

RESEARCH ARTICLE

Development of Teaching and Learning Model for Biology Class using Artificial Intelligence

Jung-Ho Byeon

Samcheok High School

인공지능을 활용한 생명과학 교수·학습 모델 개발

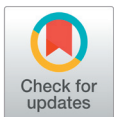
변정호

삼척고등학교

First Author : jhbyeon77@gmail.com

ABSTRACT

Artificial intelligence was used in various fields, it is widely focused on education recently. Appropriate teaching and learning strategies are necessary for the application of artificial intelligence to science education, however, there is in poor one to able to use by the teacher. Therefore, the purpose of this study was focused on the generation of appropriate teaching and learning model for biology class using artificial intelligence. Also, the researcher investigated the effect of the learning model for affective domain on high school students according to the application of the learning program. As a result of this study, the researcher could develop the teaching and learning model of biology education using artificial intelligence by theoretical review, and composed a learning program for application in class. According to the result of analysis for the effect of the affective domain, the level of learning motivation, task commitment, and attitude for artificial intelligence on post-test significantly increased more than the result of the pre-test. Consequently, it could be checked that the teaching and learning model of biology learning using artificial intelligence can cause a positive effect on the student's learning.



OPEN ACCESS

Brain, Digital, & Learning

2022, Vol. 12, No. 1, 51-67.

<https://doi.org/10.31216/BDL.20220004>**Received:** March 10, 2022**Revised:** March 16, 2022**Accepted:** March 16, 2022© 2022. 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.

Key words: Artificial intelligence, biology education, teaching and learning strategy, machine learning, teachable machine

Introduction

4차 산업혁명 및 인공지능이 적용된 시스템의 등장을 포함한 급격한 사회변화에 대응하기 위해서는 변화에 대한 빠른 적응력, 온오프라인에서 자유롭게 의사소통하는 능력, 클라우드 기반 정보활용 능력, 문제상황을 융합적 관점에서 해결하는 창의적인 문제해결력 같은 다양한 역량이 요구된다(OECD, 2018). 미래사회 변화에 적응할 수 있는 인재를 양성하기 위한 교육의 패러다임 전환은 국가적 목표에 해당하므로, 교육부의 '2022 개정교육과정 추진 계획'에서도 학생들의 미래역량 개발을 위해 인공지능 시대로의 디지털 전환을 교육목표로 설정하고 있다(MOE, 2021). 급격한 디지털 기술의 발달에 따라 인공지능 기술이 미래사회 변화의 중심으로 이동하고 있으므로, 미래인재 양성을 위해서는 인공지능을 중심으로 한 디지털 역량 강화가 요구되는 상황이다(Magana & Marzano, 2014; Ouyang & Jiao, 2021; Shin & Ahn, 2020). 이런 관점에서 우리나라의 국가수준 교육과정은 인공지능 관련 선택 교과를 제시하고 있으며, 최근 과학교육 종합계획에서도 인공지능 기반 탐구수업 강화 전략을 제시하고 있다(MOE, 2020).

최근 에듀테크적 교육 패러다임 전환 관점에서는 교육 영역에 대한 디지털 기술의 적용은 소프트웨어를 활용한 ICT교육을 넘어 인공지능을 활용한 교육을 통해 학습의 시간적·공간적 확장까지 포괄하고 있다(Holmes et al., 2019). 인공지능에 대한 관심과 교육분야 적용의 필요성과 달리 인공지능 기술을 과학교육에 바로 적용할 수는 없으며, 교수학습 측면에서 다양한 문제점을 해결할 수 있을 때 교육현장에 실질적 적용이 가능하다(Menon & Janardhan, 2021; Woolf et al., 2013). 현장에 보급되는 대부분의 인공지능 교육 자료는 디지털 교육을 목적으로 한 인공지능 활용에 초점을 맞춘 컴퓨터 교육중심의 인공지능 소양 교육으로 구성되어 있기 때문에 과학교육 현장에 그대로 적용하는 것은 어려울 수밖에 없는 실정이다(Long & Magerko, 2020; MOE & KOFAC, 2021).

교실 수업활동에서 적합한 디지털 기술의 활용은 효과적인 교수·학습 활동을 이끌어내는 핵심적인 역할을 할 수 있으나, 과학수업을 위한 인공지능 교수학습전략을 교사가 직접 개발하는 것은 어려운 실정이다(Lee et al., 2021; Magana & Marzano, 2014). 또한 국내 인공지능 관련 연구들은 대부분 컴퓨터 기반 인공지능 교육에 집중되어 있으며, 학습 프로그램 관련 연구들은 초등학생을 주요 대상으로 하고 있어 중고등학교 학생을 대상으로 한 연구는 미흡한 실정이다(Chang et al., 2021; Jeon et al., 2020; Lee, 2019; Ryu, & Han, 2019; Shamir & Levin, 2022). 또한 교육현장에 가장 많이 활용되고 있는 머신러닝(machine learning: 기계학습)의 유형 중 지도학습은 입출력 상태가 제시되며, 자료 학습을 통한 범주화에 적합하기 때문에 생물을 구분하는 활동을 주된 예시로 활용한다(Kim, 2020). 머신러닝 수업관련 연구들에서도 생물 사진 구분하는 활동을 인공지능 학습 수업내용으로 주로 제시하고 있으나, 생명과학 학습을 위한 구조화된 수업 단계 및 교수학습 전략의 제시는 부족한 상황이다(Chang et al., 2021; Kim et al., 2020; Shin, 2020; Shin & Shin, 2021; Yang et al., 2021).

디지털 전환 패러다임 상황 속에서 현장의 과학교사들이 적절히 대응하기 위해서는 디지털 기술의 정점에 해당하는 인공지능 기술을 활용할 수 있도록 적합한 교수·학습방법이 제시되어야 한다. 이러한 문제를 해결할 때, 인공지능 학습에 초점을 맞춘 교육활동으로부터 벗어날 수 있으며, 생명과학 학습 활동에 초점을 맞춘 인공지능 활용 교육활동이 가능할 것이다. 따라서 인공지능을 활용한 실질적인 수업을 계획하고 실행하기 위해서는 인공지능을 처음 접하는 학생과 교사도 쉽게 접근할 수 있는 인공지능 기술 활용법이 필요하며, 생명과학 수업에 효과적으로 활용할 수 있는 교수·학습 전략과 수업모델이 제시되어야 한다. 이를 위해

탐구활동에 초점을 맞춘 인공지능 활용 교수·학습 모델을 개발하고, 학습 모델에 따라 구성한 머신러닝 활용 생물분류 학습 프로그램의 경험이 학생들에게 미치는 영향을 확인하고자 하였다.

Theoretical Background

인공지능(AI: Artificial intelligence)이라는 단어는 John McCarthy에 의해 제안되었으며, 초기에는 인지적 과제에 대한 인간의 다양한 수행 능력을 지닌 컴퓨터로 정의하였으며, 자동적으로 문제를 해결하는 지능적 학습 시스템에 초점을 맞추는 경향이 있었다(Hwang, 2003; Ross, 1987; Talan, 2021). 현재는 복잡한 과제를 수행하기 위해 빅데이터를 활용하는 것을 의미하기도 하며, 알고리즘의 광역 집합체를 설명하기 위한 포괄적인 용어로서 인공지능을 설명하기도 한다(Guan et al., 2020). 실제 인공지능은 공상과학 영화에 등장하는 것처럼 인간의 사고와 행동을 뛰어넘는 의사결정을 하는 것과 달리 운송, 금융, 교육 등 사회 시스템 전반에 스며들어 일상의 변화를 이끌고 있다(Embarak, 2021; Russell & Norvig, 2018). 이런 맥락에서 인공지능은 코드화된 알고리즘을 통해 인간의 지능적 사고과정을 모방하여 정보를 처리함으로써 주어진 환경에서 목표 달성을 위한 최적 행동을 하는 기계로 정의할 수 있다(Wartman & Combs, 2018; Yang et al., 2021).

