

# AI 메이커 코딩 교육이 컴퓨팅 사고력 향상에 미치는 영향 분석

이재호\* · 김대현\*\* · 이승훈\*\*\*

경인교육대학교\* · 화랑초등학교\*\* · 장명초등학교\*\*\*

## 요약

본 연구에서는 AI 메이커 코딩 교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 미치는 영향을 분석하였다. 연구 대상은 안산시 H 초등학교에 재학 중인 10명의 학생이며, 소프트웨어 코딩 기반 메이커교육용 교수학습모형을 활용한 총 8차시의 AI 메이커 코딩 교육을 학생들에게 적용하여 컴퓨팅 사고력의 향상 정도를 분석하였다. 수업에 참여한 학생들은 실생활의 문제를 코딩과 메이킹 활동을 통해 해결하는 과정을 수행하였고, 컴퓨팅 사고력 검사지를 통해 교육 전·후의 컴퓨팅 사고력 향상 정도를 측정하는 한편, 면담을 통해 컴퓨팅 사고력 구성요소와 관련된 학생들의 사고 과정을 관찰하였다. 연구 결과 모든 학생의 컴퓨팅 사고력 평균 점수가 향상되었으며, 학생 간 점수의 편차가 감소함을 확인하였다. 면담을 통해서도 문제해결 과정에서 학생들이 컴퓨팅 사고력과 관련된 사고 능력을 적극적으로 활용함을 알 수 있었다. 이를 통해 AI 메이커 코딩 교육은 학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 확인하였다.

키워드 : 컴퓨팅 사고력, 메이커 교육, SW 교육, 코블 도구, AI 교육

## An analysis of the Impact of AI Maker Coding Education on Improving Computing Thinking

Jaeho Lee\* · Daehyun Kim\*\* · Seunghun Lee\*\*\*

Gyeongin Nat'l University of Education\* · Hwarang Elementary School\*\*  
Jangmyong Elementary School\*\*\*

## Abstract

This study analyzed the effect of AI maker coding education on improving students' computational thinking. The subjects of the study were 10 students at H Elementary School in Ansan, and a total of 8 AI maker coding education using the Instructional Model for Maker Education based on SW Coding was applied to students to find out the degree of improvement of computational thinking. Students who participated in the class performed a process of solving real-life problems through coding and making activities, measured the degree of improvement in computing thinking before and after education through a computing thinking test paper, and observed students' thinking processes related to computing thinking components through interviews. As a result, it was confirmed that the average score of all students' computational thinking skills was improved, and the deviation of scores between students decreased. Through the interview, it was found that students actively utilize their thinking skills related to computational thinking skills in the problem-solving process. Through this, it was confirmed that AI maker coding education can have a positive effect on improving students' computing thinking skills.

Keywords : Computational Thinking, Maker Education, Software Education, Cobl Teaching tools, AI Education

본 논문은 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (NRF-2020R1F1A1071705)

교신저자 : 김대현(화랑초등학교)

논문투고 : 2021-09-10

논문심사 : 2021-09-15

심사완료 : 2021-09-22

1. 서론

지식 정보사회로 불리는 현대 사회는 대량의 정보와 어디서든 연결이 가능한 초연결 환경, 인공지능(AI) 시스템의 등장으로 인해 급격한 변화를 맞이하고 있다. 정보 혁명의 시대를 사는 현대인들에게 디지털 정보를 다루고 활용하며 문제를 해결하는 능력은 필수적인 역량으로 자리 잡게 되었으며, 주변의 정보를 분석 및 처리하고, 컴퓨터를 이용하여 해결방안을 설계하며, 아이디어를 다양한 방법으로 구현할 수 있는 능력이 새롭게 주목받고 있다[3].

이런 사회적 변화에 발맞추어 교육계에서도 변화의 노력을 기울이고 있다. 교육부는 미래의 인재에게 필요한 능력들을 소프트웨어(Software, SW) 교육이 채워줄 수 있음을 인지하고 2015년에 소프트웨어 교육 운영지침을 배포하여 학생들이 알아야 할 핵심역량과 성취 목표를 제시하였으며, ‘컴퓨팅 사고력(Computational Thinking, CT)을 가진 창의·융합 인재’라는 새로운 인간상을 설정하고 CT 신장의 중요성을 강조하였다[15]. 하지만 Government AI Readiness Index(2019)에 따르면 싱가포르, 영국, 독일, 미국 등이 AI 준비도가 높은 국가로 평가받고 있으며, 우리나라의 AI 준비도는 26위로 호주(16위), 중국(20위) 등 다른 아시아 국가와 비교해 준비도가 낮은 편이다[20]. 이에 2020년 국가 차원의 ‘인공지능 교육 계획’을 통하여 AI 교육의 중요성을 강조하였으며, SW 교육의 CT 신장과 더불어 AI 교육에서의 AI를 활용한 문제 해결 능력에 주목하고 있다[16, 18].

이에 본 연구에서는 지식 정보사회의 핵심역량인 CT 향상 및 문제해결력의 신장을 위해, AI 코딩 교육에 메이커 교육을 더한 AI 메이커 코딩 교육 프로그램을 개발하여 초등학생에게 적용한 후에, 학생들의 CT 향상에 미치는 영향을 분석하였다.

2. 이론적 배경

2.1. 컴퓨팅 사고력

4차 산업혁명 시대, 지식정보사회로 불리는 지금은 빅 데이터와 초연결 환경, 초지능 시스템의 등장으로 정보 혁명을 이루어 나가고 있다[14]. 다양한 정보들이 연

결되어있고 정보의 양이 급속하게 증가하고 있는 현대 사회에서의 문제들은 과거 사회에서 요구하였던 능력으로는 해결하기 어렵다. 이런 문제들은 단편적인 영역에만 국한되지 않고 다양한 지식 분야와 산업에 걸쳐 있는 특징을 가지기 때문이다. 이는 사람들에게 기존과는 다른 문제의 접근과 해결 방법의 필요성을 느끼게 하였고, 컴퓨터 과학자의 눈으로 인간의 행동과 사고 과정을 이해할 수 있는 능력인 CT가 새로운 문제해결력의 핵심역량으로 떠오르게 되었다[3].

