)은 자폐스펙트럼 장애(Autism Spectrum Disorder, 이하 ASD) 학생을 위한 적절한 애플리케이션을 제안하기도 하는 추천연구를 진행하였다. 또한 Andrunyk 등(2019)은 보다 통합적 측면에서 ASD 학생이 사용가능한 AR/VR, iPad/모바일 기기, 음성출력기기/다른 의사소통 기기 등의 플랫폼을 제안하는 추천시스템을 개발하였다. 그 외에도 자폐학생들이 로봇과 상호작용하는 과정에서 텍스트와 이미지 분석을 활용하여 책을 추천하는 시스템을 제안한 연구도 있었다(Yang et al., 2019).

학습장애의 측면에서 Shen과 Xu(2021)는 학습장애 학생을 돕기 위한 인지훈련 플랫폼에서 학생들의 인지적 능력을 평가하고, 평가된 내용을 인지수준으로 바꿔 통합적으로 매핑한 후 적절한 훈련 아이템을 추천하였다. 가상 학습 환경(Virtual Learning Environment, VLE)에서 학습자의 어려움을 진단하고 도움을 제공하는 추천시스템을 제안한 연구도 있었다. del Campo 등(2010) 역시 VLE 맥락에서 장애학생들의 심리-교육적 지원을 촉진하기 위한 시스템을 제안하였다. 해당 연구에서 추천을 받는 대상은 교수자들로 학생들의 학습을 도울 수 있는 적절한 콘텐츠나 서비스 등을 추천받게 된다. 또한 Mejia 등(2017)은 VR기반 학습환경에서 난독증이나 읽기에 어려움을 겪는 학생들을 대상으로 읽기 과정에서 변화가 가능한 부분을 탐색하여 적절한 지원방안을 제공하는 추천 연구를 진행하였다. 이 외에도 경도 장애 학생들의 온라인 문제기반학습(e-Problem Based Learning: ePBL)과정에서 사례기반 접근을 활용하여 교사들에게 적절한 사례를 추천하는 시스템을 제안한 연구도 찾아볼 수 있었다(Chu et al., 2009).

3. 접근성 향상

공개교육자원(Open Educational Resources: OER)과 MOOCs(Massive Open Online Courses)의 맥락에서 진행된 연구들은 기존 시스템에 UDL의 관점을 적용한 추천시스템을 활용하여 접근성을 향상시키는 것을 주된 목적으로 하였다. 그 예로서, Elias et al.(2020)은 추천시스템을 개선하여 접근성을 높이는 연구를 제안하였다. 구체적으로, 학습자 프로필 구축시 기본적인 개인 정보 이외에 접근성 선호 방식, 학습자의 목표, 학습자의 현재 수준을 추가로 수집할 것을 제안하였다. 해당 연구는 접근성 선호의 관점에서 OCW(Open Course Ware)의 자원을 학습자가 원하는 방식의 콘텐츠 유형(변화없음, 텍스트, 시각, 청각)으로 선택하여 볼 수 있도록 하는 추천시스템이 필요하다고 제안하였다. Brahim 등(2020)은 OER 시스템의 접근성 향상을 위한 콘텐츠 추천 방식을 제안하였다. 해당 연구는 동적 학습자 프로필 방식을 활용하여 사용자가 특정 아이템을 사용하는 맥락적 특징(예: 장소, 빛, 소리 수준, 시간)을 반영한 추천방식을 제안하였다. Iniesto와 Rodrigo(2019)은 기존의 MOOCs 추천시스템인 'YourMOOC4all'의 질, 접근성, 사용성에 대한 피드백을 분석하여 접근성 향상을 위한 방안을 제안하였다. 또 다른 연구에서는 'YourMOOC4all'의 의견수렴 과정에 학습자들의 질적 평가 자료를 UDL의 관점에서 분석하여, 접근성에 장애가 되는 요소들을 찾고 MOOC 콘텐츠 제공자들에게 이러한 정보를 전달함으로써 MOOCs 추천시스템의 접근성을 향상시켜야 한다고 제안하였다(Iniesto et al., 2019).

