East Asian Math. J.
Vol. 36 (2020), No. 2, pp. 273-289
http://dx.doi.org/10.7858/eamj.2020.018

인공지능을 활용한 맞춤형 수학학습 프로그램 개발

Developing Adaptive Math Learning Program Using Artificial Intelligence

이 지 혜 · 허 난[1)]

ABSTRACT. This study introduces the process and results of developing an adaptive math learning program for self-directed learning. It presented the process and results of developing an adaptive math learning program that takes into account the level of learners using artificial intelligence. We wanted to get some suggestions on developing programs for artificial intelligence-based mathematics. The program was developed as Math4U, an application based on smart devices in the "character and expression" area for 7th grade. The Application Math4U may be used differently depending on its purpose. It is also expected to be a useful tool for providing self-directed learning to students as the basis for educational research using smart devices in a changing educational environment.

Ⅰ. 서론

시대의 변화에 따라 교육이 변화하고 있다. 목판 인쇄술이 교육의 대중화 활성화에 기여한 것과 같이 과학 기술의 발달은 교육의 패러다임을 변화시키고 있으며 다양한 교육환경의 변화와 함께 오늘날 학교 교육에 대한 개인적·사회적 차원에서의 기대와 요구가 높아지고 있다(교육과학기술부, 2011). 4차 산업혁명이 도래한 현재, 스마트 기기의 발달로 시간과 공간에 구애받지 않고 학습할 수 있게 되었으며 모바일 기기

Received February 7, 2020; Revised February 17, 2020; Accepted February 27, 2020.
이 논문은 정부(과학기술통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임 (NRF-2017R1A2B4011069).
2010 Mathematics Subject Classification: 97U50, 97U99
Key Words: Artificial Intelligence Eucation(AIE), application, adaptive learning, using smart device
1) Corresponding author

©2020 The Youngnam Mathematical Society
(pISSN , eISSN)

와 더불어 모바일 기기에서 구현 가능한 콘텐츠의 개발이 함께 이루어져 시간과 공간을 초월한 학습 환경 기반이 마련되고, 스마트 시대로 넘어오면서 모바일 교육환경을 토대로 개인화된 맞춤식 교육체제 구성이 시도되고 있다(김윤아, 유제일, 신재홍, 2014). 이러한 시대의 변화에 맞춰 현대 학생들은 디지털 형식의 의사소통을 선호하고 있으며 이런 학습자의 특징은 수학을 학습하는 환경과 방법에의 변화를 요구하고 있다. 2015 개정 수학과 교육과정에서도 정보처리 역량을 강조하고 있으며, 21세기를 살아갈 학생들이 길러야 할 핵심역량으로 디지털 소양을 강조하고 있다(김부미, 2017).

정보통신기술의 발달로 컴퓨터에만 국한되었던 ICT의 범위는 점차 확대되어 스마트폰, 태블릿 PC 등으로까지 확대되었고, 이후 ICT를 활용한 다양한 종류의 교육 형태가 나타나고 있다(이지혜, 허난, 2018). 최근 학교 현장에 태블릿 PC가 보급되고 있으며, 휴대폰을 가지고 있는 학생들이 늘어나는 추세를 반영하여 모바일 교수·학습 시스템에 대한 학교 현장의 요구가 확대되고 있다(김부미, 2017). 더 나아가 현 시대는 사회 전반 영역에서 인공지능(Artificial Intelligence, AI)을 활용하는 방법에 대한 활발한 논의와 개발이 이루어지는 시점(김미령, 정경영, 노지화, 2019)으로 교육에 있어서도 AI의 활용에 대한 관심과 요구가 높아지고 있다.

조은순(2015)은 학습자에게 학습속도와 스타일에 맞는 수업이 제공되지 않아 학습자 개인의 다양한 사회문화적 배경을 고려한 수업활용이 주어진 현 교실상황을 인공지능을 활용한 스마트 기기로 해결하고자 하였다. 이처럼 인공지능은 학습 상황에 점진적으로 들어오고 있으며, 인공지능이 탑재된 스마트 기기[2]를 활용한 학습은 현실로 다가올 수 있다(이지혜, 허난, 2018).

우리나라의 경우 스마트폰과 같은 스마트 기기는 그 보급률이 매우 높고 보편적으로 사용하는 친숙한 도구가 되었으며 일상생활에서 빈번히 사용하고 있음에도 불구하고 교수·학습 상황에서 스마트 기기는 거의 활용되지 않았으며(허희옥 외, 2013; 김영록, 정미현, 김재현, 2013) 수학교육 분야에서의 교육적 활용 또한 미비하다. 그 이유는 현재 개발된 스마트 기기 기반 어플리케이션들이 수학적 내용을 다루고 있다고 하더라도 대부분 우리나라 학교수학 교육과정의 내용, 목표 및 접근 방법에 기반을 두고 개발되지 않았기 때문이다(김부미, 2012; 김윤아 외, 2014). 수학교육에서 인공지능에 관한 연구가 이루어졌으나 아직까지 수학교육에서 인공지능 활용과 관련된 연구가 극히 한정적으로 이루어졌다. 맞춤형 학습을 위해 인공지능을 활용한 시스템 구축에 관한 연구 또한 수학 교과를 소재로 일부 이루어졌으나 구체적인 프로그램을 개발하는 연구는 구체적으로 이루어지지는 않은 반면 학습 도구를 개발하는 산업 분

2) 여러 연구에서 디지털 기기 및 디지털 디바이스(digital device)와 스마트 기기 및 스마트 디바이스(smart device)를 혼용하여 사용하고 있어 본 연구에서는 이를 통일하여 스마트 기기로 나타내었다.

야에서는 수학학습용 애플리케이션이나 웹 프로그램에 인공지능의 활용을 다양하게 시도하고 있는 실정이다(이지혜, 허난, 2018).

이에 본 연구에서는 2015 개정 수학과 교육과정에 기반을 두고 학습자들이 효과적으로 수학과 교육과정 내용의 과제가 학습자 수준에 따라 과제가 제공되어 학습자 스스로 효율적으로 학습할 수 있도록 해주는 인공지능을 활용한 맞춤형 수학학습 프로그램인 어플리케이션을 개발하는 과정과 그 결과에 대하여 살펴보고자 한다.