Wing(2006)은 CT를 ‘누구나 생활 속에서 활용할 수 있는 보편적인 사고이며 기술’이라고 강조하였다[22]. 2015년 2월, 교육부는 소프트웨어 교육 운영지침을 배포하며 CT를 ‘컴퓨팅의 기본적인 개념과 원리를 기반으로 문제를 효율적으로 해결할 수 있는 사고 능력’이라고 정의하였다[15]. 이는 CT가 앞으로 현대 사회의 문제 해결을 위한 보편적인 사고 과정임을 의미하며 학생들의 CT를 효과적으로 길러줄 수 있는 SW 교육이 필요함을 의미한다.

2.1.1 CT의 구성요소

CT의 구성요소는 일반적으로 추상화 능력, 자동화, 창의·융합 능력 등의 요소를 들 수 있으나 연구자에 따라 더 다양하고 세분화된 요소들로 정의하기도 한다. 연구자들에 따른 CT의 구성요소의 차이는 <Table 1> 과 같다.

<Table 1> Components of CT by researcher[17]

Researcher	Component	Number of elements
Wing (2006, 2008)	Abstraction, Automation	2
ISTE, CSTA(2011)	Data collection, Problem analysis, Data representation, Problem decomposition, Abstraction, Algorithms and procedures, Automation, Simulation, Parallelization	9
Selby, Wollard (2013)	Algorithmic thinking, Decomposition, Generalization(pattern), Abstraction, Evaluation	5
Google	Abstraction, Algorithm design, Automation, Data collection, Data analysis, Data expression, Decomposition, Parallelization, Pattern generalization, Pattern recognition, Simulation	11
Korea Education & Research Information Service	Data collection, Data analysis, Structuring, Abstraction (Decomposition, Modeling, Algorithm), Automation (Coding, Simulation), Generalization	9

Wing(2006)은 추상화와 자동화 요소를 제시한 반면

국제교육공학협회 (International Society Technology in Education, ISTE)와 컴퓨터과학교사협회(Computer Science Teachers Association, CSTA)는 자료수집, 문제분석, 자료표현, 문제 분해, 추상화, 알고리즘 및 절차, 자동화, 시뮬레이션, 병렬화로 총 9개의 요소를 제시하는 등 연구자들 마다 차이가 있다. 그러나 큰 틀에서 보면 추상화, 자동화, 일반화 등이 강조됨을 확인할 수 있다.

이재호와 장준형(2020)은 CT 검사 도구를 개발하기 위한 과정에서 CT의 구성요소에 대해 많은 연구자들이 상이한 의견을 제시하는 것을 확인하고, 다양한 연구 논문들을 빅 데이터 분석하여 CT 구성요소의 조작적 분류와 정의를 <Table 2>와 같이 정의하였다[12].

<Table 2> Definition of CT components for CT evaluation[12]

CT components	Operational definition
Abstract	Abstraction is the process of structuring the core elements for problem-solving by removing unnecessary parts and extracting the necessary elements for problem-solving
Decomposition	As a starting step to solve the problem, it is a process to break it down into units that can address difficult and complex issues
Algorithm	It is the process of constructing a problem-solving procedure to solve a problem.
Automation	It is the process of solving problems and implementing the results of creative thinking through programming.
Data process	It is the process of collecting, analyzing, and expressing data in the process of problem recognition and resolution.

추상화, 문제 분해, 알고리즘, 자동화, 데이터 처리 등 5개의 CT 구성요소는 본 연구의 CT 검사지의 CT 요소와 동일하며, 검사를 통해 각 구성 요소별로 학생들의 CT 향상 정도를 분석할 수 있다.

## 2.2. 메이커 교육

‘메이커’라는 단어가 의미하는 것처럼 메이커 교육(Maker Education)은 학생 스스로 문제 해결을 위한 개인의 아이디어를 설계하고 직접 구현해보는 과정에서 자연스럽게 지식과 기술을 체계화하고 문제 해결 경험

으로 연결되는 교육을 말한다[21]. 강미정(2018)은 메이커 교육을 ‘다양한 디지털 기술 습득과 더불어 개인의 아이디어를 실제로 구현해보는 과정을 통해 자기 주도적이고, 창의적인 문제해결력을 가지는 능동적인 인재를 양성하는 데 목적을 두고 있는 교육’이라고 정의하였고 [5], 김용익(2018)은 ‘메이커 교육이란 ‘메이커의 자기주도성, 융·복합 사고력, 창의적 문제해결력, 기업이 정신 등을 함양시킬 목적으로 실세계(Real World)의 만들기 및 ICT 관련 지식·내용·방법을 온·오프라인 디지털 도구들이 갖추어진 메이커 스페이스에서 프로젝트 기반학습, 문제기반학습, 실천학습, 협력학습의 방법을 적용하여 다양한 문제 해결 방안을 도출하게 하는 형식교육과 비형식교육’이다.’라고 정의하였다[7].

이재호와 장준형(2017)은 메이킹 활동의 역량을 ‘소프트웨어 코딩기반 메이킹’ 역량으로 부르고, 활동 영역을 ‘분석역량’, ‘설계역량’, ‘구현역량’의 영역으로 나누어 정의하였다. 문제를 발견하고 해결하기 위한 방법을 고안하는 과정에서 ‘분석역량’을 기를 수 있으며, 문제의 해결방안을 만들고 수정하고 평가하는 과정에서 ‘설계역량’을 기르고, 마지막으로 코딩과 메이킹 활동을 통해 제품을 제작하는 과정에서 ‘구현역량’을 키울 수 있다고 하였다[11].

이처럼 메이커 교육은 문제를 분석하고, 설계하고, 만드는 과정을 통해 학생들의 사고력과 문제해결력, 자기 주도성을 길러주는 교육이며 문제 해결 과정에서 학생이 스스로 필요한 온·오프라인 디지털 도구를 활용하여 문제를 해결해 나가는 과정에 중점을 맞춘 교육이다.

### 2.2.1 해외의 메이커 운동

해외의 메이커 운동의 사례를 살펴보면, 미국에서는 지난 2014년 백악관에서 메이커 페어를 개최하며 정부에서 메이커 교육을 지원할 것임을 알리는 것을 시작으로, 최근에는 지역 사회의 메이커 시티(Mayker City)를 추진하는 등 메이커 운동 확대 움직임이 나타나고 있다. 유럽에서는 해커 스페이스(hacker space)로 시작한 메이커 네트워크가 확산되고 있으며, 아이디어를 구현해 볼 수 있는 메이킹 플랫폼과 메이커 커뮤니티의 지원 등 국가 경쟁력 확보를 위해 메이커 교육에 대한 노력을 기울이고 있다. 중국에서는 정부에서 메이커 운동을

주도하여 2010년 상하이에 메이커 스페이스를 만들었으며, 메이커 운동의 잠재력을 인식하고 교육기관, 대학, 기업 등을 단위로 메이커 생태계를 구축하고 있다[13].

