

미래 세대 AI 함양을 위한  
교원의 AI교육 역량 강화 방안 연구

(A study on the reinforcement of AI education capabilities  
of teachers for the cultivation of artificial intelligence  
literacy for the future generation)

2022. 03.

# 제 출 문

한국과학창의재단 이사장 귀하

본 보고서를 “미래세대 AI 함양을 위한 교원의 AI교육 역량 강화 방안 연구에 관한 연구” 최종보고서로 제출합니다.

2020 년 3 월 31 일

- 주관연구기관명 : 서울교육대학교 산학협력단
- 연 구 기 간 : 2021.10.14.~2022.3.31
- 주관연구책임자 : 변순용(서울교육대학교)
- 참여연구원
  - 연 구 원 : 유정수(전주교육대학교)
  - 연 구 원 : 최숙영(우석대학교)
  - 연 구 원 : 김홍기(서울대학교)
  - 연 구 원 : 김봉제(서울교육대학교)
  - 연 구 원 : 신승기(서울교육대학교)

※ 주관연구기관 및 주관연구책임자, 연구원은 실제 연구에 참여한 기관 및 자의 명의로 함

## 보고서 초록

과제번호	SBJ000039446	연구기간	2021.10.12~2022.03.31		
연구사업명	미래세대 AI소양 함양을 위한 교원의 AI교육역량 강화 방안 연구				
연구과제명	(한글)미래세대 AI 함양을 위한 교원의 AI교육 역량 강화 방안 연구 (영문)A Study on the Reinforcement of AI Education Capabilities of Teachers for the Cultivation of Artificial Intelligence Literacy for the Future Generation				
연구책임자 (연구기관명)	변순용 (서울 교육 대학교)	참 여 연구원수	총 6 명	연 구 용역비	50,000천원
요 약 문			보고서 면수		266
<p>AI 리터러시는 “AI가 할 수 있는 것과 AI가 작동하는데 필요한 것들을 알며, AI가 인간과 사회에 미칠 수 있는 윤리적 영향을 고려하여 AI를 일상생활 및 직업환경에서 사용할 수 있는 능력”이다. AI 리터러시 교육이란 AI 교육을 통해 기르고자 하는 능력으로 AI 기술역량과 AI 윤리역량으로 구성된다.</p> <p>AI 리터러시 교육의 내용은 “데이터 사용”, “알고리즘 적용”, “모델링 활용”, “사회적 영향 이해”로 구성한다. 여기서 데이터 사용은 인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 일상생활 속에서 수집 가능한 정형 및 비정형 자료의 올바른 사용을 의미한다. 알고리즘 적용은 인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 출력하는 일련의 절차를 의미한다. 모델링 활용은 문제를 해결하기 위하여 데이터와 알고리즘을 기반으로 인공지능을 활용하는 과정을 의미한다. 사회적 영향력 이해는 인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 고려하고, 인공지능의 개발과 활용과정에서 발생하는 윤리적 문제를 해결하려는 노력을 의미한다.</p> <p>AI 융합교육역량은 AI와 융합가능한 주제를 탐색하여 새로운 교육과정을 구성하는 능력, AI 융합수업을 위해 학습자, 학습 주제, 학습 환경 등을 고려한 교수학습방법 및 교수전략을 수립하여 수업을 설계하는 능력, 실제로 AI 융합수업을 구현하고 수행하는 능력, 학습자의 학습 성과 확인 및 교수자의 수업설계와 실천에 대한 평가하는 능력으로 구성한다.</p> <p>전문가들의 논의를 통한해 AI 리터러시의 내용 및 구성내용을 하였고, 이러한 교육을 담당할 교원의 양성을 위해 AI 활용 교육실습제도, 교직과정에 AI 관련 강좌 개설, AI 전문성있는 교수자원확보, AI 교육전문대학원 내지 AI융합교육대학원 설립방안, AI 교수학습지원단 운영, 교육용 데이터플랫폼 등이 필요하다.</p>					
색인어 (각5개 이상)	한글	인공지능 리터러시, 인공지능 교육, 인공지능 윤리, 인공지능 기술역량, 인공지능 윤리역량, 인공지능 융합교육역량			
	영어	AI Literacy, AI Education, AI Ethics, AI Technical Competencies, AI Ethical Educational Competencies, AI convergence education competencies			

# 요 약 문

## I. 제 목

미래세대 AI소양 함양을 위한 교원의 AI교육역량 강화 방안 연구

## II. 연구의 목적 및 필요성

AI 교육을 위한 기초조사와 플랫폼 개발, 인공지능에 대한 윤리적 가이드라인 등 다양한 연구들이 진행되고 있으며, 교육 현장에서 AI 교육 및 AI 윤리 교육의 필요성이 높아지고 있다. 특히 산업시대에서 디지털 시대로 사회가 변화하면서 디지털 시대에 맞는 디지털 리터러시와 디지털 윤리가 필요했던 것처럼, 앞으로의 사회에서는 AI를 올바르게 활용하기 위한 AI 리터러시와 AI 윤리 교육의 필요성이 강조되고 있다. 그래서 이 연구의 목적은 교원의 AI 역량 및 교육 역량 도출과 교원양성대학의 AI 교육 방향 제시이다.

## III. 연구의 내용 및 범위

이 연구의 주된 내용은 첫째, AI 리터러시와 AI역량(AI Competencies) 개념의 정립, 둘째, AI 역량에 근거한 교원의 AI융합교육 역량 도출, 셋째, AI 역량 및 교육 역량의 정의, 범위 구분 등에 대한 교육 현장 관계자, AI·SW 분야 현장 전문가 등을 대상으로 한 의견 수렴 및 분석(설문 또는 인터뷰), 끝으로, 교원이 갖추어야 할 AI 교육 역량에 따른 교원양성대학의 AI교육 방향 및 AI교육 역량을 갖춘 교원 양성을 위한 교원양성대학의 교육과정 로드맵에 대한 제안 도출이다.

## IV. 연구 결과

AI 리터러시는 “AI가 할 수 있는 것과 AI가 작동하는데 필요한 것들을 알며, AI가 인간과 사회에 미칠 수 있는 윤리적 영향을 고려하여 AI를 일상생활 및 직업활동에서 사용할 수 있는 능력”이다.

AI 리터러시 교육역량은 ‘AI 역량’ 과 ‘교육(Teaching) 역량’ 으로 구성되며, AI 역량은 ‘기술(Technical) 요소’ 와 ‘윤리(ethical) 요소’ 로 구성되는데, Teaching 역량은 ‘개념(concept) 요소’, ‘맥락(context) 요소’, ‘능력(capability) 요소’, ‘창의성(creativity) 요소’ 로 구성된다.

AI 리터러시 교육이란 AI 교육을 통해 기르고자 하는 능력으로 AI 기술역량과 AI 윤리역량으로 구성된다. AI 리터러시 교육의 내용은 “데이터 사용”, “알고리즘 적용”, “모델링 활용”, “사회적 영향 이해” 로 구성한다. 데이터 사용은 인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 일상생활 속에서 수집 가능한 정형 및 비정형 자료의 올바른 사용을 의미한다. 알고리즘 적용은 인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 출력하는 일련의 절차를 의미한다. 모델 활용은 문제를 해결하기 위하여 데이터와 알고리즘을 기반으로 인공지능을 활용하는 과정을 의미한다. 사회적 영향 이해는 인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 고려하고, 인공지능의 개발과 활용과정에서 발생하는 윤리적 문제를 해결하려는 노력을 의미한다.

AI 기술역량은 데이터 사용역량, 알고리즘 적용 역량, 모델링 활용 역량으로 구성하고, AI 윤리역량은 인지적, 비판적, 창의적 윤리역량으로 구성한다. 그리고 AI 융합 교육역량은 AI와 융합가능한 주제를 탐색하여 새로운 교육과정을 구성하는 능력, AI 융합수업을 위해 학습자, 학습 주제, 학습 환경 등을 고려한 교수학습방법 및 교수전략을 수립하여 수업을 설계하는 능력, 실제로 AI 융합수업을 구현하고 수행하는 능력, 학습자의 학습 성과 확인 및 교수자의 수업설계와 실천에 대한 평가하는 능력으로 구성한다.

## V. 연구 결과의 활용 계획

이 연구 결과는 앞으로 AI 리터러시 및 AI 리터러시 교육의 개념 정의와 내용구성에 대한 전문가들의 논의과정을 거쳐 이루어진 것이므로, 이를 토대로 초, 중등학교 교육과정에서 가려쳐져야 할 AI 리터러시 교육의 토대를 제공할 수 있기 때문에 앞으로 교원 및 예비교원의 인공지능(AI) 교육 역량 함양에 기여할 것이다. 이와 더불어 교원양성대학 AI교육과정 개선을 위하여 제안한 정책들을 통해 AI교육을 해야 할 교원들의 양성과정에 중요한 정책 자료로 활용될 수 있을 것이다.

## S U M M A R Y

AI literacy is “the ability to know what AI can do and what it needs to do, and to use AI in everyday life and work environments, taking into account the ethical impact that AI can have on humans and society.”

AI literacy education is the ability to be cultivated through AI education, and consists of AI technical competencies and AI ethical competencies.

The contents of AI literacy education consist of “using data” , “applying algorithms” , “using modeling” , and “understanding social impact” . Data use refers to the correct use of structured and unstructured data that can be collected in everyday life to solve problems using artificial intelligence. Algorithm application refers to a series of procedures that input and process data to solve problems using artificial intelligence and output results. Modeling utilization refers to the process of using artificial intelligence based on data and algorithms to solve problems. Understanding social impact means an effort to consider the impact that artificial intelligence can have on humans and society, and to resolve ethical issues that arise during the development and use of artificial intelligence.

AI technical competencies consist of data use capability, algorithm application capability, and modeling expansion capability, and AI ethical competencies consist of cognitive, critical, and creative ethical competency. AI convergence education competencies consist of curriculum composition, teaching and learning design, teaching and learning execution, and teaching and learning evaluation competency.

Based on the consensus of experts on the content and composition of AI literacy, AI literacy education can be strengthened through AI-based educational practice system at the Teacher Training, AI-related lectures in the teaching curriculum, securing AI-professional professor resources, AI education specialized graduate school or AI convergence education graduate school, AI teaching and learning support group, and an educational data platform.

# C O N T E N T S

<b>Chapter 1 Introduction</b>	10
1. The Necessity of Research	10
2. The Goals and Contents of Research	11
<b>Chapter 2 AI Literacy</b>	14
1. The meaning of AI in the digital world	14
2. The Importance of AI Literacy	16
3. Definition of AI Literacy	18
<b>Chapter 3 AI Technical &amp; Ethical Competencies(TC &amp; EC)</b>	28
1. Analysis of prior research: TC	28
2. Analysis of prior research: EC	36
3. AI4K12 5 Big Ideas in AI Education	38
<b>Chapter 4 AI education competencies</b>	40
1. The Necessity of AI education competencies	40
2. The Categories of AI education competencies	41
3. The Cases of AI education competencies	43
4. Education competencies and TPACK	50
5. AI education competencies	58
<b>Chapter 5 Overseas AI Education Status and AI Education Contents</b>	62
1. AI Education Status by Countries	62
2. Characteristics of AI education contents	123
<b>Chapter 6 Expert opinion survey on AI education</b>	130
1. General Status of the Delphi Survey	130
2. Concepts and Competencies of AI literacy and AI literacy education	131
3. Concepts of AI Technology Competency and AI Technology Education	137
4. Concept of AI ethics Competency and AI Ethics Education	142
5. Concept of AI Convergence Education Competency	147
<b>Chapter 7 Suggestions for AI Teacher Training System &amp; Conclusions</b>	152
1. Suggestions on the Training Process for Professional Teachers	152
2. Suggestions for AI Education Graduate school인	155
3. Other suggestions	158
4. Conclusions	163
<b>Chapter 10 Bibliographies</b>	164
[Appendiction 1] Contents of the 1st Delphi Survey	167
[Appendiction 2] Contents of the 2nd Delphi Survey	223

# 목 차

<b>제 1 장 서론</b>	10
1. 연구의 필요성	10
2. 연구의 목표 및 내용	11
<b>제 2 장 AI 리터러시에 대하여</b>	14
1. 디지털 세상에서의 인공지능(AI)의 의미	14
2. AI 리터러시의 중요성	16
3. AI 리터러시 정의	18
<b>제 3 장 AI 기술역량과 윤리역량</b>	28
1. 인공지능 기술 역량 선행연구 분석	28
2. 인공지능 윤리 역량 선행연구 분석	36
3. AI4K12 인공지능 교육에서 5 가지 빅 아이디어	38
<b>제 4 장 AI 교육역량에 대하여</b>	40
1. AI 교육 역량의 필요성	40
2. AI 교육의 분류	41
3. AI 교육 사례	43
4. 교육역량과 TPACK	50
5. AI 교육 역량	58
<b>제 5 장 해외 AI 교육현황과 AI 교육내용</b>	62
1 국가별 AI 교육 현황	62
2 AI 교육내용 특성	123
<b>제 6 장 AI 교육에 대한 전문가 의견 조사</b>	130
1. 델파이조사 일반현황	130
2. AI 리터러시와 AI 리터러시교육의 개념과 역량	131
3. AI 기술역량과 AI 기술교육의 개념	137
4. AI 윤리역량과 AI 윤리교육의 개념	142
5. AI 융합교육 역량	147
<b>제 7장 AI 교원 양성 체제에 대한 제언 및 결론</b>	152
1. AI를 담당할 전문 교원 양성과정에 대한 제언	152
2. AI 교육전문대학원 설립 및 운영 방안에 대한 제언	155
3. 기타 제언	158
4. 결론	163
<b>제 8 장 참고문헌</b>	164
[붙임 1] 1차 델파이 조사 영역별 세부분석	167
[붙임 2] 2차 델파이 조사 영역별 세부분석	223

## 표 목차

<표 1> 부산시 교육청의 AI 리터러시 정의	18
<표 2> 한국과학창의재단의 AI 리터러시 정의	19
<표 3> AI 리터러시의 관점 프레임워크	20
<표 4> 관점 프레임워크에 따른 AI 리터러시	20
<표 5> AI와 컴퓨팅 사고력간의 상호작용	21
<표 6> 21세기 핵심 역량	25
<표 7> 해외 AI 교육 핵심 주제	28
<표 8> 해외 AI 교육 세부 내용	29
<표 9> 인공지능 교육 영역 및 내용요소	32
<표 10> 국내 인공지능 교재 핵심 내용 및 설명	33
<표 11> CT기반 AI교육모델 분석	35
< 표 12 > 인공지능 융합교육 프로그램	47
<표 13> AICSE 인공지능 융합 모델	48
<표 14> TPACK 요소	50
<표 15> SW 교육 역량	52
<표 16> SW 교육에서 TPACK 요소 세부지식	53
<표 17> 융합교육 역량 구성	54
<표 18> TPACK 프레임에 기반한 국내 AI 자원 분석	56
<표 19> TPACK의 관점에서 분석된 AI 교육을 위한 교사 역량	56
<표 20> AI 융합교육 역량 구성 요소	61
<표 21> 2019년, 2020년 정부 인공지능 준비 지수 일부	62
<표 22> ‘AI4K12’ 에서 제시한 5가지 AI 빅 아이디어 내용	65
<표 23> ‘AI4ALL’ 에서 제공하는 교육과정 및 자료 ‘Open Learning’	69
<표 24> ‘Ready AI’ 에서 제공하는 초등학교용 교육과정	75
<표 25> ‘Ready AI’ 에서 제공하는 중학교용 교육과정	77
<표 26> ‘Ready AI’ 의 WAICY 대회 평가 루브릭	80
<표 27> ‘Machine Learning for Kids’ 의 ‘더 많은 자료’ 내용	90
<표 28> ‘Teach Computing’ 의 자격증 내용 및 수여 과정	93
<표 29> ‘Teach Computing’ 의 ‘Computing Hubs’ 주제 전문가 지원 내용	94
<표 30> 헬싱키 대학 내 프로그래밍 동아리 ‘Linkki’ 2021년 가을 운영 내용	98
<표 31> ‘Mehackit’ 에서 제공하는 과정별 내용	100
<표 32> ‘Elements of AI’ 에서 제공하는 과정별 내용	102
<표 33> ‘Ethics of AI’ 과정 내용	104
<표 34> ‘KI macht Schule’ 의 수업 과정 내용	108
<표 35> ‘KI macht Schule’ 의 수업 과정 내용	110
<표 36> ‘KI Campus’ 의 교사 교육 관련 자료 내용	112
<표 37> ‘AI4E’ 중 학생용 과정별 내용	121
<표 38> 나라별 AI 교육 현황 요약	122
<표 39> AI 융합 교육 역량 구성 요소(1차 델파이 조사를 위해 사용된 최초본)	148
<표 40> AI 융합 교육 역량 구성 요소(1차 델파이 조사 분석을 통한 1차 수정본)	149
<표 41> AI 융합 교육 역량 구성 요소(2차 델파이 조사 분석을 통한 최종본)	151

## 그림 목차

[그림 1] AI에 대한 소비자들의 인식 결과	15
[그림 2] 구글 학술 검색에서 2016년부터 2021년 까지 ‘AI 리터러시’ 로 출판된 논문 수	17
[그림 3] 불륨의 분류학과 AI 리터러시 내용 계구성	23
[그림 4] 4C(Concepts, Contexts, Capability, Creativity) 기반의 AI 리터러시	25
[그림 5] 고등학교 인공지능과 미래사회	31
[그림 6] 컴퓨터 사고력 기반 인공지능 교육 인지적 과정을 위한 프레임워크	34
[그림 7] CT, AI, AI 융합 교육의 관계	36
[그림 8] AI4K12에서 제시한 인공지능 교육에서 5가지 빅 아이디어	39
[그림 9] 인공지능 교육 분류	42
[그림 10] 서울시 교육청의 인공지능 교육 구분	43
[그림 11] 서울시 교육청의 인공지능 기반 융합 교육	43
[그림 12] PRIMARYAI의 학습과정	45
[그림 13] 인공지능과 다른 교과들간의 통합	45
[그림 14] TPACK 모델	52
[그림 15] AI 리터러시 교육을 위한 TPACK 모형	57
[그림 16] AI 교육 역량 구조	59
[그림 17] 2020년 정부 인공지능 준비 지수 도식화	64
[그림 18] ‘AI4K12’ 웹사이트(미국)의 첫 화면	65
[그림 19] ‘AI4K12’ 에서 제시한 5가지 AI 빅 아이디어	65
[그림 20] ‘AI4K12’ 의 AI 지침	67
[그림 21] ‘AI4K12’ 의 자료 목록	67
[그림 22] ‘AI 4 all’ 웹사이트(미국) 첫 화면	68
[그림 23] ‘AI 4 All’ 에서 제공하는 프로그램 세 종류	69
[그림 24] ‘AI 4 all’ 내 ‘Open Learning’ 에서 제공하는 교육 자료 일부(How CNNs Work)	69
[그림 25] ‘AI 4 all’ 의 ‘College Pathways’ 내용 및 협력사 일부	71
[그림 26] ‘AI 4 all’ 의 채인지메이커	72
[그림 27] ‘Ready AI Lab’ 웹사이트(미국) 첫 화면	73
[그림 28] ‘Ready AI Lab’ 의 철학	73
[그림 29] ‘Ready AI Lab’ 에서 제공하는 내용	74
[그림 30] ‘Ready AI Lab’ 의 ‘Passport’	74
[그림 31] ‘Ready AI’ 의 ‘AI-IN-A-BOX’	75
[그림 32] ‘Ready AI’ 의 초등학교용 수업 설계 상세 페이지	75
[그림 33] ‘Ready AI’ 의 여름 프로그램 태모 수업 계획안	79
[그림 34] ‘Ready AI’ 교사 자격증 안내 웹페이지	80
[그림 35] ‘ReadyAI’ 의 WAICY 안내 웹페이지	89
[그림 36] ‘ReadyAI Lab Kit’ 소개 웹페이지	82
[그림 37] ‘ReadyAI Lab Kit’ 를 통해 길러지는 역량	82
[그림 38] ‘CSTA’ 의 웹사이트(미국) 첫 화면	84
[그림 39] ‘CSTA’ 의 지역 커뮤니티	84
[그림 40] ‘CSTA’ 의 멘토링 프로그램	85
[그림 41] ‘Machine Learning for Kids’ 웹사이트(영국) 첫 화면	88
[그림 42] ‘Machine Learning for Kids’ 의 회원가입	88
[그림 43] ‘Machine Learning for Kids’ 의 소개 화면	89
[그림 44] ‘Machine Learning for Kids’ 에서 제공하는 워크시트	90
[그림 45] ‘Machine Learning for Kids’ 워크시트 내 교사용 안내 자료	90
[그림 46] ‘Machine Learning for Kids’ 내 ‘Make me happy’ 프로젝트 학생용 워크시트의 일부	90
[그림 47] ‘Teach Computing’ 웹사이트(영국) 첫 화면	93
[그림 48] ‘Teach Computing’ 의 ‘Computing Hubs’ 활용 모습	94
[그림 49] ‘Teach Computing’ 의 교사 가이드	95
[그림 50] ‘Teach Computing’ 의 1-2학년 교육과정 지도 안내	96
[그림 51] ‘Teach Computing’ 의 1-2학년 교육과정 지도 내용	96
[그림 52] ‘Mehackit’ 과정 및 상세 페이지	102
[그림 53] ‘Elements of AI’ 웹사이트(핀란드) 첫 화면	103
[그림 54] ‘Ethics of AI’ 웹사이트(핀란드) 첫 화면	104
[그림 55] ‘IT4KIDS’ 웹사이트(독일) 첫 화면	107
[그림 56] ‘IT4KIDS’ 에서 공개하는 수준별 프로그래밍 과정 일부	107
[그림 57] ‘KI macht Schule’ 웹사이트(독일) 첫 화면	108
[그림 58] ‘KI macht Schule’ 의 수업 과정 내용의 일부(AI와 학교)	110
[그림 59] ‘KI Campus’ 의 웹페이지(독일) 첫 화면	112
[그림 60] ‘KI Campus’ 의 교사 교육 관련 자료 일부(학교가 AI를 만든다)	114
[그림 61] 베를린 시 - 브란덴부르크 주 교육서버	115
[그림 62] ‘AI 코스’ 의 웹페이지(독일) 첫 화면	116
[그림 63] ‘AI 코스’ 의 상세 주제 일부	116
[그림 64] ‘AI Sweden’ 의 ‘훈련 및 학습’ 상세 페이지	118
[그림 65] ‘AI Competence’ 의 웹사이트(스웨덴) 첫 화면	119
[그림 66] ‘AI Singapore’ 의 웹사이트(싱가포르) 첫 화면	121
[그림 67] ‘AI4E’ 의 수준별 과정 소개 및 상세페이지 일부(AI4S)	121
[그림 68] 예측모델 및 분석대회 플랫폼 캐글(Kaggle)	162

# 제 1장 서론

## 1절 연구의 필요성

인공지능이 미래 산업의 중심에 설 것으로 생각한 정부는 인공지능 및 4차 산업혁명과 관련된 법안을 만들고 여러 사업을 실행하고 있다. 국민들 사이에서도 미래 직업에 관한 관심과 걱정 그리고 공포가 나타났으며 미래 산업에 대한 국가의 대응을 요구하는 목소리가 커지고 있다.

인공지능이 실제 우리의 삶에 도입되어 영향을 주기 시작하였으며 이로 인해 AI에 관련된 법과 윤리의 기준이 필요해지고 있어서, 미래사회의 알맞은 핵심 인재를 키우기 위해 ‘과학교육진흥법 전부개정법률안(알과고법)’을 발의하였고, AI 교육을 위한 기초조사와 플랫폼 개발, 인공지능에 대한 윤리적 가이드라인 등 다양한 연구들이 진행되고 있다.

교육 현장에서도 코딩교육, SW 교육, 컴퓨팅사고 능력 교육 등 인공지능과 4차 산업혁명에 필요한 내용교육이 도입되고, 3D프린터의 보급, 메이커 교육 강화, 피지컬 컴퓨팅 로봇 보급, 드론 보급 등 4차 산업혁명에 관한 기구를 보급해 교육 현장에서 교육과정을 구성할 수 있도록 하고 있으며, 미래사회의 변화로 인해 직업의 변동과 진로 교육의 변화가 있을 것을 감안하여 교육내용에 반영하도록 하고 있다.

최근에는 AI 채팅 프로그램인 이루다의 개발자의 개발과정에서의 윤리적 문제 못지않게 사용자의 비윤리적인 사용도 문제가 되어 챗봇 서비스가 중단되었으며, 이를 계기로 AI와 관련된 윤리에 대해 다시한번 문제 제기가 되고 있고, 이러한 사회와 교육의 변화 속에서 AI 교육 및 AI 윤리 교육의 필요성이 높아지고 있다.

2019년 이후 각국에서는 AI 가이드라인을 발표하고 있는데, EU에서는 ‘신뢰 가능한 AI’를 발표하였고 중국에서는 ‘책임 있는 AI’를 제시하였고, 우리나라에서는 2020년 말에 사람이 중심이 되는 인공지능(AI) 윤리기준을 발표하였으며, 이러한 배경을 가지고 AI 교육 및 AI 윤리 교육 프로그램을 시도하고 있다.

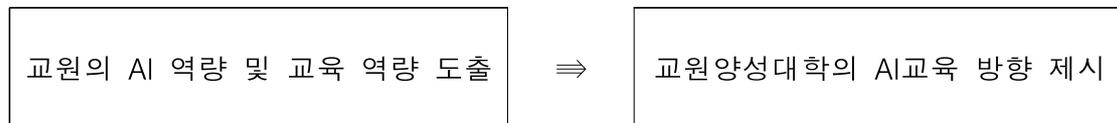
산업시대에서 디지털 시대로 사회가 변화하면서 디지털 시대에 맞는 디지털 리터러시와 디지털 윤리가 필요했던 것처럼 앞으로의 사회에서는 AI를 올바르게 활용하기 위한 AI 리터러시와 AI 윤리 교육의 필요성이 강조되고 있다.

이러한 연구의 필요성에도 불구하고 AI 리터러시와 AI 리터러시 교육, AI 교육의 범위와 내용에 대한 논의가 매우 다양하게 전개되고 있고, 학문적 배경과 교육적 배경하에 다양한 층위에서 논의가 이뤄지고 있는 실정이다. 그래서 AI 교육에서 가장 기본적인 AI 리터러시와 리터러시 교육의 의미와 내용에 대한 학계의 이론적 합의가 요청되고 있으며, 이에 이 연구에서는 이러한 영역에 대한 전문가들의 분석과 논의과정을 통해 이러한 개념적 확립에 기여하고자 한다.

## 2절 연구의 목표 및 내용

### 1. 연구 목표

이 과제의 연구 목표는 첫째, AI 리터러시에 대한 전반적인 합의도출이 가능한 정의를 제시하고 이에 근거하여 AI 리터러시 교육에 대한 내용과 AI 리터러시 역량의 의미와 구성역량을 제시하고, 둘째 AI 리터러시 및 AI 리터러시 역량의 구성에 대하여 초·중·등 교원양성대학 인공지능 교육강화지원사업에 참여하고 있는 대학의 관계자, AI·SW 분야 현장 전문가 등을 대상으로 한 의견 수렴 및 분석(설문 또는 인터뷰)을 통해 그 내용을 제시하며, 셋째, 교원이 갖추어야 할 AI교육 역량에 따른 교원양성대학의 AI교육 방향 및 AI교육 역량을 갖춘 교원 양성을 위한 교원양성대학의 교육과정 로드맵에 대한 제안을 하는 것이다.



### 2. 연구 내용

1 과제: 선행연구 분석 및 관련 개념 정립:  
**AI 역량(AI Competencies) 개념의 정립**

AI 소양과 관련한 국내외 문헌 조사 및 선행 연구 분석을 통해 AI 역량 도출을 위한 관련 용어, 기초 개념을 정립하고자 한다. 일반적으로 AI 기초역량으로는 Basic AI concepts & programming, How to work with AI systems effectively, Digital and data literacy, Ethical reasoning을 들 수 있다. 이러한 기초역량을 위해 세계 각국에서는 AI교육 및 융합교육의 내용체계와 방법들을 마련하고 있으며, 실험적으로 실현하고 있다.

AI 기초 역량 교육을 위한 접근으로서의 인간지능(Human Intelligence, HI)과 인공지능(AI)의 결합은 첫째, 학생들에게 AI에 대해 가르치고, 둘째, 인간지능의 계발을 우선시하고, 셋째, AI를 활용하는 교육적인 시도들을 통해 진행되고 있다.

2015 개정 교육과정의 고등학교 정보과 선택과목 ‘인공지능 기초’를 통해 정의한 AI 소양은 “인공지능 기술의 발전에 따른 사회 변화를 올바르게 이해하고 인공지능 기반 지식·정보사회 구성원으로서의 윤리 의식을 함양하며, 인공지능의 기본 개념과 원리, 기술을

활용하여 실생활 및 다양한 분야의 문제를 창의적으로 해결할 수 있는 기초 능력”으로 기술되고 있으며, 이에 대한 개념적, 현실적 타당성 역시 검토되어야 할 것이다.

AI 소양과 AI 역량의 관계를 규정하고, AI 역량의 구조를 제시하고 이 구조의 타당성을 밝히고, 그 과정에서 이 구조의 변화 및 확정이 가능할 것이다. 그래서 예컨대 AI 역량을 기술역량과 윤리역량으로 구분하여 기초와 심화 단계로 설정하면 체계적으로 AI 역량을 정립하여 제시할 수 있다고 본다.

AI 리터러시 역량(AI Literacy Competencies)		
	AI 기술역량	AI 윤리역량
심화	AI 기술핵심역량	AI 윤리핵심역량
기초	AI 기초역량	AI 윤리기초역량

**2 과제: AI 역량에 근거한 교원의 AI교육 역량 도출**

AI 미래를 위한 준비(Preparing for the future of AI, 2016)의 권고안에서 AI 연구자, 사용자 등 AI 인력의 규모, 질적 수준, 다양성을 증가시키기 위한 AI 인력 파이프라인에 관한 연구의 필요성과 AI 인력양성을 위한 STEM 교육 강화, 연구인력 양성 등 정부와 교육기관의 구체적 역할이 강조되고 있다. 기존 교과에서도 AI 기술의 도입으로 인해 교과지식의 재구조화가 일어나게 될 것이며, 기존 교과의 틀을 벗어나 새로운 융합교육의 장이 발생할 수도 있기 때문에, 교원들은 AI 전문가적 지식과 교과 전문가적 지식의 결합은 새로운 융합교육 전문가로 요청받게 된다. 그래서 교원의 AI 교육역량 등과 관련한 국내외 문헌 조사 및 선행 연구 분석을 할 것이다.

**3 과제: AI 역량 및 교육 역량의 정의, 범위 구분 등에 대한 교육 현장 관계자, AI·SW 분야 현장 전문가 등을 대상으로 한 의견 수렴 및 분석(설문 또는 인터뷰)**

초·중·고 학교급별 또는 교과별 교원이 함양해야 할 AI교육 역량 범위에 대하여 「2021년 초·중등 교원양성대학 인공지능(AI) 교육 강화 지원 사업」 참여대학 관계자를

포함하여 선행 연구, 관련 분야 공동연구원 및 전문가 의견을 분석하고, 이 결과를 바탕으로 교원이 함양해야 할 AI교육 역량의 정의, 범위, 수준 등에 반영할 예정이다.

4 과제: 교원이 갖추어야 할 AI교육 역량에 따른 교원양성대학의 AI교육 방향 및 AI교육 역량을 갖춘 교원 양성을 위한 교원양성대학의 교육과정 로드맵에 대한 제안 도출

전공에 상관없이 해당 대학의 모든 예비교원이 기초 AI 소양을 함양할 수 있도록 교과목 개발 개선방향에 대한 정책 제언을 할 것이다. 초중등 교원양성대학의 인공지능교육이 강화될 수 있도록 AI 교육 이수 체계 개발 및 AI 활용, 융합 교육과정 운영에 대한 제언등을 하고자 한다.

### 3. 연구 방법

앞에서 제시된 연구 목적을 달성하기 위하여 4개의 과제에 대한 연구방법은 다음과 같다.

첫째, AI 역량 개념의 정립과 AI 역량에 근거한 교원의 AI 교육 역량에 대해서는 문헌조사 및 국내외 자료들에 대한 비판적 분석의 방법을 취하고자 한다. AI 소양과 AI 교육에 관련한 국내외 문헌 조사 및 선행 연구 분석을 위해 미국, 영국, 스웨덴, 핀란드등의 AI 교육 관련 보고서 및 국내 AI 교육 관련 발간 자료를 분석할 것이다.

둘째, 2021년 초중등 교원 양성대학 인공지능 교육 강화 사업에 참여중인 대학의 관계자와 실제로 대학이나 대학원에서 인공지능 관련 강좌를 운영하고 있는 교수들을 대상으로 AI 리터러시, AI 리터러시 교육의 정의와 AI 리터러시 역량의 의미와 구성요소 등에 대한 의견을 묻는 델파이 조사를 실시하고자 한다.

## 제 2장 AI 리터러시에 대하여

### 1절 디지털 세상에서의 인공지능(AI)의 의미

21세기에 디지털 기술을 이해하는 것은 사회적, 경제적, 정치적 측면에서 매우 중요하다. 알다시피 오늘날 경제와 사회는 디지털 매트릭스 안에서 진화하고 있다. 특히 인공지능(이하 AI라고 함)과 같은 디지털 기술은 국가의 경제 발전과 사회 발전에 원동력일 뿐만 아니라 우리 사회 모습, 관행 등의 형태를 바꾸고 있다. 이제 우리 일상생활에서 AI는 일상 언어로 널리 퍼져있다. AI는 거의 모든 경제적, 사회적 거래에 내재되어 있어서 우리 삶의 많은 부분에 영향을 미치고 있고, 앞으로도 계속 미칠 것이라 우리는 이 기술에 대해 모두가 배워야 할 필요성이 있다.

대부분의 사람들은 AI의 개념에 익숙하지 않지만, AI는 우리의 모든 삶의 방식을 변화시키는 기술임에는 의심할 여지가 없다. AI는 사람들이 정보를 통합하고, 데이터를 분석하고, 결과 통찰력을 사용하여 의사 결정을 개선하는 방법을 재고할 수 있도록 하는 광범위한 도구이다.

특히 AI 기술은 오늘날 아이들에게 가장 큰 영향을 미칠 수 있다. AI 기술은 소셜 미디어, 스트리밍 서비스, 디지털 게임, 온라인 쇼핑 및 스마트 기술을 포함하여 오늘날 우리가 소비하는 많은 부분에서 찾을 수 있다. 유니세프는 AI를 둘러싼 불확실성과 어린이 및 청소년에게 미칠 잠재적 영향에 대해 우려하고 2018년 '제너레이션 AI(Generation AI)'를 시작하여 해당 분야의 주요 이해관계자 및 그들과 협력했다[20]. 영국은 2021년에 AI 로드맵 문서를 발표했다. AI를 배우고 가르치는 것이 더 이상 청소년들의 전문 과목이 아니라는 것을 인식하고, “모든 사람들이 AI와 자신 있게 살 수 있고, AI를 가지고 일을 계속하고 그것을 가장 좋은 토대와 함께 건설할 수 있는 것”으로 비전을 제시하였다. 이를 위해 모든 사람을 위한 AI 및 데이터 리터러시 함양을 위해 신뢰할 수 있는 자료와 이니셔티브를 갖춘 AI를 이해하기 위한 온라인 아카데미를 통해 교사, 학생 및 평생 학습을 지원하고 있다 [23].

#### 1. AI 정의

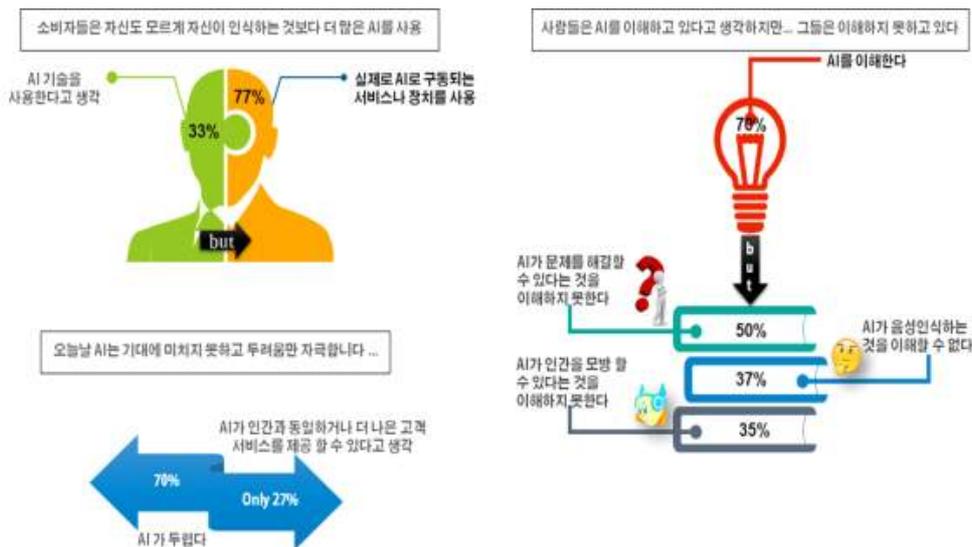
AI란 무엇인가? AI는 새로운 것이 아니다. AI는 1956년 “지능형 기계를 만드는 과학 및 공학”으로 처음 정의되었다[12]. 수십 년 동안 AI는 인간 지능을 모방하는 일련의 규칙과 환경을 기반으로 추론하고 적용할 수 있는 기계와 알고리즘으로 진화했다. 간단히 말해서, AI는 소프트웨어(software)이다. 즉, 작업을 수행하거나 문제를 보다 효과적이고, 더 효율적으로, 더 안전하고 더 창의적으로 해결하기 위해 고안된 컴퓨터 프로그래밍과 알고리즘을 적용하는 것이다. 왕(Wang)은 기계학습(machine learning) 및 신경망(neural network)과 같은 흥미로운 기술 혁신으로 인지 작업, 특히 학습과 문제 해결을 수행할 수 있는 것을 AI

로 정의를 확장했다[16]. 이러한 소프트웨어는 스마트폰, 센서, 제어 시스템에서부터 지능적인 세탁기까지 수많은 전자 제품에 들어가 있다. 기계가 지능을 가진다는 의미는 단지 기계가 목적에 맞게 프로그램된 자동화를 가지고 있다는 의미이다. AI는 컴퓨팅 파워의 향상, 알고리즘의 고도화, 데이터의 폭발적인 증가로 괄목할 만한 추진력을 얻고 있으며, 일상생활의 많은 영역으로 확장되고 있다. 인간이 하는 것과 유사한 방식으로 작업을 수행할 수 있는 기술 장르인 AI는 노동시장과 전반적인 경제구조를 점진적으로 변화시켰다. 오늘날의 자동화와 로봇 세계에서는 필요한 인력 기술의 변화가 더욱 가속화 될 것이다. 고도로 자동화되고 디지털화된 경제를 운영하기 위해서는 첨단 기술력이 필수적이지만, 리더십, 기업가 정신, 창의성, 비판적 사고, 복잡한 문제 해결 의사결정 및 의사소통 등의 수요가 증가할 것으로 바라보고 있다[19, 21].

## 2. 사람들의 AI에 대한 이해 및 인식

1.1절에서 기술했듯이 특히 AI는 인간의 문제 해결 능력의 의미를 확장하고 향상시킨다는 점에 관심을 가져야 한다. 최근 미국 페가시스템은 전 세계 6000명을 대상으로 AI에 대한 소비자들의 인식을 조사하였다[18]. [그림 1]에서 보는 바와 같이 조사 결과 33%의 사람들이 AI가 가능한 기술을 사용한다고 생각한다. 실제 사용 추정치는 사실 77%이며, 이는 일반적인 AI에 대한 이해 부족을 나타냄을 의미하고 있다.

대다수의 사람들은 AI 서비스와 장치의 존재를 인정하지만 AI 이면에 있는 개념과 기술에 대해 알지도 못하고 AI와 관련된 잠재적인 윤리적 문제를 인지하지 못하고 있다.



[그림 1] AI에 대한 소비자들의 인식 결과  
(<https://www.pega.com/ai-survey> 연구 결과 재구성)

## 2절 AI 리터러시의 중요성

고전적인 리터러시라는 의미는 원래 읽고 쓸 수 있는 능력으로 이해되었다. 리터러시는 문자화된 기록물을 통해 지식과 정보를 획득하고 이해할 수 있는 능력을 말한다. 19세기까지만 해도 일반 대중이 아닌 특권 계층에서만 리터러시 능력을 취득할 수 있었다. 리터러시는 단지 언어를 읽고, 쓰는 피상적인 의미만을 내포하는 개념은 아니다.

오늘날 디지털 시대에서는 모든 사람들이 ‘디지털로 글을 읽고 쓸 수 있는 역량’을 갖추고 있어야 직장에서 동등한 기회를 얻을 수 있다. 약 40년 전에도 우리는 지금도 같은 비슷한 상황에 직면했다. 당시 우리는 대부분의 사람들이 컴퓨터 리터러시(computer literacy)가 부족한 상태에 있었다. 우리는 소수의 사람들만이 기술적으로 컴퓨터를 만들고, 소프트웨어를 만들고, 소프트웨어와 하드웨어를 연결할 수 있는 시대에 살고 있었다. 당시 대부분 사람들은 컴퓨터가 무엇인지, 컴퓨터를 어떻게 사용하는지, 어떤 이점이 있는지도 몰랐다. 따라서 사람들은 소프트웨어를 구축하는데 얼마나 복잡한지는 이해하지는 못하였지만 ‘사용하기에 너무 좋다’ 또는 ‘일자리를 잃는 것이 두렵다’ 등의 반응 등을 보였다.

‘리터러시’ 만큼 다양한 분야에 활용되는 단어는 많지 않다. 이와 같이 리터러시 용어는 미디어 리터러시, 디지털 리터러시, 데이터 리터러시, 정보 리터러시, 컴퓨터 리터러시 및 AI 리터러시 등과 같은 새로운 리터러시로 확장되며 리터러시 개념의 폭이 넓어져 왔다.

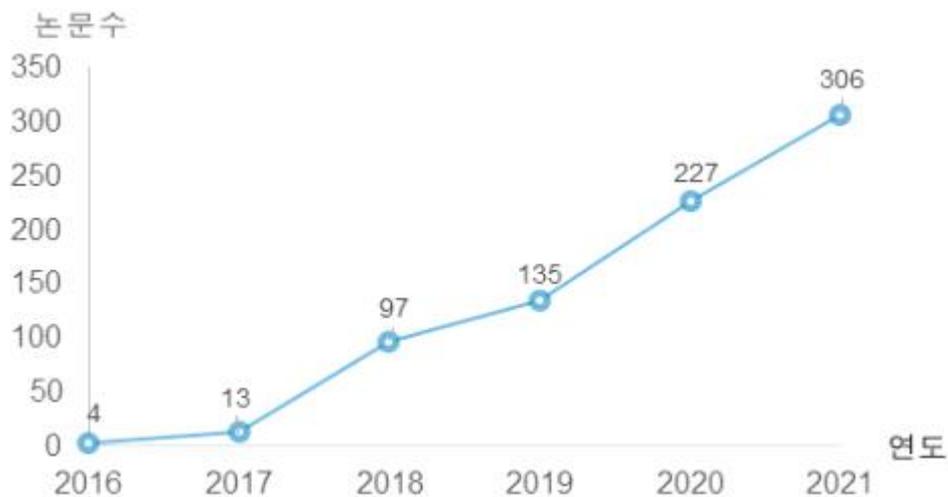
우리는 이미 ICT 활용교육[17]이나 SW교육[3, 17]을 통해 새로이 출현하는 신기술이 도입된 제품들을 활용하는 관점에서 기술을 접근하면 할수록 기술에 대한 이해도는 떨어지는 경험을 했다. 이는 기술을 이해하거나 고쳐 쓰는 대신 기능과 효율에만 집착하기 때문에 기술을 다루는 데는 능숙하지만 그 원리를 파악하는 것은 문맹 수준이다. 예를 들어, 우리들 대부분이 스마트폰을 능수능란하게 다루고는 있지만 스마트폰 설계를 이해하거나 바꿀 수 있는 능력은 없는 게 현실이다.

디지털 시대에 AI의 적용이 전 세계 곳곳에 점점 더 스며들면서 모든 시민들을 위한 AI 리터러시 배양이 점점 중요해지고 있다. 오늘날의 키워드는 AI이다. AI는 산업 전반에 걸쳐 중요한 역할을 하는 필수 기술이 되고 있으며, 21세기의 중요한 기술 중 하나가 될 가능성이 있다. 최근 몇 년 사이 AI는 우리 사회 전 분야를 막론하고 미래 핵심 기술이 되면서 AI 영향력은 점점 더 커지고 있다. AI 시대라고 해도 AI가 인간을 대신해서 모든 작업을 스스로 설계하고 수행할 수는 없다. 언젠가는 가능해질지도 모르겠지만 아직까지는 아니 가까운 미래에도 AI는 결코 인간과 같은 수준의 판단력과 창의력을 지닐 수는 없을 것이다. 결국 AI가 일을 제대로 처리하려면 그보다 앞서 인간이 적절한 알고리즘을 선택하고 결과를 해석하는 일을 맡겨 줘야만 한다.

결국 AI가 일을 제대로 처리하려면 그보다 앞서 인간이 적절한 알고리즘을 선택하고 결과를 해석하는 일을 맡겨 줘야만 한다. 대용량 데이터가 있을 때 그 데이터를 AI로 처리해 낼 수 있는지를 판단하는 능력이 요구된다. 이른바 AI 리터러시다. 소프트웨어(SW) 코딩과는 다른 차원의 컴퓨터 이해력이다. 특정 개발자나 엔지니어에 국한해 요구되는

능력이 아니다. AI 시대를 살아갈 우리 모두에게 필요한 지식이다. AI 리터러시를 기르는 방법은 의외로 쉽다. 우리는 일상에서 지나치는 작은 현상에도 AI 기술을 적용할 수 있는지 여부를 생각하는 습관을 들여야 한다. 무심코 처리하는 정보가 고부가가치를 창출할 수 있는지 판단하면 된다. AI가 우리 대신 그 일을 더 잘 수행할 수 있는지를 결정해 주면 된다. 우리가 하는 일을 AI와 결합하지 못한다면 다시금 디지털 문맹인이 된다. 그러므로 학생들은 AI 기술을 현명하게 사용하는 방법과 윤리적 및 비윤리적 관행을 구별하는 법을 배워야 한다. 이처럼 AI와 리터러시를 결합하기 위해서는 AI중심 기술을 통해 사람들이 디지털 세계에서 살고, 배우고, 일해야 하는 필수 능력을 갖추어야 하므로 AI 리터러시는 초중등에서뿐만 AI 시대를 살아가는 모든 사람들이 평생교육 차원에서 배워야 한다.

AI 시대에 도래하면서 우리의 삶에서 경쟁 우위를 확보하기 위해서 우리 모두가 배워야 하는 새로운 스킬 셋으로 AI 리터러시가 급부상했다. 구글 학술 검색에서 2016년부터 2021년까지 최근 6년간 ‘AI 리터러시’ 를 검색한 결과에서 보듯이 급격한 증가를 보임을 알 수 있었다[그림 2]. 검색 시 특허와 서지정보는 제외시켰다.



[그림 2] 구글 학술 검색에서 2016년부터 2021년 까지 ‘AI 리터러시’ 로 출판된 논문 수

컴퓨터 리터러시처럼 한때는 가장 진보된 기술자들만 볼 수 있었던 AI 어플리케이션이 이제는 우리 일상생활에 까지 깊숙하게 스며들고 있지만 우리 모두는 실제로 AI가 무엇인지, AI가 작동하는데 필요한 것이 무엇인지 진정으로 이해하는 사람들은 많지 않다. 또한 많은 조직에서도 AI를 도입을 시작했지만 실제로 작동시키는 방법을 모르고 있으며 많은 데이터 과학자가 업무에 좌절하고 있다. 특히 우리의 아이들은 첫 번째 AI 네이티브 세대이다. 그들은 AI가 없는 삶을 상상할 수도 없다. AI가 모든 산업에 침투함에 따라 데이터 과학자와 기술자의 손에만 있는 AI 지식으로는 충분하지 않을 것이다. 우리는 미래의 노동력에서 디지털 리터러시를 보완할 새로운 유형의 읽고 쓰는 능력인 AI 리터러시의 증가를 목격하고 있다. 하지만 AI 리터러시란 무엇이고 어떻게 얻을 수 있을까?

### 3절 AI 리터러시 정의

AI 리터러시가 우리의 삶, 산업, 지역사회에서 AI의 역할에 대해 이해하고 의견을 형성할 수 있는 능력이라고 생각한다. 여기에는 AI가 무엇인지, 어떻게 작동하는지, 그리고 기술의 장점과 한계는 무엇인지에 대한 기본적인 이해가 포함된다. 국내외 연구를 통해 AI 리터러시 정의에 대해 살펴본다.

#### 1. 국내 연구를 통해 살펴 본 학교 교육과정에서의 AI 리터러시 정의

부산시교육청에서는 AI 리터러시를 <표 1>과 같이 AI 시대, 초연결사회의 구성원으로서 일상적인 삶을 영위하고 직무를 수행하기 위해 필요한 소양으로서 “윤리적 태도를 가지고 AI 관련 기술과 데이터의 관리, 활용, 구성의 과정을 통해 문제를 해결하는 실천적 역량”으로 정의하였다[1].

<표 1> 부산시 교육청의 AI 리터러시 정의

AI 리터러시 요소	정의
AI 이해 및 활용	AI 이해 - 머신러닝, AI 시스템, 소프트웨어 활용, 사물인터넷과 네트워크, 정보관리, 코딩 등 AI 기반 교육 - 소프트웨어 활용, 사물인터넷과 네트워크, 정보관리 등
의식과 태도	생명 존중의식, 준법정신, 예절
사고 능력	비판적 사고력, 창의적 사고력, AI 컴퓨팅 사고력 등으로 AI 및 데이터의 관리, 활용, 구성을 위한 고차원적 사고력
실천적 역량	의사소통, 협업, 문제해결, 콘텐츠 창작 등으로서 실천적 문제해결과 실행

유정수의 연구에서는 초등학교는 국가교육과정 총론의 초등 교육목표에 따라, AI 기술의 일상 생활화에 대비하여, 학생들의 기초 능력을 기르고 바른 인성을 함양하는데 중점을 두었고, 중학교는 AI 원리를 이해하고 다양한 교육용 도구를 활용한 실습을 통해 실생활의 문제를 AI를 이용하여 해결할 수 있는 능력 함양하는데 중점을 두었다. 초등학교 AI 교육 내용체계를 위해 <표 2>와 같이 5가지 영역을 선정하여, 초·중학교 기간에는 연계성을 고려하여 동일 영역으로 구성하였다[3].

<표 2> 한국과학창의재단의 AI 리터러시 정의

AI 리터러시 요소	정의
AI의 이해	AI을 소개하고 개념을 이해하는 영역
AI와 데이터	AI에서 다루는 데이터를 이해하고 경험해보는 영역
AI 알고리즘	AI의 원리와 기법을 쉽고 재밌게 다루는 영역
AI의 적용	실생활의 문제를 AI 실습을 통해 해결해 보는 영역
AI와 사회적 영향	AI를 이해한 후에 다시 생각해보니 AI의 사회적 파장력에 대한 영역으로, AI의 윤리, 법·제도 등을 포함

## 2. 4가지 관점 프레임워크에서의 AI 리터러시 정의

본 절에서는 전 세계 연구자들이 최근 논문에서 AI 리터러시를 어떻게 정의하는지를 살펴보았다. 30편의 논문 중에서 17편에서 ‘리터러시’라는 개념을 바탕으로 AI 리터러시를 정의하였다. AI 리터러시 이전에는 1970년대 컴퓨터 응용프로그램이 산업 전반에 걸쳐 인기를 얻었을 때 기본적인 컴퓨터 관련 개념과 기술을 평가하기 위해 “디지털 리터러시”라는 용어가 등장했다. 사용자는 특정 업무나 업무와 관련된 컴퓨터 시스템을 사용할 수 있는 능력이 있어야 했다. 디지털 리터러시의 중요성은 컴퓨터 기술의 사용에 의존하는 사람들이 늘어나면서 증가하였다. 디지털 발전에 이어 AI는 컴퓨터가 배우고, 이성을 얻고, 인식할 수 있도록 기계에서 인간의 지능을 발생시키고 모방하기 시작했다. AI가 처음에는 과학 연구와 학문적 환경에서 사용되었지만 이제는 우리 일상생활에서 유비쿼터스가 되었다.

<표 3>, <표 4>와 같이 AI 리터러시를 4가지 관점으로 정의하였다. 알고리즘과 AI 전반에 걸쳐 투명성이 윤리적으로 중요한 것으로 인식되고 있음에도 불구하고, 사람들은 AI의 기본 기능조차 이해하지 못하고 있다. 따라서 AI를 더 이해하기 쉽게 만들기 위한 노력이 필요하다(AI를 알고 이해하기)[13]. 과학 맥락에서 k-means 클러스터링을 적용한다. 얼굴 특징과 데이터 값 간의 매핑 관계를 탐색하고 개념을 적용하여 레고와 같은 다른 개체를 브레인스토밍한다(AI 적용)[15]. 기술 탐구 및 창작 활동은 기초적인 A 개념을 이해하는데 있어 학생들을 지원한다(설계 및 건축 경험). “사회적 선을 위한 AI”는 주관적 규범과 관련된 행동을 둘러싼 사회적 환경에 대한 개인의 인식을 측정한다[7].

<표 3> AI 리터러시의 관점 프레임워크

AI 리터러시 관점 틀	정의
AI를 알고 이해하기	AI의 기본 기능과 일상생활에서 AI 응용프로그램 사용법을 익힌다.
AI 적용	AI 지식, 개념 및 응용 프로그램을 다양한 시나리오에 적용한다.
AI 평가 및 생성	AI 응용프로그램을 이용한 고차원적 사고 스킬(예를 들어, 평가, 예측, 설계)을 기른다.
AI 윤리	인간 중심적 고려사항(예를 들어, 공정성, 책임성, 투명성, 윤리, 안전)

<표 4> 관점 프레임워크에 따른 AI 리터러시

관점	연구자	AI 리터러시 정의
AI를 알고 이해하기	Burgsteiner et al. (2016)[5] 등 27개 논문	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습자에게 사전 지식이 필요하지 않은 AI에 대한 기본 개념, 기술, 지식 및 태도 습득을 교육하는 것</li> <li>• 학습자는 AI 응용프로그램의 최종 사용자일 뿐만 아니라, AI 응용프로그램의 이면에 숨겨진 기술을 이해하는 것</li> <li>• 다른 제품과 서비스에서 AI 이면에 숨겨진 기본 기술과 개념을 이해하는 능력</li> </ul>
	Druga et al. (2019)[10]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인식된 능력, 자신감 및 AI 학습 준비도와 연관시켜 초중등 교육에서는 학습자가 AI 개념을 이해하고 습득하는 방법에 초점을 맞춘 AI 교육과정과 활동을 설계</li> </ul>
AI 적용	Vazhayil et al.,(2019)[14]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일상생활에서 AI 개념을 다른 맥락과 응용에 어떻게 적용하는지 알 수 있도록 교육하는 것이 중요                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기계학습 모델 구축자인 LearningML을 평가</li> <li>- 모든 사람들에게 AI 응용프로그램의 이해와 이것이 우리 삶에 미치는 영향 및 AI 기술에 관한 AI 윤리 교육</li> <li>- 인간 중심적이고 윤리적인 고려사항</li> <li>- AI 개념과 적용을 윤리적으로 활용하는데 초점</li> </ul> </li> <li>• 컴퓨팅 사고(CT) 기반 AI 리터러시와 AI 사고(thinking)를 상호작용시킴&lt;표 3&gt;</li> </ul>
	Vazhayil et al. (2019)[14] Hung(2019)[8]	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 사고</li> <li>• 문제 해결, 의미 처리 및 비구조화된 데이터 처리를 위해 지식 기반을 사용하는 방법에 대한 학생들의 이해를 지원하기 위해 논리 및 알고리즘을 구축</li> <li>• [예] 컴퓨팅으로 데이터 분석을 수행하여 AI 사고를 활용하고, 기계 학습에서 데이터의 숨겨진 패턴 발견을 통해 새로운 발견을 해석</li> </ul>

관점	연구자	AI 리터러시 정의
AI 평가 및 생성	Long et al.(2019) Long & Magerko, 2020)[11]	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI 응용프로그램을 이용한 고차원적 사고 스킬(예를 들어, 평가, 예측, 설계)을 기를</li> <li>공공장소에서 AI 편의시설을 공동 제작하는데 시민들을 참여</li> <li>AI를 평가하고 만드는 능력을 가진 학생들은 AI 개념을 새로운 방법으로 추론하고 연결하고 조작하고 분류할 수 있음</li> <li>AI 리터러시는 AI를 알고 윤리적으로 사용하는 것 외에도 개인이 AI 기술을 비판적으로 평가하고 AI와 효과적으로 의사소통하고 협력할 수 있는 일련의 역량</li> </ul>
AI 윤리	Chai et al.(2020)[7] Druga et al.(2019)[10]	<ul style="list-style-type: none"> <li>인간 중심적 고려사항(예를 들어 공정성, 책임성, 투명성, 윤리, 안전)</li> </ul>

<표 5> AI와 컴퓨팅 사고력간의 상호작용(Brennan-Resnick, 2012)

요소	설명	예
AI 개념	기본 AI 개념에 대한 기술적, 개념적 이해	AI 기본 개념과 머신 러닝, 딥 러닝, 신경망과 같은 기원을 이해한다.
AI 실습	AI를 적용할 때 사용되는 기술과 전략	음성인식, 로봇공학 등 AI 개념의 실제 적용 사례를 감상 훈련, 검증 및 테스트 코드 리믹스 또는 재사용
AI 관점	채택된 태도와 성향	문제 해결을 위해 협력

### 3. 블룸의 분류학(Bloom's Taxonomy)적 관점에서 AI 리터러시 정의

블룸의 분류학에 6개 레벨이 있는데, 각각 더 높은 수준의 복잡성을 요구하고 학생들로 부터 사고를 주문한다. 레벨은 연속적인 것으로 이해되므로 다음 레벨에 도달하기 전에 한 레벨을 마스터해야 한다. [8]의 연구에서는 AI 리터러시 교육을 정의하는데 블룸의 분류학 구조를 채택하였다. 이를 채택 이유는 AI 리터러시가 교육자들에게 생소하며 아직 도입 단계이며 AI 학습의 맥락에서 인지 과정의 수준 분류가 아직 개발되지 않았기 때문이다. “AI를 알고 이해“는 하위 두 단계에 할당된다. 개념을 적용하는데 “AI를 사용“하고 응용프로그램을 적용 수준에 할당한다. “AI를 평가하고 작성“은 AI를 분석, 평가 및 작성하기 위해 상위 3개 단계에 할당된다[그림 3]. AI를 알고 이해하는데 있어서 학습자의 AI

리터러시를 기르는 방법, 일상생활에서 AI 응용프로그램을 어떻게 사용하고 그 기본 개념을 다른 맥락으로 적용하는 방법에 대해 논의하였다. 고차적 사고 활동을 통해 AI 응용프로그램을 분석, 평가, 제작하기 위한 학생들의 향상 방안에 대해서도 연구가 진행되고 있다. 기존의 AI 리터러시 연구가 AI에 대한 일반적인 기술과 지식에 더 중점을 둔 가능한 이유는 AI 리터러시가 아이들과 일반인들을 포함한 모든 사람들이 지식을 습득하고 구성하고 적용하도록 돕는 근본적인 기술과 능력의 집합이기 때문이다. 그들은 반드시 AI 문제를 추상화하고 분해하는 방법을 다루거나 AI를 만드는 방법을 다루지 않을 수도 있다.



[그림 3] 블룸의 분류학과 AI 리터러시 [3]내용 재구성

#### 4. 4C 기반 AI 리터러시 정의

우리의 삶에서 인터넷의 역할을 인식하고, 내 온라인 사생활을 관리하는 나의 역할, 그리고 레스토랑 예약에서부터 구직에 이르기까지 모든 것에 인터넷을 활용하는 방법을 이해하기 위해 컴퓨터 프로그래머가 될 필요가 없는 것처럼, AI 리터러시도 마찬가지이다. 일부는 데이터 과학, 알고리즘 및 프로그래밍에 대한 심층적인 학습을 요구하거나 원할 수 있지만, 광범위한 AI 리터러시는 다음 4C를 통해 함양할 수 있다.

한때 가장 선진화된 기술자의 영역이었던 AI 어플리케이션은 이제 만연해 있다. 평범한 사람들도 휴대전화의 자동 수정, 영화 또는 제품 추천, 또는 일부의 경우 자율주행차 또는 디지털 비서의 자동 수정 여부와 상관없이 일상생활에서 적어도 하나의 AI와 상호작용할 가능성이 높다. 이들은 평범한 사람이 볼 수 있는 AI이지만 기술의 영향은 의사, 은행의 대출 승인, 도시의 예산 결정 등을 지원하는 AI에서 훨씬 더 클 수 있다. 다음 세대인 우리 아이들은 AI가 없는 삶을 본 적이 없는 최초의 AI 네이티브 세대이다.

AI 리터러시는 우리의 삶, 산업 및 커뮤니티에서 AI의 역할을 이해하고 의견을 형성하는 능력으로 정의할 수 있다. 여기에는 AI가 무엇인지, AI가 어떻게 작동하는지, AI 기술

의 강점과 한계가 무엇인지에 대한 기본 이해가 포함된다. 우리 삶에서 인터넷의 역할을 이해하고, 온라인 개인 정보를 관리하는 역할을 이해하고, 레스토랑 예약부터 구직에 이르기까지 모든 것에 인터넷을 활용하는 방법을 이해하기 위해 컴퓨터 프로그래머가 될 필요가 없듯이 AI 리터러시는 컴퓨터 과학 박사학위를 필요로 하지 않는다. 일부는 데이터 과학, 알고리즘 및 프로그래밍에 대한 더 깊은 학습을 요구하거나 원할 수 있지만 광범위한 AI 리터러시는 다음 4C를 통해 습득할 수 있다[그림 4 참조].

#### 가. 개념(Concepts)

AI는 특정 핵심 개념을 통해 작동한다. 예를 들어 대부분의 AI는 학습이 필요하며, 이러한 학습은 과거 데이터나 시행착오 실험 및 적응을 통해 수행된다. 인간에게 AI의 학습 필요성을 이해하는 것은 그 기술이 무엇을 할 수 있는지, 그 한계가 무엇인지에 대한 큰 통찰력을 줄 수 있다. 마찬가지로, 많은 AI들이 학습하기 위해 데이터를 활용하듯이, 이 개념은 인간이 자신의 개인정보와 그들이 상호작용하는 AI 사이의 관계를 이해하는데 도움을 준다.

#### 나. 맥락(Contexts)

핵심 개념 이후, 다음으로 감사해야 할 중요한 영역은 맥락이다. AI의 사용, AI의 강점과 한계, 적합성은 상황에 따라 크게 좌우될 수 있다. 예를 들어 AI가 우리에게 영화를 추천하는데 사용된다면 최악의 시나리오는 우리가 좋아하지 않는 영화의 일부를 보게 되는 것이다. 만약 너무 자주 그런 일이 일어난다면, 이것은 영화 제공업체에 관한 것일 수 있지만, 짜증이 나서 서비스 사용을 중단할 수도 있다. 반면에, 의학적인 맥락에서 AI에 의해 행해진 실수는 쉽게 생명을 위협할 수 있다. 금융적인 맥락에서 AI의 실수는 후속 소송을 통해 사용자와 회사 모두를 손상시킬 수 있다. AI 편향을 적용하면 기업의 브랜드 이미지가 손상될 수 있다. 이러한 맥락을 이해하면 업계가 자신과 고객을 보호하고 위험을 관리하면서 최대의 투자 수익을 달성하기 위한 모범 사례를 구현하는데 도움이 될 수 있다.

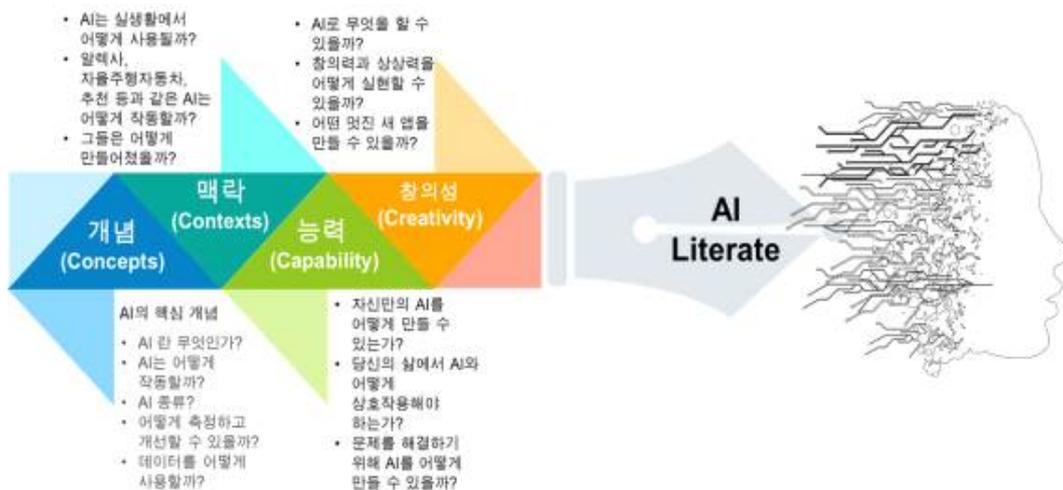
#### 다. 능력(Capability)

AI가 널리 보급됨에 따라 많은 인간이 AI에 대해 어떤 조치를 취해야 할 것이다. 행동 자체는 광범위할 수 있다. 예를 들어, 부모는 개인 정보를 보호하면서 디지털 비서와 통신하는 방법에 대해 자녀에게 안내해야 할 수 있다. 의사는 실습에 도움이 되는 AI 도구는 진료에 도움이 되는 어떤 AI 도구가 있는지 그리고 그러한 도구가 어떻게 작동하는지 이해할 필요가 있다. 응용 프로그램 프로그래머는 AI를 구축하고 응용 프로그램에 통합하는 방법을 배워야 할 수도 있다. 입법자는 효과적인 규제 접근 방식을 추진하기 위해 측정할 수 있는 AI를 검토해야 할 수 있다. 이들 각각은 핵심 개념을 이해하는 것뿐만 아니라 특정 상황에 적용하는 방법을 배워야 한다.

라. 창의성(Creativity)

AI가 우리 주변에 있는 동안, 우리는 AI 기술을 적용하는 시작에 불과하다. 음악을 만드는 것부터 책 전체를 쓰는 것까지 모든 것에 AI를 적용하는 새로운 사용법이 매일 등장하고 있다. 보다 다양한 배경과 계층의 사람들을 포함하도록 AI 리터러시를 확장하면 AI 기술을 적용하고 혜택을 받을 수 있는 새로운 방법을 상상하는 인적 자원의 능력이 더욱 확장될 것이다.

위에서 언급한 4C를 기반으로 AI와 코딩을 배우기 위한 온라인 학습 플랫폼인 AI 클럽(<https://www.corp.aiclub.world/>)은 UC 버클리에서 박사학위를 취득한 니샤 탈라갈라(Nisha Talagala) 박사가 설립했다. 니샤는 어떤 프로그램도 아이들이 실제 AI를 배우고 연습하는 것을 쉽고 재미있게 만들 수 없다는 것을 발견했다. 따라서 그녀의 동료들과 함께 AIClub을 만들었다. AIClub은 전 세계의 아이들(K-12)과 개인들이 AI를 배우고, AI 프로젝트를 만들고, 그들 주변의 AI를 이해하는 법을 배우고, AI를 그들의 삶에 대한 열정에 적용할 수 있도록 플랫폼을 통해 기회를 제공하고 있다.



[그림 4] 4C(Concepts, Contexts, Capability, Creativity) 기반의 AI 리터러시

5. P21 4C 핵심 역량기반 AI 리터러시 정의

기술 발전과 사회 환경의 변화 및 웹 중심의 네트워크 세대의 성장으로 현대 사회가 복잡적이고 다양한 변화를 맞이하면서, 어떻게 정보를 효율적으로 생산하고 활용하느냐에 따라 권력과 부를 창출할 수 있는 시대가 열렸다. 또한, 첨단 기술의 발달과 그로 인한 영향으로 다가올 미래 사회는 더욱 더 급변하게 될 것이다. 특히, 최근 들어 OECD가 역량의 개념을 우리의 삶 전체의 질을 향상하기 위해 필요한 것으로 규정하면서, 학교 교육이 역량과 관련한 논의에 관심을 가질 수밖에 없게 되었다. 따라서 학교 교육도 학생들이 직면할 미래 사회를 준비할 수 있도록 해야 한다. 다가오는 미래 사회에서는 지

식의 생명주기가 짧아지기 때문에, 창의적 인재 양성을 위해 지식 위주 교육보다 지식을 찾고 활용할 수 있는 역량 중심 교육으로 전환되어야 한다.

핵심 역량은 선천적으로 타고나거나 결정되는 것이 아니라 학습될 수 있는 특징을 지니고 있으므로, 학교 교육은 핵심 역량이 길러질 수 있도록 교육해야 한다. 특히 학교 교육의 역할을 미래 직업 세계나 경제 발전에 복무할 수 있는 역량을 양성하는 것으로 한정하기보다는, 특정 개인이 타인과 더불어 온전한 삶을 영위할 수 있도록 개인의 역량을 강화(empowerment)하는 것으로 재해석해야 한다[2]. 21세기 학습을 위한 프레임워크가 출시된 지 10년이 넘었다<표 5>. 4C는 프레임워크를 지배하며, 주권을 위태롭게 할 것은 아무것도 없다. 학습자, 근로자 및 시민 모두가 성공하려면 협업, 의사소통, 창의성 및 비판적 사고의 기술을 보유해야 한다.

<표 6> 21세기 핵심 역량

연구자	범주	핵심 역량
Partnership for 21st Century Skills (2011)[2]	학습과 혁신기술	창의성, 혁신, 비판적 사고능력, 문제해결능력, 의사소통, 협력
	생애와 경력기술	융통성과 적응성, 주체성과 자기주도성, 사회성과 다문화수용성, 생산성, 리더십과 책무성
	정보·매체·테크놀로지기술	많은 정보에 대한 접근, 선택, 분석, 활용 능력, 미디어활용능력, ICT응용능력

그러나 P21과 4C를 촉진하는 다른 많은 조직이 AI의 도래와 함께 이러한 기술이 의미하는 바를 재고할 필요가 있다는 것을 깨닫기 시작했다. P21 기술 프레임워크는 기본 가정으로 인간 대 인간 상호 작용으로 개념화되었다.

#### 가. 의사소통(Communication)

요즘 사람들은 새로운 의사소통 방법을 배우기 시작했다. 음성인식 기능과 AI, 클라우드 기술 등을 활용해 만들어진 AI 스피커인 알렉사 등을 사용하여 의사소통 하고 있다. 효과적으로 의사소통을 하려면 우리의 말이 다른 존재에게 어떻게 받아들여질지 생각하는 마음 이론이 있어야 한다. 알렉사(Alexa), 구글 어시스턴트(Google Assistant) 또는 시리(Siri)에 질문할 때 먼저 알고리즘이 질문을 해석하는 방법에 대해 생각해야 한다. 그렇지 않으면 우리는 엄청나게 쓸모없는 정보를 얻게 된다. 마찬가지로 학생들은 이러한 사고 기계와 효과적으로 의사소통하는 방법을 배워야 한다. 인간 대 기계 통신의 미래는 키보드가 아니다. 이제 AI가 지배하는 세상에서 실제로 사람들의 모국어는 AI의 제2의 언어인 셈이다.

#### 나. 창의성(Creativity)

AI가 음악 작곡, 시, 그림 및 심지어 뉴스 기사를 작성하는 능력으로 많은 것이 만들어졌다. 미래는 다른 형태의 창의성에 의해 형성될 것이다. 이 창의성은 인간이 AI 시스템과 공동으로 창조하고 둘 중 가장 좋은 것을 구현하는 하이브리드 작업을 생산하게 될 것이다.

#### 다. 협력(Collaboration)

제조업 부문은 인간과 공장 바닥을 공유하는 거대한 기계인 공동봇으로 한동안 실험을 해 왔다. 위험한 과정이었을 때도 있었지만 인간과 기계는 함께 일하는 법을 배웠다. 이것은 학교에 어떤 의미인가? 교사들은 학생들 간의 협력을 효과적으로 개발하기 위해 애쓴다. 우리는 인간 대 기계의 협력, 혹은 더 복잡한 인간 대 인간+기계 협력에 대해 생각하기 시작할 필요가 있는가?

#### 라. 비판적 사고와 문제해결(Critical Thinking and Problem Solving)

비판적 사고의 정의에 필수적인 것은 증거, 주장, 주장 및 신념을 효과적으로 분석하고 평가하는 능력, 주요 대안 관점을 분석하고 평가하는 능력, 정보와 논증 사이의 연결을 종합하고 만드는 능력, 그리고 최상의 분석을 바탕으로 정보를 해석하고 결론을 도출하는 능력이다.

AI는 방대한 양의 데이터를 효과적이고 철저하게 수집, 검토 및 분류할 수 있으며, 과학자, 비즈니스 리더 및 현재 교육자들은 이 AI가 제공하는 끔찍거리는 작업을 사용하여 비즈니스, 연구 또는 교육을 개선하기 위한 데이터 기반 결정을 내릴 수 있다.

현대의 정보화는 학습자가 이용할 수 있는 데이터의 작은 부분조차도 소비하는 것을 점점 더 어렵게 만든다. 교과서와 백과사전은 이전에 쉽게 구할 수 있는 지식의 우주를 정의했다. 더 이상은 안 된다.

우리는 학습자들이 정보를 수집하고 큐레이팅하기 위해 AI를 마음대로 사용할 수 있도록 훈련시켜야 한다. 그러면, 인간의 뇌는 문제를 해결하기 위해 그 데이터를 분석하고 합성하기 위해 시작할 수 있을 것이다.

P21 프레임워크의 초점은 실제로 초중등 교육 분야에 있다. AI 때문에 기술 프레임워크가 인간과 인간의 상호작용에만 초점을 맞출 수 있는 시대는 지났다. 우리는 효과적인 학습자, 노동자, 시민이 되기 위해 4C가 AI에 관여할 수 있는 능력을 포함하는 미래에 대한 학생들의 준비를 해야 한다.

