



미래교육시대의 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 역할 및 기능 정립 방향 탐색 연구

미래교육시대의 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 역할 및 기능 정립 방향 탐색 연구

2021. 12

KIEP 한국교육정책연구소



미래교육시대의 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 역할 및 기능 정립 방향 탐색 연구



미래교육시대의 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 역할 및 기능 정립 방향 탐색 연구

연구책임자	전제상 (공주교육대학교)
공동연구원	한선관 (경인교육대학교)
	박상훈 (세명대학교)
	류미영 (인천송명초등학교)
	류세기 (안동 경안여자중학교)
	박정현 (인천만수북중학교)
외부집필진	황준성 (한국교육개발원)
연구보조원	김태령 (인공지능교육연구소)

2021. 12

이 연구는 2021년 한국교육정책연구소의 연구용역에 의해 수행되었으나, 본 연구에서 제시된 정책대안이나 의견 등은 공식적인 의견이 아니라 본 연구진들의 견해임을 밝혀 둡니다.

머 리 말

코로나19 시대에서 교육 분야의 가장 큰 변화는 단연 온라인 교수학습 운영 확대입니다. 어느덧 온라인 개학 초기의 혼란은 과거의 이야기가 되었고, 대면-비대면 체계를 넘나드는 수업이 자리를 잡아가고 있습니다. 이제는 등교수업과 원격수업이라는 교수학습에 대한 이분법적 접근이 아닌, 상호보완의 교육과정을 운영함으로써 수업의 질을 고양시키는 방법에 대한 관심이 증대되고 있습니다.

특히 최근의 온라인 수업은 반복적 학습이 가능하고 개별화된 학습을 증가시켜 학생 개인별 다양한 요구를 충족하고 지원할 수 있는 가능성을 보여주고 있습니다. 이에 4차 산업혁명의 시대적 흐름과 더불어 학교교실 장면에서 교사의 역할을 지원하고 협력하는 인공지능(Artificial Intelligence, AI)의 개발과 활용에 대한 체계적인 연구의 필요성이 지속 대두되고 있는 상황입니다.

역설적이지만 온라인 수업이 활성화됨에 따라, 학교가 교과 지식은 물론 학생들이 건강한 사회인으로 성장할 수 있도록 인성과 사회성을 배울 수 있는 공간임이 더 자명해졌습니다. 이에 따라 인간교사도 대체 불가능한 존재임이 확인되었으며, 결국 AI는 인간교사가 이끌어 가는 학교에서 협업의 역할을 수행해야 할 것입니다. 그렇다면 미래교육시대에서 인간교사와 AI의 역할과 기능을 정립하고, 특히 협업에 따른 윤리기준을 정립하는 것은 매우 중요합니다.

이에 한국교육정책연구소는 미래교육시대의 특징을 탐색하면서 인간교사와 AI 교육에 대한 명확한 개념을 고찰하는 동시에, 학교현장에서 활용 가능한 AI 프로그램은 무엇인지, 인간교사와의 협업에 따른 제도적, 법적, 윤리적 문제에 대한 해답은 무엇인지 살펴보고자 본 연구를 수행하였습니다.

향후 본 연구가 코로나19가 앞당긴 4차 산업혁명 시대의 핵심 교육정책 수립에 초석이 될 수 있기를 기대합니다. 끝으로 연구에 도움을 주신 현장선생님과 교육전문가들께 감사의 말씀을 드리며, 이 연구를 수행해 주신 전제상 한국교원교육학회장과 한선관 한국인공지능교육학회장님 외 연구진의 노고에 깊이 감사드립니다.

2021년 12월

한국교원단체총연합회 회장
한국교육정책연구소 이사장

하 윤 수

연구 요약

이 연구는 인공지능의 급격한 발전과 사회의 변화로 교육 현장에 점차 도입될 인공지능이 어떤 모습으로 존재해야 하는지 그리고 어떤 방식으로 학생들에게 도움을 줄 수 있는지 길을 찾고자 하였다. 이를 위하여 인공지능의 현재 상황과 선행연구를 분석하는 것으로 시작하여 인공지능(AI) 교사에 대한 현장 교사들의 인식을 양적, 질적으로 살펴보았다. 이를 토대로 미래교육시대의 교사와 인공지능(AI) 교사의 역할과 기능을 정립하고 상호보완적인 협업 방안을 모색한 후 인공지능(AI) 교사 도입에 따른 제도적, 법적, 윤리적 기준을 확인하였다.

먼저, 교육에서의 인공지능(AI) 교사를 도입하기 위한 현재 상황의 분석은 아래와 같다.

첫째, 인공지능을 교육의 관점에서 볼 때는 교육의 유형을 인공지능의 개념과 원리, 알고리즘을 다루는 이해교육과 교과 활용과 문제해결에 이용하는 활용교육, 인간 중심 가치 추구를 위한 가치교육으로 구분할 수 있다.

둘째, 인공지능 기술 발전의 과정에서 나타날 인공지능(AI) 교사의 개념을 ‘교육 활동에서 인공지능 기술이 교사의 역할 일부 또는 전체를 지원하며 교수의 교육, 학습자의 학습, 교육행정 활동 등을 돕는 자율적이고 지능적인 객체’로 정의하였다. 인공지능 교사(AI)의 용어에 대해서 교사 대신 ‘Tutor’, ‘Assistor’, ‘Helper’로 대체하는 방안을 제안하였다.

셋째, 국내외 많은 인공지능 프로그램이 맞춤형 콘텐츠 추천, 개인별 맞춤 학습을 지원하고 있으며 현장 교사들 인식 역시 인공지능(AI) 교사가 학생의 개별맞춤 학습 지원, 학습관리 등에 강점이 있을 것으로 예상하였다. 반면에 학습 촉진 또는 협업 조정 부분에 있어서는 교사의 역할이 여전히 중요할 것으로 보았다. 이에 따라 미래 인간교사는 스스로 이해와 소통, 협업, 의사결정 역량 등이 더욱 요구될 것으로 보았으며 인공지능(AI) 교사의 도입에 있어서는 알고리즘에 의한 윤리적 문제와 오작동을 가장 우려하는 것으로 나타났다.

이러한 기초 연구를 기반으로 고찰한 미래시대의 인간교사와 인공지능 교사

(AI)의 변화할 역할과 그에 따른 위험 요소는 아래와 같다.

첫째, 미래 교육에서 인간교사의 역할은 수업설계자, 학습촉진자, 협업조정자, 학습관리자의 네 가지로 구성할 수 있다. 수업설계자는 국가 교육과정을 기반으로 한 상황맥락적 실천적 지식과 기술, 태도를 길러줄 수 있도록 하는 것이고 학습촉진자는 학습자 중심 교육으로 개별 학생들이 자기주도학습을 실천해 나갈 수 있도록 안내하는 역할이다. 협업조정자는 다양한 협동학습 과정에서 원활한 의사소통을 가능하도록 의견과 갈등을 조율하고 중재하는 역할이며 학습관리자는 학생의 특성과 수준에 따라 개인별 학습 상황을 종합적으로 분석하고 관리하는 역할이다.

둘째, 미래 교육에서 인공지능(AI) 교사와의 협업을 토대로 수업을 진행할 수 있으며 거시적인 관점에서 개념, 심화, 융합 수업모델을 예시로 기재하였고 미시적 관점에서 협업 수업모델을 제안하였다. 각 수업의 단계에 따라 교육의 주도적인 역할을 변경할 수 있으며 시기적절하게 인간교사 역시 인공지능(AI) 교사의 도움을 받아 수업을 구성할 수 있다.

셋째, 교육에 인공지능을 활용할 때 위험요소는 세 영역으로 볼 수 있다. 인공지능 자체 불완전성에 의한 한계, 인간이 인공지능을 활용할 때 개발자, 사용자, 협력자로서 인간의 악용과 오용 문제 그리고 산업 분야별 윤리적 문제이다. 이 중 교육에 가장 큰 영향을 가져올 수 있는 첫 번째 영역은 인공지능 자체의 불완전성에 관한 것으로 알고리즘 편향성, 학습데이터 부족과 잘못된 학습의 결과의 부정적 영향, 스스로 통제하지 못하는 인공지능에 의해 발생하는 것으로 위험성이 크다. 따라서 이러한 우려를 통제하기 위하여 신중하고 현실적인 법적, 윤리적 원칙들을 미리 세우는 것이 중요하다.

이상의 연구 결과를 바탕으로 내린 제언은 아래와 같다.

첫째, IT 기술의 발달로 교육 현장에서 인공지능 기술과 교육 프로그램은 지속해서 발전할 것이다. 따라서 본 연구에서 제안한 인공지능 교육의 유형과 개념, 정의는 기술의 발전에 따라 수정과 보완이 필요하며 인공지능(AI) 교사의 용어와 개념 정의는 실제 현장에 도입될 기술들의 특징을 자세히 분석하여

보다 명확히 제시할 필요가 있다.

둘째, 현재 인공지능 기술을 적용한 교육 사례들이 다양하게 제시되어 있으나 실제 수업에 활용한 사례는 극히 드물다. 특히 본 연구의 결과물인 미시적 수업모델의 단계별 활동과 관련된 인공지능 교육 프로그램의 구체적인 활용법에 관한 후속 연구 역시 필요하다.

셋째, 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 협업 방안으로 제시한 거시적, 미시적 수업모델의 현장 검증을 통한 정교화 작업도 필요하다. 도입, 전개, 정리, 평가 각 단계에서 서로 협업할 수 있는 활동을 제시하여 현장 적용 가능성을 높이고자 하였으나 실제 수업에 적용한 결과를 반영하여 수정과 보완이 덧대어진다면 새로운 수업 방법으로 기능할 수 있다.

인공지능 기반의 미래 사회가 도래했다고 하여 인간교사의 역할이 크게 바뀌지는 않는다. 기존의 해오던 여러 수업과 업무 중에 우선순위의 변화가 생길 수 있고, 수업보다 행정에 할애했던 시간을 수업과 학생지도, 상담 등에 집중할 수 있게 될 것으로 기대한다. 다만 인공지능(AI) 교사 도입에 따라 야기될 윤리적 문제를 해결하기 위해서는 도입 단계부터 준비하여 지속적인 확인과 점검, 성찰을 통해 협업 과정이 목적에 알맞게 기능하도록 모든 요소에 대해 철저하게 대비하고 점검하여야 한다.

