

수업활동 기반 협력적 인공지능 수학교사 개발에 대한 고찰

Examining Development of Collaborative Artificial Intelligence in the Context of Classroom Instruction

김 미 령 · 정 경 영 · 노 지 화¹⁾

ABSTRACT. As various changes in education in general and learning environment in particular have promoted different needs and expectations for learning at both personal and social levels, the roles that schools and school teachers typically have with respect to their students are being challenged. Especially with the recent, rapid progress of the artificial intelligence(AI) field, AI could serve beyond the way in which it has been used. Based on a review of some of the related literature and the current development of AI, a view on utilizing AI to be a collaborative, complementary partner with an human mathematics teacher in the classroom in order to support both students and teachers will be discussed.

I. 서론

다양한 교육환경의 변화와 함께 오늘날 학교 교육에 대한 개인적·사회적 차원에서의 기대와 요구가 높아지면서 교사에게는 다양한 역할이 요구되고 있다(교육과학기술부, 2011; Guilherme, 2017) 다양한 요구에 효과적으로 대응하면서 학습자와 사회가 원하는 질 높은 교육이라는 실제적 성과를 창출하기 위해서는, 학교 현장에서 직접적인 교수학습을 담당하는 교사의 역량 향상이 전제되어야 한다. 교사양성과정과 교사 재교육 과정 등을 통해 교사 역량 함양 및 향상을 위한 기

Received August 4, 2019; Revised August 29, 2019; Accepted August 31, 2019.

2010 Mathematics Subject Classification: 97R40, 97U50

Key words: artificial intelligence, mathematics education, teacher role

1) Corresponding author

회가 제공되고 있음에도 불구하고, 여전히 수업 및 업무 등 많은 역할을 담당하고 있는 교사들에게 모든 역할에서 지속적인 자기 개발을 기대하는 것에는 현실적으로 한계가 있다(최돈형 외, 2010). 사회 제반 영역에서 인공지능(Artificial Intelligence, AI)을 활용하는 방법에 대한 활발한 논의와 개발이 이루어지는 시점에서, 학교 현장에서 인공지능 교사의 효과적인 활용을 통해 교사에게 기대되어지는 역할을 분담하게 된다면, 각 교사는 각자에게 최적화된 역할 수행과 개선을 위한 노력에 집중할 수 있기 때문에 그 교육적인 효과는 교육의 질, 따라서 학생의 학습 기회에 직접적으로 영향을 끼칠 것이다.

최근 사교육 시장에서 인공지능을 활용한 수학 보조 프로그램 개발에 힘을 쏟고 있으며, 초등학교 급에서 이미 출시된 프로그램들이 있다(서울경제, 2019). 수학 프로그램의 체험판 사용으로 보면 그 역할 또는 활용 방법은 주로 학생 스스로 학습을 확인, 보충 및 연습에 있는 것으로 파악된다. 학생들의 선택적 접근 범주에 있는 사교육에서 그 목적에 적합한 방식으로 인공지능을 개발, 활용하는 것과 같이, 모든 학생들에게 그 접근권이 부여되는 공교육에서도 학생의 학습을 위한 목적이나 교사의 교수활동을 위한 목적에 적합한 인공지능의 활용방안을 모색하고 그에 맞는 개발 방향에 대한 탐색이 필요하다. 이는 모든 학생에게 제공되는 교육 기회와 사용 가능한 학습 자원의 형평성 차원에서도 그러하다(Anderson & Tate, 2015). 특히, 교사의 역할 분담 측면을 고려한다면, 교실 활동에서 인공지능 교사의 적극적 활용이 이루어져야 할 것이다. 교실 활동의 범주에는 크게 수업활동, 생활지도, 학급경영의 세 가지 영역이 포함되는데(김현진 외, 2010), 이 중 인공지능 교사의 활용이 교사의 역할 분담과 그로 인한 교육의 질에 직접적으로 영향을 끼칠 수 있는 부분이 수업활동이다. 따라서 수업 활동에서 인간 교사와의 협력적 관계를 기반으로 한 인공지능 수학 교사의 역할 규정과 그 역할 수행에 필요한 자료 개발이 시급하다. 본 논문에서는 선행 연구와 관련 문헌 조사를 통해 교사와의 협력적 상황에서 인공지능 수학 교사를 활용할 수 있는 다양한 방안을 탐색하고, 실제적인 구현을 위한 개발에 참여할 구성원들(예를 들어, 인공지능 수학교사 하드웨어 개발자, 교육자료 개발자 등)에게 유용한 정보를 제공하고자 한다.

II. 인공지능 교사/수학교사 개발의 국내외 동향

공리와 논리를 바탕으로 하는 수학 분야에서 인공지능의 기계학습·추론·문제 해결 능력이 평균적인 인간 수준 또는 그 이상에 도달하여 수학교육에 인공지능 도입을 가능하게 하였으며, 이에 전통적인 교육이 가지고 있는 난제를 해결하여 교육을 더 높은 수준으로 이끌 것으로 기대되고 있다(김화경 외, 2018; Kaplan,

2016). 인공지능 교사의 정의는 다양하게 제시되고 있는데, 최근 연구인 김홍겸 외(2018)에서는 선행 연구에서 제시한 정의들을 종합하여 ‘AI 교사-인공지능 기술을 바탕으로 교사의 역할 중 일부를 담당하는 교수 매체’로 정의하고 있다.

인간 교사의 경우 학습자와 감정적인 상호작용, 교육활동에 대한 가치판단, 인공지능이 수행하는 학습에 대한 설계 및 운영, 관계를 바탕으로 한 상담에서 그 역량을 최적으로 발휘할 수 있다면, 인공지능 교사의 경우 알고리즘화 할 수 있고 데이터를 축적할 수 있는 것이 비교적 용이한 기계적인 학습, 개별화 학습, 정형화된 논의, 학습의 다양화, 정형화된 평가를 최적으로 수행할 수 있다고 제안된다(박종향·신나민, 2017; Koedinger 외, 2013). 인공지능 기술이 발전함에 따라 기술을 교육에 활용하고자 하는 연구와 실행이 국내외적으로 잇따르고 있는 가운데 이에 인공지능 교사 또는 인공지능 수학교사 개발의 국내외 동향을 살펴보고자 한다.

1. 국외 인공지능 교사/수학교사 개발 동향

미국 등 주요 선진국은 디지털 기술과 인공지능으로 전자 교과서를 도입하고 디지털 기기를 수업에서 활용하고 인공지능 교사를 수업에 도입하여 학습자 맞춤형 교육을 제공하여 학습의 효과를 높이고 학습 과정에서의 축적된 빅데이터로 더욱 진보하고 있다.

