

초등 온라인 환경에서 교육용 인공지능 도구를 활용한 메이커 수업 설계 및 효과

김근재¹, 한형중^{2*}

¹서울오봉초등학교 교사, ²한국교통대학교 교육대학원 조교수

A Design and Effect of Maker Education Using Educational Artificial Intelligence Tools in Elementary Online Environment

Keun-Jae Kim¹, Hyeong-Jong Han^{2*}

¹Teacher, Seoul Obong Elementary School

²Assistant Professor, Graduate School of Education, Korea National University of Transportation

요 약 코로나19로 인한 온라인 학습이 확대되고 있는 상황에서 기존 메이커 교육은 학교 수업 현장에 적용하기에 한계를 지닌다. 본 연구는 초등학교의 온라인 환경에서 교육용 인공지능 도구를 활용한 메이커 수업을 설계하는 목적을 지닌다. 또한, 이에 대한 반응 확인과 함께 학습자의 컴퓨팅 사고력, 창의적 문제해결력 향상에 도움이 되었는지를 살펴 보고자 하였다. 이를 위해 선행연구 검토와 교육과정의 재구성성을 통해 수업을 설계하였다. 면담을 통한 교수자와 학습자 반응 확인, 대응 표본 t검증을 활용한 사전-사후 분석이 이루어졌다. 연구 결과, 초등 온라인 환경에서 교육용 인공지능 도구를 활용한 메이커 수업은 공감하기, 메이킹 문제 정의하기, 재료 및 도구 특성 파악하기, 리믹스를 활용한 알고리즘 설계 및 코딩하기 등을 포함한 총 10단계로 구성된다. 학습자의 컴퓨팅 사고력과 창의적 문제해결력에 대한 사전-사후 분석 결과, 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 본 연구는 초등교육 맥락에서 교육용 인공지능 도구를 활용한 실제적인 메이커 활동이 온라인 환경에서도 실제적으로 적용 가능하다는 점을 확인한 의미를 지닌다.

주제어 : 교육용 인공지능 도구, 메이커 교육, 인공지능 활용교육, 컴퓨팅 사고력, 창의적 문제해결력, 초등 교육

Abstract In a situation where the online learning is expanding due to COVID-19, the current maker education has limitations in applying it to classes. This study is to design the class of online maker education using artificial intelligence tools in elementary school. Also, it is to identify the responses to it and to confirm whether it helps improve the learner's computational thinking and creative problem solving ability. The class was designed by the literature review and redesign of the curriculum. Using interview, the responses of instructor and learners were identified. Pre- and post-test using corresponding sample t-test was conducted. As a result, the class consisted of ten steps including empathizing, defining making problems, identifying the characteristics of material and tool, designing algorithms and coding using remixes, etc. For computing thinking and creative problem solving ability, statistically significant difference was found. This study has the significance that practical maker activities using educational artificial intelligence tools in the context of elementary education can be practically applied even in the online environment.

Key Words : Educational Artificial Intelligence Tool(AI Tool), Maker Education, Artificial Intelligence education, Computational Thinking, Creative Problem Solving, Elementary Education

*Corresponding Author : Hyeong-Jong Han(hjonghan@ut.ac.kr)

Received April 2, 2021

Accepted June 20, 2021

Revised May 7, 2021

Published June 28, 2021

1. 서론

테크놀로지를 활용하는 학습자 중심 교육이 보다 효과적으로 이루어지기 위한 방안 중 하나로 디지털 제작 도구를 활용하는 메이커 교육에 대한 중요성이 강조되고 있다[1, 2]. 메이커 교육은 학습자가 도구뿐만 아니라 주제, 재료 등을 주도적으로 결정하고 성공이나 실패에 대한 부담감에서 벗어나 학습자 중심의 메이킹 활동을 통해 개념적인 아이디어를 실제적인 결과물로 제작하는 교육을 의미한다[3]. 이는 온라인과 오프라인을 통해 산출물을 만들어 다양한 지식과 기술을 학습시켜줄 수 있을 뿐만 아니라 실제적 문제해결 경험으로 연결될 수 있는 장점을 지닌다[4].

특히, 최근에는 창의적 문제해결이나 컴퓨팅 사고력 등 미래사회가 요구하는 역량을 향상시키기 위해 메이커 교육에서의 교육용 인공지능 도구 활용에 대한 시도가 이루어지고 있다[5, 6]. 엔트리(entry), 스크래치(Scratch), 머신러닝 포 키즈(machine learning for kids) 등 여러 교육용 프로그래밍 언어(educational programming language, EPL)을 기반으로 한 다양한 교육용 인공지능 도구를 메이커 교육에 통합하여 활용하는 것이다. 메이커 교육에서 인공지능 도구의 교육적 활용은 코딩과 알고리즘을 학습할 수 있을 뿐만 아니라 학습자의 컴퓨팅 사고력을 함양시켜주고 개별화된 학습, 학습자와의 상호작용을 촉진시키는데 도움을 줄 수 있다[7].

하지만 현재까지의 메이커 교육은 다양한 재료와 도구를 직접 만져보면서 탐색하는 과정, 재료와 도구를 선택한 뒤 동료 학습자와 협력적으로 만들고 수정 및 보완하는 과정이 주로 면대면 형태의 오프라인 수업에서 이루어졌다. 물론 일부 연구나 교육 현장에서 아이디어 수렴 및 문제상황 탐색과 같은 몇몇 단계에서 강의 중심의 동영상 업로드하여 학습자에게 제공한 후 오프라인에서 메이킹 활동을 수행하는 제한된 형태의 온라인 학습 환경의 활용이 이루어졌다. 또한, 메이킹 산출물을 만들어내는 과정과 결과물을 온라인 플랫폼을 활용하여 기록하고 공유하는데 그치는 경우가 대부분이었다[8, 9]. 이상의 접근은 현재와 같은 코로나19(COVID-19)의 위험 상황으로 인하여 실시간 및 비실시간 온라인 학습이 확대되고 있는 상황에서 메이커교육을 적용하기에 한계를 지닌다. 따라서 온라인 상에서 메이킹 산출물을 확인하고 협업과 메이킹 활동을 효과적으로 지원할 수 있는 교육용 인공지능 도구와 온라인 메이킹 도구를 활용한 메이커 교육이 효과적으로 이루어질 수 있는 수업 설계가 필

요하다고 할 수 있다. 또한, 온라인 메이커 교육 수업 운영을 통해 학습자의 컴퓨팅 사고력과 문제해결능력 등의 고차적 사고능력을 효과적으로 함양할 수 있다는 가능성을 실제적으로 검증할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 온라인 환경에서 인공지능 도구와 온라인 메이킹 도구를 활용한 메이커 교육을 위한 수업을 설계하고 교사와 학습자의 반응을 확인해 보고자 하였다. 또한, 메이커 교육과 밀접한 관련성을 지닌 역량으로서 컴퓨팅 사고력과 창의적 문제해결의 향상이 이루어졌는지를 확인하여 이의 효과를 확인하고자 하였다. 본 연구의 구체적인 연구 문제는 다음과 같다. 첫째, 교육용 인공지능 도구와 온라인 메이킹 도구를 활용한 온라인 메이커 수업은 어떻게 구성되는가? 둘째, 교육용 인공지능 도구와 온라인 메이킹 도구를 활용한 온라인 메이커 수업에 대한 교수자와 학습자의 반응은 어떠한가? 셋째, 교육용 인공지능 도구와 온라인 메이킹 도구를 활용한 메이커 수업은 창의적 문제해결, 컴퓨팅 사고력의 향상에 도움이 되는가?