차 례

I. 서론	1
1. 연구의 필요성 및 목적	3
2. 연구 내용 및 방법	5
II. 미래시대의 학교교육 패러다임 변화	7
1. 미래시대의 학교교육	9
2. 인공지능 기반의 미래 학교교육	18
III. 인공지능(AI) 교육의 이해	23
1. 인공지능의 개요	25
2. 인공지능 인재 양성 정책	32
3. 인공지능과 교육	52
IV. 인공지능(AI) 교사의 개발 현황과 특징	73
1. 인공지능(AI) 교사의 개요	75
2. 인공지능(AI) 교사 개발과 활용 사례	85
V. 인공지능(AI) 교사에 대한 인식조사	107
1. 연구의 목적 및 대상	109
2. 통계분석 및 해석	113
VI. 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 역할 및 기능 정립	131
1. 인간교사의 역할과 직무 변화	133
2. 인공지능(AI) 교사의 교육적 활용	146
3. 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 협업 수업 모델 구안	149
VII. 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 협업에 따른 윤리기준	159
1. 인공지능 교사의 교육적 활용에 대한 법적 근거	161
2. 인공지능 교사의 교육적 활용의 한계와 쟁점	169
3. 인간교사와 인공지능 교사의 협업에 따른 윤리 기준	173
VIII. 요약 및 결론	191
부록	197
참고문헌	207

표 차 례

〈표 II-1〉 미래시대 교육에서의 뉴 노멀 기준	10
〈표 II-2〉 학교교육의 변화	11
〈표 II-3〉 학교교육의 변화 특징	12
〈표 II-4〉 미래 학교교육의 제4의 길 특징	13
〈표 II-5〉 OECD 교육 2030에 제시된 역량의 구성 요소	15
〈표 II-6〉 OECD 교육 2030의 학습의 방향 및 교사상	17
〈표 II-7〉 미래학교 예측 모델	18
〈표 II-8〉 에듀테크 기반 학교 지원 서비스 내용	19
〈표 II-9〉 인공지능 기반의 학생교육 및 학습, 교사 지원	20
〈표 III-1〉 인공지능의 정의	25
〈표 III-2〉 해외 AI 선도 국가의 AI 인력양성 정책	33
〈표 III-3〉 AI4AL의 Open Learning 단원과 학습 목표	36
〈표 III-4〉 AAAI의 AI 교육을 위한 5개 빅아이디어의 주요개념 및 학년군 별 학습 내용	37
〈표 III-5〉 차세대 AI 발전계획 3단계 전략 목표	40
〈표 III-6〉 ‘차세대 인공지능 발전계획’의 인재양성 방안	41
〈표 III-7〉 초·중등학교 종합실천활동 중 설계제작 활동의 추천 주제 일람	41
〈표 III-8〉 영국 AI 산업 발전 인력양성 권고안	44
〈표 III-9〉 영국의 AI 준비, 의지, 가능성	44
〈표 III-10〉 일본 Si기술전략 인력양성 방안(1단계)	46
〈표 III-11〉 미래투자전략 2018의 AI인력 양성 방안	46
〈표 III-12〉 Si기술전략 실행계획의 인력양성 방안	47
〈표 III-13〉 독일의 인공지능 관련 학제적 수업 예시	48
〈표 III-14〉 인공지능 이해교육의 3영역과 7주제	55
〈표 III-15〉 인공지능 활용 교육의 유형	56
〈표 III-16〉 음악 교과의 목표 달성을 도와주는 AI앱	57
〈표 III-17〉 미술 교과의 목표 달성을 도와주는 AI앱	57
〈표 III-18〉 체육 교과의 목표 달성을 도와주는 AI앱	58
〈표 III-19〉 인공지능 개념의 이해를 도와주는 AI앱	58
〈표 IV-1〉 교육에서 AI가 지원할 수 있는 역할	78
〈표 IV-2〉 AI활용 교육시스템의 유형(홍선주 외, 2020)	85

〈표 V-1〉 설문조사 배경 요인별 특성	109
〈표 V-2〉 설문조사 내용	112
〈표 V-3〉 AI 교사가 도움을 줄 수 있을 것으로 생각되는 부분	113
〈표 V-4〉 AI 교사가 도움을 줄 수 있을 것으로 생각되는 과목별 내용	114
〈표 V-5〉 AI 교사가 도움을 주기 어려운 부분	115
〈표 V-6〉 AI 교사의 능력 중 사용할 의향이 있는 기능(다중응답)	116
〈표 V-7〉 미래 교사의 역할 변화	117
〈표 V-8〉 미래 교사의 중요 역량 변화(다중응답, 3개)	118
〈표 V-9〉 인간교사의 행정 역할 변화 예측	119
〈표 V-10〉 인간교사의 수업 역할 변화 예측	119
〈표 V-11〉 인간교사의 역할 비중 변화 예측	119
〈표 V-12〉 인공지능과의 협업 과정	120
〈표 V-13〉 인공지능과의 협업의 중요 요소(다중응답)	120
〈표 V-14〉 AI 교사 도입 선결조건	121
〈표 V-15〉 AI 교사 도입 우려사항	122
〈표 V-16〉 AI 교사 도입 우려사항(성별)	122
〈표 V-17〉 AI 교사 도입을 위한 선제 준비 내용	123
〈표 V-18〉 AI 교사 사고 책임 소재(다중응답)	123
〈표 V-19〉 AI 수집 기명, 익명 데이터 접근 권한(다중, 모두)	124
〈표 V-20〉 AI 교사 개발 주체	125
〈표 V-21〉 AI 교사 개발 주체(연수시간)	125
〈표 V-22〉 AI 교사 도입 시 사용 의향	129
〈표 VI-1〉 미래 인재의 핵심 역량	141
〈표 VI-2〉 전통적인 교사의 역할	143
〈표 VI-3〉 인공지능 교사의 역할	144
〈표 VI-4〉 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 거시적 협업 수업 모델	155
〈표 VI-5〉 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 미시적 협업 수업 모델	157
〈표 VII-1〉 EU의 신뢰할 만한 AI의 7대 요구 사항	179
〈표 VII-2〉 인공지능 신뢰성(Trustworthiness)의 주요 핵심요소 및 의미	185

그림 차례

[그림 II-1] OECD 학습 나침반 2030	14
[그림 II-2] 포스트코로나 시대 교육의 방향과 교사전문성	21
[그림 II-3] 미래학교 지원 K-에듀 통합 플랫폼 개념도	21
[그림 II-4] 인공지능(AI) 기반 통합교육 시스템 지원 사항	22
[그림 III-1] 특이점 곡선	26
[그림 III-2] 앨런 튜링과 ‘Computing Machinery and Intelligence’ 논문	27
[그림 III-3] 로젯 블랫, 신경망과 인공신경망	28
[그림 III-4] 마빈 민스키와 퍼셉트론	28
[그림 III-5] ILSVRC 대회에서의 이미지 인식 오류율의 변화	30
[그림 III-6] 2018년 인공지능 분야 Hype Cycle	30
[그림 III-7] 전 세계 인공지능 영역 기술인재 분포지도	32
[그림 III-8] 신기술 인재양성을 위한 교육과정의 구성	40
[그림 III-9] CSTI의 AI 인재 육성 방안	47
[그림 III-10] 2018~2022년 프랑스 정부의 대규모 투자계획 중 교육분야 비중	50
[그림 III-11] ‘에콜42’의 개요와 교과목	51
[그림 III-12] 과학기술정보통신부의 2019년(좌), 2020년(우) 보도자료	52
[그림 III-13] 인공지능 교육의 구성과 각 교육 내용의 역할	53
[그림 III-14] 착한 인공지능교육에서 기르고자 하는 역량	54
[그림 III-15] experiments.withgoogle.com/collections에서 제공하는 앱	56
[그림 III-16] AI기반 교육의 현재와 미래의 위치	59
[그림 III-17] AI 기반 교육에서의 역할 관계	60
[그림 III-18] AI 기반 교육에서의 교수자의 상대적 역할 비중 변화	61
[그림 III-19] 학습 주도권 배분 형태	62
[그림 III-20] AI 기반 교육 모델	63
[그림 III-21] 교육정책 지원을 위한 인공지능 플랫폼의 구성도	64
[그림 III-22] 인공지능 플랫폼의 기능 및 교육 서비스 제공	65
[그림 III-23] 인공지능교육 플랫폼 유형	66
[그림 IV-1] 지능형 교수 시스템의 구조(한선관, 류미영 2020)	83
[그림 IV-2] 적응형 학습 시스템의 구조(Dade, 2016)	83
[그림 IV-3] 적응형 평가시스템의 프레임워크(Sfenrianto, 2018)	84

[그림 IV-4] 체리팟 스쿨 (https://hello.cherrypot.net/)	86
[그림 IV-5] AI 팽톡 (https://pengtalk-student.ebse.co.kr)	86
[그림 IV-6] AI 선배 (http://www.korea.ac.kr)	87
[그림 IV-7] EBS 맞춤형 콘텐츠 추천 시스템 (https://www.ebs.co.kr)	88
[그림 IV-8] 닥터매쓰	88
[그림 IV-9] 레드펜AI (http://www.kyowonedu.com)	89
[그림 IV-10] 클래스팅 AI	89
[그림 IV-11] 스마트올	90
[그림 IV-12] 노리	90
[그림 IV-13] 루이드	91
[그림 IV-14] 관다 앱	92
[그림 IV-15] 단비 (https://danbee.ai/)	92
[그림 IV-16] Third space learning(https://thirdspacelearning.com)	93
[그림 IV-17] MATHia	94
[그림 IV-18] 드림박스 (https://www.dreambox.com/)	94
[그림 IV-19] ASSISTments	95
[그림 IV-20] Alta	95
[그림 IV-21] AltSchool(https://www.altschool.com/)	96
[그림 IV-22] CIRCSIM-Tutor	97
[그림 IV-23] AutoTutor	97
[그림 IV-24] Watson Tutor	98
[그림 IV-25] Fractions Lab (https://phet.colorado.edu/)	98
[그림 IV-26] Betty's Brain	99
[그림 IV-27] Crystal Island	99
[그림 IV-28] Project Essay Grade	100
[그림 IV-29] Intelligent Essay Assessor	100
[그림 IV-30] CENTURY	101
[그림 IV-31] Branching Minds	101
[그림 IV-32] ClassCharts	102
[그림 IV-33] Musio (https://www.themusio.com/home)	103
[그림 IV-34] 엔트리(https://playentry.org)	103
[그림 IV-35] 엠블록 (https://mblock.makeblock.com)	104
[그림 IV-36] 티쳐블머신	104

[그림 IV-37] ML4Kids	105
[그림 IV-38] 스크래치	105
[그림 VI-1] 미래 교사의 역할 및 직무	145
[그림 VI-2] 증강현실이 장착된 교실 환경(김홍겸 외(2020), 재인용)	148
[그림 VI-3] 인공지능 교사의 역할 및 직무	149
[그림 VI-4] 인간교사와 인공지능 교사의 상호보완적 관계	150
[그림 VI-5] 12가지 AI 기반 교육 모델(출처: 부산광역시교육청, 2019)	152

부 록 차 례

가. 미시적 모델을 활용한 수업지도안 - 수학	199
나. 미시적 모델을 활용한 수업지도안 - 사회	203

I . 서론

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

4차 산업혁명 흐름 속에서 2020년 코로나19 사태가 불현듯 다가오면서 초·중등학교 교육과정이 집합교육의 면대면 수업방식에서 온라인 줌 수업 병행방식으로 혼용되면서 학교 교수학습방법 전반에 대한 인식의 패러다임 전환 계기가 되고 있다. 특히, 학교 교실 장면에서 기존 교사의 역할을 지원 및 협력하는 인공지능 교사(Artificial Intelligence Teacher)의 개발과 활용, 적용의 윤리기준 마련 등에 관한 정책적 관심이 증대되고 있다. 4차 산업혁명에 따른 과학기술의 급격한 발전은 미래 교육환경의 변화가 이전과는 다른 차원에서 가속화될 것으로 예상된다. 과학기술의 발달은 초·중등학교의 교수학습 장면도 교사 주도에서 교사와 인공지능 교사가 협업하는 방향으로 새로운 패러다임의 전환이 예견되는 만큼 국가 개정 교육과정도 디지털 리터러시 및 인공지능 관련 소양교육 등이 더욱 강조될 필요가 있다.

