

The Effect of Novel Engineering-based Artificial Intelligence Education Program on Convergence Attitude of the Gifted Students in Computing Convergence

Ji-Yun Kim*

*Assistant Professor, Elementary Education Research Institute, Jeju National University, Jeju, Korea

[Abstract]

In this paper, we attempted to apply a novel engineering-based artificial intelligence education program to elementary gifted students in computing convergence and confirm changes in their convergence attitudes. To this end, we analyzed previous research on novel engineering and artificial intelligence education for talented students, and based on this, we selected books to learn artificial intelligence concepts and principles for each topic and completed a 15-session educational program. The developed program was applied to 10 giftedness in computing convergence over 15 lessons, and as a result of conducting the same convergence attitude test before and after class, it was confirmed that it had a positive effect on convergence attitude. This study is significant in that it suggests the possibility of novel engineering for artificial intelligence convergence education of gifted students.

▶ **Key words:** Novel Engineering, Giftedness in Computing, Artificial Intelligence Education, Gifted Education, Convergence Attitude

[요 약]

본 연구에서는 초등정보융합영재 학생들을 대상으로 노벨 엔지니어링 기반 인공지능 교육 프로그램을 적용하고 융합 태도의 변화를 확인하고자 하였다. 이를 위하여 노벨 엔지니어링 및 영재 학생 대상의 인공지능 교육에 대한 선행연구를 분석하고 이를 바탕으로 주제별 인공지능 개념 및 원리를 학습할 수 있는 도서를 선정하여 15차시 분량의 교육 프로그램을 완성하였다. 개발된 프로그램은 3회 15차시에 걸쳐서 정보융합영재 학생 10명에게 적용되었으며 적용 전-후 동일한 융합 태도 검사를 실시한 결과, 융합 태도에 긍정적인 영향을 미침을 확인할 수 있었다. 본 연구는 영재 학생의 인공지능 융합 교육을 위한 노벨 엔지니어링의 가능성을 제시하였다는 점에 의의가 있다.

▶ **주제어:** 노벨 엔지니어링, 정보영재, 인공지능교육, 영재교육, 융합 태도

I. Introduction

디지털 대전환으로 인한 급격한 변화가 사회 전 영역으로 확산되면서, 교육 영역에서도 디지털 기술의 도입을 통한 교육 현장 개선을 위해 각종 정책을 내놓고 있다. 대표적으로 교육부(2023)는 <디지털 기반 교육혁신 방안>을 통해 2025년부터 순차적으로 세계 최초의 인공지능 디지털교과서(AI-driven digital textbook, AIDT)를 교육 현장에 도입하며, 이를 위한 학교 현장의 디지털 인프라 구축과 교원 양성 계획을 수립하였다[1]. 또한 이에 대한 후속 조치로 교육부(2024)는 에듀테크, AI 디지털교과서, 생성형 AI 등을 활용한 교사 주도의 교실혁명을 강조하며 지원 정책을 내놓는 등 전방위적으로 교육 현장의 디지털 혁신을 유도하고 있다[2].

이러한 인공지능 활용교육과 함께 디지털 대전환의 핵심 기술인 인공지능 자체의 개념 및 원리에 대한 교육 또한 2022 개정 교육과정에서 강조되고 있다. 구체적으로 이전 교육과정에 비해 초·중학교의 자율 시간을 통해 정보 교육을 증배하여 운영하도록 교육과정 총론에 제시하였고 [3] 정보 교육과정을 통해 기존 교육과정에서 소프트웨어 교육 중심이었던 내용에 인공지능 관련 교과 및 영역 신설과 성취기준 수립 등으로 교육의 기반이 마련되었다[4].

인공지능 시대의 도래에 따라 인공지능 교육은 보통교육 측면에서뿐 아니라 수월성 교육의 측면에서도 중요하다. 전문 인력의 양성이 곧 핵심 기술 개발을 통한 국가 경쟁력과 직결되는 만큼, 아동기의 영재교육을 통한 공학 인재 양성은 지속해서 연구될 필요가 있는 주제이다.

최근 인문학적 상상력과 창의력이 결합된 공학 인재의 양성을 위한 인공지능 영재교육 방법론으로 스토리텔링의 중요성이 강조되고 있으며[5], 이에 본 연구에서는 스토리텔링 기반 교수법의 한 종류인 노벨 엔지니어링(Novel Engineering) 기반의 인공지능 영재교육 프로그램을 개발하고 그 교육적 효과성을 검증하고자 한다. 교육부(2020)에서는 정보 기반 인공지능 융합교육의 방법으로 노벨 엔지니어링을 제시하기도 하였으며[6] 관련 연구도 꾸준히 수행되고 있으나[7] 영재학생 대상의 연구는 거의 진행되고 있지 않은 상황이다. 이와 같은 배경에 따라 설정한 본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 초등정보융합영재학생을 위한 노벨 엔지니어링 기반 인공지능 교육 프로그램의 형태와 내용은 어떠한가?

둘째, 노벨 엔지니어링 기반 인공지능 교육 프로그램은 초등정보융합영재학생들의 융합 태도에 어떠한 영향을 미치는가?

II. Related Works

1. Novel Engineering

노벨 엔지니어링은 미국 Tufts University에서 개발된 문학과 공학의 융합교육 방식이다. 소설을 의미하는 단어 'novel'과 공학을 의미하는 'engineering'이 합쳐진 이름에서 유추할 수 있듯, 노벨 엔지니어링은 문학과 공학이 융합된 교육방식이다. 노벨 엔지니어링을 통해 학생들은 문학을 공학 설계의 기초로 삼아 책에서 정보를 끌어내고 문제를 정의하며 등장인물을 고객으로 생각한다. 또한 이야기의 맥락을 바탕으로 해결책을 만들고 등장인물의 문제에 대한 제한 사항을 확인한다[8]. 노벨 엔지니어링은 국내에 2016년경 도입되었다[9]. 이후 최근까지 다양한 영역과 대상으로 노벨 엔지니어링 연구가 진행되고 있으며 미래 융합형 인재 역량 함양, 교과 간 자연스러운 융합수업 등의 장점을 가지고 있는 교육 방법이다[7].