2. 선행연구 고찰

2.1 메이커 교육의 특성 및 필요성

메이커 교육(maker education)은 학습자가 스스로 재료와 도구, 테크놀로지를 활용하여 무엇을 만들지 주도적으로 선택하고 메이킹 활동을 통해 산출물을 만들어내는 학습자 중심 교육으로 정의할 수 있다[10]. 메이킹 활동을 통해 산출물을 만들어가는 과정에서 반복적인 수정 및 보완이 이루어지게 되며 학습자들이 스스로 지식과 기술을 체계적으로 구성하고 다양한 문제해결 경험으로 연결시킬 수 있다[8]. 특히 90년대 이후 메이커 교육에서 테크놀로지를 활용한 프로그래밍, 로보틱스 등이 강조되면서 디지털 제작 도구를 활용하고 컴퓨팅 사고력과 문제해결력을 중심으로 하는 메이커 교육이 강조되고 있다[9]. 최근에는 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용한 메이커교육, 프로그래밍과 알고리즘, 디지털 메이킹 (Digital Fabrication)을 활용한 메이커교육을 통해 컴퓨팅 사고력 등을 신장시키는 연구가 활발하게 이루어지고 있다[1, 14].

메이커 교육은 크게 다음과 같은 측면에서 중요성을 지닌다. 첫째, 미래사회에 필수적인 고차적 사고역량을 기르는데 효과적이다. 학습자들이 다양한 재료, 도구 및 테크놀로지를 사용하여 산출물을 만들어내는 과정을 통해 문제해결을 위한 메이킹 활동을 경험하게 된다. 산출

물을 수정 및 보완하는 과정을 통해 성취감, 실패에 대한 긍정적인 마음, 협업능력, 지속성, 체계적 사고 등을 포함하는 메이커 정신(maker-mindset)뿐만 아니라 컴퓨터 사고력, 창의적 사고 등을 함양할 수 있다[9].

둘째, 지식이나 기술의 효과적인 체화와 자기주도적인 학습이 이루어진다. 메이커 교육은 학습자가 실생활 문제를 해결하는 과정에 스스로 해결해야 할 학습과제를 설정하게 되는데 여기서 학습자는 메이킹 과정에 보다 몰입하게 되며 자기주도적으로 역할을 수행하게 된다[11]. 또한, 학습자가 학교와 지역사회에서 직면하게 되는 여러 가지 문제들을 탐색하고 메이킹 활동을 통해 해결하는 과정에서 학교에서 배웠던 지식, 기술을 체계화하고 직접 적용하는 경험이 이루어진다[4].

셋째, 초등교육을 포함한 K-12에서 기초 역량으로서 고려되는 협력적 활동을 촉진한다. 메이커 교육에서는 학습자들이 메이킹 과정을 통해 만들어진 최종 산출물뿐만 아니라 활용한 재료 및 도구, 학습자원, 제작과정 중의 중간 산출물을 온라인 혹은 오프라인 상에서 자발적으로 공유한다[12]. 결과물에 대해 교사, 동료 학생, 전문가가 일종의 조력자로서 역할을 수행하여 피드백을 제공하게 되는데 이 경우 학습자들은 동료 학습자와 논의 과정을 통해 피드백 의견을 반영한 산출물의 수정 및 보완이 이루어진다. 이상의 논의나 의견 교환 과정을 포함한 의사소통 기반의 협업은 메이킹 활동에 반성적 사고를 촉진하거나 산출물의 질적 수준을 향상시킬 수 있다.

2.2 교육용 인공지능 도구를 활용한 메이커 교육의 효과

인공지능은 인간과 유사한 사고와 판단이 가능한 지능형 시스템을 의미한다. 이는 수집된 자료를 가장 합리적인 방법으로 분석하고 현재와 미래에 대한 판단을 내리거나 예측하는 것을 수행할 수 있다[13]. 이는 교육 분야에서 학습을 지원 및 촉진하거나 도움을 주는 도구로서 활용되고 있다. 예컨대, 온라인 학습 튜터(Personal tutors), 지능형 교육 시스템(Intelligent Tutoring System, ITS), 대시보드를 활용한 학습분석 도구, 교육용 인공지능 도구 등이 그것이다. 이처럼 교육용 인공지능 도구와 인공지능 기술을 교육현장에 도입하여 교육내용과 방법에 변화를 주고 교수자, 학습자의 인공지능 활용 능력 및 문해력을 길러주는 인공지능 활용 교육 또는 인공지능 기반 교육으로 정의할 수 있다[28].

한편, 인공지능 활용 교육에서 코딩과 알고리즘 구성 및 고차적 사고능력을 함양하기 위하여 사용하는 교육용

인공지능 도구는 메이커 교육과 연계되어 학생들로 하여금 실제적 문제의 해결이 가능한 다양한 메이킹 산출물을 만들어내는데 큰 도움을 줄 수 있다[5]. 예컨대, 스크래치(Scratch) 등 블록형 코딩언어를 사용하여 이미지, 소리 데이터를 활용하여 인공지능을 학습시키는 머신러닝을 경험하고 메이킹 활동을 통해 산출물을 만들어낼 수 있다. 메이킹 활동에 활용할 수 있는 대표적인 교육용 인공지능 도구의 종류 및 특징은 다음 Table 1과 같다.