이렇게 세계 각국에서 메이커 교육을 강조하는 이유는 새로운 사회의 변화에 발맞추어 학생들의 다양한 역량을 길러줄 수 있는 교육이 바로 메이커 교육이기 때문이다.

### 2.3. AI와 AI 교육

AI는 인간이 지닌 지적 능력의 일부 또는 전체를 인공적으로 구현하는 기술이다[8]. 4차 산업혁명을 거치며 빠른 속도로 발전하고 있는 AI는 이제 인간의 지적 기능까지 수행할 수 있는 수준까지 도달하게 되었고 우리 사회의 모든 영역에 걸쳐 패러다임의 변화를 이끌고 있다[1, 8].

미래의 AI 시대를 대비하기 위해 우리나라는 지난 2019년 ‘인공지능 국가전략’을 발표하며 미래 인재 양성을 위한 SW·AI 중심의 학교 커리큘럼 개편 방향을 설정하였다[1]. 초등 저학년 단계에서는 놀이 및 체험 중심의 교육을 통해 SW·AI에 대한 이해와 흥미를 배양하도록 하고, 초등 고학년에서 중학교까지는 모든 학생의 AI 기본소양 습득, 고등학교 단계에서는 SW·AI 교육과정의 중점적 확충을 목표로 설정하였다. 또한 관계 부처가 2020년에 합동으로 발표한 ‘전국민 AI·SW 교육 확산 방안’에서는 AI·SW교육이 학생들에게 4차 산업혁명 시대에서 요구하는 필수역량을 길러줄 수 있음을 역설하였다[1, 2].

김갑수 외(2020)는 ‘차세대 SW교육 표준모델’을 개발하면서 ‘인공지능과 융합’ 영역에 대한 수행기대 내용을 제시하였는데 초등학생에 대해서는 AI의 활용 사례를 통해 AI의 개념과 가치, 사회에 미치는 영향을 배우고 이를 일상생활에 활용하는 방안을 학습하는 것이 필요하다고 하였다[6].

종합해 보면 AI 교육의 목적은 학생들이 실생활의 문제를 해결하며 AI의 개념을 이해하고 문제 해결 과정에서 AI를 적용할 수 있는 활용 역량을 갖추게 하는 것이라고 할 수 있다. 이는 학생들이 AI를 활용하여 성공적으로 문제를 해결하는 경험을 통해 달성할 수 있다.

### 3. 연구방법

본 연구는 초등학생을 대상으로 AI 메이커 코딩 교육 프로그램을 적용하고 교육이 개별 학생들의 CT 향상에 미치는 영향을 CT 검사 도구와 면담을 통해 조사하고 분석하는 방법으로 진행하였다. 코로나-19의 영향으로 학생들은 쌍방향 화상회의 프로그램을 이용하여 교육 활동에 참여하였다. 메이커 교육을 위한 교구는 코블(COBL)을 선택하였는데, 코블은 스크래치를 지원하여 블록코딩을 통해 다양한 센서, 모터, LED 등을 조작할 수 있으며, 블루투스를 통한 네트워크 기능을 지원하고, 레고형 표준 블록으로 제작되어 초등학생도 쉬운 조립이 가능한 특징을 가진다[10]. 특히 레고형 표준 블록의 형태를 가지고 있다는 점은 메이커 코딩 교육이 처음인 학생들에게 교구에 대한 적응시간을 줄여주고 메이킹 과정에서 발생하는 오류도 쉽게 수정할 수 있게 해주므로 적극적인 메이킹 활동에 도움이 될 것이라 판단하였다.

#### 3.1. 연구대상

본 연구는 경기도 안산시 H 초등학교의 총 10명의 학생(4학년 5명, 6학년 5명)을 대상으로 이루어졌다. 연구기간 동안 코로나-19로 인해 비대면 수업으로 교육하였으며 방과 후 시간을 이용하여 약 1달간 진행하였다.

<Table 3> SW background knowledge of students

Grade	Students Symbol	Gender (M/F)	SW education experience (Y/N)
4th	A	M	N
	B	F	N
	C	M	N
	D	F	N
	E	M	N
6th	F	F	Y
	G	M	Y
	H	F	Y
	I	F	Y
	J	M	Y

4학년의 학생들은 SW와 관련된 교육을 받은 경험이

전혀 없으며, 6학년 학생들은 정규 교육과정에 포함된 17차시의 SW 교육을 통해 기본적인 블록 코딩을 배운 것으로 조사되었다. 그 외에 개별적으로 SW 교육을 받은 학생은 없어, 학년 군별 배경지식의 차이는 거의 없음을 확인하였다.

**3.2. AI 메이커 코딩 교육 프로그램**

본 수업은 하희정(2016)이 개발한 SW 코딩기반 메이커교육용 교수학습모형(Instructional Model for Maker Education based on SW Coding, IMME)을 참고하여 인터뷰 및 사전·사후 검사를 제외한 8차시를 2차시씩 블록 타입으로 묶어 수업을 구성하였으며, 총 4개의 주제를 순차적으로 학습하도록 하였다[9].

<Table 4> AI Maker Coding Education Program

Process	Subject	Major activities
1	Input/output device,	Input/output device
2	Physical computing, Block coding	Through the scratch.. Learn how to do block coding
3	Conditional statement,	Playing the melody
4	External LED, Boozer	Making mood lights
5	Conditional statement, Variable resistor,	Make a volume controller
6	Angle motor, Ultrasonic sensor	Making an AI crossing barrier
7	Conditional sentence, Variable,	AI lighting device
8	External LED, Light sensor	Smartphone brightness control function
Total		8

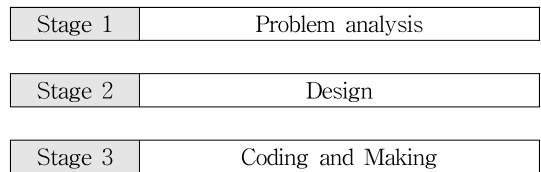
각 수업 주제는 총 3개의 단계를 거쳐 진행하였다.

첫 번째 단계는 ‘문제 분석 단계(Problem analysis)’로 학생들이 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터를 수집하고 선별, 가공하는 과정을 수행한다. 이 과정에서 학생들은 문제를 해결하기 위해 필요한 데이터를 수집

하고 선별해 보며 문제 해결에 필요한 데이터의 특징을 파악하게 된다.

