The Journal of the Convergence on Culture Technology (JCCT)
Vol. 9, No. 4, pp.95-103, July 31, 2023. pISSN 2384-0358, eISSN 2384-0366

http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2023.9.4.95

JCCT 2023-7-11

초등 학습자를 위한 서포트 벡터 머신 융합 교육 프로그램의 개발과 적용

Development and Application of Convergence Education about Support Vector Machine for Elementary Learners

황유리*, 박남제**

Yuri Hwang*, Namje Park**

요 약 본 논문은 초등 학습자를 대상으로 서포트 벡터 머신의 개념과 원리를 교육하는 인공지능 융합 교육 프로그램을 제안한다. 개발된 프로그램은 초등 수학과 교육과정의 수직과 평행, 평행선 사이의 거리를 통해 서포트 벡터 머신의 결정 경계와 마진을 설명한다. 또한 제주의 자연환경을 학습 주제로 반영하여 사회과 교육과정과의 융합을 도모한다. 서포트 벡터 머신 융합 교육 프로그램을 초등학교 3학년 및 5학년 학습자를 대상으로 각각 2차시에 걸쳐 적용한 결과, 두 학년 모두에서 학습자 대부분이 탐방로로 비유된 결정 경계의 위치를 직관적으로 유추해냈다. 이때 5학년 학습자의 전반적인 활동 수행 정확도가 더욱 높았고, 설정 원리에 대해 합리적인 추론을 한 비율도 높았다. 4학년 수학 교육과정의 이수 여부도 이해도에 영향을 미쳤다. 그러나 학습 내용 이해도에 대한 자기평가에서는 실제 이해도와 상반되게 3학년에서 더 높은 평균값을 보였다. 이는 중학년 학습자는 생소한 인공지능 원리에 대해 새로 알게 되었다는 만족감과 성취감을 느끼는 경향성이 더 컸다는 점에서 기인하였다. 반면 고학년 학습자는 심화 탐구에 대한 동기를 기반으로 유의미한 수업 후 질문을 더 많이 제시하였다. 우리는 연구 결과를 바탕으로 초등학생을 대상으로 하는 인공지능 융합 교육이 나아가야 할 길을 모색하고자 한다.

주요어 : AI 교육, 융합 교육, 서포트 벡터 머신, 인공지능 원리 교육, 초등교육

Abstract This paper proposes an artificial intelligence convergence education program for teaching the main concept and principle of Support Vector Machines(SVM) at elementary schools. The developed program, based on Jeju's natural environment theme, explains the decision boundary and margin of SVM by vertical and parallel from 4th grade mathematics curriculum. As a result of applying the developed program to 3rd and 5th graders, most students intuitively inferred the location of the decision boundary. The overall performance accuracy and rate of reasonable inference of 5th graders were higher. However, in the self-evaluation of understanding, the average value was higher in the 3rd grade, contrary to the actual understanding. This was due to the fact that junior learners had a greater tendency to feel satisfaction and achievement. On the other hand, senior learners presented more meaningful post-class questions based on their motivation for further exploration. We would like to find effective ways for artificial intelligence convergence education for elementary school students.

Key words : AI Education, Convergence Education, Support Vector Machine, AI Principle Education, Elementary Education

*준회원, 제주대학교 일반대학원 과학교육학부 컴퓨터교육전공 박사과정, 대정초등학교 교사 (제1저자)
**정회원, 제주대학교 교육대학 초등컴퓨터교육전공 교수 (교신저자)
접수일: 2023년 5월 14일, 수정완료일: 2023년 5월 30일
게재확정일: 2023년 7월 1일

Received: May 14, 2023 / Revised: May 30, 2023
Accepted: July 1, 2023
**Corresponding Author: namjepakr@jejunu.ac.kr
Department. of Computer Education, Teachers College, Jeju National University, Korea

Ⅰ. 서 론

초등학교에 소프트웨어 교육이 처음 도입된 2015 개정 교육과정에서 2022 개정 교육과정으로의 이행이 한창이다. 새로운 교육과정에서는 소프트웨어(SW) 교육의 확대 및 심화와 더불어 인공지능(AI) 교육의 도입이 역시 이루어질 것으로 예상된다. 예컨대 교육부는 2022 개정 교육과정 총론 시안(2021)에서 미래 세대 핵심 역량으로 디지털 기초 소양을 강조하였다[1]. 이러한 교육 기조는 4차 산업혁명 시대의 디지털 대전환에 대응하여 SW·AI 역량을 갖춘 인재를 양성하는 것을 목표로 제시한 교육부 국정과제에서도 드러난다.

