

초등학생 대상 인공지능 교육 프로그램 개발 및 적용: CNN을 중심으로

Development and Application of an Artificial Intelligence Education Program for Elementary School Students: Focusing on CNN

김석중[†] · 최숙영^{**}

Seokjoong Kim[†] · Sookyoung Choi^{**}

요 약

본 연구에서는 초등학생을 대상으로 한 인공지능 교육 중 이미지 인식의 이해를 위한 교육 프로그램을 개발하고, 프로그램의 타당성과 효과를 검증하였다. 프로그램 개발은 ADDIE 모형에 기반하여 분석, 설계, 개발, 적용 및 평가/수정 단계를 거치면서 진행되었다. 먼저, 교육 프로그램 설계를 위해 CNN의 원리를 이해하기 위한 핵심 교육요소를 분석하고 이를 기초로 프로그램의 목표를 설정한 후, 총 9차시의 CNN 기반의 이미지 인식 인공지능 교육 프로그램을 개발하였다. 그 교육 프로그램은 일반적으로 어렵게 생각하는 CNN의 원리를 초등학교 학습자들에게 언플러그드 교수법을 적용하여 실제 체험하고 이해하며 활용하는 형태로 개발되었다. 개발된 교육 프로그램의 검증을 위해 1, 2차 델파이 조사를 진행하였다. 델파이 조사에서 제시된 검토의견에 따라 수정된 교육 프로그램을 초등학교 5학년 학생 2개 학급 54명을 대상으로 적용하여 관찰 및 포트폴리오 평가를 통해 효과를 분석하였다.

주제어: AI 교육, AI 원리, 이미지 인식, CNN, ADDIE

ABSTRACT

In this study, an educational program was developed to understand the principle of image recognition among artificial intelligence education for elementary school students, and the validity and effectiveness of the program were verified. Program development was carried out through analysis, design, development, application, and evaluation/modification steps based on the ADDIE model. First, to design an educational program, we analyzed key educational elements to understand the principles of CNN and set the program's goals based on this, and then developed a CNN-based image recognition artificial intelligence education program for a total of 9 sessions. The educational program made it easier for elementary school learners to understand CNN's principles, which are generally considered difficult, by applying unplugged teaching methods, and developed them in the form of actual experience, understanding, and utilization. To verify the developed educational program, the first and second Delphi surveys were conducted and revised. The revised educational program was then applied to 54 students in two classes of fifth grade elementary school students and the effectiveness was analyzed through observation and portfolio evaluation.

Keywords: AI education, AI principle, Image Recognition, CNN, ADDIE

1. 서론

AI 기술은 점점 더 빠른 속도와 다양한 방식으로 개인과 사회에 영향을 미치고 있다. 세계 주요국에서는

AI 기술 및 인적자원의 우위 확보를 위해 AI 교육에 많은 노력을 기울이고 있다. 이러한 흐름 가운데 국내에서도 2022 개정교육과정[1]에 인공지능 교육에 대한 강화가 이미 공표되었으며, 전국에 AI 융합교육 대

[†]정 회 원: 전라북도 교육청 장학사

^{**}중심회원: 우석대학교 정보보안학과 교수(교신저자)

학원을 설치하여 인공지능 교육에 대한 준비를 하고 있다. 또한 과학창의재단과 교육부에서 지정하여 운영하였던 SW교육 연구·선도학교도 2021년부터 AI 교육 연구·선도학교로 운영하고 있어 교육계에서도 인공지능 교육의 도입을 위한 노력을 기울이고 있다. 최근, 인공지능 선도학교를 중심으로 인공지능 교육에 대한 연구들이 최근에 발표되고 있다. 하지만 대부분의 연구들의 경우 인공지능 원리 교육보다는 인공지능 활용 위주의 교육에 초점을 맞추고 있다[2,3,4].

다양한 분야에서의 인공지능을 적용한 문제해결력을 함양하기 위해서는 단순히 인공지능 도구를 활용하는 차원뿐만 아니라 인공지능의 원리를 이해하고 문제 상황에 맞는 적절한 인공지능 개념 및 도구를 선택하여 문제를 해결하는 것이 필요하다.

인공지능 교육 중 이미지 인식 분야는 언어 인식 분야와 함께 어린 학생들이 쉽게 접할 수 있으며 흥미를 가지고 활동하기 쉬워 교육분야에서 이미지 인식 도구를 활용한 연구들이 많이 이루어지고 있다[5,6,7]. 초등학생들을 대상으로 한 인공지능 교육에 관한 선행연구들을 살펴보면 대부분이 이미지 인식 도구를 활용한 인공지능 교육의 사례가 많으며, 인공지능 원리 학습에 관한 연구[8, 9]는 소수에 불과하다. 그러나 초등학생을 대상으로 하는 인공지능 교육에 있어 인간과 컴퓨터의 지능이 어떻게 다르게 작동되는가를 이해하는 것은 중요하다. 즉, 컴퓨터가 어떻게 이미지를 인식하는지를 쉽게 이해할 수 있도록 한다면 학습자로 하여금 인공지능에 대한 이해를 높이며 사고를 확장시킬 수 있다. 본 연구에서는 이미지 인식 기술인 CNN(Convolutional Neural Network)의 개념을 초등학생들에게 보다 쉽게 이해할 수 있도록 구체물의 조작을 통한 언플러그드 학습(Unplugged learning)을 포함하는 학습 프로그램을 개발하였다. CNN은 기존 컴퓨팅에서 활용하고 있는 이미지 압축과 필터 기술을 활용하고 있으면서 신경망을 활용한 인지까지 연결된다는 점에서 인공지능 원리를 확장시킬 수 있다. 또한 CNN의 과정은 단순화 과정과 자동화 과정이 이루어진다는 특징이 있다. 이를 컴퓨팅 사고력(Computational thinking)으로 표현하면 ‘추상적 사고’와 ‘자동화 사고’로 연관시킬 수 있다. 따라서, CNN의 원리를 학습함으로써 컴퓨팅 사고력의 향상을 가져올 수 있다.

본 연구에서는 CNN의 주요 개념 및 원리를 구체적 조작기인 초등학생에게 효과적으로 지도하기 위한 교수학습 프로그램을 설계 및 개발하고 그 효과성을 검

증하였다.

