



감성 컴퓨팅을 활용한 사회정서학습(SEL) 기반 AI 소셜 로봇 메이커 교육 프로그램 개발*

Development of an AI Social Robot Maker Education Program Based on Social-Emotional Learning(SEL) Utilizing Affective Computing

이은지[†] · 송기상^{††} 

Eun-Ji Lee[†] · Ki-Sang Song^{††}

요약

본 연구는 사회정서학습(Social-Emotional Learning, SEL)을 기반으로 감성 컴퓨팅(Affective Computing)을 활용한 AI 소셜 로봇 메이커 교육 프로그램을 개발하고, 그 교육적 효과를 분석하였다. 본 프로그램은 데이터-AI-로봇을 연계한 프로젝트 기반 학습 방식으로 설계되었으며, 학습자들이 직접 데이터를 수집·분석하고, AI 모델을 설계·개발하며, 로봇을 제작하는 과정을 단계적으로 경험하도록 구성하였다. 교육 효과성을 검증하기 위해 서울 소재 중학교 2학년 200명을 대상으로 12차시의 수업을 적용한 결과, AI 리터러시는 매우 큰 효과 크기와 함께 통계적으로 유의하게 향상되었으며($p < .001$), 창의적 문제해결력 또한 통계적으로 유의하게 증가하였다($p < .001$). 아울러 사회정서역량 또한 모든 하위 영역에서 긍정적인 변화를 보였다. 이러한 결과는 학습자의 감성과 사회정서를 반영한 본 교육 프로그램이 기술적 역량뿐만 아니라 사회정서적 역량까지도 균형 있게 함양하는 데 효과적임을 시사한다.

주제어 AI 소셜 로봇, 감성 컴퓨팅, 사회정서학습, AI 리터러시, 창의적 문제해결력, 메이커 교육, 휴머노이드, 인공지능 융합교육

ABSTRACT

This study developed an AI social robot maker education program based on Social-Emotional Learning(SEL) and Affective Computing, and analyzed its educational effectiveness. The program was designed using a project-based learning approach that integrates the Data-AI-Robot framework. It was structured to enable learners to sequentially experience the process of collecting and analyzing data, designing and developing AI models, and making robots. To evaluate its educational effectiveness, a 12-session program was implemented with 200 second-year middle school students in Seoul. As a result, AI literacy improved significantly with a very large effect size($p < .001$), and creative problem-solving skills also showed statistically significant growth($p < .001$). Also, social-emotional competencies showed positive changes in all sub-domains. These results suggest that the AI robot maker education program, developed by incorporating learners' emotions and social-emotional aspects, is effective in developing not only technical competencies but also balanced development of social-emotional competencies.

Keywords AI Social Robot, Affective Computing, Social-Emotional Learning(SEL), AI Literacy, Creative Problem-Solving, Maker Education, Humanoid, AI Convergence Education

†정회원 한국교원대학교 일반대학원 인공지능융합
교육학과 박사과정
 ††중신회원 한국교원대학교 컴퓨터교육학과 교수
(교신저자)
 논문투고 2025년 03월 18일
 심사완료 2025년 05월 08일
 게재확정 2025년 05월 14일
 발행일자 2025년 05월 29일

* 본 논문은 제1저자의 한국교원대학교 교육대학원 석사
학위논문 일부를 발췌하여 요약, 정교화 한 것임.

1. 서론

1.1 연구의 필요성 및 목적

2022년 ChatGPT의 등장 이후 대규모 언어 모델(LLM)의 대중적 확산이 가속화되었으며, AI는 일상에서 손쉽게 활용할 수 있는 기술이자 사회 전반에 걸친 핵심 요소로 자리 잡았다. 특히, AMECA, Figure, Tesla Optimus와 같은 휴머노이드 AI 로봇은 언어 모델과 결합하여 인간과 유사한 상호작용 능력을 구현하며, 교육, 의료, 산업 등 다양한 분야에서 새로운 가능성을 제공하고 있다[1].

이러한 변화 속에서 AI 융합 교육은 미래 사회가 요구하는 핵심 역량을 함양하기 위한 필수적인 접근으로 주목받고 있다. AI 리터러시는 AI 이해, 활용, 문제해결력 및 윤리적 활용을 포함하는 복합적 역량으로 정의된다[2-5]. 이와 함께, 창의적 문제해결력은 창의성과 문제 해결을 결합한 개념으로[6], 복잡한 문제 상황을 해결하는 데 필수적인 요소로 강조된다[7]. 그러나 현재 중등 교육에서는 이러한 역량을 체계적으로 함양할 수 있는 교육 프로그램이 부족한 실정이다.

한편, 코로나19 이후 사회적 연결의 중요성이 부각되면서 사회정서학습(SEL, Social-Emotional Learning)이 주목받고 있다. SEL은 학생들이 정서와 행동을 이해하고 조절하며, 건강한 대인관계를 형성하는 능력을 강조한다[8]. AI 융합 교육에서도 SEL과 감성 컴퓨팅(Affective Computing)의 접목은 학습 효과를 극대화하는 데 중요한 요소가 될 수 있으나, 이에 대한 연구는 아직 미흡한 실정이다.

이에 본 연구는 SEL 기반 Affective Computing을 활용한 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트를 개발하고, 그 교육적 효과를 실증적으로 분석하는 것을 목표로 한다. 본 프로그램은 AI 리터러시, 창의적 문제해결력, 사회정서역량을 동시에 배양하여 학생들이 미래 사회에서 마주할 복합적 문제를 해결할 수 있도록 설계하였다.

본 연구의 차별성은 다음과 같다. 첫째, 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트를 통해 학생들이 데이터를 분석하고, AI 모델을 프로그래밍하며, 로봇을 개발하는 실질적 경험을 통해 AI 역량과 문제해결력을 배양하도록 하였다. 둘째, Affective Computing과 SEL을 융합하여 학생들이 협력과 소통을 통해 사회적 문제를 탐구하고, 데이터 기반 문제해결력과 사회정서역량을 기를 수 있도록 지원하였다. 셋째, 개발된 프로그램의 효과를 검토하여 AI 융합 교육의 가능성과 방향성을 제시하였다.

1.2 연구 문제

본 연구에서 설정한 연구 문제는 다음과 같다.

연구문제 1. Affective Computing을 활용한 AI 소셜 로봇 메이커 교육 프로그램의 교수-학습 모형으로서 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트는 중학생의 학습에 효과적인가?

연구문제 2. Affective Computing을 활용한 AI 소셜

로봇 메이커 교육 프로그램은 중학생의 AI 리터러시, 창의적 문제해결력 및 사회정서역량에 어떠한 영향을 미치는가?

1.3 연구 모형

본 연구는 감성 컴퓨팅과 사회정서 학습(SEL)을 기반으로 AI 소셜 로봇 메이커 교육 프로그램을 개발하였으며, 데이터-AI-로봇 프로젝트를 통해 AI 리터러시, 창의적 문제해결력, 사회정서 역량을 함양할 수 있도록 설계되었다. 이에 따라 본 연구는 사전-사후 검사를 통한 양적 분석 및 정성적 분석을 병행하여 프로그램의 교육적 효과를 종합적으로 검토하고자 하였으며, 연구의 전체 구조는 Fig. 1과 같다.

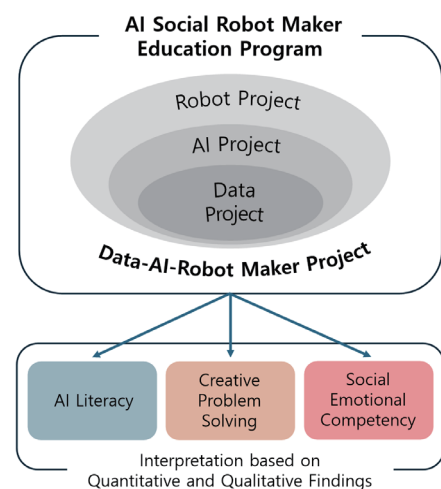


Figure 1. Research Model of the AI Social Robot Maker Education Program

2. 이론적 배경

2.1 Affective Computing과 사회정서학습(SEL)

Affective Computing(감성 컴퓨팅)은 컴퓨터가 인간의 정서를 인식, 해석, 처리하고 이에 반응할 수 있도록 하는 기술을 연구하는 분야로, 인간과 정서적 상호작용하는 컴퓨터 시스템 개발을 목표로 한다[9]. 이 기술은 교육, 헬스케어, 소셜 로봇과 같은 다양한 분야에 적용 가능하며, 인간의 경험과 효율성을 증대시키는 데 기여할 수 있다[10].

