

인공지능 기반 개인 맞춤형 수학학습 서비스 개발 방향에 관한 연구

A Study on Development Strategies for Artificial Intelligence-Based Personalized Mathematics Learning Services

현주은¹, 이지근¹, 이대환², 이영석^{3*}, 구덕회³

¹아이스크림에듀 AI연구소, ²서울교육대학교 교육대학원 인공지능교육전공, ³서울교육대학교 컴퓨터교육과

Joo-eun Hyun¹, Chi-geun Lee¹, Daehwan Lee², Youngseok Lee^{3*}, Dukhoi Koo³

¹Department of AI, i-Scream Edu, Seoul 06771, Korea

²Major in Artificial Intelligence Humanity Convergence Education, Seoul National University of Education, Seoul 06639, Korea

³Department of Computer Education, Seoul National University of Education, Seoul 06639, Korea

[요약]

디지털 대전환 시대를 맞아 개인 맞춤형 교육을 실현하기 위해 교육 분야에서 인공지능 기반 학습 서비스들이 등장하고 있다. 본 연구에서는 인공지능 기반 학습 서비스를 학교 현장에 적용하기 위한 개발 방향을 살펴보고자 하였다. 인공지능 기반 수학학습 서비스로 아이스크림에듀에서 개발한 ‘수학의 세포들’을 선택하여 교수자 관점에서 기능별 요구를 조사하였다. 그 결과를 IPA를 활용하여 중요도와 적합도로 분석하면서 전문가 의견을 조사하여 서비스의 구체적인 개발 방향을 탐색하였다. 연구결과, 진단, 학습, 평가, 관리 등 모든 영역에서의 중요도는 평균 4.82, 적합도는 평균 4.56로 대부분의 문항에서 우수한 결과가 나타났으며, 특히 중요도가 적합도보다 높게 나타났다. 세부적인 일부 기능 중 개념 학습, 맞춤형 과제 제시, 평가 결과 분석 기능, 대시보드 관련 기능과 대시보드 내 학습 자료가 학생들이 이해하기에 직관적이지 않아 보완이 필요하다는 의견을 확인하였다. 본 연구는 교수자의 관점에서 인공지능 기반 수학학습 서비스에 대한 요구 및 전문가 의견을 정리하여 ‘수학의 세포들’의 방향을 탐색하는데 유의미한 정보를 제공하였다는 의의가 있다.

[Abstract]

In the era of digital transition, AI-based personalized services are emerging in the field of education. This research aims to examine the development strategies for implementing AI-based learning services in school. Focusing on AI-based math learning service “Math Cell” developed by i-Scream Edu, this study surveyed the functional requirements from the perspective of an educator. The results were analyzed for importance and suitability using IPA, and expert opinions were surveyed to explore specific development directions for the service. Consequently, importance in all areas such as diagnosis, learning, evaluation, and management averaged 4.82 and performance averaged 4.56, showing excellent results in most questions, and in particular, importance was higher than performance. Among certain detailed functions, concept learning, customized task presentation, evaluation result analysis function, dashboard-related functions, and learning materials in the dashboard were not intuitive for students to understand and had to be supplemented. This study provides meaningful insights by summarizing expert opinions on AI-based personalized mathematics learning services, thereby contributing to the exploration of the development strategies for “Math Cell”.

<http://dx.doi.org/10.14702/JPPE.2023.605>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 1 December 2023; Revised 2 December 2023

Accepted 12 December 2023

*Corresponding Author

E-mail: yslee38@snu.ac.kr

Key Words: AI-based Learning Service, AI Education, Dashboard, Math Cell, Personalized Learning

I. 서론

디지털 대전환 시대가 도래함에 따라 인공지능이 사회 여러 분야에 영향을 미치고 있다. 특히 교육 분야에서의 인공지능 기술 적용 방향에 관한 관심이 높다. 우리나라는 국가적 차원에서 인공지능 기술을 교육에 적용하기 위한 지원 계획 및 청사진을 제시하고 있다. 교육부는 AI 교육정책의 방향으로 감성적 창조 인재양성, 개인화된 학습 환경 조성을 통한 개별화 교육, 데이터 기반의 포용적인 교육정책의 실현을 목표로 삼았다[1]. 서울시교육청은 ‘AI 기반 융합 혁신미래교육 중장기 발전 계획’을 발표하며 3대 중점과제로 AI 기반 융합 교육을 통한 공교육 혁신, AI 기반 맞춤형 교육 및 교육격차 해소, AI 기반 개인화된 교육환경 조성을 제시하였다[2].

인공지능 기술의 발달로 개인 맞춤형 교육을 실현하기 위한 인공지능 기반 학습 서비스들이 등장하고 있다. 인공지능 기반 학습 서비스는 학습자 개인의 학습 능력과 특성을 고려한 학습 서비스를 제공함으로써 학습자 중심 수업을 가능하게 한다.

인공지능 기반 학습 서비스의 등장으로 이를 교육 현장에 적용하기 위한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 고은성 외(2023), 김태림(2023)은 초등학생을 대상으로 ‘똑똑! 수학탐험대’를 활용한 수업을 실시하고 효과성을 분석하였다[3,4]. 김동희(2023)는 초등학교 5학년 학생을 대상으로 인공지능 수학학습 플랫폼인 칸 아카데미와 노리 AI스쿨을 활용한 교수학습을 실행하고 개별화 학습을 촉진하기 위한 활동 방안을 검토하였다[5]. 관련 선행연구들을 살펴본 결과 인공지능 기반 학습 서비스가 학습자에게 미치는 영향에 관한 검증 연구가 주를 이루고 있었다.