2. 이론적 배경

2.1 CNN(Convolutional Neural Network)

딥러닝의 한 유형인 CNN은 이미지를 분석하기 위해 패턴을 찾는 데 유용한 알고리즘으로, 데이터에서 이미지를 직접 학습하고 패턴을 사용해 이미지를 분류한다[13,14]. CNN은 특정 패턴을 인식하는 커널(Kernel)을 이용하여 스트라이드(Stride)의 단위로 커널을 이동시키며 컨볼루션(Convolution)과 맥스-풀링(Max-Pooling)의 과정을 거쳐 단순화 후 데이터를 플래튼(Flatten)한다. 커널은 이미지의 특징을 찾아내기 위한 공용 파라미터이며, 커널을 필터(Filter)라고 하기도 한다. 지정된 간격으로 커널을 순회하는 간격을 스트라이드라고 한다. Figure 1. 은 이러한 CNN의 과정을 보여준다.

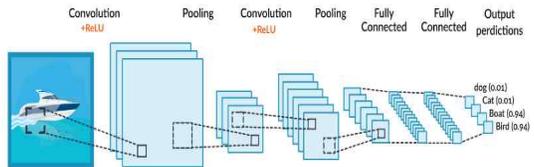


Figure 1. CNN Image Processing

2.2 인공지능 원리 교육을 위한 교육학적 관점

2.2.1 피아제의 인지 발달 이론

피아제의 인지발달이론은 아동의 인지 발달을 감각 운동기, 전 조작기, 구체적 조작기, 형식적 조작기의 4 가지 단계로 구분하였다[15]. 본 연구의 대상인 초등학생은 ‘구체적 조작기’에 해당하는 학생들로 경험에 기초한 사고를 하며, 전 조작기와 다르게 논리적 사고를 할 수 있게 된다. 구체적 조작기 학생은 자신의 경험을 바탕으로 논리적 사고를 확장할 수 있으나, 경험하지 못한 사고를 논리적으로 사고하는 추상적 사고가 발달하지 않은 상태이다. 따라서, 구체적 조작기 학생들의 인공지능 교육은 학생들이 직접 경험이 가능한 활동으로 구성되어야 한다. 또한 활동이 선행 조직자로서 작용하는 것보다는 직접 조작을 통하여

논리적으로 인공지능의 원리를 직접 이해할 수 있는 형태로 제공되어야 한다.

2.2.2 브루너의 지식의 구조와 나선형 교육과정

브루너는 교육의 과정에 대한 모든 논의는 한 가지 ‘핵심적 확신’을 기초로 하고 있다고 말한다[16, 17]. 어떤 발달 단계를 막론하고 가르쳐야 할 교육내용은 동일하다고 하면서 기본 개념과 원리를 의미하는 지식의 구조를 강조하였다. 브루너는 표현방법의 수준만 학생에 맞추면 어떠한 학생이든지 지식의 구조를 이해할 수 있다고 주장하면서 학생의 발달 단계와 연관하여 세 가지 표현양식을 제시하였으며, 이것은 나선형 교육과정의 실제 방법으로 여겨지기도 한다[17]. 세 가지 표현양식은 작동적 표현(Enactive representation), 영상적 표현(Iconic representation), 상징적 표현(Symbolic representation)을 말한다.

Table 1. Applying CNN from the perspective of Bruner’s Modes of Representations

Mode	Modes of representation on CNN
Enactive	
Iconic	
Symbolic	$f(i) = z(i) \otimes u = \sum_{x=-(h-1)/2}^{(h-1)/2} z(i+x)u(x)$

브루너의 이론에 기반하여 인공지능의 지식의 구조를 해석하면, 지식의 구조에 해당하는 것은 인공지능에 대한 개념과 원리 등이 해당된다. 따라서 이러한 인공지능의 개념과 원리를 학교급에 따른 학습자 수준에 맞게 제시하는 교육과정이 필요하다고 할 수 있다. 이와 관련된 한 예로, 인공지능의 CNN 개념을 브

루너의 세 가지 표현양식으로 나타내면, Table 1과 같다. 하지만, 인공지능의 모든 교육내용을 이 표대로 구분하여 정의할 수는 없으며, 브루너 또한 모든 과정이 정확하게 단계별로 나뉜다고 주장하지 않았다. 단지 본 연구에서는 CNN에 대한 인공지능 교육에서 표현양식을 달리하여 어린 학생에게 지도하는 것이 가능할 수 있다는 점을 보여주고자 한다.

2.2.3 언플러그드 교수학습 방법

언플러그드 교수학습 방법은 컴퓨터를 사용하지 않고 컴퓨터에 대해 배우는 교수학습방법으로 팀벨(Tim Bell) 교수에 의해 제안되었다. 이 언플러그드 교수법을 통해 컴퓨터를 사용하지 않고도 구체적인 조작 활동 형태의 놀이학습을 통해 데이터의 표현, 정렬, 검색, 알고리즘, 라우팅, 교차 상태 등 알고리즘과 컴퓨터의 동작 원리를 이해할 수 있도록 한다[18,19].

언플러그드 교수학습 방법은 컴퓨터 과학을 지도하는 방법으로 널리 사용되고 있으나 인공지능 원리 교육에 대한 언플러그드 교수법 적용은 아직까지는 활발하지 않다. 이는 인공지능 원리 교육에 관한 교수학습방법이 충분히 개발되지 않았기 때문이다[20]. 이로 인하여 인공지능 현장 교육의 대부분은 인공지능 활용에 국한된 경우가 많다. 하지만 학습자들이 이해할 수만 있다면 인공지능의 원리를 학습하는 것이 인공지능적 사고를 향상시키는 데 도움이 될 수 있다. 이에 따라 구체적 조작기 학생들이 이해하기 힘든 인공지능의 원리 학습을 이해 가능한 형태의 언플러그드 교육으로 구성하여 제공할 필요가 있다.

