

프로그래밍 적합도를 활용한 프로그래밍 교육 과정 시범운영과 교육적 환경 요소

The Pilot Operation and Educational Environmental Factors of Programming Curriculum Using Programming Suitability

권오영¹, 박은진^{2*}

¹한국기술교육대학교 융합학과, ²한국기술교육대학교 컴퓨터공학부

Oh-Young Kwon¹, Eun-Jin Park^{2*}

¹Department of Future Technology, Korea University of Technology & Education, Cheonan 31253, Korea

²School of Computer Science and Engineering, Korea University of Technology & Education, Cheonan 31253, Korea

[요약]

인공지능은 우리 사회 전반에서 그 영역을 넓혀가고 있으며 교육 분야도 그 적용 범위에 있어 예외가 아니다. 이러한 시대의 흐름 속에 교사들을 위한 컴퓨터 프로그래밍 수업을 진행하였다. 이 수업의 최종 목적은 학생들에게 컴퓨터 프로그래밍을 가르쳐 인공지능에 적용할 수 있도록 교사의 프로그래밍 역량을 키우는 데 있다. 이러한 역량을 기르기 위한 방법으로 본 논문에서는 학습자인 교사들의 논리적 사고력 및 일관성이 프로그래밍 적합도와 어떠한 관계를 가지는지 연구하고 해당 수업에 적용된 교육적 환경 요소를 제시하였다. 한 학기 수업 과정에서 치른 프로그래밍 시험 결과와 논리적 사고력 간의 관계는 비례 관계인 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과는 프로그래밍 언어를 배우는 학생들에게도 적용할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 일반적인 프로그래밍 수업에서 팀 구성이 필요할 경우 논리적 사고력이 뛰어난 학생을 각 팀에 포함시킴으로써 좀 더 나은 학습 효과를 얻을 수 있을 것으로 예상된다.

[Abstract]

Artificial intelligence is expanding its reach throughout our society, and education is no exception to its scope of application. In line with this trend, we conducted a computer programming class for teachers in graduate school. The final purpose of this class is to develop the programming skills of teachers who teach students to code artificial intelligence programs. This paper studies how the logical thinking and mental consistency of teachers, who are learners, are related to programming aptitude and describes education environmental factors of the class. It was confirmed that logical thinking and mental consistency were proportional to the programming score. This proportional relationship is expected to apply to students learning programming languages. When team formation is required in programming classes, it is expected that better learning effects will be achieved if students with excellent logical thinking and mental consistency are included in each team.

Key Words: programming aptitude, logical thinking, mental consistency, programming curriculum, education

<http://dx.doi.org/10.14702/JPEE.2022.499>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 20 September 2022; **Revised** 10 December 2022

Accepted 15 December 2022

***Corresponding Author**

E-mail: ejinpark@koreatech.ac.kr

I. 서론

인공지능과 기계학습은 그 적용 분야와 응용 범위를 빠른 속도로 확대하고 있으며 우리 삶의 방식과 일하는 방식까지 바꾸어 가고 있다. 이러한 인공지능의 적용과 응용은 교육 분야도 예외가 아니다. 교사들은 교육 현장에 인공지능을 도입하기 위해 관련 지식을 배우고 훈련하며 자신의 담당 교과에 어떻게 적용할지를 고민하고 있다. 그것은 교사들이 직무 연수와 자기 개발 및 대학원 과정에서 인공지능을 선택하여 연구하는 것으로 확인할 수 있다[1-3].

인공지능의 연구에는 해당 분야의 데이터를 정제 및 가공하고 인공지능 알고리즘을 적용하는 일련의 과정이 적용되는데, 이때 컴퓨터언어를 이용한 프로그래밍 지식과 기술을 사용한다. 인공지능을 적용하기 위해서는 기초적인 프로그래밍 작성이 가능해야 한다. 프로그래밍이 최종 목표가 아닌 인공지능의 사용과 적용을 위한 도구로 사용되는 것이다.

프로그래밍 언어를 이용하여 인공지능을 학교 현장에 도입하게 될 때를 생각해 보자. 인공지능을 연구한 교사들은 학교 현장에서 컴퓨터언어를 직접 사용하여 프로그래밍할 뿐만 아니라 학생들에게 해당 언어를 가르치고 인공지능의 적용과 응용의 예까지 보여야 한다. 이것은 교사 대상의 프로그래밍 교육이 컴퓨터 언어의 습득을 넘어 인공지능 분야로의 확장까지 염두에 두고 시행되어야 하는 특수성을 말해준다.