본 연구에서는 교수자 관점에서 서비스를 검토하고 인공지능 기반 학습 서비스를 학교 현장에 적용하기 위한 개발 방향을 논의하고자 한다. 본 연구에서는 인공지능 기반 개인 맞춤형 학습 서비스로 ‘수학의 세포들’을 활용하였으며 다음과 같은 방법으로 연구를 진행하였다. 먼저, 인공지능 기반 학습 서비스에 관한 선행 문헌을 분석하고 ‘수학의 세포들’의 학습 단계와 메뉴별 기능을 정리하였다. 둘째, 인공지능 기반 개인 맞춤형 수학학습 서비스에 대한 요구분석을 실시하였으며 IPA 기법을 적용하여 분석함으로써 인공지능 기반 학습 서비스의 기능에 대한 중요도와 적합도를 확인하였다. 셋째, ‘수학의 세포들’에 대한 전문가 의견을 조사하고 추가 검토

의견을 수집함으로써 서비스의 개발 방향을 탐색하였다. 본 연구결과를 활용한다면 인공지능 기반 개인 맞춤형 수학학습 서비스의 방향 설정에 기초자료가 될 것으로 생각한다.

II. 이론적 배경

인공지능의 발달은 개별화 학습의 가능성에 대한 기대로 이어지고 있고, 개별 학습자의 능력과 요구에 맞는 콘텐츠를 제공함으로써 학습자의 학습 능력 향상에 기여한다. 인공지능이 학생들의 기초학력 저하 및 학습격차 문제를 해결하기 위한 대안으로 대두됨에 따라 인공지능 기술을 활용한 개인 맞춤형 학습 서비스들이 다양하게 등장하고 있다. 인공지능 기반 개인 맞춤형 학습 서비스는 맞춤형 학습을 구현하기 위한 학습 도구를 의미한다. 인공지능 기반 개인 맞춤형 학습 서비스를 통해 학습자는 수준과 특성에 맞는 학습을 할 수 있고, 교수자는 학습자의 학습 데이터를 기반으로 수업을 설계한다[3-5].

인공지능 기반 개인 맞춤형 학습 서비스는 크게 다음과 같은 기능을 제공한다[6]. 첫째, 학생 질문에 대한 맞춤형 답변을 제공한다. 학습 주제와 전문적 교수법을 활용하여 개별 학습자의 오개념에 대한 피드백을 제공하고 최적의 학습경로를 제공한다. 둘째, 개별 맞춤형 학습 자료 및 전략을 제안한다. 학습자의 학습 능력, 학습요구, 동기 등을 종합적으로 진단하여 그에 부합하는 학습 콘텐츠를 제공한다. 셋째, 학습자의 지식수준에 적응적으로 맞춰 문제를 제시한다. 특히 학생의 취약 부분에 대한 집중적인 평가를 제공한다. 넷째, 학습자의 수준을 파악하고 개인 맞춤형 수업을 계획하기 위한 학습 데이터 기반 대시보드를 지원한다.

최근 수학 교과에서 맞춤형 학습을 제공하는 다양한 인공지능 기반 개인 맞춤형 수학학습 서비스가 개발 및 연구되고 있다. 이는 수학 교과 특성상 계열성과 위계성이 뚜렷하여 학습자 진단 및 개별 학습을 체계적으로 지원할 수 있기 때문이다. 인공지능 기반 개인 맞춤형 수학학습 서비스에 대한 사례로는 미국의 ALEKS와 국내의 ‘똑똑! 수학탐험대’, ‘스마트올 AI 학교 수학’, ‘수학의 세포들’이 있다. 박혜연 외(2022)의 연구에서 정리한 ‘수학교육을 위한 인공지능 에듀테크 플랫폼의 주요 기능 비교’ 기준을 참고하여 인공지능 기반 개인 맞춤형 수학학습 서비스를 분석한 결과는 표 1과 같다[7].

ALEKS는 미국 K-12교육의 홈스쿨 지원 플랫폼으로, 학

표 1. 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스 분석

Table 1. Analysis of artificial intelligence-based personalized mathematics learning services

| 요소 | ALEKS | 똑똑! 수학탐험대 | 스마트올 AI 수학 | 수학의 세포들 |
|------------|------------------------|------------------------|---------------------------|-----------------|
| 개념 학습 | 기본 개념 문제 제시 | 기본 개념 문제 제시 | 개념 동영상 제시 | 기본 개념 문제 제시 |
| 오답 지원 | 오답시 바로 풀이과정 제시 | 다시 도전 기회 제공 | 개념보기, 풀이보기 제공 | 풀이 과정 제시 |
| 형성 평가 | O | O | O | O |
| 평가 후 대처 방안 | 틀린 문제 분석하여 추후 학습 경로 설정 | X | 다시 풀기, 유형 오답 쌍둥이 문제 제공 | 다시 풀기 |
| 학습자 결과 분석 | 과제별 세부적 학습 분석 제시 | 정오답 여부, 문항 정답률에 따른 성취도 | 과제별 학습 분석, AI 기반 풀이 결과 분석 | 일별 세부적 학습 분석 제시 |
| 정의적 요소 | X | O (마을 꾸미기) | X | O (음표 모으기) |

습자의 사전 수준을 파악 및 분석하여 현재 상태에 최적화된 학습 경로를 제공한다[8]. ALEKS는 문제 기반으로 진행되며 학습자의 수준을 기준으로 학생들이 정해진 학습 목표를 달성하도록 지원하고 있다[8]. ‘똑똑! 수학탐험대’는 한국과 학창의재단에서 개발한 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스로 초등학교 수학 교과와 내용을 게임 형태로 제시하며 인공지능 추천 활동으로 맞춤형 추천 학습을 제공하고 있다[7]. ‘스마트올 AI 학교 수학’은 웅진씽크빅에서 개발한 서비스로, 학습자의 문제 풀이 데이터를 기반으로 맞춤형 학습 과제를 부여하며 교수자에게 학생의 학습 결과에 대한 학습 분석을 제공함으로써 학습 현황 관리 및 맞춤형 수학 교수 학습을 가능하게 한다[9]. ‘수학의 세포들’은 아이스크림에듀

에서 개발한 서비스로, 수학 개념을 세포 형태로 구조화하여 학생의 학습 상태를 진단하고 학습 개념에 적합한 문항을 추천하여 제시함으로써 학생 개별 맞춤형 수업을 가능하게 한다[10,11].

