

인공지능(AI) 역량 함양을 위한 고등학교 수학 내용 구성에 관한 소고¹⁾

고호경²⁾

4차 산업혁명 시대를 대표하는 인공지능 기술은 이제 우리 삶에 깊숙이 관여되고 있고 미래 교육은 이러한 인공지능의 원리와 활용에 대한 학생들의 역량 함양을 중시하고 있다. 따라서 본 연구의 목적은 인공지능 역량과 가장 밀접한 교과인 수학에서 다루어야 하는 인공지능 관련 교육 내용을 고찰하는데 있다. 이를 위해 인공지능의 핵심 기술인 기계학습(machine learning)의 원리를 수학기반으로 학습할 수 있는 인공지능 교과를 수학과와 과목으로 신설할 것과, ‘인공지능과 데이터 과학을 위한 수학’ 교과에서 다루어야 하는 주요 수학 내용들을 제안하였다.

주요용어 : 인공지능, 인공지능 수학 교과, 인공지능 수학 내용

I. 들어가며

근래 사회의 다양한 분야에서 4차 산업혁명의 영향으로 인해 많은 변화가 이루어지고 있다. 4차 산업혁명은 경제나 산업 분야뿐만 아니라 교육에도 큰 영향을 미치고 있다. 특히 사물인터넷, 빅 데이터, VR/AR, 인공지능 등 4차 산업혁명 기술들은 교육 현장 및 교수학습방법에도 광범하게 적용돼 이른바 ‘에듀테크(Edu Tech)’로도 발전하고 있는 추세이다(한국교육개발원, 2018). 이러한 4차 산업혁명의 여러 가지 기술 중에서 가장 많은 주목을 받고 있는 것이 바로 인공지능이다. 인공지능(Artificial Intelligence, AI)은 인간의 지적 능력을 기계로 구현하는 과학기술이다(과학기술정보통신부웹진, 2020). 인공지능은 인간만이 할 수 있었던 추리나 판단과 같은 것 조금 더 나아가서는 언어나 행동 등을 할 수 있도록 만들어진 기계 혹은 그러한 시스템으로 이야기할 수 있다(고선규, 2019). 인공지능 기술이 딥러닝, 머신러닝 방식으로 군사, 마케팅, 의료 등의 다양한 분야에서 적극적으로 활용되고 있으며 인공지능은 단순한 기술적 차원을 넘어 인문사회 등 모든 영역에 걸친 패러다임의 변화를 초래하므로, 우리나라 정부도 국가·사회 전반의 준비가 필요함을 필두로 하여, 인공지능이 미래 사회의 각 분야에 미치는 영향에 대한 다각도의 분석과 함께 인공지능의 바탕인 SW산업 성장을 위한 제도개선 과제 추진과 SW 친화적 교육·문화 확산하고 교육체계를 혁신하고자 하는 의지를 밝히고 있다(과학기술정보통신부, 2019). 또한 이러한 분위기로 인해서 관련된 정부부처에서는 인공지능과 관련된 우수한 미래인재를 양성하기 위해서 약 5천 명 정도의 인공지능 교사를 만들거나 인공지능과 관련된 대학원을 설립하여 추진하는 등 많은 정책을 추진하고 있다(과학기술정보통신부, 2019). 2015 개정 교육과정을 시작으로 하여 소프트웨어 교육이 새롭게 도입이 되면서 이와 관련된 분야인 인공지능 교육이 더욱

* MSC2010분류 : 97B99, 97C90, 97U99

1) 본 연구는 2018학년도 아주대학교 일반연구비 지원에 의하여 연구되었음.

2) 아주대학교 교수 (kohoh@ajou.ac.kr)

더 주목을 받게 되었지만, 우리나라의 인공지능 관련 교육은 아직은 시작단계로 학교교육에서 필수 교육으로 SW·인공지능 학습기회를 대폭 확대하고 인공지능 융합교육 등을 강화한다는 것이다.

인공지능의 원리는 딥러닝으로 대표되는데, 딥러닝은 빅데이터, 알고리즘 개발, 하드웨어의 발전으로 최근 활발하게 연구되고 있는 기계학습 중 한 분야이다. 여기에는 인간의 두뇌가 수많은 데이터 속에서 패턴을 발견한 뒤 사물을 구분하는 정보처리 방식을 모방하는 것과 비슷한 인공 신경망(Artificial Neural Network)의 원리에, 비지도 학습(Unsupervised Learning)을 기반으로 복잡한 비선형 문제를 기계가 스스로 학습해 나가며, 사람이 모든 판단 기준을 정해주지 않아도 컴퓨터가 스스로 인지, 추론, 판단을 할 수 있다.

그렇다면 인공지능이 융합된 교육의 그림은 어떤 것일까? 인공지능 기반의 학습 프로그램을 통해 개별 학습 지도 및 평가 등 개인 맞춤 교육이 증진되고, 학생들은 챗봇에게 질문하고 챗봇과 함께 자기주도학습을 한다(최민영, 이태욱, 2019). 원격교육 인프라가 확충되고 최첨단 에듀테크가 실현되어 인공지능에 의한 온라인 수업이 새로운 패러다임으로의 정착을 이야기하는 것이다. 이렇듯 인공지능의 출현은 인공지능을 교수·학습에 도입하여 기존에 해결하기 어려웠던 맞춤형 수업과 학습태도 분석을 실시하고 이에 더하여 학사 행정부담 완화 등의 다각도의 시도가 이루어지고 있다.

또한 인공지능은 교육 내용이나 인재 양성의 분야에도 많은 변화를 가져 올 것으로 예측된다. 사실, 근래에 사회 변화 속도가 빨라지고 미래 사회가 예측 불가능하다는 위기의식이 강하게 대두하며, 인공지능 시대에 적합한 인재 양성교육이 필요하다는 사회 인식이 확산되고 있다. 예를 들면, 인공지능 기반 사회에서는 창의성을 기반으로 하여 인공지능에 대한 원리에 대한 학습이 중요하고 이를 위한 교육 기반이 마련되어야 한다는 것이다(신승기, 2019). 국내 SW인재 부족문제를 해결하는 동력으로 인공지능을 활용하고자 인공지능을 활용한 개인 맞춤형 코딩 교육, SW인공지능 조교서비스 개발 등도 제안되고 있다(이승환, 김용성, 2017).

이와 같이 교육계에서의 당면 과제는 인공지능을 활용하는 것 못지않게 인공지능과 관련된 역량을 키우기 위해서 어떠한 요소들이 필요하며 이를 어떻게 실현할 것인가이다(이상욱, 고영미, 2017). 그러나 현실은 인공지능과 관련된 기술을 어떻게 하면 수업에 활용할지와 같은 교육공학적인 차원에서 이루어지고 있는 연구들이 대부분이다(신승기, 2019). 즉 인공지능에 대한 심층적인 이해를 위한 교육 내용이나 교육과정을 살펴보는 연구가 아닌 인공지능을 교육에 이용할 수 있는 하나의 수단으로만 바라보고 있는 것이다. 따라서 인공지능과 관련하여 학생들에게 ‘무엇을’, ‘어떻게’ 가르치며 인공지능 역량 함양할 것인가에 대한 연구는 이제 시작 단계에 불과하다.

