

## Effects of Reinforcement learning-based AI Education on Attitudes toward AI Technology in Elementary School Students

Seok-Yeong Lee\*, Kwihoon Kim\*\*, Ki-Sang Song\*\*\*

\*Ph.d. Student, Dept. of Computer Education, KNUE, Cheongju, Korea

\*\*Professor, Dept. of AI Convergence Education, KNUE, Cheongju, Korea

\*\*\*Professor, Dept. of Computer Education, KNUE, Cheongju, Korea

### [Abstract]

Recently, a variety of AI education programs have been actively developed in elementary schools, but most are based on supervised learning, which may lead to the misconception that "machine learning equals supervised learning." In contrast, reinforcement learning mirrors human learning processes and can be effectively demonstrated through games. This study applied reinforcement learning to an AI education program to promote more positive perceptions of AI among elementary students. The 2022 revised national curriculum was analyzed to design the program, and a side-scrolling web game was developed to help students experience the role of an agent and understand reinforcement learning principles. The program was implemented in two 6th-grade classes: one received the reinforcement learning-based program with the game, and the other participated in a conventional AI education program. The results showed that this program positively influenced students' attitudes toward AI technology.

▶ **Key words:** Informatics Education, AI Education, Machine Learning, Reinforcement Learning, Attitudes toward AI technology

### [요 약]

최근 초등학교 교육 현장에서는 인공지능 교육 프로그램이 활발하게 개발되고 있으나, 대부분 기계학습의 방법 중 하나인 지도학습을 기반으로 하고 있어 '기계학습은 곧 지도학습'이라는 오개념을 심어줄 우려가 있다. 강화학습은 인간의 학습 과정을 기반으로 만들어진 기계학습 방법으로, 학습에 대한 인간의 인식과 유사하며 게임으로 시연할 수 있다는 장점이 있어 본 연구는 인공지능에 대한 긍정적인 인식을 향상시키는 인공지능 교육 프로그램에 강화학습을 적용하였다. 이에 2022 개정 교육과정을 분석해 초등학생을 위한 강화학습 중심 인공지능 교육 프로그램과 에이전트 역할을 직접 체험하는 강화학습 기반 웹 게임 자료를 함께 개발하였다. 초등학교 6학년 2개 학급을 대상으로 각각 강화학습 중심 프로그램과 일반적인 인공지능 프로그램을 실시한 결과, 강화학습 중심 프로그램이 초등학생의 인공지능 기술 태도에 긍정적인 효과가 있음을 확인하였다.

▶ **주제어:** 정보교육, 인공지능교육, 기계학습, 강화학습, 인공지능 기술 태도

- First Author: Seok-Yeong Lee, Corresponding Author: Ki-Sang Song
- \*Seok-Yeong Lee (seok1251@knue.ac.kr), Dept. of Computer Education, KNUE
- \*\*Kwihoon Kim (kimkh@knue.ac.kr), Dept. of AI Convergence Education, KNUE
- \*\*\*Ki-Sang Song (kssong@knue.ac.kr), Dept. of Computer Education, KNUE
- Received: 2025. 04. 16, Revised: 2025. 05. 14, Accepted: 2025. 05. 14.
- This work was a revised and expanded version of the master's thesis of Seokyeong Lee, 2025.

## I. Introduction

인공지능(artificial intelligence, AI)의 발전은 산업 전반에 큰 변화를 일으키고 있으며, 이에 따라 AI 인재 양성의 중요성이 강조되고 있다. 초·중등 교육과정의 SW·AI 교육의 확대와 함께 2022 개정 교육과정의 초등 실과에 기계학습 과정을 체험하고 사회적 영향을 탐색하는 성취기준이 포함되었다[1].

초등학생 대상 AI 교육 프로그램 연구도 이러한 흐름에 따라 증가하는 추세를 보인다. 그러나 인공지능을 학습시키는 기계학습 방법을 기준으로 보았을 때 Teachable Machine, AI for Ocean 등의 지도학습 기반의 도구가 대부분을 차지하고 있다[2]. 즉 초등학교 교사가 기계학습의 원리 이해 수업에서 다른 방법을 제시하고자 해도 관련 교육 자료나 도구가 부족함에 따라 지도학습을 채택하게 되며, 학생들에게 '기계학습은 곧 지도학습'이라는 오개념을 심어줄 수 있다.

강화학습은 자율 시스템, 금융 등 다양한 분야에서 중요성이 커지고 있으며, 생물학적 학습과 유사하고 게임 기반 시연이 가능하다는 교육적 이점을 가진다[3-5].

본 연구는 2022 개정 교육과정을 바탕으로 강화학습 중심의 인공지능 교육 프로그램 및 자료를 개발하고자 한다. 이는 강화학습이 가지는 특징을 바탕으로 학생들에게 인공지능에 대한 긍정적 태도를 이끄는 데 도움을 줄 수 있으며, 다양한 기계학습 교육에 대한 토대를 제공할 수 있다는 측면에서 의미 있는 연구가 될 것으로 사료된다.

본 연구에서는 2022 개정 초등학교 실과 교육과정에서 인공지능과 관련된 내용 요소 및 성취기준을 추출해 인공지능 교육 프로그램의 토대를 설계한다. 이를 바탕으로 강화학습 중심의 교육 프로그램의 효과성을 검증하기 위해 일반적으로 사용되고 있는 지도학습 중심의 인공지능 교육 프로그램과 강화학습 중심의 인공지능 교육 프로그램 및 자료를 각각 개발해 수업에 적용한다. 이를 통해 초등학생 학습자의 인공지능 기술 태도에 미치는 효과를 확인하고자 한다.

## II. Preliminaries

### 1. Reinforcement Learning

기계학습은 인공지능이 주어진 데이터를 가지고 스스로 학습하여 프로그램의 결과를 도출하는 것을 말한다. 인간이 직접 규칙을 작성하여 기계를 제어하던 기존의 컴퓨팅

방식과 다르게, 기계학습은 데이터를 입력하여 기계가 규칙을 학습하고 결정한다는 새로운 패러다임을 가져왔다.

Table 1은 기계학습의 3가지 대표적 영역과 특징을 정리한 것이다[6].

Table 1. The Three Main Areas of Machine Learning

Category	Characteristics
Supervised Learning	Learns from labeled data.
Unsupervised Learning	Learns from unlabeled data.
Reinforcement Learning	Continually learns by rewards and punishments.

강화학습(Reinforcement Learning)은 행동심리학에서 영향을 받았으며 위의 두 기계학습 방법과 달리 데이터로 학습하는 것이 아니라, 에이전트의 행동에 따라 주어지는 처벌과 보상에 따라 학습한다. 강화학습 모델의 목표는 환경 내에서 시행착오를 통해 최대의 보상을 얻을 수 있는 행동을 찾는 것이다. 최근 게임이나 지능형 로봇, 자율주행 자동차 등에 널리 활용되며 특히 ChatGPT, 알파고(AlphaGo) 등의 기반이 되면서 높은 관심을 받고 있다.

