韓國數學敎育學會誌 시리즈 E <數學敎育 論文集>
https://doi.org/10.7468/jksmee.2018.32.1.23
제 32집 제 1호, 2018. 2. 23-36

J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E:
Communications of Mathematical Education
Vol. 32, No. 1, Feb. 2018. 23-36

# 수학교육의 변화와 인공지능과의 연관성 탐색[1)]

이 지 혜 (아주대학교 대학원)
허　　난 (경기대학교)†

인공지능(Artificial Intelligence)의 잠재력에 대한 기대로 여러 분야에서 이를 활용하고자 노력하고 있으며 교육 분야에서의 적용에 대한 관심 역시 높다. 교육에 있어서 인공지능 기술에 활용되는 기계학습(machine learning)과 딥러닝(deep learning)으로 스스로 학습하는 방법에 대한 관심을 가지게 되었으며 이러한 방식이 교육에 어떻게 활용될 수 있을 지와 인공지능을 어떻게 수학교육에 적용할 수 있을지에 대한 관심이 대두되고 있다. 이에 정보통신기술의 발달에 따른 수학교육의 변화를 고찰해 봄으로써 수학교육의 변화가 인공지능과 어떠한 연과성이 있는지를 살펴보는데 의의가 있다고 할 수 있다.

## Ⅰ. 들어가는 글

2016년 구글 딥마인드의 '알파고'와 바둑기사 9단 이세돌의 바둑 대결은 인류에게 커다란 충격을 주었다. 2017년 인간의 기보에 기초하여 스스로 바둑을 두며 최적의 전략을 깨달아 가는 강화학습으로 진화한 '알파고 마스터' 가 커제 9단에 완승을 거두고 난 뒤 은퇴를 선언한 것은 인류에게 새로운 지능정보사회의 변화가 일어나고 있다는 경종을 울리는 사건이었다. 이후 인간의 기보 없이 '제로(0)'에서 출발하며 처음부터 스스로 훈련하는 강화학습으로 자기 완성도를 향상시켜 나가는 '알파고 제로' 로 명명된 새 버전의 알파고가 발표되기에 이르렀다. 데이터를 입력하지 않아도 되는 알고리즘을 만들어 승리의 방식을 스스로 터득하는 '알파고 제로'는 인류에게 기존의 알파고와는 또 다른 의미로 다가왔다. 이러한 알파고의 진화를 접하며 많은 사람들은 인공지능(Artificial Intelligence: AI)이 공상과학영화에서만 보던 먼 나라 이야기가 아니라 우리의 삶 가까이 존재하고 있으며 가까운 미래에 우리의 상상에 머물던 것들이 현실로 존재하는 인공지능 세상에 살게 될 것이라는 생각을 하게 되었다. 인류가 문명을 지속적으로 발전시키고 다가오는 인공지능 시대에 능동적으로 대처하기 위해 어떠한 준비를 해야 하며 그에 따른 교육은 어떠한 방향으로 변화되어야 할 것인가에 대한 관심 또한 증가하게 되었다(김지원, 2017).

지능(intelligence)의 사전적인 의미는 문제해결 및 인지적 반응을 나타내는 개체의 총체적 능력이라고 정의되어 있으며, 인공지능(AI)은 인간의 지능으로 할 수 있는 학습능력과 추론능력, 지각능력, 자연언어의 이해능력 등을 컴퓨터 프로그램으로 실현한 기술이라 정의되어 있다. 즉, 인간의 지능으로 할 수 있는 사고, 학습, 자기 개발 등을 컴퓨터가 할 수 있도록 하는 방법을 연구하는 컴퓨터 공학 및 정보기술의 한 분야로서, 컴퓨터가 인간의 지능적인 행동을 모방할 수 있도록 하는 것을 인공지능이라고 말하고 있다(두산백과, 2017).

---

1) 이 논문은 2017년도 정부(과학기술통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(NRF-2017R1A2B4011069).
* 접수일(2018년 1월 14일), 심사(수정)일(2018년 1월 20일), 게재확정일(2018년 2월 1일)
* ZDM 분류 : U10
* MSC2000 분류 : 97U99
* 주제어 : 인공지능, 교육 패러다임, 인공지능 컴퓨터 보조학습
†교신저자 : huhnan@kyonggi.ac.kr

인공지능은 1956년 Dartmouth 회의에서 처음 그 용어가 언급된 이후(Buchanan, 2006) 현재까지 급격한 발전을 이루어 왔다. NTSC(2016)는 2016년 10월 'AI의 미래를 위한 준비(Preparing for the Future of Artificial Intelligence)'라는 특별 보고서를 발표하였는데, 이 보고서에서는 인공지능의 발전은 건강, 교육, 환경 등의 분야에서 새로운 시장과 기회를 가져오는 동시에 현대 사회의 여러 난제들을 풀 수 있는 잠재력을 가지고 있으며 인공지능이 가져 올 다양한 혜택들을 누릴 수 있을 것이라고 하였다. 미래학자들은 인공지능이 가져올 미래사회를 다양하게 예측하고 있으며 미래사회에 대비하기 위한 방법들 또한 다양하게 제시하고 있다. 특히 인공지능이 교육에 영향을 줄 수 있는 다양한 방법을 제시하고 있다. AI와 관련한 교육에서는 인공지능 기술에 대해 학습하는 '인공지능에 대한 교육'과 인공지능을 교육에 어떻게 활용하여 할 수 있을까에 대한 '인공지능을 활용한 교육'으로 크게 나누어 생각할 수 있다. 특히 교육에 있어서는 인공지능 기술에 활용되는 기계학습(machine learning)과 딥러닝(deep learning)으로 스스로 학습하는 방법에 관심을 가지며 이러한 방식이 교육에 어떠한 방법으로 활용될 수 있을 지에 대한 '인공지능을 활용한 교육'에 관심이 높아지고 있다.

한편, 인공지능이 현실에서 적용되기 위해 꼭 필요한 분야는 수리 논리학이다. 수리 논리학은 현실에서 인간의 판단과 분석을 수식을 이용해서 알고리즘화 하고 컴퓨터가 인간처럼 사고할 수 있도록 하는 것을 돕는다. AI란 용어가 나오게 된 배경에는 Alan Turing이 수학의 논리이론을 컴퓨터 프로그램으로 구현하여 복잡한 계산문제를 해결하는 튜링 기계(Turing machine)를 만들어 인간이 하기에 복잡한 문제를 수학적 논리를 이용하여 해결할 수 있도록 한(허희옥 외, 2017) 것에 있는 것만큼 AI 발달에 미친 영향과 그 역할에 수학을 제외하고 생각할 수 없을 것이다. 하지만 수학이 AI의 발달에 중요한 역할을 하고 있음에도 불구하고 어떠한 영향을 미쳤는가에 대한 연구와 더불어 인공지능을 어떻게 수학교육에 적용할 수 있을 지에 대한 연구는 아직까지 활발하게 이루어지고 있지 않은 실정이다. 따라서 인공지능을 활용한 수학교육에 대한 연구가 필요하며 AI가 발달하기까지 정보기술 발전에 따라 교육패러다임의 변화가 어떻게 이루어져왔고 수학교육도 이와 관련하여 어떠한 방향으로 변화되어 왔는지를 살펴보는 것이 필요하다. 이는 향후 교육패러다임의 변화에 따라 인공지능 시대에 수학교육이 어떠한 방향으로 변화할 것인지를 예측할 수 있다는 것에 의의가 있다고 할 수 있다.

