



방과후 교육 활동에서 인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스 효용 연구*

A Study on the Effectiveness of AI-Based Personalized Math Learning Services in After-School Education Program

이대환[†] · 박대협^{††} · 이영석^{†††} · 구덕희^{††††}
 Daehwan Lee[†] · Daehyup Park^{††} · Youngseok Lee^{†††} · Dukhoi Koo^{††††}

요약

방과후 교육 활동은 정규 교육의 보충 역할을 하며, 학생들이 더 많은 학습 기회를 가질 수 있는 중요한 시간이다. 특히 수학은 많은 학생들이 어려움을 겪는 과목으로, 학습자의 학습 속도와 이해도에 맞는 개별화된 학습 지원이 중요하다. 본 연구의 목적은 방과후 교육 활동에서 AI 기반 맞춤형 수학 학습 서비스가 학생들의 수학 성취도와 학습 동기에 미치는 영향을 분석하는 것이다. 이를 위해, 본 연구는 초등학교 3~6학년 학생 18명을 대상으로, 인공지능 기반 맞춤형 학습 서비스인 '수학의 세포들'을 활용한 방과후 프로그램에서 적용 후 학습 성과를 분석하였다. 방과후 교육 프로그램은 10월부터 11월까지 2개월 동안 주 2회씩 진행하였다. 프로그램 적용 후, 사전-사후 학업 성취도 비교 결과, 기초 학력 평가 결과가 유의미하게 상승($p = .02$)하여 기초 학력 향상 효과를 입증하였다. 설문과 면담에서 학습자들은 서비스에 대해 높은 만족도(94.4%)를 보였으며, 정규 수업에 참여가 어려운 운동부 학생선수에게 유용한 대안임을 확인하였다. 다만, 일부 학습자들이 자신의 수준과 맞지 않는 학습 문항을 제공받은 점은 알고리즘 정교화가 필요한 과제로 나타났다. 본 연구는 방과후 교육에서 AI 기반 맞춤형 수학 학습 서비스가 학생들의 수학 성취도와 학습 동기를 증진시키는 데 효과적임을 입증하였다. 향후 연구에서는 다양한 학습 환경과 학생 특성을 고려한 AI 학습 시스템의 개선 방안과 적용 범위 확대가 필요하다.

주제어 인공지능 기반 학습, 방과후 교육 활동, 개별화 학습, 수학의 세포들, 수학 학업 성취도, 학생선수

ABSTRACT

Afterschool educational programs play a vital role in supplementing regular classroom instruction and providing students with additional learning opportunities. Mathematics, in particular, presents challenges for many students, making individualized support crucial to accommodate different learning pace and levels of understanding. This study examines the impact of AI-based personalized math learning services on students' math achievement and motivation in afterschool programs. The study focused on 18 elementary school students (grades 3 to 6) who participated in an AI-driven afterschool math program, "Math Cells." The program ran for two months (October to November), with sessions held twice a week. A pre- and post-program academic achievement comparison revealed a statistically significant improvement in students' basic math skills ($p = .02$), demonstrating the program's effectiveness in enhancing foundational math competencies. Additionally, survey and interview responses indicated a high satisfaction rate (94.4%) among participants. The program also proved particularly beneficial for student-athletes, who often struggle to attend regular classes due to training commitments. However, some students reported that certain learning tasks did not align with their proficiency levels, highlighting the need for further refinement of the AI algorithm to ensure a more accurate adaptation to individual learning needs. This study confirms that AI-based personalized math learning services in afterschool education can significantly enhance students' math achievement and motivation. By tailoring instruction to individual needs, Future research should focus on improving AI-driven learning systems, considering diverse learning environments and student characteristics, and expanding their application across various educational contexts.

