

Learning Styles-Based Personalized Recommender System Design: Focusing on AI-Embedded Language Learning Applications

학습양식 기반 개별화 추천시스템 설계: AI 어학용 앱을 중심으로

Lingxi Jin¹, Hyo-Jeong So²

김령희¹, 소효정²

¹ Doctorate Student, Department of Educational Technology, Ewha Womans University, South Korea,
jnlingxi@ewhain.net

² Professor, Department of Educational Technology, Ewha Womans University, South Korea,
hyojeongso@ewha.ac.kr

Corresponding author: Hyo-Jeong So

Abstract: Although educational mobile applications (apps) integrated with artificial intelligence (AI) functions are expanding recently, it becomes more difficult for learners to find and consume mobile apps suitable for them amidst the flood of resources. Focusing on AI-embedded language learning apps, this study aims to design and evaluate the effect of a personalized recommender system based on learning styles. The recommender system proposed in this study was developed through three stages based on the learning style theory by Felder and Silverman. In the first step ‘database construction’, we selected 16 language apps with AI functions, and collected data on learning styles and learners’ satisfaction with apps from 40 adult learners. In the second step ‘recommendation mechanism development’, we used the collaborative filtering method to cluster learning styles and to derive the recommendation mechanism. In the last step ‘performance evaluation’, we calculated the mean absolute error (MAE) between the app satisfaction data of actual learners and the predicted satisfaction scores. The results indicated that the learning styles-based recommendation mechanism proposed in this study showed a prediction accuracy rate of 83.33% for learners’ app satisfaction. The contribution of this study is that it proposes a new recommendation method based on the learning styles in relation to the personalized recommendation system for education, which has been lacking in research.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Educational Mobile Apps, Learning Styles, Recommender System

요약: 최근 인공지능(AI) 기능을 탑재한 교육용 모바일 앱이 양적으로 팽창하고 있지만, 자료의 홍수 속에서 학습자들이 자신에게 적합한 모바일 앱을 찾고 소비하는 과정이 더욱 어려워지고 있다. 본 연구는 AI 어학용 앱을 중심으로 학습자의 학습양식에 기반한 개별화 추천시스템을 설계하고 그 효과성을 평가하고자 하였다. 본 연구에서 제안된 추천시스템은 Felder와 Silverman의 학습양식 이론을 기반으로 총 세 단계를 거쳐 개발되었다. 첫 번째

Received: November 19, 2022; 1st Review Result: January 02, 2023; 2nd Review Result: January 31, 2023
Accepted: February 28, 2023

단계인 데이터베이스 구축에서는 AI 기능이 탑재된 어학용 앱 16개를 선정하고, 총 40명의 성인 학습자를 대상으로 학습양식 및 앱 사용 만족도 데이터를 수집하였다. 두 번째 단계인 추천 메커니즘 개발에서는 협업필터링 기법을 사용하여 학습양식을 클러스터링하고 추천 메커니즘을 도출하였다. 마지막 단계인 성능평가에서는 도출된 학습양식 기반 추천리스트를 기반으로 앱을 추천하고 실제 학습자의 앱 만족도 데이터와 예측 만족도 사이의 평균절대오차(MAE)를 계산하였다. 평가결과 본 연구에서 제안된 학습양식 기반 추천 메커니즘이 학습자 앱 만족도에 83.33%의 예측 정확률을 보였다. 본 연구는 그동안 연구가 부족하였던 교육용 개별화 추천시스템 분야에서 학습양식에 기반한 새로운 추천 방법을 제안하였다는 점에서 의의가 있다.

핵심어: 인공지능(AI), 교육용 모바일 앱, 학습양식, 추천시스템

1. 서론

최근 인공지능(Artificial Intelligence, AI) 기술의 급속한 발전 및 도입은 우리 사회의 다양한 영역과 전반적 생활에 변화를 가져왔다. 교육 분야에서도 AI 도입을 통해 개별화 및 적응형 학습을 지원하는 새로운 교육 패러다임이 등장하게 되었다. 특히 AI 기능을 탑재한 학습 플랫폼 및 모바일 애플리케이션(이하 “앱”)이 양적으로 증가하면서 일반 학습자들도 AI를 활용하여 학습하는 것이 점차 보편화되고 있다. 공급의 차원에서 볼 때, 이러한 양적 팽창은 학습자가 언제 어디서나 다양한 지능형 앱을 활용해 학습할 수 있다는 점에서 바람직한 현상으로 볼 수 있다. 하지만, 수요의 차원에서 볼 때 학습자가 이러한 자료의 홍수 속에서 자신에게 적합한 AI 기반 모바일 앱을 찾고 소비하는 과정이 더욱 복잡해지거나 적합한 판단이 어려워지는 문제가 발생하게 된다[1]. 일반적으로 학습자들이 특정 모바일 앱을 이용하는 방법은 필요 목적에 맞는 앱을 직접 앱스토어에서 키워드 검색(예: 토익)을 통해 찾거나, 지인이나 주변 사람들의 추천으로 앱을 소개받는 방식으로 나눌 수 있다. 그러나 학습자가 앱에 대해 제한된 정보를 바탕으로 검색하거나 유사한 관심사를 가진 지인이 없으면 적합한 앱을 추천받지 못하는 제한점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 학습자에게 적합한 앱의 리스트를 자동으로 추천해 주는 추천시스템(Recommender system)의 설계를 고려해 볼 수 있다.

