

초등학생을 위한 활동중심 인공지능 융합 교육 프로그램 개발 및 적용

신진선* · 조미현**
군남초등학교* · 청주교육대학교**

요약

4차 산업혁명의 핵심 기술인 인공지능은 정치, 문화, 산업, 경제 등 사회의 여러 분야에 적용되며 혁명적인 변화를 야기하고 있다. 이에 따라 인공지능 시대를 이끌 학생들에게 인공지능으로 인한 사회의 변화를 인식하고, 인공지능에 대한 지식을 습득하며, 다양한 상황에서 인공지능을 활용할 수 있는 역량이 요구된다. 하지만 초등학생의 평균적 발달 수준에서는 인공지능의 개념과 원리를 학습하기에 어려움이 있다. 따라서 본 연구는 초등학생의 수준에 맞는 인공지능 교육 내용과 방법을 선정하여 교육 프로그램을 체계적으로 개발하고 이를 실제 교육 현장에 적용함으로써 그 효과를 검증하고자 하였다. 본 연구에서 선정한 내용 체계는 인공지능으로 변화된 사회를 인식하는 'AI 사회인식', 인공지능을 체험하고 원리를 이해하는 'AI 이해하기', 인공지능을 활용해 실생활의 문제를 해결하는 'AI 활용하기'이고, 이에 따라 세부적으로 8가지 내용 요소들을 함께 구성하였다. 교육 방법으로는 활동중심, 타 교과 융합, 프로젝트기반학습으로 선정하여 초등학생의 수준에서 쉽고 즐겁게 인공지능을 학습할 수 있도록 총 20차시의 교육 프로그램을 개발하여 적용하였다. 또한 '인공지능에 대한 인식', '융합적 사고력', '창의적 문제해결력'과 '협업 역량'의 측면에서 프로그램의 적용 효과를 분석하였으며, 4가지 측면 모두에 대해 긍정적인 변화를 검증하였다.

키워드 : 초등 인공지능 교육, 인공지능 융합 교육, 인공지능 사회인식, 인공지능 이해, 인공지능 활용

Development and Implementation of an Activity-Based AI Convergence Education Program for Elementary School Students

Jinseon Shin* · Miheon Jo**
Gunnam Elementary School* · Cheongju National University of Education**

Abstract

As the core technology of the Fourth Industrial Revolution, AI is applied to various fields of society(e.g. politics, culture, industry, economy, etc.) and causes revolutionary changes. Students who will lead the age of AI need the ability to recognize social changes due to AI, acquire AI related knowledge and utilize AI in various situations. However, it is difficult for elementary school students to understand the concept and principles of AI. Therefore, this study developed an AI education program by selecting educational contents and methods appropriate to the level of elementary school students, and investigated the educational effects of the program by applying it to an actual educational setting. The content selected in this study is 'Social Awareness on AI', 'Understanding AI' and 'Utilizing AI', and eight content elements were selected. To help students learn AI easily and pleasantly at their level, activity-centered education, convergence of subjects and project-based learning were selected as instructional methods, and 20 sessions of education program were developed and implemented. In addition, the effects of the program were analyzed concerning 'perception on AI', 'convergent thinking', 'creative problem-solving' and 'collaboration capability', and positive changes were verified for all four aspects.

Keywords : Elementary AI Education, AI Convergence Education, Social Awareness on AI, Understanding AI, Utilizing AI

교신저자 : 조미현(청주교육대학교 컴퓨터교육과)

논문투고 : 2021-03-03

논문심사 : 2021-03-10

심사완료 : 2021-03-15

1. 서론

4차 산업혁명의 핵심 기술인 인공지능의 발달로 정치, 산업, 경제, 문화 등 사회의 여러 분야에서 변화의 물결이 크게 일고 있다[20]. 교육 분야에서도 4차 산업혁명을 이끌 미래 인재를 양성하는 것이 중요하게 되었으며, 이에 따라 초등학생을 대상으로 한 인공지능 교육의 필요에 대한 관심이 증가되고 있다. 이러한 인공지능 교육의 수요에 따라 여러 나라에서 교육적으로 다양한 시도가 이루어지고 있다.

미국에서는 인공지능 교육과정 가이드라인인 AI4K를 개발하고, 초·중·고 인공지능 교육에 대해 지원하고 협업할 수 있는 커뮤니티가 활성화되고 있다[4]. 중국은 인공지능 교과서를 발행하여 유아부터 인공지능 교육이 도입되고, 시범학교를 운영하며, 인공지능 교사를 양성하는 등 국가적인 차원에서 체계적인 노력이 이루어지고 있다[19]. 또한 핀란드와 영국에서는 국가 차원의 교육과정에서 필수적으로 초등학교 1학년부터 인공지능 기술의 근간이 되는 프로그래밍을 가르치고 있다[8].

우리나라에서는 2019년 12월에 인공지능 융합 교육을 전면적으로 실시할 계획을 발표하여 초등학교 수준에서는 놀이 및 체험 중심의 인공지능 교육을 확대하고, 인공지능 평생교육을 체계화하는 등의 'AI 국가전략'을 발표하였다[1]. 또한 관계부처가 합동으로 2020년 8월에는 '전국민 AI-SW 교육 확산 방안'[2]을 그리고 2020년 11월에는 '인공지능 시대 교육정책 방향과 핵심과제'[3]를 발표하였다.

