설명가능한 인공지능기반의 인공지능 교육 프로그램 개발

박다빈 · 신승기
서울교육대학교 교육전문대학원 인공지능교육전공

요약

2022년 개정 교육과정에 인공지능 교육 도입을 앞두고 인공지능을 학습 소재로 한 다양한 수업들이 개발되어야 하는 시점이다. 본 연구에서는 설계기반연구를 활용하여 설명가능한 인공지능을 기반한 인공지능 교육 프로그램을 개발하였다. 인공지능의 기초, 활용, 윤리 세 분야를 골고루 포괄하며 실생활 사례와도 쉽게 연결시킬 수 있는 설명가능한 인공지능을 핵심 주제로 설정하였다. 일반적인 설계기반연구(Design-based research, DBR)에서는 3차 이상의 반복적인 과정이 이루어지지만 본 연구 결과는 1차 설계, 적용 및 평가에 대한 결과를 바탕으로 연구가 진행되었다. 추후 학교 현장에 적용하여 3차 수정 및 보완을 바탕으로 더욱 완성된 설명가능한 인공지능을 주제로 한 프로그램을 개발하고자 한다. 본 연구가 학교 현장에 도입되는 인공지능 교육의 발전에 도움이 되기를 기대한다.

키워드 : 인공지능, 인공지능교육, 설명가능한 인공지능, 의사결정트리, 설계기반연구

A Study to Design the Instructional Program based on Explainable Artificial intelligence

Dabin Park · Seungki Shin
Artificial Intelligence Education, Graduate School of Education, Seoul National University of Education

Abstract

Ahead of the introduction of artificial intelligence education into the revised curriculum in 2022, various class cases based on artificial intelligence should be developed. In this study, we designed an artificial intelligence education program based on explainable artificial intelligence using design-based research. Artificial intelligence, which covers three areas of basic, utilization, and ethics of artificial intelligence and can be easily connected to real-life cases, is set as a key topic. In general design-based studies, more than three repetitive processes are performed, but the results of this study are based on the results of the primary design, application, and evaluation. We plan to design a program on artificial intelligence that is more complete based on the third modification and supplementation by applying it to the school later. This research will help the development of artificial intelligence education introduced at school.

Keywords : Artificial intelligence, Artificial intelligence education, Explainable artificial intelligence, Decision tree, Design-based research

교신저자 : 신승기(서울교육대학교 컴퓨터교육과)
논문투고 : 2021-07-29
논문심사 : 2021-08-03
심사완료 : 2021-08-06

1. 서론

인공지능(Artificial Intelligence, AI)은 다음 세대의 가장 중요한 컴퓨팅 플랫폼을 만들고 있으며 앞으로 10년동안 인공지능에 의해 자율주행차, 신약 개발 등 신기술들이 가속화 될 것이라고 예상했다[17]. 전 세계적인 위기를 초래한 COVID-19는 새로운 삶의 형태를 만들어냈고 새로운 기술을 받아들이는 시간을 자연스럽게 단축시켰다. 이러한 기술은 순식간에 다양한 유형으로 일상생활의 많은 부분을 편리하게 만들고 있으며 인공지능 시스템의 의사결정과 그 의사결정에 대한 추천을 우리가 신뢰하고 판별하는 것은 중요한 문제가 되었다. 이처럼, 인공지능 기술이 보편화됨에 따라 교육 현장에서도 인공지능 교육에 대한 목소리가 높아지고 있으며 학생들은 인공지능에 대한 이해와 인공지능 기술로 인해 발생할 수 있는 잠재적인 윤리적, 사회적 이슈를 배워야 할 필요성이 증가하고 있다[5][18][19]. 2022년 개정교육과정이 도입되는 2025년 초ㆍ중ㆍ고등학교에 인공지능 교육이 도입된다[3]. 그러나, 인공지능을 주제로 한 사례 연구가 부족한 실정이며 피상적인 개념에 대한 이해를 넘어 더욱더 깊이있는 교육 사례들이 필요한 상황이다[22].

유럽에서는 유럽인들의 가치와 일치하는 인공지능을 개발하기 위해 설명가능한 인공지능(eXplainable AI: XAI)의 중요성을 강조하고 있다. 이 개념은 유럽일반정보보호규정(General Data Protection Regulation)에서 유럽 시민들에게 영향을 미치는 의사결정(e.g. AI system)에 대하여 설명을 할 권한이 있다는 규정과 일맥상통한다[18]. 미국에서도 마찬가지로 인공지능이 판단하는 신용카드 발급, 주택 담보 대출 등의 주요 금융 결정에 대해서 이유를 제시하도록 법적으로 제도화하였다[5]. 이러한 큰 흐름으로 미루어볼 때 사용자가 인공지능의 의사결정과정을 알기 쉽게 설명해주는 것은 인공지능이 보편화 됨에 따라 중요해질 것이며 올바른 인공지능의 사용을 위해 XAI를 토대로 한 인공지능 교육이 필요할 것으로 보인다.