Ⅱ. 인공지능과 수학교육

World Economy Forum(2016)은 미래사회에 필요한 기술로 16가지 요소를 언급하고 있다. 그 중에서 학생들이 변화하는 환경에 대처하기 위한 인성 자질로 창의성, 주도성, 일관성 및 도전정신, 적응력, 리더십, 과학 및 문화를 선정하였다. 또한, 최상덕(2015)은 21세기 사회에서 요구되는 학교교육에 대하여 학교 학습에 대한 긍정적 태도, 학습 동기의 자극, 몰입의 즐거움 경험, 자기주도적 학습 능력 함양 등이 중요하다고 하였다. 이 외에도 많은 사람들이 미래 사회를 대비하기 위하여 학생에게 필요한 역량을 제시하고 있으며 그들의 공통된 관심사는 이와 같은 역량을 통해 교육이라는 관점보다 스스로 학습하는 학습자라는 키워드로 수렴되며 이는 OECD의 비전과도 일맥상통한다. 교육에서 컴퓨터의 영향력은 ICT를 활용한 교육 측면만 보더라도 크다는 것을 알 수 있으며 제4차 산업혁명이 도래하면서 가장 흔히 볼 수 있는 키워드는 인공지능(Artificial Intelligence, AI)인 만큼 인공지능을 활용한 교육의 측면 또한 미래 시대에 중요한 스스로 학습하는 학습자라는 키워드에 수렴하도록 도울 수 있을 것이다.

김용권(1987)은 CAI(Computer Assistant Instruction)가 교재와 상호작용할 수 있는 충분한 기회를 제공하는 것과 학습에 능동적인 참여를 유도한다는 중요성을 가지기 때문에 컴퓨터의 교육에의 도입을 강조하였으나 김성식(1995)은 CAI 프로그램이 개별화 학습이라는 큰 장점에도 불구하고 한정된 피드백을 마련하여 순서적 또는 임의적으로 선택하여 문제를 제공하는 한계점이 있다고 하였다. 이를 보완하기 위하여 교사가 가지고 있는 전문지식을 CAI에 접목시켜 학생의 학습과정을 추적·비교하고 학생들의 학습 상태를 정확하게 판단하여 그에 따른 교수 전략을 구사하는 것이 ICAI(Intelligent Computer Aided Instruction)이다(김성식, 1995). 즉, ICAI를 인공지능을 교육에 활용하려는 시도는 개인의 오류를 컴퓨터가 진단, 처방함으로써 학습자의 오류를 수정해주고 또 학습자의 능력 단계에 맞는 수준의 과제를 부여해주고 프로그램 인공지능 컴퓨터 보조학습 프로그램인 ICAI가와 그 맥락을 함께 하는 것으로 볼 수 있다. 이후 교사의 역할을 컴퓨터가 대신하는 컴퓨터 보조수업(Computer Assistant Instruction, CAI)은 인공지능 시대에 교사의 역할을 인공지능 로봇이 대신

하는 로봇 보조 수업(Robot Assistant Instruction, RAI)을 전망(홍정민, 2017)하게 하였다.

수학교육에서는 1990년대 초반 컴퓨터를 활용한 교육에 대한 관심이 높아지며 인공지능을 활용한 수학교육에 대한 관심도 시작되면서 수학교육에서 인공지능에 관한 연구가 시작되었다(이지혜, 허난, 2018). 우리나라에서는 인공지능 컴퓨터 보조학습을 개발하는 데 근간을 제공하기 위한 이론적 고찰을 하여 인공지능을 활용한 수학교육의 코스웨어 수업설계에 관한 연구를 하였다. 그러나 수학교육에서의 인공지능과 관련된 연구는 지속적으로 이루어지지 않았다(김원종, 1993). 이후 2016년 교육부에서 발표한 '지능정보사회에 대응한 중장기 교육정책의 방향과 전략 시안'의 학습자의 학습과 관련한 빅데이터와 인공지능을 활용한 개개인의 최적화된 맞춤형 교육으로의 변화가 예상됨에 따라 교육기업, 스타트업, 교육기관들을 중심으로 교육에 인공지능을 활용한 연구가 활발하게 이루어지고 있다(김화경 외, 2018). 또한 교실수업활동에서 효과적인 인공지능 교사의 활용과 그 역할에 대해 살펴보고 인공지능 기술과 수학 수업의 특성을 반영하여 인공지능 수학교사의 활용 방안을 제시하는 연구(김미령, 정경영, 노지화, 2019)가 이루어졌다. SRI Education(2014)는 개별화 학습 맞춤형 학습이 가능하도록 해주는 인공지능 활용 교육을 시사하였으며 김홍겸 외(2018)는 인간 교사를 대신할 인공지능 교사의 상호 보완적 관계에 대해서 심도 있는 논의를 하는 등 최근에 수학교육에 있어 인공지능의 적용 방안 및 그 역할과 기능에 대한 관심이 높아지고 있는 추세이다.

수학 교과는 선행 학습 내용의 한 부분이라도 이해하지 못하면 이후 내용을 이해하는 것이 거의 불가능한 학습내용의 뚜렷한 위계구조(hierarchical structure)를 가지고 있기 때문에 맞춤형 학습이 필요한 분야인데, 개별화의 실패로 수학포기자 현상이 지속적으로 발생하는 등 학교 수학교육은 큰 어려움을 겪고 있다. 이를 해결하기 위한 방법으로 인공지능을 통해 학습 상태를 진단하고 학습 경로를 안내하는 자기주도 학습 시스템이 시도되고 있다(김광진, 한재성, 2017).

하지만 수학교육에서 인공지능에 관한 연구가 도입 단계이며 아직까지 수학교육에서 인공지능 활용과 관련된 연구가 극히 한정적으로 이루어고 있다. 맞춤형 학습을 위해 인공지능을 활용한 시스템 구축에 관한 연구 또한 수학 교과를 소재로 일부 이루어졌으나 구체적인 프로그램을 개발하고 그에 관한 효과를 검증하는 연구가 구체적으로 이루어지지는 않았다. 반면 학습 도구를 개발하는 산업 분야에서는 수학학습용 애플리케이션이나 웹 프로그램에 인공지능의 활용을 다양하게 시도하고 있다(이지혜, 허난, 2018).

