

RESEARCH ARTICLE

Development of Elementary AI•Science Convergence Education Program Using An AI Classification Model

Young Saeng Cho^{1,2} · Yu Chen² · Jung Bog Kim^{2*}

¹Seoul Jamsil Elementary School

²Korea National University of Education

AI 분류 모델을 활용한 초등 AI · 과학 융합 교육 프로그램 개발

조영생^{1,2} · 진우² · 김중복^{2*}

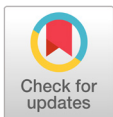
¹서울잠실초등학교 · ²한국교육대학교

*Corresponding Author: jbkim@knue.ac.kr

ABSTRACT

The purpose of this study is to design an artificial intelligence classification model using an AI education platform, and an AI•science convergence program that can be applied to elementary education with the AI classification model. First, an AI classification model was created that has been trained with image data of four representative rock types in the elementary science curriculum. With a recognition rate of 89.1% for the rock samples, it can be fully utilized in the classroom. Based on it, a six-hour-program was developed for elementary school education. This program was developed based on the 2015 Science Curriculum and the artificial intelligence area of the Standard Model of Next-generation Software Education, and was reviewed by three elementary science education experts and three software education experts to ensure feasibility. The program is easy to be applied to classrooms and will meet the expectations of improving students' science core competencies and artificial intelligence performance expectation on the Standard Model of Next-generation Software Education.

Keywords: Artificial Intelligence, Teachable Machine, Ai-science convergence education, standard model of next-generation software education



OPEN ACCESS

Brain, Digital, & Learning
2021, Vol. 11, No. 2, 227-243.

<https://doi.org/10.31216/BDL20210015>

Received: May 07, 2021

Revised: May 27, 2021

Accepted: June 03, 2021

© 2021. Institute of Brain based Education,
Korea National University of Education



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Introduction

제4차 산업혁명의 흐름은 이미 우리의 일상을 넘어 사회 전반에서 다양한 형태로 나타나고 있다. 특히 인공지능(Artificial Intelligence)은 특정 분야가 아닌 산업 분야 전체에서 혁신을 주도하고 있으며, 경제와 사회 시스템 전반의 혁신을 주도하는 범용기술로 주목받고 있다.

이에 따라 교육에서도 인공지능(이하 AI) 역량을 기르는 교육을 하는 것이 주요 이슈로 떠오르고 있다. 미국은 AI4K12 (AI for K-12)를 통해 5가지의 AI 영역을 제시하여 AI 교육의 표준을 정립하고 현장 지원을 위한 연구를 진행 중에 있다(Touretzky et al., 2019a). 중국은 2017년에 발표한 「신세대 중국 AI 발전 전략」을 통해 유치원부터 고등학교까지 AI 교육체계를 마련하고 교육과정 및 교재 개발에 힘쓰고 있다. 일본은 2021년부터 초등학교에서 AI 교육을 실시하며, EU에서는 학교급과 연령에 상관없이 모두를 대상으로 AI 교육 프로그램을 개발하고 있다(Lee, 2020).

국내에서는 2020년 5월 「정보교육 종합계획(2020~2024)」 발표에서 “모두의 AI 역량을 기르는 정보 교육”이라는 목표를 가지고 국가적 차원에서 AI 인재를 양성하기 위해 노력하고 있으며, 교육과정을 체계화하여 초등 5~6학년부터 AI 교육을 체계적으로 실시하도록 계획하였다(MOE, 2020a). 또한 「초중등학교 교육과정 및 특수교육 교육과정」 일부 개정(안)을 통해 2021학년도부터 고등학교 과정에 인공지능 기초, 인공지능 수학을 진로 선택 과목으로 도입하였다(MOE, 2020c).

「제4차 과학교육 종합계획(2020~2024)」에서는 학습지원 AI 시스템 도입을 통해 자기주도 과학학습을 지원하고, 빅데이터를 이용한 과학탐구를 통해 과학적 문제 해결 과정에 AI와 빅데이터를 활용한 디지털 도구를 활용하는 방안을 추진하고 있다(MOE, 2020b). 교육 현장에서도 과학교육에서 AI 교육의 적용 가능성을 타 교과에 비해 높게 평가하고 있기에(Shin & Shin, 2020), 과학교육에서의 AI 교육에 관한 연구가 필요한 상황이다.

초·중등 교육현장에 AI 교육을 도입하기 위해서는 AI를 쉽게 체험할 수 있는 AI 교육 플랫폼의 도입이 필요하다(Kim et al., 2021). 특히 초등교육 현장에서는 AI를 이론적으로만 교육하는 것은 한계가 있기에 학생들이 자신의 생각을 구현하고 실습하며 공유할 수 있는 AI 교육 플랫폼이 필요하다(Lee & Lee, 2020). 초등교육 현장에 적용가능한 다양한 AI 교육 플랫폼이 존재하며 AI 교육 플랫폼의 다양한 기능을 활용하는 연구도 진행중에 있으나, AI와 과학을 융합하여 교육하는 연구는 부족한 실정이다. 본 연구에서는 차세대 소프트웨어(SW) 교육 표준 모델과 AI4K12를 바탕으로 AI 교육 플랫폼의 기능 중 지도학습의 AI 분류 모델 제작 기능을 활용하였다.

과학 탐구는 과학 교육에서 다른 교과와 구분되는 가장 특징적인 것으로 과학 교과에서 필수적인 활동이다(MOE, 2018a). 그중 분류는 기초 탐구 기능의 하나로 과학 탐구 기능에서 매우 중요하다(Kim et al., 2011). 2015개정교육과정에서는 분류를 ‘사물이나, 사건 현상 등을 공통적인 속성이나 조건에 따라 같은 범주로 묶거나 다른 범주로 구분하는 과정’이라 정의하였다(MOE, 2015). 본 연구에서는 AI 분류 모델과 과학적 탐구로서의 분류 과정을 경험하고 공통점과 차이점을 알아보는 과정을 중심으로 AI·과학 융합 프로그램을 개발하고자 한다.

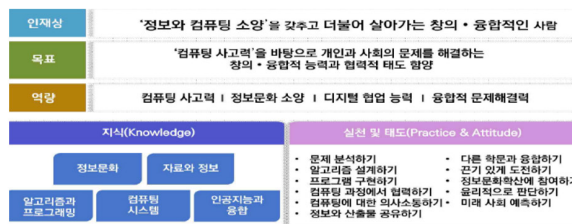
이에 따른 본 연구의 목적은 AI 교육 플랫폼을 기반으로 한 AI 분류 모델의 현장 적용가능성을 확인하고 이를 활용하여 초등 5~6학년군에 적용가능한 AI·과학 융합교육 프로그램을 개발하는 것이다. 구체적인 연구 내용은 다음과 같다.