AI 리터러시란 AI이 무엇인지 이해하고, 우리의 삶에서 그 역할을 이해하고, 이 지식을 문제를 해결하기 위해 적용할 수 있는 능력을 의미한다. AI를 배우는 아이들은 컴퓨터 과학뿐만 아니라 다양한 직업을 추구하기에 더 좋은 위치에 있게 된다. 그들은 AI가 모든 산업에서 미래의 직업에 어떤 영향을 미칠지 이해할 수 있고, 그들이 컴퓨터 과학자, 의사, 변호사, 예술가 등이 되는지 그들의 AI 지식을 적용할 수 있다. AI 리터러시는 여전히 상당히 새로운 개념이지만, 이미 전 세계적으로 적용되어 인상적인 결과를 내고 있다. 아이들을 위한 AI 학습 프로그램은 10살 정도의 아이들이 핵심 개념을 이해하고 창의적으로

로 적용해 지역사회의 문제를 해결할 수 있다는 것을 입증했다. 기업들은 확대되는 기술 격차를 메우기 위해 인력을 광범위하게 교육하기 위해 AI 학습과 고급화 이니셔티브를 만들고 있다. 전 세계 정보 경제가 확대됨에 따라 데이터로부터 통찰력을 창출하는 AI는 계속 성장할 것이다.

광범위한 AI 리터러시는 국가, 정부, 산업 및 민간 시민이 AI 기술을 안전하고 효과적으로 활용할 수 있게 한다. 더 많은 사람들이 AI Literate(인공지능 문해자)가 될수록, 우리는 이 변혁적인 기술의 더 많은 사용과 창의적인 응용을 기대할 수 있다.

### 3장 AI 기술역량과 윤리역량

#### 1절 인공지능 기술 역량 선행연구 분석

##### 1. 해외 교육과정 기반의 인공지능 역량 분석

AI 핵심 역량을 도출하기 위하여 국내외 인공지능 교육과정 핵심 주제를 분석하였다. 국내외 교육과정 분석은 이은경(2020)의 해외 인공지능 교육과정 분석을 참고하였다[1]. 미국의 경우 AI4K12에서 제시한 인공지능 교육에서 5가지 빅아이디어와 그것을 기반으로 제시된 AI 기초 교육 내용 Ready AI Lab, AI4All Open Learning, ECS Alternate Curriculum Unit on Artificial Intelligence를 참고하였고, 유럽(EU)의 경우에는 핀란드에서 개발한 AI 기초 교육을 위한 온라인 코스인 Element of AI를 기반으로 내용을 도출하였다. 분석 핵심 주제와 세부 내용은 다음과 같다[2][3].

<표 7> 해외 AI 교육 핵심 주제[1]

국가	핵심 주제	대상
미국	AI 개념 인식 표현과 추론 학습(머신러닝, 인공지능경망) 자연스러운 상호작용 사회적 영향	유초중고 (K-12)
EU	AI 개념 AI 문제해결 AI 실제 머신러닝 인공지능경망 미래 예측 및 사회적 영향	모든 연령

<표 8> 해외 AI 교육 세부 내용[1]

영역	미국	EU
AI 개념	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI 개념</li> <li>AI 시스템의 일상적 사용</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI의 개념</li> <li>AI 관련 분야</li> <li>AI의 철학</li> </ul>
인식	<ul style="list-style-type: none"> <li>컴퓨터/로봇/지능형 기기에서 사용되는 센서</li> <li>지능형 에이전트와의 상호작용</li> <li>센서 입력 변화</li> <li>컴퓨터 인식의 한계</li> <li>컴퓨터 인식을 활용한 응용 개발</li> <li>센서의 한계가 컴퓨터 인식에 미치는 영향</li> <li>다양한 알고리즘과 센서를 요구하는 인식 시스템</li> <li>인식 유형 및 다양한 센서를 사용한 응용의 개발</li> <li>여러 형태의 컴퓨터 인식과 관련된 지식</li> <li>음성인식의 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li></li> </ul>
표현 및 추론	<ul style="list-style-type: none"> <li>모델 구성 및 비교</li> <li>의사결정 트리 사용</li> <li>AI 표현이 추론을 지원하는 방법 이해</li> <li>추론을 통한 최단 경로 그래프 모델 설계</li> <li>트리 구조를 활용한 분류 시스템 표현</li> <li>검색 트리 설계</li> <li>검색 알고리즘 유형별 차이 설명</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>검색과 문제해결</li> <li>검색과 게임</li> <li>승률과 확률</li> <li>베이지스 룰</li> <li>나이브 베이지스 분류</li> </ul>
머신러닝	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터 패턴 식별</li> <li>분류 도구를 활용한 그림(드로잉) 인식</li> <li>이미지 식별 과정 설정 및 논의</li> <li>프로그램이 이미지를 식별하는 방법 이해</li> <li>머신러닝 접근 방식 비교</li> <li>모델 훈련을 통한 대화형 학습 프로그램 수정</li> <li>알고리즘과 머신러닝 편향</li> <li>훈련 데이터 집합에서 편향 확인 및 편향 해결을 위한 훈련 데이터 집합 확장</li> <li>머신러닝 알고리즘 추적 및 실험</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>머신러닝의 유형</li> <li>머신러닝 기법: 최근접 이웃 분류기</li> <li>머신러닝 기법: 회귀</li> </ul>
인공신경망	<ul style="list-style-type: none"> <li>인공신경망 훈련을 위한 조작 시뮬레이션</li> <li>인공신경망 훈련(1-3 레이어)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>인공신경망 기초</li> <li>인공신경망 구축 방법</li> <li>고급 인공신경망 기술(CNNs, GANs)</li> </ul>

영역	미국	EU
자연 스러운 상호 작용	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이야기에서 긍정/부정 단어 식별</li> <li>• 표정 인식, 감정 분류 및 이유 설명</li> <li>• 표정 인식 소프트웨어 실험</li> <li>• 의사소통을 위해 다양한 정보를 조합하는 방법</li> <li>• AI가 인간을 능가하는 작업과 그렇지 못한 작업</li> <li>• 간단한 챗봇 구성</li> <li>• 언어 모호성 설명 및 예</li> <li>• 지능의 특성에 관한 추론</li> <li>• 에이전트가 지능적인지 판단하기 위한 접근법</li> <li>• 문장 파서의 언어 모호성 처리 방법</li> <li>• 구글 지식 그래프 탐색</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>
사회 적 영향	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 생활 속 AI 활용 분야 인식</li> <li>• AI 기술 활용의 장단점 논의</li> <li>• AI 의사결정의 잠재적 편견 설명</li> <li>• 절충적 AI 시스템 설계 방법</li> <li>• AI 시스템의 긍정적, 부정적 영향의 비판적 탐색</li> <li>• 사회적 이슈 해결을 위한 AI 시스템 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 미래 예측</li> <li>• 사회적 영향</li> </ul>

## 2. 국내 인공지능 교재 분석을 통한 인공지능 역량 분석

다음은 국내 인공지능 교재의 핵심 내용을 참고하여 관련 핵심 역량을 탐구하고자 하였다. 참고한 국내 인공지능 교재는 한국과학창의재단과 서울시교육청(2020)에서 발간한 ‘고등학교 인공지능과 미래사회’와 한국과학창의재단(2021)에서 발간한 ‘학교에서 만나는 인공지능 수업’의 영역 및 내용 요소, EBS(2021) ‘쉽게 배우는 AI’ 교재를 참고하였다.

			
<h3 style="color: #0070C0;">I 인공지능과 함께</h3> <p>1. 인공지능의 개요</p> <p>1-1 인공지능이란 무엇일까? 12</p> <p>1-2 인공지능이 우리 생활 속에? 20</p> <p>2. 지능 정보 사회의 미래</p> <p>2-1 인공지능의 앞날은? 28</p> <p>2-2 지능 정보 사회에 필요한 역량과 직업은? 31</p> <p>3. 인공지능과 윤리</p> <p>3-1 왜 인공지능 윤리가 필요할까? 38</p> <p>3-2 인공지능 윤리의 쟁점은? 40</p> <p>4. 지식의 표현과 추론</p> <p>4-1 지식이란 무엇일까? 48</p> <p>4-2 지식을 어떻게 표현할까? 52</p> <p>4-3 표현된 지식을 어떻게 이용할까? 58</p> <p>대단원 마무리 프로젝트 64</p>	<h3 style="color: #0070C0;">II 인공지능과 데이터</h3> <p>1. 데이터 수집과 전처리</p> <p>1-1 데이터를 어떻게 수집할 수 있을까? 70</p> <p>1-2 분석하기 쉽게 데이터를 처리하는 방법은? 76</p> <p>2. 데이터 시각화와 분석</p> <p>2-1 데이터를 어떻게 표현할 수 있을까? 90</p> <p>2-2 머신러닝으로 문제를 어떻게 해결할까? 100</p> <p>3. 머신러닝 기초</p> <p>3-1 얼마나 틀렸을까? 114</p> <p>3-2 오차를 최소로 만들려면? 117</p> <p>대단원 마무리 프로젝트 126</p>	<h3 style="color: #0070C0;">III 인공지능의 구현</h3> <p>1. 머신러닝 알고리즘</p> <p>1-1 어떻게 미래를 판단할까? 132</p> <p>1-2 모델을 쉽게 구현하는 방법은 무엇일까? 142</p> <p>1-3 더 좋은 모델은 무엇일까? 149</p> <p>1-4 모델에는 어떤 것이 있을까? 162</p> <p>2. 머신러닝과 딥러닝</p> <p>2-1 딥러닝, 왜 필요할까? 180</p> <p>2-2 인공 신경망으로 무엇을 할까? 187</p> <p>2-3 심층 신경망으로 어떤 문제를 해결할까? 195</p> <p>3. 컴퓨터 비전</p> <p>3-1 컴퓨터 비전의 원리는 무엇일까? 206</p> <p>3-2 어떻게 합성곱 신경망으로 이미지 분류 문제를 해결할까? 214</p> <p>3-3 어떻게 사전 훈련된 합성곱 신경망으로 이미지 분류 문제를 해결할까? 223</p> <p>4. 자연어 처리</p> <p>4-1 시퀀스 데이터와 자연어 전처리는 무엇일까? 234</p> <p>4-2 순환 신경망으로 텍스트를 예측하려면? 240</p> <p>4-3 어떻게 정단기 메모리로 노래를 만들까? 247</p> <p>대단원 마무리 프로젝트 256</p>	<h3 style="color: #0070C0;">IV 미래를 위한 인공지능</h3> <p>1. 공유와 활용</p> <p>1-1 인공지능 모델을 저장할 수 있을까? 262</p> <p>1-2 인공지능 모델을 어떻게 공유할까? 268</p> <p>2. 문제 해결</p> <p>2-1 인공지능 프로젝트는 어떤 절차로 진행할까? 276</p> <p>대단원 마무리 프로젝트 294</p> <p>파이선 프로그램 개발 환경 및 깃허브 안내 296</p> <p>용어 정리 298</p> <p>사진 및 인용 자료 출처 303</p>
			

[그림 5] 고등학교 인공지능과 미래사회

<표 9> 인공지능 교육 영역 및 내용요소

영역	세부 영역	내용요소				
		초등학교 1~4학년	초등학교 5~6학년	중학교	고등학교 기초 (인공지능 기초 과목)	고등학교 심화
인공지능의 이해	인공지능과 사회	·인공지능과의 첫만남	·인공지능의 다양한 활용 ·약인공지능과 강인공지능	·인공지능의 발전 과정 ·튜링 테스트	·인공지능의 개념과 특성 ·인공지능 기술의 발전과 사회 변화	·인공지능 기술의 적용 분야 ·인공지능 융·복합
	인공지능과 에이전트				·지능 에이전트의 개념과 역할	
인공지능 원리와 활용	데이터	·여러 가지 데이터 ·수치 데이터 시각화	·데이터의 중요성 ·문자 데이터 시각화 ·데이터 경향성	·데이터 수집 ·데이터 전처리 ·데이터 예측	·데이터의 속성 ·정형 데이터와 비정형 데이터	
	인식	·컴퓨터와 사람의 인식	·컴퓨터의 인식 방법	·사물 인식	·센서와 인식 ·컴퓨터 비전 ·음성 인식과 언어 이해	
	분류, 탐색, 추론	·특징에 따라 분류하기	·인공지능 분류 방법 ·지식 그래프	·인공지능 탐색 방법 ·규칙 기반 추론	·문제 해결과 탐색 ·표현과 추론	
	기계 학습과 딥러닝	·인공지능 학습 놀이 활동	·기계 학습 원리 체험	·지도 학습 ·비지도 학습	·기계 학습의 개념과 활용 ·딥러닝의 개념과 활용 ·분류 모델 ·기계 학습 모델 구현	
인공지능의 사회적 영향	인공지능 영향력	·우리에게 도움을 주는 인공지능	·인공지능과 함께 하는 삶	·인공지능과 나의 직업	·사회적 문제 해결 ·데이터 편향성	
	인공지능 윤리		·인공지능의 올바른 사용	·인공지능의 오남용 예방	·윤리적 딜레마 ·사회적 책임과 공정성	

<표 10> 국내 인공지능 교재 핵심 내용 및 설명

교재	핵심 내용 및 설명
고등학교 인공지능과 미래사회	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인공지능과 함께: 인공지능의 개념, 인공지능 윤리 및 지식의 표현과 추론</li> <li>• 인공지능과 데이터: 데이터수집과 전처리, 데이터 시각화와 분석, 머신러닝</li> <li>• 인공지능의 구현: 머신러닝 알고리즘, 머신러닝과 딥러닝, 컴퓨터 비전과 자연어 처리</li> <li>• 미래를 위한 인공지능</li> </ul>
학교에서 만나는 인공지능 수업 (고등기초)	<p>&lt;인공지능의 이해&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 인공지능과 사회: 인공지능의 개념 및 기술의 발전에 따른 사회 변화</li> <li>• 인공지능과 에이전트: 지능 에이전트의 개념과 역할</li> </ul> <p>&lt;인공지능 원리와 활용&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터: 데이터의 속성, 정형 데이터와 비정형 데이터</li> <li>• 인식: 센서와 인식, 컴퓨터 비전, 음성 인식과 언어 이해</li> <li>• 분류, 탐색, 추론: 문제 해결과 탐색, 표현과 추론</li> <li>• 기계학습과 딥러닝: 기계학습의 개념과 활용, 딥러닝의 개념과 활용, 분류모델 등</li> </ul> <p>&lt;인공지능의 사회적 영향&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인공지능 영향력: 사회적 문제 해결과 데이터 편향성</li> <li>- 인공지능 윤리: 윤리적 딜레마, 사회적 책임과 공정성</li> </ul>
쉽게 배우는 AI 중학	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인공지능의 이해: 인공지능의 개념 및 역사 이해</li> <li>• 데이터 분석: 데이터수집과 유형, 데이터 전처리 및 분석</li> <li>• 인공지능 원리와 활용: 인식과 기계학습의 종류 및 인공지능을 통한 문제 해결</li> <li>• 인공지능 윤리: 인공지능의 공정성과 활용 태도</li> </ul>

국내 인공지능 교재 내용을 탐구하여 공통된 내용을 기반으로 핵심 역량을 탐구하고자 하였다. 첫 번째로 공통적으로 강조하는 내용은 데이터 분야이다. 인공지능은 데이터를 분석하며 가치를 만들어내고 데이터는 인공지능을 더 똑똑하게 만든다. 따라서, 인공지능의 핵심 역량으로 데이터의 수집과 전처리, 데이터 시각화 및 분류의 과정이 포함되어야 한다.

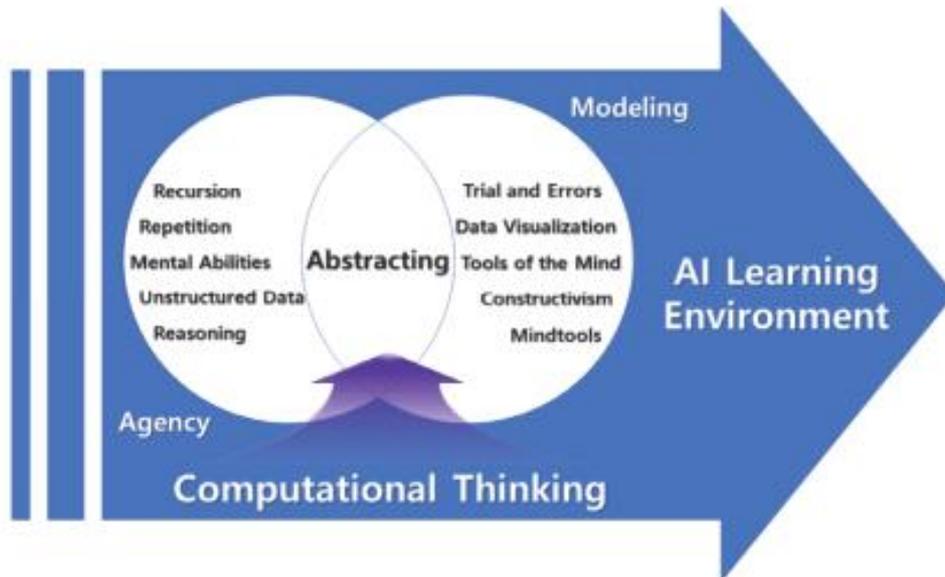
다음은, 인공지능의 원리와 활용에 관한 내용이다. 인공지능의 원리는 인공지능이 어떻게 동작하는지 간단하게 이해하는 것이다. 대표적으로 기계학습이 있는데, 기계학습 종류인 지도학습, 비지도학습, 강화학습을 이해하고 그 원리를 바탕으로 인공지능을 구현 및 활용하는 것이 공통된 핵심 내용이다.

해외 사례에서도 볼 수 있듯이, 인공지능의 사회적 영향과 관련된 내용도 공통적으로 강조하였다. 인공지능이 사회에 미치는 영향을 실생활 사례를 통하여 알고 앞으로 어떤 방

향으로 기술이 발전할 것인지에 대한 이해도 필요하다. 인공지능이 우리의 삶에 중요한 역할을 하게 될 때, 미칠 수 있는 여러 가지 문제를 알아보고 그것의 대안으로서 연구되는 분야인 설명 가능한 인공지능에 대한 이해도 필요한 역량이라고 볼 수 있다.

### 3. 컴퓨터 사고력(Computational Thinking) 기반의 인공지능 역량 분석

신승기(2019)는 인공지능 교육을 위해 CT(Computational Thinking)을 토대로 인지적 학습환경을 구성하였다. 인공지능 교육에 대한 연구를 분석한 결과 컴퓨터 과학이라는 틀 안에서 교수학습 내용 및 방법을 제시하고 이를 토대로 인공지능 교육을 위한 인지적 학습 환경의 세부요소와 과정을 <그림 2>와 같이 제시하였다.



[그림 6] 컴퓨터 사고력 기반 인공지능 교육 인지적 과정을 위한 프레임워크[7]

Agency(학습보조)는 데이터를 기반으로 인공지능 알고리즘을 설계하고 문제를 해결하기 위한 학습 환경을 구성하는 단계이다. Modeling의 단계는 인공지능 교육을 위한 효과적인 알고리즘을 선택하는 최종 단계라고 할 수 있다. 이 단계에서는 문제 해결의 아이디어를 인지적으로 구현하고, 적절한 알고리즘을 선택하여 다양한 시행착오 과정과 데이터 추상화를 통한 인지적 구체화 과정을 겪는다. Agency에서 Modeling단계로 연결되는 과정은 CT의 핵심 과정인 추상화와 자동화의 과정이라는 점에서 핵심 과정이라고 할 수 있다.

위의 프레임워크를 통하여 CT기반 AI학습을 위한 절차 및 모형을 제시하고자 하였다. CT에서 제시하는 문제 해결 모델을 분석한 결과 AI교육 모델이 대부분 CT의 사고과정과 일치하는 것을 확인 할 수 있었다. 본 연구를 통해 대부분의 AI교육 모형에서 모두 추상화

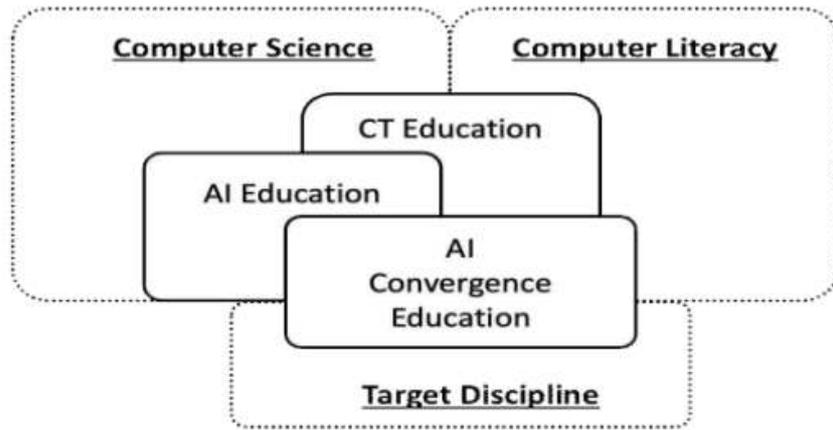
에서 알고리즘으로 나아가는 과정이 있음을 알 수 있었다. 또한, 추상화, 알고리즘, 자동화, 시뮬레이션, 일반화 과정이 포함되었다는 점에서 인공지능 교육이 추상화 사고과정을 기반으로 알고리즘을 적용하여 문제를 해결하는 것임을 파악할 수 있었다[7].

<표 11> CT기반 AI교육모델 분석[7]

Computational Thinking model	Artificial Intelligence Learning Model			
	Rao(2005)	Shih(2019)		Guo(2018)
Data Collection	/	/		Gathering Data
Data Analysis				Experiencing
Data Representation		Reflecting	pattern Recognition	Data Preparation
Problem Decomposition	Decomposition		/	
Abstraction	Abstraction		Choosing a model	
Algorithms & Procedures	Algorithms			
Automation	Causal Explanation	Generalizing		Training
Simulation				Evaluation
			Parameter tuning	
Parallelization	Prediction and Generalization	Applying		Prediction

#### 4. 인공지능 사고력 교육 기반 인공지능 역량 분석

최종현(2021)은 컴퓨터 사고력에 기반한 인공지능 사고력의 필요성을 이야기하였다. 먼저, 인공지능 교육과 인공지능 융합 교육의 개념을 구분하여 정의하였는데, 인공지능 교육을 ‘인공지능에 대한 지식, 태도, 능력을 함양하는 교육, 인공지능 융합 교육을 ‘AI와 기타 분야에 대한 지식, 능력 및 태도의 통합을 촉진하는 교육’ 이라고 정의하였다.



[그림 7] CT, AI, AI 융합 교육의 관계[8]

컴퓨팅 사고를 토대로 인공지능 사고력에 대한 연구를 통해 인공지능, 인공지능 융합 교육이 보통 교육이 될 수 있도록 해야 하며 소프트웨어 교육이 컴퓨팅 사고력 교육이라는 논리와 마찬가지로 인공지능 교육도 인공지능 사고력 교육이라는 논리에 관한 연구가 필요하다고 제시하였다[8].

## 2절 인공지능 윤리 역량 선행연구 분석

### 1. 윤리 역량 분석

‘도덕성과 역량’에 관한 논의는 크게 도덕.윤리교육을 역량 관점에서 진단하는 이론 연구와 ‘도덕역량(Moral Competence)’이라는 개념을 전면에 내세워 도덕성을 측정하는 실험연구로 나누어 볼 수 있다. 도덕 내지 윤리 역량에 대한 해외의 정의를 살펴보면 다음과 같다. Park과 Peterson(2006)은 도덕역량을 ‘선한 삶을 추구하고 선한행동을 효과적으로 수행하기 위한 지식, 능력과 동기로 가치 있고 선하다고 여겨지는 목표를 향한 행동과 직결되는 능력으로 정의하고, Liszka(1999)는 저서에서 도덕역량을 ‘선한 도덕적 행동을 구성하는 요소들이 상호 의존하여 옳은 행동을 언제나 일관성 있게 수행하도록 숙달된 것’으로 정의하고 도덕역량이 도덕 정서, 도덕 강점, 덕목, 지혜, 그리고 도덕 지식으로 구성된다고 본다. Jornsri, Kunaviktikul, Ketefian과 Chaowalit(2005)은 태국 간호사들을 인터뷰한 자료를 바탕으로 도덕역량을 ‘특정 상황에서 무엇이 옳고 그른지를 결정하는 데 영향을 미치는 감정을 지각하고, 결정을 내리기 위해 그 감정을 성찰해보고, 상대방(환자)에게 최상의 도움을 줄 수 있는 행동을 수행하는 능력’으로도 정의한다.

이러한 정의를 바탕으로 해서 이지혜와 문용린(2011)은 도덕역량을 ‘도덕행동을 야기하는 추상적이고, 불안정하며, 가치 지향적인 복잡한 현상을 수반하는 심리 기제를 설명하며, 개인 역량뿐만 아니라 개인이 속한 집단 및 문화적 역량이 통합된 개념’이라고 본다. 도덕성과 역량은 모두 상황 속에서만 발현되는 맥락 의존적인 속성을 가졌기 때문

에 언제나 행동을 통해 발현되고 측정되어야 한다. 그래서 역량 연구와 도덕성 연구 모두 행동을 예측하는 분절된 요소로의 환원이 아닌, 비범한 수행 능력 그 자체에 초점이 맞추어져야 한다.

현재까지 도덕성 발달 연구에서 역량 개념을 적용한 사례는 많지 않으며, 도덕역량의 개념을 밝히기 위한 실증적인 연구는 이루어지지 않고 있다. 그래서 도덕역량이 역량의 새로운 측면이며, 추상적이고 가치지향적인 도덕의 분야를 다루고 있다는 점에서 기존의 문헌연구만으로는 그 개념을 규명하기 어려우므로 사람들이 도덕역량을 어떻게 인식하고 있는지를 확인하고 이를 개념화하여 연구의 준거를 마련해야 하는 것이 시급하다.

도덕역량은 ‘도덕적인 행동을 효과적으로 수행하기 위한 지적·정서적 강점과 동기, 스스로 추구하는 도덕중심화된 삶을 언제나 일관성 있게 수행하도록 숙달된 능력’으로 정의 내릴 수 있다. 그리고 여기서 언급되는 도덕역량의 네가지 특성은 다음과 같이 정리될 수 있다. 첫째, 지속적이고 일관적으로 도덕행동을 실천할 수 있는 수행 능력, 둘째, 도덕행동을 구성하는 요소 간 상호작용의 결과로서 무엇이 옳고 선한 행동인지에 대한 뚜렷한 인식에 기반, 셋째, 도덕적 정서, 지식, 태도, 성향 등 개인의 내적 특성을 포괄하는 개념, 넷째, 개인 역량뿐만 아니라, 개인이 속한 집단 및 문화적 역량이 통합된 개념으로 제시될 수 있다.

## 2. 인공지능 윤리 역량의 개념

이 연구에서는 위의 논의를 토대로 AI 윤리역량을 그 특성에 따라 “인지적 윤리역량(Cognitive EC), 비판적 윤리역량(Critical EC), 창의적 윤리역량(Creative EC)”으로 구성하고자 하며, 그 의미를 정리하면 다음과 같다.

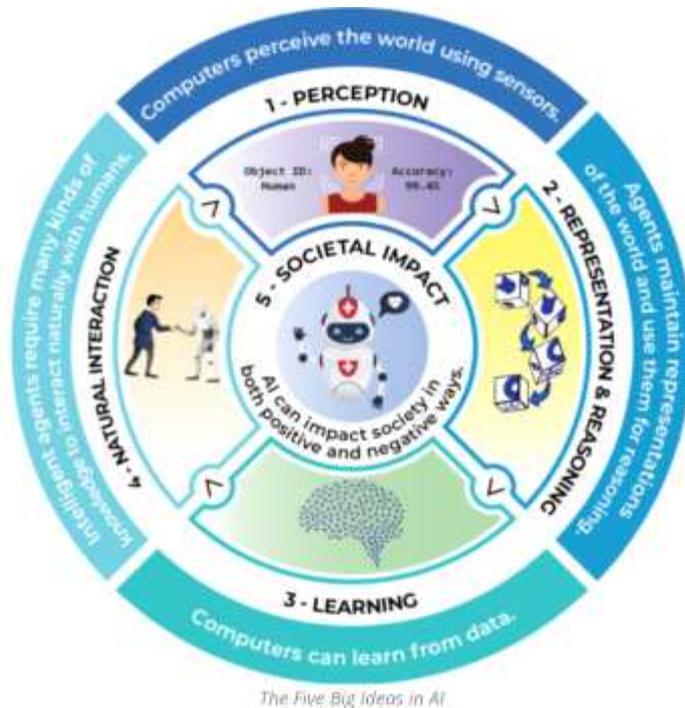
구분	의미
인지적 윤리역량 (Cognitive EC)	인지적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 직접적 혹은 간접적 문제를 인식할 수 있는 능력을 의미함.
비판적 윤리역량 (Critical EC)	비판적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제를 생활과 관련하여 파악할 있는 능력을 의미함.
창의적 윤리역량 (Creative EC)	창의적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제를 해결할 수 있는 능력을 의미함.

인지적 윤리역량(Cognitive EC)은 “AI 또는 AI 교육과 관련된 직접적 혹은 간접적 문제를 인식할 수 있는 능력”으로 정의한다. 비판적 윤리역량(Critical EC)은 “AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제를 생활과 관련하여 파악할 있는 능력”으로 정의한다. 창의적 윤리역량(Creative EC)은 “AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제를 해결할 수 있는 능력”으로 정의한다.

AI 윤리역량의 인지적, 비판적 윤리역량은 상호보완적인 관계를 유지하면서 창의적 윤리역량이 잘 형성될 수 있도록 지원하는 관계를 이루는 구조를 제시한다.

### 3절 AI4K12 인공지능 교육에서 5가지 빅 아이디어

미국의 CSTA(Computer Science Teachers Association), 컴퓨터교사협회에서는 유초중등 학생들의 AI와 관련된 역량을 향상시키기 위하여 교수 및 학습 방법에 대한 논의를 시작하였다. CSTA와 AI관련 인공지능 학회인 AAI(American Association of Artificial Intelligence)는 카메기멜론대학교와 함께 AI4K12를 설립하고 관련 교수학습가이드라인 개발 등 연구를 진행하였다. AI4K12에서는 인공지능 교육 관련 큰 틀인 5가지 핵심 아이디어를 제시하였다.



[그림 8] AI4K12에서 제시한 인공지능 교육에서 5가지 아이디어

#### 1. 인식(Perception)

컴퓨터는 센서를 통하여 세상을 인식한다. 인식은 센서에서 감지도니 신호로부터 의미를 추출하는 과정이다. 실제적인 사용을 할 수 있도록 컴퓨터가 충분히 “보고”, “듣도록” 만드는 것은 지금까지 AI의 가장 중요한 성과 중 하나이다.

#### 2. 표현과 추론(Representation & Reasoning)

에이전트는 세상에 대한 표현을 만들고 이를 추론에 사용한다. 표현은 인공지능과 자연 지능 모두에서 근본적인 문제 중 하나이다. 컴퓨터는 자료 구조의 방식으로 표현을 구상

하고, 이러한 표현은 이미 알려진 것으로부터 새로운 정보를 얻는 추론 알고리즘을 생성하는데 이용된다. 인공지능 에이전트는 매우 복잡한 추론할 수 있지만 인간의 추론 방법과는 다르게 진행된다.

### 3. 학습(Learning)

컴퓨터는 데이터를 통해 학습한다. 머신러닝은 데이터의 패턴을 찾는 일종의 통계적 추론이다. 최근 몇 년 간 새로운 표현을 만들어내는 학습 알고리즘 덕분에 인공지능의 많은 영역이 크게 발전했다. 이러한 접근 방식이 성공하기 위해서는 엄청난 양의 데이터가 필요하다. 이러한 훈련용 데이터(training data)는 일반적으로는 사람이 제공해야 하지만, 때로는 기계 스스로 수집하기도 한다.

### 4. 자연스러운 상호작용(Natural Interaction)

지능형 에이전트가 인간과 자연스럽게 상호작용하기 위해서는 많은 종류의 지식이 필요하다. 에이전트가 관찰된 행동의 의도를 추론하기 위해서는 인간의 언어로 대화하고, 얼굴표정과 감정을 인식하며, 사회적 관습과 문화에 대한 지식을 활용할 수 있어야 한다. 이 모든 것들은 매우 어려운 문제들이다. 오늘날의 인공지능 시스템은 제한된 범위에서 언어를 사용할 수 있지만, 일반적인 추론이나 대화 능력은 아이보다 부족하다.

### 5. 사회적 영향(Social Impact)

인공지능은 긍정적이고 부정적인 방식으로 사회에 영향을 미칠 수 있다. 인공지능 기술은 우리가 일하고, 여행하고, 의사소통하고, 서로를 돌보는 방식을 변화시키고 있다. 그러나 우리는 잠재적으로 발생할 수 있는 위험에 유의해야 한다. 예를 들어, 인공지능 시스템을 훈련하는데 편향된 데이터를 이용하면 일부 사람들은 다른 사람들에 비해 제대로 된 지원을 받지 못하는 경우가 생길 수 있다. 그러므로, 인공지능이 우리 사회에 미치는 영향에 대해 논의할 필요가 있고 인공지능 기반 시스템의 윤리적 설계 및 배치에 관한 기준을 개발하는 것이 중요하다.

## 제 4 장 AI 교육역량에 대하여

### 1절 AI 교육 역량의 필요성

현재 우리 사회는 인공지능(Artificial Intelligence)기반의 다양한 지능형 정보시스템이 사회 가치를 창출해내는 지능정보사회로 변모해가고 있다. 지능정보사회에서의 핵심인 인공지능은 기술혁신에 기반을 둔 산업구조의 변화와 사회변화를 이끌고 있다. 인공지능은 단순한 기술적 차원을 넘어 인문사회 등 모든 영역에 걸친 패러다임의 변화를 초래하고 있다. 이에 따라 인공지능 기술에 대한 변화를 대비할 수 있는 국가와 사회 전반에 걸친 준비가 필요한 시점이다. 특히, 인공지능 시대를 준비하는 그 중심에 교육이 있다. 세계 각국에서도 인공지능 소양을 갖춘 인재 양성을 노력들을 하고 있다.

이러한 시대적 흐름에 맞춰 국내에서도 2019년 12월에 인공지능 국가전략을 발표하였다. 과학기술정보통신부와 교육부는 2020년 SW 교육 필수화를 완료함과 동시에 AI교육으로 전환하여 모든 학생이 AI 활용능력을 기를 수 있는 교육기회를 제공하겠다고 발표하였다. 그런데 이러한 인공지능 교육이 학교 현장에서 잘 이루어지기 위해서 선행되어야 할 요소가 교사의 AI 교육 역량이다.

교육부는 2019년 5000명의 인공지능 교사 양성 계획을 발표하였으며, 현재 각 시도별 대학에 인공지능 융합교육과정이 신설되어 교육이 이루어지고 있다. 운영의 초기 시점이라 아직 AI 교육 역량에 대한 이해가 부족하며 각 대학별 운영되는 교육과정도 많은 편차가 있음을 확인할 수 있었다.

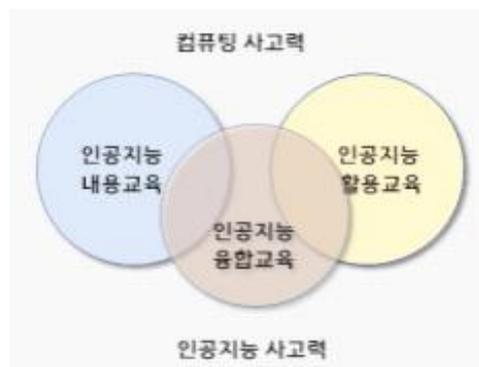
AI 교육 및 AI 융합 교육이 효과적으로 이루어지기 위해서는 교사가 필요로 하는 역량이 무엇인지 살펴보고 그것에 대한 정의와 함께 세부적인 요소 등 구체적인 논의가 필요하다. 이러한 연구는 AI 교육의 실행을 위한 기반으로 교사 양성을 위한 교육과정 및 연수 프로그램 개발에 기본 방향을 제시할 수 있을 것이다.

## 2절 AI 교육의 분류

교육 분야에서 인공지능에 접근하는 방식은 크게 ‘도구로서의 인공지능’ 과 ‘내용으로서의 인공지능’ 으로 구분할 수 있다. 교육의 ‘내용으로서의 인공지능’ 은 인공지능 자체에 대한 교육으로 인공지능을 독립된 하나의 교과로 지도하는 교육이다. ‘도구로서의 인공지능’ 은 타교과나 교육전반에서 인공지능을 활용하는 교육이다(홍선주 외, 2020). 인공지능 활용교육의 경우 인공지능을 도구적 관점으로 접근하는 것으로 에듀테크를 이용한 수업의 혁신을 이루는 측면이 많다. 인공지능을 교수자 입장에서 학습자 모니터링, 평가, 채점, 상호작용 도구로 사용하거나 학습자 입장에서 적응형 혹은 개인화된 학습을 지원하는 형태로 사용되고 있다(최숙영, 2021).

인공지능 융합교육이란 용어는 2019년 11월 교육부가 4차 산업혁명 시대에 대비하여 학교 교육 및 수업혁신에 기여할 수 있는 교사를 보다 전문적인 인력으로 양성하기 위한 목적으로 교육대학원에 인공지능 융합 교육전공을 신설하면서 사용되기 시작하였다. 인공지능 융합교육은 거시적인 관점에서 인공지능 활용교육의 한 부분으로 볼 수도 있지만 그동안 학교 현장에서 시도되어 왔던 융합교육의 측면에서 접근하게 되면 에듀테크(EduTech) 관점에 중점을 두는 인공지능 활용교육과는 구분할 필요가 있다.

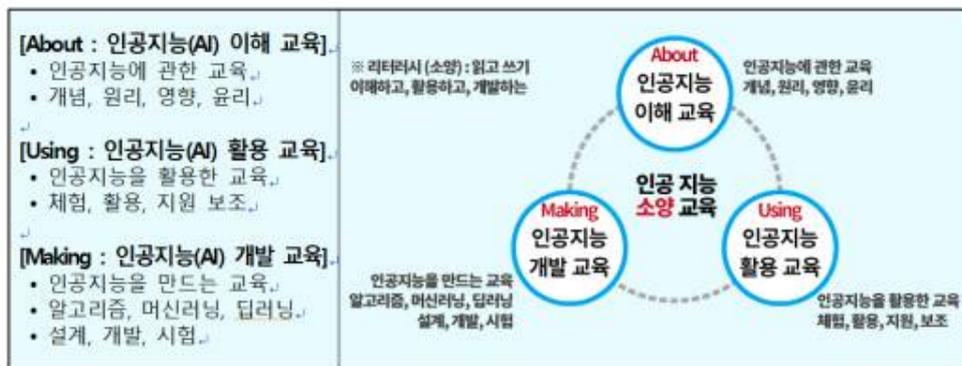
인공지능 융합교육은 인공지능을 기반으로 한 융합교육이다. 융합교육의 목적이 기존의 단편적 사실 중심의 교육에서 벗어나 교과 내 그리고 교과 간 학습 내용을 연결하여 학생들이 새로운 시각과 사고력을 함양할 수 있도록 하고 이를 통해 새로운 가치와 문제해결 능력을 키우도록 하는 것이기 때문에 인공지능 융합 교육을 각 교과별 수업에서 단순히 인공지능 도구를 활용하는 수업으로 한정하는 것은 적절하지 않을 수 있다. 인공지능 융합교육은 인공지능에 대한 원리와 핵심 개념의 이해를 바탕으로 다양한 교과의 문제를 새로운 관점으로 바라보고 창의적인 해결책을 제시할 수 있도록 하는 것이다. 인공지능 융합교육이 효과적으로 이루어지기 위해서는 인공지능에 대한 기본 개념과 원리에 대한 명확한 이해를 토대로 문제 상황에 적절한 인공지능 원리와 기술을 적용하거나 도구를 활용하여 문제를 해결하기 위한 사고 능력을 함양하는 방향으로 이루어져야 할 것이다. 인공지능 융합 교육은 <그림 1>와 같이 인공지능 내용 교육과 인공지능 활용 교육의 특징을 다 포함하고 있다고 볼 수 있다. 또한 인공지능 융합교육은 인공지능 사고력과 컴퓨팅 사고력을 기반으로 이루어져야 한다.



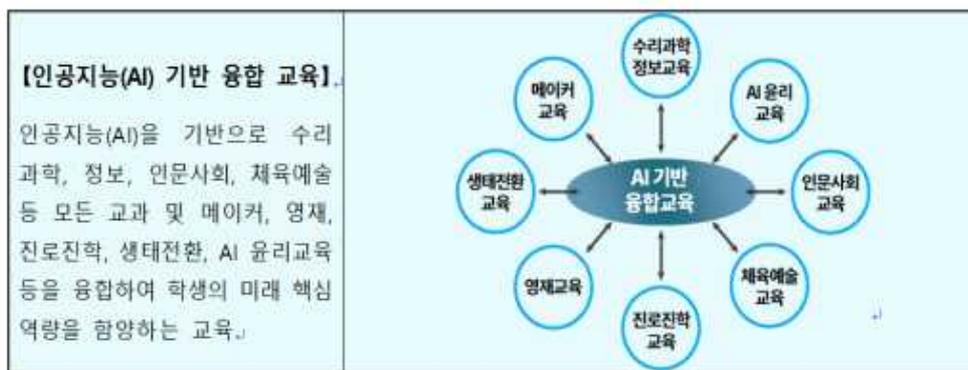
[그림 9] 인공지능 교육 분류

한편, 서울시교육청은 2021년 2월에 인공지능 기반 융합혁신미래 교육 중장기 발전계획 (‘21~’ 25)을 발표하였다. 그것은 인공지능(AI)으로 변화되는 미래사회에 빠르게 적응하고 생존하기 위해 인공지능(AI) 관련 신산업의 급속한 성장에 기여할 수 있는 전문가뿐만 아니라, 인공지능(AI) 소양을 갖춘 절대다수의 일반적, 교육공동체를 위한 교육정책을 담고 있다.

이러한 발전계획안에 인공지능 관련 용어를 정의하고 있는데 인공지능 교육의 요소를 <그림 2>와 같이 인공지능 이해 교육, 인공지능 활용교육, 인공지능 개발 교육으로 구분하고 있다. 또한 인공지능 기반 융합교육이란 용어를 사용하고 있는데 그것을 <그림 3>과 같이 “인공지능을 기반으로 하여 모든 교과 및 영재, 진로진학, 생태전환, AI 윤리교육 등을 융합하여 학생의 미래 역량을 함양하는 교육” 이라고 정의하고 있다.



[그림 10] 서울시 교육청의 인공지능 교육 구분



[그림 11] 서울시 교육청의 인공지능 기반 융합 교육

### 3절 AI 교육 사례

#### 1. 해외 AI 교육 사례

##### (1) 컴퓨터교과와 타교과 교사들과의 협동작업을 통한 인공지능 통합 수업 설계(미국)

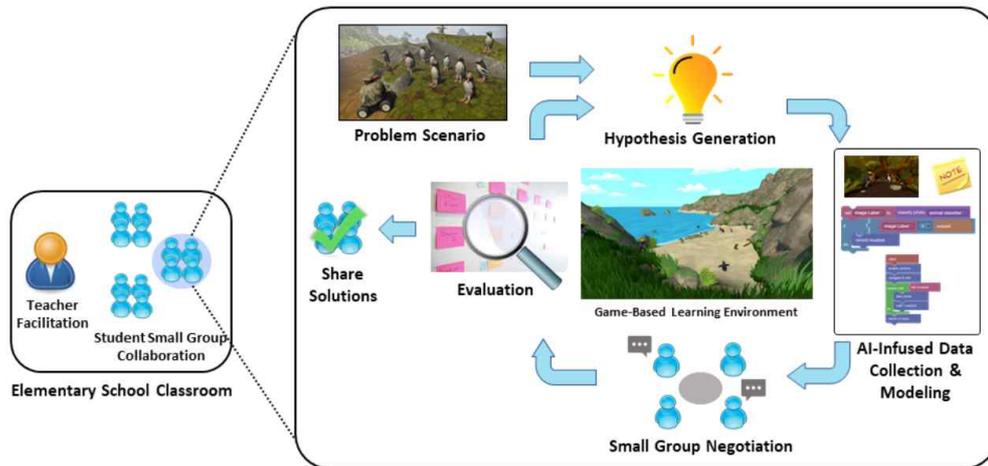
인공지능에 대한 개념과 원리에 대한 충분한 이해를 바탕으로 타 교과와 통합 혹은 융합할 수 있기 때문에 인공지능 통합 교육과정 설계는 인공지능 교육 경험이 없는 교사들에게 쉽지 않은 작업이 될 수 있다. 이에 따라 교사 워크숍을 통해 인공지능 통합 교육 과정을 설계한 사례가 미국에서 발표되었다(

Brummelen & Lin, 2020). 공동 워크숍에서 컴퓨터교과 교사들과 타교과 교사들과의 협동 작업을 통해 인공지능 개념이 타교과에 통합되도록 수업 설계를 하였다. 그들은 인공지능과 타교과를 3가지 방법으로 연결시켰다. 첫째, 타교과에 인공지능 도구나 개념을 관련시키는 경우로, 인공지능 도구(예를 들면 Arbitrary Style Transfer)를 역사과목에 적용하여 어떤 이미지를 그 도구에 입력하여 과거 스타일의 이미지로 변경하여 역사적 이해를 돕도록 하는 것이다. 둘째, 타교과의 내용을 인공지능에 연결시키는 경우로 학생들의 3D 프린팅 프로젝트 중의 하나에서 도출된 물리학 데이터를 인공지능 비행 예측 알고리즘에 연결한 예가 있다. 셋째, 인공지능과 타교과의 중복 개념을 파악하는 경우로, 빅 인공지능 개념들과 관련하여 사회적 합의, 표현, 추론의 개념들이 사회 연구에서 중요 개념임을 연결시킨다.

##### (2) 게임기반 학습과 문제기반 학습을 이용한 인공지능 융합 협동 탐구 학습 (미국)

게임기반 학습을 이용하여 초등학교 고학년 과학 수업에 인공지능을 융합하기 위한 프로젝트가 미국에서 시도되었다(Lee et al., 2021). 그 프로젝트는 협동기반 탐구학습모델을 지원하고 있으며, 학생들이 생명과학 문제해결에 인공지능 적용 경험을 얻을 수 있도록 인공지능 주입 탐구 학습을 특징으로 하는 게임 기반 학습 환경인 PRIMARYAI가 설계되었다. 특히 학생들에게 매력적인 학습 경험을 제공하기 위해 게임기반 학습과 문제 기반 학습을 통합하여 설계되었다.

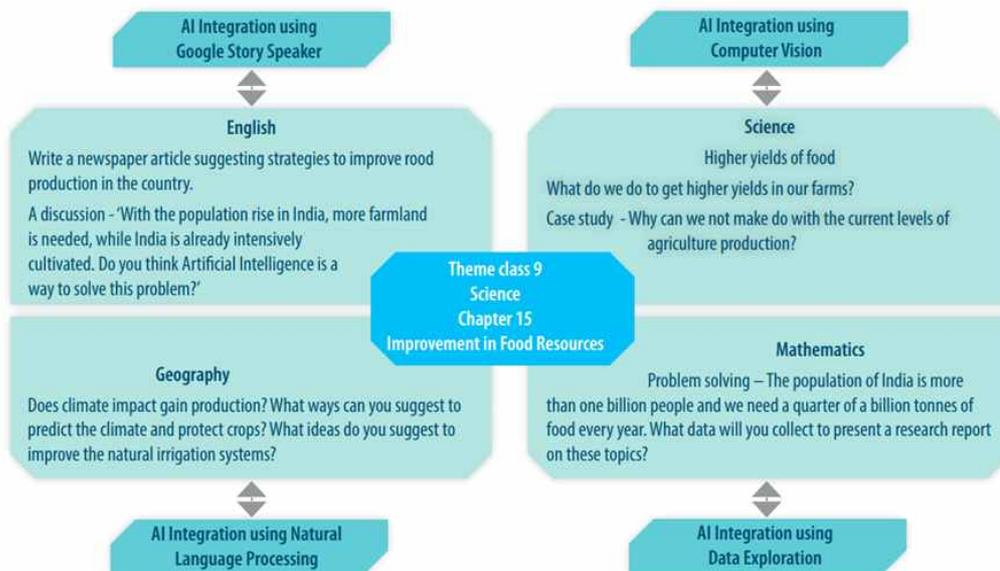
학생들이 탐구 기반 과학 모험의 맥락에서 인공지능 도구를 사용하여 과학 문제를 해결함으로써 인공지능에 대해 배울 수 있도록 설계되었다. PRIMARY AI 게임 기반 학습 환경에서 학생들은 뉴질랜드 남섬에서 최근 감소하고 있는 노란눈 펭귄 개체수를 조사하는 생태학자의 역할을 맡게 된다. 최근에 섬의 노란눈 펭귄의 토착 개체수가 감소한 원인이 무엇인지 초기 가설을 생성하고 이미 알고 있는 것과 배워야 할 사항에 대해 메모한 후, 학생들은 게임 내 가상 캐릭터를 통해 지역 펭귄 개체수에 대한 데이터 수집을 시작하게 된다.



[그림 12] PRIMARYAI의 학습과정(Lee et al., 2021)

PRIMARYAI의 학습활동 절차는 크게 1) 학생의 소규모 그룹활동 2) 게임 환경내 시나리오 접합 3) 시나리오에서 나타나는 문제를 탐구하고 이에 대한 과학적 접근을 위해 가설 설정 4) 인공지능에 기반한 자료수집 및 모델링 혹은 시뮬레이션 진행 5) 소규모 그룹토론 6) 그룹 내 조사결과 평가 7) 각 그룹의 문제해결 발표 및 공유로 이루어진다. 해당 학습 활동에는 인공지능 계획 수립, 기계학습, 컴퓨터 비전, AI윤리 등의 AI 기술이 접목되었다. <그림 4>는 이에 대한 학습 과정을 보여준다.

### (3) 인도의 인공지능 통합 교육



[그림 13] 인공지능과 다른 교과들 간의 통합 (CBSE, 2000)

최근 인도의 중등 교육 중앙 위원회(CSBE: Center Board of Secondary Education)는 미래 시대를 살아갈 학생들에게 인공지능 교육이 매우 필요하다는 판단 하에 인공지능을 K-12 교육에 포함시키려는 시도를 하였다. 그러한 시도로 각 교과에 인공지능을 통합하기 위한 인공지능 교육과정을 준비하고 그것을 확산하기 위한 핸드북을 개발하였다(CBSE, 2020). 인공지능이 지능을 구축하는 도구를 제공하는 인지과학 분야 중의 하나라는 인식 하에 이러한 인공지능 지식에 익숙해진 각 교사가 이를 활용하여 각 교과목을 보다 효과적이고 학습자 중심의 수업을 할 수 있도록 하는 것에 목적을 두고 있다. 인공지능을 각 교과에 통합하는 것은 크게 두가지 관점으로 고려하고 있다.

첫 번째는 교사가 인공지능과 교과를 통합할 수 있는 가능성을 탐구하면서 교과의 한 주제를 가르치는데 인공지능 개념을 이용하거나 주제에 대한 이해를 위해 인공지능 지식과 인공지능 도구를 사용하도록 하는 것이다. 예를 들어 ‘데이터 수집’은 수학에서 친숙한 작업이며, ‘데이터 획득’은 인공지능의 중요 개념이기 때문에 이를 연결하여 설명할 수 있다. 또한 교사는 수학에서 데이터 수집을 시연하기 위해 인공지능 기반 앱을 사용하거나 수학에서 데이터 수집에 대한 작업 이해를 통해 인공지능 애플리케이션의 개념과 기능을 가르칠 수 있다.

두 번째는 하나의 과목 + 인공지능 통합을 고려하는 것으로, 이는 보다 간단하고 기능적인 접근법이다. 예를 들어 물리 수업에서 소리의 원리를 이해하고 적용하기 위해 인공지능 개념과 통합하는 것이다. 즉, 구글에서 만든 도구 (Infinite Drum Machine)를 가지고 유사한 소리를 진폭, 주파수와 같은 소리 속성을 기반으로 클러스터링하는 과정을 학습자들이 경험함으로써 비지도학습(Unsupervised Learning)개념을 이해할 수 있도록 한다.

또 다른 접근 방법으로 교사가 자신의 교과목에서 다른 과목들과도 관련이 있는 주제를 선택하여 교과간 통합을 하도록 하는 것이 있다. 다른 교사들과의 협의를 통해 여러 명의 교사들이 같은 주제를 탐구하여 각 교과의 학습 결과를 달성하는 동시에 각 교과와 인공지능을 통합할 수 있도록 하는 것이다. 이에 관한 예제는 과학교과의 식량자원의 개선택에 관한 주제로 영어, 과학, 지리, 수학 교과에서 그 주제에 관련하여 인공지능 도구나 개념을 이용하여 세부 주제에 대한 학습을 하는 것을 보여준다. <그림 5>는 이를 보여주는 그림이다.

#### (4) 중국의 AI 융합교육

중국은 2017년부터 국가적으로 인공지능 교육 계획을 수립하고 추진해오고 있다. 중국의 AI 융합교육의 대표적인 형태는 시범학교 위주로 운영되고 있는데 2019년 중국의 5개 도시(베이징, 시안, 우한, 선전, 광저우)를 AI 교육 거점 도시로 선정하여 AI 융합교육을 적극적으로 추진하고 있다(도제우, 문제웅, 2020). 또한 각 지역들도 자체 인공지능 교육 계획을 수립하여 추진하고 있다. 한 예로 광둥성에 있는 제2실험소학교는 초중등 인공지능 교육의 도입을 목표로 인공지능 교육모델을 모색하며 인공지능 교육과정을 점차 신설하고 인공지능 수업을 적극적으로 수행하고 있다. 최신의 AI기술을 융합한 수업으로 체험형식을 통해 AI 기술에 관심과 호기심을 유발하고 구체적으로 수업에서 AI 기술 지식을 알려주고, 3D 프린터와 같은 기술을 활용하여 AI 융합교육을 실시하고 있다.

AI 융합교육 시범학교 뿐만 아니라 ‘STEM 창의교육과정’을 도입한 학교들도 AI 융합교육을 제공하고 있는 것으로 나타난다. 그 예로 광동 벽계원학교는 AI 로봇을 활용하여 학년별 다양한 AI 융합 교육을 해오고 있다. 학년별 AI 기술 활용 STEM 수업 주제는 1학년 수업에서는 흥미를 유발하는 다양한 AI 로봇체험, 2학년 수업에서는 선로를 달리는 로봇만들기 실습, 3학년에서는 Mbot 로봇의 초음파 센서로 거리탐지 활동, 4학년 수업에서는 장애물 인지 로봇 설계, 5학년 수업에서는 AI 로봇에 인간을 어떻게 도울 수 있는지 탐구 등이 있다.

또한 중국의 경우 교과 특성을 반영한 맞춤형 AI 플랫폼 개발과 해당 플랫폼의 초·중·등 교육에서 활용되고 있다. 즉, 수학, 영어, 미술, 음악 등의 교과와 관련하여 해당 교과목이 가진 특성과 AI 기술을 접목시켜서 AI 플랫폼을 개발하여 교육에 활용하고 있다.

## 2. 국내 AI 교육 사례

### (1) 교과간 AI 융합 교육 프로그램

이영호(2021)은 인공지능의 기술적 측면에 대한 교육과 함께 인공지능의 사회적 영향 및 윤리에 대한 교육을 융합적으로 실시하기 위해 탈학문적 통합방식으로 교육프로그램을 개발하였다. 그 프로그램은 크게 인공지능과 사회, 인공지능 기술, 인공지능 윤리과 같이 3 주제를 다룬다. 인공지능과 사회 부분은 인공지능으로 변하는 사회에 대한 이해, 인공지능과 직업의 변화, 인공지능의 발전사 및 인공지능과 우리의 삶이라는 주제로 구성하였다. 다음으로 인공지능과 기술 부분은 인공지능과 데이터, 인공지능의 학습 방식, 인공지능의 기술의 체험, 인공지능프로그램 개발 및 활용이라는 주제로 구성하였다. 마지막으로 인공지능과 윤리 부분은 인공지능과 공정성, 인공지능과 책임, 사람과 인공지능의 관계라는 주제로 구성하였다. 이에 대한 내용은 <표 1>에 보여진다.

< 표 12 > 인공지능 융합교육 프로그램(이영호, 2021; 장병철 외, 2021)

구분	교육 주제	교육 내용	융합 교과
1	AI에 의한 사회적 대전환	AI로 인한 사회적 변화와 이에 능동적 대처 자세	사회, 국어, 실과
2	AI와 직업의 변화	AI로 인한 작업의 변화와 직업 탐구 역량 강화	사회, 실과
3	AI의 역사	AI에 대한 전반적 이해	과학, 실과
4	AI와 공정한 삶	AI 자율주행 자동차의 의사결정과정 활용 Moral Machine 체험을 통한 AI 윤리 고찰	도덕, 국어
5	AI와 책임	소비자로서의 올바른 AI 사용	
6	AI와 인간의 관계	사람과 AI의 관계를 생각을 통한 바람직한 삶의 방향 탐색	도덕
7	머신러닝과 빅데이터	빅데이터 활용한 AI의 학습을 통해 AI와 빅데이터의 관계 이해	수학
8	머신러닝	지도학습, 비지도학습에 대한 이해	과학
9	AI의 이미지 인식	AI의 기술적 원리 학습하여 실생활 적용 기본 프로그래밍 학습	과학, 미술
10	AI의 동작 인식		체육
11	프로그래밍 기초1: 순차구조	블록 프로그래밍 언어 기초적 사용	국어, 실과
12	프로그래밍 기초2: 조건문		수학, 실과
13	AI 활용 프로그래밍	기존 개발된 AI 모델 이용한 프로그래밍	과학, 실과
14	AI 모델 개발	기초적 AI 모델 개발하여 프로그래밍에 적용	
15	AI와 우리의 삶	AI와 사회, 윤리, 기술적 내용을 바탕으로 한 사회의 변화 및 삶의 자세에 대한 토의	미술, 실과

## (2) 초등 과학교과에서 인공지능 융합 모델

초등 과학교과에서 학생들의 탐구 능력을 향상시키기 위한 목적으로 머신러닝을 적용한 연구가 있다(신원섭, 2020). 이 연구에서는 초등 생물 분류 학습에서 인공지능 융합교육의 가능성을 탐색하기 위해 각 단원이 ‘성취기준을 학습하는데 머신러닝과 같은 인공지능을 융합하는 것이 가능한가?’와 ‘현재 초등학생들이 머신러닝을 학습하는데 사용할 수 있는 자료의 유형은 무엇인가?’의 두가지 기준으로 분석되었다. 인공지능 융합교육의 가능성이 높은 성취기준을 대상으로 머신러닝을 적용하기 위해 생물 분류부분을 선정하여 인공지능 생물 분류 교육 프로그램을 개발하였다.

이 AIBC 교육 프로그램은 인공지능 융합과학 교육 모델인데 경험학습을 바탕으로 각 학습 단계에서 분류과정이 반복적으로 일어나게 함으로써 학생들의 분류 탐구 기능을 향상하고 분류 지식이나 기준을 생성하는데 도움이 되도록 하였다. AIBC 교수학습 모델은 크게 해보기(Doing), 생각하기(Thinking), 만들기(Making), 공유하기(Sharing) 4단계로 구성이 된다.

<표 13> AICSE 인공지능 융합 모델(신원섭, 2020b)

Process		Student	Teacher	
Step	Element			
Doing	연결하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제 상황과 관련 사전경험 연결</li> <li>• 문제를 정의하고 인식</li> <li>• 알고 있는 것과 알아야 할 것 비교</li> <li>• 문제 상황과 관련한 인공지능 체험</li> </ul>	-AI교육환경	준비 안내 조력 모니터 피드백
	인식하기		-문제 상황	
	비교하기		-문제 파악	
	체험하기		-체험 모델	
Thinking	의문생성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제해결방법에 대한 의문생성</li> <li>• 문제해결 계획하기</li> <li>• 인공지능 모델과 범주 선택</li> <li>• 인공지능 모델의 구체적인 설계</li> </ul>	방법적 의문	
	계획하기		-계획 절차	
	선택하기		-AI 모델	
	설계하기		-설계 절차	
Making	데이터준비	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터준비(입력: 70%, 검증:30%)</li> <li>• 데이터 입력</li> <li>• 기계 학습</li> <li>• 인공지능 모델 평가 및 수정·보완</li> </ul>	-데이터탐색	
	데이터입력		-범주 입력	
	학습시키기		-절차&방법	
	테스트하기		-수정·보완	
Sharing	설명하기	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문제해결 모델 설명 및 발표</li> <li>• 문제해결 모델 상호평가</li> <li>• 새로운 상황에 개발한 모델 적용</li> <li>• 새로운 인공지능 모델 구상</li> </ul>	-모델 평가	
	평가하기		-상호 평가	
	적용하기		-새로운	
	도전하기		상황	

신원섭(2020b)은 위의 연구와 유사 연구로 초등학교 ‘운동과 에너지 분야’에서 인공지능 융합 과학교육의 가능성을 분석하기 위해 ‘에너지 생활’ 단원에서 초등 학생들 수준에 적합한 인공지능 융합 과학교육 프로그램(AICSE : Artificial Intelligence Convergence Science Education)을 개발하였다. AICSE는 창의적 문제해결 모델을 바탕으로 문제 중심 학습의 주요활동을 결합하여 개발하였다. 이 모델 또한 선행 연구의 AIBC 교수학습 모델과 같이 4 단계로 구성된다. <표 2>는 AICSE 교수학습 전략을 보여준다.

### (3) 로봇 활용 인공지능 교육 프로그램

초등학생들을 대상으로 한 언플러그드 정보 교육의 경우 원리의 학습에 유용하지만 실생활의 복잡한 문제들을 실제적으로 해결하는 데는 한계가 있기 때문에 로봇과 같은 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용한 인공지능 학습 방법이 대안이 될 수 있다. 이러한 관점에서 접근한 연구로 학생들이 보다 많은 흥미와 관심을 가지고 인공지능 학습을 할 수 있도록 실생활에서의 쓰레기 분류 문제 해결을 위해 인공지능과 로봇을 적용한 연구가 수행되었다(유인환, 2020).

그들의 연구에서는 인공지능 로봇 활용 프로그램 개발을 위해 코디로키 로봇을 적용, 개발하였다. 인공지능 교육을 위해 기존 프로그래밍 방식으로 해결이 곤란한 문제 상황을 설정하여 학생들에게 인공지능의 필요성을 인지 할 수 있도록 하였다. 또한, 문제를 해결하는 과정에서 데이터를 수집, 선별, 가공하는 과정을 통해 머신러닝의 지도학습을

배우고 적용할 수 있도록 하였다. 그 예로 쓰레기 분리수거 로봇을 만들 때 버튼 입력이나 센서 활용만으로는 학습되지 않은 데이터의 처리의 어려움을 인지하고 머신러닝을 활용할 필요가 있음을 알게 하였다. 이를 위하여 지도학습 기반 머신러닝 이미지 모델을 만들어 쓰레기 이미지를 인식하고 자동으로 분류하는 시스템을 구축하였다. 그리하여 로봇이 쓰레기를 종류별로 구분하여 해당 쓰레기통까지 자동으로 운반하는 분리수거 시스템을 개발하도록 하였다.

#### **(4) 인공지능 음성 인식을 이용한 국어과 활용**

인천의 인문계 고등학교에서 진행된 융합 프로그램 프로젝트로 기술교사와 국어교사의 협력을 통해 음성학습을 이용한 TTS를 개발하여 활용한 사례이다(장병철외, 2020). 음성학습 시스템은 인공지능 기술인 딥러닝 모델을 이용하여 개발되었다. 이 시스템은 학생들이 자신들의 목소리를 학습시켜 그들이 읽지 않은 문장도 텍스트로 입력하면 자신의 목소리로 자연스럽게 읽어주는 프로그램이다. 이 프로그램을 제대로 이해하고 구성하기 위해서는 형태소 분석, 구문분석 등의 언어적 지식이 필요한데 이것은 국어시간에 문장 구성에 대한 학습을 통해 이루어지고 실제 딥러닝 모델을 이용하여 텍스트를 음성으로 만드는 작업을 통해 보다 국어 학습뿐만 아니라 학생들의 인공지능 융합에 대한 관심을 이끌 수 있다.

## 4절 교육역량과 TPACK

### 1. TPACK

AI 교육은 AI 기술을 활용하여 교육이 이루어지기 때문에 이를 효과적으로 적용하기 위해서는 교사의 AI 기술 활용 역량이 요구된다. 즉, AI 지식과 기술에 대한 이해뿐만 아니라 제약조건 등을 습득하고 이러한 AI 기술을 교육적 맥락에 맞게 적절히 활용하는 능력이 필요하다. 이러한 관점에서 볼 때 교사 교육에서 테크놀로지 지식(Technological Knowledge, TK) 뿐만 아니라 교수 지식(Pedagogical Knowledge, PK), 내용 지식(Content Knowledge, CK) 등 각 영역의 지식이 통합된 형태의 지식이 필요하다(Koehler et al., 2004).

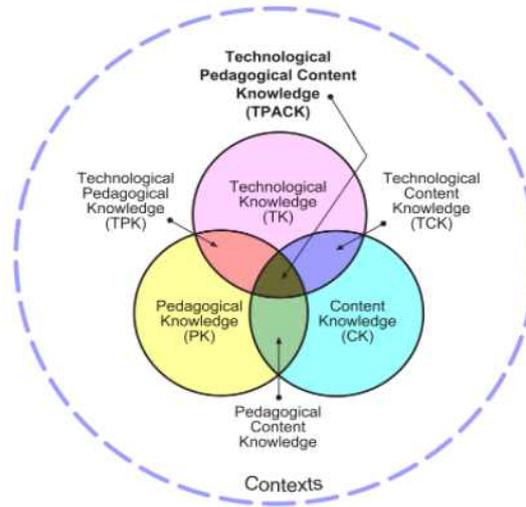
<표 14> TPACK 요소

TPACK 요소	의미
CK	내용 지식
PK	교수 지식
TK	테크놀로지 지식
PCK	교육내용을 효과적으로 가르치기 위한 교수 방법에 대한 교수 내용 지식
TCK	교육내용을 전달하기 위해 적절한 테크놀로지를 선택하고 활용할 수 있는 테크놀로지 내용 지식
TPK	교수방법에 대한 적합한 테크놀로지를 선택하고 활용할 수 있는 테크놀로지 교수 지식

이러한 교사의 지식 구조에 관한 초기의 이론은 스탠포드 대학의 Shulman L. S.가 제안한 Pedagogical Content Knowledge(PCK) 이론이었다(Shulman, 1986). 이 이론은 교사가 가져야 할 지식구조를 기술하는데, 여기에는 내용 지식(CK), 교수 지식(PK), 테크놀로지 지식(TK)의 세 가지 핵심 요소가 포함된다. Mishra and Koehler(2006)는 교사의 수업전문성 향상을 위하여 Shulman(1986)의 PCK에 TK를 통합시킨 Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) 모델을 제안하였다(Mishra & Koehler(2006)). <표 3>은 TPACK 요소를 보여준다.

TPACK 모델은 TK와 CK, PK에 대한 별도의 지식 외에 수업 내용을 학습자의 흥미나 수준에 따라 어떤 방법으로 가르쳐야 하는가(Pedagogical Content Knowledge, PCK), 수업 내용에 따라 어떤 테크놀로지를 사용해야 하는가(Technological Content Knowledge, TCK), 교수 방법에 테크놀로지를 어떻게 통합해야 하는가(Technological Pedagogical Knowledge, TPK), 특정한 내용을 가르치는 데 적합한 교수 방법을 적용할 때 테크놀로지를 어떻게 통합해야 하는가(Technological Pedagogical Content Knowledge, TPACK)까지

교수학습에서 테크놀로지를 통합하기 위하여 교사가 가져야 할 지식을 총체적으로 제시한다(신원석, 2020). <그림 6>은 이 TPACK 모델을 보여준다.



[그림 14] TPACK 모델

테크놀로지의 중요성이 증가함에 따라 TPACK은 교과 영역별 연구, 교육 프로그램 개발, 평가 등 다양한 영역에서 연구가 진행되었다. 또한 연구 대상도 교사뿐만 아니라 예비 교사까지 확장되어서 예비 교사의 TPACK을 향상시키기 위한 연구도 활발히 진행되었다. 특히 SW교육은 테크놀로지 활용 기술을 배우는 것 자체가 목적이 될 수 있고, 특정 내용을 가르치기 위한 수단으로 테크놀로지를 사용할 수도 있기 때문에(Angeli et al., 2016) SW교육을 실시하는 교사의 TPACK은 상당히 중요하다(Ioannou & Angeli, 2013; Hubwieser, Magenheimer, Mühlhng, & Ruf, 2013). 이에 따라 SW교육 맥락을 반영한 TPACK 세부 지식의 내용을 규명하는 선행연구들이 실시되었다.

AI 교육은 SW 교육의 부분으로 고려될 수 있기 때문에 SW 교육에서의 교육 역량 및 TPACK에 관한 관련연구를 분석하는 것은 AI 교육 역량을 정의하는데 도움이 될 수 있다. 아래 절들에서는 SW 교육역량과 SW 교육에서의 TPACK에 관한 관련연구들을 분석한다.

## 2. SW 교육 역량과 TPACK

양혜지 외(2019)는 PCK를 중심으로 한 초등교원의 SW교육 역량 요소를 도출하였다. PCK는 교과에 관한 내용학적 지식(Content Knowledge, CK)과 이를 가르치는 데 필요한 교육학적 지식(Pedagogical Knowledge, PK)으로 구성된다. PK는 교수학습방법, 학생 이해, 표현, 환경 상황 이해 등 SW교육의 내용학적 지식을 잘 가르치는 데 필요한 역량으로 구성된다. 이 중 교수학습방법으로 'SW 관련 내용에 맞는 교수학습방법 사용, 실습에 적

합한 교수학습방법 사용, 학생의 SW 지식수준을 고려한 수업 진행’ 등이 포함되며, 환경 상황 이해로 ‘기기의 오류 발생원인 판단 및 해결, 실습실 환경 통제’가 포함된다. CK는 SW 교육과정에 따라 ‘컴퓨팅시스템, 알고리즘’ 등 지식 영역으로 세분화하였고, PCK는 SW 교육의 이해, 교육과정에서의 목표 진술, 교육평가 요소를 포함한다. 그 연구 결과로 도출된 최종 역량은 <표 4>와 같다.

임지영외 (2020)의 연구에서는 SW교육 교원연수 프로그램 설계를 위한 시사점을 도출하기 위해 TPACK을 중심으로 SW교육에 대한 교원교육의 요구도를 분석하였다. 분석 결과 SW교육에 대한 ‘내용지식(CK)’, ‘테크놀로지 교수지식(TPK)’, ‘교수-내용지식에 대한 테크놀로지 통합지식(TPACK)’에 가장 시급한 개선이 필요하며, 다음으로 ‘교수지식(PK)’, ‘테크놀로지 내용지식

<표 15> SW 교육 역량

요소 검토	
영역	3차 요소
교육학적 지식	교수학습방법
	학생 이해
	표현
	환경 상황 이해
	수업반성
교육학 & 내용학적 지식	SW교육의 이해*
	교육과정(목표)
	교육평가
내용학적 지식	컴퓨팅 시스템
	알고리즘
	프로그래밍
	데이터
	정보 사회와 윤리
	피지컬 컴퓨팅
	언플러그드*
	기타*

(TCK)’에 대한 개선이 필요한 것으로 나타났다. 분석결과를 통한 교원연수 프로그램 설계의 시사점으로 먼저, SW교육의 내용에 대한 충분한 지식의 습득 기회를 우선 제공하는 것이 필요함을 볼 수 있었다. 또한 SW교육에서 학습자의 오개념을 이해하고 방지하기 위한 교원 연수가 필요함을 볼 수 있었다. 또한, 개별화된 SW 교육을 위한 지원이 필요한 것으로 나타났다. 개별화된 SW교육을 지원하기 위해서는 교사 개인의 역량을 강화함과 동시에, SW교육 맥락에서 학습과제의 특성 및 학습자 특성을 정교하게 고려한 인공지능형 학습 플랫폼을 통한 지원이 필요함을 제언하고 있다. <표 5>는 그 연구에서 고려하고 있는 TPACK 요소들에 대한 세부지식을 보여준다.

Vivian과 Falkner(2019)는 컴퓨터과학 교육을 위한 TPACK의 개념화에 대해 논의하였다. 그 연구는 TPACK 구성요소의 하위범주를 기술하고, 컴퓨터 과학 교육에 대한 교사의 기여도를 심층적으로 분석하였다. 이 연구는 교사들이 컴퓨터 과학에 특화된 기술로 가르치고 통합하는 방법을 도출하였다.

<표 16> SW 교육에서 TPACK 요소 세부지식

TPACK	세부지식
CK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SW교육 내용에 대한 충분한 지식을 가짐</li> <li>• 컴퓨팅 사고력을 사용해 문제를 해결</li> <li>• SW교육의 내용을 이해하기 위한 다양한 자원, 방법 및 전략을 가짐</li> </ul>
PK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수업에서 학생의 수행을 평가하는 방법 인지</li> <li>• 다양한 방법으로 학생을 평가</li> <li>• 다양한 교수법을 이용하여 수업</li> <li>• 학생에 따라 다른 교수법 적용</li> <li>• 학생의 이해수준에 따라 교수법 조정</li> <li>• 학생들이 일반적으로 이해하는 내용이나 방법, 오개념을 이해</li> </ul>
TK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 일상생활에서 테크놀로지 기술적 문제를 스스로 해결</li> <li>• 능숙한 테크놀로지 활용을 위해 필요한 기술을 가짐</li> <li>• 다양한 테크놀로지 활용의 기회를 가짐</li> </ul>
PCK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SW교육 주제에 따라 효과적인 교수학습 지도안 작성</li> <li>• SW교육 문제에 대한 학생들의 해결안의 정확성과 오류를 구분</li> <li>• SW교육 시 친근한 예시를 통해 내용 설명</li> <li>• SW교육에서 이해도를 평가하기 위해 다양한 평가방법 사용</li> <li>• SW교육에서 학생들이 갖는 오개념을 방지하는 방법 이해</li> </ul>
TCK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SW교육에서 수업내용에 적절한 테크놀로지를 효과적으로 사용</li> <li>• SW교육 수업내용에 대한 이해를 증진시키는 적절한 테크놀로지 사용</li> <li>• SW교육에서 학생들이 적절한 테크놀로지를 사용하여 다양한 형태의 지식을 구성하는 활동을 만듦</li> </ul>
TPK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SW교육에 대한 학생들의 흥미차이를 고려하여 테크놀로지 사용</li> <li>• SW교육 연수를 통해 테크놀로지가 교육방법에 미치는 영향에 대해 생각</li> <li>• SW교육에 대한 학생들의 흥미차이를 고려하여 테크놀로지 사용</li> <li>• SW교육 수업 방법을 강화할 수 있는 테크놀로지 선택</li> <li>• 수업에서 테크놀로지 사용방법에 대한 비판적 사고를 함</li> <li>• 학생들의 지식,기술 수준 차이를 고려하여 테크놀로지를 사용</li> <li>• 테크놀로지를 사용하여 학생 성취도를 파악하고 적절한 피드백 제공</li> </ul>
TPACK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SW교육에서 교수내용, 테크놀로지, 교육적 접근 방식을 적절히 조합함</li> <li>• SW교육시 교수내용에 대한 적합한 테크놀로지 선택</li> <li>• 동료교사가 SW교육 수업내용 및 교육방법, 테크놀로지의 조직화에 도와줌</li> <li>• SW교육시 교수내용 및 교수법에 적합한 테크놀로지를 선택</li> </ul>

Angeli와 Ioannou(2016)는 중등 컴퓨터과학 교사의 전문적인 개발을 지원하기 위해 TPACK 및 기술 매핑을 도입하였다. 그들은 컴퓨터 아키텍처, 알고리즘 소개 및 버블 정렬 알고리즘의 세 가지 컴퓨터 과학 개념에 대한 교사 전문 개발 프로그램을 구성했다.