## 2. Related works

### 2.1 Related works on AI Education Based on Reinforcement Learning

인공지능 교육의 연구 동향을 살펴보면, 교육 프로그램에 대한 연구는 활발하게 진행되고 있으나 대부분 기계학습의 원리 이해에 지도학습을 기반으로 하는 도구를 활용하고 있으며, 강화학습이나 비지도학습 중심의 인공지능 교육 프로그램에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 다음 Table 2는 강화학습 기반의 인공지능 교육 프로그램 선행 연구를 정리한 표이다[7-10].

초등학생을 대상으로 한 선행연구는 프로그램 내에서 기계학습의 원리 중 하나로 강화학습을 짧게 제시하거나 EPL 콘텐츠로 구현하였다. 강화학습을 주제로 한 연구는 중등 정보 영재 대상으로 Unity ML-Agent를 활용했기 때문에 초등학생에게 적용하기에 어려움이 있다. 즉, 본 연구에서의 문헌 조사 결과 강화학습 중심의 초등학생 대상 인공지능 교육 프로그램은 기존 연구에서 확인되지 않았다.

Table 2. Related works on AI Education Based on Reinforcement Learning

Author & Year	Reinforcement Learning-Related Content	Target Group
Shin, Cho (2021)	Activities implemented in four sessions using simple games with executioners and strategic animals to introduce reinforcement learning	Elementary school students
Kim, Moon (2021)	Introduction of reinforcement learning principles through an AI education program using Nobel Prize-winning storytelling	Elementary school students
Lee, Kim (2023)	Development of an EPL (Educational Programming Language) program based on the "Frozen Lake" environment to teach reinforcement learning	Students at a level appropriate for EPL material
Lee (2023)	Development of a reinforcement learning-based AI education program using Unity ML-Agent, targeting middle school students	middle school students

### 2.2. Reinforcement Learning Materials Developed for Students

Table 3은 학생 대상의 인공지능 교육 자료 중 강화학습을 기반으로 한 것을 정리한 표이다.

Table 3. Related educational materials

Title	EduAi (KERIS)	Defeat the Crocodile (Stefan Seegerer)
Characteristics	Web-based experience-oriented	Web-based experience-oriented Visualizes learning process
Limitations	Explains RL problem-solving through text	Students act as passive observers

위 교육 자료들은 웹 기반이며 쉽게 체험할 수 있다는 장점을 가지고 있으나 학생들은 강화학습의 과정을 글로 읽거나 에이전트의 행동을 관찰하는 역할을 한다는 한계점이 있다. 따라서 본 연구에서는 학습자가 강화학습의 에이전트 역할을 직접 맡아 시행착오를 통해 보상을 최대화하는 전략을 세우는 수업 자료를 제작하고자 한다. 이 과정을 통해 강화학습의 요소와 원리를 스스로 발견하고 이해할 수 있다.

### 3. Attitudes toward AI technology

기술에 대한 태도는 기술 교과를 통해 형성될 수 있는 정의적 영역의 가치로, 기술에 대한 긍정적인 태도는 학생

들이 해당 기술과 관련된 직업에 대한 열망과 이를 중요한 가치로 인식하게 하는 계기가 될 수 있다[11]. 따라서 해당 기술에 대해 학습한 학생들의 기술에 대한 태도가 어떻게 변화했는가는 중요하게 측정되어야 할 요소이다.

본 연구에서는 정한별, 문성환의 인공지능 기술 태도에 대한 연구[12]를 바탕으로 강화학습 중심 인공지능 교육 프로그램과 일반적인 인공지능 교육 프로그램을 받은 학생들의 인공지능 기술 태도가 각각 어떠한 차이를 보이는지 알아보하고자 한다.

## III. Methodology

본 연구의 개발 목적은 강화학습 중심 인공지능 교육 프로그램과 이와 비교할 일반적인 인공지능 교육 프로그램을 개발하고, 초등학생 학습자를 대상으로 적용한 후 효과성을 검증하는 것이다. 연구의 설계는 Table 4와 같다.

Table 4. Research Design

G <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>3</sub>
G <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>4</sub>
G <sub>1</sub> : Experimental group(N=22) G <sub>2</sub> : Control group(N=22) O <sub>1,2</sub> : Pre-test of Attitude toward AI technology X <sub>1</sub> : Application of AI education program based on reinforcement learning X <sub>2</sub> : Application of AI education program based on supervised learning O <sub>2,4</sub> : Post-test of Attitude toward AI technology			

이를 위하여 개발 모형 중 널리 사용되는 ADDIE 모형의 절차인 분석-설계-개발-실행-평가 단계에 따라 프로그램 및 자료를 개발하였다. 분석 단계에는 교육과정을 분석해 프로그램을 위한 내용 요소 및 성취기준을 추출하였으며 학습자 및 환경 분석을 진행하였다. 설계 단계에서 프로그램의 차시별 내용 요소 및 수업 전략을 설계하고, 강화학습 중심 교육 자료의 구조 및 개발 방법을 설계하였다. 개발 단계에서는 교수 학습 자료를 개발한 후 파일럿 테스트와 수정, 2회의 전문가 검토를 거쳤다. 실행 단계에서 초등학생을 대상으로 현장 적용하였으며 평가 단계에서 학생의 사전, 사후 검사 결과를 분석해 연구 결과를 도출하였다.

연구 대상은 경상남도에 있는 S초등학교 6학년 2개 학급 학생 44명이다. 학습자 분석 결과 대부분 인공지능 교육 경험이 부재(84.0%)하며, 블록 프로그래밍 언어에 능숙하지는 않지만 프로그래밍 언어를 사용한 수업 경험(77.2%)이

있었다. 학교 교육과정 중 자율시간을 활용하여 인공지능 과 데이터, 기계학습의 종류 및 원리와 이를 바탕으로 한 프로그래밍 교육, 정보 윤리를 포함한 8차시 수업을 진행하였다. 그 후 사전 사후 검사 방법을 사용해 인공지능 기술 태도가 어떻게 변화하는지 검사하도록 설계하였다.

본 연구에서 학생들의 인공지능 기술 태도를 측정하기 위해 정한별(2023)의 검사 도구[12]를 사용하였다. 해당 검사 도구는 이영호(2019)의 인공지능 기술 태도 검사 도구[13]를 개선한 것이다. 본 검사는 전문가 자문을 통해 기존의 7개 영역 중 ‘인공지능 기술과 성 역할’ 영역을 삭제하고 문항 수를 축소했으며, Cronbach’s  $\alpha$ 가 0.7보다 높게 나와 신뢰할 만한 검사 도구로 평가되었다.

