

초등학생을 위한 교육용 로봇 활용 SW·AI 캠프 프로그램의 개발 및 효과 분석

김인주* · 전주진** · 이소율***

한국교원대학교 컴퓨터교육과* · 호서대학교 혁신융합학부** ·
순천향대학교 AI융합교육학과***

요약

본 연구의 목적은 미래 교육을 위해 다양한 SW(software)·AI(Artificial Intelligence) 교육 방안을 제시하고자, 교육용 로봇 활용 SW·AI 캠프 프로그램을 개발하고 효과를 분석하는 것이다. 선행연구를 바탕으로 개발된 4개의 캠프 프로그램은 각기 다른 교육 주제와 학습 요소, 교육용 로봇을 기반으로 교육 내용이 구성되었다. 개발된 캠프 프로그램은 H 대학에서 주관한 SW·AI 캠프에 참여한 초등학생들에게 적용되었다. 효과 분석을 위해 학생들의 SW 역량 변화와 학생 만족도 등에 대한 통계 분석을 실시한 결과, 모든 프로그램에서 SW 역량 변화가 통계적으로 유의한 상승이 나타났고, 학생 만족도 등의 결과 역시 모든 요소에서 높게 나타났다. 이는 다양한 SW·AI 교육 프로그램을 제시하고자 하는 연구의 취지에 부합했으며, 후속으로 여러 대상으로 연구될 교육용 로봇을 활용한 캠프형 SW·AI 교육 프로그램 개발에 도움이 될 수 있을 것으로 시사된다.

키워드 : 교육용 로봇, 초등학생, 인공지능 교육, 인공지능 캠프, 효과 분석

Development and Effect Analysis of SW and AI Camp Programs using Educational Robots for Elementary School Students

Injoo Kim* · Soojin Jun** · Soyul Yi***

Korea National University of Education* · Hoseo University**
· Soonchunhyang University***

Abstract

The purpose of this study is to develop and analyze the effectiveness of an SW·AI camp program using educational robots. Based on prior research, four camp programs were developed, each educational content consisting of different educational topics, learning elements, and educational robots. The developed camp programs were applied to elementary school students who participated in an SW·AI camp organized by H University. Through statistical analysis of the students' changes in SW competency and satisfaction levels, it was found that there was a statistically significant increase all area. These findings are in line with the purpose of the study to suggest various SW·AI educational programs and suggest that the development of camp-style SW·AI educational programs using educational robots for various targets in the future can be aided by this research.

Keywords : Educational Robot, Elementary School Student, AI·SW Education, AI Camp, Effects Analysis

본 논문은 호서대학교 디지털세탁 운영사업의 결과보고서의 내용을 기반으로 작성하였음.

교신저자 : 전주진(호서대학교 혁신융합학부), 이소율(순천향대학교 AI융합교육학과)

논문투고 : 2023-05-08

논문심사 : 2023-05-30

심사완료 : 2023-08-01

1. 서론

현재 우리는 4차 산업혁명 시대 사회를 살아가고 있다. 4차 산업혁명의 대표적인 기술로 인공지능(artificial intelligence, AI), 빅데이터, 사물인터넷, 클라우드 컴퓨팅, 3D 프린팅, 메타버스(meta-verse) 나노 공학 등이 있다[1].

AI는 우리 사회의 모습을 빠르게 변화하고 진화하는데 가장 핵심적인 역할을 하고 있다. 이에 따라 해외 국가들은 AI 인재 양성을 중요시하고 있다[2]. 미국은 ACM(Association for Computing Machinery)와 IEEE Computer Society(IEEE-CS)가 컴퓨팅 교육과정을 개발하여 Computing Curricula 2020을 발표하였다[3]. 여기에서는 컴퓨터 과학을 기반으로 한 역량 중심의 교육을 할 수 있도록 제시하고 있다. 또한, AI4K12 Initiative를 통해서 AI 교육과정에 대한 가이드라인을 개발하여 AI 교육의 중요성을 강조하고 있다[4]. 캐나다에서는 2020년 'Actua's Artificial Intelligence education handbook'을 통해 초·중·고등학생을 위한 AI 교육체계를 제시하고 AI 교육 프로그램을 개발하였다[5]. 영국의 경우 국가교육과정에서 컴퓨팅 교육을 제시하고 있으며, 주로 학생의 프로그래밍 능력을 함양하며 AI나 머신러닝(machine learning)과 관련한 기본 원리와 개념을 함께 이해할 수 있도록 하고 있다[6].

우리나라는 2020년 9월, 고등학교 '인공지능 기초'와 '인공지능 수학'에 대한 교육과정을 고시하였고, 2022 개정 교육과정의 정보 교육과정에 AI 관련 내용이 추가되었다[7]. 초등학교의 경우, 실과 내에 '(5) 디지털 사회와 인공지능' 영역에서 컴퓨터의 개념부터 프로그래밍, 인공지능의 체험을 17차시 운영하도록 편성되어 있다. 이 내용은 중학교 '정보 교과'와 연계되어 있음이 명시되어 있다[8]. 2022 개정 교육과정은 2024년부터 초1, 2학년을 시작으로 순차적으로 적용될 예정이다. 현재 2022 개정 교육과정의 시범 운영 학교가 운영되고 있다.

17차시라는 제한된 시간 안에 교육과정에 제시된 디지털 사회와 인공지능영역의 컴퓨터의 개념, 문제해결, 알고리즘, 프로그래밍, 데이터 타입, 기계학습의 원리 이해를 통한 AI 교육을 수행하기에는 한계가 있을 것으로 예측된다. 단, 학교별 창의적 체험활동 시간 등을 활용하여 추가적인 교육을 실시한다면 부족한 시수 문제와 교육의 질을 보장할 수 있을 것이다. 그러기 위해서는 SW(software)·AI 교육과 관련한 다양한 형태의 교육 프로그램이 개발될 필요성이 있다.

일반적으로 초등학교 현장에서 교과교육의 수업은 하루에 여러 교과를 학습하게 된다. 간혹, 학습 내용에 대한 몰입이 필요하거나, 학습 내용이 밀도 있게 집중적으로 전달되어야 할 필요한 경우에는 일정 차시의 내용을 단기간에 편성하기도 한다. 교과교육 외에 체험활동이나 범교과적 학습에서는 '캠프'라고 하는 형태의 교육 프로그램이 운영된다. 이러한 캠프형 교육 프로그램의 장점은 학습자들에게 단기간의 학습 몰입을 제공할 수 있다는 점과 수업 시수를 효과적으로 사용할 수 있다는 점 등이 있다. 체육 교과에서 논의되고 있는 실제 학습 시간(academic learning time, ALT)은 수업 준비, 수업 마무리 시간 등을 제외하고 학생들이 과제에 실제로 소비할 수 있는 시간을 의미한다[9]. SW·AI 교육에서도 학습을 위한 컴퓨팅 기기나, PC, 노트북, 교육용 로봇 등의 준비와 세팅 등으로 소비되는 시간이 상당하기 때문에 실제 학습 시간의 확보가 중요하다. 캠프형 교육 프로그램은 학습 시간을 연속으로 편성하여 운영하기 때문에 수업 준비, 수업 마무리 등을 위한 시간이 그만큼 절약되어 실제 학습 시간 확보에 유리하다. 또한, 캠프 프로그램은 교과교육에 비해 다양한 경험을 제공할 수 있고, 학생들의 흥미를 고려한 주제를 선정하여 학습 동기를 활성화하며 학습 효과를 향상할 수 있다[10]. 이러한 방식의 운영은 추후 2022 개정 교육과정이 적용될 시기에서도 활용하기 적합하며, 미적용인 현재에는 학생들에게 SW·AI 교육에 대한 인식에 긍정적인 영향을 줄 수 있으리라 예측된다.