머신러닝 기반 추천시스템은 온라인 쇼핑, 영화, 이커머스(e-Commerce) 등의 분야에서 잠재 고객들의 선호도를 파악하여 선택의 어려움과 구매 시행착오를 줄여주는 방법으로 널리 활용되고 있다. 하지만, 이러한 상업적 영역에서 개발된 추천시스템의 메커니즘을 교육영역에 그대로 적용하기에는 ‘목표지향’적 측면에서 차이가 있다[2]. 먼저, 이커머스의 추천시스템은 상품 판매 중심으로 구매라는 분명한 목적에 기반하여 사용자의 과거 선호도 또는 유사 사용자를 판단하여 선호할 상품을 추천하게 된다. 반면 교육용 추천시스템은 구매뿐만 아니라 학습자의 다양한 학습목표 및 접근 방식을 고려하여 아이템을 추천해야 한다[3]. 따라서 본 연구에서는 학습자가 선호하는 학습방법, 즉 ‘학습양식(Learning Styles)’을 기반으로 개별화된 앱 추천방법을 제안하고자 한다.

Felder와 Silverman[4]의 학습양식 이론에 따르면 학습양식은 개별 학습자의 독특한 특성으로 학습에 접근하는 선호 방식을 의미한다[5]. 학습양식은 학습자가 지속적으로 선택하는 일종의 선호 경향성을 반영할 수 있어 온라인 학습시스템 중 맞춤형 추천시스템 설계에 활용되어 왔다. 그러나 학습양식 기반 추천 관련 연구는 지금까지

웹기반 학습시스템에 초점을 두었으며, 모바일 학습 영역의 맞춤형 추천시스템 연구는 아직 미흡한 실정이다. 이러한 배경을 바탕으로 본 연구는 AI 교육용 앱 중에서 가장 활발하게 개발된 어학용 앱을 중심으로 학습양식 기반 개별화 추천시스템을 설계하고 그 효과성을 평가하고자 하였다. 구체적으로 본 연구에서 중점을 둔 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 학습양식 기반 AI 어학용 앱 추천 방식은 어떻게 제안될 수 있는가?

둘째, 제안된 학습양식 기반 AI 어학용 앱 추천방식의 예측 정확도는 어떠한가?

2. 이론적 배경

2.1 학습양식의 유형

학습양식은 학습자가 학습환경을 어떻게 지각하며 상호작용하는지를 나타내는 비교적 지속적이고 안정적인 인지적, 정의적, 운동 기능적 양식을 말한다[6]. 일반적으로 학습양식의 구성요소와 측정 방법은 각 연구자에 따라 조금씩 다르게 정의되며, [표 1]은 교육 분야에서 대표적으로 활용되는 학습양식 이론의 구성 요인과 유형을 정리한 것이다.

첫째, Kolb[7]는 경험학습 이론에 기반하여 학습이란 경험 형성을 통하여 지식을 구성하는 과정으로 간주하였다. 경험학습 이론은 정보의 지각 처리 방식에 따라 학습양식을 유형화하는데, 정보지각은 ‘구체적 경험’(Concrete Experience)과 ‘추상적 개념’(Abstract Conceptualization)으로 구분되고, 정보처리는 ‘성찰적 관찰’(Reflective Observation)과 ‘능동적 실험’(Active Experimentation)으로 구분된다. 두 축의 조합을 기반으로 네 가지 학습양식이 도출되는데, ‘적응형’(Accommodating)은 구체적 경험과 능동적 실험을 선호하고, ‘동화형’(Assimilating)은 추상적 개념화와 반성적 성찰 성향을 보인다. ‘확산형’(Diverging)은 구체적 경험과 성찰적 관찰을, ‘수렴형’(Converging)은 추상적 개념화와 능동적 실험을 선호하는 경향성을 보인다. Kolb[7]는 학습이 경험의 변형을 통해 지식이 만들어지는 과정이라고 보았는데, 학습양식에서 경험과 성찰이 통합적이기보다는 이분법적으로 나누어진다고 보는 관점에 대한 비판도 제기되었다[8].

둘째, Grasha와 Reichmann[9]은 학습자의 인지적, 정서적 선호도를 반영하여 학습양식의 구성 요인으로 학습자의 학습에 대한 태도 및 교수자 및 동료 학습자에 대한 태도를 포함하였다. 측정 방법으로 제안한 Grasha-Reichmann Student Learning Styles Scale(GRSLSS)은 학습양식을 양대 특성으로 의존적-독립적, 경쟁적-협동적, 회피적-참여적 세 가지 축으로 구분한다. 먼저, ‘의존 대 독립’은 학습자가 학습 상황 속에서 교수자에 대해 자유와 통제를 어느 정도 바라는 지를 측정한다. 반면 ‘경쟁 대 협동’은 학습 상황에서 타인과 상호작용하려는 정도를 측정하고, ‘회피 대 참여’는 학습자가 학습 상황에 어느 정도로 참여하고 싶어 하는지를 측정한다. Grasha와 Reichmann의 학습양식이론은 학습환경 중 학습자의 학습 태도 측정에 유용하게 사용되어 왔다.