‘수학의 세포들’의 학습은 크게 진단, 학습, 평가의 3단계로 구분되며 전체적인 흐름은 그림 1과 같다[10]. 진단 단계에서는 학습자의 수학 영역별 이해도 측정을 위해 진단평가를 실시한다. 진단평가 결과는 지식 추적 기술(Knowledge Tracing)로 분석하여 학습자의 이해도가 높은 단원과 보충이 필요한 단원을 분류한다. 학습 단계에서는 저장된 학습 데이터를 기반으로 AI 문항 추천 기능을 통해 학습자 맞춤형 문제(챌린지)를 제공한다. 평가 단계에서는 학습자가 수행한

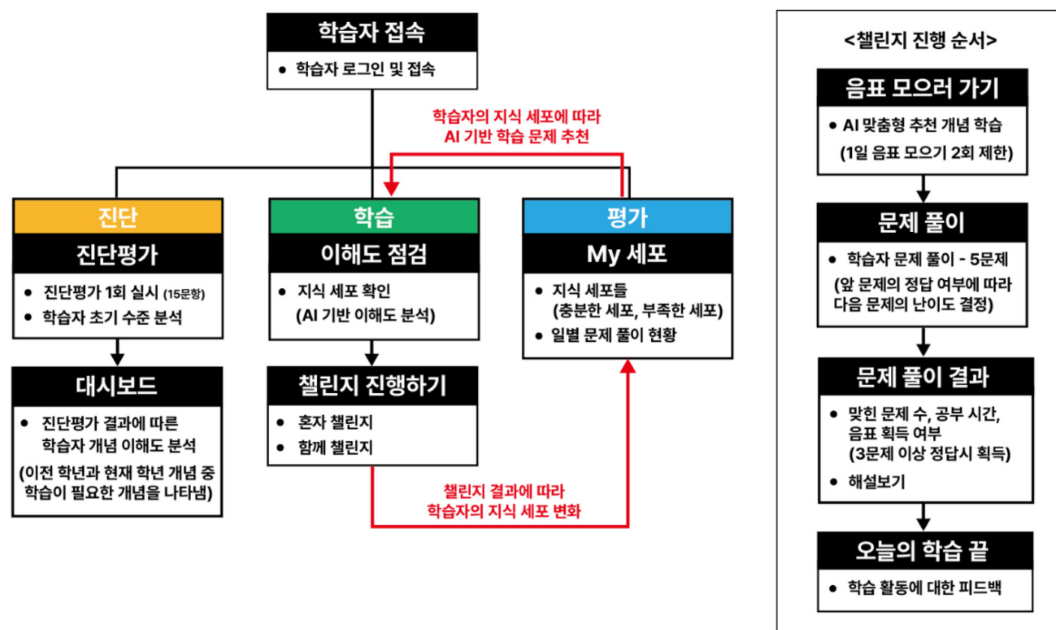


그림 1. 수학의 세포들 학습 단계

Fig. 1. Learning steps in math cell.

학습 과제 결과에 따라 학습자의 개념 이해 변화를 지식 세포로 시각화하여 제시하고, 학습자의 지식 세포 변화에 따라 적절한 학습자 맞춤형 문제를 제공함으로써 학습-평가로 연계되는 과정을 반복하도록 개발되어 있다.

III. 연구 방법

A. 연구 대상

본 연구에서는 ‘수학의 세포들’이 학교 현장에 적용하기에 적합한지 검증하고자 한다. 이를 위해 전문가 20명을 대상으로 요구분석 및 전문가 의견 조사를 실시하였다. 본 연구의 전문가 집단은 표 2와 같다.

전문가 집단의 근무 경력은 5년 미만 1명, 5년 이상 10년 미만 13명, 10년 이상 20년 미만 4명, 20년 이상 2명으로 구성되어 다양한 경력의 의견을 포괄적으로 수집하였다. 전문가 집단의 최종 학력은 학사 3명, 석사 과정 3명, 석사학위 소지자 14명으로 구성하였다. 전공 분야는 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스와 관련된 인공지능교육 8명, 초등수학교육 4명, 초등컴퓨터교육 1명을 중심으로 선정하였으며 기타 분야의 경우 초등교육, 초등영재교육, 교육행정을 포함하였다. 전문가 집단은 모두 학교 현장에서 방과 후에 교과 보충 수업을 진행한 경험이 있었으며 교과 보충 수업의 내용은

표 2. 전문가 집단 프로필

Table 2. Expert group profile

| 항목 | 분류 | 인원(n=20) |
|------------------------|---------------|----------|
| 근무 경력 | 5년 미만 | 1 |
| | 5년 이상 10년 미만 | 13 |
| | 10년 이상 20년 미만 | 4 |
| | 20년 이상 | 2 |
| 최종 학력 | 학사 | 3 |
| | 석사 과정 | 3 |
| | 석사 | 14 |
| 전공 분야 | 인공지능교육 | 8 |
| | 초등컴퓨터교육 | 1 |
| | 초등수학교육 | 4 |
| | 기타 | 7 |
| 교과 보충 경험 과목 (복수 응답) | 수학 | 20 |
| | 국어 | 14 |
| | 영어 | 2 |
| | 기타 | 1 |