대표적으로 마타수학, MATHia X, iTalk2Learn 등을 들 수 있다. 마타수학은 빅데이터와 자체 개발한 인공지능 알고리즘을 이용하여 학생의 학습 결과에서 정·오답을 분석하고 학생의 취약점을 찾아 이를 처방하기 위하여 맞춤형 학습 경로를 추천

하고 문제를 제공해주는 수학학습 프로그램이다. MATHia X는 학생들이 온라인으로 학습한 과정을 분석하여 적절한 문제를 제공한다. 학생들의 학습을 추적하는 알고리즘을 이용하여 누적된 학습 데이터를 바탕으로 학생의 수준에 맞는 개별화된 학습 경로를 제공하고 있다. iTalk2Learn는 기계학습, 사용자 모델링, 지능형 개인 교수 시스템, 자연어 처리, 교육 심리학 및 수학 교육의 전문 지식을 모아 학제 간 프로젝트로 진행되어 개별 학생의 행동 패턴과 전체 학생의 누적 학습을 고려하여 수업을 추천해주어 학생들의 요구에 지능적으로 적응할 수 있도록 수학학습을 지원하는 학습 플랫폼이다. 학습 과정에서 학생의 반응과 학습에 대한 태도, 학습 상황에 대한 태도 및 정의적 부분을 감지하고, 절차와 개념 지식을 촉진하기 위한 다양한 구조화된 학습과제와 탐색적 학습 환경을 제공한다.

이와 같이 최근에는 수학교육에서 인공지능 기술을 기반으로 하는 서비스들이 제공되고 있으며 그 기술 수준 또한 빠르게 성장하고 있는 추세이다. 이는 인공지능을 활용한 교육은 학습자의 특성을 탐구하고 학습자가 필요한 것을 요청하지 않아도 학습자의 특성과 요구를 반영하여 컨텐츠를 제공하는 맞춤형 학습이 가능함을 보여준다.

Ⅲ. 인공지능 활용 수학학습 프로그램 개발

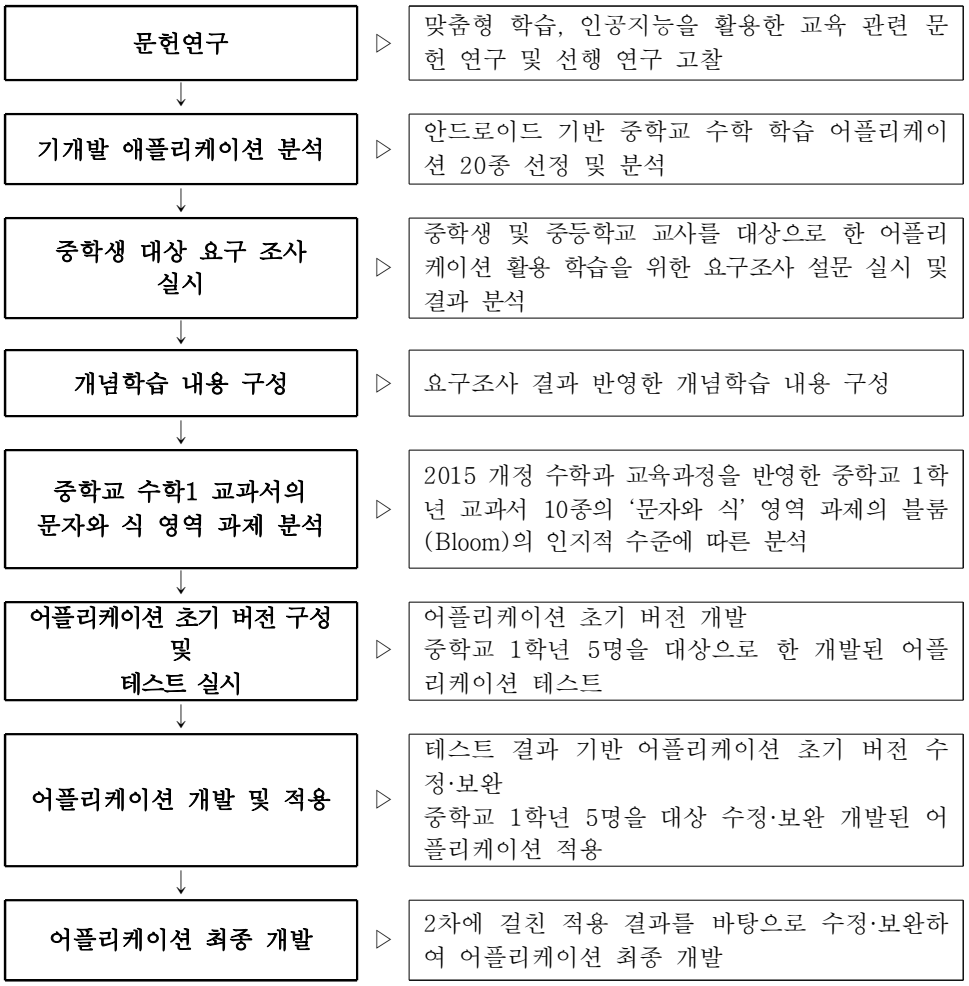
1. 개발 절차

본 연구에서는 인공지능을 활용한 맞춤형 수학학습 프로그램을 개발하기 위하여 다음 [그림 1]과 같은 과정 및 절차로 진행하였다.

구체적으로 본 연구에서 맞춤형 학습을 위하여 인공지능 기술을 도입한 어플리케이션을 개발하고자 우선 인공지능의 교육에서의 활용 관점으로 문헌연구를 시작하였다. 또한, 본 연구에서 개발한 어플리케이션이 인공지능을 활용한 맞춤형 학습을 지향함에 따라 인공지능 및 맞춤형 학습과 관련한 선행연구도 함께 진행하였다.