4차 산업혁명 시대에 인공지능의 혜택을 누리며 함께 살아가기 위해서 학생들은 인공지능으로 변화된 사회를 인식하고, 인공지능의 개념과 원리를 이해하며, 실생활의 문제 해결을 위해 인공지능을 활용할 수 있는 역량을 갖추어야 한다. 따라서 본 연구는 교육과정 및 문헌자료 분석을 통해 전반적인 인공지능 교육 내용과 교육 방법을 추출하고 체계적으로 구성하여 초등학생의 수준에 맞는 인공지능 교육 프로그램을 개발하고, 이를 적용하여 효과를 분석하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 인공지능과 인공지능 교육

인공지능(Artificial Intelligence; AI)은 인간이 지닌 지적 능력의 일부 또는 전체를 인공적으로 구현하는 기술로서, 상황을 인지하고 이성적·논리적으로 판단하며 감성적이고 창의적인 기능을 수행하는 능력까지 포함한다[1][12]. 인공지능의 하위 요소가 되는 주요 기술로는 머신러닝과 딥러닝이 있다[13]. 머신러닝은 많은 양의 데이터에서 파생된 패턴과 추론에 의존하여 알고리즘과 통계 모델을 만들고 적용한다. 머신러닝에는 레이블이 있는 데이터로 학습하는 지도학습, 레이블이 없는 데이터로 학습하는 비지도 학습, 보상을 통해 학습하는 강화 학습이 있다. 이와 비교할 때, 딥러닝은 많은 양의 데이터를 처리하여 스스로 학습하고 지능적인 결정을 할 수 있는 인공신경망을 만들며, 이에 따라서 머신러닝보다 더 정확한 결과를 만들 수 있다.

한편 초·중등 교육에 인공지능을 도입하는 인공지능 교육의 목적은 학생들이 인공지능 사회에 대비하여 인공지능에 대한 이해를 갖추고, 다양한 분야에 대한 인공지능의 사회적 영향력을 인식함으로써 인공지능의 윤리적 활용을 도모하도록 하는 데 있다[11]. 인공지능 교육은 두 가지 유형으로 실천이 가능하다. 하나는 '도구로서의 인공지능(Learning with AI)'이며, 다른 하나는 '목적으로서의 인공지능(Learning about AI)'이다. '도구로서의 인공지능'은 인공지능을 교육 방법이나 교육 환경에 적용하는 것을 중시하며, '목적으로서의 인공지능'은 인공지능 기술이 교육의 내용이 되는 경우를 의미한다[11].

2.2 인공지능 관련 교육 방법

본 연구는 인공지능 교육 관련 교육 방법들 중 초등학생에게 적합한 방법으로 활동중심 교육, 융합 교육과 프로젝트기반학습을 선정하였다. 각 방법의 의미와 특징에 대해 살펴보면 다음과 같다.

2.2.1 활동중심 교육

학생의 활동 및 능동적 참여를 강조하는 방법이 활동중심 교육이다. Brown[5]은 활동중심의 의미를 특정 목적을 가지고 수행하는 일련의 행동들로 정의하였다. Driver와 Oldham[6]은 아동의 능동적 수업 참여의 중요

성을 강조하며, 경험을 바탕으로 한 능동적 활동으로 인지적 도식이 구성되고 정교화 된다고 논하였다. 2015 개정 교육과정에서도 창의융합형 인재 양성을 위해 교과 특성에 맞는 다양한 학생 활동 및 참여형 수업을 강조한다[17]. 활동중심 교육은 학생이 가만히 앉아서 듣고 쓰는 활동보다는 몸을 직접 움직이면서 행하고 말하는 등 오감을 사용함으로써 학습 목표에 이르도록 하는 교육방법이다. 활동중심 교육을 통해 학생이 수업의 중심이 됨으로써 능동적이고 즐거운 수업 참여가 가능하며, 상호작용을 통한 협동심, 수업에 대한 적극적인 태도, 자기주도성 등이 향상될 수 있다.

2.2.2. 융합 교육

교육에서의 융합은 서로 다른 지식과 경험을 연결하여 새로운 해결책을 만들어 내는 창의적 사고 과정을 의미한다. 한국교육과정평가원에서 수행한 한 연구[15]는 융합 교육을 단순히 지식을 습득하는 것이 아니라, 과학, 공학, 수학, 기술, 예술 등 다양한 분야가 융합하고 연계되어 더 새롭고 뛰어난 것으로 이끄는 능력을 키우는 교육 방법이라고 정의하였다. 4차 산업혁명 시대가 됨에 따라 융합 교육의 필요성은 더욱 강조되고 있다. 2015 개정 교육과정에서는 추구하는 인간상으로 ‘새로운 지식을 창조하며, 다양한 지식을 융합하여 새로운 가치를 창출할 수 있는 창의융합형 인재’를 제시하였다[17]. 미래를 이끌 학생들이 급변하는 사회에서 능동적으로 대처하고 지식을 융합하고 활용함으로써 문제를 합리적으로 해결할 수 있도록 융합 교육의 실천이 요구된다.

2.2.3. 프로젝트기반학습

프로젝트기반학습은 구성주의 학습이론에 기초하여 학생들이 과제의 특성을 분석하고, 과제 해결을 위한 계획을 세우며, 정보를 수집하고 교환하는 가운데 계획을 실행하고, 그 실행 과정과 결과를 평가하고 반성하는 일련의 활동들을 직접 수행하도록 하는 교육 방법이다[7]. 미래 사회가 요구하는 역량은 과거와 같은 전달식 교육 방법으로 함양될 수 없기에 교육 방법의 변화를 수반해야 한다. 교육 방법의 변화를 도모하며 최근에 많은 관

심을 받고 있는 방법이 프로젝트기반학습이다[20]. 인공지능 시대에 살아가는 학생들에게는 교과서 지식 자체를 학습하는 것이 아니라 정보를 활용하여 새로운 것을 생각하고 문제를 해결할 수 있는 능력이 요구되며, 이에 따라 2015 개정 교육과정은 실생활 문제의 원인을 분석하고 대안 및 해결방안을 모색하는 과정을 강조하고 있다[17]. 이에 적합한 교육 방법이 프로젝트기반학습이다. 프로젝트기반학습은 과제를 수행하고 결과물을 창출해내는 과정에서 지식을 습득하고, 문제해결력, 자기주도적 학습능력, 비판적 사고력 등을 신장할 수 있는 학생 중심 교육방법이다.

