

The Effects of Artificial Intelligence Convergence Education using Machine Learning Platform on STEAM Literacy and Learning Flow

Seol-Ah Min*, In-Seong Jeon**, Ki-Sang Song**

*Teacher, Won-pyeong Elementary School, Chung-buk, Korea

**Student, Dept. of Computer Education, Korea National University of Education, Chung-buk, Korea

**Professor, Dept. of Computer Education, Korea National University of Education, Chung-buk, Korea

[Abstract]

In this paper, the effect of artificial intelligence convergence education program that provides STEAM education using machine learning platform on elementary school students' STEAM literacy and learning flow was analyzed. A homogeneous group of 44 elementary school 6th graders was divided into an experimental group and a control group. The control group received 10 lessons of general subject convergence class, and the experimental group received 10 lessons of STEAM-based artificial intelligence convergence education using Machine learning for Kids. To develop the artificial intelligence convergence education program, the goals, achievement standards, and content elements of the 2015 revised curriculum to select subjects and class contents is analyzed. As a result of the STEAM literacy test and the learning flow test, there was a significant difference between the experimental group and the control group. In particular, it can be confirmed that the coding environment in which the artificial intelligence function is expanded has a positive effect on learners' learning flow and STEAM literacy. Among the sub-elements of convergence talent literacy, significant differences were found in the areas of personal competence such as convergence and creativity. Among the sub-elements of learning flow, significant differences were found in the areas such as harmony of challenge and ability, clear goals, focus on tasks, and self-purposed experiences. If further expanded research is conducted in the future, it will be a basic research for more effective education for the future.

▶ **Key words:** Machine Learning, Artificial Intelligence education, AI Convergence Education, STEAM Literacy, Learning Flow

-
- First Author: Seol-Ah Min, Corresponding Author: Ki-Sang Song
 - *Seol-Ah Min (seolah1002@naver.com), Won-pyeong Elementary School
 - **In-Seong Jeon (jinsung4069@knue.ac.kr), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education
 - **Ki-Sang Song (kssong@knue.ac.kr), Dept. of Computer Education, Korea National University of Education
 - Received: 2021. 09. 23, Revised: 2021. 10. 12, Accepted: 2021. 10. 13.

[요 약]

본 논문에서는 머신러닝 플랫폼을 활용하여 STEAM 교육을 하는 인공지능 융합교육 프로그램이 초등학생의 융합인재소양과 학습몰입에 미치는 영향에 대해 분석하였다. 동질집단인 초등학교 6학년 44명을 실험집단과 통제집단으로 나누고 통제집단에는 일반 교과 융합 수업 10차시를, 실험집단에는 머신러닝 포 키즈(Machine learning for Kids)를 활용한 STEAM 기반 인공지능 융합 수업 10차시를 적용하였다. 인공지능 융합교육 프로그램은 2015 개정 교육과정의 목표, 성취기준 및 내용 요소를 분석하여 융합교육 프로그램 설계를 위한 교과목 및 수업 내용을 선정하였고, 소프트웨어 수업 모델, 다양한 교수·학습 전략 등을 활용한 교수·학습 과정안 및 학습지를 개발하였다. 융합인재소양 검사와 학습몰입 검사 결과, 실험집단과 통제집단 간에 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 특히 인공지능 기능을 확장시킨 코딩 환경이 학습자들의 몰입과 융합인재소양에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인할 수 있었다. 융합인재소양의 하위 요소 중 융합, 창의 영역과 같은 개인적인 역량을 발휘하는 부분에서 유의미한 차이가 나타났으며, 학습몰입의 하위 요소 중 도전과 능력의 조화, 명확한 목표, 과제에 대한 집중, 자기 목적적 경험 영역에서 유의미한 차이가 나타났다. 추후 더욱 확장된 연구가 이루어진다면, 미래를 대비하는 더욱 효과적인 교육을 위한 기초 연구가 될 수 있을 것이다.

▶ **주제어:** 머신러닝, 인공지능교육, 인공지능 융합교육, 융합인재소양, 학습몰입

I . Introduction

4차 산업혁명에서는 생산과 공정이 더욱 지능화되고 컴퓨터화 되는 것을 기본으로 한다[1]. 이와 같은 지능화, 자동화, 또는 컴퓨터화 되기 위하여서는 센서 기술부터 산업 공학이나 컴퓨터과학 및 소프트웨어 기술들과 같은 광범위한 학제 간 협업을 필요로 한다. 다양한 학제간 융합교육에서 컴퓨터과학과 소프트웨어 기술은 핵심적인 역할을 담당하는 기본적인 기술로 자리매김하고 있다[2]. 정보통신 기술이 고도화되고 머신러닝과 딥러닝 기반의 인공지능 기술이 급격하게 발전함에 따라 4차 산업혁명을 대비하는 학교 교육에서도 변화의 요구가 커지고 있다. 이에 따라, 교육부와 전국 17개 시도교육청에서는 인공지능 융합교육의 필요성을 강조하고 있고 그 중요한 교육 방법으로 인공지능기반 주제 중심 융합 프로젝트 운영 등을 초·중등 학습자들에게 실시하는 것을 강조하고 있다[3].

인공지능 융합교육은 크게 ‘교육내용’으로서의 인공지능을 가르치는 것과 ‘교수학습 지원 기술’로서의 인공지능을 활용하는 방법으로 나뉜다[4]. 학교 교육에서의 인공지능 융합교육은 이 모두를 포함하지만, 인공지능 기술이 적용된 교수학습 지원 기술은 학교 교육에 빠르게 적용되고 있지는 못하다.