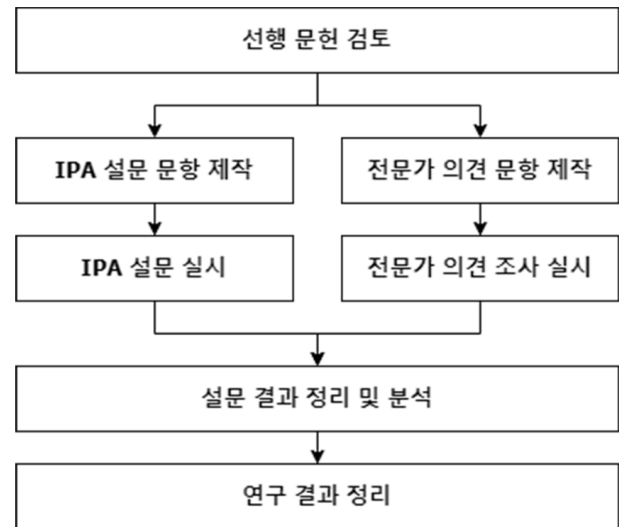


그림 2. 연구 절차

Fig. 2. Research procedure.

수학 교과에 대한 경험이 20명으로 가장 많았다.

B. 연구 절차

본 연구는 교수자 관점에서 인공지능 기반 개인 맞춤 수학 학습 서비스의 방향을 탐색하기 위하여 요구분석을 실시하였고, 연구 절차를 도식화하면 그림 2와 같다.

선행 문헌 검토를 통해 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스의 기능에 대한 교수자들의 중요도(필요수준)와 적합도(현재수준)를 분석하는 IPA 문항을 개발하여 설문조사를 실시하였다. 동시에 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스에 대한 전문가 의견을 조사하고 결과를 분석하였다.

C. 연구 도구 및 분석방법

1) 인공지능 기반 수학학습 서비스에 대한 요구분석

본 연구는 교수자의 관점에서 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스의 활용을 위한 방향 탐색을 목표로 한다. 이에 수학학습 서비스의 현장 적용성을 중요한 요소로 두고, 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스의 기능별 교사 인식을 조사하기 위해 진단, 학습, 평가, 관리의 4개 영역과 16개의 세부 기능을 선정하여 IPA 설문 문항을 구성하였다. 이는 인공지능 기반 학습 서비스를 적용해본 경험이 있는 현장 교사 20인의 검토를 받아 내용타당도를 확보하였다.

IPA 설문 문항은 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스의 기능별 중요도(필요수준)와 적합도(현재수준)를 묻는

문항으로 리커트 5점 척도로 구성되었다. IPA 설문 문항의 내적 일관성 계수인 Cronbach α 계수는 중요도(필요수준)는 0.87, 적합도(현재수준)는 0.903로 나타나 신뢰도를 확보하였다.

IPA 문항은 이흥규(2023)가 개발한 인공지능 교육시스템을 활용한 데이터 기반 맞춤형 수업을 위해 고려해야 하는 설계원리 및 상세지침을 기반으로 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스에 필요한 기능들을 선정하였고[11], 세부적인 문항 내용은 표 3과 같다. 진단 영역은 이해도 파악, 학습 부진 예측, 선수학습 수준 파악 기능의 3문항으로 구성되었다. 학습 영역은 선수학습 과제 제시, 개념 학습, 맞춤형 과제, 문항 추천, 오답 교정, 동기부여, 데이터 수집의 7문항으로 구성되었다. 평가 영역은 수시 평가, 평가 결과 확인의 2문항으로 구성되었다. 관리 영역은 평가 결과 분석, 수업 설계 근거 자료, 학생 상담, 학부모 상담의 4문항으로 이루어졌다.

표 3. 인공지능 기반 수학학습 서비스 요구분석 문항

Table 3. Artificial intelligence-based mathematics learning service needs analysis questions

| 분류 | 문항 |
|----|--|
| 진단 | 이해도 파악 학습자의 영역별 이해도 수준 파악 |
| | 학습 부진 예측 단원에서 학습 부진이 예측되는 학습자 파악 |
| | 선수학습 수준 파악 이전 학년에서 학습이 부족한 개념 파악 |
| 학습 | 선수학습 과제 제시 본 수업 단원을 듣기 전 미리 부족한 개념을 학습하도록 안내 |
| | 개념 학습 본 학습에 대한 개념 학습 제시 |
| | 맞춤형 과제 학습자의 수준에 따라 자율적으로 수행할 학습 과제 안내 |
| | 문항 추천 학습자에게 부족한 개념을 보완할 수 있는 문항 제시 |
| | 오답 교정 틀린 문제를 바르게 교정할 수 있는 수업 자료 제시 |
| | 동기부여 학습자가 노력한 부분에 대하여 데이터에 기반하여 칭찬하여 동기를 부여 |
| | 데이터 수집 학습자가 수행한 학습 과제 및 결과에 대한 실시간 데이터 수집 |
| 평가 | 수시 평가 학습 내용별 평가 제공 |
| | 평가 결과 확인 학습자가 자신의 문항별 정답률, 평균 학습시간, 과제 수행률 확인 |
| 관리 | 평가 결과 분석 교수자가 대시보드를 통해 학습자의 학습 데이터 확인 |
| | 수업 설계 근거 자료 학습자의 학습 데이터를 이후 수업 설계의 근거자료로 활용 |
| | 학생 상담 교수자가 성취수준이 낮은 학생 대상 학습 상담 실시 |
| | 학부모 상담 인공지능 교육시스템을 활용하여 학부모에게 학습자의 학습결과 공유 |

수업 설계 근거 자료, 학생 상담, 학부모 상담의 4문항으로 이루어졌다.