국내 도입 초기부터 현재까지 정보교육 영역에서 소프트웨어 교육 및 피지컬 컴퓨팅 등과 관련하여 수업 개발 및 효과성 검토 위주로 연구가 진행되고 있다[10-15]. 또한 활용하는 도서의 내용에 따라 다양한 영역에 적용이 가능한 노벨 엔지니어링의 특성상 다학제간 융합교육 연구도 진행되고 있다[16-19].

최근에는 인공지능 교육이 주목받으면서 인공지능 교육과 노벨 엔지니어링을 접목한 연구들이 수행되고 있다. 노벨 엔지니어링 기반 인공지능 교육 프로그램 개발 연구로 강지은과 구덕희(2021)는 초등학교 저학년 학습자를 위하여 9차시 분량의 인공지능 체험 및 원리 위주의 교육 프로그램을 개발하고 전문가 검토를 거쳐 제안하였다[20]. 김주현과 문성환(2021)은 인공지능 원리를 중심으로 하는 초등 4학년 대상의 14차시 분량의 노벨 엔지니어링 활용 인공지능 교육 프로그램을 개발 및 제안하였다[21]. 또한 최선유와 김귀훈(2023)은 초등 고학년 대상의 12차시 노벨 엔지니어링 활용 인공지능 윤리교육 프로그램을 개발하였다[22]. 한편 교육 현장에 적용하여 효과성을 검토한 연구로는 윤혜진, 김태호, 김귀훈(2023)은 초등학교 6학년 대상의 노벨 엔지니어링 기반 데이터 리터러시 교육 프로그램을 22차시 분량으로 개발하고 적용하였으며 학습자들의 데이터 리터러시에 긍정적인 향상이 있음을 확인하였다[23].

노벨 엔지니어링과 인공지능 교육을 접목한 기존 연구를 검토한 결과 대부분 수업 개발연구로 전문가 검토를 받아 타당성을 확보하였으나 실제 교육 현장에서 학생들을 대상으로 교육 효과성을 검토해 보지는 않은 한계가 있었

다. 현장 적용 연구의 경우 그 사례가 적고 데이터 영역 이외에 인공지능 원리에 대한 현장 적용 연구는 매우 부족하여 노벨 엔지니어링 기반 인공지능 교육 프로그램의 실제 교육적 효과성 검토 연구가 추가로 수행될 필요가 있다.

2. AI Education for Gifted Learners

인공지능이 전 영역에서 화두로 떠오르면서 영재교육 분야에서도 관련된 연구가 이루어지고 있다. 초등 영재 아동 대상의 인공지능 교육 연구로 문우종 외(2023)는 초등 5~6학년 정보영재학생 20명을 대상으로 인공지능 플랫폼을 활용한 딥러닝 원리 교육 프로그램 10차시를 설계 및 적용하여 인공지능 리터러시에 긍정적인 영향을 미침을 확인하였다[24]. 양창모(2022)는 초등학교 5, 6학년 영재 학생 25명을 대상으로 3차시의 인공지능 교육을 적용하고 인공지능 소양과 인공지능 태도가 유의하게 향상하였음을 확인하였다[25].

교과융합연구 사례로 박수진(2023)은 초등학교 5~6학년 발명 영재 학생들을 대상으로 인공지능 관련 개념과 윤리를 포함하는 AI 활용 발명교육 프로그램을 12차시 개발하여 적용하고 AI 가치 인식, AI 효능감, AI 리터러시 향상 등에 긍정적인 효과를 확인하였다[26]. 또한 김수현과 김동호(2024)는 인공지능과 과학의 개념과 원리를 융합하여 실생활 데이터 기반의 AI 초등과학 융합 프로그램을 16차시 개발하고 초등 영재 학생 15명에게 적용하여 데이터 리터러시, 인공지능 리터러시, 과학과 핵심역량, 과학적 태도에 유의미한 향상을 확인하였다[27].

본 연구에서 적용하고자 하는 노벨엔지니어링과 유사하게 스토리텔링을 인공지능 교육에 접목하는 기법으로 인공지능 스토리텔링 학습법이 있다. 관련 연구로 김진관과 한규정(2022)은 이 인공지능 스토리텔링 학습법 기반으로 개발한 12차시 분량의 생성형 인공지능 활용 교육 프로그램을 초등 5, 6학년 영재 학생 20명을 대상으로 적용하고 창의적 문제해결력에서 유의한 향상을 확인하였다[28]. 또한 한규정, 김진관(2023)은 인공지능 스토리텔링 교육 프로그램을 16차시 분량으로 개발하고 초등 5~6학년 영재 학생 19명에게 적용하여 학습몰입도의 향상을 확인하였다[29].

인공지능 스토리텔링 학습법은 문제 상황을 이야기 형태로 제시하고 인공지능 기술로 해결하는 과정에서 인공지능 알고리즘을 쉽고 자연스럽게 이해할 수 있도록 돕는 교육 방법으로 문제 상황 탐색 - 문제 발견 - 문제 해결 - 알고리즘 정리 - 적용의 단계를 거친다[26]. 이를 본 연구에서 적용하고자 하는 노벨 엔지니어링과 비교해 보면, 인

공지능 스토리텔링 학습법은 스토리를 통해 학습자들에게 어려운 인공지능의 개념과 원리를 자연스럽게 이해 및 적용할 수 있도록 한다는 점에서 개념 및 원리 학습에 강점이 있다. 또한 인공지능의 정수라 할 수 있는 알고리즘 자체에 집중한 수업이 가능하다는 점에서 심도 있는 정보교육에 적용하기 좋은 학습법이다.