#### IV. Development and Results

##### 1. Development of AI Education Programs and Materials

###### 1.1 Development of AI Education Programs

초·중등 인공지능 교육 내용 기준[14]에서 제시한 3개 영역을 기준으로 2022 개정 실과/정보과 교육과정[1]에서 추출한 인공지능 관련 성취기준 및 내용 요소를 분류하였으며, 이에 따라 실험집단 및 통제집단의 인공지능 교육 프로그램을 구성하였다. 전체 차시의 구성은 Table 5와 같다.

Table 5. Structure of Program Sessions

Stage	Session	Learning Objectives
Understand	1	- Explain various applications of artificial intelligence in everyday life.
	2	- Describe the characteristics and types of data - Experience and understand how artificial intelligence classifies data based on patterns.
Apply	3-4	- Explain the principles of how Supervised/Reinforcement learning works.
	5-7	- Write basic programs to solve simple problems.
Social Impact	8	- Engage in discussions on the ethical and appropriate use of artificial intelligence.

###### 1.2 Development of AI Education Materials

연구의 필요성 및 선행연구 고찰에서 언급한 바와 같이 강화학습의 원리를 기반으로 한 인공지능 교육 자료의 수가 지도학습 기반의 자료에 비해 부족함을 알 수 있다.

이에 강화학습 중심 인공지능 교육 자료인 ‘강화오리’를 제작하였다. ‘강화오리’는 강화학습의 원리 학습을 위해 제작한 2D 횡 스크롤 게임으로 기본 화면은 다음 Fig. 1과 같이 구성되어 있다.



Fig. 1. Game play scene

게임이 시작되면 오리가 앞으로 계속 달려 나가며, 이 과정에서 아이템과 지형 사이의 틈이 나타난다. 아이템을 통해 점수를 얻거나, 잃거나, 게임이 끝날 수 있으며, 틈 사이로 떨어지는 것이 감지되는 경우에도 게임이 끝난다.

학생들은 보상 체계에 대해 알지 못하는 상태로 오리 역할을 플레이한다. 게임에서 높은 점수를 얻기 위한 정책을 찾는 과정에서 자연스럽게 탐험과 활용의 원리를 직접 적용하게 되며, 시행착오를 통해 학습하게 된다. 즉, 강화학습의 구성요소와 원리를 게임을 통해 발견할 수 있다. 본 게임 자료는 Unity 도구를 활용해 개발하였으며 원활한 활용을 위해 웹 기반으로 배포하였다.

###### 1.3 Expert Validation

실험 및 통제집단의 교육 프로그램과 자료의 적합성을 검증하기 위해 인공지능 교육 전문가 12인의 전문가 검토를 실시하였다. 조사 항목은 프로그램의 필요성, 교육 내용의 구성, 적절성, 적용 및 평가로 이루어져 있다.

응답은 리커트(Likert) 5점 척도를 활용하였으며, 각 문항에 대해 ‘그렇다’ 또는 ‘매우 그렇다’로 응답한 전문가의 비율로 내용 타당도 비율(CVR) 값을 도출하였다.

1차 전문가 검토 결과 객관식 문항 중 본 연구에 적용되는 CVR 최솟값 0.56을 하회하는 3개의 문항 의견에 따라 차시별 학습 분량을 적정화했으며, 공통 차시에 포함된 지도학습 모델의 데이터 분류 방식을 비지도학습으로 수정했다. 또한 학생들이 만들 프로그래밍의 주제를 제한하고 실험집단과 통제집단 모두 프로그래밍 차시에 사용할 도구의 기초 사용법을 알아보는 활동을 수록했다.

수정 후 2차 전문가 검토 결과, 모든 문항이 CVR 최솟값을 상회하였다.

### 1.4 Designed AI Education Program

본 연구는 실험집단에 투입할 강화학습 중심 인공지능 교육 프로그램 및 통제집단에 투입할 일반적인 인공지능 교육 프로그램을 각각 8차시 분량으로 개발하였다.

공통적인 학습 목표는 ‘인공지능의 개념을 이해하고 인공지능이 만들어지는 원리와 문제 해결 과정을 체험하며, 인공지능을 올바르게 사용하고자 하는 태도를 함양할 수 있다’로 설정하였다. 인공지능 교육 프로그램을 통해 학생들이 인공지능과 그 원리를 이해하고, 이를 활용할 수 있으며, 인공지능의 사회적 영향을 알고 올바르게 사용하고자 하는 태도를 기를 수 있도록 설정하였다.

차시별 주요 내용은 다음과 같다.

본 수업의 1, 2차시는 공통 차시로 실험집단과 통제집단 모두 동일하게 투입하였다.

1차시는 인공지능의 개념 및 생활 속 인공지능에 대해 알아보는 활동으로 구성하였다. 우리 주변에서 만날 수 있는 인공지능의 사례들을 확인하고 생활 속 사물에 인공지능 기술을 적용해 보고 발표하면서 생각을 확장할 수 있게 구성하였다. 2차시는 데이터의 의미와 특징을 이해하고, 인공지능에 활용할 수 있는 데이터의 유형을 탐색해 인공지능으로 이를 분류하는 과정을 체험한다. 이 때 실험집단과 통제집단에 편향되지 않도록 Smiley Cluster[15]라는 비지도학습 데이터를 제시했다.

실험집단의 3-4차시는 인공지능이 만들어지는 과정을 탐색하는 차시로 강화학습의 원리 이해를 주제로 했다. 먼저 각 기계학습의 과정을 간단하게 체험한 후 강화학습의 원리에 대해 집중적으로 이해하기 위해 본 연구에서 개발한 강화학습 중심 인공지능 교육 자료 강화오리를 투입했다. 플레이 방법을 알려주지 않은 채로 최대한 높은 점수를 얻는다는 목표를 제시받은 학생들은 게임을 플레이하면서 매 회차별 점수 및 높은 점수를 얻는 방법을 Fig. 2.와 같이 학습지에 기록한다.

3. 강화오리에 대해 쓰면서 학습해 봅시다.

