

# 중학생을 위한 인공지능 과학 융합 교육 프로그램의 개발 및 적용: 음성분류학습을 통한 소리 개념변화와 인공지능에 대한 인식변화를 중심으로

## Development and Application of Artificial Intelligence Science Convergence Education Program for Middle School Students: Focusing on Conceptual Change in Sound through Voice Classification Learning and Perception Change of Artificial Intelligence

김미나<sup>†</sup> · 김성백<sup>††</sup>Mi Na Kim<sup>†</sup> · Seong Baeg Kim<sup>††</sup>

### 요 약

인공지능의 발달에 따른 미래 지능정보사회로의 사회적 변화를 반영하여 교육 또한 변화해야 한다는 지적이 사회 전반에 걸쳐 일고 있다. 이에 과학과 인공지능을 융합한 교육 프로그램에 대한 연구가 최근 꾸준히 나오고 있다. 그러나 단순히 과학과 인공지능을 융합한 교육 프로그램의 개발에 머물러 있을 뿐 개발한 융합 교육 프로그램을 적용하고 학생의 오개념을 과학적 개념으로 변화시킬 수 있을지 그 효과를 분석하는 연구는 부족한 상황이다. 본 연구는 과학 과목의 ‘소리’ 개념과 인공지능의 ‘음성분류학습’을 중심으로 과학과 인공지능을 융합한 교육 프로그램을 개발하고 적용한 후 중학생의 ‘소리’에 대한 과학 개념변화와 인공지능에 대한 인식변화에서의 효과를 분석하였다. 분석 결과 소리 개념 관련 모든 항목에서 학생의 오개념이 과학적 개념으로 변화하는데 유의미한 효과가 있음을 알 수 있었다. 또한 인공지능에 대한 학생의 긍정적 인식변화에도 유의미한 향상이 있음을 알 수 있었다. 그러므로, 본 연구에서 개발한 인공지능 과학 융합 교육 프로그램을 과학 개념변화에 효과적 이면서 동시에 인공지능에 대한 인식변화를 가져오기 위한 기초 자료로 활용할 수 있을 것이다.

**주제어:** 인공지능 과학 융합 교육 프로그램, 과학 개념변화, 머신러닝, 지도학습, 음성분류학습, 과학 오개념

### ABSTRACT

It is pointed out throughout society that education should also change by reflecting social changes to the future intelligent information society due to the development of artificial intelligence. Accordingly, research on educational programs that combine science and artificial intelligence has been steadily emerging recently. However, there is insufficient research to analyze the effectiveness of applying the developed convergence education program and transforming students' misconceptions into scientific concepts, simply remaining in the development of educational programs that combine science and artificial intelligence. After developing and applying an educational program that combines science and artificial intelligence, focusing on the concept of "sound" in science subjects and "voice classification learning" in artificial intelligence, this study analyzed the effect of changing the scientific concept of "sound" and the perception of artificial intelligence of middle school students. As a result of the analysis, it was found that in all items related to sound concept, student misconceptions had a significant effect on changing into scientific concepts. In addition, it was found that there was a significant improvement in the change in students' positive perception of artificial intelligence. Therefore, the artificial intelligence science convergence education program developed in this study can be used as basic data to change the perception of artificial intelligence while being effective in changing the concept of science.

**Keywords:** Artificial Intelligence Science Convergence Education Program, scientific concept change, machine learning, supervised learning, speech classification learning, scientific misconceptions

<sup>†</sup>정희원: 제주대학교 교육대학원 인공지능융합전공 석사과정

<sup>††</sup>중신희원: 제주대학교 사범대학 컴퓨터교육과 교수(교신저자)

## 1. 서론

인공지능(Artificial Intelligence)은 4차 산업혁명의 기술적 토대로써 사회 전반의 다양한 영역에서 혁신과 변화를 이끌고 있다[1]. 2016년에 열린 세계경제포럼에서 4차 산업혁명이 핵심 의제로 논의된 이후 전 세계적으로 인공지능이 미래 사회 변화를 가져올 수 있는 주요한 기반 기술로 등장하였고 기술의 발달과 정책의 실행으로 다양한 분야에서 인공지능의 영향력이 점차 확대되고 있다[2].

인공지능의 발전과 관련하여 교육에서의 인공지능의 영향(The impact of artificial intelligence on learning, teaching and education)이라는 보고서에서 인공지능을 제2의 전기 발명에 비유했다. 전기의 발명 그 자체는 사회적 변화를 크게 가져오지 않았지만, 전기의 응용은 엄청난 변화를 일으킨 것처럼 인공지능 역시 어떻게 응용하느냐에 따라 우리 사회의 큰 변화를 일으킬 수도 있다는 것이다[3]. 2030년까지 전 세계 기업의 70%가 AI 기술을 도입할 것으로 전망되면서 학교 현장에서 AI 융합 교육을 구체화하는 것은 시급한 현안으로 떠오르고 있고[4] 우리나라 정부 또한 인공지능 융합은 사회·경제 전반의 디지털 혁신과 국민 삶의 질 향상을 견인하는 핵심 전략이라고 강조하며, 인공지능과 산업간 융합, 협력 가속화, 지자체와의 협업을 통한 안전, 국방, 행정, 제조 등의 분야와 인공지능과의 협력을 활발히 추진 중이다. 또한 공교육 안의 초·중등교육을 통해 학습자에게 체계적인 AI 교육을 제공하기 위해 ‘AI 교육 기본계획’을 마련 중이며 2025년에 학교 교육과정에 도입할 예정이다[2]. 이에 각 교과 교육에서는 인공지능을 융합한 교수·학습의 개발이 필요하며[5] 이는 과학 교과 교육에서도 마찬가지로, 인공지능과의 융합 교육 프로그램 개발이 중요하게 대두되고 있다.

국내 과학계와 교육계는 2019년 12월 열린 ‘2019 AI 융합 교육 컨퍼런스’에서 공동선언문을 통해 AI 시대를 선도하는 인재 육성을 위한 과학, 수학, 정보 교육의 재구조화와 융합 교육의 필요성을 강조하였고[6] 2020년 5월 교육부가 발표한 ‘과학, 수학, 정보 교육 종합계획’은 이를 위한 중장기 계획으로써, 지능정보 사회의 소양을 갖추고 세계를 선도하는 인재를 양성하는 것이 그 목표이며 AI 기반의 탐구 수업 강화 전략이 제시되었다[7].

과학 교육에서 다른 영역과의 융합에 대한 다양한 시도는 예전부터 존재했다. 최신과학기술을 활용한 융

합 교육은 학생들이 흥미를 갖고 학습 과제에 몰입하므로 과학 학업성취도와 창의적 문제해결력 향상에 긍정적인 영향을 준다[8]. 또한 선연적 지식과 절차적 지식이 많고 직접 관찰하기가 어려워 교수 곤란도가 높은 과학 교과에 인공지능 융합 교육의 적용이 유용하다는 연구 결과도 있다[9]. 과학 교육은 학생들이 과학적 탐구를 통한 데이터를 근거로 학습하기 때문에 인공지능 융합 교육이 가장 적합한 교과목이다. 하지만 국내 교육 연구에서 인공지능과 관련한 연구는 주로 실과, 영어, 수학, 사회 교과를 중심으로 이루어져 왔고, 과학 교육에서는 그 사례가 부족한 실정이다[10].