교육부는 2020년 <인공지능시대 교육정책방향과 핵심과제>라는 정책과제를 통해 인공지능 교육의 영역을 “프로그래밍, AI 기초원리, AI 활용, AI 윤리”로 제시하며 각 영역이 상호 연계되어야 한다고 하였다[1]. AI 교육을 통해 입력된 데이터의 알고리즘에 대한 학습 즉, 블랙박스 형태로 구성된 인공지능의 알고리즘을 학습하는 과정에서 컴퓨팅 사고력을 습득하고 데이터, 추론, 학습 등을 이해할 수 있다고 하였다[1]. 이에 본 연구에서는 블랙박스 형태의 인공지능의 알고리즘을 초등학교 수준에서 알기 쉽게 이해할 수 있으면서 동시에 인공지능의 기초원리, 활용, 윤리 영역을 통합할 수 있는 프로그램을 개발하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1. 설명가능한 인공지능(eXplainable AI: XAI)

인공지능이 삶의 여러 영역으로 확장됨에 따라 모델의 복잡도가 증가하고 있다. 이에 따라, 많은 머신러닝, 딥러닝 모델 대부분은 블랙박스(Black box)형태이다. 이는, 사람들에게 인공지능의 의사결정과정을 공개하지 않는 것으로 그것을 직접적으로 공개하지 않는 것은 여러 윤리적인 문제들과 논란을 만들 수 있다. 예를 들어, 국방, 의료, 금융 및 법률, 개인정보 등의 중요한 분야에서 인공지능 기술의 적용은 사용자가 그것을 이해하고, 신뢰하며, 관리하기 위해서는 설명이 필수적이다[5][6].

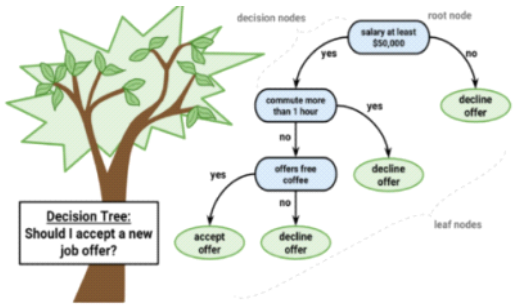
설명가능한 인공지능이란 데이터에 대해서 분류, 예측할 뿐만 아니라 결정에 대한 인과관계를 분석하여 적절한 근거를 찾고 다양한 분야에서 인공지능이 내린 결정에 대하여 사용자 수준에서 설명하는 의사결정 기술이다. 예를 들어, 인공지능이 환자의 의료 기록, 생체 데이터 등을 분석하여 병을 진단할 경우, 진단 결과가 왜 그 병명이 나오게 되었는지를 사용자 수준에서 쉽게 설명해주는 것이다[5][14].

설명가능한 인공지능을 주제로한 교육 관련 연구내용을 살펴보면 Jose M. Alonso(2020)은 고등학생 학생들을 대상으로 XAI4TEENS라는 프로그램을 개발하여 적용하였다. XAI4ALL는 스크래치 기반 수업으로 학생들이 의사결정트리를 기반으로 설명할 수 있는 알고리즘을 구현해보면서 스크래치로 코딩한다. 이 수업의 의의는 성별과 피부색이 아닌 신체적인 조건, 실력으로 농구선수들을 판별해가는 과정에서 인공지능을 활용하는 과정에서 학생들이 경험할 수 있는 윤리적인 딜레마에 대하여 생각해본다는 점에서 의의가 있다[18]. 국내에서는

한국과학창의재단(2020)에서 중학생을 대상으로 하는 설명가능한 인공지능 STEAM 교사용 교재를 배포하였다. 본 교재에서 제시된 내용으로는 Machine learning 4 kids의 프로그램을 활용해 불쾌 지수 판별 모델을 개발해보고 의사결정트리 분류기를 이용해 인공지능 모델의 판단과정을 이해하는 내용이다[20]. 이와같이, 설명가능한 인공지능 관련 교육적 연구내용을 살펴볼 때, 의사결정트리 알고리즘을 사용한다는 공통점이 있었다. 다만, 초등생을 대상으로 하는 XAI 관련 교육 내용이 부족하다는 점을 고려하여 본 연구는 초등학생을 대상으로 하는 설명가능한 인공지능을 주제로 교육 프로그램을 설계하고자 하였다.