사실, 인공지능의 원리와 가장 밀접하게 결부되어야 할 교과가 바로 수학이다. 하지만 현재 학교에서 시행되고 있는 2015 개정 교육과정에서의 수학 교과는 이러한 추세를 충분히 반영하고는 있지 못한 실정이다. 대부분의 수학 교과서의 경우 이전에 배우고 있었던 교과와 크게 다르지 않은 영역 및 내용을 학습하고 있다. 따라서 인공지능 시대를 살아가는 학생들의 필요한 역량을 키우기에는 적합한 교과목 및 내용인가를 재고할 필요가 있으며, 이에 따라 학교 교육 내용을 적극 개선해 나가야 할 시점이라 할 수 있다. 2015 개정교육과정에서 학습의 질과 경험, 자기 성장, 역량을 길러주는 교육이 강조되는 것도 이와 같은 맥락에 있기는 하나 이와 더불어 수학 교육의 내용이 시대에 따라 변해야 한다는 주장이다(남호성, 2020). 머신러닝 딥러닝과 같은 인공지능에서 가장 많이 쓰이는 분야는 선형대수라 할 수 있다(이상구 외, 2019). 대표적으로 행렬의 분해, 대칭행렬, 고유값, 고유벡터, 벡터공간, 노름 등이 광범위하게 쓰인다. 또한 확률론 및 통계 영역 역시 조합 분산과 기댓값 조건부확률, 확률분포 등이 쓰인다. 그 이외에도 복소해석학, 알고리즘, 복잡도, 최적화 등 다양한 분야의 수학이 사용된다. 그렇다면 인공지능을 더 잘 알기 위해 또는 더 잘 사용하기 위해 우선 필요한 수학은 무엇이며 현재 중고등학교 수학 내용 중 이에 부합한 내용이 무엇인지 살펴볼 필요가 있다. 또한 인공지능과

관련된 현재 수학 교육과정 내용에서 더 확장해서 향후 어떠한 내용을 도입해야 학생들의 인공지능 관련 소양과 역량을 함양할 수 있을까를 고민해볼 필요가 있다. 사실 이는 시대적으로 너무나 당연한 문제가 아니라 할 수 없다.

따라서 본 연구는 인공지능 시대에 이에 대한 원리를 보다 더 잘 이해하고 이를 적절히 활용할 수 있기 위한 중고등학교 학생들이 경험해야 하는 수학 내용이 무엇인지를 살펴보고자 한다. 이는 향후 개정 교육과정에서 이를 어떻게 중고등학교 수학에 적용할 수 있을지에 대한 시사점이 될 수 있을 것이다.

II. 인공지능 시대를 맞이한 교육계의 움직임

인공지능을 교육에 활용하고자 하는 연구는 크게 두 가지 방향의 연구로 나누어 정리할 수 있다. 먼저 인공지능을 교육에 직, 간접적으로 활용하고자 하는 연구와 인공지능을 교육의 대상으로 삼거나 인공지능에 대한 역량을 강화하기 위한 교육을 강화하기 위한 방향이다. 본 장에서는 먼저 인공지능을 교육에 활용하고자 하는 연구에 대하여 먼저 살펴본 후, 인공지능에 대한 역량을 강화하기 위한 수학 내용에 대한 제안을 하고자 한다.



[그림 II-1] 다양한 상황에 적용한 인공지능(과학기술정보통신부, 2019, p.3)

근래 들어 미래 4차 산업혁명 시대로 대표되는 인공지능이 데이터 분석 및 추론 등을 통한 개인별 맞춤형 서비스가 가능해지면서 많은 학자들이 인공지능이 교육 분야에 미치는 영향을 논하고 있다. [그림 II-1]과 같이 기계 학습, 언어·시각·청각 등 인지, 해석·상황이해 등 추론이 가능한 인공지능은 타 분야와 융합하여 새로운 부가가치 창출해 내고 있는 현상을 교육에 적용하고 있는 것이다(Roll, & Wylie, 2016).

이로 인하여 학년, 교육과정 등 교육의 전통 개념은 크게 변화될 것이고, 미래학교는 완전히 디지털 기반으로 재설계될 것이라고 예측한다(예, 정제영, 2018, 김진숙, 2018). 4차 산업혁명시대 교육의 특성은 ‘학생과 인공지능의 관계 중심’, ‘빅데이터를 활용한 비 교육과정 교육의 증가’, ‘교육의 시간·공간적 제약의 해소’라는 것이다. 이는 소위 교육에 인공지능 기술이 더해지면서 생기는 현상인데 최근 코로나19로 세계 각국에 휴교령이 내려짐에 따라 각국 정부는 온라인 교육을 통해 교육 공백을 최소화하려는 노력을 하고 있는 바³⁾, 비대면 온라인 교육 및 에듀테크(EduTech)에 대한 관심이 높아지면서 그

3) 유네스코에 따르면 전 세계 49개국에서 휴교령을 내렸고, 이 가운데 29개국은 전국적인 휴교령을 내려 3억 9,150만 명의 학생들이 영향을 받고 있음.

중요성은 더욱 증가되고 있다. 에듀테크로 인하여, 종이 교과서는 디지털 교과서, 모바일 북으로 대체되고, 교실에서의 오프라인 집합교육은 집단지성, 협업 중심의 프로젝트 학습으로 바뀔 것이며, 미래 교실은 스마트 교실이 될 것으로 전망한다. 전자칠판은 물론이고 AR/VR, 홀로그램, 인공지능 등 첨단 기술들이 도입되는 미래 교실은 학생들에게 정말 새로운 학습경험을 제공한다는 것이다. 이처럼 교육의 효과를 증진 시킬 것이라는 기대하여 다양한 교과에서 시도가 이루어지고 있다. 대표적으로 영어 교과에서 여러 시도가 이루어지고 있는데, 예를 들면 현존하는 음성인식 기술을 바탕으로 학습자와 음성봇이 직접 대화하며 상호작용하는 영어 말하기 학습 시스템을 개발하기 위한 방안을 제시하였다. 첫째, 시스템 주도형 프로그램을 개발하는 방안을 제시하였다. 두 번째는 학습자 주도형 프로그램으로 개발할 것을 제안하였다. 세 번째는 검색 플랫폼을 활용한 프로그램 개발을 제안하였다(이동한, 2019). 이는 챗봇을 이용하고자 하는 시도들로 이어지는데, "인공지능 기반의 봇"이 출현하여 스마트폰 사용자들이 가장 많이 쓰는 앱인 메가 메신저 위에서 온라인 에이전트 역할을 하면서 광고/홍보, 판매, 할인, 예약, 배달, 결제, 세무 등의 다양한 분야에서 적용 시도가 이루어지고 있다(이연, 2017), 챗봇은 기본적으로 챗봇 API를 제공하는 서버와 서로 통신을 주고받을 수 있는 '요청과 응답(Request-Response)' 구조를 따른다. 사용자가 메신저 대화창에 특정 메시지를 입력하면, 메신저 사업자의 챗봇 API 서버는 해당 메시지에 적합한 응답을 해당 서버에 자동응답을 요청하는 식이다(박현길, 2017). 챗봇 시스템은 사용자가 질문을 입력하고 답변을 출력하는 사용자 UI, 사용자 질문의 의도를 파악하여 답변을 생성하는 챗봇 엔진, 사용자 UI와 챗봇 엔진 사이에서 중계 역할을 담당하는 웹 어플리케이션으로 구성된다(이대근, 2019).