한편, 피아제의 인지 발달 단계 이론에 따르면, 우리나라 초등학생들은 구체적 조작기에 해당한다. 구체적 조작기는 실질적 사물을 중심으로 한 판단과 논리적 사고가 발달하는 시기이다. 이 시기의 학습은 구체물을 활용하는 것이 학습 효과가 좋다[11]. 이와 같은 맥락에서 여러 선행연구의 SW 교육을 포함한 프로그래밍 교육 등에서는 교육용 로봇을 활용한 교육은 초등학생들의 창의적 문제해결력, 학습 몰입, 학습 지속 등에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인하였다[12-15]. 이러한 연구 결과들은 AI 교육에서도 긍정적인 효과를 나타낼 수 있으리라 판단할 수 있다. 하지만 아직 교육용 로봇을 활용한 AI 교육 그리고 SW 및 AI가 통합된 형태의 교육에의 적용에 대한 연구결과는 미비한 실정이다.

2022 개정 교육과정의 AI 교육이 성공적으로 안착하고 학생들을 미래 인재로 양성하게 하기 위해서는 효과

적인 SW·AI 교육 방안이 제시되어야 한다. 따라서 본 연구에서는 초등학생을 위한 교육용 로봇 활용 SW·AI 교육 캠프 프로그램을 개발하고 적용해 보고자 한다.

2. 관련 연구

2.1. 교육용 로봇

2.1.1. 교육용 로봇의 활용과 효과

피지컬 컴퓨팅이란 실제 세계와 컴퓨터의 세계가 서로 대화할 수 있는 것으로, 현실세계의 여러 현상들을 센서나 여러 장치들을 통해 감지하고, 감지한 값들을 사용하여 컴퓨터를 통해 물리적인 장치를 제어하는 것을 말한다[16]. 피지컬 컴퓨팅 도구는 형태에 따라 로봇형, 모듈형, 보드형으로 나눌 수 있는데, 이 중 로봇형 피지컬 컴퓨팅 도구는 프로그래밍의 결과로 로봇을 움직이거나, 소리 나게 하거나, 센서를 활용하여 현실 세계와 상호작용 할 수 있게 개발되어있다[16]. 일반적으로 교육적 목적으로 개발된 로봇을 ‘교육용 로봇’이라고 하며, 교육용 로봇을 학습도구나 자료로 사용하여 학습 성취 기준을 달성하는 교육 활동을 할 수 있다[17].

교육용 로봇을 활용하여 프로그래밍 교육을 실시하면, 초등학생들에게 프로그래밍의 결과가 구체물인 로봇의 동작을 통해 보인다는 점에서 학생들의 몰입 경험을 촉진할 수 있다고 한다[18]. 또한, 로봇을 활용한 프로그래밍 교육은 실세계의 복잡한 문제를 물리적으로 모델링하여 시연할 수 있다는 학습 환경을 제공한다[19]. 초등학생에게 교육용 로봇 활용 SW 교육 프로그램을 7주간 적용한 결과, 학생들의 컴퓨팅 사고력과 창의적 문제해결력이 향상된 결과도 있다[20]. ICT 기반 SW 교육용 로봇 시스템의 교육 프로그램을 적용한 결과에서는 학업 흥미도에 있어 유의한 향상이 확인되기도 하였다[21]. 이외에도 여러 연구에서 교육용 로봇의 활용은 학습자의 여러 영역에서 긍정적인 영향이 있는 것으로 나타났다. 컴퓨팅 사고력, 창의성, 문제해결력 등의 인지적 영역뿐만 아니라 몰입, 흥미 등의 정서적 영역에서 효과적이다 [12-15, 22]. 따라서 본 연구의 SW·AI 교육을 위한 교육용 로봇의 활용은 긍정적인 효과를 기대할 수 있다.

2.1.2. 초등 SW·AI 캠프 프로그램의 효과

선행연구 분석을 위해 해외의 SW·AI 캠프 프로그

램을 참고하는 것도 의미 있는 일일 수 있으나, 우리나라 학생의 고유특성과 사회 문화적 환경 등을 고려하자면 국내 선행 논문만을 대상으로 선행연구를 분석하는 것이 더 의미 있다고 판단하였다. 김한성 외(2022)의 정보·컴퓨팅 교육 실행 수준을 해외 주요 국가와 우리나라를 포함해 15개국의 분석한 연구한 결과에 따르면, 정보·컴퓨팅 교육 실행 수준은 나라마다 차이가 있으며, 우리나라는 15개국 중 8위였다. 우리나라를 포함하여 각 나라들은 정보·컴퓨팅 교육을 실행할 때 강조하는 영역에 차이가 있었으며, 디지털 인식 및 태도 역시 차이가 있음을 확인할 수 있었다[31]. 따라서 본 연구의 선행연구 분석 대상은 국내로 제한하였다.

초등학생을 대상으로 한 SW·AI 캠프형 프로그램의 효과를 확인하기 위해 2023년 4월 20일 기준, 학술연구정보서비스에서 초등, SW, AI, 캠프, 교육 등의 키워드로 검색해 본 결과 KCI 등재후보 및 KCI 등재 학술논문으로 총 4건의 연구결과가 있음을 확인하였다. 그 중, 초중등 학부모의 정보교육에 대한 인식 분석에 관한 연구 결과를 제외한 나머지 4건의 논문을 살펴보았다.

수학 교과와 연계한 인공지능교육 캠프를 8차시 개발하고, 적용 및 연구한 결과에서는 학생들의 AI에 대한 인식이 사전 조사에 비해 사후 조사의 모든 문항에서 향상된 것으로 나타났다고 한다. 특히, AI를 배울 수 있다는 자신감, 미래 직업을 위해 배울 필요가 있다는 문항에서 큰 향상이 있었다고 한다[23]. 이 연구에서는 AI와 수학, 코딩에 대한 긍정적 인식과 자기주도적 활동에 대한 학생들의 긍정적 반응에 대해 논의하면서, 학생들은 수학 외의 다양한 과목에서 프로그래밍과 인공지능을 적용할 수 있음을 시사했다.