인공지능의 교육적 활용과 이로 인한 변화는 실생활 맥락 학습의 복잡성에 대한 이론적 진보와 개별 맞춤형 학습 시스템의 제공, 교실 환경 관리 및 평가 시스템을 보조할 수 있다(Chen et al., 2020; Guan et al., 2020). 이러한 변화에 따라 학교 현장에서 인공지능의 활용은 기술적 측면에서 양적·질적 확대가 이루어지고 있으나, 교수·학습 측면에서의 활용 방안 마련은 미흡한 실정이다. 또한 인공지능을 개발하거나 직접 활용하기 위해서는 코딩과 알고리즘에 대한 일정수준의 소양과 이해도를 요구하기 때문에 진입장벽이 높은 영역에 해당하며, 대부분의 교사들은 수업 전문가로서의 역량 외에 인공지능 개발 역량은 미비한 상황이다(Shamir & Levin, 2022; Yang et al., 2021).

머신러닝은 최적함수를 통해 데이터를 학습하고 개발자가 프로그래밍하지 않은 문제를 해결하는 알고리즘으로써 지도학습, 비지도학습, 강화학습으로 구분된다(Kim, 2020; Menon & Janardhan, 2021). 지도학습은 입력 정보와 출력 상태가 주어지기 때문에 입출력의 관계를 모델을 통해 학습하고 모델은 새로운 입력 자료에 해당하는 출력 예측에 사용하기 때문에 주로 패턴 범주화, 회귀분석에 적합하다. 비지도학습은 입력 정보와 출력상태가 명확하게 제공되지 않는 상황에서 학습하는 방법으로 입력 정보의 유사성만을 제공하므로 군집화와 차원 축소에 적합하다. 강화학습은 최적의 행동 패턴을 학습하는 것으로 인공지능에게 제시된 상황, 선택 가능한 행동, 행동에 따른 변화, 보상으로 구성된다(Alpaydin, 2010; Kim, 2020; Kim et al., 2020; Shamir & Levin, 2022; Shin, 2020; Yang et al., 2021). 따라서 교육현장에서 과학 교수·학습 측면으로 활용 가능한 인공지능 유형은 입력과 출력 상태가 모두 주어지는 지도학습으로 수렴되며, 이 연구에서도 머신러닝의 지도학습법을 활용하고자 한다.

일반적으로 프로그래밍을 위해서는 컴퓨팅 언어의 이해가 필요하며, 블록 코딩 방식의 접근성이 용이한 경우에도 코딩 설계나 소프트웨어 활용을 위해서는 일정 수준의 학습과 숙달이 필수적인 선행과정이다. 반면, 구글에서 무료로 이용할 수 있도록 공개한 티처블 머신 2.0 (Teachable machine 2.0)은 웹 기반 머신러닝 도구로 컴퓨터 언어에 대한 이해를 필요로 하지 않고 머신러닝을 쉽고 빠르게 만들 수 있도록 구성되어 있다(Chang et al., 2021; Cho et al., 2021). 특히 머신러닝을 위한 코드를 별도로 작성하지 않고도 컴퓨터를 학습시킬 수 있으

며, 학습 모델은 필요에 따라 컴퓨터 언어로 다운로드하여 활용이 가능하다(Lee & Cho, 2020; Lee & Lee, 2020). 현재 버전은 이미지, 오디오(소리), 포즈(동작)에 대한 학습모델 프로젝트를 제작할 수 있으며, 패턴 분류를 위한 범주를 구성하고 컴퓨터를 학습시키기 위한 자료를 업로드하는 것만으로 인공지능 모델 생성과 검증이 가능하다. 또한 완성된 모델은 'Tensorflow'를 통해 코딩 언어로 내보내기 할 수 있으며, 공유 가능한 링크로 업로드 또는 다운로드를 통해 직접 수정 및 활용이 가능한 장점을 지니고 있다. 인공지능을 활용한 과학교육을 위해 모든 교사가 인공지능 개발 전문가일 필요는 없으므로, 인공지능 활용 교수학습 프로그램의 예시로 사용할 수 있도록 접근성이 용이한 티처블 머신을 교수학습 모델 적용 수업 프로그램에 활용하였다.

Research Method

Participants

인공지능을 활용한 생명과학 교수·학습 전략 개발을 통해 구성한 프로그램 적용에는 강원 소재 A 고등학교 학생 40명(평균 나이: 16.57세, SD: 0.50)이 참여하였으며, 수업 적용 전후의 차이에 대한 정의적 영역 검사를 실시하였다. 프로그램 적용에 참여한 학생들은 연구목적과 학습 진행에 대한 내용을 청취하고 자발적으로 검사지를 작성하였으며, 프로그램 적용 과정 중 1차시 이상 참여하지 않은 학생과 사전검사 또는 사후검사 중 한 가지에 참여하지 않은 학생은 분석에서 제외하였다. 인공지능을 활용한 생명과학 교수·학습 전략 적용 수업에 참여한 학생 19명, 생명과학 교수·학습 전략을 적용하지 않은 인공지능 활용 수업에 참여한 학생 16명의 응답을 최종 분석에 사용하였다.

Procedure & Development of Learning Program

과학교육 현장에서 인공지능을 활용하는 유형은 기술적 인공지능 활용과 교수·학습적 인공지능 활용으로 구분할 수 있다(Chen et al., 2020; Guan et al., 2020). 기술적 인공지능 활용은 인공지능 기술을 이용하여 교사가 수업의 기술적 보조기능으로 활용하는 것으로 학생들에게 배부된 과제나 문제에 대한 자동채점 및 데이터 관리, 제한적 티칭 기능을 지닌 게임형 인공지능, 학습성과 분석 관리 시스템과 같은 에듀테크적 측면에 해당한다. 반면, 교수·학습적 인공지능 활용은 수업 관리의 보조적 수단이 아니라 인공지능 기술 자체를 교수·학습 활동으로 사용하는 것으로서 교사와 학생이 상호작용하는 학습요소에 해당한다. 이런 관점에 따라 인공지능을 활용한 교수·학습 모델 개발을 위해서는 학습의 구성요소, 학습 전략, 사고의 흐름에 대한 이론적 고찰이 요구되며, 개발된 교수·학습 모델에 따른 수업을 통해 적용 가능성을 확인할 필요가 있다. 이를 위해 학생들의 학습동기, 학습 지속력, 학습에 대한 태도 변화 양상을 확인함으로써 개발된 학습모델이 학생들에게 어떤 영향을 주는지 확인하였다. 미래역량을 반영하는 인공지능 활용 교수·학습 모델을 개발하기 위해 문제 해결과정에 대한 이론적 고찰을 통한 학습단계 도출, 공동활동과 개인활동의 창의적 사고 흐름에 대한 분석, 인공지능을 활용한 교수·학습전략 분석을 통해 학습모델을 구조화 하였다. 인공지능을 활용한 교수·학습 모델에 따른 수업은 생물 분류 주제를 탐구하는 생명과학 수업 프로그램 6차시와 일반적인 패턴 범주화 수업 프로그램 6차시로 구성하였으며, 누구나 쉽게 사용할 수 있는 티처블 머신을 수업에 활용하는 인공지능으로 선정하였다. 수업 프로그램 구성에 대한 타당도는 과학교육 전문가 2인과 생명과학 교사 4인에게 의뢰하였으며, 내용 타당도지수(CVI)는 92%로 적절한 구성임을 확인하였다.

개발한 학습 모델에 따른 수업 프로그램은 학습 단계와 전략에 따라 지도안을 구성하였으며, 과학교육 전문가 2인에게 모델과 수업지도안의 적합성을 검토 의뢰하였으며, 검토 결과에 따라 수정된 수업지도안은 과학교육 전공 교사 2인의 자문을 거쳐 합의에 도달할 때 까지 수정·보완하였다. 인공지능 활용 수업 모델은 과학교육 현장에서 실질적으로 적용할 수 있는지에 대한 가능성을 확인할 필요가 있으며, 현장 교사와 학생들이 진입장벽 없이 활용할 수 있는 프로그램 예시를 제시할 필요가 있다(Long & Magerko, 2020). 그러므로 수업 프로그램은 인공지능 활용 수업 전략을 적용하여 티처블머신을 사용하는 과학 수업으로 적합한 패턴 분류를 주요 콘텐츠로 선정하였으며, 생명과학 수업에 적합한 생물 분류를 학습 내용으로 설정한 후 6차시 수업을 구성하였다. 또한 개발한 인공지능 활용 수업 모델의 범용성을 확인하기 위해 생물 대상이 아닌 패턴 분류를 학습내용으로 하는 수업을 6차시로 구성하였다.

