

한국의 고등학교 AI기초 교육과정이 르완다 고등학생의 컴퓨팅 사고력 기반 자기효능감에 미치는 사례 연구 및 분석

Case study and analysis of the impact of Korea's high school AI basic curriculum on Rwandan high school students' computational thinking skills based self-efficacy

이준형[†] · 송기상^{†*}

Junhyeong Lee[†] · Ki-Sang Song^{†*}

요약

본 연구에서는, 한국의 2022 AI기초 교육과정을 르완다 코딩 아카데미(Rwanda Coding Academy, RCA)에 재학 중인 고등학생에게 적용해 미치는 컴퓨팅 사고력 기반 자기효능감을 사례 연구 및 분석하였다. 이를 통해 한국의 AI기초 교육과정을 적용한 수업을 교육하였을 때, 컴퓨팅 사고력 기반 자기효능감이 해외의 학생들에게도 영향이 있는지 그 효과성을 확인해보고자 하였다. 나아가 국제적인 AI교육 및 측정을 위한 기초연구로써도 활용되고자 한다. 이 연구는 30명의 단일 집단을 대상으로 8차시의 AI기초 교육과정을 교육하였다. 이후 사전·사후 설문을 통해, 컴퓨팅 사고력 기반 자기효능감 측정 문항을 이용하여, 대응표본 t검정을 진행하였다. 그 결과 컴퓨팅 사고력의 8개 요소 중에서 '자료 분석', '자동화', '시뮬레이션' 요소를 제외하고 나머지 5개 요소에 대해서 통계적 유의성이 차이가 있는 것으로 나타났다. 종합적으로 컴퓨팅 사고력 기반 자기효능감은 t검정에서 유의미한 차이를 보였고, 한국의 AI기초 교육과정이 RCA 고등학생의 컴퓨팅 사고력 자기효능감에 긍정적인 관점을 제시하였다는 것을 확인하였다.

주제어: 컴퓨터 교육, 컴퓨팅 사고력, AI 기초 교육, AI

ABSTRACT

In this study, we conducted a case study and analyzed self-efficacy based on computational thinking skills by applying Korea's 2022 AI Basic Curriculum to high school students attending Rwanda Coding Academy (RCA). Through this, we wanted to check the effectiveness of self-efficacy based on computational thinking ability on overseas students when teaching classes applying Korea's AI basic curriculum. Furthermore, it is intended to be used as basic research for international AI education and measurement. This study taught an 8-session AI basics curriculum to a single group of 30 people. Afterwards, through pre- and post-surveys, a paired-samples t-test was conducted using self-efficacy measurement questions based on computational thinking skills. As a result, among the eight elements of computational thinking, excluding the 'data analysis', 'automation', and 'simulation' elements, there was a difference in statistical significance for the remaining five elements. Overall, self-efficacy based on computational thinking showed a significant difference in the t-test, and it was confirmed that Korea's AI basic curriculum presented a positive perspective on RCA high school students' self-efficacy in computational thinking.

Keywords: Computer education, computational thinking skills, AI basic education, AI education

[†]정 회 원: 한국교원대학교 대학원 컴퓨터교육학과 박사수료

^{†*}중신회원: 한국교원대학교 사범대학 컴퓨터교육과 교수(교신저자)

1. 서론

4차 산업혁명의 시대가 열리고, 그 중에서도 인공지능은 빠르게 우리의 삶을 변화시키고 있다. 이러한 기술의 변화는 컴퓨터 교육 분야에도 많은 영향을 미쳤다. 과거의 컴퓨터 교육이 정보 취득을 위해 정보 기기의 운용을 주로 가르쳤다면, 현재의 컴퓨터 교육은 정보 기기의 활용에만 머무르는 것이 아니라, 학생들에게 지식을 생산하고 새로운 것을 만들어 내는 수준까지 요구하고 있다.

이러한 변화에 발맞추어 미래 사회를 이끌어갈 인재 양성을 위해, 각 나라들은 컴퓨터 원리를 기반으로 한 문제 해결 능력인 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking)의 중요성을 다시금 제기하고 있다[1].

컴퓨팅 사고력은 정보를 기반으로 한 문제 해결능력 뿐만 아니라, 논리적 사고력, 융합적 사고력 등으로 연구자들은 보고 있다. 요약하자면, 컴퓨터의 기본적인 개념과 원리를 기반으로 문제를 효율적으로 해결할 수 있는 사고 능력과 절차라고 한다[2].

현재 미국이나 영국, 이스라엘, 유럽 등 해외 여러 나라는 컴퓨팅 사고력의 중요성을 인식하고 컴퓨팅 사고력을 교육과정에 도입하기 위해 다양한 노력을 기울이고 있다.

미국은 새로운 국가 수준의 과학교육과정 표준을 연구하여, 과학적 개념과 원리 중심의 학습에 개념과 원리를 활용한 모델을 구현하는 공학적 실천으로 교육의 방향을 확장하고 있다. 이러한 변화 과정에서 컴퓨팅 사고력과 공학적인 실천에 관한 내용을 교육과정에 포함하고 있다. 즉, 현재의 정보교육의 지향점은 창의적 사고 능력과 컴퓨팅 사고력의 역량 개발에 있다고 할 수 있다[3].