V. 논의 및 제언

지능형 기술의 발전과 개별 맞춤형 학습에 대한 요구가 증가하면서 앞으로 학습자의 수준 및 요구에 맞는 학습콘텐츠를 제공하는 것은 보다 중요해질 것으로 예측된다. 더 불어 이러한 지능형 기술이 소수의 학습자들에게 주어진 혜택이 아닌, 장애를 가진 학생들을 포함한 다수의 학습자들에게 제공되기 위해서는 지능형 추천시스템 관련 연구가 보다 확장될 필요가 있다. 따라서 본 연구는 국내 선행논문과 국외 연구사례에 대한 분석 결과를 바탕으로 UDL의 관점의 추천시스템 연구 및 활용방안을 다음의 세 가지 측면에서 제언하고자 한다.

1. 온톨로지 및 메타데이터의 질적 향상 연구

추천시스템을 효과적으로 활용하기 위해서는 가장 먼저 시스템에서 활용 가능한 학습자와 콘텐츠에 대한 정보를 구체화 할 필요가 있다. 앞서 살펴본 바와 같이 추천시스템은 일반적으로 ‘자원 입력 → 추천 방법의 적용 → 추천 출력’의 단계를 거친다. 따라서 학습자 프로파일과 추천되는 아이템 정보가 유사하도록 추천시스템을 구축하는 것이 중요하다. 특히 장애를 가지고 있는 학습자들의 경우 장애 영역에 따라 각기 다른 선호, 관심사, 직관능력, 상호작용 요구사항 등을 가지고 있다. 때문에 UDL의 관점에서 추천시스템에 적용할 수 있도록 장애 영역과 이에 따른 학습자 특성을 구조화함으로써 온톨로지의 질적인 향상을 이끌어내는 연구가 필요하다. 이와 더불어 메타데이터의 측면에서 디지털 학습에 사용되는 교수학습자원들을 UDL의 관점에서 재정비하여 적절한 아이템 속성 정보가 입력될 수 있도록 틀과 구조를 제시해야 할 것이다.

2. 교수자의 보편적 교수설계(UDL) 지원 방안 연구

두 번째로 교수자의 보편적 교수설계를 지원하는 추천시스템 연구가 요구된다. UDL의 원리들은 교수자나 교수설계자들이 교육목적, 교수방법, 교수자료를 선택함에 있어 장애를 최소화 하고 융통성을 극대화 할 수 있는 방식으로 진행되어야 함을 강조한다. 하지만 장애 유형과 학습자 특성이 다양하며, 모든 학생들의 다양성을 포용하고 지원하는 것은 쉽지 않다. 따라서 교수자나 온라인 학습의 교수설계자, 치료 담당자에게 적절한 교수훈련 방법이나 자료를 제안하고 지원하는 연구가 필요하다. 앞서 살펴본 국외 연구사례에서와 같이 교수자가 기존의 성공적인 교수훈련 사례를 바탕으로 학습자들에게 적절한 학습방법과 자료를 제공할 수 있도록 돕는 추천시스템이나, 테크놀로지의 지원을 통해 문제기반학습과 같은 학습자중심 교육과정을 실현하기 위한 목적으로 추천시스템이 연구될 필요가 있다.

또한 국외 연구사례에서 확인 할 수 있듯이 추천시스템을 활용한 교수 학습의 맥락은 인터넷 기반의 온라인 환경에 국한되기 보다는 그 외의 학습 맥락까지 확장될 필요가 있다. 즉, 테크놀로지의 발전에 따라 교수 맥락이 가상현실, 메타버스 등 다양해지는 현실 속에서 장애의 유무와 관계없이 모든 학생들이 소외되지 않는 가상현실 환경 구축을 위한 노력도 필요하다. 이를 위해 보다 다양한 환경에서 교수학습 또는 치료를 지원하기 위한 추천시스템의 활용이 연구될 필요가 있다.