Application & Analysis of Learning Program

인공지능 활용 교수·학습전략이 적용된 생명과학 학습 프로그램은 학생들에게 흥미를 유발하고 생명과학 학습에 대한 동기 수준과 태도 변화에 영향을 줄 수 있으며, 정의적 영역의 변화는 일회성 학습이 아닌 학습 활동 자체를 지속하고자 하는 과제 집착력과도 관련되어 있다(Byeon, 2020). 따라서 인공지능을 활용한 생명과학 수업에 따른 고등학생의 인공지능에 대한 정의적 인식 및 생명과학 학습에 미치는 영향을 확인하기 위한 검사지를 구성하였다. 검사지는 인공지능 학습경험 영역, 인공지능 학습에 대한 정의적 영역으로 구분하고, 학생이 이전에 경험한 인공지능 학습 여부, 인공지능 관련 정보의 접촉 등에 대한 내용으로 구성된 인공지능 학습경험 영역에 먼저 응답하도록 하였다.

인공지능 학습에 대한 정의적 검사는 인공지능 학습활동에 대한 동기 검사, 인공지능 학습활동에 대한 과제집착 검사, 인공지능 활동에 대한 태도 검사로 구성하고 R&D과정을 거쳐 개발하였다. 인공지능 학습에 대한 동기검사는 Keller (2009)의 학습활동 동기 검사 문항을 활용하여 구성하였으며, 과제집착 검사지는 Byeon (2020)의 과학적 과제집착 검사지를 수정하여 구성하였다. 인공지능에 대한 태도 검사지는 생명과학에 대한 태도 검사지의 구성 틀에 따라 선행 연구들에서 공통적으로 제시하는 내용을 선정하여 한쪽 끝에는 ‘행복한(happy)’과 같은 긍정적 단어를 배치하고 반대쪽 끝에는 ‘불행한(unhappy)’을 배치하는 양극단 배열 형태로 40개의 예비 문항을 선정하였다(Russell & Hollander, 1975; Shin & Shin, 2021). 생명과학 관련 전문가 2인에게 문항에 대한 타당도를 의뢰하여 25문항을 선정하였으며, 독립집단에 대해 투입하여 나타난 내적신뢰도를 산출하여 신뢰도가 상대적으로 낮은 문항 4개를 제외함으로써 21문항으로 구성된 검사지를 제작하였다(Cronbach $\alpha = 0.88$). 최종적으로 제작된 검사지는 무작위로 4개 문항에 대해 긍정 단어의 위치를 부정 단어의 위치와 교체함으로써 일률적인 학생의 답변으로 발생하는 오류를 보정 하였다. 개발한 학습 프로그램 적용에 참여 학생들은 1차시 수업 시작 전과 6차시 수업 종료 후 각 검사지에 대한 응답을 제출하였으며, 기본정보에 대한 응답결과와 검사영역별 응답 결과는 SPSS 20.0을 사용하여 일원배치분산분석(One way ANOVA)을 실시함으로써 집단에서 나타나는 평균 차이를 확인하였다.

Result & Discussion

Construction of Learning Step

과학교육 학습 영역에서 문제해결과정은 일반적으로 구성주의적 관점에 따라 발견의 맥락과 검증의 맥락으로 구분할 수 있으며, 과학적 탐구에 초점을 맞추는 측면에서 잠정적 설명의 생성과 검증 과정으로 구성되어야 한다(Anderson et al., 1996; Klaur et al., 2002). 교육 분야에서 인공지능의 활용은 크게 인공지능 기술을 교수·학습 도구로 활용하는 ‘도구로서의 AI’, 인공지능 자체가 교육 내용이 되는 ‘목적으로서의 AI’ 두 가지 관점으로 구분될 수 있다(Hong et al., 2019). 교수 학습상황에서 교육을 위한 기술적 도구로 인공지능을 활용하는 것이 ‘도구로서의 AI’ 관점이며, 인공지능에 대해 이해하고 학습하는 것을 교육내용으로 삼는 것이 ‘목적으로서의 AI’ 관점에 해당한다(Jang et al., 2021). 인공지능을 교육에 활용하는 초기에는 목적으로서의 AI가 중심을 이루었으나, 최근 다양한 교과영역에서는 인공지능을 활용하여 교수·학습 과정을 정교하게 이해하고 지원하는 방안을 탐색하는 도구로서의 AI 관점 연구들이 진행되고 있다(Lee & Lee, 2020; Luckin et al., 2016). 또한 우리나라 교육과정에서 제시하는 인공지능 교육의 기본 방향은 실생활 적용 중심의 교육과 활용능력 함양, 원리의 이해 및 체험, 문제 발견, 창의적 문제해결, 사회적 상호작용이므로, 인공지능 활용 학습은 창의적 문제해결과정과 사회적 상호작용을 고려해야 한다(Jeon et al., 2020; MOE, 2020).

수업 중 교사와 학생에 의해 수행되는 과학적 탐구활동은 과학자의 문제해결과정을 학습적으로 리모델링한 것이라 할 수 있다(NRC, 2000). 인지적 과정으로서의 문제해결과정은 제공된 정보, 도달목표, 문제해결을 위한 조작을 포함하는 활동으로서 제공된 정보는 문제에 포함된 모든 정보, 도달목표는 문제가 해결된 상태, 조작은 목표에 도달하기 위한 가능한 모든 활동을 의미한다(Ormrod, 1999; Wang & Chiew, 2010). 구성주의적 학습의 측면에서 문제해결과정은 문제를 정의하고 정보를 확인하여 발견하는 단계, 목표 도달을 위한 해결책을 탐색하는 단계, 도달목표에 부합하는 해결책을 생성하고 평가하는 단계, 문제가 해결된 상태를 설명하고 의사소통함으로써 검증하는 단계로 구분할 수 있다(Byeon et al., 2012; Wang & Chiew, 2010). 이상의 논의를 종합함으로써 도구로서의 AI 관점과 창의적 문제해결 맥락에서 이론적 고찰을 통해 인공지능을 활용한 생명과학 학습단계, 학습목표 및 내용을 제시하였다. 과학학습을 학습자의 개념변화와 문제해결과정으로 간주하는 맥락에서 학생중심 과학학습의 단계는 과학적 문제의 발견과 검증 단계로 구분할 수 있으며, 과학적 문제 해결을 위한 발견과 검증을 위한 도구로서 인공지능을 활용하기 위한 탐색과 인공지능 생성의 과정이 포함되어야 한다. 그러므로 인공지능을 활용한 과학교육 학습 단계는 과학적 문제를 발견하는 발견의 단계, 과학적 문제해결에 활용하게 될 인공지능에 대한 탐색의 단계, 학습자가 직접 인공지능 모델을 생성하는 생성의 단계, 생성한 인공지능을 활용하여 과학적 문제해결의 검증과정에 적용하는 적용의 단계로 구성할 수 있다.

Construction of Learning Strategy

학습단계에 따라 학습자가 학습목표에 도달하기 위한 교수·학습 전략을 과학적 문제해결과정과 창의적 문제해결과정 맥락에서 살펴보면 제시된 목표와 주어진 문제를 해결하기 위한 일련의 과정에 따라 크게 수렴적 문제해결과 발산적 문제해결이라는 상호보완적인 두 가지 유형의 문제해결과정으로 범주화할 수 있다(Cropley, 2006; Sternberg & Lubart, 1996; Sternberg & O'Hara, 2000). 창의적 사고는 발산적 사고뿐만 아니라, 수

렴적 사고를 포함하는 인지적 과정이며, 분절하기 어려운 연관된 사고영역으로서 긍정적인 상호작용을 하는 것으로 알려져 있다(Chen et al., 2021). 학생들에게 요구되는 창의적 문제해결역량은 수렴적 사고와 발산적 사고의 유연한 대처 및 전환이 가능한 것을 의미한다. 따라서 수렴적 사고와 발산적 사고를 유발하는 문제해결과정을 제시함으로써 학생들의 창의적 사고력과 문제해결능력을 개발할 필요가 있으므로 학습내용은 과학적 문제해결, 창의적 사고, 상호작용의 차원에서 고찰하였다.