어플리케이션 개발에 앞서 현재 상용되고 있는 학습 어플리케이션의 현황 조사를 위하여 안드로이드 기반 플레이 스토어(play store)에서 ‘수학’과 ‘math’로 검색된 어플리케이션 중에서 연구 목적에 부합하는 어플리케이션을 선별하여 최종 20개의 어플리케이션을 선정하여 분석하였다. 선정된 어플리케이션을 학습 유형과 내용에 따라 설정한 기준에 의거하여 분석한 결과 수학 학습용 어플리케이션은 학습 내용 영역의 학습 목표 달성을 목적으로 개념중심형 및 문제중심형 학습 유형이 주로 많이 나타남을 알 수 있었으며 이에 대한 장·단점을 파악하여 맞춤형 수학학습 프로그램 개발

에 반영하였다.



[그림 1] 개발 절차

다음으로는 대상의 활용도를 높이기 위하여 중학생을 대상으로 어플리케이션을 활용한 학습할 경우에 대한 요구조사를 실시하였다. 요구조사는 학습환경, 학습관리의 외적 영역과 학습설정과 학습과정에 대한 내적영역으로 분류하여 문항을 구성하였다. 설문의 결과 학습 환경 설정에 대하여 학습자들 대부분이 학습자 스스로 다양한 학습 기능을 설정하는 것을 선호하며, 현재 학습의 현황에 대한 알림을 주는 것을 선호하는 것으로 나타났다. 또한, 학습할 내용에 대하여 교과서 단원의 순서대로 학습이 이루어지는 것을 선호하고 있으며 이는 프로그램을 통해 학교에서의 학습을 보조하

는 수단으로 이를 활용하고자하는 기대를 엿볼 수 있었다. 이러한 결과를 프로그램 환경 설정과 알고리즘 개발에 적용하였다.

내용 구성에서는 요구조사의 결과를 바탕으로 교육과정에 근거한 학습내용을 구성하였으며 영역의 선정은 스마트 기기 기반 환경에서 구현 가능한 중학교 수학의 내용 영역을 전문가 협의를 거쳐 중학교 1학년 '문자와 식' 단원을 선정하였다. 학습 내용은 교육과정에 근거하여 [표 1]과 같이 구성하였다. 현직 수학 교사에게 학습 내용의 위계 및 순서를 검토 받아 학습 내용 구성에 대한 신뢰도를 확보하였다.

학년	계열화 순서	학습 주제	평가	
중학교 1학년	1	문자를 사용하여 식으로 나타내기	중단원 평가	대단원 평가
	2	문자를 사용한 식		
	3	식의 값		
	4	일차식의 뜻	중단원 평가	
	5	일차식과 수의 곱셈, 나눗셈		
	6	일차식의 덧셈, 뺄셈		
	7	방정식과 그 해		
	8	등식의 성질을 이용한 방정식의 풀이	중단원 평가	
	9	일차방정식의 풀이		
	10	일차방정식의 활용		

[표 1] 학습 내용의 계열화

각 학습주제는 개념학습, 필수예제, 문제풀이로 구성되었으며 학습에 있어 기본적인 개념학습 후 학습을 위한 과제를 제공하기 위하여 2015 개정 교육과정을 반영한 중학교 수학1 교과서 10종의 문자와 식 영역에서 다루고 있는 과제를 Bloom의 교육목표 분류학(Taxonomy of Educational Objectives)을 바탕으로 인지적 수준에 따라 분류하였다. 과제의 인지적 수준 분류는 현직 교사 및 수학교육 전문가 4인이 교차 검토를 통해 분류하였으며, 인지적 수준에 따라 분류한 결과를 바탕으로 제공하는 문제의 난이도를 설정하여 프로그램에 반영하였다.

이와 같은 과정을 통하여 어플리케이션의 초기 버전을 개발하였다. 어플리케이션 초기 버전은 기존의 어플리케이션을 실행하는 방식이 아닌 웹을 통하여 접속하는 방식으로 개발되었다. 초기 개발된 프로그램에서의 학습 내용, 기능적 보완 및 학습자 요구도 반영을 위해 5명의 중학교 1학년 학생에게 적용하였다. 테스트는 겨울 방학 중에 실시하였기 때문에 참여한 5명의 학생은 적용하고자 하는 내용을 이미 학습한 상태였으며 학습자의 수준은 개인차가 있었다. 학생이 어플리케이션을 활용하여 수학

학습을 하는 모습을 관찰하고 학생이 학습을 진행하는데 어려움을 호소할 경우에 연구자가 개입하였다. 테스트 과정에서 나타난 개념학습과 문제 난이도에 대한 반응을 기록하였고, 실험 후 어플리케이션을 활용한 학습과 내용 구성 등에 대한 내용에 대한 인터뷰 결과를 초기 버전에서 발생한 기능적 오류 및 미비점을 수정·보완하는데 반영하였다.

테스트 결과, 어플리케이션 조작을 통해 학습 하는 과정에서 수식 입력창 사용이 불편하다는 지적이 있었다. 또한 틀린 문제에 대한 다시 풀기 기능이 필요하며 자신이 풀었던 내용을 확인하고 잘못된 부분을 수정하며 문제를 해결할 수 있도록 풀이 내용이 저장될 필요에 대한 요구가 있었다. 또한 문제 난이도가 갑자기 높아지는 것 같으며 난이도를 시스템이 아닌 학습자도 조절할 수 있도록 하는 기능이 추가 될 필요 제기 등이 제기되었다. 이후 이와 같은 테스트의 결과를 반영하고 디자인을 더하여 아이콘으로 활성화하는 어플리케이션 Math4U를 최종 개발하였다. Math4U는 모바일 환경에 적합하며, 문제를 풀 수 있는 충분한 공간이 확보되어 수학학습 활동에 적합한 스마트 기기 중 태블릿 PC에 적합하도록 최종 개발하였다.