2.3 선행 연구

인공지능 교육과 관련한 선행연구 분석을 통해 본 연구에 대한 시사점을 찾고자 한다. 이승철과 김태영[16]은 초등학생을 위한 인공지능 교육 내용과 방법을 제안하였고, 김갑수와 박영기[10]는 초등학생 수준에 어려운 파이썬을 활용한 인공지능 교수학습 모델을 개발하였지만 교육 프로그램을 구체적으로 개발하지는 않았다. 신원섭과 신동훈[23]의 연구는 인공지능이 중심이 되는 교육이 아니라 초등과학을 중심으로 인공지능을 적용하는 방안을 탐색하였고, 송정범[24]은 인공지능 도구를 활용하여 초등 저학년 학생들이 흥미롭게 한글교육을 하도록 프로그램을 개발하였다. 류미영과 한선관[21]은 딥러닝 원리에 국한된 인공지능 교육 프로그램을 개발하였고, 장연주[8]는 인공지능 원리 학습에만 중점을 두고 선행 회귀, 의사결정트리, 퍼셉트론 등을 이해하도록 교육 프로그램을 개발하였다. 배진아, 이경희와 조정원[4]은 인공지능 윤리 의식 함양에 초점을 둔 교육 프로그램의 방향을 제안하였다.

선행연구 분석 결과, 인공지능 교육과 관련하여 교육 프로그램을 개발하지 않고 교육 내용이나 방법을 제안하거나, 교육 프로그램을 개발한 경우에도 인공지능 원리나 윤리 등 한 가지 내용에 중점을 둔 연구가 많았으며, 교과와 융합을 시도한 경우에도 하나의 교과와 연계하여 교육 방안을 탐색한 경향이 발견되었다.

인공지능에 대한 종합적인 이해를 위하여 인공지능의 사회적 영향, 인공지능 진로 및 윤리, 인공지능 원리 이해 및 활용 등 인공지능과 관련한 내용을 체계적으로

다루며, 인공지능 교육의 확산을 위하여 여러 교과와 인공지능을 융합하는 연구, 초등학생의 수준에 맞는 다양한 교육 방법을 적용한 연구가 수행될 필요가 있다. 따라서 본 연구는 다양한 인공지능과 관련한 교육 내용과 방법을 선정하고, 여러 교과와 인공지능을 융합하며 초등학생의 수준에 맞는 체계적인 교육 프로그램을 개발하고, 이를 교육 현장에 적용함으로써 그 효과를 살펴보고자 한다.

3. 연구 방법

3.1 연구 대상

초등학생을 위한 인공지능 교육 프로그램을 개발하고 적용하여 그 효과를 검증하기 위한 본 연구에 참여한 대상은 충북지역 M초등학교의 6학년 20명(남자 11명, 여자 9명)의 학생이다.

3.2 연구 절차

인공지능 교육 프로그램을 ADDIE 모형을 기반으로 분석-설계-개발 단계를 걸쳐 개발하였으며, 프로그램의 타당성에 대해 수석교사 2인과 교육공학 전문가 2인의 검토를 받아 최종 수정하였다. 교육 프로그램을 적용하기 전에 사전검사를 실시하였고, 교육 프로그램은 총 20차시로 구성하여 10주 동안 적용하였다. 교육 활동을 모두 마친 후에 사후 검사를 실시하여 인공지능에 대한 인식 및 역량에 대한 교육 프로그램의 영향을 분석하였다.

3.3 연구 도구

본 연구를 통해 개발한 교육 프로그램을 학교 교육 현장에 적용하고 ‘인공지능에 대한 인식’, ‘융합적 사고력’, ‘창의적 문제해결력’과 ‘협업 역량’에 대한 효과를 평가하였다. 먼저 ‘인공지능에 대한 인식’ 평가를 위해서는 장연주[8]의 연구에서 활용된 설문지를 참고하여 비구조화된 설문지를 제작하였다. 설문지는 인공지능에 대한 학생의 관심 및 인식과 관련한 7개의 문항으로 구성하였다.

또한, ‘융합적 사고력’ 평가를 위해서는 이동원 외[14]의 연구를 통해 개발된 융합 인재 소양 측정 도구를 사용하였다. 융합, 혁신, 배려, 의사소통과 같은 변인들로 구성된 21개 문항의 도구이며, Likert 5점 척도를 사용하였다. ‘창의적 문제해결력’ 평가를 위해서는 서울대 심리연구실 MI팀[22]이 개발한 검사도구를 사용하였다. 자기 확신 및 독립성, 확산적 사고, 비판적·논리적 사고, 동기적 요소와 같은 변인들로 구성된 20개 문항의 도구이며, Likert 5점 척도를 사용하였다. ‘협업 역량’ 평가를 위해서는 한국교육학술정보원[9]의 ‘스마트교육·디지털 교과서 효과성 검증도구 개발’ 연구를 통해 개발된 협업 역량 측정 도구를 사용하였다. 개인적 책임감, 상호존중, 공유와 같은 3가지 변인들로 구성된 12개 문항의 도구이며, Likert 5점 척도를 사용하였다.

4. 연구 결과

4.1 인공지능 교육 프로그램 개발

4.1.1 분석

분석 단계에서는 2015 개정 실과 교육과정과 문헌 자료를 분석하였고, 그 결과로 얻은 시사점들을 교육 프로그램 개발에 반영하였다. 먼저 2015 개정 실과 교육과정에서의 SW교육의 방향을 분석하여 프로그램의 내용 체계 및 교육 방법을 선정하였다. 2015 개정 실과 교육과정은 일상생활에서 소프트웨어의 의미 및 영향을 이해하고, 로봇의 작동 원리를 이해하고 소프트웨어와 연계하여 센서를 장착한 로봇을 작동하는 것을 제안하며, 간단한 프로그래밍을 통한 문제 해결에 중점을 두고 있다[18]. 이러한 교육과정의 방향에 따라 내용 체계를 일상생활에서 인공지능의 의미 및 영향을 이해하는 ‘AI 사회인식’, 인공지능 원리를 이해하는 ‘AI 이해하기’, 인공지능을 통해 문제를 해결하는 ‘AI 활용하기’로 선정하였다.

초등학교 수준의 소프트웨어 교육은 활동 및 놀이 중심의 신체활동을 통해 소프트웨어 원리를 배우고, 국어, 사회, 수학, 과학 등 다양한 교과와 융합하여 지도하는 것을 권장하며, 실생활 속 문제 상황을 중심으로 컴퓨팅 사고력을 함양하는데 중점을 두고 있다[18]. 이러한 교

육의 흐름에 따라 교육 방법을 ‘활동중심’, ‘타 교과 융합’과 ‘프로젝트기반학습’으로 선정하였다.