높은 점수를 얻는 방법	사과, 바나나, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23, 25, 27, 29, 31, 33, 35, 37, 39, 41, 43, 45, 47, 49, 51, 53, 55, 57, 59, 61, 63, 65, 67, 69, 71, 73, 75, 77, 79, 81, 83, 85, 87, 89, 91, 93, 95, 97, 99, 101, 103, 105, 107, 109, 111, 113, 115, 117, 119, 121, 123, 125, 127, 129, 131, 133, 135, 137, 139, 141, 143, 145, 147, 149, 151, 153, 155, 157, 159, 161, 163, 165, 167, 169, 171, 173, 175, 177, 179, 181, 183, 185, 187, 189, 191, 193, 195, 197, 199, 201, 203, 205, 207, 209, 211, 213, 215, 217, 219, 221, 223, 225, 227, 229, 231, 233, 235, 237, 239, 241, 243, 245, 247, 249, 251, 253, 255, 257, 259, 261, 263, 265, 267, 269, 271, 273, 275, 277, 279, 281, 283, 285, 287, 289, 291, 293, 295, 297, 299, 301, 303, 305, 307, 309, 311, 313, 315, 317, 319, 321, 323, 325, 327, 329, 331, 333, 335, 337, 339, 341, 343, 345, 347, 349, 351, 353, 355, 357, 359, 361, 363, 365, 367, 369, 371, 373, 375, 377, 379, 381, 383, 385, 387, 389, 391, 393, 395, 397, 399, 401, 403, 405, 407, 409, 411, 413, 415, 417, 419, 421, 423, 425, 427, 429, 431, 433, 435, 437, 439, 441, 443, 445, 447, 449, 451, 453, 455, 457, 459, 461, 463, 465, 467, 469, 471, 473, 475, 477, 479, 481, 483, 485, 487, 489, 491, 493, 495, 497, 499, 501, 503, 505, 507, 509, 511, 513, 515, 517, 519, 521, 523, 525, 527, 529, 531, 533, 535, 537, 539, 541, 543, 545, 547, 549, 551, 553, 555, 557, 559, 561, 563, 565, 567, 569, 571, 573, 575, 577, 579, 581, 583, 585, 587, 589, 591, 593, 595, 597, 599, 601, 603, 605, 607, 609, 611, 613, 615, 617, 619, 621, 623, 625, 627, 629, 631, 633, 635, 637, 639, 641, 643, 645, 647, 649, 651, 653, 655, 657, 659, 661, 663, 665, 667, 669, 671, 673, 675, 677, 679, 681, 683, 685, 687, 689, 691, 693, 695, 697, 699, 701, 703, 705, 707, 709, 711, 713, 715, 717, 719, 721, 723, 725, 727, 729, 731, 733, 735, 737, 739, 741, 743, 745, 747, 749, 751, 753, 755, 757, 759, 761, 763, 765, 767, 769, 771, 773, 775, 777, 779, 781, 783, 785, 787, 789, 791, 793, 795, 797, 799, 801, 803, 805, 807, 809, 811, 813, 815, 817, 819, 821, 823, 825, 827, 829, 831, 833, 835, 837, 839, 841, 843, 845, 847, 849, 851, 853, 855, 857, 859, 861, 863, 865, 867, 869, 871, 873, 875, 877, 879, 881, 883, 885, 887, 889, 891, 893, 895, 897, 899, 901, 903, 905, 907, 909, 911, 913, 915, 917, 919, 921, 923, 925, 927, 929, 931, 933, 935, 937, 939, 941, 943, 945, 947, 949, 951, 953, 955, 957, 959, 961, 963, 965, 967, 969, 971, 973, 975, 977, 979, 981, 983, 985, 987, 989, 991, 993, 995, 997, 999, 1001, 1003, 1005, 1007, 1009, 1011, 1013, 1015, 1017, 1019, 1021, 1023, 1025, 1027, 1029, 1031, 1033, 1035, 1037, 1039, 1041, 1043, 1045, 1047, 1049, 1051, 1053, 1055, 1057, 1059, 1061, 1063, 1065, 1067, 1069, 1071, 1073, 1075, 1077, 1079, 1081, 1083, 1085, 1087, 1089, 1091, 1093, 1095, 1097, 1099, 1101, 1103, 1105, 1107, 1109, 1111, 1113, 1115, 1117, 1119, 1121, 1123, 1125, 1127, 1129, 1131, 1133, 1135, 1137, 1139, 1141, 1143, 1145, 1147, 1149, 1151, 1153, 1155, 1157, 1159, 1161, 1163, 1165, 1167, 1169, 1171, 1173, 1175, 1177, 1179, 1181, 1183, 1185, 1187, 1189, 1191, 1193, 1195, 1197, 1199, 1201, 1203, 1205, 1207, 1209, 1211, 1213, 1215, 1217, 1219, 1221, 1223, 1225, 1227, 1229, 1231, 1233, 1235, 1237, 1239, 1241, 1243, 1245, 1247, 1249, 1251, 1253, 1255, 1257, 1259, 1261, 1263, 1265, 1267, 1269, 1271, 1273, 1275, 1277, 1279, 1281, 1283, 1285, 1287, 1289, 1291, 1293, 1295, 1297, 1299, 1301, 1303, 1305, 1307, 1309, 1311, 1313, 1315, 1317, 1319, 1321, 1323, 1325, 1327, 1329, 1331, 1333, 1335, 1337, 1339, 1341, 1343, 1345, 1347, 1349, 1351, 1353, 1355, 1357, 1359, 1361, 1363, 1365, 1367, 1369, 1371, 1373, 1375, 1377, 1379, 1381, 1383, 1385, 1387, 1389, 1391, 1393, 1395, 1397, 1399, 1401, 1403, 1405, 1407, 1409, 1411, 1413, 1415, 1417, 1419, 1421, 1423, 1425, 1427, 1429, 1431, 1433, 1435, 1437, 1439, 1441, 1443, 1445, 1447, 1449, 1451, 1453, 1455, 1457, 1459, 1461, 1463, 1465, 1467, 1469, 1471, 1473, 1475, 1477, 1479, 1481, 1483, 1485, 1487, 1489, 1491, 1493, 1495, 1497, 1499, 1501, 1503, 1505, 1507, 1509, 1511, 1513, 1515, 1517, 1519, 1521, 1523, 1525, 1527, 1529, 1531, 1533, 1535, 1537, 1539, 1541, 1543, 1545, 1547, 1549, 1551, 1553, 1555, 1557, 1559, 1561, 1563, 1565, 1567, 1569, 1571, 1573, 1575, 1577, 1579, 1581, 1583, 1585, 1587, 1589, 1591, 1593, 1595, 1597, 1599, 1601, 1603, 1605, 1607, 1609, 1611, 1613, 1615, 1617, 1619, 1621, 1623, 1625, 1627, 1629, 1631, 1633, 1635, 1637, 1639, 1641, 1643, 1645, 1647, 1649, 1651, 1653, 1655, 1657, 1659, 1661, 1663, 1665, 1667, 1669, 1671, 1673, 1675, 1677, 1679, 1681, 1683, 1685, 1687, 1689, 1691, 1693, 1695, 1697, 1699, 1701, 1703, 1705, 1707, 1709, 1711, 1713, 1715, 1717, 1719, 1721, 1723, 1725, 1727, 1729, 1731, 1733, 1735, 1737, 1739, 1741, 1743, 1745, 1747, 1749, 1751, 1753, 1755, 1757, 1759, 1761, 1763, 1765, 1767, 1769, 1771, 1773, 1775, 1777, 1779, 1781, 1783, 1785, 1787, 1789, 1791, 1793, 1795, 1797, 1799, 1801, 1803, 1805, 1807, 1809, 1811, 1813, 1815, 1817, 1819, 1821, 1823, 1825, 1827, 1829, 1831, 1833, 1835, 1837, 1839, 1841, 1843, 1845, 1847, 1849, 1851, 1853, 1855, 1857, 1859, 1861, 1863, 1865, 1867, 1869, 1871, 1873, 1875, 1877, 1879, 1881, 1883, 1885, 1887, 1889, 1891, 1893, 1895, 1897, 1899, 1901, 1903, 1905, 1907, 1909, 1911, 1913, 1915, 1917, 1919, 1921, 1923, 1925, 1927, 1929, 1931, 1933, 1935, 1937, 1939, 1941, 1943, 1945, 1947, 1949, 1951, 1953, 1955, 1957, 1959, 1961, 1963, 1965, 1967, 1969, 1971, 1973, 1975, 1977, 1979, 1981, 1983, 1985, 1987, 1989, 1991, 1993, 1995, 1997, 1999, 2001, 2003, 2005, 2007, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2021, 2023, 2025, 2027, 2029, 2031, 2033, 2035, 2037, 2039, 2041, 2043, 2045, 2047, 2049, 2051, 2053, 2055, 2057, 2059, 2061, 2063, 2065, 2067, 2069, 2071, 2073, 2075, 2077, 2079, 2081, 2083, 2085, 2087, 2089, 2091, 2093, 2095, 2097, 2099, 2101, 2103, 2105, 2107, 2109, 2111, 2113, 2115, 