3. 선행연구 분석

초등학교에서의 이미지 인식에 대한 학습 내용은 ‘학교에서 만나는 인공지능 수업[초등학교 5-6학년]’에 제시되었다[11]. 그 책의 4장 ‘감정을 인식하는 인공지능’에 CNN 이미지 인식 알고리즘에 관하여 초등학교가 이해할 수 있는 수준의 내용이 소개되어 있다. 그 내용은 표정을 분석하는 언플러그드 활동으로 구성되어 있으며 표정의 특성을 눈썹, 눈, 입 세 개로 분류하여 각 부분을 데이터값으로 단순화하는 과정으로 구성되어 있다. 교재의 내용은 특징을 한정하는 커널과 단순화 과정인 컨볼루션의 개념을 쉽게 이해할 수 있도록 구성되었다. 하지만 학생들이 활동

을 통하여 이미지를 분류하는 경험을 할 수 있도록 구성되어 있지 않아 학생들은 활동을 하고 나서도 컴퓨터의 이미지 인식이 어떻게 이루어지는지 이해하기 힘들 수 있다.

김인주 외(2022)의 연구[21]에서는 초등학교 인공지능 내용기준을 분석하여 초등학교 3학년 학생들을 대상으로 ‘특징에 따라 분류하기’ 내용 요소에 언플러그드 프로그램으로 ‘윈승이 분류하기’를 포함하였다. 이 활동은 다즐에듀에서 출시한 ‘무는 윈승이를 찾아라’라는 보드게임[12]을 활용하여 의사결정트리의 개념을 익히도록 하였다. 또한 전체 이미지의 특징만을 구분하여 분류하는 CNN의 알고리즘도 일부 포함되어 있다. 하지만, 이 경우 CNN의 원리를 담고 있지는 않으며 근본적으로 의사결정트리의 원리를 이해하는 것에 초점이 맞추어져 있다. 따라서, 좀더 많은 개념을 담고 있는 언플러그드 활동이 필요할 뿐만 아니라 초등학생이 실습하기에는 활동이 복잡하여 활동에 너무나 많은 시간이 소요되는 단점이 있다.

선행조직자를 활용한 인공지능교육 프로그램으로 한선관 외(2021)의 연구에서는 OHP 필름을 CNN 알고리즘 수업의 선행조직자로 활용한 수업이 개발되었다[22]. 그 연구는 기존에 사용하지 않았던 OHP 재질을 활용하여 커널을 피쳐맵으로 그리고 이를 선행조직자로 활용하여 대학생에게 CNN의 원리를 설명하고 있다. 이 방법을 초등학교에서 선행조직자가 아닌 수업 활동 내에서 사용 가능한 방법으로 변경한 연구가 류미영과 한선관(2019)에 의해 이루어졌다[2]. 그들은 초등학생을 위한 딥러닝 개념 학습을 위한 인공지능 교육 프로그램을 개발하였다. 그 교육 프로그램에서는 선행조직자로 감각차단법과 OHP 오버레이 방법을 활용하여 CNN 교육 방법을 제시하였다. 감각차단법은 컴퓨터가 데이터를 인식하는 과정이 인간과 다르게 메모리상에 들어간 일부 데이터만 인식 가능하다는 점을 체험하게 하는 언플러그드 교수 학습방법이다. 이것을 통해 직관적으로 인간의 인지와의 차이점을 이해하게 하였다.

4. AI 원리 이해를 위한 교육 프로그램 개발

본 연구에서는 초등학생을 대상으로 한 인공지능 원리 이해를 위한 교수학습 프로그램 개발을 위해 다음과 같은 부분을 고려하였다.

CNN의 기본 원리를 파악하기 위한 언플러그드 교

육활동을 설계하고, 언플러그드 교육 활동의 부족한 부분을 보완하기 위해 엔트리 코딩을 통한 활동을 추가하였다. 또한 이미지 인식을 활용하여 해결가능한 문제를 찾고 해결방안을 구안하는 과정을 통해 학습자의 이미지 인식에 대한 이해와 문제해결력을 높이도록 하였다.

교수학습설계는 ADDIE 모형에 기반하였다. ADDIE 모형은 분석, 설계, 개발, 실행, 평가의 단계를 선형적으로 적용하며, 각 단계에서 되돌아가 다시 적용하는 방식의 교수체제개발 모형이다. 이 모형은 개발의 과정을 유연하게 적용할 수 있는 것이 특징으로 본 연구에서는 개발, 실행, 평가 후 수정하는 과정을 통해 완성하였다.

본 연구에서 설계하는 인공지능 교육 프로그램을 적용할 학습자들은 한 학기동안 17차시의 SW 교육을 수강했고, 초등학교 실과교과서의 SW 교육 성취기준을 달성한 상태이다. 또한 학생별로 Surface Go 노트북이 보급되어 수업시간에 이를 활용할 수 있는 환경이 주어져 있다.

4.1 교육 프로그램 설계

CNN의 원리를 파악하기 위한 학습 내용 구성을 위해, CNN을 설명하고 있는 교재 및 CNN을 교육하기 위한 관련 연구들 [8,9,13,14]을 분석하여 Table 2와 같이 핵심 학습 요소를 도출하였다.

Table 2. Core learning elements

CNN	Core learning elements
The process by which the kernel moves	Feature extraction
Simplification through convolution and pooling	Simplification
Weight adjustment of neural network through learning of multiple images	Forming a cognitive framework through learning

다음으로, 이 핵심 교육 요소를 중심으로 CNN 원리를 파악하기 위한 교육내용을 구성하였다. 한선관(2021)의 연구에서는 CNN의 커널에 대한 이해를 돕기 위해 OHP를 활용한 선으로 구성된 이미지를 커널로 확인하는 언플러그드 활동을 통하여 특징을 추출하는 알고리즘을 지도하였다[22]. 본 연구에서는 이러한 기존 연구의 아이디어에 슬라이드의 개념을 추가하였다. 기존 연구에서는 단순한 이미지로 인하여 굳이 커

널을 이용하지 않아도 쉽게 특징을 찾을 수 있던 문제점이 있었는데, 본 연구에서는 이를 해결하고자 엔트리를 활용하여 랜덤한 이미지를 생성하고 이미지 속에서 특정한 모양을 찾도록 하는 활동을 통해 스트라이드 개념을 이해하도록 고안하였다.