한편, 노벨 엔지니어링은 문학적으로 가치가 있는 기존의 작품에서 문제 상황을 찾아 공학적으로 해결한다는 측면에서 등장인물에 공감하고 책 속의 맥락을 고려하는 등 [16] 문학작품의 깊은 읽기가 가능한 동시에 다양한 문제와 해결책을 설정할 수 있다는 점에서 프로젝트 기반의 수업에서 강점이 있다. 따라서 융합의 측면에서 어느 한쪽이 도구로 사용된다기보다 문학과 공학 두 측면 모두에서 긍정적인 효과를 미친다[10][17][19]. 본 연구의 연구 대상은 초등정보융합영재 학생들로, 융합에 강조점이 있으므로 본 연구에서는 두 스토리텔링 기반 인공지능 교육 기법 중 융합 키워드에 조금 더 강점이 있는 노벨 엔지니어링을 인공지능 교육 프로그램 개발의 방향으로 설정하였다.

III. Methods

1. Participants

본 연구에는 2023학년도 J 대학교 과학영재교육원 초등부 정보융합트랙 심화 과정 전체 재적인원 11명 중 본 프로그램의 적용 기간에 출석하지 않은 1명의 학생을 제외한 재학생 10명(남 6명, 여 4명)이 참여하였다. 참여자들은 초등학교 6학년 학생들로 기존에 수학, 과학, 발명, 정보 등 전년도에 다양한 영재교육 기본과정을 수료한 학생 중 지원자를 선발하여 전체 100시간의 교육과정이 운영되었으며 본 연구에서 개발한 교육 프로그램은 그 일부로서 편성되었다.

2. Research Design

본 연구에서는 개발한 노벨 엔지니어링 기반 인공지능 교육 프로그램을 초등정보융합영재 학생들에게 적용하고 그 교육적 효과성을 파악하기 위하여 단일집단 사전-사후 실험을 설계하였다. 이를 위하여 실험 처치 이전과 이후에 동일한 융합 태도 검사를 실시하여 변화를 측정하고자 하였으며, 실험 처치로는 15시간 분량의 노벨 엔지니어링 기반 인공지능 교육 프로그램을 개발하여 적용하였다. 한편, 사후 검사에는 추가로 만족도 검사를 실시하였다. 본 연구의 실험 설계는 Table 1과 같다.

Table 1. Research Design

G	O_1	X	O_2, O_3
-----	-------	-----	------------

G : Experimental group

O_1 : Pretest (Convergence attitude)

O_2 : Posttest (Convergence attitude)

O_3 : Posttest (Satisfaction)

X : Novel Engineering-based AI education program (15h)

3. Test scale

본 연구에서 개발한 교육 프로그램의 교육적 효과성을 확인하기 위하여 방담이, 김지영, 윤회정(2019)이 개발한 융합 태도 검사 도구를 활용하였다. 여기서 융합 태도란 '융합 교육을 통해 함양될 것으로 기대되는 정서적, 감성적 특성'을 의미하며 [30] 해당 도구는 본 연구에서 지향하는 인문학과 공학의 융합과 연구 대상 학생들이 정보융합 트랙 영재학생들임을 고려하여 선정하였다. 원 검사지는 중학생을 대상으로 개발되었으나 본 연구의 대상자가 초등학교 6학년 영재 학생임을 고려하여 원 검사지의 문항을 그대로 활용하였다. 융합 태도 검사 도구는 총 31개 문항으로 구성되어 있으며, 영역별 문항 수 및 각 영역의 신뢰도는 Table 2와 같다.

Table 2. Composition of test scale

Area	Number of items	Cronbach's α
Interest in various disciplines	8	.899
Aesthetic sensitivity	8	.900
Commitment to the integrated task	5	.937
Comprehension and tolerance about difference	6	.937
Willingness to integrate disciplines	4	.942

사후 검사에서는 융합 태도 검사 이외에도 전체적인 교육 프로그램의 만족도를 확인하기 위하여 Holsapple & Lee-post(2006)의 학습자 만족도 문항 4개를 추가하였다 [31]. 해당 문항의 Cronbach's α 는 .899로 신뢰할 수 있는 것으로 확인되었다. 이외에 노벨 엔지니어링을 활용한 융합수업에 대한 소감을 기재하는 자유 서술형 문항을 2개 추가하여 사후 검사를 진행하였다.

4. Data Collection and Analysis

본 연구의 교육적 효과성을 측정하기 위한 설문은 연구 참여자를 대상으로 전체 교육 프로그램 적용 전·후에 설문

지를 배부하여 회수하는 방식으로 진행하였다. 자유 서술형 문항 2개를 제외한 각 문항에 대한 응답은 리커트 5점 척도(전혀 그렇지 않다(1) ~ 매우 그렇다(5))로 수집되었다. 수집된 응답은 SPSS Statistics V21을 활용하여 기술통계, 대응 표본 t 검정, 신뢰도 분석을 실시하였다.

IV. Results

1. Development of the Education Program

초등정보융합영재학생을 위한 노벨 엔지니어링 기반 인공지능 교육 프로그램은 이야기 속에서 문제를 발견하고 해결하는 노벨 엔지니어링의 특성을 고려하여 '이야기로 배우는 인공지능'이라는 테마로 설계되었다. 본 연구에서 다루는 인공지능 개념과 원리가 기본적으로 다소 난이도 있기에 학생들이 조금 더 쉽고 재미있게 이해할 수 있도록 피지컬 컴퓨팅 교구인 햄스터 로봇을 활용하였다. 햄스터 로봇을 이용한 소프트웨어 교육이 초등학생 학습자들에게 흥미를 높일 수 있기 때문이다[32]. 본 연구에서 제안한 교육 프로그램의 전체적인 햄스터 로봇 활용 콘텐츠는 햄스터 스쿨의 콘텐츠를 기반으로 본 연구의 대상과 방법을 고려하여 응용, 수정 및 개발하여 교육자료에 반영하였다 [33].