이에 비하여 학교 교육에서 강조되는 SW 교육에서는 컴퓨팅 사고력(Computational Thinking) 중심의 코딩 교육과 인공지능 기능을 확장한 코딩이 활용되는 ‘인공지능융합’ 교육을 통하여 학습자들에게 시스템이나 소프트

웨어를 개발하는 경험을 제공할 수 있게 한다[5][6][7]. 특히 융합인재 양성을 목표로 하는 초·중등학교에서의 STEAM 교육에는 코딩을 통하여 산출물을 만드는 SW 융합교육 시도들이 빈번하다. SW 융합교육은 컴퓨팅 사고력과 함께 융합적 소양을 길러줄 수 있기 때문에 코딩을 경험한 학습자 모두가 전문적인 개발자가 되는 것은 아니지만[8][9], 이러한 경험은 학습자들이 단순히 정보나 컴퓨팅 시스템의 소비자가 아니라 생산자가 되는 경험을 제공하게 한다[10].

특히 새로운 기술에 노출이 상대적으로 적을 수 있는 초·중학생들이 인간의 지능을 모사한 인공지능 기술을 자신의 문제 해결에 적용할 수 있게 된다면 학습에의 흥미나 인식의 변화를 가져올 수 있고[11] 더불어 문제해결력의 신장도 기대할 수 있을 것이다. 이는 STEAM 교육의 목표에 속하는 ‘생활과 관련된 실제적인 문제를 해결하는 능력’을 신장함에 있어서 자주 컴퓨터의 하드웨어나 소프트웨어가 활용하는 경험의 바탕에 코딩 교육이 포함되기 때문이다.

다양한 인공지능 융합교육의 내용과 방법에 대한 논의가 있지만, 학생들이 소프트웨어 교육과 연계하여 인공지능을 활용한 코딩을 경험하게 하는 것이 현재까지는 일반적인 교육 방법의 주를 이루고 있다. 즉, STEAM 교육의 설계와 구현과정에서 인공지능 기능을 활용한다면 STEAM 교육의 목표인 융합인재소양의 향상을 기대할 수 있고, 학습몰입의 개선도 가능할 것을 예측할 수 있다. 이에 본 연구에

서는 인공지능 기능이 확장된 플랫폼을 이용하는 교과 융합 STEAM 교육이 초등학생들의 융합인재소양과 학습몰입에 미치는 영향을 실험을 통하여 검증하였다.

II. Theoretical Background

1. Features of STEAM education

창의·융합형 인재를 양성하기 위하여 미국 등은 STEM 교육을 강조하고 있고, 한국은 융합인재교육(STEAM)을 통하여 학생들이 과학기술 분야에 흥미를 갖고 장차 이공계 진학과 과학기술 분야의 역량 강화를 추진하고 있다. 백운수(2011)는 국내 교육환경에 적합한 STEAM 교육을 통해 과학기술과 관련된 다양한 분야의 융합적 지식, 과정, 본성에 대한 흥미와 이해를 높이고 창의적이며 종합적으로 문제를 해결할 수 있는 융합적 소양(STEAM Literacy)을 갖춘 인재를 양성할 수 있다고 보았다[12].

일반적으로 STEAM 교육은 창의적 설계, 감성적 체험, 내용의 융합 및 통합의 세 가지로 구성된다[13]고 하는데, 송기상 등(2015)은 기존 STEAM 수업 모형인 ‘문제 상황 제시’, ‘창의적 설계’, ‘감성적 체험’의 3단계 수업 모형에 컴퓨팅 사고력(CT)의 중점 수업 요소인 ‘자료 수집 및 분석’, ‘제작 및 시뮬레이션’이라는 2단계를 추가하여 확장한 CT-STEAM 교육 방법을 (Fig 1)과 같이 제시하였다 [14]. 이러한 학습모형을 통하여 학습자들이 컴퓨터를 활용하여 소프트웨어를 개발하고 시뮬레이션하게 함으로써 박현주 등(2012)이 제시한 산출물과 코딩교육이 연결되게 하였고 그 결과 학생의 과학에 대한 호기심과 흥미, 과학 학습에 대한 진로 선택 의지나 과제 실행 의지에서 유의한 효과가 있는 것으로 나타났다[13].

특히, 어린 학습자들에게서 STEAM 교육의 참여를 유도하기 위해서는 호기심(curiosity), 경이(驚異: wonder) 및 놀이(play)로서의 재미를 주는 것이 필요하다는 것이 지적되고 있다[15]. 인공지능이나 로봇과 같은 기술과 통합된 STEAM 교육은 학습자들이 창의적으로 생각하게 하며, 호기심과 경이와 학습의 즐거움을 지닌 열린 마음으로 문제를 해결하고자 하는 능력을 개발할 수 있다[16]. 따라서 기존의 코딩 환경에서 인공지능 기능이 확장된 블록 프로그래밍 하에서 학습자들의 호기심과 경이, 그리고 즐거움을 줄 수 있는 교육 방법은 학습자들의 창의 융합 능력을 더욱 신장시킬 수 있을 것으로 예상된다.

2. Coding education in AI convergence education

초등학생들에게 인공지능을 소개하는 장점으로는 학습자들에게 코딩 경험을 제공함으로써 오늘날의 컴퓨팅 사고력 함양의 기회를 제공할 수 있기 때문이다[17]. 문제 해결력과 컴퓨팅 사고력에 기반한 알고리즘적 사고의 습득 및 논리적 사고력의 증진은 비록 이들이 성장한 뒤에 프로그래머가 되지 않더라도 다양한 분야에서 컴퓨터를 활용하여 문제를 해결하는 능력을 줄 수 있다. 또한, 데이터를 활용하여 머신러닝 모델을 만들고 이를 활용하여 코딩을 하는 과정을 통하여 빅데이터의 중요성 및 데이터 기반 인공지능 기술의 유용성을 이해하게 도울 수 있다.

교육부는 2020년도 업무계획을 통해 미래 변화를 선도할 첨단 분야 및 인공지능 인재를 양성하기 위해 초·중·고 인공지능 교육 기반 조성에 관한 내용을 <Table 1>과 같이 제시하고 있다[18].