1. AI 교육 플랫폼에 기반한 AI 분류 모델을 제작하고, 교육 현장에서의 활용 가능성을 확인한다.
2. AI 분류 모델을 활용하여 초등 5~6학년군에 적용 가능한 AI·과학 융합 교육 프로그램을 개발한다.

Theoretical Background

Standard Model of Next-generation Software Education

초등 교육과정에 인공지능 교육을 도입하기 위해 여러 연구가 진행 중에 있다. 그중 하나인 차세대 소프트웨어(SW) 교육 표준 모델은 미래 인재의 양성과 차기 개정 교육과정에서 초·중·고 소프트웨어 교육의 일관성 있는 적용을 위해 한국정보과학교육연합회와 한국과학창의재단에서 개발하였다(Kim et al., 2020). 이 모델은 초·중·고 교육과정 전 과정을 8개의 단계로 나누어 학교급간 체계적이고 일관성 있는 교육을 할 수 있도록 하였다. 그중 초등 과정은 학년군에 따라 3개의 단계(초등 1단계: 1~2학년군, 초등 2단계: 3~4학년군, 초등 3단계: 5~6학년군)로 나누었다. 이 모델에서 강조하고 있는 점은 ‘인공지능과 융합’ 영역을 통해 인공지능 교육을 단계별로 체계적인 교육을 할 수 있도록 한 점이다. 본 연구에서는 차세대 소프트웨어(SW) 교육 표준 모델의 ‘인공지능과 융합’ 영역의 초등 3단계 성취기대를 적용하였다.



Frame of standard model of next generation software education

단 계	수행기대	성취 및 태도
초등 1단계	초등 1단계: 1~2학년군	01. 문제 분석하기 02. 문제 해결하기 03. 문제 평가하기
초등 2단계	초등 2단계: 3~4학년군	04. 문제 분석하기 05. 문제 해결하기 06. 문제 평가하기
초등 3단계	초등 3단계: 5~6학년군	07. 문제 분석하기 08. 문제 해결하기 09. 문제 평가하기
중학 1단계	중학 1단계: 1~2학년군	10. 문제 분석하기 11. 문제 해결하기 12. 문제 평가하기
중학 2단계	중학 2단계: 3~4학년군	13. 문제 분석하기 14. 문제 해결하기 15. 문제 평가하기
중학 3단계	중학 3단계: 5~6학년군	16. 문제 분석하기 17. 문제 해결하기 18. 문제 평가하기
고등 1단계	고등 1단계: 1~2학년군	19. 문제 분석하기 20. 문제 해결하기 21. 문제 평가하기
고등 2단계	고등 2단계: 3~4학년군	22. 문제 분석하기 23. 문제 해결하기 24. 문제 평가하기
고등 3단계	고등 3단계: 5~6학년군	25. 문제 분석하기 26. 문제 해결하기 27. 문제 평가하기

Expectations of step-by-step performance in the AI area among sub-regions of "Converging with AI"

Fig. 1. Standard model of next generation software education (Kim et al., 2020)

Machine Learning

머신 러닝은 트레이닝 데이터를 사용하여 컴퓨터가 자신만의 표현방식(representations)을 만드는 것이다(Touretzky et al., 2019a). 머신 러닝에 사용하는 데이터는 사람이 제공하거나 컴퓨터 스스로 획득하기도 한다. Norvic & Russell (2016)은 머신 러닝의 종류를 학습에 의해 주어지는 피드백에 따라 Table 1과 같이 세 종류로 구분하였다.

Table 1. Types of machine learning separated by types of feedback (Norvic & Russell, 2016)

Types of Machine Learning	Contents
Supervised Learning	The form of learning a function that learns input as output through a labeled training set. Classification and regression are the main learning challenges.
Unsupervised Learning	The form of learning patterns from inputs without explicit feedback. Clustering is one of the main learning challenges.
Reinforcement Learning	The form of learning from reward or punishment. Passive and active learning is the main learning challenges.

AI 분류 모델은 머신러닝의 지도학습(supervised learning)방법 중 하나로 학생들이 직접 만들어 보고 결과를 확인하기 쉽다는 장점이 있어 AI4K12에서는 우리나라의 초등 과정에 해당하는 3-5과정에서 제시하고 있다 (Touretzky et al., 2019b). 따라서 본 연구에서는 AI 분류 모델을 선택하였다.

AI Education Platform

초등 교육 현장에 인공지능 교육을 도입하는 과정에서 학생들이 AI를 쉽게 접하기 위해 AI 교육 플랫폼이 필요하다. AI 교육 플랫폼은 인공지능에 대한 학습에 필요한 교육 도구이다(Lee & Lee, 2020). 특히 초등학교 교육과정에서는 학생들이 프로그램 언어를 직접 사용하기에는 어려움이 있으므로 AI 교육 플랫폼의 중요성이 크다. 선행 연구를 바탕으로 초등 교육에서 활용 가능한 AI 교육 플랫폼을 Table 2와 같이 정리하였다.

Table 2. AI education platform available in elementary school education (Lee & Lee, 2020)

AI education platform	Contents
Teachable machine	Tensorflow-based platform developed by Google. It is highly expansible and is able to model various image information without coding
Machine Learning For Kids	IBM Watson-based platform. It can be used in block coding programs (Scratch, App inventor).
mBlock	Developing its own learning IDE based on Scratch. It may be utilized with robots and integrated kits
Entry	A platform developed in South Korea. It can learn big data through open.

본 연구에서는 AI 분류 모델에 적합한 티처블 머신을 활용하였다. 티처블 머신은 2017년 구글이 일반에 공개한 AI 교육 플랫폼으로서 몇몇 선행연구들이 교육 현장에서 티처블 머신의 활용가능성을 확인하였다(Lee & Cho, 2020; Lee & Lee, 2020). 티처블 머신은 코딩 없이 분류 모델을 만들 수 있으며, 구동이 쉽고 다양한 기기에서 활용 가능하다는 장점이 있다(Lee & Lee, 2020).

Classification As a Basic Process Skills and Machine Learning Classification

과학 탐구는 크게 기초 탐구 기능과 통합 탐구 기능으로 구분되며(MOE, 2015), 기초 탐구 기능은 통합 탐구가 이루어지기 위한 필수 요소로서 지속적인 학습이 필요하다(Kim & Shin, 2015). 기초 탐구 기능의 하나인 분류를 SAPA II에서는 과학자들이 대상의 집합에 대해 분류 도식을 완성하는 과정으로 정의하였다(Kim et al., 2011). 분류에는 분류 기준이 필요하며, 분류 기준은 객관적이고 명확하며 일관되어야 한다(MOE, 2015). 이는 과학 탐구 기능으로서의 분류에서 중요한 특징이며, 학습의 결과 값을 바탕으로 생성한 알고리즘의 표현 결과인 머신 러닝의 분류(Touretzky et al., 2019b)와 다른 점이다.