우리나라도 이러한 세계 교육의 변화 흐름에 발맞춰 미래 사회에서 요구되는 컴퓨팅 사고력을 가진 인재를 양성하기 위해 2015 개정 교육과정을 통하여 초·중·고등학교에 SW 교육을 도입하였다.

또한 2020년 이후 인공지능(Artificial Intelligence, AI)이 중요해짐에 따라, 국가 차원의 ‘AI 교육 계획’을 통하여 AI 교육의 중요성을 강조하였으며, 현재 SW 교육은 컴퓨팅 사고력 향상과 더불어, AI 교육을 추가하여 AI 교육을 통해 컴퓨팅 사고력 향상에 주목하고 있다[4].

이에 본 연구는, 르완다 코딩 아카데미(Rwanda Coding Academy, RCA)의 고등학생을 대상으로 한국의 AI기초 교육을 RCA 고등학생에게 적용해 컴퓨팅 사고

력 기반의 자기효능감에 변화가 있는지 사례 연구와 분석을 진행하고자 한다. 이를 통해 한국의 AI기초 교육이 해외의 고등학생에게 컴퓨팅 사고력에서 어떤 효과를 나타내는지 사례 연구를 중심으로 분석해보고자 하였다. 이 연구를 통해 한국의 AI 기초교육과정의 컴퓨팅 사고력 효과성을 확인하고, 기초적인 ICT 교육을 받지 못한 국가나 문화가 다른 학습자에게도 효과성이 있는지 확인하고자 하였다.

연구 문제는 다음과 같다. 한국의 고등학교 AI기초 교육 과정이 RCA 고등학생의 학습자에게 컴퓨팅 사고력 기반 자기효능감에 유의미하게 변화가 있는가?

2. 이론적 배경

2.1 컴퓨팅 사고력의 정의

컴퓨팅 사고력의 필요성을 제창한 J.Wing(2008)은 컴퓨팅 사고력이 3R(읽기, 쓰기, 셈하기)과 더불어 모든 학습자가 갖추어야 할 기본 능력이며, 추상화(Abstraction)와 자동화(Automation)를 통한 문제 해결 능력이라고 하였다. 컴퓨팅 사고력이 문제 해결 과정에서 추상화 과정을 통해 문제의 핵심 요소를 추출하고 모델링하여 컴퓨팅 기기를 통해 해법을 자동화하는 능력을 의미한다고 하였다. 또한 단순히 컴퓨터 과학 및 프로그래밍에 대한 지식을 가지고 있다거나, 프로그램을 제작하는 기술적인 능력을 가지고 있는 것이 컴퓨팅 사고력 뿐만 아니라, 문제의 인식과 분석, 자료 수집과 분석, 문제 해결책 마련을 위하여 다양한 사고를 진행하고, 그 과정에서 컴퓨팅 사고력을 활용하고 그 해결책을 컴퓨터 과학으로 구현하는 방법 전반을 컴퓨팅 사고력이라고 제시하고 있다[1].

컴퓨팅 사고력에 대한 정의는 학자나 기관마다 조금씩 다르며 이를 미국의 CSTA(Computer Science Teachers Association)에서 정리한 내용은 정리하면 <표 1>과 같다[15].

Table 1. Detailed components of computational thinking[15]

Component	Context
Collecting data	The process of gathering appropriate data related to the problem to be solved
Data analysis	Understand data, find patterns, and draw conclusions

Data expression	Organize data with graphs, charts, text, pictures, etc.
Decompose the problem	Break down the problem into smaller solvable problems
Abstract	Identify the key elements necessary to solve problems and simplify complexity
Algorithms and Procedures	A series of steps taken to solve a problem or achieve a goal
Automation	Presents a solution in a form that a computing system can perform
Simulation	It is the result of automation, and the results are understood by running the model created to solve the problem.
Parallelization	Organize resources to perform tasks simultaneously to achieve goals

CSTA에서는 컴퓨팅 사고력은 컴퓨터를 이용하여 문제를 해결하기 위한 기법으로 정의하고, 조작적 정의 요소를 제시하였다. 컴퓨팅 사고력은 문제 해결을 돕기 위한 것이며 특징에 따라 컴퓨터 논리에 따라 문제를 체계화하고 단순화하여 논리적으로 조직화와 분석하는 활동이 포함된다. 문제에서 불필요한 요소를 제거해 가는 것을 단순화라고 하며, 컴퓨터 논리를 통한 추상화와 시뮬레이션으로 문제 해결의 과정을 유추하기도 한다. 즉 논리적인 과정과 알고리즘적 사고를 통해 문제를 해결해 나가는 것이다. 이러한 문제 해결 과정은 컴퓨터 뿐만 아니라 다양한 여러 다른 문제에서도 적용이 가능하며, 넓은 범위로 확대 및 전이 또한 가능하다.