이에 본 연구에서는 교육 패러다임의 변화에 기초하여 우리나라의 수학교육에서 ICT 활용의 변화에서부터 AI로 인해 변화하고 있는 수학교육에서의 AI에 관한 활용 및 발달에 대한 배경을 고찰하고자 한다. 이를 통해 수학교육에 있어서 AI가 향후 어떤 역할을 맡게 될지 그리고 AI 시대에 수학교육이 어떻게 변화해 나아갈 지에 대한 시사점을 제공하고자 한다.

## Ⅱ. 정보기술 발달과 교육 패러다임의 변화

지식정보사회로의 변화에 발맞추어 우리나라 제7차 교육과정에서 교육 현장에서의 변화를 지향하였고, 이에 따라 수학교육에서도 정보통신기술(ICT)의 교육과 활용이 대두되기 시작하였다. 초기 ICT 교육은 컴퓨터 교과의 한 영역으로 인식되기도 하였으나 근본적으로 정보통신기술에 대한 소양을 갖추는 컴퓨터 교과 교육 영역 외에 다른 교과 교육에서의 목표를 달성하는 데 도움을 주는 교과 교육 지원 도구로서의 성격을 지니기도 한다(서유경, 이준, 2003).

수학교과에서는 제6차 수학과 교육과정에서 처음으로 인식하기 시작한 공학적 도구의 활용이 제7차 수학과 교육과정에서는 교육기자재의 활용에 대하여 명시되어 있으며 이후 2015 개정 수학과 교육과정은 평가와 관련하여서까지 그 활용을 권장해오고 있다. 특히 공학적 도구를 활용하여 수학적 표현 능력을 향상시키고 수학 수업에서 능동적인 수업 참여를 유도해 학습의욕을 증대시키며 성공적인 문제해결을 통해 수학적 성취감을 느끼게 할 수 있다는 측면에서 공학적 도구의 활용이 강조되고 있다.

사회가 변함에 따라 사회가 요구하는 능력과 필요로 하는 인재가 달라지며, 그 인재를 양성하기 위한 교육 또한 변화하였고, 지식정보화시대에는 사회 변화의 속도가 더욱 빨라져 이에 따른 인재 양성을 위한 교육이 국가 경쟁력 차원에서라도 중요한 부분을 차지하였다. 이러한 지식정보화시대에 ICT를 활용하는 능력 또한 중요한 경쟁력이라 할 수 있다. 손병길 외(2008)는 현대사회에 복잡한 의사소통과 전문적인 사고를 요구하는 일이 증가함에 따라 전문적 사고와 복잡한 의사소통 능력을 요구하는 직업일수록 컴퓨터 사용이 늘어날 것이며, 교육적 차원에서 ICT의 활용은 학습자가 다양한 학습 자원에 노출되어 있어 교육에 대한 참여 기회가 높아져 교육의 기회를 높이는데 효과적이라고 하였다. 이에 수학 교과에서는 공학적 도구의 활용을 도입하며 실세계와 수학의 연결, 수학적 대상과 관계의 구체화, 수학의 다양한 표현 체계의 연결 및 사고력 중심의 수학 교수·학습 활동이라는 측면에서 수학교육에 기여해오고 있다(강옥기 외, 2011).

OECD는 교육에서 테크놀로지가 실제 학생들이 살아갈 미래사회에 필요한 역량을 키우는데 기여하는가를 살펴보기 위해 국제 학업 성취도 비교평가 PISA에 ICT와 관련된 내용을 포함시켜 ICT 활용과 성취도의 추이를 탐색하고 있다(김혜숙, 서정희, 박현정, 2008). ICT 활용 관련 변인은 컴퓨터 활용 기간과 활용 빈도, ICT 활용에 대한 자신감에 대한 항목으로 구성되어 있다. 손병길 외(2008)은 PISA 2003에서 ICT 활용과 문제해결력 점수간의 정적상관 결과를 통해 ICT 활용이 가능한 학생이 PISA 점수가 높게 나타나 그 효과를 입증한다고 하였다. 김혜숙 외(2008)가 PISA 2006 데이터로 ICT 활용과 학업성취도의 관계를 분석한 결과 컴퓨터 활용기간이 길수록 성취도가 높은 것으로 나타났지만, ICT 활용도 자체만으로는 성취도에 유의미한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 그러나 능숙한 ICT 활용이 다양한 문제 상황에서 요구되는 과제를 효율적으로 해결하는 데 긍정적으로 작용한다는 결과를 통해 교육현장에서는 교과교육 안에서 ICT 활용이 통합적으로 운영되도록 노력해야한다고 주장하고 있다. 허균(2013)의 PISA 2009 데이터를 활용한 ICT 활용능력에 대한 연구에서도 컴퓨터 사용은 학습자의 개인차를 줄일 수 있는 방향으로의 진행해야함을 언급하였다.

컴퓨터와 인터넷의 발달로 컴퓨터의 활용 정도와 그 외 기술의 적용의 정도에 따라 교육에서의 기술 활용정도는 변화하고 있고, 우리나라 교육과정은 사회적 변화의 흐름을 주도할 수 있는 기본 능력을 길러줄 수 있는 교육과정을 구성한다는 방침을 가지고 있다. 이는 시대가 변함에 따라 교육 역시 변화를 지향한다는 의미로 컴퓨터 보급이 보편해지던 시기의 7차 교육과정에서는 ICT 소양 교육으로 정보통신기술에 대한 기초적인 능력을 습득하고, 이를 토대로 각 교과에서 정보통신기술을 활용한 ICT 활용 교육을 하도록 하고 있다(교육인적자원부, 2000). 7차 교육과정에서의 정보통신기술 교육은 ICT 소양 교육과 ICT 활용 교육으로 구분된다. 실제로 교과 학습에 필요한 ICT 활용 능력은 각 교과 시간에 다루기 어렵기 때문에 특정 시간에 실시되는 소양 교육을 통하여 이루어져 왔다. 학습자들은 소양 교육으로 ICT에 대한 기본적인 능력을 습득하고, 이를 토대로 각 교과에서 ICT를 활용한 교수·학습 활동을 해 나갈 수 있기 때문에 두 가지의 교육이 연계하여 이루어질 때 ICT 활용 능력은 가장 효과적으로 이루어질 수 있을 것이다(박명숙 외, 2002). 교수·학습 과정에서 ICT를 활용하는 목적이 학생들의 창의적 사고와 다양한 학습 활동을 촉진시켜 학습 목표를 효과적으로 달성할 수 있도록 지원하는 데 있으며, 그 과정을 통하여 학생들이 자연스럽게 정보 소양 능력을 성취할 수 있도록 하는 것이다(위형신, 2003). 따라서 정보통신기술 활용 교육은 그 교과의 특성과 정보통신기술의 특성이 적절하게 조화를 이룰 때에 교육적 효과가 더 커질 수 있다. 최명숙 외(2003)는 ICT 활용 수업과 구체적 조작 활동 수업을 개발·적용하는 실험 연구를 통해 두 가지 교수법 모두 학업 성취도 향상에 긍정적 효과를 나타냈으며, 심지어 일정 시간이 경과한 후에도 그 효과가 지속됨을 확인하였다.