창의적 문제해결과정을 발산적 사고와 수렴적 사고가 상호작용하는 인지적 과정으로 보는 관점에서 발산적 문제해결과정은 다양한 아이디어를 만들어내는 활동으로 목표나 해결책이 제한되지 않는 반면, 수렴적 문제해결과정은 제공된 정보를 평가함으로써 제한된 목표에 도달하기 위해 해결책을 통합해 가는 활동으로 구성된다(Razoumnikova, 2000; Wang & Chiew, 2010; Yildiz & Yildiz, 2021). 서로 상반되는 특징과 관련성을 동시에 지니는 두 가지 창의적인 문제해결과정을 적절히 제공하기 위해서는 학습자에게 제공되는 문제의 범위를 명확히 하고 문제 상황을 해결하는 과정을 안내함으로써 학습의 효율을 달성할 수 있다(Barak & Mesika, 2007; Sternberg & Lubart, 1996). 따라서 발견 단계에서는 과학적 문제의 발견을 학습 목표로 하여 과학적 관찰과 패턴 발견을 통해 문제의 범위를 명확히 하고, 학습자 중심의 문제발견과 발견된 문제에 대한 잠정적인 과학적 설명의 생성을 주요한 학습전략으로 하는 발산적 문제해결과정으로 구성하였다.

개념의 구조화와 학습의 전이 측면에 대한 인지주의와 구성주의적 관점에 따르면 인지적으로 구조화된 경험은 학습자에게 필수적인 요소에 해당한다(Matthews, 2000). 이러한 관점에서 탐색 단계에서는 과학적 문제해결과정에서 활용하게 되는 인공지능에 대한 탐색을 학습목표로 설정하고, 인공지능 모델 저작도구를 직접 사용 및 실행함으로써 인공지능에 대해 이해하는 활동으로 구성하였다. 또한 발견 단계에서 구체화한 과학적 문제상황을 해결하기 위해 활용하게 될 인공지능 모델을 수렴적 문제해결과정을 통해 설계하는 학습전략이 필수적으로 제시되어야 한다.

창의적 문제해결과 함께 사회적 상호작용으로 대표되는 협력적 의사소통 역시 학습에 반영되어야 하는 주요한 학습전략으로 초연결, 초집중으로 대표되는 미래 사회의 학습자에게 필수적인 학습활동에 해당한다. 창의적 문제해결과정과 함께 사회적 상호작용으로 대표되는 의사소통역량은 높은 상관관계를 나타내는 것으로 알려져 있다(Bahar & Hansell, 2000; Berestova et al., 2021). 특히 발산적 문제해결과정은 개선, 창작, 변화에 대한 탐색 활동에 적합하며, 다수의 목표 또는 공통 목표가 제시되지 않는 집단 내에서 활동을 경험할 때 사회적 상호작용에 대한 긍정적 영향을 줄 수 있다. 반면, 공동의 목표를 공유하는 집단에서 정보에 대한 조정이나 단일 목표 지향적 활동을 수행할 때 수렴적 사고는 사회적 상호작용과 긍정적 상관관계를 나타낸다(Ashton-James & Chartrand, 2009; Nemeth & Goncalo, 2005). 즉, 창의적 사고를 유발하는 인공지능기반 활동을 생명과학 수업에 적용하기 위해서는 발산적 문제해결과정 및 수렴적 문제해결과정의 특징과 사회적 상호작용을 위한 집단구성 전략을 고려해야 한다. 또한 인공지능 모델에 의한 왜곡된 결과가 나타나는 것을 방지하기 위해서는 인공지능 모델 생성자에 의해 의도적·비의도적으로 내포된 학습자료와 범주의 편견을 발견하고 수정 보완 과정이 필수적이다(Akter et al., 2021; Byrne, 2021; Kim, 2020). 따라서 생성단계에서는 인공지능 생성을 목표로 하여 다양한 인공지능 모델을 계획하고 학습자료를 수집함으로써 창의적인 인공지능 모델을 자유롭게 생성하는 개별적 발산적 문제해결활동과 인공지능 모델로부터 편견을 제거하고 효율적인 인공지능 모델을 선별하는 공동활동을 수렴적 문제해결활동으로 구성하였다.

마지막으로 적용 단계에서는 앞선 단계에서 생성한 인공지능 모델을 과학적 문제해결과정에 활용하는 것을 학습목표로 하여 인공지능에 내재된 편견 제거를 통해 선택 및 수정·보완된 인공지능 모델을 웹 사이트에 게시하거나, 클라우드 웹 주소(URL)를 공유하는 공동활동이 수행되도록 하였다. 또한 팀원들과 상호작용을 통해 인공지능의 모바일 구동을 점검하고 확정하는 과정을 수행한 후, 인공지능 모델을 활용하여 발견단계에서 생성한 과학적 아이디어를 검증하는 수렴적 문제해결과정을 제시하도록 구성하였다. 이상의 논의를 바탕으로 인공지능 활용 생명과학 교수·학습 모델을 구조화하면 Table 1과 같이 나타낼 수 있다.

Table 1. The teaching & learning model of biology learning using artificial intelligence

Step	Learning Objective	Learning Content	Teaching & Learning Strategy	Problem Solving
Discovery	Discovery of Scientific Problem	· Discovery & Recognition of Scientific Problem · Generation of Scientific idea	· Scientific Observation & Pattern Discovery - Discovery of Problem & Presentation of Scope · Generation of Scientific Explanation - Generation of Tentative Explanation (Hypothesis, Prediction, & etc)	Divergent problem solving
Exploration	Exploration of Artificial Intelligence	· Understanding & Experience of Artificial Intelligence · Idea Generation of Artificial Intelligence application	· Introduction & Experience of Artificial Intelligence - Using & Practicing of Authoring Tool · Goal Setting of Artificial Intelligence Application - Design of Solution for Scientific Problem using Artificial Intelligence	Divergent Problem Solving & Convergent Problem Solving
Generation	Generation of Artificial Intelligence	· Design of Artificial Intelligence Model · Generation & Verification of Artificial Intelligence Model	· Design of Artificial Intelligence Model - Planning of Learning Model - Collection of Learning Data · Generation & Verification of Artificial Intelligence Model - Generation of Machine Learning Model - Discovery & Modifying of Bias in Algorithm	Divergent Problem Solving & Convergent Problem Solving
Application	Scientific Application of Artificial Intelligence	· Sharing of Artificial Intelligence Model · Application of Artificial Intelligence for Scientific Problem Solving	· Sharing of Artificial Intelligence model - Posting or Sharing of Artificial Intelligence Model · Scientific Problem Solving using Artificial Intelligence Model - Generation of Solution & Verification of Scientific Explanation using Artificial Intelligence Model	Convergent Problem Solving

Construction of Teaching & Learning Program

개발된 인공지능 활용 과학 학습 모델의 적용이 학생들의 학습동기, 과제집착력, 학습에 대한 태도에 미치는 영향을 확인하기 위해 총 6차시의 수업을 구성하였다. 인공지능을 생성하기 위해서는 일반적으로 일정 기간 특정 수준에 도달할 정도의 코딩교육이 필요하므로 목적으로서의 AI교육이 주를 이루어지게 된다. 이 연구에서는 도구로서의 AI측면에서 인공지능 생명과학 수업 프로그램을 구성하고자 하므로, 코딩 없이 인공지능을 생성하고 활용하기에 적합한 티처블 머신을 사용하였다. 머신러닝 측면에서 인공지능은 제공된 정보를 범주화하고 분류하는데 최적화 되어 있으며(Cho et al., 2021), 탐구학습 측면에서 관찰과 분류 활동 중 생물에 대한 범주화 활동은 머신러닝 수업에 적합한 것으로 알려져 있다(Chang et al., 2021; Shin & Shin, 2021). 학교현장에서 동물을 활용한 수업활동은 다양한 제한사항들이 있으므로, 학생들이 직접 생물 분류활동을 수행하기 위해 주변에서 쉽게 발견하고 탐구할 수 있는 식물을 대상으로 하는 수업을 구성하였다. 발견단계에서는 생물분류 대상으로 패각류와 식물 잎 사진을 이용하여 직접 범주를 발견하고 분류지식을 생성하는

활동을 수행함으로써 범주의 발견, 범주의 생성 및 선택, 범주들이 관계 설정 및 검증으로 구성됨을 이해하도록 하였다. 또한 탐구 활동을 수행하는 팀 내에서 개인별 활동을 수행하도록 하여 다양한 범주 아이디어의 생성과 비교가 가능하도록 함으로써 발산적 사고가 가능하도록 1차시를 구성하였다.