과학 수업의 근본적 목적은 학생들이 눈에 보이지 않는 과학 개념을 올바르게 이해하는 것이다. 학생들은 어떤 개념을 학습하기 이전 개인적인 경험에 의해 형성된 선입 개념을 가지고 있고 이 개념이 과학 개념과 다를 때 이것을 오개념이라고 한다. 전통적으로 과학 교육에서 학생들의 오개념 교정을 위한 수업 모델의 개발이 중요시 되어왔고 구성주의 학습 모형을 이용한 수업, 컴퓨터를 활용한 수업, 비유물을 이용한 수업, 가상 실험 수업 등 다양한 교수·학습 방법을 통한 오개념 교정 수업이 개발 및 적용되었다. 그러나 인공지능과 과학을 융합한 교육 프로그램을 개발 및 적용하여 학생의 개념을 변화시킬 수 있으면서 인공지능에 대한 인식변화에 긍정적인 효과가 있는지를 분석하는 연구 사례는 부족한 상황이다.

이에 4차 산업혁명의 핵심 기술인 인공지능을 과학 교육에 융합 및 효과적으로 활용하기 위한 방안으로 머신러닝의 지도학습을 기반으로 한 인공지능 음성 분류 학습 프로그램을 개발하였다. 그리고 중학생을 대상으로 수업을 적용하여 과학 과목 ‘빛과 파동’ 단원의 ‘소리(음파)’에 대한 학생의 개념과 인공지능에 대한 인식에 대해 사전 및 사후 조사를 진행하여 프로그램의 교육적 효과성을 분석하였다.

## 2. 이론적 배경 및 선행연구

### 2.1 인공지능 과학 융합 교육 프로그램

Table 1. AI Science Convergence Education Program

Science Area	Science Core Concepts	Elements of Science Content	Application of Artificial Intelligence	Target
Atmosphere and	· Atmospheric Movement	· Global Warming	Machine Learning	High School

Science Area	Science Core Concepts	Elements of Science Content	Application of Artificial Intelligence	Target
Ocean [11]	and Circulation		Supervised Learning Prediction	Students
Structure of Matter [12]	• Chemical Bonding	• Ionic Bonding • Covalent Bonding • Metallic Bonding • Electronegativity • Molecular Structure	Machine Learning Supervised Learning Image Classification	High School Students
Space [13]	• Characteristics and Evolution of Stars • Structure and Evolution of the Universe	• Star Classification • Surface Temperature of Stars • Shape and Composition of Our Galaxy • Cosmic Expansion	Machine Learning Supervised Learning Image Classification	Middle School Students

인공지능과 타 분야의 융합 교육의 필요성은 지속적으로 높아지고 있다[13]. 또한 교사들을 대상으로 한 교육에서의 인공지능 적용 방안과 관련된 교사 인식 조사에서 과학 교과에서의 인공지능 적용 선호도가 가장 높게 나왔다[10]. 그러나 과학 교과의 경우 인공지능과 연계를 통한 연구 사례가 타 교과에 비해 부족한 실정이고 연구되고 있는 사례 또한 인공지능 플랫폼 중심 또는 교과 주제 중심의 구체적인 프로그램 개발과 적용, 인식 조사를 통한 교육 방향 제시가 주를 이루고 있다[2]. 선행연구에서 인공지능 과학 융합 교육 프로그램을 개발하는데 적용한 교육과정상의 과학 영역과 과학 핵심 개념, 과학 내용 요소, 인공지능 이론 및 기술, 교육 대상을 정리한 표가 Table 1이다. 최근 들어 초등학생, 중학생, 고등학생, 일반학생에서 과학 영재 학생을 대상으로 다양한 학생들을 위한 과학-인공지능 융합 교육 프로그램이 개발되기 시작하였고 특히 퍼지컬 컴퓨팅이나 머신러닝 지도학습의 이미지 분류학습이 많이 사용되었다. 선행연구에서는 생물 분류나 암석 분류, 분자 구조 모형의 분류 등의 과학 수업이 인공지능 기술인 머신러닝의 지도학습 중 이미지 분류학습과 융합함을 따라 과학 개념을 이해함은 물론 인공지능에 대한 이해도나 인식변화에도 긍정적인 영향을 미침을 알 수 있었다. 그러나 머신러닝 지도학습의 음성분류학습을 적용한 인공지능 과학 융합 교육 프로그램의 개발 및 적용에 대한 연구는 상대적으로 그 사례를 찾기 어려웠고 프로그램이 학생의 과학 개념변화에 효과가

있는지를 분석하는 연구 또한 부족하였다.

## 2.2 과학 오개념 및 과학 개념변화와 소리 개념

학생들은 올바르게 체계적인 과학 개념을 학습하기 전부터 이미 경험을 통해 자연 현상을 이해하는 자기 나름대로 개념 및 원리를 가지고 있다. 이처럼 학생이 환경과의 상호작용 또는 학교 교육을 통해 이미 가지고 있는 개념들을 선개념 또는 선행 개념이라 한다. 학생들이 가지고 있는 선개념 중에는 과학자들이 가지고 있는 과학적 개념과 일치하는 경우도 있지만, 그렇지 않은 개념을 오개념(misconception)이라고 한다[14]. 과학 학습에서 학생들이 이미 가지고 있는 선개념이 학습하게 될 새로운 개념과 인지적 비평형 상태일 때 적절한 인지 갈등을 일으켜 개념변화가 일어나도록 하는 것이 중요하다. Limon(2001)은 유의미한 인지 갈등을 유발하기 위해서는 과제에 대한 흥미, 과제를 이해하기 위한 사전 지식, 적절한 논리적 사고능력이 있어야 한다고 하였다[15]. 선행연구에서 중학생에서 고등학생에 이르기까지 다양한 연령대의 학생들에게 다양한 교수·학습 방법을 적용하여 물리, 화학, 생명과학, 지구 과학 분야의 학생 오개념에 대한 개념변화에서의 효과를 분석한 것을 정리한 표가 Table 2이다.

과학 개념 중 소리 개념은 일상생활과 밀접한 관계가 있음에도 불구하고 국내외적으로 연구가 많지 않다. 소리와 같은 눈에 보이지 않는 추상적인 개념은 이해하기 어렵고 소리의 발생, 전달, 소리의 3요소 등 소리 개념에 대한 학생의 개념은 상황 의존적이다[16]. 소리 개념에 대한 학생의 오개념은 연령별, 학년별, 개인별로 다양하고 인지 갈등을 일으켜 학생의 오개념을 과학적 개념으로 개념 변화시키기에 어려움이 있다. 이에 중학교 학생들이 소리 개념을 학습하고 완전히 이해하여 자신이 가지고 있는 선개념을 과학적 개념과 일치하도록 인지적 평형상태에 도달하는 것은 어려움이 있을 것이라고 예상된다. 본 연구에서는 인공지능에 대한 인식변화에 긍정적인 영향을 미치면서 동시에 학생이 자신이 학습 전 이미 가지고 있던 소리에 대한 선입 개념과 과학 개념의 불일치에 인지 갈등을 느끼고 소리 파동(음파)의 과학적 정개념에 대해 이해할 수 있는 교수·학습 자료를 개발하고 적용하여 학생의 소리 개념에 대한 오개념을 과학적 개념으로 변화시키고 인공지능에 대한 인식에 긍정적 영향을 미치는지에 대한 효과를 분석하고자 한다.