셋째, Felder와 Silverman[4]은 교육심리학 역량이론과 공학적 접근을 기반으로 학습양식 모델(Felder-Silverman Learning Style Model, FLSLM)을 제안하였다. 이 모델은 정보처리 과정에 따라 (1) 학습자가 정보를 지각하는 방법(감각적/직관적), (2) 학습자가 정보를 입력하는 방법(시각적/언어적), (3) 학습자가 정보를 처리하는 방법(활동적/숙고적) (4) 학습자가 정보를 이해하는 방법(순차적/총체적)의 네 가지 차원으로 구분하여 학습양식을 유형화하였다. Felder과 Soloman[10]은 FLSLM에 근거하여 학습양식 측정도구인 The Index

of Learning Style(ILS)를 개발하였고, 이후에도 계속해서 신뢰도와 타당도를 검증받았다[11].

[표 1] 대표적 학습양식 유형 프레임
 [Table 1] Representative Frames of Learning Styles

Researcher	Components	Learning Styles
Kolb (1985)	Concrete experience (Feeling)	Accommodating (feel & do)
	Abstract conceptualization (Thinking)	Assimilating (think & watch)
	Reflective observation (Watching)	Diverging (feel & watch)
	Active experimentation (Doing)	Converging (think & do)
Grasha & Reichman (1974)	Cognitive & Affective	Dependent vs. Independent
		Competitive vs. Collaborative
		Avoidant vs. Participative
Felder & Silverman (1988)	Perception	Sensing vs. Intuitive
	Input	Visual vs. Verbal
	Processing	Active vs. Reflective
	Understanding	Sequential vs. Global

2.2 학습양식 기반 추천시스템

추천시스템은 머신러닝에 기반을 두는 알고리즘이 핵심으로, 크게 ‘콘텐츠 기반 필터링’, ‘협업 필터링’, ‘하이브리드 추천’의 세 가지 기법이 주로 활용된다. 첫째, 콘텐츠 기반 필터링 기법은 사용자가 특정한 아이템을 선호하는 경우, 이와 비슷한 콘텐츠 속성을 가진 다른 아이템을 추천하는 방식이다. 둘째, 협업 필터링 기법은 사용자들의 선호도와 관심 표현 정보를 바탕으로 서로 유사한 성향을 보인 사용자들이 좋아할 만한 아이템을 교차 추천하는 방법이다[12]. 콘텐츠 추천기법이 사용자와 아이템의 기존 정보에만 의존하여 선호도를 예측 및 추천하는 반면, 협업 필터링 추천기법은 사용자가 아이템에 대해 평가한 정보에 기반하여 선호도를 예측한다는 점에서 차이점이 있다. 셋째, 하이브리드 추천기법은 기존 필터링 방법 중 두 가지 이상을 혼합하는 방식으로 단일 추천기법의 단점을 보완하고자 한다.

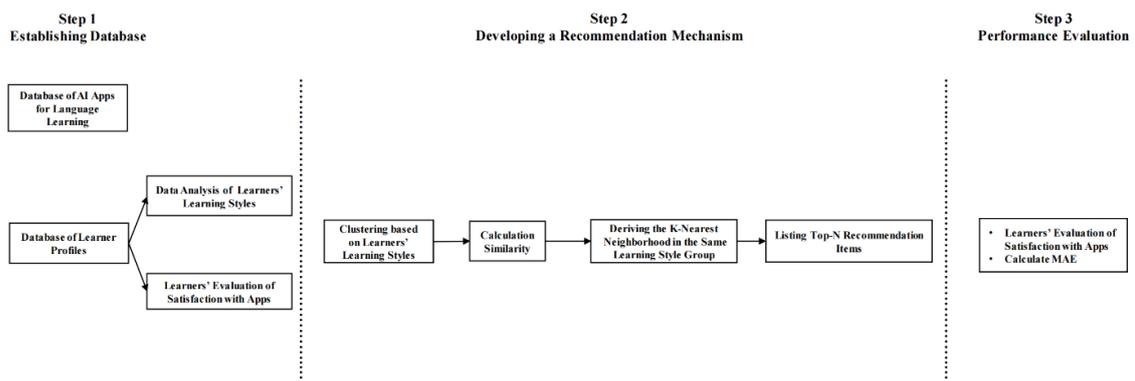
학습양식 기반 추천시스템 연구는 1990년대부터 웹 기반 학습환경을 중심으로 진행되어 왔다. Carver et al.[13]은 웹 기반 온라인 학습에서 학습자의 학습양식을 모델링하는 교육용 하이퍼 미디어 시스템을 개발하였다. 이 시스템은 학습양식을 수업자료 구성요소(예: 슬라이드, 하이퍼텍스트)와 연결하고, 학습자가 선호하는 학습양식을 인식하여 수업 구성요소를 추천하도록 설계되었다. 테크놀로지의 발달로 2000년 이후에는 기존에 시도하기 어려웠던 개별화 및 지능형 학습 분야에서 추천설계 연구들이 실시되기 시작하였다. 그 예로, Milićević et al.[3]은 이러닝에서 학습자의 학습양식, 지식, 선호도 등에 근거하여 학습자에게 맞춤형 이러닝 콘텐츠를 추천하는 시스템을 제안하였다. 연구 결과 전통적인 방식으로 온라인 수업에 참여하는 경우에 비해 학습양식을 추천설계에 활용할 경우 학습자의 자기주도 학습에 높은 영향을 주는 것으로 나타났다. Bourkoku et al.[14]은 Felder와 Soloman의 ILS 측정도구를 통해 수집한 데이터를 학습자 모델에 저장한 후 협업 필터링 기법을 활용하여 학습양식 기반의 추천 리스트를 생성하였다. 이 연구는 학습양식 기반 추천방식이 개별화 추천의 단점인 콜드 스타트(cold start) 문제 해결에 도움이 된다고 제시하였다.