미국(AI 이니셔티브 행정명령, 2019. 02)과 중국(차세대 AI 발전계획, 2017. 07)을 비롯하여 세계 각국은 경쟁적으로 인공지능(Artificial Intelligence, 이하 AI) 개발을 위한 국가 차원의 대규모 투자계획을 세우고 추진하고 있다(한국교육학술정보원, 2020). 우리나라도 2019년 12월에 AI 국가전략을 발표하고, 전 생애, 모든 직군에 걸친 AI 교육 실시와 세계 최고의 AI 인재 양성을 강조하였다. 2020년 3월 교육부 업무 보고를 통해 ‘초·중·고 AI 교육 기반 조성’, ‘AI 교육 종합방안 수립’ 등을 발표하고 AI 시대를 대비한 교육정책을 추진하고 있다(한국교육과정평가원, 2020).

학교교육 현장에서 AI 기술 활용 방안으로 AI교사(Artificial Intelligence Teacher)에 대한 관심이 높아지고 있다. AI교사가 개인별 맞춤형 학습과 학습 성과 개선에 도움을 줄 수 있으며, 협력학습 환경, 지능형 교육시스템을 구현함으로써 교사의 과중한 직무를 해소하는 데 도움을 주는 보조 교사의 소임을 수행할 것으로 기대되고 있다. 반면, 머신러닝(Machine Learning)과 딥러닝(Deep Learning)으로 무장한 AI교사가 인간교사의 주요 업무인 교수-학습을 대신할 뿐만 아니라 학생 상담 및 생활 지도까지 대신함으로써 인간교사의 역할을 대체할 것이라는 주장도 제기된다(이성국, 2021). 미래사회의 인공지능 기술이 기존 교사의 역할을 일부 대체할 수 있음을 연구한 결과에 있어서, 수업, 평가, 상담, 지식제공 영역에서 인공지능

기술이 인간교사의 역할을 대체할 수 있다고 분석하였다. 예를 들면, 수업 영역에서는 개인맞춤형 학습상황 제공, 학생의 속도에 맞는 학습 진행, 자기조절학습 기능 제공, 다양한 학습상황의 제공을, 평가 영역에서는 다양한 평가방법의 활용, 개별 평가 및 피드백 제공을, 상담 영역에서는 특정한 목표를 지닌 상담 가능, 개인별 맞춤 상담 가능, 사회성 개발 등을, 지식제공 영역에서는 딥러닝을 통한 다양한 지식의 산출, 지식의 불평등 해소할 수 있음을 분석하였다(김홍겸, 박창수, 정시훈, 고희경, 2020).

최근에는 2022 개정교육과정 총론이 2021년 11월 24일 발표되었다. 이의 발표 내용에 의하면, 개정의 중점사항의 하나는 디지털 · AI 교육환경에 맞는 교수·학습 및 평가체제 구축이 제시되었으며, 추진과제로는 미래 대응을 위한 교육과정으로 디지털 기초소양 강화가 제시되었다. 이러한 디지털 및 AI 교육환경에 있어서는 핵심 아이디어 중심으로 학습 내용을 엄선하고, 실생활 맥락과 연계한 교수학습 및 평가를 통해 학생의 자발적 능동적 참여 강화, 비대면 원격교육의 확대와 디지털 시대의 교육환경 변화에 부합하는 미래형 교수학습 방법과 평가체제 구축, 온 오프라인 학습, 에듀테크 활용 등 유연한 교육과정 운영을 통해 학습자 개별 맞춤형 지도 및 평가 강화, 교사의 디지털 에듀테크 활용 역량 함양을 위한 기반 조성, 수업 설계 운영과 평가에서 다양한 디지털 플랫폼과 기술 및 도구를 효율적으로 활용할 수 있도록 시설 설비와 기자재 확충, 디지털 교육환경 변화에 대응하면서 학습자의 교육적 성장을 효율적으로 지원할 수 있도록 교원의 교수학습 및 평가 연수 지원이 구체적으로 제시되었다(교육부, 더 나은 미래, 모두를 위한 교육 2022 개정 교육과정 총론 주요사항(시안), 2021. 11. 24).

따라서 학교교육 현장에서는 인공지능 교육을 주도적으로 수행할 인간교사의 역할을 재정 의하고, 더불어 AI교사의 역할과 기능, 인간교사와의 협업 방법 등에 관한 체계적인 연구의 필요성이 지속적으로 제기되고 있다(한국교육학술정보원, 2020). 학교교육에서 과학혁명의 산물인 디지털 기술은 교수학습 장면에서 학생 개인별 다양한 교육적 요구를 충족하고 지원하는 방향으로서의 기능과 역할로 재정립해야 과제가 대두될 수밖에 없다.

이에 본 연구의 목적은 미래교육시대의 특징을 탐색하면서 인공지능교육의 역사적 변천 과정과 인공지능 교사에 대한 명확한 이해와 개념을 고찰하였다. 또한 학교 현장에서 활용 가능한 인공지능교사 프로그램을 분석하여 미래교육에 있어서 교사와 AI교사의 역할과 기능, 교사와 인공지능 교사의 협업에 따른 제도적, 법적, 그리고 윤리적 기준 등을 탐색하는데 주안점을 두었다.

2. 연구 내용 및 방법

이 연구에서의 연구 내용 및 방법은 다음과 같다.

가. 연구 내용

○ 포스트 코로나 시대와 미래교육의 방향

4차 산업 혁명과 코로나 시대를 맞이하여 학교교육의 모습에서 학교교육의 교수학습 장면이 어떠한 모습으로 전개될 것인가에 대하여 이론적 논거를 탐색하였다. 특히, 포스트코로나 시대 코로나19 이전과 대조되는 미래학교 교육의 모습에 대한 검토를 통하여 인간교사와 AI교사의 역할과 기능의 시사점을 탐색하였다.

○ 인공지능(AI) 교육 이해 및 인공지능교사의 개별 현황과 특징

인공지능 활용 교육의 미래는 아직 구체적으로 실현되지 않았으나 앞으로 다가올 인공지능교사 협력 모습에 대한 다양한 논의와 방법을 통하여 예견해 볼 수 있다. 여기에서는 인공지능교육에 관하여 그동안의 연구 결과를 토대로 한 인공지능교육의 기본적인 원리를 탐색하는데 주안점을 두었다. 또한 인공지능 교사의 개발과 특징에 대해서는 학습용 콘텐츠 제공 프로그램(AR, VR, AI스피커, e북 등), 교수-학습 지원 프로그램(자료검색, 협동학습 등), 개별 튜터링 프로그램(개별 맞춤형 학습 경로 제공), 평가 및 학습 성과 관리 프로그램(채점 자동화, 학습 인증제), 챗봇 활용 상담 프로그램(학생 생활 및 상담 지도), 교사 교무행정 지원 프로그램, 교원 연수 지원 프로그램 등에 대해서 탐색하고자 하였다.

○ 인간교사와 인공지능 교사의 역할과 기능 정립

앞서 미래교육시대를 조망하면서 드러난 인간교사와 인공지능 교사의 협력적 운영 체제에서는 인간교사의 역할과 직무 변화, 인공지능(AI) 교사의 교육적 활용(도입), 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 협업 수업모델 구안을 분석하고자 하였다. 또한 여기서는 인공지능(AI) 교사의 교육적 활용에 대한 법적 근거, 인공지능(AI) 교사의 교육적 활용의 한계와 쟁점, 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 윤리기준 제시 등에 대해서 살펴보고자 하였다. 아울러 인공지능(AI) 교사의 교육적 활용 등에 대한 현장 교사들의 인식을 살펴보기 위해 설문조사를 진행하였다.

나. 연구 방법

○ 문헌연구

이 연구의 연구방법은 문헌 탐색을 주로 하였다. 포스트 코로나 및 미래교육체제에서 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 역할과 기능이 학교교육에서 어떠한 모습으로 전개될 것인가에 관한 국내외 보고서 및 연구 논문, 이슈 보고서, 단행본, 통계자료 등에 관한 문헌 탐색을 통하여 내용을 종합적으로 정리하고, 연구진의 견해를 제시하였다.

○ 전문가협의회

이 연구에서는 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 역할과 기능 탐색에 있어 현장교원을 비롯한 교육전문가 중심의 협의회 방법을 활용하였다.

○ 온라인 인식조사

이 연구에서는 인공지능(AI) 교사의 역할과 기능이 학교 현장에서의 활용과 적용 등에 관한 현장 교사들의 인식을 알아보기 위해 온라인 설문조사(Online-Survey)를 실시하였다. 온라인 조사를 위한 모집단은 우리나라 초·중등 교원을 대상으로 진행하였다. 코로나19 상황의 제약적 한계로 인하여 설문조사 시스템의 URL이 포함된 내용을 초·중등학교에 공문을 발송하지 못하였으며, 대신 한국인공지능교육학회 회원 등을 대상으로 하여 현장 교원들이 접속하여 조사에 응답하는 방식을 사용하였다.

○ 교육포럼 실시

포스트 코로나 시대를 맞이하여 미래교육시대를 조망하면서 드러난 교사와 인공지능 교사의 협력적 운영체제에서 교사의 역할과 직무 변화, 인공지능(AI) 교사의 교육적 활용, 교사와 인공지능(AI) 교사의 협업 수업모델 구안 방향과 과제를 탐색할 필요성이 증대되었다. 이를 위해서는 현장 교원들과의 의사소통 및 정보 교류 차원에서 교육포럼을 실시하였다. 교육포럼은 한국교원교육학회와 한국인공지능교육학회, 한국교육정책연구소가 공동으로 2021. 12. 15(수) 14:00, ZOOM 화상과 유튜브 방식으로 진행되었다. 공동포럼에는 발제자 2인과 토론자 5명을 비롯한 현장 교원들이 대거 참여하였다. 정책포럼 관련 세부 사항은 부록에 첨부하였다.

II . 미래시대의 학교교육 패러다임 변화

II. 미래시대의 학교교육 패러다임 변화

1. 미래시대의 학교교육

가. 학교교육의 개념 재정립

교육은 인간이 지구에 생존하면서부터 다양한 형태로 존재하여 왔다. 오늘날의 교육은 대체로 학교교육을 지칭하는 것으로 산업화가 시작된 이래로, 국가 주도의 제도적 교육시스템 속에서 진행되는 의도적이고 계획적으로 미래에 필요한 인간을 육성하기 위해 준비하는 것을 의미한다. 우리나라의 경우는 해방 이후 지금까지 국가가 필요한 인재를 안정적으로 확보하기 위한 전략의 하나로 학생 개개인의 꿈과 희망을 학교교육제도를 통해 실현할 수 있도록 교수자 중심의 교육과정 틀을 구성하고 안내하는 시스템으로 작동하고 있다.