**Table 2.** Misconceptions in Science, Previous Research on Conceptual Change in Science

Teaching and Learning Methods	Science Area (Science Core Concepts)	Elements of Science Content	Target	Effectiveness of Teaching Methods on the Change of Students' Science Concepts
Collaborative teaching method	Force and Motion (Kinetic Energy)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gravitational Potential Energy</li> <li>Kinetic Energy</li> <li>Conservation of Mechanical Energy</li> </ul>	8th-grade middle school student	In science classes by level applying peer teaching methods, there was an effective effect on the change of scientific concepts and learning motivation in the field of exercise and energy [17].
Physical computing-based scientific problem-solving activities	Force and Motion (Spacetime and Motion)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Free Fall Motion</li> <li>Projectile Motion</li> </ul>	High school student	In the process of solving scientific problems based on physical computing, the physical misconceptions of high school students were effective in changing into scientific concepts and improving computing thinking skills [18].
Conceptual change learning	Changes in Matter (Chemical Reactions)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Physical Change</li> <li>Chemical Change</li> </ul>	Middle school student	As a result of investigating the preconceptions of second-year middle school students about the concept of chemical change and presenting cognitive conflict situations, it was effective in changing to a scientific concept [19].
Conceptual change learning	Continuity of Life. (Evolution and Diversity)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mutation</li> </ul>	Middle school student	As a result of applying the class model for changing the concept of evolution in the middle school science class, it was effective in changing the wrong concept of the student into a scientific concept [20].
Model-based instruction	Structure and Energy in Biology (Structure and Function of Animals)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Structure and Function of Digestive, Circulatory, Respiratory, and Excretory Systems</li> </ul>	High school student	As a result of multidimensional analysis of the change in the concept of blood circulation through model-based instruction, it was effective in correcting the misconceptions of students [21].
Inquiry-based problem-solving lessons	Solid Earth (Plate Tectonics)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Continental Drift and Plate Tectonics</li> <li>Geological Eras and Distribution of Continents</li> </ul>	2nd-year (sophomore) high school student	As a result of the inquiry problem-solving class using conceptual sketches, the student concept of plate structure theory was changed to a scientific concept and had a positive influence on science-related attitudes [22].

### 3. 수업 설계

#### 3.1 수업 설계 방향과 목적

본 연구는 과학과 인공지능을 융합한 교육 프로그램이 중학교 학생의 소리에 대한 개념변화와 인공지능에 대한 인식변화에 미치는 영향을 알아보기 위한 것이다. 이를 위해 컴퓨터 교육 전공 교수, 중등 과학, 정보 교사 및 인공지능 융합 교육을 전공한 초·중등 교사들에게 조언을 받아 인공지능 과학 융합 프로그램을 개발하였다. 중학교 <과학>에서 다루는 소리의 3요소와 머신러닝의 음성분류학습을 중심으로 프로그램을 개발하여 중학교 학생이 과학 개념을 이해할 수 있도록 하였으며 소리 파동의 진폭, 진동수, 파형을 시각화할 수 있는 엔트리프로그램을 다루면서 소리 센서를 이용한 피지컬 컴퓨팅, 간단한 블록 코딩, 지도학습의 분류 기능을 이해하고 경험하도록 한다.

구체적인 프로그램의 목적은 다음과 같다. 첫째, 엔트리프로그램을 이용하여 소리 파형을 그려보면서 소리가 파동임을 학습하고 이해할 수 있다. 둘째, 엔트리프로그램을 이용하여 진폭, 진동수를 조절하며 여러 가지 파형을 그리고 파동의 진동수, 진폭, 파형에 대해 이해할 수 있다. 눈에 보이지 않는 파동이라는 개념을 시각화하면 학생의 이해를 도울 수 있다. Posner et al(1982)에 따르면 새로 배우는 과학 개념이 이해할 만한 것이고 그럴듯할수록 성공적인 개념 변화가 일어난다고 한다. 소리를 시각화하는 활동을 통해 음파, 진동수, 진폭, 파형에 대한 이해도가 높아지고 이는 효과적인 과학 개념변화와 연결될 것이다. 셋째, 엔트리프로그램의 인공지능 모델 학습하기(음성 분류) 기능을 이용하여 진동수 및 파형이 다른 소리를 분석하고 분류

하는 프로그램을 제작할 수 있다. 이때 학생은 소리의 3요소(높낮이, 세기, 음색)와 진동수, 진폭, 파형의 관계를 이해함으로써 소리의 높낮이, 소리의 세기, 소리의 음색에 대한 오개념을 과학 개념으로 변화시킬 수 있을 것이다. 넷째, 엔트리프로그램의 인공지능 모델 학습하기(음성 분류) 기능을 이용하여 진동수 및 파형이 다른 소리를 분석하고 분류하는 프로그램을 제작하고 인공지능과 머신러닝-지도학습에 대해 이해할 수 있다. 다섯째, 인공지능의 정의, 종류, 쓰임새 등에 대해 이해의 폭이 넓어지고 인공지능에 대한 인식 또한 긍정적으로 변할 수 있다. 인공지능에 대해 강인공지능이나 로봇만을 인공지능이라고 생각하는 학생들이 매우 많다. 머신러닝의 지도학습을 이용한 실생활에 필요한 프로그램을 소리 분석 프로그램을 제작하는 활동은 인공지능에 대한 이해의 폭을 넓히고 인공지능에 대한 인식 또한 긍정적으로 변화시킬 수 있을 것이다. 프로그램은 총 8차시의 수업으로 구성하였으며, 1주일에 2차시씩 총 4주간 진행되었다.

### 3.2 수업 내용

교육 프로그램에 적용한 성취 기준, 교육 프로그램의 내용을 Table 3과 같이 구성하였고, 각 차시별 구체적인 수업 내용은 다음과 같다.

**Table 3.** Contents of the program by class

No	Curriculum Achievement Standards
[9th lesson 06-04]	The types of waves can be divided into horizontal waves and longitudinal waves, and the characteristics of sound can be explained by amplitude, frequency, and waveform.
Time	Contents
1	-Understanding Artificial Intelligence, Machine Learning, and Supervised Learning -Drawing Circles and Ellipses Using Entry Program -Observing Wave Changes Based on Frequency and Amplitude Using Entry Program -Understanding Sound Waves (Sound)
2	-Understanding Physical Computing -Drawing Sound Waves Using a Sound Sensor -Understanding the Three Elements of Sound
3-4	-Machine Learning: Understanding Supervised Learning and Data -Understanding the Three Elements of Sound through Data Collection and Supervised Learning-Classification -Creating a Sound Analysis Program Using Entry AI Learning-Classification Feature - Practical Exercise
5-6	-Designing a Sound Analysis Program Useful in Real Life

	-Create a sound analysis program using the entry program's artificial intelligence model learning (voice classification) function
7	-Sound Analysis Program Presentation Event
8	-Share your thoughts and thoughts using the collaboration platform Padlet.

1차시 수업에서는 인공지능과 머신러닝, 지도학습에 대해 동영상 상을 시청하고 활동지에 정리하며 관련 내용을 이해한다. 교사는 엔트리프로그램의 블록 코딩을 이용하여 파형을 그리고, 엔트리프로그램의 인공지능 모델 학습하기 기능을 이용하여 머신러닝의 지도학습에 대해 학습할 것이라 안내한다. 학생들은 엔트리프로그램에 가입 및 로그인하여 활동을 준비한다. 직접 소리 파동을 파형으로 그려보기 전에 원, 타원을 그리는 활동을 진행하며 삼각함수를 이용한 원, 타원 그리기 활동을 경험하고 이해한다.

엔트리프로그램을 이용한 원, 타원 그리기 활동을 한 후에는 소리에 대한 파동방정식을 제공하고 학생들이 직접 블록 코딩을 할 수 있도록 한다. 학생들은 Figure 1과 같이 엔트리프로그램을 작성한다. 이때 학생들은 Figure 2, 3, 4에서 보는 것처럼 진폭과 진동수를 달리하며 다양한 파형을 그리고 진폭과 진동수에 따른 파형을 관찰한다. 진폭 값을 동일하게 변인 통제 하면서 진동수를 달리했을 때 파형의 차이를 발견하게 하고 반대로 진동수 값을 동일하게 변인 통제하면서 진폭을 달리했을 때 파형의 차이를 발견하도록 한다. 학생들은 이 활동을 통해 눈에 보이지 않는 소리가 파동임을 시각화를 통해 확인하고 소리 파동의 진동수, 진폭이라는 과학 개념에 대하여 자연스럽게 이해할 수 있다.