한편 AI4K12의 가이드라인에서는 인간과 머신 러닝의 공통점으로 머신 러닝과 인간 모두 데이터에서 패턴을 찾거나 시행착오를 통해 학습할 수 있다는 점에서 공통점을 찾고 있다(Touretzky et al., 2019b). 이는 미국의 국가과학교육기준에서 '대상이나 현상에 대한 분류 활동을 통한 패턴의 발견이 과학적 지식 생성의 출발점'이라 언급한 부분과 일치하며(NRC, 2012), 미국의 NGSS (The Next Generation Science Standards)에서 '과학자들이 지식을 생성할 때 데이터와 인과 관계에서 패턴을 찾는다'고 언급한 내용과도 일치한다(NGSS, 2013). 이를 바탕으로 본 연구에서는 AI·과학 융합 프로그램을 설계하였다.

Methodology

Participants

AI 교육 플랫폼에 기반한 AI 분류 모델 제작과정에는 교수 1인과 현직 초등교사인 석사과정 1인, 박사과정 1인이 참여하였다. 인공지능 분류 모델을 활용한 AI·과학 융합 교육 프로그램은 현직 교사로 구성된 초등 과학 교육 전문가 3인과 소프트웨어 교육 전문가 3인의 자문을 받아 개발하였다. 연구 과정은 Fig. 2와 같다.

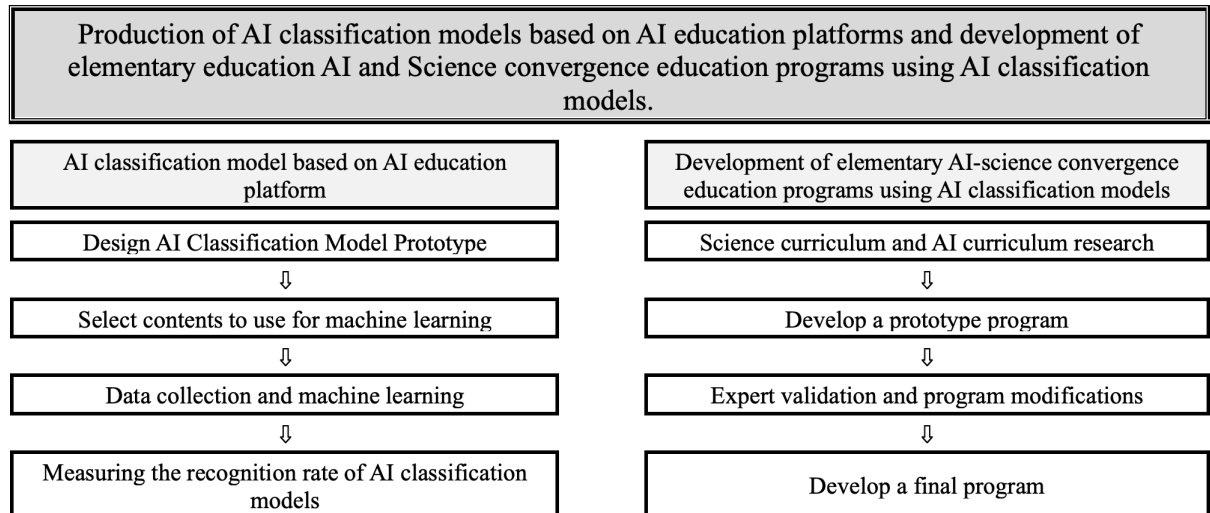


Fig. 2. Program development process

Development of AI Classification Model

AI 분류 모델의 제작 과정은 다음과 같다.

첫째, AI 분류 모델의 프로토타입 제작 과정이다. 먼저 초등 과학교육과정 내에서 AI 분류 모델을 적용 가능한 단원을 탐색하였다. 초등 과학교육에서 AI의 활용 가능성을 연구한 선행연구에서는 초등 과학 교육과정 영역 중 지구와 우주 단원에 AI의 적용가능성을 가장 높게 평가하였다(Shin & Shin, 2020). 본 연구에서는 그 중 AI 분류 모델의 활용에 적합한 초등 3~4학년군의 지층과 화석 단원과 화산과 지진 단원의 암석을 활용하여 AI 분류 모델 프로토타입을 제작하였다. AI 분류 모델 프로토타입은 한 과학교구 회사의 퇴적암, 화성암, 변성암 15종 암석 표본 중 퇴적암 3종, 화성암 3종, 총 6종의 암석 표본을 학습시켜 인식률을 테스트하였다. 프로토타입에 활용한 암석 표본 및 학습 조건은 Fig. 3과 같다. 인공지능 암석 분류기 제작에 사용한 컴퓨터는 LG gram 17Z90N-VA76K이며, 이미지 입력에 사용한 카메라는 로지텍 C922pro를 활용하였다.

둘째, AI 분류 모델 프로토타입의 결과를 바탕으로 초등과학 교육과정에 수록된 암석의 종류를 선택하였다. 그리고 암석의 생성 과정에 따라 퇴적암과 화성암으로 분류되는 대표 암석 4종을 선정하였다. 인공지능 암석 분류기의 학습과 테스트에 사용한 암석 표본은 한 과학교구 회사의 퇴적암, 화성암 15종 암석 표본을 활용하였다. 선정 과정과 암석의 종류는 Fig. 4와 같다.

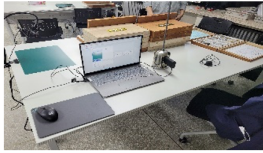
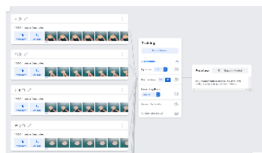
1. Preparation	2. Insert data	3. Machine Learning
		
· Prepare Rock samples, laptop computer, webcam	· Enter rock- data by types	· Conduct machine learning based on input data

Fig. 3. Prototype development process

Sources	Types of rocks (Sedimentary rocks)		Type of sediment (size of particle)	Sources	Types of rocks (Igneous rocks)		Main Composition Minerals
 · Science (MOE, 2018a) 4-1-2 Strata And Fossils	Sand -stone		Sand (1/16-2mm)	 · Science (MOE, 2018b) 4-2-4 Volcanoes And Earthquakes	Granite		Quartz, Orthoclase, Plagioclase, Biotite
	Conglo- merate		Gravel (2mm~)		Basalt		Pyroxene, Olivine, Plagioclase, Hornblende, Biotite

Fig. 4. The process of selection types of rocks

셋째, 암석 4종에 대하여 각각 암석 표본 5벌을 준비하였고 이를 인공지능이 학습할 데이터(4벌)와 테스트 데이터(1벌)로 구분하였다. 학습 데이터에 활용할 암석 표본(4벌)을 다양한 각도에서 촬영한 후, 해당 이미지 파일을 암석의 종류별로 600장씩 총 2,400장을 학습시켰다. 표본 암석을 회전시키며 다양한 각도에서 촬영해 인공지능 암석 분류기의 인식률을 높였다. 이때 인식률을 높이기 위해 초점이 맞지 않거나 다른 물체가 촬영된 데이터를 제거한 후 암석 종류별로 450장의 데이터를 학습에 활용하였다.