정보통신기술의 발달로 컴퓨터에만 국한되었던 ICT의 범위는 점차 확대되어 스마트폰, 태블릿 PC 등으로까지 확대되었고, 이후 이러닝(e-learning), 유러닝(u-learning) 등과 같은 다양한 종류의 교육 형태가 나타나고 있다. 특히 유러닝은 언제, 어디서, 누구나 참여 가능한 상태 즉, 시간과 공간을 초월한 네트워크에 참여할 수 있는 환경 속에 학습자가 놓여 진다는 것을 의미한다. 강옥기 외(2011)는 유러닝이 ICT 활용 교육과 이러닝으로 지칭

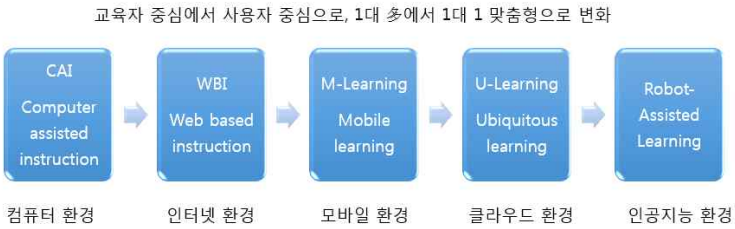
되어 오던 테크놀로지 중심의 교수·학습 방법에서 벗어난 인간 중심의 교수·학습 방법이라고 하면서 유러닝은 다가올 미래의 이야기가 아닌 현재 진행 중이라 당시를 설명하고 있다. 덧붙여 유러닝을 위한 도구 즉, 테크놀로지에 대한 네 가지 역할(복잡한 계산 과정이나 풀이 과정을 수행하는 역할, 문제 상황을 시각화 및 구체화하는 역할, 추측을 형성하기 위한 수학 실험의 역할, 학습 내용을 의사소통하는 역할)을 규정하고 있다.

그러나 이 같은 장점에도 불구하고 교사의 ICT 활용에 대한 소극적 태도는 현장 적용에 어려움을 겪고 있다. 김미량과 최정희(2003)는 중등교사들의 ICT 활용 현황을 살펴보았는데 교사들이 전통적인 교수·학습 방법에 비해 수월성에 기여함은 인식하고 있으나 실제로 현장에서는 ICT를 활용하는 수업방식에 대하여 긍정적이지 않은 것으로 나타났으며, 그 이유로 ICT를 활용한 수업을 전개하기 위한 교사 개인의 희생이 따라야하기 때문이라고 하였다. 조명희, 김화경, 이현우(2012)의 연구에 의하면 수학교사의 ICT 활용 스킬과 활용 동의가 높을수록 수학교육에서 ICT를 활용하고자 하는 의지가 높게 나타났으나, 초·중학교 수학교사에 비하여 고등학교 수학교사는 ICT 활용에 대한 스킬, 동의, 의지 모두 낮은 것으로 나타났다. 이를 통해 ICT 활용 수업의 현장 적용에 있어 교사의 긍정적인 인식이 큰 영향을 미친다는 것을 알 수 있으며, 더 나아가 교사의 적극적인 ICT 활용은 학생들에게도 긍정적 태도를 함양할 수 있는 기회를 제공할 것이다. 이와 같은 결과는 여러 연구(노선숙, 김민경, 2001; 봉미미, 송정근, 2004)를 통해서도 확인할 수 있으며 수업에서 ICT의 적극적인 활용을 위하여 교사 연수의 필요성을 호소하고 있다.

정보통신기술이 발달함에 따라 다양한 매체와 기기를 통한 학습이 가능해지고 스마트폰과 태블릿 PC가 널리 보급되면서 학습자는 주도적으로 학습할 수 있는 환경에 놓이게 되었다. 이에 따라 교육과학기술부(2011)는 '21세기 학습자 역량 강화를 위한 지능형 맞춤 학습 체제로 교육환경. 교육내용, 교육방법 및 평가 등 교육체제를 혁신하는 동력'으로 스마트교육을 개념화하였고 'SMART'를 Self-directed(자기주도적 학습), Motivated(맞춤형 학습을 통한 학습자의 흥미, 동기 부여), Adapted(맞춤형 교육제도, 교수학습 체제, 시스템 등), Resource enriched(풍부한 교수-학습자료), Technology-embedded(최신의 정보기술을 기반으로 함)로 의미화 하였다. 이후 스마트 교육 또는 스마트러닝에 대하여 서로 다른 견해를 가진 연구들이 진행되었다. 노규성, 주성환, 정진택(2011)은 스마트형 정보통신기술을 학습활동에 접목하여 학습원천정보에 손쉽게 접근할 수 있고, 학습자간, 학습자-교수자간 상호작용을 효과적으로 지원하며, 자기주도적인 학습환경 설계를 가능하게 하는 학습자 주도형의 인간중심적인 학습방법이라 하였고, 강인애, 임병노, 박정영(2012)은 스마트 기기 및 소셜 미디어를 활용하여 학습에서의 상호작용을 극대화한 학습으로서 형식학습과 비형식학습의 융합, 강화된 실재감, 학습의 외연적 확대, 앱 기반의 다양한 학습활동이 이루어지는 학습 환경으로 스마트 교육을 정의하였다. 그 외에 임병노 외(2011)는 스마트교육을 '학습자가 스마트기기와 소셜네트워크를 활용하여 스스로의 학습요구를 진단하고 학습과정을 설계하여 최적의 성과를 내는 과정 속에서 자기주도적, 창의적 학습역량을 개발하는 학습형태'라고 정의하였다. 그러나 스마트폰과 같은 스마트 기기가 일상생활에서 빈번히 사용하고 있음에도 불구하고 교수·학습 상황에서 스마트 기기는 거의 활용되지 않았다(허희옥 외, 2013; 김영록 외, 2013).

각 연구마다 개념을 정의하는 방식은 다르나 종합해보면 스마트 교육은 최첨단 정보기술을 통해 시간과 장소에 제한을 받지 않고 학습할 수 있고, 기술 발전과 발맞추어 다양한 수업방식으로 학습자가 학습의 선택권을 가질 수 있게 한다는 교육패러다임의 변화로 볼 수 있다([그림 II-1]). 또한, 교수자 중심의 전통적인 교수·학습 방법에서 벗어나 학습자의 특성과 요구가 학습에 반영되어 학습자의 참여를 극대화 시킬 수 있는 학습자 중심의 교육이기도 한 것이다.

ICT를 활용한 교육과 스마트교육은 전통적인 교수방법을 벗어나 학습자를 위한, 학습자 중심의 교육을 추구하기 위한 하나의 도구로써의 역할을 기대하였던 것으로 보인다. 정보통신기술의 발달은 학습자를 위한 새로운 환경을 제공해줄 뿐만 아니라 학습자의 수준과 요구에 따른 효율적인 맞춤형 학습을 위한 도구 역시 제공해주고 있는 것이다.