그러나 4차 산업혁명 시대와 코로나19 시대를 경험하면서 기존 학교 교육제도가 불확실성이 증폭되는 시대적 상황을 제대로 대응하는데 어려움이 있음을 다양한 측면에서 성찰하는 계기가 되고 있다. 특히 정보통신 기술 혁명에 따라 컴퓨팅 기술과 인공지능 기술의 급격한 변화로 학교라는 물리적 공간에 모든 학생이 일정한 시간이 집합하여 같은 형태의 수업을 받는 정형화된 모습이 과연 타당한가에 대한 의문을 던지고 있다. 특히 코로나19 시대를 처음으로 경험하면서 교육의 개념이 시간과 공간 측면에서 새롭게 정의될 수 있음을 발견하면서 미래시대의 교육의 개념도 확실하게 다르게 정리될 필요가 있다. 최근에는 OECD를 비롯하여 우리나라도 미래시대에 걸맞은 교육 개념에 대한 활발한 논의가 전개되어 왔다(전제상 외, 2020; 전제상 외, 2021).

미래시대를 준비하는 학생들은 교과와 핵심을 종합적으로 꿰뚫는 핵심 프로젝트를 발굴하여 학생들에게 장기적으로 수행하도록 함으로써 더 나은 창의력과 문제해결력 및 진로 개척력을 기르는 것이 중요하며, 특히 팬데믹으로 인한 교육의 뉴 노멀 시대가 앞당겨지고 있음을 강조하였다(홍후조 외, 2020)

<표 II-1> 미래시대 교육에서의 뉴 노멀 기준

구분	전통적 교육 시스템	뉴 노멀 구현 교육 시스템
교육 시스템	- 하나의 독립적인 제도	- 보다 큰 생태계의 일부
책임지는 이해관계자들의 참여	- 일부 사람들이 모든 결정권을 가짐 - 분업화(교장-학교운영, 교사 가르치기, 학생-교사 말 잘 듣기)	- 결정권 및 책임이 여러 이해관계자들 간에 분담(부모, 직원, 공동체, 학생 등 포함) - 책임 공유(모두가 관여되므로 다 같이 책임감을 가짐, 학생도 포함)
학교 교육의 효과와 경험에 대한 관념	- 결과 지상주의 - 학업적 성과에 집중	- 결과뿐만 아니라 과정도 중요시 - 학업 성과뿐만 아니라 전체적인 학생의 행복/웰빙에도 집중
교육과정과 학습 과정에 대한 관념	- 1차원적, 표준화된 과정	- 입체적 발전(학생마다 각기 다른 학습 경로가 있다는 것을 인정)
중점적 모니터링 대상	- 책무성과 준수 정도	- 시스템에 대한 책무성 및 시스템 개선 여부
학생 평가	- 표준 시험	- 다양한 목적에 맞는 다양한 평가 방식
학생의 역할	- 교사의 지시사항 듣고 따르기 - 학생 자립성에 대한 논의 대두	- 학생과 교사가 높은 자율성을 바탕으로 교육에 적극 참여

출처 : 홍후조 외(2020)에서 참조

2012년 하그리브스와 셸리(Hargreaves & Shirley)는 학교교육 제 4의 길: 학교교육 변화의 역사와 미래 방향(The Fourth Way)(이찬승, 김은영, 홍완기 공역, 2015)을 통해서 1960년 이후 지난 40여 년에 걸쳐 변화해 온 학교교육의 길을 제1의 길(1960~1970년), 제2의 길(1980년대), 제3의 길(1990년대~2000년대)로 구분하여 교육적으로 이루어진 변화 지향성을 <표 II-1>과 같이 비교하였다. 그들은 지구가 생태적 위기에 처해있고, 세상 너무나 많은 곳이 불안정한 이때, 제3의 길에서의 문제는 과도한 정부 통제가 문제임을 지적하고, 제4의 길로의 변화에서는 점진적인 변화가 아닌 파괴적인 혁신이 이 필요하다고 강조하였다(이찬승, 김은영, 홍완기 공역, 2015: 122).

<표 II-2> 학교교육의 변화

구 분	제1의 길	제2의 길	제3의 길	제4의 길
통제	전문성	전문성과 관료주의	관료주의와 시장	관료주의, 시장, 전문성
목적	혁신과 영감	일관성의 추구	시장과 표준화	성과와 파트너십
신뢰	수동적인 신뢰	의혹의 증가	적극적인 불신	대중의 신뢰
지역사회 참여	대체로 부재	학부모와의 의사소통	학부모의 선택	지역사회에 서비스 제공
교육과정	비일관적 혁신	개괄적인 성취기준과 결과	상세하게 사전 기술된 표준화된 성취기준	코칭 및 지원을 수반한 사전기술의 다양화
교수와 학습	절충적·비일관 적	성취기준과 평가를 통해 사전기술적 으로 접근 시도	성취기준과 시험에 맞춰 지도	데이터 중심, 개인맞춤형
전문성	자율적	협력의 증대	비전 문화	재전문화
교사 학습공동체	자율적 재량	일부 협력적 문화	직위적 협력관계	데이터 중시. 교사의 열의
평가와 책무성	지역별 표집	포트폴리오 수행기반	전수조사를 통한 교부담 평가	성취 목표 높임, 자기 감시, 전수 조사를 통한 평가
수평적 관계	자발적	협의적	경쟁적	네트워크화

출처: 이찬승·김은영·홍완기 공역(2015), p.121.

그동안 학교교육이 제1의 길에서 제3의 길까지 변천 과정별 특징을 유지와 폐지로 구분하여 제시하였다. 제1의 길에서는 자율성은 유지하고 비일관성과 전문직 자격화는 폐지해야 하고, 제2의 길에서 유지할 것은 공정성 실현을 위한 통합교육이고, 버릴 것은 과도한 표준화이다. 제3의 길에서 유지할 것은 재정 재투자자와 전문가 네트워크이고, 폐지해야 할 것은 데이터 집착, 목표 부과 등이다. 이러한 하그리브스와 셸리의 비교 분석은 우리나라에도 그대로 적용해도 무리가 없을 정도로 유사하다.

<표 II-3> 학교교육의 변화 특징

구 분	운영 특징	유지	폐지
제1의 길	<ul style="list-style-type: none"> 1945~1970년대 중반 복지 중심의 국가의 풍부한 지원과 교사 재량에 의지하여 운영 일관성, 통일성 결여 	감화, 혁신, 자율성	비일관성, 전문직 자격화
(과도기)	<ul style="list-style-type: none"> 1970년대 중반~1980년 후반 시장 경쟁 도입 후 혼란과 모순의 시기 	지역 차에 무관한 공통 기준	교사, 관리자, 공동체 등의 약화
제2의 길	<ul style="list-style-type: none"> 1980년대 후반~1990년대 중반 국가 주도의 교육 표준화 지향 및 교사 자율성 상실 학업성취도 목표 설정 	긴급성, 일관성 있고 공정성 실현을 위한 통합교육	치열한 경쟁과 과도한 표준화
제3의 길	<ul style="list-style-type: none"> 1990년 후반-2000년대 후반 중앙 집권의 길, 균형적 접근으로 통합적 사고 지향(위로부터의 리더십 리더십과 아래로부터의 권익 신장, 책무성과 자율성 등) 	균형과 통합성, 대중의 참여, 재정적 재투자, 과학적 판단 근거, 전문가 네트워크	지속적인 독재성, 부과된 목표, 데이터 집착, 상호작용의 거품

출처: 박남기 외(2020). 미래학교에서의 교사역량과 정책방향:온라인 학습생태계구축을 중심으로, p. 13를 참조하여 재구성함.

그들은 미래시대의 학교교육은 제4의 길을 모색해야 한다고 주장하였다. 제4의 길에서는 학교교육이 걸어갈 새로운 지향성이 제시된다는 점에서 주목할 필요가 높다. 제4의 길에서는 개혁의 목표와 파트너십을 떠받치는 6개의 기둥과 개혁의 동력으로 작용할 교사 전문성의 3가지 원칙, 그리고 학교교육 전체의 통합성을 높여줄 4가지 촉매가 제시된다. 6개의 기둥은 ① 영감을 주고 통합을 이끄는 비전, ② 시민의 적극적인 참여, ③ 성취를 위한 투자, ④ 교육에 대한 기업의 사회적 책임, ⑤ 변화의 파트너로서의 학생, ⑥ 사려 깊은 교수.학습을 의미한다. 또한 3가지 교사 전문성 원칙으로는 ① 질 높은 교사, ② 적극적이고 강력한 교원단체, ③ 활발한 학습공동체가 제시되고, 학교교육 전체의 통합을 촉진하는 4가지 촉매로는 ① 지속 가능한 리더십과 ② 통합적인 네트워크, ③ 책무성에 우선하는 책임감, ④ 다양성의 존중이 제시되었다(박영숙 외, 2017: 49-51).

<표 II-4> 미래 학교교육의 제4의 길 특징

구 분	특징	주요 내용
지향성	개혁의 목표와 파트너십을 지원하는 여섯 개의 기둥	① 영감을 주고 통합을 이끄는 비전, ② 시민의 적극적인 참여, ③ 성취를 위한 투자, ④ 교육에 대한 기업의 사회적 책임, ⑤ 변화의 파트너로서의 학생, ⑥ 사려 깊은 교수·학습
개혁 동력	교원 전문성의 세 가지 원칙	① 질 높은 교사 ② 적극적이고 강력한 교원단체 ③ 활발한 학습공동체
통합 촉매	학교교육 통합 제고를 위한 4가지 촉매	① 지속가능한 리더십 ② 통합적인 네트워크 ③ 책무성에 우선하는 책임감 ④ 다양성의 존중

출처: 이찬승·김은영 공역(2015), p.177, p.207, p.221에서 참조

나. 미래 교육을 위한 OECD 교육 2030 프로젝트의 특징

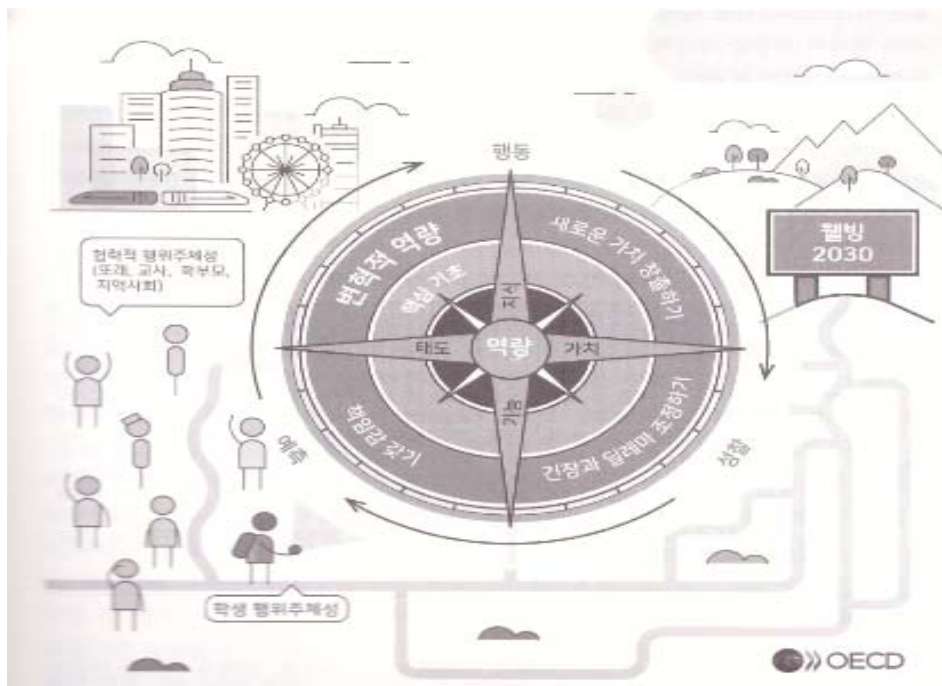
OECD 교육 2030 프로젝트(The Future of Education and Skills: OECD Education 2030)¹⁾는 2015년부터 2030년 미래 교육의 모습을 조망하기 위해 OECD 교육 사업이다. 미래 교육에 있어서 역량 개념 정립을 위한 1주기 사업이 2018년까지 실시되었고, 2019년부터는 역량 개발 방법 탐색 2주기 사업이 진행 중에 있다.