두 번째 단계는 ‘설계 단계(Design)’로 학생들은 주어진 상황에서 각 장치가 어떤 행동을 해야 하는지를 결정하고 제품을 디자인 하는 과정을 거친다.

세 번째 단계인 ‘구현 단계(Coding and Making)’에서는 설계를 바탕으로 코딩과 메이킹 활동을 하고 만들어진 제품이 실제 문제해결에 도움이 되는지 확인한다. 이때 학생들은 자유롭게 의견을 나누면서 오류를 수정하고 다시 프로그램과 제품에 반영하는 활동을 하게 되며 그 결과를 공유한다. 이 세 단계는 단순히 학습의 흐름을 설명한 것으로 문제 해결 과정이 형식적으로 흘러가는 것이 아니라 문제 해결 과정에서 필요에 따라 유동적으로 변화할 수 있도록 하였다.



(Fig. 1) The stage of the class

또한 매 차시 새로운 센서나 블록 코딩 내용이 제시되기 때문에 SW 교육을 처음 접하는 학생들이 올바르게 문제를 파악하고 설계를 할 수 있도록, 각 센서나 블록들의 역할을 먼저 학습하도록 하였으며 이는 IMME 모형의 학습 흐름에 맞추어 매 차시 진행하였다[9].

**3.3. CT 검사 도구**

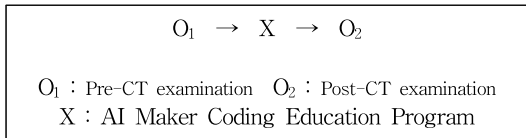
학생들의 CT 향상 정도를 측정하기 위해 본 연구에서는 이재호, 장준형(2020)이 개발한 ‘생활 속 문제 해결 중심의 컴퓨팅 사고력 검사 도구’를 활용하였다.

이 검사 도구는 생활 속에서 접할 수 있는 문제들이나 질문들을 CT를 이용하여 해결하는 과정을 중심으로 개발되었다. 평가시간은 모두 40분으로 각 평가는 8개의 객관식 문항으로 이루어져 있고 각 문항별로 CT의 ‘추상화’, ‘알고리즘’, ‘문제 분해’, ‘자동화’, ‘데이터 처리’의 영역을 아울러 측정할 수 있다. 검사지는 3~6학년에 각 2세트씩 개발되었으나, 각 세트가 측정하는 CT의 영역

이 동일하고 모든 평가문항 세트의 문항난이도와 문항 변별도가 적합한 것으로 확인되어 본 연구에서는 A형 평가지를 선택하여 활용하였다[4].

### 3.4. 실험 설계

AI 메이커 코딩 교육 프로그램이 학생들의 CT 향상에 미치는 영향을 분석하기 위하여 본 연구는 (Fig. 2) 과 같이 단일집단 사전·사후검사설계(One-Group Pretest-Posttest Design)로 수행하였다.



(Fig. 2) Experimental design of research

단일집단 사전·사후검사설계는 현장에서 연구를 위한 설계 방법으로 빈번히 사용되며 교육 적용의 효과를 쉽게 비교할 수 있는 장점이 있다[19]. 실험집단은 IMME 교수학습모형에 따라 총 8차시 4가지 주제의 교육내용에 참여하였다. 학생의 학년별 인지능력의 차이를 고려하여 교육을 적용할 때 수업 주제에 따라 공통 과제와 응용 과제를 제공하였으며, 학생은 교사의 지도에 따라 과제를 선택하여 매 차시 수업목표를 완수하였다. 교육 활동 전 전체 학생을 대상으로 사전 CT 검사를 진행하고 교육 활동 후 사후 CT 검사를 진행하여 CT의 향상 정도를 분석하였고 면담을 통해 수업 중 학생의 사고과정을 관찰하였다.

## 4. 연구결과

AI 메이커 코딩 교육을 적용하고 학생의 CT 향상 정도를 알아보기 위해 검사 결과를 사전·사후로 나누어 각 CT 구성요소 별로 검사 결과를 정리하였다.

### 4.1. 사전 CT 검사 결과

사전 CT 검사를 시행한 결과는 <Table 5>와 같다. 교육을 적용하기 전 학생들의 사전 CT 검사는 평균 9.4

점으로 측정되었다. 알고리즘과 데이터 처리 요소의 평균 점수는 각각 2.9점과 1.9점으로 측정되어 다른 CT 구성요소보다 상대적으로 낮은 점수를 기록하였다.

평가에 참여한 학생들은 대다수가 모든 평가 문항에 대해 어려움을 느꼈다. 특히 4학년의 경우 SW 교육을 받은 경험이 없어 평가 문항이 요구하는 사고 과정을 수행하는 데 어려움을 겪었다. 이와 관련하여 4학년의 B학생은 모든 평가 문항에 대해 무응답을 하기도 하였다.

종합적으로 6학년의 모든 CT 영역 평균 점수가 4학년보다 조금씩 높게 나타났으며, 학생 간 점수의 편차가 크게 차이 나는 결과를 확인하였다.

<Table 5> Pre-CT test results

G	Students	Abstract (4)	Decomposition (4)	Algorithm (8)	Automation (4)	Data process (6)	Total (26)
4th	A	1	2	3	1	2	9
	B	0	0	0	0	0	0
	C	1	0	1	1	1	4
	D	2	2	3	2	2	11
	E	3	2	6	3	4	18
4th Avg.	1.4	1.2	2.6	1.4	1.8	8.4	
6th	F	0	2	2	1	1	6
	G	1	1	2	2	1	7
	H	3	2	5	2	3	15
6th	I	2	1	3	3	2	11
	J	3	1	4	2	3	13
6th Avg.	1.8	1.4	3.2	2	2	10.4	
Total Avg	1.6	1.3	2.9	1.7	1.9	9.4	

### 4.2. 사후 CT 검사 결과

사후 CT 검사를 시행한 결과는 <Table 6>과 같다. 모든 학생의 CT 검사 평균값은 14점으로 조사되었으며 사전검사보다 4.6점이 향상되었다. 각 CT 구성요소 별 평균 점수도 사전과 사후 검사 결과를 비교해 보았을 때, 추상화 영역은 1.6점에서 2.5점으로 0.9점 향상되었으며, 문제 분해 영역은 1.3점에서 2점으로 0.7점 향상되었다. 알고리즘 영역은 2.9점에서 4.3점으로 1.3점 향상되었으며, 자동화 영역은 1.7점에서 2.3점으로 0.6점 향상되었다. 마지막으로 데이터 처리 영역은 1.9점에서 2.9점으로 향상되었다.