Keywords AI-Based Learning Services, After School Educational program, Personalized Learning, Math Cells, Math Achievement, Student Athletes

†정회원 서울서초등학교 교사
 ††정회원 아이스크림에듀 AI연구소 연구기획팀장
 †††중신회원 서울교육대학교 정보교육과 교수 (교신저자)
 ††††중신회원 서울교육대학교 정보교육과 교수
 논문투고 2024년 11월 04일
 심사완료 2025년 06월 02일
 게재확정 2025년 07월 04일
 발행일자 2025년 07월 10일

* 이 논문은 2023년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.RS-2023-00229780, 맞춤형 교육을 위한 과정 중심 평가(학습진단) 인공지능 기술 개발)

1. 서론

1.1 연구의 필요성

인공지능에 대한 관심은 4차 산업혁명 이후 그 어느 때보다도 뜨겁다. 교육계에서도 인공지능을 활용한 여러 교육 프로그램과 수업 도구 개발에 관심을 기울이고 있으며, 학습자의 수준과 취향을 고려하는 학습자 맞춤형 인공지능 기반 학습은 학습자의 교육 격차를 좁힐 수 있는 좋은 대안으로 보인다. 인공지능 기반 학습에 관한 다양한 연구와 개발이 진행 중이다[1].

국내외 여러 기업은 앞다투어 인공지능 기반 학습 추천 콘텐츠 및 인공지능 기반 코스웨어 보급에 힘쓰고 있다[2]. 특히, 인공지능 기반 학습 서비스는 정답이 명확하며, 학습자의 정 오답 판별 여부가 분명한 수학학습에서 주로 활용되고 있다. 수학 교과는 학년 간 내용이 연계되는 체계적인 과목이기에 선행 과정에서 학습 결손이 발생하면 이후 학습에 부정적인 영향을 미친다. 이에 따라, 수학 학문에 대해 흥미를 잃고 수학을 포기하는 학생이 늘어난다. 인공지능의 알고리즘으로 학습자의 성향, 문제 해결 패턴 등을 분석하고 학습자 수준에 맞는 문항을 제공해 주는 인공지능 기반 맞춤형 학습 서비스는 매력적이다[3].

인공지능 기반 맞춤형 학습 서비스의 효과를 분석하기 위해 정규 수업에서 활용하는 사례는 다수 나타났지만, 정규 수업 외에서 인공지능 기반 맞춤형 학습 서비스를 활용하는 사례는 많지 않았다[3].

학교는 정규 수업 이후에도 다양한 교육 활동이 이루어지는 공간이다. 특히, 방과후 교육 활동은 학교 교육 기능을 보완하고 사교육비를 감소시키고자 학교 교육의 일종으로 실시되고 있다[4]. 2022년 기준 방과후 교육 활동을 운영하고 있는 학교 수는 6153개교이고, 운영 비율은 99.6%에 달한다[5]. 대부분의 초등학교에서 방과후 교육 활동을 운영 하지만 방과후 교육 활동이 사교육에 큰 영향을 미치지 못하고 학교 정규 교육의 대체제의 모습을 보이고 있는 실정이다[6].

본 서비스를 방과후 교육 활동에 적용하여 그 효과를 알아봄으로써, 방과후 교육 활동을 준비하는 교사들에게 인공지능 기반 맞춤형 학습 서비스가 방과후 교육 활동에 유용한 도구임을 보이고자 한다. 또한, 방과후 교육 활동을 신청한 학습자를 대상으로 인공지능 기반 맞춤형 학습 서비스를 적용하여 학습자의 기초 수학 학업성취도의 변화를 확인하고, 학습자 의견 통해 인공지능 기반 맞춤형 학습 서비스의 효용성을 파악하여, 인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스를 활용한 방과후 교육 활동의 효용성을 논의하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 개별화 학습

개별화 학습은 자신의 학습 속도에 맞추어 스스로 학습

을 수행하며, 교수자는 개별 학습자에게 수업에 초점을 두고 가능한 한 모든 학생이 의도한 학습 목표에 도달하도록 각 개인의 능력, 특성, 동기 등을 고려하여 다양한 측면에서 지원하는 것을 의미한다[7].

개별화 학습을 지원할 수 있는 대표적인 인공지능 지원 요소는 다음과 같다. 첫째, 자기결정성으로 대표되는 개인 학습 포트폴리오(PLP)를 생성하는 것이다. 학습자의 축적된 학습 정보를 분석하여 학습자의 학습 선호도를 파악하고, 학습자에게 콘텐츠 선택 기회를 제공할 수 있다[8]. 둘째, 개별 맞춤 환경 제공을 통한 개별 학습 환경(PLE) 조성, 학습자와 동료 간의 아이디어를 공유하고 생성할 수 있는 개인 학습 네트워크(PLN) 지원이다[7].