인공지능 기반의 교육이 활성화된다면, 학생들에게 적절한 멘토링, 개별화 학습이 가능하며 다양하고 정확한 지식을 전달할 수 있을 것이다. 이런 점들이 학생들에게 더 다양하고 적합한 환경의 교육 환경을 제공할 것이며 질적으로 우수한 교육이 이루어질 것을 기대할 수 있다는 것이다(최민영, 2019). 수학 교과 역시 기술의 발달로 축적할 수 있는 광범위한 교육 경험을 바탕으로 학생들에게 개별화되고 최적화된 교육기법을 제공할 수 있을 것으로 기대되고 있다(김미령, 정경영, 노지화, 2019).

또한 인공지능과의 관계성은 '사회' 또는 '사회적인 것', 그리고 '사회성'에 대한 전통적인 개념 체계의 전반적인 조정이 요구됨을 시사한다(윤상균, 2018). 즉, 교육 분야에서 인공 지능의 도입과 활용에 따르는 미래 인간의 교육적 삶을 조망하기 위해서는 학교 중심의 도구적 관점을 탈피하여 분야별 교육의 동형성을 살린 분야-통합적 교육관을 탐색해 볼 필요가 있다는 주장이다(전주현, 2019). 교육을 실천원리로 삼는 공동체에서 기술공동체에 '교육의 가치'를 설명하고 인공지능에 '교육의 가치'가 탑재되도록 하는 일이 필요한데, 그 이전에 교육공동체 내에서 '교육의 가치'를 이해하고 밝히는 작업이 선행될 필요가 있다는 것이다(김신애, 2019). 특히 인공지능 로봇에 대한 전자적 인간 지위 부여 등을 결의한 보고서와 그 발전 추세를 고려하면, 인공지능 중심의 4차 산업혁명 시대에 적합한 인성과 인성교육의 개념과 과제 등에 대한 다양한 논의와 연구가 필요하다는 것이다(조정호, 2019). 예를 들면, 인공지능으로 인하여 다양한 외국어의 교육이 활성화될 수 있으나, 외국어의 실용적 가치보다는 인성·교육적 가치와 창의성 계발에 초점을 맞추어야 한다는 것이다(신형욱, 2018).

이와 같이 인공지능이 교육에 미치는 영향이 급속도로 커지는 이 시점에서 인공지능을 교육에 활용하는 연구가 활발히 진행되고 있지만 이보다 더 중요한 사항은 인공지능에 대한 학습이라는 주장이 있다. 즉, 교과에서 인공지능에 대한 학습 또는 인공지능의 원리를 이해하기 위한 학습이 이루어져야 한다는 것이다(예, 김진수, 박제남, 2018). 이에 가장 앞서 준비하고 있는 교과는 정보 교과인데, 예를 들면, 초·중·고등학생들에게 각 학교급에 맞게 인공지능의 경험할 수 있는 데이터의 활용, 인공지능 모델인 인공신경망이나 SVM(Support Vector Machine), 클러스터링 방법 등을 파이썬과 함께 가르쳐야 한다는 것이다(이승철, 김태영, 2019). 그러나 이와 같은 연구는 아직 충분히 이루어지지 않고 있는

실정이며, 정보 교과 못지않게 인공지능과 관련이 있는 수학 교과 역시 인공지능의 원리와 인공지능과 관련이 있는 수학 내용의 교수학습 방안 연구를 보다 적극적으로 도입할 필요가 있다(허난, 이지혜, 2018; 남호성, 2020; 이은경, 2020).

Ⅲ. 인공 지능 원리를 이해하기 위한 수학

1. 인공지능(AI)

인공지능(Artificial Intelligence)을 엄밀하게 정의하지는 쉽지 않지만 컴퓨터가 사람이 하는 일을 할 수 있도록 하는 방법을 연구하는 학문이다(구형일, 2018). 인간의 지능적인 행동을 어떻게 기계 시스템에 적용할 수 있을지 연구하는 분야이다 보니, 인공지능은 서로 밀접하게 연관되고 연결된 다수의 기법과 기술들의 집합이라 할 수 있다. 인공지능은 2000년대 들어 컴퓨팅 파워가 성장하고 다양한 알고리즘이 등장, 네트워크의 발전으로 데이터의 양 및 분석이 급속도로 진보하면서 상황을 인지하고 이성적, 논리적으로 판단하고 행동하며 감성적이고 창의적인 기능까지 수행한다(과학기술정보통신부웹진, 2020)



[그림 Ⅲ-1] 인공지능 기술의 성장(출처: 과학기술정보통신부웹진, 2020)

양희태 외(2019)에서 제시한 인공지능의 주요 기능을 간단히 살펴보면, 우선 인공지능의 가장 잘 알려져 있는 두 기술이 머신러닝과 딥러닝이며, 딥러닝은 머신러닝의 하위 분야라고 할 수 있다. 인공지능이 학습을 할 수 있도록 한 기술이 기계학습(머신러닝)인데, 기계학습(머신러닝)에는 세 가지 방법이 있다. 먼저, 지도학습으로써 데이터와 함께 '정답'을 부여하는 방법이다. 즉 정답을 가지고 있는 훈련 데이터를 기반으로 새로운 데이터의 정답을 예측하는 것이다. 두 번째, '정답'을 주지 않고, 학습용 데이터 집합만을 주는 방법인 비지도학습이다. 이는 데이터의 구조를 파악하여 유사한 특징을 가진 데이터끼리 묶는 군집화 알고리즘이다. 마지막으로 강화학습과 딥러닝의 인공지능경망이 있는데, 기계학습의 강화학습 방법은 잘했을 때 상을 주고, 못했을 때 벌을 주는 인간의 학습 형태를 모방한 알고리즘으로써, 반복을 통해 인공지능이 스스로 학습을 해 나가는 것으로, 데이터가 없는 상황에서도 학습이 가능하다. 또한 특정일에 대한 경험이 많아지면 인간의 뇌의 특정 부분의 뉴런 사이 전기 신호가 강해지는 것과 유사한 형태로 수학 모델로 만든 알고리즘인 인공지능경망이 있다(양희태 외, 2019).