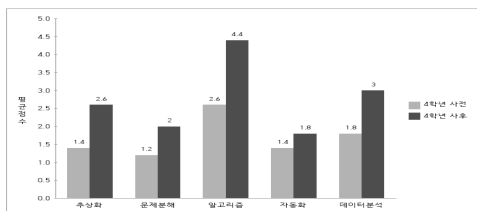
학생들은 AI 메이커 교육 프로그램 적용 후 검사 문항에 수월하게 접근하고 사고하는 모습을 보였고 학생 대부분이 사전검사 결과보다 나은 결과를 기록하였다.

<Table 6> Post-CT test results

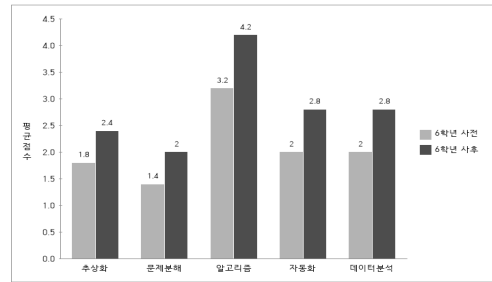
G	Students	Abstract (4)	Decomposition (4)	Algorithm (8)	Automation (4)	Data process (6)	Total (26)
4th	A	3	3	5	2	3	16
	B	2	2	3	1	3	11
	C	3	2	5	2	3	15
	D	2	1	3	1	2	9
	E	3	2	6	3	4	18
4th Avg.		2.6	2	4.4	1.8	3	13.8
6th	F	1	2	4	3	2	12
	G	2	2	3	2	2	11
	H	3	2	5	3	3	16
	I	3	2	4	3	3	15
	J	3	2	5	3	4	17
6th Avg.		2.4	2	4.2	2.8	2.8	14.2
Total Avg.		2.5	2	4.3	2.3	2.9	14

4.3. CT 향상에 미치는 영향 분석

본 연구의 사전·사후 CT 검사 결과 중에 5가지 CT 구성요소에 대한 학년별 평균 점수를 비교해 본 결과 (Fig. 3), (Fig. 4)와 같이 모든 학년이 전 영역에 대해 고른 향상이 있었음을 확인할 수 있다. 학년에 따라 또는 각 구성요소에 따라 차이는 있을 수 있으나, 본 연구 과정을 통하여 학생들이 모든 영역에 대한 유의미한 사고 활동이 있었고 종합적인 CT가 향상되었음을 확인하였다.



(Fig. 3) Pre and post-CT examination results for each CT component in the 4th grade



(Fig. 4) Pre and post-CT examination results for each CT component in the 6th grade

AI 메이커 코딩 교육의 시행 전과 후의 검사 결과를 분석하기 위해 학생들의 점수를 바탕으로 Wilcoxon 부호-순위 검정(Wilcoxon's signed-ranks test)을 실시하였으며 그 결과는 <Table 7>과 같다.

<Table 7> Wilcoxon sign-rank test result of CT test

CT components	Period	Avg	SD	p-value
Abstract	Pre	1.6	1.17	0.024
	Post	2.5	0.71	
Decomposition	Pre	1.3	0.82	0.053
	Post	2	0.47	
Algorithm	Pre	2.9	1.79	0.017
	Post	4.3	1.06	
Automation	Pre	1.7	0.95	0.058
	Post	2.3	0.82	
Data process	Pre	1.9	1.20	0.014
	Post	2.9	0.74	
Total	Pre	9.4	5.36	0.015
	Post	14	3.02	

분석 결과 CT의 5가지 구성요소 영역에서 모두 평균 점수가 향상되었으며, 학생 간 표준편차 또한 모든 영역에서 감소한 것을 확인할 수 있다. 이를 통해 AI 메이커 코딩 교육은 학생들의 CT 사고력을 향상하는 데 효과가 있음을 확인할 수 있다(p<0.05).

CT 구성요소 별로 분석해 보면 추상화, 알고리즘, 데이터 처리 영역은 p-value 값이 0.05보다 작게 나와 교육의 효과를 확인할 수 있었으나, 문제 분해, 자동화 영역에 대해서는 p-value가 각각 0.053, 0.058로 조사되어 교육의 효과가 없는 것을 확인하였다. 이는 본 연구에 참여한 학생들이 SW 경험이 적은 것을 고려하여 비교

적 단순한 일상생활의 문제 사례를 제공하였기 때문에 판단된다. 수업에서 제시한 과제는 조명 조절 장치나 불륨 조절기, AI 차단봉 등 문제 상황이 복잡하지 않고 코딩이 간단한 문제이기 때문에 학생들이 문제해결 과정에서 문제 분해, 자동화 영역의 사고 활동이 상대적으로 적어지게 되었다. 이와는 반대로 문제해결에 필요한 필수요소를 찾는 과정(추상화), 문제를 해결하기 위한 순서를 구상하는 과정(알고리즘), 메이킹 과정에 필요한 센서 데이터의 수집과 표현(데이터 처리) 과정은 매 차시 문제해결 과정에서 반복 수행이 가능한 영역이므로 문제 분해, 자동화 영역과는 다르게 활발한 사고 활동을 할 수 있다.

종합 점수의 p-value 값이 0.015로 추정되어 AI 메이커 코딩 교육이 학생들의 CT 향상에 긍정적인 효과가 있음을 확인하였으나, 특정 CT 구성요소 영역에서는 효과성을 확인하지 못하였다.

#### 4.4. AI 메이커 코딩 교육 중 학생 면담 결과

##### 4.4.1 사전 면담

사전 면담은 4학년과 6학년을 두 그룹으로 나누어 진행하였고, 면담 후 사전 CT 검사도 함께 진행하였다. 면담과 CT 검사 과정을 통해 참여 학생들의 배경지식 여부를 파악하고 사전 CT 검사에 참여하는 태도를 관찰하였다.

