

인공지능(Artificial Intelligence)과 대학수학교육

이 상 구 (성균관대학교 교수)[†]

이 재 화 (성균관대학교 연구원)

함 윤 미 (경기대학교 교수)

첨단 정보통신기술(ICT)인 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT), 빅데이터(Big Data) 등이 사회와 경제 전반에 융합돼 혁신적인 변화가 일어나는 요즘, 헬스케어, 지능형 로봇, 가정용 인공지능 시스템(스마트홈), 공유자동차 등은 이미 우리 생활에 깊이 영향을 미치고 있다. 이미 오래전부터 공장에서는 로봇이 사람 대신 일을 하고 있으며(FA, OA), 인공지능 의사도 병원에서 활동을 하고 있고(Dr. Watson), 인공지능 스피커(기가지니)와 인공지능 비서인 구글 어시스턴트가 자연어생성을 하며 우리를 돕고 있다. 이제 인공지능을 이해하는 것은 필수가 되었으며, 인공지능을 이해하기 위해서 수학의 지식은 선택이 아니라 필수가 되었다. 따라서 이런 일들을 가능하게 해주는 수학적지식을 설명하는 역할이 수학자들에게 주어졌다. 이에 본 연구진은 인공지능과 머신러닝(Machine Learning, 기계학습)을 이해하기 위해 필요한 수학 개념을 우리의 실정에 맞게 한 학기(또는 두 학기) 분량으로 정리하여, 무료 전자교과서 “인공지능을 위한 기초수학”을 집필하고, 인공지능 분야에 관심이 있는 다양한 전공의 대학생과 대학원생을 대상으로 하는 강좌를 개설하였다. 본 논문에서는 그 개발과정과 운영사례를 공유한다. <http://matrix.skku.ac.kr/math4ai/>

I. 서 론

1956년 여름 다트머스 컨퍼런스(Dartmouth Summer Research Project on Artificial Intelligence)에서 인공지능(Artificial Intelligence, AI)이라는 용어가 처음 소개된 이래, 데이터의 양적 증가, 새로운 알고리즘의 개발, 컴퓨팅 파워의 향상으로 말미암아 최근 인공지능이 다시 부각되고 있다. 그리고 다음의 예에서 볼 수 있듯이, 인공지능 시스템은 이미 우리 삶의 많은 곳에서 사용되고 있다.

- ① 세계 최대의 온라인 쇼핑몰 중 하나인 아마존(Amazon)과 세계적인 인터넷 엔터테인먼트 서비스인 넷플릭스(Netflix)의 상품 추천 시스템
- ② 미국 애플(Apple)사의 휴대전화에 탑재된 인공지능 음성 비서인 시리(Siri)
- ③ 미국의 인기 퀴즈쇼에서 인간을 이기고 우승한 IBM의 인공지능 시스템인 왓슨(Watson)¹⁾
- ④ 바둑 최강자를 이긴 구글(Google) 딥마인드(DeepMind)사의 알파고(AlphaGo)와 그 후속 프로그램²⁾

* 접수일(2019년 12월 12일), 심사(수정)일(2020년 1월 14일), 게재 확정일(2020년 1월 30일)

* ZDM 분류 : I15, K55, N85, U55

* MSC2000 분류 : 97U70, 97C80, 97U50

* 주제어 : 인공지능, 대학수학교육, 미적분학, 선형대수학, 확률·통계, 최적화, 코딩교육

* 이 논문은 2017년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No.2017R1D1A1B03035865).

† 교신저자 : sglee@skku.edu

1) 중앙일보, 체퍼디 퀴즈왕 이긴 ‘왓슨’ 생각의 기술까지 배웠다 (게시일: 2014년 9월 2일) <https://news.joins.com/article/15705506>

2) Silver, D. et al. (2017). Mastering the game of Go without human knowledge, Nature, 550, 354-359.

한겨레, 알파스타, 어떻게 ‘스타2’ 최고수 올랐나 (게시일: 2019년 10월 31일)

⑤ 국내 로펌에 진출한 한국의 첫 인공지능 변호사 유렉스(U-LEX)³⁾

2018년 9월 세계경제포럼(WEF)이 발간한 보고서⁴⁾에서는 인공지능, 머신러닝(Machine Learning, 기계학습), 빅데이터(Big Data) 등의 최신 기술의 새로운 전문가에 대한 수요가 증가할 것이라고 내다보았다. 손정의 일본 소프트뱅크 그룹 회장은 2019년 7월 4일 문재인 대통령에게 한국이 인터넷 강국의 경험을 살려 “앞으로 한국이 집중해야 할 것은 첫째도 인공지능, 둘째도 인공지능, 셋째도 인공지능”이라며 “교육·정책·투자·예산 등 각 분야에서 전폭적인 인공지능 육성책을 마련해야 한다”고 조언하면서 “AI가 인류역사상 최대 수준의 혁명을 불러올 것”이란 전망도 내놨다.⁵⁾ 이에 답하여 정부는 2019년 10월 28일 인공지능에 대한 기본구상을 바탕으로 인공지능 국가전략을 제시하고, 정부 스스로가 가장 적극적으로 인공지능을 활용·지원하겠다고 밝혔다.⁶⁾ 따라서 미래에는 인공지능을 잘 이해하고 활용하여 복합 문제를 해결하고, 새로운 지식을 창출하는 인재가 필요할 것으로 여겨진다. 그렇다면 “인공지능에 필요한 인재를 배출하기 위하여 대학에서는 무엇을 어떻게 가르쳐야 할까?” 하는 물음이 제기된다. 이에 답하듯, 미국 매사추세츠공과대학(MIT)은 2019년 AI를 이공계는 물론 인문사회계 학생들이 사용해야 할 ‘미래의 언어’로 규정하고, 모든 학생에게 AI를 가르치며 다른 학문과 융합하는 단과대학을 만들었고,⁷⁾ 오세정 서울대학교 총장은 2019년 5월 스트롱 코리아 포럼(Strong Forum 2019)에서 “문과생도 인공지능과 빅데이터를 공부해야 한다.”고 강조하였다.⁸⁾ 성균관대학교는 2019년 11월 12일 “AI 비전전략 선포식”을 개최하여 “모든 학생이 AI를 이해하고 활용할 수 있도록 기초 역량을 쌓는데 도움을 줄 것”이라면서 AI 중심대학으로 탈바꿈하겠다고 선언하였다.⁹⁾

이렇게 인공지능을 이해하는 것은 이제 필수가 되어가고 있으며, 동시에 인공지능에 필요한 인재를 배출하기 위해서 그에 필요한 적절한 수학적 지식을 효과적으로 제공하는 것이 가장 중요한 이슈로 떠올랐다.¹⁰⁾ 즉 인공지능을 이해하기 위해서 수학은 선택이 아니라 필수가 되었다. 따라서 대학은 원하는 다양한 전공의 학생들에게 인공지능 뒤에서 모든 것을 가능하게 해주는 수학 이론을 효과적으로 가르쳐 주어야 한다. 물론 인공지능과 수학교육 관련 연구는 이미 시도되었다. 예를 들어, Balacheff(1993)는 이전의 환경에서는 불가능했던 문제를 인공지능과의 상호 작용을 통해 학습자가 좀 더 개념을 잘 이해할 수 있도록 교수·학습 목적을 위해 인공지능 시스템이 교사와 협력할 수 있는 방법에 관하여 논의하였고, Garrido(2012)는 인공지능을 연구하는 것이 수학에 있