[그림 II-1] 기술발달에 따른 교육의 변화(홍정민, 2017)

최근에 인터넷과 디지털 기술이 급속도로 발전하고 있으며 이에 따라 교육은 이러한 기술의 발전과 기술의 힘을 빌려 보다 효과적인 학습을 제공할 수 있도록 하는 새로운 교육 패러다임으로의 발전 가능성을 보이고 있다. 미래 전망에 대한 보고서를 살펴보면 인공지능 시대는 사회적 불평등으로 교육 불평등을 초래할 것이라는 부정적 견해(조희연, 2016)도 있다. 그러나 학교에 머무르는 동안 수업내용과 방법에서 첨단 디지털 시설과 기기 활용을 권장하여 디지털 활용 능력의 격차를 최소화하는 환경을 만드는 것으로 해소할 수도 있다(조은순, 2015). 즉, 디지털 리터러시 역량을 길러주는 미래 교육환경의 디지털화를 강조하고 있는 것이다. 또한, 조은순(2015)은 학습자에게 학습속도와 스타일에 맞는 수업이 제공되지 않아 학습자 개인의 다양한 사회문화적 배경을 고려한 수업활용이 주어진 현 교실상황을 인공지능을 활용한 디지털 기기로 해결하고자 하였다. 이처럼 인공지능은 학습 상황에 점진적으로 들어오고 있으며, 인공지능이 탑재된 디지털 기기를 활용한 수업은 현실로 가다올 수 있다. 이에 따라 앞으로 창의적인 인재를 기를 수 있는 교육 시스템이 핵심 과제라고 할 수 있는 인공지능 시대에, 앞으로 인간과 인공지능 협업 시대를 주도적으로 맞이하고 구성하기 위해서는 현행 교육 패러다임을 혁명적으로 바꿔야 하며(김지원, 2017) 학습에서의 인공지능의 활용과 역할의 범위와 기준을 정하는 일이 필요할 것이다.

## Ⅲ. 인공지능과 교육

컴퓨터의 발달과 네트워크의 발달로 학습자가 놓여있는 학습 환경 또한 변화하고 진화해오고 있다. 교수자와 교육과정이 기술과 맞물려 학습자에게 효과적인 학습을 할 수 있는 환경을 제공해 줄 수 있게 되어 21세기를 살아갈 학생들은 인공지능이라는 환경 속에서 생활하게 될 것이고, 루이드의 산타토익과 바풀의 바로풀기로 그 상황은 시작되었는지도 모른다.

인공지능은 대부분 두 단계로 나누어 약한 인공지능과 강한 인공지능으로 나눈다. 강한 인공지능은 스스로 생각하고 스스로 학습하여 판단을 내리는 자아와 지성을 갖춘 인공지능을 말하며, 약한 인공지능은 인지능력을 갖춘 인공지능으로서 이미 우리 주변에서 차츰 모습을 드러내고 있다. 교육에 있어서 약한 인공지능에 해당하는 초기 인공지능은 단순한 문제풀이 정도로 활용되었으나 점차 그 활용정도가 넓어지고 있다.

인공지능을 활용하는 정도에 따라 다음과 같이 레벨을 정의하기도 한다. 우선 1단계는 청소기나 세탁기 등의 단순한 자동제어 프로그램을 사용하는 정도의 지극히 단순한 제어 프로그램을 탑재하고 있는 경우이다. 그 다음 2단계는 구글의 알파고와 이세돌의 격전과 같은 프로그램, 질문에 응답하고 대화하는 프로그램과 같이 지식을 기반으로 판단하고 추론하는 단계이다. 3단계는 거대한 데이터를 활용하여 지식과 규칙에 대한 기계학습이 가능하고 4단계에서는 기계학습을 할 때 자체 학습이 가능한, 신경망 네트워크 기술로 결과를 보여주면 특정 표현을 학습하기까지 하는 딥러닝 기술을 활용하는 단계이다. 가까운 미래에 학습자들이 교육에서 인공지능을 활용하는 수준은 level 4에 이를 정도가 될 것이다(<표 Ⅲ-1>).

<표 III-1> 인공지능 수준

| 수준 | 특징 |
|---|---|
| level 1 | 청소기나 세탁기 등의 단순 자동 제어프로그램 |
| level 2 | 장기대국, 질문에 응답 대화 프로그램. 지식베이스로 판단/추론 |
| level 3 | 빅데이터 시대의 표본 데이터를 활용하여 지식, 규칙 기계학습 |
| level 4 | 다 계종 신경망, 네트워크 기술로 결과를 보여주면 특징 표현 학습까지 하는 딥러닝 기술 |

인공지능의 발달에 따라 주요 관심사가 변화하고 있는데 이상용(2008)은 그에 따라 1940년대부터 현재까지의 인공지능의 발달을 다음 <표 Ⅲ-2>와 같이 정리하였다.

<표 III-2> 인공지능의 발달

| 연대 | 주요 관심사 | 주요한 일 |
|---|---|---|
| 1947년~1959년 | 퍼즐과 게임 | 사이버네틱(cybernetics) 제창(1947년)<br>Dartmouth 국제회의(1956년)<br>인공 지능의 제창(1956년) |
| 1960년~1964년 | 탐색과 문제해결 | LIPS(1960년)<br>Minsky의 논문 발표(1961년)<br>GPS(1963년) |
| 1965년~1969년 | 정리 증명과 계획 | 도출 원리(1965년)<br>DENDRAL(1965년)<br>프로덕션 시스템(1967년)<br>의미네트워크(1968년) |
| 1970년~1974년 | 지식 표현 | Prolog(1973년)<br>프레임(1974년)<br>MYVIN(1974년) |
| 1975년~1979년 | 전문가 시스템 | 지식공학의 제창(1977년)<br>전문가 시스템 구축 언어와 툴 개발<br>인공지능 산업의 활성화 |
| 1980년~현재 | 지식 정보 처리<br>생물학적 인공 지능 | 미국인공 지능학회 설립(1980년)<br>인공 지능 제품의 판매<br>바이오 지능 |

Allan Turing이 개발한 튜링기계(Turing machine) 이후 인공지능이라는 단어가 시작되었으며, 초기 인공지능은 복잡한 문제해결 방법을 컴퓨터 프로그램을 개발하여 인간보다 빠르고 쉽게 해결하기 위해 사용되었다. 컴퓨터가 미로 찾기, 퍼즐 풀기와 장기와 같이 비교적 구조화된 문제해결을 잘 수행하였지만 현실에서 일어나는 문제 해결에서는 한계가 드러나면서 침체기를 갖게 되었다. 그러나 1980년대에는 의학 지식을 갖춘 의사 혹은 법률지식을 많이 가지고 있는 변호사와 같은 역할을 하는 컴퓨터의 역할에 대한 새로운 시각으로 어느 분야에서 축척해온 지식과 그 지식을 활용하는 방법을 이용하여 문제를 이해하고 해결하는 전문가 모형이 인공지능 개발에 적용되었다. 그러나 정보를 활용하여 상황을 판단하는데 전문가적 정보뿐만 아니라 비전문가적인 정보가 필요하지만 기계인 컴퓨터는 비전문가적 정보에 대해서는 알지 못한다는 단점을 발견하게 되었다. 컴퓨터가 인간이 학습하는 능력과 다르다는 것을 깨닫게 되면서 인공지능 연구는 또 한 번 침체기를 가져왔다. 이후 알고리즘

에 의한 과제 해결을 수행하는 방법에서 벗어나 인간의 학습하는 능력을 모방하기 위해 기계가 학습하는 방법을 가르치려는 노력으로 기계학습(machine learning)이 가능해졌다. 이는 인공신경망을 기반으로 컴퓨터가 판단, 식별, 예측까지 가능하게 되었으며, 컴퓨터가 학습할 수 있는 데이터가 방대해짐에 따라 그 기술은 점차 진보하고 있다(허희옥 외, 2017).