사회정서학습(SEL)은 자신과 타인의 정서를 이해하고 조절하며, 긍정적인 사회적 관계를 형성하는 역량을 함양하는 학습 과정이다. SEL은 자기 인식, 자기 관리, 사회적 인식, 관계 기술, 책임 있는 의사 결정의 다섯 가지 요소로 구성된다[8].

감성 컴퓨팅 기술을 활용한 교육적 접근은 학습자의 정서를 고려한 맞춤형 학습 경험을 제공함으로써 학습 효과를 극대화할 수 있다. 예를 들어, 감성 컴퓨팅이 적용된 학습 환경에서는 학습자의 감정 상태를 분석하여 흥미를 유발하고, 학습 성취도를 향상시키는 데 기여할 수 있음이 보

고되었다[11]. 또한, 학습자와의 정서적 상호작용을 통해 학습 경험을 개선하는 데 긍정적인 영향을 미친다는 연구도 있다[12].

SEL 또한 학습자의 정서적 안정, 학습 동기, 사회성 발달에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 특히, SEL이 학생들의 감정 조절 능력을 향상시키고, 협력과 소통을 통해 문제를 해결하며, 건강한 사회적 관계를 형성하는 데 기여할 수 있음이 보고되었다[13]. 또한, SEL의 실행 결과가 학생들의 학교생활과 학업 수행에 긍정적인 영향을 미쳤다는 연구 결과도 있다[14].

한편, 감성 컴퓨팅은 인공지능의 한계를 보완하는 기술로, 비대면 사회에서 발생하는 불안, 우울, 분노 등의 사회적 문제 해결에 기여할 수 있다는 점에서 중요한 의미를 가진다[15]. 또한, 인공지능을 활용한 사회정서학습 프로그램 개발의 필요성이 논의되고 있으나[14], 감성 컴퓨팅과 SEL을 통합한 실증적 연구는 여전히 부족한 상황이다.

이에 본 연구는 AI 융합 교육에서 감성 컴퓨팅과 SEL의 융합 가능성을 탐색하고, 이를 기반으로 한 교육적 확장성을 검토하고자 한다.

2.2 AI 소셜 로봇 메이커 교육

AI 메이커 교육은 인공지능(AI) 기술과 메이커 교육을 결합한 교육적 접근 방식으로, 강의식 교육에 비해 창의적 문제 해결력, AI 기술 이해 및 응용 능력, 컴퓨팅 사고력, 자기효능감, 그리고 AI에 대한 긍정적 태도를 높이는 데 효과적임이 확인되었다[16, 17].

AI 소셜 로봇 메이커 교육은 AI 메이커 교육에 감성 컴퓨팅과 소셜 로봇 개념을 융합하여, 기술적 역량뿐만 아니라 학습자의 사회정서적 역량을 동시에 증진시키는 것을 목표로 한다. 선행 연구에 따르면, AI 소셜 로봇은 학습자의 사회적 상호작용을 증진하고, 사회정서적 역량 함양에 기여하며, 자폐 스펙트럼 장애 아동의 치료와 사회 적응을 돕는 데 효과적이었다[18, 19]. 특히, 휴머노이드 로봇은 학습자의 흥미와 몰입도를 높이는 데 유의미한 역할을 한다는 연구 결과가 보고되었다[20]. 이에 본 연구에서는 블록 프로그래밍이 가능한 휴머노이드 로봇인 알파미니를 활용하여, 학습자가 직접 AI 소셜 로봇을 설계·구현할 수 있도록 하였다.

본 연구에서 제안하는 AI 소셜 로봇 메이커 교육은 프로젝트 기반 학습(Project-Based Learning, PBL) 접근을 활용하여, 학습자가 전 과정에 주도적으로 참여하도록 설계하였다. PBL은 학생들이 특정 주제나 문제를 정의하고, 이를 해결하기 위한 과정을 능동적으로 수행하도록 구성된 학습 방법으로, 팀 단위 프로젝트 수행과 문제 정의·분석, 해결책 탐구 등의 체계적 과정을 포함한다[21]. 따라서, PBL은 학습자의 자기주도성과 창의성을 촉진하며, 단순한 이론 학습을 넘어 실질적인 과제 해결 경험을 제공하여 학습 동기를 강화하고 복합적 문제 해결 능력을 함양할 수 있어, 본 연구의 교육적 목표와 부합한다.

2.3 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트

본 연구에서 설계한 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트는 도입 단계를 시작으로 데이터 프로젝트, AI 프로젝트, 로봇 프로젝트를 거쳐, 최종적으로 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트를 수행하는 총 5단계로 구성된다. 이러한 단계별 접근 방식은 학습자들이 데이터를 수집·분석하고 AI 모델을 설계·학습시키며 로봇을 구현하는 과정을 단계적으로 경험하고, 최종적으로 이를 융합한 메이커 프로젝트를 수행하도록 설계하였다.

도입 단계에서는 프로젝트의 목표를 설정하고 협업 기반을 마련한다. 학습자들은 동기 유발 활동을 통해 프로젝트의 필요성을 인식하고, 문제 상황을 분석하여 목표를 수립한다. 이후 팀을 구성하고 역할을 분담하여 협업의 기초를 마련한다. 이를 통해 프로젝트의 방향성을 명확히 이해하고, 이후 단계의 활동을 효과적으로 수행할 수 있도록 하였다.

데이터 프로젝트 단계에서는 감정 데이터를 수집·분석하고 패턴을 도출한다. 학습자들은 무드트래커를 활용하여 자신의 감정 데이터를 수집하고, 데이터 분석 도구를 사용하여 데이터를 시각화하고 패턴을 도출하도록 하였다. 이를 통해 데이터 기반 문제 해결을 경험하도록 하였다.

AI 프로젝트 단계에서는 AI 모델을 학습하고 챗봇을 구현한다. 이전 단계에서 수집한 데이터를 활용하여 텍스트 분류 AI 모델을 학습하며, 자연어처리(NLP) 기술인 STT(Speech-to-Text)와 TTS(Text-to-Speech)를 적용하여 팀별 컨셉에 맞는 AI 챗봇을 개발하도록 하였다. 이 과정을 통해 학습자들은 AI의 원리와 학습 과정을 실습하고, AI 활용 문제 해결을 경험한다.

로봇 프로젝트 단계에서는 AI 모델을 적용한 소셜 로봇을 구현한다. 학습자들은 휴머노이드 코딩 로봇을 활용하여 피지컬 컴퓨팅을 수행하고, 개발한 AI 모델을 적용하여 사용자의 감정에 따라 반응하는 AI 소셜 로봇을 만든다.

최종 단계인 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트에서는 데이터, AI, 로봇 기술을 융합하여 프로젝트를 완수한다. 학습자들은 팀을 구성하여 기획한 로봇을 개발하기 위해 데이터 분석, AI 이해 및 활용, 로봇 하드웨어 활용 능력을 통합적으로 적용한다. 이를 통해 창의적 문제 해결 경험을 제공하며, 프로젝트 기반 학습의 효과를 극대화한다.

3. 연구 방법

3.1 연구 대상

본 연구는 서울 소재 A 중학교 2학년 8개 학급 학생 200명을 대상으로 교육 프로그램을 적용하였다. 실험집단에 포함된 학생들을 대상으로 프로그램 적용 전후의 차이를 비교·분석하기 위하여 대응표본 t-test를 실시하였다.

참여 학생들은 1학년 정보 교과에서 블록 프로그래밍을 학습하였으며, 2학년 1학기 기술 교과에서 피지컬 컴퓨팅을 학습한 바 있다. 그러나 기존의 학습 경험이 해당 분야에

대한 심도 있는 문제 해결 활동으로 이어지지 못한 점을 감안하여, 본 연구에서 개발한 교육 프로그램의 효과성을 보다 명확하게 검증할 수 있는 연구 대상으로 판단하였다.