머신 러닝 설정값은 다음과 같다. 인공지능 학습 모델에서 반복 학습 횟수를 나타내는 단위인 Epoch은 50으로 설정하였다. Epoch 값이 높아지면 정확도가 향상되나 너무 높게 설정된 경우 훈련 데이터에만 과적합(overfitting)되는 단점이 있다(Norvig & Russell, 2016). 인공지능 학습 모델이 학습할 때 한 번에 입력받아 연산할 수 있는 데이터의 크기인 Batch Size는 16으로 설정하였다. Learning Rate의 값은 0.001s로 설정하였다. Learning Rate는 경사하강법으로 학습을 진행할 때 학습변동률을 의미하며, 너무 크면 인식률이 저하되며, 너무 작으면 학습 속도의 저하를 가져오게 된다(Jeong, 2020). 인공지능 암석 분류기 제작 과정은 Fig. 5와 같다.

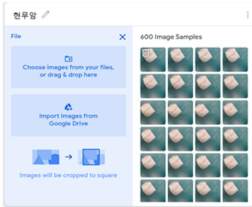
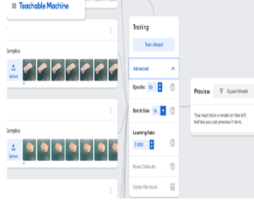
1. Preparation	2. Insert data	3. Data cleaning	4. Machine Learning
			
· Prepare Rock samples (5 sets), Laptop, Webcam.	· Enter data by rock types taken from different angles	· Remove data from out-of-focus and other objects taken	· Machine learning with Epoch 50, Batch Size 16, Learning Rate 0.001s

Fig. 5. AI rock classifier development process

넷째, 개발한 암석 분류기의 인식률을 조사하였다. 티처블 머신에서 인식률을 확인하는 방법은 크게 두 가지 방법이 있다. 첫 번째 방법은 머신 러닝 과정에서 티처블 머신 내에서 테스트한 결과를 확인하는 방법이다. 두 번째 방법은 카메라와 이미지 파일을 활용하여 모델에 데이터를 입력하는 방법이다. 본 연구에서는 두 가지 방법 모두를 활용하여 인식률을 측정하였다.

Elementary AI·Science Program Development

인공지능 암석 분류기를 활용한 초등 과학 교육 프로그램의 개발 과정은 다음과 같다.

첫째, 본 프로그램에 적용한 2015 개정 과학과 교육과정 중 초등 3~4학년군과 초등 5~6학년군의 내용을 확인하였다. 해당 교육과정에서 암석을 다루는 단원은 4-1-2. 지층과 화석(퇴적암)과 4-2-4. 화산과 지진(화성암)이다. 다음으로 두 단원에 적용된 성취기준을 확인하였다. 성취기준은 알갱이의 크기를 기준으로 퇴적암을 분류하는 활동과 화성암의 생성 과정에 따라 화강암과 현무암의 특징을 비교하는 내용으로 이루어져 있다(MOE, 2015). 따라서 본 프로그램 개발은 이 성취기준을 토대로 한다.

둘째, 인공지능 교육을 다루는 국내의 교육과정을 찾아보았다. 국내 인공지능 관련 교육과정 중 한국과 학창의재단과 한국정보교육과학회에서에서 개발한 차세대 소프트웨어(SW)교육 표준 모델을 활용하였다(Kim et al., 2020; Lee, 2020). 차세대 소프트웨어(SW) 교육 표준 모델의 ‘인공지능과 융합’ 영역은 데이터 과학, 인공지능, 로봇틱스의 세 가지 하위영역으로 구성되어 있다. 본 프로그램에서는 인공지능 하위영역 중 초등 5~6학년에 해당하는 초등 3단계의 수행기대를 적용하였다. 자세한 내용은 Table 3과 같다.

Table 3. Standard model of next generation software education (Kim et al., 2020)

Content Area	Converging with Artificial Intelligence	Subregions	Artificial intelligence
Subregion Description	·Cultivate the ability to use artificial intelligence correctly with a sense of ethics. It deals with implementing simple artificial intelligence that is needed to solve problems. ·By finding and analyzing technologies applied with artificial intelligence, Students understand how to implement artificial intelligence and carries out projects that apply artificial intelligence to real life.		
Elementary Stage 3 Performance Expectations	[E3-AIC-02] Based on cases where artificial intelligence is used, students explore the concept and value of artificial intelligence and its impact on society. [E3-AIC-03] Students experience simple artificial intelligence that is used in everyday life and understand the possibility of using it.		

셋째, AI 분류 모델을 활용한 초등 AI·과학 융합 교육 프로그램을 개발하였다. 프로그램은 교육과정 분석을 바탕으로 초등 5~6학년군에 적용할 수 있도록 하였다. 1차시에는 역암, 사암, 화강암, 현무암의 암석 표본을 관찰하고 공통점과 차이점을 비교하는 활동을 한다. 2차시에는 인공지능 암석 분류 모델을 설계하는 활동을 하며, 3차시에는 모델을 제작하고 테스트하는 활동을 한다. 마지막 차시에는 인공지능 암석 분류기로 암석 표본을 분류하는 활동을 계획하였다. 차시 계획은 Table 4와 같다.

Table 4. Elementary AI-Science education program using an AI classification model

Period	Key Activities
1	Observe rocks and compare commonalities and differences
2	Planning and designing AI rock classification models
3	Create and test AI classification models
4	Using AI Rock Classifiers

Data Analysis

개발한 프로그램은 6인의 교육 전문가를 대상으로 타당도 검토를 실시하였다. 검토위원은 2015 개정교육과정 과학과 선도 교원 3인으로 구성된 과학 교육 전문가와 소프트웨어 선도 교원으로 구성된 인공지능 교육 전문가 3인으로 구성하였다.

타당도 검토를 위한 설문 문항은 Shin (2020)이 개발한 문항을 본 연구에 맞게 수정하였다. 교수 1인, 박사 2인, 박사과정 2인 석사과정 5인으로 구성된 세미나에서 설문 문항의 타당도를 2회 검증하여 6개의 영역 18개의 설문 문항을 최종 구성하였다. 설문 영역(문항 수)은 프로그램의 현장 적용 적절성(6), 과학과 핵심역량 및 인공지능 수행기대 충족(2), 학생의 요구(4), 학습 만족도(3)의 5개 영역이다. 설문은 문항별로 4단계 리커트 척도(4점: 매우 그렇다, 3점: 그렇다, 2점: 아니다, 1점: 전혀 아니다)로 구성하였다. 이때 문항별로 부정적인 답변(2점 이하)을 한 경우와 기타 의견이 있는 경우에는 서술형으로 의견을 적도록 하였다. 프로그램의 타당도 검증에 활용한 설문지는 Table 5와 같다.