<http://www.hani.co.kr/arti/science/future/915324.html#csidx9f13dae91e41872aa197060680ccba6>

동아사이언스, ‘게임의 법칙’ 스스로 터득하는 AI ‘알파제로’ 나왔다 (게시일: 2018년 12월 7일)

<http://dongascience.donga.com/news.php?idx=25617>

³⁾ 중앙일보, 로펌 간 한국 첫 AI 변호사...검사도 농친 분석 ‘단 20초’ (게시일: 2018년 4월 6일)

<https://news.joins.com/article/22508494>

⁴⁾ WEF (2018). The Future of Jobs Report 2018. http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf

한국정보화진흥원 (2018). [스페셜리포트 2018-19] 세계경제포럼(WEF), 4차 산업혁명에 따른 일자리의 미래

https://www.nia.or.kr/site/nia_kor/ex/bbs/View.do?cbIdx=82618&bcIdx=20493&parentSeq=20493

⁵⁾ 한국경제, 손정의 “한국 집중할 건 첫째도 둘째도 AI” (게시일: 2019년 7월 4일)

<https://www.hankyung.com/politics/article/2019070422351>

⁶⁾ <https://www1.president.go.kr/articles/7478>

⁷⁾ 조선일보, 모든 학문은 AI로 통하라, MIT의 교육혁명 (게시일: 2019년 1월 1일)

<https://m.chosun.com/svc/article.html?sname=news&contid=2019010100203#Redyho>

⁸⁾ 한국경제, “AI·빅데이터는 대학생 필수 학문” (게시일: 2019년 5월 23일)

<https://www.hankyung.com/it/article/2019052385031>

⁹⁾ 매일경제, 성균관대 AI비전 선포식...“AI 중심대학 선언” (게시일: 2019년 11월 12일)

<https://www.mk.co.kr/news/society/view/2019/11/935763/>

¹⁰⁾ 인공지능, 인간을 뛰어넘은 비밀, 수학동아 2016년 4월호 특별기획, 50-57.

어서 새롭고 매우 창조적인 분야이고, 현재 세계를 이해하도록 준비시켜 미래의 도전에 대처할 수 있도록 한다고 언급하였다. 그리고 미국 애리조나주립대학(ASU)에서는 2016년부터 인공지능과 빅데이터 기술을 활용하여 학생 개개인에게 맞춤 학습을 제공하였고, 이를 통해 기초수학(College Algebra)의 경우 고등학교 때 수학을 포기한 학생들의 성적이 평균 28% 향상됐다고 보고하기도 했다.¹¹⁾ 국내에서는 이지혜·허난(2018)의 연구에서 정보통신기술의 발달에 따른 수학교육의 변화를 고찰하여 수학교육의 변화가 인공지능과 어떠한 연관성이 있는지를 살펴보고, 향후 인공지능이 수학교육에 있어서 어떤 역할을 담당할 수 있을지 탐색하였다. 그리고 최근에는 국내에서도 인공지능 시스템을 활용하여 학생들의 수학 학습을 돕는 서비스가 출시되기 시작하였다.¹²⁾

본 연구진은 대학의 수학교육 교수·학습의 경우, 인공지능을 활용한 수학교육보다 우선 인공지능을 작동하는 수학의 내용에 대하여 다양한 전공의 대학생들에게 이해시키는 것이 시급하다고 판단하였다. 이는 대학생들이 수학과에서 제공하는 다양한 수학 과목을 수강하게 하는 동기를 부여하기 위해서라도 필요하다. 인공지능의 기본개념과 원리를 이해하고 다루기 위해서는 기초적인 수학 지식, 주로 선형대수학, 미분적분학, 기초 통계, 이산수학, 수치해석학 등의 여러 대학수학 과목이 동시에 요구된다. 그러나 인공지능을 학습하기 원하는 수학전공 이외의 타 전공의 학생들에게 교양 및 자신의 전공 이수학점 외에 여러 수학과목을 기존의 방법으로 수년간 수강하도록 요구하는 것은 현실적으로 어려운 점이 많다. 그리고 타 전공 학생들을 대상으로 수학 강좌를 개설할 때, 수강자의 동기와 목적을 반영하여 교수학습 방법도 개선해야 할 필요가 있었다. 이를 극복하기 위해 본 연구진은 인공지능과 머신러닝을 이해하기 위해 필요한 수학 개념을 정리한 전문가들의 조언¹³⁾을 참고하여 우리 실정에 맞게 한 학기(또는 두 학기) 분량으로 정리하여 인공지능 분야에 관심이 있는 다양한 전공의 대학생과 대학원생을 대상으로 하는 강좌를 개설하였다. 본 원고에서는 위에서 언급한 ‘인공지능을 위한 기초수학’ 강좌를 개발한 과정과 실제 한 학기 동안 운영한 사례를 자세하게 공유한다.

II. “인공지능을 위한 기초수학” 과목 소개

“인공지능을 위한 기초수학(Basic Mathematics for Artificial Intelligence)” 과목은 제목에도 잘 나타나 있듯이, 기초수학과 인공지능이라는 별개의 두 부분을 함께 다루고 있다. 이 장에서는 이들을 한 과목에 잘 담아내기 위하여 본 연구진이 개발한 과정을 간단히 소개한다. [그림 II-1]은 완성된 “인공지능을 위한 기초수학” 교재의 표지와 목차로, 2019년 12월 교보문고를 통하여 출판된 교재는 현대자동차 정몽구재단의 <온드림 빅북>사이트와 각주의 웹 사이트¹⁴⁾에서 무료로 내려 받을 수 있다.

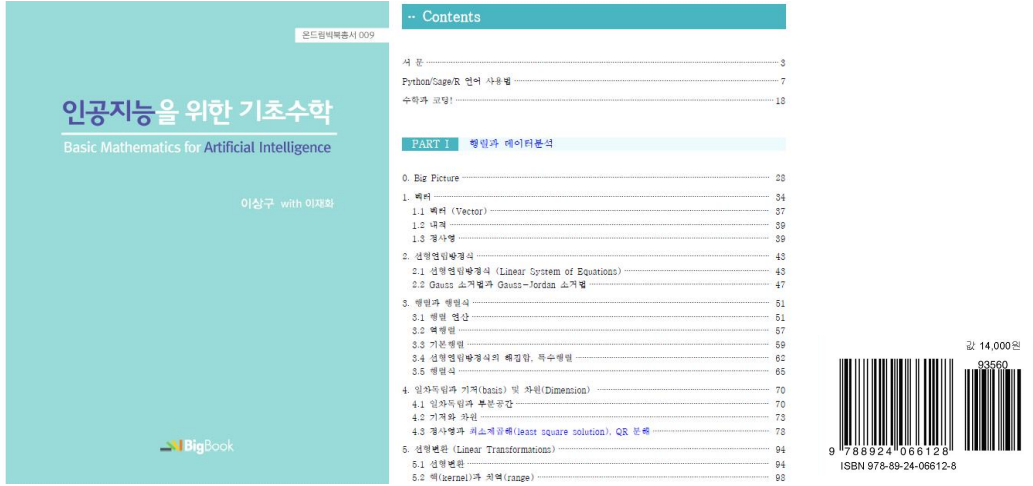
¹¹⁾ 2018 Digital Learning Innovation Award Winner - Arizona State University
Transforming College Algebra: Eliminating developmental math and using adaptive courseware to enable student success
<https://onlinelearningconsortium.org/about/olc-awards/2018-dliaward-winner-asu/>