**Figure 1.** Code to Draw a Waveform with an Entry Program.(Provide the wave equation for sound and let students do their own block coding)

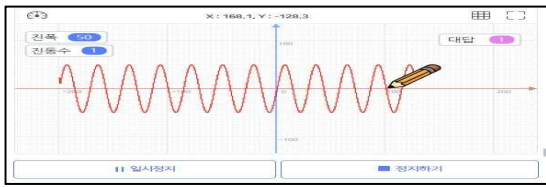


Figure 2. Example of a wave using an entry program. (Waveform with amplitude 50 and frequency 1)

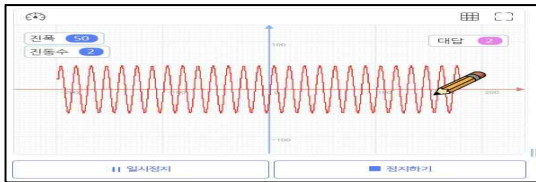


Figure 3. Example of a wave using an entry program. (Waveform with amplitude 50 and frequency 2)

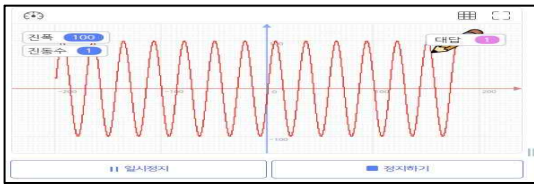


Figure 4. Example of a wave using an entry program. (Waveform with amplitude 100 and frequency 1)

2차시 수업에서는 피지컬 컴퓨팅에 대해 간단히 소개하는 영상을 시청하고 피지컬 컴퓨팅을 이해하도록 한다. 학생들은 E-센서 보드와 엔트리프로그램을 이용하여 피지컬 컴퓨팅을 경험한다. E-센서 보드의 소리 센서를 엔트리프로그램과 연결하는 방법을 안내하고 소리 센서에 학생들이 입력한 소리를 엔트리프로그램에서 파형으로 출력할 수 있음을 설명한다. 학생들은 이와 같은 방법으로 직접 소리 파형을 그리는 코드를 Figure 5와 같이 만들고 이 코드가 Figure 6과 같이 자신의 목소리를 파형으로 변화시킴을 관찰한다. 소리 센서에 큰 목소리를 내었을 때 엔트리프로그램에 나타나는 파형의 진폭이 커지고, 작은 목소리를 내었을 때 진폭이 작아짐을 관찰하며 학생들은 소리의 세기와 파동의 진폭과의 관계를 발견한다. 또 높낮이가 높은 소리를 내었을 때와 낮은 소리를 내었을 때 엔트리프로그램에 나타나는 파형의 진동수에 변화가 있음을 관찰하고 소리의 높낮이와 파동의 진동수와의 관계를 발견한다. 이 활동을 통해 학생들은 자연스럽게 소리의 세기

와 파동의 진폭, 소리의 높낮이와 파동의 진동수를 연결하여 이해하게 된다.



Figure 5. Code to draw a sound waveform using a sound sensor.(Blockcode the sound that the students input to the sound sensor so that it can be output as a waveform from the entry program.)

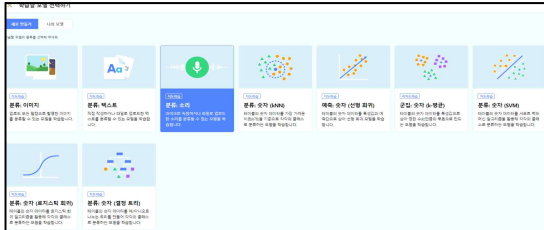


Figure 6. Result of drawing a sound waveform using the sound sensor.(Students can use the sound sensor to observe the waveform of their typed voice as it transforms into a waveform.)

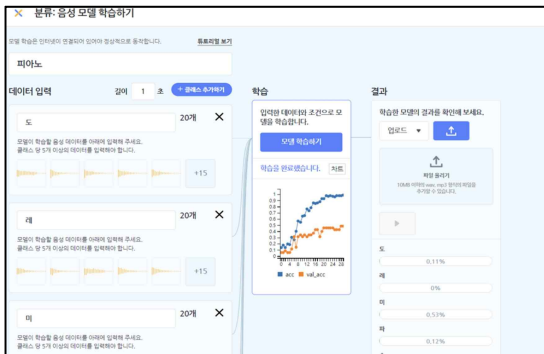
3차시 수업에서는 머신러닝의 지도학습과 데이터에 대하여 설명하고 머신러닝에서 데이터의 종류와 필요성, 중요성을 이해하도록 한다. 데이터 수집을 위해 머신러닝 및 데이터 과학 커뮤니티인 캐글(Kaggle)을 소개하고 캐글을 통해 피아노의 음 ‘도’에서 ‘시’까지 7가지 종류의 음성 데이터를 검색 및 수집할 수 있도록 안내한다. 엔트리프로그램의 인공지능 모델 학습하기(음성 분류하기) 기능을 이용한 머신러닝의 지도학습 방법을 설명하고 학생들이 수집한 데이터를 전처리한 후 활동을 수행할 수 있도록 한다. 이 때 학생들은 캐글에서 수집한 음성 데이터를 엔트리 프로그램의 인공지능 모델 학습하기(음성 분류하기) 기능을 통해 학습시키고 피아노 소리의 7가지 음에 대한 소리 높낮이 분석 프로그램을 제작한다. 제작한 분석 프로그램에 테스트 음성 데이터를 업로드하거나, 연결한 마이크 통해 자신의 목소리를 직접 입력하면서 엔트리프로그램으

- 중학생을 위한 인공지능 과학 융합 교육 프로그램의 개발 및 적용: 음성분류학습을 통한 소리 개념변화와 인공지능에 대한 인식변화를 중심으로 -

로 제작한 소리 분석 프로그램이 피아노 소리 및 사람의 목소리의 ‘도’에서 ‘시’까지 음의 높낮이를 분석하여 얼마나 정확히 분류해내는지를 확인하는 활동을 한다.



**Figure 7.** AI model training function for entry programs Category:Voice.(It provides a variety of features for training an AI model for an entry program. Among them, it is recommended to utilize the speech classification feature.)



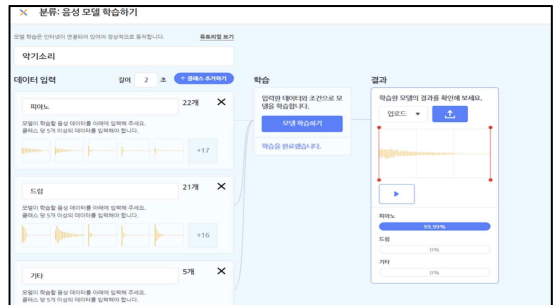
**Figure 8.** Learn a program to analyze piano pitch.(Train the data of 7 pitches from degrees to hours and output the result to see if it can classify the pitch of the sound when a single pitch is input.)



**Figure 9.** Piano pitch analysis program.(Upload a sound file or input a sound using a microphone and the program will determine the pitch of the sound.)