Table 3. Design of Instruction

Class	Learning element	Content
1	Concepts of computer vision	<ul style="list-style-type: none"> Find out where computer vision is being used Learn what computer vision is and how computers understand it.
2-3	Kernel and stride	<ul style="list-style-type: none"> Understanding the computer's recognition process Using Sensory Blocking Understanding kernels and Strides using workbooks and Entries
4-6	Convolution and Classification	<ul style="list-style-type: none"> Image classification experience using Teachable Machine Explain how to create training data to experience convolution Create test data in various forms Determine test data against the prepared transparent film table
7-9	Development of a program using image recognition	<ul style="list-style-type: none"> Identify problems that can be solved with AI and devise solutions Creation of a model through image recognition learning Create a program using the created model

핵심 교육 요소를 지도하기 위한 교수학습 내용으로, 1차 델파이 조사와 교수학습의 실행과정에서 수정한 총 9차시의 교수학습 내용은 Table 3과 같다.

4.1.1 1차시 교육 프로그램 개발

1차시에서는 컴퓨터의 이미지 인식을 활용한 프로그램을 체험함으로써 이미지 인식이 우리 주변에서 어떻게 활용되고 있는지 알아보는 활동이다. 본 활동은 ‘학교에서 만나는 인공지능 수업[초등학교 1-4학년]’의 p. 29~54의 내용을 이미지 인식에 알맞도록 재구성한 내용이다. 이 차시의 경우 초기 교수학습과정에는 포함되지 않았으나 1차 델파이 조사에서 전문가 의견을 반영하여 추가한 차시의 수업으로 인공지능의 이미지 인식에 관하여 알고 있지 못하는 학생들에게 이미지 인식은 어떤 것을 의미하는지 인지하게 해주는 수업으로 만들어졌다.

Table 4. Experience image recognition AI

QuickDraw	Tuning	Webtoon AI Painter
-----------	--------	--------------------



본 연구에서는 Table 4와 같이 퀵드로우, 튜닝, Webtoon AI Painter의 3가지 인공지능 도구를 활용하였다.

4.1.2 2-3차시 교육프로그램 개발

2차시의 첫 번째 활동으로 류미영 외(2019)의 연구에서 활용한 감각차단법을 개선한 활동을 진행하였다. 감각차단법은 사람이 이미지를 한 번에 인식하는 것처럼 느껴지는 것에 대한 원리를 파악하는 활동으로 이미지 전체를 제공하지 않고 블록화된 이미지를 제공하여 글자를 맞추게 하는 활동을 진행한다. 이를 통하여 컴퓨터가 이미지를 인식하는 알고리즘에 대한 학습자의 이해를 높이도록 하였다. 기존 연구에서 제공한 활동을 개선하여 모듈별로 다른 글자 퍼즐을 제공하고 완성한 글자를 조합하여 최종적으로 문장을 완성하는 활동을 하도록 하였다. 이를 통하여 학습자들이 흥미를 가지고 컴퓨터의 이미지 인식에 대해 이해하도록 구성하였다. 두 번째 활동으로 두 만화 캐릭터의 그림을 비교하는 활동을 진행하였다.

3차시의 활동은 커널이 스트라이드로 이동하며 특징을 찾는 과정을 언플러그드 활동으로 구성하였다. 학습자의 동기유발을 위해 Vuforia Developer Portal의 AR 이미지 인식 과정을 통하여 2차시에서 찾아낸 문장을 컴퓨터는 어떻게 특징을 찾아내는 지 관찰하도록 하였다. 이 AR 이미지 인식 과정은 AR 마커(Marker)의 특징을 인식하여 AR 마커의 상대 위치를 가상 환경에 구현하는 방식인데, 이러한 방법을 통하여 학생들에게 이미지 인식에 대한 흥미와 동기를 유발하도록 하였다.

3차시의 첫 번째 활동에서는 엔트리에서 생성한 랜덤 이미지를 이용하여 특징을 찾는 활동을 하였다. 즉, 랜덤으로 제작한 이미지에서 별과 사각형의 모양을 각각 찾아 숫자를 작성하도록 하였다. 두 번째 활동에서는 격자를 활성화한 이미지를 활용하여 사각형의 개수를 찾는 활동을 진행한다. 격자는 20픽셀(pixel)의 단위로 제작되어 있어 특징 이미지 별로 4개의 칸을 점유하게 되는 형태로 활성화된다. 활성화된 이미지에서 사각형을 찾는 활동에서는 이미지의 특징

을 찾아내는 방법이 어떻게 달라졌는지 확인한다. 마지막 활동에서는 엔트리를 이용하여 커널이 이동하며 특징을 찾는 과정을 프로그래밍하였다. 특징을 찾는 프로그래밍은 실제 CNN의 원리를 그대로 프로그래밍하지 않고 초등학교 SW 교육을 이수한 학생이 프로그래밍 가능한 수준으로 제작하였다. 즉, 커널이 스트라이드를 따라 컨볼루션과 풀링을 통하여 특징이 나타난 구역을 대표하도록 단순화하는 것과 유사하게 보여줄 수 있는 애니메이션을 만드는 수준의 프로그램으로 진행하였다. 이러한 프로그래밍 과정을 통하여 학생들이 본 차시의 목적인 ‘이미지 인식 인공지능이 특징을 찾는 원리를 이해한다’를 달성하기 위해 슬라이드 개념을 이해하도록 구성하였다. ‘커널’이라고 이름 붙인 오브젝트(Object)가 슬라이드를 따라 이동하며 사각형을 만나면 도장을 찍는 방식으로 특징을 남기는 프로그래밍을 만들었다. 이러한 3차시 활동의 CNN 개념과 엔트리 프로그램의 교수학습 활동을 비교하면 Table 5와 같다.

Table 5. Comparison of CNN concept and entry program

CNN	Entry program
Kernel	Object named “kernel”
Stride	Grid cells (20 pixels)
Convolution-pooling	collide kernel with square then draw

위 과정을 수행함에 따라 학습자는 CNN에서 이미지 인식은 사람처럼 이미지의 특성을 병렬적으로 인식하는 것이 아닌 픽셀을 모두 검사하며 특징을 찾는 과정이라는 것을 이해할 수 있다. 다만, 커널이 이동하는 것을 단순하게 따라가며 특성맵을 만드는 과정을 수행하였기 때문에, 다음 차시에서 있을 CNN의 컨볼루션과 풀링에 관한 활동 시 엔트리 활동과 비교하여 설명함으로써 학습자들이 그 개념들을 명확히 이해할 수 있도록 하였다.