뉴질랜드에서는 인공지능 수학교사 ‘에이미’가 고등학교 10곳에서 수학을 가르치고 있다. 에이미는 Osnova사가 개발한 세계 최초의 대화형 수학 인공지능 개인 교사로 기존의 인공지능 수학 학습 시스템이 디지털 교실 또는 디지털 교과서의 형태로 모델링된 것에 반해 하나의 개인 교사의 형태로 설계된 것이다(김화경 외, 2018). 이 인공지능 교사는 학생들의 수학 학습 과정에서의 부족한 수학적 지식과 학생이 알아야 하는 것을 가르쳐주고 학생의 문제풀이 과정의 오류에 대한 개인별 맞춤 피드백을 제공한다. 또한 교사들에게는 인공지능 교사와 학습한 학생들의 개별 평가에 대한 즉각적인 채점 결과와 학습 과정에서 보이는 학생의 집중 정도를 포함한 학생의 학습 정보에 대한 피드백을 제공해준다.

일본에서는 인공지능 로봇 ‘뮤지오’가 학생들의 영어 발음 교정과 회화 학습을 돕고 있다. 뮤지오는 미국기업 AKA 인텔리전스사가 제작한 것으로 미국의 드라마나 영어교재를 통해 회화를 학습한 인공지능이 학습자와 예문을 통한 회화 연습뿐만 아니라 학습자와의 소통 과정을 학습함으로써 자유로운 대화도 가능하다. 2017년 9월 교토의 도시샤중학교를 시작으로 일본 전역의 초등 및 중등학교에 배치되어 영어 학습 보조교사의 역할을 하고 있으며 영어 교육의 혁신을 주도하는 일본의 국공립 교육기관 및 업계의 많은 기대를 모으고 있다(인공지능신문, 2017).

영국의 한 초등학교에서는 컴퓨터를 통해 학생들과 1대1로 만나 수학 과목을

개인지도하는 인공지능 교사를 정규 수학교과 과정에 투입하였다. 이 인공지능 수학교사는 유니버시티 칼리지 런던(UCL) 대학 과학자들과 서드 스페이스 러닝(Third Space Learning)이라는 기업이 공동으로 개발한 것으로 머신러닝 기술로 인간 교수법을 익힌 인공지능 교사가 학생 개개인의 상황에 따라 적절한 대화를 해나가면서 1대1 맞춤형 개인지도를 수행한다. 현재 영국의 페이크먼 초등학교에서 진행되고 있는 인공지능 수학 교사는 대내외적으로 좋은 반응을 얻고 있는 것으로 분석되고 있다(사이언스타임즈, 2016).

미국의 캔자스주 위치토의 중·고등학교는 카네기멜론대학의 Carnegie learning이 개발한 인공지능 교사 메티아(MATHia)를 사용하고 있다(월간APP, 2018). K-6부터 K-12학년까지의 수학 학습을 지원하는 미국의 대표적인 지능형 교수 시스템으로 인지 이론을 기반으로 학생들의 수학 학습과 문제 해결 과정을 분석하고 그에 맞춰 피드백을 제공하고 적절한 문제를 제시하여 인간 가정교사와 같이 질문을 다시 하거나, 학생이 어려워하는 부분에 대해 설명해주고 학생 수준에 맞는 비계를 제공한다(김화경 외, 2018). 메티아는 모든 학생들에게 1대1 맞춤형 학습을 제공하는 것과 동시에 더 높은 과정으로 도전하고자 하는 학생들을 지원한다. 학생의 학습 진도나 학습 내용의 이해도 분석 결과는 학생 본인과 학생의 교사도 파악할 수 있으므로 학생 스스로의 학습과 교사의 일반적인 수업 활용이 가능하다.

2. 국내 인공지능 교사/수학교사 개발 동향

국내에서는 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) 그러나 대부분 사교육 또는 민간 기업을 중심으로 유료 플랫폼을 개발하여 사교육에서 활용되고 있으며(김화경 외, 2018) 최근에 이르러 학교 현장에도 인공지능을 적용하려는 시도가 이루어지고 있다. 국내 사교육 및 공교육에서의 인공지능 교사 또는 수학교사의 동향을 살펴보면 다음과 같다.

교육기업 W사는 미국 실리콘벨리의 머신러닝 전문기업 키드앤티브와 공동 개발한 초등 수학 학습 프로그램인 AI수학을 내놓았다. 인공지능 교사가 문항의 난이도나 평균 오답률 분석뿐만 아니라 체감 난이도, 예측 정답률, 걱정 풀이 시간 등 학습 습관까지 다각적으로 분석하여 학생별로 꼭 학습해야 할 문항을 엄선한 후 최적의 학습 코스를 설계해 주고, 학습 데이터를 실시간으로 분석해 성적 향상을 방해하는 나쁜 습관을 바로 교정해주는 것이 특징이다(동아일보,

2019).

교육기업 K사는 IBM의 인공지능 왓슨(Watson)의 한국어 버전인 레드펜 AI 수학을 출시했다. 학습자가 수학 문제를 풀다가 궁금한 점을 음성으로 질문하면 AI가 답을 하고 아이 트래킹(Eye Tracking)기술로 학습자의 눈동자를 인식해 학습 태도까지 분석한다. 또한 학습자가 수학 문제를 풀면 개념별로 성취도 분석을 제공하고, 단순히 점수만 확인하는 채점이 아니라 실수로 문제를 틀렸는지, 추측으로 정답을 맞혔는지, 정상적으로 문제를 풀었는지 확인할 수 있다(서울경제, 2019).

국공립 유치원과 어린이집에서는 책 읽어주는 인공지능 로봇 ‘루카’를 도입하였다. 루카는 2019년 유아교육 전문기업 K사가 출시한 것으로 세계에서 가장 빠르고 정확한 이미지 인식 기술을 활용하여 유아를 위한 독서와 영어 수업과 결합한 프로그램을 제공한다. 현재 2만여 대의 루카가 전국 유치원과 어린이집에 보급된 상태이며 인공지능이 수집한 데이터를 통해 아이들에게 적합한 교육을 지도할 수 있어 교육현장에서 직접 사용한 교사들의 만족도가 높다고 한다(디지털타임스, 2019).

한국교육방송(EBS)에서 2017년에 인공지능 수학교육 플랫폼을 개발하는 교육 기술 스타트업인 노리와와 사업협력을 통한 콘텐츠를 공급하여 수학과목에 대해 선수개념이 부족한 ‘수포자’ 방지를 위해 딥러닝 기반 개인 수준 진단과 분석을 통한 맞춤형 학습서비스와 챗봇 기반 Q&A서비스를 구축하였다. 2018년에는 AI에 기반해 개인 수준별로 문항을 자동으로 생성해주는 서비스를 신규로 구축하고, ‘일대일 맞춤 교육 서비스’로 기존의 일대일 학습 튜터링의 문제 추천방식을 자동생성으로 고도화하였다.(이투데이, 2018)

교육부는 2019년 7월에 초등학교 영어교육 내실화 계획을 발표하였으며 주요 내용 중에 영어 말하기 교수·학습 지원을 위한 AI 활용 ‘영어말하기연습시스템’을 구축한다고 하였다. 이 시스템은 인공지능과 1대1 대화 연습 및 학습자 데이터 분석에 기반한 맞춤형 영어콘텐츠 추천 등의 기능을 갖춰 학생들에게 학교 안팎에서 풍부한 듣기·말하기 기회를 제공할 예정이다. 2019년 하반기에 온라인 LMS(Learning Management System)를 통한 학습관리시스템 개발하여 2020년에 수업 활용 연수 실시 후 연구·시범학교 운영을 통한 프로그램의 효과성 분석 및 시스템·콘텐츠를 보완할 계획이다(교육부, 2019). 또한 교육부는 교육용 콘텐츠 오픈마켓을 연계한 지능형 학습 분석 플랫폼과 수학 AI를 2019년 하반기에 도입하여 초등 저학년을 위한 AI 수학 교과서를 사용하여 게임처럼 문제를 풀면서 AI가 학생들의 수준을 진단하게 될 것이라고 하였다(중앙일보, 2019).