OECD는 미래사회의 불확실성에 대비하기 위해서 지식과 기능 습득 이상을 의미하는 역량의 개념이 중요하므로, 미래세대의 학생들은 역량 개발에 집중할 필요성을 역설하였다. 이러한 역량의 개념은 복잡한 요구를 충족시키기 위해 지식, 기능 태도와 가치를 동원하는 능력을 의미한다(OECD, 2018, 이상은 외, 2018). 미래시대는 학생들이 미래를 만들어 가는 변혁적 역량이 무엇보다 중요하며, 그 이유는 미래세대가 빠른 속도로 변하고, 불확실하며, 복잡하고, 불명확하며 가변적 특성 등에 유연하게 대처해야 하기 때문이다.

OECD는 2019년 5월 교육 2030 학습 개념적 구조를 발표하였다. 2030 학습 개

1) OECD 교육 2030 프로젝트는 OECD DeSeCo 사업(1997~2003년)의 2.0 버전으로, DeSeCo 사업과의 차이점은 DeSeCo 사업에서 핵심 역량을 제시한 데 비해 교육 2030에서는 변혁적 역량(transformative competencies)을 제시한 점, 실행 방법에 시사점이 약했던 DeSeCo 사업을 보완하고 역량교육의 실행에 주안점을 두고 진행되었다.

념 구조는 교육적 지향점, 변혁적 역량, 핵심기초, 역량 개발 사이클, 역량의 범주, 행위 주체성 등으로 구성된다. 교육적 지향점은 개인과 사회의 웰빙으로 제시되고, 변혁적 역량으로는 새로운 가치 창출, 긴장과 딜레마 조정하기, 책임감 갖기의 3가지로 제시되었다. 이와 더불어 다양한 역량을 키울 수 있도록 인지적, 사회·정서적, 신체적 기초를 다질 수 있도록 핵심 기초 능력이 제시되는데, 이들 핵심 기초 능력으로는 문해력, 수리력, 디지털 리터러시, 데이터 리터러시, 건강 리터러시가 제시된다. 미래는 평생학습사회이므로 학생들이 학교 밖에서도 역량을 지속 개발할 수 있는 능력이 필요하므로 학습 과정은 예측-실행-성찰로 구성된 역량을 개발해 갈 수 있는 순환적 과정을 갖는다(박남기 외, 2020)



[그림 II-1] OECD 학습 나침반 2030

출처: 황은희 외 (2019), p.21.

학습 개념 구조에서의 역량은 지식과 기능, 태도와 가치의 3가지 관점으로 제시되었다. 지식에서는 학문적, 간학문적, 인식론적, 절차적 관련 내용이 포함되고, 기능에서는 인지적·메타인지적, 사회·정서적, 실용적·신체적 관련 내용이 포함되며, 태도와 가치에서는 개인적, 사회적, 사회관습적, 인류적 관련 내용이 포함되었다(최수진 외, 2019; 박남기 외, 2020).

<표 II-5> OECD 교육 2030에 제시된 역량의 구성 요소

구 분		세부내용
지식	학문적	<ul style="list-style-type: none"> 특정 학문 내에서의 지식으로서 (세부 내용 지식보다는) 핵심 개념 또는 빅 아이디어(일반화된 원리, 원칙, 핵심 개념으로 구성)를 “이해” 하고 패턴을 인식하는 것이 강조됨
	간학문적	<ul style="list-style-type: none"> 실생활의 문제와 현상과 이슈들을 서로 다른 여러 학문을 통해서 다양한 시각으로 바라보는 능력, 교과내용과 실생활과의 연결, 교과 간 다양한 개념의 상호관련성 학습, 이슈나 현상 또는 주제 중심의 탐색, 교과 재구조화(STEM, STEAM), 프로젝트 학습
	인식론적	<ul style="list-style-type: none"> 전문가처럼 사고하고 행동하는 방법에 관한 학습. “내가 무엇을, 왜 배우는가?”, “해당 지식을 실생활에서 어떻게 활용할 수 있는가?”, “전문가들은 어떻게 생각하는가?” 와 관련되는 지식으로서 학생들의 내적 동기와 관련이 깊음
	절차적	<ul style="list-style-type: none"> 일련의 단계 또는 행동과 같이 목표로 하는 바를 이루기 위해서 어떻게 해야 하는지(예: “knowing how”)에 대한 이해 절차적 지식의 예로 시스템 사고, 디자인 사고가 언급됨. 목적을 위해 실제 세계의 시스템이 어떻게 구성되어 있는지를 파악할 수 있는 능력, 좀 더 나은 해결책을 통해 문제해결을 돕는 일련의 과정과 관련 (공감, 협력, 자기 효능감, 실패 원인 파악 및 재도전)
기능	학문적	<ul style="list-style-type: none"> 특정 학문 내에서의 지식으로서 (세부 내용 지식보다는) 핵심 개념 또는 빅 아이디어(일반화된 원리, 원칙, 핵심 개념으로 구성)를 “이해” 하고 패턴을 인식하는 것이 강조됨
	간학문적	<ul style="list-style-type: none"> 실생활의 문제와 현상과 이슈들을 서로 다른 여러 학문을 통해서 다양한 시각으로 바라보는 능력, 교과 내용과 실생활과의 연결, 교과 간 다양한 개념의 상호관련성 학습, 이슈나 현상 또는 주제 중심의 탐색, 교과 재구조화(STEM, STEAM), 프로젝트 학습
	실용적·신체적	<ul style="list-style-type: none"> 신체적 도구, 조작, 기능 등을 사용할 수 있는 일련의 능력 매뉴얼 기능(예: ICT 기구, 새로운 기계, 악기, 미술, 자전거), 실생활 기능(예: 등급 조치 기능), 전문적 기능(예: 수술), 신체 능력(예: 힘, 유연성) 등과 같이 도구, 기능 등을 사용하는 일련의 능력
태도와 가치	개인적, 사회적, 사회관습적, 인류적	<ul style="list-style-type: none"> 웰빙이라는 교육목적을 추구하는 과정에서 학생의 선택, 판단, 행동에 영향을 미치는 원칙과 신념 태도: 특정 사항을 일정 정도의 ‘좋아함’ 과 ‘좋아하지 않음’ 으로 평가하면서 표현되는 심리적 경향 가치: 특정 가치, 행동, 행위가 좋거나 바람직한 것으로 평가하는 데 기준이 되는 원칙

출처: 최수진 외(2019), pp. 61-62.에서 참조하였음.

OECD 교육 2030이 지향하는 학습 및 교사상의 모습은 다음과 같다. 교육의 비전은 개인과 사회의 웰빙을 지원하는 교육, 평생학습자를 지원하는 교육, 교사, 학부모, 행정 중심이 아닌 학생 중심의 교육, 전인교육, 공공성을 높이는 교육, 성과/결과보다는 과정을 중시하고, 학생상으로는 행위 주체성을 갖고 평생 학습자로서 책임감 있고 참여하는 시민으로 제시된다. 교사상으로는 조력자로서의 교사, 학생들과 함께 배울 수 있는 역량, 학생들이 전인적 인간, 행위 주체성을 키워갈 수 있도록 학습 활동을 설계.조력하는 역할이 강조되며, 실제 교수·학습 방법 측면에서는 실생활과 연계된 학습, 협동을 발휘하고 개발할 수 있도록 학습 프로젝트를 설계 및 경험할 수 있도록 학습의 장을 마련하는 방법을 활용하며, 학생의 행위 주체성을 함양하기 위해 학생-교사-학부모-지역사회의 협력이 강조되었다(황은희 외, 2019).

<표 II-6> OECD 교육 2030의 학습의 방향 및 교사상

구분	주요 내용
교육의 비전 및 목적	<ul style="list-style-type: none"> • 개인과 사회의 웰빙(not 국가 경제성장, 직업을 위한 학교) • 공공성, 학생 행위주체성, 책임감 있고 참여하는 시민 양성 • 전인교육 • 평생학습자 • 성과/결과보다 과정 중시 • (교사, 학부모, 행정 중심이 아니라) 학생 중심
학생상	<ul style="list-style-type: none"> • 성장 중심(not 결핍) • 행위주체성, 평생학습자 • 책임감 있고 참여하는 시민
교사상	<ul style="list-style-type: none"> • 조력자로서의 교사 • 학생들과 함께 배울 수 있는 역량, 학생들이 전인적 인간, 행위주체성을 키워갈 수 있도록 학습활동을 설계·조력하는 역할
학습 내용 및 방법	<ul style="list-style-type: none"> • 지식, 기능, 태도 & 가치 • (지식) 특정 학문의 지식보다 학문 내 여러 학문을 아우르는 핵심 개념, 패턴 이해 & 다양한 시각으로 문제와 현상을 이해할 수 있는 역량 • 새로운 가치 창출하기(적응력, 창의성, 호기심, 열린 마음), 긴장과 딜레마 조정하기(시스템 사고, 디자인 사고, 협동, 주체적 사고), 책임감 갖기 • 학습 방법의 학습(A-A-R) • 핵심 기초(인지적, 사회정서적, 신체적 기초: 문해력, 수리력, 디지털 리터러시, 데이터 리터러시, 건강 리터러시)
학교 밖과의 관계	<ul style="list-style-type: none"> • 실생활과 연계된 학습 • 깊이 있는 이해를 할 수 있는 방법(not 많은 내용 배우기) • 행위주체성, 협동을 발휘하고 개발할 수 있도록 학습 프로젝트를 설계 및 경험할 수 있도록 학습의 장 마련 • co-agency 필요 • 학생 행위주체성 함양 나아가 개인과 사회의 웰빙을 위해 학생, 교사, 학부모, 지역사회와의 협력 필요

출처: 황은희 외 (2019), p.24.에서 참조하였음.