교사들은 교육용 도구의 활용의 장점과 기술의 체계적인 교육적 활용 방법에 대해 정보를 얻는 것에 대해 긍정적인 의견을 보였다.

### 3. 융합 교육역량

<표 17> 융합교육 역량 구성

역량	역량 정의	세부역량	세부역량 정의
교육과정	융합교육을 실행하기 위한 내용을 도출하여, 새로운 교육과정을 재구성하고, 진행하는 것	지식 연결	다양한 교과목의 내용 체계, 사회적 문제나 관심사 등을 분석하여, 융합 가능한 주제를 찾아내는 것
		맥락적 재구성	융합 주제를 토대로, 목표를 설정하고, 교수학습, 수업 내용에 근거한 평가를 기획하는 것
교수학습	학습자에 대한 이해, 수업 환경 등을 고려하여 융합교육과정을 실현하기에 적합한 교수학습방법을 설계 및 적용하는 것	실천적 시나리오	학생 중심의 융합 수업 목표 달성(문제 해결)을 위해 교수학습 전략을 포함한 프로그램을 구성하는 것
		ICT 융합	융합 수업 구성, 진행, 평가, 자료 공유 등 수업 전반에 걸쳐 사용할 ICT 도구를 활용할 수 있는 것
		교구 활용	교구 자체의 사용법이 아닌 융합교육에서 문제를 해결하는 데 적합한 교구를 선택해서 활용할 수 있는 것
		융합 콘텐츠	융합 교육에 필요한 수업 자료를 선택, 재구성을 위한 충분한 지식을 갖고, 실천할 수 있는 것
평가	융합교육과 관련된 교육과정이나 프로그램 전반에 대한 목적 달성 정도를 파악하고 모니터링하는 것	학습 평가	융합교육과 관련된 다양한 평가방법을 습득하여, 교육과정에 적합한 평가를 구성하는 것
		수업 평가	융합교육과정 전반에 대한 평가를 위해 필요한 지식을 토대로 평가의 기획 - 설계 - 적용을 실천하는 것

김자미 외(2021)의 연구에서는 미래사회에 대응 가능한 핵심역량을 갖춘 융합형 인재를 양성하기 위해 요구되는 교원의 융합교육 역량 모델 및 모듈형 연수체계를 개발하였다. 그 연구 결과에 의하면 융합교육 역량은 『2개 이상의 학문 분야나 교과(목)의 지식, 개념 등을 연계하여, 해당 분야의 문제를 해결하기에 적합한 방법론을 도출할 수 있도록 교육할 수 있는 능력』으로 정의하고 있다. 융합교육 역량 모델은 역량과 수준으로 구성되며, 역량은 교육과정(지식 연결, 맥락적 재구성), 교수학습(실천적 시나리오, ICT 융합, 교구 활용, 융합 콘텐츠), 평가(학습 평가, 수업 평가)로, 수준은 접근-설계-실천으로 구성하였다. <표 6>은 도출된 융합교육 역량의 구성을 보여준다.

#### 4. AI 교육과 TPACK

<표 18> TPACK 프레임에 기반한 국내 AI 자원 분석

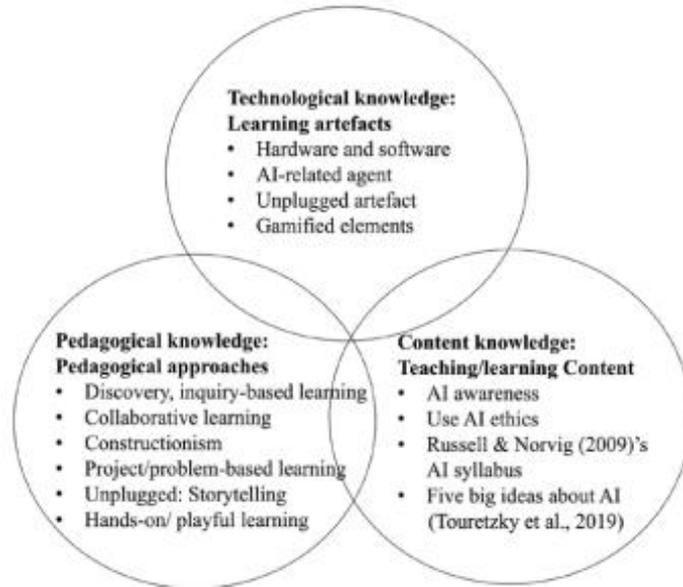
Organization	TPACK		
	TK	PK	CK
Korea Foundation for the Advancement of Science and Creativity (KOFAC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Python</li> <li>• Scratch</li> <li>• Entry</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Project-based Learning</li> <li>• Unplugged Learning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Heuristic Search Algorithms</li> </ul>
Korean Information Science Education Federation	-	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perception</li> <li>• Machine Learning</li> <li>• Knowledge Representation</li> <li>• Probability and Statistics</li> <li>• Data Analysis</li> </ul>
Educational Broadcasting System Software Learning Platform (EBS ESOF)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Python</li> <li>• Scratch</li> <li>• Entry</li> <li>• APP Inventor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Direct Instruction</li> <li>• Project-based Learning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rule and Inference</li> <li>• Machine Learning</li> <li>• Search Algorithms</li> <li>• AI Ethics</li> </ul>
Association of Teachers for Computing (ATC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entry</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Project-based Learning</li> <li>• Inquiry-based Learning</li> <li>• Unplugged Learning</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Voice Recognition</li> <li>• Voice Synthesis</li> <li>• Video Recognition</li> <li>• Natural Language Processing</li> </ul>

김성원 외 연구(2021)에서는 인공지능을 가르치는데 교사가 어떤 역량을 가져야 하는지를 분석하였다 (Kim et al., 2021). 그 연구에서는 TPACK 프레임워크를 활용하고 있는데 초·중등의 AI 교육 자원에 대한 선행연구 분석을 바탕으로 초·중등 AI 교육의 교수 · 개선을 위해 TPACK을 개념화하였다. <표 7>은 TRACK 프레임을 가지고 국내의 AI 교육 자원들을 분석한 표이다.

<표 19> TPACK의 관점에서 분석된 AI 교육을 위한 교사 역량

TPACK	Required Competency of Teachers for K-12 AI Education
PK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilitate project-based learning</li> <li>• Organize essential concepts and principles into play and games</li> </ul>
PCK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Classroom management and problem-solving based activity construction on AI technologies and AI social issue awareness</li> </ul>
CK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fundamentals of AI (problem-solving, inference, learning, recognition)</li> <li>• Computer Science (programming, algorithms)</li> <li>• Applied Mathematics (probability, statistics, calculus)</li> <li>• AI Ethics</li> </ul>
TK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Using ICT tools and educational software</li> <li>• Construct programming environment</li> </ul>
TCK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Using web or API-based online education platforms for AI project education</li> </ul>
TPK	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Provide feedback and encourage peer-reviewing of AI project outcomes shared in open online education platforms.</li> </ul>

<표 8>은 초중등 학생들을 대상으로 AI의 효과적인 지도를 위해 요구되는 교사 역량을 보여주는 표이다. 연구 결과는 다음과 같은 내용을 도출하고 있다. 첫째, K-12 학생들에게 AI를 가르치는 교사들은 미래의 AI 인력을 교육하기 보다는 AI 기술에 대한 이해를 이용하여 문제 해결 능력을 갖추도록 준비해야 한다. 또한, 교사들은 기본 컴퓨팅 기초 지식 전달에 사용되는 직접적 교수 전략에 익숙해져야 하며, 게임과 놀이 활동을 통해 복잡한 컴퓨팅 개념을 학습하기 위해 언플러그드 학습(Unplugged learning)을 사용할 수 있어야 한다. 이와 동시에 교사용 PCK는 AI 윤리에 대한 적절한 시각으로 AI 기술을 활용한 문제해결 활동을 구성할 수 있어야 한다. 둘째, K-12학생에게 AI를 가르치는 교사는 AI를 전공하는 대학생의 수준에 맞게 CK를 요구하고 있다. 교사들은 프로그래밍 언어와 기본 기계 학습 알고리즘과 같은 AI 실험실을 가르치기 위한 핵심 컴퓨터 과학 개념을 알아야 한다. 또한 교사는 AI의 윤리적, 사회적 문제에 관심을 기울여 학생들이 기계편향과 사회적 선을 위해 적절한 AI 사용에 인지할 수 있도록 해야 한다. 셋째, 교사들은 프로그래밍 환경을 지원하기 위해 워드프로세서, 엑셀, 검색엔진과 같은 디지털 소프트웨어 활용에 관한 TK 뿐만 아니라 TCK를 기반으로 AI교육에 적합한 교육 플랫폼을 선정할 수 있어야 한다. 또한 교사는 온라인 교육 플랫폼에서 공유되는 AI 프로젝트 결과에 대한 동료 검토를 장려하여 학생 간의 의미 있는 상호작용을 시뮬레이션하기 위해 TPK가 필요하다. 이러한 분석을 바탕으로 K-12 학생들에게 AI를 가르치는 교사들에게 필요한 TPACK은 학생들이 AI 기술을 활용해 문제를 해결하도록 학생들의 학습 활동을 지도하는 효과적인 촉진자로 활동하며, 이를 위한 프로젝트 기반 수업을 구성하고 그러한 학습환경을 제공하는 것이라고 기술하고 있다.



[그림 15] AI 리터러시 교육을 위한 TPACK 모형

Ng 외 (2021)의 연구에서는 AI 리터러시 교육을 위한 모형을 TPACK에 기반하여 <그림 7>과 같이 정의하였다. 그 모형은 TK, PK, CK로 구성되며, 이 세가지 구성요소는 학습교구, 교수학습방법, 교수학습내용의 관점에서 접근하고 있다. 이중 TK에 해당되는 학습 교구를 크게 4가지(하드웨어 기반 학습도구, 소프트웨어 기반 학습도구, AI 관련 에이전트<예: 지능형 에이전트> 및 언플러그드 학습 도구<예: 역할극>)로 구분하고 있다. PK는 학생 AI 소양을 촉진하기 위해 학습과정에서의 학습자 스캐폴딩 및 피드백 제공을 수반하는 교수 전략과 교수 방법에 대한 것이다. 셋째, CK는 특정 교과가 교육과정에서 다루어져야 하는 AI 소양에 대한 지식이다.

## 5절 AI 교육 역량

AI 교육 역량은 AI 교육을 위한 교사의 역량을 의미하는 것으로, 앞 절에서 기술한 것처럼 AI 교육은 AI 내용교육, AI 활용교육, AI 융합교육 등으로 분류될 수 있는데, 본 연구에서는 각 교과에서의 AI 융합 교육에 초점을 맞춰 기술한다. AI 교육역량은 학습자가 AI 개념과 기술, 도구 등을 이용하여 각 교과의 개념을 보다 쉽게 이해하거나 관련 문제를 해결할 수 있도록 적절한 교수법과 교수전략을 활용하여 교육할 수 있는 능력이라고 할 수 있다.

### 1. AI 융합교육 관련 역량



[그림 16] AI 교육 역량 구조

AI 교육 역량은 <그림 8>과 같이 크게 TPACK 관점, 융합교육 관점, 에듀테크 관점의 3가지 관점에서 접근할 수 있다.

TPACK은 교사들이 교육학적 방법 및 내용 지식에 어떻게 기술을 통합할 수 있는지 파악하기 위해 널리 사용되는 모델이다. 따라서, AI 관련 기술을 교실 수업에 통합하는 데 필요한 능력과 지식을 개념화하기 위해 사용될 수 있다.

융합교육역량은 융합교육을 실행하기 위해 필요한 역량으로, 김자미 외(2021)의 연구에서는 AI 융합교육을 하기 위해서 교원에게 AI 지식 습득이 우선적으로 요구된다고 주장하고 있다. 특히 AI는 컴퓨팅 분야에 속하는 영역이므로 교사는 컴퓨터 과학과 함께 데이터 과학의 기초 지식을 필요로 하며 전공자만큼의 깊이는 아니더라도 기본 소양을 갖추어야 융합 수업을 기획하고 실행하는데 어려움이 없을 것으로 보고 있다. 특히, 그들의 연구에서는 융합교육의 중심은 ‘지식의 연결’ 과 ‘교육과정 재구성’ 역량이 다른 어떤 역량보다도 더 강조되어야 함을 주장하고 있다.

이러한 교육과정의 관점과 함께 고려되어야 할 사항이 융합교육 과정을 실천하기 위한 수업모형에 대한 고려가 필요하다. 이러한 융합교육을 위한 국내외 여러 연구들을 통해 교수방법적 접근들이 제시되어 왔다. 이러한 융합교육 모형 중 가장 많이 인용되고

있는 모형이 Forgarty(1991)의 통합 모형이라고 할 수 있다. 이 통합모형에서는 크게 단일 교과내의 유형, 여러 교과간의 연계를 통한 유형, 학습자 내부 및 학습자 간의 연계를 통한 유형의 세가지로 구분하고 있다. 본 연구에서는 AI와 타교과들과의 융합교육을 고려하고 있기 때문에 여러 교과간의 연계를 통한 유형을 고려한다. 이 여러 교과간의 연계를 통한 유형은 크게 계열형(Sequenced), 공유형(Shared), 그물형(Webbed), 조직형(Threaded), 통합형(Integrated) 5가지 유형으로 나눌 수 있다. 계열형은 여러교과에서 다루는 주제의 순서를 재배열함으로써 관련된 주제들을 병렬적으로 이어서 가르치는 유형이다. 공유형은 교과별 수업 내용이 서로 유사하거나 동일할 때 그 공유하는 요소로부터 공통 개념을 찾아내어 수업하는 방식이다. 그물형은 특정 주제와 관련된 내용을 교과에서 추출하여 통합하는 주제 중심 통합 접근 방식이다. 조직형은 여러 학문이나 교과내용을 가로지르는 메타 교육과정을 목표로 하는 통합으로써 이를 통해 학생들의 사회성이나 다면적 측면의 발달을 염두에 두고 통합하는 모형이다. 즉, 범교과 역량을 기르기 위해 여러 분야의 내용을 조직적으로 구성하는 방식이다. 통합형은 간학문적 접근방식을 사용하며, 주요 교과들을 각각의 우선순위에 따라 배치하고, 각 교과에서 공통적으로 중복되는 기능, 개념, 태도들을 찾아내어 그것들을 혼합하여 하나의 교육과정으로 구성하는 방식이다.

한편, 학교교육에서 ICT 도구 활용과 관련하여 최근 AI 기술을 활용하기 위한 연구들이 외국을 중심으로 많이 이루어지고 있다. 즉, 에듀테크의 관점에서 AI 기술을 이용하는 것이다. 홍선주 외(2020)에서는 학교 교육에서 학생과 교사의 교수학습 활동에 AI 및 에듀테크 활용 유형을 분석하여 구체화하였다. 그 AI 및 에듀테크 활용 프레임워크에서는 AI 기술 지원 영역을 크게 교육과정, 교수학습설계, 학생지도 및 지원으로 구분하였다. 교육과정 영역은 교육과정 요구분석, 교육과정 편성 및 관리 부분, 교육과정평가와 분석으로 AI 기술이 적용할 수 있는 부분을 세분화하여 정리하였다. 교수학습 및 평가 영역에서는 학습자 분석, 학습목표 설정, 교수학습 설계 및 교수학습 방법 추천, 교수학습 지원, 개별학습 지원, 협력학습지원, 교수학습 평가 부분으로 구분하여 AI 기술이 적용할 수 있는 부분을 제시하였다. 학생지도 및 지원 부분 영역에서는 진로 설계, 상담지원, 행정 업무 지원으로 구분하였다.

## 2. AI 융합교육 역량 구성 요소

위에서 기술한 AI 교육 역량을 위한 관련 역량들을 분석하여 AI 교육 역량 구성요소를 도출하였다. 각 교과에서 AI 융합 교육이 효과적으로 이루어지기 위해 필요한 교사의 역량은 <표 9>와 같이 크게 4가지 요소로 구성된다. 이 4가지 요소들은 ‘교육과정 구성’, ‘교수학습 설계’, ‘교수학습 실행’, ‘교수학습 평가’이다.

‘교육과정 구성’은 AI와 융합가능한 주제를 탐색하여 새로운 교육내용을 구성하는 능력으로 ‘AI 융합주제 탐색’, ‘융합교육 모델 고려’, ‘맥락 재구성’이 세부요소로 포함된다. ‘교수학습 설계’는 AI 융합 수업을 위해 학습자, 학습 주제, 학습 환경 등을 고려한 교수학습 방법 및 전략을 수립하여 수업을 설계하는 능력이다. 이 ‘교수학습 설계’ 단계를 위해서는 TPACK 관련 지식과 스킬이 교사에게 요구된다. 즉, 교사들은 ‘AI

개념과 기술(technology), 도구(tool), AI 윤리 관련 지식'이 필요하며 교육학적 측면의 'AI 융합 교수설계를 위한 교수방법 및 교수전략'에 대한 지식이 필요하다. 수업 설계를 위해 교사는 이와 같은 지식을 기반으로 하여 'AI 융합 수업의 학습 목표를 달성하기 위해 적절한 AI 개념, 기술 및 도구를 선택하고 활용할 수 있는 능력'이 요구된다. 또한 학습자 수준 및 특성을 고려한 교수방법 및 전략의 설계와 더불어 학습자의 학습목표 달성을 체크할 수 있는 적절한 '평가방법에 대한 설계 능력'이 필요하다. '교수학습 실행'은 실제로 AI 융합수업을 실행하는 능력으로, 'ICT 및 AI 도구를 이용한 학습자와의 의사소통 및 공감 능력'이 필요하며, 'AI 도구를 활용한 학습자 모니터링 및 학습자 지도'가 필요하다. 또한 앞으로 AI와 협업이 이루어지는 수업이 많아질 것으로 예상됨에 따라 'AI와 협업 수업에서의 적절한 지도 및 조력자 역할'이 필요하다. 마지막으로 '교수학습 평가' 단계로 학습자의 학습성과 확인 및 교수자의 수업 설계 및 실행에 대한 평가가 포함된다. 또한 학교교육에서 AI 활용을 통한 교육의 혁신에 대한 많은 사회적 관심이 커지고 있는 가운데 교수자의 '학습자 데이터 기반의 학습자 진단'이 필요하며 이에 따른 교수자의 '빅데이터 해석 및 활용 능력'이 필요하다.

AI 교육에서 중요하게 고려되어야 할 부분이 평가이다. 평가는 크게 학습자의 학습목표 도달 정도를 평가하기 위한 학습평가와 교수자의 수업 설계 및 수업 실행에 대한 평가인 수업평가로 볼 수 있다. 학습자 평가를 위해 평가 내용과 평가 방법에 대한 고려가 필요하다. 평가 내용의 관점은 이 AI 융합 교육을 통해 학습자가 학습목표를 잘 도달하였는지에 대한 평가가 필요하다. 그런데 학습 목표는 각 교과목의 주제와 특성에 따라 다르게 설정되겠지만 궁극적으로 AI 융합 교육을 통해 이루고자 하는 AI 소양 함양에 대한 평가도 고려되어야 한다. 학습자들의 AI 소양에 대한 평가는 중요한 주제이자 많은 사항이 고려되어야 하므로 한 과목에서 교사들이 개발하는 것보다는 여러 기관의 연구들을 통해 개발된 평가 도구들을 사용하여 과목의 성격에 맞게 수정하여 사용하는 것이 필요하다고 볼 수 있다.

AI 소양의 평가와 관련하여 Ng 외(2021)의 연구에서는 크게 3가지 관점으로 분류하고 있다. 먼저, 학습자의 인지적인 측면의 평가를 위해 AI 지식 및 기술에 대한 문항을 통한 테스트가 있으며, 비인지적 측면의 접근으로 학습자의 AI에 대한 태도 및 인식, 자신감을 설문지를 통해 조사하는 것이다. 마지막으로 프로젝트 포트폴리오 분석 및 학습결과물 기반 인터뷰는 학생들의 프로젝트 포트폴리오를 통해 교수자는 학습자와 인터뷰를 통해 평가하는 방식이다.

**<표 20> AI 융합교육 역량 구성 요소**

구성요소	의미	세부 요소
교육과정 구성	AI와 융합 가능한 주제를 탐색하여 AI 융합 교육내용을 구성하는 능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 융합주제 탐색 및 선정</li> <li>• 융합교육모델 고려</li> <li>• 맥락 재구성</li> </ul>
교수학습 설계	AI 융합 수업을 위해 학습자, 학습 주제, 학습 환경 등을 고려한 교수학습 방법 및 전략을 수립하여 수업을 설계하는 능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 개념과 기술(technology), 도구(tool), AI 윤리 관련 지식</li> <li>• AI 융합 교수설계를 위한 교수방법 및 교수 전략에 대한 지식</li> <li>• AI 융합 수업의 학습목표를 달성하기 위해 적절한 AI 개념, 기술 및 도구의 선택 및 활용</li> <li>• 학습자 수준 및 특성을 고려한 교수방법 적용 및 교수전략 설계</li> <li>• 학습자의 학습목표 달성을 체크할 수 있는 적절한 평가방법 설계</li> </ul>
교수학습 실행	실제로 AI 융합수업을 실행하는 능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICT 및 AI 도구를 이용한 학습자와의 의사 소통 및 공감 능력</li> <li>• AI 도구를 활용한 학습자 모니터링 및 학습자 지도</li> <li>• AI와 협업 수업 및 학습자 중심 수업에서의 적절한 지도 및 조력자 역할</li> <li>• 창의적 문제해결 능력</li> </ul>
교수학습 평가	학습자의 학습 성과 확인 및 교수자의 수업설계와 실행에 대한 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습 과정 및 성과 평가</li> <li>• 학습자 데이터 기반 진단</li> <li>• 빅데이터 해석 및 활용 능력</li> <li>• 수업 설계 및 실행에 대한 평가</li> </ul>

## 제 5장 해외 AI 교육현황과 AI 교육내용

### 1절 국가별 AI 교육 현황

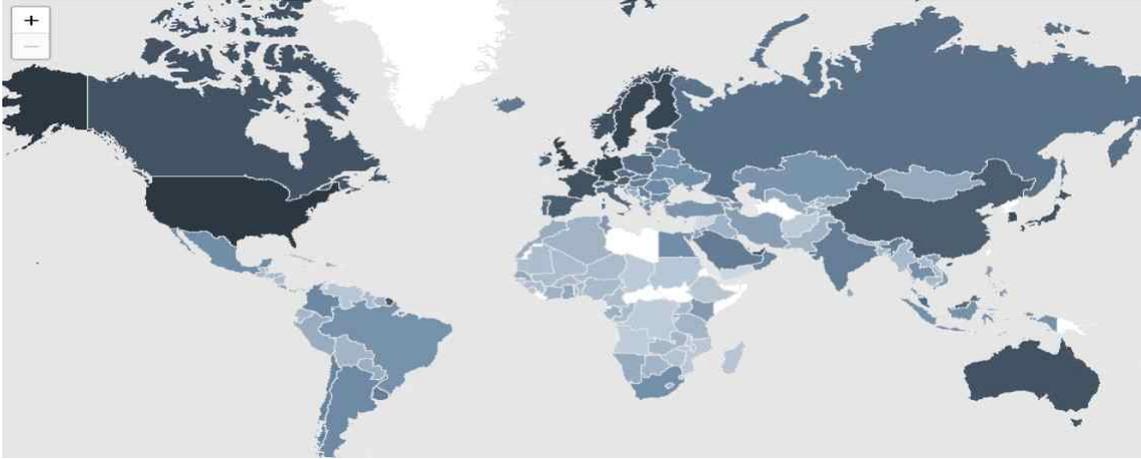
세계 각국은 시대적 흐름이 된 AI 교육을 통해 자국의 경쟁력을 높이고자 노력하고 있다. 다년간의 국가적 프로젝트를 통해 AI 교육 체계를 마련하고 민간단체의 기부, 우수한 대학들 간의 협업을 활성화해 교육과정 또는 교육 방법을 개발 및 활용한다.

매년 영국 옥스퍼드 인사이트(Oxford Insight)에서는 정부 인공지능 준비 지수 (Government Artificial Intelligence Readiness Index)<sup>1)</sup>를 발표한다. 해당 조사에서 한국은 2019년에 26위였던 반면, 2020년에는 7위를 차지하였다. 2년 연속 꾸준히 상위 5개국에 속하고 있는 나라는 ‘미국, 영국, 핀란드, 독일’ 이고, 2019년 1위였던 싱가포르는 2020년에 6위로 밀려났다. 반면 2019년 4위였던 미국이 1위로, 5위였던 핀란드가 3위로, 6위였던 스웨덴이 5위로 상승했다. 본고는 최근 2년간 한국보다 상위에 있는 6개국을 바탕으로 해당 국가들의 AI 교육 및 교사 교육 현황을 조사하였다. 본고에 실린 순서는 2020년 순위를 기준으로 하였다.

<표 21> 2019년, 2020년 정부 인공지능 준비 지수 일부

2019년			2020년	
순위	나라		순위	나라
1	싱가포르	→	1	미국
2	영국		2	영국
3	독일		3	핀란드
4	미국		4	독일
5	핀란드		5	스웨덴
...	...		6	싱가포르
26	대한민국		7	대한민국

1) <https://www.oxfordinsights.com/government-ai-readiness-index-2020>



[그림 17] 2020년 정부 인공지능 준비 지수 도식화

## 1. 미국

미국은 주 단위로 교육을 실시하고 있기에 그 내용이 천차만별이다. 비영리단체와 대학, 그리고 민간 기업의 참여도 활발하다. CSET(Center for Security and Emerging Technology)의 조사에 따르면 미국의 학생과 교사를 위한 AI 교육과정, 학습 자료 등을 제공하는 민간 기업, 비영리 단체, 공공 민간 파트너십의 프로그램은 36개를 넘는다.<sup>2)</sup> 이 중 대표적인 이니셔티브 및 프로그램을 소개한다.

### 가. AI4K12 <sup>3)</sup>

#### (1) 소개

AI4K12는 미국 국립과학재단(NSF)과 카네기멜론대학교가 공동으로 출자하여 만든 이니셔티브이다. 여기에 미국인공지능학회(AAIA)와 컴퓨터 과학 전문 교사 협회(CSTA)가 후원하고 있다. AI4K12는 국가 AI 교육 가이드라인을 개발하는 것을 목표로 한다. 따라서 미국에서 개발되고 있는 각종 AI 교육 프로그램의 기초를 제시하고 있다. 또한 AI 교육을 용이하게 할 수 있도록 웹사이트에 학습 자료를 선별하여 모아 제공하며, AI 관련 실무자, 연구원, 각종 자료 및 도구 개발자 커뮤니티를 개발한다.

2) <https://cset.georgetown.edu/publication/ai-education-catalog/>

3) <https://ai4k12.org/>

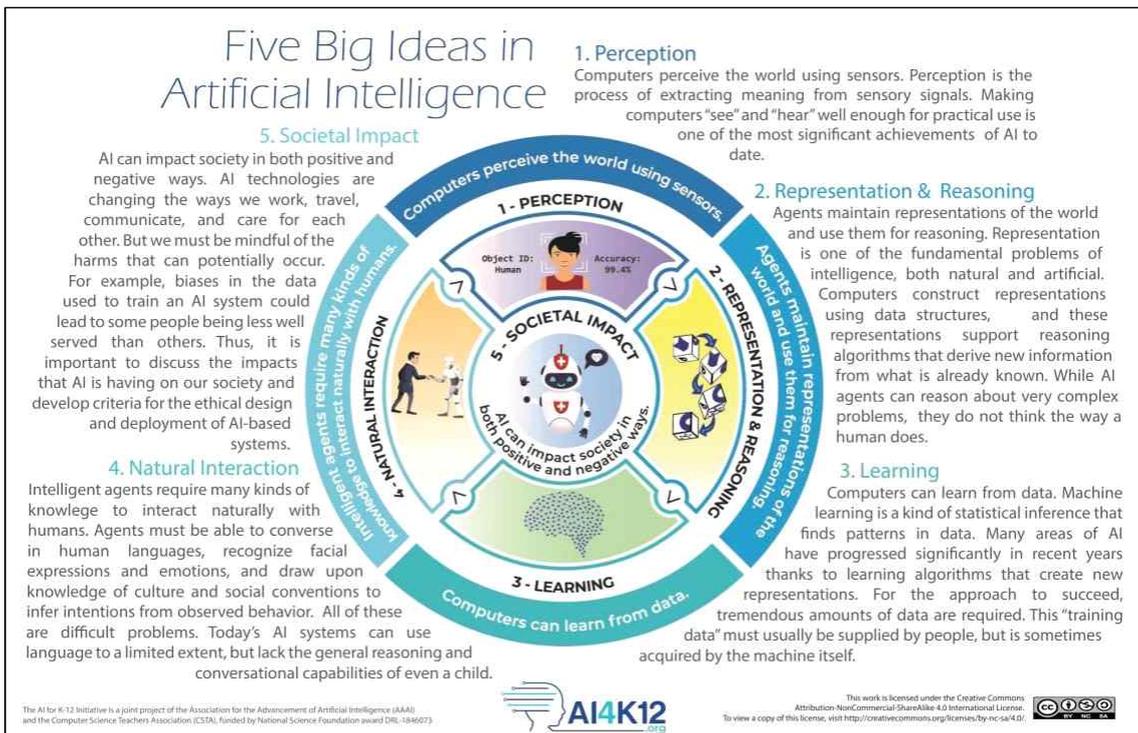


[그림 18] 'AI4K12' 웹사이트(미국)의 첫 화면

(2) 주요 내용

AI4K12 웹사이트에서는 AI의 5가지 빅아이디어와 이를 중심으로 구성되어 있는 AI 지침, 그리고 교육 자료를 확인할 수 있다. 각 내용은 다음과 같다.

(가) 5가지 AI 빅아이디어는 '지각, 표현 및 추론, 학습, 자연스러운 상호작용, 사회적 영향'이다. 각 내용은 [표 2]와 같다.



[그림 19] 'AI4K12'에서 제시한 5가지 AI 빅 아이디어

<표 22> 'AI4K12'에서 제시한 5가지 AI 빅 아이디어 내용

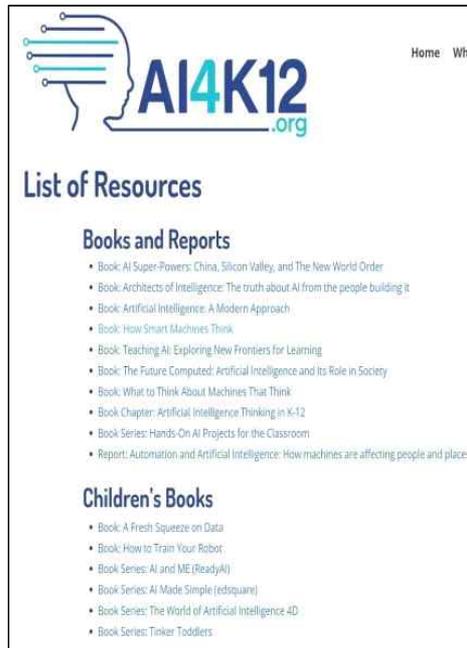
빅 아이디어	내용
지각	컴퓨터는 센서를 사용하여 세상을 인식한다. 지각은 감각 신호로부터 의미를 추출하는 과정이다. 컴퓨터를 실용적으로 사용할 수 있을 만큼 잘 '보고' '듣는' 것은 지금까지 AI의 가장 중요한 성과 중 하나이다.
표현 및 추론	에이전트는 세상의 표현을 유지하고 추론하기 위해 인공지능을 사용한다. 표현은 자연적이든 인공적이든 지능의 근본적인 문제 중 하나이다. 컴퓨터는 데이터 구조를 사용하여 표현을 구성하고, 이러한 표현은 이미 존재하는 것으로부터 새로운 정보를 도출하는 추론 알고리즘을 지원한다. 에이전트가 매우 복잡한 문제에 대해 추론할 수 있는 반면, 인간이 하는 방식으로 생각하지는 않는다.
학습	컴퓨터는 데이터로부터 배울 수 있다. 기계학습은 데이터에서 패턴을 찾는 일종의 통계적 추론이다. 최근 AI의 많은 분야가 새로운 표현을 만드는 알고리즘을 학습한 덕분에 크게 발전했다. 접근 방식이 성공하기 위해서는 엄청난 양의 데이터가 필요하다. 이 '훈련 데이터'는 보통 사람이 제공하지만 때로는 기계 자체에서 얻기도 한다.
자연스러운 상호작용	지능을 가진 에이전트는 인간과 자연스럽게 상호작용하기 위해 많은 종류의 지식이 필요하다. 에이전트는 인간의 언어로 대화할 수 있어야 하고, 얼굴 표정과 감정을 인식할 수 있어야 하며, 관찰된 행동으로부터 의도를 추론하기 위해 문화와 사회적 관습에 대한 지식을 끌어낼 수 있어야 한다. 이 모든 것은 어려운 문제이다. 오늘날 인공지능 시스템은 언어를 제한적으로 사용할 수 있지만, 어린이조차 일반적인 추론과 대화 능력은 부족하다.
사회적 영향	인공지능은 긍정적인 측면과 부정적 측면으로 사회에 영향을 미칠 수 있다. 인공지능 기술은 우리가 일하고, 여행하고, 소통하고, 서로를 돌보는 방법을 바꾸고 있다. 그러나 우리는 잠재적으로 발생할 수 있는 해악을 염두에 두어야 한다. 예를 들어, AI 시스템을 훈련하는 데 사용되는 데이터의 편견은 일부 사람들이 다른 사람들보다 떨어지는 서비스를 받는 결과를 초래할 수 있다. 따라서 AI가 우리 사회에 미치는 영향을 논의하고 AI 기반 시스템의 윤리적 설계와 배치 기준을 개발하는 것이 중요하다.

(나) AI 지침은 학년별 AI 개념, 필수 지식 및 기술 면에서 기준 작성자와 교육과정 개발자를 도울 수 있는 프레임워크를 제공한다. 2021년 11월 20일 기준 AI 지침은 빅 아이디어 중 '지각, 표현 및 추론, 학습'에 관한 내용만 등재되어 있다. 지침은 K-2, 3-5, 6-8, 9-12학년별로 빅 아이디어에 속하는 주요 개념에 대한 학습 목표(학생이 할 수 있어야만 하는 것), 지속적인 이해(학생이 알아야만 하는 것), 기타 필요한 사항을 포함한다.

Big Idea #1: Perception		Draft Big Idea 1 - Progression Chart			www.AI4K12.org
Concept	K-2	3-5	6-8	9-12	LO = Learning Objective: what students should be able to do EU = Enduring Understanding: what students should know
<b>Sensing (Living Things)</b> 1-A-I	<b>LO:</b> Identify human senses and sensory organs. <b>EU:</b> People experience the world through sight, hearing, touch, taste, and smell.	<b>LO:</b> Compare human and animal perception. <b>EU:</b> Some animals experience the world differently than people do. <b>Unpackaged:</b> Bats and dolphins use sound. Bats can see ultrasound. Bats are the only mammals that can see ultrasound. Dogs and bats can hear higher frequencies than humans.	<b>LO:</b> Give examples of how humans combine information from multiple modalities. <b>EU:</b> People can expand connections between senses, such as sight and sound, to make sense of ambiguous signs. <b>Unpackaged:</b> In a noisy environment, speech is more understandable when the speaker's mouth is visible. People learn the sounds associated with various objects (such as ringing an object) and can recognize when the sound doesn't match the expectation.	<b>LO:</b> Give examples of how humans combine information from multiple modalities. <b>EU:</b> People can expand connections between senses, such as sight and sound, to make sense of ambiguous signs. <b>Unpackaged:</b> In a noisy environment, speech is more understandable when the speaker's mouth is visible. People learn the sounds associated with various objects (such as ringing an object) and can recognize when the sound doesn't match the expectation.	<b>LO:</b> Learning Objective: what students should be able to do <b>EU:</b> Enduring Understanding: what students should know
<b>Sensing (Computer Sensors)</b> 1-A-II	<b>LO:</b> Locate and identify sensors (cameras, microphones) on computers, phones, robots, and other devices. <b>EU:</b> Computers "see" through video cameras and "hear" through microphones.	<b>LO:</b> Illustrate how computer sensing differs from human sensing. <b>EU:</b> Most computers have no sense of taste, smell, or touch, but they can sense some things that humans can't, such as infrared emissions, extremely low or high frequency sounds, or magnetism.	<b>LO:</b> Give examples of how intelligent agents combine information from multiple sensors. <b>EU:</b> Self-driving cars combine computer vision with radar or lidar imaging, GPS measurement, and accelerometer data to form a detailed representation of the environment and their motion through it.	<b>LO:</b> Describe the limitations and advantages of various types of computer sensors. <b>EU:</b> Sensors are devices that measure physical phenomena such as light, sound, temperature, or pressure. <b>Unpackaged:</b> Cameras have limited resolution, dynamic range, and spectral sensitivity. Microphones have limited sensitivity and frequency response. Lidar may be disrupted by noise, such as a microphone in a noisy environment. Some sensors can detect things that people cannot, such as infrared or ultraviolet images, or ultrasonic sounds.	<b>LO:</b> Describe the limitations and advantages of various types of computer sensors. <b>EU:</b> Sensors are devices that measure physical phenomena such as light, sound, temperature, or pressure. <b>Unpackaged:</b> Cameras have limited resolution, dynamic range, and spectral sensitivity. Microphones have limited sensitivity and frequency response. Lidar may be disrupted by noise, such as a microphone in a noisy environment. Some sensors can detect things that people cannot, such as infrared or ultraviolet images, or ultrasonic sounds.
<b>Sensing (Digital Encoding)</b> 1-A-III	N/A	<b>LO:</b> Explain how images are represented digitally in a computer. <b>EU:</b> Images are encoded as 2D arrays of pixels, where each pixel is a number indicating the brightness of that piece of the image, or an RGB value indicating the magnitude of the red, green, and blue components of that pixel.	<b>LO:</b> Explain how sounds are represented digitally in a computer. <b>EU:</b> Sounds are digitally encoded by sampling the waveform at discrete points (typically several thousand samples per second), yielding a series of numbers.	<b>LO:</b> Explain how radar, lidar, GPS, and accelerometer data are represented. <b>EU:</b> Radar and lidar do depth imaging each pixel is a depth value. GPS triangulates position using satellite signals and gives a location as longitude and latitude. Accelerometers measure acceleration in 3 orthogonal dimensions. <b>Unpackaged:</b> Radar and lidar measure distance as the time for a reflected signal to return to the transmitter. GPS determines position by triangulating precisely timed signals from three or more satellites. Accelerometers use orthogonally oriented strain gauges to measure acceleration in three dimensions.	<b>LO:</b> Explain how radar, lidar, GPS, and accelerometer data are represented. <b>EU:</b> Radar and lidar do depth imaging each pixel is a depth value. GPS triangulates position using satellite signals and gives a location as longitude and latitude. Accelerometers measure acceleration in 3 orthogonal dimensions. <b>Unpackaged:</b> Radar and lidar measure distance as the time for a reflected signal to return to the transmitter. GPS determines position by triangulating precisely timed signals from three or more satellites. Accelerometers use orthogonally oriented strain gauges to measure acceleration in three dimensions.

[그림 20] 'AI4K12'의 AI 지침

또한, (다) 자료 목록에서는 AI 교육을 위한 각종 자료를 유목화하여 제시한다. 자료는 연구 보고서 및 도서, 아동용 도서, 대회, 교육과정, 시범 수업안, 관련 링크, 온라인 전문 개발 과정, K-12 학생을 위한 온라인 수업 과정, 소프트웨어, 영상 등이다. 자료들은 AI4K12에서 자체 제작한 것이 아닌, 기존에 다양한 단체에서 개발해 놓은 것들이다. 해당 자료는 지속적으로 업데이트 되기에 본고에서 목록을 따로 제시하지는 않는다.



[그림 21] 'AI4K12'의 자료 목록

이처럼 AI4K12에서는 미국 내의 AI교육을 위한 큰 개념과 지침을 마련하고, 자료들을 정리해 놓음으로써 학교에서 AI교육을 수월하게 할 수 있도록 돕고 있다. 이하 '나', '다' 항에서는 AI4K12의 자료 목록 중 'K-12학생을 위한 온라인 과정'으로 제시되고 있는 'AI4All' 과 'ReadyAI' 를 상세히 살펴보고자 한다.

## 나. AI 4 all 4)

### (1) 개요

해당 기관은 AI 교육, 연구, 개발 및 정책에서 다양성과 포용성을 높이는 데 전념하는 미국 기반 비영리 단체이다. 2015년 여고생이 인간 중심 AI에 대해 배울 수 있는 여름 아웃리치 프로그램을 시작으로 2020년 12월 기준 미국 50개 주 및 전 세계 12300명에게 영향을 미치고 있다. ‘AI 4 all(이하 AI4ALL)’에서는 CS 및 AI 교육 경험이 있는 전문가들이 학계와 산업계의 지원을 받아 프로그램을 자체 개발하여, 스탠포드, 캘리포니아, 보스턴 대학을 비롯한 많은 대학과 고등학교에서 운영되고 있다.



[그림 22] ‘AI 4 all’ 웹사이트(미국) 첫 화면

### (2) 프로그램 내용

‘AI4ALL’의 프로그램은 모두 무료이고 총 세 가지이다. 먼저 고등학생 대상 교육인 ① ‘Open Learning’이다. 교사 개인 또는 학교 명의로 회원가입을 하면 [그림 8]과 같이 고등학교 교사나 학생이 사용할 수 있는 수업용 슬라이드, 교사용 가이드 및 기타 교육 자료를 열람할 수 있다. 교육 내용으로는 학제 간 접근으로 AI를 알아갈 수 있는 ‘단기 간의 교육과정’, 합성곱 신경망(CNN)과 순환 신경망(RNN)과 같은 작동 원리 기술에 대한 ‘기술에 관한 학습’, AI를 살펴보고 감정 분석 및 NLP에 대해 알아보는 ‘정규교육 과정’ 과, 교사를 위한 ‘추가 교육자료’와 ‘커뮤니티 행사’가 제공된다. 기관은 이를 통해 AI와 머신러닝, AI의 역할 모델, AI와 머신 러닝이 전 세계와 자신에게 미치는 장단점, AI 및 기계 학습에 참여하는 방법을 배우게 될 것이라 밝히고 있다. ‘Open Learning’에서 공개하는 교육 자료의 내용은 [표 3]과 같다.

4) <https://ai-4-all.org/>

## Find Your Program

Shape the future by learning about AI today. Our programs educate high school and college students around the US and around the world.



**Open Learning**

Get the tools to bring free AI education into schools and organizations in your community.

[EXPLORE OPEN LEARNING](#)



**Summer Programs**

Learn on-campus or virtually from top AI researchers at universities around North America with peers who care about solving real-world problems.

[EXPLORE SUMMER PROGRAMS](#)



**College Pathways**

Spark interest and increase persistence in AI-related careers for your undergraduate students who have been historically excluded from AI.

[EXPLORE COLLEGE PATHWAYS](#)

[그림 23] 'AI 4 All'에서 제공하는 프로그램 세 종류

How CNNs work
슬라이드쇼
로그인

3 **ACTIVITY SLIDE**

4 **ACTIVITY SLIDE**  
Emoji Scavenger Hunt

5 **ACTIVITY SLIDE - Move Mirror**

6 **ACTIVITY SLIDE**  
Thing translator

## Object Recognition

- Each of these activities required the computer to recognize objects on a screen.
- Most humans can tell that all the images below are pictures of dogs despite the different angles the pictures are taken at and despite each dog being a different breed.
- This is really hard for a computer to do using traditional methods.





[그림 24] 'AI 4 all' 내 'Open Learning'에서 제공하는 교육 자료 일부(How CNNs Work)

<표 23> ‘AI4ALL’에서 제공하는 교육과정 및 자료 ‘Open Learning’

구분	내용
AI의 단위(Bytes) - 단기간의 교육과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI &amp; 그리기 (1시간)</li> <li>* AI &amp; 환경 (2시간)</li> <li>* AI &amp; 춤 (1-4시간)</li> <li>* AI &amp; 윤리 (10시간)</li> <li>* AI &amp; 얼굴 인식 (1시간)</li> <li>* AI &amp; 형사법제도 (2-3시간)</li> <li>* AI &amp; COVID-19 (5-10시간)</li> </ul>
작동 방식 - 기술에 관한 학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 합성곱 신경망(CNN)의 작동 방식 (2-4시간)</li> <li>* 순환 신경망(RNN) 및 트랜스포머의 작동 방식(2-4시간)</li> </ul>
정규 교육과정	<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI를 탐색하기 (10-30시간)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unit 1 : AI가 무엇일까요?</li> <li>- Unit 2 : 데이터는 무엇일까요?</li> <li>- Unit 3 : AI와 진로 교육</li> <li>- Unit 4 : 공동체적 전망</li> <li>- Unit 5 : 우리들의 AI</li> </ul> </li> <li>* 감성 분석 및 자연어 과정 (30H)                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Unit 1 : 자연어 과정이 무엇일까요?</li> <li>- Unit 2 : 감성 분석이 무엇일까요?</li> <li>- Unit 3 : 기계학습을 제외한 감성 분석</li> <li>- Unit 4 : 기계학습 속 감성 분석</li> <li>- Unit 5 : 감성 분석 마지막 프로젝트</li> </ul> </li> </ul>
추가 교육자료	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 토의 전략</li> <li>* 온라인에서의 참여 전략</li> <li>* 프로그래밍 수업의 전략</li> <li>* 전문적인 개발 영상</li> </ul>
커뮤니티 행사	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 데모 수업</li> <li>* 교사 만남</li> <li>* 토론 포럼</li> <li>* 전문 개발</li> </ul>

다음은 각 대학과 연계하여 운영하는 ② ‘Summer Programs’ 이다. 2022년 여름 프로그램을 운영하는 학교는 보스턴 대학교, 카네기멜론 대학교, 컬럼비아 대학교, 조지아 공과 대학, 프린스턴 대학교, 시애틀 대학교, 사이먼 프레이저 대학교, 스탠포드 대학교, UC 버클리, UC 샌프란시스코, 메릴랜드 대학교, 미시간 대학교, 펜실베이니아 대학교, 엘패소 텍사스 대학교, 워싱턴 대학교이고, 학교별 프로그램은 상이하나 코딩이나 AI 경험이 없고 AI 분야에서 소외될 가능성이 높은 학생들을 주로 교육 대상으로 하여 실습, 멘토링 학습 및 학교 커뮤니티를 활용하도록 한다는 점은 공통적이다. 학교별 구체적인 프로그램은 ‘Open Learning’ 과 달리 온라인에 공개되어있지 않다.

마지막으로 대학 내에서 시행되고 있는 ③ ‘College Pathways’ 이다. 이 프로그램은 이미 대학에서 제공되는 AI과정을 더욱 보완함으로써 학생들을 사회적 영향력과 윤리관을 가진 AI 리더로 성장할 수 있도록 돕는다. 해당 프로그램을 통해 학생들은 컴퓨터 과학 및 AI에 대한 실습을 하고, AI의 사회적·윤리적 영향을 알아보며, 다양한 분야의 AI 진로를 탐색, AI 프로젝트 포트폴리오 구축, 동료 커뮤니티와 연결, AI 인턴십을 이용하게 된다.



[그림 25] 'AI 4 all'의 'College Pathways' 내용 및 협력사 일부

### (3) 프로그램 특징

'AI4ALL' 홈페이지의 첫 화면에서는 'AI는 당신의 관점이 필요합니다. AI에 대한 우리의 비전은 다양한 관점, 목소리, 경험이 인류에서 도움이 되는 AI의 잠재력을 열어주는 세상입니다.' 라는 메시지가 등장한다. AI의 편향성을 염두에 둔 메시지에서 알 수 있듯이 'AI4ALL'은 교육의 공공성을 강조한다. 해당 기관은 교육의 대상을 '역사적으로 배제된 인재'로 지칭하고, 각 프로그램별 대상에 '원주민, 흑인, 히스패닉 또는 라틴계, 태평양 섬 주민 및 동남아시아', '트랜스 및 논바이너리', '레즈비언, 게이, 양성애자, 무성애자, 쿼어', '재정적 필요가 입증된 학생', '1세대 대학생'을 명시하고 있다. 또한 이들이 교육을 마칠 때 동문 네트워크인 'Changemaker in AI'에 소속될 수 있도록 함으로써 해당 기관을 통해 실행된 AI 교육이 사회 각지로 확장되어 나갈 수 있도록 뒷받침해 준다.

또한 'AI4ALL'은 AI가 큰 문제를 해결하는 데에도 사용되지만 위험성도 내포한다는 것을 밝히고 있다. AI 및 윤리에 관한 교육은 'Open Learning'에서도 10시간에 걸쳐 다루고 있을 뿐만 아니라, 앞서 설명된 '체인지메이커' 활동을 통해 자신들이 배운 기술이 세상에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 알아보고 공헌하고자 노력한다는 점 역시 주목할 만하다.



[그림 26] 'AI 4 all'의 체인지메이커

다. Ready AI Lab<sup>5)</sup>

(1) 개요

Ready AI Lab(이하 ReadyAI)은 전 세계 K-12(유치부부터 고등부까지 미국의 정규 교육을 의미) 학생들을 위한 인공 지능 교육을 홍보하고 제공하는 교육 회사이다. ReadyAI는 AI 교육을 위해 즉시 준비된 완전한 프로그램을 만들고 제공하고자 한다. 프로그램 내 교육과정은 메사추세츠 및 하버드 대학 연구진과 15명의 교사가 개발하였다. 해당 기관의 교육관을 살펴보면 [그림 12]에서와 같이 사회적 이익을 위해 AI를 가르치고, 예술과 멀티미디어를 결합한 학습의 비기술적 구성 요소에 중점을 두어 STEAM 기반 AI를 교육하며, 프로젝트 기반 학습을 통해 팀원과 함께 아이디어를 구축하며 활동하도록 한다. ReadyAI는 AI 학습 커뮤니티, 학교와 학군 및 개인을 위한 교육 학습 도구 키트, 교사 프로그램을 제공하고, 청소년을 위한 세계 인공지능 대회를 연다. 해당 사이트 뿐만 아니라 전세계 온라인 학습 사이트인 'Outschool<sup>6)</sup>'에서도 ReadyAI의 프로그램을 만날 수 있다.

5) <https://www.readyai.org/>

6) <https://outschool.com/teachers/Ready-AI>



[그림 27] 'Ready AI Lab' 웹사이트(미국) 첫 화면



[그림 28] 'Ready AI Lab'의 철학

(2) 프로그램 내용

‘ReadyAI’ 에서 제공하는 내용은 [그림 13]의 다섯 가지 항목이다.



[그림 29] ‘Ready AI Lab’에서 제공하는 내용

먼저 (가) ‘ReadyAI Passport’ 는 AI 세계를 탐험하며 배지를 획득한다. 또, 학습 여정 참여시 시민 여권, 지역 커뮤니티에서 가르치고 AI 여권 소지자와 소통 가능한 외교 여권, ReadyAI 프로그램을 모든 국가에서 가르칠 수 있는 특별 여권을 얻을 수 있다.



[그림 30] ‘Ready AI Lab’의 ‘Passport’

다음으로 (나) ‘AI-IN-A-BOX’ 를 클릭하면 다섯 가지 카테고리의 내용을 확인할 수 있다. 이는 (다) ‘ReadyAI Teacher Program’ 을 클릭했을 때와 동일한 페이지이다.



[그림 31] ‘Ready AI’의 ‘AI-IN-A-BOX’

‘Curriculum’에서는 초등학교, 중학교, K-12 학생 대상의 여름 캠프 교육과정을 제공한다. 이는 방과 후 프로그램 뿐만 아니라 학교 시스템에서도 운영하며 홈스쿨링도 가능하다. 초등학교용과 중학교용 교육과정의 개요, 대상, 구조, 기술 및 기타 문의처, 목표, 빅 아이디어, 수업 목표 및 제안 활동, 수업 구조의 구체적인 사항을 제공하고 있으며, 상세 페이지는 [그림 16]과 같다. 각 내용에는 [표 4], [표 5]와 같이 각 수업 주제별 구체적인 목표, 평가 내용을 포함하고 있다. 여름 캠프 교육과정은 30시간의 프로그램이 마련되어 있으나 홈페이지에는 2시간 분량의 데모 수업만 공개되어 있다. 공개된 내용에는 [그림 17]과 같이 주요 질문, 수업의 소개, 목표 및 단계, 평가, 준비물, 관련 선행 지식이 개괄적으로 나타나 있으며, 각 수업 단계별 교사의 발문과 수업 자료가 하단에 구체적으로 제시되고 있다.

ReadyAI Lesson Plans	Lessons, Lesson Objectives, and Suggested Activities	Lesson Structure
<p>Elementary Schools</p> <p>Content</p> <p>Overview</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Why Teach AI?</li> <li>What is AI?</li> <li>AI in the Classroom</li> <li>AI in the Workplace</li> <li>AI in the Future</li> <li>AI in the Home</li> <li>AI in the City</li> <li>AI in the Country</li> <li>AI in the World</li> <li>AI in the Universe</li> </ul> <p>Units</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Introduction to AI (Lesson: What is AI?)</li> <li>AI in the Classroom (Lesson: AI in the Classroom)</li> <li>AI in the Workplace (Lesson: AI in the Workplace)</li> <li>AI in the Future (Lesson: AI in the Future)</li> <li>AI in the Home (Lesson: AI in the Home)</li> <li>AI in the City (Lesson: AI in the City)</li> <li>AI in the Country (Lesson: AI in the Country)</li> <li>AI in the World (Lesson: AI in the World)</li> <li>AI in the Universe (Lesson: AI in the Universe)</li> </ul>	<p>Lesson Objectives</p> <p>Activities</p> <p>Lesson 1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Define AI and its applications.</li> <li>Identify AI in everyday life.</li> <li>Discuss the benefits and challenges of AI.</li> </ul> <p>Lesson 2</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Explore AI in the workplace.</li> <li>Identify AI in the workplace.</li> <li>Discuss the benefits and challenges of AI in the workplace.</li> </ul> <p>Lesson 3</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Explore AI in the home.</li> <li>Identify AI in the home.</li> <li>Discuss the benefits and challenges of AI in the home.</li> </ul>	<p>Lesson Structure</p> <p>ReadyAI: Middle School - Intermediate Level Lesson 1: Introduction to AI-IN-A-BOX™</p> <p>Objectives</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Define AI and its applications.</li> <li>Identify AI in everyday life.</li> <li>Discuss the benefits and challenges of AI.</li> </ul> <p>Activities</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Define AI and its applications.</li> <li>Identify AI in everyday life.</li> <li>Discuss the benefits and challenges of AI.</li> </ul>

[그림 32] ‘Ready AI’의 초등학교용 수업 설계 상세 페이지

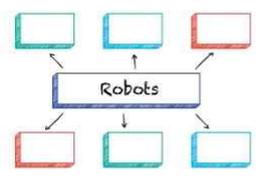
<표 24> 'Ready AI'에서 제공하는 초등학교용 교육과정

수업 주제	수업 목표	평가 방식
Unit1. AI 친구 만나기	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇 비전과 AI 비전 대조</li> <li>Cozmo 얼굴 인식 프로그래밍</li> <li>얼굴 인식 위한 브레인스토밍 앱</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>종합 숙달 퀴즈 완료하기</li> </ul>
Unit2. 겁주기 대회 및 리바운스	<ul style="list-style-type: none"> <li>실생활에서 얼굴 인식 사용 식별</li> <li>Cozmo 앱 내 게임 분석</li> <li>Cozmo AI 얼굴 인식 능력 활용한 코딩</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>참여, 말하기</li> <li>종합 숙달 퀴즈 사용</li> </ul>
Unit3. 피카부(peekaboo) AI	<ul style="list-style-type: none"> <li>peekaboo 코딩에 필요한 코딩 식별</li> <li>peekaboo 적용될 시나리오 구축</li> <li>Cozmo가 peekaboo를 플레이어와 수신자 모두 재생하도록 프로그래밍하는 코딩 만들기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>참여, 말하기</li> <li>종합 숙달 퀴즈 사용</li> </ul>
Unit4. 음성 만들기	<ul style="list-style-type: none"> <li>연설을 프로그래밍하는 단계 요약하기</li> <li>얼굴 인식과 음성 생성을 연결하기</li> <li>Cozmo로 음성 생성 및 얼굴 인식 사용하는 미니 프로젝트 디자인하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>프로젝트에 대한 루브릭 사용</li> <li>종합 숙달 퀴즈 사용</li> </ul>
Unit5. 아메리칸 아이돌 AI	<ul style="list-style-type: none"> <li>프로그램 음악의 문제점 식별하기</li> <li>얼굴 인식과 음성 생성을 연결하기</li> <li>Cozmo의 음성 기능 사용해 짧은 곡을 작곡하고 이전 코딩 자료에 연결하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>곡을 프로그래밍하는 방법과 곡에 수반되는 문제 설명</li> <li>종합 숙달 퀴즈 사용</li> </ul>
Unit6. 객체 인식 및 조작	<ul style="list-style-type: none"> <li>개체 식별의 문제 설명하기</li> <li>AI 유닛이 객체와 결합하도록 코드 구현</li> <li>조작 가능한 개체로 AI 개체가 표현할 경우 브레인스토밍하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시나리오 발표</li> <li>종합 숙달 퀴즈 사용</li> </ul>
Unit7. 틱톡봇 (Tick Tock Bot)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tick Tock Bot 소프트웨어 작동 방법 설명</li> <li>프로그램 작동 위해 필요한 코딩 및 AI 분해</li> <li>AI 개체 조작 및 인식에 대한 이해를 보여주기 위해 기본 AI 기능 코드 작성</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI 개체 조작 및 인식 코드 시연</li> <li>종합 숙달 퀴즈 사용</li> </ul>
Unit8. 멀리 그리고 빠른 탭 (Keep Away & Quick Tap)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keep Away 및 Quick Tap 게임 작동 방식 설명하기</li> <li>Keep Away 및 Quick Tap 게임과 유사한 코딩 구현</li> <li>위의 AI 기술이 유용할 시나리오 고안하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>코딩 또는 시나리오 시연</li> <li>종합 숙달 퀴즈 사용</li> </ul>
Unit9. 랜드마크 기반 탐색 및 Cozmo 자유시간	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI 탐색과 로봇 움직임 대조하기</li> <li>AI 탐색 프로그래밍 확인하기</li> <li>탐색 명령 측면에서 다른 학생과 경쟁하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>장애물 주변에서 AI 유닛 프로그래밍</li> <li>종합 숙달 퀴즈 사용</li> </ul>
Unit10. 프로젝트 기획	<ul style="list-style-type: none"> <li>교사가 제공한 예에서 AI 응용 프로그램 식별</li> <li>AI에 대한 이해를 실제 프로젝트에 적용</li> <li>프로젝트 계획 세우기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI 응용 프로젝트 계획 세우기</li> <li>종합 숙달 퀴즈 사용</li> </ul>
Unit11. 프로젝트 생성	<ul style="list-style-type: none"> <li>프로젝트 발표 시연하기</li> <li>프로젝트에 AI에 대한 이해를 포함하기</li> <li>기술적·창의적 지식을 종합해 프로젝트 만들기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI 프로젝트 만들기</li> <li>종합 숙달 퀴즈 사용</li> </ul>

Unit12. 프로젝트 시연	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 프로젝트 발표 시연하기</li> <li>• 프로젝트의 문제 해결하기</li> <li>• AI 학습 및 협업을 보여주는 프로젝트 만들기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 프로젝트를 학급 앞에서 시연하기</li> <li>• 종합 숙달 퀴즈 사용</li> </ul>
--------------------	--	--

<표 25> 'Ready AI'에서 제공하는 중학교용 교육과정

수업 주제	수업 목표	활동
시연 수업	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇과 대조되는 AI</li> <li>AI-IN-A-BOX 구성요소 알아보기</li> <li>기본적인 AI 기능 프로그래밍 및 실행</li> <li>AI 기능 실험</li> <li>AI 애플리케이션에 관한 브레인스토밍</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI용 애플리케이션 브레인스토밍</li> </ul>
Unit1. AI 및 AI-IN-A-BOX	<ul style="list-style-type: none"> <li>로봇과 대조되는 AI</li> <li>AI-IN-A-BOX 설정시 필요한 단계 요약</li> <li>교사와 독립적으로 AI-IN-A-BOX 설정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI에 대한 감정 조사</li> <li>AI 유닛의 핵심 기능 선택하는 뷰 실험</li> </ul>
Unit2. 객체 인식	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI 객체 인식이 무엇인지 설명</li> <li>AI 객체 인식을 프로그래밍</li> <li>Cozmo 기능을 애플리케이션으로 표현</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>객체 인식 관련 AI 능력을 말로 발표</li> </ul>
Unit3. 얼굴 인식, 음성 인식 및 음성 생성	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI의 인식 기능 알아보기</li> <li>얼굴과 구두 명령을 인식하는 AI 장치 프로그래밍하기</li> <li>게임에서 경쟁하기 위해 빠르게 AI 프로그래밍하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>얼굴 인식, 음성 인식, 음성 생성을 위한 아이디어와 스크립트 생성</li> </ul>
Unit4. 랜드마크 기반 탐색	<ul style="list-style-type: none"> <li>랜드마크 기반 탐색이 작동하는 방식과 우리 삶에 적용된 예 설명하기</li> <li>랜드마크 기반 탐색 관련 규칙 읽고 쓰기</li> <li>발표 아이디어를 기반으로 프로토타입 세트 만들기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>랜드마크 주변 탐색을 위해 학생이 프로그래밍한 AI 단위 경쟁</li> </ul>
Unit5. 이동 및 조작	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI 유닛이 조작할 수 있는 개체로 할 수 있는 것 나열하기</li> <li>AI 유닛이 조작할 수 있는 것과 조작할 수 없는 것의 이유 설명하기</li> <li>AI와 그 프로젝트를 위한 애플리케이션의 브레인스토밍한 웹을 개발하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI 애플리케이션 프로젝트의 가능성을 브레인스토밍</li> </ul>
Unit6. 프로젝트 기획	<ul style="list-style-type: none"> <li>교사가 제공한 예에서 AI 응용 프로그램 식별하기</li> <li>AI에 대한 이해를 실제 프로젝트에 적용</li> <li>자기 프로젝트에 대한 계획 세우기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI 응용 프로젝트 계획 수립</li> </ul>
Unit7. 프로젝트 워크숍	<ul style="list-style-type: none"> <li>프로젝트 프레젠테이션을 시연하기</li> <li>AI에 대한 이해를 바탕으로 프로젝트 생성</li> <li>기술적·창의적 지식을 종합해 프로젝트 만들기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>프로젝트의 디지털 및 예술적 구성 요소 생성</li> </ul>
Unit8. 프로젝트 워크숍	<ul style="list-style-type: none"> <li>교실 앞에서 프로젝트 프레젠테이션 시연하기</li> <li>프로젝트의 문제 해결하기</li> <li>프레젠테이션을 통해 AI학습 및 협업하기</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>강사와 친구들 앞에서 프로젝트 시연</li> </ul>

<p><b>ReadyAI – Summer Program</b> Demonstration Lesson: Meet Cozmo and Calypso</p> <p><b>Summary of Lesson</b></p> <p>The ReadyAI program focuses on learning AI through creating a project. So, it is important that students understand the AI capabilities of the tools. In a demonstration, this lesson allows the teacher and the students to explore and experiment with one key AI component: facial recognition. The teacher will explain how facial recognition works, show how it works with Cozmo, and allow students to program their own robot. Students will then learn the basics of Calypso, a software built to control Cozmo's AI abilities. The lesson will conclude by asking students to imagine practical, real-life applications for facial recognition.</p> <p><b>Agenda (120 minutes)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Warm-up (10 minutes)</li> <li>• Teacher Presentation (23 minutes)</li> <li>• Student Practice (20 minutes)</li> <li>• Student Production (10 minutes)</li> <li>• Teacher Presentation (15 minutes)</li> <li>• Student Practice (12 minutes)</li> </ul>	<p><b>Essential Question</b></p> <p>What can AI skills recognize?</p> <p><b>Objectives</b></p> <p>Students will be able to:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrast AI vision from robotic vision</li> <li>• Program Cozmo to recognize their faces</li> <li>• Use Calypso to program Cozmo to recognize their faces</li> <li>• Identify emotional markers in Calypso</li> <li>• Brainstorm applications for facial recognition</li> </ul> <p><b>Tools and Materials</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cozmo and connected device such as a tablet, laptop, or phone. Laptop based with Calypso OS, students per AI kit (4-8 PCs)</li> <li>• Projector linked to device with Cozmo app or to a</li> </ul>	<p><b>Warm-up (10 minutes)</b></p> <p>Teacher begins class by asking, "What is a robot?" Using handout 1.1 or a whiteboard, if available, teacher may add student ideas to a mindmap such as:</p>  <p>Teacher then uses the PowerPoint to show two contrasting videos to encourage student enthusiasm:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fun Factory – An OpenAI Summer production (see slides 1.1, 1.4B)</li> </ul> <p><b>Teacher resources:</b></p> <p>Teacher may use Handout 1.2 if an whiteboard is readily available.</p> <p>For an explanation as to the differences between AI and robots, see <a href="#">Teacher Resource 2.1</a>.</p> <p><a href="#">Demonstration Lesson PowerPoint Download**</a></p> <p><b>Check for understanding:</b></p> <p>What did the AI in the vid see that the factory robots producing cars could not see?</p> <p><b>Transition:</b></p>
---	--	--

[그림 33] 'Ready AI'의 여름 프로그램 데모 수업 계획안

‘Hardware’에서는 ‘ReadyAI’의 교육과정을 효과적으로 구현할 수 있는 번들을 판매한다. 번들은 ‘ReadyAI’ 프로그램 곳곳에 등장하는 Cozmo 로봇과 게임 컨트롤러, 노트북, 태블릿 PC 그리고 Calypso 소프트웨어 프로그램으로 구성되어 있다.

‘Software’를 클릭하면 ‘Calypso’ 프로그램을 구매할 수 있는 웹사이트로 연결된다. 이 프로그램은 ‘Hardware’ 키트에 포함되어 있기도 하다.

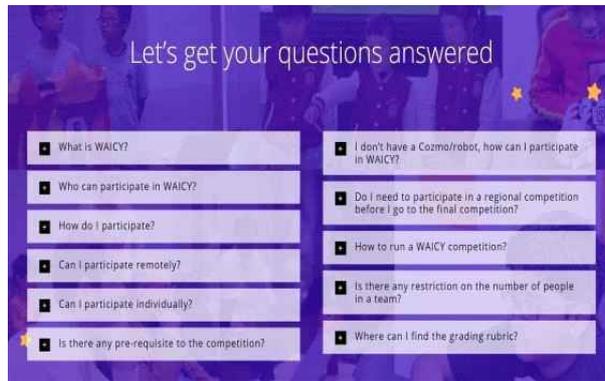
‘Professional Development’를 클릭하면 [그림 34]과 같이 ‘ReadyAI 교사 자격증’에 대한 내용이 안내된다. 누구나 취득할 수 있는 이 자격증은 ReadyAI 교육과정으로 AI를 교육하는 방법을 아는지 확인한다. 자격증 취득 시 ReadyAI 여권 포인트가 적립되고, 다른 교사를 인증할 수 있으며, 국내외 WAICY 심사위원의 자격을 얻게 된다. 이러한 자격은 1단계부터 3단계로 나뉘어진다. 1단계 자격은 ReadyAI 강사 교육을 완료하면 받게 되고, ReadyAI의 다양한 프로그램을 가르칠 수 있게 된다. 2단계 자격은 1단계에서 추가로 12시간을 더 가르치고 모든 ReadyAI 대회에 참가하는 1개 팀을 훈련할 때 받는다. 2단계 자격을 가지고 있으면 전 세계의 잠재적 교사들을 가르칠 수 있는 자격을 얻게 되는 것이며 동시에 지역 청소년 AI 경진대회의 심사위원 자격을 얻게 된다. 3단계 자격은 2단계에서 48시간을 추가로 더 가르치고, 모든 ReadyAI 대회에 참가하는 3개 팀을 훈련하며, WAICY에 참여하는 1개 팀을 교육하면 받게 된다. 3단계 자격을 얻게 되면 WAICY 심사위원 자격을 얻게 된다.

‘Competition’을 클릭하면 앞서 언급된 WAICY 대회의 2018년도 사진이 나타난다. 이는 (라) ‘WAICYTM’를 클릭했을 때와 동일한 페이지다. ‘WAICY’는 ‘The World Artificial Intelligence Competition for Youth’의 약자로 2018년부터 시작된 세계에서 가장 큰 청소년 인공지능 대회이다. ‘ReadyAI’ 홈페이지의 우측 상단 메뉴 가장 마지막에도 ‘WAICY’ 버튼이 있고, 이를 클릭하면 [그림 35]와 같이 해당 대회에 대해 보다 구체적인 정보를 얻을 수 있다.<sup>7)</sup> WAICY에는 6-18세 사이 전 세계 모든 학생들이 지원 가능하고, 원격으로도 참여가 가능하다. WAICY 웹페이지에서는 대회의 채점 기준표 루브릭도 제공하고 있다. 평가 루브릭 내용은 <표 26>과 같다.

7) <https://www.waicy.org/>



[그림 34] 'Ready AI' 교사 자격증 안내 웹페이지



[그림 35] 'ReadyAI'의 WAICY 안내 웹페이지

<표 26> 'Ready AI'의 WAICY 대회 평가 루브리

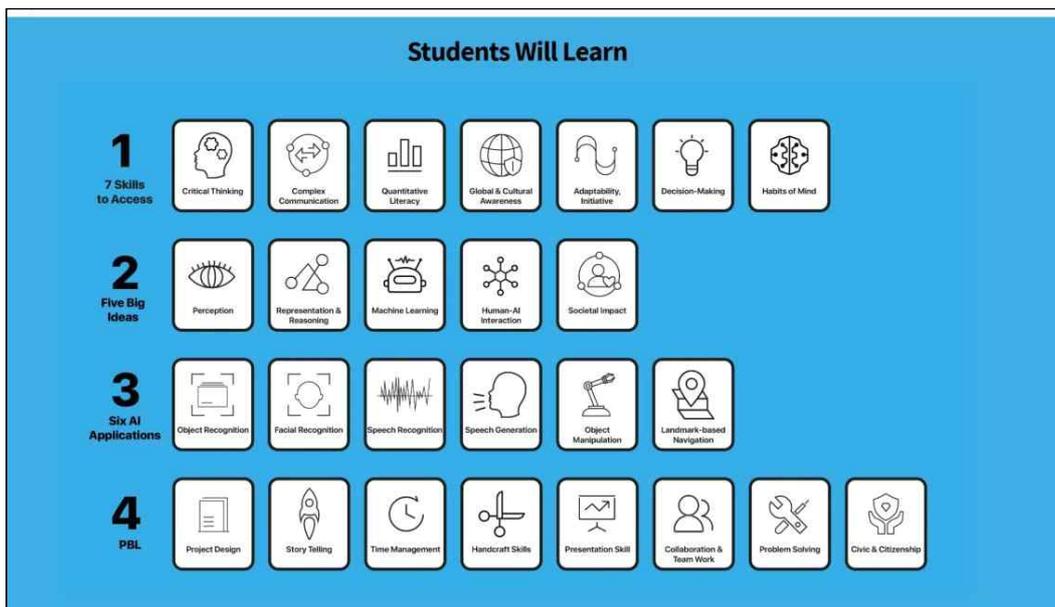
인공 지능 기준	노력 요함 (0-7점)	만족 (8-13점)	평균 이상 (14-19점)	돋보임 (20-25점)	점수 (각 25점)
인공 지능	프로젝트가 어떻게 사용되는지 불분명함; 팀 구성원이 그들의 해결 방안에 대한 AI 능력을 설명할 수 없음	AI를 문제 해결에 활용하는 프로젝트임; 5가지 빅 아이디어에 대한 기본적인 이해가 보임	5가지 빅 아이디어에 대한 철저한 이해와 문제와의 관련성을 보여줌	5가지 빅 아이디어와 당당한 문제 해결을 위해 AI의 고유한 능력을 활용함	/25
기술력	해결 방안의 기술적 측면에 대한 이해가 거의 또는 전혀 없음	기술적 이해가 있음; 프로젝트에 코딩이 포함되지 않더라도, 팀은 이를 구현 시 어떻게 수행될지 이해함	기술적 이해와 실행이 훌륭함	소프트웨어 개발 및 실행에 숙달됨; 해결 방안이 고급스럽고 효율적임	/25
설계 및 영향 기준(50%)	노력 요함 (0-2점)	만족 (3-5점)	평균 이상 (6-8점)	돋보임 (9-10점)	점수 (각 10점)
설계	프로젝트의 시청각 측면에 주어진 설계 고려사항이 거의 또는 전혀 없음	시청각 측면의 설계를 함	시청각 설계의 사용이 훌륭함; 사용자의 경험을 긍정적으로 만들어 줌	시청각 설계가 창의적임; 제안된 AI 해결 방안이 사용자의 경험을 신중하게 고려함	/10
문제 기술	프로젝트가 문제 설명과 일치하지 않거나 공동체와의 관련성이 입증되지 않음	프로젝트에서 문제 진술이 명확하나, 국가 또는 지역에서 의미 있는 요구가 아닐 수 있음	프로젝트에서 문제 진술이 명확하고, 팀은 해결 방안이 의미있는 결과를 도출하는 방법에 대해 설명할 수 있음	프로젝트는 국가 또는 지역적 중요한 문제를 해결하고, 팀은 여러 방면에 미치는 의미 있는 영향을 명확하게 설명할 수 있음	/10
AI 윤리	해결 방안의 긍부정적 영향에 대한 고려가 거의 또는 전혀 없음	해결 방안의 긍부정적 영향을 어느 정도 고려함	설계부터 구현까지 해결 방안에서 세심한 고려가 이루어짐	팀은 의도하지 않은 결과까지 포함하여 설계부터 구현까지 해결 방안을 세심하게 고려함	/10
발표 및 의사 소통	전달이 잘 되지 않음; 발표자가 발표 중 명확하지 않고 Q&A에서 만족스러운 수준으로 답변하지 못함	발표자가 계속 명확하고 간결하며 논리적으로 발표하지는 않음; 분명하고 크게 말함; Q&A의 답변은 만족스러움	발표자는 준비가 잘 되어있고 아이디어 전달이 명확하며 간결함; Q&A 답변이 만족스러움	발표자는 준비가 매우 잘 되어 있으며 명확하고 간결하며 열정적으로 아이디어를 전달함; Q&A에서 사려 깊은 답변을 함	/10
독창성	프로젝트가 원본이 아님	프로젝트가 독창성과 창의성에서 좋은 시도를 보임	다른 프로젝트에 비해 기여도가 독창적으로 구별됨	프로젝트가 독특하며 흥미롭고 아이디어가 신선함	/10
<b>총점 ()</b>					

마지막으로 [그림 36]의 (마) 'ReadyAI Lab Kit'에서는 나만의 AI 프로그램 제작을 위

한 각종 가이드, 교재, 강의 계획, 포스터, 수업 후 피드백을 받을 수 있는 이메일과 코스를 마친 후 성적표를 제공한다. 교육과정의 주요 대상은 K-8 학생이지만, 그 외 학생들도 가능하다. 강의 계획이 자세히 제공되므로 초중등 교사나 방과후 교사, 또는 홈스쿨링을 위한 부모에게도 유용하다. ReadyAI에서는 해당 키트를 통해 AI 접근을 가능하게 하는 7가지 기술(비판적 사고력, 복잡한 의사소통, 수량에 관한 문해력, 세계적이고 문화적 접근, 적응성 및 주도성, 의사결정, 사고방식)과 5가지 빅 아이디어(지각, 표현과 추론, 기계 학습, 인간과 AI의 상호작용, 사회적 영향), 6가지 AI 응용(사물 인식, 얼굴 인식, 음성 인식, 음성 생성, 사물 조작, 랜드마크 기반 네비게이션), 그리고 PBL 전략(프로젝트 계획, 스토리텔링, 시간 관리, 수작업 기술, 발표 능력, 팀워크 협력, 문제 해결, 시민성)을 배울 수 있다고 안내한다. 해당 내용은 [그림 37]과 같다.