Table 1. Elementary, middle, and high-level content standards

Area	Elementary	Middle&High school
Basic direction	Play and experience centered	Application in real life through understanding concepts centered
Main Content	<ul style="list-style-type: none"> Understanding and experiencing AI concepts and principles Finding problems through sympathy and analysis of social phenomena Creative problem solving using data and statistics Social influence (including ethics) 	

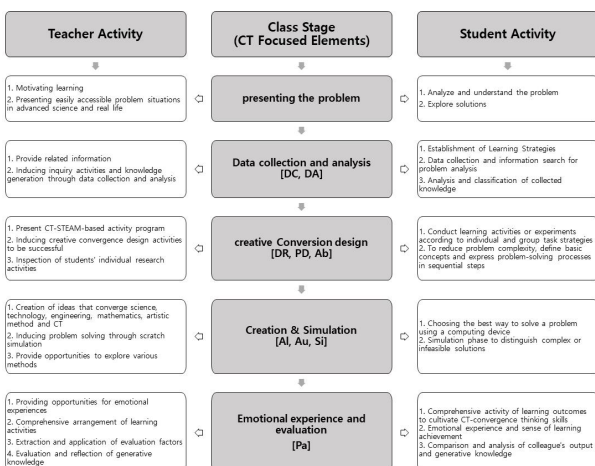


Fig. 1. CT-STEAM Teaching & Learning Model[14]

인공지능 융합교육은 인공지능과 두 가지 이상의 학문 또는 산업 분야가 융합되어 주어진 문제를 해결하고자 하는 교육을 의미한다[19]. Rennie(2012) 등은 교과를 융합

(통합, Integration)함에 있어서 가능한 접근 방법으로 여섯 가지를 제시하였다[20]. 첫째, 두 과목 이상의 학습 내용의 일부가 겹칠 때 서로 다른 과목에서 유사한 내용을 제시하는 동시 접근법이다. 둘째, 특정 지역이나 학습 주제와 관련하여 몇 가지 과목을 연관 짓는 주제별 접근법이다. 셋째, 한 과목 이상의 지식이나 기능을 기술 및 공학과 관련하여 과제를 완성하여 학습하는 프로젝트 기반 접근법이다. 넷째, 기능/역량/소양/가치 등을 여러 과목을 관통하여 아울러 학습하는 범교과적 접근법이다. 다섯째, 공학, 스포츠 등 특정 교과목에 집중하여 타 교과를 연관 짓는 학교 특수 영역 접근법이다. 여섯째, 학교 지역 공동체/지역 문제와 교과를 연관 짓는 지역 공동체 기반 접근법이다. 이러한 Rennie 등의 접근은 교과와 우수성이나 위계에 따라 융합교육의 유형을 서열화하는 것이 아닌 수업의 목적과 방법에 따라 유형을 구분해야 한다고 주장하였다.

초등학생들을 대상으로 하는 인공지능 융합교육에서는 주제별 접근법을 선택하여 교육내용을 설계하였다. 주제별 융합 접근은 학습 주제를 선정하면 그 주제를 배울 때 연관된 지식이 포함된 교과와의 융합이 용이하므로, 비교적 쉽게 교과 융합을 할 수 있다는 장점이 있다. 따라서 본 논문에서는 인공지능의 원리를 구현한 교육용 플랫폼 중 안정적으로 교수가 가능한 '머신러닝포키즈(Machine Learning for Kids(ML4Kids))'를 활용하였다. 여러 교과 지식 내용은 인공지능 기능을 활용하여 코딩 과정을 통하여 융합되며 궁극적으로 학습자들은 '인공지능융합' 교육 경험을 갖게 된다.

3. Research Hypothesis

<Table 1>에서 살펴본 바와 같이 초등학생들을 대상으로 하는 인공지능 융합교육의 목표는 놀이나 체험 중심

의 인공지능 개념 이해에 있다고 볼 수 있다. 그러나 앞에서 기술한 것처럼 “호기심과 경이감을 가져오는 인공지능 기능”이 포함된 플랫폼을 STEAM 교육에 적용한다면 학습자들의 학습몰입이나 융합인재소양에도 긍정적인 영향을 미칠 것이다. 따라서 본 연구에서 설정한 가설은 다음과 같다.

연구가설: 인공지능 플랫폼을 이용한 학습은 초등학생들의 학습몰입과 인공지능융합 소양 능력에 긍정적인 영향을 미칠 것이다.

III. Research Design

1. Research Target

연구 대상은 충청북도 청주시의 W 초등학교 6학년 두 학급을 선정하였다[25]. 실험집단 1학급과 통제집단 1학급은 성별 비율이 비슷하며 학생 수가 동일한 학급으로 구성하였으며 구체적인 대상은 <Table 2>와 같다. 두 집단에 속한 학생들은 5~6학년군 실과 교육과정에 포함된 소프트웨어 교육을 선행 학습하지는 않았으며 기초적인 블록형 프로그래밍 언어 사용 방법인 화면 구성, 기능의 명칭, 조작법 등은 사전에 학습한 학생들로 선정하였다.