4학년 그룹은 모든 학생이 SW관련 교육을 받은 경험이 없다고 응답하였다. 그러나 배경지식 여부와는 상관없이 사전 CT 검사 문항에 대해 보이는 반응은 학생 간 많은 차이를 보였다. 학생 B, C의 경우 문제 대다수를 이해하지 못해 포기하거나 답안 중 아무거나 고르는 모습을 보였으나, 학생 A, D, E는 문제를 올바르게 접근하는 모습을 보였다. 특히 5번 문항에서 주어진 정보를 이해하고 찾은 규칙을 제시된 보기에 적용하는 과정에서 ‘문제분해’, ‘데이터 처리’, ‘알고리즘’의 CT 영역과 관련된 사고 활동을 원활히 하는 모습을 관찰할 수 있었다. 이는 사전 CT 검사 결과에서 알고리즘과 관련된 CT 점수가 다른 두 학생에 비해 상대적으로 높게 측정된 것과 연관이 있다고 판단된다. 또한 면담 과정에서도 학생 A, D, E는 다른 두 명의 학생보다 앞으로의 학습

에 대한 열의와 흥미를 나타내기도 하였다.

6학년 그룹의 면담 결과 모든 6학년 학생이 실과교과에 편성된 17차시의 SW교육에 참여한 것을 확인하였다. 학생들은 SW에 대한 기초적인 지식과 간단한 블록코딩의 경험을 했으나, 그 외의 다른 SW학습 경험은 없었다. 사전 CT 검사에 참여하는 6학년 학생들은 4학년에 비해 상대적으로 자신 있는 모습을 보여주었는데 이는 문제들이 순차, 반복 구조를 활용하거나 순서도를 완성하는 문제 등 실과교과 수업을 통해 경험해 본 형태를 가지고 있었기 때문으로 판단된다. 단, 학생 F는 다른 6학년 학생과 비교하였을 때 문항을 해결하는 시간이 2배 이상 소요되었는데, 이는 문제해결에 필요한 핵심 정보를 찾지 못하는 데서 생긴 문제였다. 학생 F의 사전 CT 검사 결과 중 ‘추상화’ 영역의 점수가 타 학생들보다 낮은 것과 연관이 있다고 판단된다.

##### 4.4.2 블록코딩과 입·출력 장치

첫 번째 수업에서 학생들은 코블 교구에 있는 입·출력 장치를 스크래치의 코딩 블록과 연관 지어 작동시켜 보는 활동을 통해 기본적인 블록코딩의 개념을 학습하였다. 이 과정에서 학생 A, G는 코블의 장치들이 실생활에서 찾아볼 수 있는 피지컬 컴퓨팅 장치와 동일한 원리로 작동되는 것을 쉽게 이해하고 실제 사례를 발표하기도 하였다.

6학년 학생 H는 간단한 블록코딩을 통해 내부 LED를 켜거나 USB 선풍기 등을 작동시키기도 하였는데 정규 교육과정에서 배운 배경지식을 통해 수월하게 코블 교구에 적용하는 모습을 보여주었다. 수업에 참여한 모든 학생은 간단한 코딩이지만 그 결과를 물리적인 결과로 확인하는 과정에서 즐거움을 느끼고 능동적인 학습 태도를 보여주었다.

각도 모터가 작동하는 모습은 우리 아파트 입구나 학교 정문에 있는 자동차 차단봉하고 똑같이 움직여요.

-학생 A의 면담자료 중-

코블 스크래치랑 예전 수업 때 배운 내용이 비슷해서 앞으로 배울 내용도 쉽게 해낼 수 있을 것 같아요. 선풍기가 처음 돌아가기 시작할 때는 깜짝 놀랐어요.

-학생 H의 면담자료 중-



#### 4.4.3. 멜로디 연주하기와 무드등 만들기

제시된 두 가지의 문제 상황에 대해 4학년 학생들은 해결방안을 쉽게 제시하지 못하였다. 특히 무드등 만들기 활동은 기본적인 조건문을 활용하여 조명의 변화를 구현하는 것이 목표였는데, 학생 B, C는 앞서 만든 멜로디 연주하기 장치에 사용한 순차구조를 무드등에도 동일하게 적용하는 모습을 보였다. 나머지 4학년 학생들도 조건문과 조명의 변화를 구조적으로 묶어서 코딩을 완성하는 것에 어려움을 겪었는데 이는 실제 무드등을 떠올리며 문제를 ‘추상화’하는 데에는 성공하였지만 이를 ‘알고리즘’ 사고 과정을 통해 절차로 구성하는 것까지 이어지지 못한 것과 블록코딩의 경험이 적은 것이 원인으로 생각되었다. 동일한 문제 상황에서 6학년 학생 J는 하나의 외부LED의 색 변화를 조건문을 이용해 코딩하는 것에 성공한 후, 3개의 외부LED를 모두 연결하여 다양한 조명의 변화를 구현하였다. 이 학생은 하나의 무드등을 만드는 데 성공한 이후, 나머지 두 가지 조명에 동일한 알고리즘을 적용하는 과정에서 ‘자동화’ 영역의 CT를 활용한 것으로 판단된다.

조명 하나의 색을 내 마음대로 바꾸는 데 성공하고 나니, 나머지 2가지를 더 연결해서 멋진 조명을 만들 수 있을 거라는 생각이 들었어요. 조명이 하나일 때랑 세 개일 때의 코딩은 큰 차이가 없어 쉬웠어요.

-학생 J의 면담자료 중-

#### 4.4.4. 볼륨조절기와 AI 차단기 만들기

AI 차단기와 볼륨조절기를 만드는 과정에서 학생들은 적외선 센서와 가변저항을 통해 입력받은 데이터들이 상황에 따라 변화하는 숫자들임을 확인하고, 이를 문제해결에 활용할 수 있도록 센서 값을 분석하는 과정을 수행하였다. AI 차단기 만들기 활동에서 학생 E, H, J는 차단기가 작동하기에 적합한 거리를 찾기 위해 센서의 값을 먼저 관찰하고 적절한 값을 찾아 코딩을 완성하는 모습을 보였다. 반대로 나머지 학생들은 먼저 AI 차단기의 형태를 먼저 제작한 후 센서 앞에 사물을 직접 움직여보는 시행착오를 거쳐 적절한 센서 값을 찾는 모습을 보였다. 메이킹 과정에 차이는 있었지만, 수업에 참

여한 모든 학생은 주어진 데이터를 활용하기 위한 과정에서 ‘데이터 처리’, ‘알고리즘’ 영역의 사고능력을 활용하는 데 능숙했음을 알 수 있다.