AI 교육의 필요성에 대한 사회적 합의를 근간으로 이에 대한 논의와 연구가 다양한 교육 주체로부터 이루어지고 있다. 교육부(2021)는 SW 교육을 기반으로 학교 급별 학생 수준에 맞는 인공지능 교육 방안을 제시하는 「초·중등 인공지능 교육 내용 기준」을 발표하였다. 내용 기준은 '인공지능 이해', '인공지능 원리와 활용', '인공지능의 사회적 영향' 영역으로 구분된다. 이 중 '인공지능 원리와 활용'은 실제 인공지능이 동작하는 데 필요한 요소와 원리를 이해하는 것을 교육 목표로 삼으며, 데이터, 인식, 분류, 탐색, 추론, 기계학습과 딥러닝 등 가장 많은 내용 요소를 다룬다[2]. 현장 교사와 교육대학교가 주도하는 AI 교육 연구도 활발히 수행되고 있다. 국내 초등 인공지능 교육 프로그램 연구는 주로 초등학교 5, 6학년 학생을 대상으로 이루어지고 있으며, 연구 주제로는 용어, 지식, 개념, 원리, 법칙, 알고리즘 등 AI의 지식과 기능을 갖추는 데 중점을 두는 인공지능 이해 교육에 집중되어 있다[3]. 그중 인공지능 알고리즘을 주제로 하는 초등학생 대상 교육 프로그램 개발에 대한 선행연구는 의사결정나무(Decision Tree), 선형 회귀(Linear Regression), K-평균(K-means), K-최근접 이웃(K-Nearest Neighbor), 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN), 퍼셉트론(Perceptron) 등을 학습 주제로 하여 이루어졌다[4-10].

국내에서 AI 교육은 아직 국가 수준 교육과정에 정규적으로 도입되지 않았다. 현시점에서 AI 교육의 개념과 교수·학습 방법론, AI 교육과정의 영역 및 내용 요소 등에 대한 여러 가지 관점과 의견이 논의되고 있는 것 역시 이러한 AI 교육 도입의 과도기적 특징에 기인한다. 그리고 이러한 견해의 다양성 속에서도 인공지능의 원리에 대한 이해가 AI 교육의 내용과 목표에서 큰 비중을 차지하는 것은 다수의 연구에서 공통적으로 드러나고 있다. 그럼에도 불구하고 인공지능 알고리즘 중 분류 알고리즘의 일종인 서포트 벡터 머신(Support Vector Machine, SVM)의 핵심 원리를 다루는 교육 프로그램은 아직 시도된 바 없다.

한편 교과 융합적 관점에서의 AI 교육도 갈수록 주목받고 있다. 디지털 원주민(digital native) 세대인 오늘날 초등학생은 분절적인 교과 교육을 하지 않더라도 교과 내용을 기반으로 하여 자연스럽게 AI 문해력과 활용 능력을 키울 수 있을 것으로 기대된다[11]. 더욱이 초등교사는 교육과정에 편제된 모든 교과목에 대한 이론 지식과 교수 경험을 갖추었다는 점에서 교과 융합 인공지능 교육을 시도하기에 유리하다[12].

이처럼 AI 교육에서 초등학교 5, 6학년 학습자를 주요 대상으로 하는 인공지능 원리 교육에 대한 연구가 상대적으로 활발함에도 SVM에 대한 교육 프로그램의 개발 시도는 이루어지지 않았다. 또한 이는 다른 교과와 융합을 통해 효과성을 증대할 수 있을 것으로 예상된다.

따라서 본 논문은 초등학교 고학년 이상의 학습자를 대상으로 SVM의 개념과 원리를 교육하는 인공지능 융합 교육 프로그램을 개발하고자 하였다. 이어 개발된 프로그램을 교육 현장에 적용하여 초등학생을 대상으로 SVM을 효과적으로 가르치는 방안에 대하여 고찰하였다.

Ⅱ. 이론고찰

1. 인공지능 융합 교육

인공지능 융합 교육은 크게 두 가지 관점에서 바라볼 수 있다. 먼저 특정 교과목의 학습 목표 달성을 위해 인공지능 기술을 학습 도구로 활용하는 교육, 즉 도구로서의 AI 교육(Learning with AI)이 있다.

초등학생을 대상으로 수행된 인공지능 융합 교육 연관 선행연구로 뒷이야기를 상상하여 엔트리 블록코딩으로 나타내는 국어과 교수·학습 활동, 말하기 및 쓰기 영역에서의 영어과 교수·학습 활동, 머신러닝 포 키즈와 엔트리를 적용한 과학과 동식물 분류 과학과 교수·학습 활동 등이 있다[11-16]. 언플러그드 인공지능

교육을 환경교육과 융합하였거나 머신 러닝 기법을 지구시민교육에 접목한 수업 사례도 있었다[17, 18].

인공지능 융합 교육에 대한 또 다른 관점은 내용으로서의 AI(Learning about AI)의 연장선상에서 인공지능에 대해 교육하기 위해 타 교과를 융합하는 것이다.

이러한 관점에서의 연구로는 타 교과 융합과 프로젝트 학습을 기반으로 하는 인공지능 융합교육 프로그램, 초등학생의 창의성 향상 목적으로 인공지능을 활용한 예술융합교육 프로그램 등이 개발 및 적용된 선행 연구가 있다[2, 19]. 또한 다양한 교과의 성취기준과 연계하여 인공지능의 사회, 윤리, 기술적 측면을 다룬 연구 사례도 있었다[20].

교육부는 AI 원리 이해 교육 강화를 위해 정보·수학 교과의 융합 교육의 협력적 활성화를 장려한다[21]. 선행연구 분석에서도 수학은 인공지능 융합 교육에서 가장 많이 연계된 교과목 중 하나였다. 또한 생활 속에서 흔히 접할 수 있는 주변 환경, 동식물, 문화, 예술 등은 인공지능 기술을 이해하는데 좋은 소재로 활용할 수 있다[22]. 특히 제주도는 유네스코 생물권보전지역, 세계자연유산, 세계지질공원으로 지정되며 자연적 가치를 널리 인정받은 바 있다. 따라서 본 논문에서는 수학, 사회 교과와 접목한 AI 융합 교육을 개발하고자 하였다.