2117, 2119, 2121, 2123, 2125, 2127, 2129, 2131, 2133, 2135, 2137, 2139, 2141, 2143, 2145, 2147, 2149, 2151, 2153, 2155, 2157, 2159, 2161, 2163, 2165, 2167, 2169, 2171, 2173, 2175, 2177, 2179, 2181, 2183, 2185, 2187, 2189, 2191, 2193, 2195, 2197, 2199, 2201, 2203, 2205, 2207, 2209, 2211, 2213, 2215, 2217, 2219, 2221, 2223, 2225, 2227, 2229, 2231, 2233, 2235, 2237, 2239, 2241, 2243, 2245, 2247, 2249, 2251, 2253, 2255, 2257, 2259, 2261, 2263, 2265, 2267, 2269, 2271, 2273, 2275, 2277, 2279, 2281, 2283, 2285, 2287, 2289, 2291, 2293, 2295, 2297, 2299, 2301, 2303, 2305, 2307, 2309, 2311, 2313, 2315, 2317, 2319, 2321, 2323, 2325, 2327, 2329, 2331, 2333, 2335, 2337, 2339, 2341, 2343, 2345, 2347, 2349, 2351, 2353, 2355, 2357, 2359, 2361, 2363, 2365, 2367, 2369, 2371, 2373, 2375, 2377, 2379, 2381, 2383, 2385, 2387, 2389, 2391, 2393, 2395, 2397, 2399, 2401, 2403, 2405, 2407, 2409, 2411, 2413, 2415, 2417, 2419, 2421, 2423, 2425, 2427, 2429, 2431, 2433, 2435, 2437, 2439, 2441, 2443, 2445, 2447, 2449, 2451, 2453, 2455, 2457, 2459, 2461, 2463, 2465, 2467, 2469, 2471, 2473, 2475, 2477, 2479, 2481, 2483, 2485, 2487, 2489, 2491, 2493, 2495, 2497, 2499, 2501, 2503, 2505, 2507, 2509, 2511, 2513, 2515, 2517, 2519, 2521, 2523, 2525, 2527, 2529, 2531, 2533, 2535, 2537, 2539, 2541, 2543, 2545, 2547, 2549, 2551, 2553, 2555, 2557, 2559, 2561, 2563, 2565, 2567, 2569, 2571, 2573, 2575, 2577, 2579, 2581, 2583, 2585, 2587, 2589, 2591, 2593, 2595, 2597, 2599, 2601, 2603, 2605, 2607, 2609, 2611, 2613, 2615, 2617, 2619, 2621, 2623, 2625, 2627, 2629, 2631, 2633, 2635, 2637, 2639, 2641, 2643, 2645, 2647, 2649, 2651, 2653, 2655, 2657, 2659, 2661, 2663, 2665, 2667, 2669, 2671, 2673, 2675, 2677, 2679, 2681, 2683, 2685, 2687, 2689, 2691, 2693, 2695, 2697, 2699, 2701, 2703, 2705, 2707, 2709, 2711, 2713, 2715, 2717, 2719, 2721, 2723, 2725, 2727, 2729, 2731, 2733, 2735, 2737, 2739, 2741, 2743, 2745, 2747, 2749, 2751, 2753, 2755, 2757, 2759, 2761, 2763, 2765, 2767, 2769, 2771, 2773, 2775, 2777, 2779, 2781, 2783, 2785, 2787, 2789, 2791, 2793, 2795, 2797, 2799, 2801, 2803, 2805, 2807, 2809, 2811, 2813, 2815, 2817, 2819, 2821, 2823, 2825, 2827, 2829, 2831, 2833, 2835, 2837, 2839, 2841, 2843, 2845, 2847, 2849, 2851, 2853, 2855, 2857, 2859, 2861, 2863, 2865, 2867, 2869, 2871, 2873, 2875, 2877, 2879, 2881, 2883, 2885, 2887, 2889, 2891, 2893, 2895, 2897, 2899, 2901, 2903, 2905, 2907, 2909, 2911, 2913, 2915, 2917, 2919, 2921, 2923, 2925, 2927, 2929, 2931, 2933, 2935, 2937, 2939, 2941, 2943, 2945, 2947, 2949, 2951, 2953, 2955, 2957, 2959, 2961, 2963, 2965, 2967, 2969, 2971, 2973, 2975, 2977, 2979, 2981, 2983, 2985, 2987, 2989, 2991, 2993, 2995, 2997, 2999, 3001, 3003, 3005, 3007, 3009, 3011, 3013, 3015, 3017, 3019, 3021, 3023, 3025, 3027, 3029, 3031, 3033, 3035, 3037, 3039, 3041, 3043, 3045, 3047, 3049, 3051, 3053, 3055, 3057, 3059, 3061, 3063, 3065, 3067, 3069, 3071, 3073, 3075, 3077, 3079, 3081, 3083, 3085, 3087, 3089, 3091, 3093, 3095, 3097, 3099, 3101, 3103, 3105, 3107, 3109, 3111, 3113, 3115, 3117, 3119, 3121, 3123, 3125, 3127, 3129, 3131, 3133, 3135, 3137, 3139, 3141, 3143, 3145, 3147, 3149, 3151, 3153, 3155, 3157, 3159, 3161, 3163, 3165, 3167, 3169, 3171, 3173, 3175, 3177, 3179, 3181, 3183, 3185, 3187, 3189, 3191, 3193, 3195, 3197, 3199, 3201, 3203, 3205, 3207, 3209, 3211, 3213, 3215, 3217, 3219, 3221, 3223, 3225, 3227, 3229, 3231, 3233, 3235, 3237, 3239, 3241, 3243, 3245, 3247, 3249, 3251, 3253, 3255, 3257, 3259, 3261, 3263, 3265, 3267, 3269, 3271, 3273, 3275, 3277, 3279, 3281, 3283, 3285, 3287, 3289, 3291, 3293, 3295, 3297, 3299, 3301, 3303, 3305, 3307, 3309, 3311, 3313, 3315, 3317, 3319, 3321, 3323, 3325, 3327, 3329, 3331, 3333, 3335, 3337, 3339, 3341, 3343, 3345, 3347, 3349, 3351, 3353, 3355, 3357, 3359, 3361, 3363, 3365, 3367, 3369, 3371, 3373, 3375, 3377, 3379, 3381, 3383, 3385, 3387, 3389, 3391, 3393, 3395, 3397, 3399, 3401, 3403, 3405, 3407, 3409, 3411, 3413, 3415, 3417, 3419, 3421, 3423, 3425, 3427, 3429, 3431, 3433, 3435, 3437, 3439, 3441, 3443, 3445, 3447, 3449, 3451, 3453, 3455, 3457, 3459, 3461, 3463, 3465, 3467, 3469, 3471, 3473, 3475, 3477, 3479, 3481, 3483, 3485, 3487, 3489, 3491, 3493, 3495, 3497, 3499, 3501, 3503, 3505, 3507, 3509, 3511, 3513, 3515, 3517, 3519, 3521, 3523, 3525, 3527, 3529, 3531, 3533, 3535, 3537, 3539, 3541, 3543, 3545, 3547, 3549, 3551, 3553, 3555, 3557, 3559, 3561, 3563, 3565, 3567, 3569, 3571, 3573, 3575, 3577, 3579, 3581, 3583, 3585, 3587, 3589, 3591, 3593, 3595, 3597, 3599, 3601, 3603, 3605, 3607, 3609, 3611, 3613, 3615, 3617, 3619, 3621, 3623, 3625, 3627, 3629, 3631, 3633, 3635, 3637, 3639, 3641, 3643, 3645, 3647, 3649, 3651, 3653, 3655, 3657, 3659, 3661, 3663, 3665, 3667, 3669, 3671, 3673, 3675, 3677, 3679, 3681, 3683, 3685, 3687, 3689, 3691, 3693, 3695, 3697, 3699, 3701, 3703, 3705, 3707, 3709, 3711, 3713, 3715, 3717, 3719, 3721, 3723, 3725, 3727, 3729, 3731, 3733, 3735, 3737, 3739, 3741, 3743, 3745, 3747, 3749, 3751, 3753, 3755, 3757, 3759, 3761, 3763, 3765, 3767, 3769, 3771, 3773, 3775, 3777, 3779, 3781, 3783, 3785, 3787, 3789, 3791, 3793, 3795, 3797, 3799, 3801, 3803, 3805, 3807, 3809, 3811, 3813, 3815, 3817, 3819, 3821, 3823, 3825, 3827, 3829, 3831, 3833, 3835, 3837, 3839, 3841, 3843, 3845, 3847, 3849, 3851, 3853, 3855, 3857, 3859, 3861, 3863, 3865, 3867, 3869, 3871, 3873, 3875, 3877, 3879, 3881, 3883, 3885, 3887, 3889, 3891, 3893, 3895, 3897, 3899, 3901, 3903, 3905, 3907, 3909, 3911, 3913, 3915, 3917, 3919, 3921, 3923, 3925, 3927, 3929, 3931, 3933, 3935, 3937, 3939, 3941, 3943, 3945, 3947, 3949, 3951, 3953, 3955, 3957, 3959, 3961, 3963, 3965, 3967, 3969, 3971, 3973, 3975, 3977, 3979, 3981, 3983, 3985, 3987, 3989, 3991, 3993, 3995, 3997, 3999, 4001, 4003, 4005, 4007, 4009, 4011, 4013, 4015, 4017, 4019, 4021, 4023, 4025, 4027, 4029, 4031, 4033, 4035, 4037, 4039, 4041,									
--------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