Table 1. Types and Features of tools for using artificial intelligence in education

Type	Feature
Entry	<ul style="list-style-type: none"> A block-type coding using artificial intelligence has been added so that you can experience machine learning using images, text, and sound, and create artificial intelligence making products through coding The output can be modified, supplemented, and developed using the remix function based on the artificial intelligence making output already made Student accounts and classes can be created by the teacher
Machine Learning for Kids	<ul style="list-style-type: none"> Artificial intelligence making artifacts can be created through simple coding using block-type coding ScratchX IBM Cloud, API available (paid, free) Student accounts and classes can be created by the teacher
Teachable Machine	<ul style="list-style-type: none"> Artificial neural network classification experiments, artificial intelligence making products can be created by creating classification models using images Use of TensorFlow is possible
Cognimates	<ul style="list-style-type: none"> Artificial intelligence making products can be created using block-type coding ScratchX Experience machine learning and coding using images and sounds
AI for Kids	<ul style="list-style-type: none"> Introduces an overview of algorithms, problem solving, and artificial intelligence online Possible to code and make program such as scissors, rock, and paper games using machine learning directly through boot camp Use of Microsoft Azure, Scratch are possible
Elements for AI	<ul style="list-style-type: none"> Possible to take artificial intelligence courses for free according to online training courses. Operational quizzes for learners are possible depending on the course content

박정호(2020)는 스크래치, IBM Watson, Lego WeDo 로봇을 활용하여 예비교사를 대상으로 오프라인 상에서 인공지능 활용 메이커 교육을 실시한 결과, 예비교사들은 인공지능에 대한 긍정적인 인식을 함양하였으며, 교육 목적과 내용, 교육방법 등에 있어서 높은 수준의 만족도를 나타냈다[7]. 이재호, 장준형(2017)은 과학 영재를 대상으로 코딩 기반 메이커 교육 프로그램을 개발하고 이를 적용하였다[14]. 결과적으로 분석, 설계, 구현 등을 포함한 메이커 역량이 증진되었음을 확인하였다.

Sakulkueakulsuk과 동료들(2018)의 연구에서는 중학생을 대상으로 인공지능을 제작하는 STEM 교육을 실시하였다[15]. 이러한 접근은 실생활 문제해결에 도움을 주었으며 머신 러닝이 효과적인 교육용 도구로 활용될 수 있다는 것을 발견하였다. Chu와 동료들(2017)의 연구에서는 온라인 상의 피지컬 컴퓨팅 도구를 기반으로 한 메이커 활동에서 학습자원이 학습과 메이커 정신을 향상시키는 데 도움을 주는 것으로 나타났다[16].

하지만 현재까지의 주요 연구들은 교육용 인공지능 도구가 오프라인에서의 메이커 수업을 보조하거나 온라인 환경에서 영향을 미치는 요소의 탐색 등을 중점적으로 고려하고 있다. 온라인 학습 환경을 전면적으로 고려한 교육용 인공지능 도구 활용 메이커 수업은 메이킹 산출물을 온라인 상에서 바로 확인할 수 있고 동료 학습자와 협력적으로 메이킹 과정을 수행할 수 있다는 점에서 긍정적인 도움을 줄 수 있을 것이다. 이상의 가능성에도 불구하고 온라인 환경을 전면적으로 고려한 교육용 인공지능 도구 활용 메이커 교육을 어떻게 실제적으로 수업해야 하는지는 실시한 연구는 찾아보기 어렵다. 실제적인 수업을 어떻게 운영해야 하며 이에 대한 효과가 어떠한지를 경험적으로 확인할 필요가 있다.

3. 연구 방법

연구 목적을 달성하기 위해 선행연구 검토와 5학년 실과, 국어, 사회 성취기준을 바탕으로 한 교육과정 재구성을 통해 인공지능을 활용한 온라인 메이커 교육 수업을 설계하였다. 선행연구 검토 시 ‘온라인 메이커 수업’, ‘교육용 인공지능 도구 활용 교육’ 등의 키워드를 중심으로 온, 오프라인상에서 이루어지고 있는 메이커 교육 수업 사례와 교육적으로 활용 가능한 온라인 메이킹 도구와 교육용 인공지능 도구를 활용한 수업 사례와 관련된 선행연구를 살펴보았다. 또한 5학년 실과, 국어, 사회 성취기준을 근거로 하여 성취기준과 학습 목표를 달성해야 하는 교과인 중심교과와 이를 위해 도구적으로 활용할 수 있는 융합교과를 구분한 뒤 온라인 메이커 교육 수업을 설계하였다. 교육과정 재구성에 활용한 교과별 성취기준은 Table 2와 같다.

메이커 교육을 위한 단계의 경우 김근재와 임철일(2019)[1]이 제시한 메이커 교육 수업 모형을 적용하였다. 본 모형은 학생 주변의 일상생활 속 문제를 탐색 및 공감하고 아이디어를 구체화한 뒤 문제해결 위한 메이킹

과정을 온라인, 오프라인 상에서 온라인 메이킹 도구인 교육용프로그래밍언어(EPL), 협업도구, 오프라인 메이킹 도구인 피지컬 컴퓨팅 도구와 다양한 메이킹 재료를 활용하여 순환 및 반복적으로 메이킹 과정을 수행할 수 있도록 수업의 단계와 단계별 교사, 학생활동이 체계적으로 제시되어 있다.

Table 2. Achievement standards for each subject for designing online maker education class

Subject	Achievement standards	Features of subject
Practical Arts	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 6PA 04-08 : Thinking and applying the sequence of problem solving through procedural thinking. ▪ 6PA 04-09 : Experiencing the basic programming process using programming tools. ▪ 6PA 05-04 : Designing and making creative products using various materials. 	Core subject
Korean	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 6K 01-02 : Presenting opinions, coordinate and discuss together. 	Convergence subject
Social Studies	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 6S 08-06 : Investigating tasks to build a sustainable future and seeking ways to actively participate as a global citizen. 	Convergence subject

3.1 연구 도구

교육용 인공지능 도구를 활용한 온라인 메이커 교육 수업의 반응과 효과성을 확인하기 위해 면담과 설문은 활용하였다. 면담의 경우 수업이 이루어진 후 교사와 학습자를 대상으로 개별 면담을 실시하였다. 면담에 사용한 질문은 인공지능을 활용한 온라인 메이커 수업의 특징은 무엇입니까? 이의 장점이나 어려운 점, 개선이 필요한 점은 무엇입니까? 등이다. 개별 면담은 약 40분 정도 소요되었으며 수집된 자료는 일반적인 질적 분석의 절차를 고려하여 자료의 전사, 코딩, 개념화, 범주화의 과정이 이루어졌다[17]. 이상의 과정을 거쳐 본 수업의 강점, 약점, 개선점 측면에서 반응을 확인하였다.