이상과 같은 OECD 교육 2030 프로젝트 내용에서 제시한 것처럼, 앞으로 우리 사회는 저출산 고령화, 경제사회적 양극화, 노동시장 구조의 변화, 정보통신기술 및 융합과학기술의 첨단화, 인공지능의 혁신 등으로 말미암아 학교교육체제 또한 크게 변화될 것임을 예측할 수 있다. 미래사회의 초·중등학교 교육 변화에 대한 국내외 문헌 분석 결과에 의하면, 미래학교의 특징과 개념은 3가지 차원에서 정리하였다(김현진 외, 2017).

<표 11-7> 미래학교 예측 모델

학교급: 변화정도	학교 맥락	특징
초등학교 : 파괴적 변화 모델	농어촌지역의 소규모 학교	역량 개발 맞춤형 교육을 위한 학교-가족-지역사회 연결
고등학교 : 점진-파괴적 변화 모델	중·소도시의 중규모	융합교과와 진로탐색 인생학기로 세상과 소통
중·고등 통합학교 : 파괴적 변화 모델	대도시의 중규모	학교급 간 역량과 진로의 연계

2. 인공지능 기반의 미래 학교교육

코로나 19 사태의 불확실성 증대에 따라 미래시대의 교육에 있어서는 뉴 노멀(new normal) 모델이 새롭게 형성될 것으로 기대하고 있다. 뉴 노멀 시대에서는 교육 시스템, 책임지는 이해관계자들의 참여, 학교 교육의 효과와 경험에 대한 관념, 교육과정과 학습 과정에 대한 관념, 중점적 모니터링 대상, 학생 평가, 학생의 역할에 있어서 근본적인 변화를 가져올 것으로 예상하였다(홍후조, 2020). 이와 같은 미래시대의 뉴 노멀에 따라 미래학교는 에듀테크(edu-tech) 기반의 교육환경 및 서비스가 구축될 것으로 기대되고 있다. 에듀테크의 개념은 학술적, 이론적 적의보다는 기술의 발전으로 교육에 적용되는 시스템을 통칭한다. 이호건, 이지은(2017)은 가상 및 현실 공간에서 이루어지는 교육.학습.훈련을 지원하며, 타 산업과의 융합에 의하여 창출되는 각종 서비스를 포함하는 것이라 정의한 바 있다. 에듀테크는 강의지원, 스마트 교실, 교육기관 통합 시스템, 클라우드 기반 가상 교육환경, 빅데이터 기반 AI 서비스 및 교육 관계자와의 소통에 이르기까지 교육과 관련된 모든 분야에 ICT 기술을 사용하는 통합 서비스라고 할 수 있다(이호건, 2019). 미래학교는 에듀테크 기반의 다양한 교육 지원 서비스를 제공할 것으로 예측하고 있다(김경애, 류방란, 2019).

<표 II-8> 에듀테크 기반 학교 지원 서비스 내용

영역	지원 분야	세부 내용
교육활동	맞춤형 학습 지원	학습과정 전반에 대한 데이터화 학습자 특성 및 성향 분석 자료
	디지털 교육생태계 조성	데이터 기반 학습관리시스템 IOT와 클라우드 시스템 완전학습 지원 데이터 기반 평가 디지털 흔적 이용 학습 상황 파악, 예측 교사용 대시보드
	다양한 학습 지원	실험이나 체험 다양한 실습 학습자 흥미, 동기 유발
	실감나는 교수학습, 상호작용 활성화 지원	AR/VR 기술 활용 콘텐츠 게이미피케이션 적용 콘텐츠 개별화와 소통과 통합 지향
체제의 변화	학교운영 체제	유연한 학습과정 학생별 교육과정 학습과정 인정 -> 평가, 자격, 진학 등에 활용 학습자 중심의 행정 체제
	교육 거버넌스 체제	학습 데이터에 의한 교육 정책 수립 교육 정책 의사결정에 활용 교원의 역할, 배치 방식 변화

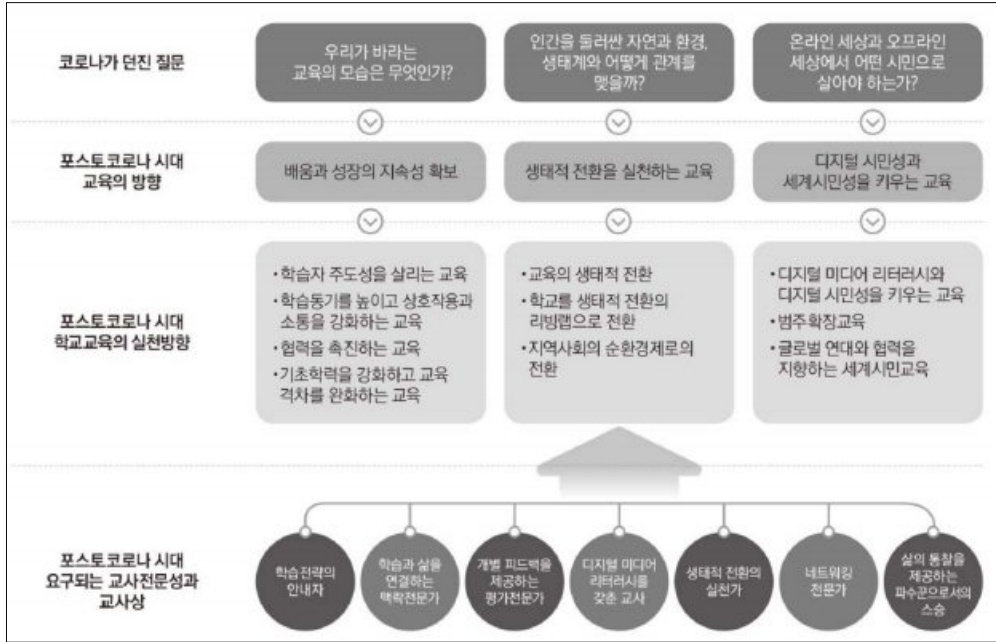
미래시대의 인공지능(Artificial intelligence) 기술이 학교교육에 도입된다면 AI 맞춤형 교육이 가능해진다. AI 맞춤형 교육은 학습자들의 학습이력, 평가기록, 학습 활동의 데이터를 수집하고 분석하는 데 인공지능 기술을 활용하여 학습자 모델을 생성하고, 학습자에게 맞는 교육코스, 학습방법을 추천해주어 학습의 효율성, 효과성을 높이는 교육을 말한다. 다음과 같은 시스템과 대상 지원이 가능하다(전제상 외, 2021)

<표 II-9> 인공지능 기반의 학생교육 및 학습, 교사 지원

구분	학생 교육	학습 지원	교사 지원
AIED 애플리케이션	지능형 튜터링 시스템(ITS) 대화형 튜터링 시스템(DBTS) 언어 학습 애플리케이션	탐구 학습 환경 자동 서술형 평가 학습 네트워크 오케스트레이터(Learning network orchestrator) 언어 학습 애플리케이션 AI 협력 학습 AI 과정평가 AI 학습 동료	지능형 튜터링 시스템 + (ITS +) 자동 쓰기 평가(총괄 평가) 학생 포럼 모니터링 AI 조교 학습과학을 발달시키는 AI
AIED 기술과 접근 방법	챗봇 증강현실과 가상현실 자연 언어 처리 적응적 학습		

미래학교에서는 이전과는 다른 모습으로 교수·학습 과정이 전개될 것으로 예견된다. 교수·학습방법과 관련해서는 ICT 기반 개인별 맞춤형 수업·배움 중심의 교수·학습, 학문적 학습과 세계적용의 연계를 통한 학습 프로젝트 기반 학습, 문제기반 학습, 탐구 기반 학습), 교실, 학교, 국가를 넘어서는 협력학습, 형식적 학습과 비형식적 학습의 연계를 통합 학습 등이 강조되고 있다. 개인맞춤형 학습 실현을 위한 교육과정의 기반을 강조하면서, 앞으로 인공지능 기반 개별화 교육이 학교 교수·학습 방법의 주요 방향이 될 것이며, 기초적인 지식의 습득과 이의 완전학습을 위한 공통·핵심 교육과정을 설정하고, 기초를 넘어선 수준의 내용에 대해서는 학습자의 요구와 수준에 따라 선택적으로 학습이 가능하도록 구성될 필요가 있다(전제상 외, 2021)

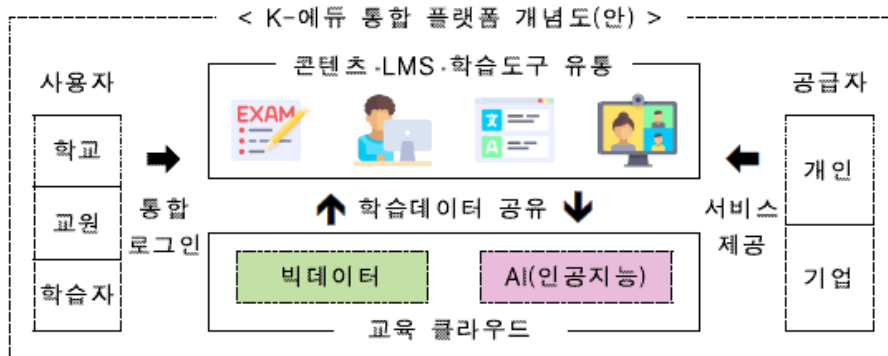
조운정 외(2020)는 코로나19는 우리에게 1)우리가 바라는 교육의 모습은 무엇인가? 2)인간을 둘러싼 자연과 환경, 생태계와 어떻게 관계를 맺을 것인가? 3)우리는 온라인 세상과 오프라인 세상에서 어떤 시민으로 살아가야 할 것인가? 와 같은 질문을 던지면서 삶과 세계의 전환을 위한 성찰의 계기로 삼고 있다. 이러한 질문에 대한 답을 찾으면서 다소 추상적이나 배움의 성장과 지속성 확보, 생태적 전환을 실천하는 교육, 디지털 시민성과 세계 시민성을 키우는 교육 등을 포스트코로나 시대 교육의 방향으로 제시하였다.



[그림 II-2] 포스트코로나 시대 교육의 방향과 교사전문성

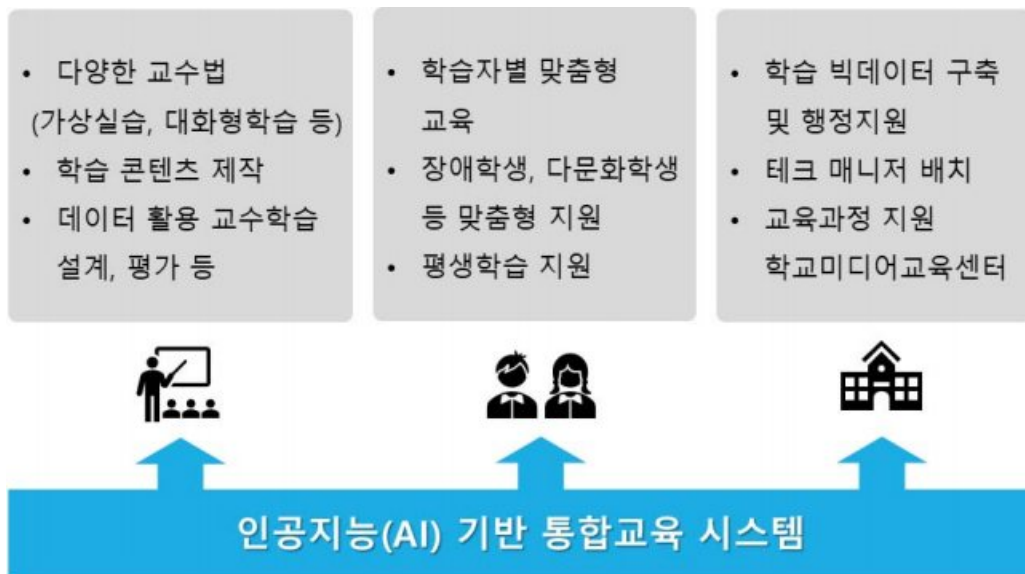
출처: 조윤정 외(2020)에서 참조하였음.