인공지능이 무엇을 할 수 있는지를 살펴봄에 있어 인간과 같은 학습을 할 수 있는 능력에 대한 이해는 인간이 학습하는 데에 좀 더 효과적이고 효율적인 방향으로 전개해 나갈 수 있을 것이다. 인공지능과 관련된 분야에는 전문가 시스템, 자연어 처리, 지능형 컴퓨터 교육, 자동프로그래밍, 지능형 에이젼트, 인공신경망, 데이터 마이닝 등이 있다. 이 분야에 대하여 인공지능과 세계(이상용, 2008)에서 설명하고 있는 전문가 시스템, 지능형 컴퓨터 교육, 인공 신경망에 대한 설명을 요약하면 다음과 같다.

우선, 전문가 시스템은 지식 기반 전문가 시스템(knowledge-based exper system)에서 유래되어 복잡한 문제 영역에 대하여 전문가의 전문 지식을 사용해 추론하여 전문가와 동등한 수준으로 문제를 해결할 수 있는 지적 소프트웨어로 전문가가 아니면 해결이 불가능한 문제를 대상으로 하고 있다. 전문가 시스템의 선조로 볼 수 있는 GPS(General-purposed Problem Solver)는 주어진 문제에 대하여 상태를 여러 가지로 변환할 수 있는 연산자의 집합, 연산자가 적용되기 위한 전제 조건과 적용된 후의 변화된 조건 등이 주어지는 것이다. 전문가 시스템을 활용한 다른 예로 MYCIN은 1970년대 스탠포드 대학에서 개발되었으며 전문가 수준으로 진단 및 처방을 하며 추론을 통해 사용자에게 설명까지 해주는 시스템으로 의학 교육을 하는데 활용되고 있다. 인공지능의 다른 분야로 지능형 컴퓨터 보조교육(Intelligent Computer Aided Instruction; ICAI)은 종종 짜여진 구조 내에서 특정 입력에 대한 특정 응답으로 구조화된 데이터베이스이기도 하지만 사용자와 상호 대화적이고 지식베이스의 인공지능 기술들을 사용하고 있다. 이 시스템은 컴퓨터의 능력을 교육과정에 옮겨 학생들의 학습 형태에 적합한 학습 기술을 형상화한 컴퓨터 개인교사를 만들기 위해 적용되고 있다. 인공신경망은 생물의 뇌 신경망을 모델링하여 기존 컴퓨터의 한계를 극복할 수 있게 되었다. 그 예로 캘리포니아 대학의 Rumelhart와 카네기멜론 대학의 McClelland는 영어 학습을 위한 인공신경망을 개발하였다.

인공지능의 발달과 더불어 변화하는 관심사가 교육에서도 역시 구조화된 문제해결에서 시작하여 활용 정도와 역할의 범위가 점차 넓어지고 있다. 교육과 관련하여 인공지능 개발에 관한 연구의 특성과 학습과의 연계에 따라 시기별로 정리해보면 다음 <표 Ⅲ-3>과 같다.

<표 Ⅲ-3> 시기별 인공지능 개발의 특성

| 시대구분 | 개발방법 | 학습과 연계된 개념 | 활용사례 |
|---|---|---|---|
| 1970´ | 탐색, 패턴인식, 문제해결과 계획 | 증명 | 튜링테스트, 체스게임, 퍼즐게임, GPS |
| 1980´ | 추론, 탐색 프로그램언어 개발(LISP, PROLOG) | 구조화된 문제해결 | SHOLAR, SOPHIE, BIP, GUIDON, EXAMINER, QUADRATIC TUTOR, WEST |
| 1990´ | 지식표현, 전문가시스템 | 전문가 모형 | MYCIN, NEO MYCIN, EXCHECT, WUSOR |
| 2000´ | 기계학습, 딥러닝, 특정표현학습 | 직접교수, 강화이론, 지식표상 | KHAN ACADEMY, 미네바르스쿨 |
| | 빅데이터 기반 기계학습과 딥러닝 활용 | | |

인공지능은 학습을 돕는 역할뿐만 아니라 평가에서도 활용될 수 있다(Luckin, Holmes & Forcier, 2016). 우선, 교사와 학습자에 대한 데이터가 쌓일 경우 학습 분석을 통해 데이터의 패턴을 인식할 수 있고 온라인수업과 같은 경우 학습자가 중도포기를 하거나 학습의 성공여부에 대하여 예측이 가능하다. 다시 말해 학습자의 학습 패턴을 분석하는데 인공 지능 기법으로 보완하여 학습자를 위한 과제 또는 학습자가 필요로 하는 정보를 적시에 제공함으로써 학습을 성공적으로 이끌어 줄 수 있도록 학습경험을 형성하는데 사용할 수 있다. 두 번째로 인공지능을 통하여 학습하는 방법에 대한 통찰력을 제공한다. 다시 말해, 학습자의 인지과정과 학습에 영향을 미치는 요소들을 알 수 있게 되어 교사는 이러한 정보를 통해 학습자를 이해할 수 있게 된다. 세 번째는 인공지능을 통해서 평가를 위해 학습과정을 멈춰야했던 기존의 평가시간이 필요하지 않게 된다. 학습자가 학습하는 일련의 과정에서 학습자의 정보를 축적하여 얻어진 많은 정보로 학습을 하는 과정동안 자연스럽게 평가가 이루어질 수 있으며, 학습활동 또는 공동 프로젝트를 통해 평가가 가능함을 의미한다.

현재 인공지능을 교육에 활용하여 상용되고 있는 예로는 인간이 사용하는 언어를 컴퓨터에 인식시켜 처리하는 자연어 처리 기술을 사용하는 구글 번역, 학습자가 문제를 이미지화하여 업로드 시키면 답변하는 방식에서 이미지를 구분하는 기술을 사용하고 있는 바로풀기의 질의응답 서비스 등이 있다. 이처럼 학습에 활용되는 목적과 분야에 따라 인공지능 기술이 다양하게 이용하고 있다.

## Ⅳ. 인공지능과 수학교육

컴퓨터와 같은 기술공학의 활용이 지향하는 점은 컴퓨터가 촉진제가 되어 탐구활동을 통한 수학적 사고를 개발하는 것으로 학습자는 기술공학의 발전에 놓여 있다. 기술공학 환경은 수학 학습자에게 자료를 측정하고 패턴을 찾는 등의 당면 과제를 확인하는 대상으로 사용할 수 있고 수학적 대상들 사이의 관계성을 추측하며 사용하는 도구의 유용성을 적극 활용하여 수학적 대상의 타당성을 검정하는데 사용될 수 있으며, 반영적 사고에 의한 진정한 탐구가 이루어질 수 있도록 적극적 활용을 안내해야한다(고상숙 외, 2015).

Taylor(1980)는 컴퓨터의 역할을 개인교사형(tutor), 보조도구형(tool), 학생주도형(tutee)으로 분류하였다. 개인교사형은 교사의 역할을 컴퓨터가 대신하는 컴퓨터 보조수업(Computer Assistant Instruction, CAI) 또는 컴퓨터 기반 수업이라 하며, 컴퓨터 보조 수업(Computer Based Instruction, CBI)에 사용되는 프로그램을 코스웨어라고 일컫는다. 보조도구로써의 컴퓨터는 Maple이나 Mathematics와 같은 수학과 관련된 소프트웨어 외에도 스프레드시트, 워드프로세서 등과 같은 일반적인 소프트웨어를 보조도구로 활용할 수 있다. 학생주도형은 학습자가 원하는 일을 컴퓨터에게 시키는 것으로 학습자가 컴퓨터를 지도하는 역할을 한다고 할 수 있다. 이외 Taylor가 제시한 컴퓨터의 세 가지 역할에 탐구학습형을 추가하여 설명하기도 하는데, 이는 컴퓨터로부터 학습자로의 일방적인 학습에서 벗어나 컴퓨터와의 상호작용을 추구하는 것을 의미한다.