¹²⁾ 뉴스토마토, “문제풀이도 스마트하게”...교육업계, ‘AI 수학’ 경쟁 점화 (게시일: 2019년 8월 22일)
<http://www.newstomato.com/ReadNews.aspx?no=915536>

국민일보, 봇아미 AI 수학튜터, 2019 에듀테크 비즈니스모델 공모전 우수상 수상 (게시일: 2019년 9월 30일)
<http://news.kmib.co.kr/article/view.asp?arcid=0013768469&code=61141411&cp=nv>

¹³⁾ <https://towardsdatascience.com/mathematics-for-ai-all-the-essential-math-topics-you-need-ed1d9c910baf>
<https://www.edx.org/course/essential-math-for-machine-learning-python-edition-2>

¹⁴⁾ “인공지능을 위한 기초수학” 교재(최종본) 다운로드 <http://matrix.skku.ac.kr/math4ai/Math4AI.pdf>



[그림 II-1] “인공지능을 위한 기초수학” 무료 전자교재 목차 및 POD 인쇄본 책의 ISBN 번호

1. 기초수학

본 연구진은 먼저 인공지능에 필요한 각각의 수학 과목이 최소 한 학기 이상 독립적으로 다루어지는 것을 감안하여 본 과목의 내용을 네 부분으로 나누고, 그 중 앞의 세 부분은 각각 선형대수학, 다변수 미분적분학, 기초 통계와 확률을 다루도록 하였다. 이를 위해 한 학기(또는 두 학기)에 인공지능의 알고리즘을 이해하기 위해 필요한 최소한의 수학 개념을 선택하여(<표 II-1> 참조), 고등학교 수학과 대학수학 과정의 수준으로 설명하고, 이 개념들이 실제로 인공지능을 개발할 때 어떻게 쓰이는지, 잘 알려진 예와 알고리즘을 이용하여 쉽게 설명하는 것을 목표로 하였다. 특히 인공지능의 기본 알고리즘을 이해하는데 필수적인 특이값 분해(Singular Value Decomposition, SVD)와 경사 하강법(Gradient Descent Method), 확률분포, 공분산 행렬을 포함하는 고급수학과 통계학 내용을 포함시켰다. 그리고 실제적인 계산 능력을 갖추도록 해주기 위하여 파이썬(Python) 코드를 개발하고, 주어진 코드를 실행할 실행실을 제공하였다.

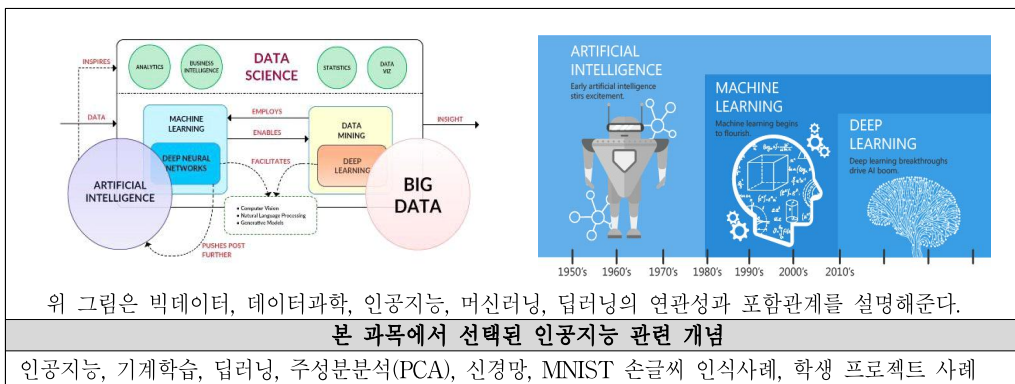
<표 II-1> “인공지능을 위한 기초수학”에 포함된 수학과목과 필수 개념

수학 과목	본 과목에서 선택된 필수 수학 개념
선형대수학	벡터, 정사영, 최단거리, 선형연립방정식, 행렬과 행렬식, 기저, 차원, 최소제곱해, QR분해, 선형변환, 고윳값, 고윳벡터, 행렬의 대각화, 특이값분해(SVD), 이차형식
다변수 미분적분학	극한과 도함수, 미분의 응용, 적분, 다변수함수, 편도함수와 그레디언트, 함수의 극대·극소, 경사 하강법, 중적분
기초통계/확률	통계학과 R, 순열, 조합, 확률, 확률변수, 이산확률분포, 연속확률분포, 공분산과 상관계수, 데이터 활용의 실제

2. 인공지능

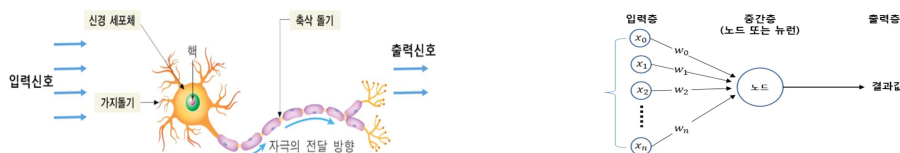
본 과목의 또 다른 목표는 인공지능이 작동되는 원리를 조망할 수 있는 큰 그림을 그리고 이와 관련된 기본 용어 및 개념을 익히는 것이다. 예를 들어, 아마존이 우리에게 책을 추천해줄 때, 그 추천 뒤에 숨은 인공지능 시스템을 이해해야 한다는 의미이다. 최근 인공지능 관련 이슈가 부각되면서 뉴스와 기업의 광고 등에서 인공지능, 머신러닝, 딥러닝(Deep Learning) 등의 용어가 많이 사용되고 있으나 정작 이들이 명확하게 구분되지 않고 혼용되고 있다. 따라서 처음 인공지능을 배우는 학생들은 이 용어들을 정확하게 이해하고, 그들 간의 차이를 정확하게 구분할 수 있어야 한다(Hammond, 2015). 이를 위해 별도의 장인 “Part IV. 빅데이터와 인공지능”을 두어 인공지능의 간단한 역사, 인공지능, 머신러닝, 딥러닝, 신경망 등의 용어와 그 차이점, 기계학습의 유형인 비지도 학습(Unsupervised Learning), 지도학습(Supervised Learning), 강화학습(Reinforcement Learning)의 개념을 소개하였다. 또한 인공지능의 필수 기법인 주성분 분석(Principal Component Analysis, PCA), 인공신경망(Artificial Neural Network, ANN)의 원리를 실습 코드와 함께 제공하였다. 본 과목에서 선택된 인공지능 관련 개념은 <표 II-2>를 참조하면 된다.