수학, 과학, 국어 등의 교과와 연계된 SW·AI 교육 프로그램을 캠프형으로 10시간(8회) 개발한 연구에서는 방과후 과정이나 방학 등을 이용하여 단기간에 운영될 수 있도록 제시하였다[24]. 이 연구에서는 캠프형 교육 프로그램을 개발까지 진행하였고, 적용은 하지 않았지만 여러 교과 주제를 SW·AI 캠프형 교육 프로그램에 적용할 수 있다는 가능성을 보여주었다.

초등학교 5~6학년을 대상으로 교과융합 활동을 통해 SW와 AI에 대한 이해를 높이고 융합 소양을 증진하기 위한 SW·AI 기반 STEAM(Science, Technology, Engineering, Art, Mathematics) 융합 프로그램을 개발

및 적용하고 학습자 관찰과 반성적 저널 수집을 분석한 결과에서는, 캠프 활동 내내 학생들의 흥미도와 집중도가 높았고, 이 캠프를 통해 교구 이해도 향상, 코딩에 대한 흥미 및 이해 향상, AI 활용 능력의 신장이 나타났다고 한다[25]. 이 연구에서도 SW·AI 교육에 할당된 부족한 시수를 해결하기 위한 방안으로 교과 연계 및 융합을 논의하면서, 융합교육은 학생들의 자기주도적 학습과 학습 흥미에 긍정적인 효과가 있음을 논의하였다.

위의 선행 연구결과들은 SW·AI 캠프 프로그램이 다양한 교과나 주제와 융합하는 융합 교육이 흥미도, 집중도, 교구 이해도, 자기주도적 학습 등 학생들에게 긍정적인 효과를 줄 수 있다는 점을 시사한다[23, 24, 25].

중고등학생을 대상으로 대학진로탐색캠프를 위한 STEAM 기반의 인공지능 로봇 교육 프로그램을 개발하고 211명에게 적용한 결과 중·고등학생들의 지능형 로봇 신기술 융합분야에 관한 진로의 목표가 구체화되었으며, 대학기관은 4차 산업혁명 시대를 살고 있는 청소년들에게 다양한 경험과 융합교육 과정의 허브 역할을 했다고 한다[26]. 이 연구는 비록 대상이 초등학생이 아니지만, 진로교육의 측면에 있어 초등학생들에게도 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 시사한다.

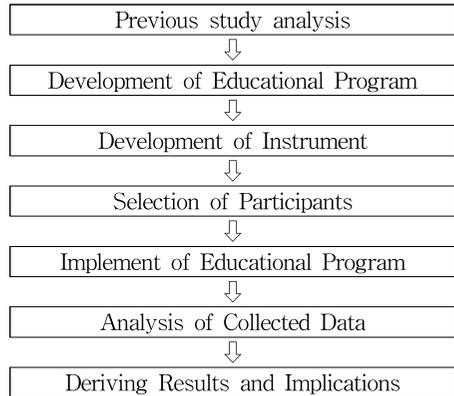
이처럼 SW·AI 캠프 프로그램은 초등학생들에게 다양한 영역에서 긍정적인 영향을 나타내는 것으로 확인할 수 있었다. 다만, 선행연구의 수가 상대적으로 부족하여 이것을 일반화하기에는 표본이 너무 적다는 한계가 있다. 그러나 연구 사례가 소수이더라도 모든 연구결과에서 학습자들에게 긍정적 효과가 있음을 확인하였기 때문에 본 연구에서 개발하고자 하는 SW·AI 캠프 프로그램 역시 학습자들에게 긍정적 효과를 기대할 수 있을 것으로 사료한다.

한편, 선행연구 중, 로봇 또는 교육용 로봇을 활용한 AI 캠프 프로그램 개발 및 적용에 대한 연구는 찾아보기 어려웠다. 그러므로 본 연구에서는 로봇 교육과 SW·AI 교육 캠프의 긍정적인 효과성의 교집합을 기대하며 교육 프로그램을 개발하고자 한다.

3. 연구 방법

3.1. 연구 절차

본 연구는 (Fig. 1)과 같은 절차로 진행하였다.

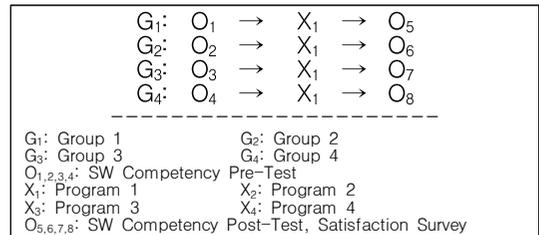


(Fig. 1 Research Procedure

먼저, 선행연구를 분석하였고, 도출된 내용을 토대로 교육 프로그램을 개발하였다. 그 후, 본 연구에서 개발한 교육 프로그램의 효과를 확인하기 위한 검사 도구를 개발하였다. 연구 참여자를 모집 및 선정하였고, 개발된 교육 프로그램을 적용하였다. 적용후 수집된 데이터를 분석한 뒤 결론 및 시사점을 도출하였다.

3.2. 실험 설계

본 연구를 위한 실험은 다음 (Fig. 2)과 같이 설계했다.



(Fig. 2) Design of Experiment

3.3. 검사 도구

본 연구에서 사용한 검사 도구의 영역 및 요소는 <Table 1>과 같다.

<Table 1> Instrument of SW Competency Changes

Area	Factor	Number of Item
Recognition and Value about SW and Digital Technology	Recognition	2
	Value	2
	Ethics	1
Computational Thinking	Algorithm	3
	Abstraction	3
	Automation	4

<Table 1>에서 제시한 것처럼 이 검사 도구의 첫 번째 영역인 SW 및 디지털 기술에 대한 인식 및 가치의 하위요소인 인식에는 2문항, 가치 2문항, 윤리에는 1문항으로 총 5문항을 조사하였다. 두 번째 영역인 컴퓨팅 사고력은 양미석·김점겸(2021)의 문항과 이민우·김성식(2019)의 문항을 참고하여 재구성하였고, 초등학생들에게 적합한 용어와 단어로 수정하였다[27, 28]. 이 문항들에 대한 내적 일관성(Internal Consistency)을 알아보기 위하여 Cronbach α 를 수행한 결과 0.930으로 높은 내적 타당도를 가지고 있는 것을 확인할 수 있었다.

3.4. 기본 배경 및 만족도 조사 내용

본 연구에서 학생들의 기본 배경을 알아보기 위하여 <Table 2>의 내용을 조사하였다.

<Table 2> Questionnaire of Background

Area	Number	Contents
Background of Participant	1	Participation Camp Name
	2	Identification Number
	3	Grade
	4	(Pre-Test) Reason for Participating
	5	(Post-Test) Thoughts of Camp

기본 배경에서 참여 캠프명과 식별번호 등은 대응표본 t-검정을 위하여 조사하였고, 사전에는 캠프에 참여한 이유를, 사후에는 캠프에 대한 소감이나 생각을 서술할 수 있도록 하였다.