60년대 컴퓨터 교육의 필요성을 인식하면서 우리나라에 처음으로 CAI의 개념이 도입되었지만, 80년대에 들어 CAI의 효과에 대하여 기대하면서도 당시 당면한 시스템 개발의 재정적 문제, 코스웨어 부족, 교사의 부담 등의 문제가 있었다(이화여자대학 편집부, 1984). 김용권(1987)은 CAI는 교재와 상호작용할 수 있는 충분한 기회를 제공하는 것과 학습에 능동적인 참여를 유도한다는 중요성을 가지기 때문에 컴퓨터의 교육에의 도입을 강조하였다. 이후 나타난 프로그램이 단순히 문제 푸는 요령을 외우는 반복학습을 위한 것이라는 비판적 의견도 있어(김동식, 1994) 이를 보안하기 위한 노력으로 황혜정(1996)은 안내적 발견 학습 방법을 통해 수학적 문제해결력을 신장할 수 있는 CAI 프로그램을 개발하는 등의 시도를 하였다. 교사의 역할을 컴퓨터가 대신하는 컴퓨터 보조수업(Computer Assistant Instruction, CAI)은 인공지능 시대에 교사의 역할을 인공지능 로봇이 대신하는 로봇 보조 수업(Robot Assistant Instruction, RAI)을 전망하며(홍정민, 2017) 학습 현장의 변화를 예견하고 있다.

CAI 프로그램이 개별화 학습이라는 큰 장점에도 불구하고 한정된 피드백을 마련하여 순서적 또는 임의적으로 선택하여 문제를 제공하는 한계점이 있다. 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). 다시 말해 ICAI는 CAI 프로그램이 인간과 유사할 정도의 지능으로 작용하여 사람이 가르치는 것과 비슷하게 진행해가는 프로그램으로 개인의 오류를 컴퓨터가 진단, 처방함으로써 학습자의 오류를 수정하여주고 또 학습자의 능력 단계에 맞는 수준의 과제를 부여해주는 인공지능 컴퓨터 보조학습 프로그램으로(김원종, 1993) 최근 인공지능을 교육에 활용하려는 시도와 그 맥락을 함께 하는 것으로 볼 수 있다.

수학교육에서 90년대 초반 컴퓨터를 활용한 교육에 대한 관심이 높아지며 인공지능을 활용한 수학교육에 대한 관심도 시작되면서 수학교육에서 인공지능에 관한 연구가 시작되었다. 우리나라에서는 김원종(1993)은 인공지능 컴퓨터 보조학습을 개발하는 데 근간을 제공하기 위한 이론적 고찰을 하여 인공지능을 활용한 수학교육의 코스웨어 수업설계에 관한 연구를 하였다. 그러나 수학교육에서의 인공지능과 관련된 연구는 지속되지 않았다. 이후 국형준(2001)은 지능형 교수기 개발을 목표로 수학 문제 해결 학습의 각 단계에서 학습자의 추론 수준과 요구를 파악하고 그에 따라 상호 작용하는 학습 환경을 제공하는 Cyber Tutor 시스템에 관한 연구를 하였으며 다양한 수준의 학습자에 대한 적응을 추구하여 학습자 중심의 개인 교수식 학습 모형을 제안하였다.

SRI Education(2014)에서는 학교에서 수학 수업에 칸 아카데미를 활용한 것에 대한 연구보고 중 학생들의 학습을 모니터링하고 자기 주도적으로 학습할 수 있도록 시스템으로 지원하는 것을 보고하며 개별화 학습 맞춤형 학습이 가능하도록 해주는 인공지능 활용 교육을 시사하였다. 또한 Geoge(2017)는 인공지능과 컴퓨팅 사고와 수학교육에서의 공통점에 관한 연구를 진행하여 현상의 모델링과 특정사례를 넘어서는 개념의 추상화의 공통점이 수학교육에서 고려해야 할 가치가 있다고 하였다.

이와 같이 수학교육에서 인공지능에 관한 연구가 이루어졌으나 아직까지 수학교육에서 인공지능 활용과 관련된 연구가 극히 한정적으로 이루어졌으며 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. 대표적으로 바풀, 칸 아카데미 등과 같은 프로그램들을 들 수 있다. 또 다른 예로 iTalk2Learn를 들 수 있는데 iTalk2Learn는 유럽의 공동 프로젝트로 5세부터 11세 아동을 대상으로 수학학습을 지원하는 학습 플랫폼이다. 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 하였다. 학습 과정에서 학생과의 대화를 통한 상호작용으로 학생의 반응과 학습에 대한 태도, 학습 상황에 대한 태도 및 정의적 부분까지도 감지할 수 있고, 절차와 개념 지식을 촉진하기 위해 다양한 구조화된 학습과제와 탐색적 학습 환경을 제공하고 있다.

## Ⅴ. 나가는 글

지금까지 정보기술이 발달함에 따른 교육 패러다임의 변화와 수학교육에서의 ICT 교육에 관한 변화를 살펴보았다. 또한 CAI 교육에서부터 ICAI 교육에 관한 내용이 인공지능을 수학교육에 활용하는 것과 맥락적으로 연계되어 있음을 살펴보았다. 인공지능 기술이 급격히 발달하며 최근 그 활용에 대한 가능성과 방법에 대한 논의를 시작하는 시점에서 인공지능을 활용한 수학교육은 지금까지 정보기술의 발전에 따라 수학교육이 변화하고

그에 따른 교수·학습 방법이 변화되어 온 연장선상에 있음을 알 수 있다.

본 연구에서는 교육 패러다임의 변화에 기초하여 우리나라의 수학교육에서 ICT 활용의 변화에서부터 ICAI로 변화하고 있는 수학교육에서의 인공지능에 관한 연계성을 고찰하였다. KEDI(2016)가 정보기술 사회는 인공지능 기술을 활용한 개별화 교육, 맞춤형 교육 등이 교육에 큰 기여를 하게 될 것이라고 전망하고 있듯이 수학교육에서도 인공지능을 활용하여 개별화 교육, 맞춤형 교육의 방향으로 변화하게 될 것임을 예측할 수 있었다. 그러나 앞서 살펴본 바와 같이 수학교육에서 인공지능과 학습이 관련된 연구는 거의 이루어지고 있지 않은 실정이며 인공지능 기술을 활용한 교육적 의의나 효과에 대한 연구는 전무한 상태에서 학습용 프로그램들이 개발되고 있는 상황이다. 따라서 이러한 프로그램에서 인공지능이 어떻게 활용되고 있으며 그에 따른 학습 효과와 인공지능 활용 교육에 관한 교육적 의의를 탐색하는 연구들이 이루어져야 할 것이다.