탐색단계 1차시에서는 인공지능에 대해 탐색하는 활동으로 티처블 머신을 이용하여 이미지를 범주화하고 인공지능 모델을 생성하도록 함으로써 구동 원리와 활용 방법을 이해하도록 하였다. 특히 개별 학생들이 자유롭게 생물 대상을 선정하도록 하여 평소 관심있는 생물 이미지를 직접 웹을 통해 발견하고 선정하여 인공지능 학습자료로 사용함으로써 발산적 문제해결과정을 경험하도록 하였다. 탐색단계 2차시에서는 발견 단계에서 경험한 식물 분류활동에 이용할 인공지능 모델 생성을 목표로 인공지능 범주 설정과 학습자료 수집 계획을 팀 활동으로 구성함으로써 수렴적 문제해결과정을 경험하도록 하였다.

생성단계는 탐색단계에서 수립한 인공지능 생성 계획에 따라 팀 별로 범주를 설정하고 학습자료를 수집하여 학생들이 직접 인공지능 모델을 생성하는 1차시 활동과 인공지능 편견을 제거 및 수정하는 2차시 활동으로 구성하였다. 인공지능의 범주 설정 또는 학습에 사용하는 이미지 자료의 수집 시 식물의 특정 부분이나 색깔, 단일 개체 등 학습자료가 지니고 있는 경향성에 따라 인공지능 모델이 왜곡되는 편견이 내포되어 있다. 이를 확인하기 위해 학습자료에 사용하지 않은 사진 자료를 제공하여 학생들이 생성한 인공지능 모델의 왜곡여부를 판별하고 학습자료를 보완함으로써 편견을 최소화하여 인공지능 모델을 생성하는 활동을 수행하였다.

적용단계 1차시는 생성한 인공지능 모델을 웹 사이트에 업로드하거나 클라우드 URL을 이용하여 학생들이 사용하는 모바일 기기에서 구동하는지 확인하고 완성하는 활동으로 구성하였다. 또한 2차시에서는 실제 식물 분류 과정에서 학생들이 분류기준에 따라 대상을 적절히 분류하였는지 확인하는 과정에 인공지능 모델을 활용하도록 하였다. 티처블 머신에서 제공하는 분류결과의 유사도 정도와 실제 분류활동 결과를 비교하여 최종적인 분류지식을 생성하도록 함으로써 인공지능을 과학탐구활동의 보조 도구로 사용하도록 하였다. 이 연구에서 개발한 인공지능 활용 학습 모델을 적용한 수업 프로그램의 효과를 확인하기 위해서는 인공지능 자체를 이용하는 것을 목적으로 하는 활동과 비교할 필요성이 있다. 이를 위해 독립집단에 적용할 수업 프로그램에는 실물로 제시되는 식물에 대한 분류활동은 제외하였으며, 탐색 단계의 인공지능 활용법 이해 과정에서 팀별 협의를 거쳐 범주 대상을 자유롭게 선정하여 인공지능 모델을 생성하도록 하였다. 또한 적용 단계에서는 학생들이 생성한 인공지능 모델을 학습에 사용하지 않은 이미지 자료를 사용하여 팀별로 생성한 인공지능 모델의 적합성을 검증하도록 하였으며, 모바일 업로드 등 인공지능 사용 활동은 동일하게 진행하였다.

Results of Basic Survey

학생들의 인공지능 관련 활동 경험을 확인하기 위해 기본 정보 응답에 대한 비율을 산출한 결과, 전체 학생의 42.86%가 인공지능과 관련한 학습경험이 전무한 것으로 나타났으며, 초등학교에서 인공지능 학습을 체험한 학생의 비율은 2.86%, 중학교는 28.57%, 고등학교는 25.71%로 나타났다(Table 2). 인공지능과 삶이 관련되어 있다고 인식하는지에 대한 질문에 대해 ‘그렇다’ 이상의 응답이 82.85%로 나타났으며, 인공지능 관련 학습이 중요한 것인지에 대한 질문에 대해서도 ‘그렇다’ 이상의 응답이 74.29%로 확인되었다. 따라서 응답에 참여한 학생들은 인공지능 관련 학습경험은 미흡하지만, 인공지능과 삶의 관련성은 크다고 인식하고

있으며 인공지능 관련 학습은 중요하게 인식하고 있음을 확인하였다. 인공지능과 관련한 정보를 획득하는 유형에 대한 응답 분석 결과 미디어 51.43%, 인터넷 42.86%로 응답하였으며, 과학교사에 의한 정보획득은 5.71%로 나타났다. 인공지능 관련 정보의 접촉 비율에 대한 응답 결과 ‘매우 자주’ 또는 ‘자주’로 답한 학생은 54.29%, ‘보통’이라고 답한 학생은 34.29%로 전체 응답 학생의 88.58%가 지속적으로 인공지능 관련 정보를 접하고 있었다. 즉, 학생들은 미디어와 인터넷을 통해 높은 빈도로 인공지능 관련 정보를 접하고 있음을 알 수 있었다.

Table 2. The result of basic information for artificial intelligence (AI) learning

value: %

Experience Period of AI Learning		Relevance of AI with my life		Importance of AI Learning		Acquisition Type of AI Information		Contact Frequency of AI Information	
Elementary School	2.86	Very Much	37.14	Very Important	20.00	Media	51.43	Very Often	2.86
Middle School	28.57	Much	45.71	Important	54.29	Internet	42.86	Often	51.43
High School	25.71	Normal	11.43	Normal	17.14	Science Teacher	5.71	Usually	34.29
None	42.86	Little	5.71	Not	5.71	Teacher	0.00	Little	5.71
		Not at all	0.00	Not at all	2.86	Book	0.00	Not at all	5.71
						etc.	0.00		

생명과과학과 삶이 관련되어 있다고 인식하는 비율은 ‘매우 그렇다’와 ‘그렇다’가 94.28%로 나타났으며, 생명과학 학습의 중요성 인식에 대한 응답 역시 ‘그렇다’ 이상이 88.58%로 높게 나타났다(Table 3). 즉, 학생들은 대부분 생명과학은 삶과 관련성이 크다고 인식하며, 생명과학 학습을 중요하게 인식하고 있음을 알 수 있었다. 생명과학 관련 정보획득 유형에 대한 응답 결과, 미디어 28.57%, 인터넷 22.86%, 과학교사는 48.57%로 나타남으로써 많은 학생들은 생명과학 관련 정보를 학교 수업을 통해 획득하는 것으로 인식하고 있었다. 또한 생명과학 관련 정보의 접촉 비율은 ‘매우 자주’ 8.58%, ‘자주 접한다’ 57.14%, ‘보통이다’ 34.29%로, 높은 빈도로 생명과학 관련 정보를 주로 학교 수업을 통해 접하고 있음을 확인하였다. 따라서 연구에 참여한 학생들은 인공지능과 생명과학 분야 모두 삶과 관련되는 중요한 것임을 인식하고 있으나, 생명과학 관련 정보는 학교 학습을 통해 주로 획득하는 반면 인공지능 관련 정보는 수업 외적인 영역에서 얻고 있었다. 이러한 현상은 교사에 의해 이루어지는 학습활동을 통해 인공지능 관련 정보를 획득할 수 있는 경험을 적절히 제공받고 있지 못하기 때문이라 볼 수 있다. 디지털 학습이 가능한 사회에서 학생이 자유롭게 다양한 방법으로 정보를 접하는 것은 긍정적일 수 있으나, 체계적인 학습 경험의 제공은 무엇보다 중요하다(Guan et al., 2020). 그러므로 적절한 인공지능 학습 전략이 적용된 구조화된 수업 활동을 학생들이 경험할 수 있도록 제공해야 한다.