이와 같은 교육의 특수성을 만족시키기 위해 본 논문에서는 학습자의 논리적 사고력(또는 일관성)이 프로그래밍 적합도(또는 성취도)와 어떠한 연관이 있는지를 고찰하고 프로그래밍 언어의 교육에 필요한 교육적 환경 요소들을 제시한다.

본 논문의 연구 대상은 인공지능 분야를 대학원 전공으로 선택한 중·고 및 직업 훈련 교사들 51명을 대상으로 하였다. 또한 전공 여부를 기준하여 볼 때 비전공자의 비율은 70 퍼센트 이상으로 구성 인원의 다수를 차지하였다. 컴퓨터언어는 인공지능 분야에서 많이 사용되는 파이썬이며 한 학기 수업 내용에 해당하는 내용을 다루었다. 교육 기간은 겨울 방학 3주(15일간) 동안 집중하여 교육하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II 장에서는 프로그래밍 언어 학습과 학습자의 논리적 사고력(또는 일관적 사고)의 관련성을 고찰하고, III 장에서는 실제로 적용된 프로그래밍 언어 학습 환경의 구성 요소, 요소별 적용과 운영에 대해 살펴본다. 그리고 IV장에서 결론을 맺는다.

II. 학습자의 특성 - 논리적 사고력 및 일관성

A. 학습자의 특성 파악을 위한 준비

어떻게 하면 효율적이며 효과적으로 프로그래밍 언어를 교육할 것인가라는 질문에 답하는 여러 연구[4,5]를 바탕으로 프로그래밍 언어 교육에 필요한 요소는 교육 환경 등의 환경적 요소와 교수자 등의 인적 요소 그리고 수업 내용 및 운영 방법 등의 내용적 요소로 구분할 수 있다[6]. 이러한 요소들을 참조하여 인공지능에 필요한 프로그래밍 능력 습득을 목표로 하는 수업을 계획하였다. 수업 계획과 준비 과정에서 사용한 점검 사항은 다음과 같으며 질문과 답의 형식으로 요약한다.

- ① 학습을 위해 필요한 요소는 무엇인가? 환경적, 인적, 교육 내용적 요소들이다[6].
- ② 구체적인 항목은 무엇인가? 교재 및 커리큘럼, 실습 환경, 수업 시간 및 시간, 수강 인원수, 학습자 특성(해당 학습 경험 유무, 직군, 연령, 학습의 이유(목적) 등), 교수자 구성 등이 있다[6].
- ③ 환경적, 인적 요소 외에 학습에 영향을 미칠 수 있는 또 다른 사항은 없는가? 컴퓨터 관련 전공자와 비전공자가 함께 수강하게 됨으로 인한 학습 격차 등의 고려하여야 할 사항들이 다수 있을 것으로 예상된다.
- ④ 전공자와 비전공자의 동시 수강으로 예상되는 수업 진행의 어려움은 무엇이 있으며 이를 해결하는 방법은 무엇인가? 수업 내용의 난이도 조정이나 진행 속도 조절 등이 필요할 것으로 예상되며, 이를 위해 학습자 간에 멘토(전공자), 멘티(비전공자) 역할을 담당하는 멘토링 방법을 사용하여 비전공자의 이해를 돕고자 한다.

위의 질문들에 답하는 과정에서, 비전공자라도 논리적 사고에 익숙하거나 일관된 논리를 가진 학습자라면 ④와 같은 어려움이 줄어들지 않을까 하는 합리적인 추측을 하게 되었다. 만약 학습자의 능력이나 특성이 프로그래밍과 상관관계가 있고 그것이 유의미하다는 것이 고찰된다면 그 결과를 향후 교육 과정에 적용할 수도 있지 않을까?