2. 학습 시스템 구성

본 연구는 인공지능을 어플리케이션에 적용하여 학습자의 학습의 효율성을 높이고자 하였다. 교육 분야에서의 인공지능은 분석틀로 활용되고 있는 데이터 마이닝 및 다양한 자동화 솔루션들과는 차별화되어 본 연구에서는 학습자의 주도적 학습과 학습자 수준에 맞는 맞춤형 학습 방식 및 개별화된 문제의 제공, 학습 문제의 자체적 수준 변화 등의 AI적 요소를 적용하였다. 제공되는 각 과제에 대한 평가는 즉각적으로 이루어지며 학습의 결과로써의 평가가 아닌 학습을 위한 평가를 구현하기 위해 학습의 결과를 다음 학습을 위한 정보로 제공하도록 하였다.

본 연구에서 개발된 어플리케이션은 단원, 문제 유형, 난이도에 따라 문제 데이터베이스를 확보하여 신경망을 통한 분석 결과를 활용하여 오분류 된 난이도 및 문제 패턴을 Back-Propagation하여 시스템 스스로 자가 판단을 할 수 있도록 구현하였다. 개선된 데이터를 반복하여 동일 학습자에게 개별 정보로 제공함으로써 스마트한 학습 시스템이 구현되도록 하였다. 결국 학습과정을 통하여 학습자가 취약한 수학 단원 및 문제 유형 등에 대한 패턴 등을 파악할 수 있다.

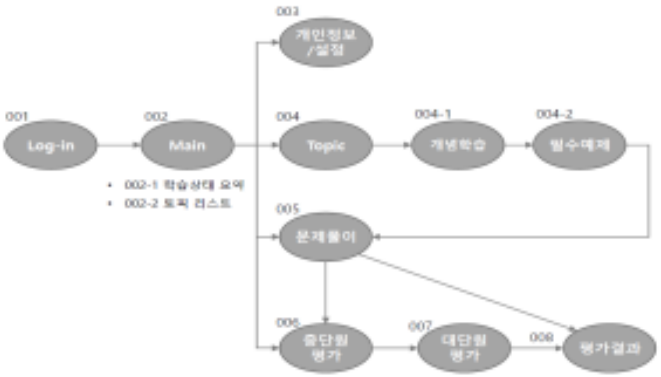
본 연구에서 개발한 어플리케이션의 학습 시스템은 다음 [표 2]에서의 4가지 AI 분석 방법인 설명적 분석, 진단적 분석, 예측분석, 처방적 분석을 사용하였다.

구분	설명
설명적 분석	가장 기본적인 분석 기능으로 학생들의 문제 풀이에 대한 정·오답 비율 등을 분석함 학생의 학업 수준을 파악하고 문제의 난이도에 대한 적적성 판단
진단적 분석	설명적 데이터를 더욱 세분화하고 필터링해서 학생의 학업 성취도에 대한 분석과 학습 항목 단위별 성취 수준 등을 세부적으로 파악함 분석된 결과를 기반으로 문제 난이도에 대한 진단과 개선을 통하여 가중치 변경 작업을 수행
예측 분석	축적된 데이터와 진단적 분석 자료를 바탕으로 신규 학습자 및 새로운 문제에 대한 레벨을 예측하고 Back-Propagation된 결과를 적용
처방적 분석	예측 기능을 적용하여 학생의 학습 패턴 등을 인지하고 패턴에 따라 예측된 문제를 제공하여 적합한 학습 방법을 제안함 자가 판단되어 변형된 유형 및 난이도의 문제를 반복 제공하여 실질적인 학습 향상에 도움을 줌

[표 2] AI 분석 방법

3. 프로그램 구조

개발 프로그램의 구조는 다음 [그림 2]와 같다.

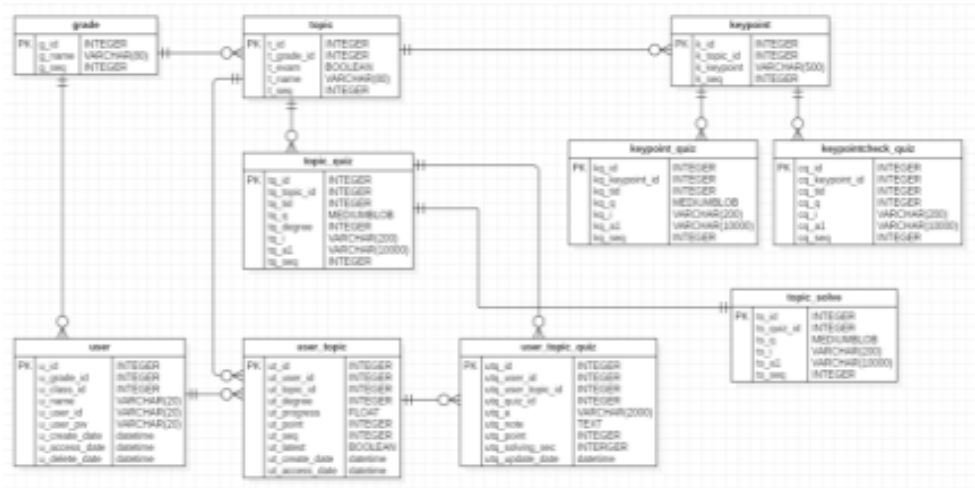


[그림 2] 프로그램 구조도

[그림 2]의 프로그램 구조에 대한 데이터베이스 시스템 구성을 위해 각 DB스키마를 [표 3]과 같이 10개로 구분하여 설정하였으며 각 스키마는 필드를 구분하여 [그림 3]과 같이 구성하였다.