2.2 지능형 튜터링 시스템

학습자 맞춤의 개별화 학습을 위해서 가장 효과적으로 여겨지는 것은 일대일 튜터링이다. 일대일 튜터링은 단일의 튜터가 단일 학습자의 학습을 전담하여 지원하는 것으로 능동적인 학습 참여와 학습자의 메타인지 능력을 향상하는 결과를 보인다[9-10].

하지만, 일대일 튜터링은 높은 비용과 튜터의 역량에 학습자가 크게 좌우되는 문제점을 갖고 있다. 따라서, 일대일 튜터링의 효과를 보이는 다양한 연구가 진행되었으며, 인공지능 및 빅데이터 분석 기술의 발달이 학습자 맞춤형 수업을 지원하는 지능형 튜터링 시스템에 대한 기대와 관심이 높다[9-10].

지능형 튜터링 시스템은 맞춤형 학습을 지원하기 위해 설계된 교육 기술로, 도메인 모형, 학생 모형, 튜터링 모형, 등으로 이루어져 있다[11]. 지능형 튜터링 시스템은 사용자의 문항 반응, 학습 패턴 및 습관을 분석하여 학습자의 필요와 수준에 맞춘 개인별 학습 경험 및 피드백을 제공하며, 코딩 교육, 언어 학습, 수학 교육 등에 널리 쓰이고 있다[12].

2.3 인공지능 기반 맞춤형 학습 서비스

인공지능을 활용한 맞춤형 학습 서비스는 학습자의 개별적 특성과 요구를 분석하여 최적의 학습 환경을 제공하는 것을 목표로 한다. 이는 기존의 획일적인 교수-학습 방식에서 벗어나 학습자 중심의 개별화 교육을 실현할 수 있는 혁신적인 방법으로 주목받고 있다. 인공지능 기반 맞춤형 학습 서비스가 가지는 의의와 특징을 다음과 같이 확인할 수 있다.

먼저, 권영옥(2013)은 해당 서비스가 대량의 학습 데이터를 분석하여 학습자의 수준과 학습 패턴을 파악하고, 이를 기반으로 개인화된 학습 콘텐츠를 제공하는 가능성을 지닌다고 시사하였다[13]. 다음으로, 주정훈(2023)은 학습자의 학습 진행 상황을 파악하고, 효과적인 피드백과 문제 해결 방안을 제공하는 기능을 지녔다고 설명하였다[14]. 마지막으로, 장혜원 외(2023)는 인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스는 학습자 데이터의 정교한 분석과 신뢰도 높은 학습 피드백을 제공하여 학습자 중심의 교육을 실현

할 수 있는 도구로 보았다[15].

위의 선행 연구를 종합하면, 인공지능 기반 맞춤형 학습 서비스는 학습자 개별 수준을 분석하여 적합한 문제를 제시하고, 학습자 맞춤형 피드백을 제공한다. 이와 같은 서비스는 학습 결손의 누적을 방지하고, 학습 효율성을 극대화할 수 있는 대안으로 주목받고 있으며, 학습자 중심의 교육 혁신을 실현할 수 있는 핵심 도구로 자리 잡고 있다.

2.4 방과후 교육 활동

방과후 교육 활동은 공교육의 내실을 다지고 사교육을 경감시키기 위한 정부의 정책 중 하나로 정규 수업 이후 수준별 보충수업, 특기적성교육 등을 학생들에게 무상으로 또는 사교육보다 저렴한 비용으로 제공한다[16]. 김인숙 외(2010)는 국어 교과 방과후 교육 활동에 참여하는 학생의 학업 성취도가 유의미하게 변하였고 교사와 교우와의 관계가 좋아졌음을 보였다[17]. 또한, 미국의 한 연구에서 방과후 교육 활동에 참여하는 것은 학생의 학업 성취도를 향상 시킬 뿐만 아니라 긍정적 자아개념을 형성하고 건강 증진 및 범죄 예방에 긍정적인 영향을 미치고 있는 것으로 나타났다[18].

