

컴퓨터교육학회 논문지 2026년 제29권 제8호
https://doi.org/10.32431/kace.2026.29.8.008



초·중등 AI 리터러시 프레임워크 개발: 컴퓨터 과학 기초와 비판적 사고 역량을 중심으로*

Developing an AI Literacy Framework for Elementary and Middle School Students: Focusing on Computer Science Foundations and Critical Thinking Competency

이석영[†] · 범상윤^{††} · 강아림^{†††} · 이지은^{††††} · 최현종^{†††††}
Seokyeong Lee[†] · Sangyoon Beom^{††} · Ahrim Kang^{†††} · Ji-eun Lee^{††††} ·
Hyunjong Choe^{†††††}

요약

AI가 일상적 도구로 빠르게 확산됨에 따라, 이를 이해하고 비판적으로 활용하는 역량인 AI 리터러시 교육의 중요성이 높아지고 있다. 본 연구는 초·중학교 학습자를 대상으로 한 AI 리터러시 프레임워크 개발을 목적으로, 관련 문헌에 대한 내용분석을 통해 초안을 도출하고, AI 및 컴퓨터교육 전문가 19명을 대상으로 2차에 걸친 수정된 델파이 및 수행 기대 전문가 검토를 실시하였다. 연구 결과, 초·중등 학습자를 위한 AI 리터러시를 정의하고, 'AI와 컴퓨팅의 기초', 'AI 원리', 'AI 활용 및 개발', 'AI의 사회적 영향'의 4개 영역과 13개 학습 요소, 4수준 81개의 수행 기대를 도출하였다. 그리고 이를 컴퓨터과학 기초와 비판적 사고 역량을 중심으로 한 2C-AIL(Computer Science and Critical Thinking-Centered AI Literacy) 프레임워크로 명명하였다. 본 연구는 선행 프레임워크에서 필요성이 제기되었으나 명시적으로 다루어지지 않았던 컴퓨터과학 기초 지식을 체계화하고 비판적 사고 역량을 AI 이해 및 활용 전반에 걸친 횡단적 역량으로 반영한 데에 의의가 있다. 또한 수준별 수행 기대를 제시함으로써 교수·학습 설계 및 평가 도구 개발의 준거로 활용 가능한 실용적 프레임워크를 제공하였다.

주제어 AI 교육, AI 리터러시 교육, AI 리터러시 프레임워크, 컴퓨터과학, 비판적 사고 역량

ABSTRACT

As AI becomes increasingly embedded in everyday life, the importance of AI literacy education — the competency to understand and critically engage with AI — has grown substantially. This study develops an AI literacy framework for elementary and middle school learners (grades 1-9) by conducting a content analysis of relevant literature to produce an initial draft, then refining it through two rounds of modified Delphi with 19 experts in AI and computer education and an expert review of performance expectations. The resulting framework defines AI literacy for elementary and middle school learners and comprises four domains ('AI and Computing Foundations', 'AI Principles', 'AI Application and Development', and 'Social Impact of AI'), 13 learning elements, and 81 performance expectations across four proficiency levels. The framework is named the 2C-AIL (Computer Science and Critical Thinking-Centered AI Literacy) Framework, centered on Computer Science foundations and Critical Thinking competency. This study contributes by systematizing computer science foundational knowledge — identified as necessary in prior frameworks yet not explicitly addressed — and by embedding critical thinking as a transversal competency across all domains of AI understanding and application. Furthermore, by presenting level-specific performance expectations, the study provides a practical framework that can serve as a reference for teaching-learning design and assessment tool development.

Keywords AI Education, AI Literacy Education, AI Literacy Framework, Computer Science, Critical Thinking Competency

†정회원	한국교원대학교 컴퓨터교육학과 박사과정
††정회원	한국교원대학교 컴퓨터교육학과 박사과정
†††정회원	한국교원대학교 컴퓨터교육학과 석사
††††정회원	한국교원대학교 컴퓨터교육학과 석사과정
†††††종신회원	한국교원대학교 사범대학 컴퓨터교육학과 교수(교신저자)
논문투고	2026년 05월 22일
심사완료	2026년 06월 23일
게재확정	2026년 07월 01일
발행일자	2026년 08월 13일

* 본 논문은 2026년 충청북도교육청의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호: 202500800151)

1. 서론

인공지능(AI) 기술이 의료, 교육, 금융, 미디어 등 사회 전반으로 빠르게 확산되고 있다[1]. 글로벌 대기업의 78%가 업무에 AI를 활용하고 있으며, 생성형 AI를 정기적으로 사용하는 조직은 전년 대비 2배 이상 증가한 71%에 달한다[2]. OECD 회원국 대상 조사 결과 개인의 3분의 1 이상이 생성형 AI 도구를 사용하고 있다고 나타나[3], AI는 더 이상 전문가만의 기술이 아닌 일상적 도구로 자리 잡아가고 있다.

AI는 학습에도 직접적인 영향을 미치고 있다. 2024년 조사 결과 한국 청소년의 약 절반이 생성형 AI 사용 경험이 있으며[4], 미국에서도 청소년의 64%가 AI 챗봇을 사용하고 있는 것으로 나타났다[5]. 이에 AI의 활용이 학습자에게 미치는 영향에 대한 다양한 연구가 이루어지고 있다. 메타분석을 활용한 연구에서 AI 사용이 학습 성과에 중간 정도의 긍정적 효과를 나타내며 인지적 및 비인지적 능력을 유의미하게 향상시킨 것으로 보고하였다[6]. 구체적으로 생성형 AI 활용이 학습자의 학업 성취와 더불어 고차 사고력[7], 학습 동기와 참여도를 높이면서 AI가 학습의 개인화를 지원함을 보였다[8].

AI 기술의 빠른 확산이 학습에 해로운 결과를 초래할 수 있다는 우려 또한 제기되고 있다. AI를 교수적 안내 없이 사용할 경우 학습 성과가 저하될 수 있으며[9], 생성형 AI를 사용한 고등학생들의 몰입 경험, 자기효능감, 학습 성취 수준이 기존 학습방법을 사용한 학생들에 비해 유의미하게 낮게 나타났다[10]. 또한 대학생들 대상으로 한 실증 연구에서도 AI를 활용한 학습이 미치는 습관과 기억력 감퇴를 유발하고 학생들의 학업 성취도를 저하시킬 가능성이 높다고 보고되었다[11]. Gerlich[12]는 666명을 대상으로 실시한 설문조사와 면담에서 빈번한 AI 도구 사용과 비판적 사고 능력 간에 유의미한 부적 상관 관계가 있음을 밝혔다. Walter[13]는 학생들이 AI의 한계와 위험성을 충분히 인지하지 못함으로 인해 AI 결과물을 비판적 검토 없이 수용하고 필요한 인지적 작업을 기계에 위임하는 경향이 있음을 지적하였다.

이러한 흐름에 따라 AI를 이해하고 비판적으로 평가하며 활용하는 역량인 AI 리터러시에 대한 관심이 높아지고 있다. AI 리터러시 교육은 학습자가 기술의 단순한 소비자에 머무르지 않고 미래 기술의 생산자로 성장할 수 있도록 하는 잠재력을 지닌다[14]. 이를 위해서는 “AI는 마법이 아니다”라는 전제와 함께 AI 작동 방식에 대한 개념적 이해가 선행되어야 한다[15]. 즉 AI 리터러시 교육에서 AI의 한계와 함께 원리를 이해하고, 신뢰성과 정확성을 기반으로 결과물을 판단하는 비판적 사고에 초점을 두어 지도할 필요가 있다.

AI 리터러시에 대한 선행 연구를 살펴보았을 때, 공통적으로 알고리즘, 데이터, 프로그래밍 등 컴퓨터과학의 핵심 개념이 AI 리터러시의 전제 조건임을 강조하고 있다. TeachAI와 CSTA[16]의 교사 대상 조사에서도 프로그래밍의 원리와 컴퓨팅 사고력에 대한 이해가 AI를 위해 필수적

이라는 인식이 확인되었다. 그러나 한국 초등학교에서는 정보 교육이 독립 교과 없이 실과의 하위 영역으로 편제되어 제한된 시수 내에서만 운영되고 있어[17], 이러한 기초 개념을 충분히 다루기 어려운 실정이다.