먼저 1주차의 'OT 및 개발 환경설정' 파트에서는 전체 프로그램을 소개하고 AI의 주요 개념 및 원리를 설명하였다. 이후 활용 도구를 소개하고 필요한 프로그램을 설치하며 '나는야 햄스터 아이돌!'이라는 간단한 도입 미션을 통해 햄스터 로봇이 노래에 맞춰 춤을 추거나 직접 노래를 부를 수 있도록 하며 놀이 형식으로 교구 활용 방법을 익혔다.

이후 '내 마음을 알아줘' 파트에서는 이상고 작가의 동화 <화난 얼굴 웃는 얼굴>을 활용하여 노벨 엔지니어링을 수행하였다. 먼저 이야기를 파악하고 내용에서 문제 상황을 포착하여 주인공이 자신의 감정을 이해하고 건강한 방법으로 부정적인 감정을 해소할 수 있도록 하는 것을 해결책으로 설정하였다. 그리고 주인공이 이를 연습하기 위한 방법으로 AI의 감정 파악 원리를 이해하고 감정 분류 모델을 직접 제작해 보았다. 이후 모델을 활용해서 나를 위로 해 주는 감정 로봇을 만들고, 스스로 감정을 이해하여 다스릴 수 있도록 보조하는 로봇을 선물하며 주인공에게 줄편지를 작성하는 것으로 활동을 설계하였다.

2주차의 '이 똥이 네 똥이나?' 파트에서는 독일의 아동 문학가 베르너 홀츠바르트의 동화인 <누가 내 머리에 똥 싸었어?>를 주제로 두더지 머리에 떨어진 똥의 범인을 찾기

위해 의사결정트리를 이용하여 똥의 형태를 기준으로 범인을 찾고, 이미지 분류 프로그램을 만들어 범인 찾기 로봇을 제작하는 프로젝트를 수행하도록 하였다.

‘만선의 꿈’ 파트에서는 어니스트 헤밍웨이의 소설 <노인과 바다>를 바탕으로 장기간 물고기를 잡지 못한 노인을 돕기 위해 k-평균 알고리즘을 이용하여 물고기 출몰 위치를 바탕으로 군집화한 낚시 포인트 추천 지도와 포인트 자동 탐색 햄스터 보트를 제작하는 활동을 구성하였다.

3주차의 ‘작은 고추가 맵다.’ 프로젝트에서는 이솝우화 <사자와 생쥐>를 활용하여 생쥐가 사자에게 은혜를 갚기 위해 함정을 피하는 똑똑한 햄스터 보트를 선물해서 사자가 함정을 잘 피해 다닐 수 있도록 강화학습을 활용하여 로봇을 훈련하는 프로젝트를 설계하였다.

마지막 ‘종합 프로젝트’ 단계에서는 그림 형제의 <빨간 모자>를 활용하여 배운 내용을 바탕으로 스스로 문제를 포착하고 공학적 해결 방식을 제안할 수 있도록 하는 프로젝트 수업을 준비하였다. 문제 상황, 해결책, 결과물, 뒷이야기 이어쓰기, 주인공에게 편지쓰기 등은 패들렛을 통해 공유하도록 하였다.

‘이야기로 배우는 인공지능’ 교육 프로그램의 전체적인 구성은 Table 3과 같다.

2. Application of the Education Program

본 연구에서 개발된 노벨 엔지니어링 기반 인공지능 교육 프로그램은 J 대학교 부설 과학영재교육원 초등 정보융합영재 심화반 학생 10명을 대상으로 2023년 9월에서 10월 3회에 걸쳐 15시간 동안 적용되었다. 수업 장면 일부는 Fig. 1과 같다.

강의에 필요한 자료는 노션(Notion)을 이용하여 웹페이지 형식으로 제공되었으며 강의 PPT, 학습자료 링크, 동영상, 도서 관련 자료 등으로 구성되었다. 학생들에게 제공된 강의 자료의 일부는 Fig. 2와 같다.



Fig. 1. Scene of the class

EP3. 만선의 꿈

강의자료(수정)

EP3. 만선의꿈(수정).pdf 5405.0KB

1. 해양쓰레기 분류 로봇 학습시키기

AI for Oceans #CSforGood
Learn about AI, machine learning, training data, and bias, while exploring ethical issues and how AI can be used to address world problems. Computer science is about so much more than coding!
<https://code.org/oceans>

2. K-평균 알고리즘 시각화

Visualizing K-Means Clustering
January 19, 2014
<https://www.naftaliharris.com/blog/visualizing-k-means-clustering/>

3. 오늘의 이야기 파악하기

[영화로 보는 북유럽] 헤밍웨이 노벨상 『노인과 바다』 노인과 바다 by 어니스트 헤밍웨이
<https://youtu.be/v5T56Du-gE7s>

Q&A 사용 권한을 요청하세요

Fig. 2. Learning Materials

Table 3. Contents of “Learning AI with Stories”

Week	Theme	Book	AI Concept	Time
1	Orientation & Environment setting	-	AI	2h
	Notice My Feeling	Angry Face Smiley Face	Supervised Learning (Classification)	3h
2	Is this your poop?	The Story of the Little Mole Who Knew It Was None of His Business		2h
	The dream of returning with a full load of fish	The Old Man and the Sea	Unsupervised learning (Clustering)	2h
3	A little goes a long way	The Lion and the Mouse	Reinforcement Learning	2h
	Novel Engineering project	Little Red Riding Hood	-	4h
Total				15h

프로젝트 진행 중 모두의 의견을 공유해야 하는 경우 패들렛(Padlet)을 활용하여 게시하고 댓글로 의견을 교환할 수 있도록 했다. 제시된 패들렛 일부는 Fig. 3과 같다.