컴퓨팅 사고력은 그동안 정보나 컴퓨터관련 교과목에서 컴퓨터의 기능을 익히고 그 능숙도의 향상을 목표하던 것과는 달리, 일상의 문제를 컴퓨터를 이용하여 해결하는 것으로 그 내용과 범위가 확대되었다[5].

2.2 AI 기초 교육의 구성

AI는 인간의 지능과 달리 기계로부터 만들어진 지능을 말한다[6]. 좀 더 구체적으로 말하자면 외부의 시각이나 청각적 정보, 즉 외부의 정보들을 전산 데이터화한 뒤, 이를 처리하여 목표 달성을 위해 가장 합리적이고 이상적인 접근 방안을 제시하는 알고리즘(Algorithm)이다[7].

현대의 AI는 대표적으로 머신러닝으로 불리는 알고리즘들에 의해 동작하는데, 입력 데이터를 바탕으로 예측 모델을 구축하는 프로그램 또는 시스템이라 볼 수 있

다. 즉, 데이터를 통해 유의미한 패턴과 통계적인 함수를 발견하여 해당 데이터를 분류 및 판단하는 컴퓨터 알고리즘이라고 볼 수 있다.

이러한 AI의 중요성이 급부상함에 따라 국내에서도 AI 교육을 위해 교육과정이 제시되었다. 한국의 AI기초 교육은 디지털 시대에 컴퓨팅 사고력, 소프트웨어, 데이터, AI역량 등을 모두 포함하여 그 역량과 능력을 기를 수 있도록 설계된 한국의 교육과정이다.

고등학교 단계에서는 AISW 교육과정의 확충을 목표로 설정하였다. ‘전 국민 AISW교육확산 방안’에서는 AISW교육이 학생들에게 4차 산업 혁명 시대에서 요구하는 필수역량을 길러줄 수 있음을 역설하였다.

이러한 한국의 AI기초 교육과정은, 교육부에서 제시한 2022 개정 AI기초 내용을 참고하여 교과서를 정리하였다. 그 내용은 <표 2>와 같다.

Table 2. Basic Artificial Intelligence learning Area in Korea[8]

Unit	Area	Details
1	Understanding Artificial Intelligence	Concept of artificial intelligence
2	Principles and uses of artificial intelligence	Principle operation of artificial intelligence
3	Data and machine learning	Data for Artificial Intelligence
4	Impact of Artificial Intelligence	The impact of artificial intelligence
5	Information society and ethics	Artificial Intelligence and Ethics

또한, 미국의 CSTA는 <표 3>과 같이 AI 교육을 위한 5가지 영역을 제시하였다.

Table 3. CSTA’s 5 big ideas for AI[16]

Area	Contents
Perception	<ul style="list-style-type: none"> • Understand the difference between human senses vs computer sensors • Types of Recognition: Use of Sensory Materials such as Visual and Speech Recognition • How Recognition Works: Focusing on algorithms • Intelligent vs Unintelligent Machine Differences and Features
Representation & Reasoning	<ul style="list-style-type: none"> • Type of Representation • Types of inference algorithms • Inference algorithms and operating principles • Limits of general inference algorithms

Learning	<ul style="list-style-type: none"> • The concept of Machine Learning • Types of Learning Algorithms • Foundation of Artificial Neural Networks • Types of Artificial Neural Networks • Limits of Machine Learning
Natural Interaction	<ul style="list-style-type: none"> • Understanding natural language • The application of natural interactions • Human-robot interaction • Limits of natural interaction of artificial intelligence
Social Impact	<ul style="list-style-type: none"> • Effect of healthcare, education, and government • Humans need to make numerous technical and ethical decisions when creating AI. • AI systems that make decisions about people need ethical standards

5. Neural Networks	<ul style="list-style-type: none"> • Explain what neural networks are and where they are being used • Understand the technical methods that support neural networks
6. Implications	<ul style="list-style-type: none"> • Understand the difficulties of future prediction and evaluate claims on AI. • Recognize key social effects of AI including algorithmic bias, AI generated content, privacy and jobs

핀란드의 헬싱키 대학에서는 지난 2018년 ‘AI의 요소’를 정립하였다. 그 내용으로는 AI의 개념, AI 문제 해결, 실세계 AI, 머신러닝, 신경망, 사회적 영향의 6개로 구성되었다. 대상은 나이에 상관없이 모든 연령대의 시민을 대상으로 하고 있다. 헬싱키 대학에서 정립한 ‘AI의 요소’는 유럽 전반에 AI 교육을 제공하는 것으로 그 목표를 잡고 있다. 그 내용은 다음 <표 4>와 같다.