이에 본 연구는 초·중등 학습자를 대상으로 AI 리터러시 프레임워크를 개발하고자 한다. 본 프레임워크는 비판적 사고 역량을 AI 이해 및 활용 영역에 걸쳐 명시적으로 반영하고, AI 리터러시에 필요한 컴퓨터과학 기초 지식을 하위 요소로 포함하여 교육 현장에서 활용 가능한 수행 기대를 제시하는 것을 목표로 한다. 이를 위한 연구 문제로 ‘초·중등 학습자를 위한 AI 리터러시 프레임워크는 어떻게 구성되어야 하는가?’로 설정하였다.

2. 이론적 배경

2.1 AI 교육의 정의와 구성

대학·연구기관 중심에서 이루어지던 AI 교육은 AI의 발전과 확산에 따라 점차 유치원부터 고등학교 단계로 확장되고 있다[18]. AI 교육은 AI에 관한 지식, 태도, 능력을 길러주는 교육[19]으로서, AI에 대한 이해와 올바른 태도를 갖추고, 데이터와 AI를 활용하여 다양한 문제를 창의적이고 융합적으로 해결하는 역량을 습득하는 것을 목표로 한다.

AI 교육의 구성에 대한 연구는 다양하게 이루어지고 있다. Holmes et al.[20]은 AI 교육을 AI 기술 자체를 학습 대상으로 삼는 ‘AI에 대한 학습’(Learning about AI)과 AI를 교수·학습의 도구로 활용하는 ‘AI를 통한 학습’(Learning with AI)으로 분류하였다. 한국과학창의재단[21]은 AI 교육을 ‘원리교육’, ‘활용교육’, ‘융합교육’으로 세분화하여, AI의 개념과 원리를 이해하는 것에서부터 AI를 교과 학습에 활용하고 다양한 영역과 융합하는 방향으로 확대하고 있다. 정경옥 외[22]는 AI 활용 교육과 융합교육에 대한 문헌 고찰에서 위와 같이 AI 교육에 대한 분류가 다양하게 이루어지면서도, 대부분이 ‘AI 이해 교육’, ‘AI 활용 교육’, ‘AI 융합 교육’을 포함하고 있는 것으로 보았다. 이 중 AI 융합 교육이 궁극적으로 추구하는 목표는 AI 리터러시 함양을 통한 문제해결력과 창의력 신장이다[23]. 이에 따라 학습자가 갖추어야 할 AI 리터러시의 개념과 구성요소를 명확히 정의하고 이를 교육과정에 체계적으로 반영하려는 연구가 활발히 이루어지고 있다.

2.2 AI 리터러시의 정의

리터러시(Literacy)는 ‘글을 읽고 이해하는 능력’인 문해력(文解力)으로 직역할 수 있다. UNESCO[24]는 실질적 문해자(Functionally literate)를 ‘자신의 집단과 공동체의 효과적 기능에 필요한 모든 활동에 참여할 수 있고, 자신과 공동체의 발전을 위해 읽기, 쓰기, 계산을 계속 사용할 수 있는 사람’으로 정의하면서 리터러시를 단순한 읽고 쓰는 도구적 능력이 아닌 사회 적응을 위한 기본 능력의 의미로 확장하여

사용하였다. 이후 기술 발전에 따라 문자 외의 다양한 매체가 등장하면서 디지털 리터러시, 데이터 리터러시 등과 같이 리터러시의 영역 또한 확장되기 시작했다. 이에 국내 연구에서도 문해력이라는 직역 대신 리터러시 그대로 음차하여 사용하거나, ‘소양’으로 번역하기도 한다.

Long과 Magerko[25]는 AI 리터러시를 처음 정의하면서 “개인이 AI 기술을 비판적으로 평가하고 사용할 수 있는 역량이자, AI와 효과적으로 소통하고 협력하며 가정과 직장에서 AI를 활용할 수 있는 능력”으로 정의하였다. 이는 AI 리터러시가 단순한 기술 사용 능력을 넘어 비판적 평가와 협력적 활용을 포함하는 포괄적 개념임을 강조한 것이다. 최숙영[26]은 AI 리터러시를 “AI로 인한 사회 변화를 인식하고 우리 일상의 문제 해결을 위해 AI와 효과적으로 소통하고 협력하며 AI를 활용할 수 있는 능력”으로 정의하였다. 교육부[17]는 2022 개정 교육과정에서 “인간과 인공지능의 공존을 모색하는 사람 중심의 인공지능 윤리 의식과 데이터에 대한 이해를 기반으로 인공지능을 통해 문제를 해결할 수 있는 능력”으로 인공지능 소양을 정의하고, ‘인공지능 문제해결력’, ‘데이터 문해력’, ‘인공지능 윤리의식’을 교과역량으로 제시하였다. Digital Promise[27]는 AI 리터러시를 “AI 시스템과 도구를 비판적으로 이해·평가·사용하여 점점 더 디지털화되는 세계에 안전하고 효과적으로 참여할 수 있는 지식과 기술”로 정의하였다. OECD와 European Commission[28]은 AI 리터러시를 “AI의 영향을 받는 세계에서 살아가는 데 필요한 기술적 지식, 지속 가능한 역량, 미래지향적 태도”로 정의하고, AI를 활용·창작·관리·설계하는 동시에 그 이점·위험·윤리적 함의를 비판적으로 평가하는 역량을 강조하였다.

Table 1은 각 연구에서 제시한 AI 리터러시의 정의를 정리한 표이다. 이상의 정의들을 종합하면, AI 리터러시의 개념은 AI 활용의 실용적 능력에서 출발하여 비판적 평가, 윤리적 태도, 미래지향적 역량을 포괄하는 방향으로 점차 확장되어 왔다. 이는 AI 리터러시 프레임워크 개발 시 기술적 이해와 함께 비판적 사고 및 윤리 역량을 균형 있게 반영할 필요성을 시사한다.

Table 1. Definition of AI Literacy

Author(Year)	Definition of AI Literacy
Long & Magerko (2020)	a set of competencies that enables individuals to critically evaluate AI technologies; communicate and collaborate effectively with AI; and use AI as a tool online, at home, and in the workplace
Choi (2022)	The ability to recognize social changes brought by AI and to effectively communicate and collaborate with AI in order to solve everyday problems, utilizing AI accordingly
Ministry of Education (2022)	The ability to solve problems through AI, grounded in human-centered AI ethics that seeks the coexistence of humans and artificial intelligence, and an understanding of data
Digital Promise (2024)	the knowledge and skills that enable people to critically understand, evaluate, and use AI systems and tools to safely and effectively participate in an increasingly digital world

Author(Year)	Definition of AI Literacy
OECD & European Commission (2025)	AI literacy represents the technical knowledge, durable skills, and future-ready attitudes required to thrive in a world influenced by AI. It enables learners to engage, create with, manage, and design AI, while critically evaluating its benefits, risks, and ethical implications

2.3 AI 리터러시 관련 연구

앞서 제시한 정의에 이어, AI 리터러시의 구성요소를 도출하기 위해 Long과 Magerko[25]는 ‘AI란 무엇인가?’(What is AI?), ‘AI는 무엇을 할 수 있는가?’(What can AI do?), ‘AI는 어떻게 작동하는가?’(How does AI work?), ‘AI는 어떻게 사용되어야 하는가?’(How should AI be used?), ‘사람들은 AI를 어떻게 인식하는가?’(How do people perceive AI?)의 5개 질문을 설정하였다. 그리고 이에 대한 학제적 문헌 검토를 통해 데이터 리터러시, 의사결정, 기계학습 단계, 표현, 프로그래밍 가능성 등 17개 역량을 도출하였다. 이를 통해 기술적 이해 요소를 역량으로 제시하며 AI 리터러시 개념 체계화의 기초를 마련하였다.

최숙영[26] 또한 ‘AI란 무엇인가’, ‘AI는 어떻게 작동하는가’, ‘AI는 어떻게 사용되어야 하는가’, ‘AI와 어떻게 효과적으로 협업할 것인가’의 4가지 주제와 14개 역량으로 구성된 K-12 맥락의 프레임워크를 제안하였다. 아울러 AI 리터러시 함양을 위한 교육은 컴퓨팅 사고력 기반의 문제해결력과 프로그래밍 역량을 바탕으로 이루어져야 하며, 학교급에 따른 교육과정 구성 시 AI 프로그래밍에 대한 고려가 필요함을 강조하였다.

Kong et al.[14]은 다양한 전공 배경을 가진 대학생을 대상으로 한 AI 리터러시 강좌 평가에 대한 연구를 진행하면서, AI 리터러시가 ‘AI 개념’(AI concepts), ‘AI 개념을 활용한 평가’(using AI concepts for evaluation), ‘문제 해결을 통한 실세계의 이해(using AI concepts for understanding the real world through problem solving)’의 세 가지 요소를 포함한다고 제시했다.