서울시교육청은 2019년 하반기에 인공지능 기반 영어학습플랫폼을 일부 초등 학교를 대상으로 시범 적용한 후 2020년에 확대 적용할 계획이다. ‘영어학습플랫

폼'은 다양한 영어학습 콘텐츠를 플랫폼에 연결시키고, 인공지능 기술을 활용하여 학습자 개인의 취약점을 분석, 학습자의 수준에 맞는 최적화된 콘텐츠를 제공하고 이를 교사가 관리하는 시스템이다(서울시교육청, 2019).

Ⅲ. 교실수업활동에서 인공지능 수학교사의 활용

앞에서 언급한 것과 같이 본 논문에서는 교육의 질에 직접적인 관련이 있는 교실수업활동에서 효과적인 인공지능 교사의 활용과 그 역할에 대해 살펴보는 것이 목적이다. 이를 위해, 다양한 분야에서의 관련 선행연구 결과를 기초로, 현재 개발되어 있는 인공지능 기술과 수학 수업의 특성을 반영하여 인간 교사의 수업활동과 연계한 인공지능 수학교사의 활용 방안을 제시하고자 한다. 교사의 수업활동 능력에 관련된 요소들을 정리한 연구들을 보면, '다양한 문제해결 전략에 대한 지식', '학생들의 오개념을 파악하고 끌어내어 교정하는 능력'등과 같이 학생의 학습 활동을 지원하는 데 보다 밀접한 관련이 있는 요소가 있고, '학습 내용과 관련된 수학적 지식' 및 '수학자에 대한 지식을 활용할 수 있는 능력', '과제나 평가를 위해 문항을 개발하고 구성하는데 자료를 활용할 수 있는 능력' 등과 같이 수업 준비 및 자료 활용의 교수 활동과 관련된 요소들이 있다(강현영 외, 2011; 김현진 외, 2010; Dobber 외, 2017). 따라서 이 장에서는 인공지능 교사가 많은 데이터를 학습·활용하여 인간 교사와의 효과적인 협업이 이루어지도록 수행할 수 있는 역할을 '학생의 학습 활동 지원'과 '교사의 교수 활동 지원'의 두 부분으로 나누어 고찰하고자 한다.

1. 학생의 학습활동을 위한 인공지능 수학교사의 활용

그동안의 인공지능 교사의 동향을 살펴보면 인공지능 교사는 개인 맞춤형 교육과 학습자의 학습 데이터를 통한 효과적인 피드백 제공 등에서 활용되고 있음을 알 수 있다. Beck 외(1996)의 연구에서는 인공지능 튜터링 시스템이 학생들의 동기과 학습을 높인데 매우 효과적인 것으로 나타났으며, Koedinger 외(2013)의 연구에서는 데이터 활용 기술로 향상된 인공지능 튜터링 시스템이 최적화되고 더욱 개인화된 수업을 진행할 수 있으며 풍부한 데이터 소스와 인공지능의 발전은 교육에 혁명을 일으킬 수 있다고 하였다. 또한 인공지능 교사의 개인 맞춤형 교육과 기술공학이라는 매체가 촉진제가 되어 탐구활동을 통한 학습자의 수학적 사고를 개발함으로써(이지혜 외, 2018) 교실환경을 학습자의 능동적 참여를 이끄는 학습환경으로 구축할 수 있다. 계보경 외(2016)의 연구에서 진행된 델파이 조사 결과 인공지능이 교육현장에 활용될 때 적합한 학습모델 및 방법으로는 개인

화 맞춤형 학습, 맞춤형 큐레이팅 학습, 시뮬레이션, 협력학습, 튜터링, 정보검색 등이 제안되었다. 이동한(2019)의 연구에서는 인공지능 기반의 음성로봇을 활용한 영어 말하기 학습 시스템을 개발하는 방안을 제시하였는데, 이미 개발된 학습용 콘텐츠를 학습하는 시스템 주도형, 원어민을 대신할 수 있는 음성봇과의 자유 대화를 통해 학습하는 학습자 주도형, 그리고 데이터베이스에 저장된 시나리오대로 음성봇과 대화를 진행하는 방식이 아니라 학습자의 자유로운 검색엔진 서핑을 통해 학습하는 검색 플랫폼 활용 프로그램으로 나누어 구성하였다.

기술의 한계는 학습자와 인공지능 교사, 인간 교사와 인공지능 교사와의 협력적 프로그램의 개발에 영향을 미친다(정보통신기술진흥센터, 2017; 최희열·민운홍, 2015; Woolf 외, 2013). 이 절에서는 현재의 인공지능 기술력으로 설계 가능한 교실수업에서 학습 활동을 지원하는 인공지능 수학 교사의 활용 방안을 제시한다.

가. 튜터로서의 역할 (튜터형 인공지능 교사)

튜터(tutor)의 사전적 뜻은 개인 교수, 가정교사이며 이는 개인적으로 지도한다는 의미가 내포되어 있다(두산백과사전). 튜터형 인공지능 교사 유형은 인공지능 교사가 학습의 주도권을 갖고 학습을 이끌어 가는 것이다. 인공지능 교사가 학습자의 수준을 진단한 후 학습자에게 최적화된 강의 동영상을 제공하고 학습자는 동영상을 통해 학습을 한다. 학습자는 학습한 내용과 관련된 문제 풀이 연습 과정을 거쳐 평가와 그에 따른 피드백을 제공 받는다. 구체적인 과정은 다음과 같으며, 그 과정을 반영한 교수 모형의 설계는 <표 1>과 같다.

1) 수준 진단 및 동영상 시청

먼저 본학습을 하기 전에 학습할 내용과 관련 있는 선수학습의 내용을 인공지능 교사가 질문을 하면 학습자는 대답하는 방식으로 진행하여 학습자의 수준을 진단한다. 인공지능 교사는 진단한 내용을 바탕으로 학습자의 수준에 맞게 난이도를 조절한 본수업 학습내용 동영상 강의를 제공한다.