이와 반대로, 방과후 교육 활동이 학업 성취도에 별다른 영향을 미치지 못한다는 연구도 함께 공존한다. Kane(2004)은 방과후 교육 활동이 학생의 학업성취도에 많은 영향을 미치지 못한다고 비판하였다[19].

2.5 수학의 세포들

‘수학의 세포들’은 아이스크림에듀에서 개발한 인공지능 기반 개인 맞춤 수학학습 서비스이다. 수학 개념을 세포 형태로 구조화하여 학습자의 학습 상태를 진단하고 이에 따라 학습자에게 적합한 문항을 추천하여 제시하여 수준별 맞춤형 수업을 가능하게 한다[20]. 아래 Figure. 1은 ‘수학의 세포들’의 ‘챌린지 신청하기’ 예시 화면으로 학생들은 ‘챌린지 신청하기’를 통해 주어진 기간 내에 정해진 음표를 모은다. 학습자의 수준에 맞는 5문제 중 3문제 이상 해결하면 음표를 1개 획득할 수 있으며, 하루에 최대 모을 수 있는 음표는 2개이다. 3문제 미만으로 문제를 해결하면 음표를 획득하지 못한다. 학생들이 해결하지 못한 문항을 감지하여 학생들이 어려워하는 문제를 해결할 수 있도록 문제를 반복적으로 제공한다.



Figure 1. ‘Math Cells’ Math Challenge

3. 연구 설계 및 방법

3.1 연구 대상

본 연구는 A 초등학교 방과후 교육 활동(방과후 기초 학력 보장 프로그램) 수업을 신청한 3~6학년 19명의 학습자를 대상으로 실시하였다. 방과후 교육 활동(방과후 기초 학력 보장 프로그램) 수업 신청 학생들은 자발적으로 본 연구에 참여하였으며 학부모의 동의를 얻어 연구를 진행하였다. 학년별 학습자 현황은 Table 1과 같다.

Table 1. The number of student

Grade				Total
3G	4G	5G	6G	
9	1	3	6	19

3.2 연구 절차

본 연구를 진행하기에 앞서, 인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스의 효과성에 관한 선행 연구와 개별화 학습에 대한 문헌을 탐구하였다. 19명의 학습자를 대상으로 사전 수학 학업성취도 평가를 시행하였다. 본연구의 진행 절차는 Figure 2와 같다.

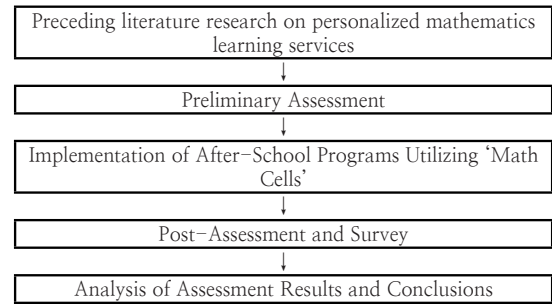


Figure 2. Research Procedure

‘수학의 세포들’을 활용하는 방과후 보충 프로그램은 10~11월간 주 2회 정규 수업 시간 이후 2시간씩 진행하였다. 본 연구 대상의 학습자에게 학습용 태블릿 PC를 활용할 수 있도록 하였으며, ‘수학의 세포들’의 일별 및 월별 도전 과제를 스스로 해결하도록 안내하였다. 학습자는 ‘수학의 세포들’의 도전 과제를 해결하고, 틀린 문제가 있다면 ‘수학의 세포들’의 피드백을 참고하여 다시 한번 해결하도록 한다. 그럼에도 학생이 해결하기 어려워한다면 교수가 추가로 설명하는 방식으로 진행하고자 하였다.

두 달간의 프로그램 진행 이후, 같은 학습자를 대상으로 수학 학업 성취도 사후 평가, 학습자 인식 조사를 시행하고 이를 분석하고자 한다.

3.3 검사 도구 및 분석 방법

3.3.1 학업 성취도

본 연구에서는 수학의 인지적 영역의 효과를 분석하기

위해 A 초등학교 검정 수학 교과서에서 제공하는 학업 성취 도달 여부를 확인하는 ‘풀어보고 확인하고’와, 수학 지도서의 형성평가 문제 꾸러미의 기본·보충 활동의 문제를 활용한 기초 학력 평가지를 수학 학업 성취도로 설정하였다. 평가 소요 시간은 40분이고 문항은 난이도 별로 하 8 문항, 중 10문항, 상 2문항 등으로 총 20문항이다.