코로나 19 시대의 온라인 교육 경험은 미래교육 에듀테크(Edu-tech)기반 교육 시스템 활용에 있어서 인공지능 기술 적용 가능성을 극대화하여 다양한 학습자 맞춤형(Adaptive) 교육 시스템으로 개발이 가능하게 한다(부산광역시교육청, 2019). 앞으로 미래시대의 학교교육 운영에 있어서 K-에듀 플랫폼을 통해 지원하는 체제로의 전환이 요청된다(교육부, 2020).



[그림 II-3] 미래학교 지원 K-에듀 통합 플랫폼 개념도

따라서 미래시대 학교교육은 인공지능을 기반으로 하는 통합교육 시스템이 구축되어 교사, 학생, 교육행정 측면을 지원할 수 있다(교육부, 2020). 학교교육에서 인공지능 기반 교육이 차지하는 비중이 증대될 것으로 예상되므로, 인공지능에 대한 이해와 활용 역량 등을 구비하는 것이 전제되어야 미래 학교교육 패러다임 변화에 적응할 수 있다.



[그림 II-4] 인공지능(AI) 기반 통합교육 시스템 지원 사항

Ⅲ. 인공지능(AI) 교육의 이해

III. 인공지능(AI) 교육의 이해

1. 인공지능의 개요

가. 인공지능의 개념

인공지능이란 인간의 지능적인 특징을 컴퓨터에 구현하고자 하는 시스템이라고 할 수 있다. 여기에서 말하는 인간의 지능적인 행위에는 학습능력, 추론능력, 지각능력 등을 말한다.

피터 노빅(Peter Norvig)과 스튜어트 러셀(Stuart Russell)은 ‘인공지능-현대적 접근’에서 네 가지 관점으로 인공지능을 정의하고 있다.

<표 III-1> 인공지능의 정의

인간처럼 생각하는 시스템	인간처럼 행동하는 시스템
컴퓨터가 생각하도록 하는 새로운 노력	사람과 같은 지능적 특징(기억, 지각, 인식, 이해, 학습, 연상, 추론, 계획, 창조 등)을 기계에 이식하기 위한 연구와 기술
이성적으로 생각하는 시스템	이성적으로 행동하는 시스템
인지, 추론, 행동을 가능하게 하는 계산에 대한 연구	지능적 에이전트를 디자인하기 위한 계산적 지능에 대한 연구

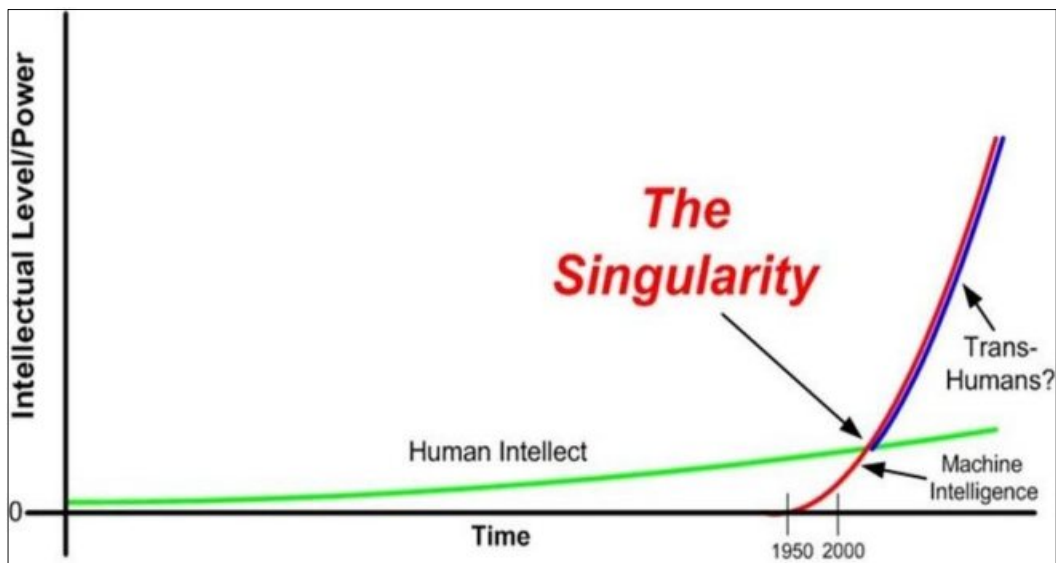
인공지능은 그 활용 범위와 능력에 따라 ‘약인공지능’, ‘강인공지능’, ‘초인공지능’ 세 가지로 나눌 수 있다.

약인공지능은 제한된 범위의 문제만 해결할 수 있으며 자의식이 없는 인공지능이라고 할 수 있다. 현재 가장 많이 활용되고 있는 대부분의 인공지능이 바로 약인공지능이라고 할 수 있다. 영상인식, 음성인식, 자연어 처리 등의 문제를 해결할 수 있으며 대표적으로 애플의 인공지능 비서 ‘시리’, 바둑에 특화된 ‘알파고’, 구글의 사진 검색 서비스, 기계 자동번역, 스팸 메일 필터링, 자율주행차 등이 있다.

강인공지능은 사람처럼 생각하고 행동할 수 있는 인공지능을 말한다. 약인공지능과 달리 자의식도 있으며, 인공지능이 스스로 데이터를 찾아서 학습하고 다양한 분

야에서 보편적으로 활용할 수 있다. 주로 영화 속에서 스스로 생각하고 알아서 행동하는 로봇들이 강인공지능의 예라고 할 수 있으나, 아직 이러한 인공지능은 개발이 되지 않았다.

초인공지능은 인간의 지식을 1,000배 이상 초월하고 모든 면에서 월등한 능력을 발휘하는 인공지능을 말한다. 초인공지능 역시 등장하지는 않았지만, 미래학자 레이 커즈와일은 특이점을 기점으로 인공지능이 인간을 뛰어넘는 수준이 올 것이라고 이야기하고 있다.



[그림 III-1] 특이점 곡선

출처: <https://www.researchgate.net/figure>

나. 인공지능의 역사

인공지능은 1950년 앨런 튜링(Alan Turing)의 논문에서 생각하는 기계의 구현 가능성에 대한 언급에서 시작으로, 1956년 마빈 민스키(Marvin Minsky), 존 매커시(John McCarthy), 클로드 섀넌(Claude Shannon) 등이 주최한 다트머스 회의에서 그 이름이 탄생하였다.



A. M. Turing (1950) Computing Machinery and Intelligence. *Mind* 49: 433-460.

COMPUTING MACHINERY AND INTELLIGENCE

By A. M. Turing

I. The Imitation Game

I propose to consider the question, "Can machines think?" This should begin with definitions of the meaning of the terms "machine" and "think." The definitions might be framed so as to reflect so far as possible the normal use of the words, but this attitude is dangerous, if the meaning of the words "machine" and "think" are to be found by examining how they are commonly used it is difficult to escape the conclusion that the meaning and the answer to the question, "Can machines think?" is to be sought in a statistical survey such as a Gallup poll. But this is absurd. Instead of attempting such a definition I shall replace the question by another, which is closely related to it and is expressed in relatively unambiguous words.

The new form of the problem can be described in terms of a game which we call the 'imitation game.' It is played with three people, a man (A), a woman (B), and an interrogator (C) who may be of either sex. The interrogator stays in a room apart from the other two. The object of the game for the interrogator is to determine which of the other two is the man and which is the woman. He knows them by labels X and Y, and at the end of the game he says either "X is A and Y is B" or "X is B and Y is A." The interrogator is allowed to put questions to A and B thus:

C: Will X please tell me the length of his or her hair?

Now suppose X is actually A, then A must answer. It is A's object in the game to try and cause C to make the wrong identification. His answer might therefore be:

"My hair is shingled, and the longest strands are about nine inches long."

[그림 III-2] 앨런 튜링과 'Computing Machinery and Intelligence' 논문 출처: <https://www.youtube.com/watch?v=xPpmxNPyznY>

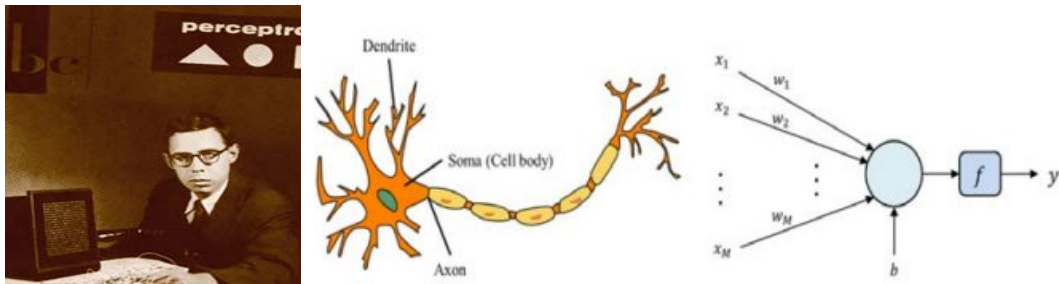
‘학습의 모든 면 또는 지능의 다른 모든 특성을 기계로 정밀하게 기술할 수 있고 이를 시뮬레이션할 수 있다’라는 주제 아래에 회의가 이루어졌고, 여기에서 ‘Artificial Intelligence’라는 용어가 탄생이 된 것이다.

다트머스 회의 이후 인공지능은 매우 낙관적인 전망으로 연구가 활발히 진행되었다. 1958년 사이먼(H. A. Simon)과 뉴웰(Allen Newell)은 ‘10년 이내에 디지털 컴퓨터가 체스 세계 챔피언을 이길 것이고, 중요한 새로운 수학적 정리를 발견하고 증명할 것이다’라고 하였으며, 마빈 민스키 역시 1967년에 ‘이번 세기에 AI를 만드는 문제는 거의 해결 될 것이다.’, 1970년에 ‘3~8년 안에 우리는 평균 정도의 인간 지능을 가지는 기계를 가지게 될 것이다’라고 하였다. 여기에 연구 자금까지 쏟아지며 1970년까지 대수학 문제를 풀고 증명할 수 있는 기계들이 개발되었고, 단어를 인식할 수 있게 되었다.