Fig. 3. Padlet Page for the Project

3. Educational Effect

3.1 Convergence Attitude

본 연구에서 개발한 교육 프로그램의 교육적 효과성을 확인하기 위하여 실험 처치 전, 후에 사전 검사와 사후 검사로서 동일한 융합 태도 검사를 실시하였다. 분석에 앞서 표본 수가 $n = 10$ 로 정규분포를 만족하는지 확인하기 위하여 하위영역별 Shapiro-Wilk 정규성 검정을 실시하였다. 그 결과 유의수준 .05에서 전 영역의 사전-사후 검사 점수 차이가 정규분포를 따르는 것으로 확인되어 대응 표본 t 검정을 실시하였다. Shapiro-Wilk 정규성 검정 결과는 Table 4와 같다.

Table 4. Result of Shapiro-Wilk test

Area	W	p
Interest in various disciplines	.948	.643
Aesthetic sensitivity	.860	.076
Commitment to the integrated task	.911	.289
Comprehension and tolerance about difference	.898	.209
Willingness to integrate disciplines	.872	.104

사전-사후 검사 결과에 대한 대응 표본 t 검정 결과, 전 영역에서 프로그램 적용 전보다 후에 평균이 오른 걸 확인할 수 있었다. 영역별로 살펴보면 다양한 분야에 대한 흥미의 경우 사전 평균 33.9, 사후 평균 38.2, t 값 -4.119, 유의확률 .003으로 유의수준 .05에서 통계적으로 유의한 향상을 확인하였다($p < .05$). 융합과제 해결에 대한 의지는 사전 검사 평균 21.5, 사후 검사 평균 23.9이며 t 값 -3.582, 유의확률 .006으로 통계적으로 유의한 변화임이 확인하였다($p < .05$). 한편, 차이에 대한 이해와 수용은 사전 평균 25.5, 사후 평균 28.2로 향상하였으며 이는 t 값 -

3.304, 유의확률 .009로 통계적으로 유의한 향상이었다($p < .05$). 또 다른 하위 영역인 교과융합에 대한 의지는 사전 평균 16.3, 사후 평균 18.7, t 값 -3.417, 유의확률 .008로 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < .05$).

한편 심미적 감성 요인은 사전 평균 29.6, 사후 평균 34.4로 향상하였으나 t 값 -2.207, 유의확률 .055로 통계적으로 유의하지는 않은 것으로 나타났다($p > .05$). 융합 태도에 대한 대응 표본 t 검정 결과는 Table 5와 같다.

Table 5. Result of paired t test

Area	test	n	m	SD	t	p
Interest in various disciplines	pre	10	33.9	5.36	-4.119	.003*
	post	10	38.2	3.29		
Aesthetic sensitivity	pre	10	29.6	5.78	-2.207	.055
	post	10	34.4	6.06		
Commitment to the integrated task	pre	10	21.5	3.66	-3.582	.006*
	post	10	23.9	2.33		
Comprehension and tolerance about difference	pre	10	25.5	4.50	-3.304	.009*
	post	10	28.2	2.70		
Willingness to integrate disciplines	pre	10	16.3	3.71	-3.417	.008*
	post	10	18.7	1.89		

* $p < .05$

이러한 변화를 원 검사지에 융합 태도의 측면에서 해석하면 융합 태도 변화의 관점에서 본 연구에서 개발된 노벨 엔지니어링 기반 인공지능 교육 프로그램이 융합 교육을 통해 함양할 수 있는 정서적, 감성적 특성인 융합 태도를 전반적으로 향상시켰음을 유추할 수 있다[30]. 구체적으로 다양한 교과 영역에 대한 관심과 흥미가 향상되었으며, 융합에 대한 가치와 필요성을 인식하여 융합을 실천하려는 의지가 향상되었다. 다만 융합 교육을 통해 함양할 수 있는 감성적 특성을 의미하는 심미적 감성 영역은 향상이 확인되지 않았다. 이 영역의 문항들은 '나는 예술작품에서 느낀 감정을 다양한 방법으로 표현할 수 있다.'와 같이 예술 영역과 관련된 문항들로, 본 연구에서 개발된 프로그램에 예술적인 측면이 추가적으로 개선될 필요가 있음을 시사한다.

3.2 Satisfaction

만족도의 경우 4개 문항으로 제시되었으며 전반적 만족도, 학습경험, 수업 구성, 추천 의향 모든 문항의 평균이 4.9 또는 5.0으로 만점에 가까운 만족도를 보여 개발된 수업 프로그램에 학습자들이 매우 만족하였음을 확인할 수 있었다. 만족도 조사 결과는 Table 6과 같다.