또한 지난 수업에서 조건문을 활용하는 데 어려움을 겪었던 4학년 학생들이 본 차시에서는 비교적 코딩을 빠르게 완성하는 모습을 보였다. 이는 그동안 블록코딩의 경험이 축적된 것과 다른 학생을 모방하는 과정에서 조건문의 구조를 이해하기 시작했기 때문으로 판단된다.

시간은 좀 걸렸지만 결국은 차단기가 잘 작동하는 센서 숫자를 찾아낸 낼 수 있었어요. 먼저 성공한 친구들이 힌트를 주기는 했지만, 결국 스스로 찾아낸 숫자로 AI 차단기를 완성한 것이 뿌듯해요.

-학생 I의 면담자료 중-

#### 4.4.5. AI 조명과 스마트폰 밝기 조절 장치 만들기

4번째 수업에서 학생들은 주변의 밝기에 따라 조명을 켜고 끄는 장치를 고안하기 위해, 외부의 밝기와 조명의 상태라는 두 가지 조건을 상정하고 각각의 조건 상황에 따라 발생하는 4가지 상황을 교사와 함께 살펴보았다.

학생들이 장시간 AI 조명의 작동 조건에 대해 의논하고 난 후에야 학생 A, J가 “주변이 어둡다. 그리고 조명이 꺼져 있다.”를 만족하는 조건이면 조명을 켜기, “주변이 밝다. 그리고 조명이 켜져 있다.”를 만족하는 조건이면 조명을 꺼야 함을 이해하고 이를 반영한 코딩을 완성할 수 있었다. 이번 수업은 AI 조명 장치를 제작하고 코딩을 하는 시간대 소요된 시간보다 조건을 만족하는 상황을 이해하고 그에 따른 알고리즘을 구성하는 것에 더 오랜 시간이 소요되었으며 이 과정에서 학생들은 ‘추상화’, ‘데이터 처리’, ‘알고리즘’ 영역의 사고능력을 활발하게 사용하였다는 것을 면담 과정에서 확인하였다.

조건이 하나일 때 보다 두 개일 때가 훨씬 어려운 것 같아요. 코딩을 완성하고 조명이 잘 작동하는 모습을 관찰하고 나니 내가 만든 조건문이 어떻게 작동하는지 더 잘 이해하게 되었던 것 같아요.

-학생 B의 면담자료 중-

#### 4.4.6. 사후 면담

AI 메이커 코딩 교육을 마치고, 4학년과 6학년을 두 그룹으로 나누어 사후 면담과 CT 검사를 진행하였다. 수업 난이도 관련 질문에서 4학년은 학생 E를 제외하고 전반적인 수업의 난이도가 어려웠다고 말했는데, 그 이유에 대해서 학생 B, C는 SW에 대한 배경지식이 없는 상태에서 처음으로 블록코딩을 해봤기 때문이라고 답하였고, 학생 A, D는 조건문의 활용이 어려워서라고 답하였다. 6학년 면담에서는 모든 학생이 수업의 난이도가 적절하다고 응답하여 본 수업이 SW교육에 배경지식이 있는 고학년 학생에게 적합한 난이도임을 확인할 수 있었다. AI 메이커 코딩 수업에 참여한 후 CT 향상에 도움이 되었는가에 대하여 질문한 것에서는 모든 참여 학생이 그렇다고 응답하였다. 그 이유로 “정보다 문제를 이해하기 쉬워졌다.”, “문제를 해결하기 위한 코딩을 더 빠르게 완성하였다.”, “순서에 따라 문제를 해결할 수 있게 되었다.” 등의 의견을 말했는데 이를 통해 학생들 스스로 AI 메이커 코딩 교육을 통해 자신의 CT가 향상되었다고 생각하고 있음을 알 수 있었다.

4학년 학생들은 사전 CT 검사 때와는 달리 모든 문제의 정보들을 체계적으로 분석하는 모습을 보여주었으며, 사전 CT 검사에서 문제를 거의 해결하지 못한 학생 B, C도 사후 검사에서는 문제를 이해하고 스스로 단서를 찾아 해결하려는 모습이 보였다. 6학년 학생들도 사전 CT 검사에서 풀지 못했던 문제에 대해 자신만의 해결책을 구성하여 문제를 해결하는 모습을 보였으며 모든 CT 영역에 대해 향상된 점수를 기록하였다.

### 5. 결론

본 연구에서는 AI 메이커 코딩 교육의 효과를 알아보기 위해 학생들의 교육 전·후에 CT 검사를 시행하고 CT의 향상 정도를 분석하였다.

학생들의 CT 향상 정도를 측정하기 위해서 이재호, 장준형(2020)이 개발한 ‘생활 속 문제해결 중심의 컴퓨팅 사고력 검사 도구’를 활용하였으며 검사 결과를 바탕으로 Wilcoxon 부호-순위 검정(Wilcoxon's signed-ranks test)을 실시하여 교육의 효과를 확인하였다.

검사 결과 모든 CT 구성요소에서 고른 평균 점수의

향상을 확인하였으며, 학생 간 표준편차는 감소하였고, 종합 점수의 p-value는 0.015로 측정되어 AI 메이커 코딩 교육이 학생들의 CT 향상에 유의미한 효과를 주었다는 것을 확인하였다. 그러나 문제 분해나 자동화 구성 요소에 대해 연관성이 없는 것으로 확인되었는데, 이는 수업 중 제시된 문제 상황이 단순하고 구현하기 쉬워 비교적 문제 분해 및 자동화와 관련된 사고 연습이 상대적으로 적은 것에 원인이 있다고 판단하였다.

교육 중 시행한 면담을 통해서 학생들의 문제 상황을 해결하는 과정에서 5가지 CT 구성요소와 관련된 사고 활동이 활발하게 일어나고 있음을 확인하였다. 차시별로 제시된 문제들은 특히 ‘추상화’, ‘데이터 처리’와 ‘알고리즘’ 영역과 관련된 사고 활동의 기회를 다수 제공하였고 이는 학생들의 사후 CT 검사 결과에서도 동일한 구성요소의 점수가 향상된 것으로 확인할 수 있었다. 수업의 난이도는 4학년보다는 SW에 대한 배경지식이 있었던 6학년에게 적합한 난이도였으며 모든 학생이 수업을 마친 후 자신의 CT가 향상되었다고 응답하여 수업 중 경험한 다양한 경험과 사고 과정들이 학생들의 CT 향상에 긍정적인 영향을 미쳤음을 확인하였다.