Table 2. Research Target

Group	Grade	Class	Number of students
Experimental group	6th grade	1	22
Control group		1	22
Total		2	44

Table 3. Curriculum composition for convergence education

Subject	Contents	Content Elements for Grades 5-6	Topic
Practical Education	[6PE04-09] Experience the basic programming process using programming tools. [6PE04-10] Design a simple program that inputs data, performs processing, and outputs the result.	- Understanding of SW - Algorithmic problem solving - Programming elements and structures	1) Creating a machine learning based program that can increase turnout (creating a machine learning model based on image recognition) 2) Creating a machine learning based program that finds the relevant institution by entering the roles of the National Assembly, the government, and the court (creating a machine learning model based on text recognition)
Society	[6S005-06] Understand the functions of the National Assembly, the executive branch, and the court, and explore the effects of it on the lives of the people through various cases.	- democracy - National institutions - Citizen participation	
Korean	[6K001-05] Effectively present the contents using media materials.	- Presentation [using media]	

Table 4. Composition of curriculum for convergence classes applying machine learning(Experimental Group)

Lesson	Subject	Contents
1	Artificial Intelligence and Machine Learning	- Understanding the concepts of artificial intelligence and machine learning - Learn about the application cases of artificial intelligence and machine learning in our daily life (Papago and Google's translator, artificial intelligence assistant, Google A.I. Experiments, Teachable machine, etc.)
2	Using Machine Learning for kids (Demonstration oriented model)	- Scratch-based Machine Learning for kids basic usage learning - Making machine learning models based on image recognition - Making machine learning models based on text recognition
3	Turnout in our country	- Examining changes in the turnout rate in Korea - Discuss how to increase turnout using machine learning based on image recognition
4	Creating a program to increase turnout (Reconstruction oriented model)	- Search and select images related to 'voting' - Collecting and analyzing data - Designing machine learning programs based on image recognition that can increase turnout
5		- Program implementation and review - Create a program production report by selecting materials that can effectively convey the content to be presented
6	Report presentation	- Presenting a production report taking into account the official speaking situation
7	What the National Assembly, the government, and the court do	- Learn what the National Assembly, the government, and the courts do - Discuss how to use machine learning to help 'learning what to do in the National Assembly, the government, and the court' by using machine learning based on text recognition.
8	Create a program that finds the relevant institution by entering the roles of the National Assembly, the government, and the court(Reconstruction oriented model)	- Collecting and classifying text data related to 'work in the National Assembly, the government, and the court' - Create a program that finds the relevant institution when you enter the roles of the National Assembly, the government, and the court
9		- Program implementation and review - Create a program instruction manual by selecting appropriate materials
10	Report user manual	- Presenting the instruction manual of the program in consideration of the official speaking situation

2. Research Design

본 연구의 실험집단에는 머신러닝 플랫폼을 활용하여 코딩이 필요한 STEAM 기반 인공지능 융합 수업 10차시를 적용하였고, 통제집단에는 일반적인 교과 융합 수업 10차시를 적용하였다. 수업 처치 후 융합인재소양과 학습 몰입 검사 도구를 활용하여 사후검사를 실시하고 그 결과를 분석하였다.

실험집단의 프로그램 적용을 위해 STEAM 기반 인공지능 융합교육 프로그램을 개발하였으며 그 방향은 다음과 같다. 첫째, 초등학생의 학습 발달 수준을 고려하여 블록형 프로그래밍 기반의 인공지능 학습 도구인 머신러닝 포키즈(Machine Learning for kids)를 선정하였다. 둘째, 2015 개정 교육과정의 목표, 성취기준 및 내용 요소를 분석하여 융합교육 프로그램 설계를 위한 교과목 및 수업 내용을 선정하였다[21]. 셋째, 교과별 교육과정 분석을 바탕으로 인공지능 융합교육 프로그램을 설계한다. 넷째, 소프트웨어 수업 모델, 다양한 교수·학습 전략 등을 활용한 교수·학습 과정안 및 학습지를 개발하였다.

실험을 위하여 개발된 인공지능 융합교육 내용에는 실과, 국어, 사회 교과를 통합하도록 하였고, 교육과정 내용

을 분석하여 융합 수업 주제를 구성하였다. 본 연구에서는 핵심 주제로 사회 교과의 6학년 학습 주제인 '국회, 행정부, 법원의 기능을 이해'를 확장하여 플랫폼의 문자인식 기능을 이용하여 '국가기관의 역할을 입력하면 국회, 정부, 법원 등 해당 기관을 찾아주는 머신러닝 기반 프로그램 제작하기'를 주제로 선정하였다. 또한 이미지 인식 기능을 활용하여 '투표'의 중요성을 인식하도록 이미지 분류 기반 '투표'와 관련된 이미지 탐색 및 선정하기라는 주제의 코딩이 수업에 포함되도록 하였다. 인공지능융합교육을 위한 교과별 교육과정 분석은 <Table 3>과 같다.

실험집단에 머신러닝 플랫폼을 활용한 인공지능 융합 수업 10차시를 <Table 4>와 같이 적용하였다.

통제집단에는 국어, 사회 교과 융합 수업을 강의식 수업, 탐구 수업 등 기존의 수업 방식을 활용하여 <Table 5>와 같이 적용하였다.

3. Research Tools

3.1 STEAM Literacy

본 연구에서는 최유현 외(2013)가 초·중·고등학생용으로 개발한 융합인재소양 측정 도구를 사용하였다[22]. 이

Table 5. Composition of curriculum of fusion of Korean and social studies(Control Group)

Lesson	Subject	Contents
1	Presenting using materials	- Knowing the characteristics of various materials such as tables, photos, diagrams, and videos
2		- Preparing and organizing presentation content
3		- Presenting in consideration of the content and situation of the presentation
4	Principles of democratic politics and the role of state institutions	- Find out the meaning of national sovereignty
5		- Learn what the National Assembly, the government, and the courts do
6		- Find out why you have to share the work of the country - Find out how the principles of democratic politics are applied in everyday life
7	Writing a report	- Explore different ways to increase your turnout - Organize and write a report on how to increase turnout using appropriate data
8	Report presentation	- Presenting the report in consideration of the content and situation
9	Creating a worksheet	- Investigation of what the National Assembly, government, and courts do - Organize the work of the National Assembly, the government, and the court in an activity sheet using tables, drawings, and charts.
10	Activity Exhibition	- Display the completed activity sheet in the classroom

측정 도구는 융합과 관련된 핵심 역량인 융합 (Convergence), 창의(Creativity), 배려(Caring), 소통 (Communication)의 4C를 측정하기 위해 총 21개의 검사 문항으로 구성되어 있고 Likert 5점 척도가 적용되었다. 문항의 내적 일관성 신뢰도는 .897로 신뢰할 수 있는 수준의 검사지임을 확인하였다. 융합인재소양의 하위 요소별 문항 구성은 <Table 6>과 같다.