3.2 연구 도구

3.2.1 AI 리터러시 검사 도구

AI 리터러시 측정을 위해 김성원, 이영준(2022)의 ‘중학생을 위한 AI 리터러시 검사 도구’를 활용하였다[22]. 해당 도구는 인공지능의 사회적 영향, 이해, 실행 계획, 문제 해결, 데이터 리터러시, 인공지능 윤리의 6개 하위 영역과 총 30개 문항으로 구성되며, 5점 리커트 척도를 기반으로 응답하도록 설계되었다. 검사 도구의 Cronbach's α 는 전체 .970, 하위 영역별 .861~.939로 높은 신뢰도를 보였다. 검사 도구의 내용은 Table 1과 같다.

Table 1. Contents of artificial intelligence literacy test tool for middle school students

Factor	Definition	Objective	
Social impact of AI	Understanding the societal and ethical implications of AI	- Impact on employment and work - AI ethics - Societal impact of AI	
Understanding of AI	Understanding the classification, definition, characteristics, and principle of AI to solve problems using AI	- Perception - Representation - Reasoning - Search	- Learning - Interaction - Sensor - Agent
Execution plan with AI	Planning and managing problem-solving processes using AI	- Abstract - Problem definition - Execution plan - Project managing	
Problem solving with AI	Competency to design AI solutions by generating ideas, preparing data, selecting models, and evaluating performance	- Ideate - Automation - Test - Evaluation - Communication and cooperation	
Data literacy	Competence in exploring, interpreting, and managing data for AI-based problem solving	- Understanding data - Finding data - Interpreting data - Data synthesis - Evaluating data - Managing data - Data handling	
AI Fairness	Understanding misinformation, diversity, bias in AI, and AI fairness	- Bias in AI - AI fairness	

본 연구에서는 개발한 교육 프로그램이 학습자의 AI 리터러시 향상에 미치는 영향을 검증하기 위해 해당 도구를 선정하였다. 본 도구는 AI의 개념 이해뿐만 아니라 문제 해결 및 윤리적 판단과 같은 실천적 역량까지 평가할 수 있어 연구 목적과 부합한다. 또한, 신뢰도와 타당성이 검증된 중학생 대상의 검사 도구로서 연구 결과의 객관성 확보에 기여할 것으로 판단하였다.

3.2.2 창의적 문제해결력 검사 도구

창의적 문제해결력 측정을 위해 이화선 외(2014)의 ‘창의적 문제해결 프로파일 검사 도구(CPSPI)’를 활용하였다[23]. 본 도구는 문제 발견 및 분석, 아이디어 생성, 실행 계획, 실행, 설득 및 소통의 5개 하위 영역과 총 39개 문항으로 구성되며, 5점 리커트 척도를 기반으로 응답하도록 설계되었다. 검사 도구의 요인 간 상관관계는 .312~.577로 적절하게 나타났으며, Cronbach's α 도 .73~.83으로 양호한 수준을 보였다. 검사 도구의 내용은 Table 2와 같다.

Table 2. Definition of CPSPI Sub-Factors

Stage	Definition	Required Competencies
Problem Identification & Analysis	Identifying new problems in complex situations and analyzing them from multiple perspectives to define the problem clearly	Sensitivity to problems, analytical thinking, divergent thinking, persistence
Idea Generation	Generating creative and diverse ideas by connecting various perspectives and observations	Originality, fluency, flexibility, imaginative and associative thinking
Planning for Implementation	Evaluating possible ideas, selecting optimal solutions, and developing concrete and feasible plans for execution	Critical thinking, evaluation, strategic planning, decision-making, realism
Implementation	Executing the planned ideas with persistence and transforming them into practical outcomes	Responsibility, commitment, confidence, risk-taking
Persuasion & Communication	Sharing results with others, receiving feedback, and refining ideas through communication	Communication skills, open-mindedness, expressiveness

본 연구에서는 개발한 프로그램이 학습자의 창의적 문제해결력 향상에 미치는 영향을 검증하기 위해 해당 도구를 선정하였다. 이 도구는 창의적 사고 과정 전반을 평가할 수 있어, 문제를 정의하고 해결 방안을 모색하는 과정에서 창의성이 필수적인 프로젝트 기반 학습(PBL)과 부합한다. 또한, 중학생을 대상으로 한 여러 선행 연구에서 활용된 바 있어, 연구 결과의 비교 가능성을 높이고 신뢰성 확보에 기여할 것으로 판단하였다.

3.3 분석 방법

본 연구는 AI 소셜 로봇 메이커 교육 프로그램이 학습자의 AI 리터러시, 창의적 문제해결력 및 사회정서역량에 미치는 영향을 다각적으로 분석하기 위해 양적 및 질적 분석을 병행하였다.

양적 분석에서는 200명의 학생을 대상으로 AI 리터러시와 창의적 문제해결력에 대한 사전·사후 검사를 실시하고, 대응표본 t-test와 효과크기 분석을 활용하여 교육 프로그램의 효과성을 검증하였다. 질적 분석은 30명의 학생을 대상으로 정성평가를 실시하여 교육 프로그램이 학습자의 정서적·인지적 측면에 미친 영향을 분석하는 데 활용되었으며,

특히 사회정서역량의 변화를 심층적으로 검토하였다. 이를 통해 연구 결과의 신뢰성과 타당성을 확보하고자 하였다.

4. AI 소셜 로봇 메이커 교육 프로그램

4.1 교육 프로그램 설계

본 연구의 AI 소셜 로봇 메이커 교육 프로그램은 ADDIE 모형을 기반으로 설계되었다[24]. 본 연구에서는 해당 모형을 적용하여 단계별로 교육 프로그램을 체계적으로 개발하고, 교수-학습 자료 및 평가 도구를 구성하여 프로그램의 효과성을 검증하고자 하였다. 본 연구의 교육 프로그램 설계 과정은 Table 3과 같다.

Table 3. Program Design Stages and Research Content

Stage	Research Content	
Analysis	Review of Previous Studies	- Analysis of AI-convergence education, AI robot maker education, SEL, and affective computing
	Curriculum Analysis	- Review of the 2015 and 2022 revised curriculum on vision, key competencies, and technology education
	Needs and Learner Analysis	Need for education based on AI advancements and real-life applications of AI robots High student interest in prior IoT-making classes Need for SEL in post-COVID-19
	Environmental Analysis	Use of technology lab Tablets and PCs for students
	Task Analysis	Design of project-based lessons aligned with [97]가04-04 Including stages of data analysis, programming, and robot creation for making AI social robot
Design	Learning Objectives	Students can develop AI literacy, creative problem solving, and SEL competencies by analyzing emotional data, developing AI social robot, and solving problems through collaborative communication.
	Instructional Model	Structured lessons using a PBL framework and a step-by-step Data-AI-Robot maker project.
	Assessment Tools	Use of AI Literacy Assessment for middle school students and CPSPI.
	Teaching Strategies	Designed based on experience and interest in physical computing and the Entry block coding program
Development	Materials	Development of lesson plans, worksheets, PPTs, and programming codes.
	Assessment Tools	Preparation of pre- and post-tests.
Implementation	Program Execution	Application of the developed program with real-time feedback.
	Instructional Improvement	Reflection of student feedback for lesson improvements.
Evaluation	Effectiveness Analysis	Pre-post tests and qualitative analysis to assess program impact and identify improvements.

4.2 교육 프로그램 개발

본 연구의 교육 프로그램은 AI 리터러시, 창의적 문제해결력 및 사회정서 역량을 균형 있게 함양하는 것을 목표로 한다. 이를 위해 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트의 교수-학습 모형을 설계하고 적용하였다. 본 교육 프로그램은 총 12차시로 구성되며, 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트는 프로젝트 열기, 데이터 프로젝트, AI 프로젝트, 로봇 프로젝트, 데이터-AI-로봇 프로젝트의 5단계로 이루어진다. 단계별 학습 주제와 주요 활동은 Table 4와 같으며, 프로젝트 단계별 사회정서역량 함양 활동은 Table 5와 같다.