이와 같은 인공지능의 딥러닝은 빅데이터 분석을 기반으로 한다. 머신러닝에서 한 단계 나아간 심

층학습 단계이며, 시스템이 다양한 출처의 디지털 정보를 분류하고 가려내고, 학습 프로세스가 모든 데이터를 동시에 사용하지는 않지만 계속해서 새로운 정보 모음을 사용함으로써 학습한 내용을 분류하고 파악하는 목표를 달성한다. 예를 들면, 컴퓨팅기술과 빅데이터를 활용하여 DNN(Deep Neural Network)의 예가 있는데, 이는 데이터 세트를 분류하고 데이터간 상관관계를 찾아내어, 새로운 사실의 발견과 예측이 더욱 정확해지게 되었다. 수많은 오류를 내는 과정을 거치면서 딥러닝 시스템은 정확도를 더욱 높이게 되고 목적달성에 가까워지게 되는 것이다.

이러한 딥러닝(Deep learning)을 활용함으로써, 예전에 주로 하던 방법은 통계 소프트웨어 패키지를 사용하여 가설을 세우고 분석하는 방법에서 벗어나 요즘은 사회 각계 각 분야에서 수집된 다양한 데이터를 통해 딥러닝 연구를 기반으로 연구를 시행하고 있다(McInnes, Healy, Nathaniel, & Lukas, 2018). 수집된 데이터를 활용하여 상세하고 맞춤형 가설을 세우는 대신 데이터가 보여주는 것을 조사하여 효과를 측정하는 방식을 활용하는 것이다.

이렇듯 인공지능은 텍스트나 영상 데이터를 처리하는 데 있어서 데이터에 적합하게 클러스터링, 신경망, 비지도학습, 최적화 등을 통해 판단(decision)이나 예측(prediction)의 기능을 수행하게 된다. 여기에 있어서 데이터 분석은 주로 통계적 컴퓨팅을 위한 오픈 소스 소프트웨어인 R 프로그래밍 언어나 파이썬을 사용하여 수행한다. R과 파이썬은 활용 영역의 다양성과 신뢰성으로 인해 많은 연구자와 데이터 마이닝 전문가가 사용했으며 과학, 금융, 소셜 네트워크 서비스 및 비즈니스 분야에서 큰 데이터를 분석하는 데 가장 널리 사용되는 언어 중 하나이다(Diez et al, 2015; Field et al., 2012; Hothorn et al., 2014; Kerns, 2012, R Core Team, 2015, Schumacker & Tomek, 2013).

2. 인공지능(AI) 관련 수학

다다샤토시(2017)의 제안에 따르면, 인공지능에 대한 전문적인 이해를 위해서는 인공지능의 원리뿐만 아니라 가중치와 최적해 탐색을 위한 선형 문제와 비선형 문제, 회귀분석, 유사도, 그래프 이론을 학습해야 하며, 통계 기반 머신러닝을 위해서 베イズ 통계학과 베イズ 추론을 포함한 확률분포와 모델링을 학습해야 함을 제안하였다. 이시카와(2018)는 인공지능 프로그래밍에 쓰이는 수학을 미분, 선형대수, 확률과 통계를 제안하고 있으며 인공지능 알고리즘에 응용하기 위해서는 선형회귀 모델, 최소제곱법 등을 학습할 것을 제안하고 있다. 이와 유사하게 아카이시(2018) 역시 딥러닝을 위한 수학으로 고등학교 수학의 중요성을 강조하였으며, 미분과 적분 영역에서는 합성함수와 역함수를 포함한 함수와 극한과 미분, 극대와 극소, 다항식의 미분, 곱의 미분, 합성함수와 역함수의 미분 포함 다변수 함수의 미분, 벡터와 행렬 영역으로 코사인 유사도를 그리고 확률과 통계 및 지수함수와 로그함수의 학습을 제안하고 있다. 또한 이상구 외(2020)에서는 인공지능 기술에 쓰이는 수학의 내용은 선형대수(데이터 분석과 관련된 행렬을 이해하기 위하여 벡터, 선형연립방정식, 행렬과 행렬식, 일차독립과 기저(basis) 및 차원(Dimension), 선형변환), 수치해석(numerical linear algebra over the real fields) 등에 대한 내용과 연계되며, 마지막으로 확률과 통계의 확률변수, 기대값, 확률분포, 통계적 추정 및 확률모형 및 자료 분석을 위한 통계적 방법론의 기본개념을 통해서 궁극적으로 인공지능에 적용되는 확률과 통계 개념과 원리를 이해할 수 있다고 제안한다.

이러한 연구들 중에서 인공지능과 관련된 수학 내용을 추출하기 위하여 인공지능에 관련된 수학 내용 중 대수, 확률과 통계, 해석의 영역에 해당되는 내용을 추출하여 표로 정리해보면 다음과 같다.

인공지능(AI) 역량 함양을 위한 고등학교 수학 내용 구성에 관한 소고

<표 III-1> 선행연구 제안된 인공지능 관련 수학 내용

	아카이시(2018)	이시카와(2018)	이상구 외(2019)
대수	벡터(정의, 성질 연산) 내적(절댓값, 정의, 벡터 성분), 행렬(정의, 연산, 내적표현, 행렬곱)	집합과 원소, 절댓값과 유클리드거리, 벡터(연산 유향성분 노름), 내적, 직교조건 법선벡터, 행렬(연산 역행렬 선형변환 고윳값 고유벡터)	벡터, 정사영, 최단거리, 선형연립방정식, 행렬과 행렬식, 기저, 차원, 최소제곱해, QR분해, 선형변환, 고윳값, 고유벡터, 행렬의 대각화, 특이값분해(SVD), 이차형식
확률과 통계	확률변수, 확률분포 확률밀도함수, 확률분포함수, 가능도함수(최대가능도추정)	확률, 확률변수와 확률분포 결합확률, 조건부확률 기댓값 평균 분산 공분산 상관계수, 대가가능도추정	통계학과 R, 순열, 조합, 확률, 확률변수, 이산확률분포, 연속확률분포, 공분산과 상관계수, 데이터 활용의 실제
해석	함수(합성함수, 역함수) 미적분(극한, 미분 극대극소, 미분법, 적분) 삼각함수(삼각비, 그래프) 다변수함수 미분(편미분, 전미분), 지수함수, 로그함수	함수(최대값, 최소값) 거듭제곱 거듭제곱근 지수함수, 로그함수 삼각함수, 수열, 극한 미분(상미분, 편미분 여러 가지함수미분, 곱의법칙)	극한과 도함수, 미분의 응용, 적분, 다변수함수, 편도함수와 그래디언트, 함수의 극대·극소, 경사하강법, 중적분

즉, 인공지능과 관련된 핵심 수학 내용을 추출하면 행렬, 벡터, 기하, 함수, 확률, 네트워크, 상관관계, 기술 통계, 회귀분석, 베イズ 통계, 다변수 함수, 미분, 최적화, 알고리즘 등이 핵심 내용이라 생각할 수 있으며, 이에 더 나아가 인공지능과 연계하여 이해하기 위해서는 지도학습과 비지도학습(인공신경망, 클러스터링)에 대한 기본적인 원리 및 인공지능의 관계망에 대한 그래프 모델을 위하여 유향/무향 그래프 모델링과 네트워크, 그래프, 행렬을, 데이터 사이의 관계성 찾기 위해서는 상관관계, 회귀분석을, 확률과 예측을 위해서는 확률과 조건부 확률, 최적화를 위해서는 1변수, 2변수 함수 최적화, 경사하강법 등의 내용이 필요하다는 것이다. 향후 인공지능의 원리를 수학과에서 다루기 위해서는 인공지능의 원리나 기능에 따른 관련 주요 수학 내용을 연결할 필요가 있는데, 이를 정리하면 다음과 같다(<표 III-2>).