프로그램의 전문가 타당도는 내용타당도지수(Content Validity Index, 이하 CVI)로 검증하였다. 내용타당도지수(CVI)는 평가자의 전체 응답 중 긍정적인 평가의 비율이며 본 프로그램의 검증에서는 3점(그렇다) 이상을 긍정 평가로 산출하였다(Polit et al., 2007). 18개의 문항 중 16개의 문항의 CVI는 1이며 2개 문항의 CVI는 0.83이다. 프로그램에 대한 타당도 검증 결과는 Table 6과 같다.

개발한 프로그램에 대한 전문가의 타당도 검증 결과, CVI가 0.83인 설문 문항에 대한 개선 의견 2개와 프로그램에 대한 기타 개선 의견 1개가 제시되었다. 두 개의 문항은 프로그램이 현장적용에 적용하기 편리한지에 관한 문항과 프로그램이 학습자의 수준에 적합한지 묻는 문항이다. 또한 프로그램 전반에 대한 개선 의견은 인공지능 암석 분류기의 활용에 관한 내용이다. 프로그램에 대한 전문가의 검토 의견은 Table 7과 같다.

Table 5. Verification questions for program feasibility (Shin, 2020)

Area	Evaluation Questions
Appropriateness of class application	1. This program is well aligned with achievement standards. 2. Teaching and learning strategies guide students and teachers' behavior appropriately. 3. The teaching and learning process is systematic in teaching. 4. Easy to apply to class education. 5. The program is based on artificial intelligence technology. 6. The program has improved existing teaching methods.
Key Competencies in Science and AI	7. This program is suitable for developing science and core competencies. 8. This program is well suited to meet the performance expectations of the next generation software (SW) training standard model.
Artificial Intelligence Application	9. It is appropriate to use artificial intelligence for science education. 10. This program reflects the characteristics of artificial intelligence. 11. The program's AI platform meets the achievement criteria.
Student Needs	12. This program brings out students' interest. 13. Student-centered exploration takes place in this program. 14. This program is suitable for learners' level. 15. This program helps students to improve creative problem-solving skills.
Learning Satisfaction	16. The coursework of this program is satisfactory. 17. This program helps students to foster creative talent. 18. It is appropriate that this program is applied to classes.
The others	There is an opinion that the program should be improved. (Descriptive)

Table 6. Expert validity verification results for program (N=6)

Area	Questions	Avr.	SD	CVI
Appropriateness of class application	1	4.00	0.00	1.00
	2	3.83	0.53	1.00
	3	4.00	0.00	1.00
	4	3.50	0.82	0.83
	5	4.00	0.00	1.00
	6	3.83	0.53	1.00
Key Competencies in Science and AI	7	3.83	0.53	1.00
	8	4.00	0.00	1.00
Artificial Intelligence Application	9	3.83	0.53	1.00
	10	4.00	0.00	1.00
	11	4.00	0.00	1.00
Student Needs	12	4.00	0.00	1.00
	13	4.00	0.00	1.00
	14	3.50	0.82	0.83
	15	3.83	0.53	1.00
Learning Satisfaction	16	4.00	0.00	1.00
	17	3.83	0.53	1.00
	18	4.00	0.00	1.00

Table 7. Questions that need improvement and review comments

No.	Sort	Contents
4	Q	Easy to apply to class education.
	A	Need to increase teachers' understanding of artificial intelligence.
14	Q	This program is suitable for learners' level.
	A	Students need activities to understand the concept of artificial intelligence.
The others		Students need activities that apply AI classifiers to various situations.

전문가 검토 의견에 따라 두 차시를 추가하였다. 먼저 선행 연구를 분석해 교사와 학생이 AI를 쉽게 이해할 수 있도록 하는 인공지능 스토리텔링 기법(Yeo & Kang, 2020)을 적용한 차시를 추가하였다. 다음으로 AI 분류 모델이 암석의 특징을 그린 그림을 인식할 수 있다는 점을 활용하여, 학생들이 배운 내용을 새로운 상황에 적용하고 공유할 수 있는 차시를 추가하였다. 전문가 타당도 검증을 거친 6차시 분량의 프로그램은 Table 8과 같다.

Table 8. Expert validity verified programs

Period	Contents
1	· Observe and classify sedimentary and igneous rocks.
2	· Learn the principles of artificial intelligence image identification. · Experience a Teachable Machine.
3-4	· Manufacture artificial intelligence rock classifiers by group. · Evaluate and improve artificial intelligence rock classifier.
5-6	· Draw a picture by emphasizing the characteristics of rocks. · Classify pictures with artificial intelligence rock classifier · Use artificial intelligence rock classifiers with classmates
Improvements	· Activities are added for students and teachers to understand artificial intelligence and experience artificial intelligence platforms. · Artificial intelligence storytelling techniques are introduced so that students and teachers can easily access artificial intelligence. · Students Draw a picture that highlights the characteristics of rocks, classify them as artificial intelligence classifiers, and share them. Applying AI rock classifiers to various situations through this activity.

Results and Discussions

Recognition rate of AI Classification Model

본 연구에서 제작한 AI 분류 모델의 인식률을 조사하였다. 먼저 티처블 머신 내에서 테스트한 결과 값을 확인하였다. Table 9는 학습을 완료한 AI 분류 모델의 정확도 테스트 결과이다. 티처블 머신 내에서 학습된 암석의 종류별로 90개의 테스트 데이터를 무작위로 입력하여 결과를 분석한 결과이다. 정확도는 AI 분류 모델이 암석을 정확하게 분류하는 정도를 의미하며 정확도 1.00은 AI 분류 모델이 모든 암석 샘플을 정확하게 분류하였다는 것을 의미한다. 암석의 종류와 관계없이 모두 정확하게 분류하는 것으로 보아 AI 분류 모델의 학습이 잘 진행되었다는 것을 확인하였다.

Table 9. Accuracy of AI models by class

Class	Accuracy	#Samples
Basalt	1.00	90
Granite	1.00	90
Sandstone	1.00	90
Conglomerate	1.00	90
Empty	1.00	90

두 번째로 AI 분류 모델에 직접 데이터를 입력하여 인식률을 측정하였다. 데이터를 입력하면 터치블 머신 내에서 인식률은 클래스별 백분율로 표시된다. AI 분류 모델의 학습에 사용하지 않은 암석 표본의 사진을 입력하여 인식률을 확인하였다. 이때 같은 배경색과 흰색, 검은색의 배경도 함께 입력하여 인식률을 비교하였다. 또한 암석의 특징을 살린 그림을 그려 Fig. 6과 같이 인식률을 확인하였다.