Table 3. The result of basic information for biology learning

value: %

Relevance of Biology with my life		Importance of Biology Learning		Acquisition Type of Biology Information		Contact Frequency of Biology Information	
Very Much	37.14	Very Important	34.29	Media	28.57	Very Often	8.57
Much	57.14	Important	54.29	Internet	22.86	Often	57.14
Normal	5.71	Normal	11.43	Science Teacher	48.57	Usually	34.29
Little	0.00	Little	0.00	Teacher	0.00	Little	0.00
Not at all	0.00	Not at all	0.00	Book	0.00	Not at all	0.00
				etc.	0.00		

Results of Group Effect

인공지능 활용 교수·학습 모델을 적용한 생명과학 수업 프로그램이 학생들의 정의적 영역에 미치는 영향을 확인하기 위해 수업에 참여한 학생들을 두 집단으로 구분하여 수업 프로그램을 적용하였다. 생물분류 수업 프로그램을 경험한 실험집단과 생물분류 활동이 제외된 인공지능 활용 수업 프로그램을 경험한 비교집단의 수업 전·후 인공지능 활동 동기, 인공지능 활동 과제집착력, 인공지능에 대한 태도 검사 결과의 평균을 확인한 결과는 Table 4와 같았다. 인공지능 학습에 대한 동기 수준을 분석한 결과 두 집단 모두 사전검사 결과에 비해 사후 검사결과가 높게 나타났으며, 인공지능 활용 생물분류 수업을 경험한 실험집단의 변화가 비교집단에 비해 더 큰 것으로 확인되었다. 동기 수준의 하위 요소 변화를 살펴보면, 주의집중에 대한 사전검사 결과 실험집단의 평균은 43.32(SD: 5.35), 비교집단의 평균은 43.63(SD: 4.79)으로 유사한 수준이었으나, 사후 검사 결과 실험집단은 50.42(SD: 6.88), 비교집단은 46.63(SD: 5.33)으로 실험집단이 비교집단에 비해 더 크게 증가하였다. 관련성에서 실험집단의 사전 평균은 31.21(SD: 4.66)에서 사후 평균 33.47(SD: 4.93)로, 비교집단은 사전 평균 31.81(SD: 2.79)에서 사후 평균 34.69(SD: 4.66)로 두 집단 모두 증가하였다. 자신감에서 실험집단의 사전 평균은 28.05(SD: 4.26)에서 사후 평균 33.47(SD: 4.93)로, 비교집단의 사전 평균은 28.44(SD: 3.60)에서 사후 평균 31.00(SD: 4.83)으로 증가하였다. 또한 만족도에서 실험집단은 사전 평균 22.42(SD: 3.62)에서 사후 평균 26.00(SD: 3.11)으로, 비교집단은 사전 평균 21.56(SD: 2.31)에서 사후 평균 23.44(SD: 2.76)로 두 집단 모두 증가하였다. 인공지능 동기 수준의 하위요소에서 실험집단 변화가 비교집단 변화에 비해 상대적으로 크게 나타났으므로, 인공지능 활용 생물분류 수업 경험이 학습동기 수준 변화에 긍정적 영향을 준다는 것을 확인하였다. 또한, 인공지능 학습에 대한 과제집착 수준의 변화는 실험집단에서 더 두드러지게 나타났으며, 인공지능에 대한 태도는 두 집단 모두에서 증가하는 현상이 나타났다.

Table 4. The result of mean for affective effect of artificial intelligence (AI) between two groups

Group	N	AI Motivation	AI Task Commitment	AI Attitude
Experiment Group (Pre)	19	125.00(16.33)	88.16(11.48)	80.68(12.06)
Control Group (Pre)	16	125.44(10.97)	90.50(9.78)	80.06(7.21)
Experiment Group (Post)	16	143.79(17.57)	103.42(11.68)	89.68(11.02)
Control Group (Post)	19	135.75(14.29)	91.19(10.03)	86.88(7.72)

인공지능 관련 정의적 영역 검사 결과에 대한 응답 결과의 평균 비교를 통해 수업 전에 비해 수업 후 모든 검사에서 긍정적인 변화를 확인하였다. 집단에 대한 사전·사후 검사 결과 차이가 집단효과에 기인한 것인지 확인하기 위해 독립변인을 집단으로 설정하여 인공지능 활동 동기수준, 인공지능 활동 과제집착력, 인공지능에 대한 태도에 대한 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)을 실시하였다(Table 5). 분석 결과 인공지능 활동 동기 수준, 인공지능 활동 과제집착력, 인공지능에 대한 태도 모두 집단 내, 집단 간 통계적으로 유의한 차이를 확인하였다. 따라서 인공지능 수업 전략이 적용된 생물 분류 수업은 학생들의 인공지능 관련 정의적 영역이 긍정적으로 증가하는데 영향을 미치고 있는 것을 알 수 있었다. 인공지능 활동 동기 수준에 대한 사후검정 결과, 실험집단과 비교집단 모두 사전검사에 비해 사후검사의 동기수준이 향상되었으며, 비교집단의 사후검사 결과는 사전검사에 비해 통계적으로 유의한 수준에서 향상되었으나 실험집단의 사후검사에 비해 낮게 나타났다. 이러한 결과는 인공지능 활용 수업 모델의 적용을 통해 두 집단에서 학습동기 수준이 유의하게

향상되었다는 것을 의미함과 동시에 생물 분류활동을 콘텐츠로 인공지능 활용 수업을 진행하는 경우 상대적으로 더 높은 수준의 변화를 유발한다는 것을 의미한다. 또한 인공지능에 대한 태도와 과제집착력 검사 결과에 대한 사후검정에서도 실험집단의 검사 결과가 비교집단에 비해 상대적으로 더 높게 나타났다. 그러므로 개발된 학습모델을 적용한 수업 프로그램의 경험을 통해 두 집단 모두 인공지능에 대한 태도가 긍정적으로 향상되었으며, 생물분류를 학습내용으로 선정한 경우 상대적으로 더 긍정적인 변화가 유발됨을 확인하였다. 이러한 결과는 인공지능 수업의 경험을 통해 인공지능 활동에 대한 태도가 긍정적으로 변한다는 연구결과와 일치하는 것이었다(Jeon et al., 2020; Shin & Shin, 2021). 그러나 인공지능 학습에 대한 과제집착력 측정결과 실험집단의 경우 유의한 변화가 나타났으나, 비교집단의 사후검사 결과는 사전검사 결과와 동일한 부집단으로 수렴하는 현상이 나타났다. 따라서 인공지능을 사용하는 수업 활동이 동기수준 측면에서는 긍정적이나 관련 활동을 지속하도록 하기는 어렵다는 것을 의미하며, 상대적으로 생물분류 활동에 인공지능을 활용하는 수업의 경험이 인공지능 활동을 지속하도록 유발하는 효과가 있음을 의미한다. 따라서 개발한 교수-학습모델에 따라 구성한 인공지능 활용 생명과학 수업 프로그램은 학생들의 인공지능 학습에 대한 동기, 과제집착력, 태도에 긍정적인 영향을 줄 수 있음을 확인하였다.