2) 문제 풀이

동영상 강의로 학습한 내용을 직접 연습하는 단계로 인공지능 교사가 문제를 내면 학습자가 답하는 방식으로 진행한다. 이 때 제시되는 문제는 동영상 강의에서의 문제와 유사한 문제를 제시하고 학습자는 동영상 강의의 풀이와 같은 방법의 풀이 방법으로 문제 풀이를 할 수 있도록 한다.

3) 평가 및 피드백

인공지능 교사는 학습자에게 (2)단계에서 학습한 내용과 같은 유형의 문제를 제시하여 평가를 실시한다. 평가 과정에서 학습자의 오류가 발생하면 학습자 스

스로 오류를 수정하도록 유도하고 학습자가 스스로 오류 수정을 못하는 경우는 단계별 올바른 풀이과정을 제시하여 오류를 수정할 수 있도록 한다.

4) 실전적용연습

인공지능 교사가 학습자에게 학습한 내용과 유사한 유형의 문제나 좀 더 심화된 형태의 문제를 선택하게 한 후 학습한 내용을 바탕으로 문제를 풀 수 있도록 한다.

단계	주요 활동 내용	주요 원칙
(1) 수준 진단	-선수 학습을 통한 학습자 분석	-학습자 수준 진단을 통한 학습 난이도 및 학습 내용 구성 선정
(2) 동영상 시청	-동영상 강의 제시	-본 수업과 관련된 객관적 지식과 원리로 구성 -주제당 5~10분 영상 제공
(3) 문제 풀이	-동영상 강의와 유사한 문제 제시 및 학습자의 문제 풀이	-문제와 풀이과정의 프로그램화
(4) 평가 및 피드백	-개별 퀴즈	-평가 후 즉각적인 피드백
(5) 실전 적용 연습	-학습자의 학업 성취에 따른 유사문제 또는 심화문제 풀이	-교사의 촉진자로서의 활동

<표 1> 튜터형 인공지능 교사 활용 교수 설계

위 단계를 ‘일차방정식’ 단원 학습을 예로 나타내면 <표 2>와 같다.

학습 과정	주요 원칙
AI교사<수준 진단 및 동영상 강의> - 선수학습에 관한 단답형, 객관식 문제 제시 - 학생 수준 결과에 따라 개인별 맞춤형 강의 동영상 제시	- 수업시작, 개별적 10~15분 - 선수학습요소 : 동류항 계산, 분배법칙, 등식의 성질, 이항 - 수준별 동영상 시청(EBS강의, 유튜브 등)
본 수업(인간교사) -정형화된 방법, 비정형화된 방법 AI교사<확인 및 연습>정형화된 방법 -본 수업 관련 문제 제시하고 확인 -힌트 제공	-즉각적인 피드백 제공
AI교사<평가 및 피드백> 정형화된 평가 및 학생 답에 대한 피드백	학생의 답안과 모범답안 비교→틀린 단계에 대한 올바른 풀이 단계 제시, 정답제시(객관식 문항), 단계별 풀이 제공으로 재풀이 유도(정형화된 서술형 문항)→학생의 오류나 오개념 데이터베이스화로 교정

<표 2> 튜터형 인공지능 교사 활용 ‘일차방정식’ 단원 학습의 예

나. 또래 멘토로서의 역할 (또래 멘토형 인공지능 교사)

또래학습멘토링은 또래교수자가 또래학습자에 교수를 제공하는 방법으로 학습 우수자가 학습발달이 늦어지거나 지도하기가 어려운 학습자를 돕는 활동이라고 볼 수 있다(백정은, 권혁진, 2007). 인공지능 교사가 학습자에게 또래 멘토로서의 역할을 하는 시스템은 학습자의 수준을 진단한 인공지능 교사가 학습자에게 도움을 주는 방식으로 학습이 이루어진다. 인공지능 교사가 학습자 수준에 맞는 문제를 제시하면 학습자가 스스로 문제 해결을 해나가는 과정에서 모르는 부분을 질문하고 인공지능 교사가 답변을 함으로써 학습이 이루어지는 것이다. 구체적인 과정은 다음과 같으며, 그 과정을 반영한 교수 모형의 설계는 <표 3>과 같다.

1) 수준 진단

학습할 내용 중에서 선수학습과 관련있는 내용을 인공지능 교사가 질문을 하고 학습자가 답하는 과정을 통해 학습자의 수준을 진단한다.

2) 질문과 답변을 통한 학습

인공지능 교사가 이미 진단한 학습자의 수준에 맞는 적절한 질문을 하고 학습자는 답변을 하여 인공지능 교사-학습자 간의 상호작용을 통해 학습하는 단계이다. 이 단계에서는 학습자가 궁금한 것을 인공지능 교사에게 질문하고 인공지능 교사가 답하는 방식으로 학습이 이루어진다. 인공지능 교사는 본학습에 필요한 예시를 통한 설명을 하는 대신 문제 또는 활동만을 제시하고 학생이 스스로 문제를 풀고 의문점을 질문하는 과정을 통해 학습하는 것이다. 이 때 인공지능 교사는 학생의 다양한 질문에 대한 피드백이 가능하도록 시나리오가 프로그램화되어 있어서 적절한 시나리오 중 한 가지를 제시하여 학생의 질문에 답할 수 있어야 한다.

3) 문제 풀이 연습

학습자가 학습한 내용과 유사한 문제로 연습하는 단계이다. 인공지능 교사가 문제를 제시하고 학습자는 풀이를 하고 학습자가 해결하지 못한 문제에 대해서는 또래 멘토인 인공지능 교사의 도움을 받는다. 이 때 인공지능 교사는 답안 시나리오에 따라 멘토링을 하게 된다.

4) 평가 및 피드백

인공지능 교사가 제시한 문제에 대한 학생풀이의 정오답에 상관없이 인공지능 교사가 모범 풀이 과정 전체를 제시하여 학습자가 자신의 풀이과정과 비교하도록 한다. 이 때, 학생답이 오답인 경우는 학생이 모범 풀이를 참고해서 자신의 오류를 발견하여 교정할 수 있도록 하고 유사한 문제를 다시 풀어 앞으로의 문제 해결에 도움이 되도록 한다.

단계	주요 활동 내용	주요 원칙
(1) 수준 진단	-선수 학습을 통한 학습자 분석	-학습자 수준 진단을 통한 질문 내용 선정
(2) 질문과 답변	-문제 제시 -문제 해결 과정에서의 질문과 답변	-학습 내용과 관련된 문제 제시 -학습자 중심의 문제 해결
(3) 문제 풀이 연습	-학습한 내용과 유사한 문제 제시 및 학습자의 문제 풀이	-문제와 풀이과정의 프로그램화
(4) 평가 및 피드백	-학습자의 학습 성취에 따른 유사문제 또는 심화문제 풀이	-교사의 촉진자로서의 활동

<표 3> 또래 멘토형 인공지능 교사 활용 교수 설계

위 단계를 ‘일차방정식’ 단원 학습을 예로 나타내면 다음 <표 4>와 같다.