**Fig. 6.** Test the recognition rate of rock samples

다양한 배경과 각도에서 촬영한 암석 표본 이미지 10장을 입력하였을 때 인식률의 평균값은 Table 10과 같다. AI 분류 모델이 학습한 4종의 암석에 대하여 학습데이터와 동일한 배경인 초록 배경의 인식률은 평균 90.6%이다. 학습 데이터와 다른 색깔의 배경인 검은색은 평균 89.2%의 인식률을 보였으며, 흰색의 인식률은 평균 87.6%로 활용하기에 적합하다.

Table 10. Recognition rate of rock samples based on background color

Background Color	Recognition rate by rock sample (%)				Avr.(%)
	Sandstone	Conglomerate	Basalt	Granite	
Green	94.6	94.6	99.7	73.4	90.6
Black	81.0	91.1	92.8	91.9	89.2
White	87.6	96.6	91.9	74.3	87.6
Avr.	87.7	94.1	94.8	79.9	89.1

마지막으로 AI 분류 모델이 암석의 특징을 그린 그림에 대한 분류가 가능한지 살펴보았다. 인공지능 암석 분류기가 학습한 4종의 암석에 대하여 각 암석 당 5장의 그림을 그려 확인하였다. 암석의 특징을 살린 그림으로 인식률의 평균은 88.5%이며 결과는 Table 11과 같다. 이 결과로 보아 초등과학 프로그램 적용 과정에서 인공지능 모델의 분류 방법을 이해하는 활동에 활용가능함을 확인하였다.

Table 11. The recognition rate of a picture of rock characteristics

Recognition rate by rock sample (%)				Avr.(%)
Sandstone	Conglomerate	Basalt	Granite	
95.6	88.0	89.0	81.4	88.5

Elementary Science Program Development Results

인공지능 분류기를 활용한 초등 과학 프로그램은 관련 교육과정 조사 및 전문가의 타당도 검토를 실시하였으며, 완성된 프로그램의 개관은 Table 12와 같다.

Table 12. Elementary school science program using artificial intelligence rock classifier

Grade	5-6		
Subjects and Units	Science 4-1-2 Strata And Fossils Science 4-2-4 Volcanoes And Earthquakes	Areas of Standard model of next generation software education.	V. Converging with Artificial Intelligence 2. Artificial intelligence
Science and standards of achievement	[4S06-02] Students can classify Sedimentary rocks according to the size of the grains, and explain the process of sedimentary rock formation through this model. [4S11-02] Students can understand The process of formation of igneous rock formation and compare the characteristics of granite and basalt compare.		
Performance Expectations	[E3-AIC-02] Based on cases where artificial intelligence is used, students explore the concept and value of artificial intelligence and its impact on society. [E3-AIC-03] Students experience simple artificial intelligence that is used in everyday life and understand the possibility of using it.		
Detailed overview	Period	Contents	
	1	· Observation and classification of sedimentary and igneous rocks.	
	2	· Learn the principles of artificial intelligence image identification. · Experience a Teachable Machine.	
	3-4	· Manufacture artificial intelligence rock classifiers by group. · Evaluate and improve artificial intelligence rock classifier.	
	5-6	· Draw a picture by emphasizing the characteristics of rocks. · Classify pictures with artificial intelligence rock classifier · Use artificial intelligence rock classifiers with classmates	

(1) Period 1. Observation and Classification of Sedimentary and Igneous Rocks.

퇴적암과 화성암 표본을 관찰하고 분류하는 차시를 구성하였다. 관련 단위인 4-1-2. 지층과 화석, 4-2-4. 화산과 지진 단원의 성취기준과 교과서 및 지도서 내용을 분석하여 활동을 구성하였다. 특히 퇴적암을 알갱이의 크기에 따라 분류하는 활동과 화성암을 생성 과정에 따라 비교하는 활동과 연계되도록 하였다.

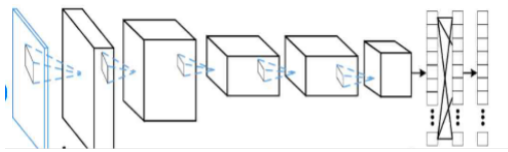
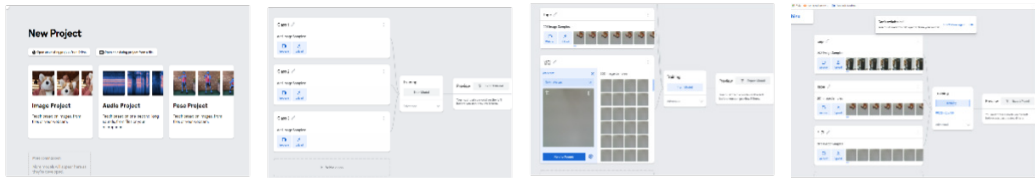
Table 13. Major contents of teaching and learning course plans and activity paper (Lesson 1)

Science and standards of achievement	[4S06-02] Students can distinguish sedimentary rocks according to the size of the grains and explain the process of sedimentary rocks being made through a model. [4S11-02] Students can understand the process of producing igneous rocks and compare the characteristics of granite and basalt.
Main focus of the class	• Educate students to observe the characteristics of rocks and establish classification criteria. • Educate students to classify rock samples based on the characteristics of the rocks they observe.
Key Activities	• Observe rock samples - Observe the size, color, and surface conditions of grains by type of rock • Classify rock samples by establishing classification criteria - Classify rock samples based on classification criteria

(2) Period 2. Learn the Principles of AI Image Identification and Experience a Teachable Machine.

교사와 학생이 AI를 쉽게 이해할 수 있는 활동이 필요하다는 전문가의 검토 의견을 바탕으로 2차시를 구성하였다. 티처블 머신에 활용되는 이미지 식별 기술의 원리를 이해하기 위해서는 전문적인 지식이 필요하다. 그러나 인공지능 스토리텔링 기법을 활용하면 이 원리를 복잡한 운동장에서 친구를 찾는 간단한 상황으로 만들어 쉽게 이해할 수 있다(Yeo & Kang, 2020). AI 교육 플랫폼인 티처블 머신은 컴퓨터와 카메라만 있으면 쉽게 체험할 수 있다. 학습지의 안내에 따라 주변의 물체를 분류하는 활동을 체험하며 AI 교육 플랫폼의 사용법을 익히도록 한다.