<표 II-2> “인공지능을 위한 기초수학”에 포함된 인공지능 관련 개념



3. 예시

본 연구진은 교재 내용을 구성할 때, 각기 독립적인 네 분야(선형대수학, 다변수 미분적분학, 기초통계/확률, 인공지능)의 지식이 파편화되지 않고 인공지능의 알고리즘을 이해하고 활용할 수 있는 소양을 갖출 수 있도록 하나의 흐름으로 수학지식들을 연결하여 설명하였다. 예를 들어, 신경계의 기본 단위인 뉴런(신경세포, neuron)을 모델화 한 신경망의 경우([그림 II-2] 참조), 신호가 전파되는 과정을 선형대수학에서 학습한 행렬의 곱을 이용하여 설명하였다([그림 II-3] 참조).



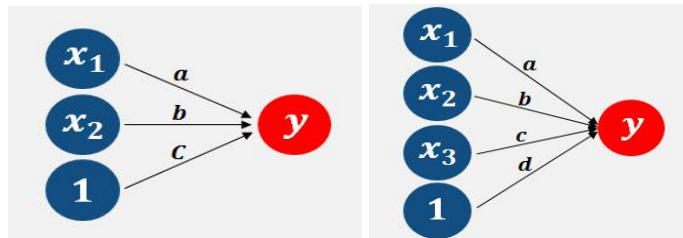
[그림 출처] 블로그 <https://mblog.naver.com/PostList.nhn?blogId=samsjang> “퍼셉트론 - 인공신경망의 기초개념” 부분

[그림 II-2] 뉴런과 신경망

아래와 같이 하나의 노드는 입력 신호를 받아 결과를 전달해주는 하나의 함수로 볼 수 있다. 따라서 입력 x 를 받아 y 를 출력하는 경우 $y = wx + b$ 와 같이 나타낼 수 있다. (여기서 b 는 **편향(bias)**을 의미한다. 예를 들어, 입력층에서 신호 x 를 받으면, 미리 부여된 가중치(weight) w 와 계산 후 그 결과값이 임계값 θ 를 넘으면 1을 출력, 즉 $wx > \theta \Rightarrow 1$ 을 출력할 때 θ 를 왼쪽으로 이항하면 $b = -\theta$ 를 얻는다.) (아래 그림은 고려대 영문과 남호성 교수의 발표 자료를 참고하였다.)



마찬가지로 입력이 두 개라면, $y = ax_1 + bx_2 + c$, 입력이 세 개라면 $y = ax_1 + bx_2 + cx_3 + d$ 와 같이 표현할 수 있을 것이다.



만일 출력이 두 개라면, 다음과 같이 **Part I**에서 학습한 **행렬의 곱**을 이용하여 나타낼 수 있다. 이때, 편의상 편향은 0이라고 하고, w_{ij} 는 입력층의 i 번째 노드에서 출력층의 j 번째 노드로 연결된 가중치를 의미한다.



$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{21} & w_{31} & w_{41} \\ w_{12} & w_{22} & w_{32} & w_{42} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = \mathbf{Ax} \quad \text{또는} \quad \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} \\ w_{21} & w_{22} \\ w_{31} & w_{32} \\ w_{41} & w_{42} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 & y_2 \end{bmatrix}$$

[그림 II-3] “인공지능을 위한 기초수학” 교재의 신경망에 대한 설명 부분

III. 강좌 운영 사례

본 장에서는 2019학년도 2학기 S대학교에서 진행된 “인공지능을 위한 기초수학” 과목의 강의 운영 사례를 공유하고자 한다. 먼저 본 강의가 추구하고자 하는 목표는 “인공지능을 이해하기 위하여 필요한 기초수학 및 인공지능 관련 개념을 학생들이 스스로 학습”하는 것이다. 이를 위해 학생들은 한 학기동안 본 연구진이 개발한 교재와 제공된 참고자료를 읽어가며, 이해하는 과정을 거친다. 학생들은 교수자 및 동료 학생들과 한 학기 동안 QnA를 통하여 1,000회 이상 끊임없이 질문하고 답을 하는 훈련을 한 후, 그 중에 잘 정리된 질문, 답변, 예습, 복습 기록을 본인의 PBL(Project/Problem-Based Learning, 문제/프로젝트 기반학습) 보고서로 작성하여 제출하고, 수정의견을 반영하여 수정본을 발표하면서 상호 평가하였다.

1. 강의 준비(강의록, 실습실)

본 강의는 16주차(14주차 강의 + 1주차 중간고사 + 1주차 기말고사)의 일정으로 진행되며, 자신의 전공에 관계없이 누구나 수강할 수 있도록 교양과정으로 편성되었다. 그리고 본 강의가 인공지능을 이해하기 위하여 필요한 수학 세 과목(선형대수학, 다변수 미적분학, 확률통계)의 필수 개념과 인공지능의 기본 기법인 SVD, PCA 및 경사 하강법, 인공신경망 등을 효과적으로 다루어야 하므로, 코딩을 적극적으로 활용하여 개념에 대해 충분히 토론할 수 있는 시간을 확보하였다. 이를 위해 본 연구진은 그동안 여러 대학수학 과목의 교육을 위하여 개발한 사이버 실습실¹⁵⁾ 제작 경험을 바탕으로, 파이썬(Python/Sage) 및 R 코드를 활용하여 본 강의의 각 Part 별 실습실(<표 III-1> 참조)을 마련하였다(고래영 외, 2009; 김경원·이상구, 2013; 이상구·김경원·이재화, 2013; 이상구·장지은·김경원, 2013; 이상구 외, 2015; 이상구 외, 2016; 이상구·이재화·박경은, 2017a; 이상구·이재화·박경은, 2017b; 이상구·이재화, 2019; Karjanto et al., 2019; 박경은 외, 2019). 따라서 학생들은 코딩에 대한 사전지식이 없이도 주어진 전자교재를 따라 예습과 복습하면서 자연스럽게 사이버 실습실을 클릭하면서 어렵지 않게 강의에서 배운 개념을 확인해보고, 복잡한 계산과 데이터 처리 및 알고리즘의 작동원리를 학습할 수 있었다.

<표 III-1> “인공지능을 위한 기초수학” Part 별 강의록 및 사이버 실습실

Part 별	내 용	http://matrix.skku.ac.kr/math4ai/
Part I	행렬과 데이터분석	http://matrix.skku.ac.kr/math4ai/part1/
Part II	다변수 미적분학과 최적화	http://matrix.skku.ac.kr/math4ai/part2/
Part III	확률통계와 빅데이터	http://matrix.skku.ac.kr/math4ai/part3/
Part IV	빅데이터와 인공지능	http://matrix.skku.ac.kr/math4ai/part4/

15) 미적분학 <http://matrix.skku.ac.kr/Lab-Book/Sage-Lab-Manual-1.htm> 공학수학 <http://www.hanbit.co.kr/EM/sage/>
 선형대수학 <http://matrix.skku.ac.kr/Lab-Book/Sage-Lab-Manual-2.htm>
 기초통계학 <http://matrix.skku.ac.kr/2018-album/R-Sage-Stat-Lab-1.html>
<http://matrix.skku.ac.kr/2018-album/R-Sage-Stat-Lab-2.html>
 이산수학 <http://matrix.skku.ac.kr/2018-DM/DM-Labs.htm>

아래 [그림 III-1]은 본 강의에 사용된 사이버 실습실의 웹페이지이다.