다음으로 본 수업의 효과성 측면에서 컴퓨팅 사고력과 창의적 문제해결력의 향상이 이루어졌는지를 확인하기 위해 사전-사후 검사가 이루어졌다. 컴퓨팅 사고력의 측정 문항은 기존 컴퓨팅 사고력을 측정한 주요 연구 자료[18-20]를 검토하여 핵심적인 특성을 확인한 후 본 연구 목적을 고려하여 수정 및 보완하였다. 창의적 문제해결력 측정 설문지의 경우 창의적 사고, 창의적 문제해결 관련 선행 연구[21-23]를 참고하여 문항을 구성하였다. 대응표본 t검증을 실시하여 컴퓨팅 사고력, 창의적 문제해결력이 사전과 사후에서 통계적으로 유의미한 차이를 나타

내는지 확인하였다. 사전 및 사후 검사지의 구성내용 및 문항은 다음 Table 3와 같으며 문항의 내적 타당도 (cronbach's a)는 .925로 매우 양호한 것으로 나타났다.

Table 3. Questionnaire composition of items measuring computational thinking, creative problem solving

Components		Items	Number
Computational Thinking (CT)	Analyzing	Data collection, data analysis, data presentation	6
	Modeling	Decomposition, abstraction, algorithms and processes	6
	Implementation	Automation, testing	2
	Generalization	Application and generalization	2
Creative Problem Solving (CPS)	Find problem	Curiosity, problem recognition, problem redefinition	4
	Thinking activities to solve problems	Reasoning, use of thinking tools, fear of failure, persistence	4
	Creation of creative solutions	Diverging idea, converging idea, correction and supplementation through reflective thinking	4
Total			28

3.2 연구 대상자

설문에 참여한 대상자는 서울시 소재 'A' 초등학교 5학년 23명으로 해당 학습자들은 인공지능 활용 수업이나 온라인 메이커 교육 수업에 대한 경험이 없는 특성을 지닌다. 면담은 수업을 실제로 운영했던 교사 1명과 수업 과정에서 적극적으로 참여했던 학습자 4명을 대상으로 이루어졌다.

4. 연구 결과

4.1 교육용 인공지능 도구 활용 온라인 메이커 수업 설계

선행연구 검토와 교육과정의 재구성을 일차적으로 실시한 후 프로토타입 수업지도안을 구성하였다. 초등학생의 특성과 초등학교 수업 맥락을 고려하여 교육용 인공지능 도구를 활용하기 위해서는 인공지능 모델링과 프로그래밍을 경험할 수 있는 온라인 프로그램을 재료 및 도구 탐색 과정에서 교사의 안내에 의한 예제 수행 및 학습 활동이 필요하다는 점, 학생들이 학교와 가정 등 일상생활 속에서 해결할 수 있는 문제를 탐색하고 공감한 뒤 이

를 해결하는 과정에서 인공지능 도구를 활용한다는 점, 프로그래밍과 인공지능 모델링을 수행할 때 학생들의 개인적 수준 차를 고려하여 모둠을 편성하고 협력적으로 메이킹 활동을 수행하도록 해야한다는 점 등을 고려하였다. 이상의 선행연구 검토와 교육과정의 재구성을 일차적으로 실시한 후 동료 교사와 약 세 차례에 걸친 협의 과정을 통한 정교화가 이루어졌다. 정교화 과정에서 교사에 의한 안내된 메이킹 과정과 재료 및 도구 탐색 과정이 강조되어야 한다는 점, 리믹스 기능을 활용하기 위하여 학생들에게 기본이 되는 코드와 모델링 학습자료를 제시해 줘야 한다는 점, 메이킹 전 과정과 결과물을 온라인 플랫폼을 활용하여 디지털화된 자료 형태로 수합해야한다는 의견이 제시되어 수정 및 보완이 이루어졌다. 이상의 과정을 통해 최종적으로 수업지도안과 교수학습자료를 완성하였다.

본 수업은 공감하기 단계에서 거시적 차원의 전 세계와 국내의 코로나19 문제상황을 인식한 뒤, 미시적 차원의 교실 내 코로나19로 발생할 수 있는 문제상황을 공감하고 정의하는 것에서부터 출발하였다. 재료 및 도구 특성 파악하기 단계에서는 온라인 메이킹 도구와 교육용 인공지능 도구를 실습해보면서 특성을 파악한다. 리믹스 활용을 기반으로 한 알고리즘 설계와 코딩하기 단계에서는 온라인 메이킹 도구와 교육용 인공지능 도구를 활용하여 문제해결을 위한 산출물을 어떻게 만들어낼지 고민하고 알고리즘을 설계한다. 이후 컴퓨팅 산출물 조립하기, 창의적 구성하기 단계에서 교사의 안내에 의한 온라인 메이킹 산출물 만들기를 먼저 수행한 이후 동료와의 협업을 통한 창의적인 인공지능 메이킹 산출물을 만들어내는 과정을 수행한다. 알고리즘, 컴퓨팅 산출물 수정, 개선하기 단계에서 사용성 평가 결과와 개선점을 바탕으로 메이킹 산출물을 수정한 뒤 종합하기 단계에서 온라인 메이커 페어 개최를 통해 메이킹 산출물 제작 과정과 결과물을 공유한다. 교육용 인공지능 도구 활용 온라인 메이커 수업은 다음 Table 4와 같다.

Table 4. Online maker education class using educational artificial intelligence tools

Stage	Content	Tool
Empathize	<ul style="list-style-type: none"> Watching videos of COVID 19 situation in countries around the world and Korea 	Padlet, Google Document
Defining the making problem	<ul style="list-style-type: none"> Having presentations of the impact of the COVID 19 situation on our lives Exploring the cause and defining the problem for the COVID 19 situation 	

	<ul style="list-style-type: none"> Preparing a planning maker problem solving plan to prevent COVID 19 	
Tinkering	<ul style="list-style-type: none"> Learning AI machine learning concepts through AI Ocean Learn the concept of AI image modeling through AutoDraw Experiencing AI model learning and create artifacts through Blobopera, Google Bach, and Intruder Learning about entry and AI blocks by practicing basic examples Understanding the features of basic materials and tools by watching video on how to use and core features 	Entry (EPL), Padlet, Google Document, AI tools (AI Ocean Autodraw Blobopera Intruder)
Designing algorithm and coding using remix	<ul style="list-style-type: none"> Completing the maker problem solving plans to make maker artifacts in the classroom to prevent COVID 19 Coding using AI blocks by practicing entry's AI examples 	Entry (EPL), Padlet, Google Document
Assembling Computational Artifacts	<ul style="list-style-type: none"> Using Lego Digital Designer (LDD) to design the appearance of the predicting graph of COVID 19 confirmed patients Using the entry, Microbit to create a COVID 19 confirmed patient prediction graph through AI block coding 	Entry (EPL), Lego, Digital Designer, Microbit
Creative making of computational artifacts	<ul style="list-style-type: none"> Creating creative computational artifacts to solve the COVID 19 problem Using Lego Digital Designer (LDD) to design the appearance of an AI mask reader Using the entry, Microbit to code an AI mask reader Completing the AI mask reader using basic making materials, smart phones, and tablet PCs 	Entry (EPL), Lego, Digital Designer, Microbit
Modifying & improving algorithms and computational artifacts	<ul style="list-style-type: none"> Installing the AI mask reader and use it in the classroom Selecting a location in the classroom and consider the materials used, and codes Modifying the AI mask reader and complete it 	Entry (EPL), Microbit
Wrap-up (Maker faire)	<ul style="list-style-type: none"> Presenting and sharing AI mask reader and COVID19 confirmed patient prediction graph in online 	Entry (EPL), Padlet
Sharing	<ul style="list-style-type: none"> Digitalizing in the form of photos, videos, codes, files, etc. and uploading them to an online platform to give and receive feedback 	Padlet, Google Document
Reflection	<ul style="list-style-type: none"> Creating a structured reflection journal Uploading it to the online platform and receive feedbacks from others 	Padlet, Google Document