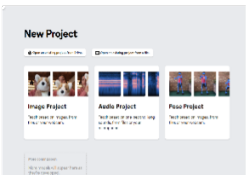
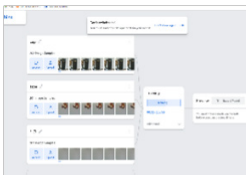
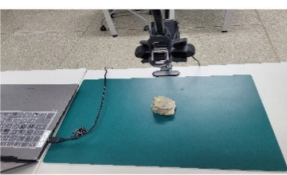
Table 14. Major contents of teaching and learning course plans and activity paper (Lesson 2)

Performance Expectations	[E3-AIC-02] Based on cases where artificial intelligence is used, students explore the concept and value of artificial intelligence and its impact on society. [E3-AIC-03] Students experience simple artificial intelligence that is used in everyday life and understand the possibility of using it.									
Main focus of the class	• Make students interested in artificial intelligence technology. • Experience and use artificial intelligence platforms.									
Key Activities	• Easily understand artificial intelligence image recognition technology - Find friends in complex playgrounds (input – feature extraction – dimensionality reduction) • Create an artificial intelligence classifier with a Teachable Machines - Access the Google Teachable Machine and decide on two objects to classify - Set 3 classes (Class 1, Class 2, and Empty) to enter images and learn artificial intelligence									
Examples of worksheets	◦ Let's learn the principles of artificial intelligence technology used in teachable machines.									
	◦ Let's understand artificial intelligence technology briefly by thinking about 'the situation of finding classmates in a complex playground'.									
		<table><tr><th>Sequence</th><th>Activity</th></tr><tr><td>Input</td><td>Who do I want to find?</td></tr><tr><td>Feature extraction</td><td>What are the characteristics of the friend?</td></tr><tr><td>Dimensionality reduction</td><td>What are the three biggest characteristics of the friend?</td></tr></table>		Sequence	Activity	Input	Who do I want to find?	Feature extraction	What are the characteristics of the friend?	Dimensionality reduction
Sequence	Activity									
Input	Who do I want to find?									
Feature extraction	What are the characteristics of the friend?									
Dimensionality reduction	What are the three biggest characteristics of the friend?									
Structure of Artificial Intelligence Technology (CNN)		AIST Model (Yeo & Kang, 2020)								
◦ Create an Artificial Intelligence Classifier with a Teachable Machine										
										
1. Connecting to an Image Project		2. Classification								
		3. Entering Data								
		4. Machine Learning								

(3) Period 3-4. Manufacturing AI Rock Classifier and Improve It.

3-4차시에서는 모듈별로 티처블 머신을 활용한 AI 암석 분류 모델을 제작한다. 본시는 선행 연구(Kim, 2019; Kim & Park, 2017; Shin & Shin, 2020; Yang & Kim, 2020)를 분석하여 문제 이해, 데이터 수집, 인공지능 학습, 평가 및 개선으로 구성하였다. 문제 이해 단계에서는 학생들이 인공지능에게 학습시킬 암석 표본 데이터의 특징을 알아본다. 데이터 수집 단계에서는 인공지능 학습에 필요한 데이터를 수집한다. 암석표본 5벌을 준비하여 그중 4벌은 인공지능 학습에 사용하고 1벌은 테스트에 활용한다. 인공지능 학습 단계에서는 티처블 머신에 학습 데이터를 입력해 학습시킨다. 평가 및 개선 단계에서는 AI 암석 분류 모델에 테스트 데이터를 입력하여 인식률을 평가한다. 마지막으로 학습 데이터를 점검하고 개선하여 인식률을 높인다.

Table 15. Major contents of teaching and learning course plans and activity paper (Lesson 3 ~ 4)

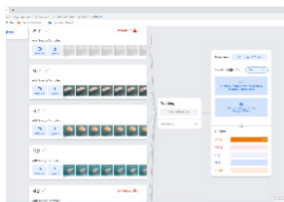
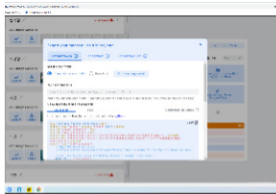
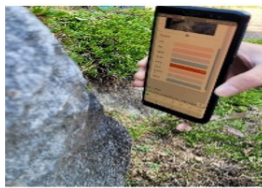
Performance Expectations	[4S06-02] Students can classify Sedimentary rocks according to the size of the grains, and explain the process of sedimentary rock formation through this model. [4S11-02] Students can understand The process of formation of igneous rock formation and compare the characteristics of granite and basalt compare. [E3-AIC-03] Students experience simple artificial intelligence that is used in everyday life and understand the possibility of using it.			
Main focus of the class	- Allows students to design and build their own AI rock classifiers. - Enter data that highlights the characteristics of the rock sample.			
Key Activities	- Create an AI rock classifier - Prepare rock classification data: Distinguish between input data (4 sets) and test data (1 set) - Machine learning: Classifying - Data entry - Learning - Artificial intelligence rock classifier assessment - Enter test data - Improve artificial intelligence rock classifiers - Classify well identified rocks (more than 70% match) and poorly identified rocks (less than 70% match) - Explore poorly identified classes of data and improve recognition through data cleaning			
Examples of worksheets	◦ Create an AI rock classifier with a Teachable Machine  1. Connecting to an Image Project  2. Classification  3. Entering Data  4. Machine Learning ◦ Artificial Intelligence Rock Classifier Recognition Rate Assessment  1. Preparation  2. Real-time image data recognition rate measurement  3. Enter photo data			

(4) Period 5-6. Classifying Pictures with AI Rock Classifier and Sharing AI Rock Classifiers.

5차시에서는 암석의 특징을 살려 그린 그림을 AI 암석 분류 모델로 분류하는 활동을 한다. 이를 통해 AI 암석 분류 모델을 다양한 상황에 적용해볼 수 있다. 그리기 활동은 기초 탐구 능력 중 관찰 능력 향상에 도움을 주며 (Park & Lee, 2010), AI 암석 분류 모델로 그림을 분류하는 활동은 분류 능력 향상에 도움을 줄 것으로 기대한다.

6차시에서는 모듈별로 제작한 인공지능 암석 분류기를 인터넷 누리집과 누리소통망(SNS)에 공유하고 함께 활용한다. 티처블 머신은 클라우드에 업로드해 간편하게 공유할 수 있으므로 이를 활용하여 디지털 협업 능력을 기르도록 한다.

Table 16. Major contents of teaching and learning course plans and activity paper (Lesson 3 ~ 4)

Performance Expectations	[4S06-02] Students can classify Sedimentary rocks according to the size of the grains, and explain the process of sedimentary rock formation through this model. [4S11-02] Students can understand The process of formation of igneous rock formation and compare the characteristics of granite and basalt compare. [E3-AIC-03] Students experience simple artificial intelligence that is used in everyday life and understand the possibility of using it.						
Main focus of the class	• Increase observation skills by observing rocks and drawing pictures. • Allow students to think about artificial intelligence and the human classification process.						
Key Activities	• Draw a sample of rocks and identify them with an artificial intelligent rock classifier - Draw a sample of rocks using the characteristics of rocks - Enter the picture into the AI Rock Classifier to view the results • Share AI rock classifiers - Upload and share an AI rock classifier to the cloud						
Examples of worksheets	◦ Let's draw a picture thinking about the characteristics of rocks that we classified as artificial intelligence rock classifiers. <table border="1" data-bbox="467 1146 1469 1224"> <tr> <td>Types of Rocks</td><td></td><td>Pictures</td><td></td></tr> </table>			Types of Rocks		Pictures	
Types of Rocks		Pictures					
	◦ Share the AI rock classifier with your friends in the following ways.  1. Upload to Cloud  2. Generate URL Address  3. Applying in a variety of environments						

Conclusions and Implications

본 연구에서는 AI 교육 플랫폼을 기반으로 하는 AI 분류 모델의 과학 교육에서의 활용 가능성을 확인하였으며, 이를 활용하는 초등 AI·과학 융합 프로그램을 개발하였다. AI 교육 플랫폼은 인공지능 학습에 필요한 교육 도구이며, 본 연구에서는 이 중 초등 현장에 적합한 지도학습 중 분류 모델을 선택하여 적용하였다. AI 교육 플랫폼인 티처블 머신을 활용하여 제작한 AI 암석 분류 모델은 테스트 암석과 그림에 대한 인식률이 높아 교육 현장에서 활용이 가능함을 확인하였다.