Ng et al.[29]은 30편의 동료심사 논문을 탐색적으로 검토하여 AI 리터러시를 ‘알고 이해하기’(Know and Understand AI), ‘사용하고 적용하기’(Use and Apply AI), ‘평가하고 창조하기’(Evaluate and Create AI), ‘AI 윤리’(AI Ethics)의 4가지 관점으로 범주화하였다. 아울러 윤리를 제외한 세 관점을 Bloom[30]의 분류체계와 매핑하여 위계적 학습 목표 설정 가능성을 제시하면서 교육과정 설계의 시사점을 제공하였다.

UNESCO[31]는 아래에서 살펴볼 K-12 AI curricula(2022)를 기반으로 전 세계 학생을 대상으로 한 최초의 AI 역량 참조 프레임워크를 개발하였다. 이 프레임워크는 ‘인간 중심 마음가짐’(Human-centred mindset), ‘AI 윤리’(Ethics of AI), ‘AI 기술과 응용’(AI techniques and applications), ‘AI 시스템 설계’(AI system design)의 4개 역량 측면과 ‘이해’(Understand), ‘적용’(Apply),

‘창조’(Create)의 3개 숙련 수준으로 구성된 4×3 매트릭스에 12개 역량 블록을 배치하고 있다. UNESCO는 프레임워크가 “데이터, 프로그래밍, 컴퓨팅 구조와 인터넷에 관한 학제적 지식과 기술 위에 구축”되며 AI 기술과 응용 측면에서 “학제적 기초 지식을 점진적으로 심화하며 데이터와 알고리즘에 대한 이해를 발전시키는 것”이라고 명시하면서, 기초적인 컴퓨터과학의 이해가 필요함을 전제하고 있다. 역량 수준이 숙련도 기준으로 설정되어 있어 특정 학교급 교육과정에 적용하기 위해서는 추가적인 매핑이 필요하다.

CSTA와 AI4K12[15]는 모든 K-12 학생을 위한 AI 학습 우선순위를 세우기 위해 ‘인간과 AI’(Humans and AI), ‘표현과 추론’(Representation and Reasoning), ‘기계학습’(Machine Learning), ‘윤리적 AI 시스템 설계와 프로그래밍’(Ethical AI System Design and Programming), ‘AI의 사회적 영향’(Societal Impacts of AI)의 5개의 범주를 도출하였다. 이 보고서는 모든 학생이 AI의 개인·사회·환경적 영향을 탐구해야 하며, 윤리적 고려를 AI 시스템의 설계·프로그래밍 실천과 직접 통합하고 있다는 점에서 윤리를 독립 영역이 아닌 기술적 실천에 내재화하는 접근을 취하고 있다. 또한 “AI는 마법이 아니다”라는 전제 아래 AI 작동 방식에 대한 개념적 이해가 필요함을 강조하고 있다. 즉 AI 시스템의 추론 과정과 결과에 대한 비판적 이해를 학습 성과로 포함하고 있어, AI 원리 이해와 활용의 두 맥락 모두에서 비판적 사고가 요구됨을 반영하고 있다.

OECD와 European Commission[28]는 2029년에 이루어질 PISA 미디어·AI 리터러시 평가와 연계하여 4개 도메인과 22개 역량으로 구성된 AI 리터러시 프레임워크를 개발 중에 있다. EU의 디지털 리터러시 프레임워크인 DigComp 3.0[32], 위에서 살펴본 UNESCO, Digital Promise 등 선행 프레임워크를 통합하여 ‘AI와 관여하기’(Engaging with AI), ‘AI와 창조하기’(Creating

with AI), ‘AI 관리하기’(Managing AI), ‘AI 설계하기’(Designing AI)로 구성하였다. 또한 AI 리터러시의 관련 분야로 컴퓨터과학, 데이터과학, 디지털 리터러시, 윤리 등을 제시하여 AI 리터러시가 컴퓨터과학을 비롯한 다양한 분야의 기초 위에 구축됨을 명확히 하고 있다.

Digital Promise[27]는 ‘이해(Understand)’, ‘평가(Evaluate)’, ‘활용(Use)’의 3개 참여 모드와 ‘인간 판단 중심(Centering Human Judgment)’, ‘정의 중심(Centering Justice)’의 2개 핵심 가치로 구성된 프레임워크를 제안하였다. 또한 ‘알고리즘적 사고·추상화·분해’, ‘데이터 분석·추론’, ‘데이터 프라이버시·보안’, ‘디지털 커뮤니케이션·표현’, ‘윤리·영향’, ‘정보·허위정보’의 6개 실천을 제시하면서, 컴퓨팅 사고, 디지털 시민성, 데이터 리터러시, 미디어 리터러시와의 연계를 명시하여 AI 리터러시를 기존 리터러시의 확장으로 위치시키고 있다.

UNESCO[33]는 193개 회원국 대상 정부 승인 K-12 AI 교육과정 현황을 조사하였다. 조사 결과 각국의 AI 교육과정은 고등학교 단계에 집중되어 있으며, 초등학교와 중학교 단계는 상대적으로 낮은 비율을 보였다. AI 교육과정의 내용을 분석하기 위해 ‘AI 기초’(AI foundations), ‘윤리 및 사회적 영향’, ‘AI 이해·활용·개발’의 3개 범주로 구분하였다. 이 중 AI 기초 범주는 알고리즘과 프로그래밍, 데이터 리터러시, 맥락적 문제 해결로 구성되며 전체 교육과정의 약 41%를 차지한다. 특히 컴퓨팅 기기와 운영체제에 대한 이해, 네트워크 인식 등 컴퓨팅 시스템 관련 내용을 AI 학습을 위한 선행 지식으로 명시하고 있다.

Figure 1은 각 연구에서 제시한 AI 리터러시의 구성 요소를 정리한 것이다. 선행 연구 분석 결과를 종합하면 AI 리터러시의 구성요소와 관련해 비판적 평가가 AI 리터러시의 공통 요소로서 다수의 프레임워크에서 명시적으로 강조되고 있다[15,21,25,27]. 그러나 어떠한 방식으로 구성하는

Long & Magerko (2020)	Kong et al. (2021)	Choi (2022)	Digital Promise (2024)	UNESCO (2024)	CSTA & AI4K12 (2025)	Ministry of Education (2022)
Competencies	Components	Themes	Framework	Competency Areas × Proficiency Levels	Learning Priorities	Subject Competencies
[What Is AI?]	AI concepts	[What is AI?]	[Participation Modes]	[Competency Areas]	Humans and AI	AI Problem-Solving
Recognising AI	Using AI concepts for evaluation	Understanding Intelligence	Understand	Human-centred mindset	Representation and Reasoning	Data Literacy
Understanding Intelligence	Understanding the real world through problem solving	AI services & applications	Evaluate	Ethics of AI	Machine Learning	AI Ethics Awareness
Interdisciplinary		Future AI	Use	AI techniques and applications	Ethical AI System Design and Programming	
General vs. Narrow		[How does AI work?]	[Core Values]	AI system design	Societal Impacts of AI	
[What can AI do?]		Representation & reasoning	Centering Human Judgment	[Proficiency Levels]		
AI's strengths & weaknesses		Decision-making & planning	Centering Justice	Understand		
Imagine future AI		Machine learning	[AI Literacy Practices]	Apply		
[How does AI work?]	Know and Understand AI	Data literacy	Algorithmic Thinking, Abstraction & Decomposition	Create		
Representations	Use and Apply AI	Action & interaction	Data Analysis & Reasoning			
Decision-making	Evaluate and Create AI	Sensors & perception	Data Privacy & Security			
ML steps	AI Ethics	[How should AI be used?]	Digital Communication & Expression			
Human role in AI		AI's social influence	Ethics & Impact			
Data literacy		AI ethics	Information & Misinformation			
Learning from Data		[How to work with AI effectively?]				
Critically Interpreting Data		Human role in AI				
Action & Reaction		Evaluating AI				
Sensors		AI's strengths & weaknesses				
[How should AI be used?]						
Ethics						
[How do people perceive AI?]						
Programmability						

Figure 1. Component of AI Literacy

지에 대해서는 차이가 있다. 또한 다수의 프레임워크에서 AI 리터러시를 함양하기 위해서는 기본적인 컴퓨터과학의 지식이 필요하다는 점을 인정하고 있으나[26,28,31,33], 이를 프레임워크 내에 명시적으로 포함하여 체계적으로 다루지는 않고 있다.