2. 서포트 벡터 머신(SVM)

SVM은 인공지능의 데이터 분류 알고리즘이다. SVM은 데이터 특성에 따라 선형 모델과 비선형 모델로 나뉜다. 선형 모델에서 이분적인 데이터 분류에 활용되는 경계선은 결정 경계(Decision Boundary)다. 결정 경계는 각 데이터 클래스로 모두로부터 최대한 멀리 떨어져야 새로운 데이터 입력 시 분류 오류가 생길 가능성이 최소화된다.

서포트 벡터(Support Vector)는 각 데이터 클래스에서 다른 클래스와 가장 가까이 있는 벡터다. 결정 경계가 정해지는 기준이 된다는 점에서 '도와주는' 벡터라고 명명되었다. 이때 데이터 클래스 수보다 적어도 한 개 더 많은 서포트 벡터가 필요하다. 두 클래스의 서포트 벡터 간 거리는 마진(Margin)이라고 불린다. 마진이 클수록 분류가 잘 이루어졌다고 볼 수 있다.

SVM은 그림 1과 같이 결정 경계, 마진, 서포트 벡터, 2개 이상의 데이터 군집 등으로 구성된 전형적 도식을 통해 초등학생 수준에서도 모델의 직관적인 이해를 기대할 수 있다. 하지만 SVM과 관련된 국내 선행연구는 공학적 시스템 설계 및 구현에 집중되었다. 교육 분야에서는 특성화 고등학교 학생을 대상으로 교육한 사례는 있지만, 초등학생 대상의 관련 연구는 찾아볼 수 없다[23].

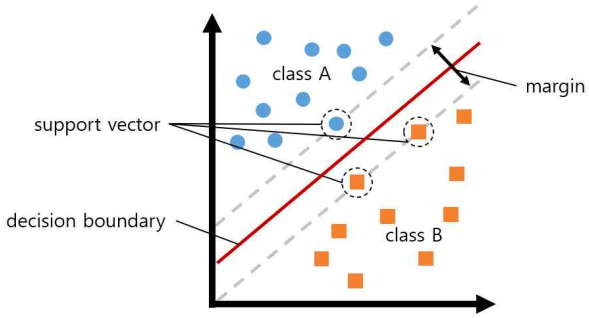


그림 1. 서포트 벡터 머신의 예시
Figure 1. An example of SVM

3. 수직과 평행

결정 경계는 수학과 내용 요소인 수직과 평행으로 설명할 수 있다. 현행 교육과정에서 수직과 평행은 4학년 2학기 '사각형' 단원에 제시된다[24]. 학습자는 사다리꼴, 평행사변형, 마름모를 익히기에 앞서 수직과 수선, 평행과 평행선, 평행선 사이의 거리를 차례로 학습한다.

표 1. "사각형" 단원의 교수 단계
Table 1. Lesson development of "Square" unit (Partial)

Lesson	Class Content and Activities
2	·Understand verticality and vertical line. ·Use a triangle and a protractor to draw a vertical line to the given line.
3	·Understand parallels and parallel lines. ·Learn how to draw a straight line parallel to the given line, and draw it. ·Draw a straight line passing certain point and parallel to given line.
4	·Draw several lines connecting the two points on the parallel line and measure the length. ·Understand the distance between parallel lines and measure the distance between the given parallel lines. ·Draw a parallel line so that the distance between the parallel lines is as long as the given length. ·Understand that the distance between parallel lines are same no matter where they are measured.

초등학교에서는 두 직선의 동방향성으로 평행을 직관적으로 이해하며, 한 직선에 수직인 두 직선은 서로 만나지 않는다는 불교성으로 평행과 평행선을 정의한다[23]. 초등학생 수준에서 평행선은 그림 2에서 보이는 바와 같이 삼각자만을 사용하거나 자와 삼각자를 함께 사용하여 그릴 수 있다.

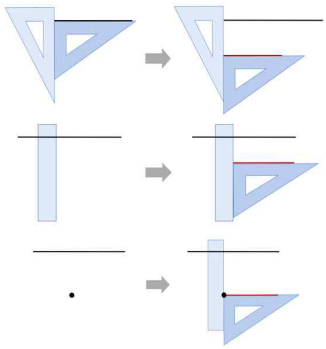


그림 2. 평행선을 그리는 방법
Figure 2. How to draw a parallel line

SVM의 마진은 평행선 사이의 거리 개념과 연관 지어 설명할 수 있다. 같은 클래스의 두 서포트 벡터를 이은 선과 결정 경계는 평행하기 때문이다. 결정 경계는 양쪽 클래스의 서포트 벡터와 같은 거리만큼 떨어져 있다. 따라서 평행한 두 직선(선분) 사이의 거리를 재어 2를 곱하면 마진을 알아낼 수 있다. 평행선 사이에 그을 수 있는 여러 가지 선분 중 가장 짧은 것은 수직인 선분이며, 그 길이를 평행선 사이의 거리라고 한다. 평행선 사이의 거리는 그림 3과 같이 삼각자를 사용하여 재면 편리하다.