최근에 모바일 기기가 보편화됨에 따라 학습자들이 언제 어디서나 시간과 장소의 구애를 받지 않고 학습할 수 있는 유연한 학습환경이 구축되었다. Park[15]는 학습자 개인의 학습양식에 맞는 모바일 학습 관리 시스템 설계를 연구하였다. 이 연구는 모바일 시스템의 진단을 통해 Felder와 Silverman의 학습양식 유형이 학습자의 학습 목표 달성에 효과적일 수 있음을 제시하였다. 또한, Saryar et al.[16]은 FLSLM 기반 학습양식 측정 블록을 모바일 앱 내부에 구축하여 학습자의 학습양식을 측정한 뒤 개인 학습양식에 따른 영어 학습자료를 추천하는 시스템을 설계하였다.

3. 학습양식 기반 추천시스템 설계

3.1 전반적 설계 단계

본 연구에서 제안하는 추천시스템의 전반적인 설계는 다음 [그림 1]과 같이 1단계: AI 어학용 앱 및 학습자 프로파일 데이터베이스 구축, 2 단계: 추천 메커니즘 개발, 3단계: 개발된 추천 메커니즘의 효과성 검증의 총 세 단계로 진행되었다.



[그림 1] 제안된 추천시스템 설계 단계

[Fig. 1] Proposed Recommender System Design Stages

3.2 1단계: 데이터베이스 구축

3.2.1 AI 기반 어학용 앱 데이터베이스 구축

본 연구는 AI 기능을 탑재한 어학용 앱의 데이터베이스를 구축하기 위해 국내외 문헌분석과 앱 마켓인 구글 플레이 스토어와 앱 스토어 검색을 통해 총 16개의 앱을 선정하였다. 수집 대상의 선정 기준은 (1) 언어 학습영역, (2) AI 기술 유형 최소 1개 이상 포함(예: AI 음성인식, 패턴인식 기술 등), (3) 앱 사용에 오류 없음, (4) 국내에서 사용할 수 있는 앱이었다. AI 기술의 존재 여부를 파악하기 위해 해당 개발사의 앱 소개 페이지의 정보를 참조하였으며, 모호할 경우에는 연구진이 직접 앱을 사용해본 후 결정하였다. 국외에서 연구용으로 개발된 앱들의 경우 국내에서 사용이 불가하여 제외하였다. 최종적으로 선정된 AI 기능 탑재 어학용 앱의 리스트는 다음 [표 2]와 같다.

[표 2] 인공지능 탑재 어학용 앱

[Table 2] AI-integrated Language Learning Applications

App Coding	App Name	App Coding	App Name
App1	Duolingo	App2	Opic up
App3	Bigple	App4	Elsa English Speaking
App5	Riid Tutor	App6	Plang
App7	Youbot China	App8	Ef Hello
App9	Memrise	App10	Rosetta Stone
App11	Youbot English Speaking	App12	Cake
App13	AI Tutor	App14	Andy English Bot
App15	Super Chinese	App16	Mondly

3.2.2 학습자 프로파일 데이터베이스 구축

학습자 프로파일 데이터베이스 구축을 위해 실제 성인 학습자를 대상으로 학습양식과 어학용 앱 사용 만족도 평가 데이터를 수집하였다. 본 연구를 위해 편의표집 방식을 통해 인공지능 기반 어학용 앱 이용에 관심이 있는 일반 성인 학습자 40명(남: 14명, 여: 26명)을 모집하였다. 연구참여자의 연령은 20대 22명, 30대 18명이었으며, AI 어학 앱 다운 및 사용에 어려움 없이 학습을 진행할 수 있었다.

1) 학습양식 분포 데이터

본 연구는 Felder와 Silverman[4]의 학습양식 모델을 적용하여 개별화 추천시스템을 설계하고자 하였다. 학습양식 프레임 중 Kolb[7]와 Grasha와 Reighman[9]의 이론은 정보의 인식 및 처리에 중점을 두었지만, FLSM은 학습양식을 정보처리, 지각, 입력, 이해의 측정 가능한 다양한 차원으로 분류하여 본 연구에 더욱 적합하다고 판단하였다. 더불어 선행연구를 검토한 결과 Felder와 Silverman[4]의 학습양식 모델인 FLSM이 적응형 학습 연구에 가장 일반적으로 사용되는 모델임을 확인할 수 있었다[17-19]. 본 연구에서 사용한 ILS 도구는 학습양식을 지각, 입력, 정보처리, 이해의 네 가지 차원으로 측정하며, 각 차원마다 11개 문항으로 총 44개 문항으로 구성되어 있다. 설문 응답은 활동적(A)/숙고적(R), 시각적(L)/언어적(B), 감각적(S)/직관적(I), 순차적(Q)/총체적(G)의 네 가지 차원에서 학습자 응답에 따른 선호성으로 나타난다. 측정 결과를 기반으로 [표 3]과 같이 총 16가지(2⁴)의 학습양식 선호유형 경향성 집단을 분류할 수 있다.