Table 4. University of Helsinki’s Elements of AI[17]

Unit	Contents
1. What is AI?	<ul style="list-style-type: none"> • Explain the Key concepts, Autonomy and Additivity for AI • Distinguish realistic AI from unrealistic AI. • Explain basic philosophical problems related to AI
2. AI problems solving	<ul style="list-style-type: none"> • Solve with search algorithms with real world problems • Solve the simple games with a game tree • Understand the mini/max principle to find optimal movements in a limited-size game tree
3. Real world AI	<ul style="list-style-type: none"> • Explain the probability in terms of intrinsic frequency • Apply Bayesian rules to infer simple scenario risks • Apply Bayesian inference to explain basic interest rate errors and how to avoid them
4. Machine Learning	<ul style="list-style-type: none"> • Explain why machine learning technology is used. • Distinguish supervised learning and unsupervised learning • Explain the principles of three models of supervised learning: K-Nearest Neighbor(KNN), Linear Regression, and Logistic Regression

각 나라들의 AI 교육 방침에 대해 정리하자면 다음과 같다. 미국의 CSTA에서 제시하는 AI 교육은 컴퓨터 과학 교육 프레임워크 내에서, 학생들이 AI를 이해하고 활용하는 것에 중점을 두고 있다. AI를 통해 실제 문제를 해결하고 창의적인 프로젝트 수행에 중점을 두고 있다. 핀란드의 헬싱키 대학의 ‘AI 요소’는 AI를 이용해 AI를 통해 문제를 해결하고, 실제적인 경험을 통해 그 능력을 키우는데 있다. 또한 AI 윤리와 책임성 또한 제시하고 있다. 한국의 AI 교육은 개념의 이해부터 시작하여 실습 또는 프로젝트를 통해 응용 능력을 강화하는데 중점을 두고 있다. 데이터 분석과 머신러닝까지 다루며 AI의 실제적 이해를 다루고 있다.

2.3 AI 기초 교육의 교육 콘텐츠와 컴퓨팅 사고력

국내에서는 ‘정보’ 교과에 대해 초등학교 17시간 이상, 중학교 34시간 이상, 고등학교에서는 선택과목으로 지정하여 운영하고 있다. 따라서 최소 20차시의 시수를 확보하여야 하나, RCA의 현지 사정상 8차시 이상 수업 시수 확보가 어려워 8차시의 수업으로 압축하여 진행하였다.

앞에서 살펴본 대로 국내의 AI기초 교육과정, CSTA 컴퓨팅 사고력, 핀란드 헬싱키 대학의 ‘AI 요소’ 내용을 세부적으로 분석하여 AI의 개념, 지식 표현 및 추론, 머신러닝, 인공지능망을 주제로 AI교육 과정이 진행됨을 알 수 있었다.

수업의 내용은 박지민(2021)의 연구를 참고하여 플립러닝을 활용한 문제 기반 학습과 프로젝트 기반 학습으로 교수·차시안을 준비하였다. 플립 러닝(Flipped Learning)이란 학습자에게 수업 전에 수업과 관련한 자료를 주고 사전지식과 정보 탐색, 그리고 협력을 통해 주제에 관한 자료를 생성·발전시켜 산출물을 만들게 하는 교수방법이다[10].

위 내용을 토대로 하여 한국의 AI기초 교육 교과서를 참고하여 <표 5>와 같이 8차시의 수업으로 내용을 구성하였다.

Table 5. Composition of AI education content based on Korea's AI basic education curriculum

Unit	Training Areas and Courses	Details
1	Understanding Artificial Intelligence	What is artificial intelligence? - Artificial intelligence basics
2	Principles and applications of artificial intelligence (Problem based learning)	What is Coding? - Coding basics - Computational thinking skills basics - Principles of artificial intelligence
3	Data and machine learning	AI Creation Practice Fundamentals - ML4K
4		AI production practice application - Python
5	Deep learning (Project based learning)	AI project configuration
6		AI data collection
7		AI program creation
8		AI team project evaluation and presentation

1차시는 플립러닝을 기반으로 AI 기초 교육과정 중 ‘AI의 이해’ 단원으로 구성하였다. AI의 원리를 인간의 인식, 탐색, 추론, 학습에 대조하여 AI의 원리와 개념을 제시하였다. 교수자는 학습자에게 AI에 대한 기초적인 설명을 진행하고, 학습자들이 AI대한 정의와 내용을 파악하도록 학습지를 제시한다. 이후 제출한 학습지에 대해 서로의 토론하고, 수정하는 시간을 갖는다.

2차시는 AI의 원리와 활용에 관한 내용으로, 교육용 프로그래밍 언어(Educational Programming Language, EPL)를 사용해 코딩의 기초를 학습한다.

문제 중심 학습(Problem based learning)이란 실제적 문제에 대해 해결하기 위하여 접근해가는 방법이다. 해결해야 하는 문제를 제시하고, 학습자들을 이를 해결하기 위한 코딩 과정에서 스스로 코딩의 원리와 구성 동작을 익히게 된다[11].