[그림 36] 'ReadyAI Lab Kit' 소개 웹페이지



[그림 37] 'ReadyAI Lab Kit'를 통해 길러지는 역량

### (3) 프로그램 특징

ReadyAI는 유치부부터 고등학생까지 K-12에 속하는 학생들을 대상으로 하는 프로그램이다. 학령기 학생들의 눈높이에서 도전 의식을 돋우고 프로그램을 지속해 나갈 수 있도록 하기 위해 단계별 배지와 여권을 발급해 준다는 상황을 활용하고 있다. 또한 WAICY 대회를 마지막 단계에 배치함으로써 개인적인 AI 프로젝트를 세상에 꺼내놓을 수 있도록 유도하고 있다.

ReadyAI는 전체적인 교육과정을 공개하고 있지만 데모 수업을 제외한 각 수업별 자료는 유료 결제를 해야 볼 수 있다. 다만 필요하다면 누구든 개인적으로도 홈페이지에서 원하는 프로그램을 구매하여 사용 가능하기에 높은 접근성을 가진다. 또한 데모 수업을 기준으로 각 차시별 수업 자료가 단계별로 상세히 제공되고 있어 필요한 수업에 즉각 사용이 가능하다.

ReadyAI는 AI에 대한 전반적인 기초 지식에 대한 학습과 AI를 제작하고 활용함에 있어 필요한 윤리 교육을 따로 실시하지 않는다. 초등학교와 중학교 정규 교육과정 모두 하나의 큰 프로젝트로 구성되어 있을 뿐이다. 다만 이 프로젝트 안에 사회적 영향이 고려되도록 하였다. 이러한 구성은 자연스러운 맥락 안에서 AI 윤리 교육이 이루어질 수도 있으나, 교육과정 상에 명시되어 있지 않아 소홀하게 다루어질 수도 있다는 양면성을 갖게 된다. ReadyAI는 자체적으로 실시하고 있는 WAICY라는 인공지능 대회의 평가 루브릭을 통해 AI 윤리를 평가하고 있음을 보여주나, 이는 출품작품에만 해당된다는 아쉬움을 보인다.

그럼에도 불구하고 AI의 다양한 분야를 여러 학문 또는 분야와 접목하여 문제를 해결하는 방식으로 수업이 구성된다는 점은 특기 할만하다. Teachable Machine, Machine Learning for Kids, AI 4 All이 AI를 독립적으로 다루는 틀이라면, ReadyAI는 보다 통합적이다.<sup>8)</sup> 이는 학생이 삶 속에 적절한 AI 기술을 찾아 적용할 수 있고, 여러 개의 프로젝트를 긴 호흡으로 준비하여 완성해 나가며 성취감까지 얻을 수 있기에 K-12 발달단계에 있는 학생들에게 적합한 구성 방식으로 해석된다.

### 라. CSTA <sup>9)</sup>

미국에서 교사가 개발하는 AI 교육 프로그램은 대부분 컴퓨터과학 교사협회 CSTA(Computer Science Teachers Association)의 도움을 받는다. 현재 CSTA는 미국 인공지능협회AAAI(Association for the Advancement of Artificial Intelligence)와 K-12 국가교육과정을 마련하고 있다.

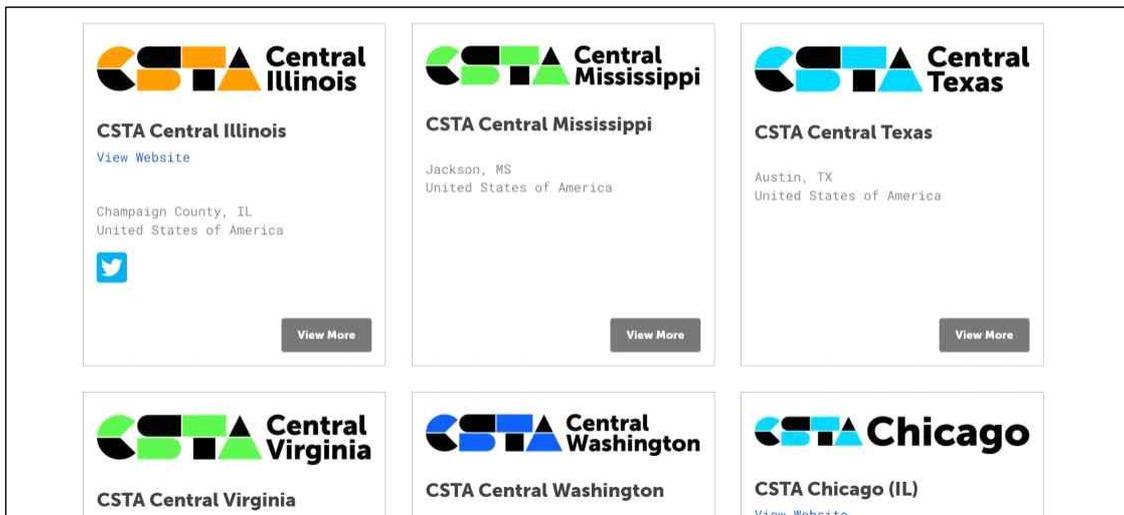
8) Jessica Van Brummelen, Phoebe Lin(2020). Engaging Teachers to Co-Design Integrated AI Curriculum for K-12 Classrooms, Cornell University, 3p. (출처 방법 확인 <https://arxiv.org/abs/2009.11100>)

9) <https://www.csteachers.org/>



[그림 38 'CSTA'의 웹사이트(미국) 첫 화면

CSTA의 웹사이트에서는 멤버십, 지역별 협회에 대한 소개와 컴퓨터 과학에 관한 각종 표준안(K-12 컴퓨터 과학 표준, CS 교사 기준, 용어사전), 교육자료, 행사 등에 대한 정보를 제공한다. CSTA는 회원제로 운영된다. 회원들은 지역 커뮤니티 및 학년별 커뮤니티, 전체 회원들 간의 커뮤니티에서 소통이 가능하다. 또한 각종 학습 자료와 교육 실습, 교구 할인 등의 혜택을 제공받아 전문성 개발에 도움을 받을 수 있다.



[그림 39] 'CSTA'의 지역 커뮤니티

**MENTORS in CS**

**Matching Experienced and Novice Teachers for Ongoing Rigorous Support in Computer Science**

Novice CS teachers in Wisconsin can receive rigorous, ongoing, one-on-one support from an experienced high school CS teacher. Mentors will guide teachers to self-reflect and set professional learning goals. They will meet virtually for about one hour twice per month throughout the school year. Goals of these mentorship meetings are to plan for and reflect on lessons, address challenges, build knowledge and skills, and monitor progress towards goals. Through individualized support through 1:1 mentorship, we expect teachers will demonstrate increased confidence, pedagogical content knowledge, and use of equitable and inclusive teaching practices.

[Download Project Description](#)

**Expected Outcomes**

- Increased confidence in teaching CS
- Sustained interest in teaching CS
- Increased PCK
- Increased use of equitable and inclusive teaching practices
- Increased confidence in supporting other CS teachers
- Growth towards mastery of indicators within the Standards for CS Teachers

**Activities**

- Design and manage a process to select and match mentors and mentees
- Develop and iteratively improve mentor training, materials, & structures
- Host monthly community of practice meetings for mentors
- Launch mentorship program across Wisconsin reaching 38 mentors and 38 mentees over the course of two years

**Get Involved**

We seek high school CS teachers in Wisconsin to participate in the mentorship program during the 2021-22 school year.

**Mentors**

- 5+ years experience teaching CS
- Interest in mentoring, leadership, and collaboration

[Learn More](#) [Express Interest](#)

**Mentees**

- 3+ years teaching experience
- 0 to 2 years of CS teaching experience
- Teachers Exploring Computer Science and/or AP Computer Science Principals

[Learn More](#) [Apply](#)

**Project Team**

CSTA is partnering with MetEd and the CSTA Wisconsin Delivered chapter on this National Science Foundation-supported research/practice partnership project. The leadership team includes:

[그림 40] 'CSTA'의 멘토링 프로그램

또한 멘토링 프로그램을 통해 저경력 교사 회원들을 개별적으로 지원한다. 멘티와 멘토는 학년도 내내 한달에 두 번 약 1시간 가량 가상으로 만나 수업을 계획하고 반영하며, 문제를 해결하고, 지식과 기술 등을 구축해 나간다. ‘멘토’는 CS 교육 경력이 5년 이상이고, 멘토링과 리더십 및 협업에 대한 관심을 가진 자, ‘멘티’는 교육 경력은 3년 이상이고 CS 교육 경력은 0~2년으로 컴퓨터 과학 또는 AP 컴퓨터 과학 원리 탐구를 가르치는 자가 지원 기준이 된다. 현재 멘토링 프로그램은 미국 내 위스콘신에서 이루어지고 있고, CSTA 위스콘신 지부 내 학습 관리자, 선임연구원 등의 리더십 팀도 함께한다.

CSTA는 AI 교육만을 목표로 하는 교사 단체는 아니다. 하지만 AI 교육을 포함하는 컴퓨터 과학 관련 교사들이 모여 서로의 수업에 대해 공유하고, 협회에서 주최하는 전문적 연수에 참여하는 등의 활동을 통해 교사 교육을 실시하고 있어, AI 교육의 발전을 도모하고 있다고도 볼 수 있다.

한편, 앞서 살펴본 AI4K12 및 AI4all, ReadyAI 뿐만 아니라 MIT Media Lab, 각종 대학 내에서 개발되고 있는 AI 교육 프로그램에는 교사용 자료가 제공되고 있다. 교사만을 위한 자료가 없을지라도 교육 프로그램이 곧 학습 자료가 될 수 있기에 교사가 AI 교육을 실행하기 용이한 환경이 구축되고 있다. 이는 교사들이 자율적으로 전문성 신장을 위한 도구로서 활용할 수 있는 바, 또 다른 형태의 교사 교육이라고도 여길 수 있을 것이다.

지난 2020년 12월 8일 미국 연방 하원의회에서 ‘국가 인공지능 전략’ 결의안<sup>10)</sup>이 통과되었다. 결의안에는 인력 개발, 국가 안보, 윤리 문제에 관한 내용이 포함된다. 다음은 ‘인력 개발’ 내 ‘고려해야 할 사항’으로 제시되는 네 가지 내용이다.

10) <https://www.congress.gov/bill/116th-congress/house-resolution/1250/text>

- 과학, 기술, 공학, 수학 및 컴퓨터 과학 교육을 지원하는 연방 프로그램에 대한 자금 지원 증대
- 윤리 과정과 모듈을 과학, 공학 및 컴퓨터 과학 교육과정에 통합하는 보조금 프로그램 자금 지원 지속
- 중등 및 중등 이후 학위 프로그램의 자격증을 포함하여 업계에서 인정하는 자격을 통합하는 인공지능 관련 새로운 교육 프로그램 연구 지원
- 과학, 기술, 공학, 수학 및 컴퓨터 과학 교육을 가르칠 수 있는 교원 증대에 관한 교사 준비 프로그램에 대한 지속적인 지원

미국은 공립학교의 경우 각 주에서 공식적 인허가 및 인가 과정을 관리하기 때문에 지역마다 그 내용이 크게 다르다. 특히 사립학교나 종교학교의 경우 더 많은 자율성을 가지고 있어 국가적으로 교사 관리 체제가 균일하지 않다.<sup>11)</sup> 이러한 현 체제에서 결의안의 내용은 국가적으로 교사 교육의 큰 방향을 제시한 것이라 볼 수 있다. 해당 내용을 통해 예상되는 교사 교육의 내용은 다음과 같다.

첫째, 교사는 AI 융합 교육이 가능해야 할 것이다. 미국은 AI교육을 각종 수업에 융합하여 지도할 것으로 보인다. AI 분야의 교사를 따로 양성하기보다 과학, 기술, 공학, 수학 및 컴퓨터 과학교육 분야의 지원을 늘리고, 해당 교육이 가능한 교원을 증대할 예정이기 때문이다. AI 융합 교육은 AI에 대한 이해와 기타 교과목의 전문성을 모두 갖추고 있어야 가능하다. 이러한 필요성은 교사 교육 프로그램에 반영되어 개발될 것으로 예상된다.

둘째, AI 윤리 교육이 가능한 교사가 필요할 것이다. 과학, 공학 및 컴퓨터 과학 교육과정에 접목되는 AI 윤리 교육에 대한 보조금 지원이 증대될 경우 해당 프로그램을 개발하고 적용할 교사가 많아야 함을 의미한다. 또는 관련 교사 교육 프로그램이 지속적으로 개발되고 적용될 것을 예상해 볼 수 있다.

## 2. 영국

영국은 올해 9월 22일 영국을 글로벌 AI 초강대국으로 만들기 위한 10개년 계획을 담은 국가 AI 전략을 발표하였다. 여기서 강조된 세 가지 주요 내용 중 ‘AI 생태계의 장기적 요구에 따른 투자’ 부분 내 ‘AI 및 데이터 과학 분야에서의 인재 양성’ 내용은 AI 교육과 관련된다.<sup>12)</sup>

국가 AI 전략은 그간 영국이 AI를 교육의 내용으로 삼기보다 채점 또는 수업의 업무 부담을 경감하기 위한 보조 도구로서 여기던 것을 문제 삼는 논의와, AI 협의회(AI Council)가 정부에 국가적 AI 전략을 세울 것을 제언한 ‘AI 로드맵’이 배경이 되어 제

11) <https://cset.georgetown.edu/publication/ai-education-in-china-and-the-united-states/>

12)

<https://www.gov.uk/government/publications/national-ai-strategy/national-ai-strategy-html-version#pillar-1-investing-in-the-long-term-needs-of-the-ai-ecosystem>

시되었다. AI 협의회는 AI 로드맵<sup>13)</sup>에 교육과 관련된 아래의 내용을 담은 바 있다.

6. 모든 사람의 AI와 데이터 문해력 향상을 위해 노력할 것
- 모든 아이들이 AI가 어떻게 작동하는지 기본적인 감각으로 학교를 떠날 수 있도록 도전적이지만 현실적인 목표를 세워야 한다.
  - AI는 전문 과목으로 교과 과정에 포함될 필요가 있다. 또한 컴퓨터 과학, 시민학, 지리 역사 등 다른 과목을 하는 새로운 방법의 일부가 되어야 한다.
  - 석박사학위에 대한 투자는 지속되어야 한다. 또한 데이터 과학과 연관된 분야 외의 분야에도 AI관련 과정을 포함시키는 계획을 확대해야 한다.
  - 교사들이 AI 지식을 배우고 개발할 수 있는 인센티브와 기회를 제공해야 한다. 모든 교사를 대상으로 프로그램을 통해 AI 개념 및 교수 방법을 이해시켜야 한다. 새로운 교육과정 자원은 교사의 사례 연구 및 연습을 위해 선정된 데이터 세트를 포함해야 한다.

영국 내 잉글랜드의 2014 개정 교육과정 내용 중 초등학교, 중학교 코딩 교육 의무화, 2017년 산업 전략 등은 다년간 영국이 AI 및 데이터 과학 분야를 강조해 온 것을 잘 보여준다. 그러나 지금까지는 AI 교육을 전면적으로 내세우기보다 컴퓨팅 프로그램 교육과정 내 일부 연계성을 가지는 학습 활동 정도를 다룬 정도이다.<sup>14)</sup> 이에 본고에서는 영국 내 학교 교육과정으로 다루어지지 않는 AI 교육을 이끌어 온 학생 프로그램과 교사를 돕기 위한 웹사이트를 소개하고자 한다.

#### 가. Machine Learning for Kids <sup>15)</sup>

##### (1) 개요

‘Machine Learning for Kids’ (이하 머신러닝포키즈)는 영국의 IBM 소프트웨어 개발자인 Dale Lane이 개발한 AI교육 플랫폼이다. 미국 구글에서 개발한 ‘티처블머신’<sup>16)</sup>과 같이 기계학습 모델을 만들 수 있는 온라인 기반 플랫폼이지만 접근 및 기능면에서 차이점을 갖는다. 특히 머신러닝포키즈에서는 학습을 위한 자료를 제공하고, 학급 관리 기능을 포함하고 있다. 하지만 기계학습 모델을 위한 플랫폼이기에 AI 교육을 전반적으로 다루어주지는 않는다.

13) <https://www.gov.uk/government/publications/ai-roadmap>

14) <https://edpolicy.kedi.re.kr/frt/boardView.do?strCurMenuId=10091&pageIndex=1&pageCondition=10&nTbBoardArticleSeq=830277>

15) <https://machinelearningforkids.co.uk/>

16) <https://teachablemachine.withgoogle.com/>



[그림 41] 'Machine Learning for Kids' 웹사이트(영국) 첫 화면

## (2) 프로그램 내용

머신러닝포키즈 웹사이트에 접속하면 가장 먼저 [그림 41]와 같은 화면이 시작된다. 이때 자동으로 접속한 나라의 언어로 번역되어 화면에 보인다. 언어는 화면 상단 오른쪽에서 선택하여 바꿀 수도 있다. 하지만 메뉴의 'pretrained', 'book', '뉴스' 페이지는 자동으로 번역되지 않고 있다.

첫 화면은 '1. 먼저 여러 데이터를 모아보십시오', '2. 데이터를 사용하여 인공지능을 훈련시켜 보십시오.', '3. 인공지능을 사용하여 스크래치 게임을 만들어보십시오.'와 같이 기계학습의 원리와 단계를 설명하며 '시작하기'를 유도한다. 이는 곧 로그인 또는 회원가입으로 연결되는데 학생 스스로 회원가입을 하고자 할 때 교사 또는 관리자에게 계정을 전달받아야만 한다. 그러나 '등록 건너뛰기'를 통해 회원가입 없이 체험해 볼 수 있다. 교사의 경우 학급 계정을 교사가 직접 설정하고 관리하고자 할 때에는 바로 계정을 만들 수 있으나, 관리자의 도움이 필요하다면 이메일을 보내야 한다.



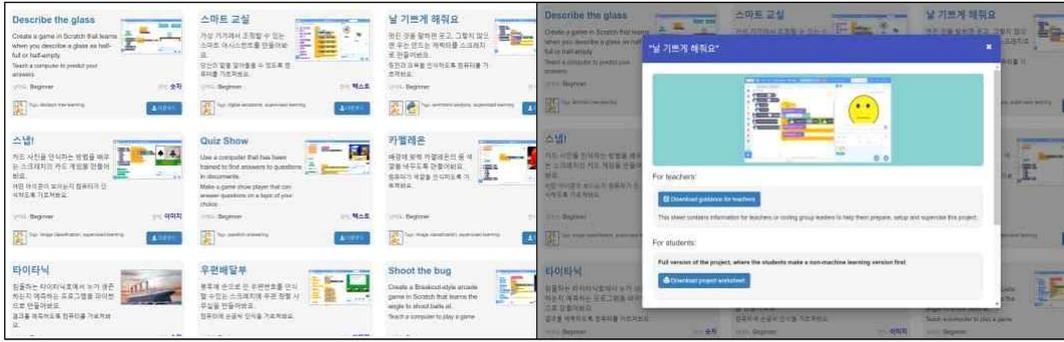
[그림 42] 'Machine Learning for Kids'의 회원가입



[그림 43] 'Machine Learning for Kids'의 소개 화면

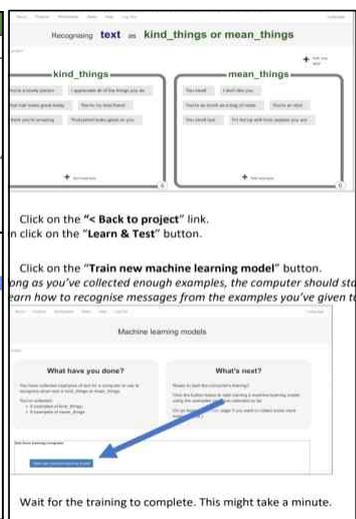
‘소개’에서는 머신러닝포키즈를 통해 가능한 기계학습 모델 구현에 대한 영상, 제공하는 기술 및 자료 등에 대한 전반적인 내용을 보여준다. 이중 교육 자료로서 교사와 학생에게 직접적으로 도움을 줄 수 있는 것은 [그림 43]의 ‘무엇을?’, ‘왜?’, 그리고 ‘더 많은 자료’에 연결된 페이지이다.

먼저, ‘무엇을?’에서는 머신러닝포키즈가 무엇을 할 수 있는 도구인지 설명한다. 여기에 연결된 (가) ‘워크시트’는 홈페이지 메뉴의 ‘워크시트’와 같은 페이지로 연결된다. 워크시트는 총 40종이 마련되어 있다. 워크시트의 다운로드를 클릭하면 [그림 45]의 오른쪽 화면과 같이 상세 페이지가 나온다. 상세 페이지에는 교사를 위한 안내 자료, 학생을 위한 비(non)기계학습 프로젝트의 전체 버전, 기계학습 프로젝트의 간단한 버전, 파이썬을 이용하는 파이썬 프로젝트 세 가지 워크시트가 제공된다. 그러나 일부는 워크시트의 종류가 1개 또는 2개만 제공되기도 한다. 교사를 위한 안내 자료는 [그림 46]와 같이 활동, 목표, 난이도, 소요 시간, 주제 및 준비물과 지도 시 유의점이 적혀있다. 학생용 워크시트는 [그림 47]과 같이 프로젝트를 만들어 가는 과정이 상세히 나와 있어 학생들이 워크시트를 갖고 바로 활동할 수 있다.



[그림 44] 'Machine Learning for Kids'에서 제공하는 워크시트

Machine Learning For Kids :: Teachers' notes	
<b>Worksheet</b>	<b>Make Me Happy</b>
<b>Activity</b>	Create a character in Scratch that smiles if you say nice things to it and cries if you say mean things to it.
<b>Objective</b>	<p><b>Teach a computer to recognise compliments and insults</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>How computers can be trained to recognise emotional tone</li> <li>How supervised learning builds systems that can deal with unexpected input</li> </ul>
<b>Difficulty level</b>	Beginner
<b>Time estimate</b>	45 minutes
<b>Summary</b>	Students will train a machine learning model to recognise compliments and insults by typing examples of kind statements and mean statements. They will use this in Scratch to make a character that reacts to messages based on sentiment.
<b>Topics</b>	sentiment analysis, supervised learning
<b>Setup</b>	
<b>Each student will need:</b>	
<b>Print-outs</b>	Project worksheet (download from <a href="https://machinelearningforkids.co.uk/worksheets/">https://machinelearningforkids.co.uk/worksheets/</a> )
<b>Access</b>	Blocks in Scratch scripts are colour-coded, so printing in colour will make it easier for students. Username and password for machinelearningforkids.co.uk:
<b>Class account will need:</b>	
<b>API keys</b>	<p>Watson Assistant 1 workspace per student</p> <p>One "Lite" API key is free but can only be used to create 5 workspaces One "Standard" API key can be used to create 20 workspaces</p> <p>more detail at: <a href="https://lithub.com/IBM-Watson-Studio-voice-recognition-on-Scratch-creating-compliments-and-insults/">https://lithub.com/IBM-Watson-Studio-voice-recognition-on-Scratch-creating-compliments-and-insults/</a></p>
<b>Help</b>	
<b>Potential issues</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Younger students may get carried away when writing insults to train the machine learning model. It may be helpful to set boundaries for what language is appropriate.</li> <li>Time management is important for this project. Students often lose track of time</li> </ul>

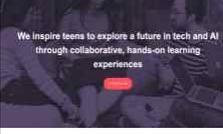


[그림 45] 'Machine Learning for Kids' 워크시트 내 교사용 안내 자료 [그림 46] 'Machine Learning for Kids' 내 'Make me happy' 프로젝트 학생용 워크시트의 일부

다음으로, '왜?'에서는 기계학습을 왜 배워야하는지 설명해 준다. 연결된 (나) '아이들을 위한 머신러닝 소개' 페이지를 누르면 머신러닝포키즈의 개발자 Dale Lane의 개인 블로그로 넘어간다. 글은 Dale Lane이 런던의 교사들을 위한 컴퓨팅 여름학교에서 기계학습이 무엇인지, 왜 교실에 도입해야 하는지, 어떻게 할 수 있는지 자신의 생각을 전달했던 것을 담아놓은 내용이다.

마지막으로, (다) '더 많은 자료'에서는 기계학습 교육을 포함한 교수학습자료를 제공한다. 연결된 페이지를 누르면 AI 교육과 관련된 각종 웹페이지와 프로그램이 소개된다. 앞서 소개된 미국의 'AI4ALL'과 'AI-in-a-box'를 제외한 내용은 <표 27>과 같다.

<표 27> ‘Machine Learning for Kids’의 ‘더 많은 자료’ 내용

이름	웹사이트 주소 및 내용	화면
eCraft2Learn	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://ecraft2learn.github.io/ai/">ecraft2learn.github.io/ai/</a></li> <li>- Ken Kahn이 초보자가 Snap에서 AI 프로그램을 제작할 수 있도록 만든 시각적 프로그래밍 환경임. 기계학습 시스템이 실제로 작동하는 방식에 대해 설명하는 자료가 제공됨.</li> </ul>	
Apps for Good	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://appforgood.org">appforgood.org</a></li> <li>- 영국 기반 비영리단체에서 만든 학습자료 사이트임. 기술 과목을 가르치기 위한 것으로 학교에서 무료로 사용할 수 있도록 하고 있음. ‘기계 학습 표준’, ‘기계 학습 언플러그드’, ‘하루 만에 기계 학습하기’ 뿐만 아니라 앱 개발을 위한 다양한 과정이 총 11가지 제공됨.</li> </ul>	
STEM Learning	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://stem.org.uk">stem.org.uk</a></li> <li>- 컴퓨팅 국가교육과정에 따른 초중등학교 학년별 컴퓨팅 교육과정을 개발해 무료로 공개함. 영국 경제, 에너지, 산업 전략분야와 STEM Learning이 AI 원리를 가르치기 위한 자료를 제작하여 제공함.</li> </ul>	
AI Family Challenge	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://curiositymachine.org">curiositymachine.org</a></li> <li>- 가족을 위한 무료 실습 AI 교육 프로그램. 머신러닝포키즈를 사용하며 기술 코치 및 멘토, 구조화된 수업 계획 및 비디오 등 추가적인 지원을 해줌. 가족과 기술 멘토의 도움을 받아 대회 출전도 가능함.</li> </ul>	
Raspberry Pi	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://raspberrypi.org">raspberrypi.org</a></li> <li>- 다양한 창의적 프로젝트에 대한 단계별 지침과 코드 클립을 위한 자료를 제공함. 기계학습 파트는 머신러닝포키즈의 다양한 프로젝트를 포함하고 있음.</li> </ul>	
AlinSchools	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://aiinschools.com">aiinschools.com</a></li> <li>- 교사가 9학년(13-14세)에게 AI를 설명할 수 있는 무료 수업 계획을 제공함. 여기에는 언플러그드 교실 활동과 AWS에서 실행되는 GPU에서의 신경망 교육을 위한 프로그래밍 활동이 모두 포함됨.</li> </ul>	
Magenta.js demos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://magenta.tensorflow.org">magenta.tensorflow.org</a></li> <li>- TensorFlow.js를 사용하여 기계 학습의 다양한 측면을 보여주는 온라인 장난감임. 피아노 변압기 샘플을 쉽게 탐색하고 선별하는 앱, 멜로디에 따라 드럼을 치는 머신러닝 드러머 등이 있음.</li> </ul>	
Google Experiments	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://experiments.withgoogle.com">experiments.withgoogle.com</a></li> <li>- 사진, 그림, 언어, 몸동작, 음악 등을 통해 기계 학습을 탐색하기 시작하는 온라인 실험임. 티처블머신도 이 중 하나의 프로젝트임. 간단하게 AI를 체험해 볼 수 있음.</li> </ul>	
Teens in AI	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://teensinai.com">teensinai.com</a></li> <li>- 12-18세 청소년들이 AI, 기계 학습 및 데이터 과학을 탐구할 수 있는 플랫폼임. 해커톤, 액셀러레이터 및 부트 캠프와 전문가 멘토링, 강연, 회사 견학, 워크숍, 네트워킹 기회를 제공함. 2018년 UN에서 열린 AI for Good Global Summit에서 시작된 이니셔티브임.</li> </ul>	
Exploring CS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://exploringcs.org">exploringcs.org</a></li> <li>- ECS는 고등학교 수준에서 전통적으로 소외된 학생들에게 특히 중점을 두고 모든 학생들을 위해 학습 기회를 증가시켜 컴퓨터 과학 지식을 민주화하는 데 전념하는 프로그램임. 학생들에게 사회적, 도덕적, 윤리적 영향을 고려하며 AI 지식과 기술을 포함하는 교육 과정이 10년에 걸쳐 연구자들에 의해 개발됨.</li> </ul>	
Videos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <a href="https://youtu.be/R9OHn5ZF4Uo">youtu.be/R9OHn5ZF4Uo</a> - <a href="https://youtu.be/Wm1ld-vEX3U">youtu.be/Wm1ld-vEX3U</a></li> <li>- <a href="https://youtu.be/o81QwXHbH5E">youtu.be/o81QwXHbH5E</a> - <a href="https://youtu.be/a0_lo_GDcFw">youtu.be/a0_lo_GDcFw</a></li> </ul>	

### (3) 프로그램 특징

머신러닝포키즈는 AI 교육에 포함될 수 있는 내용 중 기계 학습만을 다루는 웹사이트이다. 머신러닝포키즈가 2017년에 만들어졌으므로, 2014년부터 의무교육이 된 컴퓨팅 교과에 영향을 받았을 것이라 짐작해 볼 수 있다. 컴퓨팅 교과에 코딩 또는 컴퓨터 프로그래밍 능력을 함양할 수 있도록 지향하고 있다. 영국 내에서도 최근에 들어서야 AI 교육의 방향이 융합적이어야 하고, 사회적으로 미칠 영향에 관한 윤리 등을 다루어야 한다는 목소리가 높아지고 있으나, 머신러닝포키즈는 컴퓨터 과학 원리에 치우쳐져 있다는 점에서 다소 아쉬움이 남는다.

그러나 기존 프로그램 내용이 컴퓨터 과학의 기초라 할 수 있는 기계 학습을 충실하게 다루고 있다는 점을 무시할 수는 없다. 학생들이 컴퓨터 과학에 대해 함양된 기초를 바탕으로 현재의 사회적 요구와도 같은 AI 융합 교육을 받는다면 그 교육적 효과가 더욱 클 수도 있기 때문이다.

머신러닝포키즈는 교사가 온라인에서 학습을 관리할 수 있다는 독특한 특징을 갖는다. 한 학급당 학생은 30명까지 등록이 가능하며, 각 학생들은 3개의 프로젝트를 만들어 볼 수 있다. 또, 교사가 전체 또는 일부 학생을 대상으로 기계 학습 프로젝트를 생성하여 함께 작동하도록 지정할 수 있다.

또한 머신러닝포키즈는 블록 기반 프로그램인 스크래치를 활용한다. 따라서 스크래치를 다룰 줄 아는 학생들이 해당 웹사이트를 더 손쉽게 사용할 수 있다.

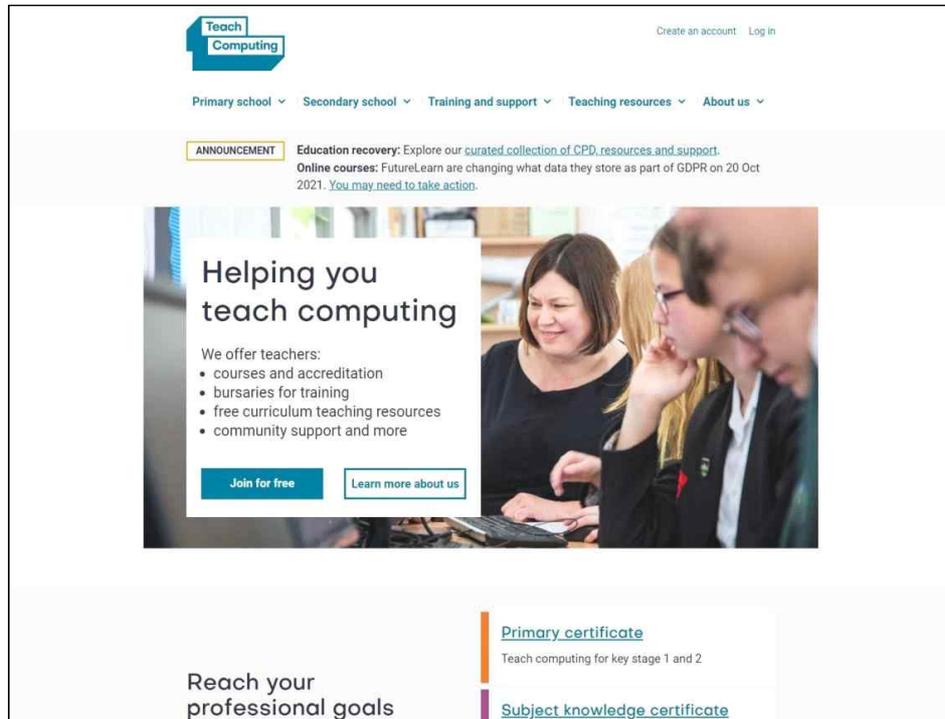
#### 나. Teach Computing <sup>17)</sup>

##### (1) 개요

Teach Computing은 국립컴퓨팅교육센터(이하 NCCE, National Centre for Computing Education)가 운영하는 교사용 프로그램이다. NCCE는 Teach Computing을 통해 영국의 모든 학교, 모든 어린이가 세계 최고의 컴퓨팅 교육을 받는 것을 목표로 한다. 이에 초·중·고등학교 교사를 지원할 수 있는 온·오프라인 연수, 수업 자료, 교육학 자료, 장학금 등을 제공한다. 현재까지 Teach Computing을 통해 다운로드 된 교육과정안은 349,000개이고, 29,500명의 교사가 14,000개 이상의 학교에서 참여하였다.

---

17) <https://teachcomputing.org/>



[그림 47] ‘Teach Computing’ 웹사이트(영국) 첫 화면

(2) 프로그램 내용

Teach Computing은 영국의 컴퓨팅 교육과정과 같이 AI 교육에 국한된 것이 아닌 컴퓨팅 교육 전반에 대한 것을 다룬다. 따라서 본고에서는 Teach Computing이 제공하는 교육과정이나 교육학에 대한 상세한 내용보다는 Teach Computing이 교사 교육을 해 나가는 운영 방식에 대해 중점적으로 소개하고자 한다.

먼저, (가)자격증을 수여한다. 자격증은 IT 분야에서 공인된 BCS에서 수여하는 것으로, 초등 컴퓨터 교사를 위한 자격증 1종, 중등 컴퓨터 교사를 위한 자격증 2종(과목 지식 자격증, 보조 자격증)이 있다. 자격증을 받는 일련의 과정을 포함한 각종 내용은 <표 28>과 같다. 해당 웹사이트에서는 메뉴 ‘Primary school - Primary Certificate’, ‘Secondary school - Subject knowledge certificate / Secondary certificate’ 에서 확인할 수 있다.

<표 28> 'Teach Computing'의 자격증 내용 및 수여 과정

종류	내용 및 수여 과정	소개 영상 장면
초등 컴퓨터 교사를 위한 자격증 Certificate in Primary Computing	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기본 컴퓨팅 프로그램</li> <li>- 컴퓨팅 지식을 향상시키려는 모든 배경의 교사를 지원하기 위해 고안된 전문 개발 프로그램</li> <li>- STEM Learning 내 계정 생성 → 컴퓨팅 관련 설문지 작성 → 대면 또는 원격의 맞춤형 CPD 프로그램 완료 → 다른 교사 및 지역 실습 통한 커뮤니티 활동 → 자격증 수여</li> <li>- 같은 주제 수업에 대해 자신감을 갖게 되고, 수업 계획에 소요되는 시간을 절약하며 교육 아이디어를 얻을 수 있음</li> </ul>	 <p>https://youtu.be/JLXm5NhHgVY</p>
과목 지식 자격증 Subject knowledge Certificate	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 교육부에서 자금을 지원하는 교사를 위한 전문 개발 프로그램(Computer Science Accelerator)을 통해 취득하는 컴퓨터 과학 과목 지식에 대한 국가 자격증</li> <li>- 현재 및 장래의 컴퓨터 교사 또는 컴퓨터 공학을 가르친 경험이 거의 없거나, 주제 지식을 심화시키려는 고경력 교사까지 참여 가능</li> <li>- STEM Learning 내 계정 생성 → 주제 지식 평가 위한 설문지 작성 → 경험에 따른 5가지 코스 중 선택하여 참여 → 짧은 테스트 통과 후 자격 획득</li> <li>- 5가지 코스 : 새로운 컴퓨팅, 알고리즘 및 프로그래밍 초보, 컴퓨터 시스템 초보, GCSE 컴퓨터 과학 지도 준비, GCSE 컴퓨터 과학 심화</li> <li>- 공립 학교 및 대학 내 교사와 훈련생 교사, 학교로 복귀할 교사 등에 대해 무료이며 주정부 지원 교육을 받는 교사인 경우 학자금 지원 신청 가능</li> </ul>	 <p>https://youtu.be/CVlI2nrwhkM</p>
보조 자격증 Secondary Computing Teaching	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Computer Science Accelerator 프로그램을 이수하고 중등 컴퓨팅 교육을 발전시키는 데 필요한 과목 지식을 갖춘 교사에게 적합</li> <li>- CSA 프로그램 완료 → STEM Learning → 로그인 후 다음 단계 식별 → 자신에게 적합한 과정 검색 → CPD 프로그램에 참여하여 실습 및 개발 → 지역 사회를 위한 다양한 활동 수행 → 수료증 수여</li> <li>- 학습, 주제 및 커뮤니티에 대한 전문적 헌신을 인정받을 수 있고, 교육과정 전반에 걸쳐 과목을 가르칠 수 있는 자신감을 갖게 됨</li> </ul>	 <p>https://youtu.be/hPpAB-g_9Kc</p>

다음으로, (나)Computing Hubs 네트워크를 지원한다. 영국 전역에 컴퓨팅 교육에 탁월한 허브로 정해진 학교 및 대학은 총 34개로, 모든 젊은이들에게 고품질의 컴퓨팅 교육이 제공될 수 있도록 학교와 대학을 지원해 준다. 지원 방법은 두 가지로 첫째, 피지컬 컴퓨팅 키트를 대여해 준다. 키트의 종류로는 크럼블, 마이크로비트, 라즈베리파이 피코와 3 모델 B+가 있다. 피지컬 컴퓨팅 키트에 대한 대면 또는 원격 연수 과정이 마련되어 있어 교사들은 수업 준비에 도움을 받을 수 있다. [그림 48]는 실제 Great Chesterford Primary Academy의 교사 Chloe Barden이 London, Hertfordshire 및 Essex Hub에서 크럼블을 빌려 학생들이 활용하고 있는 모습<sup>18)</sup>



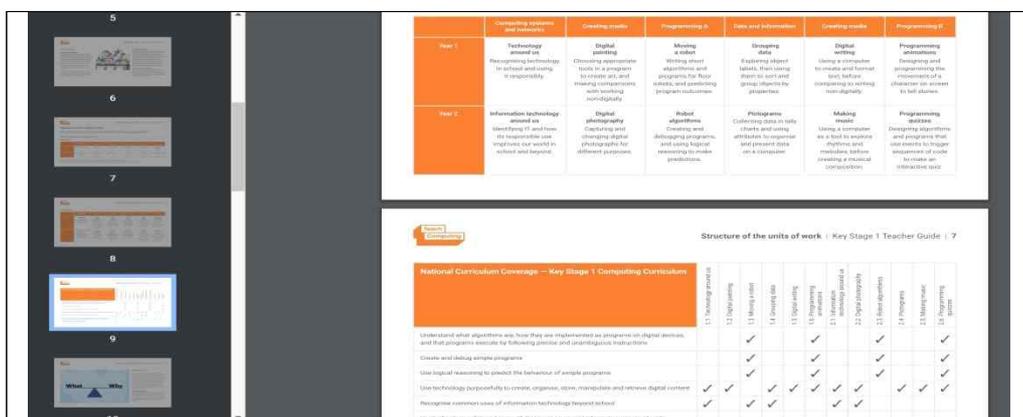
[그림 48] 'Teach Computing'의 'Computing Hubs' 활용 모습

이다. 둘째, 자격 기준을 충족하는 학교에 대해 전액 자금 지원 및 컨설팅, 지침을 제공한다. <표 29>는 지원 기준별 보조금 및 컨설팅에 관한 내용이다.

<표 29> 'Teach Computing'의 'Computing Hubs' 주제 전문가 지원 내용

기준	지원 내용
아직 GCSE <sup>19)</sup> 컴퓨터 과학을 제공하지 않았거나 다시 도입하는 것을 고려하고 있는가?	- 2.5일 무료 컨설팅 및 지도 - 장학금 £1400 지원 - 한 학년도 이상 GCSE 컴퓨터 과학을 다루지 않은 학교가 다음 학년도에 다루는 것을 약속한 학교/대학을 위해 £4000 장학금 추가 지급
GCSE 컴퓨터 과학을 포기하고자 하는가?	- 1일 무료 컨설팅 및 안내 - 장학금 £1400 지원
지난 2년간 GCSE 컴퓨터 과학을 가르치기 시작했는가?	- 1일 무료 상담 및 안내 - 보조금 없음
지역 5 또는 6 학군 내 초등학교나 중학교인가?	- 0.5일 무료 컨설팅 및 안내 - 보조금 없음

마지막으로, (다)교육자료 및 교육학적 교수법을 제공한다. 교육자료는 크게 교육과정에 따른 학년별 교사 가이드, 교육과정 지도, 각 수업별 자료가 제시된다. 수업별 자료에는 계획, 수업용 슬라이드, 워크시트, 숙제 및 평가 내용이 포함된다. 이러한 컴퓨팅 과학 수업 내용은 학년별 상호 연결된 네트워크로 구성된 프레임워크를 기반으로 하며, 최신 교육에 대한 연구와 교사 피드백을 바탕으로 주제별 전문가가 구성한 것이다. 모든 콘텐츠는 무료로 사용할 수 있고, 학습자에 맞춰 수정할 수 있다. 특히



[그림 49] 'Teach Computing'의 교사 가이드

18) <https://blog.teachcomputing.org/nce-physical-computing-hub-kits-coming-soon-to-a-hub-near-you/>

19) GCSE는 General Certificate of Secondary Education의 약자로, 영국에서 중등교육을 제대로 이수했는지 평가하는 국가 검정 시험을 일컫는다. GCSE에 컴퓨터 과학도 한 과목으로 포함된다.



### 3. 핀란드

핀란드는 2017년 10월 ‘핀란드의 AI 시대’ 라는 제목의 국가 AI 전략<sup>20)</sup>을 발표하였다. 이후 2018년 ‘AI 시대의 노동’ 에 관한 정책 보고서로 이를 보완하고, 2019년 ‘AI 시대로 가는 길’ 이라는 핀란드 AI 프로그램의 최종 보고서를 발표하였다. 2020년 11월부터 핀란드는 AI 4.0 프로그램을 포함한 업데이트 된 AI 전략을 시작하고 있다. 핀란드는 교육 시스템이 비교적 안정적으로 정립되어 있고 국가적으로 인적 자본의 비중이 큰 나라이기에 학교 교육 대상자만이 아닌 전 국민의 평생 학습을 강조한다. 또한 핀란드 경제 고용부는 기존의 AI 및 로봇의 활용과 개발이 수학 및 기술 분야에 치우쳐 있는 것이 사회 전반의 변화를 지원하기 적합하지 않다고 다방면에 융합된 AI 과정을 제공하는 교육 시스템으로 개혁하고 있다. 다음은 관련 정책 권장 사항이다.

- 모든 시민의 AI 문해력을 보장한다. MOOC를 통해 AI에 대한 기초 지식과 AI 응용 프로그램에 대한 기본적인 이해를 달성하도록 한다.
- AI의 기초와 구축 과정을 제공하는 ‘Elements of AI’를 통해 AI를 이해하도록 한다. 가능한 많은 사람들에게 다가가는 것을 목표로 하기 위해 기본 과정은 유럽 연합의 모든 언어로 번역한다.
- Python 온라인 입문 과정을 제공한다.
- AI 과정을 제공하는 대학의 석사 및 학사 프로그램을 소개한다.  
: Aalto 대학의 기계학습, 데이터 과학 및 AI에 대한 석사 프로그램  
: 헬싱키 대학의 데이터 과학 또는 디지털 인문학 석사 프로그램
- 교사가 수업에 AI를 사용하도록 인센티브 및 교육 매커니즘을 제공한다.

핀란드는 2014 국가핵심교육과정에 프로그래밍 교육을 필수로 포함하고 2016년부터 적용하여 이를 기본 교육 내 타 교과와 융합하여 진행하고 있으며, AI 교육은 이를 기반으로 한다. 따라서 본고에서는 AI 교육과 관련된 프로그래밍 교육 프로그램 및 웹사이트를 소개하고자 한다.

#### 가. Linkki <sup>21)</sup>

헬싱키 대학 내 과학교육센터는 LUMA(수학, 환경 과학, 과학 및 기술 과목) 센터 와 함께 LUMA 과목의 융합 교육을 지원하고 있다. 유아부터 고등학생, 그리고 일반인을 위한 수학, 과학 및 프로그래밍 동아리가 총 10개 마련되어 있고, 이 중 AI 교육 관련 동아리는 ‘프로그래밍 동아리’, ‘알고리즘 프로그래밍 동아리’, ‘가상 프로그래밍 동아리’ 이다. 동아리는 평일 오후 주 1회 5~10주간 운영된다. 동아리 강사는 관련 주제에 관한 교육을 받았거나 강사 교육을 받고 있는 대학생이다. 온라인을 활용한 가상 동아리는 무료로 쉽게 참여가 가능하고, 기타 동아리에 따라 인력, 공간 및 재료 구입에 필요한 비용이 발생할 수 있다.

20) [https://knowledge4policy.ec.europa.eu/ai-watch/finland-ai-strategy-report\\_en](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/ai-watch/finland-ai-strategy-report_en)

21) <https://linkki.cs.helsinki.fi/en/>

Linkki는 알고리즘 프로그래밍을 포함한 프로그래밍 관련 동아리를 일컫는다. 9~16세 학생을 대상으로 컴퓨터 과학 및 프로그래밍 기술을 가르치며 교사를 지원한다. 컴퓨터 공학을 전공하는 대학생들이 매년 프로그래밍에 관한 12개의 방과후 동아리와 12개의 여름 캠프를 주간 운영한다. 대부분 핀란드어로 진행되나 스웨덴어나 영어를 구사하는 어린이들의 참여도 가능하다.

특징적인 점은 기술 분야에 대한 참여도가 저조한 여학생들의 문턱을 낮추기 위하여 기본 활동 외에 여학생 전용 동아리와 캠프를 조직하여 운영하는 것이다. 또한 수도권 공공 도서관과 함께 Pulmaio 프로젝트를 운영하기도 한다. 이는 도서관 사서가 수학 및 프로그래밍 문제가 포함된 활동 기반 워크샵을 운영하는데 사용할 수 있는 워크샵 모델과 교재를 제작한 것이다. 해당 프로젝트는 공공 도서관 네트워크를 통해 전국적으로 확산하고자 노력하고 있다. 또 다른 학교 외 활동으로는 YLE 프로젝트가 있다. 게임 방식으로 이루어지는 이 프로젝트는 다양한 챌린지에서 코드를 얻고, 이를 사용하여 애니메이션 스토리에서 추가 에피소드를 받을 수 있다. 프로그래밍, 컴퓨터 및 기술, 인터넷 및 과학에 대한 인식을 게임을 통해 제고함으로써 더 많은 어린이들의 관심을 확보하고 있다.

<표 30>은 2021년 7월부터 시작된 가을 동아리의 내용으로, 학년과 운영 기간, 운영 내용을 확인할 수 있다.

<표 30> 헬싱키 대학 내 프로그래밍 동아리 'Linkki' 2021년 가을 운영 내용

동아리 종류	운영 내용
초보자를 위한 어린이 프로그래밍 동아리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대상 : 2~4학년</li> <li>• 프로그래밍 언어로서 스크래치 배우기</li> <li>• 읽고 쓰는 능력과 기본적인 마우스 및 키보드 기술이 필요함. 활동지를 따라 스크래치를 활용해 게임 만드는 활동을 함.</li> </ul>
상급자를 위한 어린이 프로그래밍 동아리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대상 : 2~6학년(스크래치 프로그래밍의 기본 사항을 알고 경험이 있는 학생)</li> <li>• 첫 시간 구현하고 싶은 게임에 대한 아이디어를 각자 제시하고 강사는 이에 대한 지침을 마련하여 안내함.</li> </ul>
초급자를 위한 파이썬(Python) 프로그래밍 동아리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대상 : 초보자 또는 5~9학년</li> <li>• 매주 동아리 주제를 변경하여 진행함. 프로그래밍 언어의 구조와 기술을 배우는 활동을 함.</li> </ul>
초급자를 위한 자바(Zava) 프로그래밍 동아리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대상 : 6~9학년(스크래치와 같은 프로그래밍에 익숙한 사람들에게 권장)</li> <li>• Java 프로그래밍의 기초부터 시작하여 기술이 축적되는 정도에 따라 강사의 도움을 받아 개별 진도로 진행함.</li> </ul>
고급 원격 프로그래밍 동아리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대상 : 6~9학년(파이썬, 자바 등에 능숙한 사람)</li> <li>• 강사의 도움을 받아 개별 진도로 진행함. 프로그래밍 언어를 통해 프로젝트를 개발함.</li> </ul>
알고리즘 동아리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대상 : 연령 제한 없으며 관심있는 자라면 가능</li> <li>• 주제 예시 : 신경망, 음성인식, 버전 관리 등</li> <li>• 수학, 프로그래밍 및 논리적 사고와 관련된 흥미로운 문제를 소개하고 그에 대한 해결책을 고려함.</li> </ul>
가상 프로그래밍 동아리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대상 : 지역이나 경험에 상관없이 누구나 가능</li> <li>• 스크래치 프로그램 웹사이트 내 'Virtual Club Studio'에서 매일 열림. 주간 챌린지는 기존까지 게시되었던 챌린지를 활용할 수 있음. 자신의 스크래치 게임 프로젝트에 대한 도움은 스크래치의 Peliklinikka 스튜디오의 게임 클리닉에서 받거나, 'Twitch.tv'의 라이브 코딩을 활용해 댓글로 게임 및 프로그래밍에 대해 문의할 수 있음.</li> </ul>

나. Mehackit 22)

Mehackit은 교육학적으로 고품질의 창의적 기술 교육 및 학습 자료를 제공하는 사회적 기업이다. 2014년 설립되어 1000명 이상의 교사를 교육하였고 전 세계적으로 4000명 이상의 학생들이 그 교육을 받았다. Mehackit은 프로그래밍 교육을 의미 있는 것과 연결하는 것을 지향하며 프로그래밍과 메이커 문화, 예술 교육 등을 융합한 과정을 제공한다. 9개의 과정 중 4개는 핀란드어로, 5개는 영어로 제공되며, 중학생 및 고등학생을 대상으로 하지만 필요한 경우 원하는 사람은 누구나 참여할 수 있다. 웹사이트에는 과정별로 필요한 지식 및 기술, 지도상 유의점 등이 기술되어 있다. 각 과정별 내용은 <표 31>과 같다.



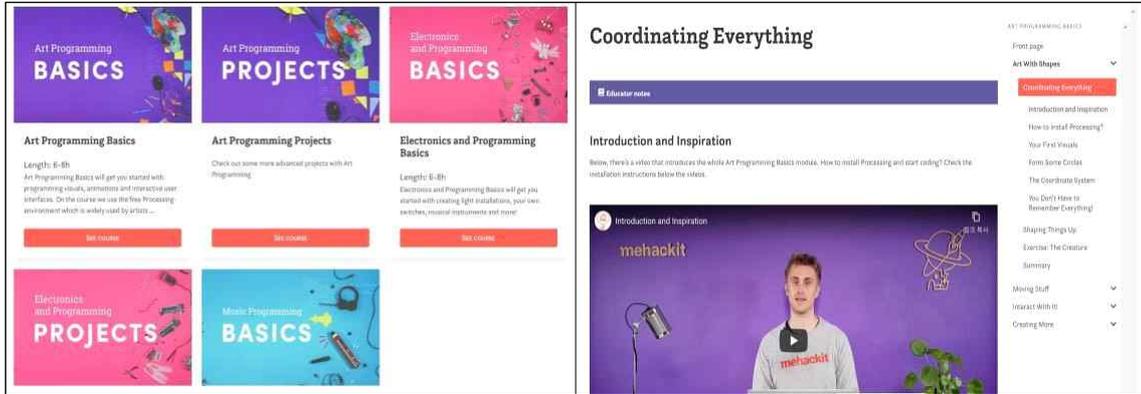
[그림 52] 'Mehackit' 웹사이트(핀란드) 첫 화면

22) <https://mehackit.org/>

<표 31> ‘Mehackit’에서 제공하는 과정별 내용

과정명	과정별 내용	특징
Arduino-pr ojekteja Maker kitillä  아두이노 프로젝트 <메이커 워드 키트>	1. 과정 안내 2. 전자공학과 아두이노의 기초 3. 아두이노의 스위치 및 응용 4. 아두이노의 센서 및 응용 5. 움직이는 로봇 만들기 6. 자신의 프로젝트 만들기 7. 메이커 교육 안내	- Vantaa 지역 고등학교의 프로그래밍 및 로봇 교육 <Robolukio>에서 활용한 과정 - 고등학교 과정(25시간) - 기술 불평등을 줄이고 모든 사람이 창의적 기술 사용을 가능하도록 하는 경험을 제공하는 것을 목표로 프로그래밍을 가르치기보다 프로그래밍과 세상이 관련되어 있음을 알려줌.
Kuvataide ja ohjelmointi Processing illa  <처리를 통한 시각 예술 및 프로그래 밍>	1. 모양과 색상 2. 애니메이션 3. 상호 작용 4. 생성 예술 5. 게임 6. 심화 소재 및 프로젝트 마무리	- 시각 예술 고등학교 프로그래밍을 위해 설계된 과정 - 고등학교 과정(25시간) - 웹사이트(openprocessing.org)에서 색, 모양부터 게임까지 만드는 방법을 익히고 이를 이용해 자신의 프로젝트를 만들어 봄.
Let Me Hack It	1. 프로그래밍 안내 2. 도구로서의 오락과 꿈 3. 감지 및 4. 해킹 및 공유 5. 최종 프로그래밍 과제 및 실험	- 초등학교 교사 대상의 연수이지만 관심 있는 사람은 누구나 이용 가능(30시간) - 교사가 메이커 교육을 통해 기술, 교육학 및 콘텐츠 관리를 강화할 수 있도록 함. 시각 예술 프로그램 및 음악 프로그램, 아두이노를 활용함.
Robotiikka tulevaisuude ssa  <미래의 로봇 공학>	1. 사물인터넷 2. 로봇 공학 및 인터페이스 3. 일상 속 로봇 공학 4. 로봇 공학 프로젝트	- 아두이노, 라즈베리파이 등을 이용한 로봇 공학 프로젝트의 심화 과정 - 고등학교 과정(25시간) - 프로그래밍 가능한 전자 장치가 현재와 미래 삶에 미치는 영향을 가르침.

이 밖에도 영어로 제공되는 ‘아트 프로그래밍 기초’, ‘아트 프로그래밍 프로젝트’, ‘전자 및 프로그래밍 기초’, ‘전자 및 프로그래밍 프로젝트’, ‘음악 프로그래밍 기초’ 과정이 있다. 온라인 학습 자료는 무료이고, 아두이노를 비롯한 각종 센서, 모듈 등의 메이커 키트를 136.4유로에 판매하고 있다.



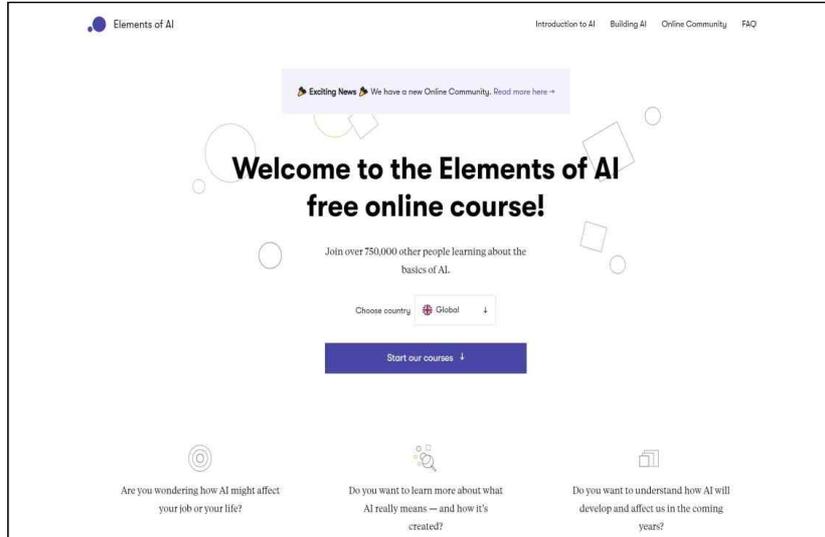
[그림 52] 'Mehackit' 과정 및 상세 페이지

#### 다. Elements of AI <sup>23)</sup>

Elements of AI는 2018년 헬싱키 대학교와 온라인 교육회사 Reaktor가 협력하여 구축한 AI 교육용 웹사이트이다. 나이, 교육 수준 등에 상관없이 핀란드 국민의 1%가 인공지능 기초에 대해 배우도록 하겠다는 핀란드 정부의 주도적 취지로부터 개발되었다. Elements of AI는 유럽 내 다양한 언어 및 영어로 지원되어 170개국 이상의 국가에 소개되고 있으며 75만 명이 넘는 학생들이 웹사이트 과정에 등록하여 이용하고 있다. 특히 과정 참가자 중 약 40%가 여성으로 컴퓨터 공학 과정 평균의 두 배가 넘는 점이 특징적이다. 이는 앞서 소개된 핀란드의 'Linkki' 뿐만 아니라 다른 나라에서도 AI 교육에 여성의 참여율을 증가시키려는 움직임 가운데 돋보이는 수치라 할 수 있다.

Elements of AI에는 단 2개의 과정만 제시되고 있다. 과정을 신청하고 마치는데 제한이나 기한이 정해져 있지 않으나 모든 과정을 마치기까지 대략 6주의 시간이 소요된다. 모든 과정을 마치면 인증서를 받게 된다. Elements of AI의 과정은 학생 및 교사만을 위한 프로그램이 아니기 때문에 학교에서 활용하기 위한 교육 자료의 형태로 제공되고 있지는 않다. 웹페이지 안에서 학습할 수 있는 수업 그 자체로 제공되고 있으며, 영상 대신 긴 분량의 글과 함께 퀴즈, 예제, 사례 등이 별도로 제시된다. 각 과정별 내용은 <표 32>와 같다.

23) <https://www.elementsofai.com/>



[그림 53] 'Elements of AI' 웹사이트(핀란드) 첫 화면

<표 32> 'Elements of AI'에서 제공하는 과정별 내용

과정명	내용		
AI 소개	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. AI란 무엇인가? <ul style="list-style-type: none"> <li>- AI 정의하기</li> <li>- 관련 분야</li> <li>- AI의 철학</li> </ul> </li> <li>2. AI 문제 해결 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 검색 및 문제 해결</li> <li>- AI로 문제 해결하기</li> <li>- 검색 및 게임</li> </ul> </li> <li>3. 현실 세계 AI <ul style="list-style-type: none"> <li>- 승률과 확률</li> <li>- 베イズ 법칙</li> <li>- 나이브 베이즈 분류</li> </ul> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. 머신 러닝 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 머신러닝의 종류</li> <li>- 최근접이웃 분류</li> <li>- 회귀</li> </ul> </li> <li>5. 신경망 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 신경망의 기본 사항</li> <li>- 신경망 구축 방법</li> <li>- 고급신경망 기술</li> </ul> </li> <li>6. 시사점 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 미래 예측</li> <li>- AI의 사회적 영향</li> <li>- 요약</li> </ul> </li> </ol>	
AI 구축	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. AI 시작하기 <ul style="list-style-type: none"> <li>- AI의 중요성</li> <li>- 최적화</li> <li>- 언덕 오르기</li> </ul> </li> <li>2. 불확실성 다루기 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 확률의 기초</li> <li>- 베イズ 법칙</li> <li>- 나이브 베이즈 분류</li> </ul> </li> <li>3. 머신 러닝 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 선형 회귀</li> <li>- 최근접이웃 분류</li> <li>- 텍스트 작업</li> <li>- 과적합</li> </ul> </li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. 신경망 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 로지스틱 회귀</li> <li>- 로지스틱 회귀에서 신경망으로</li> <li>- 딥러닝</li> </ul> </li> <li>5. 결론 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 요약</li> <li>- 당신의 AI 아이디어</li> <li>- AI 아이디어 갤러리</li> </ul> </li> </ol>	

라. Ethics of AI 24)



[그림 54] 'Ethics of AI' 웹사이트(핀란드) 첫 화면

Ethics of AI는 2020년 헬싱키 대학에서 개발한 인공지능 윤리를 위한 무료 온라인 과정이다. Elements of AI와 같이 Ethics of AI 역시 교육기관을 위한 프로그램이 아니라, 전 국민과 세계인을 위해 개발되었다. 이 과정에서는 AI의 사용 및 개발이 허용될 때 윤리적으로 우려되는 이유를 알아보고, 현재 AI와 관련된 윤리적 문제와 개념을 익히며, 실제 연습을 통해 윤리적 개념과 이론을 AI와 결합하는 방법에 대해 배우게 된다. 과정을 이수하는 데 특별한 기술은 필요하지 않지만 기계학습과 같은 기본 개념에는 익숙해져야 한다. 이 과정을 이수할 경우 2학점을 얻을 수 있으며, 수강자 자신의 작업과 함께 완료할 수 있도록 설계되었다. 현재 웹사이트에서는 핀란드어, 영어, 스웨덴어로 제공된다. 해당 과정의 내용은 <표 33>과 같다.

24) <https://ethics-of-ai.mooc.fi/>

<표 33> 'Ethics of AI' 과정 내용

주제	소개	내용
소개	AI의 윤리가 무엇을 의미하고 가치와 규범은 무엇인지, AI의 윤리적 원리에 대해 배움.	1. AI 윤리에 대한 안내서 2. AI 윤리란 무엇인가? 3. 가치와 규범 4. AI의 윤리적 틀
피해 예방	AI 맥락에서 선을 행하고 해를 피하는 원칙은 무엇을 의미하고, '공동선'의 개념과 어떤 관계가 있는지 알아봄.	1. 우리는 무엇을 해야 하는가? 2. 공동선 : 결과 계산 3. 공동선과 웰빙
책임	책임이란 무엇을 의미하고 AI 윤리에 어떻게 적용되는지, 도덕적 권위와 책임의 중요성, 책임을 입증하는 것의 어려움에 대해 살펴봄.	1. 알고리즘 및 책임 2. 책임이란 무엇인가? 3. 무엇으로부터 누구를 탓할 것인가? 4. 책임 분담의 문제
투명성	AI의 투명성이 중요한 이유와 투명성이 영향을 미치는 주요 문제, AI 시스템의 투명성과 관련된 위험에 대해 알아봄.	1. AI의 투명성 2. 투명성이란 무엇인가? 3. 투명성과 개방의 위험
인권	AI 윤리 원칙에서 인권은 무엇이고 어떻게 고려되는지, AI에서 특히 중요한 개인정보 보호, 보안 및 포용에 대한 권리를 살펴봄.	1. 소개 2. 인권이란? 3. 인권의 예 : 프라이버시, 보안 및 포용 4. AI와 관련된 아동의 권리
정의	AI 맥락에서 정의는 무엇을 의미하고, 차별은 어떻게 나타나며, AI 시스템의 왜곡은 어떻게 줄일 수 있는지 알아봄.	1. 정의란 무엇인가? 2. 다양한 형태의 정의 3. 차별과 왜곡 4. 스튜 제거
AI의 윤리 실천	오늘날 AI 윤리에 대한 도전이 무엇인지, AI 가이드라인의 역할과 발전 방향에 대해 살펴봄.	1. 원칙에서 행동으로 2. 행동하는 윤리 3. 윤리의 발전

#### 4. 독일

독일은 2018년 11월 ‘국가 KI<sup>25)</sup> 전략<sup>26)</sup>’을 발표하였다. 이후 주요 조치를 제시하는 중간 보고서와 2019년 10월 연방 정부 데이터 윤리위원회의 윤리적 지침 및 권고사항, 2020년 10월 사회적 책임 및 경제·사회·생태에 관한 구체적 권고안을 연이어 발표하였고, 2020년 12월 업데이트 된 AI 전략을 채택하였다. 전 국민을 대상으로 하는 평생학습과 기술 재교육에도 집중하고 있으나, ‘인적 자본’ 내 공교육 관련 AI 정책에 대한 내용은 다음과 같다.

25) 독일은 AI 대신 Kuenstlich(인위적) Intelligenz(지능)의 앞 글자를 따 ‘KI’라는 용어를 사용한다.

26) [https://knowledge4policy.ec.europa.eu/ai-watch/germany-ai-strategy-report\\_en](https://knowledge4policy.ec.europa.eu/ai-watch/germany-ai-strategy-report_en)

- 학습 과정, 비디오, 팟캐스트 및 지식 교환을 통해 AI의 견고한 기술 기반을 마련하기 위해 AI 캠퍼스와 같은 학습 플랫폼을 확장한다.
- AI가 고등교육 시스템 내에서 강력한 발판을 마련할 수 있도록 AI 분야에서 최소 100명의 교수직을 추가로 만들어 낸다. 예를 들어 AI 교수직은 AI 우수 센터와 임기 추적 프로그램 및 우수 전략 범위에서 계획된다.
- STEM 실행 계획에 요약된 대로 학생들이 STEM 주제에 더 많이 참여하도록 한다.

한편, 독일은 AI를 아직 학교 정규 교육과정으로 논의하고 있지는 않고<sup>27)</sup>, 독일 인공지능 연구소(Deutsches Forschungsinstitut fuer Kuenstliche Intelligenz) 내에서 학교 교육을 포함한 각종 AI 교육, 자격, 교육과정 등에 대해 연구하고 있다. 또한 각 주마다 교원 연수 정책 역시 형태가 다양하여<sup>28)</sup> 학생과 교사 교육을 대상으로 하는 대표적인 단체들의 웹사이트 및 자료를 소개하고자 한다.

#### 가. IT4KIDS <sup>29)</sup>

IT4KIDS는 2016년 RWTH Aachen 대학의 교수를 비롯해 컴퓨터 과학자 및 대학생들이 함께 만들었다. 이들은 초등학교 저학년(3~6학년)을 위한 소프트웨어, 교재, 프로젝트 및 코스를 개발 및 관리한다. 2020년 11월 1일까지 IT4KIDS는 2개 연방 주 20개 이상의 학교 및 교육기관에서 2500명이 넘는 어린이들에게 교육을 제공하였고, 총 93명의 대학생들이 참여하였다. 또한 2021년 4월에는 유럽 교사들에게 Cubi 학습 소프트웨어로 프로그래밍 개념을 지도하는 방법에 관한 연수를 실시함으로써 국경을 넘어 교사 교육을 제공하고자 한다.

IT4KIDS 웹사이트에서는 ‘Unsere Vision(우리의 비전)’, ‘Für Schulen(학교용)’, ‘Studi? Mitmachen!(공부? 참가하자!)’ 세 개의 메뉴를 앞세워 보여준다. ‘비전’ 버튼을 클릭하면 IT4KIDS에 대한 소개 글이 제공된다. ‘학교용’을 클릭하면 학교에서 오프라인 형태로 IT4KIDS 코스를 제공받기 위한 신청서를 작성할 수 있는 페이지로 연결된다. ‘공부? 참가하자!’ 버튼은 [그림 40] 오른쪽 상단의 파란 버튼과 같은 페이지로 연결되는데, 자신이 속하는 지역을 선택한 후 학교 정보에 대해 작성한 문서를 제출하여 해당 기관과 연락할 수 있다.

27)

[https://edpolicy.kedi.re.kr/frt/boardView.do?nTbBoardSeq=&strCurMenuId=10091&nTbCategorySeq=10057&pageIndex=1&pageCondition=10&nTbBoardArticleSeq=830276&searchTopic=&searchObject=&searchCondition\\_D=36&searchKeyword\\_SD=&searchKeyword\\_ED=&searchCondition\\_W=6&searchKeyword\\_W=](https://edpolicy.kedi.re.kr/frt/boardView.do?nTbBoardSeq=&strCurMenuId=10091&nTbCategorySeq=10057&pageIndex=1&pageCondition=10&nTbBoardArticleSeq=830276&searchTopic=&searchObject=&searchCondition_D=36&searchKeyword_SD=&searchKeyword_ED=&searchCondition_W=6&searchKeyword_W=)

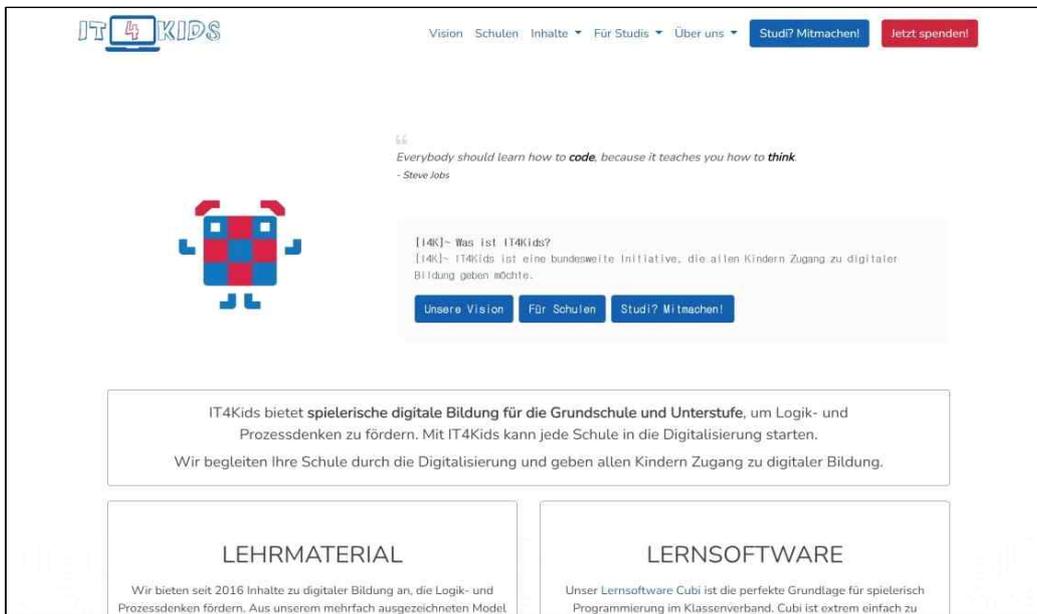
28)

[https://edpolicy.kedi.re.kr/frt/boardView.do?nTbBoardSeq=&strCurMenuId=10091&nTbCategorySeq=10057&pageIndex=1&pageCondition=10&nTbBoardArticleSeq=830664&searchTopic=&searchObject=&searchCondition\\_D=36&searchKeyword\\_SD=&searchKeyword\\_ED=&searchCondition\\_W=6&searchKeyword\\_W=](https://edpolicy.kedi.re.kr/frt/boardView.do?nTbBoardSeq=&strCurMenuId=10091&nTbCategorySeq=10057&pageIndex=1&pageCondition=10&nTbBoardArticleSeq=830664&searchTopic=&searchObject=&searchCondition_D=36&searchKeyword_SD=&searchKeyword_ED=&searchCondition_W=6&searchKeyword_W=)

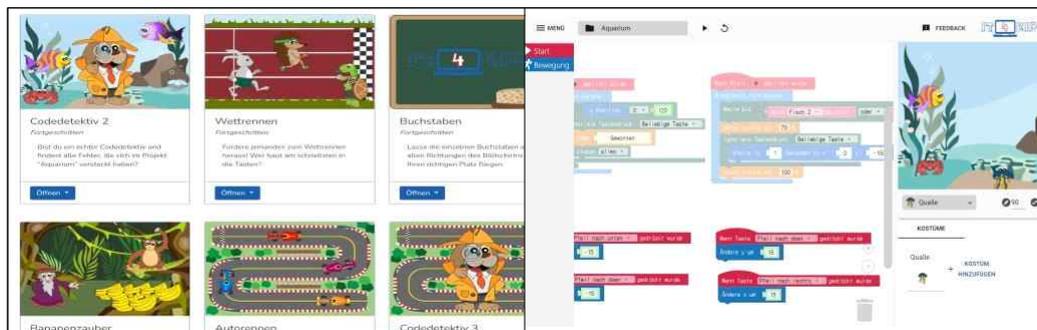
29) <https://it-for-kids.org/>

메뉴의 ‘Inhalte(콘텐츠)’를 선택하면 ‘Lehrmaterial(교재)’, ‘Lernsoftware(교육용 소프트웨어)’, ‘Level(수준)’의 페이지를 각각 선택할 수 있다. 하지만 ‘교재’ 페이지에는 교재에 대한 구체적인 내용이 제시되지 않고, ‘교육용 소프트웨어’도 블록형 코딩 프로그램의 모듈을 간단히 안내해주는 정도이다. ‘수준’ 페이지에서는 프로그래밍 과정이 초보자용 8개, 고급용 4개, 전문가용 7개 제시된다. 해당 과정은 IT4KIDS 웹사이트 또는 스크래치 사이트에서 수행할 수 있다.

IT4KIDS의 웹사이트에서는 전체적인 교육과정과 수업 자료 등이 공개되지 않는다. 공개된 프로그래밍 주제로만 보았을 때 오브젝트를 제어하는 코딩에 대한 내용만 제시되고 있다. 따라서 IT4KIDS가 AI 교육 중 어느 것을 다루는지는 불분명하나 뒤에서 다룰 ‘KI macht Schule(학교로 가는 AI)’이 IT4KIDS의 하위 프로젝트라는 점을 고려할 때 AI 교육의 기반이 되는 컴퓨터 프로그래밍에 초점을 두었다고 볼 수 있다.