Table 6. Result of satisfaction test

Area	n	m	SD	Min	Max
Overall satisfaction	10	4.9	.316	4	5
Learning experience	10	4.9	.316	4	5
Curriculum	10	4.9	.316	4	5
Intend to recommend	10	5.0	.000	5	5
Total	10	19.7	.949	17	20

노벨 엔지니어링을 활용한 융합 수업에 대한 소감을 묻는 자유서술형 문항에 대한 응답으로 문학과 공학을 융합한 수업에 대한 신선함(‘새로운 경험이 되어 재밌었다.’, ‘문학과 공학의 조합이 신선했고 그게 재밌었다.’, ‘다른 수업과 방식이 많이 달라서 신기하고 약간은 신선했다.’, ‘등장인물의 문제상황을 발견하고 AI를 활용해 등장인물을 돕는다는 것이 새로웠다.’, ‘문학을 포함한 다른 교과와도 공학과 융합수업을 했으면 좋겠다.(예: 미술과 공학, 수학과 공학 등)’, 이야기를 통한 공학적 문제 해결에 대한 흥미(‘이전까지는 그냥 열심히 만드는 것이었는데 이야기 속 등장인물에게 도움을 줄 수 있게 코딩을 하니 흥미를 유발할 수 있어서 좋았다.’, ‘이야기를 활용해서 더 재밌었다.’, ‘AI를 이야기로 엮은 점이 인상깊고 재밌게 수업할 수 있었다.’, ‘예전에 읽었던 동화들에 코딩을 합쳐서 무언가를 만든다는 게 재밌었다.’), 프로젝트형 수업에 대한 즐거움(‘예전에 읽었던 동화들에 코딩을 합쳐서 무언가를 만든다는 게 재밌었다.’, ‘창작하는 활동도 있다 보니 더 즐겁게 할 수 있었다.’) 등이 도출되어 영재학생들이 개발된 교육 프로그램에 즐겁게 참여하였음을 확인할 수 있었다.

V. Conclusions

본 연구에서는 영재 학생의 인공지능 융합교육 방법으로 노벨 엔지니어링을 적용한 교육 프로그램을 개발 및 적용하고 그 교육적 효과성을 확인하고자 하였다. 이를 위하여 15차시 분량의 노벨 엔지니어링 기반 인공지능 교육 프로그램을 개발하고 이를 10명의 초등정보융합영재 학생들에게 적용하였으며 적용 전·후의 융합 태도의 변화를 살펴 교육적 효과성을 확인하였다. 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 초등정보융합영재 학생들을 대상으로 문학과 공학을 융합한 문제 해결을 경험할 수 있는 15차시 분량의 노벨 엔지니어링 기반 인공지능 교육 프로그램을 개발하였다. 이를 위해 각 수업에서 다룬 인공지능 개념 및 원리

를 결정하고 이에 적합한 도서를 선정하여 수업 내용을 구조화하였다. 전 세계적으로 인문, 사회, 공학의 융합적 접근을 통한 학제 간 연구가 활발한 현 상황에서, 스토리텔링 기법을 적용하면 인문학적 소양을 기반으로 한 상상력과 창의적 사고를 공학 기술과 접목하여 문제를 해결하는 창의적 인재 양성이 가능하대[5]는 점에서 본 연구는 의의가 있다.

둘째, 노벨 엔지니어링 기반 인공지능 융합교육 프로그램은 초등정보융합영재 학생들의 융합 태도 향상에 긍정적인 영향을 미친다. 개발한 교육 프로그램의 수업 적용 이전과 이후에 실시된 동일한 융합 태도 검사[30]에서 학습자들의 융합 태도 전 영역의 평균이 상승하였으며, 그중 다양한 분야에 대한 흥미, 융합과제 해결에 대한 의지, 차이에 대한 이해와 수용, 교과융합에 대한 의지 영역에서 통계적으로 유의한 향상을 확인할 수 있었다. 이는 문학작품을 읽고 등장인물의 문제 상황을 발견하고 해결책을 고안하여 설계 및 수정하고 이야기를 바꾸어 써보는 노벨 엔지니어링의 일련의 과정[7]이 영재 학생의 융합에 대한 태도에 긍정적인 영향을 미쳤음을 시사한다.

셋째, 노벨 엔지니어링을 접목하여 영재교육에서 인문학과 공학의 자연스러운 융합을 추구하는 구체적 방법론을 제시하였다. 기존의 융합영재교육은 대부분 STEAM 교육 위주로 진행되고 있다. STEAM 교육은 영재교육 영역에서 융합이 활발하게 일어나도록 촉진하였으나, 주로 과학·수학 중심으로 운영되어 인문학을 포함한 다양한 분야의 연계 시도가 필요하대[37]. 본 연구에서 제안한 노벨 엔지니어링은 STEAM 교육 연구에서 상대적으로 적게 활용된 교과인 인문학[37-38]을 자연스럽게 공학에 접목하여 문제 해결을 유도하고, 그 과정에서 깊은 독서가 가능해지므로 공학과 인문학의 어느 한 쪽에 치우친 교육이 아닌 두 영역 모두의 가치와 필요성, 관심과 흥미를 느끼게 되어 본 연구에서 추구하는 융합 태도에 매우 적합한 교육 방법이다[30].

한편 본 연구의 한계점은 영재 학생 대상 연구의 특성상 한계로 일반화 하기 어려운 수의 연구 대상자로 연구가 수행되었다는 점이다. 이에 따라 본 연구의 내용이 일반화되기 위해서는 다양한 환경과 배경의 학습자들을 대상으로 연구가 추가로 수행될 필요가 있다. 나아가 후속 연구로서 영재 학생 이외의 일반 학생들을 대상으로 확장한 연구도 수행될 필요가 있다.

본 연구를 바탕으로 제언하고자 하는 바는 다음과 같다.

첫째, 노벨 엔지니어링 기반의 인공지능 교육에 대한 교육 현장 적용과 효과성 검토 연구가 지속해서 이루어져야

한다. 이는 기존에도 지적된 바 있으나[34] 여전히 노벨 엔지니어링 기반 인공지능 교육의 교육적 효과성에 관한 연구는 충분하지 않은 것으로 분석되었다. 노벨 엔지니어링이 인공지능 융합교육을 위한 의미 있는 교수법으로 제안되는 만큼[6] 현장에의 적용을 위한 추가적인 연구가 진행되어야 할 필요가 있다.