이에 본 연구에서는 비판적 사고력을 전반적인 내용 영역에 통합하여 제시하며, AI 리터러시를 이해하는데 필수적인 컴퓨터과학 지식을 명시한 AI 리터러시 프레임워크를 개발하고자 한다. 또한 이에 대한 수행 기대 진술문을 함께 제시해 현장에서의 활용성을 높이고자 한다.

3. 연구 방법

본 연구는 AI 리터러시 프레임워크 개발을 목표로 관련 문헌 분석, 내용분석을 통한 프레임워크 초안 도출, 수정된 델파이(Modified Delphi), 현장 전문가 검토 순으로 진행되었다. 단계별 연구 방법과 개요, 산출물은 Figure 2와 같다.

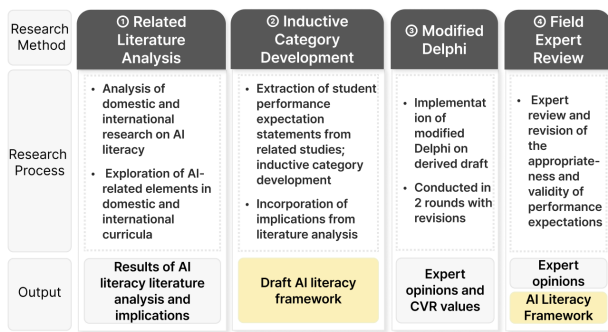


Figure 2. Research Design and Procedure

프레임워크 초안을 도출하기 위해 Mayring[34]의 귀납적 범주 개발 모델을 사용하였다. 귀납적 범주 개발 모델에서는 먼저 3인의 코더가 각 문서에서 학습자의 수행에 관한 진술문을 추출하고 추출된 진술문에서 다루는 개념의 유사성을 바탕으로 1차로 범주화한다. 1차 범주를 다시 상위 수준에서 묶는 2차 범주화를 통해 핵심 개념을 도출한다. 각 과정은 3인 코더의 합의적 코딩 방식으로 이루어지며, 전체 자료의 일부를 분석한 시점에서 범주의 적절성을 검토하고 수정한다.

도출한 프레임워크 초안을 검토하기 위해 수정된 델파이를 2차에 걸쳐 실시하였다. 수정된 델파이는 AI 리터러시의 정의와 영역, 각 학습 요소 및 설명, 학습 요소별로 진술된 수행 기대의 적절성에 대해 검토하였다.

전문가 선정 기준은 컴퓨터 교육 및 윤리 교육 대학교수, 컴퓨터교육·AI교육 전공 석사 이상 또는 디지털 교육 지도 경험이 10년 이상인 초등 교사, 정보 교육을 담당하는 중등 교사로 하였다. 기준을 만족하는 전문가 19명이 참여하였으며 이에 따라 타당도 분석은 Lawshe[35]가 제안한 표본 수

에 따른 내용 타당도 비율 최소 기준치($CVR > .474$)를 적용하였다.

참여자 구성에 대한 세부 현황은 Table 2와 같다.

Table 2. Participants in the Modified Delphi Study

No.	Position	Highest Degree	Experience (years)
1	Professor	Ph.D.	16
2	Professor	Ph.D.	20
3	Professor	Ph.D.	26
4	Professor	Ph.D.	15
5	Professor	Ph.D.	3
6	Professor	Ph.D.	11
7	Professor	Ph.D.	15
8	Researcher	Ph.D.	10
9	Elementary School Teacher	Master's	14
10	Elementary School Teacher	Master's	20
11	Elementary School Teacher	Master's	16
12	Elementary School Teacher	Master's	12
13	Elementary School Teacher	Ph.D.	17
14	Elementary School Teacher	Master's	20
15	Secondary School Teacher	Master's	27
16	Secondary School Teacher	Master's	7
17	Secondary School Teacher	Bachelor's	1
18	Secondary School Teacher	Bachelor's	7
19	Secondary School Teacher	Ph.D.	8

도출된 프레임워크의 수행 기대에 대한 내용 타당성 및 현장 적합성을 검토하기 위해 추가로 현장 전문가 검토를 실시하였다. 검토 내용은 수행 기대가 각 영역에 알맞게 구성되어 있는지, 수준이 적절한지, 영역별, 수준별 중복이 없는지에 대한 의견을 작성하도록 한다. 수정된 델파이 단계에 참여하지 않은 AI 및 정보 교육 경험이 있는 초·중등 현직 교사 3인을 대상으로 하였으며, 수렴된 의견에 따라 수정 및 보완 작업을 진행하여 최종 프레임워크 및 수행 기대를 도출하였다.

4. 연구 결과

4.1 AI 리터러시 프레임워크 초안 도출

앞 장에서 살펴본 UNESCO(2024) 숙련 수준별 역량 명세, OECD(2025)의 지식 진술문, CSTA와 AI4K12(2025)의 학교급별 수행 기대를 바탕으로 내용분석을 실시하였다. 귀납적 범주 모델을 따른 2차 범주화의 결과로 AI의 정의를 도출하고, 'AI의 기본 개념', 'AI의 활용 및 개발', 'AI의 비판적 평가', 'AI의 윤리적 사용', 'AI와 사회·미래 인식'의 5개 범주를 확인하였다.

또한 AI 교육에 필요한 컴퓨터과학 기초 영역을 도출하기 위해 CSTA[36]의 K-12 컴퓨터과학 표준 개정안 3.0을

분석하였다. 이 연구는 컴퓨터과학의 일부로서 AI를 위치시키고, 각 영역에서 AI가 어떻게 연계되는지 명시하고 있어 컴퓨터과학 교육의 내용 영역과 AI 교육의 관계를 파악하기 위한 준거가 된다.

Figure 3은 2차 범주화 결과와 최종적인 영역 명을 연결한 그림이다.

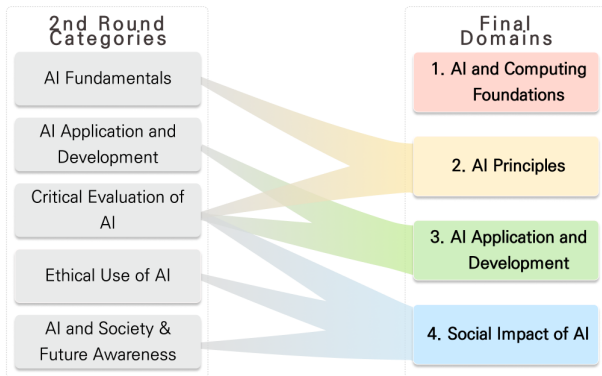


Figure 3. Secondary Categorization Results and Final Domain Names

위 과정을 통해 AI의 이해에 필요한 컴퓨터과학의 기초에 해당하는 영역과 이에 속하는 ‘컴퓨팅 시스템’, ‘데이터’, ‘컴퓨팅 문제 해결’ 3개 하위 요소를 추가하였다. 또한 ‘AI의 비판적 평가’ 영역은 AI 원리 이해 영역, 활용 및 개발 영역, 사회적 영향 영역과 통합하여 각각의 학습 요소 중 하나로 구성하였다. 또한 AI 윤리의 실천이 개인적 영역을 넘어서 사회적 책임, 미래 인식과 이어지는 연속적 역량을 고려하여 ‘AI의 사회적 영향’ 영역으로 통합하였다.

이를 통해 ‘AI 기초’, ‘AI 원리’, ‘AI 활용 및 개발’, ‘AI의 사회적 영향’의 4개 영역, 14개 학습 요소를 도출하였으며 각 영역의 수행 기대를 수준에 맞게 재배치하였다.

4.2 프레임워크 수정·보완

초안의 정의, 4개 영역, 14개 학습 요소에 대한 1차 델파이를 실시하고 전문가들의 의견을 반영하여 프레임워크를 수정하였다. 영역별 평균 CVR은 Table 3과 같다. 기준값을 충족하지 못한 2개 학습 요소가 있었으며, 전문가 의견에 따라 ‘AI와 인간’ 학습 요소를 삭제하였고, ‘AI 실행의 영향’을 ‘AI와 비판적 사고’로 수정하였다.