[표 3] Felder와 Silverman의 학습양식 차원

[Table 3] Learning Style Dimensions by Felder-Silverman

Dimension	Learning Style	Definition
Perception	Sensing (S)	Learn facts
	Intuitive (I)	Learn concepts
Input	Visual (L)	Require pictures
	Verbal (B)	Require reading
Processing	Active (A)	Do it
	Reflective (R)	Think about it
Understanding	Sequential (Q)	Step by step
	Global (G)	Big picture

연구참여자들은 온라인으로 학습양식 설문도구(학습양식 44문항, 인구통계학적 정보 7문항)를 작성하였다. 설문측정 결과 [표 4]와 같이 학습자들이 10개 유형의 학습양식에 분포되어 있고, 가장 높은 빈도를 보인 학습양식은 RSLG(숙고적-감각적-시각적-총체적)와 ASLG(활동적-감각적-시각적-총체적)이었다. 더불어 L이 포함된 학습양식의 출현 빈도가 높아 전반적으로 본 연구 참여자들이 시각적 정보입력 양식을 선호함을 유추할 수 있다.

[표 4] 학습양식에 따른 학습자 분포

[Table 4] The Distribution of Participants based on Learning Styles

Learning Style	ASLG	AIBG	ASBQ	ASLQ
Number of Instance	8	0	1	5
Learning Style	ASBG	AILG	AIBQ	AILQ
Number of Instance	0	2	0	3
Learning Style	RSLQ	RIBQ	RSBG	RSLG
Number of Instance	6	0	2	9
Learning Style	RSBQ	RILQ	RIBG	RILQ
Number of Instance	0	2	0	2

2) 앱 만족도 데이터

연구참여자들은 학습양식 설문 이후 연구진이 [표 2]의 리스트에서 무작위로 할당된 네 개의 앱을 일주일간 사용하고, 학습이 끝난 후 온라인으로 앱 만족도 평가를 실시하였다. 앱 만족도 설문도구는 백창화[20]의 연구에 사용된 도구를 본 연구내용에 맞게 학습효과, 이용 편의성, 개인 맞춤화, 앱 학습 내용 전문성, 앱 신뢰성, 종합적 만족도 영역의 20문항을 5점 척도로(1점: 매우 그렇지 않다, 5점: 매우 그렇다) 구성하였다. 협업필터링에서는 추천 대상자의 선호도를 예측하기 위해 사용자 선호도 표현 매트릭스를 통해 사용자의 아이템에 대한 평점을 만족도 점수로 나타낸다. 본 연구에서도 앱 만족도 데이터를 기반으로 학습자의 앱 선호도 평점(Learner-App Rating Matrix, LAR) 매트릭스를 5점 척도로 구성하였다.

3.2 단계: 추천 메커니즘 개발

3.2.1 데이터 전처리

데이터 전처리 과정에서 학습자가 1명 이하로 분포된 학습양식 7개(AIBG, ASBG, RIBQ, AIBQ, RSBQ, RIBG, ASBQ)에 대해서는 Crump et al. [21]의 연구를 기반으로 데이터 시뮬레이션을 통한 통계적 처치를 실시하였다. 데이터 시뮬레이션은 통계적으로 어떠한 문제가 주어졌을 때 난수(Random number)를 사용해 자료를 만들어 충분히 많은 수를 생성하거나 무작위 실험 결과를 종합해서 구성하는 방법이다. 즉, 무작위로 추출 실험을 반복해 결과의 확률적 분포를 알아내는 것으로, 실험이 어렵거나 불확실성을 가지는 경우 또는 데이터가 부족한 상황에서 결론을 도출하기 위해 주로 사용된다. 본 연구에서는 R 프로그램을 활용해 데이터 시뮬레이션에서 가상으로 생성된 학습자들에게 임의로 네 가지 앱을 사용하고 평점 결과를 도출하였다. [표 5]와 같이 전반적인 데이터 구성은 (1) 실제 학습자 학습양식 집단(실제 학습자 수*실제 앱 사용 수), (2) 가상 데이터

시뮬레이션 학습양식 집단(가상 학습자 수*시뮬레이션한 앱 사용 수)으로 분류하였다.

[표 5] 데이터 구성

[Table 5] Data Composition

Group Distribution	Data	Number of Learners	Number of Instance (Learner* Number of Application Used)
Actual Learner Group	9	39	39*4=156
Data Simulation Group	7	14	14*4=56
Total	16	53	53*4=212

3.2.2 유사도 계산

학습자 프로파일은 각 학습자의 인구통계학적 특성과 학습양식 측정 결과, 앱 선호도 등의 정보가 저장된 데이터베이스이다. 이를 이용해 각 학습자의 유사도를 계산하고 최근접 이웃 집단(K-Nearest-Neighborhood, KNN) 알고리즘을 이용해 추천을 진행하였다. 학습양식 측정 결과와 앱 선호도 정보를 통해 높은 유사도를 가진 집단을 최근접 이웃 집단으로 구성하였다. 유사도 측정계산은 가장 많이 활용되는 유클리드 거리(Euclidean Distance)를 기반으로 하였고 수식은 다음과 같다.

$$P = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \tag{1}$$

3.2.3 추천리스트 도출

[표 6] 학습양식 기반 앱 추천리스트

[Table 6] Learning Styles-based App Recommendation List

Learning Style Types	1st	2nd	3rd
ASLG	APP3	APP2	APP10
ASLQ	APP6	APP7	APP2
AILG	APP16	APP4	APP2
AILQ	APP7	APP8	
RSLQ	APP16	APP9	APP11
RSBG	APP12	APP1	APP6
RSLG	APP9	APP13	APP2
RILQ	APP10	APP12	APP13
RILG	APP15		