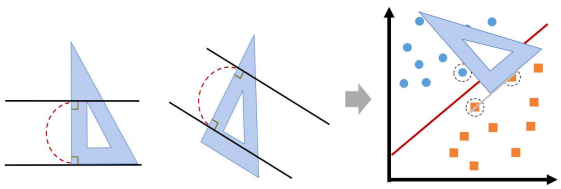


그림 3. 평행선 사이의 거리를 재는 방법
Figure 3. How to measure the distance between parallel lines

III. 연구방법

본 논문에서는 ADDIE 모형을 기반으로 인공지능 융합 교육 프로그램을 개발하였다. ADDIE 모형에 따라 수행한 SVM 교수·학습 프로그램을 개발하고 적용한 절차는 그림 4와 같다.

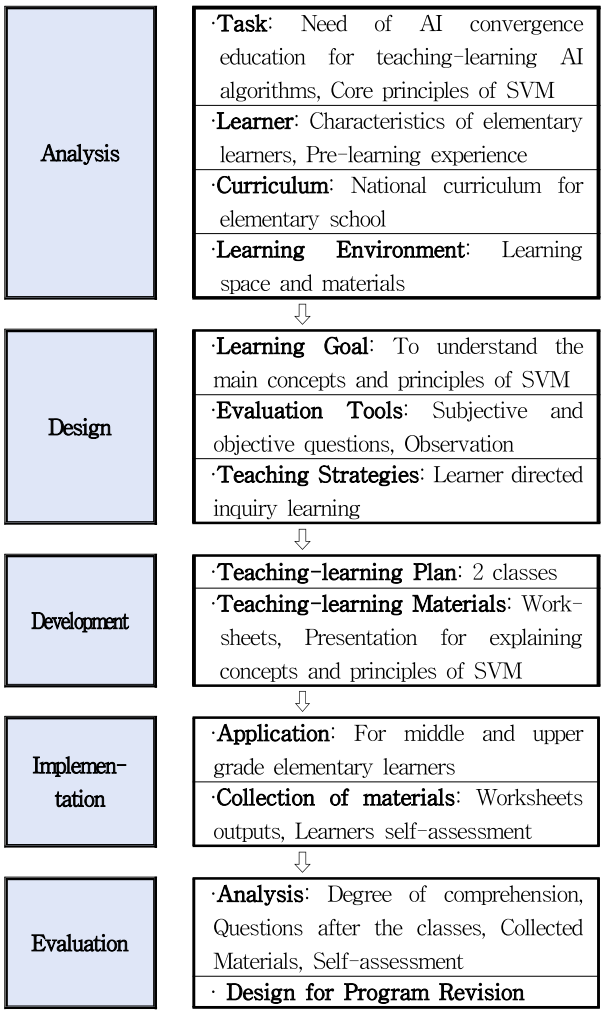


그림 4. 연구 과정
Figure 4. Research procedure

IV. 연구결과

1. SVM 원리 이해를 위한 AI 융합 교육 프로그램

개발된 AI 융합 교육 프로그램은 SVM의 개념과 결정 경계의 설정 원리를 알아보는 것에 주안점을 두며, 사회과 및 수학과 성취기준을 반영하였다. 사회과와의 연계를 위해 제주 지역의 자연·인문 환경적 특징인 오름, 동백꽃, 유채꽃, 돌담, 말 등을 학습 소재에 활용하였다. 결정 경계와 마진이라는 생소한 개념은 수직과 평행을 통해 이해를 촉진하고자 하였다. 본 논문의 융합 교육 프로그램이 초등학교 고학년 이상 학습자를 주요 대상으로 하는 것은 현행 수학과 교육과정 기준으로 수직과 평행이 4학년 2학기에 다뤄지기 때문이다.

표 2. 프로그램에 적용된 연계 교과 성취 기준
Table 2. Converged achievement standards

Subject (Field)	Achievement Standards
Mathematics (Shapes)	[4M02-03] Understand the vertical and parallel by finding a verticality or straight lines that does not meet each other in the classroom and around life.
Social Studies (Natural Environment and Human Life)	[4S02-01] Investigate the geo- graphical characteristics of our hometown and explore their impact on the lifestyle of the local people.

1차시에서 교수자는 '두 오름 무리의 한가운데를 지나는 오름 탐방로 만들기'라는 비유적인 학습 과제를 제시함으로써 학습자가 결정 경계를 통한 SVM 분류의 원리를 스스로 생각해보는 기회를 제공한다. 그림 5가 보여주는 바와 같이 학습 과제에서 오름은 데이터, 직선 탐방로는 결정 경계와 실제로 대응한다. 개별 탐구 후 학습자는 동료 학습자와의 의견을 공유하며 사고를 확장한다.

이어서 학습자는 교사가 제시하는 그림을 보며 그림과 같이 탐방로가 생겨야 두 오름 무리의 한가운데에 자리 잡는 이유가 무엇인지, 즉 탐방로의 위치를 어떻게 설정할 수 있었을지 추측한다. 끝으로 교수자는 학습 과제와 연관 지어 결정 경계, 마진, 서포트 벡터 등 SVM와 관련된 주요 개념과 원리를 소개한다.