본 연구는 다음과 같은 한계점을 가진다. 첫째, 연구 과정에서 수집된 CT 검사 결과의 데이터의 수가 적어 교육 활동의 효과에 대한 유의미한 결과를 얻기 위해서는 동일한 수업내용과 방식을 적용한 추가적인 연구 활동이 필요하다. 둘째, IMME 수업 모형을 적용하여 수업을 진행하였으나, 학생들의 수준에 맞춘 문제 상황을 제시하다 보니 모든 CT의 영역을 고루 반영한 수업 구성이 되지 못하였다. 이를 피하기 위해서는 학생들이 메이킹 과정을 거치며 ‘추상화’, ‘알고리즘’, ‘문제 분해’, ‘자동화’, ‘데이터 처리’ 영역에 대한 사고 과정을 고루 경험할 수 있도록 지도하는 것이 필요하다. 셋째, 단일집단 사전·사후검사설계(One-Group Pretest-Posttest Design)를 기반으로 계획한 연구는 다양한 외부 요소들이 연구 대상에게 영향을 줄 수 있는 연구 방법이기 때문에 모집단의 숫자가 적은 경우 인과관계를 구체적으로 추론하기에는 한계가 있으므로 추가적인 연구를 통해 이를 보완해야 할 것이다.

## 참고문헌

- [1] Association of related Ministries(2019). National Strategy for Artificial Intelligence.
- [2] Association of related Ministries(2020). Plan to Spread AI·SW Education for the Whole Nation.
- [3] Han, S.K., Ryu, M.Y.(2018). Software Education for Computational Thinking. Saengneung.
- [4] Jang, J.H.(2020). *Development of a Testing Tool for Computational Thinking based on problem-solving in Lifestyle*. Ph.D dissertation, Gyeongin National University of Education.
- [5] Kang, M.J.(2018). *Development of checklist for development and operation of maker education program*. MA dissertation, Kyung Hee University.
- [6] Kim, K.S., Koo, D.H., Kim, S.B., Kim, S.H., Kim, Y.S., Kim, J.M., Kim, J.H., Kim, C.S., Kim, C., Kim, H.I., Kim, H.C., Park, N.J., Park, J.H., Park, P.W., Seo, I.S., Seo, J.Y., Sung, Y.H., Song, T.O., Lee, Y.J., Lee, J.H., Lee, J.S., Lee, H.A., Lee, H.O., Jun, S.J., Jeon, Y.J., Jeong, Y.S., Jeong, I.K., Choi, S.K., Choi, J.W., Han, S.G.(2020). Development a Standard Curriculum Model of Next-generation Software Education. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 24(4), 337-367.
- [7] Kim, Y.I.(2018). Exploring the Applicability of Maker Education Theory to Practical Arts Education at Elementary School. *The Journal of Practical Arts Education Research*, 24(2), 39-57.
- [8] Kwon, Y.S., Byun, S.Y., Cho, Y.I., Kim, K.J., Kim, M.W.,(2018). Future Education with AI. KERIS Issue Report.
- [9] Lee, J.H., Ha, H.J.(2016). Verification of the Effectiveness of Teaching-Learning Model for Maker Education based on SW Coding. *The Korean Society for Creative Information Culture*, 2(2), 49-61.
- [10] Lee, J.H., Jang, J.H.(2017). Development of Maker Education Program based on Software Coding for the Science Gifted. *Journal of Gifted/Talented Education*, 27(3), 331-348.
- [11] Lee, J.H., Jang, J.H.(2017). Study of Software Coding-based Making Competencies. *Journal of Creative Information Culture*, 3(2), 81-92.
- [12] Lee, J.H., Jang, J.H.(2020). An Analysis of Research Trends in Computing Thinking Using Text Mining Technique. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 24(2), 139-146.
- [13] Lee, J.S., Jeon, S.W., Kwon, J.E.(2019). The Current State and Activating Strategies of Korea's Maker Movement : Focusing on the Effect of Maker Community Participation. *Journal of Digital Convergence*, 17(9), 349-359.
- [14] Lee, S.O.(2021). *Some Devices on Future Education According to the 4th Industrial Revolution*. Ph.D dissertation, Gyeongsang National University.
- [15] Ministry of Education(2015). Software education operating guide.
- [16] Ministry of Science and ICT, National Artificial Intelligence Strategy.
- [17] Park, S.B.(2017). *A study on the association between improvement of software design ability and computational thinking*. Ph.D dissertation, Sungkyunkwan University.
- [18] Shin, S.K.(2019). Designing the Instructional Framework and Cognitive Learning Environment for Artificial Intelligence Education through Computational Thinking. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 23(1), 639-653.
- [19] Sung, T.J., Si, G.J.(2010). Research methodology. Hakjisa.
- [20] Oxford Insights(2019). Government Artificial Intelligence Readiness Index. Retrieved from <https://www.oxfordinsights.com/ai-readiness2019>, (visited Aug. 2021).
- [21] Peppler, K., Halverson, E., & Kafai, Y. B. (Eds.). (2016). *Makeology: Makers As Learners* (Vol.2). NY: Routledge.
- [22] Wing, J. M.(2006). Computational Thinking. *Communication of the ACM*, 49(3), 33-35.

저자소개



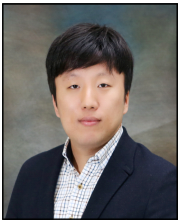
이 재 호

1989~1996 한국정자통신연구원  
(ETRI) 선임연구원  
1996~현재 경인교육대학교  
컴퓨터교육과 교수  
2004~2007 원격교육연수지원센터  
센터장  
2018~현재 아태영재학회 한국대표  
2020~현재 (사)한국영재학회 회장  
2020~현재 (사)한국정보교육학회 회장  
관심분야 : 정보과학영재교육, 융합영  
재교육, SW교육, AI(융합)교육  
e-mail: jhlee@ginue.ac.kr



이 승 훈

2010년 2월 : 춘천교육대학교  
(초등교육학 학사)  
2016년 8월 : 서울교육대학교 교육  
대학원(초등컴퓨터교육 석사)  
2017년 3월 ~ 현재 : 장명초등학교장  
일분교장 교사  
관심분야 : 인공지능, 컴퓨터교육,  
SW교육  
e-mail: seunghoonman@nate.com



김 대 현

2008 경인교육대학교 컴퓨터교육과  
(학사)  
2017~현재 화랑초등학교 교사  
관심분야: 소프트웨어 교육, 인공  
지능 교육, 스마트교육  
e-mail: hainrad@naver.com