<Table 3> Satisfaction Survey for Student

Area	Factor	Num
Overall Management and Education	Management	1
	Period	1
	Facility	1
Contents and Material	Contents	1
	Learning Difficulty	1
	Learning Comprehension	1
	Educational Material	1
Attitude	Personal	1
	Intention to Re-participate	1
Instructor and Teaching Method	Willingness to recommend	1
	Instructor	1
	Teaching Methods	1

<Table 3>의 학생 사후 만족도 조사는 운영 전반 및

교육에 대한 3가지 문항, 교육 내용 및 교재에 대한 4개 문항, 태도에 관한 3개 문항, 강사 및 교수법에 관한 2개 문항의 총 12개 문항으로 구성되어 있다. 이 문항들에 대한 내적 일관성을 알아보기 위하여 Cronbach α 를 수행한 결과 .937로 높은 내적 타당도를 가지고 있는 것을 확인할 수 있었다.

4. 연구 결과

4.1. 초등학생을 위한 교육용 로봇 활용 SW·AI 캠프 프로그램

4.1.1. 교육 주제 및 학습 요소, 교육용 로봇 선정

본 연구에서는 <Table 4>에 제시한 것과 같이 총 4가지 교육 프로그램을 계획하였다. 각 프로그램의 교육 주제 및 학습 요소 그리고 활용할 교육용 프로그래밍 로봇의 형태는 각기 다르게 설정하였다.

<Table 4> Main Subject and Learning Elements for each Programs

Program	Learning Elements	Contents
Program 1	Subject	Creative Art Camp with Robots
	Elements	Sequential, Iterative, Sensors
	Type	Complete Robot
Program 2	Subject	Build Cardio Endurance with AI Robots
	Elements	Sequential, Iterative, Sensors
	Type	Modular Robot
Program 3	Subject	Sustainable ESG Robotics Project
	Elements	Sequential, Iterative, Selection, Sensors
	Type	Blocky Robot
Program 4	Subject	Join the AI Humanoid Robots
	Elements	Sequential, Iterative, Sensors
	Type	Humanoid Robots

프로그램 1에서는 로봇을 활용한 창의 예술을 주제로 설정하였고, 별도의 조립이 필요 없는 완성형 로봇(complete robot)을 사용했다. 프로그램 2에서는 AI로봇을 활용한 심폐 지구력 기르기라는 주제로 모듈형 로봇(modular robot)을 활용하였다. 모듈형 로봇이란 각각 독립적 기능성을 가진 모듈이 서로 상호 작용할 수 있도록 구성되어 있어 경우에 따라 모듈을 합치거나 분해하여 로봇의 역할을 수행하는 것이다[29]. 프로그램 3에서는 지속 가능 ESG 로봇 프로젝트라는 주제로 블록형

로봇(blocky robot)을 사용하였는데, 블록형 로봇이란 레고와 같이 블록을 연결하여 원하는 모양을 만들 수 있게 해 주는 것을 뜻한다. 프로그램 4에서는 AI 휴머노이드 로봇과 함께하기라는 주제로 인간의 신체와 유사한 모습을 갖춘 교육용 휴머노이드 로봇(humanoid robot)을 사용하였다. 학습 요소는 초등학생의 인지발달 단계를 고려하여 네 가지 프로그램 모두 비슷하게 구성하였다.

<Table 5> Details of the SW · AI Camp Program

Program	Period	Contents
Program 1	1	Learn about basic sensors of Kamibot
	2	Unplugged activities with robot sensors
	3	Moving robot with Remote App
	4	Programming with Card App
	5	Basic programming using Computer(1)
	6	Basic programming using Computer(2)
	7	Solve a given shape drawing mission
	8	Using shapes to create drawings
Program 2	1	Learn about Pingpong robot basics
	2	Basic programming with robot sensors(1)
	3	Basic programming with robot sensors(2)
	4	Build an Autocar and get it moving
	5	Assemble modules and learn basic motions
	6	Combining basic motions to create modular type robot dances
	7	Create modular type robot dance by team
	8	Presenting the work
Program 3	1	Learn about ESG
	2	Getting to know the blocks of Curo
	3	Basic programming with Smart blocks(1)
	4	Basic programming with Smart blocks(2)
	5	Designing the work with ESG
	6	Making with blocks
	7	Programming
	8	Sharing the work
Program 4	1	Learn to “stack” with a board game
	2	Learn sequential algorithms with a board game(1)
	3	Learn sequential algorithms with a board game(2)
	4	Learn iterative algorithms with unplugged activities
	5	Learn about Alphamini robot sensors
	6	Take photos with robot
	7	Commanding robot to perform an action
	8	Ask robot a question

4.1.2. 교육 프로그램 개발

본 연구에서 개발한 교육 프로그램의 상세 학습 내용은 <Table 5>와 같다.

프로그램 1에서는 언플러그드 활동을 통해 완성형 로봇에 내장되어 있는 센서들을 알아보고 직접 리모컨으로 조종하며 로봇의 움직임을 이해한 후 프로그래밍 활동으로 이어질 수 있도록 하였다.

프로그램 2에서는 간단한 프로그래밍을 통해 각각의 모듈에 내장된 모터, 센서 등의 역할을 이해하고 여러 모듈을 결합하여 하나의 프로젝트가 완성될 수 있도록 하였다.

프로그램 3에서는 학생들은 ESG(Environment, Social, Governace) 개념을 이해하고 센서 블록과 모터 블록, 소리 블록 등의 스마트 블록과 일반 블록을 연결하여 자신들이 자유롭게 로봇을 디자인하고 만들 수 있도록 하였다.

프로그램 4에서는 보드게임과 언플러그드 활동으로 순차, 반복 알고리즘을 이해하고, 휴머노이드 로봇에게 동작을 명령하거나 질문하는 등의 활동을 통해 우리 생활에서 휴머노이드 로봇이 할 수 있는 일들을 생각해 볼 수 있도록 하였다.

각 캠프 프로그램은 1박 2일에 걸쳐 4시간씩 학습하여 총 8차시의 학습을 할 수 있도록 진행되었다. (Fig. 3)은 교육 활동 장면이다.



(Fig. 3) Program 1 using Completed Type Robot

4.2. 연구 대상

본 연구의 분석 대상은 H대학에서 주관한 초등학생을 위한 SW·AI 캠프에 참여한 학생 중, 실험에 대해 충분한 이해를 바탕으로 학부모 및 본인의 동의를 한 경우로 한정하였다. 또한, 모든 응답에 성실히 임한 사례만 분석 대상으로 선정하였다. 연구 대상의 기본 배경은 <Table 6>과 같다.