[그림 III-1] “인공지능을 위한 기초수학” 실습실 웹 페이지 <http://matrix.skku.ac.kr/math4ai/>

또한 학습하다가 이해되지 않는 부분을 복습하기 쉽도록, 모든 강의를 녹화하여 세계 최대 무료 동영상 공유 사이트인 유튜브(YouTube)를 통해 공개하였다. 따라서 학생들은 언제 어디서나 컴퓨터 또는 모바일 기기를 통해 다음 주소에 접속하여 필요한 강의를 시청할 수 있다. 다음은 Part 별로 적절한 분량으로 나누어 녹화한 강의 동영상 링크의 목록이다.

① Part I 행렬과 데이터분석

장 별	내 용	강의 동영상
0강	초보자(Dummy)를 위한 인공지능	https://youtu.be/VZbv6BG-xIY
1강	강의운영 소개	https://youtu.be/1kQxelizELM
2강	선형대수학 1: Big Picture, 벡터, 정사영, 최단거리	https://youtu.be/UdCJck2MWDU
3강	선형대수학 2: 선형연립방정식, 행렬과 행렬식	https://youtu.be/qwQX_zPIICU
4강	선형대수학 3: 기저, 차원	https://youtu.be/UHqhruN38ps
5강	선형대수학 4: 최소제곱해, QR분해	https://youtu.be/5r2KghYFw2w
6강	선형대수학 5: 선형변환	https://youtu.be/_t871V2CDSw
7강	선형대수학 6: 행렬의 대각화	https://youtu.be/d8KE1QpKiDo
8강	선형대수학 7: SVD	https://youtu.be/e0IoDqJLB8U
9강	선형대수학 8: 이차형식	https://youtu.be/rCNBWT0r5mA

② Part II 다변수 미적분학과 최적화

장 별	내 용	강의 동영상
10강	미적분 1: 극한과 도함수	https://youtu.be/rsltpfMbtBQ
11강	미적분 2: 미분의 응용	https://youtu.be/O4lN5zEZnMA
12강	미적분 3: 적분	https://youtu.be/62OxYG7VMsE
13강	미적분학 4: 다변수함수	https://youtu.be/XQW8_8k9GjE
14강	미적분학 5: 편도함수와 그래디언트	https://youtu.be/cvsBYZT4SZg
15강	미적분학 6: 함수의 극대, 극소	https://youtu.be/nR9it9cBjDk
16강	미적분 7: Gradient Descent Algorithm	https://youtu.be/XWDPAdKhq-Q
17강	미적분 8: 중적분	https://youtu.be/T1z_GYt85rI

③ Part III 확률통계와 빅데이터

장 별	내 용	강의 동영상
18강	확률통계 1: 통계학과 R	https://youtu.be/u82BC1RiJ0A
19강	확률통계 2: 순열, 조합, 확률	https://youtu.be/KQXO-XbJauU
20강	확률통계 3: 확률변수	https://youtu.be/SUsZHarQqqg
21강	확률통계 4: 이산확률분포	https://youtu.be/Fq7D7bGG_cE
22강	확률통계 5: 연속확률분포	https://youtu.be/4wx1raETI8o
23강	확률통계 6: 공분산과 상관계수, 데이터 활용의 실제	https://youtu.be/oUSPhkyEWp4

④ Part IV 빅데이터와 인공지능

장 별	내 용	강의 동영상
24강	빅데이터와 인공지능 1, 개론	https://youtu.be/MpWv-U_4fl0
25강	빅데이터와 인공지능 2, 주성분분석(PCA)	https://youtu.be/NVd6_orz0ng
26강	빅데이터와 인공지능 3, 신경망(Neural Network)	https://youtu.be/d4WercT_OnU
27강	빅데이터와 인공지능 4, MNIST 손글씨 인식사례	https://youtu.be/UqmV4wEzKIY
28강	빅데이터와 인공지능 5, 학생 프로젝트 사례	https://youtu.be/EKkr3EkDV3M

2. 강의 운영(교수·학습 및 학생 활동, 평가)

본 강의는 “학생들 스스로 한 학기 동안 인공지능에 필요한 기초수학 및 인공지능 관련 개념을 동료와 함께 토론하며 학습한다”는 목표에 맞게 다음과 같이 운영되었다. 이는 본 연구진이 기존에 수행한 연구결과(이상구·이재화·박경은, 2017b; 이상구·이재화, 2019; 박경은 외, 2019)를 반영하였다.

- ① 학생들은 교수가 미리 제공한 교재와 참고자료를 꾸준히 읽어가며 이해하려고 노력한다.
- ② 학생들은 대학에 구축된 학습관리 시스템(Learning Management System, LMS)의 QnA에서 교수자 및 동료 학생들과 개념에 대하여 이해가 되지 않는 부분은 끊임없이 질문하고 답을 하는 훈련을 한다. 교수자는 이 과정에서 질문/답변/토론이 순조롭게 진행되도록 적절한 참고자료 등을 제시하거나 학생들이 답하지 못하는 것들에 대하여 최종적으로 정리해준다.
- ③ 오프라인 강의에서 교수자는 (학생들의 QnA 참여 기록을 참고하여) 학생들이 학습한 개념을 잘 이해하고 있는지 질문해보고, 답변해보게 하고, 이해되지 않은 개념들에 대하여 자세히 설명해준다. 그리고 학생들이 당일 배운 내용을 잘 이해했는지 확인하기 위해 구두로 발표 또는 QnA에서 요약하도록 한다. 모든 과정은 강의와 함께 녹화하여 LMS에서 언제든지 볼 수 있도록 한다.
- ④ 이 과정에서 잘 정리된 질문, 답변, 연습, 복습 기록을 본인의 PBL(Project/Problem-Based Learning, 문제/프로젝트 기반학습) 보고서로 작성하여 매월 1회 제출한다.
- ⑤ 중간고사 이후에는 팀을 정하여 프로젝트를 함께 수행한다.
- ⑥ 프로젝트 수행 결과를 개인 및 팀별 PBL 보고서로 작성하여 제출한다.
- ⑦ 제출된 PBL 보고서는 중간고사 시점에 1회, 기말고사 시점에 1회에 발표하여 동료 상호 평가로 최종 평가한다.

강의 운영에서 본 연구진이 특히 중점을 둔 사항은 학생들이 QnA를 통하여 논의한 질문, 답변, 연습, 복습, 토론 등의 기록을 PBL 보고서로 받아 발표하는 것이다. 이는 단계적이고, 추상적이며 형식화된 수학 과목의 특성상 여러 가지 수학적 개념을 올바르게 형성하고, 이를 응용, 변형, 융합하기 위해서는 자신의 언어로 수학을 논리적으로 표현할 수 있어야하기 때문이다.¹⁶⁾ 따라서 본 강의에서는 학습한 수학 개념과 내용을 실습을 통해 체험하면서 생기는 다양한 질문과 답변 과정을 통하여 자신의 언어로 개념과 문제해결과정을 표현할 수 있도록 교재의 내용에 대하여 공유하며 얘기하고, 이를 정리하여 PBL 보고서로 제출, 자신의 언어로 발표시키는 방식을 취했다. 본 과목을 수강한 학생들의 최종 PBL 보고서 기록은 각주의 웹사이트¹⁷⁾에서 볼 수 있으며, 아래 [그림 III-2]는 일부 학생들의 최종 PBL 보고서 발표 동영상 링크를 나타낸다.