인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스의 IPA 문항에 대한 중요도(필요수준)와 적합도(현재수준)를 CVR로 분석하였으며, 각 문항별 중요도와 적합도를 IPA 매트릭스로 분석하여 결과를 산출하였다. IPA 방법은 Martilla와 Jamse(1977)에 의해 소개되었으며, 사용자들의 의견을 중요도와 적합도를 중심으로 분석하는 방법으로 교육적 요구분석에서 주로 사용된다[12,13]. IPA 분석은 평가항목의 중요도와 만족도를 기준으로 사분면별로 나누어 해석한다. IPA 문항의 타당도는 설문에 대한 전문가의 응답 결과를 바탕으로 Lawshe(1975)가 제안한 내용 타당도 비율(CVR, Content Validity Ratio)을 기반으로 판단하였다. CVR은 -1부터 1까지의 값으로 표현되며 값이 1에 가까울수록 타당도가 높다고 본다.

2) 전문가 의견 검토

전문가 의견 검토 문항은 크게 수학의 세포들 내 학습 단계와 단계별 학습 메뉴에 대한 의견 조사로 구분하였다. 학습 메뉴에 대한 의견 조사의 타당성 영역에서는 각 메뉴의 수학학습 과정에서 필요 여부를 확인하였고, 편의성 영역에서는 메뉴의 전체적인 구성과 버튼, 아이콘, 학습 자료의 사용 편리성을 검토하였다. 효과성 영역에서는 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습에 대한 효과, 유용성 영역에서는 세부적으로 교과보충 프로그램에 활용 가능한지를 평가하였다. 각 문항은 5점 Likert 척도로 응답하게 하였으며, 3점 이하로 응답한 항목에 대해서는 의견을 기술하도록 하였다. 전문가 의견 검토 영역에 대한 구체적인 평가 내용은 표 4와 같다.

표 4. 전문가 의견 검토 영역

Table 4. Expert opinion review area

| 요소 | 영역 | 평가 내용 |
|-------|-----|--|
| 학습 단계 | 타당성 | · 단계는 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습에 적절하다. |
| | 타당성 | · 메뉴는 수학학습 과정에서 필요하다. |
| 학습 메뉴 | 편의성 | · 메뉴의 전체적인 구성은 학생들이 이해하기 쉽게 직관적으로 되어있다. · 메뉴의 버튼과 아이콘의 조작이 수월하다. · 메뉴의 학습 자료의 크기 및 위치는 적절하다. |
| | 효과성 | · 메뉴가 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습에 효과적이다. |
| | 유용성 | · 메뉴는 교과보충 프로그램에 유용하다. |

IV. 연구결과

A. 인공지능 기반 수학학습 서비스 요구분석 결과

인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스에 대한 요구분석 결과를 항목별로 중요도와 적합도로 구분하여 분석한 결과는 표 5와 같다. 중요도는 대부분의 영역에서 4.5점 이상의 높은 값을 보였고, 적합도는 4점 이상의 값을 보였다. 중요도에서 진단 영역의 이해도 파악과 관리 영역의 평가 결과 분석이 5.0으로 가장 높게 나타났다. 다음으로 진단 영역의 선수학습 수준 파악이 4.95로 높았다. 그리고 학습 영역의 개념 학습, 문항 추천, 데이터 수집과 평가 영역의 수시 평가가 4.9로 나타났다. 반면 중요도에서 진단 영역의 학습부진 예측이 4.35로 가장 낮게 나타났다.

적합도에서도 진단 영역의 이해도 파악이 4.95로 가장 높게 나타났으며, 다음으로 진단 영역의 선수학습 수준 파악, 문항 추천과 평가 영역의 수시 평가, 평가 결과 확인이 4.9로 나타났다. 반면 적합도에서 관리 영역의 학생 상담과 학부모 상담이 4.05로 가장 낮은 값을 보였다. 중요도와 적합도의 차이가 가장 큰 요소는 학생 상담과 학부모 상담 기능이 0.65로 가장 높은 값을 보였다.

인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스의 요구분석 결

과 학생 상담 기능을 제외하고는 모두 내용 타당도 기준인 CVR 값이 0.42보다 높은 타당도를 보였다. 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스를 교육 현장에 적용하고자 할 때, 교수자 관점에서 진단, 학습, 평가, 관리 등 대부분의 분야에서는 적합하지만, 학생 상담 기능은 중요하지 않다고 판단했음을 의미한다. 이는 수학학습 서비스만으로는 학생에 대한 종합적인 이해와 판단이 어렵다는 점이 반영된 결과로 여겨진다.

B. 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스 IPA 분석

인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스에 대한 IPA 매트릭스 결과를 분석하면 그림 3과 같다. IPA 매트릭스를 구성하기 위해 중요도는 x축으로, 적합도는 y축으로 설정하여 중요도 평균값과 적합도 평균값을 접점으로 사분면을 나누었다.

IPA 분석 결과를 정리하면 다음과 같다. 첫째, 교수자들이 인식한 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스의 기능별 중요도는 평균 4.82로 높게 나타났으며, 적합도는 평균 4.56로 대부분의 문항에서 중요도가 적합도보다 높게 나타났다. 구체적으로 중요도와 적합도가 모두 가장 높게 나타난 기능은 이해도 파악과 평가 결과 분석이었다. 이는 교수자들이