<Table 6> Background of Participants (N=64)

Program	Classify	Number
Program 1	1~2 Graders	10
	3~4 Graders	5
	5~6 Graders	5
Program 2	1~2 Graders	11
	3~4 Graders	1
	5~6 Graders	1
Program 3	1~2 Graders	8
	3~4 Graders	6
	5~6 Graders	4
Program 4	1~2 Graders	6
	3~4 Graders	3
	5~6 Graders	4
Total	1~2 Graders	35
	3~4 Graders	15
	5~6 Graders	14

4.3. 분석 결과

4.3.1. 프로그램 별 SW 역량 변화 결과

각 프로그램별 SW 역량 변화는 대응표본 t-검정을 통해 확인하고자 하였다. 그러나 프로그램별 분석 대상이 $10 \leq n < 40$ 이었기 때문에 정규성을 만족하는지 여부에 대한 검증이 필요했다. 따라서 각 프로그램에는 모두 샤피로-윌크(Shapiro-Wilk) 검정을 실시하였다.

<Table 7> Results of Normality Test(Shapiro-Wilk)

Classify	N	W	p
Program 1	20	0.951	0.380
Program 2	13	0.905	0.157
Program 3	18	0.912	0.092
Program 4	13	0.887	0.089

<Table 7>과 같이 모든 프로그램의 응답은 모두 유의확률 .05 이상으로 정규성을 만족한 것 확인할 수 있었다.

프로그램 1의 SW 역량 변화에 대한 대응표본 t-검정 결과는 <Table 8>과 같다.

<Table 8> Program 1 Results of Paired Sample t-Test(N=20)

Classify	Mean	SD	t	P
Pre-Test	3.43	0.724	-2.75	0.006**
Post-Test	3.71	0.908		

p<.05, **p<.01, *p<.001*

프로그램 1은 사전에 비해 사후 검사 결과가 $t=-2.75$ 로 유의확률 .01에서 유의한 상승을 나타내었다.

프로그램 2의 SW 역량 변화에 대한 대응표본 t-검정 결과는 <Table 9>과 같다.

<Table 9> Program 2 Results of Paired Sample t-Test(N=13)

Classify	Mean	SD	t	P
Pre-Test	3.09	0.991	-2.79	0.008**
Post-Test	3.57	0.988		

p<.05, **p<.01, *p<.001*

프로그램 2은 사전에 비해 사후 검사 결과가 $t=-2.79$ 로 유의확률 .01에서 유의한 상승을 나타내었다.

프로그램 3의 SW 역량 변화에 대한 대응표본 t-검정 결과는 <Table 10>과 같다.

<Table 10> Program 3 Results of Paired Sample t-Test(N=18)

Classify	Mean	SD	t	P
Pre-Test	3.64	0.805	-3.23	0.0005**
Post-Test	4.17	0.820		

p<.05, **p<.01, *p<.001*

프로그램 3은 사전에 비해 사후 검사 결과가 $t=-3.23$ 으로 유의확률 .01에서 유의한 상승을 나타내었다.

프로그램 4의 SW 역량 변화에 대한 대응표본 t-검정 결과는 <Table 11>과 같다.

<Table 11> Program 4 Results of Paired Sample t-Test(N=13)

Classify	Mean	SD	t	P
Pre-Test	3.78	0.775	-3.00	0.006**
Post-Test	4.16	0.779		

p<.05, **p<.01, *p<.001*

프로그램 4도 사전에 비해 사후 검사 결과가 t=-3.00으로 유의확률 .01에서 유의한 상승을 나타내었다.

모든 프로그램들은 모두 사전에 비해 사후의 결과가 통계적인 유의한 상승을 나타내었다. 사후 결과에 차이가 있는지 확인하기 위하여 ANOVA(Analysis of variance)를 실시하였다. ANOVA는 3개 이상 다수의 집단을 비교할 때 사용하는 가설 검정 방법이다[30].

<Table 12> Results of ANOVA

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Program	4.33	3	1.444	1.88	0.142
Residuals	46.10	60	0.768		

p<.05, **p<.01, *p<.001*

ANOVA 실시 결과 <Table 12>과 같이 모든 프로그램의 사후 검사 결과는 통계적으로 유의한 차이가 없음을 확인할 수 있었다. 각 프로그램별 차이가 존재하는지 세부적인 확인을 위하여 Post Hoc Test를 실시하였다.

<Table 13> Results of Post Hoc Tests

Comparison	Mean Difference	SE	df	t	p (scheffe)	
Program1	-Program2	0.13897	0.312	60.0	0.4450	0.978
	-Program3	-0.46074	0.285	60.0	-1.6178	0.460
	-Program4	-0.45077	0.312	60.0	-1.4435	0.559
Program2	-Program3	-0.59972	0.319	60.0	-1.8797	0.326
	-Program4	-0.58974	0.344	60.0	-1.7153	0.408
Program3	-Program4	0.00997	0.319	60.0	0.0313	1.000

p<.05, **p<.01, *p<.001*

<Table 13>과 같이 Post Hoc Test에서도 각 프로그램별 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.

따라서 모든 프로그램의 SW 역량 변화의 사후 결과는 사전에 비해 상승하였으며, 상승한 결과는 프로그램

차이가 없음을 확인할 수 있었다. 다시 말하면, 본 연구에서 개발한 모든 SW·AI 캠프는 초등학생들에게 긍정적인 영향을 줄 수 있는 것으로 해석할 수 있다.

4.3.2. 학생 만족도 분석 결과

본 연구에서 개발한 프로그램들의 만족도를 알아보기 위하여 앞서 개발한 만족도 조사 설문에 대한 통계 분석을 실시하였다.

프로그램 1~4에 참여한 학생들의 모든 응답을 종합한 전체 만족도 결과와 프로그램 별 분석 결과는 다음 <Table 14>와 같다.

전체 프로그램의 영역별 만족도는 3.5 이상을 나타내고 있으며 특히 전체 결과 값은 3.97을 나타내고 있음을 확인할 수 있었다. 이 중, 가장 높은 만족도를 나타낸 영역은 평균 4.16(SD=0.863)의 강사 및 교수법 영역이며 강사 항목에서 4.17(SD=0.969), 교수법 항목에서 4.14(SD=0.924)로 매우 높은 만족도를 보였다. 이 밖에도 운영 및 교육 전반 영역과 태도 영역이 각각 4.01(SD=0.923), 3.94(SD=0.941)로 마찬가지로 매우 높은 만족도를 나타냈다. 상대적으로 낮다고 볼 수 있는 영역인 교육 내용 및 교재에 대한 항목은 3.87(SD=0.888)로 나타났으나 이 역시 5점 리커트 척도 기준으로 만족 이상에 해당한다.

전체 만족도는 매우 높은 편에 속하기 때문에 각 프로그램별의 만족도는 어떠한지, 그리고 프로그램별 만족도에는 차이가 있는지 확인할 필요성이 있었다. 따라서 각 프로그램별 만족도 조사 결과를 분석하였다.