<표 III-2> 인공지능 기능에 따른 관련 주요 수학 내용

인공지능 기능	관련 수학 내용
데이터 표현	행렬의 연산, 행렬식, 벡터, 내적
데이터 분석	확률, 조건부 확률, 베イズ 법칙, 상관계수, 상관관계와 인과관계
텍스트 마이닝	상대도수, 평균, 표준편차
클러스터링, 신경망	유향/무향그래프, 중심성, 인접행렬, 일차함수, 지수함수, 시그모이드(로지스틱)함수, 유클리드 거리, 3차원 좌표계
비지도학습, 신경망	단순회귀분석, 다중회귀분석, 결정계수, 로지스틱 회귀분석, 코사인 유사도
예측	베이지안 의사 결정, 사전/사후 확률
최적화	2변수 함수, 2변수 함수의 그래프, 미분, 편미분, 일차함수, 손실함수, 경사하강법

현 2015 개정 교육과정의 수학 교과 내용 중에서 이러한 인공지능과 관련성이 있는 성취기준(교육부, 2015)들을 제시하면 <표 III-3>과 같다.

<표 III-3> 인공지능과 연관된 중고등학교 수학 성취기준

교과	영역	성취기준
[중학교 수학]	수와 연산	[9수01-07] 제곱근의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.
	문자와 식	[9수02-01] 다양한 상황을 문자를 사용한 식으로 나타낼 수 있다. [9수02-05] 일차방정식을 풀 수 있고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다. [9수02-11] 미지수가 2개인 연립일차방정식을 풀 수 있고, 이를 활용하여 문제를 해결할 수 있다.
	함수	[9수03-04] 함수의 개념을 이해한다.
	확률과 통계	[9수05-04] 경우의 수를 구할 수 있다. [9수05-05] 확률의 개념과 그 기본 성질을 이해하고, 확률을 구할 수 있다. [9수05-06] 중앙값, 최빈값, 평균의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다. [9수05-07] 분산과 표준편차의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다. [9수05-08] 자료를 산점도로 나타내고, 이를 이용하여 상관관계를 말할 수 있다.
[수학]	기하	[10수학02-01] 두 점 사이의 거리를 구할 수 있다. [10수학02-05] 점과 직선 사이의 거리를 구할 수 있다. [10수학02-06] 원의 방정식을 구할 수 있다.
	수와 연산	[10수학03-01] 집합의 개념을 이해하고, 집합을 표현할 수 있다. [10수학03-02] 두 집합 사이의 포함 관계를 이해한다. [10수학03-03] 집합의 연산을 할 수 있다.
	함수	[10수학04-01] 함수의 개념을 이해하고, 그 그래프를 이해한다. [10수학04-02] 함수의 합성을 이해하고, 합성함수를 구할 수 있다. [10수학04-03] 역함수의 의미를 이해하고, 주어진 함수의 역함수를 구할 수 있다.
[수학 I]	해석	[12수학 I 01-01] 거듭제곱과 거듭제곱근의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다. [12수학 I 01-02] 지수가 유리수, 실수까지 확장될 수 있음을 이해한다. [12수학 I 01-03] 지수법칙을 이해하고, 이를 이용하여 식을 간단히 나타낼 수 있다. [12수학 I 01-04] 로그의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다. [12수학 I 01-05] 상용로그를 이해하고, 이를 활용할 수 있다. [12수학 I 01-06] 지수함수와 로그함수의 뜻을 안다. [12수학 I 02-02] 삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다.
	대수	[12수학 I 03-01] 수열의 뜻을 안다. [12수학 I 03-02] 등차수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다. [12수학 I 03-03] 등비수열의 뜻을 알고, 일반항, 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다. [12수학 I 03-04] Σ 의 뜻을 알고, 그 성질을 이해하고, 이를 활용할 수 있다. [12수학 I 03-05] 여러 가지 수열의 첫째항부터 제 n 항까지의 합을 구할 수 있다.
[수학 II]	해석	[12수학 II 01-01] 함수의 극한의 뜻을 안다. [12수학 II 01-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다.