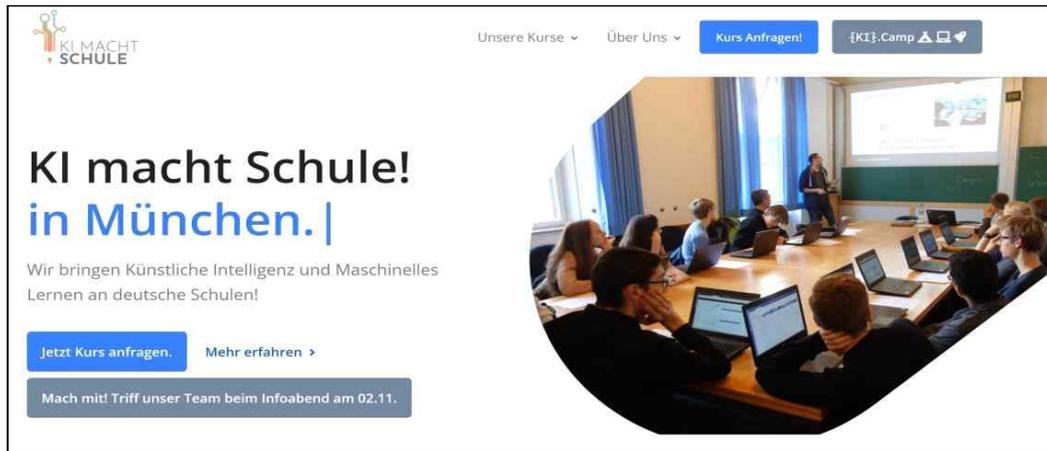
[그림 55] ‘IT4KIDS’ 웹사이트(독일) 첫 화면



[그림 56] ‘IT4KIDS’에서 공개하는 수준별 프로그래밍 과정 일부

## 나. KI macht Schule 30)

KI macht Schule( ‘AI 학교로 가다’ 의 의미)는 9~12학년 학생들을 위해 인공지능 수업을 제공하는 프로젝트이다. MINT 분야의 학·박사 과정생들이 강사로 활동하며 독일 국립 학술 재단의 장학생들에 의해 설립되었다. 이들은 해당 학년의 학생들을 위한 대화형 1일 워크숍을 통해 AI에 대한 교육을 홍보하는 것을 목표로 하고 있다. 그러나 워크숍의 형태는 두 시간 내외로도, 온·오프라인 형태 모두 가능하다. 또한 교육 주제로 AI 분야의 지식 구축뿐만 아니라 윤리적, 사회적, 기술적, 과학적 측면들을 다루고자 한다.



[그림 57] ‘KI macht Schule’ 웹사이트(독일) 첫 화면

[그림 57]과 같이 해당 웹사이트에 접속하면 화면 중간에 파란 버튼이 보인다. 이는 ‘지금 강의를 신청하세요’ 라는 내용으로, 버튼을 클릭하면 학교 단위로 수강을 신청하는 페이지로 이동하게 된다. 해당 페이지 하단에 비용에 관한 안내가 대략 제시되어 있지만, 구체적인 비용은 적혀있지 않으며 학교의 요구 사항과 모듈의 양에 따라 달라진다고 밝히고 있다.

메뉴의 ‘Unsere Kurse(우리의 과정)’ 을 선택하면 네 가지의 과정만 제시되고 있으나, 한 가지만 클릭하여도 연결되는 페이지 하단에 모든 과정이 제시된다. 각 과정의 페이지에서는 과정명과 수업 내용, 수업 관련 구글 슬라이드 자료를 제공한다. 그러나 수업을 신청한다면 강사와 함께 실제 사례가 곁들여진 수업, 실습, 관련 토론을 다루게 된다. KI

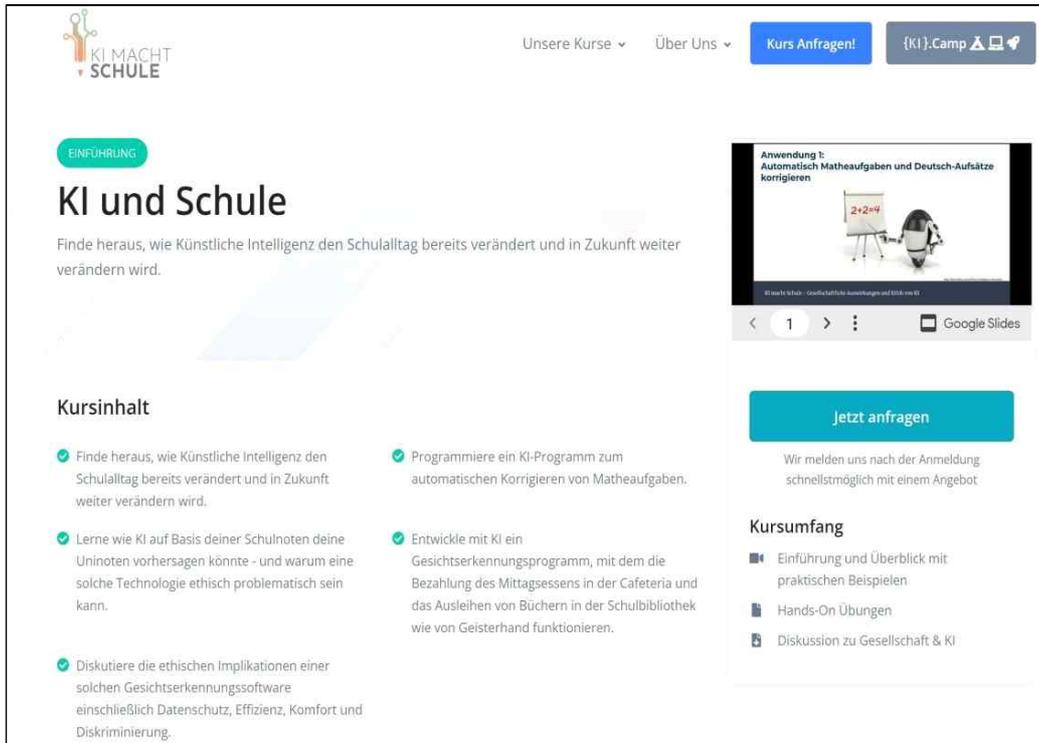
30) <https://ki-macht-schule.de>

macht Schule에서 제공하는 일곱 가지 과정의 내용은 <표 34>와 같다.

<표 34> 'KI macht Schule'의 수업 과정 내용

과정명	수업 내용
기초과정 인공지능	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인공지능이 매우 중요한 과학 및 기술 분야인 이유 알아보기</li> <li>• 인간을 지능적으로 만드는 능력과 로봇과 같은 기술에서 이런 능력이 어떻게 모방되는지에 대한 통찰력 얻기</li> <li>• 기계학습이 인공지능과 어떤 관련이 있는지 알아보기</li> <li>• 인공지능의 역사에 대한 개요 알아보기</li> <li>• 내가 속한 지역에서 시기술이 개발된 학습 시스템 플랫폼에서 독일 지도 검색하기</li> <li>• 인공지능 연구에서 어떤 주제와 분야가 중요한 역할을 하는지 알아보기</li> <li>• 수업 이후 시를 더 많이 다룰 수 있는 곳 알아보기</li> </ul>
시와 학교	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인공지능이 일상적인 학교생활을 변화시키는 모습과 미래의 변화 알아보기</li> <li>• 시 프로그램을 프로그래밍하여 수학 문제를 자동으로 고치기</li> <li>• 시가 학교 성적을 기반으로 대학 성적을 예측하는 방법과 이러한 기술이 윤리적으로 문제될 수 있는 이유 알아보기</li> <li>• 시를 사용하여 식당에서 점심값을 지불하고 학교 도서관에서 책 빌리는 일이 마술처럼 작동하도록 하는 얼굴 인식 프로그램 개발하기</li> <li>• 프라이버시, 효율성, 편의성, 차별을 포함한 안면 인식 소프트웨어의 윤리적 의미에 대해 논의하기</li> </ul>
시와 의학	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인공지능이 이미 의학을 변화시키는 모습과 미래의 변화 알아보기</li> <li>• 특정 질병이 있는지 알아보기 위해 시 사용하는 방법 배우기</li> <li>• 시 기반 결정을 공정하게 내리는 방법을 그룹으로 토론하기</li> <li>• 이러한 기술을 윤리적으로 반영하는 방법 배우고 장단점 논의하기</li> <li>• 심리 치료용 채팅 봇에서 간호 로봇 공학, 보철 및 외골격에 이르기 까지 시를 통해 새로운 의료 기술이 어떻게 개발되는지 알아보기</li> </ul>
시와 물리학	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 인공지능이 이미 물리학을 변화시키는 모습과 미래의 변화 알아보기</li> <li>• 인공지능이 블랙홀의 첫 번째 이미지를 계산하는 데 어떻게 사용되었는지 알아보기</li> <li>• 인공지능이 입자 물리학에서 어떻게 사용되는지에 대한 통찰력 얻기</li> <li>• 농구공의 궤적을 예측하는 시 기술 개발하기</li> <li>• 물리적 공식 이용해 기계학습에 적합한 모델을 선택하는 방법 알아보기</li> <li>• 로봇이 10,000번의 훈련 투구로 잡을 수 있도록 신경망 훈련시키기</li> <li>• 물리적 모델과 시 모델의 차이점에 대해 논의하고 과학 철학에 대한 주요 통찰력 얻기</li> </ul>
시와 뇌	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 시를 사용하여 뇌를 더 잘 이해하는 방법 알아보기</li> <li>• 생물학적 신경망과 인공 신경망의 연결과 차이점 알아보기</li> <li>• 인공 신경망을 프로그래밍하고 간단한 작업을 해결하는 방법 배우기</li> <li>• 신경 과학 및 심리학의 통찰력이 시 연구를 발전시키는 방법 알아보기</li> <li>• 두뇌-컴퓨터 인터페이스의 미래 분야 다루기</li> <li>• 시가 파킨슨병, 다발성 경화증 및 뇌졸중과 같은 뇌장애를 가진 사람들을 돕는데 어떻게 사용될 수 있으며 윤리적 문제가 무엇인지 토론하기</li> </ul>
자율주행	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율주행 차량이 시를 사용하여 도로를 따라가는 방법 알아보기</li> <li>• 거리 표지판을 인식하는 자체 시 시스템 개발하기</li> <li>• 보행자 감지 및 보호 방법 알아보기</li> <li>• 시 시스템의 견고성과 안전성이 자율주행에 왜 중요한지 알아보기</li> <li>• 모든 것을 통합하고 나만의 자율 로봇 차량 개발하기</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 자율주행이 미칠 수 있는 사회적, 윤리적, 경제적 효과에 대해 토론하기</li> </ul>
AI와 기후	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI가 환경을 보호하는 데 어떻게 도움이 되는지 알아보기</li> <li>• 최신 AI 시스템이 소비하는 에너지의 양과 이를 보다 효율적으로 만들기 위한 접근 방식 알아보기</li> <li>• 머신 러닝을 사용하여 향후 몇 년동안의 온도 프로파일을 예측하는 기후 모델 개발하기</li> <li>• AI를 사용하여 트래픽을 줄이고 산업을 보다 지속 가능하게 만드는 방법에 대해 논의하기</li> </ul>



[그림 58] ‘KI macht Schule’의 수업 과정 내용의 일부(AI와 학교)

이상의 내용이 학교에서 신청하여 수강할 수 있는 내용이었다면, 개인적으로 참여 가능한 AI 캠프도 운영한다. [그림 58] 우측 상단의 회색 버튼 ‘{KI} Camp’ 를 클릭하면 해당 페이지로 연결된다. AI 캠프에서는 주말 하루 동안 무료로 온라인 상에서 인공지능과 기계학습에 대해 자세히 알아볼 수 있는 기회를 갖는다. 프로그래밍 없이 인공지능과 관련된 기술적 문제와 사회적 문제까지 조명하는 점이 특징적이다. 캠프 내 각 단원의 내용은 <표 35>와 같다.

<표 35> 'KI macht Schule'의 수업 과정 내용

주제	시간	학습 내용
AI란 무엇이며 어떻게 작동하는가?	토요일 오전 10시 ~ 오후 12시	인공지능 및 기계학습, 로봇 공학 관련 연구 분야에 대한 개요 배우기
AI 알고리즘 이해	토요일 오후 1시 ~ 오후 3시	대화형 예제 사용하여 기계가 수학을 사용해 데이터에서 학습하는 방법 배우기
나만의 AI 구축	일요일 오전 10시 ~ 오후 12시	감염 예방을 위한 AI 시스템 개발하기 : 두 학습 단원의 지식 활용해 누군가가 마스크를 쓰고 있는지 여부를 인식하도록 AI 가르치기
AI는 무엇을 할 수 있는가?	일요일 오후 1시 ~ 오후 3시	인공지능의 다른 응용 프로그램을 알아보고 AI가 미래에 학교 과제를 수정하고 자동차를 제어해야 하는지 여부에 대해 다른 학생들과 토론하기

KI macht Schule는 IT4KIDS와 마찬가지로 웹페이지 상에 무료로 구체적인 수업 활동 내용 및 수업 자료를 공개하고 있지는 않다. 그러나 공개된 학습 내용만으로 확인할 때 인공지능 교육에서 다룰 수 있는 프로그래밍 지식과 사회적 영향에 대해 각종 분야별로 다루고 있다는 점이 특징적이다. 특히 융합 분야를 의학, 물리학, 뇌, 기후와 같은 학문으로 설정하여 심도 있게 다루는 점은 눈여겨 볼만 하다.

#### 다. KI Campus <sup>31)</sup>

독일의 인공지능연구소(Deutsches Forschungsinstitut fuer kuenstliche Intelligenz)는 인공지능에 관한 연구를 중점적으로 수행하고 있다. 이들의 10개 연구 프로젝트 중 ‘학습과 교육(Lernen & Bildung)’ 일환으로 운영 중인 ‘KI Campus’는 대학생 및 일반인을 대상으로 하는 AI 교육 프로젝트이다. 따라서 예비 교사 및 교사 대상의 자료도 마련되어 있다. AI에 대한 교육을 AI를 활용한 방법으로, 예컨대 학습 분석 및 추천 시스템을 이용하여 개인 맞춤형 강좌를 제공한다. 이메일 인증 과정을 거치는 회원가입만 하게 된다면 누구나 이용 가능하나, 독일어로만 제공되는 자료도 있다.

31) <https://ki-campus.org>



[그림 59] 'KI Campus'의 웹페이지(독일) 첫 화면

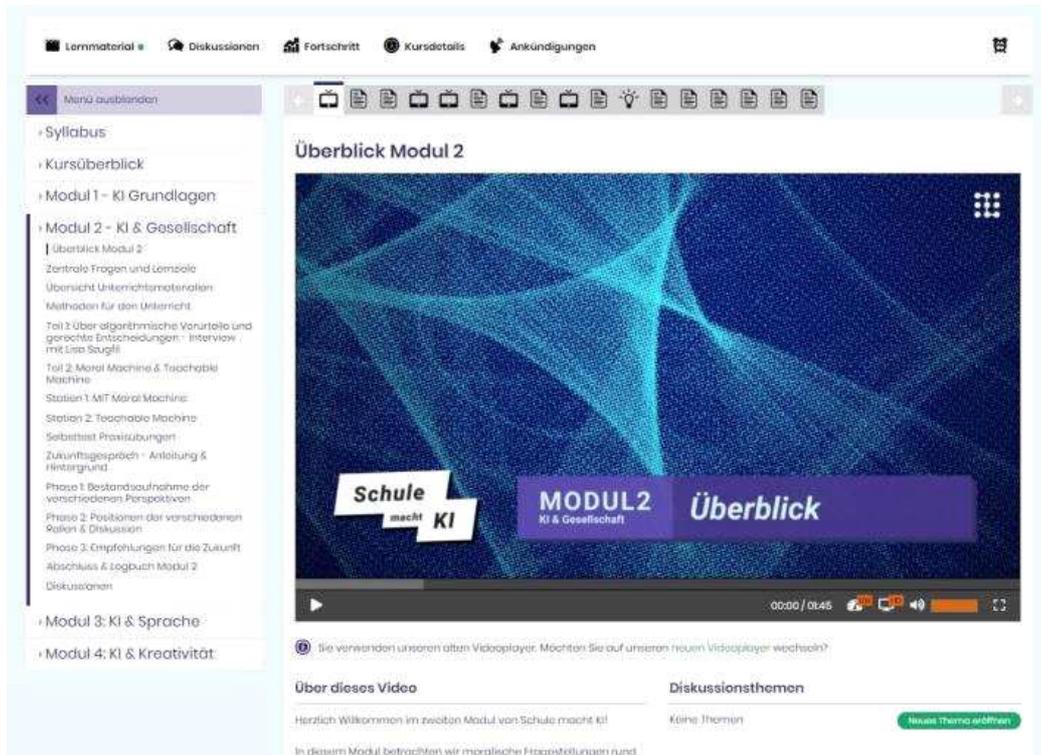
메뉴의 ‘(학습기회)’에서는 54개 과정, 6개의 영상 및 6개의 팟캐스트, 특별 과정을 안내한다. 이 중 ‘KI-Campus-Original’로 표시된 것 중 14개 강좌는 KI Campus 아이디어 대회 of 일환으로 대학, 연구 기관 및 기업이 개발하여 제출한 137개 아이디어 중 심사위원이 채택한 것이다. 모든 강좌 및 자료들은 수준(초보자, 고급, 전문가), 언어(독일어, 영어), 제공자(KI Campus 자체 제작, 파트너, 외부), 학습목표(AI에 대해 알아보기, AI 연구, AI 적용), 주제(AI 소개, 데이터 활용 능력, AI의 기본 방법, 기계학습, 인간-기계 상호작용, 로봇 공학, 데이터 과학 및 빅데이터, 사물 인터넷 및 인더스트리 4.0, 의학에서의 AI, 관리를 위한 AI, 경영진을 위한 AI, 교육의 AI, AI와 관련된 사회적 문제)별로 선택하여 열람할 수 있다. 이 중 AI 교육과 관련하여 교사 교육으로 활용할 자료를 찾는다면 ‘주제’ 내 ‘교육의 AI’를 선택하면 된다. 이 페이지는 메뉴- ‘Themen(과목)’ - ‘Schule(학교)’를 선택한 페이지에서 제공되는 자료와 일치한다. 제공되는 다섯 개의 자료 중 직접적으로 학교 교육에 도움이 되는 교사 교육 자료는 <표 36>과 같다.

<표 36> 'KI Campus'의 교사 교육 관련 자료 내용

강의명	강의 목표	모듈별 주제	주요 내용
Schule macht Daten  (학교가 데이터를 만든다)	데이터를 식별, 이해, 해석 및 생성하고 비판적 사고를 적용한다. 빅데이터의 배경 과정을 이해하고, 데이터 품질을 근본적으로 평가한다.	데이터	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터란 무엇인가?</li> <li>• 빅데이터란 무엇인가?</li> <li>• 데이터 활용 능력</li> </ul>
		데이터 작업	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정성 vs 정량 데이터</li> <li>• 데이터 서클</li> <li>• 데이터 해독</li> </ul>
		데이터 윤리	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 편견과 데이터 세트</li> <li>• 알고리즘 편향</li> <li>• 데이터 해독 : 잘못된 정보</li> </ul>
		데이터와 우리의 미래	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 적용 사례</li> <li>• 언어도우미 교육 및 프로그래밍</li> <li>• 미래의 내 데이터</li> </ul>
Schule macht KI  (학교가 AI를 만든다)	교실에서 AI에 대한 내용 관련 교훈적 지식을 전달하고, 비디오 및 수업 과정안과 발표자료의 형태로 교재를 제공한다.	AI 기초	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI의 개념 : 인공지능, 기계학습, 딥 러닝, 분류</li> <li>• 인공지능의 역사</li> <li>• 컴퓨터 학습 방법</li> </ul>
		AI와 사회	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 알고리즘적 편견과 정당한 결정</li> <li>• 윤리적인 기계와 AI 교사</li> <li>• 미래 이야기</li> </ul>
		AI와 언어	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 챗봇 지능 테스트</li> <li>• 스크래치를 이용한 챗봇 프로그래밍</li> </ul>
		AI와 창의성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사실적인 이미지 생성 방법</li> <li>• 얼굴 필터 만들기</li> </ul>
KI und Ziele für nachhaltige Entwicklung  (AI 및 지속 가능한 개발 목표)	교육 및 보건 분야의 최첨단 AI 연구 개요를 살펴보고 다양한 예를 활용하여 AI 사회에 대해 비판적으로 검토한다.	AI와 교육	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교육에서의 AI 애플리케이션</li> <li>• 시나리오 기법</li> </ul>
		AI와 건강	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 의학에서의 AI 응용</li> <li>• AI와 정신 건강</li> </ul>
		AI와 기후 보호	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 기후 변화 및 AI 적용</li> <li>• 시민과학과 일상생활에서의 행동</li> </ul>
		지속 가능한 도시 및 마을	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 스마트 시티란?</li> <li>• AI를 이용한 과제 및 해결 방안</li> </ul>

[그림 60] 중앙 상단에 보이듯이 각 모듈은 동영상(📺), 퀴즈(💡), 설명(📄) 등의 자료로 이루어져 있다. 동영상 자료는 mp4 파일로 다운로드가 가능하다. 또한 토론을 위한 게시판도 마련되어 있어 해당 강좌를 수강하는 수강생들 간의 소통이 가능하다.

KI-Campus는 교사 교육만을 위한 프로젝트는 아니다. 강좌의 자료들은 교사가 학교 수업에서 바로 사용하기 어려운 형태이나, AI 교육을 위한 기본적인 소양을 기를 수 있다. 또한 교육 외 주제의 강좌도 수강할 수 있어 AI 전반에 대한 이해를 돕는다는 점에서 다른 교사 교육 프로그램들과 차별화된다.



[그림 60] 'KI Campus'의 교사 교육 관련 자료 일부(학교가 AI를 만든다)

## 라. 기타 교사 교육

### (1) 베를린 시 - 브란덴부르크 주

이 지역은 지역 교육서버(Bildungsserver Berlin-Brandenburg) 홈페이지<sup>32)</sup>에 수업 주제, 관련 자료 등 교육 자료 제반을 안내하고 있다. AI 교육과 관련해 제시되는 자료로는 ① 컴퓨터 과학 수업에서 AI를 사용한 프로그래밍 워크숍<sup>33)</sup>, ②Walter Stein의 학교 수업 샘플 프로그램 서적 PDF 파일<sup>34)</sup>, ③Science on Stage Germany 단체가 개발한 ‘학교에서의 기계 학습’ 교재 PDF파일<sup>35)</sup>, ④연방 교육 연구부에서 시작하고 AI 관련 전국 전문가 네트워크가 운영하는 플랫폼<sup>36)</sup>, ⑤스크래치 사이트<sup>37)</sup>, 및 ⑥추천 읽을거리, ⑦수업 코스가 있다.

32) <https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/ki>

33) <https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/ki/workshop>

34) <https://steinphysik.de/kuenstliche-intelligenz/>

35) <https://www.science-on-stage.de/material/machine-learning-der-schule>

36) <https://www.plattform-lernende-systeme.de/home-en.html>

37) [https://de.scratch-wiki.info/wiki/K%C3%BCnstliche\\_Intelligenz](https://de.scratch-wiki.info/wiki/K%C3%BCnstliche_Intelligenz)



[그림 61] 베를린 시 - 브란덴부르크 주 교육서버

### (2) 바덴-뷔르템베르크 주

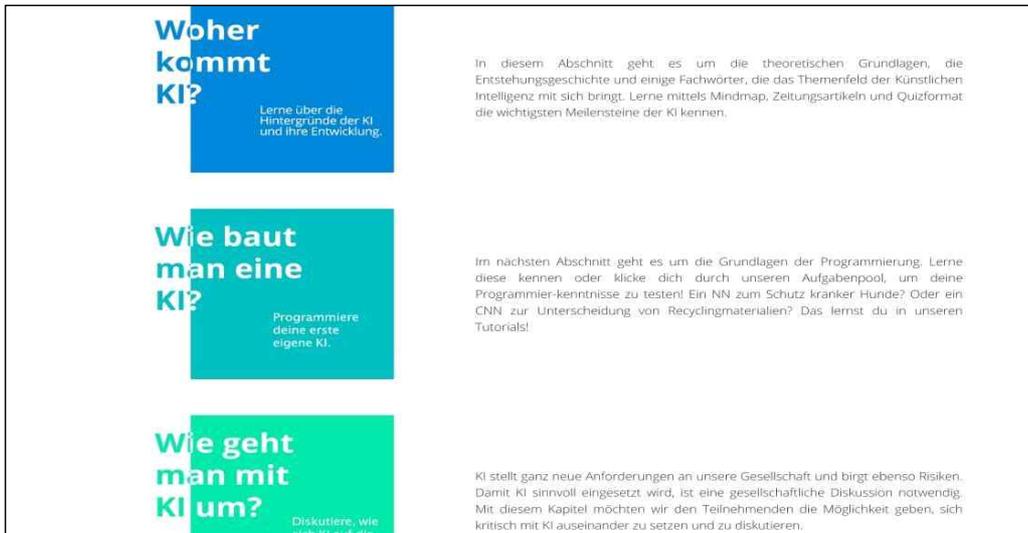
이 지역에서 제공되는 교사 교육은 튀빙겐 AI 센터에서 제작한 ‘AI 코스’ 웹사이트<sup>38)</sup>를 중심으로 이루어진다. 튀빙겐 AI 센터는 해당 지역 내 위치한 튀빙겐 대학 내 프로젝트로, 튀빙겐 대학은 AI 연구 분야에서 선도적인 기관이다. AI 코스에서 제공하는 내용은 [그림 62]의 (가)AI의 배경과 발전, (나)AI 프로그래밍, (다)AI가 사회에 미치는 영향 토론이다. [그림 63]은 각 코스 내용 중 상세 주제를 나타낸 것으로, 세 가지 코스 내 총 여덟 개의 하위 코스 중 세 개는 아직 개발 중에 있다.

### (3) 노르트라인-베스트팔렌 주

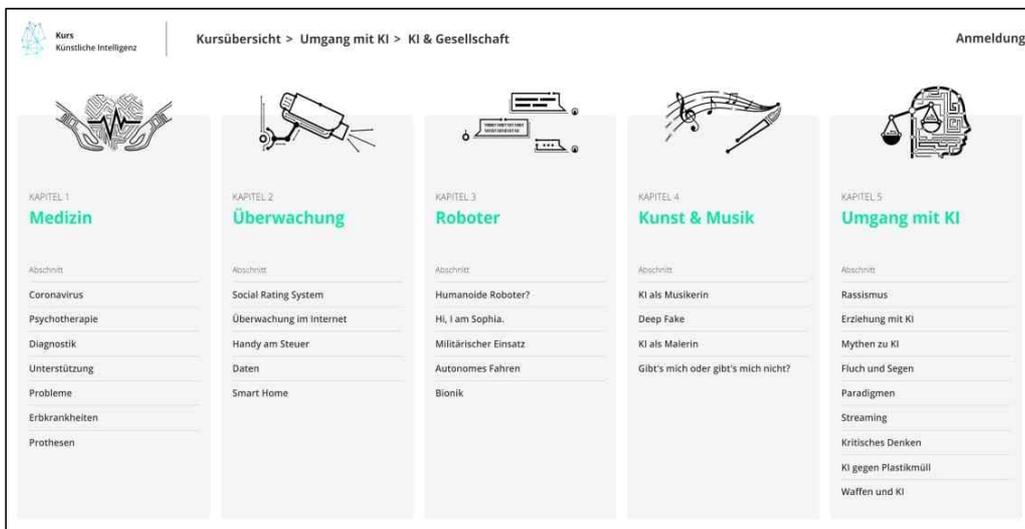
이 지역은 ‘Trusted AI’ 라는 외부 기관의 프로그램을 중심으로 하는 ‘Endlich KI begreifen(마침내 AI를 이해하다)’ 연수<sup>39)</sup>를 진행한다. 연수는 AI 관련 기본 용어 이해하기, 사회·정치·직업·윤리적 문제에 대해 토론하기, AI 시스템에 전문성과 적절한 참여가 필요한 지점 알기, 이론적 지식 뿐만 아니라 실제적이고 상호작용적인 방식으로 주제 이해하기를 목표로 한다. 연수는 하루 4시간에 걸쳐 진행되고, 119유로를 결제해야 한다. 다른 교육에 비해 AI 윤리에 대한 주제에 비중이 높다는 점이 특징적이다.

38) <https://ki-kurs.org/>

39) <https://suche.lehrerfortbildung.schulministerium.nrw.de/search/detailedSearch?Veranstalter=Trusted+AI+GmbH>



[그림 62] 'AI 코스'의 웹페이지(독일) 첫 화면



[그림 63] 'AI 코스'의 상세 주제 일부

## 5. 스웨덴

스웨덴 정부는 2018년 5월 국가 AI 전략<sup>40)</sup>을 발표했다. 이 전략은 정책 조치 및 우선순위에 대한 기반을 만드는 일반적인 방향을 제시한다. 발표된 바에 따르면 '교육과 훈련, 연구, 혁신 및 사용, 프레임워크 및 인프라'의 순으로 우선순위를 둔다고 밝혔다. 즉, 스웨덴에서는 AI 교육과 훈련을 최우선으로 두고 있음을 알 수 있다. 다음은 스웨덴 정부의 AI 교육 및 훈련과 평생 학습에 관한 정책 권장 사항이다.

40)

<https://www.government.se/4a7451/contentassets/fe2ba005fb49433587574c513a837fac/national-approach-to-artificial-intelligence.pdf>

- 교육기관은 전문가에 대한 지속적인 교육을 포함하여 충분한 수의 사람들에게 AI 교육 및 훈련을 제공해야 한다. 스웨덴 대학은 AI 분야에서 학사 및 석사 프로그램을 다음과 같이 제안한다.
  - Uppsala 대학의 데이터 엔지니어링, 기계학습 및 통계, 이미지 분석 및 기계학습에 대한 마스터 프로그램
  - 스톡홀름 대학의 창의적 몰입형 기술 디자인 석사 프로그램
  - KTH Royal Institute of Technology의 기계학습 및 시스템, 제어 및 로봇 공학에 대한 마스터 프로그램
  - 예테보리 대학의 언어기술 및 논리학 석사 프로그램
  - Chalmers 대학에서 데이터 과학 및 AI, 고성능 컴퓨터 시스템 및 물리학에 대한 3개의 새로운 AI 관련 마스터 프로그램
- 비기술적 프로그램에는 AI 사용에 대한 광범위하고 책임감 있는 이해를 촉진하기 위해 강력한 AI 구성요소가 포함되어야 한다.
- 연구, 고등교육 및 혁신 간의 연결은 AI 분야에서 강화되어야 한다.
- 전문가를 위한 지속적인 추가 교육이 보장되어야 한다. (예: Elements of AI 과정과 같은 MOOC 제공)

전략 내용은 고등교육 및 평생 학습에 집중이 되어 있다. 실제로 스웨덴 내 대학 이상의 AI 과정에 대한 정보는 쉽게 검색이 가능하나 초·중·고등학교와 교사 교육에 관한 자세한 사항은 확인되지 않고 있다. 한편 Helsingborg, Lund 및 Malmö의 스웨덴 내 세 개 도시가 UNICEF의 ‘어린이를 위한 AI 정책 지침’ 평가를 위한 프로젝트를 진행하였고, 교실에서 학생들의 말하기 시험 답변을 분석하여 후속 질문을 만들어내는 ‘휴버트 AI’를 이용한다는 사실을 통해 교육에 AI를 도구로서 활용하는 연구가 이루어지는 것을 알 수 있다. 그러나 이러한 점들은 스웨덴의 초·중·고등학교 현장에서 AI의 개념과 활용, 영향 등에 관한 AI 교육을 활발하게 다루고 있지 않다는 것을 보여준다고도 해석 가능하다. 다만 2017년부터 초등학교에서 프로그래밍 교육을 실시하기 시작했다는 사실<sup>41)</sup>로 미루어 보아 국가 교육과정에서 프로그래밍 교육을 기반으로 AI 교육을 실시할 것이라 짐작해 볼 수 있다. 따라서 본고에서는 직접적인 학생 교육 현황 대신 교사 교육 차원에서 활용 가능한 프로그램 및 웹사이트를 소개하고자 한다.

#### 가. AI Sweden <sup>42)</sup>

AI Sweden은 스웨덴 정부와 전국의 공공 및 민간 부문의 지원을 받는 응용 AI를 위한 스웨덴 국립센터이다. AI Sweden에서는 정보 기반 의료 산업, 스웨덴어를 위한 AI 솔루션, 데이터 기반 저널리즘, 기후 변화 관련 AI 영역 등 국가적 관심 프로젝트를 실행하고, 일반 대중을 대상으로 교육을 제공한다.

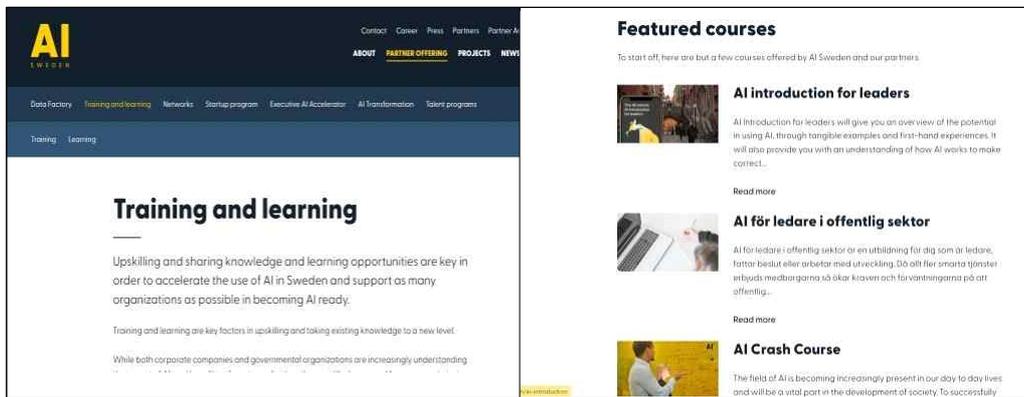
메뉴- ‘Partner Offering’ - ‘Training and Learning’에서는 AI에 대해 배울 수 있는

41) <http://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=47547>

42) <https://www.ai.se/en>

과정 및 교육 자료가 제공된다. 해당 웹사이트의 포트폴리오를 지속적으로 성장시키는 것이 목표이기에 제공되는 내용은 계속하여 추가될 것이다.

먼저, (1) ‘훈련’에서는 총 6개의 과정을 제공한다. 이 중 AI 교육에 도움이 될 수 있는 과정은 ‘AI in Practice(실제 AI)’이다. 해당 과정에서는 이미지 분류 기술이 포함된 사례를 비롯하여 학습자가 AI 프로젝트를 실행하기 위한 기초와 개념을 다룬다. 이 과정을 통해 기계 학습 사용 사례를 식별하고, 다양한 유형의 기계 학습을 인식하며, 모델을 학습하는 방법에 대한 일반적인 개념을 알게 되는 것이 목표이다. 총 5시간 과정으로 기본적으로 AI와 응용분야에 대한 이해가 있는 수강자를 대상으로 한다. (2) ‘학습’에서는 웨비나, 보고서, 팟캐스트 등 다양한 종류의 자료 목록을 제시한다. 이 중 학교 교육과 직접적으로 관련되는 내용은 없으나, AI 윤리 또는 AI의 사회적 영향에 대한 수업 설계 시 도움이 될 수는 있다.



[그림 64] ‘AI Sweden’의 ‘훈련 및 학습’ 상세 페이지

#### 나. AI Competence 43)

스웨덴 정부는 국가 복지와 경제적 경쟁력 강화를 목표로 AI 사용 기회를 제공하는 데 앞장서고자 한다. 이러한 노력의 일환으로 스웨덴 7개의 대학이 네트워크를 만들고 평생 학습 과정을 제공한 것이 AI Competence이다. AI Competence는 탐색하기 쉬운 수준의 과정 플랫폼을 통해 인력을 교육하고, 기술 개발 기회를 제공하며, AI에 대한 상호 대화에 대중과 학계 대표가 참여하는 것을 목표로 한다.

43) <https://ai-competence.se/>



[그림 65] 'AI Competence'의 웹사이트(스웨덴) 첫 화면

[그림 65] 중앙에 놓인 아이콘 2개가 AI Competence의 기능을 나타낸다. ①왼쪽의 'Event&Courses'를 누르면 웹사이트 첫 화면의 하단을 보여준다. AI 관련 과정은 제목을, 이벤트는 날짜가 함께 직관적으로 제시되어 있다. 각 과정은 MOOC, 대학별 프로그램 및 기타 개발된 웹사이트의 링크로 안내된다. 과정의 개수가 상당히 많기 때문에 '코스 길이(0~3일, 4~10일, 10일 이상)', '언어(스웨덴어, 영어)', '수준(기초적인, 고급의)', '교육 형식(온라인 회의, 하이브리드 회의, 물리적 회의와의 거리, 캠퍼트, 자기 주도)', '주제(AI의 응용, 컴퓨터 과학, 컴퓨터 시각 인식, 데이터 과학, 인간-AI 상호작용, 지능형 에이전트 및 다중 에이전트 시스템, 지식 표현 및 추론, 기계학습, 수학 및 통계, 자연어 처리, 계획 및 일정 잡기, 로봇 공학, AI의 사회적 측면)'을 각각 선택하여 고를 수도 있다. ②오른쪽의 'Competence Guide'에서는 AI에 대해 배울 때 수강자가 갖추어야 할 역량에 관해 알려준다. 'AI에 대해 알아보는 역량', 'AI를 적용할 수 있는 역량', 'AI 솔루션이 포함된 시스템을 개발할 수 있는 역량'이 그것이다.

AI Sweden, AI Competence 모두 스웨덴 전 국민을 위해 개발된 AI 관련 웹사이트이므로 구체적인 프로그래밍 기술 및 AI 교육을 위한 과정은 부족하다. 특히 과정의 난이도가 다소 높아 초등학생을 위해 활용하기에는 어려움이 있다. 그러나 전 국민 중 학교 교육을 받는 학생보다 재교육을 받아야 하는 성인의 비중이 높다는 점에서 평생학습에 초점을 맞춘 국가의 방향도 합리적이라 볼 수 있다. 또한 핀란드에서 제작한 'Elements of AI', 'Ethics of AI'를 스웨덴어로 번역하여 스웨덴 국민이 적극 활용할 수 있도록 돕고 있다는 점에서 근접한 국가의 시스템을 적극 활용하고 있음을 확인할 수 있다.

## 6. 싱가포르

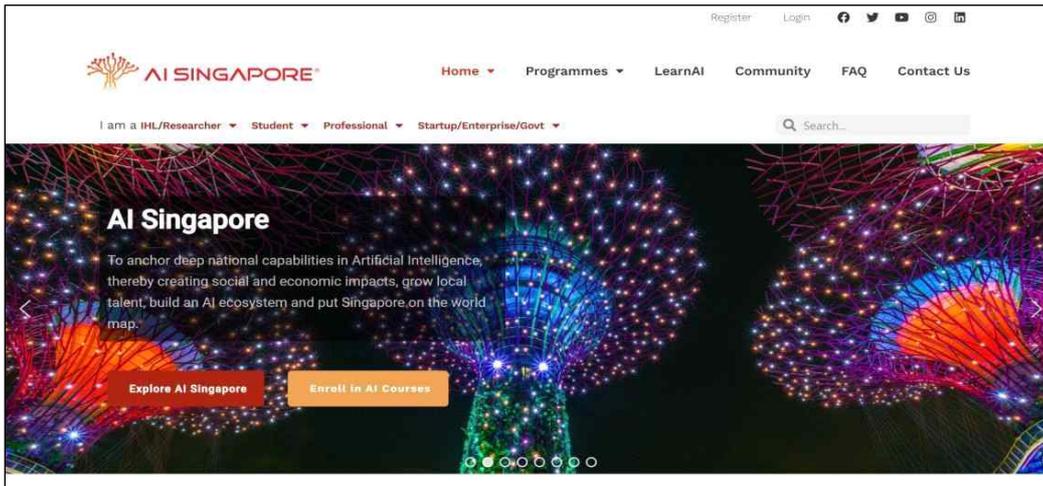
싱가포르는 2019년 11월 국가 AI 전략을 발표하였다. 교육, 의료, 운송 및 물류, 스마트 도시 및 부동산, 국경 보안의 총 5개 분야에서 AI 프로젝트를 진행하기로 발표한 싱가포르

포르는 자신들의 전략이 인공지능을 적용하여 사람을 대체하는 것이 아닌 돕는 것이라 밝혔다. 특히 교육 분야에서는 2022년까지 초중등 영어 과제를 표시하기 위해 배포될 자동화 시스템이 개방형, 단답형 질문 및 에세이와 같은 제한된 영역에서 사용될 것이다. 제한된 영역이라는 것은 문법, 철자 및 구문과 같은 언어 오류에 해당하는 것으로 아이디어와 구조, 내용에 대한 채점은 여전히 교사의 몫으로 남아있게 된다. 즉 교육에 AI를 공격적으로 사용한다고 하더라도 교사는 효과적인 수업을 설계하고 학생과의 관계를 구축하는 데 여전히 중요한 역할을 하게 된다.<sup>44)</sup>

한편 싱가포르에서는 정부 주도로 전 국민을 위한 AI 교육 프로그램을 개발하여 운영 중이다. 2015년부터 싱가포르는 국민의 평생 학습을 활성화하겠다는 취지로 ‘Skills Future Singapore(기술이 미래다)’를 국가 아젠다로 내걸었고, AI 교육 프로그램 역시 교육 대상자별로 개발하여 활용하고 있다. 본고에서는 이러한 AI4E 프로그램(AI Singapore)<sup>45)</sup>을 중점적으로 살펴보고자 한다,

### 가. 개요

2018년부터 싱가포르 정부 주도로 계획한 AI4E 프로그램은 교육 관계자, 즉 학생과 교사, 그리고 전 국민과 전문가를 위한 교육 프로그램이다. 이 프로그램은 학교와 산업 현장에 AI 기술을 도입하며 사람의 삶, 일, 놀이 방식이 어떻게 개선되는지 설명해 준다. 프로그램 과정은 마이크로소프트와 인텔의 지원을 받아 개발되었고 AI Singapore 웹사이트에서 무료로 실시하고 있다.



[그림 66] ‘AI Singapore’의 웹사이트(싱가포르) 첫 화면

### 나. 프로그램 내용

메뉴의 ‘Learn AI’를 선택하면 AI Singapore에서 제공하는 교육 과정을 확인할 수 있다. Learn AI는 자신의 학습 속도에 맞추어 배울 수 있고, 커뮤니티와 AI 엔지니어의 경

44)

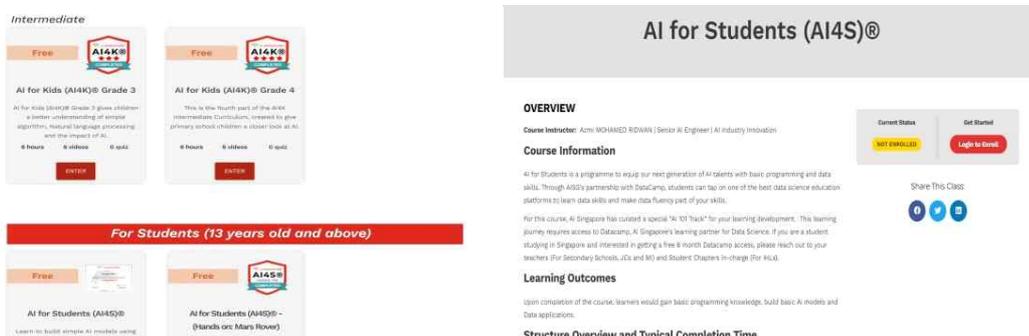
<https://www.sneec.com.sg/news/academic-medicine/singapores-artificial-intelligence-strategy-applying-ai-to-help-not-replace-people>

45) <https://aisingapore.org/>

험을 공유하면서 질문과 답을 나눌 수 있다. 모든 교육 자료는 최신 상태로 유지하여 이 분야의 최신 발전 사항에 대해 학습자들이 배울 수 있도록 노력하고 있다. 특정 과정을 완료할 경우 AI 기술 업계가 인정하는 디지털 자격 인증서를 받을 수 있다. 프로그램은 ‘재학생용’, ‘교육자용’, ‘모든 사람용’, ‘전문가용’의 과정으로 마련되어 있다.

(1)학생용은 9~12세 대상의 초보자용과 중급용 과정이 각각 2개씩, 13세 이상 대상의 과정이 2개로 총 6개의 과정이 있다. 9~12세 대상 과정은 ‘AI4K(AI for Kids)’, 13세 이상 대상의 과정은 ‘AI4S(AI for Students)’ 라고 따로 부른다. 초등학교 대상의 AI4K ‘초보자용 1급’은 혼합 학습과 실습 워크샵을 통해 AI를 소개하는 과정이다.

AI Singapore의 AI 엔지니어가 NUS 고등학교 학생들과 협력하여 설계한 이 과정은 지도학습, 컴퓨터 비전 및 자연어 처리 같은 기본적인 기계학습 개념을 참가자들에게 가르친다. 이 개념은 학생들이 블록 코딩을 사용해 스크래치에서 간단한 애플리케이션을 만드는 방법을 만들 때 적용된다. ‘초보자용 2급’은 학생들이 AI를 자세히 살펴볼 수 있는 기회를 제공한다. 학생들은 AI의 다양한 사용에 대해 배우고 블록 코딩을 사용해 스크래치에서 간단한 애플리케이션을 만든다. ‘중급용 3급’은 학생들이 간단한 기계학습 알고리즘에 대해 배우고, 간단한 AI 응용 프로그램과 언플러그드 활동을 구축하여 컴퓨터가 인간의 언어를 이해하는 방법에 대해 더 많은 지식을 얻을 수 있도록 한다. ‘중급용 4급’에서는 데이터 품질에 대해 배우고 간단한 AI 응용 프로그램을 구축하여 컴퓨터가 물리적 환경을 보고 해석하는 방법에 대해 많은 지식을 얻도록 한다. 중학교 이상 대상의 ‘AI4S’는 기본 프로그래밍 및 데이터 기술을 갖춘 차세대 AI 인재를 양성하는 프로그램이다. AI Singapore와 DataCamp가 제작한 것으로, 학습 개발을 위한 특별한 ‘AI 101 트랙’ 모듈을 구성하였다. 이 과정을 위해서는 DataCamp에 접근할 수 있어야 한다. ‘AI4S 실습 : 화성 탐사선’은 학생이 화성 탐사선을 개발하는 과학자 팀이라는 가정 하에 화성 탐사선에 배치할 태양 전지판의 최적의 시간을 예측하기 위한 기계학습 모델을 만드는 방법을 실습한다. 각 과정은 공인된 강사가 온오프라인을 통해 전달할 수 있는 수업 또는 슬라이드로 구성되어 있다. 보다 자세한 과정별 내용은 <표 37>과 같다.



[그림 67] ‘AI4E’의 수준별 과정 소개 및 상세페이지 일부(AI4S)

<표 37> 'AI4E' 중 학생용 과정별 내용

구분		대상	소요 시간	수업 주제
AI 4K	1급	9~12세	9시간	기계란 무엇인가?
				문제 해결 알고리즘
				시퀀스 및 반복
				선택 문
				코딩과 함수
	2급		3시간	주변의 AI
				컴퓨터 비전
				기계학습 소개
				기계학습 실험
	3급		6시간 이내	AI 게임 구축
				AI 알고리즘의 연결 해제
				의사결정나무 실행
음성 인식				
감정 분석				
4급	6시간 이내	챗봇		
		AI 윤리		
		데이터 품질		
		얼굴 감지		
		얼굴 인식		
		포즈 추정		
AI 4S	기본	13세 이상	80시간	추천 엔진
				강화학습 언플러그드
				관리 가이드
				AI 101 트랙 : 파이썬, 데이터 과학용 쉘, SQL 등
				기계학습 환경 설정, 도구 설치 및 배쉬 터미널 등
실습	1시간		회귀, 탐색적 데이터 분석, 편향/분산 등 분류	
			화성 탐사선 실습	

(2) 교사용은 교사가 학생들에게 학습 자료를 제공하는 것을 돕는 프로그램이다. 공립 학교 교사는 이 과정의 학습 플랫폼을 활용하여 강의를 지원받고 학생들의 데이터 유창성을 위한 학습 과정 일부를 만들 수 있다. 즉 학생들의 학습 진행 상황을 자세히 추적하고, 과제를 생성 및 자동 채점하는 기능도 활용 가능하다. 이를 위해 AI Singapore 해당 웹페이지에서 과정 시작 2주 전에는 신청서를 작성하면 된다. 자격을 부여 받게 되면 DataCamp 그룹 계정에 접속이 가능해진다. 데이터 과학의 기초를 지도하기 위한 교사들에게 AI Singapore에서 권장하는 모듈의 내용으로는 ‘파이썬 소개, 데이터 과학 도구 상자, 데이터 과학을 위한 Git, Shell, SQL 소개, 중급 파이썬, Scikit-learn을 사용한 지도 학습’이다. 뿐만 아니라 DataCamp에서는 300개 이상의 과정에 접근할 수 있어 수업을 위해 유용한 자료를 얻을 수 있다.

<표 38> 나라별 AI 교육 현황 요약

나라	국가 주도	프로그램명	교육 대상	설립 및 운영	AI기술	AI윤리	CS
미국	주별로 다름	AI4K12	K12	국립과학재단, 카네기멜론대학	***	**	
		AI 4 All	고등학생, 대학생	비영리단체, 각종 대학	***	*	
		Ready AI	K12	일반 교육회사, 대학 및 교사	***		
		CSTA	교사	컴퓨터과학교사협회			***
영국	주별로 다름	머신러닝포키즈	어린이	Dale Lane(개인)	***		
		teach Computing	교사	국립컴퓨팅교육센터			***
핀란드	O	Linkki	2~9학년 이상	헬싱키대학 과학교육센터	***		
		Mehackit	중고등학생, 교사	사회적 기업	*		**
		Elements of AI	전 국민	헬싱키대학, 일반 교육회사	***	**	
		Ethics of AI	전 국민	헬싱키대학		***	
독일	주별로 다름	IT4KIDS	3~6학년, 교사	아헨라인 베스트팔렌 공과대학,			***
		KI macht Schule	9~12학년	독일 국립 학술재단, 각종 대학	**	**	
		KI Campus	전 국민	독일 AI 연구소	***	*	
		베를린 지역교육서버	교사	지역 교육청	**		
		AI 코스	교사	튀빙겐대학 AI센터	**	*	
		Endlich KI begreifen	교사	지역 교육청	*	**	
스웨덴	O	AI Sweden	전 국민	스웨덴 국립센터	***	*	
		AI Competence	전 국민	각종 대학	***	*	
싱가포르	O	AI4K	초중고등학생, 교사	정부	***	*	

## 2절 AI 교육내용 특성

### 1. AI 기술교육(AI 프로그래밍 및 CS)

나라	프로그램명	교육 대상	교육내용		
			이해	실습	평가
	AI4K12	K12			
미국	AI 4 All	고등학생, 대학생	<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI 탐색</li> <li>- AI란 무엇인가?</li> <li>- 데이터란 무엇인가?</li> <li>- AI와 진로교육</li> <li>- 공동체적 전망</li> <li>- 우리들의 AI</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI와 얼굴인식 : teachable machine</li> <li>* 합성곱 신경망(CNN) 작동 방식</li> <li>* 순환신경망(RNN) 및 변압기 작동방식</li> <li>* 감성 분석 및 자연어</li> <li>- 자연어 과정이 무엇인가?</li> <li>- 감성 분석이 무엇인가?</li> <li>- 기계학습을 제외한 감성 분석</li> <li>- 기계학습 속 감성 분석</li> <li>- 감성분석 프로젝트</li> </ul>	
	Ready AI	K12		<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI 친구 만나기</li> <li>* Cozmo 얼굴인식</li> <li>* peekaboo AI</li> <li>* 얼굴인식과 음성생성</li> <li>* 개체 인식 및 조작</li> <li>* Tick Tok Bot 코딩</li> <li>* Keep Away &amp; Quick Tap 게임 코딩</li> <li>* AI 탐색 프로그래밍</li> </ul>	* WAICY(The World Artificial Intelligence Competition for Youth) 대회
영국	머신러닝포키즈	어린이		<ul style="list-style-type: none"> <li>* 음성 인식하는 가상기기 조정 스마트 어시스턴트 만들기</li> <li>* 칭찬과 모욕 인식하도록 컴퓨터 가르치기</li> <li>* 배경에 맞춰 색 바뀌는 카멜레온 만들기</li> <li>* 타이타닉 호에서 누가 생존하는지 예측하는 프로그램 만들기</li> <li>* 얼굴 인식 후 잠금 해제하는 전화 만들기 외 35종</li> </ul>	
	teach Computing	교사	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 우리 주변의 기술</li> <li>* 컴퓨터 연결</li> <li>* 인터넷</li> <li>* 정보 공유</li> <li>* 온라인 내 협업</li> <li>* 사이버 보안</li> <li>* IT와 일의 세계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 데이터 그룹화</li> <li>* 로봇 이동 프로그래밍</li> <li>* 파이썬 프로그래밍</li> <li>* 모바일 앱 개발</li> <li>* 피지컬 컴퓨팅</li> <li>* 알고리즘 외 1~9학년 각 5~6개 과정 등</li> </ul>	
핀란드	Linkki	2~9학년 이상		<ul style="list-style-type: none"> <li>* 스크래치 프로그래밍 동아리</li> <li>* 파이썬 프로그래밍 동아리</li> <li>* 자바 프로그래밍 동아리</li> <li>* 알고리즘 동아리</li> <li>* 프로그래밍 동아리 : 파이썬, 자바 등</li> </ul>	
	Mehackit	중고등학생		* 아두이노 프로젝트	

		교사		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 아두이노의 스위치, 센서 및 응용</li> <li>- 움직이는 로봇 만들기</li> </ul>	
	Elements of AI	전 국민	<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI란 무엇인가?</li> <li>* AI의 사회적 영향</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI 문제해결</li> <li>* 확률, 베이즈법칙, 나이브 베이즈 분류</li> <li>* 머신 러닝</li> <li>* 신경망 기술</li> </ul>	
독일	IT4KIDS	3~6학년, 교사		<ul style="list-style-type: none"> <li>* 쥐가 미로를 지나는 스크래치 프로그램</li> <li>* 반응 테스트 스크래치 프로그램</li> <li>* 수족관 프로젝트에 숨겨진 오류 찾기</li> <li>* 교실 정리하기 스크래치 프로그램 외 15종</li> </ul>	
	KI macht Schule	9~12학년	* 기초과정 인공지능		
	KI Campus	전 국민	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 학교가 데이터를 만든다 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 데이터의 이해</li> <li>- 데이터 작업</li> <li>- 데이터와 우리의 미래</li> </ul> </li> <li>* 학교가 AI를 만든다 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인공지능 기초 : 개념, 역사, 컴퓨터 학습 방법</li> </ul> </li> </ul>		
	AI 코스	교사	<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI의 배경과 발전 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인공지능의 정의</li> <li>- 인공지능의 역사</li> <li>- 딥페이크, 강인공지능</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI 프로그래밍 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 파이썬 기본 사항 및 훈련</li> <li>- 인공지능 구축 및 프로토타입 개발</li> </ul> </li> </ul>	
	AI4E	초중고등학생, 교사	<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI4K <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기계</li> <li>- 문제해결 알고리즘</li> <li>- 인공지능</li> <li>- 컴퓨터 비전</li> <li>- 기계 학습</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI4K <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시퀀스 및 반복</li> <li>- 선택문</li> <li>- 코딩과 함수</li> <li>- 기계 학습 실험</li> <li>- 인공지능 게임 구축</li> <li>- 의사결정나무 실행</li> <li>- 음성인식</li> <li>- 감정분석</li> <li>- 데이터 품질</li> <li>- 얼굴 감지 및 인식</li> <li>- 강화학습 언플러그드</li> </ul> </li> <li>* AI4S <ul style="list-style-type: none"> <li>- AI 101 트랙 : 파이썬, SQL 등</li> <li>- 기계 학습 환경 설정, 도구 설치 등</li> <li>- 회귀, 편향, 분산 등</li> </ul> </li> </ul>	

## 2. AI 융합교육(AI와 타영역을 융합)

나라	프로그램명	교육 대상	교육내용		
			이해	실습	평가
	AI4K12	K12			
미국	AI 4 All	고등학생, 대학생	<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI와 환경 : Python/Google Colab</li> <li>* AI와 형사법제도 : 토론 및 COMPAS</li> <li>* AI와 COVID-19</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI와 그리기 : Google Quick draw</li> <li>* AI와 춤 : PoseNet</li> </ul>	
	Ready AI	K12		<ul style="list-style-type: none"> <li>* 자유 주제의 AI 프로젝트 생성 및 발표</li> </ul>	
핀란드	Mehackit	중고등학생, 교사		<ul style="list-style-type: none"> <li>* 처리를 통한 시각예술 및 프로그래밍               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 모양과 색상</li> <li>- 애니메이션</li> <li>- 상호작용</li> <li>- 생성 예술</li> <li>- 게임</li> </ul> </li> <li>* Let me Hack It : 시각 예술 및 음악 프로그램, 아두이노 활용</li> <li>* 미래의 로봇 공학 : 아두이노, 라즈베리파이 등 이용한 프로젝트</li> <li>* 아트 프로그래밍 기초/프로젝트</li> <li>* 전자 프로그래밍 기초/프로젝트</li> <li>* 음악 프로그래밍 기초</li> </ul>	
독일	KI macht Schule	9~12학년	<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI와 학교               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인공지능이 학교생활 변화시키는 모습 알아보기</li> </ul> </li> <li>* AI와 의학               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인공지능이 의학 변화시키는 모습 알아보기</li> </ul> </li> <li>* AI 와 물리학               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인공지능이 물리학 변화시키는 모습 알아보기</li> <li>- 인공지능이 블랙홀 이미지 계산하는 데 사용된 방법 알아보기</li> <li>- 물리적 모델과 AI 모델 차이점 논의하고 주요 통찰력 얻기</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI와 학교               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 수학 문제 자동으로 고치는 프로그래밍</li> <li>- 얼굴 인식 프로그램 만들기</li> </ul> </li> <li>* AI와 의학               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 특정 질병 발견 위한 AI 사용 방법</li> </ul> </li> <li>* AI 와 물리학               <ul style="list-style-type: none"> <li>- 농구공의 궤적 예측하는 AI 기술 개발하기</li> <li>- 물리적 공식 이용해 기계학습에 적합한 모델 선택하는 방법 알기</li> <li>- 투구 잡는 로봇 신경망 훈련</li> </ul> </li> </ul>	

			<ul style="list-style-type: none"> <li>* 시와 뇌 <ul style="list-style-type: none"> <li>- AI 사용해 뇌 이해하는 방법 알아보기</li> <li>- 생물학적 신경망과 인공지능 신경망의 연결과 차이점 알기</li> <li>- 신경과학 및 심리학의 통찰력이 인공지능 연구 발전시키는 방법 알기</li> <li>- 두뇌-컴퓨터 인터페이스 미래 분야 다루기</li> </ul> </li> <li>* 자율주행 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자율주행 차량 방법 이해</li> <li>- 보행자 감지 및 보호 방법</li> </ul> </li> <li>* 시와 기후 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 환경보호에 시가 주는 도움</li> <li>- 최신 AI 시스템이 소비하는 에너지의 양과 이를 효과적으로 만드는 접근 방식 알아보기</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>시킴</li> <li>* 시와 뇌 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 인공지능영상 프로그래밍 후 간단한 작업 해결하는 방법 배우기</li> </ul> </li> <li>* 자율주행 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 거리 표지판 인식하는 자체 인공지능 시스템 개발하기</li> <li>- 나만의 자율 로봇 차량 개발하기</li> </ul> </li> <li>* 시와 기후 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 머신 러닝 이용한 기후 변화 프로파일 예측 모델 개발하기</li> </ul> </li> </ul>	
	KI Campus	전 국민	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 시 및 지속가능한 개발 목표 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시와 교육 : 교육에서의 인공지능 앱, 시나리오 기법</li> <li>- 시와 기후 보호 : 기후 변화 및 인공지능 적용, 시민과학과 일상 행동</li> <li>- 지속 가능한 도시 및 마을 : 스마트 시티, 인공지능 이용한 과제 및 해결 방안</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 학교가 시를 만든다 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시와 언어 : 챗봇 지능테스트, 챗봇 프로그래밍</li> <li>- 시와 창의성 : 이미지 생성, 얼굴 필터 만들기</li> </ul> </li> </ul>	
	AI 코스	교사	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 시가 사회에 미치는 영향 <ul style="list-style-type: none"> <li>- 시와 사회 : 인공지능이 우리 생활에 적용되는 다양한 주제에 대한 기사 찾기</li> </ul> </li> </ul>		
싱가포르	AI4E	초중고등학생, 교사		<ul style="list-style-type: none"> <li>* AI4S <ul style="list-style-type: none"> <li>- 화성탐사선 실습</li> </ul> </li> </ul>	

### 3. AI 윤리 교육

나라	프로그램명	교육 대상	교육내용		
			이해	실습	평가
	AI4K12	K12			
미국	AI 4 All	고등학생, 대학생		* AI와 윤리 : 가상 회사 설립 후 다각도로 윤리적 문제 토론	
영국	teach Computing	교사	* 온라인 안전 - 빅데이터 - 사생활 권리 - 데이터 보호 - 가짜 뉴스 - 불법 콘텐츠 - 접근권 - 버블(편향) - 스스로를 보호하기		
핀란드	Ethics of AI	전 국민	* AI 윤리 소개 * 피해 예방 : 공동선 * 책임 * 투명성 * 인권 * 정의 : AI 시스템 왜곡 및 차별 * AI 윤리 실천		
독일	KI macht Schule	9~12학년	* AI와 학교 - 대학 성적 예측 프로그램의 윤리적 문제 - 안면인식 프로그램의 프라이버시, 효율성, 편의성, 차별 논의 * AI와 의학 - AI 기반 결정을 공정하게 내리는 방법 - AI 기술을 윤리적으로 반영하는 방법 및 장단점 논의 * AI와 뇌 - AI가 뇌장애 가진 사람 돕는 데 사용되는 방법 및 이에 대한 윤리적 문제 토론 * 자율주행 - 인공지능 시스템의 견고성과 안전성이 자율주행에 중요한 이유 알아보기 - 자율주행이 미치는 사회적, 윤리적, 경제적 효과 토론 * AI와 기후 - AI 사용하여 트래픽 줄이고 산업을 지속 가능하게 만드는 방법 논의		
	KI Campus	전 국민	* 학교가 데이터를 만든다 - 데이터 윤리 : 편견, 데이터세트, 편향 * 학교가 AI를 만든다 - AI와 사회 : 알고리즘 편견과 정당한 결정, 윤리적 기계와 인공지능 교사		
	AI 코스	교사	* AI가 사회에 미치는 영향 - 인공지능 적용 속 윤리적 문제 발견 여부 테스트		

AI 교육 내용 특성의 장단점을 살펴보면 다음과 같다. 미국은 주 단위로 교육을 실시하고 있기에 그 내용이 천차만별이다. 비영리단체와 대학, 그리고 민간 기업의 참여도 활발하다. CSET(Center for Security and Emerging Technology)의 조사에 따르면 미국의 학생과 교사를 위한 AI 교육과정, 학습 자료 등을 제공하는 민간 기업, 비영리 단체, 공공 민간 파트너십의 프로그램은 36개를 넘는다. 이런 면에서 볼 때 미국의 경우 매우 다양한 활용가능성을 제공하고 있지만, 체계적인 통일성의 부분에서는 단점을 갖는다고 볼 수

있다. 그럼에도 불구하고 AI의 다양한 분야를 여러 학문 또는 분야와 접목하여 문제를 해결하는 방식으로 수업이 구성된다는 점은 매우 중요한 장점이라고 보여진다. 교사교육에 있어서도 AI 융합 교육 역량을 갖춘 교사의 필요성을 강조하고 있다는 것은 매우 중요한 부분이다. 미국은 AI교육을 각종 수업에 융합하여 지도할 것으로 보인다. AI 분야의 교사를 따로 양성하기보다 과학, 기술, 공학, 수학 및 컴퓨터 과학교육 분야의 지원을 늘리고, 해당 교육이 가능한 교원을 증대할 예정이기 때문이다. AI 융합 교육은 AI에 대한 이해와 기타 교과목의 전문성을 모두 갖추고 있어야 가능하다. 이러한 필요성은 교사 교육 프로그램에 반영되어 개발될 것으로 예상된다. 또한 AI 융합 교육 역량 뿐만 아니라 AI 윤리 교육 역량을 갖춘 교사의 중요성을 강조하고 있다는 것도 매우 중요한 부분이다. 과학, 공학 및 컴퓨터 과학 교육과정에 접목되는 AI 윤리 교육에 대한 보조금 지원을 강조하고 있다.

영국의 경우 국가 AI 전략은 그간 영국이 AI를 교육의 내용으로 삼기보다 채점 또는 수업의 업무 부담을 경감하기 위한 보조 도구로서 여기던 것을 문제 삼았으며, 영국 내 잉글랜드의 2014 개정 교육과정 내용 중 초등학교, 중학교 코딩 교육 의무화, 2017년 산업 전략 등은 다년간 영국이 AI 및 데이터 과학 분야를 강조해 온 것을 잘 보여준다. 그러나 지금까지는 AI 교육을 전면적으로 내세우기보다 컴퓨팅 프로그램 교육과정 내 일부 연계성을 가지는 학습 활동 정도를 다룬 정도이다. 이러한 인식의 전환을 위하여 AI 리터러시의 필요성을 인정하면서 다음과 같은 점을 강조한다. 첫째, 모든 아이들이 AI가 어떻게 작동하는지 기본적인 감각으로 학교를 떠날 수 있도록 도전적이지만 현실적인 목표를 세워야 한다. 둘째, AI는 전문 과목으로 교과 과정에 포함될 필요가 있다. 또한 컴퓨터 과학, 시민학, 지리 역사 등 다른 과목을 하는 새로운 방법의 일부가 되어야 한다. 셋째, 석박사학위에 대한 투자는 지속되어야 한다. 또한 데이터 과학과 연관된 분야 외의 분야에도 AI관련 과정을 포함시키는 계획을 확대해야 한다. 끝으로, 교사들이 AI 지식을 배우고 개발할 수 있는 인센티브와 기회를 제공해야 한다. 모든 교사를 대상으로 프로그램을 통해 AI 개념 및 교수 방법을 이해시켜야 한다. 새로운 교육과정 자원은 교사의 사례 연구 및 연습을 위해 선정된 데이터 세트를 포함해야 한다. 이처럼 영국 내에서도 최근에 들어서야 AI 교육의 방향이 융합적이어야 하고, 사회적으로 미칠 영향에 관한 윤리 등을 다루어야 한다는 목소리가 높아지고 있으나, 머신러닝포키즈는 컴퓨터 과학 원리에 치우쳐져 있다는 점에서 다소 아쉬움이 남는다.

핀란드는 교육 시스템이 비교적 안정적으로 정립되어 있고 국가적으로 인적 자본의 비중이 큰 나라이기에 학교 교육 대상자만이 아닌 전 국민의 평생 학습을 강조한다. 또한 핀란드 경제 고용부는 기존의 AI 및 로봇의 활용과 개발이 수학 및 기술 분야에 치우쳐 있는 것이 사회 전반의 변화를 지원하기 적합하지 않다며 다방면에 융합된 AI 과정을 제공하는 교육 시스템으로 개혁하고 있다.

싱가포르에서는 정부 주도로 전 국민을 위한 AI 교육 프로그램을 개발하여 운영 중이다. 2015년부터 싱가포르는 국민의 평생 학습을 활성화하겠다는 취지로 ‘Skills Future Singapore(기술이 미래다)’를 국가 아젠다로 내걸었고, AI 교육 프로그램 역시 교육 대상자별로 개발하여 활용하고 있다.

이상으로 인공지능 준비 지수 순위에서 한국보다 상위에 있는 6개국의 AI 교육 현황에 대해 살펴보았는데, 모든 나라가 최근 4년 사이 국가 AI 전략을 발표하였으나 나라별 두드러진 차이를 보여주는 원인은 기존 교육 체계에 있었다. 이는 AI 교육 실행에도 큰 영향을 미치고 있다. 예컨대 미국과 영국, 독일은 나라 내 지역마다 교육과정, 교원 임용 체제 및 연수 체계가 서로 다르다. 따라서 국가 내에서 획일화된 프로그램을 제작하여 활용하지 않고 다양한 프로그램이 개발되어 사용 중이다. 그러나 미국은 기업의 후원을 받는 비영리단체와 일반 회사 및 대학에서 프로그램을 개발하는 경우가 많은가 하면, 독일은 국가 기관 및 대학, 지역 교육기관에서 프로그램을 개발한 경우를 확인할 수 있었다. 반면 핀란드와 스웨덴, 싱가포르의 국가 주도적으로 프로그램을 개발하여 활용하였다. 특히 핀란드와 스웨덴은 국민 복지를 위한 국가 시스템이 잘 정착한 나라로, 교육을 학생에 국한하기보다 전 국민의 평생 학습에 초점을 맞추어 AI 교육 역시 국민 재교육의 일환으로 받아들이는 점이 돋보인다.

또한 나라별 AI 교육 프로그램이 다양하였으나 일부 프로그램의 경우 기존의 컴퓨터 과학 교육의 연장선에서 AI교육을 바라보고 있는 점도 확인할 수 있었다. 국가 교육과정에 컴퓨터 과학은 포함되지만 AI 요소는 아직 포함되지 않은 이유에서이다. 다만 이러한 경우 AI 교육 중 AI 기술적인 면, 특히 프로그래밍만 다루게 될 수 있어 부족한 영역에 대해 보충 및 심화 지도가 이루어져야 할 것으로 보인다.

## 제 6장 AI 교육에 대한 전문가 의견 조사

### 1절 델파이조사 일반현황

- 응답자: 42명
- 문항수: 1차 54문항, 2차 25문항
- 내용타당도(Content Validity) 판정 최소값: .29
- 내용타당도는 Lawshe(1975)가 제시한 내용타당도 비율(content validity ration: CVR)를 바탕으로 분석한다. CVR은 패널 수에 따라 최소값을 제시하고 있으며, 최소값 이상이 되었을 때 문항에 대한 내용타당도가 있는 것으로 판단된다.<sup>46)</sup>

$$CVR = \frac{Ne - \frac{N}{2}}{\frac{N}{2}}$$

Ne: 중요하다고 응답한 사례 수

### 1차 델파이조사 결과 내용타당도(CVR) 판정

영역	전체	적합	부적합
가. 시리터러시의 의미와 시리터러시 역량 함양의 개념	8	4	4
나. AI 교육 역량	20	15	5
다. AI 기술교육의 개념과 역량	8	4	4
라. AI 윤리교육의 개념과 역량	8	8	0
마. 종합	10	9	1
계	54	40	14

### 2차 델파이조사 결과 내용타당도(CVR) 판정

영역	전체	적합	부적합
가. 시리터러시의 의미와 시리터러시 역량 함양의 개념	6	6	0
나. 시리터러시 교육	1	0	1
다. AI 기술교육의 개념과 역량	7	7	0
라. AI 윤리교육의 개념과 역량	2	2	0
마. AI 융합교육역량	9	9	0
계	25	24	1

46) Lawshe, C. H. (1975). A quantitative approach to content validity. Personnel psychology, 28(4), 563-575.

## 2절 AI 리터러시와 AI 리터러시교육의 개념과 역량

### 1. AI 리터러시의 의미

AI 리터러시는 “AI가 할 수 있는 것과 AI가 작동하는데 필요한 것들을 알며, AI가 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 윤리적으로 고려하여 AI를 일상생활과 직업활동에서 사용할 수 있는 능력”으로 정의한다.

델파이 조사결과 CVR 값이 0.67로 타당한 것으로 수용되었다. 기타 의견으로는 “정의 중에 윤리적이라는 표현으로 영향을 한정할 필요가 있는지”와 “윤리적 영향을 영향으로 수정하여 포괄적으로 정의할 필요가 있음” 등의 의견이 있었으나, 연구진의 검토결과 “영향을 윤리적으로 고려”하는 것으로 수정한다.

### 2. AI 리터러시 교육 구성

AI 리터러시 교육의 내용은 “데이터 사용”, “알고리즘 적용”, “모델 활용”, “사회적 영향 이해”로 구성되며, 각 의미는 아래와 같이 제시한다.

구분	의미
데이터 사용 (Data)	인공지능을 활용하여 일상생활과 직업활동에서 발생하는 문제를 해결하기 위해 정형 및 비정형 데이터의 적절한 사용을 의미한다.
알고리즘 적용 (Algorithm)	인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 얻어내는 과정을 의미한다.
모델 활용 (Model)	데이터와 알고리즘을 기반으로 개발된 인공지능을 적절하게 문제 해결에 활용하는 것을 의미한다.
사회적 영향 이해 (Social Impact)	인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 비판적으로 평가하고, 인공지능의 개발과 활용과정에서 발생하는 윤리적 문제를 해결하려는 노력을 의미한다.

AI리터러시 교육 구성에 대한 델파이 설문 결과 CVR값이 0.38로 나타났으며, 수용이 가능하다고 인식함. 기타 의견으로는 세부 구성요소에 대한 의미에 대한 의견들이 제시되었으며, 세부 구성요소의 의미와 연계하여 필요한 부분을 반영하였음. 다만, 기존의 “모델링 활용”의 표현은 기타의견에서 제시된 내용을 고려하여 “모델 활용”으로 반영한다.

#### 2.1 데이터(Data) 사용

데이터(Data) 사용은 “인공지능을 활용하여 일상생활과 직업활동에서 발생하는 문제를 해결하기 위해 정형 및 비정형 데이터의 적절한 사용을 의미한다.”로 정의한다.

델파이 설문결과 CVR값이 .67로 전문가 그룹은 데이터 사용의 의미가 타당하다고 인식함. 기타 의견으로 “일상생활에서 수집가능한 데이터(정형, 비정형은 너무 학술적임)로 하는 것이 좋을 것 같습니다”와 “Semi-structured data도 있으므로 다양한 형태의 자료

가 더 적절하지 않을까요?” 등의 의견이 있었으며, 연구진의 검토결과 “정형 및 비정형” 데이터로 구분하는 것으로 정의하였다.

## 2.2 알고리즘(Algorithm) 적용

알고리즘(Algorithm) 적용은 “인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 얻어내는 과정을 의미한다.” 로 정의하였다.

텔파이 설문결과 CVR 값이 .52로 전문가 그룹은 알고리즘 적용의 의미가 타당하다고 인식함. 기타 의견으로는 “일련의 절차라기 보다는 과정을 의미한다가 더 맞지 않을까 합니다”, “데이터를 입력하고 기계학습에 의해 도출된 모델에 의거하여 결과를 얻어내는 과정을 의미한다” 등이 제시되었다.