또한 이론적 배경의 선행연구 분석 대상이 되었던 문헌 자료들을 <Table 1>과 같이 분석하여 내용 요소들을 선정하였다.

<Table 1> Analysis of AI literature

Literature	Social Awareness on AI			Understanding AI			Utilizing AI	
	SA-1	SA-2	SA-3	Un-1	Un-2	Un-3	Ut-1	Ut-2
[4]			○		○	○		
[8]	○				○	○		○
[10]	○			○	○	○	○	○
[16]	○	○	○	○	○	○		○
[21]	○		○		○	○		○
[23]	○			○	○	○	○	○

각 문헌에서 중점을 두는 내용 요소는 다르지만, ‘AI 필요성’(SA-1), ‘AI 윤리’(SA-3), ‘AI 체험’(Un-1), ‘AI 데이터’(Un-2), ‘AI 원리’(Un-3), ‘AI 문제해결’(Ut-2)은 많이 다루는 내용이므로 내용 요소로 선정하였다. 초등학생의 수준에 맞지 않아 ‘AI 프로그래밍’(Ut-1)을 다루는 문헌 자료가 많지 않았지만, 초등학생이 쉽게 프로그래밍을 할 수 있는 도구인 엔트리에 인공지능 기능이 도입되었으므로 내용 요소로 채택하였다. ‘AI 진로’(SA-2)에 대한 문헌 자료 또한 많지 않지만, 6학년 실과 성취기준에 진로 관련 내용이 있고, 미래 사회를 이끌 인재로서 인공지능 진로 탐색이 중요하기에 내용 요소로 선정하였다.

4.1.2 설계

설계 단계에서는 총괄 및 세부 목표와 교육 프로그램의 내용 및 방법을 설계하였다. 인공지능 교육 프로그램을 통하여 도달하고자 하는 총괄 목표와 세부 목표는 다음과 같다.

- 총괄 목표: 활동중심, 타 교과 융합, 프로젝트기반학습 방법을 활용하여 인공지능의 사회적 영향력 인식과 인공지능 이해 및 활용의 과정을 통해 인공지능에 대한 긍정적 인식 및 융합적 사고력, 창의적 문제해결력, 협업 역량을 신장한다.

- 세부 목표: 세 가지 세부 목표를 설정하였다. 첫째, 인공지능 관련 진로 및 윤리적 문제를 통해 인공지능의 사회적 영향을 이해할 수 있다. 둘째, 활동중심, 타 교과 융합, 프로젝트기반학습 활동을 통해 인공지능의 개념 및 원리를 이해할 수 있다. 셋째, 인공지능을 활용하여 문제를 해결하는 가운데 인공지능 역량을 신장하고, 인공지능에 대한 긍정적인 인식을 가질 수 있다.

또한 분석 단계의 결과를 반영하여 <Table 2>와 같이 교육 프로그램의 내용 체계, 내용 요소와 교육 방법을 결정하였다.

<Table 2> Content and method of the program

Content Structure	Content Elements	Instructional Method
Social Awareness on AI	<ul style="list-style-type: none"> AI in Life AI Career AI Ethnics 	<ul style="list-style-type: none"> Activity-centered Convergence of Subjects
Understanding AI	<ul style="list-style-type: none"> Experiencing AI AI Data AI Operating Principle 	<ul style="list-style-type: none"> Activity-centered Convergence of Subjects
Utilizing AI	<ul style="list-style-type: none"> AI Programming AI Problem Solving 	<ul style="list-style-type: none"> Activity-centered Convergence of Subjects Project-Based Learning

4.1.3 개발

개발 단계에서는 ‘AI 사회인식’, ‘AI 이해하기’와 ‘AI 활용하기’ 각 내용에 대한 교육 활동들을 구체화하였다. 먼저 ‘AI 사회인식’은 생활 속 인공지능의 의미와 기능, 인공지능 진로 및 윤리를 알아봄으로써 인공지능의 사회적 영향을 인식하는 단계이며, 상세 활동은 <Table 3>에 정리한 바와 같다.

<Table 3> Activities of ‘Social Awareness on AI’

Content Elements	Activity	Convergence
AI in Life (1st~2nd class)	<ul style="list-style-type: none"> AI in our life Inconvenient? Problem solver AI AI in our future Attitude as the protagonist of future AI society 	Art Practical Arts
AI Career (3rd~4th class)	<ul style="list-style-type: none"> AI related future career AI career card My future business card 	Korean Art Practical Arts Creative Activities
AI Ethics (5th~6th class)	<ul style="list-style-type: none"> AI’s judgment, whose responsibility? Importance of human value judgment Code of AI ethics that we make 	Moral Ed. Korean

1~2차시의 ‘우리 생활 속 AI’에서는 생활 속 사례들을 통해 인공지능을 이해하고 인공지능의 사례를 찾아보는 활동을 하며, ‘불편해? 해결사 AI’를 통해 인공지능 제품을 고안하여 생활 속 불편한 점을 해결해본다. ‘우리 미래 속 AI’는 인공지능이 사회를 변화시킨다는 사실을 알고 변화된 미래 모습을 그리는 활동을 하며, ‘미래 AI 사회 주인공으로서의 태도’에서는 미래 사회를 이끌 인재로서의 태도에 대해 토의해본다.

3~4차시의 ‘미래 AI 직업’은 인공지능 시대에 새로 생길 직업, 관심 받을 직업, 사라질 직업에 대해 조사한 후 미래 직업에 대해 토의한다. ‘AI 직업 카드’를 통해서 는 직업 카드를 활용해 인공지능 시대에 다양한 직업이 어떻게 변화할지 구체적으로 토의하고, 인공지능 시대에 맞는 직업 카드를 꾸며 보는 활동을 한다. ‘미래의 내 명함’에서는 학생의 장래희망 직업의 미래 모습을 생각 하며 자신의 명함을 만드는 활동을 한다.