Table 4. Lesson Plan for the Educational Program

Stage (Period)	Topic	Key Activities
1 (Period 1)	Project Initiation	- Motivation and engagement - Analysis of problem situation - Sharing project goals - Team building and role assignment
2 (Period 2-3)	Data Project	- Understanding data analysis - [My Emotion Data Analysis Report] ① 15-day mood tracker ② Creating an emotion database ③ Data visualization using Entry ④ Analysis of emotion data ⑤ Problem-solving using data analysis
3 (Period 4-5)	AI Project	- Understanding basic AI concepts (classification algorithms, NLP) - [Making an AI Social Chatbot for Emotion Recognition and Empathy] ① Collecting emotional text data ② Training an AI classification model ③ Loading an NLP model ④ Programming a AI social chatbot ⑤ Evaluating AI chatbot
4 (Period 6-7)	Robot Project	- Understanding basic robot concepts (robots, social robots, humanoid robots) - [Building an AI Robot for Emotion Recognition and Empathy Using Facial Expressions] ① Creating an emotion image dataset ② Training an AI image classification model ③ Programming empathy responses (comments and movements) ④ Evaluating AI robot
5 (Period 8-12)	Data-AI-Robot Project (AI Social Robot Maker Activities)	[AI Social Robot Maker Activities] ① (Tinkering) Discussing ethical issues in AI robot development ② (Making) Designing and developing AI social robots : Data-AI-Robot project ③ (Sharing) Organizing and Presenting portfolio ④ (Improving) Improving outcomes based on evaluation

Table 5. SEL Activities by Project Stage

Project Stage	SEL-related Activities	SEL Competency	Description
Project Initiation	- Exploring the problem situation - Team building and role assignment - Writing a mood tracker	Social Awareness	Analyzing social issues and exploring solutions
		Self-Awareness	Recognizing and recording personal emotions
		Relationship Skills	Collaborative problem-solving
Data Project	- Analyzing emotion data - Sharing experiences and know-how for emotional management	Self-Awareness	Identifying emotion patterns and managing stress
		Self-Management	Data-driven problem-solving for negative emotions
		Relationship Skills	Collaborative problem-solving
AI Project	- Training an AI model using emotional text data - Developing an AI Social Chatbot for empathy and emotion management	Self-Management	Learning emotion management and communication strategies
		Social Awareness	Designing AI interactions with empathy and emotion expression
		Relationship Skills	Collaborative problem-solving
Robot Project	- Controlling humanoid hardware and designing movements - Developing an AI robot that classify emotion and empathizes with facial expressions	Self-Awareness	Learning emotion recognition and expression using facial expressions
		Social Awareness	Designing interactive behaviors for social robots
		Relationship Skills	Collaborative problem-solving
Data-AI-Robot Maker Project	- Discussing AI ethical issues - Designing and developing AI social robots	Self-Management	Setting personal and group goals, fostering problem-solving confidence
		Responsible Making	Exploring AI's social impact and making ethical decisions
		Relationship Skills	Collaborative problem-solving

4.3 교육 프로그램 적용

4.3.1 프로젝트 열기 (1차시)

프로젝트 열기 단계는 학습자들이 프로젝트의 목표를 명확히 이해하고 팀 내 역할을 분담하여 협력적 학습 환경을 조성하는 데 중점을 두었다.

수업 도입부에서는 AI 소셜 로봇 관련 동영상을 활용하여 학습자들의 흥미를 유발하고, 프로젝트 목표를 명확히 제시함으로써 데이터, AI, 로봇 프로젝트를 거쳐 최종적으로 ‘데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트’를 수행하는 전체 학습 흐름을 파악하도록 하였다.

다음으로 학습자들은 브레인스토밍을 통해 문제 상황을 분석하고, AI 소셜 로봇을 활용하여 해결할 수 있는 사회적 문제를 탐색하며 프로젝트 전개에 대한 아이디어를 생성하였다. 실제 수업 결과물은 Fig. 2과 같다. 또한, 앞으로의 프로젝트를 위하여 팀 내에서 개발자, 프로젝트 매니저, 디자이너 등으로 역할을 나누고 각자의 담당 영역을 명확히 하였다.

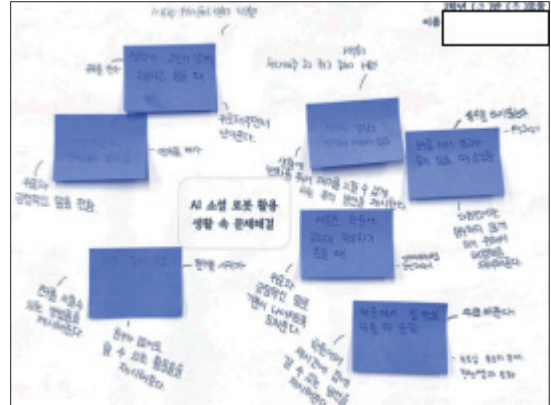


Figure 2. Project Initiation Teaching-Learning Outcome (1): Idea Generation
(How AI social robots can be used for problem-solving)

마지막으로, 다음 차시의 데이터 프로젝트를 위해 학습자들에게 무드 트래커(Mood Tracker) 작성 방법을 안내하였다. 무드 트래커는 학습자가 작성일에 느낀 감정을 폴 에크먼(Paul Ekman)의 기본 감정 분류에 따라 ‘기쁨, 분노, 슬픔, 싫음, 두려움’으로 구분하고, 이를 리커트 5점 척도로 표현하도록 구성하였다. 또한, 해당 감정을 명사형으로 정의하고, 기분의 원인을 간략히 기술하도록 하였다. 학습자의 무드 트래커 작성 결과물은 Fig. 3와 같다.

Figure 3. Project Initiation Teaching-Learning Outcome (2): Mood Tracker

4.3.2 데이터 프로젝트 (2~3차시)

데이터 프로젝트 단계는 학습자가 직접 수집한 감정 데이터를 분석하고, 이를 바탕으로 문제 해결 과정을 경험하는 데 중점을 두었다. 학습자들은 15일간 무드 트래커를 활용하여 감정 데이터를 수집한 후, 이를 여러 종류의 차트로 시각화하여 자신의 감정 패턴을 분석하였다. 특히,

두드러지게 나타나는 감정을 파악하고, 그 원인과 해결 방안을 탐색하도록 하였다.

이후, 팀원들과의 토의를 통해 감정 변화 양상을 공유하고, 특정 시기에 부정적 감정이 지속되는 패턴이 발견될 경우 그 원인을 분석하고 해결 방안을 도출하도록 하였다. 이를 통해 학습자들은 감정 관리 노하우를 공유하며 효과적인 감정 관리 방법을 학습하였다.

마지막으로, 학습자들은 프로젝트 과정을 정리하고, 다음 차시에서 다룰 AI 개념 및 AI를 활용한 문제 해결 프로젝트에 대한 안내를 받았다. 실제 학습자의 감정 데이터 분석 보고서는 Fig. 4과 같다.

이와 같이 [데이터 프로젝트] 단계에서는 감정 데이터를 분석하고 감정 관리 경험 및 노하우를 공유하는 과정을 통해 자기인식, 자기관리, 관계기술과 같은 사회정서역량을 함양하도록 하였다.

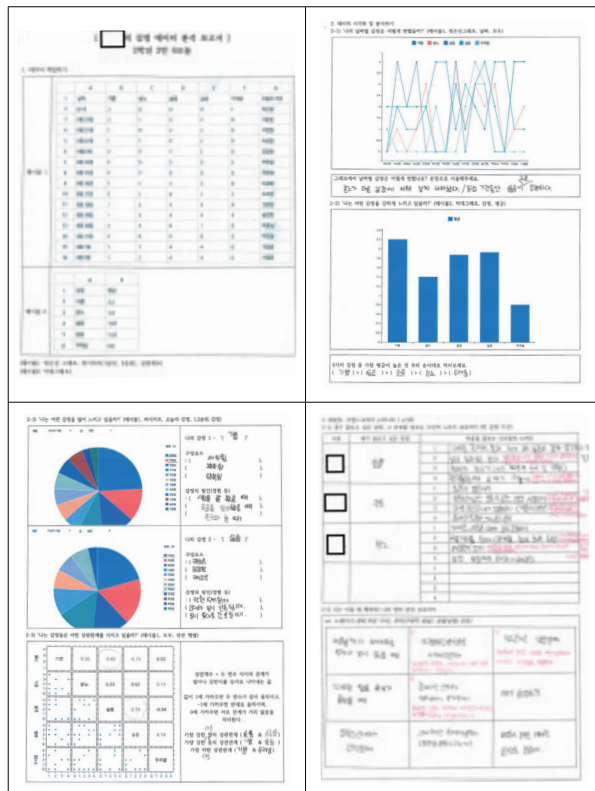


Figure 4. Data Project Teaching-Learning Outcome:
My Emotion Data Analysis Report
(1. Building a Database, 2. Visualizing and Analyzing Data (Line Graph, Bar Chart, Pie Chart, Correlation Matrix),
3. Sharing Emotion Management Know-how)

4.3.3 AI 프로젝트 (4~5차시)

[AI 프로젝트] 단계에서는 학습자들이 인공지능(AI)의 기초 개념을 이해하고, 데이터 프로젝트 결과를 활용하여 AI 소셜 챗봇을 제작하도록 하였다.