연구진의 최종 검토에서 알고리즘이 절차를 의미한다는 점을 고려하여 알고리즘의 적용은 “일련의 절차” 보다는 “과정” 으로 반영한다.

## 2.3 모델(Model) 활용

모델(Model) 활용은 “데이터와 알고리즘을 기반으로 개발된 인공지능을 적절하게 문제 해결에 활용하는 것을 의미한다.” 로 정의하였으나, 텔파이 설문결과 CVR 값이 .48로 전문가 그룹은 모델 활용의 의미가 타당하다고 인식함. 기타 의견으로는 “모델링이라는 표현을 빼고 모델 활용 혹은 인공지능 활용” 의 의미로 표현하는 의견과 맥락을 고려하여 “실생활과 직업활동에서 발생한 문제 해결을 위해...” 의 형태로 구성해야함 등이 제시되었다.

연구진의 최종 검토에서 기타의견을 고려하여 모델을 활용하는 측면으로 영역의 명칭을 변경하는 것으로 설정한다.

## 2.4 사회적 영향(Social Impact) 이해

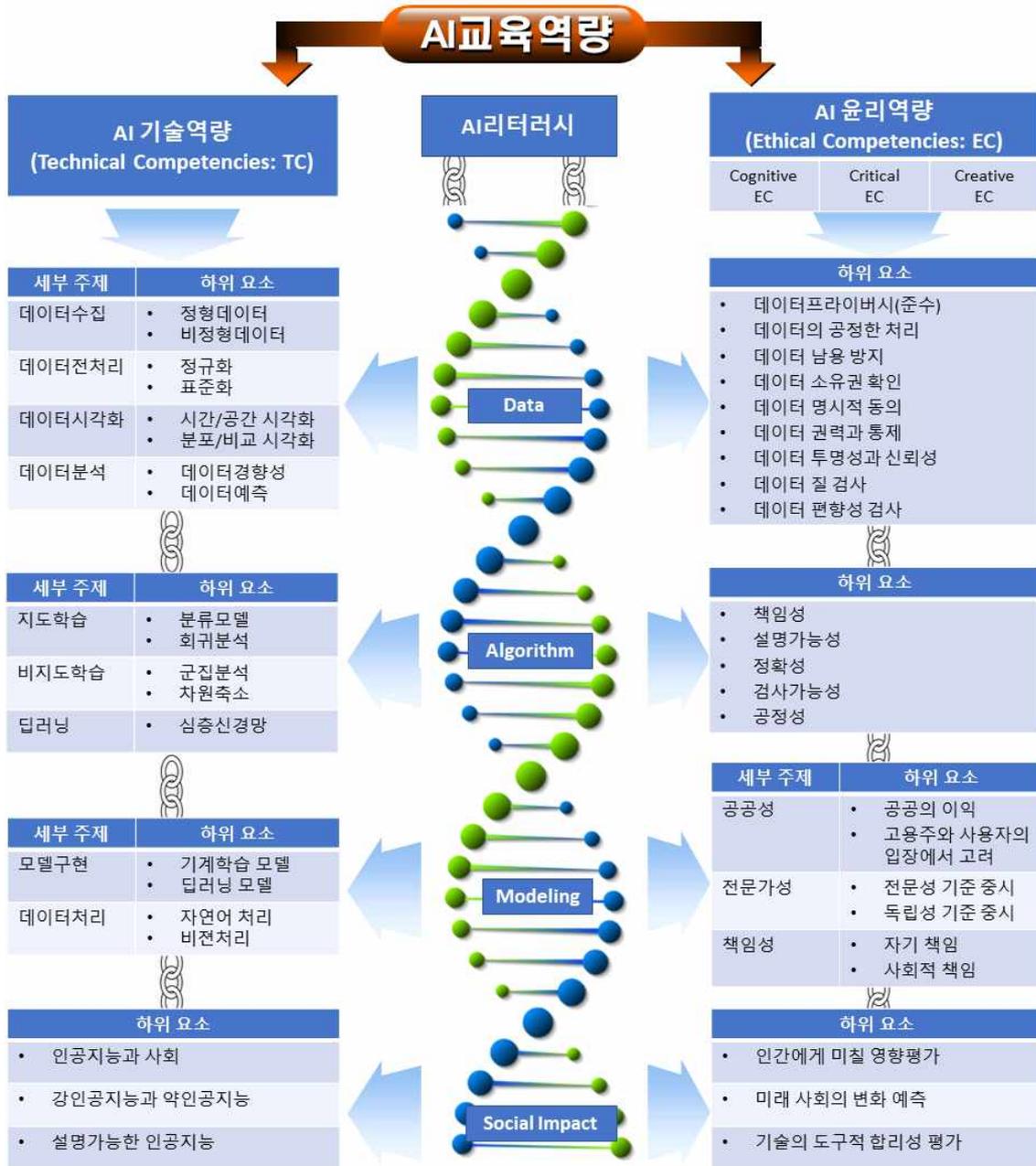
사회적 영향(Social Impact) 이해는 “인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 비판적으로 평가하고, 인공지능의 개발과 활용과정에서 발생하는 윤리적 문제를 해결하려는 노력을 의미한다.” 로 정의하였다.

텔파이 설문결과 CVR 값이 .52로 전문가 그룹은 사회적 영향의 의미가 타당하다고 인식함. 기타 의견으로는 “인공지능의 발달이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 고려하면서 바람직한 인공지능의 개발과 활용을 위한 실천적 노력을 의미한다” 로 표현하는 내용과 “인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 비판적으로 고려하” 등이 제시되었다.

연구진의 최종 검토에서 기존의 “인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 고려하고...” 를 “인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 비판적으로 고려하고...” 로 변경하여 반영한다.

## 3. AI 리터러시 교육의 구조

AI 리터러시 교육의 구조에 대하여 “AI 교육을 통해 가르고자 하는 능력으로 AI 기술 역량과 AI 윤리역량으로 구성된다. 이 두 역량은 데이터, 알고리즘, 모델링, 사회적 영향을 중심으로 교육영역이 구분된다.” 로 정의한다.



델파이 설문결과 CVR 값이 .14로 전문가 그룹은 AI 리터러시 교육의 구조에 대하여 타당하지 않다고 인식함. 이와 관련한 의견으로 “AI 윤리역량에서 인지적/ 비판적/ 창의적 요소에 맞춰 하위요소의 내용을 구분하되 AI 기술역량의 하위요소 내용과 대비 고려”, “모델링이라는 표현이 여러 군데서 모호하게 사용되고 있어서 혼란을 야기하는 면이 있습니다. 앞에서의 파라미터 모델링, 모델 구현, 기계학습 모델, 모델링 등 “모델”이라는 용어로 쓰이지만, 다 모호하고 의미가 일치하지 않는 것 같습니다. 어떤 점에서 “모델링”이라는 표현을 사용하고자 하는지 명확히 제시되는 것이 필요합니다.”, “퍼셉트론은 딥러닝이 아닌 것 같습니다.”, “기술역량과 윤리역량 하위 요소의 구성이 상이합니다. 가능한 일관성 있게 구성되면 좋을 것 같습니다.” 등의 의견이 제시되었다. §

연구진의 최종 검토에서 “모델링 활용”을 “모델 활용”으로 변경하여 수용하였으며,

딥러닝의 하위요소로 “퍼셉트론”을 삭제하는 것으로 반영하였음. 기술역량과 윤리역량의 하위 요소에 대한 구성이 상이한 부분은 역량별 특징에 따른 세부주제 및 요소의 반영이 필요하다는 점에서 현재의 구성을 반영하며 영역별 일관성이 유지된다는 점에서 구성한다.

구분	1차 델파이조사	2차 델파이조사	최종
1. AI 리터러시 정의	AI 리터러시란 AI가 무엇인지, AI가 할 수 있는 것은 무엇인지, AI가 우리에게 줄 수 있는 이점은 무엇인지 및 AI 시스템이 작동하는데 필요한 것은 무엇인지를 이해하며, AI 지식, 개념 및 응용 프로그램을 적용하여 AI 솔루션에 참여하는 방법을 알며, AI 기술을 비판적으로 평가하고, 윤리적으로 사용하는 방법을 통해 AI와 효과적으로 소통하고 협력하며, 일상생활은 물론 직업에서도 AI를 도구로 사용할 수 있게 해주는 역량 집합을 의미한다.	AI 리터러시는 AI가 할 수 있는 것과 AI가 작동하는데 필요한 것들을 알며, AI가 인간과 사회에 미칠 수 있는 윤리적 영향을 고려하여 AI를 일상생활 및 직업환경에서 사용할 수 있는 능력이다.	AI 리터러시는 “AI가 할 수 있는 것과 AI가 작동하는데 필요한 것들을 알며, AI가 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 윤리적으로 고려하여 AI를 일상생활과 직업활동에서 사용할 수 있는 능력”으로 정의한다.
2. AI 리터러시 교육 구성	AI 리터러시 역량 함양 교육은 그 특성에 따라 “AI 능력 이해(AI Ability Understanding), 데이터(Data), 학습 알고리즘(Learning Algorithm), 모델링 및 프로그램가능성(Modeling and Programmability), 사회적 영향(Social Impact)”으로 구성된다.	AI 리터러시 교육의 내용은 “데이터 사용”, “알고리즘 적용”, “모델링 활용”, “사회적 영향 이해”로 구성한다.	AI 리터러시 교육의 내용은 “데이터 사용”, “알고리즘 적용”, “모델 활용”, “사회적 영향 이해”로 구성된다.

구분	의미
데이터 사용 (Data)	인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 일상생활 속에서 수집 가능한 정보 및 적절한 시도의 올바른 사용을 의미한다.
알고리즘 적용 (Algorithm)	인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 출력하는 일련의 절차를 의미한다.
모델링 활용 (Modeling)	문제를 해결하기 위하여 데이터와 알고리즘을 기반으로 인공지능을 활용하는 과정을 의미한다.
사회적 영향 이해 (Social Impact)	인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 고려하고, 인공지능의 개발과 활용과정에서 발생하는 윤리적 문제를 해결하려는 노력을 의미한다.

구분	의미
데이터 사용 (Data)	인공지능을 활용하여 일상생활과 직업활동에서 발생하는 문제를 해결하기 위해 정보 및 비정형 데이터의 적절한 사용을 의미한다.
알고리즘 적용 (Algorithm)	인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 얻어내는 과정을 의미한다.
모델 활용 (Model)	데이터와 알고리즘을 기반으로 개발된 인공지능을 적절하게 문제해결에 활용하는 것을 의미한다.
사회적 영향 이해 (Social Impact)	인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 비판적으로 평가하고, 인공지능의 개발과 활용과정에서 발생하는 윤리적 문제를 해결하려는 노력을 의미한다.

<p><b>2.1 데이터(Data) 사용</b></p>	<p>데이터와 데이터 출처를 비판적으로 평가할 수 있는 데이터 리터러시를 기를 수 있도록 하며, 데이터가 기계가 인간처럼 지능을 가지도록 하는데 중요한 재료이며 AI 애플리케이션은 해당 데이터를 가져와 신속하게 실행 가능한 정보로 전환할 수 있다. 오늘날 인공지능은 많은 양의 데이터를 인간보다 훨씬 빠르게 처리하고 정확하게 예측가능하므로 데이터가 알고리즘 결과에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 설명한다.</p>	<p>인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 일상생활 속에서 수집 가능한 정형 및 비정형 자료의 올바른 사용을 의미한다.</p>	<p>인공지능을 활용하여 일상생활과 직업활동에서 발생하는 문제를 해결하기 위해 정형 및 비정형 데이터의 적절한 사용을 의미한다.</p>
<p><b>2.2 알고리즘(Algorithm) 적용</b></p>	<p>어떤 문제를 해결하기 위해 입력된 자료(데이터)를 토대로 하여 원하는 출력을 유도하기 위해 머신이 따를 수 있는 단계별 지침으로 미리 결정된 방정식을 모델에 의존하지 않고 계산 방법을 사용하여 데이터에서 직접 정보를 학습하며, 학습할 수 있는 샘플 수가 증가함에 따라 알고리즘 성능이 향상됨을 이해한다. 가장 일반적으로 사용되는 학습 알고리즘은 회귀 및 분류를 사용하여 대상 범주를 예측하고 비정상적인 데이터 요소를 찾으며 값을 예측하고 유사성을 검색함을 이해한다.</p>	<p>인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 출력하는 일련의 절차를 의미한다.</p>	<p>인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 얻어내는 과정을 의미한다.</p>
<p><b>2.3 모델(Model) 활용</b></p>	<p>데이터와 학습 알고리즘을 기반으로 학습하며, 학습을 통해 주어진 문제를 모델로 구현하는 과정을 이해하며 모델이 가능한 한 데이터에 잘 맞도록 파라미터를 찾는다(파라미터 모델링).</p>	<p>문제를 해결하기 위하여 데이터와 알고리즘을 기반으로 인공지능을 활용하는 과정을 의미한다.</p>	<p>데이터와 알고리즘을 기반으로 개발된 인공지능을 적절하게 문제해결에 활용하는 것을 의미한다.</p>

<p>2.4 사회적 영향(Social Impact) 이해</p>	<p>사회적 영향은 인간(Human), 사회(Society), 기술(Technology)이 함께 공존하는 방법을 탐구한다. 인공지능 기술은 인간이 그것을 어떤 방법과 목적으로 사용하는가에 따라 인간과 사회에 긍정적 또는 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 인공지능 기술이 현재 우리 사회에서 어떻게 쓰이고 있는지, 다가올 인공지능의 미래는 무엇인지, 인공지능의 활용이 우리에게 미치는 영향과 윤리적인 활용을 위한 대책을 무엇인지 등을 알아야 한다. 이를 위해, 인공지능과 사회, 인공지능의 종류, 인공지능의 의사결정을 신뢰하기 위한 방안으로 설명 가능한 인공지능에 대하여 학습해야 한다.</p>	<p>인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 고려하고, 인공지능의 개발과 활용 과정에서 발생하는 윤리적인 문제를 해결하려는 노력이 의미한다.</p>	<p>인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 비판적으로 평가하고, 인공지능의 개발과 활용과정에서 발생하는 윤리적인 문제를 해결하려는 노력을 의미한다.</p>
-------------------------------------	--	--	---

<p>3. AI 리터러시 교육의 구조</p>	<p>AI 교육을 통해 기르고자 하는 능력으로 AI 기술역량과 AI 윤리역량으로 구성된다. 이 두 역량은 데이터, 알고리즘, 모델링, 사회적 영향을 중심으로 교육영역이 구분된다.</p>  <p>The diagram shows a central vertical axis with 'Data', 'Algorithm', 'Modeling', and 'Social Impact' nodes. To the left is 'AI 기술역량 (Technical Competencies: TC)' and to the right is 'AI 윤리역량 (Ethical Competencies: EC)'. Each competency is broken down into '핵심 요소' (Key Elements) and '세부 주제' (Sub-topics).</p>	<p>AI 리터러시 교육이란 AI 교육을 통해 기르고자 하는 능력으로 AI 기술역량과 AI 윤리역량으로 구성된다. 이 두 역량은 데이터, 알고리즘, 모델링, 사회적 영향을 중심으로 교육영역이 구분된다.</p>  <p>This diagram is identical in structure to the previous one but includes a central '영역' (Area) column with 'Data', 'Algorithm', 'Modeling', and 'Social Impact' nodes, indicating the focus of the education.</p>	<p>AI 교육을 통해 기르고자 하는 능력으로 AI 기술역량과 AI 윤리역량으로 구성된다. 이 두 역량은 데이터, 알고리즘, 모델링, 사회적 영향을 중심으로 교육영역이 구분된다.</p>  <p>This diagram is identical to the first one in this row, showing the structure of AI education.</p>
--------------------------	--	---	---

### 3절 AI 기술역량과 AI 기술교육의 개념

#### 4. AI 기술교육의 정의

AI 기술교육은 “AI 기술교육이란 인공지능을 이해하고 문제해결과정에서 인공지능을 활용하기 위한 역량을 기르는 교육이다.” 로 정의한다.

델파이 설문결과 CVR 값이 .67로 전문가 그룹은 AI 기술교육의 정의가 타당하다고 인식함. 기타 의견으로는 “AI 기술교육이란 일상생활에서 문제 해결을 하기 위해 AI 지능 기술을 교육하는 것입니다.” 와 “문제해결과정이라는 단어를 사용함으로써 인공지능 활용의 범위를 한정하는 것은 아닌가하는 생각이 들기도 합니다.” 등이 제시되었다.

연구진의 최종 검토에서 AI 기술교육은 인공지능을 이해하고 문제해결과정에서 활용하는 측면에서 정의하는 것으로 반영한다.

#### 5. AI 기술역량의 정의

AI 기술역량(Technological Competencies: TC)은 “AI 기술역량은 AI 기술교육을 통해 획득될 수 있는 인공지능 활용 역량을 의미한다.” 로 정의한다.

델파이 설문결과 CVR 값이 .52로 전문가 그룹은 AI 기술역량의 정의가 타당하다고 인식함. 기타 의견으로는 “AI 기술역량’을 인공지능을 이해하고 문제해결 과정에서 인공지능을 활용하는 역량으로 먼저 정의” 와 “AI 기술 역량보다는 AI 역량이라고 표현하는게 좋을 듯함” 등이 제시되었다.

연구진의 최종 검토에서 AI 기술역량은 문제해결과정에 필요하는 역량에 한정되는 것이 아니라 교육을 통해 획득되는 역량이라는 의미를 반영한다.

#### 6. AI 기술역량의 구조

AI 기술역량의 구조를 살펴보기 위하여 “AI 기술역량은 그 특성에 따라 데이터 사용 역량, 알고리즘 적용 역량, 모델 활용으로 구분된다.” 로 정의한다.

구분	의미
데이터 사용 (Data)	인공지능을 활용하여 일상생활과 직업활동에서 발생하는 문제를 해결하기 위해 정형 및 비정형 데이터의 적절한 사용을 의미한다.
알고리즘 적용 (Algorithm)	인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 얻어내는 과정을 의미한다.
모델 활용 (Model)	데이터와 알고리즘을 기반으로 개발된 인공지능을 적절하게 문제 해결에 활용하는 것을 의미한다.

델파이 설문결과 CVR 값이 .67로 전문가 그룹은 AI 기술역량의 구성이 타당하다고 인식함. 기타 의견으로는 “데이터, 알고리즘은 적절해보이지만 모델링의 의미가 모호합니다.” 와 “AI 리터러시 영역이 4개로 구분되어 AI 기술역량 구성도표에도 4개 영역에 따

라 제시된 것과 일관성 결여됨” 등이 제시되었다.

연구진의 최종 검토에서 AI 기술역량의 구성은 AI리터러시의 내용과 연계하여 구성한다는 점에서 기존의 “모델링 활용”을 “모델 활용”으로 변경하였으며, 각각의 의미를 AI리터러시의 “데이터 사용”, “알고리즘 적용”, “모델 활용”과 일치하여 반영한다.

### 6.1 데이터(Data) 사용

데이터(Data) 사용은 “인공지능을 활용하여 일상생활과 직업활동에서 발생하는 문제를 해결하기 위해 정형 및 비정형 데이터의 적절한 사용을 의미한다.”로 정의한다.

델파이 설문결과 CVR값이 .67로 전문가 그룹은 데이터 사용의 의미가 타당하다고 인식함. 기타 의견으로 “전반적으로 “올바른 사용“이라는 표현을 많이 사용하는데 “적절한 사용“은 어떨까요?” 등의 의견이 있었으며, 연구진의 검토결과 기존의 “올바른 사용”의 표현을 “적절한 사용”으로 반영한다.

### 6.2 알고리즘(Algorithm) 적용

알고리즘(Algorithm) 적용은 “인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 얻어내는 과정을 의미한다.”로 정의한다.

델파이 설문결과 CVR 값이 .62로 전문가 그룹은 알고리즘 적용의 의미가 타당하다고 인식함. 기타 의견으로는 “알고리즘을 적용하려면 알고리즘을 선택하고 적용하며 그 결과를 평가하는 일련의 절차를 수행할 수 있어야 합니다.” 등이 제시되었다.

연구진의 최종 검토에서 알고리즘이 절차를 의미한다는 점을 고려하여 AI 리터러시에서 제시된 내용과 연계하여 알고리즘의 적용은 “일련의 절차” 보다는 “과정”으로 반영한다.

### 6.3 모델(Model) 활용

모델(Model) 활용은 “데이터와 알고리즘을 기반으로 개발된 인공지능을 적절하게 문제 해결에 활용하는 것을 의미한다.”로 정의한다.

델파이 설문결과 CVR 값이 .48로 전문가 그룹은 모델 활용의 의미가 타당하다고 인식함. 기타 의견으로는 기존에 제시된 용어의 정의에서 “문제를 해결하기 위해 데이터와 알고리즘을 기반으로 인공지능을 활용하는 능력”에서 제시된 “문제를 해결하기 위해서”의 표현이 명확하게 제시될 필요가 있다는 의견 등이 제시되었다.

연구진의 최종 검토에서 기타의견을 고려하여 문제를 활용하기 위해 인공지능을 활용하는 개념보다는 “개발된 인공지능”을 문제해결에 활용하는 개념으로 변경하여 반영한다.

## 7. AI 기술역량의 하위 기능의 구성

AI 기술역량은 “데이터 사용, 알고리즘 적용, 모델 활용”의 과정으로 구성한다.

구분	세부 요소	하위 기능
데이터 사용 (Data)	데이터 수집	<ul style="list-style-type: none"> <li>정형데이터</li> <li>비정형데이터</li> </ul>
	데이터 전처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>정규화</li> <li>표준화</li> </ul>
	데이터 시각화	<ul style="list-style-type: none"> <li>시간/공간시각화</li> <li>분포/비교시각화</li> </ul>
	데이터 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터경향성</li> <li>데이터예측</li> </ul>
알고리즘 적용 (Algorithm)	지도학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>분류모델</li> <li>회귀분석</li> </ul>
	비지도학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>군집분석</li> <li>차원축소</li> </ul>
	딥러닝	<ul style="list-style-type: none"> <li>심층신경망</li> </ul>
모델 활용 (Model)	모델구현	<ul style="list-style-type: none"> <li>기계학습 모델</li> <li>딥러닝 모델</li> </ul>
	데이터처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>자연어 처리</li> <li>비전처리</li> </ul>

델파이 설문결과 CVR 값이 .67로 전문가 그룹은 모델 활용의 의미가 타당하다고 인식함. 기타 의견으로는 “일관성 측면에서 앞서 AI 리터러시 교육 도표의 사회적 영향을 삭제하는 것도 한 가지 대안임”, “기술역량에서 단순한 기술을 배우는 것이 기술 역량역량이라기 보다는, 기술을 익히는 과정에서 핵심적으로 작동하는 사고력이 본질적 의미의 기술 역량으로 볼 수 있음... 그러나 하위 기능에는 사고력 관련 언급이 누락됨. 또한 사회적 영향이 생략되었는데, 기술영역이든 윤리영역에 강화될 필요가 있음.” 등의 의견이 제시되었다.

연구진의 최종 검토에서 기타의견을 고려하여 AI 기술역량은 인공지능을 활용하는 활동에 초점을 맞춘 역량이라는 점을 고려하여 사회적 영향의 내용은 기술역량에서는 다루지 않는 것으로 설정한다.

구분	1차 델파이조사	2차 델파이조사	최종
4. AI 기술교육의 정의	AI 기술 교육이란 AI와 관련된 여러 가지 기술적인 개념을 배우고, 그 개념을 바탕으로 프로젝트를 수행하며, 전 과정을 통해서 나와 주변의 기술 세계를 바라보는 안목을 기르는 교육이다.	AI 기술교육이란 인공지능을 이해하고 문제해결과정에서 인공지능을 활용하기 위한 역량을 기르는 교육이다.	AI 기술교육이란 인공지능을 이해하고 문제해결과정에서 인공지능을 활용하기 위한 역량을 기르는 교육이다.

<p><b>5. AI 기술역량의 정의</b></p>	<p>AI 기술역량은 AI 기술교육을 통해 구체적으로 기르고자 하는 능력을 의미한다.</p>	<p>AI 기술역량은 AI 기술교육을 통해 문제해결과정에 필요한 인공지능 활용 역량을 의미한다.</p>	<p>AI 기술역량(Technological Competencies: TC)은 AI 기술교육을 통해 획득될 수 있는 인공지능 활용 역량을 의미한다.”</p>																
<p><b>6. AI 기술역량의 구조</b></p>	<p>AI 기술역량은 그 특성에 따라 “컴퓨팅 개념(CT Concepts), 컴퓨팅 인식(CT Perspectives), 컴퓨팅 실제(CT Practices)”으로 구분된다.</p> <table border="1" data-bbox="383 712 699 873"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>의미</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>컴퓨팅 개념 (CT Concepts)</td> <td>AI의 기술 역량을 학습하여 AI 기술에서 본질 볼 수 있는 일련의 AI 개념을 탐구한다.</td> </tr> <tr> <td>컴퓨팅 실제 (CT Practices)</td> <td>AI의 개념을 분명하게 표현하는 다음 단계로서 설계 과정 즉, 프로토타입을 만드는 과정이다.</td> </tr> <tr> <td>컴퓨팅 인식 (CT Perspectives)</td> <td>AI를 통해 자기 자신을 이해하고, 다른 사람들과의 과의 관계 및 주변 의 기술 세계를 탐구하는 눈을 기른다.</td> </tr> </tbody> </table>	구분	의미	컴퓨팅 개념 (CT Concepts)	AI의 기술 역량을 학습하여 AI 기술에서 본질 볼 수 있는 일련의 AI 개념을 탐구한다.	컴퓨팅 실제 (CT Practices)	AI의 개념을 분명하게 표현하는 다음 단계로서 설계 과정 즉, 프로토타입을 만드는 과정이다.	컴퓨팅 인식 (CT Perspectives)	AI를 통해 자기 자신을 이해하고, 다른 사람들과의 과의 관계 및 주변 의 기술 세계를 탐구하는 눈을 기른다.	<p>AI 기술역량은 그 특성에 따라 데이터 사용 역량, 알고리즘 적용 역량, 모델 활용으로 구분된다.</p> <table border="1" data-bbox="721 712 1034 828"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>의미</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>데이터 사용 (Data)</td> <td>인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 발상생활 속에서 수집 가능한 정보 및 비정형 자료의 올바른 사용을 의미한다.</td> </tr> <tr> <td>알고리즘 적용 (Algorithm)</td> <td>인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 출력하는 일련의 절차를 의미한다.</td> </tr> <tr> <td>모델 활용 (Modeling)</td> <td>문제를 해결하기 위하여 데이터와 알고리즘을 기반으로 인공지능을 활용하는 과정을 의미한다.</td> </tr> </tbody> </table>	구분	의미	데이터 사용 (Data)	인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 발상생활 속에서 수집 가능한 정보 및 비정형 자료의 올바른 사용을 의미한다.	알고리즘 적용 (Algorithm)	인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 출력하는 일련의 절차를 의미한다.	모델 활용 (Modeling)	문제를 해결하기 위하여 데이터와 알고리즘을 기반으로 인공지능을 활용하는 과정을 의미한다.	<p>AI 기술역량은 그 특성에 따라 데이터 사용 역량, 알고리즘 적용 (Algorithm) 인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 만들어내는 과정을 의미한다. 모델 활용 (Model) 데이터와 알고리즘을 기반으로 개발된 인공지능을 직설하게 문제에 결에 활용하는 것을 의미한다.</p>
구분	의미																		
컴퓨팅 개념 (CT Concepts)	AI의 기술 역량을 학습하여 AI 기술에서 본질 볼 수 있는 일련의 AI 개념을 탐구한다.																		
컴퓨팅 실제 (CT Practices)	AI의 개념을 분명하게 표현하는 다음 단계로서 설계 과정 즉, 프로토타입을 만드는 과정이다.																		
컴퓨팅 인식 (CT Perspectives)	AI를 통해 자기 자신을 이해하고, 다른 사람들과의 과의 관계 및 주변 의 기술 세계를 탐구하는 눈을 기른다.																		
구분	의미																		
데이터 사용 (Data)	인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 발상생활 속에서 수집 가능한 정보 및 비정형 자료의 올바른 사용을 의미한다.																		
알고리즘 적용 (Algorithm)	인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 출력하는 일련의 절차를 의미한다.																		
모델 활용 (Modeling)	문제를 해결하기 위하여 데이터와 알고리즘을 기반으로 인공지능을 활용하는 과정을 의미한다.																		
<p><b>6.1 데이터(Data) 사용</b></p>	<p>데이터와 데이터 출처를 비판적으로 평가할 수 있는 데이터 리터러시를 기를 수 있도록 하며, 데이터가 기계가 인간처럼 지능을 가지도록 하는데 중요한 재료이며 AI 어플리케이션은 해당 데이터를 가져와 신속하게 실행 가능한 정보로 전환할 수 있다. 오늘날 인공지능은 많은 양의 데이터를 인간보다 훨씬 빠르게 처리하고 정확하게 예측가능하므로 데이터가 알고리즘 결과에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 설명한다.</p>	<p>인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 일상생활속에서 수집 가능한 정형 및 비정형 자료의 올바른 사용 능력을 의미한다.</p>	<p>인공지능을 활용하여 일상생활과 직업활동에서 발생하는 문제를 해결하기 위해 정형 및 비정형 데이터의 적절한 사용을 의미한다.</p>																
<p><b>6.2 알고리즘(Algorithm) 적용</b></p>	<p>어떤 문제를 해결하기 위해 입력된 자료(데이터)를 토대로 하여 원하는 출력을 유도하기 위해 머신이 따를 수 있는 단계별 지침으로 미리 결정된 방정식을 모델에 의존하지 않고 계산 방법을 사용하여 데이터에서 직접 정보를 학습하며, 학</p>	<p>인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 출력하는 일련의 절차를 행할 수 있는 능력을 의미한다.</p>	<p>인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 얻어내는 과정을 의미한다.</p>																

	<p>습할 수 있는 샘플 수가 증가함에 따라 알고리즘 성능이 향상됨을 이해한다.</p> <p>가장 일반적으로 사용되는 학습 알고리즘은 회귀 및 분류를 사용하여 대상 범주를 예측하고 비정상적인 데이터 요소를 찾으며 값을 예측하고 유사성을 검색함을 이해한다.</p>																																									
<p><b>6.3 모델(Model) 활용</b></p>	<p>데이터와 학습 알고리즘을 기반으로 학습하며, 학습을 통해 주어진 문제를 모델로 구현하는 과정을 이해하며 모델이 가능한 한 데이터에 잘 맞도록 파라미터를 찾는다(파라미터 모델링).</p>	<p>문제를 해결하기 위하여 데이터와 알고리즘을 기반으로 인공지능을 활용할 수 있는 능력을 의미한다.</p>	<p>데이터와 알고리즘을 기반으로 개발된 인공지능을 적절하게 문제해결에 활용하는 것을 의미한다.</p>																																							
<p><b>7. AI 기술역량의 하위 기능의 구성</b></p>	<p>AI 기술역량은 데이터(Data), 알고리즘(Algorithm), 모델링(Modeling), 사회적영향(Social Impact)를 기반으로 컴퓨팅 개념(CT Concepts), 컴퓨팅 인식(CT Perspectives), 컴퓨팅 실제(CT Practices)를 기르는 하위 기능으로 구성된다.</p> <table border="1" data-bbox="375 1377 694 1646"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>세부 요소</th> <th>핵심 기능</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>데이터(Data)</td> <td>데이터 수집 데이터 전처리 데이터 시각화 데이터 분석</td> <td>정형데이터 비정형데이터 정규화 표준화 시간/공간/시각화 분포/비교시각화 데이터결함성 데이터품질 분류모델 회귀분석 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화</td> </tr> <tr> <td>알고리즘(Algorithm)</td> <td>지도학습 비지도학습 딥러닝</td> <td>강화학습 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화</td> </tr> <tr> <td>모델링(Modeling)</td> <td>모델구현 데이터처리</td> <td>시뮬레이션 시각화 시각화 시각화</td> </tr> <tr> <td>사회적영향(Social Impact)</td> <td></td> <td>인공지능을 사회 적응 능력과 안전유지 불명 가능한 인공지능 사회에서 인간의 역할</td> </tr> </tbody> </table>	구분	세부 요소	핵심 기능	데이터(Data)	데이터 수집 데이터 전처리 데이터 시각화 데이터 분석	정형데이터 비정형데이터 정규화 표준화 시간/공간/시각화 분포/비교시각화 데이터결함성 데이터품질 분류모델 회귀분석 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화	알고리즘(Algorithm)	지도학습 비지도학습 딥러닝	강화학습 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화	모델링(Modeling)	모델구현 데이터처리	시뮬레이션 시각화 시각화 시각화	사회적영향(Social Impact)		인공지능을 사회 적응 능력과 안전유지 불명 가능한 인공지능 사회에서 인간의 역할	<p>AI 기술역량은 데이터 사용, 알고리즘 적용, 모델링 활용의 과정으로 구성된다.</p> <table border="1" data-bbox="715 1276 1034 1489"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>세부 요소</th> <th>핵심 기능</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>데이터(Data) 사용</td> <td>데이터 수집 데이터 전처리 데이터 시각화 데이터 분석</td> <td>정형데이터 비정형데이터 정규화 표준화 시간/공간/시각화 분포/비교시각화 데이터결함성 데이터품질 분류모델 회귀분석 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화</td> </tr> <tr> <td>알고리즘(Algorithm) 적용</td> <td>지도학습 비지도학습 딥러닝</td> <td>강화학습 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화</td> </tr> <tr> <td>모델링(Modeling) 활용</td> <td>모델구현 데이터처리</td> <td>시뮬레이션 시각화 시각화 시각화</td> </tr> </tbody> </table>	구분	세부 요소	핵심 기능	데이터(Data) 사용	데이터 수집 데이터 전처리 데이터 시각화 데이터 분석	정형데이터 비정형데이터 정규화 표준화 시간/공간/시각화 분포/비교시각화 데이터결함성 데이터품질 분류모델 회귀분석 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화	알고리즘(Algorithm) 적용	지도학습 비지도학습 딥러닝	강화학습 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화	모델링(Modeling) 활용	모델구현 데이터처리	시뮬레이션 시각화 시각화 시각화	<p>AI 기술역량은 “데이터 사용, 알고리즘 적용, 모델 활용”의 과정으로 구성한다.</p> <table border="1" data-bbox="1050 1276 1369 1489"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>세부 요소</th> <th>핵심 기능</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>데이터 사용(Data)</td> <td>데이터 수집 데이터 전처리 데이터 시각화 데이터 분석</td> <td>정형데이터 비정형데이터 정규화 표준화 시간/공간/시각화 분포/비교시각화 데이터결함성 데이터품질 분류모델 회귀분석 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화</td> </tr> <tr> <td>알고리즘 적용(Algorithm)</td> <td>지도학습 비지도학습 딥러닝</td> <td>강화학습 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화</td> </tr> <tr> <td>모델 활용(Model)</td> <td>모델구현 데이터처리</td> <td>시뮬레이션 시각화 시각화 시각화</td> </tr> </tbody> </table>	구분	세부 요소	핵심 기능	데이터 사용(Data)	데이터 수집 데이터 전처리 데이터 시각화 데이터 분석	정형데이터 비정형데이터 정규화 표준화 시간/공간/시각화 분포/비교시각화 데이터결함성 데이터품질 분류모델 회귀분석 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화	알고리즘 적용(Algorithm)	지도학습 비지도학습 딥러닝	강화학습 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화	모델 활용(Model)	모델구현 데이터처리	시뮬레이션 시각화 시각화 시각화
구분	세부 요소	핵심 기능																																								
데이터(Data)	데이터 수집 데이터 전처리 데이터 시각화 데이터 분석	정형데이터 비정형데이터 정규화 표준화 시간/공간/시각화 분포/비교시각화 데이터결함성 데이터품질 분류모델 회귀분석 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화																																								
알고리즘(Algorithm)	지도학습 비지도학습 딥러닝	강화학습 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화																																								
모델링(Modeling)	모델구현 데이터처리	시뮬레이션 시각화 시각화 시각화																																								
사회적영향(Social Impact)		인공지능을 사회 적응 능력과 안전유지 불명 가능한 인공지능 사회에서 인간의 역할																																								
구분	세부 요소	핵심 기능																																								
데이터(Data) 사용	데이터 수집 데이터 전처리 데이터 시각화 데이터 분석	정형데이터 비정형데이터 정규화 표준화 시간/공간/시각화 분포/비교시각화 데이터결함성 데이터품질 분류모델 회귀분석 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화																																								
알고리즘(Algorithm) 적용	지도학습 비지도학습 딥러닝	강화학습 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화																																								
모델링(Modeling) 활용	모델구현 데이터처리	시뮬레이션 시각화 시각화 시각화																																								
구분	세부 요소	핵심 기능																																								
데이터 사용(Data)	데이터 수집 데이터 전처리 데이터 시각화 데이터 분석	정형데이터 비정형데이터 정규화 표준화 시간/공간/시각화 분포/비교시각화 데이터결함성 데이터품질 분류모델 회귀분석 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화																																								
알고리즘 적용(Algorithm)	지도학습 비지도학습 딥러닝	강화학습 확률론적 시뮬레이션 시각화 시각화 시각화																																								
모델 활용(Model)	모델구현 데이터처리	시뮬레이션 시각화 시각화 시각화																																								

## 4절 AI 윤리역량과 AI 윤리교육의 개념

### 1. AI 윤리교육의 정의

AI 윤리교육의 개념은 “AI 교육에서 AI와 관련된 윤리적 문제점을 인식하고, 윤리적 문제의 심각성을 파악하고, 파악된 윤리적 문제를 구체적으로 해결할 수 있는 방법을 찾고 적용할 수 있는 역량을 기르는 교육을 의미한다.” 로 정의한다.

텔파이 조사 AI 윤리교육의 정의의 타당성에 대한 CVR 값이 0.66으로 정의가 타당한 것으로 수용됨. 기타로는 “해결할 수 있는 방법을 찾고 적용하는 것은 목표가 너무 높음. 윤리적 문제를 발굴하는 내용도 추가되면 좋을 것 같습니다.” 등의 의견이 있었으나, 연구진의 검토 결과 기존의 정의를 유지하기로 한다.

### 2. AI 윤리역량의 정의

AI 윤리역량(Ethical Competencies: EC)은 “AI 윤리교육을 통해 AI 관련 문제인식, AI 관련 윤리적 문제 비판과 이를 해결할 수 있는 능력을 의미한다.” 로 정의한다.

CVR 값이 .61로 전문가 그룹은 AI 윤리역량의 정의가 타당하고 인식하며, 기타 의견으로는 “윤리교육이 AI관련 문제를 해결할 수 있는 능력도 중요하겠지만 더 나아가 AI관련 기술이 지향해야 할 방향성에 대한 논의도 포함되면 좋을 것 같다.” 등의 의견이 제시됨.

### 3. AI 윤리역량 구성

AI 윤리역량은 그 특성에 따라 “인지적 윤리역량(Cognitive EC), 비판적 윤리역량(Critical EC), 창의적 윤리역량(Creative EC)” 으로 구성되며, 각 의미는 아래와 같이 제시함

구분	의미
인지적 윤리역량 (Cognitive EC)	인지적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 직접적 혹은 간접적 문제를 인식할 수 있는 능력을 의미함.
비판적 윤리역량 (Critical EC)	비판적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제를 생활과 관련하여 파악할 수 있는 능력을 의미함.
창의적 윤리역량 (Creative EC)	창의적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제를 해결할 수 있는 능력을 의미함.

CVR 값이 .47로 전문가 그룹은 AI 윤리역량 구성이 타당하고 인식함. 기타 의견으로는 “비판적 윤리역량은 여러 안 중에서 비교하여 최선의 안을 찾을 수 있는 능력을 선택할 수 있는 의미를 포함하고, 창의적 윤리역량은 윤리적 문제를 새로운 방식이나 보다 효율적으로 해결하는 내용을 포함했으면 합니다.” 등이 제시된다.

#### 3.1 인지적 윤리역량

인지적 윤리역량(Cognitive EC)은 “AI 또는 AI 교육과 관련된 직접적 혹은 간접적 문제를 인식할 수 있는 능력을 의미한다.” 로 정의한다.

CVR 값이 .71로 전문가 그룹은 인지적 윤리역량의 의미가 타당하고 인식함. 기타 의견으로는 “문제 인식 수준을 인지적 윤리역량으로 해석하기에는 한계가 있음.” 등이 제시되어, 연구진의 최종 검토에서 “AI와 관련된 직접적 혹은 간접적 윤리문제를 인식할 수 있는 능력을 의미한다.” 로 수정한다.

### 3.2 비판적 윤리역량

비판적 윤리역량(Critical EC)은 “AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제를 생활과 관련하여 파악할 수 있는 능력을 의미한다.” 로 정의한다.

CVR 값이 .42로 전문가 그룹은 비판적 윤리역량의 의미가 타당하고 인식함. 기타 의견으로는 “문제 인식 수준을 인지적 윤리역량으로 해석하기에는 한계가 있음.” 등이 제시되어, 연구진의 최종 검토에서 “AI와 관련된 윤리적 문제를 생활과 관련하여 파악할 수 있는 능력을 의미한다.” 로 수정함한다.

### 3.3 창의적 윤리역량

창의적 윤리역량(Creative EC)은 “AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제를 해결할 수 있는 능력을 의미한다” 로 정의한다.

CVR 값이 .33으로 전문가 그룹은 창의적 윤리역량의 의미가 타당하고 인식함. 기타 의견으로는 “윤리적 문제를 창의적으로 해결할 수 있는 능력” 등이 제시되어, 연구진의 최종 검토에서 “AI와 관련된 윤리적 문제를 창의적으로 해결할 수 있는 능력을 의미한다.” 로 수정한다.

## 4. AI 윤리역량의 구조

AI 윤리역량의 인지적, 비판적 윤리역량은 상호보완적인 관계를 유지하면서 창의적 윤리역량이 잘 형성될 수 있도록 지원하는 관계를 이루는 구조를 제시한다.



〔AI 윤리역량 3C구조〕

CVR 값이 .42로 전문가 그룹은 AI 윤리역량의 3C 구조가 타당하고 인식함. 기타 의견으로는 “지나치게 학술적이다.” 등이 제시되었다.

## 5. AI 윤리역량의 하위 기능의 구성

효과적으로 AI 윤리역량을 기르기 위해서 각 하위에 구체적인 하위 기능을 구성함. AI 윤리교육에서는 이 하위 기능을 중심으로 내용을 구성한다.

<AI 윤리역량의 하위 기능>

구분	하위 기능	
인지적 윤리역량 (Cognitive EC)	AI 윤리 문제 발견하기 AI 윤리 문제 이해하기	AI 윤리 문제 설명하기 AI 윤리 문제 정의하기
비판적 윤리역량 (Critical EC)	AI 윤리 문제 분석하기 AI 윤리 문제 적용하기	AI 윤리 문제 구분하기 AI 윤리 문제 비교하기
창의적 윤리역량 (Creative EC)	AI 윤리 문제 해결방법 찾기 AI 윤리 문제 평가하기	AI 윤리 문제 새롭게 제시하기 AI 윤리 문제 해결 실행하기

CVR 값이 .57로 전문가 그룹은 AI 윤리역량의 하위 기능의 구조가 타당하고 인식하고 있으며, 기타 의견으로는 “비판적 윤리역량의 하위 기능 중 “적용하기“는 창의적 윤리역량에 더 적절한 것으로 생각됨” 등이 제시되었다.

## 6. AI 윤리역량(데이터)의 교육영역 구성

AI 윤리역량의 데이터 관련 교육내용은 데이터프라이버시, 공정한 처리, 남용 방지, 소유권 확인, 명시적 동의, 권력과 통제, 투명성과 신뢰성, 데이터 질 검사, 편향성 검사로 구성한다. CVR 값이 .80로 전문가 그룹은 AI 윤리역량(데이터)의 교육영역 구성이 타당하고 인식하며, 기타 의견은 없었다.

## 7. AI 윤리역량(알고리즘)의 교육영역 구성

AI 윤리역량의 알고리즘 관련 교육내용은 책임성, 설명가능성, 정확성, 검사가능성, 공정성으로 구성한다. CVR 값이 .66으로 전문가 그룹은 AI 윤리역량(알고리즘)의 교육영역 구성이 타당하고 인식하며, 기타 의견은 없었다.

## 8. AI 윤리역량(모델링)의 교육영역 구성

AI 윤리역량의 모델링 관련 교육내용은 공공성, 전문가성, 책임성으로 구성한다.

CVR 값이 .33으로 전문가 그룹은 AI 윤리역량(모델링)의 교육영역 구성이 타당하고 인식하며, 기타 의견으로는 “모델링 표현 자체의 모호성 때문에 판단이 어렵고 부자연스러움” 등이 제시되었다.

구분	1차 델파이조사	2차 델파이조사	최종
1. AI 윤리교육 정의	AI 교육에서 AI와 관련된 윤리적 문제점을 인식하고, 윤리적 문제의 심각성을 파악하고, 파악된 윤리적 문제를 구체적으로 해결할 수 있는 방법을 찾고 적용할 수 있는 역량을 기르는 교육을 의미한다.	유지	AI와 관련된 윤리적 문제를 이해하고, 윤리적 문제를 구체적으로 해결할 수 있는 방법을 찾고 적용할 수 있는 역량을 기르는 교육을 의미한다.
2. AI 윤리역량(Ethical Competencies: EC) 정의	AI 윤리교육을 통해 AI 관련 문제인식, AI 관련 윤리적 문제 비판과 이를 해결할 수 있는 능력을 의미한다.	유지	AI 윤리교육을 통해 AI 관련 문제인식, AI 관련 윤리적 문제 비판과 이를 해결할 수 있는 능력을 의미한다.
3. AI 윤리역량 구성	AI 윤리역량은 그 특성에 따라 “인지적 윤리역량(Cognitive EC), 비판적 윤리역량(Critical EC), 창의적 윤리역량(Creative EC)”으로 구성된다.	유지	AI 윤리역량은 그 특성에 따라 “인지적 윤리역량(Cognitive EC), 비판적 윤리역량(Critical EC), 창의적 윤리역량(Creative EC)”으로 구성된다.
3.1. 인지적 윤리역량(Cognitive EC)	인지적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 직접적 혹은 간접적 문제를 인식할 수 있는 능력을 의미한다.	AI 또는 AI 교육과 관련된 직접적 혹은 간접적 문제를 윤리적으로 인식할 수 있는 능력을 의미한다.	AI와 관련된 직접적 혹은 간접적 문제를 윤리적인 문제로 인식할 수 있는 능력을 의미한다.
3.2. 비판적 윤리역량(Critical EC)	AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제를 생활과 관련하여 파악할 수 있는 능력을 의미한다.	AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제에 대한 다양한 해결 방안을 비판적으로 파악할 수 있는 능력을 의미한다.	AI와 관련된 윤리적 문제에 대한 다양한 해결 방안을 비판적으로 이해할 수 있는 능력을 의미한다.
3.3. 창의적 윤리역량(Creative EC)	AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제를 해결할 수 있는 능력을 의미한다.	유지	AI와 관련된 윤리적 문제를 창의적으로 해결할 수 있는 능력을 의미한다.

<p><b>4. AI 윤리역량의 구조</b></p>	<p>AI 윤리역량의 인지적, 비판적 윤리역량은 상호보완적인 관계를 유지하면서 창의적 윤리역량이 잘 형성될 수 있도록 지원하는 관계를 이룬다.</p>	<p>유지</p>	<p>AI 윤리역량의 인지적, 비판적 윤리역량은 상호보완적인 관계를 유지하면서 창의적 윤리역량이 잘 형성될 수 있도록 지원하는 관계를 이루는 구조</p>
<p><b>5. AI 윤리역량의 하위 기능</b></p>	<p>효과적으로 AI 윤리역량을 기르기 위해서 각 하위에 구체적인 하위 기능을 구성함. AI 윤리교육에서는 이 하위 기능을 중심으로 내용을 구성함</p>	<p>유지</p>	<p>효과적으로 AI 윤리역량을 기르기 위해서 각 하위에 구체적인 하위 기능을 구성함. AI 윤리교육에서는 이 하위 기능을 중심으로 내용을 구성함</p>
<p><b>6. AI 윤리역량(데이터)의 교육영역 구성</b></p>	<p>AI 윤리역량의 데이터 관련 교육내용은 데이터프라이버시, 공정한 처리, 남용 방지, 소유권 확인, 명시적 동의, 권력과 통제, 투명성과 신뢰성, 데이터 질 검사, 편향성 검사로 구성함</p>	<p>유지</p>	<p>AI 윤리역량의 데이터 관련 교육내용은 데이터프라이버시, 공정한 처리, 남용 방지, 소유권 확인, 명시적 동의, 권력과 통제, 투명성과 신뢰성, 데이터 질 검사, 편향성 검사로 구성됨</p>
<p><b>7. AI 윤리역량(알고리즘)의 교육영역 구성</b></p>	<p>AI 윤리역량의 알고리즘 관련 교육내용은 책임성, 설명가능성, 정확성, 검사가능성, 공정성으로 구성함</p>	<p>유지</p>	<p>AI 윤리역량의 알고리즘 관련 교육내용은 책임성, 설명가능성, 정확성, 검사가능성, 공정성으로 구성함</p>
<p><b>8. AI 윤리역량(모델링)의 교육영역 구성</b></p>	<p>AI 윤리역량의 모델링 관련 교육내용은 공공성, 전문가성, 책임성으로 구성함</p>	<p>유지</p>	<p>AI 윤리역량의 모델링 관련 교육내용은 공공성, 전문가성, 책임성으로 구성함</p>

## 5절 AI 융합교육 역량

### 1. 1차 델파이 조사 분석

<표 39> AI 융합 교육 역량 구성 요소(1차 델파이 조사를 위해 사용된 최초본)

구분	의미	구성요소	내용	세부 요소
TPACK	AI를 수업에 활용하기 위해 필요한 교사의 AI 관련 내용지식, 교수지식, 기술 지식과 이 세영역의 지식이 통합된 형태의 지식	TK (Technical Knowledge)	AI 수업에 사용되는 AI 기술 혹은 일반 ICT 관련 교구 지식	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습 개념 이해 및 문제해결을 위해 사용되는 AI 관련 교구</li> <li>• 수업준비 및 학습내용의 효과적인 전달을 위해 사용하는 ICT 도구</li> <li>• 교육의 혁신을 이루기 위해 사용되는 AI 기술 및 도구</li> </ul>
		CK (Content Knowledge)	AI 수업을 진행하기 위해 필요한 AI 내용 지식	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 원리</li> <li>• AI 지식과 기술</li> <li>• AI 윤리</li> <li>• 컴퓨팅 사고</li> </ul>
		PK (Pedagogical Knowledge)	학습자의 학습 및 AI 소양을 촉진하기 위한 교수 방법 및 교수전략에 대한 지식	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교수 방법</li> <li>• 교수 전략</li> </ul>
		TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge)	AI 수업을 위해 상황에 적합한 교수 전략을 설계하기 위해 관련 기술, 교수법, AI 지식 간의 복잡한 관련성에 대한 이해	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PCK</li> <li>• TCK</li> <li>• TPK</li> </ul>
융합 교육 역량	AI 기반의 융합 교육을 위해 필요한 교사의 역량	교육과정 구성	융합가능한 주제를 탐색하고, 찾은 주제를 가지고 새로운 교육 내용을 구성하는 능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 융합주제 탐색</li> <li>• 맥락적 구성</li> </ul>
		교수학습 설계	학습주제와 관련된 적절한 융합교육 모델 선정 및 수업 설계 능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 융합교육모델 선정</li> <li>• 교수학습 설계</li> </ul>
		평가	교수학습 과정을 통한 학습성과 확인 및 수업설계/진행에 대한 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습 평가</li> <li>• 교수 평가</li> </ul>

## 1) 1차 델파이 조사 분석 내용

1차 델파이 조사에서 나온 전문가 의견들을 분석한 결과 다음과 같이 4가지로 정리되었다.

- ‘AI 교육역량’에 대한 정의가 AI 융합/활용 교육을 위한 교사 역량이라고 보이며, ‘AI 교육역량’ 역량의 요소를 ‘TPACK’과 ‘융합교육역량’으로 구분했는데 일반 교육교육에서의 교사 역량과 큰 차별화가 없기 때문에 이를 차별화할 필요가 있음.
- PK의 내용이 융합교육역량의 교수학습설계와 다소 중복되며, TPACK 안에 이미 융합교육 역량이 들어 있는 것으로 보이기 때문에 이를 재구성할 필요가 있음.
- ‘AI 교육역량’의 경우 대상이 정보교사인 경우에는 적절해 보이지만 비정보교사의 경우에는 적절치 않을 수 있음.
- TPACK은 기존에 존재하는 개념인데 이것을 AI 교육역량의 한 축으로 포장하는 것은 바람직해 보이지 않으며, TPACK만 보아서는 Technological이 AI에 관련된 부분까지 담을 수 있는지 의문이 들며 직관적으로 보았을 때, AI 교육역량이라고 인식되지 않는 측면이 있음.

## 2) 1차 델파이 조사 분석 결과를 바탕으로 한 수정사항

본 연구에서는 전문가들의 자문 의견을 반영하여 ‘AI 교육역량’을 정보교과가 아닌 타교과에서 AI 융합 교육을 위한 교사의 역량에 초점을 맞추어 수정하였다. 1차 델파이 조사 때 AI 융합교육을 크게 ‘TPACK’과 ‘융합교육역량’으로 분류하여 제시한 것을 새롭게 재구성하여 ‘교육과정 구성’, ‘교수학습 설계’, ‘교수학습 실행’, ‘교수학습평가’로 구분하여 정의하였다. TPACK 용어가 사용되고 있지 않지만, ‘교수학습 설계’ 부분에 TPACK의 요소들이 포함되도록 하였다. AI 융합교육은 각 교과에서 융합가능한 주제를 탐색하고 새로운 교육내용을 구성하는 것이 중요하기 때문에 ‘교육과정 구성’에 세부요소로 ‘융합주제 탐색’, ‘융합교육모델 고려’, ‘맥락 재구성’을 포함시켰다. ‘교수학습 설계’에서는 교사들이 AI 개념과 기술(technology), 도구(tool) 관련 지식뿐만 아니라 교수방법 및 교수전략’에 대한 지식이 필요하며, AI 융합 수업의 학습 목표를 달성하기 이를 적절히 선택하고 활용할 수 있는 능력이 요구된다. 그뿐만 아니라, 학습자 수준 및 특성을 고려한 교수방법 및 전략의 설계와 더불어 학습자의 학습목표 달성을 체크할 수 있는 적절한 평가방법에 대한 설계 능력이 필요하다. 그러므로 이러한 요소들을 포함시켰다. ‘교수학습 실행’은 실제로 AI 융합수업을 실행하는 능력으로, 공감적 의사소통 능력, 창의적 문제해결 능력, 학습자 중심 수업의 조력자 역할을 포함시켰다. 마지막으로 ‘교수학습 평가’ 단계로 학습자의 학습성과 확인 및 교수자의 수업설계 및 진행에 대한 평가를 포함시켰다.

<표 40> AI 융합 교육 역량 구성 요소(1차 델파이 조사 분석을 통한 1차 수정본)

구성요소	의미	세부 요소
교육과정 구성	AI와 융합 가능한 주제를 탐색하여 AI 융합 교육 내용을 구성하는 능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 융합주제 탐색</li> <li>• 융합교육모델 고려</li> <li>• 맥락 재구성</li> </ul>
교수학습 설계	AI 융합 수업을 위해 학습자, 학습 주제, 학습 환경 등을 고려한 교수 학습 방법 및 전략을 수립하여 수업을 설계하는 능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 개념과 기술(technology), 도구(tool), AI 윤리 관련 지식</li> <li>• AI 융합 교수설계를 위한 교수방법 및 교수 전략에 대한 지식</li> <li>• AI 융합 수업의 학습 목표를 달성하기 위해 적절한 AI 개념, 기술 및 도구를 선택 및 활용</li> <li>• 학습자 수준 및 특성을 고려한 교수방법 및 전략 설계</li> <li>• 학습자의 학습목표 달성을 체크할 수 있는 적절한 평가방법 설계</li> </ul>
교수학습 실행	실제로 AI 융합수업을 실행하는 능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공감적 의사소통</li> <li>• 창의적 문제해결 능력</li> <li>• 학습자중심 수업의 조력자 역할</li> </ul>
교수학습 평가	학습자의 학습 성과 확인 및 교수자의 수업설계와 실행에 대한 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습 성과 평가</li> <li>• 데이터 기반 진단 역량</li> <li>• 수업 설계 진행에 대한 평가</li> </ul>

## 2. 2차 델파이 조사 분석

### 1) 2차 델파이 조사 분석 내용

2차 델파이 조사에서 나온 전문가 의견들을 분석한 결과 다음과 같이 4가지로 정리되었다.

- “AI 융합교육”에 대한 정의가 필요하며 앞서 정의된 AI 리터러시 교육과 AI 융합교육의 관계를 기술하는 것이 필요
- 기존의 융합교육 및 일반 수업을 위한 교사 역량과 큰 차별화가 나타나지 않음. ‘AI 융합’의 특성이 나타나도록 ‘교육과정구성’ 및 ‘교수학습 설계’, ‘교수학습평가’ 부분에 AI 수업의 특징이 드러나도록 기술하는 것이 필요
- ‘교수학습 설계’에서 AI 윤리교육이나 사회적 영향과 관련된 내용 요소가

필요할 것으로 보이며 ‘교수학습 실행’ 요소에서 진행이라는 표현 대신 ‘실행’ 이나 ‘수행’ 을 사용하는 것이 더 적절할 것으로 보임

- ‘교수학습 평가’ 에서 학습자의 성과 확인뿐만 아니라 학습 과정에 대한 평가도 필요하며, 데이터 기반 진단 역량을 데이터 기반 진단으로 수정하는 것이 더 적절해 보임

## 2) 2차 델파이 조사 분석 결과를 바탕으로 한 수정사항

AI 리터러시 교육은 학습자의 AI 리터러시 함양을 위한 교육이며, AI 교육역량은 AI 교육을 위한 교사의 역량을 의미하는 것으로, 본 연구에서는 비 정보교사의 AI 융합 교육에 초점을 맞춰 기술한다. AI 융합 교육역량은 학습자가 AI 개념과 기술, 도구 등을 이용하여 각 교과 개념을 보다 쉽게 이해하거나 관련 문제를 해결할 수 있도록 적절한 AI 융합 교육과정을 구성하고 이에 맞는 교수전략을 설계하여 교육할 수 있는 교사의 능력을 의미한다.

각 구성요소에 AI 융합교육의 특성이 나타나도록 AI 관련 내용을 포함하여 수정하였으며, ‘교수학습 설계’ 의 세부요소에 ‘AI 윤리’ 를 포함시켰다. ‘교수학습 실행’ 요소에서 ‘진행’ 이라는 표현을 ‘실행’ 으로 수정하였다. 교수학습 실행’ 요소에 ‘AI 도구를 활용한 학습자 모니터링 및 학습자 지도’ 를 포함시켰다. 또한 앞으로 AI와 협업이 이루어지는 수업이 많이 이루어질 것을 예상하여 ‘AI와 협업 수업에서의 적절한 지도 및 조력자 역할’ 을 추가하였다. ‘교수학습 평가’ 요소엔 학습 과정에 대한 평가를 포함시켰다. 그리고 데이터 기반의 학습자 진단에 따른 맞춤형 학습이 중요시 됨에 따라 학교 현장에서 많이 활용될 것으로 예상되기 때문에 ‘교수자의 빅데이터 해석 및 활용 능력’ 을 추가하였다.

<표 41> AI 융합 교육 역량 구성 요소(2차 델파이 조사 분석을 통한 최종본)

구성요소	의미	세부 요소
교육과정 구성	AI와 융합 가능한 주제를 탐색하여 AI 융합 교육 내용을 구성하는 능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 융합주제 탐색 및 선정</li> <li>• 융합교육모델 고려</li> <li>• 맥락 재구성</li> </ul>
교수학습 설계	AI 융합 수업을 위해 학습자, 학습 주제, 학습 환경 등을 고려한 교수 학습 방법 및 전략을 수립하여 수업을 설계하는 능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 개념과 기술(technology), 도구(tool), AI 윤리 관련 지식</li> <li>• AI 융합 교수설계를 위한 교수방법 및 교수 전략에 대한 지식</li> <li>• AI 융합 수업의 학습목표를 달성하기 위해 적절한 AI 개념, 기술 및 도구의 선택 및 활용</li> <li>• 학습자 수준 및 특성을 고려한 교수방법 적용 및 교수전략 설계</li> <li>• 학습자의 학습목표 달성을 체크할 수 있는 적절한 평가방법 설계</li> </ul>
교수학습 실행	실제로 AI 융합수업을 실행하는 능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ICT 및 AI 도구를 이용한 학습자와의 의사 소통 및 공감 능력</li> <li>• AI 도구를 활용한 학습자 모니터링 및 학습자 지도</li> <li>• AI와 협업 수업 및 학습자 중심 수업에서의 적절한 지도 및 조력자 역할</li> <li>• 창의적 문제해결 능력</li> </ul>
교수학습 평가	학습자의 학습 성과 확인 및 교수자의 수업설계와 실행에 대한 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습 과정 및 성과 평가</li> <li>• 학습자 데이터 기반 진단</li> <li>• 빅데이터 해석 및 활용 능력</li> <li>• 수업 설계 및 실행에 대한 평가</li> </ul>

## 제 7장 AI 교원 양성 체제에 대한 제언 및 결론

### 1절 AI를 담당할 전문 교원 양성과정에 대한 제언

#### 1. 교사대의 교육실습과정에서 “AI 활용 교육실습제도” 도입

##### ○ 학교급별, 지역 교육청별로 AI 활용 교육실습 학교 선정

AI가 실제로 학교 교육 내에서는 비정규교과이므로 지도의 비체계성이 존재(교육과정, 교과서 없음)할 수 밖에 없다. 그리고 AI 관련 연구 교사 역시 아직까지는 매우 소수에 불과한 것도 현실이다. 이러한 부족을 채우기 위해서는 인공지능(교육전문)대학원 과정을 이수한 교사들을 집중 활용하는 것이 가능할 것이다. 물론 AI, SW 교육 선도학교를 교육실습 협력학교로 적극 활용하는 방안도 적극 고려가능하다. 그렇지만 AI, SW교육 선도학교에서도 실제로는 소수의 주무 교사가 전담하고 있는 현실에서 가급적 과목별로 인공지능 활용 역량을 갖춘 교사로 구성된 팀을 확보하는 방안을 찾아야 한다. 실습지도교사 및 실습보조교사 확보: 인공지능(교육전문)대학원 과정을 이수한 교사 확보외에도 인공지능활용능력을 갖춘 외부 전문인력을 실습보조교사로 활용하는 방안도 고려가능하며, 인공지능활용 수업협력지도를 위한 과목별 전담 팀을 교육청별로, 지역별로 선정하여 수시로 실습지도와 관련하여 실습에 활용

##### ○ AI 활용 교육실습은 예비교사들에게 “교사간 융합 수업” 과 “교과간 융합 수업” 의 방안을 모두 실습할 수 있는 기회를 제공할 수 있도록 구성해

AI 활용 교육실습학교에서 교사간 융합수업과 교과간 융합수업에 대한 실습 기회 마련을 통해 AI 융합교육의 체험 기회를 확대하고, 이를 위해서는 실습학교의 담당교사들에게 두 유형의 융합수업에 대한 콘텐츠를 확보하도록 준비시켜야 한다.

##### ○ (인프라 구축) AI 및 융합 교육을 위한 AI 실습 환경을 클라우드 서비스 기반으로 구축

실제 AI 과목에 대한 이해도를 높이기 위한 실습기반 커리큘럼을 강화하고, 클라우드 기반으로 구축하여 자신의 PC나 디바이스를 이용하여 설치하여 접속만으로 활용할 수 있게 하며, K-mooc 등에도 서비스 형태로 제공하는 커리큘럼을 구성한다.

해당 실습이 그대로 교사의 학생실습에도 연계되도록 클라우드 서비스를 일선 학교 현장에서도 활용할 수 있도록 확대해야 하고, 클라우드 서비스는 분야에 따라 성능 실험이 가능하도록 국가(광주센터 혹은 국가슈퍼컴퓨팅센터 등)나 민간의 클라우드 서비스를 활용하도록 하여 투자와 구축 시기를 앞당기도록 유도한다.

- 성공적인 AI 활용 교육 실습 모색: 학년군별 AI 교육과정 수립과 전문성있는 지도 교사 확보

학교 자체 AI 교육 교원학습공동체 운영 등을 통해 학교교육과정 중 학년군별 AI 교육과정 수립이 필요하고, 교육 실습의 핵심인 AI 교육 연구의 전문성이 있는 지도 교사 확보와 물적 지원이 필요하다. 교육실습학교의 AI 전문성이 있는 교원이 부족한 현실적인 상황에서 실습 시간 중 일부를 외부학교의 AI 전문 교사에게 할애하여 운영 방안도 검토해보는 것이 필요하고, 교육실습학교의 AI 전문성이 있는 보조교사제도의 운영방안도 검토해볼 수 있다.

## 2. 교사대 교육과정 안에 “AI 관련 강좌 개설” 방안

- 1안: 교사대의 교육과정에서 “AI 기초” 강좌의 필수화

이 안의 장점으로서는 학부 교육과정에서 학교 수업에 필요한 AI 기초 강좌를 개설하여 모든 예비교사학생들에게 수강 기회제공하는 방안을 통해 모든 예비교사들이 AI에 대한 기본적인 활용능력을 습득할 수 있다는 것이고, 단점으로는 교육과정에서 가급적 필수 과목의 수를 줄여나가는 시대적 트렌드에 맞지는 않을 뿐아니라 가급적 자발적 요인이나 유도책을 보완하는 것이 보다 바람직해 보인다는 것을 들 수 있다.

- 2안: 교직과정 내에 “AI 수업방법론” 개설과 관련하여 법령 개정

교육과정 개정에 대한 학내 구성원들의 반발은 없을 수 있고, 법령 개정으로 강좌 개설이 진행될 수 있다는 장점이 있지만, 법령 개정 자체의 부담이 발생한다는 단점이 있다.

- 3안: 각 교과 교육론에서 가칭 “AI교과교육(방법)론” (예시: AI 도덕교육론 내지 AI 도덕교육방법론 등) 개설 유도

이 안의 장점은 교대의 경우 각 교과교육론 중에 하나를 AI교과교육(방법)론으로 변경을 유도하여 실제적으로 각 교과에서 AI를 활용한 교과교육론을 활성화 시킬 수 있다는 것이지만, 단점은 교사대 각 교과의 전공자들로부터 동의를 받기가 쉽지 않다는 점이다.

### 3. AI 전문성있는 교수자원 확보 방안

#### ○ 교사대에 AI 및 소프트웨어 전공자에 대한 편입 확대:

한시적 조치도 가능하거나 사범대와, AI, 소프트웨어 전공 학부와 협업으로 학석사 과정을 전제로 하는 연계 전공을 개설하여 타 전공 학생들이 사범대의 과목을 수강한 뒤 대학원으로 진학하여 교원이 될 수 있도록 조치하는 방안 고려

#### ○ AI/SW 전문가에게 보조교사 자격증 부여

현장전문가로 교육지원 활동시 일정 기간 및 요건을 만족하면 보조교사 자격증 부여하는 트랙의 신설이나 AI/SW 전문가 및 경력자를 대상으로 대학원 단기 과정 졸업 후 AI 보조교사 자격증 부여, 혹은 컴퓨팅재학생을 대상으로 교원과정 부전공을 통한 보조교사 자격증 부여하는 방법도 고려가능하다.

#### ○ 예비교사들의 AI 활용 수업에 대한 관심을 제고하기 위한 적극적인 유인 정책 도입: AI 활용 수업대회 개최, AI 활용 수업 자료 플랫폼 구축, 해외 연수 기회 제공 등

## 2절 AI 교육전문대학원 설립 및 운영 방안에 대한 제언

### 1. 기존 교육대학원 과정에 AI 교육 전공을 두는 방안: 현재의 교육대학원 양성과정의 활용

#### ○ 기존 교육대학원 과정에 AI 교육 전공을 두는 방안: 현재의 교육대학원 양성과정의 활용

이 방안의 장점은 첫째, 기존의 양성체제를 그대로 활용하므로 바로 사용할 수 있다. 인공지능 교육을 담당할 교원의 양성이 시급한 과제라는 점을 감안하면 매우 타당한 제안이 될 수 있다. 둘째, 탄력적인 정원 운영이 가능하다. 언제든지 정원을 조정할 수 있으며, 사범대학의 정원보다 더 탄력적인 운영이 가능하다. 셋째, 기존의 양성체제에 우수 교수자원 확보를 위한 최소한의 투자로 시작할 수 있다. 넷째, 실질적으로 교사들의 학습 능력은 매우 우수하므로, 이론 교육의 비중을 줄이고, AI를 이용한 (다양한 난이도와 분야의) 프로젝트 경험 위주 교육 비중을 높여야 한다. 이 경험을 통해 AI의 기술을 이해하고, 이 경험의 모든 과정을 서로 토론 발표, 비판적으로 평가하고, AI를 잘 활용하기 위한 조건(데이터, 소프트웨어 코딩 능력)을 배울 수 있다. 끝으로 정부의 지원이 있는 만큼, 대학원에서 만들어지는 콘텐츠는 전면 공개하고, 모든 교원양성 기관 또는 민간을 대상으로 워크숍 등을 통해 공개하여 확산해야 한다. 다만 이러한 방안의 단점은 AI 전문교수 확보가 현재의 실정에서 매우 어렵다는 점이다.

그럼에도 불구하고 정보, 수학교육분야 교수들에게 AI 재교육을 하거나 산업계의 AI전문가를 교수자원으로 적극 유치하는 방안, AI 교육전문대학원간, 관련 대학간의 공동수업 내지 학점인정을 추진하는 방안, 비대면 온라인 공동수업을 적극 활용하는 방안, 이론 교육의 비중을 줄이고 AI를 이용한 (다양한 난이도와 분야의) 프로젝트 경험 위주 교육 비중을 높이는 방안, 프로젝트 경험을 통해 AI의 기술을 이해하고 그 경험의 모든 과정을 서로 토론 발표, 비판적으로 평가하고 AI를 잘 활용하기 위한 조건(데이터, 소프트웨어 코딩 능력)을 배우는 방안들을 실천방안으로 고려해 볼 수 있다.

#### ○ 일반 AI, 소프트웨어 관련 일반 또는 특수, 전문 대학원에서 기존 교사 대상의 과정을 추가로 개설

일반 AI 내지 소프트웨어를 전공하는 일반 또는 특수 전문대학원에서 기존 교사들만을 대상으로 대학원이상의 교육과정을 추가로 개설하는 방안을 고려해볼 수 있다.

○ 사범대학내에 AI 교육 석사 협동과정 개발

사범대학에서 AI전문교수를 충분히 유치하기는 쉽지 않으므로 데이터사이언스 대학원, AI대학원, 전산학과, 전기전자공학과 등과 협력하여 사범대학내에 AI 교육 석사 협동과정을 개발하는 것이 필요하다. 이 과정에는 사범대학 출신 뿐 아니라 인문사회, 이공계 학과 학생들에게 문호를 개방하여 잠재 입학생의 풀을 키워야 하며, 초중고에 정보교과목, AI교과목의 시수를 획기적으로 확대하는 것이 필요하다.

○ 컴퓨터학과에 사대 출신 교원을 위한 대학원과정 개설 지원

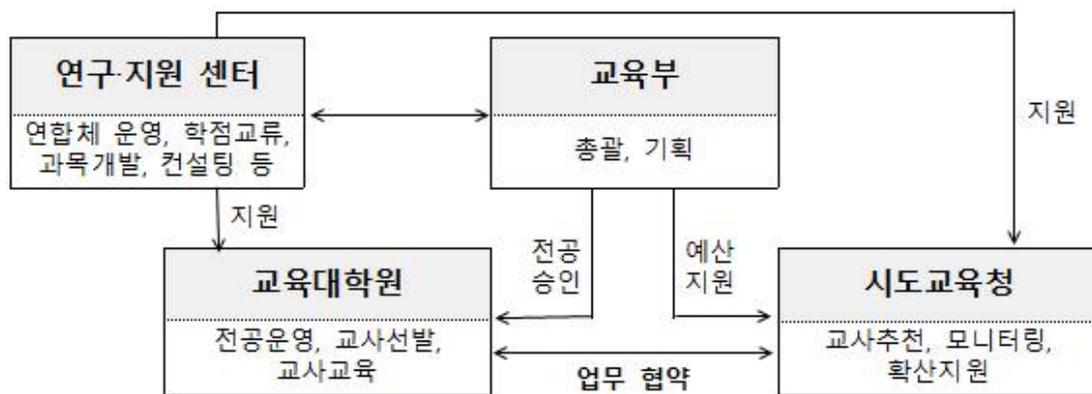
사범대와의 공동 개설도 검토할 수 있으나 교과 과정 및 강의 등에 대해서는 컴퓨터학과 주도로 진행하고, 해당 프로그램을 주도하는 해당 컴퓨터학과 및 교수에 인센티브 제공하는 방안에 대한 고려가 필요하다(기초연구비 제공 등).

2. AI 융합교육대학원 설립

○ 현행 운영내용

2020년 9월부터 5년간 매년 1,000명 내외의 현직교사를 선발하여, 교육부-시도교육청(17개)-교육대학원(38개)의 연합체 구성을 통한 교사들의 전문성 향상시키기 위한 재교육 사업으로 운영한다. 수업연한 4~6학기 이내, 학기당 등록금의 50% 지원 (150만원 이내)

< 추진 체계도 >



○ 현행 운영방향의 제한점

현재 5년으로 제한된 교사 양성의 체계인데, 연간 약 1,000명의 교원 재교육을 통해 5,000명의 인공지능교육 교사를 양성하고 있다. 2020년 9월 입학한 교사들은

2023년 2월에 졸업하게 되며, 2022 국가수준교육과정이 적용되기 시작하는 시점인 2025년 3월을 기준으로 3,000명의 교사가 양성될 것으로 예상된다.

초등학교의 경우 2021년 초·중·고 학교수는 총 11,777개교(초등학교 6,157개교, 중학교 3,245개교, 고등학교 2,375개교)이며 2022 개정교육과정이 적용되는 시점(2025년)에서 학교별 1명의 교사가 배치된다면 25%만 지원이 가능하다.

정부의 인공지능관련 인재양성을 위한 정책이 추진되고 있으며, 4차 산업혁명시대에 인공지능의 중요성은 더욱 높아진다는 점으로 고려하여 재교육의 기간과 대상 인원이 확대되어야 한다.

융합교육은 짧은 시간에 길러지는 것이 아니라는 점에서 장기적인 안목으로 현재의 교과중심 분절된 교육을 융합하여 추진하기 위해 지속적인 추진이 필요하다. 특히 교과간 융합을 통한 주제중심의 융합 뿐만 아니라 교육은 위계를 갖고 추진되어야 한다는 점에서 초·중등이 융합될 수 있는 재교육과정이 필요하다.