그 외 전문가 의견을 반영한 수정 사항은 다음과 같다. AI 리터러시의 정의에서 ‘기초적’이라는 표현이 역량의 수준을 한정할 수 있다는 의견에 따라 ‘기본적인 능력과 태도’로 수정하였다. 또한 각 영역의 학습 요소의 명칭을 수정하였다. ‘AI와 사회적 영향’ 영역에서는 ‘AI 윤리’, ‘AI 시민성’, ‘AI와 지속가능한 미래’로 구성된 학습 요소의 경계가 모호하고 방향성이 불분명하다는 의견이 제시되었다. 이에 도덕교육에서 윤리적 가치를 개인에서 사회로 확장하는 방식과 같이, 개인의 윤리적 실천에서 시작하여 사회적 책임으로, 나아가 AI가 가져올 미래 변화에 대한 성찰로 이어지

는 방향으로 학습 요소를 재구성하였다. 또한 학생 수준에 적합하지 않거나 실정에 맞지 않는 수행 기대를 이동 또는 삭제하였다.

2차 수정된 델파이에서는 4개 영역, 13개 학습 요소, 46개 수행 기대에 대하여 전문가 검토를 받았다. 그 결과 전체 학습 요소에서 CVR 기준값을 충족하였다. 전문가 의견으로 ‘AI 기초’라는 영역 명칭이 컴퓨터과학의 기초 개념을 다루는 영역이라는 성격을 충분히 드러내지 못한다는 점이 제시되었다. 이를 반영하여 영역명을 ‘AI와 컴퓨팅의 기초’로 수정하여 AI 리터러시와 컴퓨팅 기초 지식 간의 연계를 명시적으로 드러내도록 하였다. 추가적인 전문가 의견으로 학생이 디지털 기기, 컴퓨팅 시스템, 네트워크 등에 대한 기초적인 이해가 부족한 경우가 많아 이를 수행 기대에 적극적으로 반영할 필요가 있다는 의견이 다수 있었다.

Table 3. CVR Results by Domain and Item Across Two Expert Review Rounds

Domain	Item	Round 1 CVR (Mean)	Round 2 CVR (Mean)
AI Literacy	AI Literacy Definition	0.789	1.000
	AI Foundations Domain	0.684	0.895
	AI Principles Domain	1.000	1.000
	AI Application and Development Domain	1.000	1.000
AI Foundations	AI and Social Impact Domain	1.000	1.000
	AI and Digital Devices	0.631	0.737
	AI and Digital Devices Performance Expectation	0.657	0.842
	AI and Data	0.842	0.895
	AI and Data Performance Expectation	0.579	0.763
	AI and Computational Thinking	0.631	0.684
	AI and Computational Thinking Performance Expectation	0.658	0.710
	AI and Humans	0.368*	—
AI Principles	AI and Humans Performance Expectation	0.614	—
	Concepts and Development of AI	0.842	1.000
	Concepts and Development of AI Performance Expectation	0.763	0.816
	Types and Principles of AI	0.895	1.000
	Types and Principles of AI Performance Expectation	0.842	0.824
	AI Technology and Impact	0.579	0.895
	AI Technology and Impact Performance Expectation	0.684	0.825

Domain	Item	Round 1 CVR (Mean)	Round 2 CVR (Mean)
AI Application	AI Utilization	0.631	0.948
	AI Utilization Performance Expectation	0.552	0.948
	AI and Programming	0.631	0.631
	AI and Programming Performance Expectation	0.684	0.684
	AI and Convergent Problem- Solving	0.684	0.948
	AI and Convergent Problem- Solving Performance Expectation	0.789	0.948
	Impact of AI Execution	0.368*	0.789
	Impact of AI Execution Performance Expectation	0.605	1.000
AI and Social Impact	AI Ethics	0.631	0.948
	AI Ethics Performance Expectation	0.719	0.789
	AI Citizenship	0.684	0.948
	AI Citizenship Performance Expectation	0.684	0.895
	AI and Sustainable Future	0.895	0.842
	AI and Sustainable Future Performance Expectation	0.824	0.895

*CVR value below the minimum criterion (CVR = 0.474)

위와 같은 방법으로 도출된 수정안의 수행 기대의 현장 적합성을 검증하기 위해 추가로 현장 전문가 검토를 실시하였다. 현장에서 꼭 필요하다고 생각되는 수행이 적절하게 포함되어 있는지, 학생 수준에 적절한지, 각 수준의 위계가 적절한지, 각 영역 간 중복이 없는지 등의 기준으로 검토하도록 하였다. 전문가 의견에 따라 수행 기대를 수정하고 적절한 단위로 분할하여 최종 결과를 도출하였다.

4.3 2C-AIL 프레임워크

본 연구에서는 AI 리터러시를 ‘인공지능의 개념과 원리를 이해하고 문제해결에 활용하며, 그 과정과 결과를 비판적으로 성찰하여 책임 있는 시민으로 살아가기 위한 기본적인 능력과 태도’로 정의하였다. 이를 바탕으로 컴퓨터 과학(Computer Science) 기초와 비판적 사고(Critical Thinking) 역량을 두 핵심 축으로 삼는다는 점에서 본 프레임워크를 2C-AIL(Computer Science and Critical Thinking-Centered AI Literacy) 프레임워크로 명명하였다. Table 4는 2C-AIL 프레임워크를 구성하는 4개 영역과 13개 학습 요소이다.

Table 4. 2C-AIL Literacy Framework

Domain	Learning Element
AI and Computing Foundations	Computing Systems
	Data
	Computational Problem-Solving
AI Principles	Concepts and Development of AI
	Types and Principles of AI
	AI Technology and Limitations
AI Application and Development	AI and Expression
	AI Implementation
	AI and Convergent Problem-Solving
	AI and Critical Thinking
Social Impact of AI	Me and AI
	AI and Society
	AI and the Future

더불어 1수준(초등학교 1-2학년), 2수준(초등학교 3-4학년), 3수준(초등학교 5-6학년), 4수준(중학교 1-3학년)을 제시하였으며, 학습 요소와 수준이 교차하는 지점에 대한 수행 기대를 제시하였다.

‘AI와 컴퓨팅의 기초’ 영역은 ‘컴퓨팅 시스템’, ‘데이터’, ‘컴퓨팅 문제 해결’이라는 3가지 학습 요소로 이루어져 있다. ‘컴퓨팅 시스템’은 AI가 작동하는 환경으로서 컴퓨팅 시스템의 구성과 원리를 이해하고 다양한 기능과 연결 방식을 상황에 맞게 활용하는 학습 요소로 프로그램의 실행, 기초적인 기기 활용 및 선택, 컴퓨팅 시스템의 구성요소와 작동 방식, 네트워크 연결 등으로 구성되어 있다. ‘데이터’는 AI 학습에 활용되는 데이터의 개념과 유형을 이해하고 이를 분류하여 활용하며, 데이터의 의미와 유형, 규칙, 적절한 데이터의 선택, 의미 있는 정보와 표현 등을 포함한다. ‘컴퓨팅 문제 해결’은 AI를 활용한 문제 해결을 위해 문제를 이해 및 분해하고 해결 방법을 알고리즘으로 표현하는 학습 요소로, 문제 상황을 인식하여 문제 해결 과정을 구성 및 표현하고 하위 문제로 분해하며 알고리즘을 작성하는 수행 기대로 구성되어 있다.

‘AI 원리’ 영역은 ‘AI의 개념과 발전’, ‘AI의 유형과 원리’, ‘AI 기술과 한계’라는 3가지 학습 요소로 이루어져 있다. ‘AI의 개념과 발전’은 AI의 개념을 이해하고 기술의 발전 과정을 알아보기 위해 AI의 개념과 사례, 특징, AI의 발전 과정 등을 학습한다. ‘AI의 유형과 원리’는 생활 속 다양한 AI의 유형을 구분하고 작동 원리를 이해하는 학습 요소로 AI가 데이터를 기반으로 학습하는 것에 초점을 맞춘다. ‘AI 기술과 한계’는 인간의 사고 과정과 AI의 처리 과정을 비교하고 AI의 활용 가능성과 한계를 인식하는 학습 요소로 AI가 마법이 아닌 인간이 만든 도구를 인식하게 한다.

‘AI 활용 및 개발’ 영역은 ‘AI와 표현’, ‘AI의 구현’, ‘AI와 융합적 문제 해결’, ‘AI와 비판적 사고’라는 4가지 학습 요소로 이루어져 있다. ‘AI와 표현’은 AI를 체험하고 이를 활용하여 아이디어를 다양한 형태로 표현하는 학습 요소로 AI의

활용에 대한 수행 기대로 이루어졌다. ‘AI의 구현’은 목적에 적합한 AI 모델을 구현하는 방법을 이해하는 학습 요소로, 학년 수준에 적합한 방법으로 AI 모델을 만들도록 한다. ‘AI와 융합적 문제 해결’은 문제 해결 과정에서 사용 여부를 결정하고 적절한 AI를 활용하여 다양한 생활 및 학문 분야의 문제를 해결하는 학습 요소이다. ‘AI와 비판적 사고’는 결과물과 의도의 차이를 비교하며, 데이터의 영향을 파악하는 것을 통해 AI로 생성한 결과물의 신뢰성과 정확성을 비판적으로 검토하도록 한다.