엄** Final PBL 발표	https://youtu.be/kldV0YcuYu8	(13:39)
최** Final PBL 발표	https://youtu.be/zJ4PTgnWyac	(15:35)
최** Final PBL 발표	https://youtu.be/kWrqiiJ3oDE	(9:39)
황** Final PBL 발표	https://youtu.be/JSbcOaupkEo	(10:07)

[그림 III-2] 일부 학생의 최종 PBL 보고서 발표 동영상 링크

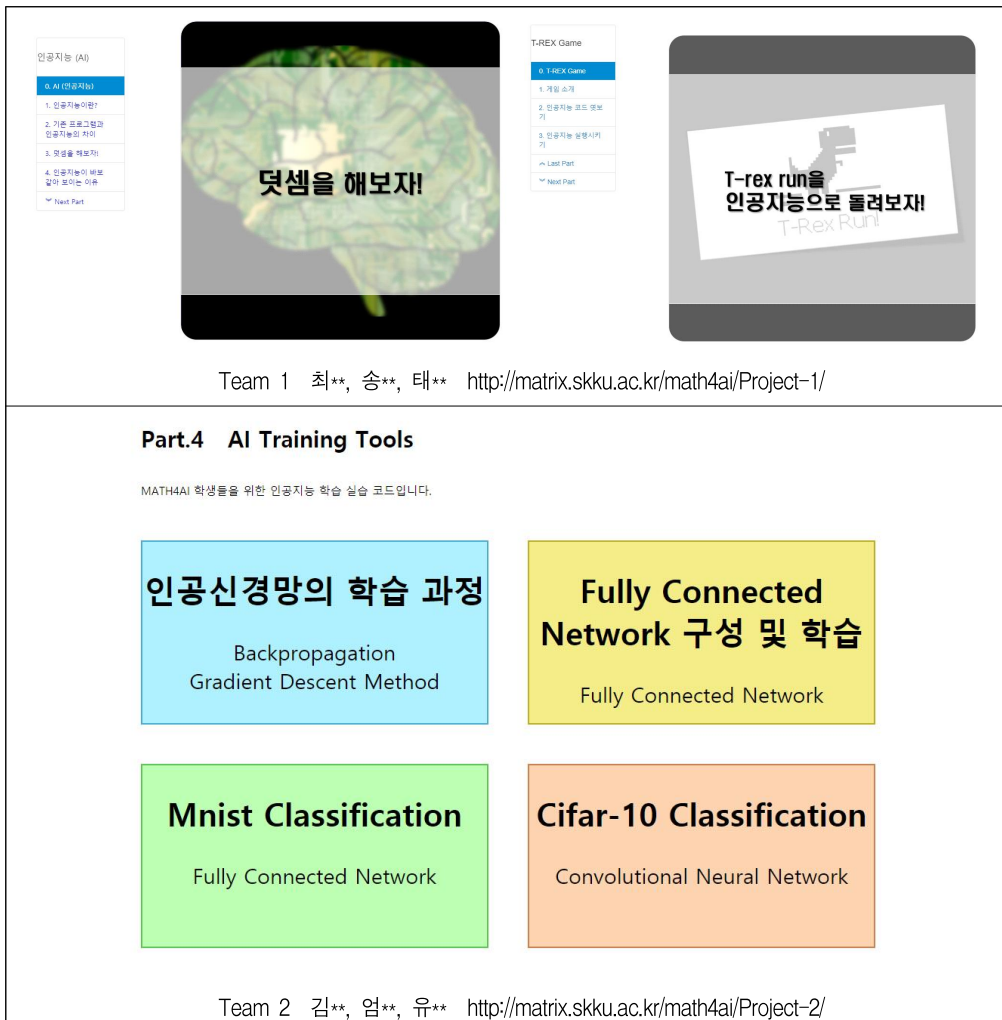
16) 위클리 피플, 이현주 대표, 4차 산업시대에 ‘수학’의 중요성(게시일: 2019년 1월 25일)

<http://www.weeklypeople.net/view.do?seq=13767>

17) 최종 PBL 보고서 기록 <http://matrix.skku.ac.kr/math4ai/PBL-Record/>

3. 강의를 마치고

한 학기 강의를 진행되는 동안 학생들은 QnA와 팀 프로젝트를 통해 많은 활동을 하고 공유하였다. 아래 [그림 III-3]은 학생들이 팀 프로젝트를 수행하며 생산한 결과물로, 본 과목을 수강하면서 배운 인공지능에 필요한 수학과 인공지능 관련 내용을 학습한 파이썬(Python/Sage) 및 R 코드를 활용하여 직접 자신의 언어로 웹페이지 형식으로 새롭게 정리하였고, T-Rex 게임¹⁸⁾, MNIST, CIFAR-10 분류 등을 포함시켜 인공지능과 인공신경망의 작동원리를 이해할 수 있도록 하였다. 이를 통해 학생들이 본 강의를 충분히 이해했음을 확인할 수 있다.



[그림 III-3] 팀 프로젝트를 통하여 생성된 결과물

18) 구글 크롬의 미니 게임 <http://www.trex-game.skipser.com/>

그리고 아래 [그림 III-4]는 본 강의에 참여한 1학년 학생이 PBL 보고서에 작성한 월별 소감을 발췌한 것으로, 이를 통해 이 학생이 본 강의가 종료된 후 많이 성장하게 된 것을 확인할 수 있다. 이 학생의 소감에 따르면 ① 처음에는 이런 과정이 익숙하지 않았으나, 질문에 대해 매우 열린 분위기가 조성되어 있어 부담 없이 질문을 할 수 있었고, ② 이를 통해 혼자 찾아보던 정보보다 더 많은 정보를 얻을 수 있었다. ③ 그리고 자신이 이해하고 있는 것이 맞는 것인지 의구심이 들 때, 질문, 답변, 토론을 통하여 오개념을 바로잡으며 지식을 늘릴 수 있었다. ④ 또한 수업 커리큘럼 외의 팀 프로젝트를 통해서도 지식이 상당히 늘어나게 된 자신을 보게 되었으며, ⑤ 새로운 방식의 학습을 통해 많이 깨닫고 가는 시간이 되었던 것 같다고 보고하였다. 따라서 이 학생은 본 강의에 점차 적극적으로 수업에 임하며, 동료와 함께 다양한 각도에서 문제를 바라보고, 어려운 문제도 해결해내는 자신감을 갖게 된 것을 볼 수 있다.