2.2. 인공지능에서 의사결정트리

의사결정트리는 데이터에서 유추된 규칙을 바탕으로 특정 현상을 예측하거나 분류할 때 사용되는 모델이다.[11]. 의사결정트리는 크게 루트 노드(root node), 결정 노트(decision node), 리프 노드(leaf node)로 이루어져 있다. 루트 노드는 시작점, 가장 윗 지점이며 데이터의 속성을 분류하여 결정하는 결정 노드를 통해 가지를 뻗어나간다. 리프 노드는 최종 결정이 이루어지는 곳으로 더이상 분리되지 않은 노드를 의미한다. 아래 그림에서 취업 제안을 받아들여야 하는지에대한 결정 사항에서 가장 첫 단계의 노드(salary at least $50,000)가 루트 노드이며 마지막 더이상 분리되지 않는 리프 노드(accept offer, decline offer)를 뜻한다[9].



(Fig1) A decision tree depicting the process of determining whether to accept a new job offer[9]

인공지능 알고리즘에서 활용하는 의사결정트리 알고리즘은 확률적 기법에 근거한다. 이는 다양한 대안 중에서 최적의 대안을 선택하거나 결정하는 단계와 직접적인 관련이 있다. 의사결정트리의 장점은 직관적인 표현을 통해 분류의 과정이 수행된다는 점에서 이해가 용이하며, 분류의 기준을 토대로 결정의 근거를 명확하게 살펴볼 수 있다는 부분이다[8][15].

본 프로그램에서는 의사결정트리 알고리즘의 특징이 설명가능한 인공지능의 개념과 결합할 때 효과적이라고 판단하였다. 또한 앞선 연구에서 설명가능한 인공지능을 시각화하는 수업 도구로서 의사결정트리를 많이 사용하였다[18][20]. 이에 따라 분류 기준이 직관적이고 결정을 내리게 된 해석 능력의 우수하다는 장점을 지닌 의사결정트리를 설명가능한 인공지능을 구현하기 위한 알고리즘을 사용하고자 하였다.

2.3 설계기반연구(Design-Based Research: DBR)

DBR은 Brown, J.S.(1992)과 Collins, A.(1992) 등에 의해 주로 연구된 것으로 교수학습프로그램들을 설계하는 과정에서 연구의 수행과정과 절차에 초점을 두고 있는 연구방법이다[23]. DBR연구의 목적은 연구를 통해 실제와 이론을 모두 만족시키는 것이다. 이러한 연구는 실제 현장 교육과 관련된 이론과 실제 교육 현장에서 변화를 이끌기 위하여 지속적으로 이론을 재정립하고 설계, 재설계 과정을 거쳐 연구과 진행된다. DBR연구의 특징은 다음과 같다[24].

- 현장 적용을 위한 설계와 실행을 통해 현재의 실제적 문제를 해결하기 위함을 목적으로 한다.
- 이론과 실제에 모두 근거한 연구 방법이다.
- 상호작용적, 반복적이다.
- 다양한 연구 방법, 접근을 사용하는 통합적인 성격을 지닌다.
- 다양한 상황을 반영하는 상황적인 성격을 가진다.

Cobb(2001)는 설계연구 사이클이라는 프로세스를 제안했다. 설계연구는 설계, 실행, 평가, 재설계 등과 같은 사이클이 계속 반복되어 사이클을 이루고, 반복이 축척된 연구 결과는 종합적인 이론 형성에 기여한다고 말한

다[21]. 이러한 설계연구는 형성연구, 실행연구와 비교되기도 한다. DBR과 형성연구는 중요한 방법중 하나인 형성평가와 반복적인 설계와 이론의 재정의가 이루어진다는 점에서 동일 하나 형성연구는 순환적 과정을 통해 실행의 개선에 초점을, DBR은 실행의 개선뿐만 아니라 이론의 재정의에도 초점을 맞추며 설계과정이 재설계되는 특징도 있다는 점에서 다르다[24].