Table 6. Composition of questions for each sub-element of STEAM literacy

Element	Question number	Number of questions
Fusion	1, 2, 3, 4, 5	5
Creativity	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12	7
Caring	13, 14, 15, 16	4
Communication	17, 18, 19, 20, 21	5
Total		21

3.2 Learning Flow

학습몰입 검사 도구는 석임복, 강이철(2007)이 칙센트 미하이(Csikszentmihalyi)의 9가지 몰입 요인[23]인 도전과 능력의 조화, 행동과 의식의 통합, 명확한 목표, 구체적인 피드백, 과제에 대한 집중, 통제감, 자의식의 상실, 시간 감각의 왜곡, 자기 목적적 경험에 근거하여 개발한 학습몰입 측정 도구를 활용하였다[24]. 이 측정 도구는 9개 영역에 대한 총 35개의 검사 문항으로 구성되어 있으며 Likert 5점 척도가 적용되었다. 문항의 내적 일관성 신뢰도는 .803으로 신뢰할 수 있는 수준의 검사지임을 확인하였다. 학습몰입의 하위 요소별 문항 구성은 <Table 7>과 같다.

Table 7. Item composition for sub-element of Learning Flow

Element	Question number	Number of questions
challenge-skill balance	1, 2, 3, 4	4
action-awareness merging	5, 6, 7, 8, 9	5
clear goal	10, 11	2
unambiguous feedback	12, 13, 14, 15, 16	5
concentration on task at hand	17, 18, 19	3
sense of control	20, 21	2
loss of self-consciousness	22, 23, 24, 25, 26	5
transformation of time	27, 28, 29	3
autotelic experience	30, 31, 32, 33, 34, 35	6
Total		35

4. Research Method

본 연구의 결과 분석을 위해 진행된 분석 방법은 다음과 같다. 첫째, 연구 대상의 인구 사회학적 특성을 파악하기 위해 빈도분석을 실시하였다. 둘째, 인공지능 소양교육 프로그램 전, 후 인공지능 교육 관심도에 차이가 있는지 파악하기 위해 대응 표본 t 검정을 시행하고 관심단계 설문 척도 응답에 대한 상대적 지수인 백분위 점수(%)를 산출하였다. 셋째, 교육경력에 따라 인공지능 교육 관심도에 차이가 있는지 파악하기 위해 일원 배치 분산분석을 실시하였다. 넷째, 인공지능 소양교육 프로그램의 만족도 분석을 위해 빈도분석을 실시하였다. 통계분석은 IBM SPSS Statistics 23을 활용하였으며 유의수준 .05를 기준으로 통계적 유의성을 검증하였다.

IV. Results

1. STEAM Literacy

인공지능 기능을 확장시킨 블록 코딩환경에서 이루어지는 STEAM 기반 인공지능 융합교육 프로그램이 초등학생의 융합인재소양에 미치는 영향을 검증하기 위해 실험집단과 통제집단에 대한 동질성 여부를 확인하였다. 사전검사, 실험 처치 및 사후검사 후 독립표본 t검정을 이용하여 결과를 분석하였다. 두 집단의 융합인재소양 사전검사 결과는 <Table 8>과 같다. 분석 결과, 모든 영역에서 실험집단과 통제집단 간 유의수준이 .05이상인 것으로 나타났다.

Table 8. Independent sample t-test result of pre-test for STEAM Literacy

Element	Experimental Group(N=22)		Control Group(N=22)		t	p
	M	SD	M	SD		
Fusion	16.41	3.67	17.05	2.68	-.656	.338
Creativity	21.36	4.68	20.82	3.71	.429	.268
Caring	14.77	2.98	14.27	3.04	.551	.827
Communication	16.64	2.80	15.95	3.59	.702	.471
Total	69.18	11.66	68.09	11.09	.318	.752

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

두 집단의 융합인재소양에 대한 사전검사 결과가 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않으므로 두 집단이 서로 동질집단임을 확인하였다. 본 연구에서는 인공지능 기술을 반영한 블록 프로그래밍 환경이 학습자들에게 경이나 호기심을 충족시킨다는 가정하에 특히 창의 부분을 더욱 중요하게 검토하였다.

설계된 인공지능 융합교육 프로그램과 일반 교과 융합 수업이 초등학생의 융합인재소양에 유의미한 영향을 주었는지 확인하기 위해 실험집단과 통제집단에 융합인재소양 검사를 시행하였으며 독립표본 t검정을 활용하여 분석한 결과는 <Table 9>와 같다.

Table 9. Independent sample t-test result of post-test for STEAM Literacy

Element	Experimental Group(N=22)		Control Group(N=22)		t	p
	M	SD	M	SD		
Fusion	16.82	3.45	19.82	3.59	-2.826	.007**
Creativity	21.55	5.11	24.41	3.97	-2.076	.044*
Caring	14.64	3.32	15.64	2.63	-1.108	.274
Communication	17.23	3.68	17.68	3.58	-.416	.680
Total	182.09	25.13	206.36	24.23	-3.26	.002**

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

융합인재소양의 하위 요소를 분석한 결과 융합, 창의 영역에서 실험집단의 평균이 통제집단과 비교했을 때 상대적으로 높게 나타났으며 유의수준은 .05보다 낮게 나타나 통계적으로 유의미함을 확인하였다. 전체적으로 융합인재소양의 총합은 실험집단의 평균(M=206.36, SD=24.23)이 통제집단(M=182.09, SD=25.13)보다 높게 나타났으며 유의수준이 .05 미만으로 나타나 통계적으로 유의미함을 확인하였다.