<p>1st Month: PBL보고서를 처음으로 쓰게 되어 좀 미숙한 것 같습니다. 특히 PBL보고서를 쓰다 보니 질의응답에 너무 참여하지 않았다는 것을 느끼고, 좀 더 적극적으로 참여해야겠다고 느끼게 되었습니다.</p> <p>Mid Term: 지식을 스스로 공부해보고, 그러다가 궁금한 내용이 생겨서 물어보았을 때 저 혼자만이 찾았던 정보보다 더 많은 정보를 얻을 수 있는 것이 상당히 좋았습니다. 질문에 대해 매우 열린 분위기가 조성되어 있어 부담 없이 질문을 할 수 있는 점이 좋았습니다. 또한, 이러한 과정을 통해 다른 사람들과 질문과 답변을 하는 것이 현재 추세에 맞으며, 공부의 본질에 다가가고 있다는 느낌을 받았습니다.</p> <p>3rd Month: 참여를 하면서 이런 방식이 확실히 도움이 된다는 것을 느끼게 되었습니다. 질문을 올리고 답변을 받으며, 궁금증을 해결하는 것은 혼자서 해결하려고 하는 것보다 질문이 정리되는 과정에서 이해가 더 잘 되었습니다. 또한, 혼자서 찾기에는 너무 방대한 양의 자료들을 수업을 같이 듣는 분들께서 정리된 내용을 올려주고 하는 것은 매우 효율적이라고 생각합니다. 그동안 수업에 매우 열심히 참여하지는 않았지만, 그래도 인공지능에 필요한 기초수학을 선형대수학, 미적분학, 통계학, 팀 프로젝트를 하며 인공지능에 대해 배우며 지식이 늘어나 있다는 것에 기쁩니다.</p> <p>Final: 그동안 기초수학을 배운 후 마지막으로 인공 신경망을 배우면서 sigmoid 활성화 함수와 오차 역전파 법에서 경사하강법 같은 수학적 지식이 인공지능에 쓰이는 것을 이해할 수 있었습니다.</p> <p>수학적 지식이 없었다면, 인공신경망의 작동 원리에 대해 제대로 된 이해를 할 수 없었을 것이기 때문에 그동안의 과정에 뿌듯함을 느끼고 있습니다. 뿐만 아니라 주성분분석(PCA)에 관한 내용을 다룰 때 선형대수학의 내용과 더불어 통계학의 공분산 행렬이 나오기 때문에, 앞서 배운 내용이 있어서 이해를 할 수 있었습니다. 그동안 교수님의 학습 과정에 있어서 깊은 이해는 하지 못한 부분이 있지만, 그래도 어떤 내용인지는 알고 어떻게 쓰는 것인지까지는 파악을 하였고 때문에 가능했다고 생각합니다.</p> <p>수업 커리큘럼 외의 활동인 팀 프로젝트를 통해서도 지식이 꽤 늘어나게 되었습니다. 처음에 Team2에 들어가게 되어 '인공지능 학습 도구 개발'이라는 주제로 프로젝트를 진행하게 되었을 때 좀 막막하다고 느꼈었습니다. 코딩 실력이 부족해 학습 도구로 다룰 내용의 개념 설명을 담당하게 되었지만, 잘 알지도 못하는 인공신경망의 학습과정, FC layer 구성 및 학습, MNIST 데이터셋, CIFAR-10 데이터 셋, CNN, 주성분분석(PCA)에 관한 내용을 작성해야 했기 때문입니다. 어찌 됐든 인터넷과 교수님의 교안에서 찾아보며 개념 설명을 작성하는 과정에서 정확히는 아니어도 대략적인 개념을 알게 되었습니다. 이렇게 알게 된 내용을 QnA에 올리면 ... 오개념을 바로잡으며 지식을 늘릴 수 있었습니다. 난해하기도 했지만, 결국 인공지능에 대한 지식을 늘릴 수 있어서 이번 팀 프로젝트가 상당히 좋은 기회였다고 생각합니다. ... 새로운 방식의 학습을 통해 많이 깨닫고 가는 시간이 되었던 것 같습니다. 결론적으로 꽤 빠르게 보낸 한 학기였지만, 이 수업을 듣기 전에 비해 이 수업을 들은 후 알게 된 내용이 많아졌다는 것은 확실합니다.</p>
--

[그림 III-4] 본 강의 종료 후 한 학생이 PBL 보고서에 남긴 월별 소감(발췌)

IV. 결론

혁신적인 변화가 일어나는 요즘 인공지능을 이해하는 것은 필수가 되었으며, 인공지능을 이해하기 위해서 수학적 지식은 선택이 아니라 필수가 되었다. 즉 인공지능 시스템 내부에서 이런 일들을 가능하게 해주는 수학에 대하여 설명해 주는 강좌의 필요성이 대두되었다. 이에 본 연구진은 인공지능과 기계학습을 이해하기 위해 필요한 수학 개념을 우리의 실정에 맞게 한 학기(또는 두 학기) 분량으로 정리하여 인공지능 분야에 관심이 있는 다양한 전공의(문, 이과 모두) 대학생과 대학원생을 대상으로 하는 강좌를 개설하였다. 먼저 인공지능에 필요한 수학 개념을 적절히 취사선택하였고, 실제적인 계산 능력을 배양하기 위해 인공지능의 필수 기법인 특이값 분해, 주성분 분석, 경사 하강법, 인공신경망 등의 원리를 소개하였으며, 파이썬(Python/Sage) 및 R 언어를 언제든지 실습할 수 있도록 실습실 및 플랫폼을 개발하여 강의에 포함시켰다. 또한 이 내용이 잘 전달될 수 있도록 교재로 저술하여 제공하였다.

본 연구진은 “인공지능을 위한 기초수학” 강의를 학생이 스스로 학습과정에 참여하는 방식으로 운영하였다. 학생들은 한 학기 동안 인공지능과 관련된 수학 및 인공지능 개념을 동료와 함께 제공된 교재와 참고자료를 읽어가며, 이해가 안 되는 부분은 끊임없이 질문, 답변, 토론하였고, 팀 프로젝트 수행 과정을 통하여 배운 지식을 확인하였다. 그리고 이 모든 과정은 PBL 보고서로 기록하여 제출하고, 발표하도록 하여 학생들이 학습하는 과정에서 자신의 문제를 해결해가는 과정을 서술하고, 발표하는 비판적 사고 능력을 자연스럽게 갖추도록 하였다. 본 강의를 통하여 학생들은 인공지능의 핵심 개념을 이해하였으며, 협업을 통한 지식 확장 및 문제 해결력과 자신감 상승 등 긍정적인 효과를 거두었다. 따라서 본 연구진이 시도한 “인공지능을 위한 기초수학” 강의 운영 사례는 인공지능에 필요한 수학과 관련 개념을 효과적으로 이해할 수 있도록 하는 운영 모델의 하나로 여겨진다. 본 논문에서는 그 사례를 공유하였다. 본 강의를 하면서 개발되고 진행된 모든 결과물은 각주의 웹 사이트¹⁹⁾에서 확인할 수 있다.