검정을 실시하였다.

실험집단과 통제집단의 사전 검사 점수에 대해 Shapiro-Wilk 정규성 검정과 Levene의 등분산 검정을 실시하여 정규성과 등분산성을 확인하였다. 이후 독립표본 *t* 검정을 실시한 결과 모든 요인에서 두 집단 간 유의한 차이가 나타나지 않아( $p > .05$ ), 두 집단이 통계적으로 동질함을 확인하였다.

실험집단의 사전·사후 점수에 대해 대응표본 *t* 검정을 실시하기에 앞서, 사전·사후 점수의 차이값에 대해 Shapiro-Wilk 정규성 검정을 수행한 결과  $p = .583$ 으로 정규성을 만족하는 것으로 나타났다. 이에 따른 실험집단의 대응표본 *t* 검정 결과는 Table 6과 같다.

Table 6. Paired Samples *t* Test Result

Factor		<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Interest in AI technology	pre	22	19.36	2.78	-3.68	.001**
	post		22.95	3.77		
The Importance and Impact of AI technology	pre	22	21.36	2.70	-1.62	.120
	post		23.05	3.77		
Accessibility of AI technology	pre	22	14.23	2.89	-1.85	.079
	post		15.64	3.34		
Technology in School Education	pre	22	20.45	2.94	-3.43	.003**
	post		24.23	4.12		
Technology-related Career	pre	22	20.32	3.37	-4.18	.000***
	post		23.23	2.87		
Creative Activity in AI technology	pre	22	15.09	2.30	-2.89	.009*
	post		17.00	2.33		
Attitude toward AI technology	pre	22	110.82	12.10	-3.78	.001**
	post		126.09	17.14		

$p^* < .05, p^{**} < .01, p^{***} < .001$

학생들의 인공지능 기술 태도의 종합 점수( $t=-3.78, p<.001$ )에 대해 분석한 결과 통계적으로 유의미한 향상을 보였다. 각 하위 요소를 분석한 결과 인공지능 기술에 대한 흥미( $t=-3.68, p<.01$ ), 인공지능 기술과 학교 수업( $t=-3.43, p<.01$ ), 인공지능 기술 관련 진로( $t=-4.18, p<.001$ ), 인공지능 기술과 창의적 활동( $t=-2.89, p<.009$ ) 영역에서 통계적으로 유의미한 향상을 보였다.