공감하기와 메이킹 문제 정의하기 단계에서는 전 세계와 우리나라의 코로나19 상황을 인식하고 교실 내 문제 상황을 찾고 메이킹 문제를 정의하였다. 이때 패들릿과 구글문서를 활용하여 문제 상황을 유목화하고 협력적으로 문제상황에 대한 탐색 및 메이킹 문제 정의가 이루어졌다.

재료, 도구 특성 파악하기 단계에서는 코딩없이 활용

하는 인공지능 도구를 통하여 인공지능 모델학습과 산출물 제작을 통해 인공지능 특성을 파악하였다. 또한 Lego Digital Designer, 패들릿 등 온라인 메이킹 도구의 사용법과 특징에 대한 영상 및 실습을 실시하고 엔트리와 인공지능 블록 실습을 통해 특성을 탐색하였다.

리믹스 활용 기반의 알고리즘 설계와 코딩하기 단계에서는 리믹스 기능을 활용하였으며 코로나19 예방을 위해 교실 내에 필요한 메이킹 산출물 제작을 위한 문제해결 계획서를 구글문서를 활용하여 온라인 협업을 통해 작성하였다. 예제 수행을 통해 엔트리의 인공지능 블록을 활용한 코딩하기를 수행하였다.

컴퓨팅 산출물 조립하기 단계는 교사에 의한 안내된 메이킹 과정을 수행하는 것으로 먼저 엔트리를 활용하여 코로나19 확진자 예상 그래프를 작성한 뒤 그래프의 외형을 Lego Digital Designer를 활용하여 프로토타입을 제작하고 피지컬 컴퓨팅 도구인 마이크로비트와 엔트리를 활용하여 코딩을 수행하였다. 이를 통해 확진자 숫자에 따라 기준을 나누고 마이크로비트 화면에 3단계로 위기 경보를 표시하도록 하였다.

컴퓨팅 산출물 창의적 구성하기 단계에서는 찾아낸 메이킹 문제를 해결하기 위하여 인공지능 메이킹 산출물(마스크 착용 판독기) 제작하였다. Lego Digital Designer를 활용하여 인공지능 마스크 판독기 외형을 디자인한 뒤 엔트리와 피지컬 컴퓨팅 도구인 마이크로비트, 센서를 사용하여 마스크 착용 여부에 따라 마이크로비트 화면에 경고 색깔 LED 불이 들어오도록 완성한 뒤 적용하였다.

알고리즘, 컴퓨팅 산출물 수정 및 개선하기 단계에서는 인공지능 마스크 판독기를 실제로 설치한 뒤 사용성 평가를 통해 외형과 코드 및 알고리즘을 수정하고 보완하는 과정이 이루어졌다.

종합하기 단계에서는 온라인 상에서 메이커 페어를 개최하고 인공지능 메이킹 산출물인 코로나 확진자 예상 그래프와 인공지능 마스크 판독기를 모듈별로 발표하고 메이킹 과정과 최종 산출물을 공유하였다. 특히 메이킹 전 과정에 걸쳐서 차시별로 만들어진 메이킹 산출물인 코드, Lego Digital Designer 파일, 사진과 영상 등 제작 과정을 디지털화하여 온라인 플랫폼에 기록하고 공유하였다. 메이커 페어 이후에는 온라인 메이커 수업을 통해 인공지능 메이킹 산출물을 만든 과정을 돌아보고 성찰일지를 작성하였다. 성찰일지의 경우 초등학교생의 특성을 고려하여 문항별로 자세한 질문이 적혀있는 구조화된 성찰일지를 구글 설문 도구를 통해 제공하였다.

4.2 교수자 및 학습자 반응

본 수업에 대한 교수자 및 학습자의 반응을 강점과 약점, 그리고 개선점을 정리하여 제시하면 Table 5와 같다.

Table 5. Analysis of teacher and students responses after online maker education class

Theme	Teacher	Student
Strengths	<ul style="list-style-type: none"> Highly being focused on and participate in online maker education class by carrying out making activities to solve the actual problem caused by COVID 19 Real-time online class tool (ZOOM) can be used to check students' making process and provide personalized feedback High-quality online making products are created by sharing the making process and results on the online platform (entry, padlet) by giving and receiving feedback Students can develop problems, create prototypes for problem solving, and perform coding in online by using an online thinking tools (Google Documents, Padlet) and an online making tool (entry, Lego Digital Designer) Personalized online making activities can be performed through using structured form of maker problem solving plan, coding by using remix, and doing assembling computational artifacts with students 	<ul style="list-style-type: none"> It is interesting to produce artificial intelligence making artifacts to solve actual problems Activities to solve actual problems increase the attention It is easy to understand the making process with teachers and friends through real-time online class It is nice to be able to experience the process and results of different groups by holding a maker faire in online
Weaknesses	<ul style="list-style-type: none"> The level of using online maker education class can be differentiated depending on the teacher's proficiency in artificial intelligence and coding. Having difficulties in mastery of providing individual feedback for making products during real-time online making classes There are limitations in exploring various material and tool properties(tinkering activities) 	<ul style="list-style-type: none"> Having difficulties in the process of coding and AI image modeling
Improvements	<ul style="list-style-type: none"> It is necessary to secure time for activities to learn the basic functions of EPL Needs guidance on learning resources about AI tools which can be provided during the online making activities 	<ul style="list-style-type: none"> It would be more helpful to be provided more learning resources(sites or books) which can be helpful when creating AI making artifacts

학습자가 인식한 주요 강점으로는 문제 상황을 해결하

기 위한 인공지능 메이킹 산출물 제작이 흥미로웠으며 실생활 문제 상황을 고려함으로써 주의집중이 보다 잘 되어 활동에 적극적으로 참여할 수 있다는 점, 실시간 온라인 수업을 통해 메이킹 과정을 교사, 동료 학습자들과 함께하여 이해가 용이했다는 점, 온라인 상에서 메이커 페어 개최를 통해 다른 모둠 작품 과정과 결과물을 체험해볼 수 있었다는 점 등이 제시되었다. 주요 의견은 다음과 같다.