5~6차시의 ‘AI의 판단, 그 책임은?’에서는 인공지능의 양면성을 통해 알아본 인공지능의 부정적 행동에 대한 결과의 책임 소재가 인간인지, 인공지능인지에 대해 토의해본다. ‘인간의 가치판단 중요성’에서는 자율주행 자동차 설계자로서 모럴머신 상황을 판단하여 설계 및 판매를 하는 활동을 하고, ‘우리가 만든 AI 윤리 규범’에서는 윤리 규범의 필요를 알고 인공지능 시대에 맞는 윤리 규범을 만들어본다.

다음으로 ‘AI 이해하기’는 인공지능을 체험하고 데이터와의 관계 및 원리를 이해하는 단계이다. ‘AI 이해하기’의 상세 활동은 <Table 4>와 같다.

<Table 4> Activities of ‘Understanding AI’

Content Elements	Activity	Convergence
Experiencing AI (7th~8th class)	<ul style="list-style-type: none"> • Art with AI • Music with AI • Physical Education with AI 	Art Music Physical Ed.
AI and Data (9th~11th class)	<ul style="list-style-type: none"> • AI, what do you learn with? • Data given to AI • A game to make smart AI • AI that knows your preference • My own AI 	Art Mathematics
AI Operating Principle (12th~14th class)	<ul style="list-style-type: none"> • AI, how do you learn? • I am a knowledge expert. • Find distinctive features! • Set up criteria! • Set up strategies! • Connect with each other! 	Mathematics Korean Science Art Practical Arts

7~8차시는 다양한 교과 활동에 인공지능 도구를 사용한 ‘도구로서 인공지능 교육’에 초점을 둔다. ‘AI와 함께 하는 미술’에서는 리무브 백그라운드, 이미지 인 페인팅, 오토드로우 등 인공지능 도구들을 사용하며 미술과 성취기준을 반영하여 시각 이미지를 만드는 활동을 한다. ‘AI와 함께 하는 음악’에서는 AI 듀엣, 두들 바흐 등 인공지능 도구를 통해 음악과 성취기준에 따라 음악을 창작하여 학급 음악회를 연다. ‘AI와 함께 하는 체육’에서는 포즈넷 인공지능 도구로 창작 무용을 만들어 체육과 성취기준에 따라 발표한다.

9~11차시에서는 데이터 기반 사고 과정을 통해 인공지능을 만들어 인공지능과 데이터의 관계를 알도록 한다. ‘AI, 넌 무엇으로 학습하니?’에서는 퀵드로우를 통해 데이터와 인공지능의 관계를 알고, 빅데이터의 개념을 익힌다. ‘AI에게 주는 데이터’에서는 인공지능을 개발할 때 어떤 데이터가 사용되는지를 생각하여 교과서 데이터로 인공지능을 만드는 활동을 한다. ‘똑똑한 AI 만들기 놀이’에서는 코끼리를 알려주는 데이터를 포스트잇에 만들어보는 조작 활동을 수행하며, ‘너의 취향을 아는 AI’에서는 취향 관련 데이터를 수집하고 정리한 후 인공지능이 되어 친구에게 추천하는 활동을 한다. ‘나만의 AI’에서는 학생의 일상 속 데이터로 인공지능을 만들어 일상적인 것도 데이터임을 이해한다.

12~14차시는 인공지능 원리 이해에 초점을 두고 활동을 구성한다. ‘AI, 넌 어떻게 학습하니?’에서는 개괄적으로 인공지능 원리에 대해 알아보고, ‘나는 지식 전문가입니다’에서는 질병 또는 성격에 대해 정리된 전문적 지식을 통해 진단함으로써 전문가 시스템을 이해한다. ‘특징을 찾아라!’에서는 각기등과 각뿔이 명시된 사진 데이터를 보고 각각의 특징을 찾아 학습하는 활동을 통해 지도학습을 이해하고, ‘기준을 세워라!’에서는 직유법이나 은유법이 명시되지 않은 문장 데이터를 군집화하여 학습하는 활동을 통해 비지도학습을 이해한다. ‘전략을 세워라!’에서는 링 걸기 게임을 통해 시행착오 및 전략을 공유함으로써 강화학습을 이해하고, ‘서로 연결하라!’에서는 주제와 관련된 단어를 3~4개씩 연결하여 인공지능경망 및 딥러닝을 이해한다.

마지막으로 ‘AI 활용하기’는 인공지능 프로그래밍과 프로젝트기반학습을 통해 인공지능으로 실생활의 문제를 해결하는 단계이다. 이 단계의 구체적인 활동들은 <Table 5>에 정리한 바와 같다.

<Table 5> Activities of 'Utilizing AI'

Content Elements	Activity	Convergence
AI Programming (15th~17th class)	<ul style="list-style-type: none"> Using Entry AI blocks Using Teachable Machine Using Entry AI Model Learning 	Practical Arts Creative Activities
AI Problem Solving (18th~20th class)	<ul style="list-style-type: none"> Project-based learning to solve problems in life with AI 	Practical Arts Creative Activities

15~17차시에는 티치블 머신으로 인공지능 모델 학습을 이해하고, 엔트리 AI 블록과 모델학습 기능을 사용하여 프로그래밍을 한다. 학생들 간에 프로그래밍 수준이나 컴퓨터를 다루는 능력의 차이가 있기에 동영상 을 만들어서 플립러닝으로 진행한다. 18~20차시에는 브레인스토밍을 통해 선정한 실생활 문제를 인공지능으로 해결하는 프로젝트를 진행한다.

4.2. 인공지능 교육 프로그램 적용

본 연구에서 개발한 20차시의 인공지능 교육 프로그램을 M초등학교 6학년 학생 20명을 대상으로 10주에 걸쳐 적용하였다. 'AI 사회인식'과 관련해서는 앞에서 <Table 3>에 정리한 바와 같은 3가지 세부 내용과 관련된 총 10가지 활동들을 6차시로 진행하였다. 학생들의 교육 활동 모습과 산출물의 예는 <Table 6>과 같다.