수업 도입부에서는 AI 소셜 챗봇 사례를 소개하여 학습 동기를 유발하고, 이전 단계에서 발견한 문제에 대해 다양한 감정 관리 방법을 이야기하는 활동을 진행하였다.

분류 알고리즘과 자연어 처리(NLP)에 대한 설명 후, 엔트리 AI 분류 모델을 활용하여 자신이 수집한 감정 텍스트 데이터를 학습시키고, 예시 데이터를 분류해 보도록 하였다. AI 텍스트 분류 모델을 활용한 AI 모델 학습 결과물은 Fig. 5와 같다.

이후, 학습된 감정 분류 모델에 NLP 모델을 적용하여, 사용자의 음성 입력(STT)을 기반으로 감정을 인식하고, 음성 출력(TTS)을 통해 감정에 적절히 반응하는 챗봇을 개발하도록 하였다. AI 소셜 챗봇을 완성하면 테스트를 통해 감정 인식 정확도와 응답의 적절성을 평가한 후, 개선 과정을 수행하였다.

마지막으로 프로젝트 과정을 정리하고, 다음 단계에서 진행될 로봇 프로젝트에 대한 안내로 수업을 마무리하였다. AI 텍스트 분류 모델에 NLP를 적용한 소셜 챗봇 결과물은 Fig. 6과 같다.

이와 같이 AI 프로젝트에서는 감정 텍스트 데이터를 활용한 분류 AI 모델을 학습시키고 공감 방법 및 감정 관리 노하우를 적용한 AI 소셜 챗봇을 제작하게 하여, 이를 통해 자기관리, 사회적 인식, 관계기술과 같은 사회정서역량을 함양하도록 하였다.

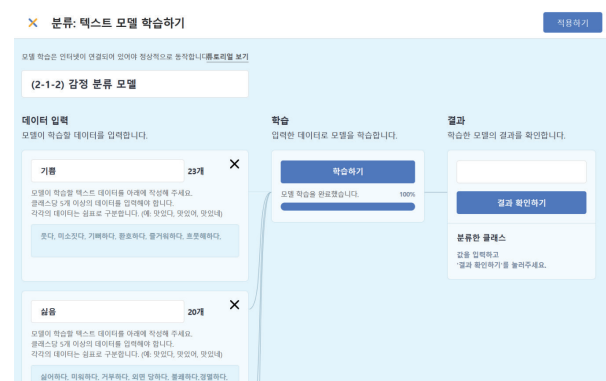


Figure 5. AI Project Teaching-Learning Outcome:
AI Text Classification Model

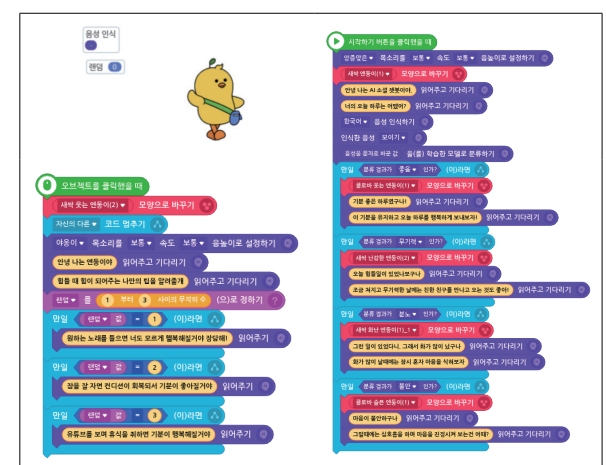


Figure 6. AI Project Teaching-Learning Outcome:
AI Social Chatbot

4.3.4 로봇 프로젝트 (6~7차시)

[로봇 프로젝트] 단계에서는 학습자들이 로봇의 기본 개념을 학습하고, 이를 바탕으로 소셜 로봇을 제작하도록 했다.

수업 도입부에서는 감정을 몸으로 표현하는 게임을 통해 학습자들의 흥미를 유발하고, 각 감정에 맞는 동작을 자연스럽게 구상할 수 있도록 하였다. 이어서 일상에서 활용되는 다양한 로봇 사례를 소개하여 소셜 로봇의 개념과 휴머노이드 로봇의 구조 및 작동 원리를 학습하게 하였다.

본 활동에서 학습자는 감정 이미지 분류 AI 모델을 학습시키고, 감정별 동작을 프로그래밍하여 소셜 로봇을 구현하였다. 이후 팀별로 로봇의 감정 반응을 테스트하고 개선한 뒤, 프로젝트 과정을 성찰하며 정리하였다. 마지막으로, 다음 단계의 AI 소셜 로봇 Maker 활동을 안내하였다.

이를 통해 학습자들은 로봇과 AI 기술의 융합적 활용에 대해, 감정 표현과 로봇 기술 간의 상호작용을 심층적으로 이해할 수 있었다. 실제 학습자의 로봇 프로젝트 결과물은 Fig. 7과 같다.



Figure 7. Robot Project Teaching-Learning Outcome: Instructional Materials and Block Programming of a Robot

이와 같이 로봇 프로젝트에서는 휴머노이드 하드웨어 제어 및 동작을 설계하도록 하고 표정으로 감정을 분류하고 공감하는 AI 로봇을 개발하는 과정을 통해, 자기인식, 사회적 인식, 관계기술과 같은 사회정서역량을 함양하도록 하였다.

4.3.5 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트 (8~12차시)

[AI 소셜 로봇 Maker 프로젝트]는 본 교육 프로그램의 최종 단계로, 학습자들이 데이터 프로젝트, AI 프로젝트, 로봇 프로젝트의 경험을 융합하여 AI 소셜 로봇을 개발하는 메이커 프로젝트를 수행하였다. 본 과정에서는 TMSI 모형을 적용하여 학습자들이 문제를 창의적으로 해결하도록 설계하였다[25].

먼저, Tinkering 단계에서는 기존 프로젝트 경험을 반영하여 AI 로봇 개발의 윤리적 이슈를 탐색하고 토론하였다. 이후 Making 단계에서는 감정 데이터를 수집·분석하고, 이를 활용하여 AI 소셜 로봇의 기능을 설계한 뒤, 프로토타입 로봇을 개발하였다. Sharing 단계에서는 개발한 로봇과 제작 과정을 포트폴리오로 정리하여 동료 및 교사와 공유하였다. 마지막으로, Improving 단계에서는 피드백을 반영하여 개선점을 도출하고, 최종 프로젝트 결과

물을 완성하였다.

모든 활동지는 공유 파일 형식의 Google Slide로 제공되었으며, 학습자들은 1인 1 디지털 기기로 프로젝트 과정을 담은 포트폴리오를 작성하였다. 특히, 이 단계에서는 개발자, 디자이너, 프로젝트 매니저로 역할을 분담하여 협업하였으며, 각자 역할에 따라 로봇의 기능 개발, 디자인 설계, 프로젝트 관리 등을 수행하였다. 실제 수업 전개와 교수-학습 결과물은 다음과 같다.

[Tinkering 단계]에서는 학습자들이 데이터, AI, 로봇 프로젝트의 경험을 바탕으로 로봇 개발의 윤리적 쟁점을 논의하였다. 팀별 토론을 통해 고려해야 할 윤리적 문제를 도출하고, AI의 사회적 영향을 분석하였다. 이를 통해 AI 윤리의 중요성을 인식하고 프로젝트에 임하도록 하였다. 실제 수업 결과물은 Fig. 8과 같다.

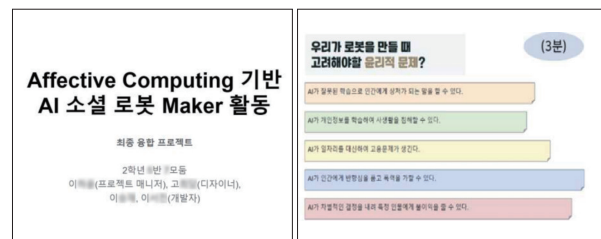


Figure 8. Data-AI-Robot Project Teaching-Learning Outcome: Portfolio (Tinkering)
(Ethical Considerations for Robot Development)

[Making 단계]에서는 학습자들이 브레인스토밍을 활용하여 AI 소셜 로봇의 아이디어를 탐색한 후, 평가행렬법을 적용하여 창의성, 실현 가능성, 효과성, 심미성을 기준으로 최적의 아이디어를 선정하고 구체화하였다. 이 과정에서 교사는 AI의 사회적 영향을 고려한 로봇 기획을 강조하였다. 수업 결과물은 Fig. 9과 같다.