국내에서는 강정찬 · 이상수(2013)가 수업 개선을 위한 설계기반연구를 진행하였고, 김현주 · 임성훈(2014)은 Lee(2013)와 Bannan-Ritland(2003)의 연구를 바탕으로 스마트 러닝 기반 협력적 문제해결수업 모형을 개발하였다. 본 연구에서는 DBR의 특징을 바탕으로 Cobb(2001)의 설계기반연구 사이클을 따르되 연구의 세부 내용은 김현주 · 임성훈(2014)의 연구를 참고하여 적절히 수정하여 구성하였다.

<Table 1> DBR for devlopment of Instructional program

Step	Stage	Activities
1st	Design	· Analyzing the needs of learners and professors through literature research · Development of teaching materials · Design of the 1st instructional Program
	Application	· Pilot testing(Class demonstration)
	Evaluation	· Experts survey and in-depth interviews
2nd	Redesign	· Modification and supplement · Redesign of the 2nd Instructional Program
	Application	· Application in real class
	Evaluation	· Expert surveys and in-depth interviews · Learner surveys and interviews (post)
3rd	Redesign	· Modification and supplement · Redesign of the 3nd Instructional Program
	Application	· Application in real class(different from 2nd class)
	Evaluation	· Expert reviews · Learner surveys and interviews (post)
		⇩
Completion		· Organize results of 1st - 3nd cyclical formation evaluation · Present the final instructional prgram

3. 설명가능한 인공지능을 기반으로 한 인공지능 교육 프로그램의 설계

3.1 교육 프로그램 개발 방법 및 절차

설명가능한 인공지능을 기반으로 한 인공지능 교육 프로그램은 설계기반연구(DBR)에 따라 설계, 실행, 평가 단계에 따른 반복적 형성평가 결과를 바탕으로 설계될 것이다. 2차, 3차 절차는 후속 연구로 진행될 예정이며 이번 연구는 첫 번째 절차 및 형성평가를 결과를 바탕으로 한다.

3.2 설계를 위한 분석

분석 활동에서는 배포된 인공지능 교수 학습 자료들의 공통점과 선행 연구에서 파악된 교사들의 요구를 분석하였다. 인공지능 교육의 학습 영역으로 AI 기초, AI 활용, AI 윤리(사회적 영향)의 세 영역을 공통적으로 포함하고 있었다[1][7]. 초등학교에서 이루어지는 인공지능 교육은 컴퓨팅 사고력을 강화해야 함을 강조하고 있었다[10][11]. 초등학교에서 요구되는 인공지능 교육 목표는 놀이와 체험중심으로 자신의 주변에서 인공지능 기술이 적용된 사례를 탐색 · 활용해야 한다[1][7][11].

전인성 등(2020)이 인공지능 교육 역량 강화 교원 연수를 통해 인공지능 교육에 대한 교사 요구를 분석한 결과 초등학교급에서는 기초 인공지능 체험활동이 요구되었으며 초등학교급 교사의 경우 인공지능의 이론적인 부분보다는 기초적인 개념 및 블록형 프로그래밍언어를 활용한 인공지능 교육이 필요하다고 하였다[12].

전인성과 송기상(2020)은 인공지능 융합교육을 설계하기 위하여 교사들의 요구사항을 설문하여 분석하였으며, 초등학교의 경우 응답자의 50%가 블록형 프로그래밍 언어를 활용할 수 있다고 언급했으며 언플러그드 활동 및 블록형 프로그래밍 언어를 활용하여 인공지능의 이해 및 프로젝트 활동에 초점을 두어야 한다고 하였다. 또한, AI교육에서는 실생활 상황의 문제해결을 통한 사고력 향상 교육이 필요하다고 판단하였다[13].

분석 내용을 바탕으로 본 연구에서는 설명가능한 인공지능을 핵심 키워드로 설정하였다. 그 이유는 인공지능 기초, 활용, 윤리의 세 영역을 모두 포괄할 수 있다고 판

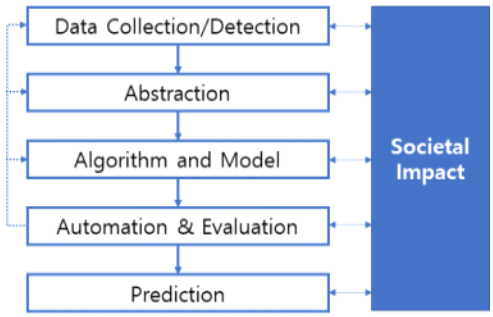
단하였고 실생활 사례와도 쉽게 연결시킬 수 있는 주제라고 생각했기 때문이다. 실생활 사례와 접목 주제로 언플러그드, 블록형 프로그래밍언어 등 다양한 활동으로 구성된 교육 프로그램을 설계하고자 한다.