인공지능(AI) 역량 함양을 위한 고등학교 수학 내용 구성에 관한 소고

		<p>[12수학Ⅱ02-01] 미분계수의 뜻을 알고, 그 값을 구할 수 있다.</p> <p>[12수학Ⅱ02-02] 미분계수의 기하적 의미를 이해한다.</p> <p>[12수학Ⅱ02-04] 함수 $y=x^n$ (n은 양의 정수)의 도함수를 구할 수 있다.</p> <p>[12수학Ⅱ02-05] 함수의 실수배, 합, 차, 곱의 미분법을 알고, 다항함수의 도함수를 구할 수 있다.</p> <p>[12수학Ⅱ02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.</p> <p>[12수학Ⅱ02-09] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.</p>
[미적분]	해석	<p>[12미적02-01] 지수함수와 로그함수의 극한을 구할 수 있다.</p> <p>[12미적02-02] 지수함수와 로그함수를 미분할 수 있다.</p> <p>[12미적02-03] 삼각함수의 덧셈정리를 이해한다.</p> <p>[12미적02-04] 삼각함수의 극한을 구할 수 있다.</p> <p>[12미적02-05] 사인함수와 코사인함수를 미분할 수 있다.</p> <p>[12미적02-06] 함수의 몫을 미분할 수 있다.</p> <p>[12미적02-07] 합성함수를 미분할 수 있다.</p> <p>[12미적02-08] 매개변수로 나타낸 함수를 미분할 수 있다.</p> <p>[12미적02-09] 음함수와 역함수를 미분할 수 있다.</p> <p>[12미적02-10] 이계도함수를 구할 수 있다.</p> <p>[12미적02-12] 함수의 그래프의 개형을 그릴 수 있다.</p>
[확률과 통계]	확률과 통계	<p>[12확통02-01] 통계적 확률과 수학적 확률의 의미를 이해한다.</p> <p>[12확통02-02] 확률의 기본 성질을 이해한다.</p> <p>[12확통02-03] 확률의 덧셈정리를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.</p> <p>[12확통02-04] 여사건의 확률의 뜻을 알고, 이를 활용할 수 있다.</p> <p>[12확통02-05] 조건부확률의 의미를 이해하고, 이를 구할 수 있다.</p> <p>[12확통02-06] 사건의 독립과 종속의 의미를 이해하고, 이를 설명할 수 있다.</p> <p>[12확통02-07] 확률의 곱셈정리를 이해하고, 이를 활용할 수 있다.</p> <p>[12확통03-01] 확률변수와 확률분포의 뜻을 안다.</p> <p>[12확통03-02] 이산확률변수의 기댓값(평균)과 표준편차를 구할 수 있다.</p> <p>[12확통03-03] 이항분포의 뜻을 알고, 평균과 표준편차를 구할 수 있다.</p> <p>[12확통03-04] 정규분포의 뜻을 알고, 그 성질을 이해한다.</p>
[기하]	기하	<p>[12기하02-01] 벡터의 뜻을 안다.</p> <p>[12기하02-02] 벡터의 덧셈, 뺄셈, 실수배를 할 수 있다.</p> <p>[12기하02-03] 위치벡터의 뜻을 알고, 평면벡터와 좌표의 대응을 이해한다.</p> <p>[12기하02-04] 두 평면벡터의 내적의 뜻을 알고, 이를 구할 수 있다.</p> <p>[12기하02-05] 좌표평면에서 벡터를 이용하여 직선과 원의 방정식을 구할 수 있다.</p> <p>[12기하03-04] 좌표공간에서 점의 좌표를 구할 수 있다.</p> <p>[12기하03-05] 좌표공간에서 두 점 사이의 거리를 구할 수 있다.</p>
[실용수학]	통계	<p>[12실수03-01] 자료를 수집하고 정리하는 절차와 방법을 이해한다.</p> <p>[12실수03-02] 실생활 자료를 수집하고 그림, 표, 그래프 등을 이용하여 정리할 수 있다.</p> <p>[12실수03-03] 다양한 자료를 분석하여 결과를 해석할 수 있다.</p> <p>[12실수03-04] 목적에 맞게 자료를 수집, 정리, 분석, 해석하여 산출물을 만들 수 있다.</p>
[경제수학]	해석	<p>[12경수04-01] 미분의 의미를 이해한다.</p> <p>[12경수04-02] 미분을 이용하여 그래프의 개형을 그릴 수 있다.</p>

또한, 인공지능 관련 수학 내용(이상구, 2019; 다다샤토시, 2017; 아카이시, 2018; 이시카와, 2018) 중 에서 현 우리나라 교육과정에서는 다루고 있지 않으나 고등학교 심화 수학 또는 대학 기초수학에서 다루어야 할 내용들을 추리면 <표 III-4>와 같다. 이 중에서 행렬과 관련된 내용들은 이전의 수학과 교육 과정에 해당되는 내용이었으며, 또한 그래프 이론의 일부 내용 역시 기존의 <이산수학>이라는 교과에서 다루어졌던 내용이다.

<표 III-4> 교육과정 외의 인공지능 관련 수학 내용

영역	내용
미적분학	편미분, 특수함수의 미분
선형대수	행렬의 덧셈, 뺄셈, 행렬의 곱셈, 역행렬, 선형변환, 고윳값과 고유벡터, 벡터의 노름, 상관계수, 선형회귀, 공분산
이산수학	연결그래프, 무향그래프, 유향그래프, 그래프의 행렬표현, 트리
확률과 통계	음이항분포, 포아송분포, 카이제곱분포, 초기하분포, 코시분포, 로지스틱분포, 베 이블분포, 베이즈정리
해석학	푸리에 변환

IV. 나가는 말

인공지능은 이미 우리 생활에 깊숙이 파고들고 있는 이러한 인공지능 기술에 대한 소양 함양을 반영하고자하는 교육 분야의 논의는 시작되었다. 2030년의 미래 모습으로 변동성(Volatile), 불확실성(Uncertain 인공지능), 복잡성(Complex), 모호성(Ambiguous)으로 상정한 OECD(2016)나 UNESCO의 미래교육 전망에서 모두 사회변화의 흐름을 예측하고 학생들이 함양해야 할 역량에 정보, 미디어 및 테크놀로지 기능(Information, Media and Technology Skills)이 포함되었다. 특히 수학교과는 이러한 새로운 기술과 가장 가까운 교과라는 것을 감안한다면 수학교과를 통해 인공지능에 대한 이해와 소양을 키우는 것은 당연한 과제라 할 수 있다.

인공지능이 수행하는 일 중 가장 큰 두 줄기는 자연어처리(NLP:natural language processing)와 영상분석(computer vision)이라 할 수 있을 것이다. 실제 대부분의 인공지능 프로그래밍은 두 분야와 관련된 내용으로 구성되어 있다. 그러나 이러한 인공지능과 관련된 수학 내용을 가르친다고 하면 현 교육과정과는 전혀 무관한 새로운 내용을 새로 도입해야 하거나 혹은 너무 난이도가 높은 내용을 도입해야 해서 학생들이 어려워할 수도 있을 것이라는 생각을 할 수도 있다. 그러나 현 중학교 교육과정 내에서도 ‘빅데이터 분석’과 ‘데이터 마이닝’, ‘정보 검색’ 원리를 이해하고 실생활에 적용해 보는 경험을 할 수 있도록 자료를 구성할 수 있다는 선행연구(고호경 외, 2015)와 같이 현 교육과정에서 다루고 있지 않는 새로운 내용을 거의 도입하지 않고도 인공지능 원리와 활용을 현재 수학 내용과 연계하여 도입할 수 있을 것이다.

따라서 본고에서 인공지능과 관련하여 제안하고자 하는 내용을 기술하면 다음과 같다. 첫째, 인공지능 원리와 활용을 소개할 교과목의 개발이다. 인공지능에 대한 소양 및 역량 함양이 무엇보다 중요해진 현 시점에서 우선시 되어야 하는 것은 인공지능을 이해하기 위한 내용을 다루는 교과목의 필요성이다. 인공지능 전체를 이해하는데 필수 개념인 기계학습(machine learning)은 인공지능의 한 종류이지만, 그 특성상 수학기반으로 학습하는 것이 더 적합하다. 따라서 인공지능의 기본 원리를 다루는 가칭 ‘인공지능과 데이터 과학을 위한 (기초)수학’ 과목을 신설하여 수학 교육과정에서 이 과목을 다룰 수

있도록 하는 것이다. 이때에는 가급적 <표 III-2>에서 제안한 현 교육과정의 수학 내용을 토대로 인공지능에서 다루는 ‘데이터(텍스트 데이터 및 영상 데이터)의 이해’와 ‘데이터 분석의 원리’ 그리고 ‘실생활에서의 인공지능 활용’에 대한 내용을 주로 다루는 것이다.