4차시 수업에서는 3차시에서 학습한 내용을 교사의

안내 없이 학생들이 직접 해보면서 3차시의 활동을 스스로 수행할 수 있는지 확인한다. 이번에는 같은 악기의 소리를 음의 높낮이에 따라 분류하는 프로그램이 아니라 다양한 악기의 소리를 음색에 따라 분류하는 프로그램을 제작하는 것으로 학습 목표를 변경하여 활동 수업을 진행한다. 학생들은 머신러닝 및 데이터 과학 커뮤니티인 캐글(Kaggle)을 통해 다양한 악기(피아노, 기타, 드럼 등)의 음성 데이터를 검색 및 수집하고 전처리한다. 3차시와 마찬가지로 엔트리프로그램의 인공지능 모델 학습하기(음성 분류) 기능을 이용하여 수집한 음성 데이터를 학습시킬 수 있도록 한다. 이렇게 음성 데이터를 분류하는 지도학습을 이용하여 제작한 악기 소리의 음색 분석 프로그램에 테스트 데이터를 업로드하거나 마이크를 이용하여 악기 소리를 입력한다. 이 때 학생들은 직접 제작한 소리 분석 프로그램이 다양한 악기 소리의 음색을 얼마나 정확히 분류해내는지 확인하며 머신러닝 지도학습의 원리를 이해하고 이를 적용할 수 있으며 소리의 음색과 음파의 파형과의 관계를 연결 지어 이해할 수 있다.



**Figure 10.** Learning a program to analyze the timbre of musical instruments.(It learns the sounds of three instruments: piano, drums, and guitar, and outputs a result that categorizes the sound of an instrument by inputting a single sound.)



**Figure 11.** Programs for analyzing the timbre of instrumental sounds.(Uploading the sound file of the instrument classifies the sound of the program.)

5차시와 6차시 수업에서는 3차시와 4차시에서 활동한 내용을 바탕으로 소리의 3요소인 소리의 세기, 높낮이, 음색에 따른 소리 분석 프로그램을 제작하는 활동을 한다. 학생들은 실생활에 유용한 소리 분석 프로그램에 대한 아이디어를 모듈별로 모으고 이를 디자인한다. 디자인한 소리 분석 프로그램을 제작하기 위해 모듈원들이 역할 분담을 통해 데이터를 수집 및 전처리하고 엔트리프로그램의 인공지능 모델 음성 분류 학습하기 기능을 이용하여 디자인한 소리 분석 프로그램을 제작하고 프로그램이 소리를 잘 분류해내는지 테스트해본다.

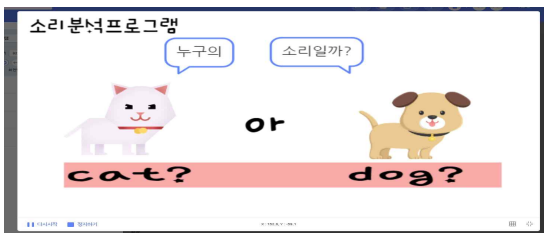


Figure 12. Cat and Dog Sound Analysis Program. (This is an example of a sound analysis program created by students using the Entry program.)



Figure 13. A program to analyze voice by gender. (This is an example of a sound analysis program created by students using the Entry program.)

7차시 수업에서는 모듈별로 제작한 프로그램을 학습의 전체 학생들 앞에서 시연해보면서 디자인 및 제작한 소리 분석 프로그램의 필요성과 프로그램 제작에 사용된 과학 개념과 인공지능 및 머신러닝의 지도학습 개념을 설명하고 프로그램의 사용 방법과 한계 등을 발표한다.

8차시에서는 패들렛 협업 플랫폼을 이용하여 다른 모듈이 제작한 소리 분석 프로그램에 대한 자신의 생각을 작성하도록 하고 학습의 모든 구성원들과 공유할

수 있도록 한다. 마지막으로 8차시에 걸친 과학 인공지능 융합 교육 수업에 대한 소감을 패들렛에 작성하고 자신의 의견과 다른 학생들의 의견을 공유하고 교환하도록 한다.

## 4. 연구 방법

### 4.1 연구 대상

본 연구는 N 중학교 3학년 학생(남학생: 39명, 여학생: 40명)을 대상으로 실시하였다. 1학년 <과학> 과목의 '빛과 파동' 단원의 '음파', '소리의 3요소'를 학습하였고 1학년 <정보> 과목의 '지도학습', '블록코딩', 3학년 <수학> 과목의 '삼각함수'를 학습한 학생을 대상으로 하는 것이 개발한 인공지능 과학 융합 교육 프로그램을 적용하기에 적합하다고 보았다. 대상자들은 대부분 인공지능에 대한 기본적인 교육을 받은 경험이 매우 부족하였다. 이들을 대상으로 <과학> 과목의 '빛과 파동' 단원의 '소리' 개념과 인공지능을 융합한 인공지능 과학 융합 교육 프로그램을 개발하여 실시하였다. 교육 프로그램의 효과성을 분석하기 위해 수업(8차시)에 모두 참여한 학생 중, 설문에 누락 없이 응답한 학생 76명을 대상으로 하였다.

### 4.2 연구 절차

본 프로그램의 효과성을 살펴보기 위해 Table 4와 같이 프로그램 적용 전과 후의 변화된 종속 변수를 분석하는 단일집단 사전/사후 분석을 하였다.

Table 4. Research Procedures

O1	X1	O2
O3		O4

O1, O2: Pre- and post-tests for sound concepts  
 X1: AI Science Convergence Education Program  
 O3, O4: Pre- and post-perception of artificial intelligence

첫째, 학생들의 '소리'에 대한 선개념과 인공지능에 대한 인식을 알아보는 사전 조사를 실시하였다. 둘째, 인공지능과학 융합 교육 프로그램을 8차시 진행하였다. 셋째, '소리'에 대한 개념과 인공지능에 대한 인식을 알아보는 사후 검사를 실시하였다.



### 4.3 연구 도구

본 연구에서 인공지능 과학 융합 교육 프로그램의 효과성을 분석하기 위해 Table 5, Table 6과 같이 문항을 구성하였다. 교육의 효과성을 위한 사전/사후 검사 문항에서 ‘소리에 대한 과학적 개념 이해’ 항목은 정재훈·이지원(2016)의 연구에서 사용한 ‘소리 단원에 제시된 파동 개념 이해도 검사지’를 발췌하여 사용하였다. 또한 김광수(2011)의 연구에서 사용한 ‘파동 개념 검사지’ 중에서 발췌하여 사용하였다. 사전/사후 검사 문항의 ‘인공지능에 대한 인식’ 항목은 김성원(2020)의 ‘중학생의 인공지능에 대한 태도 검사 도구 개발’에서 개발한 문항을 수정하여 사용하였다. 교육 프로그램의 과학 오개념 변화에서 효과성을 분석하기 위한 사전/사후 검사 도구는 소리의 발생과 전달에 대한 3문항, 소리의 높낮이에 대한 4문항, 소리의 세기에 대한 2문항, 소리의 음색에 대한 2문항으로 구성하였다[23-25].

**Table 5.** Sound Wave Conceptual Change Checklist

Category	Survey-question
The Generation and Transmission	① In our daily lives, we can hear many sounds around us. Why do these sounds occur?
	② Why do we hear the sounds outside right now? Mark the best answer.
	③ How does the sound outside reach me?
Pitch of sound	① Which statement is true about the pitch of the sound?
	② Which of the following is NOT an explanation for the pitch of the sound?
	③ Using a sound generator, you generate two sounds that produce waveforms like (a) and (b) in the diagram below. How would these two sounds sound?
	④ A speaker is operating and producing a sound with a constant frequency (10 Hz). What changes when the volume of the speaker increases and when the frequency increases?
Sound intensity	① Cheolsoo and Younghee are playing the same song on the same piano. Chulsoo is pressing the keys hard, and Younghee is pressing the keys softly. Choose all that are correct to describe the sound of the piano they are playing.
	② The speaker is working, producing a sound with a constant frequency (10 Hz). What changes when

	the volume of the speaker is increased and when the frequency is increased?
Sound Mappings	① The “do” note on a piano and the “do” note on a violin sound different even though they are the same note. What is the reason for this?
	② In a class on making simple musical instruments, Cheolsoo and Younghee made a panpipe. A panpipe is a musical instrument made up of several pipes of different lengths strung together. Their panpipes are the same size, thickness, and length, but they are made of different materials: Chulsoo’s is made of glass and Younghee’s is made of plastic. If Chulsoo and Younghee blow on their panpipes and play the same song at the same intensity, can you tell the difference between the sounds of their instruments? Choose the correct explanation paired with whether you can tell them apart.