프로그램 1에 참여한 학생들의 전체 만족도 결과는 3.66(SD=0.797)으로 전체 만족도에 비해 평균 0.31 정도 낮은 결과를 나타내고 있으나 리커트 5점 척도 기준으로 보통 및 만족 이상에 해당하고 있는 것으로 해석할 수 있다. 가장 높은 만족도를 보이고 있는 요소는 시설이었으며 평균 4.00(SD=0.918)로 나타났고, 영역에서의 가장 높은 값을 보인 것은 전체 만족도 결과와 마찬가지로 강사 및 교수법으로 평균 3.90(SD=0.968)을 나타내었다.

프로그램 2에 참여한 학생들의 전체 만족도 결과는 3.88(SD=0.634)로 전체 만족도에 비해 0.09 정도 낮았다. 그러나 이 프로그램 역시 높은 만족도를 나타내고 있다고 해석할 수 있으며, 특히 강사 및 교수법 영역에서 평균 4.35(SD=0.591)으로 매우 높은 만족을 보였다. 이 밖

<Table 14> Satisfaction Survey Results of Total and Each Programs

Area	Factor	Total		Program 1(N=20)		Program 2(N=13)		Program 3(N=16)		Program 4(N=13)	
		Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
Overall Management and Education	Management	4.02	1.06	3.85	0.988	3.92	1.26	4.17	1.150	4.15	0.899
	Period	3.88	1.13	3.50	1.240	3.69	1.25	4.33	0.970	4.00	0.913
	Facility	4.13	1.03	4.00	0.918	3.85	1.28	4.28	1.070	4.38	0.870
Total of Overall Management and Education		4.01	0.923	3.78	0.840	3.82	0.978	4.26	1.000	4.18	0.857
Contents and Material	Contents	4.09	0.971	3.78	0.910	4.31	0.855	4.22	1.110	4.23	0.927
	Learning Difficulty	3.97	1.07	3.50	1.150	3.77	1.17	4.39	0.850	4.31	0.855
	Learning Comprehension	3.56	1.18	3.40	1.050	2.77	1.3	4.11	0.900	3.85	1.210
	Material	3.86	1.08	3.50	1.050	3.69	1.18	4.17	1.040	4.15	0.987
Total of Contents and Material		3.87	0.888	3.54	0.836	3.63	0.761	4.22	0.878	4.13	0.922
Attitude	Personal	3.94	1.08	3.55	1.050	3.69	1.32	4.39	0.850	4.15	0.987
	Intention to Re-participate	4.00	1.14	3.75	1.070	4.31	0.947	4.00	1.410	4.08	1.040
	Willingness to Recommend	3.88	1.19	3.35	1.230	3.92	1.26	4.11	1.130	4.31	0.947
Total Attitude		3.94	0.941	3.55	0.981	3.97	0.855	4.17	0.916	4.18	0.899
Instructor and Teaching Methods	Instructor	4.17	0.969	3.90	1.120	4.46	0.776	4.11	0.963	4.38	0.870
	Teaching Methods	4.14	0.924	3.90	0.968	4.23	0.725	4.22	1.060	4.31	0.855
Instructor and Teaching Methods Total		4.16	0.863	3.90	0.968	4.35	0.591	4.17	0.907	4.35	0.851
Total		3.97	0.825	3.66	0.797	3.88	0.634	4.21	0.888	4.19	0.862

에 하위 항목 중 교육 내용이 4.31(SD=0.855), 재참여 의사가 4.31(SD=0.947)을 나타내었다. 학생들은 이 프로그램의 강사와 교육 내용이 만족스러웠기 때문에 이와 같은 프로그램에 재참여하고 싶다는 의사를 나타내었다고 해석할 수 있다.

프로그램 3에 참여한 학생들의 전체 만족도는 4.21(SD=0.888)으로 모든 프로그램별 만족도 중 가장 높은 만족도를 나타내고 있었다. 모든 영역과 항목의 평균 값이 4.0 이상을 나타내고 있으며, 이는 프로그램 3에 참여한 학생들의 대부분이 각 항목에 대해 만족 및 매우 만족 이상의 응답을 했다는 것으로 해석할 수 있다.

프로그램 4에 참여한 학생들의 전체 만족도 역시 4.19(SD=0.862)로 매우 높은 만족을 보이고 있음을 확인할 수 있었다. 프로그램 2와 마찬가지로 프로그램 3역시 전체 만족도보다 높은 값을 보이고 있었으며, 거의 모든 영역 및 항목에서 평균 4.0 이상의 만족도를 나타내고 있었다.

각 프로그램 별 만족도의 차이가 통계적으로 차이가 있는지 알아보기 위하여 전체 만족도 결과에 대한 ANOVA를 실시하였고, 그 결과는 <Table 15>에 제시한 것과 같다.

<Table 15> ANOVA Results of Satisfaction Survey by Program

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	p
Program	3.65	3	1.217	1.860	0.146
Residuals	39.23	60	0.654		

*p<.05, **p<.01, ***p<.001

<Table 15>와 같이 모든 프로그램의 만족도 조사 결과는 통계적으로 유의한 차이가 없음을 확인할 수 있었다. 이러한 결과가 프로그램 간 차이에도 없는지 세부적인 확인을 위하여 Post Hoc Test를 실시하였다.

<Table 16> Post Hoc Tests Results by Program

Comparison	Mean Difference	SE	df	t	p (scheffe)	
Program1	-Program2	-0.2221	0.288	60	-0.771	0.897
	-Program3	-0.5458	0.263	60	-2.0777	0.24
	-Program4	-0.5298	0.288	60	-1.8391	0.345
Program2	-Program3	-0.3237	0.294	60	-1.0999	0.751
	-Program4	-0.3077	0.317	60	-0.9701	0.815
Program3	-Program4	0.016	0.294	60	0.0545	1.000

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Post Hoc Test 결과 <Table 16>에 제시한 것과 같이 모든 프로그램의 평균 차이는 통계적으로 유의하지 않음을 확인할 수 있었다.

이로서 본 연구에서 개발한 모든 프로그램들은 전체적인 만족도도 높고, 각 프로그램별 만족도도 통계적인 차이 없이 높다는 것으로 해석할 수 있다.

4.3.3. 기타 서술 응답 결과

이 밖에 캠프에서 가장 좋았던 점과 아쉬웠던 점에 대해 서술형으로 응답하도록 하였을 때, 영역별로 나눈 결과는 <Table 17>에 제시한 것과 같다.