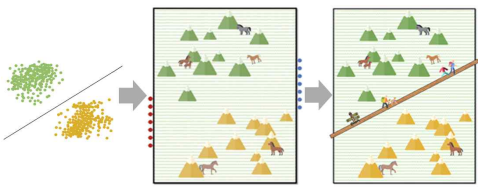
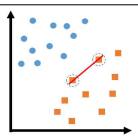
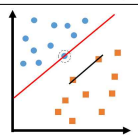
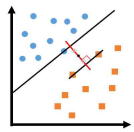
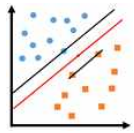


그림 5. 제주의 자연환경으로 표현한 SVM
Figure 5. SVM represented by natural environment of Jeju

표 3. 결정 경계의 설정 과정
Table 3. The procedure for determining decision boundary

Steps		
1	Find out two data points in class A closest to class B. Draw a straight line connecting the two data points.	
2	In class B, find a data point closest to the class A. Draw a line passing this point and parallel to the line drawn in previous step.	
3	Draw a vertical line between the two parallel lines, and mark the midpoint of the vertical line.	
4	Draw a parallel line that passes through the middle of the vertical line. This is the decision boundary.	

2차시에서 학습자는 표 3이 나타내는 바와 같이 수직과 수선, 평행과 평행선을 바탕으로 결정 경계를 구하는 방법을 알아본다. 마진은 평행선 사이의 거리와 연결하여 이해할 수 있다.

그림 6은 오름 탐방로 만들기 활동의 변형 과제인 '꽃밭 돌담 쌓기 활동지'로, 유사한 학습 과제를 통해 SVM의 개념과 원리를 확인하도록 고안되었다. 이 활동에서 학습자는 동백꽃과 유채꽃이라는 두 데이터 클래스를 돌담이라는 결정 경계로 분류해야 한다는 주어진 문제 상황을 SVM의 원리로 해결한다.

그림 6. SVM 교육을 위한 활동지
Figure 6. Developed worksheet for teaching SVM

2. 프로그램 현장 적용

개발된 교육 프로그램은 제주특별자치도 서귀포시 소재 B학교에 재학 중인 3학년 학생 18명과 5학년 학생 16명을 대상으로 각각 2차시에 걸쳐 이루어졌다. 적용 대상 학습자들은 인공지능 머신러닝에 대한 사전 학습 경험이 없으며, 모든 학생이 SVM이라는 알고리즘 명칭 자체를 처음 접하는 상태였다. 학습을 마친 후 학습자는 수업 참여에 대한 자기평가를 수행하였으며, 새로 알게 된 점, 더 알고 싶은 점, 느낀 점을 스스로 기록하였다.

5학년 이상의 학습자를 주요 대상으로 설계한 교육 프로그램임에도 3학년 학습자를 대상으로도 적용한 것은 첫째, 본 프로그램의 주요 적용 대상이 적절하게 설

정되었는지 확인하기 위함이며, 둘째, 초등학교 저학년 및 중학년 학생까지 폭넓게 아우를 수 있는 AI 융합 교육으로의 확장적 개발 방안 역시 모색하고자 하였기 때문이다.

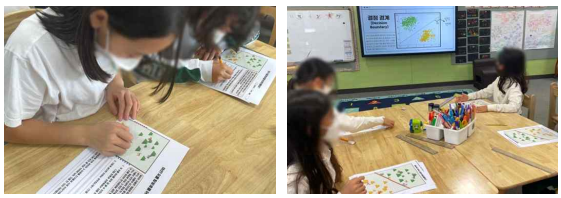


그림 7. 개발된 프로그램의 현장 적용
Figure 7. Application of the developed program to students

3. 프로그램 산출물 분석

1차시에서 학습자는 두 오름 무리의 한가운데를 가로지르는 탐방로는 어디에 만들면 좋을지 생각해본다. 이때 주어진 점을 연결하여 선을 긋도록 활동을 조직함으로써 학습자의 사고 범위를 의도적으로 제한시켰다.

3학년 학습자와 5학년 학습자가 짐작하여 표시한 탐방로의 위치는 그림 8로 각각 종합된다. 교수자가 의도한 합리적인 결정 경계의 위치(좌측 여섯 번째 점과 우측 첫 번째 점을 이은 선)에 정확하게 대응하지는 않더라도, 대부분 학습자는 직관적으로 왼쪽 아래 끝에서 오른쪽 위로 향하는 형태로 선을 그었다.

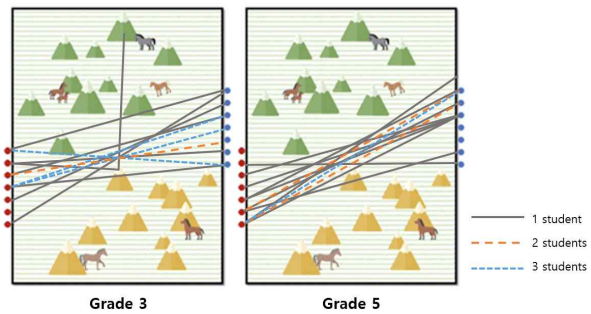


그림 8. 1차시 수업의 학생 응답 결과
Figure 8. Students' responses for 1st class

그림 9에서 교수자가 제시한 탐방로는 결정 경계다. 학습자는 차시에서 강의식 설명을 통해 SVM에서 결정 경계의 의미를 익히기에 앞서 "두 오름 무리의 한가운데의 탐방로는 어떻게 만들 수 있었을까요?"라는 발문에 답한다. 3학년 수업에서는 "길을 파내서 만들었다", "중간/가운데에 만든다", "일자로 만든다", "사람이 그물을 설치했을 것 같다" 등 교수자의 발문 의도에 부응하는 답변은 찾기 어려웠다. 반면 5학년의 경우 "이 중간은 각 산과 거리가 일정하기 때문이다", "두 부분의 끝에 점을 찍고 이은다", "두 거리의 길이를 재어 가운데에 줄을 그었다", "초록산과 노란산의 거리를 측정하여 가운데로 나눈 것이다"와 같이 결정 경계의 원리에 상당 부분 부합하는 추측이 다수 있었다.