표 5. 인공지능 기반 수학학습 서비스 요구분석 결과

Table 5. Artificial intelligence-based mathematics learning service needs analysis results

| 분류 | 기능 | 중요도 | | | 적합도 | | |
|----|------------|------|------|-----|------|------|-----|
| | | M | SD | CVR | M | SD | CVR |
| 진단 | 이해도 파악 | 5.00 | .000 | 1 | 4.95 | .224 | 1 |
| | 학습부진 예측 | 4.35 | .745 | 0.7 | 4.25 | .716 | 0.7 |
| | 선수학습 수준 파악 | 4.95 | .224 | 1 | 4.90 | .308 | 1 |
| 학습 | 선수학습 과제 제시 | 4.85 | .366 | 0.9 | 4.60 | .598 | 1 |
| | 개념 학습 | 4.90 | .447 | 0.5 | 4.25 | .967 | 0.9 |
| | 맞춤형 과제 | 4.85 | .489 | 0.7 | 4.45 | .887 | 0.9 |
| | 문항 추천 | 4.90 | .308 | 1 | 4.90 | .308 | 1 |
| | 오답 교정 | 4.85 | .366 | 1 | 4.70 | .470 | 1 |
| | 동기부여 | 4.70 | .470 | 0.8 | 4.50 | .688 | 1 |
| | 데이터 수집 | 4.90 | .308 | 0.9 | 4.80 | .523 | 1 |
| | 수시 평가 | 4.90 | .308 | 1 | 4.90 | .308 | 1 |
| | 평가 결과 확인 | 4.80 | .523 | 1 | 4.90 | .308 | 0.9 |
| 관리 | 평가 결과 분석 | 5.00 | .000 | 0.5 | 4.25 | 1.07 | 1 |
| | 수업설계 근거 자료 | 4.75 | .444 | 0.6 | 4.45 | .945 | 1 |
| | 학생 상담 | 4.70 | .657 | 0.4 | 4.05 | .945 | 0.8 |
| | 학부모 상담 | 4.70 | .657 | 0.6 | 4.05 | .945 | 0.8 |

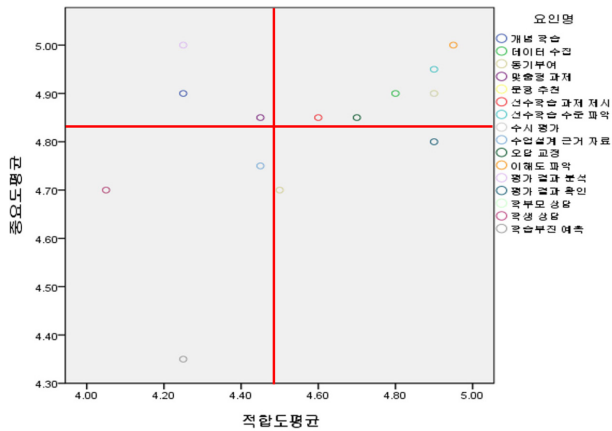


그림 3. IPA 분석 결과

Fig. 3. IPA analysis results.

인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스에서 학습자의 학습 수준 및 이해도 분석을 중요하게 인식하고 있음을 보여준다. 반면에, 중요도와 적합도가 모두 낮게 나타난 기능은 학습부진 예측이었다. 이는 두 가지로 해석할 수 있는데, 하나는 교사가 학생의 영역별 학습 이해도와 선수학습 수준을 파악하면 자연스럽게 학습 부진을 예측할 수 있기 때문이다. 다른 하나는 학습 부진이 예상된다는 결과를 확인하면 학습자의 학습 의욕에 부정적인 영향을 미치거나 낙인 효과가 우려된다는 점이 반영된 결과로 보인다.

둘째, 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스의 기능별 요구분석 결과를 IPA 매트릭스로 분류한 결과, 유지지속 구간(1사분면)에는 이해도 파악, 선수학습 수준 파악, 선수학습 과제 제시, 문항 추천, 오답 교정, 데이터 수집, 수시 평가 기능이 포함되었다. 개선지급 구간(2사분면)에는 개념

표 6. 전문가 의견 검토 결과

Table 6. Results of expert opinion review

| 요소 | 영역 | 문항 내용 | M | SD | CVR |
|-------|-----|----------------------------|------|-------|-----|
| 학습 단계 | 타당성 | 전체적인 학습 단계의 적절성 | 4.65 | 0.587 | 0.9 |
| | | 챌린지 진행 순서의 효과성 | 4.25 | 0.851 | 0.5 |
| 진단평가 | 타당성 | 수학 학습 과정 내 필요성 | 5 | 0 | 1 |
| | 편의성 | 구성의 직관성 | 4.3 | 1.031 | 0.6 |
| | | 버튼과 아이콘의 조작 수월성 | 4.5 | 0.688 | 0.8 |
| | | 자료의 크기와 위치의 적절성 | 4.35 | 0.813 | 0.6 |
| | 효과성 | 인공지능 기반 개인 맞춤 수학 학습에서의 효과성 | 4.7 | 0.47 | 1 |
| | 유용성 | 교과 보충 프로그램 적용성 | 4.65 | 0.587 | 0.9 |
| 대시보드 | 타당성 | 수학 학습 과정 내 필요성 | 4.65 | 0.671 | 0.8 |
| | 편의성 | 구성의 직관성 | 3.95 | 1.099 | 0.2 |
| | | 버튼과 아이콘의 조작 수월성 | 4.25 | 0.851 | 0.5 |
| | | 자료의 크기와 위치의 적절성 | 3.75 | 0.967 | 0.0 |
| | 효과성 | 인공지능 기반 개인 맞춤 수학 학습에서의 효과성 | 4.6 | 0.821 | 0.8 |
| | 유용성 | 교과 보충 프로그램 적용성 | 4.4 | 0.883 | 0.7 |
| 챌린지 | 타당성 | 수학 학습 과정 내 필요성 | 4.85 | 0.366 | 1 |
| | 편의성 | 구성의 직관성 | 4.75 | 0.444 | 1 |
| | | 버튼과 아이콘의 조작 수월성 | 4.65 | 0.587 | 0.9 |
| | | 자료의 크기와 위치의 적절성 | 4.45 | 0.686 | 0.8 |
| | 효과성 | 인공지능 기반 개인 맞춤 수학 학습에서의 효과성 | 4.5 | 0.827 | 0.6 |
| | 유용성 | 교과 보충 프로그램 적용성 | 4.55 | 0.759 | 0.7 |
| My 세포 | 타당성 | 수학 학습 과정 내 필요성 | 4.75 | 0.444 | 1 |
| | 편의성 | 구성의 직관성 | 3.9 | 1.071 | 0.2 |
| | | 버튼과 아이콘의 조작 수월성 | 4.65 | 0.587 | 0.9 |
| | | 자료의 크기와 위치의 적절성 | 4.3 | 0.801 | 0.6 |
| | 효과성 | 인공지능 기반 개인 맞춤 수학 학습에서의 효과성 | 4.5 | 0.688 | 0.8 |
| | 유용성 | 교과 보충 프로그램 적용성 | 4.55 | 0.605 | 0.9 |