학습 과정	주요 원칙
<수준 진단> 수업시작(개별적 5~10분) - 선수학습에 관한 단답형, 객관식 문제 제시 - 학생 수준 결과에 따른 문제 제시	- 선수학습요소 : 동류항 계산, 분배법칙 등식의 성질, 이항 - 학습자 수준에 맞는 문제 제시
<질문과 답변>정형화된 방법 - 제시된 문제 풀이 과정에서 학습자와 인공지능 교사 간의 질문과 답변의 상호작용	- 학습자가 주도적으로 문제를 해결하는 과정에서 모르는 부분을 인공지능 교사에게 질문을 하고 답변을 받음
<문제 풀이 연습> -질문과 답변을 통해 학습한 내용을 다양한 문제로 연습 -힌트 제공	-힌트 제공 방법(예시) · 학생: HELP 클릭 · AI교사: 계수를 정수로 만들기 (‘계수’를 클릭하면 뜻이 나옴) · 학생: (만약 틀리게 만들었다면) · AI교사: 틀린 부분을 수정할 수 있는 힌트 제공(몇 번의 시도 후에도 계속 틀리게 할 경우 올바른 단계 제시)
<평가 및 피드백> 정형화된 평가 및 학생 답에 대한 피드백	-피드백 방법 모범 풀이 과정 전체 제시→학습자가 자신의 풀이과정과 비교→오류 수정

<표 4> 또래 멘토형 인공지능 교사 활용 ‘일차방정식’ 단원 학습의 예

다. 비서로서의 역할 (비서형 인공지능 교사)

비서는 일부 중요한 직위에 있는 사람에게 직속되어 있으면서 사무를 맡아보는 직위에 있는 사람을 뜻한다(네이버 국어사전). 비서형 인공지능 수학교사는

학습자가 스스로 문제를 해결할 수 있도록 필요한 자료를 검색해주고 상호작용이 가능한 사이트로 안내해주는 개인 비서의 역할을 하는 것이다. 인공지능 교사가 학습자의 수준을 파악하여 학습자가 이해할 수 있는 수준의 정보에 접근할 수 있도록 안내하고 학습자는 스스로 자료를 읽고 해석하고 상호작용 사이트에서는 질문하고 토론하는 경험을 하게 된다. 이 유형은 학습자 스스로 문제를 해결하는 학습에 활용하기에 적절하다. 구체적인 과정은 다음과 같으며, 그 과정을 반영한 교수 모형의 설계는 <표 5>과 같다.

1) 수준 진단

학습 초반에 학습자가 학습에 필요한 자료 검색을 명령하면 인공지능 교사가 몇 개의 수준 범주의 자료를 추려서 제시하고 학습자가 선택하고 학습한 자료를 통해 학습자의 수준을 진단한다.

2) 학습자 맞춤형 검색엔진 활용

학습자가 검색을 명령하고 인공지능 교사가 검색한 자료를 제공하여 학습을 진행하는 과정에서 학습자의 이해 정도를 더욱 잘 파악한 인공지능 교사는 학습자의 수준과 학습 성향을 고려한 학습자 맞춤형 검색을 통한 자료를 제시한다. 이때 다양한 자료를 제시하되 너무 많은 자료를 제시하기 보다는 학습자 수준에 맞고 검증된 내용을 검색하여 제시한다. 또한 인공지능 교사는 학습자의 의도를 파악하여 문제 해결에 적합한 자료가 있는 사이트를 추천하는 것도 가능하다. 학습자는 맞춤형 검색 결과로 제시된 읽기 자료나 강좌 또는 유튜브 동영상 중에서 직접 선택하여 자기주도적으로 학습을 한다.

3) 문제 풀이 및 피드백

학습자가 자신이 학습한 내용과 관련된 문제와 그 문제에 대해 상호작용 가능한 사이트에 접속을 명령하면 인공지능 교사가 안내한다. 학습자는 자신이 학습한 내용을 적용하여 문제를 해결하고 실시간 상호작용으로 자신이 궁금한 내용에 대해 질문과 답변을 받을 수 있으며 다른 학습자와의 토론을 통해 자신의 문제 해결 과정과 결과에 대한 피드백을 받을 수 있다.

단계	주요 활동 내용	주요 원칙
(1) 수준 진단	-수준별 검색 자료 제시	-학습자 수준 진단
(2) 학습자 맞춤형 검색엔진 활용	-학습자의 명령에 따른 학습자 맞춤형 검색 자료 제시 및 학습자의 의도를 파악한 검색 추천	-학습자의 수준과 성향을 고려한 자료 제시, 학습자의 검색 이력으로 학습자 의도 파악
(3) 문제 풀이 및 피드백	-학습자의 문제 풀이 및 실시간 질문과 답변 및 토론 참여	-학습자 주도적 문제 해결

<표 5> 비서형 인공지능 교사 활용 교수 설계

라. 인공지능 수학교사의 활용 유형별 장단점

튜터형 인공지능 교사와 또래 멘토형 인공지능 교사는 인공지능 활용 학습의 일반적인 장점인 일대일 맞춤형 개별학습과 반복학습이 가능하다.

튜터형 인공지능 교사는 인간 교사가 의도하는 방식으로 학습이 가능하다. 그러나 학습자가 예상 가능한 범위 밖의 풀이 방법을 한 경우에 대한 평가 또는 피드백이 어렵고, 제시되는 동영상 강의 내용의 범위 밖의 학습자의 질문에 대해서는 다루기 어려운 제한점이 있으므로 이는 자칫 틀에 박힌 학습을 유도할 수 있다.

또래 멘토형 인공지능 교사는 튜터형 인공지능 교사에 비해 다양한 질문과 그에 따른 즉각적인 피드백이 가능하나 제시되는 문제가 제한적이고 사전에 계획된 프로그램에서 가능하다는 한계점이 있다. 그러나 학습자가 질문과 답변을 하는 과정에서 제한적이나 다양한 사고가 가능하고 학습자의 요구를 반영할 수 있으며 학습자가 시행착오를 경험하는 과정에서의 자기 학습 성찰을 경험할 수 있는 장점이 있다. 또한 인공지능 교사가 또래 멘토의 역할을 함으로써 실제 친구 간의 또래 멘토에서 발생할 수 있는 갈등 및 부작용을 방지할 수 있는 이점이 있다.

비서형 인공지능 교사는 학습자에게 답을 직접적으로 바로 제공하기보다는 관련 있는 자료가 있는 검색을 대신해 주는 역할을 한다. 이 유형은 완전한 학습자 주도형으로 학습자가 자기주도적으로 문제를 해결할 수 있고 프로그램화하기 어려운 비정형문제를 해결하기에도 적합하다. 그러나 학습자의 능력에 따라 학습 주제 내용에서 완전히 벗어나는 경우가 있을 수 있고 학습과정과 결과에서 학생별 편차가 생길 수 있는 제한점이 있다.

이 절에서 제시한 3가지 유형의 인공지능 수학교사의 특성을 비교하여 정리하면 <표 6>과 같다.