3.3 수업 목표 및 수업 모형 선정

본 프로그램은 설명가능한 인공지능의 필요성을 이해하고 이를 바탕으로 인공지능을 만드는 것을 목표로 하였다. 프로그램 개발을 위한 토대가 되는 방향을 다음과 같이 설정하였다.

첫째, 인공지능 교육은 소프트웨어 교육의 기반 위에 이루어져야 한다. 그 이유는 인공지능 교육을 위해서는 소프트웨어 교육에서의 컴퓨팅 사고력과 소프트웨어 소양이 필요하기 때문이다. 선행된 소프트웨어 교육에 대한 경험은 인공지능 관련 코딩, 프로그램을 활용하는데 큰 도움이 될 것이다. 둘째, 본 수업은 인공지능에 대한 기초 개념을 넘어 기능적인 역할을 이해하는 것을 목표로 한다. 이를 위해, 알고리즘 중 초등학교 수준에서도 어렵지 않은 의사결정트리를 활용하여 학생들이 기초 개념을 확장시켜서 인공지능 기능과 역할을 이해한 산출물을 만들어 낼 수 있도록 하였다. 셋째, 인공지능의 세 가지 영역인 기초, 활용, 사회적 영향의 영역을 모두 연계시켜 담을 수 있도록 하였다. 기초→활용→사회적 영향의 일방향 인 교수·학습의 순서보다는 기초⇄활용⇄사회적 영향이 서로 연관된 내용을 담는 것이 더 효과적이라 판단하였다. 설명가능한 인공지능이라는 개념 위에 직접 인공지능을 이해하고 만들어보는 활동이 이 프로그램의 주제인 이유이다.

수업 모형은 기존의 소프트웨어 교육이 추구하는 문제해결과정을 기반으로 프로그램을 개발하고자 하였으며 이를 위해 신승기(2019)가 제시한 컴퓨팅사고력(CT) 기반의 인공지능교육을 위한 교수학습모형을 사용하였다. (Fig.2)은 신승기(2019) 연구에서 제시된 인공지능교육의 교수학습모형이며 인지적학습환경을 설계하고 구성하기 위한 프레임워크 설계과정에서 도출된 모델이다[4].



(Fig. 2) AI Learning Instructional Model[4]

학생들이 문제를 해결할 수 있는 교육 환경을 구성한 것을 토대로 Data Collection/Detection(데이터 수집 및 발견)에서는 비정형화된 데이터를 기반으로 재귀, 추론, 반복을 통해 데이터를 전처리하는 단계이다[4]. 이는 인지적학습환경 프레임워크에서 Agency(학습보조)로 문제해결과정의 비계를 제시한다. Abstraction(추상화)는 Modeling의 단계로 나아가기 위해 컴퓨팅 사고력을 바탕으로 데이터의 특징을 찾고 패턴을 발견하는 과정이라고 할 수 있다[4]. Algorithm and Model(알고리즘 설계)의 단계는 Modeling의 단계로 문제해결을 위한 데이터를 시각화하며 문제해결을 위한 아이디어를 구체화하는 단계이다[4]. Automation & Evaluation(자동화, 평가)는 문제해결을 위해 구현된 아이디어를 적용하며 적용하는 과정에서 평가를 통해 적용한 아이디어에 대한 반성이 필요하다[4]. Prediction(예측)은 다른 문제상황에 적용하여 문제해결의 아이디어의 효과성을 점검해본다[4]. 본 프로그램에 맞게 교수학습 모델이 수정된 사항으로는 배경지식 학습(Background learning)이라는 단계가 추가된 것이다. 설명가능한 인공지능의 개념을 토대로 인공지능의 개념, 알고리즘, 활용 활동까지 나아가는 것이 적절하다고 판단하여 배경지식 학습이라는 단계를 추가하였다.

3.4 1차 설계

분석 내용을 통해 총 8차시의 설명가능한 AI를 기반으로 한 인공지능 교육 프로그램안을 개발하였다. 신승기(2019)가 제안한 인공지능 교수학습모형을 토대로 주제에 맞게 재구성하였고[4], 기존의 정보교육에서 이루

어지고 있는 프로그래밍, 알고리즘 교육이 이루어졌다는 가정하에 구성되었다[2].