<Table 6> Activities and outcome of 'Social Awareness on AI'

Activity	Students' Activities and Learning Outcome
AI in our future	
My future business card	
Code of AI ethics that we make	

다음으로 'AI 이해하기'와 관련해서는 <Table 4>에 정리한 바와 같은 3가지 세부 내용과 관련한 총 14가지 활동들을 8차시로 진행하였다. 학생들의 활동 모습과 산출물의 예는 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Activities and outcome of 'Understanding AI'

Activity	Students' Activities and Learning Outcome
Art with AI	
AI, what do you learn with?	
A game to make smart AI	
AI that knows your preference	

마지막으로 'AI 활용하기'와 관련해서는 <Table 5>에 정리한 2가지 세부 내용과 관련하여 4가지 활동들을 6차시 동안 진행하였다. 학생들의 활동 모습과 산출물의 몇 가지 예들은 <Table 8>과 같다.

<Table 8> Activities and outcome of 'Utilizing AI'

Activity	Students' Activities and Learning Outcome
Using Entry AI Model Learning	
Project-based learning to solve problems in life with AI	

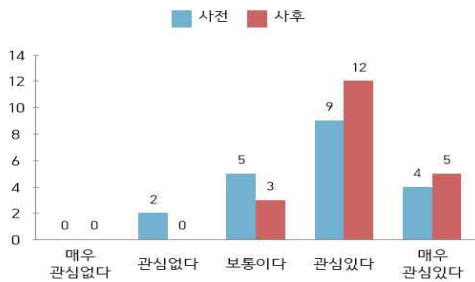
4.3. 인공지능 교육 프로그램 효과 분석

연구를 통해 개발한 인공지능 교육 프로그램을 교육 현장에 적용한 후, 학생들의 인공지능에 대한 인식, 융합적 사고력, 창의적 문제해결력과 협업 역량 변화와 관련한 교육 프로그램의 효과를 분석하였다.

4.3.1 인공지능에 대한 인식

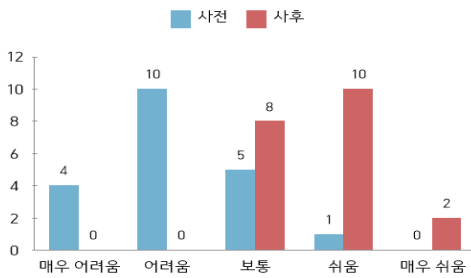
인공지능에 대한 학생들의 인식을 알아보기 위하여 인공지능에 대한 관심, 인공지능 교육에 대한 인식, 작동 원리 및 사례 관련 지식, 활용 가능성, 진로와의 관련성과 윤리적 인식에 대해 분석하였다.

먼저 인공지능 교육에 대한 학생들의 관심을 분석한 결과, 사전 13명(65%)에서 사후 17명(85%)의 학생들이 인공지능에 관심을 보여 학생들의 관심이 증가하였음을 확인하였다.



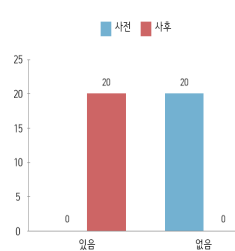
(Fig. 1) Interest in AI education

학생들의 인공지능 교육에 대한 인식을 알아본 결과, 인공지능 교육을 어렵게 생각했던 학생이 사전 14명(70%)에서 사후 0명(0%)으로 변한 것을 통하여 인공지능 교육 프로그램을 활용한 학습이 초등학생들의 수준에 맞게 개발되었음을 확인할 수 있었다.



(Fig. 2) Perception on AI education

인공지능 작동 원리를 알고 있는지에 대해 사전 0명(0%)에서 사후 20명(100%)의 학생들이 알고 있다고 응답하였다. 또한 학습 활동 후에 모든 학생들이 2가지 이상의 사례들을 서술할 수 있었으며, 학습 전보다 더 다양한 사례들을 제시할 수 있었다. 학습 활동을 통해 학생들이 인공지능의 원리와 사례들을 더 잘 이해하게 되었음을 확인할 수 있다.

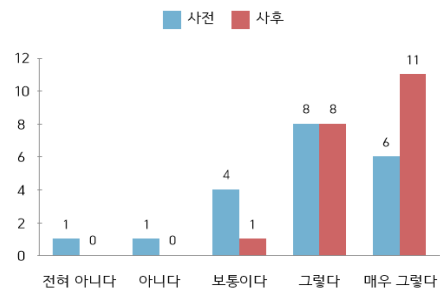


(Fig. 3) Knowledge on AI operating principle



(Fig. 4) AI examples that students know

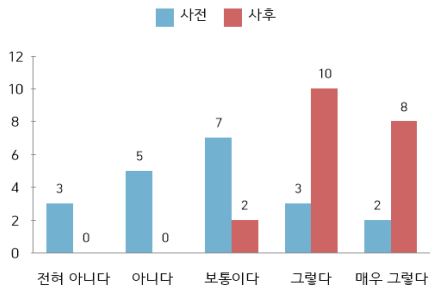
인공지능을 활용할 수 있는지에 대해 알아본 결과, 인공지능을 활용할 수 있는 학생이 14명(70%)에서 19명(95%)으로 증가하였으며, 특히 사후 설문을 통해서 인공지능을 활용하지 못하는 학생이 0명인 것으로 밝혀졌다. 이는 다양한 인공지능 도구들과 인공지능 프로그래밍을 체험하는 활동들을 통해 학생들이 인공지능 활용에 익숙해졌기 때문이다.



(Fig. 5) Possibility of utilizing AI

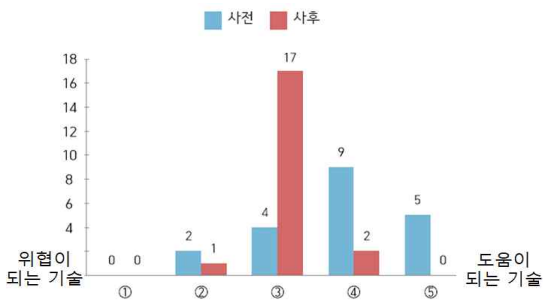
인공지능과 진로가 관련이 있는지에 대한 응답을 분석한 결과, 사전 5명(25%)에서 사후 18명(90%)의 학생들이 인공지능이 진로와 관련이 있다고 생각하였다. 학습 활동을 통하여 학생들이 인공지능과 진로를 연계하

여 생각하고, 인공지능의 사회적 영향력에 대해 생각할 수 있게 되었음을 알 수 있다.