번호	DB table 이름	설명	Field
1	grade	학년 등급 테이블	3
2	user	사용자 테이블	9
3	usre_topic	사용자 개념학습 테이블	8
4	user_topic_quiz	사용자 문제풀리/단원평가 테이블	10
5	topic	개념학습 테이블	5
6	topic_quiz	문제풀이/소단원평가 테이블	8
7	topic_solve	풀이과정 테이블	6
8	keypoint	정리 테이블	4
9	keypoint_quiz	정리 설명 테이블	7
10	leypointcheck_quiz	필수예제 테이블	7

[표 3] 데이터 스키마



[그림 3] 데이터 스키마 구성

Ⅳ. 연구 결과

1. Math4U 어플리케이션의 구성 요소 및 특징

학습자의 수준에 맞는 맞춤형 학습을 제공하여 학습자 스스로 학습을 할 수 있도록 돕는 Math4U 어플리케이션은 중학교 1학년 '문자와 식' 단원을 효율적으로 학습할 수 있도록 학습 주제별로 개발하였다. 어플리케이션은 개인의 학습 정도를 확인할 수 있고 학습 방법을 안내하며 학습자의 조작활동에 따른 학습의 과정과 결과를 확

인할 수 있는 UI(User Interface) 부분과 학생의 수준에 따라 문제가 제공되고 학습자의 문제 해결 결과에 따른 문제 난이도가 변화되도록 어플리케이션이 작동하도록 하는 부분으로 나뉘어 구성되어있다. 어플리케이션은 실행되는 순서에 따라 학습 시작 전 로그인 화면 및 학습자에 따른 학습 수준과 학습 진행을 스스로 설정할 수 있도록 하는 학습자정보 화면, 학습 주제 선택화면, 선택한 학습 주제에 따른 학습 진행 화면, 학습의 결과를 확인할 수 있는 학습 결과 화면으로 나눌 수 있다. 각각의 구성에 대한 특징을 설명하면 다음과 같다.

1. 학습자정보 화면

어플리케이션을 처음 구동하였을 때 어플리케이션을 이용할 수 있는 로그인을 하도록 되어있다. 학습자는 자신의 개인 아이디와 비빌 번호로 로그인을 함으로써 어플리케이션을 활용한 학습에 진입할 수 있도록 하여 맞춤형 학습을 할 수 있도록 학습자 개개인의 학습 데이터가 누적되고 실시간으로 분석되는데 활용되도록 하였다. 또한 학습자 개인 설정을 할 수 있도록 하여 자신의 개인 정보와 시스템이 자동적으로 제공하는 수준별 문제나 학습 진행에 따른 학습만이 아니라 학생 스스로 학습을 주도적으로 관리하고 자신의 학습 정도와 수준 변화 여부를 스스로 설정하여 학습할 수 있도록 구성되었다([그림 4]). 이는 학습자의 학습 성향을 고려한 학습이 이루어질 수 있도록 구성된 것이며, 학습자 요구도 조사 결과에서 학습 환경 설정에 대하여 학습자 스스로 다양한 학습 기능을 설정하는 것을 선호하는 결과를 반영한 것이다.

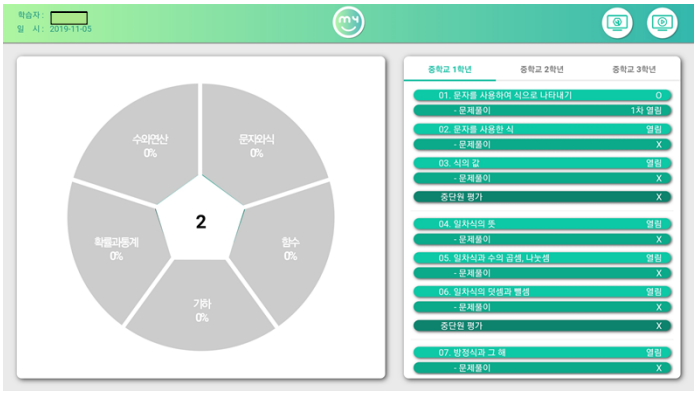
[그림 4] 학습자정보 및 개인 설정 화면

2. 학습 주제 선택 화면

개발된 어플리케이션은 학습자가 자신의 학년과 학습할 내용 영역을 선택할 수 있

도록 하였으나 어플리케이션을 통한 학습은 중학교 1학년 '문자와 식' 단원으로 제한하여 개발되었다. 학습자의 학습 진행 화면에서 학습 성취율과 학습 수준이 제시되며 학습 주제별로 학습 달성률이 나타난다. 학습 주제는 [표 10]에서와 같이 교육과정에 기반 하여 구성되었다. 이는 대부분의 수학학습 어플리케이션을 분석한 결과, 대부분이 그 목표와 접근 방식이 우리나라 학교수학이나 교육과정의 목표와 접근 방법에 기반을 두고 있다고 보기 어렵고(김윤아, 유제일, 신재홍, 2015), 학습할 내용에 대하여 교과서 단원의 순서대로 학습이 이루어지는 것을 선호하는 학습자 요구도 조사 결과를 반영한 것이다.

학습은 주제별로 선택 가능하나 각 주제별 문제풀이는 주제별 개념학습과 필수예제를 실행 한 후 선택할 수 있도록 하였으며 이후 필요시 상시 선택하여 학습할 수 있도록 구성하였다.

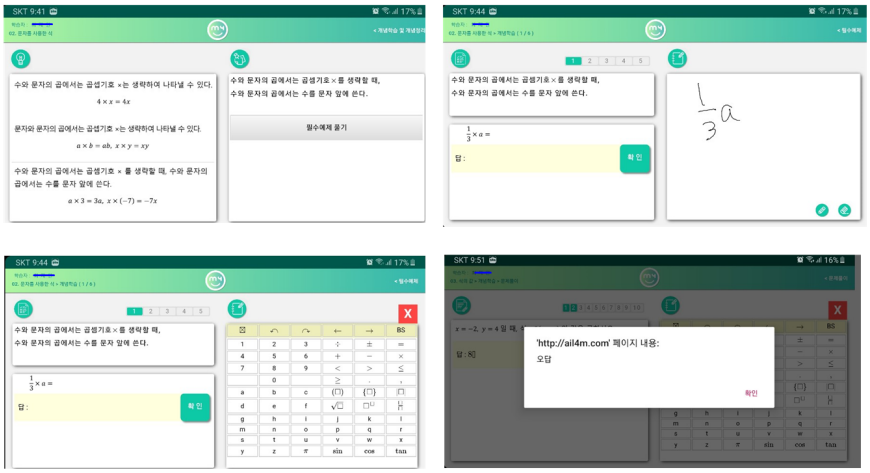


[그림 5] 학습 주제 선택 화면

3. 학습 진행 화면

학습의 진행은 선택한 주제별로 개념학습, 필수예제 및 문제풀이의 과정으로 구성되어 있다. 학습자는 선택한 학습 주제에 대한 개념학습을 실시하고 각 주제에서의 필수 예제를 확인할 수 있다. 프로그램 개발을 위한 학습자 요구조사의 결과를 바탕으로 교육과정에 근거한 학습내용을 구성하였으며 학습자가 직접 문제를 해결할 때 별도의 도구를 필요로 하지 않고도 스마트 기기의 기능을 활용하여 용이하게 학습을 하기를 원하는 학습자의 요구를 반영하였다. 필수 예제 및 문제풀이에서 별도의 필기도구를 활용하지 않고 학습 진행 화면에서 제시하는 연습장을 활용하여 문제를 풀 수 있도록 하였으며 별도의 입력기를 통해 정답을 입력할 수 있으며 이에 대한 즉각적인 정 오답의 확인을 하며 수준별 학습을 하도록 [그림 6]과 같이 구성되었다.