“코로나19로 마스크를 제대로 썼는지 확인하는 프로그램 인공지능을 활용해서 만들어서 재미있었어요. 우리 주변에 있는 문제를 다루니까 더 집중이 잘됐거든요”(학생 A)

“메이커 페어 개최를 줌을 통해 했던 것이 가장 기억에 남아요. 화면을 보면서 모둠별로 힘들었던 과정이나 뿌듯했던 경험을 이야기하고 만들어진 결과물을 시연해보는 것이 좋았습니다”(학생D)

약점으로는 코딩과 인공지능 이미지 모델링 과정에서 어려운 점이 도출되었고 개선점으로는 학생들이 인공지능 메이킹 산출물을 만들 때 참고할 수 있는 사이트나 책을 더 많이 제공해주면 좋겠다는 의견이 제시되었다.

“엔트리를 사용해서 코딩을 해본 경험이 많이 없어서 어려웠어요. 그리고 인공지능 이미지 모델링을 할 때 카메라가 잘 인식 안 되어 아쉬웠어요”(학생C)

“인공지능 메이킹 결과물을 만들 때 참고할 수 있는 책이나 사이트를 좀더 많이 알려줬으면 좋겠어요. 그래야 혼자서도 만들 수 있잖아요”(학생 D)

4.3 창의적 문제해결력 및 컴퓨팅 사고력 사전-사후 검사 결과

다음으로 인공지능 도구를 활용한 온라인 메이커 수업이 창의적 문제해결력과 컴퓨팅 사고력의 향상에 도움이 되었는지 확인하기 위한 사전, 사후 검사 결과는 Table 6과 같다.

사전-사후 검사 결과, 컴퓨팅 사고력에 포함되는 분석, 모델링, 구현, 일반화 능력의 세부 요소 전반에 있어서 유의확률 .001에서 통계적으로 유의미한 차이가 나타났다. 창의적 문제해결력의 경우 문제 발견, 창의적 해결안 도출에 포함되는 세부 요소 모두 유의확률 .001에서 통계적으로 차이가 발생하였으며 문제해결을 위한 사고

Table 6. Pre-post test results for computational thinking and creative problem solving

Components		Items	Difference		t	P-value
			M	SD		
Computational Thinking (CT)	Analyzing	Data collection	1.13	1.15	4.78	.000***
		Data analysis	1.52	1.15	6.50	.000***
		Data presentation	1.25	1.34	4.59	.000***
	Modeling	Decomposition	1.42	1.32	5.27	.000***
		Abstraction	1.56	1.15	6.68	.000***
		Algorithms and processes	1.33	1.13	5.78	.000***
	Implementation	Automation	2.29	1.40	8.03	.000***
		Testing	1.58	1.44	5.38	.000***
	Generalization	Application and generalization	1.98	1.33	7.29	.000***
Creative Problem Solving (CPS)	Find problem	Curiosity, problem recognition	1.17	1.30	4.40	.000***
		Problem redefinition	1.56	1.11	6.92	.000***
	Thinking activities to solve problems	Reasoning	1.13	1.45	3.79	.001**
		Use of thinking tools	1.50	1.35	5.44	.000***
		Fear of failure	1.50	1.41	5.20	.000***
		Persistence	1.17	1.46	3.90	.001**
	Creation of creative solutions	Diverging idea	1.33	1.43	4.55	.000***
		converging idea	1.23	1.00	6.02	.000***
		Correction and supplementation through reflective thinking	1.29	1.20	5.29	.000***

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

활동에 있어서는 사고 추론, 끈기는 유의수준 .01, 사고 도구 활용, 실패에 대한 두려움은 유의수준 .001에서 유의미한 차이가 발생하였다. 요컨대, 인공지능 도구를 활용한 온라인 메이커 수업은 컴퓨팅 사고력과 창의적 문제해결의 향상에 긍정적 영향을 미쳤다고 볼 수 있다.

5. 논의 및 결론

교육용 인공지능 도구 등의 테크놀로지를 활용한 학습자 중심 교육이 보다 강조되고 있는 현 상황에서 본 연구는 교육용 인공지능 도구를 활용한 온라인 메이커 수업을 실제적으로 운영하기 위한 수업 설계와 이의 효과를 경험적으로 확인하고자 하였다. 본 연구 결과를 기반으로 시사점을 논의하면 다음과 같다. 첫째, 온라인 상에서 학생들의 메이킹 과정과 산출물을 확인 및 공유할 수 있는

교육용 인공지능 도구와 온라인 메이킹 도구를 활용했을 때 효과적인 온라인 메이커 교육이 이루어질 수 있다는 점을 확인할 수 있었다. 기존의 연구에서 영상과 과제제시와 같이 보조적인 역할에 머물던 온라인 수업 설계에서 벗어나 본 연구에서는 메이킹 전체 과정을 주로 온라인에서 수행했다. 이때 교육용 프로그래밍 언어인 엔트리와 인공지능 블록과 모델학습 기능, Lego Digital Designer와 Padlet, 마이크로비트와 같은 온라인 메이킹 도구를 활용한 협력적 프로토타입 제작을 통해 온라인 상에서 인공지능 메이킹 산출물을 만들었다. 기본적인 코드를 미리 제공해주고 학생들이 창의적으로 새롭게 알고리즘과 코드를 구성하는 리믹스 기능을 활용한 협력적 코딩, 이미지 모델학습을 활용한 머신러닝 과정은 학생들의 컴퓨팅 사고력, 문제해결력 등 고차적 사고력을 향상시켜줄 수 있는 핵심 과정이라고 볼 수 있다[7]. 특히, 메이킹 결과물을 온라인에서 직접 제작하며 과정과 결과물을 바로 확인하고 수정할 수 있는 엔트리와 Lego digital designer, 마이크로비트의 활용은 창의적인 인공지능 메이킹 산출물 제작을 지원할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이처럼 메이킹 산출물을 위한 계획을 세운 뒤 프로토타입을 제작하고 수정하는 과정에서 컴퓨터 시뮬레이션을 활용하는 것은 학생들의 메이킹 과정에 도움을 줄 수 있다[9, 24].