프로그래밍 교육이 논리적 사고력을 향상시키고[7], 프로그래밍 교육을 받은 집단이 그렇지 않은 집단에 비해 메타인지, 창의성, 문제 해결력 등이 향상되었다[8]. 이러한 연구를 역으로 적용해 보면 논리적 사고력이나 창의성, 문제 해결 능력 등을 이미 가진 학습자는 프로그래밍에 유리하거나 더 잘하지 않을까 하는 예측도 가능하다. 또한 논리적 일관성을

가진 학습자가 그렇지 않은 학습자보다 프로그래밍 훈련 과정을 수료하는 경우가 많았다[9,10].

B. 학습자의 특성 파악을 위한 설문

본 연구에서는 학습자의 논리적 사고력과 일관성을 컴퓨터 언어 습득 및 프로그램 작성 능력과 관련된 특성으로 전제하였다. 그리고 본격적으로 학습을 시작하기 앞서 첫 수업 시간에 학습자의 논리적 사고력과 일관성을 알아볼 수 있는 설문을 시행하였다.

설문 문항에서 일관성과 논리적 사고력 판단의 기준은 다음과 같다.

- 일관성 : 컴퓨터 언어를 처음 접한 까닭에 할당문 “a=b”를 “a←b : a 값을 b에 할당” 또는 “a←b : b 값을 a에 할당”으로 해석하고 모든 문항에서 일관성 있는 답을 제시한 경우.
- 논리적 사고력 : 일관성을 기준하여 각 문항에 맞는 답을 제출한 경우.

설문 결과, 일관성과 논리적 사고력을 가진 학습자는 분반 1 (총 22명)에서 9명, 분반 2 (총 29명)에서 16명으로 나타났다. 그림 1은 설문 내용의 일부이다[9,10].

표 1은 성적과 논리적 사고력 및 일관성의 상관관계를 보여준다. 성적은 중간 및 기말고사의 프로그램 작성 점수이다. 논리적 사고력 및 일관성을 보인 그룹과 그렇지 않은 그룹의 분반 별 인원수와 그들이 성취한 점수를 비교하였다. 논리적 사고력과 일관성을 가진 그룹이 각 분반에서 약 1.4배 (분반 1), 2.7배 (분반 2)의 높은 성적을 보였다. 이러한 성적 차이는 논리적 사고력과 일관성을 가진 학습자가 프로그래밍 학습

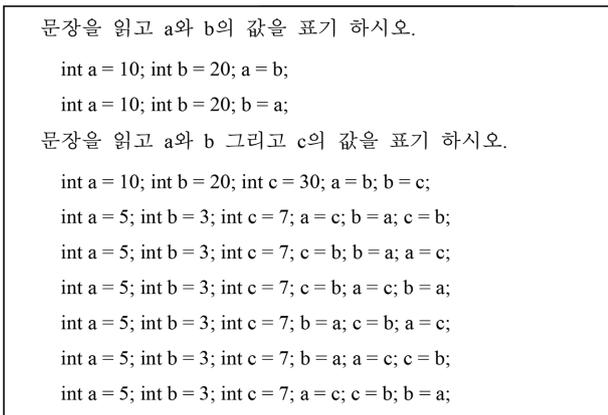


그림 1. 설문 내용(일부)
Fig. 1. Parts of the survey.

표 1. 논리적 사고(일관성)와 성적의 관계

Table 1. Correlation of grade with logical thinking

분 반	분반1	분반2
전공자	6명(총22명 중)	7명(총29명 중)
논리적사고(일관성) 유 : 무		
인원	9 : 13	16 : 13
평균점수	58.11 : 39.46	58.13 : 21.62

에 보다 높은 적합도를 가짐을 보여 준다.

III. 프로그래밍 언어 교육의 적용과 운영

프로그래밍 언어의 교육에 필요한 교육적 요소를 환경적 요소와 인적 요소로 구분하여, 본 논문의 연구 대상이 된 교육 과정에 적용하고 운영한 세부 사항은 다음과 같다.

A. 환경적 요소

프로그램 언어 교육에 필요한 환경적 요소로 교재, 수업 시간, 수강생 규모 (한 분반 수강 인원), 기간 및 수업 시간, 실습 환경 (클라우드)으로 보았다. 각 요소별로 고려가 필요한 사항과 선택 사항은 다음과 같다.