3.3.2 인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스에 대한 인식

인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스를 학습자가 활용한 뒤, 인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스의 학습자가 갖는 만족도와 효용성에 대해 설문하였으며, 설문 문항은 다음 Table 2와 같다.

Table 2. Survey Questions for the Evaluation of Satisfaction with ‘Math Cells’

Items	Survey Questions
Q1	Was ‘Math Cells’ enjoyable?
Q2	Did ‘Math Cells’ contribute to your learning in mathematics?
Q3	Would you like to continue using ‘Math Cells’ in the future?
Q4	Would you recommend ‘Math Cells’ to other friends?

또한, 인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스에 대한 학습자의 의견을 듣기 위한 개방형 설문하고자 한다. Table 3의 설문 문항은 4개이며, 인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스에 추가되었으면 하는 기능, 좋았던 점, 불편했던 점, 제안할 점 등을 자유롭게 기술하고 반구조화된 면담을 진행하였다.

Table 3. Survey Questions for Learners Perceptions after Utilizing ‘Math Cells’

Items	Survey Questions
Q1	What did you like about using the service?
Q2	What was inconvenient when using the service?
Q3	How did you feel while using the service?

4. 연구 결과

본 프로그램을 진행하기 전 사전 평가 결과와 프로그램을 진행한 후 사후 평가 결과를 아래와 같이 분석하였다. 초기 19명의 학습자를 대상으로 연구를 진행하였으나, 전학 등의 이유로 18명을 대상으로 연구 결과를 분석하고자 한다.

4.1 학업 성취도 분석 결과

‘수학의 세포들’ 활용 프로그램이 수학 학업 성취도에 어떤 영향을 주었는지 알아보기 위한 t-검정을 사전 및 사후 수학 학업 성취도 검사와 관련하여 실시하였다. Table 4에서 제시하듯이, 이전 기초 학력 평가에서 학습자의 평균은 84.61점, 표준편차는 13.64로 나타났다. 방과후 교육 활동(방과후 기초 학력 보장 프로그램) 이후, 학습자의 평균은

91.66점, 표준편차는 10.28로 나타났다. 사전에 비해 사후 기초 학력 평가 점수는 7.06점 상승하였다. 또한, 유의 확률 p 값은 유의 수준인 .05보다 낮은 .02로 나타났다.

Table 4. Pre-Post Mathematics Academic Achievement for All Students: t-Test Results

Period	Mean	SD	t	p
pre-test	84.61	13.64	-2.39	.02
post-test	91.66	10.28		

이에 ‘인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스를 활용한 방과후 교육 활동(방과후 기초 학력 보장 프로그램)이 학습자의 학업 성취도에 영향을 미치지 않는다.’라는 귀무가설을 기각하고 대립 가설인 ‘인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스를 활용한 방과후 교육 활동(방과후 기초 학력 보장 프로그램)이 학습자의 학업 성취도에 영향을 미친다.’를 채택하고자 한다.

4.2 인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스에 대한 인식 분석 결과

인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스의 학습자가 갖는 만족도와 효용성에 대한 설문 분석 결과는 Table 5과 같다.

Table 5. Responses by Item for Satisfaction and Utility with ‘Math Cells’

Items	very good	good	normal	bad	very bad	total
Q1	11	6	1	0	0	18
Q2	12	5	1	0	0	18
Q3	10	5	3	0	0	18
Q4	10	5	2	1	0	18

본 수학 학습 서비스의 흥미를 묻는 문항에서 17명(94.4%)의 학습자가 만족하였고, 유용하다고 생각하는 학습자도 17명(94.4%)으로 나타났다. 또한, 본 수학 학습 서비스를 다음에도 사용하고 싶다고 응답한 학습자와 다른 학생에게 추천하고자 하는 학습자가 각각 15명(83.3%)으로 나타나 인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스에 대해 학습자가 갖는 인식은 무척 긍정적인 것으로 확인되었다.