Activity Problem-solve



Figure 1. Problem-Solve worksheet for AI basic education

3~4차시의 수업은 AI기초와 머신러닝, 알고리즘교육을 진행한다. 교수자는 AI기초 활용과 AI 알고리즘의 원리에 대해 영상이나 자료를 제시한다. 학습자는 학습지 또는 게임을 통해 기초적인 인공지능 알고리즘 체험을 진행한다. 이후 진행될 프로젝트 기반 학습을 염두에 두어, 학습자들이 프로젝트를 구현하기 위해선 어떠한 알고리즘이 있는지 탐색하고 선별할 수 있도록 세부 내용을 지도하였다.

5차시~8차시 수업은 프로젝트 기반 학습(Project Based Learning)으로 딥러닝에 대한 이해를 진행한다. 프로젝트 기반 학습이란 구체적이고 장기적인 과제를 제시하여, 학습자 스스로 계획을 세우고 실천을 통해 유기적이고 적극적으로 지식을 구성해나가는 학습 방법이다[12].

학습자에게 제작해야하는 프로젝트를 제시하고, 학습자들은 그룹 단위로 문제를 해결하기 위한 방법을 강구하게 된다. 이러한 과정에서 학습자는 AI에 대한 학습을 진행하게 된다.

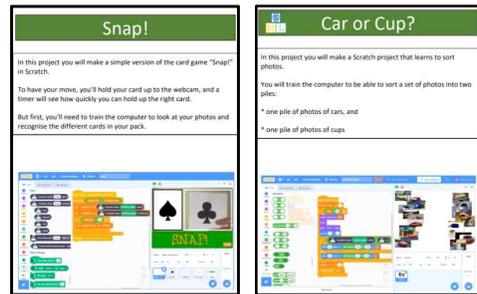


Figure 2. Project Based Learning worksheet in ML4K



Figure 3. Flipped learning and Project Based Learning activities

위와 같이 AI기초 교육을 설계하고, AI교육과 컴퓨팅 사고력 측정을 연관지어서 그 효과성을 확인해보고자 한 연구들이 있다.

살펴보자면, 유수진(2022)의 연구에서는 대학에 AI 교양교육을 진행하였다. 이 교양교육이 컴퓨팅 사고력 향상에 유의한지 확인하였고, 평균 0.415점 상승한 것으로 나타났으며, 컴퓨팅 사고력에 유의미한 변화가 있음을 확인 할 수 있었다. 이를 통해 인공지능 역량과 컴퓨팅사고력과의 관계를 분석하였다[13].

박지민의(2021)의 연구에서는 프로젝트 기반 인공지능 교육이 인공지능 윤리의식과 창의적 문제 해결력에 미치는 영향과 연관성을 연구하였다. 이를 통해 인공지능 교육이 창의성 영역에 유의한 영향이 있음을 확인하였다[10].

이와 같은 선행 연구들은 AI기초 교육이 컴퓨팅 사고력에 유의한 영향을 미치는지 확인해보고자 하였다.

2.4 르완다 코딩 아카데미(RCA)의 특성

르완다는 아프리카 중부에 위치한 산악 국가이다. 2022년 현재 개발도상국으로 빠르게 성장하고 있으며, 국가 인재양성 정책의 일환으로 코딩 교육을 집중적으로 하는 고등학교인 RCA가 개설되었다. 한국의 마이스터 고등학교를 벤치마킹하여 SW개발자를 양성하기 위한 고등학교로 볼 수 있다.

일반적인 르완다의 고등학교는 3년간 운영되며, 영어, 프랑스어, 수학, 과학, 사회과학 등을 배운다. 다만 현지에는 학교와 교사의 수가 부족하여 원활한 교육 활동이 이루어지기 어렵다. 뿐만 아니라 인프라와 교보재 등의 부족으로 수업의 진행에 어려움을 겪고 있다. 또한 학생들은 생계 등의 이유로 인해 학교에 진학하지 않는 경우도 있다.

이러한 학생들 중에 RCA의 학생들은 중학생 대상 국가 시험에서 수학, 물리학, 영어에서 높은 점수를 받은 학생들 중, 상위 성적의 60명을 대상으로 선정한다. 이들은 전액 장학금을 받으며 3년간의 학업을 마치면 IT 업체에 취업한다.

RCA의 교육 과목은 사이버 보안 소프트웨어 프로그래밍 및 임베디드 프로그래밍 등 '기술 및 직업 교육'과 '일반 교육'이 포함된다.

다만 현장의 기기와 설비들은 미흡한 점이 많이 있다. SW교육에 필요한 교실, 실습실 등이 마련되어있지 않으며, SW학습에 필요한 컴퓨터, 음향 설비, 네트워크 환경이 부족한 상황이다.

학생들은 앱, AI, 자동 제어와 같이 최신 기술 주제와 더불어 실질적인 문제의 해결 방법을 배우고 싶어 하나, 르완다의 전문 인력 부족으로 교육 요구를 충족시

키는 못하고 있다. 때문에 IT종사자 중 교사로 선정하여 SW개발에 필요한 컴퓨터 언어, 기초코딩 교육 등을 실시하고 있다. 현재 교육은 SW 기초를 배우는 과정이지만 폭넓은 SW학습을 할 수 있도록 다양한 SW·AI교육이 필요한 실정이다.