교육 프로그램의 인공지능에 대한 인식변화에서 효과성을 분석하기 위한 사전/사후 검사 도구는 인공지능의 사회적 영향에 대한 5문항, 인공지능과 상호작용에 대한 4문항, 인공지능과 감정적 교류에 대한 3문항, 인공지능의 특성에 대한 3문항으로 총 15문항으로 구성하였다. 모든 문항은 ‘매우 아니다(1점)’부터 ‘매우 그렇다(5점)’까지의 5점 Likert 척도로 측정되었다. 문항 내적 일치도 계수인 크론바흐 알파(Cronbach’s alpha) 값은 Table 7과 같이 0.83-0.89이었으며 모든 영역이 0.80이상으로 신뢰도 ‘매우 높음’으로 판단하였다.

**Table 6.** Changing Perceptions of Artificial Intelligence Checklist

Category	Survey-question
The Social Impact of Artificial Intelligence	① I think AI will change my life efficiently.
	② The idea of AI making judgments about things is not terrible.
	③ I don’t think anything bad will happen to humans even if AI develops into a living being like humans.
	④ As AI develops, humans will need stronger means to control it.
	⑤ I don’t think the development of AI will create many ethical problems for society.
Interacting with AI	① I don’t feel very nervous standing in front of an AI.
	② I feel comfortable using AI. in front of other people.
	③ I don’t think I’ll get nervous even if I talk to artificial intelligence.
	④ Even if you rely too much on AI, nothing bad will happen.

Emotional Interaction with AI	① I feel comfortable talking to an AI.
	② If AI could have emotions like humans, I would be able to befriend it.
	③ I'm comfortable with an artificial intelligence with emotions
Characteristics of AI	① I recognize how useful AI is.
	② I know where artificial intelligence works well.
	③ I know how fast AI can handle things.

Category		Pre-test correct answer rate	Post-test correct answer rate	(Post-test correct answer rate)-(Pre-test correct answer rate)
Sound Mappings	①	54%	98%	+44%
	②	55%	74%	+19%

**Table 7.** Cronbach's alpha values of Changing Perceptions for Artificial Intelligence Checklist

Index	Category			
	The Social Impact of AI	Interacting with AI	Emotional Interaction with AI	Characteristics of AI
Cronbach's alpha	0.89	0.86	0.82	0.87

동일 집단의 교육 프로그램의 효과성을 분석하기 위해 사전/ 사후 검사는 Excel을 활용한 대응 표본 t검증을 실시하였다.

## 5. 연구 결과

### 5.1 인공지능 과학 융합 교육 프로그램의 과학 개념변화에서의 효과성

인공지능 과학 융합 교육 프로그램이 학생의 소리에 대한 오개념을 과학적 개념으로 변화시키는가에 대한 효과성 분석 결과는 Table 8과 같다.

**Table 8.** Pre-test and Post-test results for Sound concept comprehension

Category		Pre-test correct answer rate	Post-test correct answer rate	(Post-test correct answer rate)-(Pre-test correct answer rate)
The Generation and Transmission	①	28%	54%	+26%
	②	64%	76%	+12%
	③	17%	39%	+22%
Pitch of sound	①	24%	60%	+36%
	②	67%	82%	+15%
	③	61%	74%	+13%
	④	16%	65%	+49%
Sound intensity	①	24%	98%	+74%
	②	25%	86%	+61%

‘소리의 발생과 전달’, ‘소리의 높낮이와 진동수와의 관계’, ‘소리의 세기와 진폭의 관계’, ‘소리의 음색과 파형과의 관계’ 등 모든 영역에서 정답률이 수업 전과 비교하여 향상되었다.

특히 ‘소리의 높낮이와 진동수와의 관계’ 영역의 스피커에서 일정한 진동수 10Hz의 소리가 발생할 때 진동수를 증가시킬 때 무엇이 변하는지에 대한 문항에서 많은 학생들이 ‘진동수를 증가시키면 소리의 세기가 증가한다’ 오개념을 가지고 있었고 16%의 학생들만이 과학 개념을 가지고 있었다. 사후 검사에서는 65%의 학생들이 과학 개념을 가지게 되었으며 수업 직후 49%나 정답률이 큰 폭으로 증가하였다.

‘소리의 세기와 진폭의 관계’ 영역의 피아노 건반을 세게 누르고 약하게 누를 때 달라지는 소리에 대한 문항에서 ‘건반을 세게 누를 때 소리의 세기가 커지고 음파의 파장이 더 길다’ 라는 오개념을 가지거나, ‘건반을 세게 누를 때 소리의 세기가 커져 소리의 진동수가 더 크다’ 라고 소리의 세기를 진폭과 연결하지 못하는 학생들이 많아 24%의 학생들만이 과학 개념을 가지고 있었다. 사후 검사에서는 수업 직후 학생 대부분 즉 98%의 학생들이 소리의 세기와 음파의 진폭과의 관계를 이해하고 과학 개념을 가지게 되었으며 수업 직후 74%의 큰 폭으로 정답률이 증가하였다.

‘소리의 음색과 파형과의 관계’ 영역의 피아노의 ‘도’ 음과 바이올린의 ‘도’ 음이 같은 음인데도 다르게 들리는 이유를 묻는 문항에서 30%의 학생들이 ‘악기마다 진동수가 다르다’ 라는 오개념을 가지고 있었고 16%의 학생들이 ‘악기마다 진폭이 다르다’ 라는 오개념을 가지고 있었으며 54%의 학생만이 음색과 음파의 파형을 연결하여 이해할 수 있었다. 사후 검사에서는 수업 직후 학생 대부분 즉 98%의 학생들이 소리의 음색과 음파의 파형과의 관계를 이해하고 과학 개념을 가지게 되었으며 수업 직후 44% 폭으로 정답률이 증가하였다. 이는 본 연구에서 개발한 인공지능 과학 융합 교육 프로그램이 소리의 3요소(높낮이, 세기, 음색)와 진동수, 진폭, 파형의 관계를 바르게 연결하여 이해할 수 있도록 돕는데 효과가 있음을 보여준다. 즉,

본 연구의 프로그램이 소리에 대한 학생의 오개념을 과학적 개념으로 변화시키는데 효과가 있다고 분석된다.

### 5.2 인공지능 과학 융합 교육 프로그램의 인공지능에 대한 인식변화에서의 효과성

인공지능 과학 융합 교육 프로그램이 학생의 인공지능에 대한 인식을 긍정적으로 변화시키는데에 대한 효과성 분석 결과는 Table 9와 같다. 모든 항목에서 유의미한 차이가 있었다. 즉 본 연구에서 개발한 인공지능 과학 융합 교육 프로그램이 인공지능의 사회적 영향, 인공지능과의 감정적 교류에 대한 인식에 긍정적인 효과가 있고 인공지능의 유용함이나 인공지능이 하는 일 등 인공지능의 특성에 대한 인식도 향상되었음을 알 수 있다.