본 프로그램을 마치고 좋았던 점을 묻는 설문 및 면담에서 학습자들의 다양한 긍정적인 응답을 얻을 수 있었다. 아래 응답은 A 학교의 운동부 학생선수 6학년 학습자 A와 학습자 B, 3학년 학습자 C의 응답이다.

야구부 훈련을 하느라 수학 공부를 따로 하기 어려웠습니다. 수학 공부를 접하기 어려운 학생들이 쉽게 공부 할 수 있어서 좋았습니다(학습자 A).

야구부 훈련으로 공부할 시간이 부족했는데, 공부를 잘 하게 되어서 좋았다(학습자 B).

이것(수학의 세포들)을 하고 나서 수학 시험을 보았는데, 10점이나 올랐습니다. 너무 좋습니다(학습자 C).

운동부 학생선수는 대회 및 훈련 참가로 정규 수업에 참여하기 어려운 경우가 많다. 운동부 학생선수의 수업 결손이 발생하지 않도록 학교에서 다양한 방과후 보충 프로그램을 시행하고 있다[21]. 학생선수의 긍정적인 인식이 반영된 본 서비스를 활용하여 유의미한 방과후 교육 활동(방과후 기초 학력 보장 프로그램)이 되기를 기대한다.

다음으로, 본 프로그램을 마치고 불편했던 점을 묻는 설문에서 학습자의 응답을 Table 6과 같이 자연어 처리를 통해 빈도분석을 통해 가장 많이 등장한 단어 상위 7개를 분석하였다.

Table 6. Frequency Analysis of Learners' Responses

words	Counts
difficult	2
eyesight	1
worse	1
progress	1
appropriate	1
level	1
touch	1

학습자가 가장 많이 불편을 느낀 부분은 진도에 맞지 않는 문항이 학습자에게 제공되는 점이었다. 학습자 D에게 5학년 수준의 문항이 제공되어야 하지만, 6학년 문항이 제공되는 경우가 있었고, 학습자 E는 반대로 6학년이지만 5학년 문항이 계속 제공되어 지루함을 느꼈다. 학습자 진단 및 분석, 문제 알고리즘 수정 등을 통해 학습자 맞춤 수업에 다가갈 필요가 있다.

마지막으로, 방과후 기초 학력 보장 프로그램 이후의 자기 생각이나 느낌을 자유롭게 서술하는 설문을 Figure 3과 같이 Word Cloud로 나타냈다.

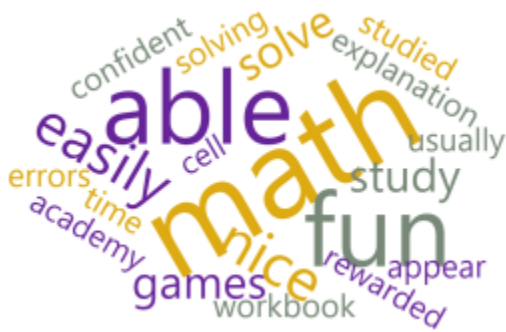


Figure 3. Word Cloud

학습자는 수학을 잘하게 되었다는 자신감과 수학 활동이 즐겁다는 의견을 주로 제시하였다. 또한, 해설이 즉각적으로 제공되는 점과 게이미피케이션 활동은 학습자가 기존의 문제집을 해결하는 것에 비해 큰 매력을 느끼는 점으로 보인다. 하지만, 종종 오류가 나타나 학습자의 집중을 떨어뜨리는 것은 앞으로 인공지능 기반 맞춤형 서비스가 해결해야 할 과제로 보인다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 초등학교에서 인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스를 방과후 교육 활동에 적용하여 그 가능성과 학습자에게 미치는 영향을 탐구하였다. 연구 결과, 본 프로그램이 학습자의 학업 성취도와 학습 동기에 긍정적인 영향을 미친다는 점을 확인하였다. 프로그램 참여 학생들의 사전-사후 학업 성취도 비교 결과($p = .02$)에서 기초 학력이 유의미하게 향상된 점은 본 서비스가 기초 학력 증진에 기여할 가능성을 시사한다.