둘째, 초등학교 수업 맥락과 메이커교육에서의 메이킹 활동이 지니는 특성을 고려해 볼 때, 실시간 쌍방향 온라인 수업과 온라인 플랫폼 활용을 통해 학생들이 수준 높은 인공지능 메이킹 산출물을 제작하고 공유하는 효과적인 온라인 메이킹 활동을 수행할 수 있다는 점을 발견할 수 있었다. 기존에 수행된 메이커 교육에서는 온라인 수업이 오프라인에서의 메이킹 활동을 지원하는 보조적인 역할로 학습 내용을 안내하는 경우가 많았다[25, 26]. 하지만 실시간 쌍방향 온라인 수업을 통해 온라인 메이킹 활동을 수행하는 경우, 교사와 학습자, 학습자 간 상호작용을 증진시켜서 메이킹 활동을 촉진하는데 효과적인 역할을 수행할 수 있다[27]. 실시간 쌍방향 온라인 수업을 통한 메이킹 활동은 교사와 학습자 간 상호작용을 양적, 질적으로 향상시켜 줄뿐만 아니라 실시간으로 주고받는 질의응답을 통하여 학생들의 효과적인 메이킹 실습 지원할 수 있다. 교사에 의한 안내된 메이킹 활동을 수행할 때 실시간 쌍방향 수업을 통해 메이킹 활동 전 과정을 안내하고 학생들이 공통적으로 어려워하는 단계나 부분을 실질적으로 소통하면서 설명하는 장으로 활용할 수 있었다. 이때 웹캠과 비디오를 활용하여 음성과 행동에 의한

피드백과 더불어 채팅창을 활용한 피드백 제공은 온라인 메이킹 활동의 제한점이었던 의사소통의 양적, 질적 향상을 가져올 수 있었다. 그리고 리믹스 기능을 활용하여 협업을 통해 코드와 알고리즘을 구성하고 인공지능 도구를 모델링 하는 과정과 피지컬 컴퓨팅 도구인 마이크로비트와 센서를 연결하여 작업하는 과정을 실시간 쌍방향 수업 시 웹캠을 통해 실시간으로 모니터링하고 학습자 스스로 제작 과정을 영상, 사진, 글 등으로 디지털화 한 뒤 패들릿을 통해 지속적으로 기록하도록 하는 것은 온라인에서 메이커 교육이 이루어질 수 있도록 하는데 효과적인 전략이 될 수 있음을 확인할 수 있었다.

셋째, 온라인 수업 환경 구축을 통해 교육용 인공지능 도구를 활용한 메이커 교육이 오프라인 수업에서처럼 온라인에서도 효과적으로 이루어질 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 우선 온라인 메이킹 도구로 활용한 EPL과 인공지능 모델링 도구, 피지컬컴퓨팅 도구는 학습자들이 메이킹 산출물을 동료 학습자와 협력적으로 작업한 뒤 이를 확인 및 수정하는데 온라인 상에서 용이하게 접근할 수 있도록 도움을 주었다. 효과적인 메이커 수업과 피드백 제공을 수행하기 위하여 교사는 PC, 태블릿 PC, 웹캠, 듀얼모니터를 구축하고 줌(ZOOM)과 같은 실시간 쌍방향 도구를 활용하여 메이킹 과정, 산출물을 만들고 난 뒤 학생들에게 개별화된 피드백을 제공할 수 있다. 그리고 온라인 플랫폼을 활용하여 협력적으로 만들어낸 메이킹 산출물을 비디오, 사진, 문서 등의 디지털화된 형태로 업로드하고 공유하면서 피드백을 주고 받는 학습의 장으로 활용할 수 있었다. 또한 온라인 플랫폼에 학습자가 누적한 과정과 결과물을 통해 포트폴리오를 포함한 과정중심평가를 수행하여 교육과정과 수업, 평가의 일체화를 이룩할 수 있었다. 결과적으로 온라인 환경에서의 접근은 교사와 학습자 모두에게 효과적인 문제해결을 제공하였다.

넷째, 초등학교 수업 맥락에서 실생활 문제해결을 기반으로 한 교육용 인공지능 도구를 활용 온라인 메이커 교육이 학생들의 컴퓨팅 사고력, 창의적 문제해결력 등 고차적 사고력 신장에 도움을 줄 수 있다는 것을 확인할 수 있었다. 일상생활 속 다양한 문제를 인식하고 분석한 뒤 해결책을 고안하는데 도움을 줄 수 있는 컴퓨팅 사고력과 창의적 문제해결력은 다양한 학습활동을 통해 함양될 수 있다[1, 7, 14]. 그 중에서도 특히 프로그래밍과 교육용 인공지능 도구의 활용은 실생활 문제 해결과 접목될 경우 학생들이 일상생활 속에서 문제를 찾아내고 해결하기 때문에 유의미한 학습이 이루어질 수 있을 뿐만

아니라 컴퓨팅 사고력에 포함되는 분석, 모델링, 구현, 일반화 능력, 문제 발견, 창의적 해결안 도출의 세부 요소 전반에 걸쳐서 향상을 가져올 수 있는 효과적인 학습활동이 될 수 있다[4,15].

본 연구의 제한점 및 추후 연구를 제안하면 다음과 같다. 첫째, 교육용 인공지능 도구를 활용한 온라인 메이커 수업이 서울 소재 'A' 초등학교 교사 1명, 5학년 23명을 대상으로 이루어졌기 때문에 자료 수집의 대표성과 제약으로 인해 일반화에 어려움이 있다. 보다 많은 학급과 학생 수의 고려뿐만 아니라 중등교육 등의 맥락에서 추가적인 연구를 수행하여 제시된 결과를 비교할 필요가 있다. 둘째, 본 연구에서는 수업의 효과성 측면에서 컴퓨팅 사고력과 창의적 문제해결력의 향상이 이루어졌는지에 대해서 사전-사후 분석이 이루어졌다. 효과성의 검증은 설문뿐만 아니라 대상자의 심층적인 면담이나 소리 내어 말하기(think aloud)을 통해 보다 효과적으로 접근 가능하므로 추후 연구에서는 교사, 학습자의 반응뿐만 아니라 창의적 문제해결력과 컴퓨팅 사고력에 있어서 어떠한 의미를 지니는지를 심층적으로 살펴볼 필요가 있다.

본 연구는 초등학생의 특성과 수업 맥락을 고려하여 교육용 인공지능 도구를 활용한 온라인 메이커 수업안을 개발하고 실제 수업에 적용해보았다. 이를 통해 학습 자료 및 메이킹 과정 공유 등 보조적인 수단으로 국한되어 사용되었던 온라인에서의 메이커 수업의 한계점을 극복하고 전면적인 온라인 상황에서 컴퓨팅 사고력, 창의적 문제해결력을 함양할 수 있는 온라인에서의 메이커 수업의 가능성을 살펴봤다는 점에서 실질적인 의미를 지닌다.