학습, 맞춤형 과제, 평가 결과 분석 기능으로 나타났으며, 저우선순위 구간(3사분면)에는 학습부진 예측, 동기부여, 수업설계 근거 자료, 학생 상담, 학부모 상담 기능이 해당되었다. 과잉투입 구간(4사분면)에는 평가 결과 확인 기능이 포함되었다.

C. 전문가 의견 검토 분석 결과

인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스인 수학의 세포들에 대한 전문가 의견 검토 결과는 표 6과 같다. 전문가 의견 검토에서 대부분의 메뉴와 기능은 타당성을 확보하였으나, 타당성을 확보하지 못한 요소는 대시보드와 My 세포 메뉴에서 구성의 직관성 여부와 대시보드 메뉴에서 자료의 크기와 위치의 적절성 여부였다. 이는 대시보드와 My 세포 메뉴의 버튼 및 아이콘이 직관적이지 않아 학년과 학기별로 진행되는 교사 관점에서는 수학의 세포들 형태에 따른 학년-학기별 내용 구성에 대한 세포의 구분이 불분명하고 학습자의 수준 및 진행 정도 파악이 어렵다는 의견이 있었고, 대시보드 내 학습 자료의 크기가 작아 활용이 어렵다는 의견이 반영된 결과로 보인다.

세부기능 중에서 전문가가 3점 이하로 평가한 항목에 대해 개방형 질문을 통해 추가 의견을 수집하고 이를 워드 클라우드로 시각화하여 어휘의 빈도수를 분석한 결과는 그림 4와 같다. 문제, 학생, 학습, 세포, 생각, 경우, 영역, 파악, 챌린지, 개념, 음표, 표시, 풀이, 직관, 시간 등의 어휘가 높은 빈도를 보였다.



그림 4. 전문가 검토 의견 시각화 결과

Fig. 4. Visualization of expert review opinions.

V. 결론

본 연구는 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스의 방향 탐색을 목적으로 진행되었다. 이를 위해 인공지능 기반 학습 서비스에 대한 요구분석을 실시하였으며, IPA 기법으로 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스의 기능별 중요도와 적합도를 분석하였다. 또한, 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스인 ‘수학의 세포들’의 현장 적합성을 파악하기 위해 전문가의 의견을 조사하여 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스의 학습 단계 및 메뉴 별 적합성과 개선 방향에 대한 자료를 수집하였다.

연구결과를 바탕으로 도출한 결론 및 논의는 다음과 같다. 첫째, 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스에 대한 IPA 분석 결과, 대부분의 메뉴와 기능은 적합한 것으로 나타났고, 특히 이해도 진단 영역의 이해도 파악과 선수학습 수준 파악, 학습 영역의 개념 학습, 문항 추천, 데이터 수집과 평가, 평가 영역에서는 수시 평가, 관리 영역의 평가 결과 분석은 중요도가 높게 나타났다.

인공지능 기반 수학 학습 서비스를 개발하는 데 있어서, 개선시급 구간에 해당하는 개념 학습, 맞춤형 과제 제시, 평가 결과 분석 기능이 중요도는 높으나 적합도가 낮게 확인되었다. 이는 학습자가 본 학습을 이해할 수 있도록 적절한 개념 학습을 제시하고, 수준별 맞춤형 과제를 부여하며, 교수가 대시보드를 통해 학습자의 학습결과를 분석하는 기능을 보완할 필요가 있음을 시사한다.

둘째, 전문가 의견 조사 결과에서 대부분의 메뉴와 기능은 타당성을 확보하였으나, 대시보드 메뉴와 My 세포 메뉴의 구성이 학생들이 이해하기 쉽게 직관적으로 구성되어 있지 않고 대시보드 내 학습 자료의 크기와 위치가 적절하지 않음을 확인하였다. 이에 대한 전문가 검토 의견으로 대시보드와 My 세포 메뉴를 직관적으로 구성하기 위해 세포를 중요도나 학습 완료 여부에 따라 색이나 크기로 구분하여 제시하면 좋겠다는 의견과 세포의 글자 크기를 확대할 필요가 있다는 의견이 있었다.

본 연구는 교수자의 관점에서 인공지능 기반 수학학습 서비스에 대한 기능별 요구 및 전문가 의견을 분석하여 ‘수학의 세포들’의 방향을 설계하는데 유의미한 정보를 제공하였다는 점에서 의의가 있다. 다만, 전문가 집단을 20인을 대상으로 진행되어 다양한 의견을 수렴하기에는 제한적이었던 한계를 갖는다. 이에 따라 후속 연구에서는 전문가 대상을 추가 확대하고 심층 면담 등을 통해 질적 자료를 수집하여 인공지능 기반 수학학습 서비스에 대한 교수자의 요구를 다면적으로 분석할 필요가 있다.

감사의 글

이 논문은 산업통상부 주관 비대면 학습환경에서의 교강사의 업무지원 및 맞춤형 학습을 위한 강화학습 기반의 능동형 AI튜터링 시스템 개발 과제의 재원으로 수행되었음 (No.20015019).