다음으로, 실험집단과 통제집단의 사후 인공지능 기술 태도에 차이가 있는지 확인하기 위해 독립표본 *t* 검정을 실시하였다. 등분산성 여부는 Levene의 등분산 검정 결과에 따라 판단하였으며, 각 영역에 대해 등분산이 가정되는 경우에는 등분산을 가정한 *t* 검정 결과를, 등분산이 가정되지 않는 경우에는 등분산을 가정하지 않은 *t* 검정 결과를 Table 7과 같이 제시하였다.

Table 7. Independent Samples *t* Test Result

Factor		<i>n</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Interest in AI technology	Experimental	22	22.95	3.77	1.79	.080
	Control		21.05	3.27		
The Importance and Impact of AI technology	Experimental	22	23.05	3.77	2.25	.031*
	Control		20.86	2.55		
Accessibility of AI technology	Experimental	22	15.64	3.35	0.29	.775
	Control		15.36	2.92		
Technology in School Education	Experimental	22	24.23	4.13	2.49	.017*
	Control		21.41	3.33		
Technology-related Career	Experimental	22	23.23	2.88	1.59	.120
	Control		21.64	3.71		
Creative Activity in AI technology	Experimental	22	17.00	2.33	2.09	.043*
	Control		15.55	2.28		
Attitude toward AI technology	Experimental	22	126.09	17.14	2.18	.035*
	Control		115.86	13.74		

$p^* < .05$

강화학습 중심 인공지능 교육을 받은 실험집단과 통제집단의 독립표본 *t* 검정 결과를 살펴보면 인공지능 기술 태도의 종합 점수( $t=2.18, p<.035$ )에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다. 하위 항목 중에서는 인공지능 기술의 중요성과 영향( $t=2.25, p<.031$ ), 인공지능 기술과 학교 수업( $t=2.49, p<.017$ ), 인공지능 기술과 창의적 활동( $t=2.09, p<.043$ ) 영역에서 통계적으로 유의미한 향상을 보였다.

### 3. Interpretation of Results

강화학습 중심의 인공지능 교육 프로그램을 실시한 실험집단과 일반적인 인공지능 교육 프로그램을 실시한 통제집단 간에 유의한 차이를 보인 영역은 Table 8과 같다.

Table 8. Factors Showing Significant Differences

Factor	Experimental Pre-Post	Between Groups
Interest in AI technology	○	-
The Importance and Impact of AI technology	-	○
Accessibility of AI technology	-	-
Technology in School Education	○	○
Technology-related Career	○	-
Creative Activity in AI technology	○	○
Attitude toward AI technology	○	○

실험집단의 사전·사후 검사 결과를 비교한 결과, 강화학습 중심의 인공지능 교육을 받은 학생들의 인공지능 기술에 대한 태도가 향상된 것으로 나타났다. 특히 4가지 하위 항목에서 유의미한 향상을 보였는데, 이는 강화학습 기반 인공지능 교육 프로그램에서 학생들이 창의성과 상상력을 발휘하는 경험이 인공지능 기술과 창의적 활동 영역에 긍정적인 영향을 미쳤기 때문으로 해석된다. 이와 같은 결과를 바탕으로 인공지능 기술에 대한 흥미, 학교에서의 인공지능 수업, 인공지능 기술 관련 진로에 대한 긍정적 인식이 향상되었다고 할 수 있다. 특히 인공지능 기술 관련 진로 영역의 태도 향상이 가장 두드러졌다는 점에서, 학생들의 인공지능 직업에 대한 열망이 커졌음을 알 수 있다.

반면 인공지능 기술의 중요성과 영향, 인공지능 기술의 접근 용이성 항목에서는 기술적 평균값이 향상되었으나 통계적으로 유의미한 차이는 확인되지 않았다. 이러한 결과는 학생들이 인공지능 기술의 중요성을 충분히 인지하고 있었고, 특정 외형이나 성격을 가진 사람에게만 적합한 것이 아니라는 인식을 사전에 가지고 있었다고 판단된다.

또한 두 집단 간 사후 검사 결과를 비교한 결과 인공지능 기술 태도 전반에서 유의한 차이를 보였다. 실험집단의 학생들은 강화학습이 자율주행이나 ChatGPT와 같이 실제 생활에 활용되고 있음을 통해 인공지능 기술의 중요성을 더 깊이 인식한 것으로 판단된다. 또한 강화오리와 같은 게임 기반 학습이 몰입감과 창의적 사고를 자극해 창의적 활동 항목에서 더 유의한 향상을 가져왔다. 이를 바탕으로 학교에서 추가적인 인공지능 교육의 필요성을 인식함을 확인할 수 있다.

한편, 인공지능 기술에 대한 흥미 영역에서 기술적 평균값은 향상되었으나 유의미한 차이를 보이지 않았다 ( $p=0.080$ ). 이는 실험집단의 활용된 수업 자료가 통제집단의 수업 자료보다 더 흥미로웠기 때문에 실험집단의 수업이 더 높은 효과성을 보였다고 단정할 수 없는 점을 시사한다. 또한 전체 학습자 중 84%가 사전 인공지능 교육 경험이 없는 상태에서 본 프로그램의 과정을 통해 인공지능 기술에 대한 흥미, 인공지능 기술 관련 진로 영역의 향상이 함께 이루어졌을 것으로 해석된다.

## V. Conclusions

본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 선행연구를 고찰해 보았을 때 강화학습 중심의 인공지능 교육 프로그램 및 자료가 현저히 부족함을 확인하였다. 그러나 강화학습은 기계학습의 대표적 방법 중 하나로 인공지능 개발에 널리 사용되고 있으며, 학습의 본질에

대한 인간의 인식과 유사하다는 교육적 이점을 지닌다. 또한 대부분의 기계학습 원리 이해 자료가 지도학습으로 구성된 상태에서 ‘기계학습은 지도학습’이라는 오개념을 방지하기 위해 다양한 교육 프로그램 및 자료가 개발될 필요가 있다고 판단하였다. 이에 본 연구에서는 지도, 비지도, 강화학습을 균형 있게 다루되, 강화학습을 중심으로 한 교육 프로그램을 개발하였다.

둘째, 강화학습 중심 인공지능 교육을 받은 학생들의 인공지능 기술 태도가 긍정적으로 변화하였다. 사전·사후 인공지능 기술 태도 검사를 비교한 결과, 강화학습 중심 인공지능 교육 프로그램을 받은 초등학생의 인공지능 기술 태도에 유의미한 향상이 나타났다.