- 1) **교재** : 교재 선택에 있어 고려해야 할 사항은 다음과 같다. ① 인공지능이라는 전공 특성을 반영한 실습 내용이 충분히 포함되어야 한다. ② 프로그램 언어를 처음 접하는 비전공자를 감안하여야 한다. ③ 실습을 통한 이론 내용 이해 점검이 필요하다. 위의 사항을 고려하여 적용한 사항은 다음과 같다. ① 인공지능을 적용하기 위해 파이썬 언어가 선택되었다. ② 프로그래밍 언어를 처음 접하는 학습자의 특성을 고려하여 특정 교재를 선정하기 보다 강의자료와 온라인 북을 사용하였다. ③ 이론 내용에 대한 정확한 이해를 기반으로 해당 내용을 적용 또는 응용하는 실습 문제를 경험할 수 있도록 다양한 문제가 수록된 문제 은행을 준비하였다.
- 2) **수업 시간 및 교육 기간** : 수업 시간은 이론과 실습을 고려하여 시간 분배하였고 이론 담당 교수와 실습 담당 교수를 분리하였다. 수업 내용에 따라 실습보다는 이론에 시간을 더 할애해야 하는 때도 있고 그 반대의 경우도 있었다. 방학을 이용한 학기 운영이었으며 한 학기는 15주 (주 5일 수업, 3주간) 기준, 집중 기간으로 진행되었다. 1일은 1주에 해당한다. 3주간의 집중 교육 기간은 학습 시간 단절을 배제하였고 학습 내용 몰입에 큰 도움

표 2. 일별 교육 내용

Table 2. Detailed education contents by day

1일차	강의소개 (일고리증적사고)	9일차	파이썬5 (가시화, matplotlib, seaborn, folium 등)
2일차	파이썬 개발 환경(Thonny, Jupyter, colab)	10일차	소프트웨어개발사이클 및 버전관리(git, github사용)
3일차	파이썬1 (기본문법, 데이터타입, 변수, 제어문)	11일차	파이썬 turtle 코딩
4일차	파이썬2 (기본자료구조,리스트,튜플,사전 등, 함수)	12일차	매트릭스 calculus, 벡터와 선형방정식 활용 이해
5일차	파이썬프로그램 작성	13일차	AI 프로그래밍1 (선형회귀)
6일차	파이썬3 (객체지향프로그램, 모듈 및 파일처리)	14일차	AI 프로그래밍2
7일차	파이썬4 (예외처리, 디버깅, 테스트)	15일차	기밀고사
8일차	중간고사		

이 되었다. 다음은 3주간의 일별 강의 내용이다.

- 3) **실습 환경** : 문제은행과 인공지능 실습을 위해 클라우드 환경을 준비하였다.
- 4) **수강생 규모(한 분반 수강 인원)** : 개인별 수준에 부합하는 맞춤형 실습이 가능한 규모의 인원으로 구성하였다. 실습 시간에는 학습자의 실습 진행 상황에 따른 교수자의 피드백이 가능하도록 수강인원은 30인 미만을 기준으로 하였다. 분반은 2개 분반으로, 인원수는 각각 22명과 29명으로 구성되었다.

B. 인적 요소

프로그램 언어 교육에 필요한 인적 요소로 학습자와 교수자의 구성은 다음과 같다.

- 1) **학습자 구성**: 학습자는 현직 중·고 및 직업 훈련 교사들로 구성되었으며 비전공자는 전체 인원의 71퍼센트에 해당하였다. 교사들의 수업 과목은 수학, 가정, 조리, 생물, 지구과학, 정보(컴퓨터), 기술, 영어, 사회, 미술 등으로 특정 분야에 치우치지 않는 다양한 과목들이며 전공자와 비전공자의 구성 비율은 3:7이다.
- 2) **교수자 구성**: 이론과 실습 담당 교수를 나누어 2인 교수자로 수업을 진행하였다. 이는 실습 수업 진행 시에 이론 내용을 다시 점검하고, 그 내용의 특성에 따라 실습 시간 비중을 높여야 할 경우에 효과적인 것으로 판단된다. 또한 실습(또는 이론) 담당 교수자가 해당 수업 진행 시에 학습자들의 이론(또는 실습) 내용의 이해와 관련한 내용을 다른 교수자에게 피드백을 함으로써 학습자들의 이해에 도움이 되는 것으로 판단된다. 1인 교수자의 수업 진행 시에도 가능한 부분이지만 2인 교수자의 경우가 효과적이었다.