두 번째, 인공지능의 원리와 개념을 이해하기 위한 수학 내용의 개발이다. 기계학습을 이해하기 위해서는 기본적인 선형대수, 미적분, 확률과 통계 내용을 알아야하기 때문에, ‘인공지능과 데이터 과학을 위한 (기초)수학’과 연계해서 학습할 수학 내용을 새로이 개발해야 한다.

앞에서 언급한 인공지능을 이해하기 위한 교과는 ‘선형대수’, ‘미적분’, ‘확률과 통계’의 필요한 내용 중 현 교육과정에 제시되어 있는 내용을 중심으로 인공지능 원리와 융합하여 수학 내용을 소개하는 것이 더 적합하다. 그러나 이를 가지고는 인공지능원리나 데이터 분석 개념을 충분히 설명하기 어려울 수 있으며 전문적인 인공지능 역량을 함양하는 데는 부족함이 있을 수 있다. 이럴 경우 진로 선택 과목으로써 ‘인공지능과 데이터 과학을 위한 수학’에서 조금 더 현 교육과정에서 다루고 있지 않는 수학 내용을 추가로 다룰 수 있도록 하는 것이 필요하다.

그렇다면, 인공지능과 연결하여 학습할 수학 내용은 어느 정도 분량과 수준을 갖추어야 할까? 인공지능의 원리와 개념을 더 잘 이해하기 위한 수학교육이 목적이라면, 일단은 현 교육과정에 없는 ‘선형대수’, ‘수치해석’, ‘확률과 통계’를 새롭게 개발하는 것은 필수적이라 할 수 있을 것이다. 특히 앞의 <표 III-3>에서 제시한 행렬의 덧셈, 뺄셈, 행렬의 곱셈, 역행렬, 선형변환, 고윳값과 고유벡터, 벡터의 노름, 상관계수, 선형회귀, 공분산과 같은 내용이 다루어질 필요가 있다. 그러나 새롭게 개발하는 수학 내용은 수학 내용에 대한 깊은 지식과 문제해결을 위한 교과로 개발하기보다는 인공지능라는 큰 틀 안에서 필요한 부분을 통합적으로 아는 것이 더 중요할 것이다. 만일 현 교육과정에 제시되어 있지 않은 새로운 수학 내용을 기존의 수학 교과 교육과정과 같이 다루게 된다면, 이를 이해하고 관련 기능을 익히기 위한 시간이 상당히 소요되어 오히려 인공지능 관련 내용에 초점을 맞추지 못할 우려가 있기 때문이다.

중요한 것은 ‘인공지능과 데이터 과학을 위한 수학’만 들어도 기본적인 인공지능관련 소양을 함양할 수 있도록 하는 것이다. 그리고 더 나아가 인공지능관련 진로를 택하고자 하는 학생들의 심화 과목으로 ‘인공지능과 데이터 과학을 위한 (심화)수학’을 들을 수 있도록 <표 III-3>의 내용을 더 확장, 적용함으로써 교과목 선택의 폭을 넓혀 줄 수 있을 것이다.

그리고 이러한 인공지능 관련 수학교과가 신설될 경우 반드시 인공지능 시스템 설계 이해의 내용이 프로젝트 활동과 통합되어 ‘합리적 의사결정’ 단원을 추가할 것을 제안한다. 미래사회의 가장 중요한 역량 중 하나가 비판적 사고와 문제해결 등이 결합한 합리적 의사결정이라 할 수 있다(한채린 외, 2018; 김창일, 전영주, 2017; 김정란, 김웅환, 2017). 인공지능을 학습하는 것 역시, 인간과 컴퓨터가 목적과 의도를 통해 의사소통하고 문제를 해결하기 위해 사물을 인식, 문자언어, 음성언어, 그래픽, 수학적, 프로그래밍 언어 등으로 표현하는 모델링 과정을 경험하고, 개념들 간의 관계와 원리를 표현하고 확장하는 단계에서 창의성을 발현함으로써 문제해결능력과 창의적 사고를 함양할 수 있도록 하는 것이다. 따라서 인공지능 관련 수학 교과는 수학 내용의 분량과 수준이 어떠한지 간에 반드시 의사결정 영역을 설정하여 학생들이 이러한 활동을 경험할 수 있도록 하는 것이 중요하다.

마지막으로, 인공지능 시대에는 소통하고, 협업이 그 어느 때보다 중요한 사항이라 한다(김홍겸 외, 2019). 따라서 인공지능을 가르치는 것 못지않게 인공지능 시대에 부합한 교육적 책무를 다하기 위하여 학생들은 인공지능에 관련된 수학 학습을 하면서도 서로 소통하고, 협업하며 문제를 찾고 이를 창의적으로 해결하기 위한 활동을 할 수 있는 교육 내용과 교수·학습 방법을 동시에 구안해 나가야 할 것이다.

참고 문헌

- 고선규 (2019). **인공지능과 어떻게 공존할 것인가**. 서울:타커스.
- 고호경 외 (2015). **수학중심의 STEAM_세상을 읽는 수학**. 한국과학창의재단 연구보고서
과학기술정보통신부 웹진 (2020). **인공지능이란?**
<http://sejong.korea.ac.kr/user/boardList.do?command=view&boardId=99656&boardSeq=102872>.(인출일자, 2020.05.21.)
- 과학기술정보통신부(2019). **“IT 강국을 넘어 인공지능 강국으로!” 인공지능 국가전략**. 보
도자료(2019.12.17.)
- 교육부(2015). **수학과 교육과정**, 교육부 고시 제2015-74호[별책 8].
- 구형일(2018). 인공지능 및 딥러닝 동향. **전기의세계**, 67(7), 7-12.
- 김미령, 정경영, 노지화 (2019). 수업활동 기반 협력적 인공지능 수학교사 개발에 대한 고찰.
East Asian Mathematical Journal, 35(4), 507-528.
- 김신애(2019), 인공지능 시대의 교육을 위한 ‘또 하나의 관점’, **교육원리연구**, 24(1), 83-105.
- 김정란, 김응환(2017), 미국의 통계소양교육 분석을 통한 우리나라 교사교육 방향의 탐색.
한국학교수학회논문집, 20(2), 163-186.
- 김진수, 박남제(2019). 초등과정 인공지능 학습 원리 이해를 위한 보드게임 기반 게이미피케이션 교육 실증. **정보교육학회논문지**, 23(3). 229-235
- 김진숙(2018). 제4차 산업혁명 시대의 교육과정, 평가의 변화: 교수학습 방법의 변화, 한국교육학회(편), **한국교육의 전망과 과제**. 서울: 박영 story.
- 김창일, 전영주(2017), “수학과 중등임용 확률과 통계 기출문항 분석. **한국학교수학회논문집**, 20(4),387-404
- 김홍겸, 박창수, 정시훈, 고호경(2018). 미래교육에서의 인간 교사와 인공지능 교사의 상호보완적 관계에 대한 소고. **교육문화연구**, 24(6), 189-207.
- 남호성(2020). 쉽게 배우는 인공지능. **한국컴퓨터교육학회학술발표대회논문집**, 24(1), 195-233
- 다다샤토시(2017). **처음 배우는 인공지능**(송교식 역). 서울: 한빛미디어
- 박현길(2017). 나를 읽는다 챗봇(Chatbot)! **마케팅**, 51(5), 40-50.
- 신승기(2019). Computational Thinking 기반의 인공지능교육 프레임워크 및 인지적학습환경 설계, **정보교육학회논문지**, 23(6), 639-653.
- 신형욱(2018), 인공지능 시대에 맞는 외국어 교과의 ‘성격’과 ‘목표’, *Foreign language education*, 25(4), 133-157.
- 아카이시 마사노리(2018). **딥러닝을 위한 수학**(신상재 역). 서울:위키북스
- 양희태, 최병삼, 이제영, 장훈, 백서인, 김단비, 추형석, 오혜연, 정혜동, 신사임, 김선진(2019). **인공지능 기술 전망과 혁신정책 방향 - 국가 인공지능 R&D 정책 개선방안을 중심으로**. 과학기술정책연구보고서, 1-321.
- 윤상균(2018), 인공지능 시대의 사회과교육 : 인공지능과 관계맺기, **사회과교육연구**, 25(2), 1-20.
- 이대근(2019). **SNS 정보 기반의 인공지능 챗봇 플랫폼 설계 및 구현**. 전남대학교 박사학위논문.
- 이동한(2019), 인공지능 기반 음성로봇을 활용한 영어 말하기 학습 시스템 개발 방안. **영상**