3. 연구 방법

3.1 검사도구

본 연구에서는 김미영(2018)의 연구에서 개발된 문제 해결 능력 기반 컴퓨팅 사고력 측정 도구(Problem Solving based Computational Thinking Questionnaire, PSB-CTQ)를 5점 리커트 척도로 이용하였다. 이 연구에서는 기존의 컴퓨팅 사고력 측정 도구를 학습자와 학습 현장에 맞게 개선하여, 실질적인 학습자의 문제 해결 능력 기반 컴퓨팅 사고력 측정 도구라는 점에 의의가 있다. 이 검사 도구는 타당성 검토를 위해 탐색적 요인분석과 상관관계를 분석하여 최종문항을 선별하였다[14]. 문항의 내용은 컴퓨팅 사고력의 요소인 자료 수집, 자료 분석, 자료 표현, 문제 분해, 추상화, 알고리즘, 자동화, 시뮬레이션의 영역으로 나뉘어 있다. 세부 문항 내용은 <표 6>과 같다. 이를 기반으로 AI기초 교육을 받기 전후에 동일한 검사 도구를 제시하여, 컴퓨팅 사고력을 측정하였다.

Table 6. Problem solving based measurement(PSB-CTQ) questions

Area	Question	Contents
Collecting Data	Collecting1	Know what data you need to solve problems
	Collecting2	I can explain what information (data) is needed to solve a problem.
	Collecting3	The information contained in the problem can be classified.
	Collecting4	I can decide how to search and find relevant data to solve your problem.
Data Analysis	Analysis1	I can determine whether the searched data is useful.
	Analysis2	Features can be found in the searched data (data, images, text, etc.).
	Analysis3	Searched data can be classified according to characteristics.
Data Expression	Expression1	Data related to the problem can be presented in an easy-to-understand manner through text or pictures.
	Expression2	Data related to the problem can be easily tabulated.
	Expression3	Data related to the problem can be expressed in an easy-to-understand equation.

	Expression4	Able to understand problems and express them in new ways.
Decompose the Problem	Decompose 1	I can find the conditions you need to solve your problem.
	Decompose 2	Problems can be broken down into smaller units that can be solved.
	Decompose 3	I can find repetitive parts in the problem.
Abstract	Abstract1	By removing unnecessary parts from the problem, you can express the essence of solving the problem.
	Abstract2	I can identify and represent how your data is organized.
	Abstract3	I can simplify problems, find connections, and express them.
Algorithms and Procedures	Algorithms1	I can set up a series of action steps to solve a problem.
	Algorithms2	I can use rules (arithmetic, relations, operators, mathematics) to solve problems.
	Algorithms3	I can construct commands that store data and take actions to achieve the results you need.
	Algorithms4	Use known solutions or algorithms as appropriate.
Automation	Auto1	Know and use programming languages.
	Auto2	I can program and create programs.
Simulation	Simulation1	I can check and correct program errors.
	Simulation2	I can run the program and get the desired results.

3.2 연구 대상

본 연구는 아프리카 르완다의 나비후 지방에 위치한 RCA 고등학교 2~3학년생을 대상으로 실시하였다. 응답에 성실하지 않거나, 사전·사후 모두 응답하지 않은 학생은 제외하였다. 최종 표본 응답자는 총 남학생 16명, 여학생 14명으로 총 30명이다. 2학년은 18명, 3학년은 12명이 표본이 수집되었다. RCA의 학생들은 중학교 시절에 ICT 교육을 받은 경험이 없으며, 고등학교에 진학하고 ICT 교육과 기기를 접하게 된다. 따라서 본 연구 대상인 RCA의 고2~3학년들은 지난 1~2년간 IT 기능 교육을 받아 온 것으로 확인할 수 있었다. 학생들은 기초적인 코딩 능력을 보유하고 있으나, 이는 한국과 마찬가지로 개인 흥미도에 따라, IT기능 역량과 IT흥미도의 차이가 컸다. 연구 대상자의 특징은 <표 7>와 같다.

Table 7. Characteristics of study subjects

Variable	Division		Number
Basic human matters	sex	man	16
		female	14
	grade	2nd	18
		3rd	12

3.3 연구 설계

본 연구의 실험설계는 <표 7>과 같이 실험집단을 대상으로 한국의 AI기초 교육과정을 교수하였다. 위 교육을 각각 2학년 A·B반, 3학년 A·B반에 동일한 내용을 8차시 진행하였다. 교육 전 김미영(2018)의 PSB-CTQ 측정 도구로 사전 측정을 실시하였다. 교육 후 동일한 측정 도구로 사후 측정을 실시하였다. 이를 토대로 수집한 표본으로 단일 집단 사전·사후 대응표본 t-검정을 실시하였다. 연구절차는 <표 8>와 같다.