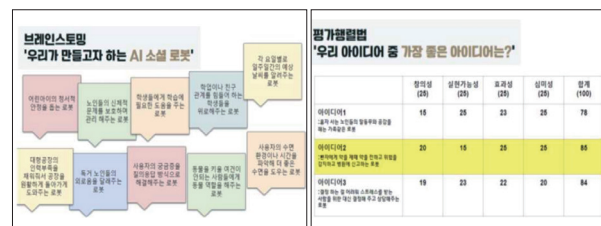


Figure 9. Data-AI-Robot Project Teaching-Learning Outcome: Portfolio (Making(1): Idea Generation)
(Left: Brainstorming 'The AI Social Robot We Want to Make', Right: Evaluation Matrix 'Which Idea is the Best?')

이후, 선정된 아이디어를 기반으로 데이터-AI-로봇 계획을 수립하고, AI 기능 설계 및 필요한 데이터를 정리하도록 하였다. 학습자들은 AI 소셜 로봇 설계도를 작성하며, 제작 의도, 주요 기능, Affective Computing 활용, 디자인 컨셉, 윤리 원칙 등을 설계하였으며, 최종적으로 로봇 프로그래밍 코드를 첨부하였다. 수업 결과물은 Fig. 10과 같다.

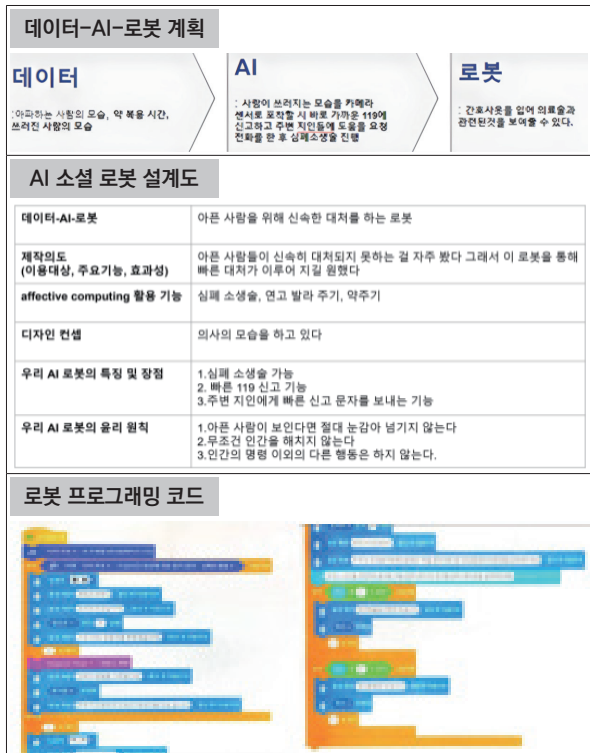


Figure 10. Data-AI-Robot Project Teaching-Learning Outcome: Portfolio (Making(2): Design)
(Data-AI-Robot Plan, AI Social Robot Design Plan, Robot Programming Code)

마지막으로, 설계된 내용을 바탕으로 프로토타입 로봇을 제작하였다. 학습자들은 Affective Computing을 적용하여 감정별 동작과 음성 반응을 프로그래밍하고, 로봇의 외관을 디자인하여 사용자와의 효과적인 상호작용을 구현하였다. 수업 결과물은 Fig. 11과 같다.

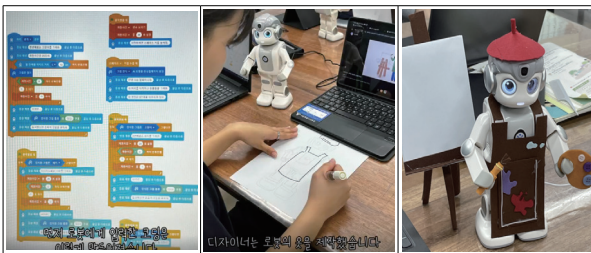


Figure 11. Data-AI-Robot Project Teaching-Learning Outcome: Portfolio (Making(3): Hands-on Making)
(Example of a Student's Making: 'Grimi(그리미)' a Robot that Plays a Drawing Quiz Game for Children)

[Sharing 단계]에서는 팀별 포트폴리오 발표를 통해 동료들과 산출물을 공유하고 피드백을 반영하여 최종 결과물을 완성하며 [Improving 단계]로 마무리하였다. 최종 포트폴리오는 AI 소셜 로봇 제작의 전 과정을 기록하고, 프로젝트의 흐름을 시각적으로 정리하도록 지도하였다. 또한, 학생들은 로봇의 개요, 제작 과정, 코드 설명, 시연 장면 등을 포함한 영상 포트폴리오를 제작하여 발표하였으며, 이를 바탕으로 개선점을 도출하고 프로젝트를 보완하였다. 결과물은 Fig. 12과 같다.

이처럼, 마지막 단계인 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트에서는 AI 윤리적 이슈에 대해 토론하고, 팀 기반 및 역할 분담을 통해 AI 소셜 로봇을 설계 및 개발하는 과정을 통해, 학습자들이 자기관리, 책임있는 의사결정, 관계 기술의 사회정서역량을 함양하도록 하였다.

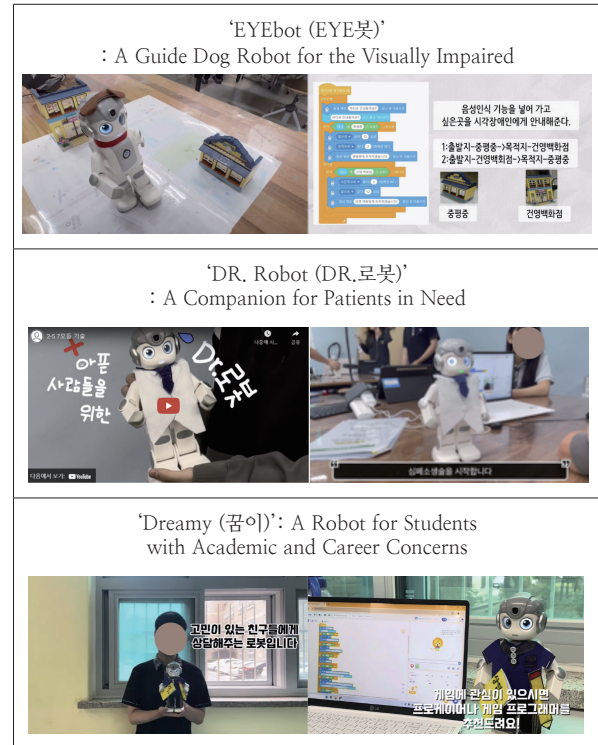


Figure 12. Data-AI-Robot Project Teaching-Learning Outcome: Video Portfolio (Sharing and Improving)

5. 연구 결과

동일집단의 사전-사후 대응표본 평가를 통하여 AI 리터러시, 창의적 문제해결력, 그리고 사회정서역량의 변화를 분석하였다.

5.1 AI 리터러시 사전-사후 분석 결과

사전-사후 검사 결과, 실험집단의 인공지능 리터러시 평균 점수는 92.32점에서 113.675점으로 23.1% 증가하였으며($p<.001$), 효과 크기는 0.971로 매우 큰 수준을 보였다. 또한, 모든 하위 요소에서 효과 크기 0.5 이상($p<.001$)의 유의한 향상이 확인되었으며, 특히 인공지능 실행 계획, 인공지능 이해, 데이터 리터러시, 인공지능 문제해결 영역에서는 0.8 이상의 높은 효과 크기를 보였다. 전체 및 하위 요소별 분석 결과는 Table 6과 같으며, 해당 결과를 시각화한 그래프는 Fig. 13과 같다.