<Table 17> Pros of Camp (N=64)

Classify	Number(%)
Overall Program Satisfaction	19(29.69)
Educational Robot Utilization and Operations	23(35.94)
None	18(28.13)
Others	4(6.25)
Total	64(100)

학생들은 로봇을 활용하고 조작한 경험에 대해 가장 많은 긍정적 의견을 제시하였다(35.94%). 그다음으로는 전반적으로 만족스러웠다 혹은 즐거웠다, 수업 내용이 알차다 등의 캠프에 대한 종합적인 긍정적 의견(29.69%)이 뒤를 이었다. 없음 혹은 무응답은 28.13%를 차지하였다. 기타 의견은 6.25%의 비율로 응답되었는데, 간식이 맛있었다와 같은 것이었다.

<Table 18> Cons of Camp (N=64)

Classify	Number(%)
None	49(76.56)
Educational Contents Relate Things	7(10.94)
Length of Class Time or Camp Duration	4(6.25)
Others	4(6.25)
Total	64(100)

<Table 18>은 캠프에 대해 아쉬운 점을 조사한 결과이다. 학생들은 없다가 76.56%로 가장 많이 응답하였다. 그 밖에, 자신의 흥미에 맞지 않았다, 조금 어려웠다 등에 해당하는 교육 내용과 관련한 응답이 10.94%, 수업 시간의 길이나 캠프 기간이 짧거나 부족해서 아쉬웠다는 응답이 6.25%의 비율로 나타났다. 기타 의견으로 자신의 또래가 없었다 및 새로운 친구를 만나고 싶었는데 그러지 못해서 아쉬웠다, 간식이 아쉬웠다 등의 의견이 있었다.

5. 결론

본 연구에서는 초등학생을 위한 교육용 로봇 활용 SW·AI 캠프 교육 프로그램 4가지를 개발하였다. 개발한 프로그램은 H대학에서 주관한 초등학생 대상 SW·AI 캠프에 참여한 학생을 대상으로 적용되었으며, 학생들의 SW 역량 변화와 학생 만족도, 희망직업 변경 및 기타 서술 응답에 대한 분석을 실시하였다.

SW 역량 변화를 확인하고자 개발한 문항에는 SW 및 디지털 기술에 대한 인식 및 가치, 윤리, 컴퓨팅 사고력의 알고리즘, 추상화, 자동화 영역이 있었다. AI에 관한 명시적 문항이 없지만, SW 역량 변화에 관한 문항 내용은 AI 교육 내용에 대한 기초가 되기 때문에 이에 대한 향상이 없다면 AI 교육 역시 성공적으로 수행되었다고 해석할 수 없다. 또한, 본 연구에서 개발한 교육 프로그램에서는 학생들의 인지 부하(cognitive load)를 낮추기 위해 AI에 대한 내용을 직접 언급하지 않고 교육용 로봇을 통해 체험 및 체득할 수 있도록 하였기 때문에 AI 교육에 관한 학습 내용을 문항으로 제시하지 않았다.

SW 역량 변화 문항에 대한 참여 학생들의 사전-사후 변화를 확인하기 위해 대응표본 t-검정을 실시한 결과, 4가지 프로그램 모두에서 사전에 비해 사후의 결과에서 통계적으로 유의한 상승을 나타내었다. 프로그램1

의 사전-사후 대응표본 t-검정 결과는 $t=-2.75$ 로 유의확률 .01에서 유의한 상승을 나타내었고, 프로그램2의 사전-사후 대응표본 t-검정 결과는 $t=-2.79$ 로 유의확률 .01에서 유의한 상승을 나타내었다. 프로그램3의 사전-사후 대응표본 t-검정 결과는 $t=-3.23$ 로 유의확률 .01에서 유의한 상승을 나타내었으며, 프로그램4의 사전-사후 대응표본 t-검정 결과도 $t=-3.00$ 로 유의확률 .01에서 유의한 상승을 나타내었다. 이는 프로그램 1의 언플러그드 활동 후 로봇 프로그래밍 학습, 프로그램 2의 로봇의 이해를 바탕으로한 프로젝트 중심학습, 프로그램 3의 ESG를 위한 자신만의 로봇 디자인 및 프로그래밍, 프로그램 4의 보드게임 및 언플러그드 활동을 통한 프로그래밍 이해 후의 휴머노이드 로봇의 실생활에의 적용과 같은 교육 프로그램은 모두 학생들에게 긍정적인 영향을 주었다고 해석할 수 있다.

이러한 사후 변화가 프로그램 별로 차이가 있는지 확인하기 위해 ANOVA를 실시한 결과, 상승한 결과는 통계적으로 유의한 차이가 없음을 확인할 수 있었다. 즉, 본 연구의 개발 프로그램은 모두 학생들에게 미치는 긍정적인 영향에 차이가 없다고 해석할 수 있다.

또한, 학생 만족도 조사의 분석 결과에서도 모든 프로그램에서 평균 3.66에서 4.21로 높은 만족도를 나타낸 것을 확인할 수 있었다. 학생들은 전반적인 캠프 운영 및 교육 전반, 학습 내용 및 교재, 태도, 강사 및 교수법에 만족한 것으로 나타났다. 이러한 만족도는 기타 서술 의견에서도 다시 확인할 수 있었다. 학생들의 긍정적 응답 결과를 종합했을 때, 교육용 로봇을 활용하고 조작한 경험이 가장 많은 응답 비중을 차지하였고(35.94%), 다음으로는 전반적으로 모두 만족스러웠다, 즐거웠다 등의 종합적인 긍정 의견이 있었다(29.69%).

본 연구의 결과는 교육용 로봇을 활용한 SW 교육, 프로그래밍 교육 등에서 학생들에게서 나타난 긍정적 효과를 제시한 선행연구들의 결과와 같은 맥락으로 해석된다. 초등학생들은 구체적 조작기에 해당하며, 따라서 구체물 중 하나인 교육용 로봇을 활용한 SW·AI 교육은 학생들에게 학습효과 및 만족도 등에 있어 긍정적인 결과를 나타낼 수 있었다고 본다. 또한, 캠프형 SW·AI 교육 프로그램은 학생들에게 학습 몰입의 기회를 제공할 수 있었으며, 학생들은 이로 인해 SW 역량 향상에 긍정적인 영향을 받았다고 판단한다.

본 연구에서는 4가지 캠프형 교육 프로그램을 개발하였는데, 모든 프로그램에서 긍정적 결과가 나타났다. 이는 다양한 SW·AI 교육 프로그램을 제시하고자 하는 연구의 취지에 부합했으며, 후속으로 연구될 교육용 로봇을 활용한 캠프형 SW·AI 교육 프로그램 개발에 도움이 될 수 있을 것이다. 다만, 본 연구의 모든 프로그램의 효과성은 단일집단을 대상으로 이루어졌기 때문에 추후 통제집단과의 비교를 통한 엄밀한 검증이 필요로 된다. 또한, 본 연구에서 개발한 캠프형 SW·AI 교육 프로그램을 학교 현장에 적용하기 위해서는 예산상의 문제로 교육용 로봇의 활용이 어려울 수 있으므로 이에 대한 대체안이 제시되어야 할 것이 한계로 남는다.