참 고 문 헌

- 고래영 · 김덕선 · 박진영 · 이상구 (2009). 모바일 환경에서의 Sage-Math의 개발과 선형대수학에서의 활용, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **23(4)**, 1023-1041.
- Ko, R.Y., Kim, D.S., Bak, J.Y. & Lee, S.-G. (2009). Development of Mobile Sage-math and its use in Linear Algebra, *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E: Communications of Mathematical Education*, **23(4)**, 1023-1041.
- 김경원 · 이상구 (2013). 모바일 선형대수학 스마트폰 콘텐츠 개발과 활용, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육논문집>, **27(2)**, 121-134.
- Kim, K.-W. & Lee, S.-G. (2013). Development of smart-phone contents for mobile linear algebra, *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E: Communications of Mathematical Education*, **27(2)**, 121-134.
- 박경은 · 이상구 · 함윤미 · 이재화 (2019). 파이썬(Python) 기반의 코딩교육을 적용한 대학 미적분학의 교수 · 학습, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **33(3)**, 163-180.

¹⁹⁾ 교재(최종본) 다운로드 <http://matrix.skku.ac.kr/math4ai/Math4AI.pdf>

Part 별 강의록 및 사이버 실습실 <http://matrix.skku.ac.kr/math4ai/> (동영상 강의 및 학생 발표 동영상 포함)

팀 프로젝트 수행 결과 <http://matrix.skku.ac.kr/math4ai/Project-1/> <http://matrix.skku.ac.kr/math4ai/Project-2/>

최종 PBL 보고서 기록 <http://matrix.skku.ac.kr/math4ai/PBL-Record/>

- Park, K.-E., Lee, S.-G., Ham, Y. & Lee, J.H. (2019). Teaching and Learning of University Calculus with Python-based Coding Education, *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E: Communications of Mathematical Education*, **33(3)**, 163-180.
- 이상구 · 김경원 · 이재화 (2013). Sage 행렬계산기와 선형대수학 Sage 콘텐츠, 한국수학논문집, **21(4)**, 503-521.
- Lee, S.-G., Kim, K.-W. & Lee, J.H. (2013). Sage Matrix Calculator and Full Sage Contents for Linear Algebra, *Korean J. Math.*, **21(4)**, 503-521.
- 이상구 · 이금희 · 최용석 · 이재화 · 이지영 (2015). R을 활용한 '대화형 통계학 입문 실습실' 개발과 활용, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **29(4)**, 573-588.
- Lee, S.-G., Lee, G.H., Choi, Y.S., Lee, J.H. & Lee, J.J. (2015). Interactive Statistics Laboratory using R and Sage, *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E: Communications of Mathematical Education*, **29(4)**, 573-588.
- 이상구 · 이재화 · 박경은 (2017a). 대화형 수학 디지털교과서 개발과 활용 사례 연구-선형대수학을 중심으로, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **31(3)**, 241-255.
- Lee, S.-G., Lee, J.H. & Park, K.-E. (2017a). Development and Usage of Interactive Digital Linear Algebra Textbook, *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E: Communications of Mathematical Education*, **31(3)**, 241-255.
- 이상구 · 이재화 · 박경은 (2017b). 디지털 시대의 대수학교육: 선형대수학을 중심으로, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **31(4)**, 367-387.
- Lee, S.-G., Lee, J.H. & Park, K.-E. (2017b). Linear Algebra Teaching in the Digital Age, *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E: Communications of Mathematical Education*, **31(4)**, 367-387.
- 이상구 · 이재화 · 박준현 · 김웅기 (2016). SageMath를 활용한 '대화형 공학수학 실습실'의 개발과 활용, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **30(3)**, 281-294.
- Lee, S.-G., Lee, J.H., Park, J.H. & Kim, E.-K. (2016). Interactive Engineering Mathematics Laboratory, *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E: Communications of Mathematical Education*, **30(3)**, 281-294.
- 이상구 · 이재화 (2019). 학생중심의 대학 이산수학 강의 운영사례, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **33(1)**, 1-19.
- Lee, S.-G. & Lee, J.H. (2019). Student-Centered Discrete Mathematics Class with Cyber Lab, *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E: Communications of Mathematical Education*, **33(1)**, 1-19.
- 이상구 · 장지은 · 김경원 (2013). Sage와 GeoGebra를 이용한 선형대수학 개념의 Visual-Dynamic 자료 개발과 활용, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **27(1)**, 1-17.
- Lee, S.-G., Jang, J.-E. & Kim, K.-W. (2013). Visualization of Linear Algebra concepts with Sage and GeoGebra, *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E: Communications of Mathematical Education*, **27(1)**, 1-17.
- 이지혜 · 허난 (2018). 수학교육의 변화와 인공지능과의 연관성 탐색, 한국수학교육학회지 시리즈 E <수학교육 논문집>, **32(1)**, 23-36.
- Ee, J.H. & Huh, N. (2018). A study on the relationship between artificial intelligence and change in mathematics education, *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. E: Communications of Mathematical Education*, **32(1)**, 23-36.
- Balacheff N. (1993). Artificial Intelligence and Mathematics Education, *In proc. 14th Biennial of the AAMT*, Perth Curtin University. 1-24.
- Garrido, A. (2012). AI and Mathematical Education, *Education*, **2**, 22-32.
- Hammond, K. (2015). *Practical Artificial Intelligence for Dummies*, John Wiley & Sons.
- Karjanto, N., Lee, S.-G. & Lee, J.H. (2019). Flipped Class with Electronic Book and SageMathCell for Linear Algebra, *The Electronic Journal of Mathematics & Technology (eJMT)*, **13(1)**, 109-120.

Artificial Intelligence and College Mathematics Education

Lee, Sang-Gu[†]

Department of Mathematics, Sungkyunkwan University,
Suwon 16419, Korea
E-mail : sglee@skku.edu

Lee, Jae Hwa

Department of Mathematics, Sungkyunkwan University,
Suwon 16419, Korea
E-mail : jhlee2chn@skku.edu

Ham, Yoonmee

Department of Mathematics, Kyonggi University,
Suwon 16227, Korea
E-mail : ymham@kyonggi.ac.kr

Today's healthcare, intelligent robots, smart home systems, and car sharing are already innovating with cutting-edge information and communication technologies such as Artificial Intelligence (AI), the Internet of Things, the Internet of Intelligent Things, and Big data. It is deeply affecting our lives. In the factory, robots have been working for humans more than several decades (FA, OA), AI doctors are also working in hospitals (Dr. Watson), AI speakers (Giga Genie) and AI assistants (Siri, Bixby, Google Assistant) are working to improve Natural Language Process. Now, in order to understand AI, knowledge of mathematics becomes essential, not a choice. Thus, mathematicians have been given a role in explaining such mathematics that make these things possible behind AI. Therefore, the authors wrote a textbook 'Basic Mathematics for Artificial Intelligence' by arranging the mathematics concepts and tools needed to understand AI and machine learning in one or two semesters, and organized lectures for undergraduate and graduate students of various majors to explore careers in artificial intelligence. In this paper, we share our experience of conducting this class with the full contents in <http://matrix.skku.ac.kr/math4ai/>.

* ZDM Classification : I15, K55, N85, U55

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97U70, 97C80, 97U50

* Key Words : Artificial Intelligence, College Mathematics Education, Calculus, Linear Algebra, Probability/Statistics, Optimization, Coding Education

* This research was supported by Basic Science Research Program through the National Research Foundation of Korea(NRF) funded by the Ministry of Education(2017RID1A1B03035865).

[†] Corresponding author