추천리스트 도출을 위해 목표 대상자가 사용하지 않은 앱에 대해 이웃 집단 속 다른 사용자가 평가한 앱 만족도 정보를 바탕으로 목표 학습자의 선호도를 예측하였다. 이 중 선호도가 높은 N개의 앱으로 목표 사용자에게 추천 리스트를 생성하였다. 본 연구는 Top-N을 3점으로 설정하여 5점 척도 만족도 평점에서 3점 이상의 선호도 가진 앱을 추천하고자 하였다. 다만, 학습자가 1단계(데이터베이스 구축)에서 이미 경험한 앱들은

추천 대상에서 제외하여 추천리스트 중 빈 아이템이 발생할 수 있다. Python3.8을 활용한 협업필터링 기법을 통해 최종적으로 도출된 학습양식 기반 어학용 앱 추천리스트는 다음 [표 6]과 같다.

3.2.3단계: 추천 성능평가

본 연구에서는 추천의 성능평가를 위해 앞서 도출한 Top-3 추천리스트 정확도의 평균절대오차(Mean Absolute Error, MAE)를 측정하였다. MAE는 추천 시스템에서 예측 오차의 평균 크기를 측정하는 방법으로, 학습자의 실제 평점과 추천 시스템의 예측 평점 간의 절대 오차를 계산한 후 모든 사용자의 오차들을 평균화한다. MAE 값이 작을수록 예측 오차가 작기 때문에 추천 시스템의 성능이 더 우수함을 나타낸다. 성능평가를 위해 학습자의 실제 앱 만족도 평점 결과에 따른 층화표집방법을 이용하여, 모집단 학습양식 집단에 포함된 40명 중 30%(12명)을 무작위 추출하여 효과성 검증을 진행하였다. 이미 경험한 앱을 다시 추천하면 만족도를 측정할 수 없으므로 중복 추천을 최소화하기 위해 각 학습양식 당 최소 1명씩 무작위로 추출하여 12명을 선정하였다. 표본으로 선정된 학습자들은 추천된 앱을 일주일간 사용하고 만족도 평가를 실시하였다. [표 7]에 제시된 바와 평가 결과 MAE 값은 두 명의 학습자(U12와 U38)를 제외하고 전반적으로 0.50 이하로 나타났는데, 이는 학습자들이 추천 결과에 만족함을 의미한다.

[표 7] 평균절대오차(MAE) 결과

[Table 7] MAE Results

LS-Type	User	APP	Recommended prediction score	Actual satisfaction score	MAE
ASLG	U04	APP10	4.00	4.00	.00
	U10	APP3	3.10	3.25	.15
ASLQ	U21	APP7	4.25	4.00	.25
AILG	U14	APP16	4.65	4.35	.30
AILQ	U35	APP8	3.10	3.60	.50
RSLQ	U16	APP9	3.85	4.20	.35
	U30	APP16	4.20	3.90	.30
RSBG	U23	APP01	3.85	4.00	.15
RSLG	U12	APP13	4.20	3.40	.80
	U31	APP09	4.50	4.35	.15
RILQ	U38	APP10	4.30	3.60	.70
RILG	U03	APP15	3.10	3.40	.30

4. 결론 및 제언

4.1 결론

학습자에게 적응형 콘텐츠를 추천해주는 연구들은 웹 기반 학습환경을 중심으로

오래전부터 실시되어 왔고 적응형 콘텐츠는 다양한 학습자들에게 개별화된 학습경험을 제공하기 위해 필요한 전략으로 볼 수 있다. 본 연구는 기존 추천시스템의 한계를 인식하고, 학습자의 학습양식에 기반하여 적합한 모바일 앱을 추천하는 설계 방법을 제안하고자 하였다. 이를 위해 총 16개의 AI 기반 어학용 앱을 선정하고 40명의 학습자를 대상으로 연구를 실시하였다. 연구대상자들의 학습양식 선호도를 분석하고, 이들의 실제 앱 사용 만족도 데이터 및 가상 시뮬레이터 생성을 통해 학습양식 기반 추천시스템을 개발하고 그 성능을 평가하였다. 본 연구의 주요 결과 및 시사점을 논의하면 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 협업필터링 알고리즘을 활용하여 학습자의 학습양식 선호도를 반영한 교육용 추천시스템 방법을 제안하였다는 점에서 의의가 있다. 학습자의 선호도는 다차원적인 성격을 지니고 있다. 기존의 학습양식 기반 추천 연구는 학습자의 선호 경향성을 모바일 앱 속의 텍스트, 비디오, 그림 등 콘텐츠 속성 기반으로 추천하는 경우가 대부분이었다[16]. 이러한 추천방법은 학습자의 과거 선호도에 기반해 유사한 종류의 아이템만 추천할 수 있다는 한계점을 가지고 있다. 그 예로서 학습자가 시각적 학습양식을 가지고 있다면 이를 통해 학습자가 선호하는 시각적 자료만 반복 추천하여 과도한 전문화(over-specialization) 문제를 야기할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 협업 필터링 기법을 이용하여 학습자의 선호도를 산출하고 유사한 학습양식 집단 속 학습자들의 선호도 정보를 기반으로 높은 유사도를 가진 학습자들이 사용하지 않았지만 선호할 가능성이 있다고 예측된 앱을 추천하였다. 예로서 같은 ASLG 학습양식 유형을 가진 학습자 A와 학습자 B의 경우, 학습자 A가 사용하지 않았지만 학습자 B가 선호한 앱을 A에 추천하는 것이다. 향후 학습양식 뿐만 아니라 학습목적 및 동기 등의 데이터가 추가된다면 더욱 정교한 추천시스템을 설계할 수 있을 것이다.