(Fig. 6) Relationship between AI and career

인공지능 기술이 인간에게 위협 또는 도움이 되는 정도에 대한 응답을 분석한 결과, 사전 4명(20%)에서 사후 17명(85%)의 학생들이 ③수준을 선택하였다. 인공지능에 대한 학습을 통해 인공지능에 대해서 주의해서 활용하면 도움이 되는 기술로 인식을 하게 되었음을 알 수 있다.



(Fig. 7) AI-related ethical awareness

4.3.2 융합적 사고력

본 연구를 통해 개발한 교육 프로그램이 초등학생의 융합적 사고력에 긍정적인 영향을 미치는지를 분석하였다. 융합적 사고력 전체와 4가지 하위 요인들(융합, 혁신, 배려, 의사소통)에 대해 대응표본 t-검정을 실시한 결과 $p < 0.001$ 수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 이로써 인공지능 교육 프로그램이 초등학생의 융합적 사고력 향상에 긍정적인 영향을 주었음을 확인할 수 있다.

<Table 9> Result of paired t-test: Convergent thinking

sub-element	test	M	SD	t	p
Convergence	pre	14.25	3.932	7.186	0.000***
	post	22.90	2.573		
Innovation	pre	17.05	3.379	9.218	0.000***
	post	29.05	3.886		
Careful consideration	pre	14.40	3.440	5.166	0.000***
	post	18.60	1.536		
Communication	pre	15.15	4.344	7.232	0.000***
	post	22.50	2.013		
Total	pre	60.85	12.877	8.613	0.000***
	post	90.05	7.957		

*** $p < 0.001$

4.3.3 창의적 문제해결력

개발한 교육 프로그램을 적용한 후 초등학생의 창의적 문제해결력에 긍정적인 효과가 있는지를 검증하기 위해 대응표본 t-검정을 실시하였다. 그 결과, 창의적 문제해결력 전체와 4가지 하위 요인들(자기 확신 및 독립성, 확산적 사고, 비판적·논리적 사고, 동기적 요소)에 대해 $p < 0.1$ 과 $p < 0.001$ 수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 발견되어서 교육 프로그램이 학생들의 창의적 문제해결력 향상에 영향을 주었음을 알 수 있다.

<Table 10> Result of paired t-test: Creative problem-solving

sub-element	test	M	SD	t	p
Self-confidence & independence	pre	11.40	2.521	6.618	0.000***
	post	17.85	3.646		
Divergent thinking	pre	13.70	3.197	4.893	0.000***
	post	18.65	3.498		
Critical & logical thinking	pre	17.35	3.329	5.182	0.000***
	post	21.90	2.447		
Motivational factor	pre	15.25	5.330	3.907	0.001**
	post	20.80	2.745		
Total	pre	57.70	11.291	6.036	0.000***
	post	79.20	10.283		

** $p < 0.01$ *** $p < 0.001$

4.3.4 협업 역량

협업 역량에 대한 본 교육 프로그램의 영향을 확인하기 위하여 대응표본 t-검정을 실시하였다. 그 결과, 협업 역량 전체와 3가지 하위 요인들(개인적 책임감, 상호 존중, 공유)에 대해 $p < 0.001$ 수준에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타나 인공지능 교육 프로그램을 통해 학생들의 협업역량이 신장되었음을 확인할 수 있다.

<Table 11> Result of paired t-test: Collaboration capability

sub-element	test	M	SD	t	p
Personal responsibility	pre	13.65	3.133	5.270	0.000***
	post	18.35	1.599		
Mutual respect	pre	13.50	2.782	5.983	0.000***
	post	18.00	1.919		
Sharing	pre	13.75	3.076	5.852	0.000***
	post	18.15	1.599		
Total	pre	40.90	8.117	9.366	0.000***
	post	54.50	3.927		

*** $p < 0.001$

5. 결론 및 제언

본 연구는 최근 인공지능 교육에 대한 관심이 확대되는 상황에서 초등학생을 위한 인공지능 교육 프로그램을 개발하고 적용하였다. 실과 교육과정 및 관련 문헌을 분석하는 과정과 설계 과정을 통해 전반적인 인공지능 교육 내용과 방법을 선정하여 20차시의 교육 프로그램을 개발하고, 이를 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 10주간 적용하여 사전·사후 검사를 통해 인공지능에 대한 인식, 융합적 사고력, 창의적 문제해결력과 협업 역량에 미치는 영향을 살펴보았다. 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 연구를 통해 개발한 교육 프로그램은 전반적인 인공지능 교육 내용을 체계적으로 다루고자 교육 내용을 ‘AI 사회인식’, ‘AI 이해하기’와 ‘AI 활용하기’로 선정하였으며, 초등학생들이 발달 수준에 맞게 인공지능을 쉽고 즐겁게 학습하도록 하고자 교육 방법을 ‘활동중심’, ‘타 교과 융합’과 ‘프로젝트기반학습’으로 선정하여 반영

하였다.

둘째, 개발한 교육 프로그램을 적용한 결과 인공지능에 대한 막연한 두려움과 부정적인 편견이 줄어들었으며, 인공지능에 대한 관심, 이해, 활용도 등에 대해 긍정적인 변화가 나타났다.

셋째, 본 교육 프로그램을 적용한 후 사전 검사와 사후 검사의 결과 차이 분석을 통하여 교육 프로그램이 초등학생의 융합적 사고력, 창의적 문제해결력과 협업 역량에 긍정적인 영향을 준 것으로 밝혀졌다.

향후 인공지능 교육의 활성화를 위하여 교육과정 및 교육환경과 관련하여 다음과 같은 사항들이 추진될 필요가 있다.