2. 교사의 교수활동을 위한 인공지능 수학교사의 활용

30명의 학생을 한 사람의 교사가 가르치는 것에는 많은 어려움과 한계가 있다. 이에 뛰어난 성능과 능력을 바탕으로 사회 속에서 유의미한 결과를 효과적으로 산출하고 인간의 일을 일정 부분 맡아서 수행하는 협력자로 인간 교사의 전문적인 대리인의 역할을 수행할 수 있는(윤상균, 2018) 인공지능 교사의 활용이 대안이 될 수 있을 것이다. 인공지능 교사의 활용이 인간 교사의 교수 활동에 도움을 줄 수 있을 것으로 생각할 수 있는 영역은 다음과 같다.

가. 배경 지식에 대한 자료 제공

교사의 교수활동에 필요한 배경지식에 관한 자료를 찾고 만드는 데 도움을 줄

특성 \ 유형	유형 1	유형 2	유형 3
인공지능 교사의 역할	튜터	또래 멘토	비서
수준진단	있음	있음	있음
인공지능 교사에 의한 학습과정 사전 설계 여부	-시나리오 있음 (예상가능한 문제풀이, 모범답안) -학습과정(시작점(수준은 다를 수 있음), 도달점(시작점 수준에 따른 수준)이 사전에 설계	-시나리오 있음 (예상가능한 질문에 대한 답변) -학습과정(시작점(수준은 다를 수 있음), 도달점(시작점 수준에 따른 수준)이 사전에 설계	-시나리오 없음 -학습과정이 사전에 설계되어 있지 않음 (시작점, 도달점 고려 하지 않음)
학생 질문 가능	할 수 없음	할 수 있음	할 수 있음
학생질문에 대한 인공지능 교사의 반응	(학생 질문이 발생하지 않으므로) 반응 불필요	해답 제시 (즉각적인 피드백)	문제해결을 위한 지원(자료 제공, 사이트 연결, 다른 학생들과 온라인 협력 지원)
평가(피드백 포함)	평가	평가	평가하지 않음
도우미 활용 (음성/문자 인식 등 인공지능과의 소통 목적)	없음	있음	있음
과정 중에 인간교사와의 상호작용	전제시 되지 않음	전제시 되지 않음	전제시 되지 않음
다른 학생들과의 상호작용	전제시 되지 않음	전제시 되지 않음	학생 요구에 따라 발생 가능성 있음
프로그램 결과 사용 1. 수업에서 활용 2. 수업 밖에서 활용	모두 가능	모두 가능	모두 가능

<표 6> 인공지능 수학교사의 3가지 유형 특성 비교

수 있을 것이다. 지금까지 개발된 인공지능 활용 사례를 보면 하나의 인공지능 프로그램에는 여러 명의 전문가가 동시에 활동하는 역량을 발휘한다고 한다. 이처럼 인간 교사 한 명이 생각해 낼 수 있는 자료 보다 인공지능 교사는 더욱 효

올적인 자료를 구성하는 데 도움을 줄 것이다.

나. 도움이 필요한 학습자 파악 용이

교사는 도움이 필요한 학습자를 더 잘 파악할 수 있게 될 것이다. 인공지능 교사와 학습자간의 상호 작용을 통해 인공지능 교사는 학습자의 수준과 기초 학습 능력, 어느 지점에서 내용을 이해하는 데 어려움을 갖는지를 알 수 있다. 이는 즉시 인간 교사에게 전달되고 인간 교사는 도움이 필요한 학습자를 파악하고 학습에 도움을 줌으로써 개인별 맞춤형 수업을 구현하는 데 도움이 된다.

다. 교수 활동에 대한 피드백

인공지능 교사와 학습자의 상호작용은 학습자들이 선호하는 학습 유형이나 학습 자료를 쉽게 파악할 수 있게 한다. 교사는 인공지능 교사가 제공한 정보 중에서 적절한 것을 선택하고 적용하여 더욱 적합한 교수 학습 활동을 계획하고 실행할 수 있을 것이다.

라. 풍부한 학습 상황 및 활동

인공지능의 시공간의 물리적 제약을 받지 않은 가상현실과 증강현실을 이용하여 학습자가 시뮬레이션을 하거나 체험을 할 수 있게 함으로써 학습자의 몰입도와 학습효과를 높여 교사의 교수 활동을 더욱 풍부하게 할 것이다.

마. 평가의 용이

인공지능 교사와 학습자의 상호작용은 학습자의 학습 과정을 계속적으로 추적하고 측정하여 평가가 자연스럽게 이루어질 수 있다. 또한 인공지능 교사와 학습자의 상호작용 이후의 활동으로 교사는 학습자간의 협업과 상호작용을 통한 다양한 문제 풀이 기회를 제공하여 학습자의 문제 풀이 동안 학습자 개개인을 관찰하여 과정중심의 평가를 할 수 있을 것이다.

바. 학습자 중심 활동 수업 시간 확보

교사의 역할 중에 가장 많은 부분을 차지하는 교과 전달과 평가에서 인공지능 교사와의 협업을 통해 시간을 확보할 수 있다. 이로 인해 학습자 중심의 능동적이고 의미있는 수학 활동과 지식을 적용하는 수업을 계획하고 적용하여 학생들에게 수학적 흥미와 관심을 높이고 실제적 지식을 습득하게 할 수 있을 것이다.

IV. 인공지능 수학교사의 역할 수행을 위한 교육 자료 개발

앞 장에서는 학습자들이 이미 만들어진 학습 프로그램의 틀에 박힌 학습을 하는 한계성을 극복하고, 수업활동을 기반으로 인간 교사와의 협력적 관계를 유지하며 역할을 수행하는 인공지능 수학교사의 활용 방안을 고찰해 보았다. 인간 교사와 마찬가지로, 인공지능 수학교사가 수업활동을 원활하고 효과적으로 수행 또는 보조하기 위해서는 교과에 대한 학생의 선행지식 수준과 학습 과정에서의 이해도를 파악할 수 있는 능력이 필수적이다. 또, 학생들의 수준에 적합한 다양한 교수 자료와 평가 자료를 제공할 수 있는 능력이 중요하다. 따라서 인공지능 수학교사가 이러한 능력을 갖추어 활용하기 위해서는 다양한 자료들이 디지털화되어 데이터베이스에 저장되어야 할 것이다. 이 장에서는 인공지능 수학교사 교육 자료 개발을 위한 정보를 그 목적과 함께 제시한다.

1. 수학 개념의 위계를 통한 선수학습 진단

차원이 높은 단계의 학습을 위한 그 이전 단계의 필요한 개념이 무엇인지를 알고 학습자의 현 단계를 진단하기 위한 목적으로, 퀴즈 형식의 문제를 구성, 제시하여 학습자의 응답에 따라 학습자 수준을 진단할 수 있도록 한다.