Table 6. Pre-Post Test Analysis Results on AI Literacy

Factor	Mean		Std. Dev.		Effect Size	t	p
	Pre	Post	Pre	Post			
Social impact of AI	27.85	31.195	5.461	5.696	0.563	-7.965	0.000
AI execution plan	13.765	18.39	4.142	4.172	0.976	-13.796	0.000
Problem solving with AI	16.1	19.355	3.670	3.609	0.804	-11.366	0.000
Understanding of AI	16.285	21.755	4.968	4.985	0.933	-13.191	0.000
Data literacy	11.725	15.075	3.386	3.170	0.886	-12.529	0.000
AI ethics	6.595	7.905	1.819	1.596	0.63	-8.908	0.000
Overall (AI Literacy)	92.32	113.675	19.446	20.981	0.971	-13.73	0.000

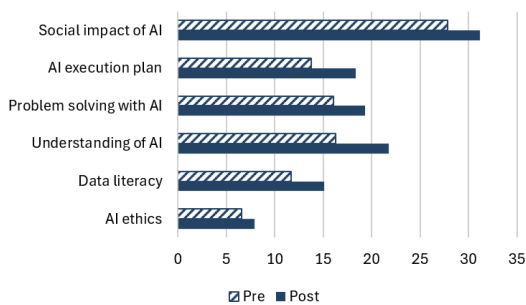


Figure 13. Analysis of AI Literacy Improvement

이 결과는 본 연구에서 개발한 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트 기반 교육 프로그램이 학습자들의 인공지능 리터러시를 효과적으로 향상시키는 데 기여함을 입증한다. 학습자들은 데이터-AI-로봇 프로젝트를 통해 데이터를 수집·분석하고 AI 모델을 학습하여 문제 해결을 수행하였다. 또한, AI 윤리적 쟁점에 대한 토론을 기반으로 기획 및 제작 활동을 진행하면서 AI 윤리적 사고력을 함양하였다. 이러한 프로젝트 기반 학습 방식은 학습자들의 AI 활용 문제 해결 능력과 윤리적 판단 능력을 고르게 향상시키는 데 핵심적인 역할을 했다.

5.2 창의적 문제해결력 사전·사후 분석 결과

사전·사후 검사 결과, 실험집단의 창의적 문제해결력 평균 점수는 125.84점에서 137.85점으로 9.5% 증가하였으며($p<.001$), 효과 크기는 0.631로 중간 수준 이상의 향상을 보였다. 또한, 모든 하위 요소에서 $p<.001$ 의 유의한 향상이 확인되었으며, 특히 문제 발견 및 분석, 아이디어 생성, 실행 계획에서 상대적으로 높은 효과 크기를 보였다. 전체 및 하위 요소별 분석 결과는 Table 7과 같으며, 해당 결과를 시각화한 그래프는 Fig. 14와 같다.

Table 7. Results of the Pre- and Post-Test Analysis on Creative Problem-Solving Skills

Factor	Mean		Std. Dev.		Effect Size	t	p
	Pre	Post	Pre	Post			
Problem identification & Analysis	29.495	33.115	6.259	6.936	0.626	-8.847	0.000
Idea generation	24.695	27.41	4.867	5.797	0.554	-7.840	0.000
Implementation planning	33.035	36.97	7.431	7.103	0.545	-7.705	0.000
Execution	15.92	17.135	4.465	4.361	0.286	-4.045	0.000
Persuasion & Communication	22	23.51	4.936	5.520	0.332	-4.696	0.000
Overall (Creative Problem-Solving)	125.84	137.85	22.637	24.236	0.631	-9.485	0.000

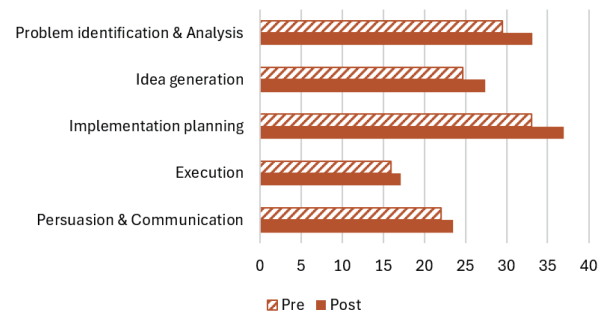


Figure 14. Analysis of Creative Problem-Solving Skills Improvement

이 결과는 학습자들이 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트의 문제 해결 과정에서 종합적인 창의적 문제해결력을 효과적으로 배양하였음을 입증하였다. 학생들은 데이터-AI-로봇 프로젝트를 통해 문제를 발견하고 분석한 뒤 아이디어를 생성하고 실행 계획을 수립하여 해결책을 실행하는 경험을 쌓았다. 이 과정에서 팀 기반 협력 활동을 통해 설득과 소통 능력을 기르고, 다양한 의견을 조율하며 공동의 해결책을 도출함으로써 협력적인 문제 해결 능력을 함양하였다. 특히 프로젝트 활동 전반에서 팀원 간 역할을 분담하고 협력하여 목표를 달성하는 과정을 통해 창의적이고 협력적인 문제 해결 능력이 강화되었다.

5.3 정성평가 분석 결과

본 프로그램은 학습자들이 사회정서역량의 자기 인식, 자기 관리, 사회적 인식, 관계 기술, 책임 있는 의사결정을 균형 있게 함양하도록 설계하였다. 이를 검증하기 위해 30명의 학습자에게 프로젝트 경험과 배운 점을 5문장으로 작성하도록 요청하였으며, 사회정서학습과 Affective Computing 관련 응답은 Table 8과 같다.

Table 8. Responses Related to Social-Emotional Competency and Affective Computing (Translated)

Category	No.	Response
Self-Awareness	4	"Writing the mood tracker allowed me to reflect on my emotions and their causes, improving my emotional control. Visualizing my mood patterns through graphs was insightful."
Self-Management	21	"Analyzing my daily mood tracker helped me identify frequent emotions and their triggers. Creating an AI chatbot for emotional support made me realize how technology could provide comfort."
	24	"The mood tracker helped me recognize emotional patterns and actions I could take to manage them effectively."
Social Awareness	23	"Practicing emotional empathy made me more aware of how others feel and the importance of responding thoughtfully."
	22	"Collaborating with my group led to diverse and creative ideas."
Relationship Skills	12	"Group activities were meaningful. Working as a team expanded my knowledge, and building an AI social robot with Alpha Mini showed me the potential of AI-driven solutions."
	7	"Completing the project as a team made the process more efficient and rewarding."
Responsible Decision-Making	5	"Considering the needs of socially vulnerable groups helped me develop a more ethical perspective on AI applications."
Responses related to Affective Computing	3	"Seeing my coded and designed robot function as intended was fulfilling. This experience reinforced how even small things can provide emotional support."
	8	"I realized that AI (even in the form of a robot) could offer meaningful emotional support."
	13	"Analyzing emotion data deepened my understanding of how complex emotions can be categorized and interpreted, which was intellectually stimulating."

이와 같이, 학습자들은 무드 트래커를 활용한 감정 데이터 분석, AI 소셜 챗봇 제작, AI 소셜 로봇 메이커 활동을 통해 자기 인식 및 자기 관리 능력과 타인에 대한 공감 능력이 향상되었으며, 팀 기반 협업을 통해 관계 기술과 협력적 문제 해결 역량을 강화하였으며, AI 기술을 활용한 프로젝트 수행 과정에서 문제 해결의 즐거움을 경험하고, AI와의 정서적 상호작용을 통해 Affective Computing이 학습자들의 감정적 변화에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 확인할 수 있었다.

6. 결론

본 연구는 사회정서학습을 기반으로 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트를 적용하여, Affective Computing을 활용한 AI 소셜 로봇 메이커 교육 프로그램을 개발하고 그 효과를 검증하였다. 그 결과, 다음과 같은 교육적 시사점을 도출하였다.

첫째, 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트는 학습자의 AI 리터러시와 창의적 문제해결력을 유의하게 향상시키는 효

과적인 AI 융합 교육 모델임을 확인하였다. 문제 탐색부터 해결 과정까지의 경험을 통해 데이터, AI, 로봇 기술에 대한 이해를 심화하고, 기술 활용의 사회·윤리적 영향에 대한 비판적 사고 능력을 함양시킬 수 있음을 시사한다.

둘째, 사회정서학습과 Affective Computing을 기반한 본 프로그램은 기술적 역량뿐만 아니라 사회정서적 역량 향상에도 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 학습자들은 팀 기반 프로젝트 수행 과정에서 감정 인식 및 조절을 경험하며 협업 및 소통 역량을 강화함을 보였다. 특히, 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트의 단계별 협력 과정은 공동 목표 달성을 위한 상호작용과 책임감 형성의 기회를 제공할 수 있다.