참고문헌

- [1] Schwab, K. (2016), *The fourth industrial revolution*, Geneva: World Economic Forum, 1-73.
- [2] Kim, Y. (2019), *Global Trend of AI Talent Development Policy in Major Countries*, SPRI Monthly Software Oriented Society, 62, 29-36.
- [3] CC2020 Task Force (2020), *Computing Curricula 2020: Paradigms for Global Computing Education*, Association for Computing Machinery: NY.
- [4] Touretzky, D. S., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019), *K-12 guidelines for artificial intelligence: What students should know*. Presentation material for the International Society for Technology in Education [ISTE] Conference. Retrieved from <https://github.com/touretzkyds/ai4k12/wiki>
- [5] Actua (2020 January). *Actua's Artificial Intelligence (AI) education handbook*. Retrieved from https://www.actua.ca/wp-content/uploads/2020/01/Actua-AI_Handbook.pdf
- [6] COV.UK (2023, April 18) *The national curriculum*. Retrieved From <https://www.gov.uk/national-curriculum/>
- [7] Ministry of Education (2020), *Partial revision of elementary and secondary school curriculum and special school curriculum*, Ministry of Education Notice No. 2020-236, No. 2020-237.
- [8] Ministry of Education (2022), *2022 Revised Practical*

- Subject(Technology and Home Economics)/Informatics Curriculum, Ministry of Education Notice No. 2022-33.
- [9] Kim, M., & Cho, C. (2015), Academic Learning Time in Elementary Physical Education, *The Korean Journal of Elementary Physical Education*, 8(2), 71-82.
- [10] Nam, J (2014), Elementary students' perceived effects and interest of English immersion programs during the English camp, *English Language Teaching*, 26(4), 149-166.
- [11] Piaget, J., & Cook, M. T. (1952), *The origins of intelligence in children*. New York, NY: International University Press.
- [12] Gong, B., & Lee, C. (2015), The Effects of Project-Based Learning with a Robot on Creative Problem Solving in Elementary School, *Journal of KPAE*, 28(3), 125-142.
- [13] Kim, M., & Moon, S. (2023), Effects of Invention Education Using Robot on Creative Problem-Solving Ability of Elementary School Students, *The Journal of Education*, 43(1), 125-136
- [14] Noh, J., & Lee, J. (2018), The Effects of SW Education Using Robot on Flow, *Journal Of The Korean Association of information Education*, 22(3), 335-344.
- [15] Shin, S. (2012), Factor Analysis of Elementary School Student's Learning Satisfaction after the Robot utilized STEAM Education, *The Journal of Korean association of computer education*, 15(5), 11-22.
- [16] Kim, J., & Kim, D. (2016), Development of Physical Computing Curriculum in Elementary Schools for Computational Thinking, *The Journal of Korean Association of Information Education*, 20(1), 69-82.
- [17] Park, G. (2011), A Review of Current Status and Direction of Education of Robot and Educational Materials in Elementary Schools, *Journal of Korean Practical Arts Education*, 24(3), 323-343.
- [18] Kim, Y., & Kim, J. (2015). Development and Application of Software Education Program of App Inventor Utilization for Improvement of Elementary School Girls' Computational Thinking, *Journal of The Korean Association of Information Education*, 19(4), 385-398
- [19] Seo, Y., & Lee, Y. (2013). The Necessity of an Integrated Approach on the Robot Programming Education for Elementary School, *Journal of Curriculum Integration*, 7(1), 25-44.
- [20] Noh, J., & Lee, J. (2018). Design of a SW Educational Program Using Robots: Focused on Computational Thinking and Creative Problem Solving Abilities of Elementary School Students, *Journal of Educational Technology*, 34(1), 1-37.
- [21] Kim, T., & Kim, H. (2019), Effect of Education Program using ICT based SW Education Robot System on Academic Interest, *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 9(5), 833-844.
- [22] Choi, H., & Lee, J. (2020), The Effects of Educational Robot-based SW Convergence Education on Primary Students' Computational Thinking, Collaborative and Communication Skills, *Journal of The Korean Association of Information Education*, 24(2), 131-138.
- [23] Park, J., & Song, J. (2022), Case of Operating a Curriculum-Linked Artificial Intelligence Education Camp Program, *Journal of Digital Contents Society*, 23(1), 49-56.
- [24] Pyun, Y., & Han, J. (2022), A Study on the development of elementary school SW·AI educational contents linked to the curriculum(camp type), *Journal of Internet of Things and Convergence*, 8(6), 49-54.
- [25] Park, J., & Park, S. (2023), A Study on SW·AI-based STEAM Convergence Camp Program, *Journal of the Edutainment*, 5(1), 13-25.
- [26] Kim, J., (2023), Development of STEAM-based robot education program: Focusing on the case of operation of the 2022 University Career Exploration Camp, *Design Research*, 8(1), 82-91.
- [27] Yang, M., & Kim, J. (2021), A College Student's Computational Thinking Scale's Development and Validity, *The Journal of Learner-Centered*

Curriculum and Instruction, 21(10), 777-792.

[28] Lee, M., & Kim, S. (2019), Study on the Development of a General-Purpose Computational Thinking Scale for Programming Education on Problem Solving, The Journal of Korean Association of Computer Education, 22(5), 67-77.

[29] Park, I., & Yim, S. (2020), Development of a Singular Module Based Educational Robot Kit, Pingpong, Journal of Institute of Control, Robotics and Systems, 26(5), 379-384.

[30] Seong, T. (2019). Intuitive statistical analysis with Jamovi. Hakjisa: Paju.

[31] Kim, H., Lim, H., Jang, Y., & Seo, Y. (2022). Development and Analysis of Global K-12 Informatics-Computing Education Execution Index. SPRI Research Report, RE-127.

저자소개



김인주
 2010 공주교육대학교 초등교육 (교육학사)
 2017 공주교육대학교 교육대학원 수학영재교육(교육학석사)
 2020 한국교원대학교 대학원 컴퓨터교육과(박사수료)
 2012~현재 초등학교 교사
 관심분야 : 컴퓨터교육, SW교육, 인공지능교육, 언플러그드 등
 e-mail : bluedaisy.ij@gmail.com



전수진
 2000 경인교육대학교 초등교육학과(교육학사)
 2005 경인교육대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)
 2015 고려대학교 컴퓨터교육학과(이학박사)
 2020~ 현재 호서대학교 혁신융합학부 조교수
 관심분야 : SW교육, 컴퓨팅 사고력, 인공지능 교육, 대학 교양교육
 E-Mail : soojin3587@gmail.com



이소울
 2007 춘천교육대학교 초등교육(교육학사)
 2017 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)
 2020 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학박사)
 2010~2020 강원도교육청 교사
 2022~현재 순천향대학교 조교수
 관심분야 : 컴퓨터·정보·SW교육, AI융합교육, 교사교육 등
 e-mail : soyulyi@naver.com