Table 5. The result of one way ANOVA for affective effect of artificial intelligence (AI) between two groups

Affective Effect		Sum of Square	df	Mean of Square	F	Sig.
AI Motivation	Between group	4,455.676	3	1,485.225	6.437	.001**
	Within group	15,228.095	66	230.729		
AI Task Commitment	Between group	2,641.847	3	880.616	7.481	.000**
	Within group	7,769.595	66	117.721		
AI Attitude	Between group	1,191.902	3	397.301	4.049	.011*
	Within group	6,476.898	66	98.135		

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

인공지능 활용 생명과학 수업의 경험이 학생들의 생명과학에 대한 정의적 영역에 미치는 영향을 확인하기 위해 실험집단에 대해 대응표본 t-검정을 수행한 결과는 Table 6과 같이 나타났으며, 사전·사후 결과를 활용하여 Cohen's d를 산출하여 효과 크기를 확인하였다. 생명과학 학습 동기는 사전평균 130.89(SD: 14.62)에서 사후평균 145.74(SD: 17.91)로 증가하였으며, Cohen's d는 0.908로 수업 프로그램은 높은 수준으로 동기수준에 긍정적 효과를 유발하였다는 것을 알 수 있었다. 생명과학 학습 과제집착력은 사전평균 93.52(SD: 12.19)에서 사후평균 101.79(SD: 11.19)로 증가하였으며, Cohen's d는 0.707로 인공지능 활용 생명과학 수업의 경험에 의한 과제집착력 증가에 대한 긍정적 효과를 확인할 수 있었다. 생명과학에 대한 태도수준 역시 사전평균 84.31(SD: 8.51)에서 사후평균 94.26(SD: 10.07)으로 증가하고 Cohen's d는 1.067로 매우 높게 나타났으므로, 개발된 수업 프로그램의 경험이 생명과학에 대한 정의적 영역에 강한 긍정적 효과를 유의하게 제공하였음을 확인하였다. 따라서 인공지능을 활용한 생명과학 수업 프로그램은 학생들의 인공지능 학습에 대한 효과뿐만 아니라, 생명과학에 대한 정의적 영역에도 긍정적인 영향을 제공할 수 있다.

Table 6. The result of one way ANOVA for affective effect of artificial intelligence (AI) between two groups

Paired Relation		Mean Difference	SD	t	df	Sig.
Biology Learning Motivation	pre-post	-6.210	3.794	-7.134	18	.000**
Biology Task Commitment	pre-post	-8.263	6.226	-5.785	18	.000**
Biology Attitude	pre-post	-9.947	7.035	-6.163	18	.000**

** $p < 0.01$

Conclusions and Educational Implications

인공지능을 활용한 과학 학습모델을 개발하고 생명과학 학습을 주제로 수업을 구성하여 일반고 학생들을 대상으로 적용하였으며, 수업 전후 응답에 대한 분석결과를 바탕으로 다음과 같은 결론을 내릴 수 있었다.

첫째, 과학학습에 초점을 맞춘 도구적 관점의 인공지능 활용 학습 모델을 개발할 수 있었다. 인공지능 활용 수업의 문제는 목적으로서의 AI와 도구로서의 AI측면에서 학습의 목표를 어떻게 설정하는지에 따라 달라진다는 것이며, 많은 프로그램들이 인공지능을 다루는 것 자체에 초점을 맞추고 있다는 점이다. 이러한 현상은 과학학습에서 인공지능을 활용하기 위해 필수적으로 요구되는 수업전략이 미비하기 때문이며, 인공지능을 활용하기 위한 보조적 내용으로 과학활동을 사용하는 인공지능을 위한 학습이 주를 이루는 원인이 되기도 한다. 인공지능을 과학학습의 보조수단 또는 학습자의 과학적 의사결정을 도와주는 수단으로 활용할 수 있음을 인식하도록 할 수 있는 교수 학습 전략의 필요에 따라 이 연구에서는 과학학습이 중심이 되는 인공지능 활용 학습모델을 개발하였으며, 학교 현장에 적용될 수 있는 긍정적 가능성을 확인하였다.

둘째, 인공지능 활용 과학 학습모델에 따라 구성된 생명과학 수업 프로그램은 인공지능 학습에 대한 정의적 영역에 긍정적 영향을 제공한다. 과학적 문제해결과정의 도구적 요소로 인공지능을 활용하는 수업 전략에 따른 생명과학 수업 프로그램을 구성하고 일반고 학생들을 대상으로 적용한 결과, 인공지능 학습에 대한 학습동기, 과제집착력, 태도 모두 높은 수준으로 증가하였다. 특히, 인공지능 활용을 중심으로 수행한 집단에 비해 생명과학 활동을 중심으로 인공지능을 활용한 집단에서 인공지능 학습에 대한 과제집착력 수준 변화가 상대적으로 높아지는 것을 확인하였다. 즉, 인공지능을 과학학습 활동의 도구로서 활용하는 학습 모델을 적용한 수업을 경험할 경우 인공지능 학습에 더욱 긍정적 효과를 제공할 수 있다는 것이다.

셋째, 생명과학 학습의 보조적 도구로써 인공지능을 활용하는 수업은 생명과학 학습에 대한 정의적 영역에 긍정적인 영향을 제공한다. 기존의 인공지능 학습 프로그램은 과학 활동을 활용하여 인공지능에 대해 학습하거나 이해하는 것을 목적으로 인공지능 학습에 초점을 맞추었다. 반면 이 연구에서는 생명과학 문제해결과정에서 인공지능을 활용하는 학습모델의 적용이 인공지능 학습뿐만 아니라, 생명과학 학습에 대한 정의적 영역에 긍정적인 영향을 미치고 있음을 확인하였다. 따라서 이 연구에서 적용한 수업 프로그램처럼 도구적 관점에서 인공지능을 활용하는 것이 생명과학 교과 학습에도 긍정적으로 작용할 수 있음을 시사한다.

인공지능을 활용한 생명과학 수업을 위한 교수학습모델 개발과 적용을 통해 인공지능 학습과 생명과학 학습에 대한 긍정적 효과를 확인함으로써 과학교육 맥락에서 다음과 같은 제언을 할 수 있다. 인공지능을 활용한 과학 학습 모델에 따른 다양한 수업 프로그램의 개발과 지속적 적용을 통해 개념 변화와 학습의 효율성에 어떤 영향을 미치는지에 대한 추가 연구가 필요하다. 인공지능을 활용한 학습은 인공지능 학습 자체를 목적으로 하는 경우를 제외하면 인공지능을 일회성으로 적용하거나 인공지능에 대한 학습을 함께 병행하는 경우가 대부분이다. 이러한 구성은 융합교육 측면에서 타당하다고 볼 수 있으나, 과학학습과 인공지능 학습을 지속하도록 유발하는지에 대한 영향과 관련한 측면에서 심층적 연구가 필요하다. 이 연구에서도 인공지능을 과학학습의 도구로 활용할 때 인공지능 학습 과제집착력에 긍정적 효과가 나타났다. 그러므로 다양한 생명과학 학습상황에 인공지능을 적용함으로써 생명과학 학습과 인공지능 학습에 미치는 영향을 복합적으로 살펴볼 필요가 있다.

인공지능을 활용한 생물 분류 학습활동을 통해 학생들이 설정한 분류기준의 객관성 확인뿐만 아니라 대상에 대한 과학적 관찰 결과의 신뢰성을 검증하는데 인공지능을 활용할 수 있을 것이다. 최근의 연구들에서 제시하고 있는 것처럼 머신러닝의 활용이 생물학습 중 분류활동에만 한정되는 것이라고 보기는 어렵다. 오히려 관찰결과와 객관성을 담보하기 위한 보조적 도구로써 인공지능을 활용하면 대상 분류에 대한 의사결정 보조 기능을 넘어 관찰의 이론의존성과 감각기관 의존성이라는 한계를 극복하고 의사결정에 소요되는 시간을 절약하는 장점을 확인할 수 있을 것이다. 그러므로 생물 분류 외에 다양한 생명과학 학습 활동에 인공지능을 활용하여 과학적 관찰 및 탐구의 보조적 도구로서 활용할 수 있는지에 대한 연구들이 이루어질 필요가 있다.