셋째, 본 연구는 Affective Computing, 사회정서학습, 데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트를 통합함으로써 기술적 역량, 윤리적 사고, 사회정서적 역량이 조화를 이루는 교육 모델을 제안하였다. 이는 인공지능 융합교육이 단순한 기술 중심을 넘어 전인적 역량 함양을 지향할 수 있음을 보여준다.

마지막으로, 본 연구는 다음과 같은 후속 연구를 제안한다. 첫째, AI 융합교육의 효과를 극대화하기 위해 교과 간 융합이 가능한 교육 설계 및 적용 방안을 보다 구체화할 필요가 있다. 둘째, 사회정서역량의 변화 양상을 정량적으로 분석할 수 있는 신뢰도 높은 측정 도구를 활용한 실증 연구가 요구된다. 셋째, 특정 지역 중학생에 한정된 점을 고려할 때, 후속 연구를 통해 일반화 가능성을 검토할 필요가 있다. 넷째, [데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트]의 교육 현장 활용성을 제고하기 위해, 데이터-AI-로봇 간 연동성을 강화한 통합 교육 플랫폼 개발이 필요하다.

이 연구는 [데이터-AI-로봇 메이커 프로젝트]를 통해 AI 리터러시, 창의적 문제해결력, 사회정서역량을 동시에 함양할 수 있는 교육 모델의 가능성을 보여준다. 특히 사회정서학습, Affective Computing, 메이커 교육의 융합을 통해 기술·윤리·사회정서적 요소를 포함한 전인적 교육의 방향을 제시하였으며, 이는 AI 융합교육의 설계와 현장 적용에 유의미한 시사점을 제공한다.

참고문헌

- [1] Lee, J. K., Park, S. J., Kim, N. W., Kim, E., & Ko, S. K. (2024). Technical Trends in Artificial Intelligence for Robotics Based on Large Language Models. *ETRI Electronics and Telecommunications Trends*, 39(1), 95-105. <https://doi.org/10.22648/ETRI.2024.J390109>
- [2] Lee, C. H. (2020). Direction of Software Education in Practical Arts for Cultivating Competencies in the AI Era. *Journal of Korean Practical Arts Education Research*, 26(2), 41-64. <https://doi.org/10.29113/skpaer.2020.26.2.003>
- [3] Han, S. K. (2020). Digital Content to Improve Artificial Intelligence Literacy Ability. *Journal of the Korean Society of Computer and Information*, 25(12), 93-100. <https://doi.org/10.9708/jksoci.2020.25.12.093>

- [4] Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, Honolulu, USA, 1(1), 1-16. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- [5] Ng, D.T.K., Leung, J.K.L., Su, M.J., Yim, I.H.Y., Qiao, M.S., Chu, S.K.W. (2022). *AI Education and AI Literacy*. In: AI Literacy in K-16 Classrooms. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-18880-0_2
- [6] Feldhusen, J. F., & Treffinger, D. J. (1985). *Creative thinking and problem solving in gifted education* (3rd ed.). Kendall Hunt Publishing Company.
- [7] Treffinger, D.J., Isaksen, S.G., & Stead-Dorval, K.B. (2006). *Creative Problem Solving: An Introduction* (4th ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003419327>
- [8] CASEL. (2020). *Social and emotional learning (SEL) framework*. <https://casel.org/casel-sel-framework-11-2020/?view=1>
- [9] Picard, R. W. (1997). *Affective computing*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/1140.001.0001>
- [10] McDuff, D., Kaliouby, R. E., Cohn, J. F., & Picard, R. W. (2015). Predicting ad liking and purchase intent: Large-scale analysis of facial responses to ads. *IEEE Transactions on Affective Computing*, 6(3), 223-235. <https://doi.org/10.1109/TAFFC.2014.2384198>
- [11] Park, J. H., Jung, S. M., Song, K. S., Kim, I. O., & Kim, J. B. (2008). Enhancing e-Learning Interactivity via Emotion Recognition Computing Technology. *The Korean Association Of Computer Education*, 11(2), 89-98. <https://doi.org/10.32431/kace.2008.11.2.009>
- [12] Kim, H. S., & Cho, S. H. (2024). Advancements in AI Educational Tools and Learners' Emotional Well-Being: A Trend Analysis. *Journal of Next-Generation Convergence Information Services Technology*, 13(5), 581-591. <https://doi.org/10.29056/jncist.2024.10.01>
- [13] Snyder, F. J. (2014). Socio-emotional and character development: A theoretical orientation. *Journal of Character Education*, 10(2), 107-127.
- [14] Woo, C. Y. (2016). The educational significance of social-emotional learning (SEL). *Journal of Youth Studies*, 23(3), 163-185. <https://doi.org/10.21509/KJYS.2016.03.23.3.163>
- [15] Oh, J. S., Baek, D. B., & Lee, D. H. (2020). Analytical Research on Knowledge Production, Knowledge Structure, and Networking in Affective Computing. *Science of Emotion & Sensibility*, 23(4), 61-72. <https://doi.org/10.14695/KJSOS.2020.23.4.61>
- [16] Hong, W. J., Lee, H., & Choi, J. S. (2020). Effects of maker education for high-school students on attitude toward software education, creative problem solving, computational thinking. *Journal of Information Education*. 24(6), 585-596. <https://doi.org/10.14352/jkaie.2020.24.6.585>
- [17] Lee, H. J. (2023). *The impact of physical computing on AI education* [Master's thesis], Seoul National University.
- [18] Lim, B. L., Baek, Y. E., & Park, J. (2022). Development of robot-mediated social skills training 'Friendly Friends' contents for elementary school students. *Journal of the Korea Contents Association*, 22(8), 44-53. <https://doi.org/10.5392/JKCA.2022.22.08.044>
- [19] Hurst, N., Clabaugh, C., Baynes, R., Cohn, J., Mitroff, D., & Scherer, S. (2020). *Social and emotional skills training with embodied Moxie*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2004.12962>
- [20] Kim, Y. A., Chae, K. H., Son, Y. J., Yang, J. M., & Koo, C. D. (2014). Perceptions of education using humanoid robots: A study on elementary school students and teachers. *Journal of Korea Robotics Society*, 9(3), 185-195. <https://doi-org.proxy.knue.ac.kr/10.7746/jkros.2014.9.3.185>
- [21] Blumenfeld, P. C., Soloway, E., Marx, R. W., Krajcik, J. S., Guzdial, M., & Palincsar, A. (1991). Motivating Project-Based Learning: Sustaining the Doing, Supporting the Learning. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 369-398. <https://doi.org/10.1080/00461520.1991.9653139>
- [22] Kim, S. W., & Lee, Y. J. (2022). The Artificial Intelligence Literacy Scale for Middle School Students. *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, 27(3), 225-238. <https://doi.org/10.9708/jksci.2022.27.03.225>
- [23] Lee, H. S., Pyo, J. M., & Choi, I. S. (2014). Development and validation of the creative problem-solving profile inventory (CPSPI). *Journal of Gifted/Talented Education*, 24(5), 733-755.
- [24] Branch, R. M. (2010). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer Science+Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- [25] Hwang, J., Kang, I., & Kim, H. (2016). Exploring the potential of the TMSI model as Maker Pedagogy: Focusing on high school cases. *Proceedings of the Korean Society for Educational Technology Conference*, 2, 166-176.



이은지

· 2019년 한국교원대학교 가정교육과, 기술교육과 (교육학사)
 · 2025년 한국교원대학교 인공지능융합교육과(교육학 석사)
 · 2025년~현재 한국교원대학교 인공지능융합교육과 박사과정

✚ 관심분야 : 인공지능융합교육, 로봇교육, 기술교육, 사회정서학습

✉ tobe311@naver.com



송기상

· 1983년 아주대학교 학사
 · 1985년 한국과학기술원 석사
 · 1994년 U. of Washington, Ph. D.
 · 1995년~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
 · 2007년~현재 UNESCO, KOICA ICT in Education 국제컨설턴트
 · 2021년~현재 KOICA캄보디아 중학교 ICT역량강화 사업 PM

✚ 관심분야 : 에듀테크, 인공지능 기반 학습체제, ICT 기반 교육을 통한 국제교육협력

✉ kssong1k4@gmail.com, kssong@knue.ac.kr