#### ○ 개선방향: 거점별 AI융합교육대학원 신설

2022 개정 교육과정에서 추구하는 디지털 전환에 따른 국가경쟁력 확보를 위해 인공지능 인재양성이 지속적으로 요구되고 있다. 인공지능 100만인재 양성을 위하여 교육에서도 지속적인 인재양성이 필요하며, 현직교원의 재교육을 위한 교육대학원으로서의 승격 및 신설이 필요하다.

인공지능융합교육은 인공지능의 기술을 활용하여 교과별 융합을 통한 교수학습내용으로서의 접근을 통해 디지털소양을 함양하고 미래역량을 기르는 교수학습내용이 반영될 필요가 있다. 2022 개정 교육과정에서 추진하고 있는 학습환경의 개선을 위해 디지털과 인공지능을 활용한 교수학습방법에 대한 연구도 요구되고 있다.

현행 5년간의 교사 재교육 체계에서는 5,000여명의 교사를 교육하고 있으며, 학교별 인공지능융합교육 전문교사를 양성하기 위한 관점에서는 최소 2배 이상의 전문역량이 필요하다.

인공지능 기술에 대한 역량을 강화함과 동시에 교과별로 인공지능을 융합한 교수학습의 역량을 강화하기 위하여 교육(전문)대학원의 세부 전공에서 인공지능융합교육대학원으로서 확장 및 신설하여 교과교육에 대한 전문성 신장의 기회 제공이 필요하다. 2022 개정 교육과정에서 제시하는 교육과정 개정의 중점으로 교육환경의 변화와 국가·사회적 요구를 반영하여 미래사회가 요구하는 역량 강화를 위한 교수학습의 내용 반영이 필요하다는 점이 고려될 필요가 있다.

중·장기적 계획을 통해 지속적인 인공지능융합교육의 전문 인력을 양성할 필요가 있으며 계약학과를 통한 임시방편으로서의 재교육을 넘어 위계를 갖춘 체계적인 AI융합교육대학원이 신설될 필요가 있다. 특히 시·도교육청 단위에서 거점별 대학원을 1개교 신설하여 재교육과정의 전문성과 체계를 갖춘 교육시스템 마련이 검토되어야 한다.

### 3절 기타 제언

#### 1. AI 교수학습지원단 운영

##### ○ 현행 운영내용

학교현장에서 인공지능융합교육은 시도교육청 및 학교교육과정의 편성에 따라 운영되고 있다. 인공지능융합교육은 교과간 융합을 통한 주제중심 교육이 필요하다는 점에서 다양한 활동에 대한 교수학습과정 및 내용에 대한 지원이 필요하다. 교육청에서는 다양한 활동을 계획하여 교사 및 학생의 인공지능융합교육을 위한 활동을 지원하고 있음.

##### <학생 및 교사 대상 현행 운영내용 사례>

##### ○ 학생지원을 위한 행사체험

- SW교육 페스티벌 운영을 통해 학생들이 다양한 인공지능 활동에 참여하여 체험할 수 있는 기회를 제공하고 있음(붙임 #2).
- SW교육의 날(10.10.)에 관련하여 소프트웨어와 인공지능에 대한 계기교육 및 체험 프로그램을 단위학교와 교육청에서 운영(붙임 #3).

##### ○ 교사연구회 운영

- STEAM기반 융합교육을 위한 교원의 역량강화를 위하여 융합학습공동체형과 글로벌형으로 구분하여 전국단위 교사연구회를 운영(붙임 #4).
- 인공지능교육을 위한 교원의 역량강화를 위하여 초·중등 인공지능 교육 내용기준에 근거하여 수업자료 개발을 위한 교사연구회 운영(붙임 #5).

##### ○ 현행 운영방향의 제한점

융합교육의 성공은 교과간의 벽을 허물고 주제중심의 문제해결의 수업을 설계하는데 달려있다는 점을 고려하여 교과간 융합을 추진해야 한다. 학생 대상의 인공지능융합교육에 대한 기존의 교육은 행사를 통해 다양한 경험을 할 수 있는 기회를 마련하는데 초점을 두고 있으며, 실제 교과에서 다양한 인공지능융합교육의 기회가 확대되어야 한다.

교사 대상의 역량강화를 위한 교사연구회의 운영내용을 살펴보면 수업자료 개발에 초점을 두고 있으며 많은 교사들이 관련 역량을 기르기 위한 실제적 연수와 권

선택의 기회가 확대되어야 한다.

### ○ 개선방향 1: 교육지원청단위 AI교수학습지원단 편성 및 운영

인공지능융합교육은 AI+X를 위하여 도메인지식을 활용한 인공지능융합의 교육기회를 제공하기 위한 노력이 필요하다. 인공지능융합교육 대학원 졸업생들이 교과별 전문성을 특화하여 인공지능을 융합하여 교과융합의 교수학습과정을 설계하는 전문가 집단으로 편성될 수 있는데, 이러한 교과별 인공지능교육전문가들을 AI교수학습지원단으로 편성하여 단위학교에서 주제중심 융합교육을 실천하기 위한 자문단으로 운영할 수 있다.

초등학교 중심 AI교수학습지원단은 주제중심 교육과정 편성을 통해 융합교육을 위한 교수학습 자료 개발과 실제적 활용의 지원을 위해 운영하며, 중등중심 AI교수학습지원단은 교과간 융합을 위한 교과별 전문가와 정보교사들이 함께 교육과정을 편성하고 차시별 수업자료를 구성하여 인공지능의 알고리즘을 활용하여 예측과 분류 등을 수행할 수 있는 과정을 지원한다.

### ○ 개선방향 2: 시·도교육청 연계 전국단위 AI교수학습 전문가 지원

인공지능융합교육 전공 현장교사들과 관련 연수 이수자를 대상으로 전문가 인력풀을 구성하여 교육청 및 단위학교에 전문가 지원 추진 시스템을 구축한다. 2022 개정 교육과정의 디지털소양 함양과 연계하여 인공지능의 소양 향상 및 교과별 인공지능 활용을 통한 융합교육의 방향성 제시하고, 지역별 거점 교육대학 및 사범대학과 연계하여 이론과 실전을 병행할 수 있는 인공지능융합 교수학습 전문가 그룹을 편성하며, AI융합 교수학습전문가의 주기적 역량강화 연수를 통한 최신의 현황과 알고리즘 및 기술을 활용한 융합교육 방향성을 제시하고, 학교교육과정 편성에서 인공지능융합의 교수학습내용을 반영하기 위한 창의적체험활동 및 범교과학습과의 연계방향도 제시한다.

## 2. 인공지능 교육을 위한 교육용 데이터 플랫폼

### ○ 배경

『AI 국가전략<sup>47)</sup>』에 맞춰 『정보교육 종합계획<sup>48)</sup>』을 발표하고 초·중등 AI 교육 강화 및 표준 교육과정 개발을 추진하고 있으며, 『AI 시대 교육 정책 방향과 핵심과제』를 논의하며 2025년부터 적용되는 초·중·고 새 교육과정에 ‘인공지능 교육’을 정식 도입한다고 발표하였다.

47) 과학기술정보통신부 (2019). 인공지능(AI) 국가 전략 ; IT 강국을 넘어 AI 강국으로. 출처: <https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156366736>

48) 교육부 (2020. 5. 26.). 과학-수학-정보-융합 교육 종합계획. 교육부 보도자료. 출처: <https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156392196>

유치원부터 초·중·고교 수업에 AI 교육을 확대 적용하고 유치원에서는 놀이를 통해, 초·중·고교는 ‘프로그래밍’, ‘AI 기초원리, AI 활용, AI 윤리’ 등을 포함한 내용이 각각 연계될 수 있도록 운영되는 것을 목적으로 한다.<sup>49)</sup>

데이터를 유의미하게 활용하기 위해서는 활용목적에 맞게 변환(가공 및 정제)의 과정이 필요한데, 대부분의 데이터 지원사업·플랫폼은 산업용 AI/ML 데이터 확보에 주력하고 있으며, AI 데이터 바우처 사업도 국내 중소·벤처/중견기업만 지원 대상으로 하고 있다. 따라서 인공지능 교육을 위해서는 폭넓고 다양한 데이터와 학생들의 흥미를 유발할 수 있는 데이터를 확보할 필요성이 있다.

## ○ 현황

인공지능 교육은 정형화된 토이 데이터셋(Toy dataset), 공공 데이터포털(data.or.kr), AI허브(aihub.or.kr)등이 주로 활용되고 있는데, 토이 데이터셋<sup>50)</sup>은 스스로 생각하는 과정 없이 책이나 구글링을 통한 복사 붙여넣기로 창의적 해결법 구성에 문제가 있으며, 외국에서 수집된 데이터로 데이터 사용에 흥미 유발 요소가 떨어지고, 공공데이터 포털 및 AI허브에서 제공되는 데이터셋은 산업용으로 구축되어 학습용으로 적합하지 않다.

## ○ 추진전략

- 한국형 데이터를 학생들의 수준에 맞게 제공:

공공데이터 등의 데이터를 초·중·고 교육에 적합한 형태로 전처리(Data preprocessing)하여 제공하고, 위키를 활용하여 동일한 데이터에 대해 다양한 접근법을 저작·공유

- 데이터간의 연결성을 시각화하여 제공:

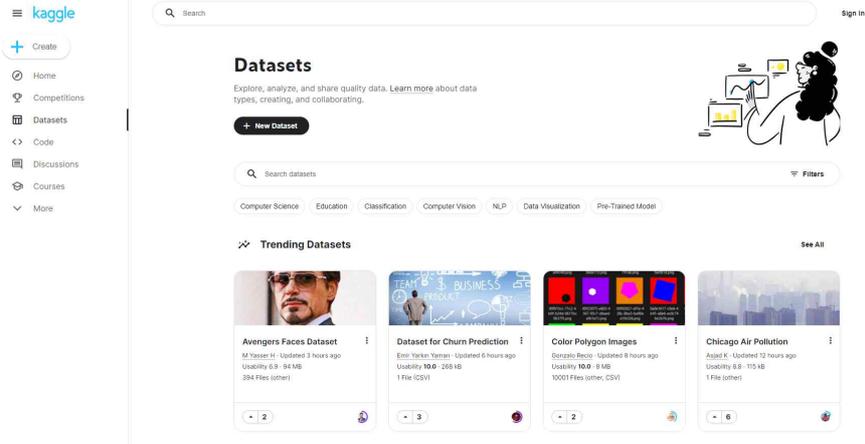
링크드 데이터(Linked data)로 데이터 간의 연결성 정보를 제공하고, 단편적인 데이터 활용에서 벗어나 다양한 데이터 간의 연결을 통한 창의적인 데이터 분석과 응용 방법 학습하고, 여러 종류의 데이터를 활용하는 멀티모달(Multi Modal)등 다양한 문제 접근방법을 체득하도록 해야 한다.

- 공모전과 문제풀이를 통한 학습성취 효과 확인: 초·중·고등학생을 위한 한국형 캐글 플랫폼 개발<sup>51)</sup>

---

49) 교육부 (2020. 11. 20.). 인공지능시대 교육정책방향과 핵심과제. 정책브리핑. 출처: <https://www.korea.kr/archive/expDocView.do?docId=39237>.

50) 파이썬 패키지에 포함된 예제 데이터셋으로 Scikit-Learn, Statsmodels, Vega Datasets 등이 있음 (기타 인공지능 교육에 많이 활용되는 데이터셋 : <https://github.com/awesomedata/awesome-public-datasets>)



[그림 68] 예측모델 및 분석대회 플랫폼 캐글(Kaggle)

- 데이터 큐레이션 센터

데이터에 맞는 시나리오 개발, 시나리오에 따른 데이터 발굴 및 제공하고, 생활 밀착형 데이터를 통해 학습 흥미를 유발시키고, 교사들이 직접 참여하는 시나리오를 발굴·공유하고, 지리, 과학 등 타과목의 단계별 학습진도를 고려한 과목 연계형 데이터셋을 구축 한다(Learning-by-doing).

- 직관적 UI/UX 데이터 분석 툴

코딩없이 데이터를 분석하고 시각화 할 수 있는 환경을 제공하고, 동적(dynamic)·상호작용(interactive)하는 UI를 통한 학습 집중도를 향상시킨다.

### ○ 추진 방안

서울대학교 주관의 빅데이터 혁신공유대학 교육용 빅데이터 플랫폼(대학생 이상)의 미러링을 통해 초·중·고교에서 대학까지 연계된 교육환경을 제공하고, 탈중앙화 신원증명(Decentralized Identifier, DID)을 활용한 전자학생증을 제공하며, 전자지갑을 통해 개인의 학습 커리큘럼을 저장하고, 전학, 진학등과 상관없이 학습이력 연계를 통한 학생 맞춤형 교육이 가능해지도록 한다. 학습, 공모전 참가, 데이터 큐레이션을 통한 시나리오 발굴, 데이터 확보, 데이터 정제 등의 활동에 따라 플랫폼에서 사용 가능한 보상을 지급하고 이를 통한 환류체계 구성

### ○ 기대효과

한국형 데이터를 활용한 생활밀착형 데이터 활용으로 학습효과가 고취되며, 흥미

---

51) 캐글(Kaggle)은 2010년 설립되어 구글에서 2017년 인수한 세계에서 가장 유명한 예측모델 및 분석대회 플랫폼(<https://www.kaggle.com>)

로운 데이터를 활용한 자기주도적 학습능력이 향상될 것이고, 코딩교육(Learning to code)에서 학습을 위한 코딩(coding to learn)으로 전환하며, DID 전자지갑을 통한 학습이력 연계 및 개인 맞춤형 교육환경을 제공할 수 있을 것이다.

## 4절 결론

AI 리터러시와 AI 리터러시 교육, AI 교육의 범위와 내용에 대한 논의가 매우 다양하게 전개되고 있고, 학문적 배경과 교육적 배경하에 다양한 층위에서 논의가 이뤄지고 있는 실정이다. 그래서 AI 교육에서 가장 기본적인 AI 리터러시와 리터러시 교육의 의미와 내용에 대한 학계의 이론적 합의가 요청되고 있으며, 이에 이 연구에서는 이러한 영역에 대한 전문가들의 분석과 논의과정을 통해 이러한 개념들에 대한 전문가적 합의를 도출하고자 한다.

지금까지의 연구결과를 정리하면 다음과 같다. 우선 AI 리터러시는 “AI가 할 수 있는 것과 AI가 작동하는데 필요한 것들을 알며, AI가 인간과 사회에 미칠 수 있는 윤리적 영향을 고려하여 AI를 일상생활 및 직업환경에서 사용할 수 있는 능력”이라고 정의하였다. 이러한 AI 리터러시를 교육하는 과정을 통해 AI 교육을 통해 기르고자 하는 능력으로 AI 기술역량과 AI 윤리역량으로 AI 리터러시 역량을 구성하였다.

AI 리터러시 교육의 내용은 “데이터 사용”, “알고리즘 적용”, “모델링 활용”, “사회적 영향 이해”로 구성한다. 데이터 사용은 인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 일상생활 속에서 수집 가능한 정형 및 비정형 자료의 올바른 사용을 의미한다. 알고리즘 적용은 인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 출력하는 일련의 절차를 의미한다. 모델링 활용은 문제를 해결하기 위하여 데이터와 알고리즘을 기반으로 인공지능을 활용하는 과정을 의미한다. 사회적 영향 이해는 인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 고려하고, 인공지능의 개발과 활용과정에서 발행하는 윤리적 문제를 해결하려는 노력을 의미한다.

AI 기술역량은 데이터 사용역량, 알고리즘 적용 역량, 모델링 활용 역량으로 구성하고, AI 윤리역량은 인지적, 비판적, 창의적 윤리역량으로 구성한다. AI 융합교육역량은 교육과정 구성, 교수학습 설계, 교수학습 실행, 교수학습 평가 역량으로 구성한다.

이러한 AI 교육에서 가장 기본적인 AI 리터러시와 리터러시 교육의 의미와 내용을 토대로 하여 예비교사를 길러내는 교사대의 교육과정에 대한 제언에서 AI 활용 교육 실습제도, AI 기초, AI 수업방법론, AI 교과교육방법론 등의 교육과정 신설 등을 제언하였고, 이러한 인공지능 융합교육역량을 갖춘 교사 양성을 위한 전문대학원 신설 방안 및 우수 교수자원확보를 위한 정책을 제언하였다. 이외에도 교수학습지원단 구성 및 교사용 데이터 플랫폼에 대한 제언도 추가하였다.

이러한 개념적 작업을 토대로 AI 리터러시와 AI 리터러시 교육의 내용을 구성한다면, 현재 세대에게 미래의 생태환경에서 살아나갈 수 있는 삶의 리터러시를 구성해줄 수 있을 것으로 판단된다. AI 테크놀로지에 대한 이해에서 끝나는 것이 아니라 이것이 인간과 사회에 미칠 영향까지 고려하면서 지혜로운 테크놀로지의 개발과 활용을 통해 기술적 부작용에 적극적으로 대처해 나갈 수 있는 역량을 갖춘 미래 시민을 길러내는 것이 바로 현대 기술산업사회에서의 교육의 역할이라고 할 수 있을 것이다.

## 제 8장 참고문헌

[2장]

- [1] 부산광역시교육청(2019). 인공지능 기반 가이드북, 도서출판어가.
- [2] 정영식, 유정수, 임진숙, 홍지연(2019). 소프트웨어 교육론, 씨마스.
- [3] 유정수 외 14(2020). 초중등 인공지능 교육 내용체계 탐색적 연구 이슈 보고서, 한국과학창의재단.
- [4] 벤캣 벤카트라만(2019). 디지털 매트릭스, 시그마북스.
- [5] H. Burgsteiner, M. Kandlhofer, G. Steinbauer(2016). Irobot: Teaching the basics of artificial intelligence in high schools, Proceeding of the AAAI conference on artificial intelligence, 30(1).
- [6] A.P. Cavalcanti, A. Diego, R. Carvalho, F. Freitas, Y.S. Tsai, D. Gašević, R.F. Mello(2021). Automatic feedback in online learning environments: A systematic literature review Computers and Education: Artificial Intelligence (2021), Article 100027.
- [7] Chai, C. S., Wang, X., & Xu, C. (2020). An extended theory of planned behavior for the modelling of Chinese secondary school students' intention to learn Artificial Intelligence. Mathematics, 8(11), 2089.
- [8] Davy Tsz Kit Ng, Jac Ka Lok Leung, Samuel K.W.Chu, Maggie Qiao Shend(2021). **Conceptualizing AI literacy: an exploratory review**, Computers and Education: Artificial Intelligence Available online 22 November 2021,
- [8] Demirkol, Z.(2018). Coding for kids. Harman, G. (translator). Istanbul: 9usula.
- [10] S. Druga, S.T. Vu, E. Likhith, T. Qiu(2019). Inclusive AI literacy for kids around the world, Proceedings of FabLearn 2019, ACM, 104-111.
- [11] Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 1-16.
- [12] McCarthy, J. (2007). From here to human-level AI. Artificial Intelligence, 171(18), 1174-1182.
- [13] S.C. Robinson(2020). Trust, transparency, and openness: How inclusion of cultural values shapes Nordic national public policy strategies for artificial intelligence (AI) Technology in Society, 63, 101421.
- [14] Vazhayil, A., Shetty, R., Bhavani, R. R., & Akshay, N. (2019, December). Focusing on teacher education to introduce ai in schools: Perspectives and illustrative findings. In 2019 IEEE Tenth International Conference on

Technology for Education(T4E) 71-77.

- [15] X. Wan, X. Zhou, Z. Ye, C.K. Mortensen, Z. Bai(2020). SmileyCluster: supporting accessible machine learning in K-12 scientific discovery, Proceedings of the Interaction Design and Children Conference, 23-35.
- [16] Wang, P. (2019). On defining artificial intelligence, Journal of Artificial General Intelligence, 10(2), 1-37.
- [17] 에듀넷. <https://www.edunet.net/nedu/main/mainForm.do>
- [18] 페가시스템. <https://www.pega.com/ai-survey>
- [19] <https://www.mckinsey.com/featured-insights/future-of-work/skill-shift-automation-and-the-future-of-the-workforce>.
- [20] <https://www.unicef.org/innovation/GenerationAI>
- [21] <https://www.weforum.org/reports?year=2008#filter>
- [22] <https://www.corp.aiclub.world/ai-literacy-k12>
- [23] <https://www.gov.uk/government/publications/ai-roadmap>

### [3장]

- [1] 이은경(2020). 국내외 초·중등학교 인공지능 교육과정 분석
- [2] Elements of AI(2018). <https://www.elementsofai.com/>
- [3] David S. Touretzky 외(2019). K-12 Guidelines for Artificial Intelligence : What should students know
- [4] 한국과학창의재단, 서울시교육청(2020). 고등학교 인공지능과 미래사회
- [5] 한국과학창의재단(2021). 학교에서 만나는 인공지능 수업 영역 및 내용 요소
- [6] EBS(2021). 쉽게 배우는 AI 교재
- [7] 신승기(2019). Computational Thinking 기반의 인공지능교육 프레임워크 및 인지적 학습 환경 설계
- [8] 최현중(2021). 컴퓨팅 사고력에 기반한 인공지능 사고력 교육에 대한 고찰
- [9] AI4K12(2018). <https://ai4k12.org/resources/big-ideas-poster/>
- [10] Beck, J., Stern, M., & Haugsjaa, E. (1996). Applications of AI in Education. XRDS: Crossroads, The ACM Magazine for Students, 3(1), 11-15.
- [11] Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education. Boston: Center for Curriculum Redesign.

### [4장]

김자미 외 (2021). 교원의 융합교육 역량모델 개발 및 모듈형 연수체계 개발 연구.

- 한국창의재단 연구 보고서.
- 도제우, 문제웅 (2020). AI융합교육 해외동향 및 시사점. 교육부 이슈 페이지
- 신원섭 (2020a). 초등 생물분류 학습에서 인공지능 융합교육의 적용 사례연구. 초등 과학교육, 39(2), 284-295.
- 신원섭 (2020b). 운동과 에너지에서 인공지능 융합 과학교육의 가능성 탐색 연구. 에너지기후변화교육, 10(1), 73-86.
- 양혜지, 김자미, 이원규 (2020). 초등교원의 SW교육 역량 추출. 학습자중심 교과 교육 연구, 20(19), 1357-1378.
- 유인환, 배영권, 박대륜, 안중민, 김우열 (2020). 로봇활용 인공지능 교육 프로그램 개발과 적용에 관한 연구. 정보교육학회논문지, 24(5), 443-451.
- 이영호(2021). 인공지능 융합 교육 프로그램 개발 및 효과성 분석. 정보교육학회논문지, 25(1).
- 임지영, 진명화, 임규원(2020). SW교육에서 초등교원의 TPACK 역량에 대한 교육요구도 분석, 교육정보미디어연구, 26(4).
- 신원석 (2020). 로봇활용교육에 대한 교사들의 테크놀로지내용교수지식 분석. 한국산학기술학회 논문지, 21(6), 196-203.
- 장병철, 임종현, 김용신(2020). 융합인재 육성을 위한 AI 교육. 교육부 이슈 페이지.
- 최숙영 (2021). 교육에서의 인공지능: 인공지능 활용교육에 관한 문헌 고찰. 한국컴퓨터교육학회 논문지, 24(3).
- 홍선주, 조보경, 최인선, 박경진 (2020). 학교 교육에서 인공지능(인공지능)의 개념 및 활용. KICE POSITION PAPER, 12(3).
- Angeli, C., Ioannou, I.: Developing secondary education computer science teachers' technological pedagogical content knowledge. European Journal of Educational Sciences 2(2), 9-30 (2015)
- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., & Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. Journal of Educational Technology & Society, 19(3), 47-57.

[붙임 1] 1차 델파이 조사 영역별 세부 분석

가. AI리터러시의 의미와 AI리터러시 역량 함양의 개념

1. AI 리터러시에 대한 정의가 적절한가?								
AI 리터러시란? AI 리터러시란 AI가 무엇인지, AI가 할 수 있는 것은 무엇인지, AI가 우리에게 줄 수 있는 이점은 무엇인지 및 AI 시스템이 작동하는데 필요한 것은 무엇인지를 이해하며, AI 지식, 개념 및 응용 프로그램을 적용하여 AI 솔루션에 참여하는 방법을 알며, AI 기술을 비판적으로 평가하고, 윤리적으로 사용하는 방법을 통해 AI와 효과적으로 소통하고 협력하며, 일상 생활은 물론 직업에서도 AI를 도구로 사용할 수 있게 해주는 역량 집합을 의미한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.35	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.42
표준편차	7	0	1	4	23	7	42	
2.61	16.6%	0%	2.3%	9.5%	54.7%	16.6%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>리터러시에 AI의 개념부터 시작해서 모든 내용을 다 포함시킨 것 같습니다. 그래서 정말 리터러시가 무엇인지 혼동되는 것 같습니다. 리터러시는 역량과 관련된 개념같으니 개념부분은 삭제되는 것이 타당할 것 같고 AI리터러시 정의도 보다 간단하게 정리하는 것이 필요할 것 같습니다.</li> <li>직업을 "직업현장" 혹은 "직장(환경)"으로 변경 추천</li> <li>'AI', 'AI 솔루션', 'AI 기술' 등이 용어가 혼용되어 사용되고 있는데, 그렇다면 이중 그냥 'AI'라고만 할 때는 무엇을 의미하는 것인지, AI가 결국 기술로서 AI를 의미하고 있는 것은 아닌지, 그렇다면 AI 기술이란 용어를 별도로 사용하는 것이 적절한지 등 다소 혼란스러운 부분이 있습니다.</li> <li>"직업(?)"을 "실무"로 바꾸어도 좋을 것 같습니다.</li> <li>결국은 "사람"이 AI기술에 종속되는 것이 아니라 AI의 주인이어야 하므로, 사람 중심의 AI를 이해하는 것도 중요합니다. 결국 AI에 나타난 결과나 판단은 사람들의 데이터가 반영되는 것이므로, 그러한 편향의 위험성도 함께 포함하면 좋을 것 같습니다.</li> <li>AI에 대한 이해를 통해, 결국 사람이 해야 할 일과, AI에게 시켜야 할 일(단순히 잘해서가 아니라 책임 등 여러 윤리, 사회적인 이슈 포함하여)을 잘 이해하는 것도 필요합니다.</li> <li>매우 포괄적인 경향이 있고, 리터러시가 역량 집합이라면 아래 제시된 AI 리터러시 역량은 역량이 중복 기술되는 오류가 있음.</li> <li>문장이 너무 길어 '정의'를 나타내는 구문으로서 역할을 하기에 무리가 있음. 예를 들면, 교육의 대상으로서 정의를 나타내는 문장이라면, 지식+기능+태도+조건 혹은 기능이나 역할 등을 정선하여 제시하고, 문장을 잘라서 명료하게 제시하거나 혹은 필요성+목적+의미 등의 문단의 의미가 명확히 드러나는 정의로 정선해야 함.</li> </ul>							

2. AI 리터러시 역량 함양 교육에 대한 정의가 적절한가? (최소값 이하)								
AI 리터러시 역량 함양 교육이란? AI가 무엇인지 이해하고, 데이터와 데이터 출처를 비판적으로 평가할 수 있는 데이터 리터러시를 기반으로 컴퓨터가 데이터로부터 학습한다는 것과 인간이 프로그래밍, 모델 선택과 AI 시스템의 미세 조정에서 중요한 역할을 한다는 것을 인식시키고 머신러닝 알고리즘 이해와 활용 및 AI를 둘러싼 윤리적 이슈(프라이버시, 편향성, 특이성, 윤리적 의사결정 등)에 대한 다양한 관점을 가질 수 있는 역량을 기르는 교육을 의미한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.04	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.19
표준편차	9	0	1	7	20	5	42	
2.90	21.4%	0%	2.3%	16.6%	47.6%	21.4%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 정의가 너무 복잡하고 명쾌하게 이해되지 않는다.</li> <li>• 용어와 개념을 나열하여 정확한 개념이 무엇인지 선명하게 이해되지 않습니다.</li> <li>• 디지털 리터러시, 데이터와 빅데이터, 인공지능의 기술적 차이와 구분을 반영하거나 경계 설정 필요 여부</li> <li>• AI 리터러시 역량에서 역량과 리터러시가 다소 중복되는 느낌이 있음</li> <li>• 1에서 정의한 'AI 리터러시'와 별도로 2에서는 'AI 리터러시 역량'이라는 용어를 사용하고 있습니다. 그러나 앞서 'AI 리터러시가 --이러저러한 역량 집합'이라고 정의를 한 바 있습니다. 즉, AI 리터러시 자체를 이미 역량 집합이라고 정의해 놓고, 여기서 다시 새로운 용어인 'AI 리터러시 역량'을 도입한다는 것이 다소 혼란스러우며, 리터러시와 역량을 합쳐서 하나의 용어로 사용하는 것도 좀 어색하다는 생각이 듭니다.</li> <li>• 윤리적 이슈에 편향성보다는 더 큰 개념인 공정성을 넣는 것을 제안드립니다.</li> <li>• 알고리즘의 이해뿐만 아니라 산업과 생활 속에서 어떻게 활용되는지를 아는 것도 포함하면 좋을 듯 합니다.</li> <li>• AI의 목적의 방향을 설정하는 의사결정을 할 때, 여러 딜레마 상황이 발생함을 이해하고, 이해 관계자들의 선택도 각자의 입장에 따라 달라질 수 있음을 이해하는 것도 포함되면 좋을 것 같습니다.</li> <li>• AI 리터러시 역량 함양 교육은 결국 AI 리터러시 역량이 정의된다면 그것을 함양하는 교육일텐데, AI 리터러시 역량이 앞서 정의한 AI 리터러시와 구별되는 것인지, 그 역량의 정의가 무엇인지 명확히 파악되지 않는 한계가 있음.</li> </ul>							

### 3. AI 리터러시 역량 함양 교육 구성이 적절한가?

AI 리터러시 역량 함양 교육이란?

AI가 무엇인지 이해하고, 데이터와 데이터 출처를 비판적으로 평가할 수 있는 데이터 리터러시를 기반으로 컴퓨터가 데이터로부터 학습한다는 것과 인간이 프로그래밍, 모델 선택과 AI 시스템의 미세 조정에서 중요한 역할을 한다는 것을 인식시키고 머신러닝 알고리즘 이해와 활용 및 AI를 둘러싼 윤리적 이슈(프라이버시, 편향성, 특이성, 윤리적 의사결정 등)에 대한 다양한 관점을 가질 수 있는 역량을 기르는 교육을 의미한다.

구분	의미
AI 능력 이해 (AI Ability Understanding)	AI가 무엇인지 이해하고 AI가 현재 할 수 있는 일과 앞으로 AI가 할 수 있는 일은 무엇인지를 알며, 지능을 가진 컴퓨터가 어떻게 판단하고 결정을 내리는지를 이해한다.
데이터 (Data)	데이터와 데이터 출처를 비판적으로 평가할 수 있는 데이터 리터러시를 기를 수 있도록 하며, 데이터가 기계가 인간처럼 지능을 가지도록 하는데 중요한 재료이고 AI 어플리케이션은 해당 데이터를 가져와 신속하게 실행 가능한 정보로 전환할 수 있음을 이해한다. 인공지능은 많은 양의 데이터를 인간보다 훨씬 빠르게 처리하고 정확하게 예측가능하며 데이터가 알고리즘 결과에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 설명한다.
학습 알고리즘 ( Learning Algorithm)	어떤 문제를 해결하기 위해 입력된 자료(데이터)를 토대로 하여 원하는 출력을 유도하기 위해 머신이 따를 수 있는 단계별 지침으로 미리 결정된 방정식을 모델에 의존하지 않고 계산 방법을 사용하여 데이터에서 직접 정보를 학습하며, 학습할 수 있는 샘플 수가 증가함에 따라 알고리즘 성능이 향상됨을 이해한다. 가장 일반적으로 사용되는 학습 알고리즘은 회귀 및 분류를 사용하여 대상 범주를 예측하고 비정상적인 데이터 요소를 찾으려 값을 예측하고 유사성을 검색함을 이해한다.
모델링 (Modelling)	데이터와 학습 알고리즘을 기반으로 학습하며, 학습을 통해 주어진 문제를 모델로 구현하는 과정을 이해하며 모델이 가능한 한 데이터에 잘 맞도록 파라미터를 찾는다(파라미터 모델링).
사회적 영향 (Social Impact)	사회적 영향은 인간(Human), 사회(Society), 기술(Technology)이 함께 공존하는 방법을 탐구한다.

평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.38	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.38
표준편차	6	0	1	6	23	6	42	
2.28	14.2%	0%	2.3%	14.2%	54.7%	14.2%	100%	

기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터와 학습 알고리즘 항목에서 요구되는 역량이 다소 겹치는듯 합니다</li> <li>• 각 부분을 설명하는 의미 부분이 좀 더 쉽고 직관적으로 이해가능하게 설명해주면 좋을 것 같습니다.</li> <li>• 사회적 영향 안에 윤리적인 측면을 명시적으로 포함하여 기술하면 어떨까 합니다.</li> <li>• 다음 자료를 참고해도 좋을 것 같습니다.</li> <li>• 초중등 인공지능 교육 내용체계 탐색적 연구 이슈 보고서</li> </ul>
----	---



4. AI 능력 이해(AI Ability Understanding)의 의미는 적절한가?								
AI 능력 이해(AI Ability Understanding) : AI가 무엇인지 이해하고 AI가 현재 할 수 있는 일과 앞으로 AI가 할 수 있는 일은 무엇인지를 알며, 지능을 가진 컴퓨터가 어떻게 판단하고 결정을 내리는지를 이해한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.50	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.38
표준편차	6	0	1	6	18	11	42	
2.53	14.2%	0%	2.3%	14.2%	54.7%	14.2%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "인공지능이 작동하는 방식을 이해하고 인공지능의 수준에 따른 능력의 정도를 분별한다" 등으로 수정 제안.</li> <li>• AI 능력 이라는 단어자체가 AI 역량, 리터러시와 구분이 어려움</li> <li>• AI가 독립적인 어떤 대상이 아니라 다양한 기술들과 함께 활용되는 시스템이라는 개념이 좀 더 추가되면 어떨까 생각했습니다.</li> <li>• 미래의 AI의 능력을 확정할 수 있는 것인지 의문</li> <li>• 영어 표현 AI Ability라는 표현이 어색합니다. 어빌리티가 능력이라는 뜻이기는 하지만 이런 곳에 잘 사용하지 않습니다. Capability가 더 자연스러운 표현일 것 같습니다. AI 능력이라는 것이 AI가 무엇을 할 수 있는지 "가능성"의 의미를 포함하고 있기 때문입니다. ability는 가능성이라는 뉘앙스를 내포하고 있지 않아서 매우 협소하고 콩글리시 처럼 들려요. 영어 스피커는 못 알아들을 표현입니다.</li> <li>• 영어 표현 AI Ability라는 표현이 어색합니다. 어빌리티가 능력이라는 뜻이기는 하지만 이런 곳에 잘 사용하지 않습니다. Capability가 더 자연스러운 표현일 것 같습니다. AI 능력이라는 것이 AI가 무엇을 할 수 있는지 "가능성"의 의미를 포함하고 있기 때문입니다. ability는 가능성이라는 뉘앙스를 내포하고 있지 않아서 매우 협소하고 콩글리시 처럼 들려요. 영어 스피커는 못 알아들을 표현입니다.</li> </ul>							

5. 데이터(Data)의 의미는 적절한가? (최소값 이하)								
데이터(Data):								
데이터와 데이터 출처를 비판적으로 평가할 수 있는 데이터 리터러시를 기를 수 있도록 하며, 데이터가 기계가 인간처럼 지능을 가지도록 하는데 중요한 재료이며 AI 어플리케이션은 해당 데이터를 가져와 신속하게 실행 가능한 정보로 전환할 수 있다. 오늘날 인공지능은 많은 양의 데이터를 인간보다 훨씬 빠르게 처리하고 정확하게 예측가능하므로 데이터가 알고리즘 결과에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 설명한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.14	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.14
표준편차	7	0	1	10	20	4	42	
2.36	16.6%	0%	2.3%	23.8%	47.6%	9.5%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터에 집중된 정의가 필요하다. 지금은 인공지능에 종속된 데이터의 정의로 적절하지 않다.</li> <li>• AI에 사용되는 데이터의 질의 영향 부분도 포함시켜야 할 것으로 생각됩니다.</li> <li>• 데이터 출처를 비판적으로 평가하는 것이 무엇일까요?</li> <li>• 둘째 줄 "해당 데이터를 ~"을 "해당 데이터를 기반으로 하여 신속하게 실행 가능한 판단을 내릴 수 있다." 등으로 수정 제안.</li> <li>• 인공지능이 사용하는 데이터에 기반한 인공지능 의사결정의 결과를 항상 신뢰해서는 안되는 이유들에 대한 설명이 추가되었으면 합니다. 예를 들어, 사회적 현상을 나타내는 데이터로 인한 결과가 규범성을 포함하는 것은 아니라는 것과 그 데이터가 대표집단의 데이터를 보여주는 것은 아니며, 데이터에 보이지 않는 집단이나 의견들에 주의를 기울일 필요성이 구체적으로 추가되었으면 합니다.</li> </ul>							

**6. 학습 알고리즘(Algorithm)의 의미는 적절한가? (최소값 이하)**

학습 알고리즘(Learning Algorithm):

어떤 문제를 해결하기 위해 입력된 자료(데이터)를 토대로 하여 원하는 출력을 유도하기 위해 머신이 따를 수 있는 단계별 지침으로 미리 결정된 방정식을 모델에 의존하지 않고 계산 방법을 사용하여 데이터에서 직접 정보를 학습하며, 학습할 수 있는 샘플 수가 증가함에 따라 알고리즘 성능이 향상됨을 이해한다.

가장 일반적으로 사용되는 학습 알고리즘은 회귀 및 분류를 사용하여 대상 범주를 예측하고 비정상적인 데이터 요소를 찾으며 값을 예측하고 유사성을 검색함을 이해한다.

평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.02	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.14
표준편차	9	0	1	8	19	5	42	
2.88	21.4%	0%	2.3%	19.0%	45.2%	11.9%	100%	

기타

- 머신러닝의 지도학습, 비지도학습, 강화학습이 기본적으로 포함되어야 할 것입니다.
- 기계학습 알고리즘이 조금 더 정확한 표현 아닐까요?
- 학습 알고리즘? 머신러닝의 차이가 애매한데요. 따로 구분해야한다면 더 명확한 정리가 필요
- 이해한다고 끝이 나니, 제목에도 역량이라는 말을 붙이는 것이 좋을 것 같습니다.
- 회귀 및 분류 개념을 좀 더 쉽게 설명해주었으면 합니다.
- 기계가 스스로 학습하는 딥러닝에 대한 부분도 포함하면 어떨까 합니다.
- 이 정의에서도 문장 내 데이터, 자료, 정보, 샘플의 의미 구별에 기초한 가독성 제고를 제안함.
- 학습은 데이터가 많다고 부조건 성능이 향상되는 것이 아닙니다. 학습 분류를 굳이 회귀 분류 모델을 할 필요 없을 것 같습니다.
- 문장의 주술호응이 맞지 않아 의미가 불명확함. 알고리즘을 의미하는지 학습알고리즘을 의미하는지 명확하지 않은 것 같음

7. 모델링(Modeling)의 의미는 적절한가? (최소값 이하)								
모델링(Modeling): 데이터와 학습 알고리즘을 기반으로 학습하며, 학습을 통해 주어진 문제를 모델로 구현하는 과정을 이해하며 모델이 가능한 한 데이터에 잘 맞도록 파라미터를 찾는다(파라미터 모델링).								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.02	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.14
표준편차	8	0	3	7	20	4	42	
2.64	19.0%	0%	7.1%	16.6%	47.6%	9.5%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모델링을 데이터와 학습 알고리즘 기반으로 한정된 것은 잘못된 것이다. 모델링은 이에 구속되지 않는 개념이며, 이에도 적용되는 개념이다.</li> <li>• 모델이 가능한 한 데이터에 잘 맞도록 -&gt; 모델이 예측을 정확하게 실행할 수 있도록, 파라미터, 파라미터 용어 통일</li> <li>• "데이터에 잘 맞도록"을 "데이터를 잘 처리하도록 하는" 등으로 수정 제안.</li> <li>• 모델링 부분이 저는 직관적으로 이해가 잘 되지 않습니다.</li> <li>• 잘몰라서 그러는데 기술한 것은 주로 파라미터 모델링에 국한한 것 같은데 보다 더 넓은 의미로 정의하는 방법은 없을까요.</li> <li>• 술어인 학습하며, 이해하며, 찾는다의 주체가 혼용된 것이 아닌지 검토</li> <li>• 모델링은 꼭 파라미터를 찾은 것이 아닌 것 같습니다.</li> <li>• 전체적으로 리터러시 '역량'의 개념인지 '역량 함양'의 개념인지 명확하지 않음.</li> </ul>							

8. 사회적영향(Social Impact)의 의미는 적절한가?								
사회적 영향(Social Impact):								
사회적 영향은 인간(Human), 사회(Society), 기술(Technology)이 함께 공존하는 방법을 탐구한다. 인공지능 기술은 인간이 그것을 어떤 방법과 목적으로 사용하는가에 따라 인간과 사회에 긍정적 또는 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 인공지능 기술이 현재 우리 사회에서 어떻게 쓰이고 있는지, 다가올 인공지능의 미래는 무엇인지, 인공지능의 활용이 우리에게 미치는 영향과 윤리적인 활용을 위한 대책을 무엇인지 등을 알아야 한다. 이를 위해, 인공지능과 사회, 인공지능의 종류, 인공지능의 의사결정을 신뢰하기 위한 방안으로 설명 가능한 인공지능에 대하여 학습해야 한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.85	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.67
표준편차	3	0	0	4	25	10	42	
1.45	7.1%	0%	0%	9.5%	59.5%	23.8%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>첫번째 문장에서 인간과 기술이 사회와 공존한다는 표현이 어색하므로 "인공지능 기술이 인간과 사회에 미치는 영향을 고려하여 인간과 기술의 바람직한 공존 방안 모색한다" 등으로 수정 제안.</li> <li>가독성 제고를 위한 문장 수정 필요함-예컨대 5행의 '대책을 무엇인지'? 6행의 '~을 신뢰기 위한 방안으로 설명 가능한 인공지능'?</li> </ul>							

나. AI 교육 역량

본 연구에서는 AI 융합/활용 교육을 하는 교사들이 갖춰야 할 역량들을 다음과 같이 구성하였다.

<AI 교육 역량 구성 요소>

구분	의미	구성요소	의미	세부 요소
TPACK	AI 활용/융합 수업의 설계를 위해 AI 관련 내용지식, 교수지식, 기술지식을 갖추고, 수업 상황에 맞게 이 세 지식을 통합할 수 있는 역량	TK (Technical Knowledge) 기술지식	AI 수업에 사용되는 AI 기술 혹은 일반 ICT 관련 교구 지식	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습 개념 이해 및 문제해결을 위해 사용되는 AI 관련 교구</li> <li>• 수업준비 및 학습내용의 효과적인 전달을 위해 사용하는 ICT 도구</li> <li>• 교육의 혁신을 이루기 위해 사용되는 AI 기술 및 도구</li> </ul>
		CK (Content Knowledge) 내용지식	AI 수업을 진행하기 위해 필요한 AI 내용 지식	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 원리</li> <li>• AI 지식과 기술</li> <li>• AI 윤리</li> <li>• 컴퓨팅 사고</li> </ul>
		PK (Pedagogical Knowledge) 교수지식	학습자의 학습 및 AI 소양을 촉진하기 위한 교수 방법 및 교수전략에 대한 지식	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교수 방법</li> <li>• 교수 전략</li> </ul>
		TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge)	AI 수업을 위해 상황에 적합한 교수 전략을 설계하기 위해 관련 기술, 교수법, AI 지식 간의 복잡한 관련성에 대한 이해	<ul style="list-style-type: none"> <li>• PCK</li> <li>• TCK</li> <li>• TPK</li> </ul>
융합 교육 역량	AI 기반의 융합 교육을 위해 필요한 교사의 역량	교육과정 구성	융합가능한 주제를 탐색하고, 찾은 주제를 가지고 새로운 교육내용을 구성하는 능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 융합주제 탐색</li> <li>• 맥락적 구성</li> </ul>
		교수학습 설계	학습주제에 적절한 융합교육 모델 선정 및 이를 기반으로 한 수업 설계 능력	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 융합교육모델 선정</li> <li>• 교수학습 설계(TPACK)</li> </ul>
		평가	교수학습 과정을 통한 학습성과 확인 및 수업설계/진행에 대한 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습 평가</li> <li>• 교수 평가</li> </ul>

1. AI 교육 역량에 대한 정의가 적절한가?								
AI 교육 역량(교사): 학습자가 AI 리터러시를 함양하고 AI 개념과 기술을 이용하여 각 교과와 문제를 해결할 수 있도록 적절한 교수방법과 교수전략을 이용하여 교육할 수 있는 능력								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.26	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.33
표준편차	8	0	2	4	19	9	42	
3.00	19.0%	0%	4.7%	9.5%	45.2%	21.4%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이 정의는 AI 융합/활용 교육을 위한 교사 역량의 정의라고 보입니다. 그러나 질문은 AI 교육 역량의 정의로 적절한지를 묻고 있습니다. 그렇다면 여기서 의미하는 AI교육은 AI융합/활용 교육과 같은 의미인지 궁금합니다.</li> <li>• AI 리터러시에 이미 AI 기술이 포함되어 있어 첫 번째 어절은 중복 느낌이 있습니다.</li> <li>• 의미상으로는 적절하나 이 의미에 따르면 AI교육 역량 교사가 실현가능한지 의구심이 들만큼 너무나 거대한 개념인 것 같습니다. 좀 더 역량을 구체화시키는 것이 더 좋을 것 같다는 생각도 해보았습니다.</li> <li>• 교과와 문제뿐만 아니라 일반적인 상황에서 활용하는 내용도 포함했으면 합니다.</li> <li>• 학습자의 AI 리터러시 함양 및 각 교과와 AI 활용 문제 해결을 위해 적절한 교수 방법과 교수 전략을 이용하여 교육할 수 있는 능력</li> <li>• "각 교과"라는 말이 너무 제한적인 것 같습니다. 특히 문제 해결과 관련하여서는 융합으로 가는 것이 추세이기 때문에 이것을 좀 더 개방적인 용어로 바꾸면 좋겠습니다.</li> </ul>							

2. AI 교육 역량에 대한 구분은 적절한가? (최소값 이하)								
AI 활용/융합 수업을 하기 위해서 교사는 기본적으로 AI 리터러시 역량을 갖추고 있어야 하며, 이와 더불어 융합교육 역량과 TPACK 역량을 갖추어야 한다. 여기서는 교사가 AI 리터러시 역량을 갖추고 있다는 가정하에 AI 교육 역량을 위의 표와 같이 크게 융합교육 역량과 TPACK 역량으로 구분된다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.28	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.23
표준편차	7	0	2	7	17	9	42	
2.72	16.6%	0%	4.7%	16.6%	40.4%	21.4%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술지식과 내용지식의 구분이 좀 더 명확히 되어야 할 것으로 생각됨.</li> <li>저는 교육쪽을 전혀 몰라서 저의 의견이 의미있을지 모르겠습니다. 다만 교사가 이러한 모든 역량을 갖추는 것이 가능한지 궁금합니다.</li> <li>AI 내에서 technical 측면과 일반 교수법 측면으로 양분하여 AI-TPACK, AI-융합교육으로 접근?</li> <li>융합교육역량이 TPACK의 하위 역량으로 보임.</li> </ul>							

3. TPACK 역량에 대한 정의는 적절한가?								
TPACK 역량: AI 활용/융합 수업의 설계를 위해 AI 관련 내용지식, 교수지식, 기술 지식을 갖추고, 수업 상황에 맞게 이 세 지식을 통합할 수 있는 역량								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.61	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.33
표준편차	3	0	2	9	19	9	42	
1.61	7.1%	0%	4.7%	21.4%	45.2%	21.4%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>정보교사에게는 적절하다. 비정보교사에게는 적절하지 않다.</li> <li>TPACK 항목에 경험적 지식 부분이 명시적으로 표현되면 좋겠음</li> <li>TPACK이라는 용어가 AI와 관련하지 않고도 이미 예전부터 널리 사용되고 있는 용어로 이해되는 데, 이 용어 자체는 그대로 둔 채로 설명문의 내용만 조금 변형하여 AI와 관련한 내용을 추가하는 접근이 적절한지 잘 모르겠습니다. 이하 문항들에 대해서도 유사한 의견입니다.</li> </ul>							

4. 융합교육 역량에 대한 정의는 적절한가?								
융합교육 역량: AI 기반의 융합 교육을 위해 교육과정 구성, 교수학습 설계, 평가에 대한 지식을 갖추고 실제 이것들을 교육현장에서 수행할 수 있는 교사의 역량								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.78	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.42
표준편차	2	0	2	8	19	11	42	
1.35	4.7%	0%	4.7%	19.0%	45.2%	26.1%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>AI 기반의 융합 교육을 위해 라는 표현이 적절하지 않다. 교과 교육을 위해 로 수정되어야 한다. 이유는 AI 교육이 목표가 아니다(이것은 정보교과의 몫). AI가 융합적으로 활용되어 교과 교육이 잘 이루어지는 것이 목표이다.</li> <li>TPACK 안에 이미 융합교육 역량이 들어 있는 것으로 판단됨</li> </ul>							

5. TPACK 역량의 구성 요소는 적절한가? (최소값 이하)								
TPACK 역량: TPACK은 크게 TK(Technical Knowledge), CK(Content Knowledge), PK((Pedagogical Knowledge), TPACK(Technological Pedagogical Content Knowledge) 로 구성된다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.38	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.23
표준편차	7	0	1	7	16	11	42	
2.80	4.7%	0%	4.7%	19.0%	45.2%	26.1%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TPACK은 기존에 존재하는 개념입니다. 이것을 AI 교육역량의 한 축으로 포장하는 것은 바람직하지 않아 보입니다.</li> <li>• 대상이 정보교사인 경우에 적절하다. 비정보교사에게는 해당하지 않는다. 강요할 수 없다.</li> <li>• TPACK의 세부 요소인 PCK, TCK, TPK도 포함시켜야 할 것 같습니다.</li> <li>• 용어를 변경하시던지 구조화를 다시 하시던지 수정이 필요할 것 같습니다.</li> <li>• 앞선 의견과 유사한 맥락에서, TPACK 역량이 4가지로 구성된다는 것은 이 연구의 결과로 새로 도출된 것이라기 보다는 어느정도 이미 정립된 것이 아닌지요? 그렇다면 그것에 대해 이 설문에서 묻는 것이 적절한가에 대한 의문이 듭니다.</li> <li>• TPACK의 하위 역량으로 다시 TPACK를 포함한다는 것은 개념의 위계성에 있어 모순입니다. 하위 TPACK이 다른 세 하위요소들의 관계성 이해라면 '융합활용역량'의 의미가 하위역량 개념에 분명하게 나타나도록 명칭을 수정하는 게 좋겠습니다.</li> <li>• 용어가 많이 어색합니다. TK PK AK CK와 같은 내용과 순서대로 표현되면 어느정도 용어에 대해 동의를 하지만, 지금은 순서도 맞지 않으며 AK도 없는데 용어 이름이 왜 TPACK인지 모르겠습니다. 특히 A가 왜 들어가 있는 것인지 궁금합니다.</li> </ul>							

6. 융합교육 역량의 구성 요소는 적절한가? (최소값 이하)

융합 교육역량:

융합교육 역량은 크게 교육과정 구성, 교수학습 설계, 평가로 구성된다.

평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.76	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.23
표준편차	1	0	1	14	16	10	42	
0.99	2.3%	0%	2.3%	33.3%	38.0%	23.8%	100%	

기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>pk 부분과 차별성이 잘 드러나지 않음.</li> </ul>
----	--

7. TK에 대한 정의는 적절한가?								
TK(Technical Knowledge): AI 수업에 사용되는 AI 기술 혹은 일반 ICT 관련 교구 지식								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.66	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.38
표준편차	4	0	0	9	18	11	42	
1.88	2.3%	0%	2.3%	33.3%	38.0%	23.8%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>매우 낮은 수준에서 필요하다. AI 기술이 사람에게 다가와야한다. 사람은 관심을 갖는 정도로 충분해야 AI 기술이 우리 삶으로 들어올 수 있다.</li> <li>ICT는 정보통신기술을 의미하며 그 범위가 상당히 넓습니다. 일반 ICT 관련 교구 지식은 그러므로 좀더 구체적으로 표현되어야 합니다. '일반 ICT 관련 교구 지식' 보다는 'AI 관련 교구 지식'으로 한정하는 것을 추천합니다.</li> <li>Technical knowledge보다는 직접적으로 Technology Knowledge로 명명하는 게 어떨까 합니다.</li> <li>"교구"라는 표현이 너무 19세기 표현 같습니다 -.- "도구" (tool)이 더 적절합니다.</li> </ul>							

8. TK의 세부 요소는 적절한가?								
TK(Technical Knowledge) 세부 요소: TK의 세부 요소는 크게 3가지 : 학습 개념 이해 및 문제 해결을 위해 사용되는 AI 관련 교구, 수업준비 및 학습내용의 효과적인 전달을 위해 사용하는 ICT 도구, 교육의 혁신을 이루기 위해 사용되는 AI 기술 및 도구로 구성된다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.78	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.66
표준편차	3	0	1	3	27	8	42	
1.45	2.3%	0%	2.3%	33.3%	38.0%	23.8%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>정보교사에게만 필요한 역량이다. ICT 활용 도구쪽은 AI와 관련없는 정의이다.</li> <li>ICT 도구보다 에듀테크가 더 적절할 것 같습니다.</li> <li>첫번째 요소 마지막 부분을 "AI 기술 및 교구" 등으로 수정 제안. 세 번째 항목에서 '교육의 혁신'이 모호함.</li> </ul>							

9. CK에 대한 정의는 적절한가?								
CK(Content Knowledge): AI 수업을 진행하기 위해 필요한 AI 내용 지식								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.81	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.52
표준편차	4	0	0	6	18	14	42	
1.96	9.5%	0%	0%	14.2%	42.8%	33.3%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이 정의를 보면 정보교사에게만 필요한 역량임이 확실해진다.</li> <li>• TK와 구분이 명확하게 이루어지지 않음</li> <li>• 내용지식이라는 개념이 적절한지 모르겠습니다. 구체적으로 사회윤리적 문제에 대한 지식으로 구체적으로 제시하는 것을 제안드립니다.</li> <li>• 좀 더 구체적인 표현이 필요함</li> </ul>							

10. CK의 세부 요소는 적절한가? (최소값 이하)								
세부 요소: CK의 세부 요소로는 AI 원리, AI 지식과 기술, AI 윤리, 컴퓨팅 사고 등이 포함된다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.00	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.14
표준편차	10	0	2	7	14	9	42	
3.38	23.8%	0%	4.7%	16.6%	33.3%	21.4%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>정보교사에게만 필요한 적절한 역량이다.</li> <li>AI개념이 포함되어야 할 것 입니다. AI지식을 AI개념과 AI원리로 구분할 수 있을 것 같습니다.</li> <li>AI 지식에는 AI의 원리가 포함되는 것이 아닐까요?</li> <li>TK의 지식과 CK의 지식에 대한 명확한 정의가 추가되면 좋겠습니다.</li> <li>AI 윤리가 포함되어야 하는지 의문이 생김.</li> <li>"등"을 쓰지 말고 세목을 특징하는 것이 좋을 것 같습니다.</li> <li>CK에서 AI 지식과 기술, 컴퓨팅 사고는 TK에서도 다루고 있기 때문에 중첩되는 것 같습니다.</li> <li>Content의 핵심은 데이터라고 생각합니다. '데이터 수집 및 처리, 활용에 대한 이해' 항목도 넣으면 좋을 것 같습니다.</li> <li>"컴퓨팅 사고"는 다루는 관점이 조금 다른 것 같습니다. AI구현이나 AI기반 문제 해결 관련 내용이라고 봐야 할까요? AI를 이해하고 다루기 위해 기본적으로 컴퓨팅 사고가 뒷받침 되는 것이 필요 하긴 합니다만 문제해결접근 방식에서 조금 차이가 있어 보입니다.</li> <li>원리는 지식에 포함됨. 컴퓨팅 사고는 간접적이라고 생각함. 그렇다면 알고리즘 사고 등도 포함되어야 하므로 성격이 달라짐.</li> </ul>							

11. PK에 대한 정의는 적절한가?								
PK((Pedagogical Knowledge): 학습자의 학습 및 AI 소양을 촉진하기 위한 교수 방법 및 교수전략에 대한 지식								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.66	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.47
표준편차	4	0	1	6	21	10	42	
1.88	9.5%	0%	2.3%	14.2%	50.0%	23.8%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마찬가지로 정보교사에만 적절한 정의이다.</li> <li>• 현실적으로 이러한 소양을 갖춘 교사가 존재할지 모르겠습니다. 오히려 이러한 능력을 지닌 분들과 협업할 수 있는 능력이 더 요구될 것 같습니다.</li> <li>• 평가도 포함하면 어떨까 합니다.</li> <li>• 학습자의 학습? 학습자의 AI 학습이어야 하며, AI 소양은 앞서 내용에서 AI 리터러시와 일관성이 없음</li> </ul>							

12. PK의 세부 요소의 정의는 적절한가?								
PK((Pedagogical Knowledge)의 세부 요소: PK의 세부 요소로는 교수 방법, 교수 전략 등이 포함된다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.45	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.38
표준편차	6	0	1	6	20	9	42	
2.43	14.2%	0%	2.3%	14.2%	47.6%	21.4%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마찬가지로 정보교사에게만 적절한 정의이다.</li> <li>• 융합교육역량의 "교수학습 설계"와 다소 중복되는 것으로 보임.</li> <li>• "등"을 쓰지 말고 세목을 특정하는 것이 좋을 것 같습니다.</li> <li>• 앞에서 말씀드린 것처럼, 협력 능력이 더 요구될 것 같으나 제가 교육학을 잘 모르고 말씀드리는 것 같습니다.</li> <li>• 평가도 포함하면 어떨까요.</li> <li>• AI 관련 학습자의 사전 지식에 대한 이해 포함?</li> </ul>							

13. TPACK에 대한 정의는 적절한가?								
TPACK(Technological Pedagogical Content Knowledge): AI 수업에서 상황에 적합한 교수 전략을 설계하기 위해 관련 기술, 교수법, AI 지식 간의 복잡한 관련성에 대한 이해								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.42	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.33
표준편차	6	0	0	8	20	8	42	
2.34	14.2%	0%	0%	19.0%	47.6%	19.0%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 마찬가지로 정보교사에게만 필요한 정의이다.</li> <li>• 복잡한 관련성에 대한 구체적 설명이 추가되면 좋겠습니다.</li> <li>• 앞선 문항들과의 차이점이 무엇인지를 정확하게 파악하기 어렵습니다.</li> <li>• 이해뿐만 아니라 활용 능력을 포함하면 좋겠습니다.</li> <li>• TPACK의 하위 요소로 TK, CK, PK가 있는데, TPACK가 다시 하위요소로 다루어지는 것이 위계적이지 못함.</li> <li>• TPACK만 보아서 Technological이 AI 에 관련된 부분까지 담을 수 있는지 고민됨. 직관적으로 보았을 때, AI 교육역량이라고 인식되지 않는 측면이 있음. 자칫 컴퓨팅사고력 혹은 ICT의 측면만을 제시한 것처럼 오해를 받을 수도 있다는 생각을 했음.</li> </ul>							

14. TPACK에 대한 세부 요소는 적절한가? (최소값 이하)								
TPACK(Technological Pedagogical Content Knowledge)의 세부 요소: TPACK의 세부요소로 PCK, TCK, TPK 등이 포함된다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.57	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.23
표준편차	3	0	1	12	18	8	42	
1.53	7.1%	0%	2.3%	28.5%	42.8%	19.0%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 각 세부요소의 설명이 추가되면 좋겠습니다. TK와 TCK 등 용어에서 정의되는 역량이 확실히 구분되지 않을 듯 합니다.</li> <li>• 세부요소로 두 가지씩 묶을 필요는 없어 보임.</li> <li>• 순서를 TPK, TCK, PCK 로 기술해 주는 것이 어떨까 합니다. 그리고 A는 아무 기여도 하지 않는 데 왜 여기에 들어와 있는 것인지 궁금합니다.</li> </ul>							

15. 교육과정 구성에 대한 정의는 적절한가?								
교육과정 구성: 융합가능한 주제를 탐색하고, 찾은 주제를 가지고 새로운 교육내용을 구성하는 능력								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.00	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.61
표준편차	1	0	1	6	22	12	42	
0.90	2.3%	0%	2.3%	14.2%	52.3%	28.5%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>"융합가능한 주제를 탐색하고, 찾은 주제에 적절한 교육내용을 구성하는 능력"으로 수정 제안.</li> </ul>							

16. 교육과정 구성의 세부 요소는 적절한가?								
교육과정의 세부 요소: 교육과정 구성의 세부 요소로 융합주제 탐색, 맥락적 구성이 포함된다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.88	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.47
표준편차	1	0	0	10	22	9	42	
0.81	2.3%	0%	0%	23.8%	52.3%	21.4%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 맥락적 구성 -&gt; 맥락 구성</li> </ul>							

17. 교수학습 설계에 대한 정의는 적절한가?								
교수학습 설계: 학습주제에 적절한 융합교육 모델 선정 및 이를 기반으로 한 수업 설계 능력								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.02	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.71
표준편차	1	0	0	5	26	10	42	
0.73	2.3%	0%	0%	11.9%	61.9%	23.8%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>평가도 포함하면 어떨까요.</li> </ul>							

18. 교수학습 설계의 세부 요소는 적절한가?								
교수학습 설계의 세부 요소: 교수학습 설계의 세부 요소로 융합교육 모델 선정, 교수학습 설계가 포함된다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.73	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.52
표준편차	3	0	0	7	24	8	42	
1.43	7.1%	0%	0%	16.6%	57.1%	19.0%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교수학습 설계가 겹칩니다.</li> <li>• 피드백 시스템을 추가하면 좋겠습니다.</li> <li>• 평가도 포함하면 어떨까요</li> </ul>							

19. 평가에 대한 정의는 적절한가?								
평가: 교수학습 과정을 통한 학습성과 확인 및 수업설계/진행에 대한 평가 능력								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.73	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.57
표준편차	4	0	1	4	22	11	42	
1.90	9.5%	0%	2.3%	9.5%	52.3%	26.1%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "--- 통한"에서 "통한"의 의미가 불확실합니다.</li> <li>• 일반 평가가 아닌 융합교육평가라는 측면에서 정의될 필요가 있지 않을까 합니다.</li> <li>• 평가 대상이 무엇인지 정의만 보면 혼동됨. 학생 능력? 교사 능력?</li> <li>• 평가의 정의를 "평가 능력"이라고 정의하는 것이 부적절해 보입니다. 평가는 일반적인 평가와 크게 다르지 않을 것 같으니 일반적으로 사용하는 정의를 사용하는 것이 좋을 것 같습니다.</li> </ul>							

20. 평가의 세부 요소는 적절한가?								
평가: 교수학습 과정의 세부 요소로 학습평가, 교수평가가 포함된다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.64	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.28
표준편차	2	0	1	12	20	7	42	
1.18	4.7%	0%	2.3%	28.5%	47.6%	16.6%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 환경평가 요인도 포함하면 어떨까 합니다.</li> <li>• 학습평가, 교수평가가 다른 것에 비해 너무 broad합니다.</li> </ul>							

다. AI 기술교육의 개념과 역량

1. AI 기술교육에 대한 정의가 적절한가?								
AI 기술교육: AI 기술 교육이란 AI와 관련된 여러 가지 기술적인 개념을 배우고, 그 개념을 바탕으로 프로젝트를 수행하며, 전 과정을 통해서 나와 주변의 기술 세계를 바라보는 안목을 기르는 교육이다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.35	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.28
표준편차	6	0	1	7	22	6	42	
2.27	14.2%	0%	2.3%	16.6%	52.3%	14.2%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 프로젝트를 수행한다는 표현이 다소 모호합니다.</li> <li>• 개념 뿐 아니라 기술의 작동방식 등에 대한 이해를 바탕으로 프로젝트를 수행하는 것으로 수정 제안.</li> <li>• "안목" 까지는 기술보다는 기술의 여집합이지만 AI 리터러시에 속한 곳에서 다루는 것이 좋을 듯합니다.</li> <li>• 기술적인 개념을 배운다는 의미가 무엇인지 명확하지 않은 것 같습니다.</li> <li>• 바라보는 것에서 더 나아가 사회구성원의 안녕을 위해 활용할 수 있는 실천력도 포함하면 좋겠습니다.</li> <li>• 프로젝트 수행은 방법적 측면이라 정의에 포함되는 것이 적절한지 검토</li> </ul>							

2. AI 기술역량에 대한 정의가 적절한가?								
AI 기술역량(Technological Competencies: TC): AI 기술역량은 AI 기술교육을 통해 구체적으로 기르고자 하는 능력을 의미한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.57	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.38
표준편차	5	0	0	8	19	10	42	
2.15	11.9%	0%	0%	19.0%	45.2%	23.8%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 기술역량은 AI 기술교육을 통해 기르고자 하는 능력보다는 기술을 이해하고 활용하는 역량으로 보임.</li> <li>• 정의가 좀 더 구체적일 필요가 있다고 생각합니다.</li> <li>• 구체적으로 다음에 목적어 부재</li> <li>• 정의가 모호함. AI기술교육을 통해 구체적으로 (무엇을?) 기르고자 하는 능력인지 알 수 없는 문장임</li> <li>• 의미상 동의하지만, AI 기술 교육을 통해 기르고자 하는 능력이란 표현이 의미 반복과 같이 여겨짐.</li> </ul>							

3. AI 기술역량 구성은 적절한가?								
AI 기술역량(Technological Competencies: TC) 구성: AI 기술역량은 그 특성에 따라 “컴퓨팅 개념(CT Concepts), 컴퓨팅 인식(CT Perspectives), 컴퓨팅 실제(CT Practices)”으로 구분된다.								
구분		의미						
컴퓨팅 개념 (CT Concepts)		AI의 기술 역량을 학습하며 AI 기술에서 흔히 볼 수 있는 일련의 AI 개념을 탐구한다.						
컴퓨팅 실제 (CT Practices)		AI의 개념을 분명하게 표현하는 다음 단계로서 설계 과정 즉, 프로젝트를 만드는 과정이다.						
컴퓨팅 인식 (CT Perspectives)		AI를 통해 자기 자신을 이해하고, 다른 사람들과의 과의 관계 및 주변의 기술 세계를 탐구하는 눈을 기른다.						
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.57	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.33
표준편차	3	0	4	7	19	9	42	
1.72	7.1%	0%	9.5%	16.6%	45.2%	21.4%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• practice는 공학에서 보통 '실습' 또는 '실무'로 많이 번역합니다.</li> <li>• 컴퓨팅 개념, 실제, 인식이라는 용어에서는 AI의 느낌을 전혀 받을 수 없는 거 같습니다. 용어 변경이 필요해 보입니다.</li> <li>• 구성 요소로부터 앞선 정의의 구체성을 파악할 수 있는데, 하위 요소를 설명하는 의미에 'AI의 기술 역량을 학습하며'라는 상위 범주의 설명은 의미 위계상 부적절하다고 생각함.</li> </ul>							

4. 컴퓨팅 개념 역량의 의미는 적절한가? (최소값 이하)								
<p>컴퓨팅 개념 역량(Computational Thinking Concepts):  AI 기술역량을 위한 컴퓨팅 개념은 AI의 기술 역량을 학습하며 AI 기술에서 흔히 볼 수 있는 일련의 AI 개념을 탐구한다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.19	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.14
표준편차	7	0	2	9	17	7	42	
2.58	16.6%	0%	4.7%	21.4%	40.4%	16.6%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• practice는 공학에서 보통 '실습' 또는 '실무'로 많이 번역합니다.</li> <li>• 컴퓨팅 개념, 실제, 인식이라는 용어에서는 AI의 느낌을 전혀 받을 수 없는 거 같습니다. 용어 변경이 필요해 보입니다.</li> <li>• 구성 요소로부터 앞선 정의의 구체성을 파악할 수 있는데, 하위 요소를 설명하는 의미에 'AI의 기술 역량을 학습하며'라는 상위 범주의 설명은 의미 위계상 부적절하다고 생각함.</li> </ul>							

5. 컴퓨팅 실제 역량의 의미는 적절한가? (최소값 이하)								
<p>컴퓨팅 실제 역량(Computational Thinking Practices):  AI 기술역량을 위한 컴퓨팅 실제 역량은 AI의 개념을 분명하게 표현하는 다음 단계로서 설계 과정인 프로젝트를 만들고 구성하는 과정이다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.19	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.19
표준편차	8	0	2	7	16	9	42	
2.96	19.0%	0%	4.7%	16.6%	38.0%	21.4%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모든 학생을 위한 교육 역량을 기술하고 있는 것이 맞는지 모르겠다. 정보 선택과정 학생을 위한 것이라면 좋다.</li> <li>• 프로젝트를 만들고 구성하는 데 제한되지 않고 AI개념 및 원리를 이해하고 실제 그 역량을 표현하는 모든 활동에서 나타날 수 있다고 봅니다.</li> <li>• Application of Computational Thinking for AI Practice를 실제로 보는 것 보다는 활용으로 하는 것이 의미적으로 더 정확할 것 같다는 생각입니다.</li> <li>• '컴퓨터적 사고 실습'으로 직역을 하면 보다 명확할 것 같습니다.</li> <li>• 개념 설명 자체가 모호합니다.</li> <li>• 지금 제안하고 있는 용어는 AI와는 전혀 관계가 없어 보입니다. 용어 변경이 필요하다고 보입니다.</li> <li>• 용어가 낯설음. 컴퓨팅 실행 역량을 제안함</li> </ul>							

6. 컴퓨팅 인식 역량의 의미는 적절한가? (최소값 이하)								
<p>컴퓨팅 인식 역량(Computational Thinking Perspectives):            AI 기술역량을 위한 컴퓨팅 인식 역량은 AI를 통해 자기 자신을 이해하고, 다른 사람들과의            과의 관계 및 주변의 기술 세계를 탐구하는 눈을 기르는 과정이다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.26	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.14
표준편차	5	0	4	9	18	6	42	
2.09	11.9%	0%	9.5%	21.4%	42.8%	14.2%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 너무 추상적이고 학문하는 세상의 표현이다.</li> <li>• 눈을 기르는 과정-&gt; 안목을 기르는 과정. 그리고 역량이 과정이라는 것은 주술 호응 문제가 발생              합니다.</li> <li>• computational thinking과 AI 간의 개념적 차이가 분명히 있기에, 개념과 개념 설명 간의 간극              이 있어 보입니다.</li> <li>• '탐구하는 눈을 기르는 과정이다'를 '탐구하는 역량을 기르는 과정이다'로 수정하면 좋겠습니다.</li> <li>• 지금 제안하고 있는 용어는 AI와는 전혀 관계가 없어 보입니다. 용어 변경이 필요하다고 보입니              다.</li> </ul>							

**7. AI 기술역량의 구조는 적절한가?**

AI 기술역량의 컴퓨팅 개념, 컴퓨팅 실제, 컴퓨팅 인식이 서로 상호 보완적인 관계를 이룬다. 효과적으로 AI 기술역량을 기르기 위해서 각 하위에 구체적인 내용을 구성함. Brennan & Resnik(2012)의 컴퓨팅 사고력 요소를 재구성 하였으며 AI 기술교육에서는 이 하위 기능을 중심으로 내용이 구성되었다.



(AI 기술 역량 3C구조)

평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.59	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.33
표준편차	4	0	2	8	17	11	42	
2.00	9.5%	0%	4.7%	19.0%	40.4%	26.1%	100%	

기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학문의 세계에서 충분히 가능한 논리 구조이다. 초중등 학교에서 볼 때 너무 추상적인 개념을 많이 가지고 들어왔다. 정보및기술 선택 학생을 위한 것이라면 좋다.</li> <li>• 일반적으로 CT는 문제해결 능력인데, AI 기술 역량에서 CT의 측면으로만 접근하시는 것은 조금 협소한 개념의 적용이 되지 않을까 생각합니다.</li> <li>• Perspective는 인식보다는 관점</li> <li>• 컴퓨팅 개념, 실제, 인식은 일반 코딩 교육에 사용되는 표현 같습니다. CT 앞에 AI를 붙이면 구체성이 향상될 것 같습니다. AI 컴퓨팅 개념...</li> </ul>
----	---

8. AI 기술역량의 하위 기능은 구성은 적절합가? (최소값 이하)

AI 기술역량은 데이터(Data), 알고리즘(Algorithm), 모델링(Modeling), 사회적영향(Social Impact)을 하위요소로 분류할 수 있다. Concept, 원리(Principle), 관점(Insight)을 기본으로 하위 기능으로 구성된다.