Table 10. Independent sample t-test result of post-test for STEAM Literacy

Element	Experimental Group(N=22)		Control Group(N=22)		t	p
	M	SD	M	SD		
Fusion	17.05	2.68	19.82	3.59	-2.704	.013*
Creativity	20.82	3.71	24.41	3.97	-2.737	.012*
Caring	14.27	3.04	15.64	2.63	-1.667	.110
Communication	15.95	3.59	17.68	3.58	-1.469	.157
Total	180.73	32.29	206.36	24.23	-2.844	.010*

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

특히 융합과 창의 부분에서 유의미한 결과는 학습자들이 인공지능 기능이 부가된 플랫폼이 학습자들의 호기심이나 창의적 태도를 갖게 됨을 의미한다. 또한, 실험집단의 융합인재소양 사전·사후 대응표본 t검정 결과는 <Table 10>과 같다.

융합, 창의 영역에 대한 사후검사의 평균은 사전검사보다 높았으며 유의수준이 .05 미만으로 나타나 통계적으로 유의미함을 확인하였다. 마찬가지로 이는 인공지능과 같은 학생들의 호기심을 자극하는 교육환경이 긍정적인 영향을 미침을 알 수 있다. 배려, 소통 영역의 사후검사 평균은 사전검사보다 높았으나 유의수준이 .05보다 높아 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았고 이는 학습 주제를 개인적으로 해결하게 하였으므로 타당한 결과로 볼 수 있다. 또한, 융합인재소양의 총합에서는 사후검사의 평균이 사전검사의 평균보다 높았고 유의수준이 .05 미만으로 나타나 통계적으로 유의미함을 확인하였다.

2. Learning Flow

STEAM 기반 인공지능 융합교육 프로그램이 초등학생의 학습몰입에 미치는 영향을 검증하기 위해 실험집단과 통제집단에 대한 동질성 여부를 확인하였다. 사전검사, 실험 처치 및 사후검사 후 독립표본 t검정을 이용하여 결과를 분석하였다. 두 집단의 학습몰입 사전검사 결과는 <Table 11>과 같다. 분석 결과, 모든 영역에서 실험집단

과 통제집단 간 유의수준이 .05이상인 것으로 나타났다. 두 집단의 학습몰입에 대한 사전검사 결과가 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않으므로 두 집단이 서로 동질집단임을 확인하였다.

Table 11. Independent sample t-test result of pre-test for Learning Flow

Element	Experimental Group(N=22)		Control Group(N=22)		t	p
	M	SD	M	SD		
challenge-skill balance	12.36	3.35	12.55	2.67	-.199	.317
action-awareness merging	16.64	3.59	16.36	4.46	.223	.294
clear goal	7.55	1.44	7.14	1.70	.862	.471
unambiguous feedback	18.09	4.46	17.95	3.70	.110	.328
concentration on task at hand	9.41	2.34	9.86	2.27	-.653	.835
sense of control	5.82	1.79	5.68	1.96	.241	.541
loss of self-consciousness	16.50	4.33	15.91	3.66	.489	.532
transformation of time	8.95	3.24	9.32	2.95	-.389	.670
autotelic experience	17.36	4.48	17.86	3.86	-.397	.918
Total	112.68	21.95	112.64	22.24	.007	.757

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

머신러닝 플랫폼을 활용한 인공지능 융합교육 프로그램과 일반 교과 융합 수업이 초등학생의 학습몰입에 유의미한 영향을 주었는지 확인하기 위해 실험집단과 통제집단에 학습몰입 검사를 시행하였으며 독립표본 t검정을 활용하여 분석한 결과는 <Table 12>와 같다.

학습몰입의 하위 요소 분석 결과 도전과 능력의 조화, 명확한 목표, 과제에 대한 집중, 자기 목적적 경험에서는 실험집단의 평균이 통제집단보다 높게 나타났으며 유의수준이 .05 미만으로 나타나 유의미함을 확인하였다. 구체적인 피드백, 통제감, 행위와 의식의 통합, 자의식의 상실, 시간 감각의 왜곡 영역에서는 실험집단의 평균이 통제집단보다 다소 높게 나타났으나 유의수준이 .05보다 높게 나타나 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 학습몰입의 총합에서는 실험집단의 평균(M=206.36, SD=24.23)이 통제집단(M=182.09, SD=25.13)보다 높게 나타났으며 유의수준은 .05 미만으로 나타나 유의미함을 확인하였다. 실험집단의 학습몰입 사전·사후 대응표본 t검정 결과는 <Table 13>과 같다.

Table 12. Independent sample t-test result of post-test for Learning Flow

Element	Experimental Group(N=22)		Control Group(N=22)		t	p
	M	SD	M	SD		
challenge-skill balance	12.36	3.58	14.91	3.25	-2.469	.018*
action-awareness merging	16.14	3.73	19.09	3.50	-2.707	.010*
clear goal	7.23	1.90	7.77	1.48	-1.063	.294
unambiguous feedback	16.91	4	19.36	2.72	-2.381	.022*
concentration on task at hand	10.05	2.50	11.41	2.04	-1.984	.054
sense of control	6.05	1.4	6.55	1.92	-.988	.329
loss of self-consciousness	15.82	3.96	18	3.25	-1.997	.052
transformation of time	10.09	2.96	11.32	2.23	-1.553	.128
autotelic experience	17.23	4.85	20.41	4.64	-2.225	.032*
Total	182.09	25.13	206.36	24.23	-3.262	.002**

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

Table 13. Paired sample t-test result of pre-post test for Learning Flow(Experimental Group)