‘인공지능의 사회적 영향’ 영역에서 ‘인공지능은 내 삶을 효율적으로 변화시키리라 생각한다’ 문항은 2.53에서 3.36으로 평균의 차이가 0.83 향상되었으며, ‘인공지능이 무엇인가를 판단하는 것에 대해 긍정적이다’ 문항은 1.93에서 2.90으로 평균의 차이가 0.97 향상되었다. ‘인공지능의 사회적 영향’ 영역은 통계적으로도 유의미한 차이를 보인다( $p < 0.001$ ). ‘인공지능과 상호작용’ 영역에서 ‘다른 사람 앞에서 인공지능을 사용하더라도 긴장되지 않는다’ 에서 평균이 0.41 향상되었다. 이 영역 또한 통계적으로도 유의미한 차이를 보인다( $p < 0.001$ ). ‘인공지능과 감정적 교류’ 영역의 ‘인공지능과 이야기하는 것이 편안하다’ 문항은 2.67에서 3.40으로 평균의 차이가 0.73 향상되었으며, 통계적으로도 유의미한 차이를 보인다( $p < 0.05$ ). ‘인공지능의 특성’ 영역의 ‘인공지능이 어떠한 일을 잘하는지 알고 있다’ 문항은 3.32에서 4.59로 평균의 차이가 1.27 향상되었고 이 영역 또한 통계적으로도 유의미한 차이를 보인다( $p < 0.05$ ). 이는 인공지능 머신러닝과 과학을 융합하여 소리를 분류할 수 있는 소리 분석 프로그램을 제작하는 교육 프로그램이 중학생들에게 인공지능이 사회에 미치는 영향력이 크다는 인식을 높이고 인공지능을 사용함에 전보다 편안함을 느끼며 인공지능이 어떠한 일을 하는지, 실생활에 유용하게 쓰일 수 있는지에 대한 이해를 향상한 것으로 분석된다.

**Table 9.** Pre- and Post-survey results on Perceptions of AI

Category		Pre test		Post test		t	p
		M	SD	M	SD		
The Social Impact of Artificial Intelligence	①	2.53	1.10	3.36	1.16	-11.2037	0.0002
	②	1.93	1.02	2.90	1.17		
	③	2.17	1.08	2.97	1.11		
	④	3.01	0.97	3.59	1.05		
	⑤	3.01	0.99	3.66	0.96		
Interacting with AI	①	3.74	1.08	4.07	1.01	-7.0244	0.0003
	②	3.17	1.10	3.58	1.05		
	③	3.58	1.17	3.96	1.03		
	④	4.13	0.96	4.33	1.04		
Emotional Interaction with AI	①	2.67	1.06	3.40	0.99	-3.9933	0.0287
	②	4.04	0.96	4.32	0.82		
	③	3.86	0.98	4.43	0.74		
Characteristics of AI	①	3.62	0.98	4.18	0.83	-3.0924	0.0453
	②	3.32	0.84	4.59	0.75		
	③	4.03	0.94	4.51	0.74		

## 6. 결론 및 제언

본 연구에서는 중학교 학생을 대상으로 과학의 소리에 대한 개념 이해와 인공지능의 머신러닝 지도학습에 대한 이해를 목표로 하는 인공지능 과학 융합 교육 프로그램을 설계하고 적용하여 그 효과를 분석하였다. 프로그램 적용 전후 학생들의 소리에 대한 과학 개념변화와 인공지능에 대한 인식변화에 대한 분석 결과를 토대로 한 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 엔트리프로그램을 이용한 블록 코딩을 통해 소리 파형을 그려보면서 ‘소리의 발생과 전달’에 대한 이해도가 향상되었다. 사전 검사에서 28%, 64%, 17%의 정답률이 각각 사후 검사에서 54%, 76%, 39%로 향상된 것으로 볼 때, 사전에 가지고 있던 소리의 발생과 전달에 대한 오개념이 과학 개념으로 변화하였다고 볼 수 있다. 그러나 ‘지금 밖에서 나오는 소리는 왜 날까?’ 라는 문항은 12%가 향상되었고 그 향상 폭이 작았다. 또 ‘소리가 발생하는 이유는 무엇일까?’ 라는 문항이나 ‘어떻게 해서 밖의 소리가 나에게 전달되었을까?’ 와 같은 문항은 향상 폭은 컸지만 사후 정답률이 54%, 39%로 다소 높지 않았다. 소리 발생에 대한 원인을 학습하는 부분을 프로그램에 추가한다면 이 부분에 대해 개선될 것이라 생각한다.

둘째, 엔트리프로그램을 이용한 블록 코딩을 통해 진폭, 진동수를 조절하며 여러 가지 파형을 그리고 관찰하면서 파동의 진동수, 진폭, 파형에 대한 이해도가

향상되었으며 인공지능 모델 학습하기(음성 분류) 기능을 이용하여 진동수 및 파형이 다른 소리를 분류하는 프로그램을 제작하면서 소리의 3요소(높낮이, 세기, 음색)와 진동수, 진폭, 파형에 대한 이해가 향상되었다. 사전에서 24%, 67%, 61%, 16%의 정답률이 각각 사후 60%, 82%, 74%, 65%로 향상된 것으로 보아, 사전에 가지고 있던 ‘소리의 높낮이와 진동수’에 대한 오개념이 과학 개념으로 변화하였다고 볼 수 있다. 그러나 ‘소리의 높낮이에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?’이라는 문항에서 15%, ‘아래 그림의 파형에서 두 소리가 어떻게 들릴 것인가?’라는 문항에서 13%의 정답률 향상으로 향상 폭이 작았다. 본 연구의 프로그램에서는 진동수에 따른 소리를 파형으로 시각화하여 학생들이 확인할 수 있도록 하였다. 이러한 활동과 함께 진동수에 따른 소리 높낮이의 변화를 직접 들어볼 수 있는 활동을 추가, 결합한다면 이 부분에 대해 개선이 될 것이라 생각한다. 또 사전 검사에서 24%, 25%의 정답률이 각각 사후 검사에서 98%, 86%로 향상된 것으로 보아, 사전에 가지고 있던 ‘소리의 세기와 진폭’에 대한 오개념이 과학 개념으로 변화하였다고 볼 수 있다. 마지막으로 사전 검사에서 54%, 55%의 정답률이 각각 사후 검사에서 98%, 74%로 향상된 것으로 보아, 사전에 가지고 있던 ‘소리의 음색과 파형’에 대한 오개념이 과학 개념으로 변화하였다고 볼 수 있다.

셋째, 엔트리프로그램의 인공지능 모델 학습하기 기능을 이용하여 실생활에 필요한 다양한 주제의 소리 분석 프로그램을 구상하고 제작하며, 제작한 프로그램에 대해 발표하고 공유하는 활동을 통해 인공지능에 대한 인식이 긍정적으로 향상되었다. 특히 ‘나는 인공지능이 어떠한 일을 잘하는지 알고 있다’라는 문항의 평균값이 상대적으로 높게 나타난 것으로 보아 프로그램이 중학생들이 막연하게 알고 있던 인공지능에 대한 정의를 명확히 하고 인공지능의 실생활에서 활용 등에 대해 이해의 폭을 넓히는데 효과가 있었다고 볼 수 있다. 또한 ‘인공지능이 내 삶을 효율적으로 변화시키리라 생각한다’는 문항에 대한 평균값도 향상된 것으로 보아 인공지능에 대한 인식이 긍정적으로 변화하는데 프로그램이 효과적이었음을 알 수 있었다.