둘째, 본 연구에서 추천한 학습양식 기반 추천시스템이 학습자의 긍정적 앱 만족도를 예측할 수 있는 것으로 나타났다. 학습자들은 추천리스트에서 도출된 앱을 일주일간 실제로 사용한 후 평가를 진행하였다. 학습자의 실제 평점과 추천시스템의 예측 평점 간의 평균절대오차를 통해 본 연구에서 제안한 추천시스템이 학습자 앱 만족도에서 83.33%의 높은 예측 정확률을 가지고 있는 것으로 나타났다. 지금까지 Felder와 Silverman의 학습양식 이론은 웹 기반의 학습환경에서 학습콘텐츠를 추천하는 설계가 대부분이었고[3], 모바일 학습을 위한 앱 추천에 대한 연구는 미흡하였다. 본 연구에서는 학습자의 학습양식 선호경향을 파악하여 학습자가 실제 사용하지 않았더라도 높은 선호도를 가질 것이라고 예측되는 AI 언어학습 앱 추천리스트를 도출하였다. 따라서, 본 연구는 기존의 웹 환경의 학습 콘텐츠 추천을 넘어서 모바일 학습 및 AI 기반 학습까지 교육용 추천시스템의 범위를 확장하였다는 점에서 의의가 있다.

4.2 제한점 및 제언

본 연구의 제한점과 그에 따른 후속 연구를 제언하면 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 정적인 프로파일 구축 방법으로만 추천시스템을 설계하였다는 점에서 한계가 있다. 적응형 학습에서 학습자 프로파일 구축은 정적(Static)과 동적(Dynamic)으로 나눌 수 있다. 정적 방법은 학습자의 학습양식, 학습동기, 인지적 특징과 같은 개인 특성을 기반으로 모델링을 진행한다. 이는 학습자 특성을 미리 측정하여 학습자 중심의 교수전략을 세우는 데 도움이 된다. 반면 동적 방법은 학습자의 학습행동을 실시간으로 추적하여

이러한 특징을 기반으로 적합한 피드백 또는 콘텐츠를 제시한다. 후속 연구에서는 정적인 정보뿐만 아니라 학습자의 앱 활용 행동양식을 관찰로 추적하여 동적인 정보도 추가하여 맞춤형 앱 추천시스템을 설계할 필요가 있다.

둘째, 본 연구는 참여자 수가 적어 정교한 앱 추천 매커니즘 도출에 한계를 가지고 있다. 학습자 수가 부족하면 학습자의 취향과 선호도를 충분히 반영하지 못해 추천 정확도에 영향을 주며, 본 연구에서도 학습자 수의 부족으로 16가지의 모든 학습양식에 데이터가 분포되지 않는 현상이 발생하였다. 분류되지 않은 학습양식은 통계적 데이터 시뮬레이션을 통해 추천리스트를 도출하였지만, 데이터 시뮬레이션 집단은 단지 추천을 진행하기 위해 임의의 생성되었으므로 실제 학습자 기반 데이터와 차이가 있을 수 있다. 후속 연구에서는 참여자의 수를 늘려서 모든 학습양식 집단에 학습자가 분류되어 보다 정확한 추천이 이루어지도록 할 필요가 있다. 더불어 본 연구에서는 20-30대의 성인 학습자를 대상으로 데이터베이스를 구축하였으나, 향후 연구에서는 다양한 연령대의 학습자 집단을 구성하고 연령대에 따른 분석을 추가로 시행하면 보다 더 정교한 개별화 추천이 가능할 것으로 제안한다.

마지막으로, 본 연구에 제안된 추천시스템은 AI 기능이 탑재된 어학용 앱만을 대상으로 하였으므로, 다른 주제 영역의 앱 추천에 적용하기에는 제한점이 있을 수 있다. 따라서 본 연구에서 제안된 추천시스템 설계 방법이 언어학습 이외에 다른 주제 영역의 학습에도 적용 가능한지 후속 연구를 통해 검증할 필요가 있다. 이러한 제한점에도 불구하고 본 연구는 그동안 연구가 부족하였던 학습양식 기반의 새로운 교육용 추천시스템을 제안하고 그 효과성을 검증하였다는 점에서 의의가 있다. 이후 본 연구에서 수집된 자료와 데이터베이스를 통해 실제로 학습자의 학습양식에 적절한 앱 추천 시스템이 개발될 수 있기를 기대한다.

5. 감사의 글

본 논문은 2020년 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2020R1F1A1073469). 본 논문은 제1 저자의 석사학위 논문을 바탕으로 재구성하였음.