Table 8. Research Procedures

Group	O1-> X1 -> O2
O1: Pre-test, O2: Post-test	
X1: Korea's artificial intelligence basic education course	

4. 연구 결과 및 논의

연구 결과전체 문항 25개에 대한 신뢰도 Cronbach α 은 0.939으로 나타났다. 세부 컴퓨팅 사고력 요소에 대한 사전·사후 t-검정은 95%의 유의 수준에서 대응 표본으로 활용하였다. 그 결과는 <표 9>와 같다.

Table 9. Pre-Post test results for each computational thinking factor

(n = 30)					
Area	contents	M	SD	t	p
Collecting data	Pre	3.93	0.747	-2.544	.012*
	Post	4.20	0.657		
Data analysis	Pre	4.17	0.811	-1.011	.313
	Post	4.29	0.811		
Data expression	Pre	3.66	0.957	-3.872	.000*
	Post	4.10	0.803		
Decompose the problem	Pre	3.88	0.832	-3.212	.002*
	Post	4.26	0.743		

Abstract	Pre	3.54	0.876	-4.174	.000*
	Post	4.08	0.838		
Algorithms and Procedures	Pre	3.69	0.955	-4.776	.000*
	Post	4.18	0.803		
Automation	Pre	4.38	0.640	-0.849	.398
	Post	4.48	0.651		
Simulation	Pre	4.42	0.671	-0.282	.778
	Post	4.45	0.622		
All	Pre	3.91	0.897	-7.693	.000*
	Post	4.23	0.763		

*p<0.05

RCA대상 컴퓨팅 사고력 검사에서 사전-사후 검사 결과, 자료 수집(p=.012, <.05), 자료 표현(p=.000, <.05), 문제 분석(p=.002, <.05), 추상화(p=.000, <.05), 알고리즘과 절차(p=.000, <.05)에 대하여 유의한 향상이 나타났다.

그러나 자료 분석(p=.313, <.05), 자동화(p=.398, <.05), 시뮬레이션(p=.778, <.05)으로 유의한 변화를 볼 수 없었다. 한국의 AI기초 교육 과정은 PSB-CTQ에서 5가지 하위 요소에 유의한 영향이 있음을 확인하였다.

컴퓨팅 사고력 요소 전체를 표본으로 하여 t-검정을 하였을 경우, 총점 평균 3.91에서 4.28로 평균 0.37증가 하였으며 유의확률이 p=.000(p<.005)로 통계적으로 유의하였음을 볼 수 있었다.

본 연구에서 한국의 AI기초 교육 과정을 RCA고등학생에게 적용하여 컴퓨팅 사고력을 측정하였다. 이에 ‘자료 분석’, ‘자동화’, ‘시뮬레이션’ 요소를 제외하고 유의미한 차이가 나타남을 확인하였다.

앞서 사전 연구들과 비교해보면, 많은 연구들에게서 기존의 컴퓨팅 사고력 요소들이 대부분 유의하게 변화하였음을 볼 수 있었지만, 본 연구에서는 위 세 요소에 대해서는 유의한 영향을 확인 할 수 없었다.

그 이유로서 본 연구에서는 AI기초 교육이 짧은 시간으로 인해 자료 분석을 제외하고, AI기능과 구현에만 집중함으로써 상대적으로 학습자들에게 컴퓨팅 사고력의 개념에 대해 따로 학습되지 못하고 자동화와 시뮬레이션에 대해 충분한 학습이 되지 않은 점이 이로 나타난 것으로 사료된다.

김성원(2020)의 연구에서도 동일하게 프로그래밍과 인공지능에 관한 관심이 높을수록 컴퓨팅 사고력이 높았음을 제시하였다[18].

서성채(2021)의 연구에서는 인공지능 교육을 받은

예비 교원이 컴퓨팅 사고력을 향상시키고 있음을 제시하였다[19]. 그러나 위 연구에서도 ‘자료 분석’에 대해서는, 본 연구와 동일하게 유의성을 보이지 않았다. 이는 현재의 AI 교육이 컴퓨팅사고력에서 요구하는 ‘자료 분석’과 적합하지 않음을 예상해 볼 수 있겠다. 이는 AI의 머신러닝 기능과 구현에 수업이 치중되어있고, 컴퓨팅사고력의 주요 개념인 자동화와 추상화에 대해서는 교육에 중점을 두지 않았기에 이러한 결과가 나온 것으로 추측해 볼 수 있겠다.

본 연구는 다음과 같은 한계점과 후속 연구를 제안한다. 첫째, 연구 표본이 적고 단일 집단을 대상으로 하였기 때문에 직접적인 컴퓨팅 사고력 자기효능감 향상에 기여했다고 보기는 어렵다. 둘째, 컴퓨팅 사고력의 하위영역별로 심층적인 후속 연구가 요구된다. 해당 연구는 단일 집단의 상위 컴퓨팅 사고력 개념을 수집했기 때문에, 각 하위 영역별로 심층적인 데이터 수집과 분석을 통해 각 영역별 상호 영향력에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다. 셋째, 르완다 뿐만 아니라 다양한 국적의 고등학생을 대상으로 하여 신뢰성 있는 여러 표본의 수집이 필요하다. 추후 연구에서는 이러한 점을 보완하여, 정량적인 분석뿐 아니라 학생의 학습 과정과 면담 등의 질적인 분석도 함께 진행하여 연구의 신뢰성을 높일 필요가 있다.