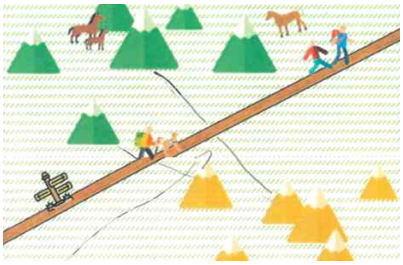


그림 9. 5학년 학습자 응답 예시
Figure 9. An example of answer by 5th grader

한편 학생 산출물 분석 결과 '제주도 오름 사이의 탐방로 만들기'라는 사회과 융합 스토리텔링 요소가 오개념 형성에 영향을 줄 수 있는 여지가 관찰되기도 하였다. 그림 10은 그림과 같이 탐방로를 만든 이유로 "가파르지 않아서 쉽게 갈 수 있기 때문"이라고 기술한 사례로, SVM과 무관한 높이 개념을 도입해 학습 문제에 접근하였다. 실제로 개발된 교수·학습 활동지에 제시된 그림에서 오름과 말은 측면에서 바라보지만 탐방로는 위에서 내려다보고 있는 다시점 구도를 취하고 있음이 환류 단계에서 발견되었다.

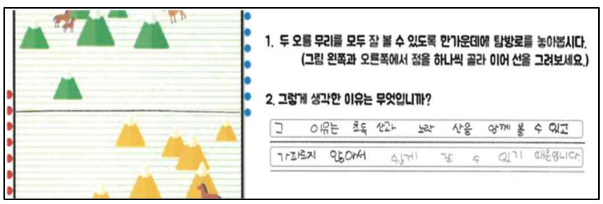


그림 10. 다시점으로 인한 오개념 예시
Figure 10. A case of misconceptions due to multi-point

4. 학습자 반응 및 질의 분석

학습을 마친 후 "서포트 벡터 머신에 대하여 잘 알게 되었나요?"라는 자기평가 항목에 대하여 학습자가 5점 리커트 척도로 응답한 결과는 표 4와 같았다. 응답 결과의 산술평균은 3학년에서 근소하게 더 높았다. 수업 중 관찰 내역, 활동지 수행 결과, 학습 결과 정리 내용 등 모든 지표에서 5학년 학습자의 평균적인 수업 이해도

가 3학년에 비해 확연하게 높았음에도 이러한 결과가 도출된 것은 학습에 대한 자기 만족도에서의 차이에서 비롯되었다.

표 4. SVM 이해도에 대한 자기평가 결과
Table 4. Self-assessment about understanding SVM

Grade	Strongly Agree	Agree	Neutral	Dis-agree	Strongly Disagree	Mean
3rd (N=18)	3	6	7	1	1	3.5
5th (N=16)	2	7	3	4	0	3.44

학습자가 기술한 수업 후 생각과 느낌을 워드 클라우드로 표현하면 그림 11과 같은 양상을 보인다. 3학년 학급에서는 “뿌듯하다”, “기쁘다”, “만족감을 느낀다” 등 긍정적인 감정의 표현이 5학년에서보다 상대적으로 많았다. 학습자 응답 분석 결과 이는 실질적인 학습 이해도와 별개로 SVM이라는, 학습자 입장에서 낯설고 어려운 요소에 대해 탐구한 경험에서 오는 자기효능감에서 기인하였다. 5학년 학급에서는 “어려웠다”는 응답이 비교적 더 많았던 것과 동시에 “더 배우고 싶다”는 의견이 과반의 학생들로부터 있었다.

그림 11. 학습자의 수업 후 반응에 대한 워드클라우드
Figure 11. Wordcloud about the learners' responses after the class

“서포트 벡터 머신에 대하여 더 알고 싶은 점이 있나요?”라는 학습 후 질문에 대한 유의미한 응답은 5학년에서 21건, 3학년에서 4건 있었다. 학습 태도 등 수업 주제와 관련이 없는 응답은 제외하였다. 이러한 수치상의 차이는 앞서 5학년 학습자의 느낀 점에서 추가적인 학습 의욕을 보인 학습자가 훨씬 많았던 양상을 뒷받침한다. 수집한 응답은 내용에 따라 ‘서포트 벡터 머신의 기원’, ‘서포트 벡터 머신의 원리’, ‘서포트 벡터 머신의 활용’이라는 세 가지 범주하에 표 5와 같이 분류할 수 있었다.