<AI기술역량의 하위 기능>

구분	세부 요소	하위 기능
데이터(Data)	데이터 수집	<ul style="list-style-type: none"> <li>정형데이터</li> <li>비정형데이터</li> </ul>
	데이터 전처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>정규화</li> <li>표준화</li> </ul>
	데이터 시각화	<ul style="list-style-type: none"> <li>시간/공간시각화</li> <li>분포/비교시각화</li> </ul>
	데이터 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터경향성</li> <li>데이터예측</li> </ul>
알고리즘(Algorithm)	지도학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>분류모델</li> <li>회귀분석</li> </ul>
	비지도학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>군집분석</li> <li>차원축소</li> </ul>
	딥러닝	<ul style="list-style-type: none"> <li>퍼셉트론</li> <li>심층신경망</li> </ul>
모델링(Modeling)	모델구현	<ul style="list-style-type: none"> <li>기계학습 모델</li> <li>딥러닝 모델</li> </ul>
	데이터처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>자연어 처리</li> <li>비전 처리</li> </ul>
사회적영향(Social Impact)	<ul style="list-style-type: none"> <li>인공지능과 사회</li> <li>강인공지능과 약인공지능</li> <li>설명 가능한 인공지능</li> <li>AI에서 인간의 역할</li> </ul>	

평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.35	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.23
표준편차	7	0	1	7	17	10	42	
2.75	16.6%	0%	2.3%	16.6%	40.4%	23.8%	100%	

기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>누구를 대상으로 한 기술일까?</li> <li>데이터 분석이 결국 알고리즘이나 모델링과 관련이 있을 것 같습니다.</li> <li>'구조'와 '하위기능' 간의 관계/연계성이 무엇인지 파악할 수 있는 설명이 필요하다고 생각합니다.</li> <li>데이터 폐기도 추가 되어야 할 것 같습니다.</li> <li>'알고리즘'은 너무 포괄적이어서 '학습 알고리즘'이 더 좋은 표현으로 생각함</li> <li>"모델링"이라는 표현 대신 "AI의 실제"나 AI구현 등으로 명확한 표현을 쓰는 것이 필요해 보입니다. 그리고, 데이터처리 라고 하면 보통 데이터 전처리를 생각하게 되는데, 여기서는 자연어처리, 비전 같은 AI의 실제 분야를 다루는 데이터 유형을 구분하여 나타내고 있습니다. "모델링"이라는 구분이 세부 요소나 하위 기능과 잘 맞지 않는 것 같습니다. 구분의 의도를 명확히 할 필요가 있습니다.</li> <li>AI 리터러시 교육의 구성 요소와 AI 기술 역량이 AI 기술 교육을 위해 어떻게 결합된 것인지 이해되지 않음.</li> </ul>
----	---

라. AI 윤리교육의 개념과 역량

1. AI 윤리교육에 대한 정의가 적절한가?								
AI 윤리교육: AI 교육에서 AI와 관련된 윤리적 문제점을 인식하고, 윤리적 문제의 심각성을 파악하고, 파악된 윤리적 문제를 구체적으로 해결할 수 있는 방법을 찾고 적용할 수 있는 역량을 기르는 교육을 의미한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.76	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.66
표준편차	4	0	0	3	26	9	42	
1.75	9.5%	0%	0%	7.1%	61.9%	21.4%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI와 관련하여 단순히 문제상황만 있는 것이 아니라 윤리적 이슈에 대하여 문제인지 파악하고 다양한 관점으로 바라보는 것도 필요한듯 합니다.</li> <li>• 해결할 수 있는 방법을 찾고 적용하는 것은 목표가 너무 높음.</li> <li>• 심각성 파악-&gt; 선결문제의 오류</li> <li>• 윤리적 문제를 발굴하는 내용도 추가되면 좋을 것 같습니다.</li> </ul>							

2. AI 윤리역량에 대한 정의가 적절한가?								
AI 윤리역량(Ethical Competencies: EC): AI 윤리교육을 통해 AI 관련 문제인식, AI 관련 윤리적 문제 비판과 이를 해결할 수 있는 능력을 의미한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.90	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.61
표준편차	2	0	1	5	23	11	42	
1.22	4.7%	0%	2.3%	11.9%	54.7%	26.1%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 윤리교육이 AI관련 문제를 해결할 수 있는 능력도 중요하겠지만 더 나아가 AI관련 기술이 지향해야 할 방향성에 대한 논의도 포함되면 좋을 것 같다는 생각을 해보았습니다.</li> <li>• 제목부터 문제가 있음. AI 윤리 역량과 AI 윤리 교육의 순으로 제시하여 역량이 무엇인지 말하고 그에 대한 교육을 언급해야함.</li> </ul>							

3. AI 윤리역량 구성은 적절한가?								
AI 윤리역량(Ethical Competencies: EC) 구성: AI 윤리역량은 그 특성에 따라 “인지적 윤리역량(Cognitive EC), 비판적 윤리역량(Critical EC), 창의적 윤리역량(Creative EC)”으로 구성된다.								
구분	의미							
인지적 윤리역량 (Cognitive EC)	인지적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 직접적 혹은 간접적 문제를 인식할 수 있는 능력을 의미함.							
비판적 윤리역량 (Critical EC)	비판적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제를 생활과 관련하여 파악할 수 있는 능력을 의미함.							
창의적 윤리역량 (Creative EC)	창의적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제를 해결할 수 있는 능력을 의미함.							
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.52	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.47
표준편차	6	0	2	3	20	11	42	
2.58	14.2%	0%	4.7%	7.1%	47.6%	26.1%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 지나치게 학술적이다.</li> <li>• 창의적 윤리에 대한 개념이 잘 이해되지 않습니다.</li> <li>• 제가 잘은 모르겠지만, 여기서도 앞서 TPACK과 같은 방식으로 즉, 세 가지로 구분되는 윤리역량이 비단 AI가 아니더라도 이미 활용되고 있는 구분 방식은 아닌지, 거기에 용어의 변경은 없이 의미에서만 AI를 추가하는 방식으로 변화를 준 것이라면 이러한 방식이 적절한지가 의문이 들어 답을 하기가 참 어렵습니다.</li> <li>• 인지적 윤리역량과 비판적 윤리역량의 차이점이 명확하지 않은 것 같습니다.</li> <li>• 비판적 윤리 역량...오타 있음...은 여러 안 중에서 비교하여 최선의 안을 찾을 수 있는 능력을 선택할 수 있는 의미를 포함하고, 창의적 윤리 역량은 윤리적 문제를 새로운 방식이나 보다 효율적으로 해결하는 내용을 포함했으면 합니다.</li> <li>• "창의적 AI 윤리역량"은 내용만 봐서는 문제해결역량 위주로 되어 있으며 "창의성"의 내용이 빠진 것처럼 보입니다.</li> </ul>							

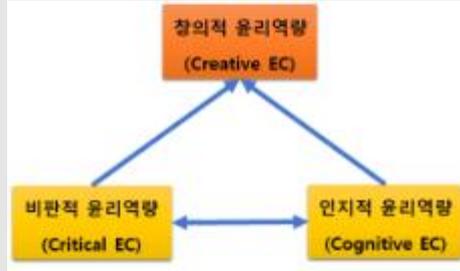
4. 인지적 윤리역량의 의미는 적절한가?								
<p>인지적 윤리역량(Cognitive EC):            인지적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 직접적 혹은 간접적 문제를 인식할 수 있는 능력을 의미한다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.95	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.71
표준편차	2	0	1	3	25	11	42	
1.18	4.7%	0%	2.3%	7.1%	59.5%	26.1%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "윤리적으로" 인식할 수 있는 능력으로 수정 제안.</li> <li>• 문제 인식 수준을 인지적 윤리역량으로 해석하기에는 한계가 있음.</li> </ul>							

5. 비판적 윤리역량의 의미는 적절한가?								
비판적 윤리역량(Critical EC): 비판적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제를 생활과 관련하여 파악할 있는 능력을 의미한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.66	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.42
표준편차	3	0	2	7	21	9	42	
1.60	7.1%	0%	4.7%	16.6%	50.0%	21.4%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• '비판적'이라는 용어가 있으니 생활과의 관련성만을 강조하는 것이 아니라 문제나 상황을 그대로 수용하지 않고 반성적이고 비판적으로 바라보는 능력과 관련되는 내용이 있어야 할 것으로 생각됩니다.</li> <li>• "윤리적 문제에 대한 다양한 해결 방안"을 파악할 수 있는 능력으로 수정 제안.</li> <li>• ~관련하여 비판적으로 파악할 있는 능력</li> </ul>							

6. 창의적 윤리역량의 의미는 적절한가?								
<p>창의적 윤리역량(Creative EC):  창의적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제를 해결할 수 있는 능력을 의미한다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.31	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.33
표준편차	7	0	2	5	20	8	42	
2.69	7.1%	0%	4.7%	16.6%	50.0%	21.4%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• '창의적' 역량인데 창의적인 측면과 관련된 내용이 없어 이를 드러낼 수 있는 정의가 되어야 할 것으로 봅니다. 지금의 정의는 단순한 문제해결능력처럼 보입니다.</li> <li>• 창의적인 것과 critical한 것과의 명확한 구분이 되지 않는다면, 별도 역량 요소로 정의하실 수 없을 것 같습니다.</li> <li>• "적절한 윤리적 해결 방안을 선택할 수 있는 능력"으로 수정 제안.</li> <li>• AI의 윤리적 문제 해결은 너무 어려운 과제</li> <li>• 윤리적 문제를 창의적으로 해결할 수 있는 능력</li> <li>• "창의적 AI 윤리역량"은 내용만 봐서는 문제해결역량 위주로 되어 있으며 "창의성"의 내용이 빠진 것처럼 보입니다.</li> <li>• 꼭 해결을 해야만 하는 것인가? 즉, 아이디어만 내고 해결은 못한다면 창의적 역량은 제로가 되는 것인가? "해결할 수 있는 능력"이라함은 행동/실천적인 의미가 포함이 되고, 실천하지 못한다면 역량이 제로가 됨을 의미하는 것 같습니다. 즉, 너무 제한적인 것 같습니다. 실제적으로 해결하지 못하더라도 해결을 위한 아이디어를 내고 고민을 하는 것만으로도 창의적 역량은 있다고 여겨집니다. 마치 발명가의 발명품이 꼭 성공을 해야만 발명가가 아니듯이 말입니다.</li> </ul>							

7. AI 윤리역량의 구조는 적절한가?

AI 윤리역량의 인지적, 비판적 윤리역량은 상호보완적인 관계를 유지하면서 창의적 윤리역량이 잘 형성될 수 있도록 지원하는 관계를 이룬다.



[AI 윤리역량 3C구조]

평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR	
	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계		
3.31	3	0	3	6	19	11	42	.42	
표준편차	2.69	7.1%	0%	7.1%	14.2%	45.2%	26.1%		100%

기타

- 지나치게 학술적이다.
- 역시 창의 부분이 잘 이해되지 않습니다.
- 도식의 비판적과 인지적을 맞바꾸었으면 합니다.

**8. AI 윤리역량의 하위 기능은 구성은 적절한가?**

효과적으로 AI 윤리역량을 기르기 위해서 각 하위에 구체적인 하위 기능을 구성한다. AI 윤리교육에서는 이 하위 기능을 중심으로 내용을 구성한다.

<AI 윤리역량의 하위 기능>

구분	하위 기능	
인지적 윤리역량 (Cognitive EC)	AI 윤리 문제 발견하기	AI 윤리 문제 설명하기
	AI 윤리 문제 이해하기	AI 윤리 문제 정의하기
비판적 윤리역량 (Critical EC)	AI 윤리 문제 분석하기	AI 윤리 문제 구분하기
	AI 윤리 문제 적용하기	AI 윤리 문제 비교하기
창의적 윤리역량 (Creative EC)	AI 윤리 문제 해결방법 찾기	AI 윤리 문제 새롭게 제시하기
	AI 윤리 문제 평가하기	AI 윤리 문제 해결 실행하기

평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.85	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.57
표준편차	2	0	2	5	22	11	42	
1.31	4.7%	0%	4.7%	11.9%	52.3%	26.1%	100%	

기타

- 하위 기능에 Sequence가 있는 것인가요?
- 비판적 윤리역량의 하위 기능 중 "적용하기"는 창의적 윤리역량에 더 적절한 것으로 생각됨.

## V. 종합

### 1. AI 교육역량의 구조는 적절한가?

AI 교육역량이란 AI 교육을 통해 기르고자 하는 능력으로 AI 기술역량과 AI 윤리역량으로 구성된다. 이 두 역량은 데이터, 알고리즘, 모델링, 사회적 영향을 중심으로 교육영역이 구분된다.



평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.50	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.42
표준편차	6	0	1	5	20	10	42	
2.48	14.2%	0%	2.3%	11.9%	47.6%	23.8%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 전공자 및 연구자에게 필요한 내용이고 학교에는 필요없다. 지나치게 학술적이다.</li> <li>• 활용이 반영되지 않은 점이 조금 아쉽습니다. 그리고 로만 II도 AI 교육 역량이 대제목에 해당함을 참조하시기 바랍니다.</li> <li>• 앞서 질문한 부분과 동일한 부분으로, 이 연구에서 사용하는 용어 'AI 교육' 'AI 활용/융합 교육' 등에 대한 정리 혹은 정의가 필요하다고 생각합니다. 'AI 활용/융합 교육'의 경우 단 한번 언급되었는데, 이것이 오타인지 아니면 'AI 활용/융합 교육' = 'AI 교육'으로 같은 의미인지 명확하게 기술될 필요가 있습니다.</li> <li>• AI기술 영역과 등가적 위치로 AI윤리를 설정하는 것은 문제가 있음. AI윤리 영역을 AI사회 영역으로 대체하고, 도식의 맨 아래 바탕에 AI윤리 역량을 바탕으로 제시하는 것이 합당할 것으로 사료됨.</li> <li>• 4. 단, 여전히 Modeling 의 의미가 모호하게 느껴짐. 특히, Modeling 과 AI기술역량, AI윤리역량과의 화살표 연결은 이해가 어렵습니다. 오타: 데이터예측 =&gt; 데이터예측</li> <li>• 앞서 고찰되지 않은 여러가지 요소가 포함되어 판단하기 어려움.</li> </ul>							

2. AI 교육역량의 교육영역 구분은 적절한가?								
AI 교육역량의 교육영역을 데이터, 알고리즘, 모델링, 사회적 영향으로 구분한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.73	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.47
표준편차	3	0	1	7	21	10	42	
1.57	7.1%	0%	2.3%	16.6%	50.0%	23.8%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>기술 교육으로 정의하신 것 아닌가요?</li> </ul>							

3. AI 기술역량(데이터)의 교육영역 구성은 적절한가?								
AI 기술역량의 데이터 관련 교육내용은 데이터수집, 데이터처리, 데이터시각화, 데이터분석으로 구성한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.02	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.85
표준편차	2	0	0	1	29	10	42	
1.02	4.7%	0%	0%	2.3%	69.0%	23.8%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 폐기도 포함되면 좋을 것 같습니다.</li> <li>• 데이터 시각화가 필수는 아닌 것으로 알고 있고, 일반적으로 '데이터 표현'이 더 적합한 것은 아닌지 제안함.</li> </ul>							

4. AI 기술역량(알고리즘)의 교육영역 구성은 적절한가?								
AI 기술역량의 알고리즘 관련 교육내용은 지도학습, 비지도학습, 딥러닝으로 구성한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.31	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.33
표준편차	6	0	4	4	21	7	42	
2.45	4.7%	0%	0%	2.3%	69.0%	23.8%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모든 학생을 대상으로 하지 않는다면 적절하다.</li> <li>• '머신러닝(지도학습, 비지도학습, 강화학습)과 딥러닝으로 구성한다.' 로 하는 편이 좋을 것 같습니다.</li> <li>• 알고리즘으로 구분한다면 지도학습, 비지도 학습, 강화학습, 유전학습 등 으로 구성해야 하지 않을까 생각됩니다. 딥러닝은 지도학습, 비지도학습 모두 다 가능하며 개념이 다른 성격인거 같습니다.</li> <li>• 강화학습 추가 제안.</li> <li>• 시각화, 자연어처리 등으로 구분하는 구분법도 생각해 보심이.</li> <li>• 딥러닝은 크게 지도학습, 비지도학습, 강화학습으로 구분됩니다.</li> </ul>							

5. AI 기술역량(모델링)의 교육영역 구성은 적절한가?								
AI 기술역량의 모델링 관련 교육내용은 모델구현, 데이터처리로 구성한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.40	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.28
표준편차	5	0	2	8	20	7	42	
2.09	11.9%	0%	4.7%	19.0%	47.6%	16.6%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 모든 학생을 대상으로 하지 않는다면 적절하다.</li> <li>• 데이터 처리는 데이터 부분에 포함되어 있습니다.</li> <li>• 데이터의 특성을 파악하여 적절한 AI 알고리즘을 적용하여 모델을 생성</li> <li>• 모델의 특성 이해 부분도 추가되면 좋겠습니다. ResNet, Google Inception 등 여러 딥러닝 모델이 있는데 개략적인 원리, 장단점 등을 이해하고 사용할 필요가 있어 보입니다.</li> <li>• 앞선 데이터에서 데이터 처리와 차별화는 어떤 것인지 궁금.</li> </ul>							

6. AI 기술역량(사회적 영향)의 교육영역 구성은 적절한가? (최소값 이하)								
AI 기술역량의 사회적 영향 관련 교육내용은 인공지능과 사회, 강인공지능과 약인공지능, 설명가능한 인공지능으로 구성한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.45	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.23
표준편차	4	0	2	10	19	7	42	
1.81	11.9%	0%	4.7%	19.0%	47.6%	16.6%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 불필요하게 세분화하고 있다.</li> <li>• 강인공지능과 약인공지능이 포함되어야 하는지에 대해 의문이 생김.</li> <li>• 미래사회의 예측 변화도 중요하지만 기술의 방향성이나 지향성도 추가되면 좋을 것 같습니다.</li> <li>• '인공지능과 사회'는 너무 막연한 감이 있음.</li> </ul>							

**7. AI 윤리역량(데이터)의 교육영역 구성은 적절한가?**

AI 윤리역량의 데이터 관련 교육내용은 데이터프라이버시, 공정한 처리, 남용 방지, 소유권 확인, 명시적 동의, 권력과 통제, 투명성과 신뢰성, 데이터 질 검사, 편향성 검사로 구성한다.

평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.11	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.80
표준편차	0	0	0	4	29	9	42	
0.29	0%	0%	0%	9.5%	69.0%	21.4%	100%	

기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>없음</li> </ul>
----	--

8. AI 윤리역량(알고리즘)의 교육영역 구성은 적절한가?								
AI 윤리역량의 알고리즘 관련 교육내용은 책임성, 설명가능성, 정확성, 검사가능성, 공정성으로 구성한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.04	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.66
표준편차	0	0	0	7	26	9	42	
0.37	0%	0%	0%	16.6%	61.9%	21.4%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>없음</li> </ul>							

9. AI 윤리역량(모델링)의 교육영역 구성은 적절한가?								
AI 윤리역량의 모델링 관련 교육내용은 공공성, 전문가성, 책임성으로 구성한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
3.59	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.33
표준편차	3	0	2	9	20	8	42	
1.57	7.1%	0%	4.7%	21.4%	47.6%	19.0%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "책임성"을 포함 여부는 제고할 필요가 있음.</li> <li>• 모델링 표현 자체의 모호성 때문에 판단이 어렵고 부자연스럽습니다.</li> <li>• 알고리즘에서의 책임성과 모델링의 책임성은 어떻게 다른 것인지, 키워드의 일반적 의미만으로는 정확한 의도 및 의를 파악하기 어려운 한계가 있음.</li> </ul>							

10. AI 윤리역량(사회적 영향)의 교육영역 구성은 적절한가?								
AI 윤리역량의 사회적 영향 관련 교육내용은 인간에게 미칠 영향평가, 미래 사회의 변화 예측, 기술의 도구적 합리성 평가로 구성한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.02	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	.66
표준편차	1	0	0	6	24	11	42	
0.78	7.1%	0%	4.7%	21.4%	47.6%	19.0%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>미래사회의 변화 및 기술의 방향성이 추가되면 좋을 것 같습니다.</li> </ul>							

[붙임 2] 2차 델파이 조사 영역별 세부 분석

가. AI리터러시의 의미와 AI리터러시 역량 함양의 개념

1. AI 리터러시에 대한 정의가 적절한가?								
<p>&lt;수정전&gt;                      AI 리터러시란 AI가 무엇인지, AI가 할 수 있는 것은 무엇인지, AI가 우리에게 줄 수 있는 이점은 무엇인지 및 AI 시스템이 작동하는데 필요한 것은 무엇인지를 이해하며, AI 지식, 개념 및 응용 프로그램을 적용하여 AI 솔루션에 참여하는 방법을 알며, AI 기술을 비판적으로 평가하고, 윤리적으로 사용하는 방법을 통해 AI와 효과적으로 소통하고 협력하며, 일상 생활은 물론 직업(?)에서도 AI를 도구로 사용할 수 있게 해주는 역량 집합을 의미한다.</p> <p>&lt;수정후&gt;                      AI 리터러시는 AI가 할 수 있는 것과 AI가 작동하는데 필요한 것들을 알며, AI가 인간과 사회에 미칠 수 있는 윤리적 영향을 고려하여 AI를 일상생활 및 직업환경에서 사용할 수 있는 능력이다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.35	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.67
표준편차	5	0	0	2	21	14	42	
0.58	11.9%	0%	0%	4.8%	50.0%	33.3%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• &lt;조정후&gt; 진술이 간략하고 &lt;조정전&gt;의 의미를 축약하고 있음. 다만 "직업환경"의 표현이 '일상생활'의 표현과 대비되면서 직업환경 의미에 관해 다소 혼란의 여지가 있음. 실생활과 직업에서 구체적인 사용의 의미를 연결하여 "일상 생활과 직업 활동(안)으로 표현해 보는 것도 고려해 볼 수 있음.</li> <li>• AI 라는 용어가 너무 반복되는 것 같습니다. AI 리터러시는 AI를 가정, 학교, 새사회 생활에서 활용할 수 있는 능력으로 간단히 정의하면 좋을 것 같습니다.</li> <li>• ....AI가 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 비판적으로 접근하고 윤리적으로 고려하여....</li> <li>• 적절하다고 생각합니다. 다만, 정의중에 "윤리적"이라는 표현으로 영향을 한정할 필요가 있는지 의문입니다. 이 단어를 삭제해도 무방하지 않을까 싶습니다.</li> <li>• '윤리적 영향'을 '영향'으로 수정하여 포괄적으로 정의할 필요 있음</li> </ul>							

## 2. AI 리터러시 교육의 내용 구성이 적절한가?

<수정전>

AI 리터러시 역량 함양 교육은 그 특성에 따라 “AI 능력 이해(AI Ability Understanding), 데이터(Data), 학습 알고리즘(Learning Algorithm), 모델링 및 프로그래밍가능성(Modeling and Programmability), 사회적 영향(Social Impact)”으로 구성된다.

구분	의미
AI 능력 이해 (AI Ability Understanding)	AI가 무엇인지 이해하고 AI가 현재 할 수 있는 일과 앞으로 AI가 할 수 있는 일은 무엇인지를 알며, 지능을 가진 컴퓨터가 어떻게 판단하고 결정을 내리는지를 이해한다.
데이터 (Data)	데이터와 데이터 출처를 비판적으로 평가할 수 있는 데이터 리터러시를 기를 수 있도록 하며, 데이터가 기계가 인간처럼 지능을 가지도록 하는데 중요한 재료이고 AI 어플리케이션은 해당 데이터를 가져와 신속하게 실행 가능한 정보로 전환할 수 있음을 이해한다. 인공지능은 많은 양의 데이터를 인간보다 훨씬 빠르게 처리하고 정확하게 예측가능하며 데이터가 알고리즘 결과에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 설명한다.
학습 알고리즘 (Learning Algorithm)	어떤 문제를 해결하기 위해 입력된 자료(데이터)를 토대로 하여 원하는 출력을 유도하기 위해 머신이 따를 수 있는 단계별 지침으로 미리 결정된 방정식을 모델에 의존하지 않고 계산 방법을 사용하여 데이터에서 직접 정보를 학습하며, 학습할 수 있는 샘플 수가 증가함에 따라 알고리즘 성능이 향상됨을 이해한다. 가장 일반적으로 사용되는 학습 알고리즘은 회귀 및 분류를 사용하여 대상 범주를 예측하고 비정상적인 데이터 요소를 찾으려 하며 값을 예측하고 유사성을 검색함을 이해한다.
모델링 (Modelling)	데이터와 학습 알고리즘을 기반으로 학습하며, 학습을 통해 주어진 문제를 모델로 구현하는 과정을 이해하며 모델이 가능한 한 데이터에 잘 맞도록 파라미터를 찾는다(파라메터 모델링).
사회적 영향 (Social Impact)	사회적 영향은 인간(Human), 사회(Society), 기술(Technology)이 함께 공존하는 방법을 탐구한다.

<수정후>

AI 리터러시 교육의 내용은 “데이터 사용”, “알고리즘 적용”, “모델링 활용”, “사회적 영향 이해”로 구성한다.

구분	의미
<b>데이터 사용 (Data)</b>	인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 일상생활 속에서 수집 가능한 정형 및 비정형 자료의 올바른 사용을 의미한다.
<b>알고리즘 적용 (Algorithm)</b>	인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 출력하는 일련의 절차를 의미한다.
<b>모델링 활용 (Modelling)</b>	문제를 해결하기 위하여 데이터와 알고리즘을 기반으로 인공지능을 활용하는 과정을 의미한다.
<b>사회적 영향 이해 (Social Impact)</b>	인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 고려하고, 인공지능의 개발과 활용과정에서 발생하는 윤리적 문제를 해결하려는 노력을 의미한다.

평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	
표준편차	10	0	0	3	16	13	42	0.38
0.64	23.8%	0%	0%	7.1%	38.1	31.0	100%	

기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조정후 방향이 4. 1번 "AI리터러시 정의" 기술과 관련하여 몇 가지 추가 사항을 고려할 수 있음. 1) 데이터 사용: 일상생활 및 직업환경의 의미를 동시에 반영하고 데이터의 사용 범위를 넓힌다면 "인공지능을 활용하여 실생활과 직업 활동의 문제를 해결하기 위해 정형 및 비정형 데이터의 올바른 수집, 보관, 사용을 의미한다." 2) 알고리즘 적용: "실생활과 직업 활동에 발생하는 다양한 문제 해결을 위해 인공지능을 활용하여 관련 데이터를 입력하고 처리하여 의미 있는 결과를 출력하는 일련의 절차를 뜻한다." 3) 모델링 활용: "실생활과 직업 활동에서 발생한 문제 해결을 위해 데이터와 알고리즘 학습을 통해 마련한 인공지능을 유사한 문제에도 활용하는 것을 의미한다." 4) 사회적 영향 이해: "인공지능의 발달이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 고려하면서 바람직한 인공지능의 개발과 활용을 위한 실천적 노력을 의미한다."</li> <li>• 조정된 AI 리터러시 교육의 구성이 이전보다는 적절해 보입니다. 다만 AI 리터러시와 AI 리터러시 교육의 차이가 있지 않을까 싶고 본 교육의 대상이 누구인지(예, 초등학생인지 교사인지 등)이 분명해야 할 것 같습니다. 대상에 따라 교육 내용의 난이도, 수준이 달라지고 이러한 것이 내용 서술에 포함될 것 같습니다. 각 구성 요소의 의미 서술에 일관성이 조금 더 필요해 보입니다. 예를 들어 데이터 '올바른 사용'의 학습자가 주체인것 같고, 알고리즘의 '절차'라고 표현된 것은 절차의 이해일지 절차의 적용일지 등 학습자 입장으로 일관성있게 서술되면 좋을 것 같습니다.</li> <li>• 현재 조정 후 데이터, 알고리즘, 모델링 관련 설명은 이해만으로는 안되고 직접 활용하는 능력으로 구성되어 있는데, 실제 활용은 못하지만 관련 인공지능 원리 및 메카니즘을 이해하는 것은 AI 소양에 중요한 요소라고 볼 수 있음. 따라서 AI 원리 이해가 포함되어야 할 것으로 생각함.</li> <li>• 사회적 영향 이해: 인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 비판적으로 평가하고.....</li> <li>• 첫문장 ~교육 내용은~ 구성한다가 주술 호응이 어색합니다.</li> <li>• 데이터 사용과 알고리즘 적용은 모델링 활용이라는 큰 틀에서 이루어지는 것이라 볼 때 이 세 요소들 간의 관계가 상호배타적인 것이 아니라 중첩되어 독립된 항목으로서 의미가 약해질 수 있다는 생각이 듭니다.</li> <li>• 조정하시면서 능력이해를 제외하셨는데, 활용 이전에 '원리'에 대한 이해를 포함하는 것이 적절하지 않을까요.... 원리를 모르고 활용만 하는 것으로 충분한 것인지....</li> <li>• 보통이라고 생각합니다. 교육내용에서의 가장 큰 문제점이라고 생각하는 것은 AI의 분야를 머신러닝으로 한정하여 보고 있다고 생각합니다. AI리터러시의 정의에는 제한되어 있지 않으나, 그 교육내용은 AI에서 다루는 여러 분야가 있는데(추론, 결정트리 등등) 그에 대한 내용이 간과되어 있습니다.</li> <li>• AI의 능력을 반드시 이해하는 가운데 나머지 4개의 영역을 구성할 수 있음(리터러시교육이 아니면 진술한 4개도 적절하나 리터러시라면 포함되어야함)</li> </ul>
----	--

3. 데이터(Data) 사용의 의미는 적절한가?

(1) 데이터(Data) 사용

<조정전>

데이터와 데이터 출처를 비판적으로 평가할 수 있는 데이터 리터러시를 기를 수 있도록 하며, 데이터가 기계가 인간처럼 지능을 가지도록 하는데 중요한 재료이며 AI 어플리케이션은 해당 데이터를 가져와 신속하게 실행 가능한 정보로 전환할 수 있다. 오늘날 인공지능은 많은 양의 데이터를 인간보다 훨씬 빠르게 처리하고 정확하게 예측가능하므로 데이터가 알고리즘 결과에 어떤 영향을 미칠 수 있는지 설명한다.

<조정후>

인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 일상생활 속에서 수집 가능한 정형 및 비정형 자료의 올바른 사용을 의미한다.

평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.35	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.67
표준편차	5	0	0	2	20	15	42	
0.58	119%	0%	0%	4.8%	47.6%	35.7%	100%	

기타

- 조정 후 내용 4. 다만 AI 리터러시 의미에서 실생활 및 직업환경의 맥락을 구체화시켜 보면, 2의 기타 문항에서 제시한 의견 중 1) 데이터 사용 고려 사항과 동일함: 1) 데이터 사용: 일상생활 및 직업환경의 의미를 동시에 반영하고 데이터의 사용 범위를 넓힌다면 " 인공지능을 활용하여 실생활과 직업 활동의 문제를 해결하기 위해 정형 및 비정형 데이터의 올바른 수집, 보관, 사용을 의미한다."
- 일상생활에서 수집가능한 데이터(정형, 비정형은 너무 학술적임)로 하는 좋을 것 같습니다.
- 일상생활속에서 수집 가능한 것만 해야 하는 것인가요? 그냥 '주변에서'로 바꾸어서 일상생활이라는 범주를 벗어나는 것이 좋다고 생각됨. 일상생활을 크게 해석하면 전지구적인 문제까지도 볼 수 있을지 모르나, 학생의 경우 자신이 경험한 것만을 대상으로 한계를 줄 수 있을 함. 따라서 '주변의'로 수정하여 정형 비정형 데이터의 수집 범위를 넓히는 것이 좋겠다는 생각이 듦. 사실 학생들이 국가통계사이트에서 가공된 자료를 찾아서 데이터 분석을 연습하는 경우도 많이 있음. 자신이 궁금한 점 등을 찾아 볼 수도 있으므로, 일상생활을 강조하지 않는 것이 좋겠음.
- 구분명이나 '알고리즘 적용'의 설명문을 고려할 때 '데이터 사용' 설명 중 자료를 데이터로 대체 제안
- semi-structured data도 있으므로 '다양한 형태의 자료'가 더 적절하지 않을까요?

4. 알고리즘(Algorithm) 적용의 의미는 적절한가?								
(2) 알고리즘(Learning Algorithm) 적용								
<조정전>								
어떤 문제를 해결하기 위해 입력된 자료(데이터)를 토대로 하여 원하는 출력을 유도하기 위해 머신이 따를 수 있는 단계별 지침으로 미리 결정된 방정식을 모델에 의존하지 않고 계산 방법을 사용하여 데이터에서 직접 정보를 학습하며, 학습할 수 있는 샘플 수가 증가함에 따라 알고리즘 성능이 향상됨을 이해한다. 가장 일반적으로 사용되는 학습 알고리즘은 회귀 및 분류를 사용하여 대상 범주를 예측하고 비정상적인 데이터 요소를 찾으려 하며 값을 예측하고 유사성을 검색함을 이해한다.								
<조정후>								
인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 출력하는 일련의 절차를 의미한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.35	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.52
표준편차	8	0	0	2	18	14	42	
0.59	19.0%	0%	0%	4.8%	42.9%	33.3%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>내용은 적절하나, 표현 상 전통적 의미의 알고리즘에 해당되는 '절차를 의미한다' 보다는 '과정을 의미한다' 가 더 맞지 않을까 합니다. 그래서 문장 전체는 '문제를 해결하기 위하여 데이터를 입력하고 기계학습에 의해 도출된 모델에 의거하여 결과를 얻어내는 과정을 의미한다' 를 제안합니다.</li> <li>조정 후 내용 4. 다만 AI 리터러시 의미에서 실생활 및 직업환경의 맥락을 구체화시켜 보면, 2의 기타 문항에서 제시한 의견 중 2) 알고리즘 적용 사항과 동일함: 2) 알고리즘 적용: "실생활과 직업 활동에 발생하는 다양한 문제 해결을 위해 인공지능을 활용하여 관련 데이터를 입력하고 처리하여 의미 있는 결과를 출력하는 일련의 절차를 뜻한다."</li> <li>2. AI리터러시 교육의 내용이 와야 하는데, "알고리즘"에 대한 간략한 설명이 언급된 것 같습니다.</li> <li>이 알고리즘과 인공지능의 알고리즘은 서로 다른 것입니다.</li> <li>너무 포괄적 정의가 아닌가 싶습니다. 절차만을 의미하는 것이 아니라 문제해결을 위한 방법론을 선택할 수 있는 역량도 포함하는 것이 적절하지 않을까 사려 됩니다.</li> <li>'인공지능을 활용하여'를 제거</li> <li>인공지능을 활용하는 것이 아니라 인공지능을 만들기 위한 알고리즘인지 아니면 인공지능의 활용에서 사용하는 알고리즘인지를 구분할 필요가 있음. 리터러시 측면에서 AI활용에서 접근한다면 4. 아래 문항을 살펴보면 후자가 맞는 것 같아 인공지능을 활용하는 알고리즘 측면에서 접근하는 것이 옳을 것 같음.</li> <li>의미 설명에서 '~ 일련의 절차'는 알고리즘 자체를 지칭하므로 '알고리즘 적용'은 일련의 절차를 적용하는 적용하는 것으로 수정되어야 함.</li> </ul>							

5. 모델링(Modeling) 활용의 의미는 적절한가?								
<p>(3) 모델링(Modeling) 활용</p> <p>&lt;조정전&gt;</p> <p>데이터와 학습 알고리즘을 기반으로 학습하며, 학습을 통해 주어진 문제를 모델로 구현하는 과정을 이해하며 모델이 가능한 한 데이터에 잘 맞도록 파라미터를 찾는다(파라미터 모델링).</p> <p>&lt;조정후&gt;</p> <p>문제를 해결하기 위하여 데이터와 알고리즘을 기반으로 인공지능을 활용하는 과정을 의미한다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.28	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.48
표준편차	10	0	0	1	21	10	42	
0.52	23.8%	0%	0%	2.4%	50.0%	23.8%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>위의 (2)에서의 알고리즘과 모델이 명확하게 구분이 되지 않고 있는데.. 정리가 필요할 것 같습니다. 알고리즘 = 결국 만들어진 모델, 모델링 = 그 알고리즘을 만들어내는 과정 (즉, 학습) 이라고 저는 정의하고 싶은데요..</li> <li>조정 후 내용 4. 다만 AI 리터러시 의미에서 실생활 및 직업환경의 맥락을 구체화시켜 보면, 2의 기타 문항에서 제시한 의견 중 3) 모델링 활용 사항과 동일함: 3) 모델링 활용: "실생활과 직업 활동에서 발생한 문제 해결을 위해 데이터와 알고리즘 학습을 통해 마련한 인공지능을 유사한 문제에도 활용하는 것을 의미한다."</li> <li>2. "모델링"이라는 표현은 빼야할 것 같습니다. 내용과 관련짓기가 어렵고, 모호한 표현입니다. 만약, 파라미터 모델링을 뜻한 것이라면, 다른 항목들에 비해 너무 범위가 좁고 큰 그림에 넣기에는 세부적인 내용을 내세운 것처럼 보입니다. 그리고, 조정후의 내용이 "인공지능 활용"이라면 더욱 "모델링"이라는 표현은 빼는 것이 맞습니다. 이 내용이 별도로 상위 분류로 와야하는 이유가 궁금합니다.</li> <li>모델링은 매우 어려운 것이고, 학습 알고리즘에서 일반인들이 알아야 할지 고민이 되는 것입니다.</li> <li>모델링 혹은 모델의 정의가 필요하지는 않을까요? 데이터와 알고리즘 기반으로 인공지능을 활용하는 과정을 모두 모델링이라고 부르는 광범위할 것 같습니다.</li> <li>미국식 영어에서는 modeling으로 표기하는 경우가 많으며 modeling 혹은 modelling 중 한 가지로 통일하여 사용하는 것이 바람직해 보임.</li> <li>수정전이 보다 정확한 정의라고 생각됨</li> <li>문제를 해결하기 위하여 부분이 모호합니다.</li> <li>모델링의 의미는 없고 인공지능 활용의 의미만 있는것 같습니다.</li> <li>모델링 활용의 의미 설명이 위의 알고리즘 적용 요소와 중첩되는 경향이 있음. 모델링 활용에 초점을 두어 재정의 필요함.</li> </ul>							

6. 사회적영향(Social Impact) 이해의 의미는 적절한가?

(4)사회적 영향(Social Impact) 이해

<조정전>

사회적 영향은 인간(Human), 사회(Society), 기술(Technology)이 함께 공존하는 방법을 탐구한다. 인공지능 기술은 인간이 그것을 어떤 방법과 목적으로 사용하는가에 따라 인간과 사회에 긍정적 또는 부정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 인공지능 기술이 현재 우리 사회에서 어떻게 쓰이고 있는지, 다가올 인공지능의 미래는 무엇인지, 인공지능의 활용이 우리에게 미치는 영향과 윤리적인 활용을 위한 대책을 무엇인지 등을 알아야 한다. 이를 위해, 인공지능과 사회, 인공지능의 종류, 인공지능의 의사결정을 신뢰하기 위한 방안으로 설명 가능한 인공지능에 대하여 학습해야 한다.

<조정후>

인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 고려하고, 인공지능의 개발과 활용과정에서 발행하는 윤리적 문제를 해결하려는 노력을 의미한다.

평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.59	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.52
표준편차	10	0	0	0	13	19	42	
0.49	23.8%	0%	0%	0%	31.0%	45.2%	100%	

기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조정 후 내용 4. 다만 AI 리터러시 의미에서 실생활 및 직업환경의 맥락을 구체화시켜 보면, 2의 기타 문항에서 제시한 의견 중 4) 사회적 영향 이해 사항과 동일함: 4) 사회적 영향 이해: "인공지능의 발달이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 고려하면서 바람직한 인공지능의 개발과 활용을 위한 실천적 노력을 의미한다."</li> <li>• 개발 부분은 삭제하면 좋을 것 같습니다.</li> <li>• 대상에 따라 직접적으로 윤리적 문제를 "해결"하기 보다는, 윤리적 문제를 인식하고 다양한 해결책을 찾아보거나 이해하는 정도가 되지 않을까 합니다.</li> <li>• '발생'아니라 '발생'으로 판단됨. 발행으로는 문맥의 의미가 맞지 않음.</li> <li>• ~윤리적 문제 등 사회적 관계에 미치는 영향을 의미한다. ** 위에서 Modelling과 Modeling이 혼용되고 있습니다!</li> <li>• 인공지능이 인간과 사회에 미칠 수 있는 영향을 비판적으로 고려하고, ....</li> <li>• 발행하는&gt; 발생하는 오타 수정해야 합니다</li> <li>• 인공지능 기획에서부터 폐기과정에서 발행하는 것으로 개발과 활용과정을 더 확대해보면 어떨까요?</li> <li>• 윤리적 문제로 한정하기 보다는 일반적인 문제라고 표현해도 괜찮을거 같습니다.</li> <li>• 윤리적 문제를 포함하여 인공지능의 개발과 활용과정에서 발생하는 문제를 해결하려는 노력을 의미한다고 수정되어야 함.</li> </ul>
----	--

나. AI리터러시 교육

1. AI 리터러시 교육의 구조에 대한 정의가 적절한가? (최소값 이하)								
AI 리터러시 교육이란 AI 교육을 통해 기르고자 하는 능력으로 AI 기술역량과 AI 윤리역량으로 구성된다. 이 두 역량은 데이터, 알고리즘, 모델링, 사회적 영향을 중심으로 교육영역이 구분된다.								
<b>평균</b>	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							<b>CVR</b>
4.37	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.14
<b>표준편차</b>	15	0	0	3	12	12	42	
0.62	35.7%	0%	0%	7.1%	28.6%	28.6%	100%	
<b>기타</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>구조에 대한 정의는 4. 다만 AI기술역량과 AI윤리역량의 대비 관계를 상호 하위요소별로 수직-수평 관계로 분명하게 드러낼 수 있는 부분 고려할 수 있음. AI 윤리역량에서 인지적/ 비판적/ 창의적 요소에 맞춰 하위요소의 내용을 구분하되 AI 기술역량의 하위요소 내용과 대비 고려: 예 1) 데이터: AI 기술역량의 세부주제 - 데이터 수집, 데이터전처리, 데이터시각화, 데이터분석(하위소 중 데이터"예측 - 이탈자 수정 요망) : AI 윤리역량의 하위요소 - 인지적: 데이터프라이버시, 데이터소유권확인, 데이터 명시적 동의 (-AI 기술역량 데이터 수집과 연계) / 비판적: 데이터 투명성과 신뢰성, 데이터 권력과 통제 (-AI 기술역량 데이터 전처리, 데이터 시각화와 연계) / 창의적: 데이터 질 및 편향성 검사와 수정 (AI기술역량 데이터 분석과 연계): 예 2) 알고리즘은 AI기술역량을 전체 포함하므로 AI윤리역량에서 세부요소와 연결 고려, 인지적- 검사가능성, 공정성; 비판적-책임성, 창의적- 설명가능성 정확성; 예 3) 모델링 인지적 - 공공성; 비판적-책임성; 창의적 - 전문가성 / 예4) 인지적 - 기술의 도구적 합리적 평가(AI 기술 역량 인공지능과 사회), 비판적-인간에게 미칠 영향 평가(AI 기술역량 강인공지능과 약인공지능), 창의적 - 미래사회의 변화 예측(AI 기술역량 설명가능한 인공지능) 등 고려해 볼 수 있음</li> </ul>							

다. AI 기술교육의 개념과 역량

1. AI 기술교육에 대한 정의가 적절한가?								
<p>AI 기술교육</p> <p>&lt;조정전&gt;</p> <p>AI 기술 교육이란 AI와 관련된 여러 가지 기술적인 개념을 배우고, 그 개념을 바탕으로 프로젝트를 수행하며, 전 과정을 통해서 나와 주변의 기술 세계를 바라보는 안목을 기르는 교육이다.</p> <p>&lt;조정후&gt;</p> <p>AI 기술교육이란 인공지능을 이해하고 문제해결과정에서 인공지능을 활용하기 위한 역량을 기르는 교육이다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.43	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.67
표준편차	4	0	0	2	17	18	42	
0.60	9.5%	0%	0%	4.8%	40.5%	42.9%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>4. 다만 AI 리터러시의 정의와 관련 일상생활 및 직업환경의 요소를 드러내 본다면, "AI 기술교육이란 실생활과 직업 활동에서 마주하는 다양한 문제를 해결하는 과정에서 인공지능을 이해하여 인공지능 기술을 활용하기 위한 역량을 기르는 교육이다."</li> <li>AI 기술교육이란 일상생활에서 문제 해결을 하기 위해 AI 지능 기술을 교육하는 것입니다.</li> <li>저는 문제해결과정이라는 단어를 사용함으로써 인공지능 활용의 범위를 한정하는 것은 아닌가는 생각이 들기도 합니다.</li> <li>AI기술 교육의 의미가 불명확함. AI원리 교육이 더 적합해 보임</li> </ul>							

2. AI 기술역량에 대한 정의가 적절한가?								
<p>AI 기술역량(Technological Competencies: TC)</p> <p>&lt;조정전&gt; AI 기술역량은 AI 기술교육을 통해 구체적으로 기르고자 하는 능력을 의미한다.</p> <p>&lt;조정후&gt; AI 기술역량은 AI 기술교육을 통해 문제해결과정에 필요한 인공지능 활용 역량을 의미한다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.25	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.52
표준편차	6	0	0	3	17	15	42	
0.84	14.3%	0%	0%	7.1%	40.5%	35.7%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 기술역량은 생활속에서 문제해결을 위한 AI 기술을 활용하는 역량인 것 같습니다.</li> <li>• 순서상 'AI 기술역량'을 인공지능을 이해하고 문제해결 과정에서 인공지능을 활용하는 역량으로 먼저 정의하고, 'AI 기술교육'은 AI 기술역량을 함양하는 교육이라고 하는 것이 논리적으로 보임.</li> <li>• "4"으로 체크합니다만, 기술역량이 무엇이라는 정의이므로 마지막에 "~활용 능력을 의미한다."는 어떨지요? 전체적으로 의미를 보다 간결해져서 좋습니다.</li> <li>• 정의가 잘 와 닿지 않습니다. 의미에 모호성이 있는 것 같습니다.</li> <li>• '활용' 제거</li> <li>• AI 기술 역량보다는 AI 역량이라고 표현하는게 좋을 듯함</li> </ul>							

### 3. AI 기술역량 구성은 적절한가?

<조정전>

AI 기술역량은 그 특성에 따라 “컴퓨팅 개념(CT Concepts), 컴퓨팅 인식(CT Perspectives), 컴퓨팅 실제(CT Practices)”으로 구분된다.

구분	의미
컴퓨팅 개념 (CT Concepts)	AI의 기술 역량을 학습하며 AI 기술에서 흔히 볼 수 있는 일련의 AI 개념을 탐구한다.
컴퓨팅 실제 (CT Practices)	AI의 개념을 분명하게 표현하는 다음 단계로서 설계 과정 즉, 프로젝트를 만드는 과정이다.
컴퓨팅 인식 (CT Perspectives)	AI를 통해 자기 자신을 이해하고, 다른 사람들과의 과의 관계 및 주변의 기술 세계를 탐구하는 눈을 기른다.

<조정후>

AI 기술역량은 그 특성에 따라 데이터 사용 역량, 알고리즘 적용 역량, 모델링 활용으로 구분된다.

구분	의미
<b>데이터 사용 (Data)</b>	인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 일상생활 속에서 수집 가능한 정형 및 비정형 자료의 올바른 사용을 의미한다.
<b>알고리즘 적용 (Algorithm)</b>	인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 출력하는 일련의 절차를 의미한다.
<b>모델링 활용 (Modelling)</b>	문제를 해결하기 위하여 데이터와 알고리즘을 기반으로 인공지능을 활용하는 과정을 의미한다.

평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR	
	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계		
4.32	5	0	0	2	21	14	42	0.67	
표준편차	0.57	11.9%	0%	0%	4.8%	50.0%	33.3%		100%
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 조정후의 내용으로 할 경우에는 AI리터러시의 내용과 위계상 구분이 모호할 수 있을 것으로 판단됨. 핵심 기술이 같더라도 AI 기술역량의 요소가 되어야 한다면, 아래 6번 항의 하위 기능 요소의 의미를 활용하여 "데이터 수집 및 활용, 알고리즘 구성, 모델링 구현"(안) 등 구체적인 기술 활용에 초점을 맞춰 의미를 기술하는 것을 고려</li> <li>• 1) 데이터 수집 및 활용: 인공지능을 활용한 문제해결과정에서 데이터를 수집, 처리, 시각화, 분석할 수 있는 능력을 의미한다.</li> <li>• 2) 알고리즘 구성: 인공지능을 활용하여 학습 기반 문제해결 프로그램을 구성할 수 있는 능력을 의미한다.</li> <li>• 3) 모델링 구현: 인공지능을 활용하여 구성된 학습 기반 알고리즘을 일반화하여 구현할 수 있는 능력을 의미한다.</li> <li>• 데이터, 알고리즘은 적절해보이지만 모델링의 의미가 모호합니다.</li> <li>• AI 리터러시 영역이 4개로 구분되어 AI 기술역량 구성도표에도 4개 영역에 따라 제시된 것과 일관성 결여됨</li> </ul>								

	<ul style="list-style-type: none"><li>• "4"으로 체크, 위에 물어 보는 말은 "데이터 사용 역량, 알고리즘 적용 역량, 모델링 활용"으로 하고 있는데 모두 "역량"을 붙이든디 하면 좋을 것입니다. 데이터 활용에서 "~자료의 올바른 사용"을 "~자료의 적절한 사용"으로 하면 어떨까요? 그리고 모델링의 활용도 단순히 "~인공지능을 활용하는 과정"은 두루뭉실한 것 같습니다. "~인공지능을 활용하기 위하여 논리적으로 데이터를 구성하는 과정을 의미한다" 정도는 어떨까요?</li><li>• 인공지능의 영역이 머신러닝으로 한정되어 있는것 같습니다.</li></ul>
--	---

4. 데이터 사용 (Data) 역량의 의미는 적절한가?								
<p>데이터 사용 (Data) 역량 인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 일상생활 속에서 수집 가능한 정형 및 비정형 자료의 올바른 사용 능력을 의미한다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.37	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	
표준편차	10	0	0	1	18	13	42	
0.55	23.8%	0%	0%	2.4%	42.9%	31.0%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4. 다만 위 3번 항목에서 AI기술역량 의미를 구체적으로 반영하여 제시한 고려 사항과 동일함. 안) 데이터 수집 및 활용: 인공지능을 활용한 문제해결과정에서 데이터를 수집, 처리, 시각화, 분석할 수 있는 능력을 의미한다.</li> <li>• '올바른' 사용 능력이 무엇인지 모호합니다 .</li> <li>• 앞서 언급한 '일상생활'에 대한 부분에 대한 동일한 의견이 있음.</li> <li>• 앞서 AI 리터러시와 동일</li> <li>• 데이터 수집 시 편향성을 최소화하는 내용도 들어가야 하지 않을까요?</li> <li>• "5"으로 체크하고요. 전반적으로 "올바른 사용"이라는 표현을 많이 사용하는데 "적절한 사용"은 어떨까요? 올바르다는 것은 가치 판단에 어울리는 용어 인 것 같아서요!</li> </ul>							

5. 알고리즘 적용 역량의 의미는 적절한가?								
<p>알고리즘 적용 역량 인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위해 데이터를 입력하고 처리하여 결과를 출력하는 일련의 절차를 수행할 수 있는 능력을 의미한다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.32	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.62
표준편차	5	0	0	3	19	15	42	
0.62	11.9%	0%	0%	7.1%	54.2%	35.7%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4. 다만 위 3번 항목에서 AI기술역량 의미를 구체적으로 반영하여 제시한 고려 사항과 동일함. 안) 알고리즘 구성: 인공지능을 활용하여 학습 기반 문제해결 프로그램을 구성할 수 있는 능력을 의미한다.</li> <li>• 앞서 AI 리터러시와 동일</li> <li>• 앞에서도 언급하였 듯이 알고리즘은 절차만 강조하는 것이 아니라 'how'에 해당하므로 방법에 대해서도 언급하는 것이 적절할 것 같습니다.</li> <li>• '인공지능을 활용하여' 제거</li> <li>• 알고리즘을 적용하려면 알고리즘을 선택하고 적용하며 그 결과를 평가하는 일련의 절차를 수행할 수 있어야 합니다.</li> </ul>							

6. 알고리즘 적용 역량의 의미는 적절한가?								
<p>모델링 활용 역량 문제를 해결하기 위하여 데이터와 알고리즘을 기반으로 인공지능을 활용할 수 있는 능력을 의미한다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.37	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	
표준편차	10	0	0	0	20	12	42	
0.49	23.8%	0%	0%	0%	47.6%	28.6%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4. 다만 위 3번 항목에서 AI기술역량 의미를 구체적으로 반영하여 제시한 고려 사항과 동일함. 안 모델링 구현: 인공지능을 활용하여 구성된 학습 기반 알고리즘을 일반화하여 구현할 수 있는 능력을 의미한다.</li> <li>• 전혀 2. 6번의 질문이 "모델링 활용"으로 생각하고 답합니다. "모델링 활용"이라는 표현이 가장 이해가 안되는 표현입니다. 반드시 수정이 필요합니다.</li> <li>• 데이터와 알고리즘을 기반으로 인공지능을 활용하는 모든 것이 모델링 인가요?</li> <li>• 앞서 AI 리터러시와 동일</li> <li>• "4"으로 체크하시고, "~인공지능을 활용하기 위하여 논리적으로 데이터를 구성하는 과정을 의미한다" 정도는 어떨까요? ** 묻는 말이 "알고리즘"이 아니라 "모델링 활용 역량"이어야 할 것 같습니다.</li> <li>• "문제를 해결하기 위해서~"에서 어떤 문제인지 간단한 설명이 추가될 필요가 있다고 봅니다.</li> <li>• 모델링 활용 역량으로 문항 수정하셔야 할 것 같습니다.</li> <li>• 모델링 활용 역량으로의 의미로도 너무 추상적인 것 같습니다.</li> <li>• 의미가 정확하게 전달되지 않습니다.. 세부내용을 보면 실생활적용인것 같습니다.</li> <li>• 모델링에 초점을 맞춰 재정의 필요함.</li> </ul>							

7. AI 기술역량의 하위 기능의 구성은 적절한가?

<조정전>

AI 기술역량은 데이터(Data), 알고리즘(Algorithm), 모델링(Modeling), 사회적영향(Social Impact)를 기반으로 컴퓨팅 개념(CT Concepts), 컴퓨팅 인식(CT Perspectives), 컴퓨팅 실제(CT Practices)을 기르는 하위 기능으로 구성된다.

구분	세부 요소	하위 기능
데이터(Data)	데이터 수집	<ul style="list-style-type: none"> <li>정형데이터</li> <li>비정형데이터</li> </ul>
	데이터 전처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>정규화</li> <li>표준화</li> </ul>
	데이터 시각화	<ul style="list-style-type: none"> <li>시간/공간시각화</li> <li>분포/비교시각화</li> </ul>
	데이터 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터경향성</li> <li>데이터예측</li> </ul>
알고리즘(Algorithm)	지도학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>분류모델</li> <li>회귀분석</li> </ul>
	비지도학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>군집분석</li> <li>차원축소</li> </ul>
	딥러닝	<ul style="list-style-type: none"> <li>퍼셉트론</li> <li>심층신경망</li> </ul>
모델링(Modeling)	모델구현	<ul style="list-style-type: none"> <li>기계학습 모델</li> <li>딥러닝 모델</li> </ul>
	데이터처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>자연어 처리</li> <li>비전 처리</li> </ul>
사회적영향(Social Impact)	<ul style="list-style-type: none"> <li>인공지능과 사회</li> <li>강인공지능과 약인공지능</li> <li>설명 가능한 인공지능</li> <li>AI에서 인간의 역할</li> </ul>	

<조정후>

AI 기술역량은 데이터 사용, 알고리즘 적용, 모델링 활용의 과정으로 구성된다.

구분	세부 요소	하위 기능
데이터(Data) 사용	데이터 수집	<ul style="list-style-type: none"> <li>정형데이터</li> <li>비정형데이터</li> </ul>
	데이터 전처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>정규화</li> <li>표준화</li> </ul>
	데이터 시각화	<ul style="list-style-type: none"> <li>시간/공간시각화</li> <li>분포/비교시각화</li> </ul>
	데이터 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>데이터경향성</li> <li>데이터예측</li> </ul>
알고리즘(Algorithm) 적용	지도학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>분류모델</li> <li>회귀분석</li> </ul>
	비지도학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>군집분석</li> <li>차원축소</li> </ul>
	딥러닝	<ul style="list-style-type: none"> <li>퍼셉트론</li> <li>심층신경망</li> </ul>
모델링(Modeling) 활용	모델구현	<ul style="list-style-type: none"> <li>기계학습 모델</li> <li>딥러닝 모델</li> </ul>
	데이터처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>자연어 처리</li> <li>비전 처리</li> </ul>

평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)	CVR
----	-------------------	-----

4.35	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.67
표준편차	5	0	0	2	20	15	42	
0.58	11.9%	0%	0%	4.8%	47.6%	35.7%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2. 모델링 활용의 의미를 명확히 하거나, 표현을 바꾸어 모호함이 없도록 수정 필요합니다.</li> <li>• 하위 기능이 적절한 용어인지 궁금합니다. 지식이나 기술의 하위 요소들을 말하는 것 같습니다.</li> <li>• 3번과 연계된 답변으로, 일관성 측면에서 앞서 AI 리터러시 교육 도표의 사회적 영향을 삭제하는 것도 한 가지 대안임.</li> <li>• 기술역량에서 단순한 기술을 배우는 것이 기술 역량역량이라기 보다는, 기술을 익히는 과정에서 핵심적으로 작동하는 사고력이 본질적 의미의 기술 역량으로 볼 수 있음... 그러나 하위 기능에는 사고력 관련 언급이 누락됨. 또한 사회적 영향이 생략되었는데, 기술영역이든 윤리영역에 강화될 필요가 있음.</li> <li>• 데이터 부분에서 '속성'에 대한 이해가 매우 중요한데 어느 부분에서 적용되는 것인지 모호한 것 같습니다.</li> <li>• 알고리즘에서 decision tree 등 기본적인 알고리즘을 제외하신 이유가 궁금합니다.</li> <li>• 모델링 활용은 결국 예측과 분석 결과 도출인데 알고리즘 적용과 명확한 구분이 안되는 것 같습니다.</li> </ul>							

라. AI 윤리교육의 개념과 역량

1. 인지적 윤리역량의 의미는 적절한가?								
<p>인지적 윤리역량(Cognitive EC)</p> <p>&lt;조정전&gt;</p> <p>인지적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 직접적 혹은 간접적 문제를 인식할 수 있는 능력을 의미한다.</p> <p>&lt;조정후&gt;</p> <p>인지적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 직접적 혹은 간접적 문제를 윤리적으로 인식할 수 있는 능력을 의미한다.</p> <p>→ AI와 관련된 직접적 혹은 간접적 문제를 윤리적인 문제로 인식할 수 있는 능력을 의미한다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.32	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.43
표준편차	8	0	0	4	15	15	42	
0.68	19.0%	0%	0%	9.5%	35.7%	35.7%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 표현이 다소 추상적이고 어려운 거 같습니다. 아래와 같이 좀 더 친절하게 표현해 주면 어떨는지요. .... 인간과 사회에 직접적 혹은 간접적으로 일어날 수 있는 문제에 대해 윤리적으로</li> <li>• 4. 다만 AI리터러시의 의미를 반영하고, 윤리적 의미를 드러내는 기술 요소를 고려해 본다면, 안) 인지적 AI 윤리역량: 다양한 실생활 문제를 해결하기 위한 AI 개발과 활용에서 발생할 수 있는 문제를 윤리적 측면에서 인식할 수 있는 능력을 의미한다.</li> <li>• 비판적 윤리와 상대되는 개념으로서 인지적 윤리역량은 '인식' 능력일까요? 그렇다면 인식까지 볼드체로 강조해야 할 것 같습니다.</li> <li>• AI에 대한 윤리적 인지는 이해가 되는데, AI 교육에 대한 인지적 윤리역량도 교육내용으로 들어가야 하는지 의문이 듭니다. 교육내용구성은 학습자의 목적행동 성취를 위한 것이지 교사를 위한 안내를 위한 것까지 내용에 담아야 하는 것은 아님. 이러한 표현은 다른 교육 내용에 대한 언급과 상충되는 면이 있음.</li> <li>• 윤리적으로 인식한다는 것의 의미가 애매합니다. 윤리적인 문제로 인식? 윤리적인 관점으로 인식? 과 같은 표현은 어떨는지요?</li> <li>• 윤리역량을 정의하면서 '윤리적으로'라는 말을 반복적으로 사용하는 것은 개념에 대한 정의를 타당하게 하는 것이 아닐 수 있다고 보여집니다.</li> <li>• 인지적 인공지능 윤리역량과 비판적 윤리역량의 차이점이 좀 더 명확하면 좋을 것 같습니다.</li> <li>• 윤리적으로 인식한다는 것이 어떤 의미인지 명확하지 않다는 느낌을 줍니다. 이는 도덕적인 느낌의 '윤리적'이라는 단어와 어느 정도 객관적인 느낌을 주는 인지 관련 용어인 '인식'이라는 단어의 조합이 어색하기 때문이 아닐까 하는 생각이 듭니다. 그리고 문제를 윤리적으로 인식하는 것과 비윤리적으로 인식하는 것은 인식은 하되 다르게 하는 것일까요?</li> </ul>							

2. 비판적 윤리역량의 의미는 적절한가?								
비판적 윤리역량(Critical EC)								
<조정전>								
비판적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제를 생활과 관련하여 파악할 있는 능력을 의미한다.								
<조정후>								
비판적 AI 윤리역량은 AI 또는 AI 교육과 관련된 윤리적 문제에 대한 다양한 해결 방안을 비판적으로 파악할 있는 능력을 의미한다.								
→ AI와 관련된 윤리적 문제에 대한 다양한 해결 방안을 비판적으로 이해할 수 있는 능력 을 의미한다.								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.30	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.48
표준편차	6	0	0	5	15	16	42	
0.70	14.3%	0%	0%	11.9%	35.7%	38.1%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>4. 다만 AI리터러시의 의미를 반영하고, 윤리적 의미를 드러내는 기술 요소를 고려해 본다면, (안) 비판적 AI 윤리역량: 다양한 AI의 개발과 활용에서 발생하는 윤리적 문제를 비판적으로 파악하여 바람직한 해결 방안을 구성할 수 있는 능력을 의미한다.</li> <li>비판적 분석 또는 비판적 사고라는 용어가 비판적 파악(identify)보다 일반적으로 사용되는 것 같습니다. '파악'까지만 하면 되는 것인지 파악 후 분석, 평가, 선택(결정) 까지가 포함되는 것인지 모호합니다.</li> <li>앞의 용어도 마찬가지로이지만, 비판적 AI윤리역량인지 AI에 대한 비판적 윤리역량인지 헷갈림. 비판적 윤리역량은 의미가 통하지만, 비판적 AI윤리역량은 말이 않됨. 학생들이 AI윤리역량에 대해 또 비판적으로 판단해야 한다면 너무 고차원적임. '비판적'이라는 말이 서술하는 대상을 명확히 해 주어야 교육내용이나 범주로서 혼란을 주지 않을 것으로 보임.</li> <li>윤리역량은 해결방안을 비판적으로 파악하는 능력을 넘어서 인공지능 기술 개발부터 폐기에 이르기까지 전 과정에 걸쳐 사회윤리적 문제를 인식하는 것이 아닌지 조심스레 제안드려 봅니다.</li> <li>자기자신으로 돌아오는 재귀적 정의인 것 같습니다. 실질적으로 비판적으로 파악하는 것에 대한 상제 의미가 추가되는 것이 어떨까 생각합니다.</li> <li>'파악하다'는 용어는 교육과정 등에서 '이해하다'와 유사한 느낌으로 사용되는 것 같습니다. 비판적 윤리역량은 문제에 대해 비판적으로 이해하고 파악하는 수준까지인가요? 아니면 능동적으로 해결책을 도출하는 수준까지도 포함하는 것은 아닐까요?</li> </ul>							

마. AI 융합교육역량

1. AI 융합교육역량의 구성요소에 대한 구분은 적절한가?								
AI 융합교육역량 : AI 융합교육을 위해 필요한 교사의 역량								
<AI 융합교육역량 구성 요소>								
구성요소	의미			세부 요소				
교육과정 구성	융합가능한 주제를 탐색하여 새로운 교육내용을 구성하는 능력			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 융합주제 탐색</li> <li>• 융합교육모델 고려</li> <li>• 맥락 재구성</li> </ul>				
교수학습 설계	AI 융합 수업을 위해 학습자, 학습 주제, 학습 환경 등을 고려한 교수학습 방법 및 전략을 수립하여 수업을 설계하는 능력			<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 개념과 기술(technology), 도구(tool) 관련 지식</li> <li>• 교수 방법 및 교수전략에 대한 지식</li> <li>• AI 융합 수업의 학습 목표를 달성하기 위해 적절한 AI 개념, 기술 및 도구를 선택 및 활용</li> <li>• 학습자 수준 및 특성을 고려한 교수방법 및 전략 설계</li> <li>• 학습자의 학습목표 달성을 체크할 수 있는 적절한 평가방법 설계</li> </ul>				
교수학습 실행	실제로 AI 융합수업을 진행하는 능력			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 공감적 의사소통</li> <li>• 창의적 문제해결</li> <li>• 학습자 중심 수업의 조력자 역할</li> </ul>				
교수학습 평가	학습자의 학습성과 확인 및 교수자의 수업설계/진행에 대한 평가			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 학습 성과 평가</li> <li>• 데이터 기반 진단 역량</li> <li>• 수업 설계 진행에 대한 평가</li> </ul>				
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.20	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.67
표준편차	3	0	1	3	22	13	42	
0.69	7.1%	0%	2.4%	7.1%	52.4%	31.0%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 앞서 정의된 AI 리터러시 교육과 AI 융합교육은 어떤 관계인가요? AI 융합교육의 정의가 무엇인지 궁금합니다. 앞서 나온 AI 기술교육과 윤리 교육의 하위 요소들을 교사도 이해하고 수업에 적용할 수 있어야 할 것 같은데 관련해서 교수학습 설계에 AI 기술교육에서 다루는 내용요소가 포함되어 있는 것 같은데 AI 윤리교육이나 사회적 영향과 관련된 내용요소에 대한 교사의 이해와 실행은 어디에 포함되는 걸까요?</li> <li>• 교수-학습 설계 이전에 AIED시스템 및 도구를 활용하여 학습자의 인지적 수준을 분석하는 단계가 설정될 필요가 있다고 생각합니다.</li> <li>• '교육목표 인식' 추가</li> </ul>							

2. AI 융합교육역량 구성요소로서 교육과정 구성에 대한 정의는 적절한가?								
<p>(1) 교육과정 구성 : 융합가능한 주제를 탐색하여 새로운 교육내용을 구성하는 능력</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.37	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.62
표준편차	7	0	0	1	20	14	42	
0.54	16.7%	0%	0%	2.4%	47.6%	33.3%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 새로운 교육내용이라는 표현에 AI가 없어서 애매합니다. 아래와 같이 제안해 봅니다.</li> <li>• 융합가능한 주제의 탐색을 통해 (AI 혹은) AI교육과 관련된 교육내용을 구성하는 능력</li> <li>• 4. 만약 학교급별 구분이 필요할 경우에는 중고등학교 교과 간 주제 융합 구성의 내용 포함 여부 고려</li> <li>• 일반적인 교육과정 구성에 관한 내용으로 보입니다. 'AI 융합'의 특성이 나타나면 좋을 것 같습니다.</li> <li>• AI 관련 교육과정 구성이라기 보다는 '일반적인' 융합을 위한 교육과정 모두에 적용될 수 있는 정의라 보여집니다.</li> <li>• 앞에 'AI와 '를 붙여주는 것이 조금 더 명확하지 않을까요?</li> <li>• AI를 포함하는 것이 적절할 것 같음. 그렇지 않으면 다양한 융합적 교육역량으로 확대됨.</li> <li>• 융합가능한 주제의 범위가 너무 광범위하니 AI와 관련된 범위로 한정짓는 것이 좋을 것 같습니다.</li> </ul>							

3. AI 융합교육역량 구성요소로서 교수학습 설계에 대한 정의는 적절한가?								
<p>(2) 교수학습 설계 :</p> <p>AI 융합 수업을 위해 학습자, 학습 주제, 학습 환경 등을 고려한 교수학습 방법 및 교수 전략을 수립하여 수업을 설계하는 능력</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.35	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.76
표준편차	2	1	0	2	18	19	42	
0.80	4.8%	2.4%	0%	4.8%	42.9%	45.2%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 위 2번의 기타 의견처럼 학교급별 수준을 고려할 경우 각 교과 중심의 AI 융합 교수학습 설계 구분 고려</li> <li>• 위에 서술한 바와 같이 AI 윤리교육, 사회적 영향 관련 내용요소에 대한 교사의 이해는 어디에 해당되나요?</li> <li>•</li> </ul>							

4. AI 융합교육역량 구성요소로서 교수학습 실행에 대한 정의는 적절한가?								
(3) 교수학습 실행 : 실제로 AI 융합수업을 진행하는 능력								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.08	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.29
표준편차	7	0	1	7	15	12	42	
0.81	16.7%	0%	2.4%	16.7%	35.7%	28.6%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4. 다만 교사의 AI기술 역량 수준 여부를 밝히는 것도 고려 필요. 어느 정도 수준에서 AI 기술 역량을 갖추고 있는 지에 따라 AI 융합 수업 수준이 결정될 것으로 예상됨.</li> <li>• AI융합교육에서 교사의 창의적 문제해결 역량은 무엇을 의미하나요?</li> <li>• '진행'이 아니라 '실행'이나 '수행'으로 수정하면 의미가 더 명확해 질 것임. 단순한 진행은 아니라는 생각이 듦.</li> <li>• 진행 -&gt;실천</li> <li>• AI 수업과 관련한, 그 수업진행의 특징이 드러나는 정의가 제시되어야 하지 않을까 생각합니다.</li> <li>• AI 융합 수업을 위하여 설계한 교수학습법을 수업에 활용할 수 있는 능력</li> <li>• 실제로 AI융합수업을 구현 및 수행하는 능력으로 수정 제안함</li> </ul>							

5. AI 융합교육역량 구성요소로서 교수학습 평가에 대한 정의는 적절한가?								
<p>(4) 교수학습 평가 :</p> <p>학습자의 학습성과 확인 및 교수자의 수업설계/진행에 대한 평가</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.32	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.67
표준편차	5	0	0	2	21	14	42	
0.57	11.9%	0%	0%	4.8%	50.0%	33.3%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 데이터 기반 진단에서는 '데이터 기반'이 강조되는 것이고, 학습성과 평가는 데이터 기반의 중요성보다는 '성과'를 평가하는 것이 중요한 요소로 구분될까요? 아니면 진단과 성과평가의 구분일까요? 수업 설계 진행에 대한 평가에서 설계 및 진행 일까요 설계의 진행인가요? 설계 및 실행은 어떨까요?</li> <li>• 여기서도 '진행'보다는 '실행' 혹은 '수행'이라는 단어를 사용하여 교사의 적극적인 개입과 수행을 강조하는 것이 좋겠음.</li> <li>• 학습자의 학습 과정과 성과 확인 및 교수자의 수업설계와 실천에 대한 평가</li> <li>• AI 수업의 특징이 드러나는 학습성과, 수업 평가 요소들이 정의에 개념 수준에서라도 함께 제시되어야 하지 않을까 생각합니다.</li> <li>• '학습자의 학습성과'가 너무 광범위할 수 있으니 '학습목표 도달여부'로 한정짓는 것이 어떨지요?</li> </ul>							

6. 교육과정 구성의 세부 요소는 적절한가?								
<p>(1) 교육과정 구성 :</p> <p>교육과정 구성은 융합주제 탐색, 융합교육모델 고려, 맥락 재구성 등이 포함된다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.13	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.57
표준편차	6	0	0	3	25	8	42	
0.54	14.3%	0%	0%	7.1%	59.5%	19.0%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• AI 관련임이 포함되어야 할 것 같습니다.</li> <li>• 교육과정 구성에는 ...등이 포함된다. 구성은...로 구성된다</li> <li>• "5"으로 체크하시고, "~재구성 등을 포함한다."로 아래도 모두 능동형으로 진수하시면 좋을 듯 합니다.</li> <li>• 융합주제를 탐색만 하는 것이 아니라 가장 효과적인 것을 결정하는 것도 포함해야 하지 않을까요? 융합교육모델도 마찬가지로 다양하게 고려하여 가장 효과적인 것을 선정할 수 있는 능력이 있어야 하지 않을까 합니다.</li> <li>• AI를 포함하는 것이 적절하다고 생각됨</li> <li>• 융합이라는 범위가 광범위하니 'AI융합'으로 한정시키면 좋을 것 같습니다.</li> </ul>							

7. 교수학습 설계의 구성 요소는 적절한가?								
<p>(2) 교수학습 설계 :</p> <p>교수학습 설계는 AI 개념과 기술(technology), 도구(tool) 관련 지식, 교수 방법 및 교수전략에 대한 지식을 기반으로 하여 AI 융합 수업의 학습 목표를 달성하기 위해 적절한 AI 개념, 기술 및 도구를 선택 및 활용, 학습자 수준 및 특성을 고려한 교수방법 및 전략 설계, 학습자의 학습목표 달성을 체크할 수 있는 적절한 평가방법 설계 등이 포함된다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.32	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.57
표준편차	5	0	0	4	17	16	42	
0.66	11.9%	0%	0%	9.5%	40.5%	38.1%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 4. 앞의 의견과 같이 학교급별 교과 간 연계 가능 여부 고려</li> <li>• AI 윤리역량에 대한 내용이 포함되어야 할 것 같습니다.</li> <li>• 예는 ... 등이 포함된다.</li> <li>• 전체적인 내용 상 정의에 문제는 없어 보이나, 핵심 속성을 중심으로 보다 간략하게 정의를 제시할 필요가 있지 않을까 합니다.</li> <li>• AI융합수업의 학습 목표를 달성하는데 적절한 AI 개념이 필요한 요소일까요?</li> </ul>							

8. 교수학습 실행의 구성 요소는 적절한가?								
<p>(3) 교수학습 실행 :</p> <p>교수학습 실행은 공감적 의사소통 , 창의적 문제해결, 학습자중심 수업의 조력자 역할 등이 포함된다.</p>								
평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.20	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.52
표준편차	7	0	1	2	21	11	42	
0.67	16.7%	0%	2.4%	4.8%	50.0%	26.2%	100%	
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비판적 사고 포함 필요</li> <li>• 4. 다만 앞의 의견처럼 교사의 AI 기술역량 수준을 고려하고, 학생들의 AI기술 활용 기대 정도를 설정하는 것을 고려할 수 있음</li> <li>• AI 융합교육에서 일반 교육과 다른 점이 없을지 특별히 고려할 사항이 포함되어 표현되어야 할 것 같습니다.</li> <li>• 위와 마찬가지로</li> <li>• 학습자 중심 수업의 조력자 역할은 일반 교수 방법적 선택의 문제이므로 AI 융합교육을 위한 강제성을 띠기 어렵다고 보임.</li> <li>• 교육 내용에 대한 전달 능력은 포함하는 것이 적절하지 않을까요?</li> <li>• 학습자중심 수업의 조력자 역할이 강조되지만 수업 관련 지식이나 내용을 적절하게 적용하는 전문성과 관련된 요소가 없어 무엇인가 빠진 듯한 느낌이 있습니다.</li> </ul>							

9. 교수학습 평가의 구성 요소는 적절한가?

(4) 교수학습 평가 :  
 교수학습 평가는 학습 성과 평가, 데이터 기반 진단 역량, 수업 설계/진행에 대한 평가 등이 포함된다.

평균	타당도별 빈도수 및 백분위(%)							CVR
4.23	기타	1점	2점	3점	4점	5점	합계	0.43
표준편차	8	0	0	4	18	12	42	
0.65	19.0%	0%	0%	9.5%	42.9%	28.6%	100%	

기타

- 위 5번 문항에 대한 기타의견 참고
- '진행'을 '수행'이나 '실행'으로 수정 필요
- 위와 마찬가지로
- '데이터 기반 진단 역량'이 의미하는 바가 모호하므로 '데이터 기반 역량 진단' 등으로 수정 제안.
- 학습 성과 평가 -> 학습 과정 및 성과 평가
- 데이터 기반 진단 역량 -> 데이터 기반 진단
- 수업 설계/진행에 대한 평가 -> 수업 설계/실천에 대한 평가
- 데이터 기반 진단 역량은 명확하지 않은 것 같습니다.
- 데이터기반진단 및 예측평가 결과 진단 역량(AI예측결과가 중요하여 이를 진단평가하는 역량도 필요하다고 생각)
- 학습 성과 평가 대신 학습목표 달성 여부가 어떨지요? 학습 성과의 개념 및 범위가 광범위할 수 있으니 일반적인 평가내용으로 변경하는 것을 검토바랍니다.

## 주 의 문

1. 본 연구의 주장이나 제언은 연구진의 견해이며, 한국과학창의재단의 공식 입장이 아닙니다.
2. 이 보고서 내용을 대외적으로 공개하거나 발표할 때에는 반드시 한국과학창의재단과 사전에 상의하여야 합니다.