<Table 2> AI program based on explainable AI

Class	Stage	Activity Contents
1-3	Background Learning	· Understanding explainable AI - Define XAI - Discuss the role of artificial intelligence developers, users and governments
4	Data collection, Detection Abstraction	· Drink recommendations AI Data collection - Collect diverse drink data around me - Classifying inappropirate data · Data Abstraction - Set criteria for classfying data and compare it
5-6	Algorithm and model	· Understanding Decision tree - Define and use Decision tree - Complete the decision tree by placing criteria on each node · Making drinking recommendations AI
7	Automation & Evaluation	· Evaluation AI with explainable AI - Explain why AI recommended this drink -What this AI needs to supplement
8	Prediction	· Explainable AI contest - Design your own AI - Explaining how my AI works

본 프로그램에서는 먼저 설명가능한 인공지능의 개념에 대한 충분한 이해가 선행되어야 한다. 1~3차시에서는 설명 가능한 인공지능의 필요성을 이해하고 그 의미를 스스로 찾게 하였다. 그 후에 설명가능한 인공지능이 도입되기 위해서는 인공지능 개발자, 인공지능 사용자, 국가의 입장에서 어떤 역할과 방안이 필요할지 토의해보도록 활동을 계획하였다.

4~6차시에서는 선호에 맞는 음료 추천 인공지능을 주제로 모형 단계에 맞는 학습 활동을 구성하였다. 4차시에서는 다양한 음료수 데이터들을 수집하고 적절하지 않은 데이터들을 다듬는 데이터 전처리 과정을 거치도록 하였다. 학생들은 음료 데이터들을 하나로 묶을 수 있는 기준을 정해보고 기준에 맞게 표에 정리해보도록 하였다. 이 과정을 통해 의사결정트리의 알고리즘과 자연스럽게 연결시킬 수 있다.

5-6차시에서는 의사결정트리 알고리즘을 도입한다. 학생들은 직접 의사결정트리의 각각 노드의 기준을 정하며 음료 데이터를 분류한다. 이때, 분류 기준이 객관적인지, 명확한지 등의 과정을 거치며 의사결정트리를 완성해나간다. 그리고 나서, 완성한 의사결정트리를 블록코딩을 활용하여 직접 구현한다. 학생들의 선행학습 정도 및 수준에 따라 미리 완성된 작품을 체험해보게 하거나 만들어진 작품의 코드를 보며 분석해볼 수 있도록 구성하였다.

(Fig 3) Based on decision tree AI block coding scene

7차시에서는 설계한 의사결정트리를 바탕으로 만든 인공지능을 평가해본다. 인공지능 평가는 설명가능한 인공지능의 이해를 바탕으로 이루어지도록 구성하였다.

예측(Prediction)단계에서는 학생들이 직접 코딩을 하지 않고 자신이 만들고 싶은 인공지능을 상상하여 설계해보도록 하였다. 설계한 다양한 인공지능을 가지고 콘테스트를 열어 인공지능 개발자가 되어 인공지능에 대해서 스스로 설명하는 활동을 계획하였다.

본 프로그램은 설명가능한 AI에 대한 이해를 바탕으로 토의·토론, 블록 코딩, 언플러그드, 역할놀이 등 다양한 활동으로 확장해가며 의미와 필요성에 대해 더욱 깊이 있는 이해를 유도하였다.

4. 연구결과

4.1. 1차 실행 및 평가

실행 단계에서 수업 시연의 형태로 진행되었으며 시연을 바탕으로 전문가 집단의 평가를 받아 결과를 도출하였다. 본 프로그램의 타당도를 확보하기 위해 선생님 5인을 대상으로 평가 설문을 실시하였다. 각 영역별 전문적인 의견을 받기 교장 1명, 교무부장 1명, 정보부장 1명, 정보교과 교육 경험이 있는 10년 이상의 경력을 가진 교사 2명으로 평가 집단을 구성하였다. 설문 항목은 김태령과 한선관(2019)의 연구에서 활용된 인공지능 교육 프로그램 학습 적합도 분석 문항을 활용하여 수업 주제에 맞게 재구성하여 활용하였다. 문항은 총 6문항으로 인공지능 수업 모형의 적절성, 프로그램 구성 내용의 적절성, 수준의 적절성, 현장 적용의 적절성 등을 종합하여 평가할 수 있도록 구성하였다. 이들에게 본 수업의 목적과 과정에 대하여 설명 한뒤 서면으로 전달받은 내용 중 핵심적인 내용을 종합하여 수정 및 보완에 반영하였다.