셋째, 실험집단과 통제집단을 비교했을 때 실험집단에서 ‘인공지능 기술의 중요성과 영향’, ‘인공지능 기술과 학교 수업’, ‘인공지능 기술과 창의적 활동’ 영역의 유의한 향상을 보였다. 통제집단의 경우에도 일반적인 인공지능 교육 프로그램을 통해 일부 영역에서 인공지능 기술 태도에 있어 향상을 나타냈으나, 실험집단에 비해서는 제한적인 수준이었다.

위 결론에 따른 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구는 경상남도 소재의 초등학교 2학급을 대상으로 8차시의 인공지능 수업을 적용한 결과를 분석한 것이다. 이에 따라 효과성을 검증하였으나, 전체 초등학교 집단에 일반화하기에는 한계가 있다. 지역, 학년, 학교급 등 다양한 조건을 고려한 후속 연구가 필요하다.

둘째, 본 연구는 강화학습 기반의 게임 자료를 제작하여 실험집단의 교육 프로그램에 적용하였다. 실험집단과 통제집단의 검사 결과 인공지능 기술에 대한 흥미 영역에서 유의미한 차이는 보이지 않았으나, 연구 결과에서 해당 게임 자료의 영향을 분리하여 해석하는 데에는 제한이 있다. 이에 본 교육 자료의 내용을 지속적으로 개선하고 적용 범위를 확장하기 위한 후속 연구가 진행될 필요가 있다.

셋째, 본 연구는 대부분의 인공지능 교육 프로그램이 지도학습으로 이루어졌으므로 학생들에게 ‘기계학습은 곧 지도학습’이라는 오개념을 심어줄 수 있다는 전제로 이루어졌으나, 이에 선행된 연구 결과를 확인할 수 없다. 기계학습에 대한 학생들의 인식 연구가 이루어진다면 이를 확인하는 데에 도움이 될 것으로 보인다.

## REFERENCES

- [1] Ministry of Education, "Practical Arts / Informatics Curriculum", 2022

- [2] SooHyun Baek and Jiwon You, "A Systematic Literature Review Analysis of the Development of Artificial Intelligence Education Programs for Elementary School Students in Korea", *Journal of Educational Science Research*, vol.55, no.2 pp.59-83, 2024. DOI : 10.15854/jes.2024.06.55.2.59
- [3] B. Bharathi, P. Shareefa, P. U. Maheshwari, B. Lahari, A. D. Donald, and T. A. S. Srinivas, "Exploring the Possibilities: Reinforcement Learning and AI Innovation", *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, pp.356-362, 2023. DOI: 10.48175/IJARST-8837
- [4] R. S. Sutton and A. G. Barto, "Reinforcement Learning: An Introduction", MIT Press, 552 pages, 2018.
- [5] Z. Zhang, S. Willner-Giwerc, J. Sinapov, J. Cross, and C. Rogers, "An interactive robot platform for introducing reinforcement learning to K-12 students", *Robotics in Education*, ol.1359, pp.288-301, 2022. DOI: tps://doi.org/10.1007/978-3-030-82544-7\_27
- [6] W. Holmes, M. Bialik, and C. Fadel, "Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning", *Center for Curriculum Redesign*, 226 pages, 2019.
- [7] Jinseon Shin and Miheon Jo, "Development and Implementation of an Activity-Based AI Convergence Education Program for Elementary School Students", *Journal of the Korean Association of Information Education*, vol.25, no.3, pp.437-448, 2021. DOI : 10.14352/jkaie.2021.25.3.437
- [8] Juhyun Kim and Seong-Hwan Moon, "Development of an AI Education Program Based on Novel Engineering for Elementary School Students", *Korean Journal of Elementary Education*, vol.32, no.1, pp.425-440, 2021. DOI : 10.20972/kjee.32.1.202103.425
- [9] Junki Lee and Kwihoon Kim, "Development of a EPL Q-Learning program on Bruner's spiral curriculum", *Proceedings of the Korean Association of Computer Education Conference*, vol.27, no.1, pp.85-86, 2023.
- [10] Dongyun Lee, "Development of a Reinforcement Learning Education Program Based on Unity ML-Agent for Information Gifted Students", M.Ed. thesis, Dept. of AI Convergence Education, Chonnam National University, Gwangju, Korea, 2023.
- [11] Chunsik Lee, "Development of a Scale for Students' Attitudes Toward Technology", *Journal of Korean Practical Arts Education Research*, vol.14, no.2, pp.157-174, 2008. DOI : 10.17055/jpaer.2008.14.2.157
- [12] Hanbyeol Jeong and Seong-Hwan Moon, "Effects of Artificial Intelligence Education Program Using Robots on Attitudes toward Artificial Intelligence Technology in Elementary School Students", *Journal of Elementary Education*, vol.39, no.2, pp.1-22, 2023. DOI : 10.23103/dnueje.2023.39.2.1
- [13] Youngho Lee, "An Analysis of the Influence of Block-Type Programming Language-Based Artificial Intelligence Education on the Learner's Attitude in Artificial Intelligence", *Journal of the Korean Association of Information Education*, vol.23, no.2, pp.189-196, 2019. DOI : http://dx.doi.org/10.14352/jkaie.2019.23.2.189
- [14] Ministry of Education and Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity, "AI Classes in Schools", 2021.
- [15] X. Wan, X. Zhou, Z. Ye, C. K. Mortensen, and Z. Bai, "SmileyCluster: Supporting accessible machine learning in K-12 scientific discovery", *Proceedings of the Interaction Design and Children Conference*, pp.23-35, 2020. DOI : https://doi.org/10.1145/3392063.339444

## Authors



Seok-Yeong Lee received the B.S. degree in Elementary Education from Chinju National University of Education in 2015 and the M.S. degree in Computer Education from Korea National University of Education

(KNUE) in 2025. Seok-Yeong Lee is currently a Ph.D. student in the Department of Computer Education at KNUE, South Korea. Her research interests include computer education and AI education.



Kwihoon Kim received the B.S, M.S. and Ph.D. degrees from the Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST), Daejeon, South Korea in 1998, 2000 and 2019, respectively.

Kwihoon Kim is currently a professor in the Department of Artificial Intelligence Convergence Education, Korea National University of Education (KNUE), South Korea. He worked in LG DACOM 2000-2005. From 2005 to 2020, he was a Principle Researcher with Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI). He is interested in AI convergence education, intelligent edge computing, reinforcement learning and knowledge-converged intelligent service.



Ki-Sang Song received the B.S. degree from Ajou University in 1983, the M.S. degree from the Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) in 1985, and the Ph.D. degree from the University of

Washington in 1994. Dr. Song joined the faculty of the Department of Computer Education at Korea National University of Education (KNUE), South Korea, in 1995. He has also served as an international consultant for ICT in education with UNESCO and KOICA since 2007, and was the Project Manager for KOICA's ICT Capacity Building Project in Cambodian Middle Schools since 2021. He is interested in educational technology (EdTech), AI-based learning systems, and ICT-supported global education cooperation.