또한 황혜정 외(2016)가 공학적 도구 활용 시 유의점을 몇 가지 제시한 것과 같이 학습 프로그램을 개발함에 있어서 그리고 인공지능을 활용하여 개발된 학습 프로그램을 수학 교육에 도입함에 있어서도 그 목적을 명확하게 할 필요가 있으며, 수학 교수·학습의 어느 단계에서 인공지능의 기술을 어떻게 사용할 것인가의 문제를 중요하게 고려해야 할 것이다. 이 때 인공지능 기술을 또는 인공지능을 활용한 프로그램을 수학 교수·학습의 어느 단계에서 어떤 방식으로 활용할 것인가 하는 문제를 구체적으로 고민하고 판단해야 할 것이다. 또한 인공지능을 활용한다는 이유만으로 학습이 일어난다고 볼 수는 없으며, 구체적으로 인공지능을 활용하여 어떠한 학습의 효과가 있는지에 관한 연구도 거의 없기에 인공지능을 학습 과정 중 어느 단계에서 활용할 것인지에 관한 면밀한 계획을 세워야 할 것이다. 또한 인공지능을 활용한 교육의 한계를 분명히 인식하고 인공지능을 수학교육에 활용할 방안을 모색해야 할 것이다.

또한 수학교과에서 수학을 효과적으로 학습하는데 활용할 수 있는 인공지능의 기술이 무엇인지, 그 기술을 어떠한 방식으로 활용할 것인지에 대한 연구가 이루어져야 할 것이다. 수학 교과의 내용 영역인 '수와 연산', '문자와 식', '함수', '기하', '확률과 통계'에서 인공지능 기술을 가장 효과적으로 활용할 수 있는 영역을 찾는 것 역시 필요하다. 이에 따라 각 영역에서 함양할 수 있는 문제 해결, 추론, 창의·융합, 의사소통, 정보 처리, 태도 및 실천의 6가지 수학 교과 역량을 함양할 수 있는 방향으로의 탐색이 필요하다. 교육 뿐 아니라 시대적인 변화에 대비한 교육의 방향을 정립하는 것은 앞으로 다가올 인공지능 시대에 잘 적응하고 대처해야하는 것은 물론 이로부터 바람직한 수학교육의 방향을 모색해야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

강옥기·허난·이환철·박경은·조현공 (2010). 수학교육학 정론. 서울: 경문사.

Kang, Y., Huh, N., Lee, H. Park. K., & Cho, H.. (2010) *Mathematics Education.* Seoul: Kyungmoon.

강인애·임병노·박정영 (2012). 스마트 러닝의 개념화와 교수학습전략 탐색. 교육방법연구, 24(2), 283-303.

Kang, I., Lim, B., Park, J. Y. (2012). Exploring the theoretical framework and teaching & learning strategies of Smart Learning: Using cases of university classrooms. *The Korean Associatin of Eductional Methodoogy Studies.* 24(2), 283-303.

고상숙 외 (2015). 수학교육에서 공학적 도구. 서울: 경문사.

Ko, S. S. et al. (2015). *Technology in Mathematics Education.* Seoul: Kyungmoon.

교육과학기술부 (2011). 스마트교육 추진 전략 실행 계획.

Ministry of Education, Science, and Technology (2011). *Smart Education Strategy Implementation Plan.* 2011.9.1.

국형준 (2001). 공식 원리에 기반한 대화식 문제해결 학습을 지원하는 수학교수 모형. 정보처리학회논문지B,

8(5), 429-440.

Kook, H. J. (2001). Artificial Intelligence : A Mathematics Tutoring Model That Supports Interactive Learning of Problem Solving Based on Domain Principles. *The KIPS Transactions: Part B*, 8(5), 429-440.

김미량·최정희 (2003). ICT 활용교육의 수용과 확산을 위한 탐색적 연구: 현장 중등교사의 관점을 중심으로. 한국교원교육연구, 20(2), 5-22.

Kim, M. R. & Choi, J. H. (2003). A Study on Teachers' Acceptance Level of ICT-based Instruction in Junior High Schools of Northern Kyunggi Province. *The Journal of Korean Teacher Education*, 20(2), 5-22.

김성식 (1996). 인공지능 기법. 서울:홍릉과학출판사.

Kim, S. S. (1996). *Techniquesog Artificial Intelligence*. Seoul: Hongrung Publishing Co.

김영록·정미현·김재현 (2013). 스마트기기의 교육적 이용 실태 및 활용 방안 연구. 인터넷정보학회논문지, 14(3), 47-55.

Gim, Y., Chung, M. & Kim, J. (2013). A Study on the Actual Condition and Utilization Plan of Smart Devices for Educational Purpose. *Journal of Internet Computing and Services*, 14(3), 47-55.

김용권 (1987). 학교에서의 컴퓨터 도입과 활용방안 연구. 한국교육개발원 RR 87-31.

Kim, Y. K. (1987). *A Study on Computer Installments and Applications in Schools*. Korean Educational Development Institute RR 87-31.

김원경·민미영 (2010). CAS 계산기의 활용이 이차방정식 학습 부진 학생에게 미치는 효과에 대한 사례 분석. 교육연구, 26(5), 143-175.

Kim, W. K. & Min, M. (2010). A Case Study on Effects of CAS Calculator for Slow-Learners in Quadratic Equation Instruction. *Korean Journal of Teacher Education*, 26(5), 143-175.

김지원 (2017). 인공지능 시대의 새로운 교육패러다임에 대한 연구. 박사학위논문, 경북대학교 대학원.

Kim, J. W. (2017). *A Study on the New Educational Paradigm of the Age of Artificial Intelligence*. doctoral dissertation, Kyongbuk University.

김혜숙·서정희·박현정 (2008). ICT 활용이 학업성취도에 미치는 영향:PISA 2006 한국자료를 중심으로. 한국교육, 35(4), 107-129.

Kim, H., Seo, H., Park, H. (2008). The Impact of ICT use on Students' Academic Performance based on PISA 2006 Korean Data. *Journal of Korean Education,* 35(4), 107-129.

노선숙·김민경 (2001). 수학교육에서 교수매체에 대한 교사, 학생, 학부모의 인식 조사 연구. 수학교육, 40(2), 265-289.

Noh, S. & Kim. M. K. (2001). A Survey of the Cognition of Teachers, Students, Parents Towards Instructional Media in Mathematics Education. *The Mathematical Education*, 40(2), 265-289.

노성규·주성환·정진택 (2011). 스마트 러닝의 개념 및 구현 조건에 관한 탐색적 연구. 디지털정책연구, 9(2), 79-88.

Noh, K., Ju, S. & Jung, J. (2011). An Exploratory Study on Concept and Realization Conditions of Smart Learning. *Journal of Digital Convergence*, 9(2), 79-88.

박명숙·정시영·이철환·김현성·신수범·김영애·박양주 (2002). 국민 ICT 활용 능력 기준 및 교육과정 개발 연구. 교육인적자원부·한국교육학술정보원 RR 2001-9.

Part, M. S. et al. (2002). *A Study of National ICT literacy standards and curriculum development. Ministry of Education and Human Resources Development·Korea Education and Research Information Service* RR 2001-9.

서유경·이준 (2003). 국가 교육과정과 ICT의 통합을 위한 기초 연구. 한국교육학술정보원 RR 2003-16.

Seo, Y. K. & Lee, J. (2003). *Framework Research for Integration of national curriculum and ICT*. Korea Education and Research Information Service RR 2003-16.

손병길 외 (2008). 교육과정 내 교육정보화(ICT) 적용 및 활용 실태 국제 비교 연구. 한국교육개발원 CR 2008-9.