둘째, 영재 학생을 위한 인공지능 교육 연구가 다각도로 이루어질 필요가 있다. 인공지능 핵심 기술에 대한 내용은 정보 영재 학생 대상으로 이루어지는 것이 당연하다. 하지만 인공지능 시대라고 불릴 만큼 인공지능의 발전이 비약적인 현 상황에서 전 영역의 영재 학생을 대상으로 해당 분야와 인공지능을 관련짓는 연구가 활발히 이루어질 필요가 있다. 최근 타 분야의 영재 학생 대상 인공지능 교육 연구로 생성형 인공지능을 활용한 연구[35], 그 외 인공지능 활용[26] 및 원리[27][36]를 다루는 연구도 진행되고 있으나 그 분야가 한정적이다. 미래의 국가 경쟁력과 직결되는 영재 학생들이기에, 미래 사회의 변화와 관련된 영재교육에 대한 연구가 지속적으로 수행되어야 한다.

ACKNOWLEDGEMENT

This work was supported by the research grant of Jeju National University in 2023.

REFERENCES

- [1] Ministry of Education of Korea, Digital-driven Education Reform Plan Announced, <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=94011&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=59&s=moe&m=020402&opType=N>
- [2] Ministry of Education of Korea, Beginning a classroom revolution led by teachers by supporting autonomous teaching innovation in the field., <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=98300&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=1&s=moe&m=020402&opType=N>
- [3] Ministry of Education of Korea, The National Framework for the Elementary and Secondary Curriculum(Proclamation of the Ministry of Education #2022-33 [Annex 1]), <https://ncic.re.kr/mobile.brd.ntc.view.do>
- [4] Ministry of Education of Korea, Practical Arts (Technology & Home Economics) / Informatics Curriculum(Proclamation of the Ministry of Education #2022-33 [Annex 10]), <https://ncic.re.kr/mobile.brd.ntc.view.do>
- [5] H. D. Yeo, and H. K. Kang, "A Study on the Methodology for AI Gifted Education in the Era of AI - Focused on AI+ST Learning Method," *Journal of Gifted/Talented Education*, Vol. 30, No. 2, pp. 89-111, June 2020. DOI: 10.9722/JGTE.2020.30.2.89
- [6] Ministry of Education of Korea, Education Policy Direction and Core Subjects in the Era of Artificial Intelligence, <https://www.korea.kr/archive/expDocView.do?docId=39237>
- [7] K. Hong, "A theoretical Review on Novel Engineering through the Case Studies," *Journal of Practical Engineering Education*, Vol. 15, No. 3, pp. 625-633, Nov. 2023. DOI: 10.14702/JPEE.2023.625
- [8] E. Milto, M. Portsmore, J. Watkins, M. McCormick, and M. Hynes, "Novel Engineering, K-8" nsta Press, pp. vii-xi, 2020.
- [9] K. Hong, "An Introduction of Robotics Education in Tufts University -Workshops at CEEO-," *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 20, No. 2, pp. 171-178, April 2016. DOI: 10.14352/jkaie.2016.20.2.171
- [10] J. Y. Hong, "Development and application of SW program based on Novel Engineering for improving creative problem solving ability of elementary students," *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 19, No. 12, pp. 2315-2321, Dec. 2018. DOI: 10.9728/dcs.2018.19.12.2315
- [11] H. Yang, and T. Kim, "The Effect of the Physical Computing Convergence Class Using Novel Engineering on the Learning Flow and the Creative Problem Solving Ability of Elementary School Students," *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 23, No. 3, pp. 557-569, Jun. 2021. DOI: 10.14352/jkaie.2021.25.3.557
- [12] K. Hong, W. J. Lee, and J. H. Yoo, "An Effects of Blended Novel Engineering on Improving Creative Problem-Solving Ability," *Journal of The Industrial Convergence*, Vol. 19, No. 1, pp. 27-32, Feb. 2021. DOI: 10.22678/JIC.2021.19.1.027
- [13] T. R. Kim, and S. G. Han, "SW Convergence Based Nobel Engineering (NE) Effects on Reading Motivation and Learning Immersion," *The Journal of Education*, Vol. 41, No. 2, pp. 29-48, Jun. 2021. DOI: 10.25020/je.2021.41.2.29
- [14] H. N. Song, and T. R. Kim, "The Impact of a Novel Engineering class using digital prototyping tools," *Journal of The Korean Association of Artificial Intelligence Education*, Vol. 4, No. 3, pp. 66-75, Dec. 2023. DOI: 10.52618/aied.2023.4.3.7
- [15] H. N. Song, and T. R. Kim, "The Effect of Novel Engineering (NE) Education using VR authoring tool on STEAM literacy and Learning Immersion," *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 26, No. 3, pp. 153-165, Jun. 2022. DOI: 10.14352/jkaie.2022.26.3.153
- [16] S. Y. Yoo, and J. G. Choi, "A Study on Design of Integrated Ecological Program for Elementary School Environmental Education Based on the Novel Engineering," *Journal of Holistic Convergence Education*, Vol. 26, No. 1, pp. 31-50, Mar. 2022. DOI: 10.35184/kshce.2022.26.1.31