4.1.3 4-6차시 교육프로그램 개발

4-6차시에서는 데이터 라벨링, 컨볼루션, 풀링, 신경망을 통한 웨이트의 조절과 이를 통한 모델 생성을 인플러그 활동으로 구성하였다.

동기유발 과정으로 실제 컴퓨터에서 실행되는 이미지 인식을 체험하는 과정을 포함하였다. 이 과정에서는 구글에서 제작한 이미지 인식 학습용 사이트인 티

처블머신을 이용하여 수업을 진행하였다. 티처블머신에서 생성한 이미지 인식 학습모델을 블록코딩으로 곧바로 연결하려면 컴퓨터에 능숙하지 못한 학습자에게는 부담이 있기 때문에, 이미지 인식 모델을 제작하는 체험 수준으로 동기유발을 하도록 구성하였다.

이 차시 활동은 컨볼루션을 체험하기 위한 훈련 데이터 만들기 위해 ‘학교에서 만나는 인공지능수업’의 p. 34-37의 활동을 재구성하여 훈련 데이터용 표정을 ‘행복 모델’과 ‘행복안함 모델’로 Fig 2와 같이 분류하였다.

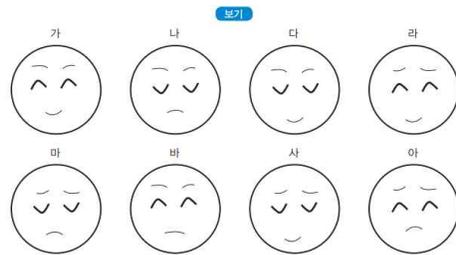


Figure 2. Facial expressions for training data

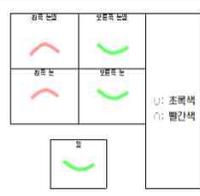
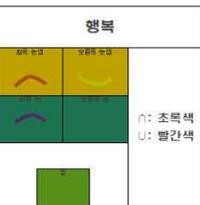
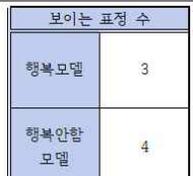
Fig 2의 표정 “행복”과 “행복안함”을 각각 네 개로 분류하도록 함으로써 라벨링 과정을 거치도록 하였다. 이후 행복으로 분류된 표정들에 “행복 투명필름”을 위에 올리고 \cap 모양(위쪽으로 볼록한 모양)이면 초록색, \cup 모양(아래쪽으로 볼록한 모양)이면 빨간색 필름을 OHP 필름 위에 붙이는 과정을 통하여 컨볼루션과 풀링의 과정을 수행하도록 하였다. 학생들이 스스로 만드는 테스트 데이터에서는 다양한 형태의 표정이 작성될 것이고 그것을 커널로 스스로 돌려 판정하는 단계를 컨볼루션 과정으로 설계하였다. 또한 분류한 일부분을 투명상태와 불투명상태로 구분하는 단순화 과정은 풀링 과정으로 설계하였다. 위 과정을 여러 차례 수행하면서 컬러스티커의 색이 겹쳐지며 수행한 색으로 표정을 판별함으로써 신경망의 웨이트 조절 과정을 수행하도록 하였다.

Table 6. Creating a happiness model based on activity performance

Expression	Activity performance	Completed model

예를 들어, 행복으로 분류된 표정들에 ‘행복 투명 필름’ 을 위에 올리고 위의 규칙에 따라 스티커를 붙이도록 한다. 이러한 과정을 하나의 OHP 필름마다 4 번을 수행하면 최종적으로 행복을 분류하는 모델이 Table 6 과 같이 완성된다.

Table 7. New facial expression verification process

<p>① Draw a new expression</p> 	<p>② Posting stickers according to facial expressions and rules</p> 
<p>③ Check the expression on the happy model</p> 	<p>④ Check the expression on the not-happy model</p> 
<p>⑤ Check the number of pictures you see</p> 	<p>⑥ Make a judgment</p> <p>The new expression would be "not happy."</p>

다음으로 테스트 데이터를 생성하여 위 모델로 판별이 가능한지 확인하였다. 학습자들에게 새로운 표정을 그리도록 한 후 스티커로 ‘새로운 표정’ OHP에 규칙을 적용하여 표정을 붙이도록 하였다. 완성된 테스트 데이터 OHP 위에 ‘행복’ 모델과 ‘행복안함’ 모델을 각각 올리고 빛을 투과시켜 표정이 보이는 부분과 보이지 않는 부분의 개수를 세어 표에 정리하도록 하였다. 마지막으로, 정리한 숫자를 비교하여 새롭게 만든 표정이 ‘행복’ 과 ‘행복안함’ 중 어떤 것으로 분류해야 하는지 이야기 해보도록 하였다. Table 7 은 이에 대한 과정을 보여준다.

4.1.4 7~9차시 교육 프로그램 개발

7~9차시는 엔트리를 활용하여 간단한 인지 인공지능 에이전트(Agent)를 제작하는 과정이다. 즉, 학습자가 학습을 통하여 완성한 이미지 인식 인공지능 모델을 블록코딩을 이용하여 에이전트로 개발하는 경험을 하도록 하였다. 7차시는 세 개의 활동으로 진행되었는데, 먼저 엔트리를 이용하여 학습모델을 만드는 과정을 학습한다. 다음으로, 학습한 모델을 이용한 에이전트를 설계한다. 선행 SW 교육의 ‘순차, 선택, 반복 프로그래밍’ 을 이미 학습한 상태이기 때문에 기존 SW 교육을 확장하여 학습자들은 순서도와 슈도코드로 프로그래밍 설계를 한 후, 프로그래밍을 통하여 에이전트를 완성하게 하였다. 이 차시의 프로그래밍 과정은 학습자가 엔트리를 활용하여 에이전트를 제작하는 방법을 익히는 과정이기 때문에 교사의 프로그래밍 과정을 따라 하는 방식으로 프로그램을 완성하였다. 이어서 8~9차시는 학습자들 스스로 이미지 인식 에이전트를 제작하는 과정으로, 컴퓨팅사교육력 기반 디자인 중심 모델(NDIS)을 적용하였다[23].