Element	Experimental Group(N=22)		Control Group(N=22)		t	p
	M	SD	M	SD		
challenge-skill balance	12.55	2.67	14.91	3.25	-2.623	.016*
action-awareness merging	16.36	4.46	19.09	3.50	-2.203	.039*
clear goal	7.14	1.7	7.77	1.48	-1.449	.162
unambiguous feedback	17.95	3.7	19.36	2.72	-1.722	.100
concentration on task at hand	9.86	2.27	11.41	2.04	-2.317	.031*
sense of control	5.68	1.96	6.55	1.92	-1.677	.108
loss of self-consciousness	15.91	3.66	18	3.25	-1.896	.072
transformation of time	9.32	2.95	11.32	2.23	-2.318	.031*
autotelic experience	17.86	3.86	20.41	4.64	-1.862	.077
Total	180.73	32.29	206.36	24.23	-2.844	.010**

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

학습몰입의 하위 요소 중 도전과 능력의 조화, 명확한 목표, 통제감, 시간 감각의 왜곡 영역에서는 사후검사의 평균이 사전검사보다 높게 나타났으며 유의수준은 .05 미만으로 나타나 통계적으로 유의미함을 확인하였다. 흥미로운 점은 실험집단은 '시간 감각의 왜곡'이라는 영역에

서 유의미한 결과를 보이고 있는데, 이는 그만큼 인공지능 기능이 가미된 플랫폼이 학습자들을 더 몰입하게 함을 알 수 있다. 그렇지만 과제에 대한 집중에서는 유의미한 결과를 보이지 않은 점은 STEAM 교육내용의 설계에서 더 개선이 필요함을 의미한다고 볼 수 있다.

구체적인 피드백, 과제에 대한 집중, 행위와 의식의 통합, 자의식의 상실, 자기 목적적 경험 영역에서는 사후검사의 평균이 사전검사보다 높았으나 유의수준은 .05보다 높게 나타나 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 학습몰입의 총합에서는 사후검사의 평균(M=206.36, SD=24.23)이 사전검사(M=180.73, SD=32.29)보다 향상되었으며 유의수준이 .05 미만으로 나타나 통계적으로 유의미함을 확인하였다.

V. Conclusions

본 연구에서는 초등학생들이 미래 사회를 대비하고 핵심 역량을 기르기 위해 인공지능 기능을 확장시킨 플랫폼을 이용하는 융합교육 프로그램을 설계하고 적용하여 새로운 교육 방향을 탐색하고자 하였다. 실험 및 통제집단의 비교를 통하여 다음과 같은 결론을 도출할 수 있다.

첫째, 인공지능 기능을 확장시킨 플랫폼을 이용하는 융합교육 프로그램은 융합인재소양에 긍정적임을 알 수 있다. 즉, 융합인재소양의 하위 요소 중 융합, 창의 영역과 같은 개인적인 역량을 발휘하는 부분에서는 유의미한 차이가 나타났으나, 집단 활동이 필요한 배려, 소통 영역에서는 유의미한 차이가 나타나지 않았다. 따라서 인공지능융합교육에서 관계적인 하위 요소까지 긍정적인 변화를 가져오기 위해서는 인공지능 기능뿐만 아니라 STEAM 과제 수행 방법을 더욱더 협업이 요구되는 형태로 바꿀 필요가 있다.

둘째, 인공지능 융합교육 프로그램이 학습몰입에 미치는 영향 평가에서는 학습몰입의 하위 요소 중 도전과 능력의 조화, 명확한 목표, 과제에 대한 집중, 자기 목적적 경험 영역에서 긍정적인 효과를 가져온다고 볼 수 있다. 이는 머신러닝 모델을 제작하고 코딩하는 학습 활동이 학생들에게 생소할 수 있지만, 학생들의 행동 특성과 사고 수준을 고려한 교육 도구를 선정하여 학습 내용을 구성하였기 때문에 학생들이 스스로 실행 가능한 과제라고 생각하였으며, 학생들의 흥미와 호기심을 유발하여 외부의 보상이 주어지지 않더라도 활동에 몰입한 결과인 것으로 분석된다. 특히 인공지능 플랫폼을 활용한 집단의 경우 도전과 능력의 조화, 명확한 목표, 통제감, 시간 감각의 왜곡 영역과 같은 하위 요소에서 긍정적인 효과를 보이고 있는데, 학습 환경이 제공하는 경이나 호기심을 자극할

수 있는 기능의 영향이 크을 알 수 있다.

인공지능과 같은 신기술을 수업에 활용하여 더 적극적인 학습자들의 참여를 유도하고 하는 에듀테크 도입이 요청되는 시대에 이 같은 신기술이 제공할 수 있는 학습자의 호기심과 경이감의 발현은 학습에 테크놀로지를 적용할 필요성을 정당화하는 근거로 볼 수 있다. 따라서 본 연구가 제한된 지역과 초등학교 6학년 두 학급의 44명을 대상으로 이루어진 점을 고려하여 다양한 지역의 학생을 대상으로 적용하거나, 초등학생부터 고등학생까지 다양한 학교급의 학생을 대상으로 확장된 일반화된 연구가 이루어진다면, 미래를 대비하는 더욱 효과적인 교육을 위한 기초 연구가 될 수 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] Dong-gyu. Won, and Sang-pil Lee, "Implications of Artificial Intelligence and the Fourth Industrial Revolution", *Industrial Engineering Magazine*, Vol. 23, No. 2, pp. 13-22, June 2016.
- [2] B. Grosz, et al, "Embedded EthiCS: Integrating Ethics Across CS Education", *Communications of the ACM*, Vol. 62 No. 8, pp. 54-61, August 2019, DOI: 10.1145/3330794
- [3] Ministry of Education. "Master Plan of Science Mathematics Information Convergence Education", pp. 1-33, May 2020.
- [4] Ji-hye Kim, "Current status and implications of AI convergence education in each country", *Overseas Education Trends*, Vol. 396, pp. 1-7, March 2021, <https://edpolicy.chedi.re.kr/ft/boardView.do?strCurMenuId=10091&pageIndex=1&pageCondition=10&nTbBoardArticleSeq=830279>. [accessed: October 17, 2021].
- [5] Eun-kyoung Lee, "Perspectives and Challenges of Informatics Education: Suggestions for the Informatics Curriculum Revision", *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 21, No. 2, pp. 1-10, March 2018.
- [6] Soohwan Kim, et al, "Review on Artificial Intelligence Education for K-12 Students and Teachers", *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 23, No. 4, pp. 1-11, July 2020, DOI: 10.32431/kace.2020.23.4.001
- [7] In-Seong Jeon, and K--Sang Song, "Research on Artificial Intelligence Convergence Education Curriculum based on Teacher's Demand Analysis", *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 23, No. 5, pp. 43-52, September 2020, DOI: 10.32431/kace.2020.23.5.005
- [8] Taehun Kim, "STEAM education program based on programming to improve computational thinking ability", doctoral thesis, Jeju University, pp. 1-281, February 2015.
- [9] Jung-mi Hong, "The Effect of Convergent Software Education Program using Scratch on Elementary Student' ICT Literacy and