3. MOOCs 및 온라인 학습의 접근성 향상 연구

2000년대 이후로 장애 학생을 대상으로 한 온라인 교육환경의 개선을 위해 웹 접근성이나 앱 접근성을 향상을 위한 연구는 꾸준히 진행되어왔다(이주철, 2013; 홍경순, 민흥기, 2014). 그러나 선행연구에서 확인한 바와 같이 국내에서 추천시스템을 적용하여 온라인 학습의 접근성을 향상시키는 연구는 아직 사례를 찾아보기 힘들다. 반면에 국외에서는 UDL의 관점에서 추천시스템을 활용하여 OCW나 OER의 접근성을 높이는 방안이 실천적 측면에서 진행되고 있음을 확인할 수 있었다. 국내에서도 MOOCs 및 OER을 활용한 온라인 교육이 활성화되고 있다는 점을 고려할 때, 장애여부와 상관없이 모든 학습자의 학습 접근성을 극대화 할 수 있는 추천시스템 관련 연구가 필요하다.

테크놀로지를 이용하여 모든 학습자에게 개별 맞춤학습의 이상을 실현하고자 하는 노력은 앞으로도 지속될 것이다. 개별 맞춤학습을 위한 추천시스템의 유용성, 효과성, 적용가능성 등을 고려할 때, 추천시스템의 교육적인 적용은 필연적이다. UDL의 관점에서 그간 진행된 연구들이 테크놀로지와 교육 모두의 효과성 증대에 기여했음을 생각해 볼 때, UDL에 추천시스템을 활용하는 연구가 가져올 효과가 기대된다. 본 연구 결과가 UDL의 관점에서 추천시스템의 실제적 적용과 이론적인 토대를 다지는 국내 연구의 활성화에 활용되기를 기대한다.

참고문헌

- 강금만, 김민재, 송영수 (2020). 직장인 대상 스마트러닝에서의 적응형 학습분석 활용 사례 발표. 한국정보통신학회 종합학술대회 논문집, 24(1), 53-56.
- 김근호, 정종인, 김창석, 강신천, 김의정 (2020). MBTI 와 성적을 활용한 진로 추천 시스템의 연구. 한국정보통신학회 종합학술대회 논문집, 24(1), 49-52.
- 김태경 (2017). 계층 분석 과정과 하이브리드 필터링 기법이 융합된 학습자 취약점 분석 및 문제 추천 시스템. 한국정보과학회 학술발표논문집, 936-938.
- 배정은, 장희숙 (2021). 교사를 위한 AI 학습 콘텐츠 추천 및 제작 플랫폼에 관한 연구. 한국경영정보학회 학술대회, 282-287
- 백진현, 김하연, 권기원 (2021). 교과 연계 진로 탐색을 위한 인공지능 기반 고교 선택 교과 및 대학 학과 추천 시스템. 정보처리학회논문집, 10(1), 1.
- 손지은, 김성범, 김현중, 조성준 (2015). 추천 시스템 기법 연구동향 분석. 대한산업공학회지, 41(2), 185-208.
- 이경아, 박은영 (2018). 유아들의 안전한 스마트폰 사용 환경 및 콘텐츠 추천 시스템 개발. 한국디지털콘텐츠학회 논문지, 19(5), 845-852
- 이신은, 박영호, 임선영, 허재희 (2017). 영어 학습을 위한 상황인지 기반 추천 시스템. 데이터베이스연구, 33(2), 26-35.
- 이주철 (2013). 웹 콘텐츠 접근성 지원 모바일 앱 개발 및 적용연구. 한양대학교 대학원 박사학위논문.
- 이진숙, 문기범, 한수연, 이수강, 권혜정, 한재호, 김규태 (2021). 대학의 AI 기반 맞춤형 강의 추천 시스템 개발 및 실제 적용 사례 연구: K 대학을 중심으로. 교육공학 연구, 37(2), 267-307.
- 임종태, 오영호, 최재용, 편도웅, 이소민, 신보경, 유재수 (2021). 취업 큐레이션 시스템을 위한 개인 맞춤형 교육 콘텐츠 추천 기법. 한국콘텐츠학회논문지, 21(7), 134-143.
- 최민선, 정재삼 (2021). 적응형 온라인 학습환경에서 학습자 특성 및 AI 튜터 추천문항 학습활동의 학업성취도 예측력 탐색. 한국 IT 서비스학회지, 20, 129-140.
- 한지원, 임희석 (2017). 맞춤형 학습코스 추천 모델의 효과분석 방안. 한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집, 21(2), 221-224.
- 한지원, 조재춘, 임희석 (2018). ITS를 위한 개인화 학습코스 추천 모델 개발. 한국융합학회논문지, 9(10), 21-28.