References

- [1] M. I. Dascalu, C. N. Bodea, A. Moldoveanu, A. Mohora, M. Lytras, P. O. de Pablos, A Recommender Agent Based on Learning Styles for Better Virtual Collaborative Learning Experiences, *Computers in Human Behavior*, (2015), Vol.45, pp.243-253.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.12.027>
- [2] G. George, A. M. Lal, Review of Ontology-Based Recommender Systems in E-Learning, *Computers & Education*, (2019), Vol.142, 103642.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103642>
- [3] A. Klačnja-Milićević, B. Vesin, M. Ivanović, Z. Budimac, E-Learning Personalization Based on Hybrid Recommendation Strategy and Learning Style Identification, *Computers & Education*, (2010), Vol.56, No.3, pp.885-899.
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.11.001>
- [4] R. M. Felder, L. K. Silverman, Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Engineering Education*, (1988),

Vol.78, No.7, pp.674-681.

Available from: <http://117.202.29.23:8080/jspui/handle/1/297>

- [5] G. J. Hwang, H. Y. Sung, C. M. Hung, I. Huang, A learning Style Perspective to Investigate the Necessity of Developing Adaptive Learning Systems, *Journal of Educational Technology & Society*, (2013), Vol.16, No.2, pp.188-197.
Available from: <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.16.2.188>
- [6] I. A. Alshalabi, S. E. Hamada, K. Elleithy, I. Badara, Moslehpour, S., Automated Adaptive Mobile Learning System using Shortest Path Algorithm and Learning Style, *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, (2018), Vol.12, No.5, pp.4-27.
DOI: <https://doi.org/10.3991/ijim.v12i5.8186>
- [7] D. A. Kolb, *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development Second Edition*, Pearson Education, (2016)
- [8] H. Bergsteiner, G. C. Avery, R. Neumann, Kolb's Experiential Learning Model: Critique from a Modelling Perspective, *Studies in Continuing Education*, (2010), Vol.32, No.1, pp.29-46.
DOI: <https://doi.org/10.1080/01580370903534355>
- [9] A. Grasha, S. Riechmann, A Rational Approach to Developing and Assessing the Construct Validity of a Student Learning Style Scales Instrument, *The Journal of Psychology*, (1974), Vol.87, No.2, pp.213-223.
DOI: <https://doi-org.fbdyi.top/10.1080/00223980.1974.9915693>
- [10] B. A. Soloman, R. M. Felder, Index of learning styles, Online Version of the Questionnaire Available at North Carolina State University, (1999)
Available from: <http://www2ncsu.edu/felder-public/ILSdir/ILSweb.html>
- [11] R. M. Felder, J. Spurlin, Applications Reliability and Validity of the Index of Learning Styles, *International Journal of Engineering Education*, (2005), Vol.21, No.1, pp.103-112.
Available from: <https://www.researchgate.net/publication/279894244>
- [12] J. W. Han, H. S. Lim, Analysis of the Effectiveness of the Recommendation Model for the Customized Learning Course, *Proceedings of the Korean Computer Education Society Academic Conference*, (2017)
Available from: <https://kace.jams.or.kr/>
- [13] C. A. Carver Jr, R. A. Howard, E. Lavelle, Enhancing Student Learning By Incorporating Learning Styles Into Adaptive Hypermedia, In *EdMedia+ Innovate Learning*, Association for the Advancement of Computing in Education (AACE), (1996), pp.28-32.
Available from: <https://www.researchgate.net/publication/243782826>
- [14] O. Bourkougou, E. El Bachari, M. El Adnani, A personalized E-Learning Based on Recommender System, *International Journal of Learning and Teaching*, (2016), Vol.2, No.2, pp.99-103.
DOI: <https://doi.org/10.18178/ijlt.2.2.99-103>
- [15] H. Y. Park, Design and Development of a Mobile Learning Management System Adaptive to Learning Style of Students, *IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'05)*, IEEE, pp.67-69, (2005)
DOI: <https://doi.org/10.1109/WMTE.2005.14>
- [16] S. Saryar, S. V. Kolekar, R. M. Pai, M. M. Pai, Mobile Learning Recommender System Based on Learning Styles, In *Soft Computing and Signal Processing, Advances in Intelligent Systems and Computing*, (2019), Vol.900, pp. 299-312.
DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-13-3600-3_29
- [17] E. Sangineto, N. Capuano, M. Gaeta, A. Micarelli, Adaptive Course Generation Through Learning Styles Representation, *Universal Access in the Information Society*, (2008), Vol.7, No.1, pp.1-23.
DOI: <https://doi.org/10.1007/s10209-007-0101-0>
- [18] P. Dwivedi, K. K. Bharadwaj, e-Learning Recommender System for a Group of Learners Based on the Unified Learner Profile Approach, *Expert Systems*, (2015), Vol.32, No.2, pp.264-276.
DOI: <https://doi.org/10.1002/exsy.12061>
- [19] Y. Z. Seghroucheni, B. E. E. Mohajir, Exploitation of The recommendation Systems in the Calculation of the Learning

Path, IEEE 2014 5th International Conference on Information and Communication Systems (ICICS), IEEE, pp.1-6, (2014)

DOI: <https://doi.org/10.1109/IACS.2014.6841985>

[20] C. H. Baek, A Study on Satisfaction of Artificial Intelligence Speaker Users Using Quality Evaluation Method of Artificial Intelligence Service, Journal of Korea Service Management Society, (2020), Vol.21, No.5, pp.157-174.

DOI: <https://doi.org/10.15706/jksms.2020.21.5.007>

[21] M. J. Crump, D. Navarro, J. Suzuki, Answering Questions with Data: Introductory Statistics for Psychology Students, (2019)

DOI: <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/JZE52>