References

- Akter, S., McCarthy, G., Sajib, S., Michael, K., Dwivedi, Y. K., D'Ambra, J., & Shen, K. N. (2021). Algorithmic bias in data-driven innovation in the age of AI, *International Journal of Information Management*, 60, 102387.
- Alpaydin, E. (2010). *Introduction to Machine Learning*(2nd edition). MIT Press: London, England.
- Anderson, J. R., Reder, L. M., & Simon, H. A. (1996). Situated learning and education. *Educational Researcher*, 25, 5-11.
- Ashton-James, C. E., & Chartrand, T. L. (2009). Social cues for creativity: The impact of behavioral mimicry on convergent and divergent thinking. *Journal of Experimental Social Psychology*, 45, 1036-1040.
- Bahar, M., & Hansell, M. H. (2000). The relationship between some psychological factors and their effect on the performance of grid questions and word association tests. *Educational Psychology*, 20, 349-364.
- Barak, M., & Mesika, P. (2007). Teaching methods for inventive problem-solving in junior high school. *Thinking Skills and Creativity*, 2, 19-29.
- Berestova, A., Ermakov, D., Aitbayeva, A., Gromov, E., & Vanina, E. (2021). Social networks to improve the creative thinking of students: How does it works? *Thinking Skills and Creativity*, 41, 100912.
- Byeon, J. H. (2020). The Effects of Science-focused STEAM Program and Liberal art-focused STEAM Program on the Affective Properties of High School Students. *Brain, Digital, & Learning*, 10, 350-362.
- Byeon, J. H., Lee, I. S., & Kwon, Y. J. (2012). Development of biomimicry convergence instruction model based on creative problem solving process. *Biology Education*, 40, 327-343.
- Byrne, M. D. B. (2021). Reducing bias in healthcare artificial intelligence. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 36, 313-316.
- Chang, J. A., Lim, I. S., & Hong, O. S. (2021). The features of science inquiry using artificial intelligence, internet of things, big data and extended reality: focusing on the IDEA-type science teacher research group. *School Science Journal*, 15, 407-422.
- Chen, S. Y., Tsai, J. C., Liu, S. Y., & Chang, C. Y. (2021). The effect of a scientific board on improving creative problem solving skills. *Thinking Skills and Creativity*, 41, 100921.
- Chen, X., Xie, H., & Hwang, G. J. (2020). A multi-perspective study on artificial intelligence in education: Grants, conferences, journals, software tools, institutions, and researchers. *Computer & Education: Artificial Intelligence*, 1, Article 100005.
- Cho, Y. S., Chen, Y., Kim, J. B. (2021). Development of elementary AI·science convergence education program using an AI classification model. *Brain, Digital, & Learning*, 11, 227-243.
- Cropley, A. J. (2006). In praise of convergent thinking. *Creativity Research Journal*, 18, 391-404.
- Embarak, O. (2021). A new paradigm through machine learning: a learning maximization approach for sustainable education. *Procedia Computer Science*, 191, 445-450.

- Guan, C., Mou, J., & Jiang, Z. (2020). Artificial intelligence innovation in education: A twenty-year data-driven historical analysis. *International Journal of Innovation Studies*, 4, 134-147.
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning*. Boston, MA: The Center for Curriculum Redesign.
- Hong, S. J., Cho, B. K., Choi, I. S., & Park, K. J. (2019). Concept and use of artificial intelligence in school education. *KICE Position Paper*, 12, 1-38.
- Hwang, G. (2003). A conceptual map model for developing intelligent tutoring systems. *Computers & Education*, 40, 217-235.
- Jang, J. A., Park, J. H., & Park, J. S. (2021). An analysis on the trends of education research related to 'Artificial intelligence chatbot' in Korea: Focusing on implications for use in science education. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 21, 729-743.
- Jeon, I. S., Jun, S. J., & Song, K. S. (2020). Teacher training program and analysis of teacher's demands to strengthen artificial intelligence education. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 24, 279-289.
- Keller, J. M. (2009). *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach*. NY : Springer.
- Kim, H. S., Jun, S. J., Choi, S. Y., & Kim S. G. (2020). Development and application of education program on understanding artificial intelligence and social impact. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 23, 21-29.
- Kim, J. H. (2020). *The Best Class of AI*. Seoul: Maekyungbook.
- Klaur, K. J., Willmes, K., & Phye, G. D. (2002). Inducing inductive reasoning: Does it transfer to fluid intelligence? *Contemporary Educational Psychology*, 27, 1-25.
- Lee, J. H., Jo, J. H., & Chae, S. C. (2021). Development of data-driven teaching material for AI convergence education: focused on damped oscillation. *School Science Journal*, 15, 121-134.
- 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. H. (2019). An analysis of the influence of block-type programming language-based artificial intelligence education on the learner's attitude in artificial intelligence. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 23, 189-196.
- Lee, Y., & Cho, J. (2020). Artificial intelligence education plan using teachable machine. *Journal of the Korean Association of Information Education*, 47, 913-915.
- Long, D., & Margerko, B. (2020). What is AI literacy? competencies and design considerations. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 1-16.
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L. B. (2016). *Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education*. London: Pearson Education.
- Magana, S., & Marzano, R. J. (2014). *Enhancing the Art and Science of Teaching with Technology*. Bloomington, IN: Solution Tree.
- Matthews, M. R. (2000). Appraising constructivism in science and mathematics education. In D. C. Phillips (Ed), *Constructivism in Education: Opinions and Second Opinion on Controversial Issues*(pp.161-192). The University of Chicago Press. Chicago: US.
- Menon, H. K. D., & Janardhan, V. (2021). Machine learning approaches in education. *Materialstoday: PROCEEDINGS*, 43, 3470-3480.
- Ministry of Education (2021). *The Plan of Future Curriculum with the People*.
- Ministry of Education (2020). *Science Mathematics Information Convergence Education Comprehensive Plan*.

- Ministry of Education, & Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (2021). AI Class in School. Seoul: KOFAC
- National Research Council (2000). Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning. National Academy Press.
- Nemeth, C. J., & Goncalo, J. A. (2005). Creative collaborations from afar: The benefits of independent of correct solutions. *Journal of Applied Social Psychology*, 31, 48-58.
- OECD (2018). The Future of Education and Skills: Education 2030. Position Paper.
- Ormrod, J. E. (1999). *Human Learning* (3rd ed.). Prentice Hall Inc.
- Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: the three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100020.
- Razoumnikova, O. M. (2000). Functional organization of different brain areas during convergent and divergent thinking: an EEG investigation. *Cognitive Brain Research*, 10, 11-18.
- Ross, P. (1987). Intelligent tutoring systems. *Journal of Computer Assisted Learning*, 3, 194-203.
- Russell, S., & Norvig, P. (2018). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (global edition). Harlow, United Kingdom: Pearson Education Limited.
- Russell, J., & Hollander, S. (1975). A biology attitude scale. *The American Biology Teacher*, 37, 270-273.
- Ryu, M. Y., & Han, S. K. (2019). AI education programs for deep-learning concepts. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 23, 583-590.
- Shamir, G., & Levin, I. (2022). Teaching machine learning in elementary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 31, 100415.
- Shin, H. N., & Ahn, S. H. (2020). A study on the evaluation direction of AI education through the analysis of SW education learner-centered assessment cases. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 24, 511-518.
- Shin, W. S. (2020). A case study on application of artificial intelligence convergence education in elementary biological classification learning. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 39, 284-295.
- Shin, W. S., & Shin, D. H. (2021). A case study on the application of plant classification learning for 4th grade elementary school using machine learning in online learning. *Journal of Korean Elementary Science Education*, 40, 66-80.
- Sternberg, R. J., & Lubart, T. I. (1996). Investing in creativity. *American Psychologist*, 51, 677-688.
- Sternberg, R., & O'Hara, L. A. (2000). Intelligence and creativity. In R. Sternberg (Ed.), *Handbook of Intelligence* (pp.611-630). Cambridge University Press. Cambridge: UK.
- Talan, T. (2021). Artificial intelligence in education: A bibliometric study. *International Journal of Research in Education and Science*, 7, 822-837.
- Wang, Y., & Chiew, V. (2010). On the cognitive process of human problem solving. *Cognitive Systems Research*, 11, 81-92.
- Wartman, S. A., & Combs, C. D. (2018). Medical education must move from the information age to the age of artificial intelligence. *Academic Medicine*, 93, 1107-1109.
- Woolf, B. P., Lane, H. C., Chaudhri, V. K., & Kolodner, J. L. (2013). AI grand challenges for education. *AI Magazine*, 34, 9.
- Yang, S. J. H., Ogata, H., Matsui, T., & Chen, N. S. (2021). Human-centered artificial intelligence in education: seeing the invisible through the visible. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 110008.
- Yildiz, C., & Yildiz, T. (2021). Exploring the relationship between creative thinking and scientific process skills of preschool children. *Thinking Skills and Creativity*, 39, 100795.

Author Information

Byeon, Jung-Ho: Samcheok High School, Teacher, First Author.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0109-7866>