‘AI의 사회적 영향’ 영역은 AI 윤리와 사회, 미래에 대한 인식을 통합한 ‘AI와 나’, ‘AI와 사회’, ‘AI와 미래’의 3가지 학습 요소로 이루어져 있다. ‘AI와 나’는 AI 기술을 활용할 때 개인의 선택과 판단이 갖는 의미를 인식하며 윤리적 AI 활용 기준을 세우고 실천하는 학습 요소이다. ‘AI와 사회’에서는 AI 활용 과정에서 발생하는 사회적 위험을 인식하고 책임 있는 활용 규칙과 문화 형성을 위한 구체적 실천을 탐색한다. ‘AI와 미래’는 AI 기술 발전이 불러올 미래 변화를 상상하며 지속가능성 관점에서 대안과 실천 전략을 제안하는 학습 요소이다.

도출한 81개의 수행 기대는 부록으로 첨부하였다.

5. 논의 및 결론

AI 기술이 사회 전반에 영향을 미침에 따라 학습자가 AI를 올바르게 이해하고 활용하는 기초 소양을 갖추도록 지원하는 것이 중요한 교육적 과제로 부상하였다. 우리나라에서도 2022 개정 교육과정을 통해 AI 리터러시의 함양을 강조하고, ‘모두를 위한 AI 인재 양성’[37]을 정책 목표로 제시하는 등 AI 교육을 강화하려는 흐름이 이어지고 있다.

그러나 AI의 확산은 학습에 대한 긍정적 기대와 함께 우려도 동반한다. AI의 한계를 충분히 인지하지 못한 경우 그 결과물을 비판적 검토 없이 수용하거나, 인지적 작업을 기계에 위임하는 경향이 나타날 수 있음이 지적되면서 AI 리터러시 교육의 중요성이 더욱 부각되고 있다.

본 연구는 이러한 맥락에서 초·중등 학습자를 대상으로 한 AI 리터러시 프레임워크를 개발하는 것을 목적으로 하였다. 연구의 결과로 AI 리터러시를 ‘인공지능의 개념과 원리를 이해하고 문제 해결에 활용하며, 그 과정과 결과를 비판적으로 성찰하여 책임 있는 시민으로 살아가기 위한 기본적인 능력과 태도’로 정의하였다. 그리고 ‘AI와 컴퓨팅의 기초’, ‘AI 원리’, ‘AI 활용 및 개발’, ‘AI의 사회적 영향’의 4개 영역과 13개 학습 요소, 4수준 81개의 수행 기대를 도출하였으며, 컴퓨터과학 기초와 비판적 사고 역량을 두 핵심 축으로 삼는다는 점에서 이를 2C-AIL 프레임워크로 명명하였다.

본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 다수의 선행 연구에서 필요성이 제기되었으나 명시적으로 다루지 않았던 컴퓨터과학 기초 지식을 프레임워크에 포함함으로써, AI 리터러시 교육을 위한 기초를 체계화하였다. 둘째, 비판적 사고를

타 내용 영역에 걸친 횡단적 역량으로 반영하여, 실제 AI 이해, 활용, 사회적 맥락에서의 비판적 사고 함양을 구체화하였다. 셋째, 초등학교 1학년부터 중학교를 포괄하는 수행 기대를 제시함으로써 교수·학습 설계 및 평가 도구 개발의 준거로 활용할 수 있는 실용적 프레임워크를 제공하였다.

연구의 한계로는 수정된 델파이와 현장 전문가 검토를 통해 내용 타당성을 확보하였으나, 실제 수업에 적용한 실증적 근거는 마련하지 못하였다는 점이 있다. 또한 연구 범위가 초등학교 1학년부터 중학교 3학년까지로 한정되어, 유치원 및 고등학교 단계를 포함하는 K-12 전 범위에 대한 논의에는 이르지 못하였다.

이러한 점을 고려한 제언은 다음과 같다. 첫째, 개발된 프레임워크를 실제 교육 현장에 적용하여 학습자의 AI 리터러시 향상 효과를 검증하는 후속 연구가 필요하다. 현장 적용을 통해 수행 기대가 각 학교급 학습자에게 적합한지 검증하고, 교수·학습 설계에 필요한 구체적인 지침을 도출할 수 있다. 수정된 델파이 과정에서도 체계적인 현장 적용을 위해서 독립적 교육 시수 확보 방안의 모색이 필요하다는 의견이 제시된 바 있다.

둘째, 수행 기대를 기반으로 AI 리터러시 진단 도구를 개발 및 적용할 필요가 있다. AI 리터러시 교육의 효과성을 검증하기 위해서는 진단 도구가 필수적이다. 이를 통해 학생들의 현재 수준을 진단하고, 측정 데이터를 기반으로 학습 방향을 제시하며, 미도달 학생을 지원할 수 있다. 또한 이를 통해 AI 리터러시 교육의 실태를 분석하고 결과를 환류할 수 있다.

셋째, 확장된 범위의 AI 리터러시 연구가 필요하다. 유치원과 고등학교 단계를 포함하는 K-12 전 범위로 확장하여, 학교급 간 연계성과 위계를 갖춘 통합적 AI 리터러시 교육 과정 설계 연구가 요구된다. 모두를 위한 AI 인재 양성이라는 목표에 발맞춰 비전문가 성인 및 일반 시민 등을 대상으로 하는 AI 리터러시에 대한 후속 연구 또한 이어질 필요가 있다.

참고문헌

- [1] Rahwan, I., Cebrian, M., Obradovich, N., Bongard, J., Bonnefon, J., Breazeal, C., Crandall, J. W., Christakis, N. A., Couzin, I. D., Jackson, M. O., Jennings, N. R., Kamar, E., Kloumann, I. M., Larochelle, H., Lazer, D., McElreath, R., Mislove, A., Parkes, D. C., Pentland, A. 'Sandy,' ... Wellman, M. (2019). *Machine behaviour. Nature*, 568(7753), 477–486. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1138-y>
- [2] Maslej, N., Fattorini, L., & Perrault, R. (2025). *Artificial Intelligence Index Report 2025*. Stanford University, Institute for Human-Centered Artificial Intelligence. <https://hai.stanford.edu/ai-index/2025-ai-index-report>
- [3] OECD. (2026). AI use by individuals surges across the