참고문헌

- [1] Ministry of Education, "We open an 'era of customized education for everyone' with digital education using artificial intelligence," 2023, <https://www.moe.go.kr/board-Cnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=94011&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=1&s=moe&m=020402&opType=N>
- [2] Education Innovation Department, "Announcement of AI-based convergence innovative future education mid- to long-term development plan," Seoul Metropolitan Office of Education, 2021, <https://enews.sen.go.kr/news/view.do?bbsSn=170640&step1=3&step2=1>
- [3] E. S. Koh, K. J. Han, E. S. Koh, and K. J. Han, "The effect of the elementary school 'smart mathematics exploration team' support system on mathematical academic achievement and mathematical attitude," *Journal of the Korean Association of Information Education*, vol. 27, no. 3, pp. 235-243, 2023.
- [4] T. R. Kim, "A study on the impact of artificial intelligence-based customized elementary mathematics learning on academic achievement and attitudes toward artificial intelligence," Master's thesis, Seoul National University of Education, 2023.
- [5] D. H. Kim, "A case study of feedback in personalized mathematics teaching and learning using an artificial intelligence (AI) learning platform," Ph. D, Ewha Womans University Graduate School, 2023.
- [6] J. H. Joo et al., "Collaborative action research for application of artificial intelligence (AI)-based edtech to school sites," Seoul Metropolitan Office of Education Educational Research Information Institute, 2021, https://www.serii.re.kr/fus/file/download0010f.do?attach_file_id=5964&file_seq=1&alias_name=20220530023327828_1
- [7] H. Y. Park, B. E. Son, and H. K. Ko, "Study on the mathematics teaching and learning artificial intelligence platform analysis," *Communications of Mathematical Education*, vol. 36, no. 1, pp. 1-21, 2022.
- [8] E. K. Hwang and J. H. Shin, "Exploratory study for introducing and applying an AI-based intelligent learning system on basic science — Focusing on general chemistry class case," *Korean Journal of General Education*, vol. 15, no. 6, pp. 71-86, 2021.
- [9] S. Hong, B. Cho, I. Choi, K. Park, H. Kim, Y. Park, and J. Park, "Artificial intelligence and edutech in school education," *Korea Institute of Curriculum & Evaluation*, 2020.
- [10] C. G. Lee, Y. H. Jung, and Y. S. Cho, "Research on the Use of A.I to predicting learner knowledge state," *Proceeding of Korean Association of Computer Education*, vol. 26, no. 1, pp. 181-183, 2022.
- [11] H. Lee, "Development of data-based personalized instruction design principles using artificial intelligence education system," Master's Thesis, Seoul National University Graduate School, 2023, <https://s-space.snu.ac.kr/handle/10371/193777>
- [12] J. Y. Park, "Needs analysis of AI education in liberal arts: Using IPA," *Journal of Korean Association of Computer Education*, vol. 24, no. 2, pp. 75-84, 2021.
- [13] E. Jang and J. Kim, "Development of artificial intelligence education contents based on tensorflow for reinforcement of SW convergence gifted teacher competency," *Journal of Internet Computing and Services*, vol. 20, no. 6, pp. 167-177, 2019.



현 주 은 (Joo-eun Hyun)_정회원

2008년 2월 : 중앙대학교 영어교육과
2012년 8월 : 중앙대학교 일반대학원 영어교육과 석사
2017년 2월 : 중앙대학교 일반대학원 영어교육과 박사
2017년 2월 : 중앙대학교 영어교육과 시간강사
2012년 7월 : 운선생영어교실 콘텐츠기획
2019년 3월 : 마인즈랩 Edu AI 팀장
2020년 1월 ~ 현재 : (주)아이스크림에듀 AI연구소 AI서비스개발팀 팀장
〈관심분야〉 AI기반교수학습설계, 학습분석, 개인맞춤학습, AI튜터



이 지 근 (Chi-geun Lee)_정회원

2000년 2월 : 공학사(컴퓨터공학)
2002년 2월 : 컴퓨터공학 석사
2007년 2월 : 컴퓨터공학 박사
2007년 2월 : 원광대학교 컴퓨터공학과 강의전담 교수
2009년 6월 : 한국전자통신연구원 선임연구원
2019년 2월 : 퍼스텍(주) 시스템사업부서장
2020년 1월 : 유니셈(주) IoT사업부서장
2023년 ~ 12월(현재) : (주)아이스크림에듀 AI연구소장
〈관심분야〉 AI교육, 컴퓨터비전, 머신러닝



이 대 환 (Daehwan Lee)_정회원

2017년 2월 서울교육대학교 미술교육학과(학사)
2022년 9월 ~ 현재 서울교육대학교 대학원 인공지능교육 석사과정
2018년 3월 ~ 현재 서울학동초등학교 교사
관심분야: 인공지능교육, 피지컬 컴퓨팅



이 영 석 (Youngseok Lee)_종신회원

1998년 2월 : 서울교육대학교 초등교육과 졸업
2001년 2월 : 서울교육대학교 컴퓨터교육과 석사
2009년 8월 : 한양대학교 전자통신전파공학과 박사
2016년 2월 : 인하대학교 컴퓨터정보과 강의교수
2022년 2월 : 강남대학교 KNU참인재대학 교수
2022년 3월 ~ 현재 : 서울교육대학교 컴퓨터교육과 교수
〈관심분야〉 정보교육, AI교육, 지능형 웹 정보 시스템, 데이터 사이언스, 컴퓨터그래픽스



구 덕 회 (Dukhoi Koo)_종신회원

1992년 8월 : 서울교육대학교 초등교육과 졸업
1995년 8월 : 고려대학교 전산교육 석사8
2000년 8월 : 한국교원대학교 컴퓨터교육 박사
2003년 8월 : 한국교육학술정보원 선임연구원
2009년 1월 : 대구교육대학교 교수
2009년 2월 ~ 현재 : 서울교육대학교 컴퓨터교육과 교수
〈관심분야〉 정보교육, AI교육, SW교육