학습은 학습에 따라 결정되는 수준별로 단답형 또는 선택형 문제가 제공되고 학습자에 학습 결과와 수준에 따라 달리 제공되는 문제를 풀도록 구성되었다. 이 때 제공되는 문제는 초기 설정된 난이도에 따라 학습자의 난이도에 맞는 문제가 제공되며 지속적인 학습자의 학습 결과와 수준에 따라 즉시 자동 분석된 결과에 의해 제공되는 문제의 수준과 난이도가 조정되도록 시스템화 되었다.



[그림 6] 학습 진행 화면

4. 학습 결과 화면

학습 결과를 확인하는 것은 문제풀이, 중단원 평가와 대단원평가 별로 각각 확인할 수 있다. 풀었던 부분을 다시 선택하면 자신의 학습 결과를 [그림 7]과 같이 확인할 수 있다. 문제풀이, 중단원 평가와 대단원평가는 다시 풀기 또한 가능하도록 구성되었다. 학습 결과에서는 학습자의 학습 수준 변화와 현재 수준을 확인할 수 있으며, 학습 결과 화면에서 새로운 문제를 다시 풀고 싶을 때, 틀린 문제를 다시 풀고 싶을 때, 풀이를 보고 싶을 때 각각에 대한 선택이 가능하도록 구성되었다. 학습자는 틀린 문제에서의 자신의 풀이와 풀이과정을 비교하여 자신의 실수를 확인도 가능하도록 하였다.

[그림 7] 학습 결과 화면

Ⅴ. 결론

본 연구에서는 스마트 기기를 활용하여 인공지능을 활용한 맞춤형 수학 학습 프로그램 개발을 위하여 중학교 1학년 '문자와 식' 단원에 대한 어플리케이션을 개발하는 과정과 절차를 소개하고 개발 어플리케이션의 구성과 특징을 소개하였다.

구체적으로 수학교육에 있어서 인공지능의 활용에 관한 선행연구들을 살펴보고 수학교육에 있어서 인공지능의 적용 및 활용에 대한 논의를 하였다. 또한 맞춤형 학습 프로그램 개발을 위해 기존에 개발된 수학학습용 어플리케이션을 조사하고 이를 분석하였으며 학생들을 대상으로 한 요구도 조사를 실시하여 그 결과를 개발 프로그램에 활용하였다. 프로그램 개발을 위해 선정한 학습 내용은 학습자 요구조사의 결과를 바탕으로 교육과정에 근거한 학습내용을 구성하였으며 별도의 필기도구를 필요로 하지 않고도 스마트 기기의 기능을 활용하여 용이하게 학습을 할 수 있도록 하였다. 스마트 기기 기반 환경에서 구현 가능한 중학교 수학의 내용 영역을 전문가 협의를 거쳐 중학교 1학년 '문자와 식' 단원을 선정하였다. 각 학습주제는 개념학습, 필수예제, 문제풀이로 구성되었으며 학습에 있어 기본적인 개념학습 후 학습을 위한 과제를 제공하기 위하여 2015 개정 교육과정을 반영한 중학교 수학1 교과서 10종의 문자와 식 영역에서 다루고 있는 과제를 인지 수준으로 구분하여 활용하였다.

이러한 내용을 포함한 어플리케이션의 초기 버전을 개발하고 이를 적용한 테스트를 통해 초기 버전에서 발생한 기능적 오류 및 미비점을 수정·보완하여 어플리케이션 Math4U를 최종 개발하였다. Math4U는 모바일 환경에 적합하며, 수학학습 활동에 적합한 스마트 기기 중 태블릿 PC에 적합하도록 개발되었다.

본 연구에서 개발된 어플리케이션은 단원, 문제 유형, 난이도에 따라 문제 데이터베이스를 확보하여 신경망을 통한 분석 결과를 활용하여 시스템 스스로 자가 판단을 할 수 있도록 Back-Propagation을 활용하여 구현하였다. 개선된 데이터를 반복하여 동일 학습자에게 개별 정보로 제공함으로써 학습과정을 통하여 학습자가 취약한 수학 단원 및 문제 유형 등에 대한 패턴 등을 파악하고 AI 분석 방법인 설명적 분석,

진단적 분석, 예측분석, 처방적 분석을 사용하여 시스템을 구성하였다. 이렇게 구성된 어플리케이션은 실행되는 순서에 따라 로그인 화면 및 학습자정보 화면, 학습 주제 선택화면, 학습 진행 화면, 수학학습 결과 화면으로 나누어지며 각 화면은 학습자가 스스로 학습을 주도할 수 있고 학습자가 자신의 수준과 성취를 확인할 수 있도록 구성되었다.

본 연구에서 개발한 맞춤형 수학 학습 프로그램이 기대하는 잠재적 효과는 다음과 같다. 첫째, 개별학습에서의 교육의 순기능 역할을 할 것이다. 학습자에 따른 성취도 진단 및 처방을 통해 스스로 학습 하는 체제를 갖출 수 있을 것이며, 지식을 재구성할 수 있는 교수·학습 방법과 창의적 문제 해결과 과정 중심의 개별화된 학습이 가능하며, 교육체제의 유연성이 강화되고 개인의 선호 및 수준과 관련된 적응 학습을 구현할 수 있을 것이다. 또한 학생 개개인의 수준과 적성에 맞춰 학습을 할 수 있으며 상호작용이 가능한 학습이 가능하며, 정보기술을 통해 언제 어디서나 원하는 학습을 할 수 있고 학습 선택권이 보장되는 교육환경이 조성되어 지식정보화 시대에 부합하는 미래형 교육 방법 구현의 기반을 제공할 수 있을 것이다. 또한 최신 기술에 대한 관심과 그에 따른 학습동기 유발 및 스마트 기기를 활용한 즉각적인 해결을 통한 자기 주도적인 학습이 가능할 것이다.