이번 연구는 세계적으로 AI교육의 흐름이 넓어지는 가운데, 한국의 AI기초 교육을 해외의 고등학생에 적용해 보았다는 점에 의의가 있다. 이를 통해 한국의 AI기초 교육과정이 국가나 문화의 차이와는 다르게 유효함을 보일 수 있음을 확인하였다. 이는 추후 국가단위의 AI리터러시 평가나 AI활용능력 평가에 대해 기초자료로써 활용해 볼 수 있겠다. 한국의 AI교육과 AI능력 평가가 국제적인 영향력을 가질 수 있도록 기대해 본다.

참고문헌

- [1] Wing, J. (2008). Computational Thinking and Thinking About Computing. *Philosophical Transactions of the Royal Society*, 366(1881), 3717-3725.
DOI: 10.1098/rsta.2008.0118
- [2] Moon, G. (2013). On the Direction of the Application of the Concepts of Computational Thinking for Elementary Education. *JOURNAL OF THE KOREA CONTENTS ASSOCIATION*, 13(6), 518-526.
DOI: 10.5392/JKCA.2013.13.06.518
- [3] Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: Review of the State of the field. *Educational Researcher*, 42(1). DOI: 10.3102/0013189X12463051
- [4] Shin, S.(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.
DOI: 10.14352/jkaie.2019.23.6.639
- [5] Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community. *ACM Inroads*, 2(1), 48-54.
DOI: 10.1145/1929887.1929905
- [6] S. J. Russell, P. Norvig(2016). *Artificial Intelligence: A Modern Approach*, Prentice Hall Publisher, Newyork.
- [7] Luckin, R., & Holmes, W. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*.
- [8] Lee, Y., et al. (2021). *High School AI Basic. CMASS*
- [9] Park, J. & Hye, Y. (2021). Effects of the Project-based AI Education Program on AI Ethical Consciousness and Creative Problem-Solving Skills using Flipped Learning. *Curriculum pedagogy research*, 23(5), 359-368
DOI: 10.24231/rcri.2021.25.5.359
- [9] Wood, D. F. (2003). Problem based learning. *Bmj*, 326(7384), 328-330. DOI: 10.1136/bmj.326.7384.328.
- [10] Yarbro, J., McKnight, P., Arfstrom, K. M., Director, P. D. E., & Network, F. L. (2014). *Flipped learning*.
- [11] Wood, D. (2003). Problem based learning. *Bmj*, 326(7384), 328-330.
- [12] Krajcik, J. S., & Blumenfeld, P. C. (2006). *Project-based learning* (pp. 317-34). na.
- [13] Yoo, S.(2022). Analysis of the relationship between AI competency and Computational Thinking of AI liberal arts class students. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 23(5), 15-26.
DOI: 10.32431/kace.2022.25.5.002
- [14] Kim, M. (2018). Korean Secondary Students Computational Thinking Based on Problem Solving.

Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction. 18(16), pp. 807-830.

DOI: 10.22251/jlcci.2018.18.16.807

- [15] Seehorn, D., Carey, S., Fuschetto, B., Lee, I., Moix, D., O'Grady-Cunniff, D., ... & Verno, A. (2011). *CSTA K-12 Computer Science Standards: Revised 2011*. ACM.
- [16] AI4K12 (2021). *Five Big Ideas in AI*. Retrieved from: <https://ai4k12.org/resources/big-ideas-poster/>
- [17] University of Helsinki (2018). *Elements of AI*. Retrieved from: <https://www.elementsofai.com/>
- [18] Kim, S. (2020). Computational Thinking of Middle School Students in Korea. *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, 23(5), 229-241.
DOI: 10.9708/jksci.2020.25.05.229
- [19] Se, S. (2021). Analysis of Understanding of Prospective Teachers' Computational Thinking on Artificial Intelligence Education. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 23(1), 123-134.
DOI: 10.14352/jkaie.2021.25.1.123



이 준 형

2013년 순천대학교 컴퓨터교육학과 (학사)
2018년 순천대학교 컴퓨터교육전공 (석사)
2023년 한국교원대학교 컴퓨터교육전공 (박사수료)

관심분야: 컴퓨터 교육, AI 교육, AI, 컴퓨터 과학
E-Mail: jhlee77@knu.ac.kr



송 기 상

1983년 아주대학교 학사
1985년 한국과학기술원 석사
1994년 U. of Washington, Ph. D.
1995~현재 한국교원대학교 교수
2007~현재 UNESCO, KOICA ICT in Education 국제컨설턴트
2021~ KOICA 캄보디아 중학교 ICT 역량강화 사업 PM

관심분야: 에듀테크, 인공지능 기반 학습체제, ICT 기반 교육을 통한 국제교육협력
E-Mail: kssong@knu.ac.kr, kssong1k4@gmail.com