- 홍경순, 민흥기 (2014). 장애학생을 위한 스마트기기 앱 접근성 개선방안. *재활복지공학 회논문지*, 8(2), 125-131.
- 황상호, 손창식, 진상현, 강원석 (2019). 교육훈련생의 숙련 등급을 고려하는 콘텐츠 추천 시스템. *한국정보처리학회 학술대회논문집*, 26(2), 609-611.
- *Andrunyk, V., Shestakevych, T., Pasichnyk, V., & Kunanets, N. (2019). Information technologies for teaching children with ASD. In *Proceedings of International Conference on Computer Science, Engineering and Education Applications* (pp. 523-533). Springer.
- Arteaga, J. M., Broisin, J., & Ortiz Esparza, M. A. (2019). A content model based on LOM specification integrating learning disabilities: Toward an adaptive framework., *Research in Computing Science*, 148(5), 9-16.
- Bingham, A. J., Pane, J. F., Steiner, E. D., & Hamilton, L. S. (2018). Ahead of the curve: Implementation challenges in personalized learning school models. *Educational Policy*, 32(3), 454-489.
- *Brahim, H. B., Khribi, M. K., Jemni, M., & Tlili, A. (2020). Promoting inclusive open education: A holistic approach towards a novel accessible OER recommender system. In *Proceedings of International Conference on Computers Helping People with Special Needs* (pp. 166-176). Springer.
- *Campo, D., Saneiro, M., Santos, O. C., & Boticario, J. G. (2010). Psycho-educational support for students with disabilities in higher education, applied through a recommender system integrated in a virtual learning environment, *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, 3(1), 237-247.
- *Chu, H. C., Chen, T. Y., Lin, C. J., Liao, M. J., & Chen, Y. M. (2009). Development of an adaptive learning case recommendation approach for problem-based e-learning on mathematics teaching for students with mild disabilities. *Expert Systems with Applications*, 36(3), 5456-5468.
- *Costa, M., Costa, A., Julián, V., & Novais, P. (2017). A task recommendation system for children and youth with autism spectrum disorder. *Paper presented in International Symposium on Ambient Intelligence* (pp. 87-94).
- *Elias, M., Tavakoli, M., Lohmann, S., Kismihok, G., & Auer, S. (2020). An OER recommender system supporting accessibility requirements. In *Proceedings of*