본 연구는 한 학교를 대상으로 개발한 프로그램을 적용 및 효과성을 분석하였다. 이러한 이유로 모든 중학교 학생을 대상으로 일반화하기에는 한계가 있다. 향후 후속 연구를 통해 다른 중학교 학생을 대상으로 사례 수를 늘려 프로그램을 적용하고 분석할 필요가 있다. 또한 본 연구에서는 선다형 검사 문항을 통해 소리

개념의 이해도를 알아보았다. 학생들이 소리 개념에 대해 가지고 있는 다양한 오개념의 종류 및 오개념이 생기는 원인을 좀 더 구체적으로 파악하고 과학 개념으로 변화하는데 효과성을 분석하기 위해서는 면담 형태로 진행하는 후속 연구가 필요하다. 마지막으로 본 연구에서는 과학 개념변화에 대한 효과성을 분석하기 위하여 동일 집단에 대하여 사전/사후 검사를 실시하였다. 이를 인공지능을 융합하지 않은 일반 과학 수업을 받은 집단(통제 집단)과 연구에서 개발한 인공지능을 융합한 과학 수업을 받은 집단(실험 집단)으로 나누어 사전/사후 검사를 실시하는 후속 연구를 한다면 개발한 교육 프로그램의 과학 개념변화에 대한 효과성을 더욱 정확히 분석할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] Hwang, E., & Shin, J. (2021). Exploratory Study for Introducing and Applying an AI-based Intelligent Learning System on Basic Science: Focusing on General Chemistry Class Case. *Korean Journal of General Education*, 15(6), 71–86. DOI: <https://doi.org/10.46392/kjge.2021.15.6.71>
- [2] Lee, J., Kim, G., & Kang, S. (2022). Content System and Teaching/Learning Case Study for Systematic Convergence of Artificial Intelligence and Science Subjects. *Learner-Centered Science Education Research*, 22(13), 623–640. DOI : 10.22251/lcci.2022.22.13.623
- [3] Tuomi, I. (2018). The impact of Artificial intelligence on learning, teaching, and education. *Luxembourg: Publications Office of the European Union*.
- [4] Lee, J., Jo, J., & Chae, S. (2021). Development of Data-driven Teaching Material for AI Convergence Education: Focused on Damped Oscillation. *Field Science Education*, 15(2), 121–136.
- [5] Shin, W. (2020). A Case Study on Application of Artificial Intelligence Convergence Education in Elementary Biological Classification Learning. *Elementary Science Education*, 39(2), 284–295. DOI : 10.15267/keses.2020.39.2.284
- [6] AI Convergence Education Conference Policy Brief (2019). *Seoul. Korea Creative Commons*.
- [7] The Ministry of Education (2020). *Science, Math, Information, and Convergence Education Master Plan*.

- [ 8 ] Kim, H., & Choi, S. (2021). Development and Application of Artificial Intelligence STEAM Program for Real-time Interactive Online Class in Elementary Science - Focused on the Unit of 'Life of Plant' . *Elementary Science Education*. 40(4), 433-442.
- [ 9 ] Shin, W., & Shin, D. (2020). A Study on the Application of Artificial Intelligence in Elementary Science Education. *Elementary Science Education*. 39(1), 117-132. DOI: 10.15267/KESES.2020.39.1.117
- [ 10 ] Shin, W. (2020). Exploring the Possibility of AI Convergence Science Education in Motion and Energy. *Energy and Climate Change Education*. 10(1), 73-86. DOI : 10.22368/ksece.2020.10.1.73
- [ 11 ] Park, N. (2021). A Case Study on the Digital Transformation of Earth Science Class in High School: Focus on Attitudes and Interests. *Korean Master's Thesis, Korea Teachers University, Graduate School of Education. chungcheongbuk-do.*
- [ 12 ] Heo, S. (2022). Development and Effect Analysis of Science Education Program Using AI Classification Model. *Korean Master's Thesis, Korea Teachers University, Graduate School of Education. chung-cheongbuk-do.* UCI: I804:43012-000000039720
- [ 13 ] Jo, Y. (2022). Effects of AI Convergence Science Classes on Promoting Middle School Students' Attitude Towards AI Technology and Data Literacy(2022). *Korean Master's Thesis, Ewha Womans University Graduate School.*
- [ 14 ] Lee, J. (2008). Study on misconceptions in physics among the scientifically gifted middle school students. *D. dissertation, Graduate School of Education, Yonsei University.*
- [ 15 ] Park, H. (2005). Survey of The elementary school students' concept changes on The sound through The constructivist instruction. *Master's thesis, Seoul National University of Education.*
- [ 16 ] Kim, Y. (1992). Effect of instruction built on constructivism on elementary school students' sound. *Science Education Research*. 26, 205-212.
- [ 17 ] Lee, E. (2016). The Effect of Peer Instruction to Differentiated Science Education on Conceptual Change and Academic Motivation. *Korean Master's Thesis, Korea Teachers University, Graduate School of Education. chungcheongbuk-do.*
- [ 18 ] Kim, M. (2019). Changes in Physical Concepts for High School Students and Characteristics of Computational Thinking in the Process of Scientific Problem Solving based on Physical Computing. *Ph.D. dissertation, Ewha Womans University Graduate School. Seoul.* UCI: I804:11048-00000154323
- [ 19 ] Paik, S., Kang, D., Kim, H., Chae, W., Kwon, K. (1999). Preconceptions of Middle School Students Related to "Chemical Change" Conceptions and the Effects of the Concept Change Teaching and Learning Theory by Representing the Situations which Conflict with Students' Preconceptions. *Journal of the Korean Chemical Society*. 43(2), 213-224.
- [ 20 ] Lee, J., Sim, J. (2017). Effects of the Teaching Model for Conceptual Change on Evolution of Life in Middle School Science. *Biology Education*. 45(1), 102-116. DOI : 10.15717/bioedu.2017.45.1.102
- [ 21 ] Kim, M., Kim, H. (2007). A Multidimensional Analysis of Conceptual Change for Blood Circulation in Model-based Instruction. *Biology Education*. 35(3) 407-424. DOI : 10.15717/bioedu.2007.35.3.407
- [ 22 ] Kwon, Y., Kim, J. (2014). The Effects of Problem-Solving Inquiry Teaching Using Concept Sketches on Conceptual Changes about Plate Tectonics and Science-Related Attitudes. *Journal of the Korean Earth Science Society*. 35(4), 267-276. UCI : G704-000285.2014.35.4.006
- [ 23 ] Jung, J., & Lee, J. (2016). A Study on Elementary School Teachers' Understanding of, Certainty in, and Familiarity with Wave Concepts in Textbook and Teacher's Guidebook. *Elementary Science Education*. 35(4), 389-405. DOI : 10.15267/keses.2016.35.4.389
- [ 24 ] Kim, K. (2011). Effects of Epistemological Beliefs, Learning Strategies and Cognitive Conflicts on University Students' Wave Conceptual Changes by Tutorial. *Ph.D. dissertation, Korea Teachers University, Graduate School of Education. chung-cheongbuk-do.*
- [ 25 ] Kim, S. & Lee, Y. (2020). Development of Test Tool of Attitude toward Artificial Intelligence for Middle School Students. *Journal of the Computer Education Society*. 23(3), 17-30.

## 김 미 나



2008년 제주대학교 과학교육학과  
(교육학학사)

2023년~ 현재 제주대학교 교육대학원  
인공지능융합교육전공 석사과정

2015년 ~ 현재 제주특별자치도교육청 중등 과학 교사

관심분야: 인공지능 교육, 과학 교육, 융합 교육

E-mail: kimna1214@naver.com

## 김 성 백



1989년 서울대학교 컴퓨터공학과(공학사)

1991년 서울대학교 컴퓨터공학과(공학석사)

1995년 서울대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

2020년 ~ 현재 제주대학교 교육대학원 인공지능융합교육전공 교수

1996년 ~ 현재 제주대학교 컴퓨터교육과 교수

관심분야: 컴퓨터시스템, SW·AI 교육, 원격 교육, 컴퓨터교육

E-mail: sbkim@jejunu.ac.kr