4.2 교육 프로그램 검증

본 교육 프로그램의 검증을 위하여 학습자 반응 관찰을 통한 질적 평가와 더불어 정량적 평가를 실시하였다. 정량적 평가는 교육 프로그램의 타당성 검증을 위해 전문가 패널을 구성하여 델파이 조사를 실시하였다. 전문가 패널은 총 14명으로, CNN과 같은 인공지능 원리에 대한 이해가 높으면서 교육현장에 있는 전문가들로 구성되었다. 전문가들은 관련 석사 학위 이상과 7년 이상의 교육 경력을 지닌 대학교와 초·중학교에 재직 중인 자들이다.

전문가 검토를 진행하기 위해 장성현(2020)과 강지은 외(2021)의 연구[24, 25]에서 사용한 타당도 검사 문항을 본 연구에 맞는 문항으로 재구성하여 활용하였다. 설문에 응답한 전문가는 총 10명으로, 응답된 내용에 대해 Lawshe의 내용 타당도 비율(Content Validity Ratio, CVR)을 기준으로 분석하였다[26]. 학습 내용에 대한 타당도를 구하기 위해 조사 문항에 대해 Likert 5점 척도로 평점을 매기도록 한 후 CVR을 구하였다. Table 8은 1차 델파이조사 문항 및 CVR을 보여준다.

1차 델파이 조사에서 전문가 합의에 도달하지 못한 문항 중 학습 수준에 관한 문항(‘본 교육 프로그램은

이미지 인식 인공지능에 관한 교육을 받지 않은 학생들에게도 수업이 가능한 수준입니까?’)의 개선 조치를 위해 1차시 과정을 이미지 인식 인공지능을 체험하는 과정으로 개선하였다. 또한 커널과 스트라이드의 개념 지도 부분에서 감각차단법을 개선한 교육 프로그램을 추가하여 컴퓨터의 인지 방식과 사람과의

차이를 이해할 수 있도록 하였다. 뿐만 아니라, CNN 언플러그드에서 처음 학습하는 학습자들이 흥미를 느낄 수 있도록 티처블머신을 먼저 체험하도록 하여 학습 동기를 유발하도록 수정하였다.

수정된 교수학습과정에 대해 2차 델파이 조사를 실시한 결과 CVR이 1차 델파이조사에 비하여 개선되었으며, CVR이 0.62보다 크므로 전문가 합의에 이르렀다. 이에 따라 CNN 원리 이해를 위한 교육 프로그램의 내용 타당도가 확보되었다.

Table 8. 1st Delphi survey questions and content validity ratio

Area	Questions	CVR
Curriculum development direction	Is it appropriately structured as an AI education program?	1
	Is it appropriate to apply to the educational field?	0.8
	Will it have a positive effect on students' perceptions of AI?	1
Learning level appropriateness	Is it the right level for the upper grades of elementary school?	0.8
	Is it a suitable level for students who have completed SW education in elementary school?	1
	Is this level appropriate for students moving from the concrete operational stage to the formal operational stage?	0.8
	Is the course accessible to students with no previous training in image recognition AI?	0
Learning Sequence	Is the class composition appropriate?	0.8
	Is it possible to flexibly reorganize the class?	0.2
Content elements appropriateness	Does the order of the 1st to 5th class sessions properly include content elements that grasp the principle of CNN?	1
	Does the 6th to 9th sessions (image recognition program development) properly include the content elements of the application of the program to the AI agent?	1
Content appropriateness	Is the content organized in a way that can be used as an advance organizer for learning CNN's visual and symbolic representations?	1
	Is the feature division using the cartoon character comparison in 1st class session understandable through unplugged activities?	1
	Is characteristic identification through kernel and stride of random images from the 2nd to 3rd sessions understandable through unplugged and EPL activities?	1
	Is the model generation through CNN in the 4th to 5th sessions configured to be understandable through unplugged activities?	0.8
	Is the verification of CNN unplugged activities using the 6th session's Teachable Machine properly structured?	0.8
	Is the agent development using the image recognition model of the 7th to 9th sessions properly structured?	1

4.3 교육 프로그램 적용

본 교육 프로그램은 전라북도 J시에 소재하고 있는 초등학교 5학년 학생 54명을 대상으로 적용하였다. 총 9차시로 개발된 교육 프로그램은 두 번의 수정을 거쳐 2022학년도 2학기에 5일 동안 진행되었다. 학교의 특성상 2차시 80분을 연속 차시로 진행하였으며 프로그램 적용 일정 및 예시는 Table 9와 같다.

Table 9. Examples of developed training programs

Class	Instructional content	Example
1	Experience image recognition programs	
2-3	Kernel & Stride	
		
		
4-6	Convolution & 풀링	
		

7-9	Creating an Image Recognition Agent	
-----	-------------------------------------	---

4.4 적용 결과 및 평가

본 연구에서 개발한 AI 교육 프로그램을 적용한 후 학습자의 수업 만족도와 학습 효과에 대해 알아보기 위해 검사지를 활용하여 설문조사를 진행하였다. 설문 문항은 유원진(2022)과 류미영 외(2019)의 연구[27, 8]에서 사용한 설문 문항을 기반으로 하였다. 그 연구들에서 사용된 설문 문항을 본 연구에서 개발한 교육 프로그램의 특성에 맞게 수정하여, 크게 인공지능 개념 이해, 문제해결력, 인공지능에 대한 인식 및 태도를 조사하는 내용으로 재구성하였다. Table 10과 같이 설문 조사는 각 항목에 대해 3개 문항씩 총 9문항으로 구성되었으며 5점 리커드 척도가 사용되었다. 검사 결과 Table 11과 같이 세 항목 모두 대체로 높은 평점을 나타냈다.