학습자들은 자발적이며 적극적인 태도로 수업에 참여하였는데 이는 교사 직군이 가지는 특성으로 판단된다. 여러 교사들은 교수자에게 적극적인 대면 질문과 어려움 토로, 메일과 이러닝 시스템을 통한 질의를 하였고 이를 통해 교수자로부터 더 많은 피드백을 받을 수 있었다. 또한 일부 교사의 경우에는 프로그래밍 훈련 과정에서 필요한 반복적인 프로그램 작성 연습을 방과 후에 자기주도적으로 시행하였다.

C. 멘토링 방식을 도입한 프로그래밍 실습

학습자 구성에 있어 전공자와 비전공자가 함께 수강하므로 학습자들 간에 이해도의 편차가 클 것이라는 예측은 실제로 수업을 진행하는 과정에서 여러 형태로 나타났다. 컴퓨터 언어를 처음 접하는 비전공자는 컴퓨터 언어의 문법을 매우 어려워하였다. 또한 프로그램을 작성하는 과정에서 발생하는 에러 메시지를 해석하거나 결과 오류의 원인을 파악하여 해결 방법을 모색하는 과정에서 많은 어려움을 토로하였다. 이러한 학습 상황을 해결하기 위해 교수자의 개별 실습 지도와 더불어 멘토링 방법을 적용하는 실습 시간을 운영하였다. 프로그래밍에 익숙한 전공자가 멘토 역할을, 비전공자가 멘티 역할을 담당하도록 독려하였다. 또한 학습 내용에 따라 멘토링이 필요한 경우 일정 시간을 할애하여 수업을 진행하였다. 이를 통해 멘토 역할의 학습자는 향후 학교 현장에서 만날 수 있는 학습자의 어려움을 먼저 인지하는 계기가 되었다. 또한 멘티 역할의 학습자는 동료 학습자로부터 많은 도움을 받아 프로그램 작성에 진보를 보일 수 있었다. 학습자 간의 질문과 설명 그리고 논의는 학습자들의 학습 열의를 북돋웠다. 그리고 적극적인 수업 참여로 인해 수업 분위기가 좋아지는 부가적인 효과도 볼 수 있었다.

D. 논리적 사고력에 기반한 팀 워크와 향후 적용

멘토링의 장점에도 불구하고 모든 비전공자에게 멘토링을 할 수는 없었다. 왜냐하면 비전공자의 수가 전공자 수보다 분반 별로 2~3배 많았기 때문이다. 표 1을 보면 논리적 사고 학습자에는 전공자가 포함되어 있는데 전공자를 제외하면 분반 1은 3명, 분반 2는 9명의 비전공자가 있었다. 분반 2는 논리적 사고를 하는 비전공자가 전공자보다 1.28배이며, 분반 1은 0.5배이다. 전공자 비율의 차이가 있음에도 분반 1과 분반 2의 논리적 사고력 학습자의 프로그래밍 성적은 비슷한 결과로 나타났다. 이것은 논리적 사고를 하는 학습자가 전공자처럼 프로그래밍에 유리함을 보여주는 것으로 판단된다. 따라서 전공을 기준으로 한 1:1의 멘토, 멘티 역할 수행이 불가능할 경우에는 논리적 사고력을 기준으로 하는 팀워크 학습법을 도입하여 수업을 진행한다면 효과적인 결과가 있을 것으로 본다. 그리고 새 학년의 같은 학습 과정에 이번 연구를 적용하고 그 결과를 비교 연구할 필요가 있다.

IV. 결론

인공지능 연구 대학원에서 중·고 및 직업 훈련 교사들은 인공지능의 적용을 위한 기초 교육 단계로 컴퓨터언어를 익히고 프로그래밍을 훈련하는 교육 과정을 2022년 겨울학기(2022년 1월)에 이수하였다. 인공지능 적용을 위한 프로그래밍 훈련이라는 해당 과정의 특성을 고려하고 효과적인 진행을 하기 위해 교육 과정의 계획 및 준비, 운영 과정을 고찰하였다. 또한 논리적 사고력을 가진 학습자를 분별하고 해당 학습자의 사고력이 프로그래밍과 어떤 연관성을 가지는지 연구하였다.