4.2 수정 및 보완

전문가 평가를 기반으로 수정한 내용은 다음과 같다. 첫째, 인공지능에 대한 선행학습이 더 이루어져야 현장 적용이 가능할 것 같다는 의견을 반영하여 1-2차시에 인공지능의 개념을 다루는 활동을 추가하였다. 둘째, 학생들이 만든 인공지능에 대해 오류와 한계점을 생각해보는 활동을 추가해보면 좋을 것 같다는 의견을 반영하여 Automation&Evaluation 단계에 인공지능의 오류와 한계점을 생각해보는 활동을 추가하였다. 또한, Background learning단계를 1-2차시로 줄이고 Automation&Evaluation 단계를 6-7차시로 늘렸다. 셋째, 학생들이 실생활 예시와 함께한 설명가능한 인공지능의 개념 확장 활동 부족에 대한 의견이 있었다. 이를 반영하여, 내가 왜 물건을 샀는지, 내가 왜 이 과목을 좋아하는지 등의 질문을 통해 나로부터 선택과 판단의 이유를 생각해볼 수 있도록 하는 활동을 추가하였다. 또한, 인공지능의 판단에 대하여 설명해보는 과정이 결국 컴퓨터가 어떻게 작동하고 일을 처리하는지 생각해보는 방식이며 그것은 컴퓨터적으로 사고하는 것과 연결됨을 설명할 수 있게 구성하였다. 넷째, 마지막 단계의 의미와 활동 내용을 더 명확하게 연결시킬 수 있도록 Generalization으로 단계명을 수정하였다. 다섯째, XAI의 개념이 적용된 학습 플랫폼을 사용하면 좋겠다는 의견이 있었으나 초등학교 수준의 적절한 플랫폼이 없으므로 실제 기업들이 사용하고 있는 XAI 플랫폼을 간단하게 설명할 수 있도록 내용을 추가하여 수정하였다. 마지막으로, 평가는 관찰 평가, 자기 및 상호평가를 계획하였다. 평가 의견을 반영하여 <Table 4>와 같이 프로그램을 수정하였다.

<Table 4> Modified AI program based on explainable AI

Class	Stage	Activity Contents
1-2	Background Learning	· Understanding AI · Understanding explainable AI - Define XAI through real-world example - Exploring XAI platform - Discuss the role of artificial intelligence developers, users and governments
3	Data collection, Detection Abstraction	· Drink recommendations AI Data collection - Collect diverse drink data around me - Classifying inappropirate data · Data Abstraction - Set criteria for classfying data and compare it
4-5	Algorithm and model	· Understanding Decision tree - Define and use Decision tree - Complete the decision tree by placing criteria on each node · Making drinking recommendations AI
6-7	Automation & Evaluation	· Evaluation AI with explainable AI - Explain why AI recommended this drink - What this AI needs to supplement · Correct the errors and limitations of AI
8	Generalization	· Explainable AI contest - Design your own AI - Explaining how my AI works - Mutual evaluation

5. 결론 및 후속 연구

본 연구는 설계기반연구(DBR: Design-Based Reasearch)를 활용하여 설명가능한 인공지능 교육 프로그램을 개발하고자 하고자 하였다. 인공지능의 기초, 활용, 윤리 세 분야를 골고루 포괄하며 실생활 사례와도 쉽게 연결시킬 수 있다는 점에서 설명가능한 인공지능을 핵심 주제로 설정하였다. 일반적으로 설계기반연구에서는 3차 이상의 적용 및 수정과 보완이 이루어지지만 본 연구 결과는 1차 설계, 실행, 평가 과정을 바탕으로 수정, 보완되었다. 1차 설계한 설명가능한 인공지능은 Computational thinking을 기반으로 한 인공지능교육모형을 사용하여 총 8차시로 구성하였다. 수업 목표는 설명가능한 인공지능의 필요성을 이해하고 이를 바탕으로 인공지능을 만드는 것을 목표로 설정하였다. 설계한 프로그램은 전문가 집단의 설문과 인터뷰를 통하여 수정·보완하였다.

연구 결과를 통해 제시된 프로그램을 추후 학교 현장에 적용하여 3차 수정 및 보완을 바탕으로 더욱 완성된 설명가능한 인공지능을 주제로 한 프로그램을 개발하고자 한다. 학교 현장에서 적용되는 수업 프로그램은 다양한 상황에 대한 적용 가능성이 고려되어야 한다는 점에서 지속적으로 보완이 필요하기 때문에 설계기반연구의 관점으로 추후 연구를 진행하고자 한다. 2022개정교육과정을 앞두고 인공지능 관련 다양한 교육 사례 연구 및 확산이 필요한 시점이다. 본 연구가 학교 현장에 도입되는 인공지능 교육의 발전에 도움이 되기를 기대한다.