Table 10. AI Perceptions and Attitudes Survey

Items	Questions
Concept comprehension	I understood the content of AI learning
	Through this activity, I understood how computers recognize images
	I could create an image recognition model using Entry
Problem solving	I can work together with my friends to complete letter puzzles into final sentences.
	I can identify new facial expressions through the sticker facial expression identification activity.
	I can use an image recognition model of Entry for problem solving.
Attitudes toward AI	I was interested in AI learning
	I was satisfied with AI learning
	I would recommend AI learning to my friends

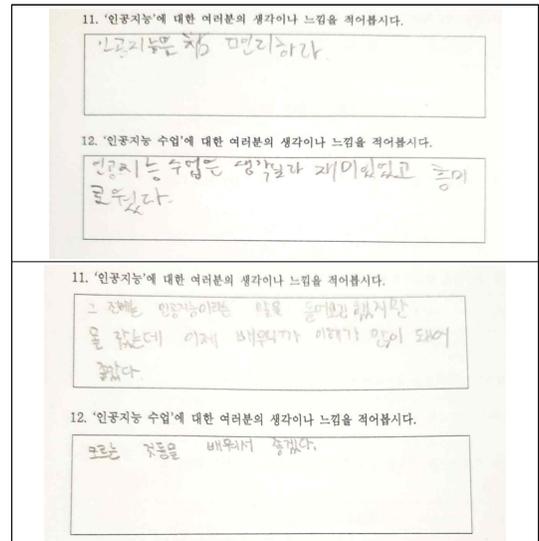
Table 11. AI Perceptions and Attitudes Survey

Questions	Avg	Std
Concept comprehension	4.42	2.76
Problem solving	4.4	2.89
Attitudes toward AI	4.54	2.58

인공지능과 인공지능 수업에 대한 개방형 질문에 대한 답변으로 Table 12과 같이 학습자들은 ‘인공지능 개념에 대해 이해할 수 있었다’, ‘인공지능 수업이 생각보다 재미있고 흥미로웠다’ 등의 긍정적인 응답을 하였다.

학습자들의 관찰평가 및 포트폴리오 평가 결과는 다음과 같다. 이미지 인식의 경우 포트폴리오 평가 결과 80% 이상의 학생들이 언플러그드 활동 및 인공지능 에이전트 개발을 완수하였으며, 사후 면접결과 이미지 인식을 활용한 프로그램을 다루는 것에 흥미를 가지고 있었다. 학습자에 대한 연구자의 관찰 및 포트폴리오의 분석 결과, 학습자들은 이미지 인식에 대한 관심이 높고, 이에 대한 활용이 잘되는 것을 관찰할 수 있었다.

Table 12. Student answers to open questions



커널과 스트라이드의 경우 감각차단법에 의한 결과와 학습자들의 태도가 좋았다. 이후 이어진 커널을 활용한 스트라이드의 이해의 경우, 초기 OHP 필름을 이용하여 이해하는 과정에서는 학습자들이 수행의 어려움과 떨어지는 직관성으로 인하여 긍정적이지 못한 학습 수행을 보였다. 하지만, 이를 수정한 내용인 엔트리를 활용한 프로그래밍으로 스트라이드를 구현하는 과정은 관찰평가 결과 학습자들의 참여도와 호응도가 높음을 확인할 수 있었다. 킨볼루션과 풀링은 투명 라벨지를 떼어 붙이는 과정에서 수행에 어려움을 겪는 학습자들이 많았다.

또한 단순한 수작업이 지나치게 많아 학습자들이

CNN의 원리를 파악하는 것보다는 작업내용만 기억에 남는 경우가 많았다. 하지만 정리단계에서 설명을 통하여 학습내용을 보충하였다. 그 결과 간단한 퀴즈 활동을 통하여 다 수의 학생들이 해당 내용을 이해하고 있었음을 확인할 수 있었다.

이미지 인식 에이전트 제작은 이미지 인식 에이전트를 구안하고 제작하는 과정을 통하여 학습자들이 이미지 인식 인공지능에 대하여 흥미를 가지게 되었으며, 창의적인 아이디어를 생성하는데 도움이 되었음을 볼 수 있었다.

5. 논의 및 결론

AI와 함께 살아갈 미래 사회를 준비하기 위해서는 AI 리터러시의 함양이 매우 필요하다. 본 연구에서는 초등학생을 대상으로 AI 원리 교육을 위한 교수학습 프로그램을 개발하였다. 그 개발된 교수학습 프로그램은 총 9차시로, 한 차시의 이미지 인식 체험 프로그램, 두 차시의 인공지능 원리(커널과 스트라이드) 학습 프로그램, 세 차시의 인공지능 원리(컨볼루션, 풀링 및 판별) 학습 프로그램, 세 차시의 인공지능 에이전트 개발 프로그램으로 구성되었다. 본 연구의 타당성 및 질적 평가 결과에 의하면 초등학생을 위한 CNN 원리 파악을 위한 교수학습 방법은 내용타당도 측면에서 타당성을 확보하였으며 관찰 및 포트폴리오 평가 결과 학습자들은 인공지능의 원리에 대하여 유의미하게 파악한 것으로 판단되었다.

본 연구에서 개발한 학습 프로그램은 초등학생들의 이미지 인식에 대한 이해와 문제해결력을 높이도록 함으로써, 원리 학습을 통한 인공지능적 사고를 확장시킬 수 있을 것으로 기대한다.

향후 연구 과제로 이미지 인식의 원리를 파악하는 과정에 대한 추가적인 연구가 필요하다. 모든 이미지 인식의 원리를 지도하는 것은 불가능할지라도 학습자들이 최대한 지식의 구조와 근접한 인공지능 개념을 보다 쉽게 학습할 수 있도록 하기 위한 노력이 필요하다. 뿐만 아니라, CNN 원리 학습을 위한 언플러그드 수행이 보다 쉬운 과정으로의 개선이 필요하다. 인공지능이 인식하는 과정에 관한 원리를 이해하기 위한 활동으로 작동적 표현으로 제작하였으나, 초등학교 5학년 학습자들은 많은 수의 스티커를 떼어 붙이는 과정에서 어려움을 겪었다. 이로 인하여 기존에 계획된 차시보다 1차시를 추가적으로 투입하여야 했으며, 인

공지능의 원리 파악보다는 과정 수행에 더 많은 노력이 들어가는 문제가 있었다. 따라서 수행하기 쉽게 스티커의 크기 등을 개선하거나, 직관적으로 이해 가능한 코스웨어 등을 개발하여 인공지능의 인식 원리를 쉽게 지도할 필요가 있다. 또한, 본 프로그램에 대한 효과 분석을 위해 좀 더 체계적으로 설계된 측정도구의 개발을 통한 평가 과정이 요구된다.