REFERENCES

- [1] K. Kim & C. Lim. (2019). A developmental study of an instructional model for maker education using Single-Board Computer(SBC) in elementary school. *Journal of Educational Technology*, 35(3), 687-728. DOI : 10.17232/KSET.35.3.687
- [2] B. Bevan. (2017). The promise and the promises of Making in science education. *Studies in Science Education*, 53(1), 75-103. DOI: 10.1080/03057267.2016.1275380
- [3] E. R. Halverson & K. Sheridan. (2014). The maker movement in education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495-504. DOI : 10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063
- [4] P. Blikstein., S. Martinez & H. Pang. (Ed.) (2016). *Meaningful making: Projects and inspiration for*

- fablabs and makerspaces*. CA: Constructing modern knowledge press.
- [5] K. Kim., H. Kwon., Y. Kim & J. Sung. (2020). *Maker education A to Z*. Seoul: Techvile.
- [6] W. Son. (2020). Development of SW education class plan using artificial intelligence education platform: Focusing on upper grade of elementary school. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 24(5), 453-462. DOI : 10.14352/jkaie.2020.24.5.453
- [7] J. Park. (2020). The case study on artificial intelligence based maker education for pre-service teacher. *Journal of Digital Contents Society*, 21(4), 701-709. DOI : 10.9728/dcs.2020.21.4.701
- [8] K. D. Glazewski & C. S. McKay. (2016). Designing maker-based instruction. In Reigeluth, C. M., Beatty, B. J., & Myers, R. D. (Eds.), *Instructional-design theories and models, Volume IV: The learner-centered paradigm of education* (pp.161-188). NY: Routledge. DOI : 10.4324/9781315795478
- [9] Peppler, K., Halverson, E., & Kafai, Y. B. (Eds.). (2016). *Makeology: Makers As Learners*. NY: Routledge. DOI : 10.4324/9781315726496
- [10] E. P. Clapp., J. Ross., J. O. Ryan., & S. Tishman. (2016). *Maker-centered learning: Empowering young people to shape their worlds*. John Wiley & Sons.
- [11] J. A. Marshall & J. R. Harron. (2018). Making Learners: A Framework for Evaluating Making in STEM Education. *Interdisciplinary Journal of Problem-Based Learning*, 12(2), 1-12. DOI : 10.7771/1541-5015.1749
- [12] L. Kang & H. Yoon. (2017). Exploring the evaluation framework of maker education. *Journal of The Korea Contents Association*, 17(11), 541-553. DOI : 10.5392/JKCA.2017.17.11.541
- [13] R. Luckin., W. Holmes., M. Griffiths., M., & L. B. Forcier. (2016). *Intelligence unleashed: An argument for AI in education*. London: Pearson.
- [14] J. Lee & J. Jang. (2017). Development of maker education program based on software coding for the science gifted. *Journal of Gifted/Talented Education*, 27(3), 331-348. DOI : 10.9722/JGTE.2017.27.3.331
- [15] B. Sakulkueakulsuk., S. Witoon., P. Ngarmkajornwivat., P. Pataranutaporn., W. Surareungchai., P. Pataranutaporn & P. Subsoontorn. (2018). Kids making AI: Integrating machine learning, gamification, and social context in STEM education. In *Proceedings of 2018 IEEE international conference on teaching, assessment, and learning for engineering*. (pp. 1005-1010). Wollongong, NSW, Australia. DOI : 10.1109/TALE.2018.8615293
- [16] S. L. Chu., F. Quek., S. Bhangaonkar & A. Berman. (2017). Physical Making Online: A Study of Children's Maker Websites. In *Proceedings of the 7th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education*. (pp. 1-8). Stanford, CA, USA. DOI : 10.1145/3141798.3141803
- [17] J. W. Creswell & J. D. Creswell (2017). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches*. Sage publications. DOI : 10.7748/nr.12.1.82.s2
- [18] K. Kim. (2017). A study on information literacy education for enhancing computational thinking. *The Journal of Korean Association of Computer Education* 20(4), 59-66.
- [19] H. Choi & K. Kim. (2015). The effects of scratch programming on preservice teachers: Assessment utilizing computational thinking and bloom's taxonomy. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 19(2), 225-232. DOI : 10.14352/jkaie.2015.19.2.225
- [20] S. C. Kong & H. Abelson. (2019). *Computational thinking education*. Singapore: Springer. DOI : 10.1007/978-981-13-6528-7
- [21] C. Lim., S. Kim., H. Han & S. Seo. (2014). Application of smart support system for creative problem solving : Case study of art and design courses. *Asian Journal of Education*, 15(3), 171-201.
- [22] C. Lim., H. Han., S. Hong., Y. Song & D. Lee. (2020). Design principles for improving creative thinking competency in corporate education. *The Journal of Educational Information and Media*, 26(3), 477-510. DOI : 10.15833/KAFEIAM.26.3.477
- [23] D. J. Treffinger., S. G. Isaksen & K. B. Dorval. (2006). *Creative problem solving: An introduction(4th ed.)*. Waco, TX: Prufrock Press.
- [24] M. Resnick & E. Rosenbaum (2013). Designing for tinkering. In M. Honey & D. Kanter (Eds.), *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators* (pp. 163-181). NY: Routledge.
- [25] S. Bae. (2020). Development of invention and maker education program using 3D printer for pre-service elementary teachers : Focused on online education. *The Korean Journal of Technology Education*, 20(2), 83-100. DOI : 10.34138/KJTE.2020.20.2.83
- [26] Y. Hsu., Y. Ching & S. Baldwin. (2018). Physical computing for STEAM education: Maker-Educators' experiences in an online graduate course. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 37(1), 53-67.
- [27] T. Im. (2019). Development of a blended learning based SW maker education program. *Journal of Knowledge Information Technology and Systems*, 14(3), 247-256. DOI : 10.34163/jkits.2019.14.3.004
- [28] Pusan Metropolitan City Office of Education (2019). *Guidebook for Artificial Intelligence based education*. Goyang: Eoga publishing.

김 근 재(Keun Jae Kim)

[정회원]



- 2019년 2월 : 서울대학교 교육학과 교육공학전공(교육학석사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 서울특별시교육청 초등학교 교사
- 2021년 8월 ~ 현재 : Indiana University Bloomington 박사과정
- 관심분야 : 메이커교육, 인공지능활용 교육, 컴퓨팅사고, 교수설계, 교사교육

· E-Mail : kimkeun@iu.edu

한 형 중(Hyeong Jong Han)

[정회원]



- 2015년 2월 : 서울대학교 교육학과 교육공학전공(교육학석사)
- 2019년 8월 : 서울대학교 교육학과 교육공학전공(교육학박사)
- 2021년 4월 ~ 현재 : 한국교통대학교 교육대학원 교육공학전공 조교수
- 관심분야 : 첨단 테크놀로지 활용 교육, 교수설계, 교수학습방법, 역량 교육

· E-Mail : hjonghan@ut.ac.kr