- OECD as adoption by firms continues to expand. <https://www.oecd.org/en/about/news/announcements/2026/01/ai-use-by-individuals-surges-across-the-oecd-as-adoption-by-firms-continues-to-expand.html>
- [4] Ministry of Gender Equality and Family. (2025). 2024 Survey Results on Youth Media Use and Harmful Environment. https://www.mogef.go.kr/nw/rpd/nw_rpd_s001d.do?mid=news405&bbtSn=710449
- [5] Faverio, M., & Sidoti, O. (2025). Teens, Social Media and AI Chatbots 2025. Pew Research Center. <https://www.pewresearch.org/internet/2025/12/09/teens-social-media-and-ai-chatbots-2025/>
- [6] Wu, X., Zhu, P., Zhang, J., Yin, M., & Wang, Y. (2026). ChatGPT's impact on student learning outcomes: A meta-analysis of 35 experimental studies. *Humanities and Social Sciences Communications*. <https://doi.org/10.1057/s41599-026-07019-z>
- [7] Deng, R., Jiang, M., Yu, X., Lu, Y., & Liu, S. (2025). Does ChatGPT enhance student learning? A systematic review and meta-analysis of experimental studies. *Computers & Education*, 227, 105224. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2024.105224>
- [8] Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günemann, S., Hüllermeier, E., Krusche, S., Kutyniok, G., Michaeli, T., Nerdel, C., Pfeffer, J., Poquet, O., Sailer, M., Schmidt, A., Seidel, T., ... Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- [9] Bastani, H., Bastani, O., Sungu, A., Ge, H., Kabakcı, Ö., & Mariman, R. (2025). Generative AI without guardrails can harm learning: Evidence from high school mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 122(26), e2422633122. <https://doi.org/10.1073/pnas.2422633122>
- [10] Yang, T., Hsu, Y., & Wu, J. (2025). The effectiveness of ChatGPT in assisting high school students in programming learning: Evidence from a quasi-experimental research. *Interactive Learning Environments*, 33(6), 3726–3743. <https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2450659>
- [11] Abbas, M., Jam, F. A., & Khan, T. I. (2024). Is it harmful or helpful? Examining the causes and consequences of generative AI usage among university students. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00444-7>
- [12] Gerlich, M. (2025). AI Tools in Society: Impacts on Cognitive Offloading and the Future of Critical Thinking. *Societies*, 15(1), 6. <https://doi.org/10.3390/soc15010006>
- [13] Walter, Y. (2024). Embracing the future of Artificial Intelligence in the classroom: The relevance of AI literacy, prompt engineering, and critical thinking in modern education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 21(1), 15. <https://doi.org/10.1186/s41239-024-00448-3>
- [14] Kong, S., Cheung, M. W., & Zhang, G. (2021). Evaluation of an artificial intelligence literacy course for university students with diverse study backgrounds. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100026. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100026>
- [15] CSTA & AI4K12. (2025). AI Learning Priorities for All K-12 Students. CSTA & AI4K12. <https://csteachers.org/ai-priorities/>
- [16] TeachAI & CSTA. (2024). *The Role of AI in Computer Science Education: A Survey of Teacher Perspectives*. <https://www.teachai.org/csbriefs>
- [17] Ministry of Education. (2022). 2022 Revised Practical Arts (Technology & Home Economics) and Informatics Curriculum (Notice No. 2022-33, Appendix 10).
- [18] Yu, K., & Seo, W. (2024). A systematic literature review on research trends in K-12 artificial intelligence education. *Journal of the Korean Association of Computer Education*, 27(7), 83–90. <https://doi.org/10.32431/kace.2024.27.7.008>
- [19] Choe, H. (2021). Study of AI thinking education based on computational thinking. *Journal of the Korean Association of Computer Education*, 24(3), 57–65. <https://doi.org/10.32431/kace.2021.24.3.006>
- [20] Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. *Center for Curriculum Redesign*.
- [21] Korea Foundation for the Advancement of Science & Creativity. (2022). Research report on strategies for implementing AI education in K-12 schools. <https://www.kosac.re.kr/menus/244/boards/457/posts/37427>
- [22] Jeong, G., Kim, J., Son, Y., Kim, M., & Keum, S. (2025). A scoping review of AI utilization and AI convergence education in Korean elementary education. *Journal of Educational Technology and Media*, 31(1), 169–193. <https://doi.org/10.15833/KAFEIAM.31.1.169>
- [23] Choi, S. (2023). A review of AI convergence education: Understanding and remaining challenges. *Journal of Industrial Convergence Research*, 21(1), 147–157. <https://doi.org/10.22678/JIC.2023.21.1.147>
- [24] UNESCO. (1978). *Revised Recommendation concerning the International Standardization of Educational Statistics*. UNESCO. <https://www.unesco.org/en/legal-affairs/revised-recommendation-concerning-international-standardization-educational-statistics>
- [25] 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*, 1–16. <https://doi.org/10.1145/3313831.3376727>
- [26] Choi, S. (2022). A study on the AI literacy framework. *Journal of the Korean Association of Computer Education*, 25(5), 73–84. <https://doi.org/10.32431/kace.2022.25.5.007>
- [27] Mills, K., Ruiz, P., Lee, K., Coenraad, M., Fusco, J., Roschelle, J., & Weisgrau, J. (2024). *AI Literacy: A Framework to Understand, Evaluate, and Use Emerging Technology*. Digital Promise. <https://doi.org/10.51388/20.500.12265/218>
- [28] OECD & European Commission. (2025). Empowering

Learners for the Age of AI - Review Draft. OECD. https://www.oecd.org/en/publications/empowering-learners-for-the-age-of-ai_65cd27d4-en.html

- [29] Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100041. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100041>
- [30] Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy of educational objectives: Cognitive domain* (Vol. 1). McKay.
- [31] UNESCO. (2024). *AI competency framework for students*. <https://doi.org/10.54675/KJB9835>
- [32] Cosgrove, J., & Cachia, R. (2025). DigComp 3.0 European Digital Competence Framework. European Commission, Joint Research Centre. <https://doi.org/10.2760/0001149>
- [33] UNESCO. (2022). K-12 AI curricula: A mapping of government-endorsed AI curricula. UNESCO. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380602>
- [34] Mayring, P. (2000). Qualitative Content Analysis. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 1(2). <https://doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
- [35] Lawshe, C. H. (1975). A Quantitative Approach to Content Validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563–575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
- [36] CSTA. (2025). Revised PK-12 Computer Science Standards (DRAFT 3.0). <https://csteachers.org/k12standards/revision/>
- [37] Ministry of Education. (2025). AI for All: Policy measures for developing AI talent for everyone. Ministry of Education. <https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=104462>



이석영

- 2015년 전주교육대학교 초등교육전공(교육학사)
- 2025년 한국교원대학교 초등컴퓨터교육전공(교육학 석사)
- 2025년~현재 한국교원대학교 대학원 컴퓨터교육학과 박사과정

+ 관심분야 : 디지털 기초소양, 인공지능 리터러시, 기계학습 등
✉ seok1251@knue.ac.kr



범상운

- 2016년 전주교육대학교 초등컴퓨터교육(교육학 학사)
- 2023년 전주교육대학교 컴퓨터교육전공(교육학 석사)
- 2024년 한국교원대학교 초등컴퓨터교육 전공(박사과정)
- 2016년~현재 전라남도교육청 초등학교 교사

+ 관심분야 : 인공지능 윤리, 정보 윤리, 인공지능 교육
✉ beomji7005@gmail.com



강아림

- 2018년 전주교육대학교 초등교육전공(교육학사)
- 2026년 한국교원대학교 초등컴퓨터교육전공(교육학석사)
- 2026년~현재 봉림초등학교 교사

+ 관심분야 : 교원 디지털 역량, 인공지능 리터러시, 교원연수 등
✉ riming33@knue.ac.kr



이지은

- 2020년 한국교원대학교 컴퓨터교육전공(교육학사)
- 2025년~현재 한국교원대학교 대학원 컴퓨터교육학과 석사과정

+ 관심분야 : 컴퓨터교육학, 정보교과교육, 인공지능 리터러시 등
✉ jieun8018@knue.ac.kr



최현종

- 1993년 공주교육대학교 초등교육전공(교육학사)
- 2000년 한국교원대학교 컴퓨터교육전공(교육학 석사)
- 2005년 한국교원대학교 컴퓨터교육전공(교육학 박사)
- 2021년~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
- 2021년~현재 한국교원대학교 정보교육연구소 소장