2. 수준별 강의 동영상

학습자 수준에 맞는 개념 설명이나 예제 문제 풀이를 위한 강의 동영상을 제시하거나 학습자 진단을 통해 학습자가 선호하는 강의 형태를 추천할 수 있도록 한다.

3. 정형화된 문제 풀이 및 모범답안 피드백

정형화된 문제에서 학습자의 풀이에 대한 정답 확인 및 오답에 대한 모범 답안을 제시한다. 또, 학생들에게 연습용 질문이나 문제를 제공하고 정답 여부에 대해 즉각적으로 피드백을 제공할 수 있도록 한다.

4. 학생별 이해 수준에 맞는 조직적인 대화 시나리오

대화형 학습에서 학생 수준에 맞는 질문을 준비하고 예상 가능한 학습자의 질문에 대한 답변을 시나리오화한다. 즉각적인 정답을 제시하기보다는 문제 해결에 필요한 단서를 제공해주고 학습자가 스스로 해법을 찾을 수 있도록 시나리오를 구성하도록 한다.

5. 문제 풀이 연습을 위한 수준별 단계별 문항

학생 자신의 수준에 맞는 단계부터 시작하여 점차 난이도를 높인 문항을 제시한다. 모르는 문제가 제시되거나 오개념이 발견되면 교정할 수 있는 문항을 반복적으로 제공하여 모르는 상태에서 다음 단계로 넘어가는 일이 없도록 한다. 따라서 학습자의 다양한 이해도를 판단할 수 있어야 한다.

6. 머신러닝 기반의 학습 분석

개인별 맞춤 학습 자료 제공을 위해서 학습과정에서 학습자의 학습 성향에 대한 데이터를 추적, 분석할 수 있도록 한다.

7. 검색 자료의 적정화

검색 결과의 우선순위와 내용의 수준을 파악하여 자료를 일목요연하게 정리하고 중요한 콘텐츠 강조하여 제시할 수 있도록 한다. 또, 학습자의 학습 패턴에 따른 맞춤형 정보를 선별, 추천할 수 있도록 한다.

V. 결론 및 제언

본 논문에서는 인공지능으로 대변되는 4차 산업 혁명시대의 교육의 변화에 따른 인공지능 교사의 필요성과 교실수업에서 교사와의 협력적 관계를 기반으로 하는 인공지능 수학교사의 과업에 대한 논의를 하였다. 교사와의 협력적 관계에서 인공지능 교사는 인간의 교수-학습을 도와주고 학생들과 상호 작용하면서 참여적인 학습 환경을 구축하고 적응적 학습 환경을 제공하는데 기여할 것으로 기대된다(계보경 외, 2016).

학생의 학습에 있어서 인공지능 수학교사는 학생의 수준을 진단하여 각 개인 맞춤 강의 동영상과 문제를 제공하고 학생 개별의 속도에 맞추어 학습을 가능하게 할 것이다. 문제를 해결하는 데 있어서 학생이 막히는 부분에 힌트를 제시하고 도움을 줌으로써 다음 단계로 나아갈 수 있는 디딤돌의 역할을 할 것이다. 또한 정형화된 문제에 대한 풀이 단계와 풀이 결과에 대한 평가와 피드백이 가능하여 이후에 학습자가 비슷한 상황에서 스스로 문제를 해결할 수 있도록 도움이 될 것이다. 그리고 다양하고 풍부한 시각적 자료와 학습상황의 제시는 학습자의 흥미를 유발하고 학습 내용의 이해를 더욱 높일 수 있을 것이다.

교사의 교수 활동에서 인공지능 수학교사는 여러 명의 전문가가 동시에 역량을 발휘하는 효과를 발휘하여 학생들의 동기유발에 필요한 배경 지식에 대한 자료를 찾고 구성하는 데 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 인공지능 수학교사의 학습자 학습 이력에 따른 모니터링으로 도움이 필요한 학습자 파악이 용이하여 인간교사는 학습자가 힘들어 하는 영역을 교수 활동을 통해 다시 보정할 수 있을

것이다. 또한 수업 시간에 많은 학생을 동시에 관찰해야 하는 어려움이 해소되어 개별 학생의 학습 과정에 대한 지도가 가능하고 특히 학습에 어려움을 갖는 학생을 더욱 잘 파악하게 되어 집중 지도가 가능할 것이다. 그리고 인공지능 수학교사의 도움으로 학습 효율성이 증대되어 학생들의 학업 능력을 향상시키고 직접 체험하고 활동하는 기회를 많이 제공하여 학습자의 지식의 내면화를 더욱 촉진시킬 것이다.

본 논의를 통해 앞으로 인공지능 수학교사의 개발에 있어서 몇 가지 사항을 제안하면 다음과 같다.

첫째, 인공지능 수학교사는 수학 개념의 위계를 통한 선수학습내용으로 학습자의 수준과 성향을 진단하는 것이 필요하며 이를 통해 학습자의 수준에 맞고 학습자가 선호하는 형태의 세분화된 수준별 동영상 강의 자료를 제공할 수 있어야 한다.

둘째, 대화형 학습 과정에서 학습자 개인별 수준에 맞는 질문과 학습자의 답변에 대한 피드백을 하고, 예상 가능한 학습자의 질문에 대한 답변이 미리 시나리오로 준비되어 있어야 할 것이다. 이 때 즉각적인 정답을 제시하기 보다는 시간차를 두어 문제 해결에 필요한 질문과 힌트를 제시하여 학습자가 스스로 해법을 찾을 수 있도록 시나리오가 구성되어야 할 것이다.

셋째, 정형화된 문제에 대한 학습자의 풀이에서 각 단계별 풀이 및 정답 확인과 모범 답안을 제시하고 피드백을 할 수 있어야 하며, 학습자가 자신의 답안과 모범답안을 비교하여 자신의 오류를 발견하고 수정할 수 있도록 하여야 할 것이다. 앞으로 인공지능의 자연언어처리 능력이 더욱 발전하여 복잡한 서술형 문제를 채점하는 데도 도움이 될 수 있으면 좋을 것이다.

넷째, 개념 학습 후 문제 풀이 연습 과정에서는 수준별 단계별 문항의 준비가 필요하다. 학습자의 수준에 맞는 단계부터 시작하여 난이도를 높인 단계형 문항으로 구성하여 각 문항에서 학습자의 이해도를 판단할 수 있어야 하고, 모르는 문제가 나오거나 오개념이 발견되면 스스로 교정할 수 있는 문항을 반복적으로 제시하여 모르는 상태에서 다음 단계로 넘어가는 일이 없도록 하는 것이 필요할 것이다.

다섯째, 탐구과제형 학습에서는 학습자가 검색엔진을 활용하여 스스로 문제를 해결할 수 있도록 다양한 자료를 제시하되 너무 많은 자료를 제시하기 보다는 학습자 수준에 맞고 검증된 내용으로 검색을 적정화하고, 학습에 도움이 되는 정보에 접근할 수 있도록 제한할 수 있어야 할 것이다. 또한 상호작용 사이트에서 학습자가 다른 학습자와의 상호작용을 통해 문제 해결에 필요한 정보를 찾고 그 정보를 활용하여 스스로 문제를 해결할 수 있도록 기회를 주어야 할 것이다.