첫째, 인공지능 교육이 다양한 학생들과 환경에서 실시될 수 있도록 후속 연구들이 수행되어야 한다. 본 연구는 10주간 일반 학교 6학년 학생들을 대상으로 20차시의 프로그램을 적용한 것으로, 초등학교 모든 학년 또는 다양한 환경에 적용하기에는 어려움이 있다. 따라서 초등학교 학년 위계에 맞는 전반적인 인공지능 교육과정 개발에 대한 연구가 필요하며, 그 산출물을 다양한 학습 환경에 적용하여 일반화하고 구체화할 후속 연구들이 요구된다.

둘째, 학교 현장에서 인공지능 교육이 가능한 환경이 구축되어야 한다. 학생들이 다양한 학습 경험을 갖도록 지원하기 위해서 개인별 기자재와 교내 무선망이 확보되어야 한다. 이를 위해 학교와 지자체는 물론 국가 차원에서 충분한 지원이 요구된다.

셋째, 학교 현장에서 쉽게 적용 가능한 교육 자료 개발 및 교사의 인공지능 교육에 대한 역량이 요구된다. 인공지능 연구학교 및 선도학교 운영으로 다양한 현장 연구가 이루어지고 인공지능 교육에 대한 연수가 제공되고 있지만, 아직도 인공지능에 대해 두려움을 느끼고 부담스러워하는 교사가 많다. 교사들이 쉽게 다가갈 수 있는 인공지능 교육 자료 및 프로그램을 제공하고, 인공지능에 대한 연수를 의무화하고 확대함으로써 미래 사회를 이끌 학생들이 질 높은 인공지능 교육을 받을 수 있도록 해야 한다.

참고문헌

[1] Association of related Ministries(2019). National

- Strategy for Artificial Intelligence.
- [2] Association of related Ministries(2020a). Plan to Spread AI·SW Education for the Whole Nation.
- [3] Association of related Ministries(2020b). The Direction of Education Policy and Core Tasks in the Age of Artificial Intelligence.
- [4] Bae, J., Lee, K., & Cho, J.(2020). An education program to foster Artificial Intelligence ethics awareness. *The Korean Institute of Information Scientists and Engineers Research Journal*, 895-897.
- [5] Brown, H.D., & Lee, H.(2015). *Teaching by Principles: An Interactive Approach to Language Pedagogy*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Education.
- [6] Driver, R., & Oldham, V.(1986) A constructivist approach to curriculum development in science. *Studies in Science Education*, 13, 105-122.
- [7] Heo, H., Kim, M., Jo, M., Lee, O., & Kim, M.(2017). *Exploration of Information Education Method*. Paju: Kyoyookbook.
- [8] Jang, Y.J.(2019). Development of Unplugged Education Program for Elementary School AI Classes. Master's Thesis. Seoul National University of Education.
- [9] Kim, J., Han, S., Han, J., Mo, K., Lee, H., Kim, Y., Kim, S., Kim, S., Yeo, H., & Kye, B.(2014). The Development of a Tool Verifying the Effects of Smart Education and Digital Textbook. Korea Education and Research Information Service.
- [10] Kim, K., & Park, Y.(2017). A development and application of the teaching and learning model of Artificial Intelligence education for elementary students. *Journal of The Korean Association of Information Education* 21(1), 139-149.
- [11] Korea Institute for Curriculum and Evaluation(2020). The Concept and Utilization of Artificial Intelligence(AI) in School Education. KICE Position Paper.
- [12] Kwon, Y., Byun, S., Cho, Y. Kim, K., & Kim, M.(2018). Future Education with AI. KERIS Issue Report.
- [13] Lawtomated(2019). A.I. Technical: Machine vs Deep Learning. Retrieved from <https://lawtomated.com/a-i-technical-machine-vs-deep-learning>.
- [14] Lee, D., Choi, Y., Park, S., & Jung, J.(2013). To the effect of topic-based STEAM education program for STEAM literacy of elementary school students. *Journal of Korean Practical Arts Education*, 26(1), 195-212.
- [15] Lee, K., Jeong, Y., Kwak, Y., Han, H., Kim, J., & Choi, J.(2014). Tasks for Revitalizing Convergence Education in Elementary and Secondary School Education. Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- [16] Lee, S., & Kim., T.(2020). Proposal of contents and method of Artificial Intelligence education for elementary school students. *The Korean Association of Computer Education Research Journal*, 24(1), 177-180.
- [17] Ministry of Education(2015a). Overview of the 2015 Revised Curriculum.
- [18] Ministry of Education(2015b). 2015 Revised Curriculum: Practical Arts Curriculum.
- [19] Ministry of Education, Ministry of Science and ICT, & Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity(2020). Artificial Intelligence Education Guide Book.
- [20] Ryu, B., Kim, K., Lee, S., Han, H., Lee, Y., Lee, J., & Choi, H.(2018). Education in the Era of the 4th Industrial Revolution: the Future of Schools. Korean Educational Development Institute.
- [21] Ryu, M., & Han, S.K.(2019). AI education programs for deep-learning concepts. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 23(6), 583-590.
- [22] Seoul National University Psychological Research Laboratory MI Research Team(2004). Assessment Tool for Creative Problem Solving Ability. Seoul

National University Psychological Research Laboratory.

- [23] Shin, W., & Shin, D.(2020). A study on the application of Artificial Intelligence in elementary science education. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 36(1), 117-132.
- [24] Song, J.B.(2020). Development of play-centered Korean language education program for low-end elementary school students using Artificial Intelligence tools. *Journal of Practical Engineering Education*, 12(2), 301-308.

저자소개

신진선



2012 청주교육대학교 초등교육과 (학사)
2021 청주교육대학교 교육대학원 초등정보로봇교육전공(석사)
2012~현재 충북 초등학교 교사
관심분야: AI활용교육, SW교육, 메이커 교육
e-mail: js610465@korea.kr

조미현



1991~1997 한국교육개발원 연구위원
1997~1998 안동대학교 교육공학과 교수
1998~현재 청주교육대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 에듀테크 활용 교수학습, 교수 설계
e-mail: mihjo@cje.ac.kr