- 영어교육, 20(1), 189-211.
- 이상구, 이재화, 함윤미(2020). 인공지능(Artificial Intelligence)과 대학수학교육. **수학교육논문집**, 34(1), 1-15.
- 이상욱, 고영미 (2017) 수학, 철학, 그리고 인공지능. **한국수학사학회지**, 32(5), 217-231.
- 이승철, 김태영(2020). 초등학생을 위한 인공지능 교육 내용 및 방법 제안. **한국컴퓨터교육학회학술발표대회논문집**, 24(1), 177-180.
- 이승환, 김용성(2017), 학교에 등장한 인공지능, **정보과학회지**, 36(11), 44-50
- 이시카와 아키히코(2018). **인공지능을 위한 수학**(신상재, 이진희 역). 서울:프리렉
- 이연(2017). 전자상거래에 적용하는 챗봇(chatbot)의 사회적 실재감, 챗봇에 대한 신뢰와 이용자의 구전 의도 및 재이용 의도에 관한 연구 : 중국 타오바오 쇼핑 사이트에 적용하는 챗봇인 ‘아리샤오미(阿里小蜜)를 중심으로. 서강대학교 대학원 석사학위논문.
- 이은경(2020). 국내외 초·중등학교 인공지능 교육과정 분석. **컴퓨터교육학회논문지**, 23(1), 37-44
- 이지혜, 허난(2018). 수학교육의 변화와 인공지능과의 연관성 탐색. **수학교육논문집**, 32(1), 23-36
- 전주현(2019) 4차 산업혁명시대 범용기술인 인공지능분야의 보편적 교육, **기계저널**, 59(6), 38-41.
- 정제영(2018). 제4차 산업혁명 시대의 학교교육과 인재양성: 학교시스템의 혁신 방안. 한국교육학회(편), **한국교육의 전망과 과제**. 서울: 박영 story.
- 조정호(2019), 4차 산업혁명시대 교육의 개선방향: 인성교육과 인공지능을 중심으로, **인격교육**, 13(2), 75-89.
- 최민영(2019), 인공지능 교육의 현황과 학교 및 교사의 역할 변화 예측, **한국컴퓨터교육학회학술발표대회논문집**, 23(2), 85-88.
- 최민용, 이태욱(2019). 인공지능 교육의 현황과 학교 및 교사의 역할 변화 예측. **컴퓨터 교육학회학술발표대회 논문집**, 85-88.
- 한국교육개발원(2018). **제4차 산업혁명 시대의 교육: 학교의 미래**, 한국교육개발원 연구보고 RR 2018-01.
- 한채린, 김희정, 권오남(2018). 학생의 통계적 변이성 이해에 대한 수학 교사의 노티싱 변화 양상 사례연구. **한국학교수학회논문집**, 20(2), 183-206
- Diez, D., Barr, C., & Çetinkaya-Rundel, M. (2015). *Statistics*, (3rd edition). OpenIntro, Inc. <http://www.openintro.org/stat/textbook.php>.
- Field, A., Miles, J., & Field, Z. (2012). *Discovering Statistics Using R*. Thousand Oaks, California: SAGE.
- Kerns, G. (2012) Introduction to Probability and Statistics Using R. <http://ipsur.org/>
- McInnes, L., Healy, J., Nathaniel, S., & Lukas, G. (2018). UMAP: Uniform Manifold Approximation and Projection for Dimension Reduction. *Journal of Open Source Software*, 3(29), 861.
- OECD(2016), *Trends shaping education 2016*, OECD publishing, Paris.
- Hothorn, T., & Everitt, B. (2014). *A Handbook of Statistical Analyses Using R*, (3rd edition), London: Chapman and Hall/CRC. http://dx.doi.org/10.1787/trends_edu-2016-en.
- R Core Team (2016). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for

- Statistical Computing*, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org/>.
- Roll, I., & Wylie, R. (2016). Evolution and revolution in artificial intelligence in education. *International Journal of Artificial Intelligence Education*, 26, 582-599.
- Schumacker, R., & Tomek, S. (2013). *Understanding Statistics Using R*, New York: Springer.
- UNESCO (2018). *Teaching and learning for a sustainable future*.
<https://wilderness-society.org/unesco-teaching-learning-sustainable-future/>(인출일자, 2020.02.11.)

A Study on Development of School Mathematics Contents for Artificial Intelligence (AI) Capability

Ko, Ho Kyoung⁴⁾

Abstract

Artificial intelligence technology, which represents the era of the 4th Industrial Revolution, is now deeply involved in our lives, and future education places great emphasis on building students' capabilities for the principles and uses of artificial intelligence. Therefore, the purpose of this study is to develop the contents of AI related education in mathematics, which the relationship is closely connected to each other. To this end, I propose establishing two novel AI-related contents in mathematics education. One subject is related to learning the principle of machine learning based on mathematics foundation. In addition, I draw the core math contents dealt in following subject called 'Basic Mathematics for AI and Data Science.'

Key Words : Artificial intelligence, Artificial intelligence mathematics subject,
Mathematics content for artificial intelligence

Received June 11, 2020

Revised June 23, 2020

Accepted June 24, 2020

* 2010 Mathematics Subject Classification : 97B99, 97C90, 97U99

4) Ajou University (kohoh@ajou.ac.kr)