설문조사와 면담을 통해 학습자들이 본 서비스를 활용하면서 긍정적인 경험과 자신감을 형성했음을 발견하였다. 이로써 맞춤형 학습 서비스가 교육 현장에서 학습 격차를 해소하고, 다양한 학습자의 개별적 요구를 충족하는 데 기여할 수 있음을 보여준다. 설문 분석 결과, 본 서비스에 대해 높은 만족도를 보였으며, 특히 정규 수업에 참여하기 어려운 운동부 학생들과 같은 특수 상황의 학습자들에게 본 서비스가 학습 결손 문제를 해결하는 데 유용하다는 피드백을 제공하였다. 이러한 결과는 맞춤형 학습 서비스가 전통적인 교육 환경에서 학습 지원이 어려운 학생들에게도 학습 격차를 줄이는 데 기여할 수 있음을 보여준다.

그러나 학습자 응답 분석 결과, 일부 학습자가 자신의 학습 수준과 맞지 않는 학습 문항을 제공받았다는 점은 맞춤형 알고리즘의 정교화가 필요함을 나타낸다. 예를 들어, 특정 학습자가 학년 수준에 맞지 않는 문제를 제공 받아 학습 동기가 저하되는 사례가 있었다. 이는 맞춤형 학습 경험의 질을 향상하기 위해 알고리즘의 개선과 더불어 학습자 수준을 더욱 세밀히 분석할 필요가 있음을 강조한다.

본 연구는 방과후 교육 활동에서 인공지능 기반 맞춤형 수학 학습 서비스를 체험하고 그 효과를 분석한 점에서 의미가 있다. 다만, 연구 기간이 10월~11월로 짧은 점과 연구 대상 학생이 18명의 각기 다른 학년의 학습자라는 한계를 갖고 있다. 후속 연구에서는 이를 보완하여 연구 기간을 연장하고 연구 대상과 적용 학교를 확대하여 인공지능 기반 수학학습 서비스의 다양한 활용 방안을 탐색하기를 기대한다. 또한, 본 연구에서 제시된 맞춤형 학습 서비스의 성공 사례를 기반으로, 교육 현장에서의 운영 기준과 실질적인 교사 연수 프로그램을 개발하여 서비스의 현장 적용 가능성을 높여야 한다. 이를 통해 맞춤형 학습 서비스가 더욱 폭넓게 활용될 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] Ministry of Education. (2023). *Opening an Era of Personalized Education for All through the Utilization of Artificial Intelligence in Digital Education*. Ministry of Education.
- [2] Park, M. (2020). The Trends of Using Artificial Intelligence in Mathematics Education. *The Journal of Korea elementary education*, 31, 91-102. <http://doi.org/10.20972/kjee.31..202008.91>
- [3] Ko, Y. (2018). *A study on analysis of actual state of*