여섯째, 인공지능 수학교사는 수업 전이나 수업 후에도 활용이 가능하면 좋을

것이다. 학습자의 필요에 따라 수업 전이나 수업 후에도 반복 학습이 가능하고 수업 이외의 시간에 학습자가 학습한 이력을 인간 교사가 알 수 있으면 좋을 것이다.

마지막으로 인공지능 교사는 인간 교사의 교수 활동에 편리성을 주고 학습자의 몰입도를 높이면서 학습에 필요한 다양한 교육 자료의 접근성이 편리하도록 all-in-one 형태를 갖추고 가르치는 내용에 따라 효과적인 도구가 무엇인지를 인간 교사에게 알려주면 좋을 것이다. 인공지능 교사에게는 다양한 문제 풀이 기능 외에도 구체적 조작활동이 가능하도록 하는 소프트웨어가 내장되어 인간 교사가 효과적으로 도구를 사용하여 가르치는 방향을 결정할 수 있도록 도움을 줄 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 강현영·고은성·김태순·조완영·이경화·이동환, 좋은 수학수업을 위해 수학교사에게 필요한 역량과 교사교육에 대한 현직교사의 인식조사, *학교수학*, 13(4), 633-649(2011).
- [2] 계보경·박태정·차현진·정광훈, 4차 산업혁명 시대 IT 융합 신기술의 교육적 활용방안 연구, 한국교육학술정보원 연구보고 RR 2016-7(2016).
- [3] 교육과학기술부, 인공지능 시스템 교육추진 전략 보도자료(2011.06.29.).
- [4] 교육부, 초등학교 영어교육 내실화 계획(2019).
- [5] 김현진·김진수·최성욱·박영민·이광호·이혁규(2010). 예비교사의 수업능력 개발을 위한 교육방안 연구. 한국교육과정평가원 연구보고서 RRI 2010-16.
- [6] 김홍겸·박창수·정시훈·고호경, 미래교육에서의 인간 교사와 인공지능 교사의 상호보완적 관계에 대한 소고, *교육문화연구*, 24(6), 189-207(2018).
- [7] 김화경·계보경·이지윤·임완철·최인영, 지능정보기술을 활용한 수학교육 변화방안 연구, 한국과학창의재단(2018).
- [8] 박종향·신나민, 인공지능기술과 인공지능교사에 대한 인식 분석: 초·중·고등학생의 관점에서. *한국교원교육연구*, 34(2), 169-192(2017).
- [9] 이지혜·허난, 수학교육의 변화와 인공지능과의 연관성 탐색, *한국수학교육학회지*, 32(1), 23-36(2018).
- [10] 동아일보, 실리곤벨리서 만들고 교사가 검증 'AI수학'(2019)
- [11] 디지털타임스, 키즈엠 '잉글리시 크레용' 인공지능 로봇 '루카'와 만나다 (2019).
- [12] 백정은·권혁진, 집단구성유형에 따른 또래 교수가 고등학생의 수학교과 학업성취도와 학습태도에 미치는 영향, *한국학교수학회논문집*, 10(4),

- 487-504(2007).
- [13] 사이언스타임즈, 인공지능 교사가 수학 가르친다-내년부터 영국 초등학교서 수학 개인 지도(2016).
- [14] 서울경제, AI선생님이 밀착 관리...교원, 초등용 '레드펜 AI수학' 출시(2019).
- [15] 서울시교육청 보도자료, 영어교육, 인공지능의 날개를 달다(2019).
- [16] 월간APP, 해외 교육 현장에서 확대되고 있는 AI 교사(2018).
- [17] 윤상균, 인공지능 시대의 사회과교육:인공지능과 관계맺기, *사회과교육연구*, 25(2), 1-20(2018).
- [18] 이동한, 인공지능 기반 음성로봇을 활용한 영어 말하기 학습 시스템 개발 방안, *영상영어교육*, 20(1), 189-211(2019).
- [19] 이투데이, "AI로 '수포자' 구체해 연 85억 사교육비 절감한다"...올해 공공 분야 지능정보화 188억 지원(2018).
- [20] 인공지능신문, AKA인텔리전스, 인공지능(AI) 학습 로봇 뮤지오, 일본 초등학교 및 중학교 영어 수업에 전격 도입(2017).
- [21] 정보통신기술진흥센터. (2017). 플랫폼으로 진화하는 인공지능(AI) 음성비서 (2017 연구보고서). 서울: 정보통신기술진흥센터.
- [22] 중앙일보, 내년부터 초·중학교서 'AI 맞춤교육'...공부습관도 코칭(2019).
- [23] 최돈형·권동택·김경철·김성혜·김정환·김진수, 교실친화적 교사 양성과정과 교사 임용시험 체제의 연계성 강화 방안 연구. 한국교육과정평가원 연구보고서 RRI 2010-12(2010).
- [24] 최희열·민윤홍, 딥러닝 소개 및 주요 이슈. *KIPS Review*, 22(1), 7-21(2015).
- [25] Anderson, C. R., & Tate, W. F., Toward a sociology of mathematics education: Examining democratic access in U.S. schools. In L. D. English, & D. Kirshner (Eds., 3rd ed.), *Handbook of international research in mathematics education*, 374-391, Routledge(2015).
- [26] Beck, J., Stern, M., & Haugsjaa, E., Applications of AI in education, *Crossroads: The International ACM Student Magazine*, 3(1), 11-15(1996).
- [27] Dobber, M., Zwart, R., Tanis, M., & van Oers, B., Literature Review: The role of the teacher in inquiry-based education. *Educational Research Review*, 22, 194-214(2017).
- [28] Guilherme, A., What is critical about critical pedagogy? *Policy Futures in Education*, 15(1), 3 - 5(2017).
- [29] Kaplan, J., Artificial Intelligence: What everyone needs to know(2016). 신동숙(역). 인공지능의 미래. 서울: 한스미디어(2017).
- [30] Koedinger, K. R., Brunskill, E., Baker, R. S., McLaughlin, E. A., &

- Stamper, J. New Potentials for Data-Driven Intelligent Tutoring System Development and Optimization, *AI Magazine*, 34(3), 27-41(2013).
- [31] Woolf, B. P., Lane, H. C., Chaudhri, V. K., & Kolodner, J. L., AI grand challenges for Education. *AI magazine*, 34(4), 66-84(2013).

Kim, Mi Ryung
Graduate School
Pusan National University
Busan, 46241 Korea
E-mail address: tt9800@hanmail.net

Jung, Kyoung Young
Pusan Natioanl University High School
Busan, 46269 Korea
E-mail address: dntwk93@nate.com

Noh, Jihwa
Department of Mathematics Education
Pusan National University
Busan, 46241 Korea
E-mail address: nohjihwa@gmail.com