- [17] H. K. Sung, and S. H. Moon, "Development of a Maker Education Program Based on Novel Engineering for Fostering Environmental Attitudes of Elementary School Students," *Journal of Energy and Climate Change Education*, Vol. 12, No. 3, pp. 249-258, Dec. 2022. DOI: 10.22368/ksece.2022.12.3.249
- [18] B. Kim, and H. Kim, "Impact of Novel Engineering-Based Ecological Environmental Education Program on Elementary School Students' Environmental Competency and Attitude toward Using Artificial Intelligence," *Journal of Korean Practical Arts Education*, Vol. 37, No. 2, pp. 187-206, Jun. 2024. DOI: 10.24062/kpae.2024.37.2.187
- [19] K. C. Hong, and E. Choi, "Development and effectiveness of a Novel Engineering-based lesson plan for integrating music and other disciplines," *Journal of Music Education Science*, No. 58, pp. 1-19, Jan. 2024. DOI: 10.30832/JMES.2024.58.1
- [20] J. Kang, and D. Koo, "Development of Artificial Intelligence Education Program for the Lower Grades of Elementary School," *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 25, No. 5, pp. 761-768, Oct. 2021. DOI: 10.14352/jkaie.2021.25.5.761
- [21] J. Kim, and S. Moon, "Development of an AI Education Program based on Novel Engineering for Elementary School Students," *The Journal of Korea Elementary Education*, Vol. 32, No. 1, pp. 425-440, Mar. 2021. DOI: 10.20972/Kjee.32.1.202103.425
- [22] S. Y. Choe, and K. Kim, "Development of Artificial Intelligence Ethics Education Program for Senior Elementary School Students Using Nobel Engineering," *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 23, No. 22, pp. 573-585, Nov. 2023. DOI: 10.22251/jlcci.2023.23.22.573
- [23] H. J. Yun, T. Kim, and K. Kim, "Development an Application of a Novel Engineering-Based Data Literacy Education Program for Elementary Students," *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 23, No. 22, pp. 657-677, Nov. 2023. DOI: 10.22251/jlcci.2023.23.22.657
- [24] W. Moon, B. Kim, S. Ko, E. Ko, and J. Kim, "Development and Application of Artificial Intelligence Education Programs centered on Deep Learning Principles," *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 27, No. 3, pp. 225-234, Jun. 2023. DOI: 10.14352/jkaie.2023.27.3.225
- [25] C. Yang, "The Effect of AI Learning Program on AI Attitude and Literacy of Gifted Children in elementary Schools," *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 26, No. 1, pp. 35-44, Feb. 2022. DOI: 10.14352/jkaie.2022.26.1.35
- [26] S. J. Park, "Development and Effectiveness of Invention Gifted Education Program Using AI," *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 23, No. 8, pp. 81-95, Apr. 2023. DOI: 10.22251/jlcci.2023.23.8.81
- [27] S. H. Kim, and D. H. Kim, "Development and Application of AI Elementary Science Convergence Program Based on Real-Life Data," *Journal of Creative Information Culture*, Vol. 10, No. 2, pp. 115-127, May 2024. DOI: 10.32823/jcic.10.2.202405.115
- [28] J. K. Kim, and K. Han, "The Effect of the Artificial Intelligence Storytelling Education Program on the Learning Flow," *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 26, No. 5, pp. 353-360, Oct. 2022. DOI: 10.14352/jkaie.2022.26.5.353
- [29] K. Han, and J. K. Kim, "The Impact of a Generative AI Utilization Education Program on the Creative Problem-Solving Skills of Gifted Students," *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 27, No. 5, pp. 601-609, Oct. 2023. DOI: 10.14352/jkaie.2023.27.5.601
- [30] D. Bang, J. Kim, and H. Yoon, "The Development and Validation of Instrument for Measuring Convergence Attitude," *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 19, No. 10, pp. 375-392, May 2019. DOI: 10.22251/jlcci.2019.19.10.375
- [31] C. W. Holsapple, and A. Lee-post, "Defining, Assessing, and Promoting E-Learning Success: An Information Systems Perspective," *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, Vol. 4, No. 1, pp. 67-85, Jan. 2006. DOI: 10.1111/j.1540-4609.2006.00102.x
- [32] J. Noh, and K. H. Park, "The Interest of Activity and Learning Contents in SW Education Using Robot: Focused on Hamster Robot," *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 23, No. 1, pp. 85-95, Feb. 2019. DOI: 10.14352/jkaie.2019.23.1.85
- [33] K. H. Park, Hamster School, <https://hamster.school/>
- [34] J. Y. Kim., and K. Kim, "The Educational Effect of Novel Engineering on Artificial Intelligence Convergence Liberal Arts Course for Pre-service Teachers," *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 26, No. 6, pp. 507-515, Dec. 2022. DOI: 10.14352/jkaie.2022.26.6.507
- [35] I. Choi, and J. Sim, "The Effect of a Science Storybook Creation Program Using Generative Artificial Intelligence on the Self-efficacy and Creative Problem-solving Ability of the Science Gifted Students in Elementary School," *Journal of Science Education for the Gifted*, Vol. 15, No. 3, pp. 419-429, Dec. 2023. DOI: 10.29306/jseg.2023.15.3.419
- [36] H. Nam, "Development of Pre-Engineering Education Program focus on Turing Machine," *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, Vol. 7, No. 1, pp. 805-514, Jan. 2017. DOI: 10.14257/AJMAJHS.2017.01.41
- [37] H. R. An, and M. H. Yoo, "Analysis of Research Trends in STEAM Education for the Gifted," *Journal of Gifted/Talented Education*, Vol. 25, No. 3, pp. 401-420, Jun. 2015. DOI: 10.9722/JGTE.2015.25.3.401
- [38] K. Y. Lee, and G. N. Lee, "An Analysis of Research Trends about Elementary STEAM in Korea: Focusing on Master's and

Doctoral Dissertations,” Journal of Korean Practical Arts Education, Vol. 36, No. 4, pp. 97-115, Dec. 2023. DOI: 10.24062/kpae.2023.36.4.97

Author



Ji-Yun Kim received the B.S. in Elementary Education from Jeonju National University of Education, Korea, in 2013. and she received M.S. and Ph.D. degrees in Computer Education from Korea National University of

Education, Korea, in 2018 and 2021, respectively. Dr. Kim has been a Assistant Professor in the Major in Primary Computer Education at Jeju National University, Jeju, Korea since 2022. She is interested in computer education, AI education, and convergence education.