학습자들을 대상으로 프로그래밍 교육을 진행하기 전에 학습자의 논리적 사고력을 알아보는 설문을 진행하였다. 이 설문 결과에서 논리적 사고력을 가진 것으로 판단되는 학습자는 그렇지 않은 학습자에 비해 평균적으로 2배 정도의 프로그래밍 성적 차이를 보여 논리적 사고력과 프로그래밍의 비례 관계를 확인할 수 있었다.

해당 과정의 학습자의 인적 구성을 보면 70퍼센트는 컴퓨터 언어 사용 경험이 없었고 나머지 30퍼센트는 컴퓨터 관련 전공자 또는 컴퓨터 언어 경험자들이었다. 컴퓨터 언어의 사용 경험 유무가 동일하지 않은 학습자들의 인적 구성 특징은 수업 진행의 어려움으로 작용되었는데, 이를 해결하기 위해 전공자와 비전공자를 팀으로 구성하고 멘토링 실습을 진행하였다. 멘토링 실습은 학습 내용의 이해를 돕고 프로그래

밍에 도움이 되었다. 향후 학부 프로그래밍 교육 과정에서도 논리적 사고력을 기준으로 하는 수업 진행 및 팀 구성 방법 등을 적용하고 그 효과를 해석하고 분석하는 연구가 수행될 필요가 있다.

참고문헌

- [1] I. S. Jeon, S. J. Jun, and S. Kisang, "Teacher training program and analysis of teacher's demands to strengthen artificial intelligence education," *Journal of the Korean Association of Information Education*, vol. 24, no. 4, pp. 279-289, 2020.
- [2] "Ministry of Education Press Release," REPUBLIC OF KOREA, Last modified August 5, 2021, <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=85224&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=62&s=moe&m=020402&opType=N>.
- [3] "Graduate School of IT Convergence, Science," Korea University of Technology and Education, accessed July 25, 2022 <https://www.koreatech.ac.kr/grd/CMS/Contents/Contents.do?mCode=MN174>.
- [4] J. S. Cho, "A study on effective education of programming language," *Journal of Practical Engineering Education*, vol. 2, pp. 30-35, 2010.
- [5] J. Y. Rheem, "Present state of programming language education and suggestions for its improvement," *Journal of Practical Engineering Education*, vol. 3, pp. 56-61, 2011.
- [6] C. M. Reigeluth, "What is instructional-design theory and how is it changing?," *Instructional-design Theories and Models: A New Paradigm of Instructional Theory*, vol. 2, pp. 5-29, 1999.
- [7] S. Lee and J. Han, "Analysis of relationships among SW interests, AI interests, level of programming skills, AI self-efficacy, and persistence of AI learning," *The Journal of Korean Association of Computer Education*, vol. 23, no. 6, pp. 51-58, 2020.
- [8] Y. C. Mo, "Meta-analysis on the effects of programming education using educational programming languages," *Journal of the Korean Association of Information Education*, vol. 18, no. 2, pp. 317-324, 2014.
- [9] R. Bornat and S. Dehnadi, "Mental models, consistency and programming aptitude," *In Proceedings of the Tenth*

Conference on Australasian Computing Education, vol. 78, pp. 53-61, 2008.

[10] S. Dehnadi, R. Bornat, and . Adams, “Meta-analysis of

the effect of consistency on success in early learning of programming,” 21st Annual Workshop of the Psychology of Programming Interest Group, 2009.



권 오 영 (Oh-Young Kwon)_종신회원

1990년 2월 : 연세대학교 전산학과 졸업(공학사)
1992년 2월 : 연세대학교 대학원 전산학과(이학석사)
1997년 2월 : 연세대학교 대학원 컴퓨터학과(공학박사)
2020년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 융합학과 교수
<관심분야> 고성능컴퓨팅, 임베디드 시스템, 시스템 소프트웨어, 공학교육



박 은 진 (Eun-Jin Park)_정회원

1991년 2월 : 단국대학교 전자계산학과 졸업(이학사)
2004년 2월 : 한국기술교육대학교 전기전자대학원 정보통신전공(공학석사)
2011년 2월 : 한국기술교육대학교 전기전자대학원 컴퓨터공학전공(공학박사)
2011년 3월 ~ 현재 : 한국기술교육대학교 컴퓨터공학부 강사
<관심분야> 컴퓨터 그래픽스, 프로그래밍 언어교육, 공학교육