+ 관심분야 : 컴퓨터교육학, 정보교과교육, 인공지능 교육 등
✉ chj@knue.ac.kr

부 록

대영역	중영역	뜻	1수준	2수준	3수준	4수준
AI와 컴퓨팅의 기초	컴퓨팅 시스템	인공지능이 작동하는 환경으로서 컴퓨팅 시스템의 구성과 원리를 이해하고 다양한 기능과 연결 방식을 상황에 맞게 활용하기	- 앱이나 프로그램을 실행하고 종료할 수 있다. - 컴퓨팅 기기에서 다양한 입력 방법(키보드, 터치 등)을 사용할 수 있다.	- 컴퓨팅 기기의 기능(문서 작성, 사진 촬영, 검색 등)을 수행할 수 있다. - 문제해결에 필요한 디지털 기기를 선택할 수 있다.	- 하드웨어의 구성 요소와 기능을 이해하고 컴퓨팅 기기를 네트워크에 연결할 수 있다. - 소프트웨어의 역할을 이해하고 컴퓨팅 기기의 기능을 활용할 수 있다.	- 컴퓨팅 시스템의 구성 요소와 입력, 처리, 출력의 작동 방식을 설명할 수 있다. - 유선 및 무선 연결의 특징을 이해하고, 상황에 따라 적절한 연결 방식을 선택할 수 있다.
	데이터	인공지능 학습에 활용되는 데이터의 개념과 유형을 이해하고 이를 분류하여 활용하기	- 일상생활 속 자료(그림, 숫자, 글자 등)를 살펴볼 수 있다. - 제시된 자료를 주어진 기준에 따라 분류할 수 있다.	- 문제해결에 필요한 자료를 찾아 정리할 수 있다. - 디지털 기기가 자료를 입력받아 결과를 만든다는 것을 설명할 수 있다.	- 데이터의 의미를 이해하고 다양한 형태의 데이터를 구분할 수 있다. - 데이터를 통해 규칙이나 패턴을 찾을 수 있다.	- 문제해결에 적합한 데이터를 기준에 따라 선택할 수 있다. - 데이터를 활용하여 의미 있는 정보를 만들고 정리하여 표현할 수 있다.
	컴퓨팅 문제해결	인공지능을 활용한 문제 해결을 위해 문제를 이해 및 분해하고 해결 방법을 알고리즘으로 표현하기	- 일상생활 속 문제 상황을 말할 수 있다.	- 문제를 해결하는 과정을 순서에 맞게 배열할 수 있다. - 문제해결 과정을 단계에 따라 수행할 수 있다.	- 문제를 이해하고 문제 해결에 필요한 단계를 나눌 수 있다. - 문제해결 과정을 순서에 맞게 그림, 기호 등으로 표현할 수 있다.	- 문제의 상태를 정의하고 복잡한 문제를 작은 하위 문제로 분해할 수 있다. - 실생활 문제해결을 위한 알고리즘을 작성할 수 있다.
AI 원리	AI의 개념과 발전	인공지능의 개념을 이해하고 인공지능 기술의 발전 과정을 알아보기	- 생활 속에서 활용되는 다양한 인공지능 사례를 찾아볼 수 있다.	- 인공지능의 개념을 이해하고 생활 속 사례를 설명할 수 있다.	- 전통적인 프로그래밍과 비교하여 인공지능의 특징을 이해할 수 있다. - 인공지능이 등장하게 된 배경을 컴퓨터 발전 과정과 관련지어 설명할 수 있다.	- 인공지능 기술의 주요 발전 과정(규칙 기반, 기계 학습, 생성형 인공지능 등)을 설명할 수 있다.
	AI의 유형과 원리	생활 속 인공지능의 다양한 유형을 구분하고 작동 원리를 이해하기		- 인공지능이 데이터를 학습하는 과정을 체험이나 놀이를 통해 익힐 수 있다.	- 사례를 통해 다양한 유형의 인공지능(이미지 인식, 음성 인식 등)을 구분할 수 있다. - 인공지능이 데이터를 바탕으로 결과를 예측하거나 분류한다는 것을 이해할 수 있다.	- 인공지능이 데이터를 입력받아 학습하고 결과를 생성하는 과정을 설명할 수 있다. - 인공지능의 다양한 학습 방식(지도학습, 비지도학습, 강화학습)을 사례를 통해 설명할 수 있다.
	AI 기술과 한계	인간의 사고 과정과 인공지능의 처리 과정을 비교하고 인공지능의 활용 가능성과 한계를 인식하기		- 인공지능은 사람이 만든 도구임을 이해할 수 있다.	- 인간과 인공지능의 문제해결 방식의 차이를 설명할 수 있다. - 인공지능이 때로는 부정확하거나 편향된 결과를 생성할 수 있음을 이해할 수 있다.	- 문제 상황에 따라 인간과 인공지능의 역할을 구분하고, 각각이 적합한 이유를 설명할 수 있다. - 인공지능 기술의 가능성과 한계에 대해 설명할 수 있다.
AI 활용 및 개발	AI와 표현	인공지능을 체험하고 이를 활용하여 아이디어를 다양한 형태로 표현하기	- 생활 속의 간단한 인공지능을 체험할 수 있다.	- 인공지능 도구로 만든 결과물을 탐색할 수 있다. - 인공지능 도구를 사용하여 아이디어를 표현하는 과정을 체험할 수 있다.	- 인공지능 도구를 활용하여 아이디어를 구체화할 수 있다. - 인공지능 도구로 만든 결과물을 수정 및 보완할 수 있다.	- 인공지능을 활용하여 자신의 아이디어를 구체적이고 명확하게 표현할 수 있다. - 생성형 인공지능을 활용하여 자신의 아이디어를 다양한 형태의 결과물로 생성하고, 결과를 수정·개선할 수 있다.
	AI의 구현	목적에 적합한 인공지능 모델을 구현하는 방법을 이해하기			- 데이터를 기반으로 간단한 인공지능 모델을 만들 수 있다. - 블록형 프로그래밍 언어로 간단한 인공지능 모델을 만들 수 있다.	- 블록형 프로그래밍 언어를 활용하여 문제를 해결하기 위한 인공지능 모델을 만들 수 있다. - 자신이 만든 인공지능 모델의 성능을 개선할 수 있다.
	AI와 융합적 문제해결	문제해결 과정에서 인공지능 사용 여부를 결정하고, 적절한 인공지능을 활용하여 다양한 생활 및 학문 분야의 문제 해결하기	- 인공지능이 문제해결을 돕는 도구임을 체험할 수 있다.	- 주어진 문제에 인공지능 도구 사용이 적절한지 토의할 수 있다. - 주어진 문제에 적합한 인공지능 도구를 선택할 수 있다.	- 일상생활 문제를 해결하는 과정에 인공지능을 활용할 수 있다. - 교과 지식을 활용한 문제해결 과정에서 인공지능을 활용할 수 있다.	- 일상생활이나 다른 교과 문제를 발견하고 분석하여 인공지능을 활용한 해결 방안을 설계할 수 있다. - 설계한 문제 해결 방안을 바탕으로 인공지능을 활용하여 문제를 해결할 수 있다.

대영역	중영역	뜻	1수준	2수준	3수준	4수준
AI 활용 및 개발	AI와 비판적 사고	인공지능으로 생성한 결과물의 신뢰성과 정확성을 비판적으로 검토하기		인공지능 도구를 사용하여 만든 결과물과 자신의 의도 간의 차이를 말할 수 있다.	- 데이터가 인공지능 모델에 미치는 영향을 파악할 수 있다. - 인공지능으로 생성한 결과물의 정확성을 확인할 수 있다.	인공지능이 생성한 결과를 다른 정보와 비교하여 정확성과 신뢰성을 검토할 수 있다.
AI의 사회적 영향	AI와 나	인공지능 기술을 활용할 때, 개인의 선택과 판단이 갖는 의미를 인식하며, 윤리적 AI 활용 기준을 세우고 실천하기	인공지능을 사용할 때 지켜야 할 것들이 있음을 알 수 있다.	인공지능에 입력해도 되는 정보와 입력하면 안 되는 정보를 구분할 수 있다.	- 인공지능을 사용할 때 개인정보 보호해야 함을 알고 실천할 수 있다. - 인공지능을 활용한 결과물을 다른 사람과 나눌 때 주의할 점을 알고 지켜 사용할 수 있다. - 인공지능 추천의 편리함을 이해하고, 개인의 생각에 미치는 영향을 설명할 수 있다. - 인공지능을 사용할 때 사실 확인, 출처 표시, 활용 여부 표시를 실천할 수 있다.	- 인공지능이 생성한 결과물과 관련된 저작권의 의미를 이해하고 설명할 수 있다. - 인공지능 활용할 때 개인이 지켜야 할 역할과 책임을 판단하고 설명할 수 있다. - 인공지능이 개인에게 미치는 영향을 바탕으로 바람직한 활용 방안을 제시할 수 있다.
	AI와 사회	인공지능 활용 과정에서 발생하는 사회적 위험을 인식하고, 구체적 실천을 통해 책임 있는 활용 규칙과 문화 형성하기			- 인공지능이 사회적 문제를 만드는 사례를 알아보고 그 영향을 설명할 수 있다. - 인공지능으로 생성된 허위·유해 정보를 인식하고 대응 방법을 말할 수 있다.	- 인공지능 기술로 인해 변화된 사회의 다양한 사례를 조사하여 설명할 수 있다. - 인공지능 기술의 긍정적 측면과 부정적 측면을 구분하여 비교할 수 있다. - 인공지능 활용과 관련된 문제 상황에 대해 자신의 관점을 근거를 들어 설명할 수 있다.
	AI와 미래	인공지능 기술 발전이 불러올 미래 변화를 상상하며, 지속가능성 관점에서 대안과 실천 전략 제안하기	인공지능이 우리 생활을 편리하게 하는 사례를 찾을 수 있다.	인공지능 기술을 더해 생활을 개선할 수 있는 도구를 상상할 수 있다.	- 인공지능 사용이 환경이나 자원 사용과 관련된 이해할 수 있다. - 인공지능 발전이 생활과 직업에 어떤 변화를 가져올 수 있는지 상상하고 이야기할 수 있다.	- 관심 있는 진로에 인공지능이 미치는 영향을 조사하고, 이를 바탕으로 자신의 진로를 탐색할 수 있다. - 인공지능 기술을 지속가능성의 관점에서 이해하고 설명할 수 있다. - 인공지능을 공익적 목적으로 활용하여 사회 문제를 해결하기 위한 아이디어를 제안할 수 있다.