Son, B. K. et al. (2008). *International Comparative Study on Application and Utilization of ICT in Curriculum.* Korean Educational Development Institute CR 2008-9.

위형신 (2003). ICT를 활용한 초등 영어 학습의 효과. 조선대학교 대학원 박사학위논문.

Wi, H. (2003). *Effects of ICT-Based English Education in Korean Elementary Schools.* Doctorial Thesis. Graduate School of Chosun University.

이상용 (2008). 인공지능의 세계. 경기: 21세기사.

Lee, S. Y. (2008). *A World of Artificial Intelligence.* Gyeong-gi: 21-century.

이화여자대학교 교육학과 편집부 (1984). 교육에의 컴퓨터 활용 방안: 한국의 CAI 발전을 위한 제언. 교육연구, 52, 9-38.

Ewha Womans University Department of Education. (1984). A Study on Utilization of Computer in Education: Proposals for the Development of CAI in Korea. *Educational Studies*, 52, 9-38.

임병노·김민태·최성기·신수범·차남주·이승진·변용완·류진선·임영아 (2011). 스마트 교육 콘텐츠 품질관리 가이드라인 개발을 위한 이슈사항 분석. KERIS 이슈리포트 RM 2011-13.

Lim, B., Kim, M., Choi, S., Sin, S., Cha, N., Lee, S., Byon, Y., Ryu, J. & Lim, Y. (2011). *Analysis of issues for development of guidelines for smart education contents quality management.* KERIS Issue Report RM 2011-13.

정보연·최운식 (2004). ICT 활용수업에 대한 교사들의 인식 및 활용실태 연구: 중학교 사회과를 중심으로. 교과교육학연구, 8(3), 385-401.

Jung, B. & Choi, Y. (2004). A Study on the Present and Future of ICT Education : Understanding of Teachers on social studies in middle school. *Journal of Research in Curriculum & Instruction,* 8(3), 385-401.

조명희·김화경·이현우 (2012). 수학교육을 위한 ICT 활용에 대한 수학교사의 인식 및 태도 조사. 교원교육, 28(4), 141-159.

Jo, M. H., Kim, H. K. & Lee, H. W. (2012). Mathematics Teachers' Perceptions and Attitude toward ICT Use for Mathematics Education. *Korean Journal of Teacher Education*, 28(4), 141-159.

조은순 (2015). 교육공학 관점에서 보는 미래 교육환경. 교육공학연구, 31(3), 687-708.

Jo, E. (2015). Future Educational Environment Based on Educational Technology Perspective. *Journal of Educational Technology,* 31(3), 687-708.

조희연 (2016). 인공지능 시대의 미래 교육. 인물과사상, 221, 72-85.

Jo, H. (2016). Future Education in Artificial Intelligence age. *People and Ideas*, 221, 72-85.

최명숙·이규민·서석호 (2003). 정보 안내형 ICT 활용 수업과 구체적 조작 활동 수업이 수학과 분수 학습에 미치는 효과. 교육공학연구, 19(2), 65-86.

Choi, M., Lee, G. & Seo, S. (2003). Effects of Information-Guided ICT Instruction and Manipulative Instruction on Fractions in Elementary Mathematics. *Journal of Educational Technology,* 19(2), 65-86.

한국교육개발원(KEDI) (2016). 2016 해외교육동향 기획기사, 연구자료 CRM 2016-184-01.

KEDI (2016). CRM 2016-184-01.

한태명·강문봉 (2003). 수학과 ICT활용 교수·학습 방법 및 자료 개발 연구. 한국교육학술정보원 RR 2003-6.

Han, T. & Kang, M. (2003). *A Study on Development of Teaching and Learning Materials Using ICT in Mathematics.* Korea Education and Research Information Service RR 2003-6.

허균 (2013). PISA 2009에서 ICT 활용 능력과 학습목적 컴퓨터 사용 영향요인에 대한 다층분석. 컴퓨터교육학회 논문지, 16(1), 51-61.

Heo, G. (2013). Computer-Aided Education : Multi-Level Analysis on the Using ICT Ability and Using Computers for Learning through PISA 2009 Data. *The Journal of Korean association of computer education*, 16(1), 51-61.

허희옥·양은주·김다원·문용선·최종근(2013). 인공지능 시대의 인간 지능과 학습. 교육철학연구, 39(1), 101-132.

Heo, H., Yang, E., Kim, D., Moon, Y. S. & Choi, J. G. (2013). Human Intelligence and Learning in the Era of Artificial Intelligence. *The Korean Journal of Philosophy of Education*, 39(1), 101-132.

홍정민 (2017). 4차 산업혁명 시대의 미래 교육, 에듀테크. 서울: 책밥.

Hong, J. M. (2017). *Future Education in the Age of the Fourth Industrial Revolution, EduTech*. Seoul: bookisbab.

황혜정·나귀수·최승현·박경미·임재훈·서동엽 (2016). 수학교육학 신론. 서울: 문음사.

Hwang, H. J., Na, G. S., Choi, S. H., Park, K. M., & Yim, J. H. (2007). The Theory of Mathematics Education. Seoul: Moon-Um-Sa.

에듀테크바로풀기, 인공지능 개념 학습 '10분 수학' 이용자 3천명 돌파, <파이낸셜뉴스>, 2017.07.06. 08:37, http://news.naver.com/main/read.nhn?mode=LSD&mid=sec&sid1=102&oid=014&aid=0003839541(2017.12.17. 13:13).

길병원인공지능'왓슨' 암환자 진료 현황 취재, <조선일보>, 2017.06.22. 08:30, http://health.chosun.com/site/data/html_dir/2017/06/20/2017062002175.html(2017.12.17. 12:09).

Buchanan, B. G. (2006). A Very Brief History of Artificial Intelligence. *AI Magine,* 26(4), 53-60.

Geoge, G. (2017). Artificial intelligence, computational thinking, and mathematics education. *The Iinternational Journl of Information and Learning Technology*, 34(2), 133-139.

NTSC (2016). *Preparing for the Future of Artificial Intelligence*. Executive Office of the President.

Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M. & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed. An argument for AI in Education.* London: Pearson.

SRI Education (2014). *Research on the Use of Khan Academy in Schools*. Research Brief, March 2014.

Taylor, R. (1980). *The computer in the school: tutor, tool, tutee.* NY: Teacher College Press.

# A study on the relationship between artificial intelligence and change in mathematics education[2)]

**Ee, Ji Hye**
Graduate School of Ajou University
E-mail : ee.jihye.ee@gmail.com

**Huh, Nan†**
Kyonggi University
E-mail : huhnan@kyonggi.ac.kr

Recently, we are working to utilize it in various fields with the expectation of the potential of artificial intelligence. There is also interest in applying to the field of education. In the field of education, machine learning and deep learning, which are used in artificial intelligence technology, are deeply interested in how to learn on their own. We are interested in how artificial intelligence and artificial intelligence technologies can be used in education and we have an interest in how artificial intelligence can be applied to mathematics education. The purpose of this study is to investigate the direction of mathematics education as the change of education paradigm and the development of artificial intelligence according to the development of information and communication technology. Furthermore, we examined how artificial intelligence can be applied to mathematics education.

2) This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Science and ICT(NRF-2017R1A2B4011069).
* ZDM Classification : U10
* 2000 Mathematics Subject Classification : 97U99
* Key Words : artificial intelligence, education paradigm, Intelligent Computer Aided Instruction
† Corresponding author