참고문헌

[1] Ministry of Education, Korea (2020). Direction of Education Policy and Key Tasks in the Age of Artificial Intelligence.

[2] Shin, S. (2021). A Study to Design the Instructional Contents for National Curriculum of Computer Education in Elementary School. *Journal of The Korean Association of Information Education, 25*(1), 13-31.

[3] Kim, S(2020). Introduced 'AI education' in school education in 2025. AI subjects will be introduced to high schools starting next year. Retreived from https://www.seoul.co.kr/news/newsView.php?id=20201120500042.

[4] Shin, S. (2019). Designing the Instructional Framework and Cognitive Learning Environment for Artificial Intelligence Education through Computational Thinking. *Journal of The Korean Association of Information Education, 23*(6), 639-653.

[5] Choi, J(2019). Recent Advances in Explainable Artificial Intelligence. *Korea Information Science Association, 37*(7), 8-13.

[6] Guidotti, R., Monreale, A., Ruggieri, S., Turini, F., Giannotti, F., & Pedreschi, D. (2018). A survey of methods for explaining black box models. *ACM computing surveys (CSUR), 51*(5), 1-42.

[7] Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity(2021). Artificial intelligence classes to meet at school.

[8] SKTacademy(2018), Machine Learning Algorithm for Artificial Intelligence. Retrievied from https://www.youtube.com/watch?v=cr1SixE5fAs

[9] Lantz, B. (2019). Machine learning with R: expert techniques for predictive modeling. Packt publishing ltd.

[10] AI-based Convergence Innovation Future Education Mid- to Long-Term Development Plan Announcement.

[11] Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity(2019). Guide for Artificial intelligence education

[12] Jeon, I. Jeon, S. Song, K. (2020). Teacher Training Program and Analysis of Teacher's Demands to Strengthen Artificial Intelligence Education. *Journal of The Korean Association of Information Education, 24*(4), 279-289.

[13] Jeon, I. Song, K.(2020). Research on Artificial Intelligence Convergence Education Curriculumbased on Teacher's Demand Analysis. *Journal of The Korean Association of Computer Education, 23*(5), 43-52.

[14] Choi, C. (2019). Explanable Artificial Intelligence (XAI)... Why are you paying attention?. Retreived from http://www.aitimes.kr/news/articleView.html?idxno=14859

[15] Park, K. (2020). Possibility of Learning AI Decision Tree Algorithm in Social Studies. Education *Journal of Korea Elementary Education, 31*(4), 133-143

[16] Nieveen, N., McKenney, S., & van den Akker, J. (2006). Educational design research: the value of variety. In Educational design research (pp. 163-170). Routledge.

[17] Ark-invest Big ideas(2021). Retreived from https://ark-invest.com/big-ideas-2021/

[18] Alonso, J. M. (2020). Teaching Explainable Artificial Intelligence to High School Students. *International Journal of Computational Intelligence Systems, 13*(1), 974-987.

[19] Adrian A. de Freitas, Troy B. Weingart(2021). I'm Going to Learn What?!? Teaching Artificial Intelligence to Freshmen in an Introductory Computer Science Course. *In Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 198-204).

[20] Han, S. Jung, K. Seo, K. Park, C. (2021). Explainable Artificial intelligence for middle school students.

[21] Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Educational researcher, 32*(1), 5-8.

[22] Ryu, M. Han, S(2019). AI Education Programs for Deep-Learning Concepts. *Journal of The Korean Association of Information Education, 23*(6), 583-590.

[23] Korean Society of Enterprise Education(2010). HRD Glossary. JoongAng Economy Co., Ltd.

[24] Kang, J. Lee, J(2011). Design-Based Research(DBR) as Field Research Method to Improve Instructions. *Korean Educational Methods Association, 23*(2), 323-354.

저자소개

박 다 빈

2017 서울교육대학교 초등교육과 (학사)

2020~현재 서울교육대학교 교육대학원 인공지능교육과(석사)

2018~현재 서울연은초등학교 교사

관심분야: 인공지능 교육, 보편적 정보교육, 설명가능한 인공지능

e-mail: dabin2688@gmail.com

신 승 기

2017 University of Georgia(Ph.D.)

2016~2017 미국 칼빈슨 정부연구소 연구원

2019~2020 애리조나주립대학교 컴퓨터교육전공 교수

2020~현재 서울교육대학교 컴퓨터교육과 교수

관심분야: Computational Thinking, 인공지능교육, 보편적정보교육

e-mail: skshin@snue.ac.kr