표 5. 학습자의 수업 후 질문
Table 5. The learners' questions after the classes

Category	The learners' questions after the classes
Origin of SVM	·Who created SVM? ·When was SVM created? ·How was SVM created? (3 students) ·Why was SVM created? ·Why SVM called ‘SVM’?
Operational Principle of SVM	·Where does SVM work? ·How does SVM work? (2 students) ·How can SVM categorize data? ·Can SVM categorize data in other ways? ·By what criteria does SVM categorize? ·Is the classification process complex? ·How can SVM be recorded? ·Is SVM related to x,y(function)? ·I want to know more about margin. ·If there is B data in A data class, how does SVM draw a boundary? ·What happens if the data is not in place? What if it moves? ·Can SVM lie? ·Who controls SVM?
Application of SVM	·How can SVM be applied in our everyday life? (3 students) ·What can SVM categorize? ·How can we code SVM? ·What more does SVM give us?

기원과 관련한 질의는 SVM이 누구로부터, 언제, 어떻게, 왜 만들어졌는지, 명칭의 유래가 무엇인지등을 포함한다. SVM의 역사는 Vladimir Vapnik이 1995년에 발표한 논문을 참고하여 상당 부분 설명할 수 있다. SVM의 원리에 대해서는 분류 기준과 과정에서부터, 수업에서 제시한 그림과 다르게 다른 클래스의 데이터가 서로 섞여 있을 경우 결정 경계를 구하는 방법까지 다양한 질문이 나왔다. 특히 인공지능 알고리즘인 SVM이 거짓말을 할 수 있는가에 대한 물음은 인공지능 윤리와 연관 지어 교육을 확장할 수 있는 가능성을 제시한다. 또한 SVM의 주요 역할인 데이터 분류가 실생활에서 어떻게 쓰이며, 이를 어떻게 코딩을 할 수 있는지에 대한 질의는 배움과 삶을 연결하는 교육의 중요성을 시사한다. 수합된 질의 내역은 다른 인공지능 알고리즘에 대해서도 학습자가 궁금증을 가질 수 있는 지점임을 유의해야 한다.

Ⅴ. 결 론

인공지능의 적용 영역이 날로 확대되고 있는 오늘날, 교육 분야에서도 인공지능 원리 교육에 대한 관심과 요구가 커지는 추세다. 이에 우리는 수학과, 사회과와 융합하여 SVM의 개념과 원리를 알아보는 인공지능 융합 교육 프로그램을 개발하였다. 또한 개발된 프로그램을 초등학교 중학년 및 고학년 학습자를 대상으로 각각 적용하며 학습자의 인지적 수행과 정의적 반응을 살펴보았다.

연구 결과 결정 경계를 비유적으로 설정하는 학습 과제에서 두 학년 모두 대부분 학습자는 기울기와 상관없이 아래에서 위로 뻗어나가는 형태의 선분을 경계선으로 그렸다. 서포트 벡터 머신과 관련된 주요 개념과 원리에 대한 전반적인 이해도는 3학년 학습자에 비해 5학년 학습자가 유의미하게 높았다. 특히 5학년 수업에서는 결정 경계에 대한 교수자의 설명을 듣기 전에도 결정 경계의 원리를 직관적으로 짐작하는 학습자가 다수 있었다. 이는 교육 프로그램의 설계 단계에서 모델의 직관적인 이해를 기대할 수 있는 SVM을 학습 주제로 설정하였던 것이 의미 있는 시도였음을 보여주었다. 또한 우리는 수직과 수직선, 평행과 평행선, 평행선 사이의 거리라는 수학과의 선행 지식이 학습자의 이해도에 영향을 미친다는 점도 유추할 수 있었다.

그러나 학습자 스스로 느끼는 SVM에 대한 이해 정도는 오히려 3학년 학습자에서 더욱 높았다. 이는 정의적 측면에서의 차이에서 원인을 찾아볼 수 있었다. 서포트 벡터 머신이라는 생소하고 도전적인 학습 요소가 중학년 학습자에게는 새로운 배움의 뿌듯함, 고학년 학습자에게는 배운 내용의 이해라는 측면에서 부각되는 경향이 있었던 것이다. 실제로 그 연장선상에서 고학년 학습자는 수업 후 학습 내용과 직결되는 유의미한 질의를 훨씬 많이 하였다.

이러한 연구 결과에 근거하여 우리가 초등학생을 대상으로 하는 AI 융합 교육의 개발 방향에 대하여 제안하는 바는 다음과 같다. 첫째, 인공지능 교육에서의 다양한 학습 주제는 접근 방법과 교육 목표에 따라 여러 학년에 유연하게 적용할 수 있다. 이를테면 본 논문에서처럼 같은 주제를 가지고 초등학교 고학년 이상 학습자는 개념과 원리의 탐구, 중학년 이하 학습자는 흥미와 관심 유발을 중점으로 하여 교육할 수 있다. 둘째, 교육 설계 시 타 교과 성취기준과의 적극적이고 합리적인 연계를 함으로써 교육 효과를 제고할 필요가 있다. 특히 수학과와 같이 계열성이 뚜렷한 교과에는 적용 학년에 대한 고려가 필수적이다. 셋째, 인공지능 알고리즘에 대한 교육 시 개념과 원리뿐만 아니라 유래와 실생활 활용도 내용 요소도 포함하는 것이 바람직하다. 이로써 학습자의 지적 호기심을 충족함과 동시에 융합 교육의 진가를 발휘할 수 있을 것이다.