- the 22nd International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility (pp.1-4). New York, NY: Association for Computing Machinery.
- Falcao, T. P., e Peres, F. M. D. A., de Morais, D. C. S., & da Silva Oliveira, G. (2018). Participatory methodologies to promote student engagement in the development of educational digital games. *Computers & Education*, 116, 161-175.
- Garcia-Martinez, S., & Hamou-Lhadj, A. (2013). Educational recommender systems: A pedagogical-focused perspective. In G. A. Tsihrintzis, M. Virvou, & L. C. Jain (Eds.), *Multimedia Services in Intelligent Environments* (pp. 113-124). Springer.
- Gomez, S., Zervas, P., Sampson, D. G., & Fabregat, R. (2014). Context-aware adaptive and personalized mobile learning delivery supported by UoLmP. *Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences*, 26(1), 47-61.
- Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2), 199-220.
- Hall, T. E., Cohen, N., Vue, G., & Ganley, P. (2015). Addressing learning disabilities with UDL and technology: Strategic Reader. *Learning Disability Quarterly*, 38(2), 72-83.
- *Iniesto, F., & Rodrigo, C. (2019). YourMOOC4all: A recommender system for MOOCs based on collaborative filtering implementing UDL. *Paper presented in the 14th European Conference on Technology Enhanced Learning* (pp. 746-750).
- *Iniesto, F., Rodrigo, C., & Hillaire, G. (2019). Applying UDL principles in an inclusive design project based on MOOCs reviews. In Gronseth, Dalton, S., & Dalton, E (Eds.), *Universal access through inclusive instructional design: International perspectives on UDL* (pp. 197-207). Routledge.
- *Ivanova, T., Terzieva, V., & Andreev, R. (2010). Ontology-based Recommendation System for Personalized Education of Dyslexics to Read. In *Proceedings of International Conference on Software Services & Semantic Technologies* (pp. 68-72). Demetra EOOD.
- Maedche, A., & Staab, S. (2004). Ontology learning. In A. Maedche., & S. Staab (Eds.), *Handbook on ontologies* (2nd ed., pp. 173-190). Springer.

- Manouselis, N., Drachsler, H., Verbert, K., & Santos, O. C. (2014). *Recommender Systems for Technology Enhanced Learning*. Springer.
- *Mejia, C., Gomez, S., Mancera, L., & Taveneau, S. (2017). Inclusive learner model for adaptive recommendations in virtual education. In *Proceedings of the 2017 IEEE 17th International Conference on advanced learning technologies* (pp. 79-80). IEEE.
- Meyer, A., Rose, D. H., & Gordon, D. (2014). *Universal design for learning: Theory and practice*. In *Proceedings of SITE 2004--Society for Information Technology & Teacher Education International Conference* (pp. 4919-4926). AACE.
- *Nganji, J. T., Brayshaw, M., & Tompsett, B. (2011). Ontology-based e-learning personalisation for disabled students in higher education. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*, 10(1), 1-11.
- *Quisi-Peralta, D., Chiluisa-Castillo, D., Robles-Bykbaev, V., López-Nores, M., & Chaglla-Rodriguez, L. (2018). A text filter based multimedia content recommender for children with intellectual disability. In *Proceedings of the 2018 IEEE XXV International Conference on Electronics* (pp. 1-4). IEEE.
- Redding, S. (2016). Competencies and personalized learning. In M. Murphy, S. Redding, & J. Twyman (Eds.), *Handbook on personalized learning for states, districts, and schools* (pp. 3-18). Center on Innovations in Learning.
- Rose, D. H., Meyer, A., & Hitchcock, C. (2005). *The universally designed classroom: Accessible curriculum and digital technologies*. Harvard University Press.
- *Shen, X., & Xu, C. (2021). Research on children's cognitive development for learning disabilities using recommendation method. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 33(9), 1-14.
- Syed, T. A., Palade, V., Iqbal, R., & Nair, S. S. K. (2017). A Personalized Learning Recommendation System Architecture for Learning Management System. In *IC3K 2017 Proceedings of the 9th International Joint Conference on Knowledge Discovery* (pp. 275-282). Springer.
- *Viola Deambrosis, M., Motz, R., & Eliseo, M. A. (2021). UDL Ontology. In *Proceedings of World Conference on Information Systems and Technologies*

(pp. 244-254). Springer.

Wu, Y. H. and Chen, A. L. (2000), Index structures of user profiles for efficient web page filtering services, In *Proceedings of 2012 IEEE 32nd International Conference on Distributed Computing Systems* (pp. 644-644). IEEE.

*Yang, X., Shyu, M-L., Yu, H-Q., Sung S-M., Yin, N-S., & Chen, W. (2019). Integrating image and textual information in human-robot interactions for children with autism spectrum disorder, *IEEE Transactions on Multimedia*, 21(3), 746-759.

Zhang, L., Basham, J. D., & Yang, S. (2020). Understanding the implementation of personalized learning: A research synthesis. *Educational Research Review*, 31, 100339.