- their Awareness on Software Education”, Master’s thesis, Gyeong-In National University of Education, pp. 1-108, August 2015.
- [10] Jin-mi Tae, "Development and Application in STEAM Education Materials for Gifted Student", *Journal of Gifted/Talented Education*, Vol. 24, No. 4, pp. 703-728, August 2014, DOI: 10.9722/JGTE.2014.24.4.703
- [11] Jae-ho Lee, Seung-gyu Lee, and Seung-hoon Lee, "The Influence of AI Convergence Education on Students' Perception of AI", *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 25, No. 3, pp. 483-490, June 2021, DOI: 10.14352/jkaie.2021.25.3.483
- [12] Yoon Su Baek, et al, "STEAM Education in Korea", *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 11, No. 4, pp. 149-171, December 2011.
- [13] Hyun-Ju Park, et al, "Components of 4C-STEAM Education and a Checklist for the Instructional Design", *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 12, No. 4, pp. 533-557, December 2012.
- [14] Soon-Hwa Kim, Seong-Jin Ham, and Ki-Sang Song, "Analytic Study on the Effectiveness of Computational Thinking based STEAM Program", *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 18, No. 3, pp. 105-114, April 2015.
- [15] B. Stone, Pathways to Genius: Curiosity, Wonder and Play in STEAM, <https://thegeniusofplay.org/genius/expert-advice/articles/pathways-to-genius-curiosity-wonder-and-play-in-steam.aspx#.YTmhAZ0zY2w> [accessed: September 10, 2021]
- [16] R. Montenegro, et al, "AIR4Children: Artificial Intelligence and Robotics for Children", arXiv preprint arXiv:2103.07637, pp. 1-4, March 2021.
- [17] AI for Kids, STEmpedia, <https://thetempedia.com/blog/best-online-ai-course-kids/> [accessed: September 10, 2021]
- [18] Ministry of Education "2020 Ministry of Education work plan". pp. 1-24, March 2020.
- [19] Soo-Jin. Jeon, et al, "AI education starting with KERIS", *Korea Education and Research Information Service*, pp. 1-238, July 2020.
- [20] Sun-gwan Han, Miyoung Ryu, and Taeryeong Kim, "Artificial intelligence education for AI Thinking". Sungandang, pp. 1-552, January 2021.
- [21] Ministry of Education, "Practical arts / Information science curriculum". Ministry of Education Notice No. 2015-74 [Separate 10], pp. 1-131, September 2015.
- [22] Yu-Hyun Choi, Jin-Ah Noh, Yun-Jin Lim, Dong-Won Lee, Eun-Sang Lee and Jun-Ho Noh, "The Development of the STEAM Literacy Measurement Instrument for elementary, junior-high, and high school students". *Journal of Korean Technology Education Association*, Vol. 13, No. 2, pp. 177-198, August 2013.
- [23] M. Csikszentmihalyi. "Flow: The Psychology of Optimal Experience", Harper and Row, pp. 1-303, January 1990.
- [24] Im-bok Suk, and E-cheol Kang, "Development and Validation of the Learning Flow Scale", *Journal of Educational Technology*, Vol. 23, No. 1, pp. 121-154, March 2007, DOI: 10.17232/KSET.23.1.121
- [25] Seol-Ah, Min, "The Effects of Machine Learning-based Subject Convergence Education on STEAM Literacy and Learning Flow of Elementary School Students", M.S. Thesis, Graduate School of Korea National University of Education, February 2021.

Authors



Seol-Ah Min received the B.S degrees in Social Studies Education from Cheongju National University of Education and M.S. degrees in Computer Education from Korea National University of Education, Cheongju,

Korea. She is currently a teacher in the elementary school, of Chungcheongbuk-do Office of Education, since 2012. She is interested in computer education, software education, and Artificial Intelligence Education.



In-Seong Jeon received the B.S., M.S. degrees in Computer Education from Gwangju National University of Education in 2014 and 2017, respectively. He is currently in a doctoral course in the

Department of Computer Education at Korea National University of Education, Cheongju, Korea. He is currently a teacher in the elementary school, of Gwangju Office of Education, since 2014. He worked in Software Education researcher with Gwangju Education Research & Information Service. He is interested in computer education, software education, Intelligent Tutoring System and Artificial Intelligence Education.



Ki-Sang Song received the B.S., M.S. and Ph. D. degrees in Electrical and Electronics Engineering area from Ajou University, KAIST and University of Washington in 1983, 1985 and 1994, respectively

Dr. Song joined the faculty of the Department of Computer Education at Korea National University Education, Chungju, Korea, in 1995. He is currently a Professor in the Department Education, Korea National University Education. He is interested in Edutech, Learning Analytics, Machine learning and Application to Education.