AI 교육 플랫폼을 기반으로 한 인공지능 암석 분류 모델을 활용하여 6차시 분량의 초등 AI·과학 융합 교육 프로그램을 개발하였다. 2015 개정 초등 과학 교육과정 및 차세대 소프트웨어(SW) 교육 표준 모델을 바탕으로 프로그램을 개발하여 현장 적용이 쉽게 하였다.

본 연구에서 개발한 프로그램은 초등 과학교육 전문가 3인과 초등 소프트웨어교육 전문가 3인의 타당도 검토를 거쳤다. 그 결과 본 프로그램은 초등 수준에 적합하고 학생과 교사의 접근이 쉬워 현장에서의 활용도가 높을 것으로 보인다. 또한 학생들의 과학과 핵심역량을 향상시키고, 차세대 소프트웨어(SW) 교육 표준 모델의 인공지능 영역 수행기대도 충족시킬 것으로 보았다. 그리고 학생들이 직접 AI 분류 모델을 제작해 활용하는 과정에서 인공지능 기술에 대한 흥미와 관심도 및 학습 만족도를 높일 것으로 기대한다. 이러한 결과는 인공지능을 처음 접하는 초등학생들에게 AI 교육 플랫폼을 활용한 AI 교육을 통해 데이터와 모델의 개념, 기계학습의 원리를 바탕으로 분류를 수행하는 개념에 대한 이해를 도울 수 있다는 선행 연구의 결과(Lee & Cho, 2020)와 일치한다.

본 연구에서 개발한 6차시의 초등 AI·과학 융합 교육 프로그램은 전문가의 검토를 거쳐 개발하였으나, 향후 현장에 적용하는 과정에서 수정 및 보완을 통해 프로그램의 타당도 및 효과성을 더 높일 수 있을 것이다.

References

- Jeong, H. (2020). Feasibility study of google's teachable machine in diagnosis of tooth-marked tongue. *Journal of Dental Hygiene Science*, 20, 206-212.
- Kim, K., Cha, H., & Ku, S. (2011). Differences in classification skills between the gifted and regular students in elementary schools. *Journal of the Korean Association for Research in Science Education*, 31, 709-719.
- Kim, K., & Park, Y. (2017). A development and application of the teaching and learning model of artificial intelligence education for elementary students. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 21, 137-147.
- Kim, K. (2019). An artificial intelligence education program development and application for elementary teachers. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 23, 629-637.
- Kim, K., Koo, D., Kim, S., Kim, S., Kim, Y., & Han, S. (2020). Development a standard curriculum model of next-generation software education. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 24, 337-367.
- Kim, S. H., Kim, K. S., Kim, S. H., Kim, Y. S., Kim, J. H., Kim, J. B., ... Seo, J. Y. (2021). Analysis of functions and services for the development of AI education platform. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 24, 25-37.
- Kim, Y., & Shin, D. (2015). Development of observing and classifying process skill enhancement program using scientific thinking strategy model for elementary school students. *Korean Journal of Elementary Education*, 26, 195-214.
- Lee, E. K. (2020). A comparative analysis of contents related to artificial intelligence in national and international K-12 curriculum. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 23, 37-44.
- Lee, J., & Lee, S. (2020). A study on experts' perception survey on elementary AI education platform. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 24, 483-494.
- Lee, Y., & Cho, J. (2020). Artificial intelligence education plan using teachable machine. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 47, 913-915.

- Park, M. J., & Lee, Y. S. (2010). Development and application of science drawing program to improve science process skills. *Elementary Science Education*, 29, 186-194.
- MOE (Ministry of Education) (2015). 2015 Revised Science National Curriculum. Ministry of Education.
- MOE (Ministry of Education) (2018a). Elementary School Science 4-1 (2015 revised Science National Curriculum). Visang: Seoul, Korea.
- MOE (Ministry of Education) (2018b). Elementary School Science 4-2 (2015 revised Science National Curriculum). Visang: Seoul, Korea.
- MOE (Ministry of Education) (2020a). Comprehensive Plan for Information Education.
- MOE (Ministry of Education) (2020b). Comprehensive Plan for Science Education.
- MOE (Ministry of Education) (2020c). Revised National Curriculum.
- NGSS Lead States (2013). Next Generation Science Standards: For States, by States. The National Academies Press, Washington DC: USA.
- National Research Council (2012). A Framework for K-12 Science Education: Practices Crosscutting concept, and Core Ideas. The National Academies Press, Washington DC: USA
- Norvig, P., & Russell, S. (2016). Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd Edition). Pearson Education: New York City, NY, USA.
- Polit, D. F., Beck, C. T., & Owen, S. V. (2007). Is the CVI an acceptable indicator of content validity? Appraisal and recommendations. *Research in Nursing & Health*, 30, 459-467.
- Parker, L. E. (2018). Creation of the national artificial intelligence research and development strategic plan. *AI Magazine*, 39, 25-32.
- Shin, W. (2020). A case study on application of artificial intelligence convergence education in elementary biological classification learning. *Elementary Science Education*, 39, 284-295.
- Shin, W., & Shin D. (2020). A study on the application of artificial intelligence in elementary science education. *Elementary Science Education*, 39, 117-132.
- Son, W. (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, 453-462.
- Touretzky, D., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019a). Envisioning AI for k-12: What should every child know about AI?. In *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 33, 9795-9799. <https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019795>
- Touretzky, D. S., Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019b). K-12 Guidelines for Artificial Intelligence: What Students Should Know. In *Proceeding of the ISTE Conference*, 1-52.
- Yeo, H. D., & Kang, H. K. (2020). A case study on the effect of the artificial intelligence storytelling(AI+ST) learning method. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 24, 495-509.
- Yang, H. M., & Kim, T. Y. (2020). Exploring educational ways using AI at the elementary school level. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 24, 161-163.

Authors Information

Cho, Youngsaeng: Seoul Jamsil Elementary School Teacher, First Author

Yu, Chen: Korea National University of Education, Ph.D. Student, Co-author

Kim, Jung Bog: Korea National University of Education, Professor, Corresponding Author