본 논문에서의 연구는 적은 수의 학생을 대상으로 이루어져 일반화에 한계가 있다. 또한 적용 학교의 특성상 여학생만을 대상으로 하였다는 제한점을 가진다. 따라서 향후 프로그램의 적용 학생의 수와 다양성을 증대시키며 교육적 효과를 추가적으로 검증할 필요가 있다. 그리고 현장 수업에서의 관찰된 학습자 반응과 교수·학습적 요구를 반영하여 개발된 교육 프로그램의 완성도를 제고해야 한다. 앞으로 초등 학습자가 인공지능 알고리즘을 흥미롭고 효과적으로 학습할 수 있는 다양한 교육 프로그램이 활발하게 연구되길 기대한다.

References

[1] Ministry of Education, Korea (2021). Revised Curriculum General Guidelines Highlight.

[2] Shin, J. and Jo, M. (2021). Development and Implementation of an Activity-Based AI Convergence Education Program for Elementary School Students. *Journal of The Korean Association of Information Education,* 25(3), 437-448.

[3] Kim, T. and Lee, Y. (2022). Analysis of Research Trends in Elementary Artificial Intelligence Education. *2022 Winter Proceeding of the Korean Association of Computer Education,* 26(1), 285-287.

[4] Jang, Y. (2019). *Development of Unplugged Education Program for Elementary School AI Classes.* Seoul National University of Education.

[5] Kim, J. and Moon, S. (2021). Development of an AI Education Program based on Novel Engineering for Elementary School Students. *The Journal of Korea Elementary Education,* 32(1), 425-440.

[6] Jang, M. (2020). *Unplugged Education Program for Artificial Intelligence Education in Elementary Schools : Focus on 'Constraint satisfaction problem.* Gyeongin National University of Education.

[7] Choi, E. and Park, N. (2021). Application and Development of Machine Learning Training Program based on Understanding K-NN Algorithm. *Journal of The Korean Association of Information Education,* 25(1), 175-184
[8] Sim, S. (2021). *A Study on the Development and Effectiveness of Python-based Artificial Intelligence Education Program in Elementary School : Focusing on Machine Learning.* Daegu National University of Education.
[9] Ryu, M. and Han, S. (2019). AI Education Programs for Deep-Learning Concepts. *Journal of The Korean Association of Information Education,* 23(6), 583-590.
[10]Park, D. and Shin, S. (2021). A Study on the Educational Meaning of eXplainable Artificial Intelligence for Elementary Artificial Intelligence Education. *Journal of The Korean Association of Information Education,* 25(5), 803-812.
[11]Cheong, Y. and Lee, Y. (2022). A Case Study on the Convergence Education of Korean Studies Using Artificial Intelligence Contents. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction,* 22(5), 681-705.
[12]Lee, S. and Kim, T. (2021). Development of Integration Program for Artificial Intelligence Education for Elementary School Student. *2021 Winter Proceeding of the Korean Association of Computer Education,* 25(1), 245-248.
[13]Han, K. and Ahn, H. (2021). A Case Study of Artificial Intelligence Convergence Education using Entry in Elementary School. *Journal of Creative Information Culture,* 7(4), 197-206.
[14]Kim, H. and 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' -. *Journal of Korean Elementary Science Education,* 40(4), 433-442.
[15]Yi, S. and Lee, Y. (2021). Development of Artificial Intelligence Education based Convergence Education Program for Classifying of Reptiles and Amphibians. *Journal of Convergence for Information Technology,* 11(12), 168-175.
[16]Shin, W. (2020). A Case Study on Application of Artificial Intelligence Convergence Education in Elementary Biological Classification Learning. *Journal of Korean Elementary Science Education,* 39(2), 284-295.
[17]Song, J. (2021). Development and Validation of Artificial Intelligence Educationon the Environmental Education Based on Unplugged. *Journal of The Korean Association of Information Education,* 25(5), 847-857.
[18]Cho, H. (2021). *Cultivation of Sustainability Literacy through Earth Citizenship Education Using Artificial Intelligence Technology.* Seoul National University of Education.
[19]Yang, D. and Han, S. (2021). The Effect of A-STEAM Education Using Artificial Intelligence on Creativity of Elementary School Students. *Korean Association of Artificial Intelligence Education Transactions,* 2(3), 37-46.
[20]Lee, Y. (2021). Development and effectiveness analysis of artificial intelligence STEAM education program. *Journal of The Korean Association of Information Education,* 25(1), 71-79.
[21]Ministry of Education, Korea (2020). Comprehensive plan for information education[2020~2024].
[22]Kim, J. and Moon, S. (2021). Convergence Education Program Using Smart Farm for Artificial Intelligence Education of Elementary School Students. *Journal of The Korea Convergence Society,* 12(10), 203-210.
[23]Park, J. and Kim, S. (2022). Development and Application of Artificial Intelligence and Math Convergence Program in Specialized High School Classes - Focusing on the Equation of a Straight Line. *2022 Winter Proceeding of the Korean Association of Computer Education,* 26(1), 289-292.
[24]Ministry of Education, Korea (2020). Teacher's guide book for Mathematics(Grade 4, 2nd Semester).

※ This work was supported by the Ministry of Education of the Republic of Korea and the National Research Foundation of Korea (NRF-2022S1A5C2A04092269), and, this work was supported by the Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity(KOFAC) grant funded by the Korea government(MOE).