- mathematics renouncers and treatment at the renouncer's level* [Master's Thesis], Ulsan University.
- [4] Ministry of Education. (2006). *2006 after-school program operation plan*. Ministry of Education.
- [5] Ministry of Education. (2024). *Status of afterschool program operations* [Data set]. Korea Open Government Data Portal. <https://www.data.go.kr/data/3038855/fileData.do>
- [6] Kim, H. (2012). The Impact of After-School Programs on Academic Performance and Private Education. *Asian Journal of Education*, 13(3), 87-114.
- [7] Kim, S., & Cho M. (2022). AI-Based Educational Platform Analysis Supporting Personalized Mathematics Learning. *The Journal of Educational Research in Mathematics*, 36(3), 417-438. <http://doi.org/10.7468/jksmee.2022.36.3.417>
- [8] Yim, Y., Ahn, S., Kim, K., Kim, J., & Hong, O. (2021). The Effects of an AI-based Class Support System on Student Learning: Focusing on the Case of Toctoc Math Expedition in Korea. *Korean Journal of Elementary Education*, 32(4), 61-73. <http://doi.org/10.20972/kjee.32.4.202112.61>
- [9] Shemshack, A., & Spector, J. M. (2020). A systematic literature review of personalized learning terms. *Smart Learning Environments*, 7(1), 1-20. <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00140-9>
- [10] Corbett, A. T., Koedinger, K. R., & Anderson, J. R. (1997). Intelligent tutoring systems (Chapter 37). *Handbook of human-computer interaction* (2nd ed., pp. 849-874). Elsevier Science.
- [11] Woolf, B. P. (2009). Building intelligent interactive tutors: *Student-centered strategies for revolutionizing e-learning*. Morgan Kaufmann.
- [12] Lee, S. (2024). Introducing Intelligent Tutoring Systems for Personalized Learning. *The journal of Educational Studies*, 55(1), 161-223. <https://dx.doi.org/10.15854/jes.2024.03.55.1.161>
- [13] Kwon, Y. (2013). Data Analytics in Education : Current and Future Directions. *The Journal of Intelligence and Information Systems*, 19(2), 87-100.
- [14] Joo J. (2023). The Real and Issues of Individually Adaptive Artificial Intelligence Education. *Education Review*, 52, 23-63. <http://doi.org/10.23119/er.2023..52.23>
- [15] Chang, H., & Nam, J. (2021). The Use of Artificial Intelligence in Elementary Mathematics Education -Focusing on the math class support system "Knock-knock! Math Expedition". *Korean Journal of Elementary Education*, 31, 105-123. <http://doi.org/10.20972/kjee.31..202101.105>
- [16] Mun, J., Kim H., & Park, H. (2018). Effect of After School on Private Education Cost and Participation Rate. *The Korean Educational Administration Society*, 36(1), 329-354. <http://dx.doi.org/10.22553/keas.2018.36.1.329>
- [17] Kim, I., Cho, S., & Byun, J. (2010). The Effects of Participation in an 'After-School Program'. *The Journal of Yeolin Education*, 18(4), 246-270.
- [18] Little, P. M. D., Wimer, C., & Weiss, H. B. (2008). *After school programs in the 21st century: Their potential and what it takes to achieve it*. Harvard Family Research Project.
- [19] Kane, T. J. (2004). *The impact of after-school programs: Interpreting the results of four recent evaluations* (Working paper). William T. Grant Foundation.
- [20] Lee, H. (2023). *Development of Data-Based Personalized Instruction Design Principles Using Artificial Intelligence Education System* [Master's Thesis], Seoul National University.
- [21] Seoul Metropolitan Office of Education. (2023). *2024 School Sports Team Operation Manual*. Seoul Metropolitan Office of Education.

이대환



- 2017년 2월 서울교육대학교 초등교육학과(학사)
- 2025년 2월 서울교육대학 인공지능교육전공(교육학석사)
- 2025년 ~ 현재 서울서이초등학교 교사
- 2025년 ~ 현재 서울서이초등학교 교사
- ✚ 관심분야 : 인공지능교육, 피지컬 컴퓨팅
- ✉ clp300@sen.go.kr

박대협



- 2004년 7월 법학사(서강대학교)
- 2014년 9월 (주)애플투애플 기획팀 차장
- 2017년 12월 (주)인포마크 기획팀 부장
- 2023년 9월~ 현재 한국열린사이버대학교 인공지능융합학과(재학)
- 2020년 2월~현재 (주)아이스크림에듀 시연연구소 연구기획팀장/부장
- ✚ 관심분야 : AI교육, 머신러닝, AI교육정책
- ✉ dhp@i-screamedu.co.kr

이영석



- 이998년 서울교육대학교 초등교육과(학사)
- 2001년 서울교육대학교 컴퓨터교육전공 (교육학석사)
- 2009년 한양대학교 전자통신전파공학과(공학박사)
- 2016년 인하대학교 컴퓨터정보과 강의교수
- 2022년 강남대학교 KNU참인재대학 교수
- 2022년 3월~현재 : 서울교육대학교 컴퓨터교육과 교수
- ✚ 관심분야 : 정보교육, AI교육, 지능형 웹 정보 시스템, 데이터 사이언스, 컴퓨터그래픽스
- ✉ yslee38@snue.ac.kr

구덕희



- 1992년 서울교육대학교 초등교육과(학사)
- 1995년 고려대학교 전산교육전공(교육학석사)
- 2000년 한국교원대학교 컴퓨터교육학과(교육학박사)
- 2003년 한국교육학술정보원 선임연구원
- 2009년 대구교육대학교 교수이력
- ✚ 관심분야 : 정보교육, AI교육, SW교육
- ✉ dhk@snue.ac.kr