마지막으로, 중등학교를 위한 영상적 표현양식 교육 프로그램의 개발이 필요하다. 본 연구에서 제시하고 있는 과정은 작동적 표현양식으로 이미지 인식을 지도하고자 노력하였다. 영상적 표현양식이 현재 존재하지 않는 것은 아니지만 성인들도 쉽게 이해하기 힘들 정도로 여전히 어려운 과정이다. 이를 나선형 교육과정에 기반하여 초등학교에서 작동적 표현양식으로 익힌 개념을 중등학교 학생들이 쉽게 이해할 수 있을 만한 표현양식으로 구성함으로써 초등교육, 중등교육, 고등교육으로 이어지는 교육과정 개발이 앞으로 필요할 것으로 보인다.

참고문헌

- [1] Korean Ministry of Education. (2022). *2022 National curriculum overview*.
- [2] K. Han & J. Kim. (2023). The effects of a creative problem-solving program using generative artificial intelligence on gifted students. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 27(5), 601-609. <http://dx.doi.org/10.14352/jkaie.2023.27.5.601>
- [3] D. Yang & S. Han. (2021). The effects of art integration education using artificial intelligence on elementary school students' creativity. *Journal of The Korean Association of Artificial Intelligence Education* 3(3), 37-46. <https://doi.org/10.52618/aied.2021.2.3.5>
- [4] J. Kim & K. Kim. (2023). The effects of a blended environmental education program using artificial intelligence on elementary school students' environmental literacy and artificial intelligence competence. *Korean Elementary Education*, 34(3), 195-210. <https://doi.org/10.20972/Kjee.34.3.202309.195>
- [5] Chungcheongnamdo Provincial Office of Education Research and Information (2021). *Artificial intelligence world meets play*.
- [6] J. Kang. (2022). A study on the overcoming of art crisis of elementary school students using artificial intelligence art programs. *In Proceedings of the Conference of Korean Artificial Intelligence Education Association*.

- [7] T. Yoon. (2023). A survey on English learners' perceptions of writing activities using artificial intelligence based DALL-E2. *The Journal of the Convergence on Culture Technology*, 9(3), 121-127. <http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.3.121>
- [8] M. Ryu & S. Han. (2019). An artificial intelligence education program for the concept of deep learning. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 23(6), 583-590. <http://dx.doi.org/10.14352/jkaie.2019.23.6.583>
- [9] Y. Hwang & N. Park. (2022). The development of a modular CNN core principle education program for elementary school students. *Journal of the Korean Society for the Convergence of Advanced Technologies*, 6(12), 2344-2353. <https://doi.org/10.33097/JNCTA.2022.06.12.2344>
- [10] Korean Ministry of Education & Korea Science and Creativity Foundation (2022). [Elementary School 1-4] *Artificial Intelligence lessons in schools*.
- [11] Korean Ministry of Education & Korea Science and Creativity Foundation (2022). [Elementary School 5-6] *Artificial Intelligence lessons in Schools*.
- [12] Dazzleedu (2020). *Bite the monkey*. Retrieved from http://dazzleedu.co.kr/goods/goods_view.php?goodsNo=3
- [13] O. O & J. Lee.(2021). *Artificial intelligence made with Python*. Hanbit Academy.
- [14] Hijazi, S., Kumar, R. and Rowen, C. (2015). *Using Convolutional Neural Networks for image recognition*. Cadence Design Systems Inc., 1-12.
- [15] O. Seong, S. Kim & J. Lee. (1997). *Piaget's cognitive-moral development*. Central Personality Publishing.
- [16] J. Bruner. (1960). *The process of education*. Harvard University Press. (translated by Lee, H. W., 2017). Baeyoungsa.
- [17] C. Park. (2019). Bruner's the process of education and educational curriculum. *Journal of Integrated Curriculum Research*, 13(3), 205-228. <http://doi.org/10.35304/JCI.13.3.09>
- [18] Y. Ku. (2015). *An analysis of the effectiveness of unplugged education based on play learning for elementary school students*. Master's thesis. Kyungin University.
- [19] E. Kwon, E. Lee & Y. Lee. (2009). The effects of learning algorithms through play on motivation and academic achievement. *Journal of the Korean Association for Computer Education*, 12(6), 33-39.
- [20] J. Jung. (2022), et al. (2022). Introduction to AI Convergence Education. Park Young Story.
- [21] I. Kim, S. Park & K. Kim. (2022). A study on the design and application of unplugged programs in elementary school artificial intelligence education. *In Proceedings of the 2022 Conference of the Korea Society for Computer Education*, 26(1), 197-200.
- [22] S. Han. (2021). The development and application of artificial intelligence education programs using prior organizers. *Journal of Educational Research at the Research Institute of Kyungin University*, 44(1), 23-40. <http://dx.doi.org/10.25020/je.2021.41.1.23>
- [23] S. Jeon. (2017). The effectiveness analysis of the design-centered model (NDIS) based on computational thinking in SW education. *Journal of the Korean Association of Computer Education*, 20(2), 13-21.
- [24] M. Jang. (2020). *Unplugged Education Program for Artificial Intelligence Education in Elementary Schools -Focus on 'Constraint satisfaction problem'*. Master's thesis. Kyungin University.
- [25] J. Kang & D. Gu (2021). Development of Artificial Intelligence Education Program for the Lower Grades of Elementary School. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 23(5). 761-768. <http://dx.doi.org/10.14352/jkaie.2021.25.5.761>
- [26] C. Ayre & A. Scally (2014). Critical values for Lawshe's content validity ratio: revisiting the original methods of calculation. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 47(1), 79-86.
- [27] W. Yu (2022). *The Study on an Instructional Program for A.I Education Using Machine Learning Platform*. Master's thesis. Daegu National University



최 숙 영

1998년 전북대학교 전산학과 (이학사)
1991년 전북대학교 전산학과
(이학석사)
1996년 충남대학교 전산과학과
(이학박사)
2008년 Nova Southeastern University
교육공학 및 원격교육(교육학박사)

1996년 ~ 현재 우석대학교 정보보안학과 교수
관심분야: 인공지능 교육, 컴퓨팅사고 교육, 이러닝 시스템
인공지능 윤리

E-Mail: sychoi@ws.ac.kr



김 석 중

2009년 전주교육대학교
과학교육학과(학사)
2023년 우석대학교 인공지능전공
(교육학석사)

2023년 ~ 현재 전북특별자치도교육청 미래교육과 에듀테크
장학사

관심분야: 인공지능 교육, 에듀테크 교육, 응용 SW개발

E-Mail: redasdm@jbedu.kr