둘째, 교육 평등을 위한 기반을 제공 할 것이다. 교육에서 소외감을 느끼는 사회 소외계층의 학생들에게도 저비용으로 학생 개개인에게 맞춤형 학습을 제공하여 고른 교육의 기회를 제공할 수 있다. 학생 개개인의 수준과 적성에 맞는 개별화된 학습을 지원하여 수학에 대한 자신감을 불어 넣고 AI 교사와의 상호작용을 통해 수학에 대한 흥미와 자신감을 느낄 수 있도록 할 수 있으며, 수학을 어려워하는 학생이라도 학생을 끝까지 포기하지 않고 수학을 학습 할 수 있도록 도울 수 있을 것이다. 또한 수학 기피자나 수학 학습 단절 현상으로 인해 학습에 어려움을 겪고 있는 학생들에게 학습 기회를 제공할 수 있을 것이다.

본 연구는 개발 연구로서 프로그램 개발 과정과 그 구성을 소개하는 것으로 인공지능을 활용한 수학학습 프로그램의 개발 가능성에 대한 내용 확인에 그친 제한점을 지니고 있다. 따라서 본 연구의 결과물인 어플리케이션의 적용 및 그 효과에 대한 후속연구를 진행하여 인공지능을 활용한 수학 학습용 프로그램의 교육적 효과 및 그 적용 가능성에 대한 후속연구가 이루어질 필요가 있다. 또한 태블릿 PC뿐 아니라 웹 프로그램 및 다양한 스마트 기기에도 활용 가능한 프로그램이 개발되어야 할 필요가 있다.

본 연구의 개발 사례는 인공지능을 활용한 개인 맞춤형 수학학습 프로그램을 개발한 것으로서 이러한 개발 연구는 향후 인공지능이 수학학습에 어떠한 방향으로 활용될 것인지에 대한 시사점을 줄 수 있으며, 나아가 학습자에게 개별화된 맞춤형 학습 콘텐츠를 제공할 수 있어 학습자가 자기 주도적으로 학습할 수 있도록 인공지능을

활용한 수학학습용 프로그램 개발의 활성화에 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

참고문헌

[1] 교육과학기술부. 인공지능 시스템 교육추진 전략, 보도자료(2011. 06.29).
[2] 김광진, 한재성. 4차 산업혁명과 수학 교육. *한국멀티미디어학회지*, 21(4), 33-38(2017).
[3] 김미령, 정경영, 노지화. 수업활동 기반 협력적 인공지능 수학교사 개발에 대한 고찰. *East Asian Mathematics Journal, 35*(4), 507-528(2019).
[4] 김부미. 우리나라의 ICT환경 기반 수학 학습 현황 분석. *교과교육학연구*, 16(3), 657-687(2012).
[5] 김부미. 모바일 기반 수학 학습 어플리케이션 개발 및 활용 방안. *학교수학*, 19(3), 593-615(2017).
[6] 김성식. 인공지능 기법. 서울:홍릉과학출판사. (1996).
[7] 김영록, 정미현, 김재현. 스마트기기의 교육적 이용 실태 및 활용 방안 연구. *인터넷정보학회논문지*, 14(3), 47-55 (2013).
[8] 김용권. 학교에서의 컴퓨터 도입과 활용방안 연구. 한국교육개발원 RR 87-31(1987).
[9] 김윤아, 유제일, 신재홍. 스마트 교육환경에서 함수학습을 위한 어플리케이션 개발. 학습자중심교과교육연구, 15(10), 333-352(2015).
[10] 김홍겸, 박창수, 정시훈, 고호경. 미래교육에서의 인간 교사와 인공지능 교사의 상호 보완적 관계에 대한 소고. *교육문화연구*, 24(6), 189-207(2018).
[11] 김화경, 계보경, 이지윤, 임완철, 최인영. *지능정보기술을 활용한 수학교육 변화 방안 연구*, 한국과학창의재단(2018).
[12] 이지혜, 허난. 수학교육의 변화와 인공지능과의 연관성 탐색. *수학교육논문집*, 32(1), 509-522(2018).
[13] 이지혜, 허난. 웹 또는 어플리케이션 활용 수학 학습 프로그램 구성에 대한 요구도 분석. *East Asian Mathematical Journal, 35*(2), 199-216(2019).
[14] 조은순. 교육공학 관점에서 보는 미래 교육환경. *교육공학연구, 31*(3), 687-708(2015).
[15] 최상덕. *미래 인재 양성을 위한 핵심역량 교육 및 혁신적 학습생태계 구축 (Ⅱ)*. 한국교육개발원 연구보고 RR 2014-16(2015).
[16] 허희옥, 양은주, 김다원, 문용선, 최종근. 인공지능 시대의 인간 지능과 학습. *교*

육철학연구, 39(1), 101-132(2013).
[17] 홍정민. 4차 산업혁명 시대의 미래 교육, 에듀테크. 서울: 책밥. (2017).
[18] World Economic Forum. *New Vision for Education: Fostering Social and Emotion al Learning Through Technology.* (2016).
[19] Golinkoff, R, M., & Hirsh-Pasek, K.. 최고의 교육(김선아 역). 서울: 예문아카이브. (2018).
[20] Harari, Y.. 21세기를 위한 21가지 제언: 더 나은 오늘은 어떻게 가능한가(전병근 역). 서울: 김영사. (2018).

Ee, Ji Hye
Ajou University
Suwon, 16499 Korea
E-mail address: ee.jihye.ee@gmail.com

Huh, Nan
Kyonggi University
Suwon, 16227 Korea
E-mail address: huhnan@kyonggi.ac.kr