1950년대 인공지능 연구는 크게 ‘기호주의’와 ‘연결주의’ 두 가지 분야로 진행이 되었다. 기호주의는 인간의 지식을 기호화하고 추상화하여 기계가 인식할 수 있도록 하였으며 이는 구조화된 문제를 해결할 수 있게 도와주었다. 주로 ‘탐색’ 문제 대표적인 학자로 마빈 민스키가 있다.

연결주의는 인간의 신경망을 본떠 구현하고자 하는 연구였다. 1958년 프랭크 로젠블랫(Frank Rosenblatt)은 1943년 신경과학자인 워렌 맥컬로(Warren S. McCulloch)와 논리학자인 월터 피즈(Walter Pitts)가 함께 제안한

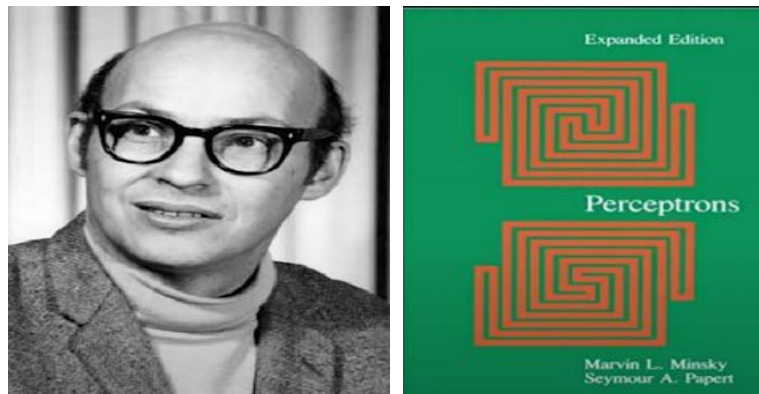
‘McCulloch-Pitts 뉴런’ 모델의 인공 신경망에 대한 발상을 토대로 ‘퍼셉트론’을 제안하게 된다. 퍼셉트론은 뉴런 신경모델을 수학 모델로 구현한 것으로 다수의 입력 신호를 받아 하나의 출력 신호를 내보내는 방법을 사용한다. 각 입력 신호의 세기에 따라 각각의 가중치를 부여하며, 입력받은 값의 합이 일정한 값(임계값)을 넘게 되면 출력을 하게 된다. 이것을 바로 ‘인공 신경망’이라고 한다.



[그림 III-3] 로젯 블랫, 신경망과 인공신경망

출처: <https://blogs.umass.edu/comphon/2017/06/15/did-frank-rosenblatt-invent-deep-learning-in-1962/>
<https://smartstuartkim.wordpress.com/2019/01/27/history-of-neural-networks-1-perceptron/>

두 개 연구분야 모두 각각의 장단점이 있었으나 기호주의보다 연결주의에 더 많은 관심과 지원이 쏠렸다. 로젠블랫은 퍼셉트론으로 인공지능이 학습, 의사결정, 언어 번역까지 해낼 수 있을 것이라 하였지만 컴퓨터의 XOR연산 문제를 해결하지 못하는 한계에 부딪혀 신경망 연구가 침체에 빠지게 되었다. 이를 계기로 인공지능의 1차 겨울이 시작되었다.



[그림 III-4] 마빈 민스키와 퍼셉트론

출처: <https://www.imdb.com/name/nm0591669/>
<https://www.bookdepository.com/Perceptrons-Marvin-Minsky/9780262631112>

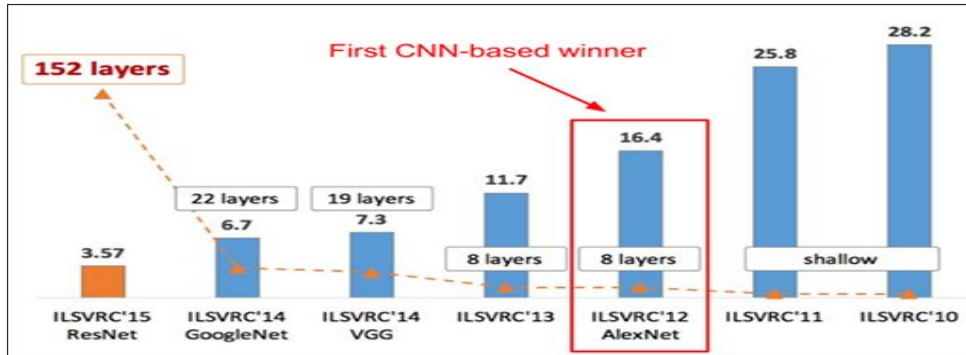
초창기에 꿈꿨던 범용적인 인공지능을 한계를 직시하며 연결주의에 쏟았던 관심이 다시 마빈 민스키의 기호주의 학문으로 돌아서게 되며 1970년대 중반부터는 특정한 문제 영역에 적용해 인공지능을 개발하고자 하는 노력이 이루어졌다. 아주 제한된 범위로 문제를 정하고 정선된 지식을 적용하여 문제를 해결하고자 ‘전문가 시스템’을 만들었고, 1980년대 상업적으로 널리 사용되기 시작하였다. 전문가 시스템은 특정 분야의 전문가의 지식을 잘 조직해 컴퓨터에 입력시키고, 사용자가 이를 이용하여 문제를 해결할 수 있도록 도움을 주었다. 대표적으로 1972년 스탠퍼드 대학에서는 의사의 지식을 규칙으로 표현해 구현한 ‘마이신(MYCIN)’이 있다. 마이신은 전염성 혈액 질환을 진단하고 항생물질을 처방하도록 설계된 프로그램이다. 500가지의 규칙이 준비되어 질문에 따라 차례대로 답하면 그에 맞는 항생제를 처방할 수 있었고, 약 69%의 확률로 적합한 처방을 내렸다고 한다.

이러한 지속적인 연구에도 불구하고 전문가 시스템은 ‘지식 추출의 병목 현상’이라는 문제점에 봉착하게 된다. 제한된 범위에만 맞추다 보니 문제 영역이 확대되고 복잡해짐에 따라 전문가를 찾기가 어려워지고, 지식획득에 장기간에 걸친 많은 비용이 소모되었으며 전문가 시스템이 내놓은 답을 검증하고 유효성을 입증하기도 어려웠다. 결국 인공지능은 제2차 겨울을 맞이하게 되었다.

기호주의의 거품이 꺼지며 연결주의 학파의 신경망 연구가 봄을 일으키기 시작하였다. 1980년대 일본의 전산학자인 쿠니히코 후쿠시마(Kunihiko Fukushima)는 신인식기(Neocognition)라는 논문을 통해 컴퓨터의 인식의 개선에 대해 발표하였으며 1989년 얀 르쿤(Yann Lecun)과 그의 동료들은 오류역전파 알고리즘에 기반한 우편물에 쓰인 우편 번호를 인식하는 딥뉴럴 네트워크를 만들었다. 딥뉴럴 네트워크 즉 딥러닝은 인공 신경망을 더욱 발전시킨 형태라고 할 수 있으며 인공 신경망이 외면받던 시절 제프리 힌튼(Geoffrey Hinton)은 지속적인 연구를 통해 2006년 이미지를 인식할 수 있는 CNN(Convolutional Neural Network)을 개발하며 획기적인 전환점을 맞이하게 된다.

하지만 초기의 CNN은 신경망의 은닉층이 많아질수록 계산 속도가 느려지고, 그레디언트 소실 문제로 인해 어려움을 겪기는 하였으나 가중값의 조절, 활성화 함수의 다양화, LSTM구조를 사용하는 것과 같은 방법으로 문제점을 해결해 나가기 시작하였다. 2000년대에 들어서며 빅데이터의 증가, 인공지능 알고리즘 구현, 컴퓨팅 파워의 성능 향상으로 AI 시장은 급속도로 확대가 되었다.

이를 바탕으로 2012년 이미지넷 인식대회(ILSVRC)에서 제프리 힌튼 팀이 이미지 인식 오류율을 16%로 낮추면서 우승을 하였다. 이렇게 딥러닝을 사용한 이미지 인식은 2017년 이미지 인식 오류율을 2.3%까지 낮추면서 계속 발전하고 있다.



[그림 III-5] ILSVRC 대회에서의 이미지 인식 오류율의 변화

출처: <https://analysisbugs.tistory.com/64>

딥러닝 기술의 고안으로 인공지능은 처리 능력과 연산 효율성을 크게 개선하였으며 여기에 컴퓨팅 파워, 클라우드, 빅데이터가 융합되면서 이미지 인식, 영상 인식, 음성 인식, 자동 기계 번역, 자연어 처리 등의 기술을 통해 여러 분야에서 활용되고 있다.

다. 인공지능의 활용

인공지능은 다양한 분야로 확대, 적용되면서 그 시장 규모가 지속적으로 성장할 것이라고 예상하고 있다. Gartner(2018)의 Hype Cycle을 통해 살펴보면 곡선 안에 위치하고 있는 인공지능 기술들의 절반 이상이 5년 이내에 생산 안정기에 접어들게 되어 시장에서 주류 기술로 활용될 것으로 예상하고 있다.



[그림 III-6] 2018년 인공지능 분야 Hype Cycle

① 국방

국방부에서는 인공지능 역량을 확보하여 미래 군사혁신의 동력으로 활용하기 위해 노력하고 있으며, 지능정보센터, 지능형 군사정보 관리 체계, 지능형 표적탐지레이더, 인공지능 기반 자율 및 군집형 기동체계, 지능형 사이버 방호 시스템, 지능화 무기체계 등의 분야에 활용하고 있다.

② 의료 및 헬스케어

의료분야에서의 인공지능은 의사의 진단을 보조해주는 역할을 수행하며 성조속증, 폐암, 폐질환, 치매, 물리치료 등에서 빠른 진단과 치료를 보조해주고 있다. 이러한 인공지능의 활용은 시간과 비용의 절감에 도움을 주었으며, 최근에는 개인에게 최적화된 맞춤형 케어를 하는 의료 및 헬스케어 분야로 빠르게 성장하고 있다.

③ 생활

글로벌 IT업체들은 인공지능 기술을 일상생활에 접목하여 실용화를 만들어내고 있다. 대표적으로 삼성전자에서는 인공지능 비서인 ‘빅스비’를 스마트폰뿐만 아니라 로봇, 냉장고, 텔레비전, 세탁기, 에어컨 등으로 확대하여 적용할 예정이라 하였으며 아마존의 경우 인공지능 비서 ‘알렉사’를 이용해 문자를 음성으로 바꿔주는 기술인 TTS(Text-To-Speech) 기술을 기계학습과 결합하여 뉴스 오디오 클립으로부터 뉴스를 읽어주는 기술을 개발하였다.

④ 교육

인공지능은 채점을 자동화하여 교사의 일을 덜어주고 그로 인해 소모되는 시간을 줄여 더 많은 시간을 제공한다. 학생들을 평가하고 그에 맞게 학생들이 학습할 수 있도록 도와준다. 이러한 AI튜터는 학생들에게 추가적인 자료를 제공하며 올바른 방향으로 나아갈 수 있도록 해준다.

⑤ 보안

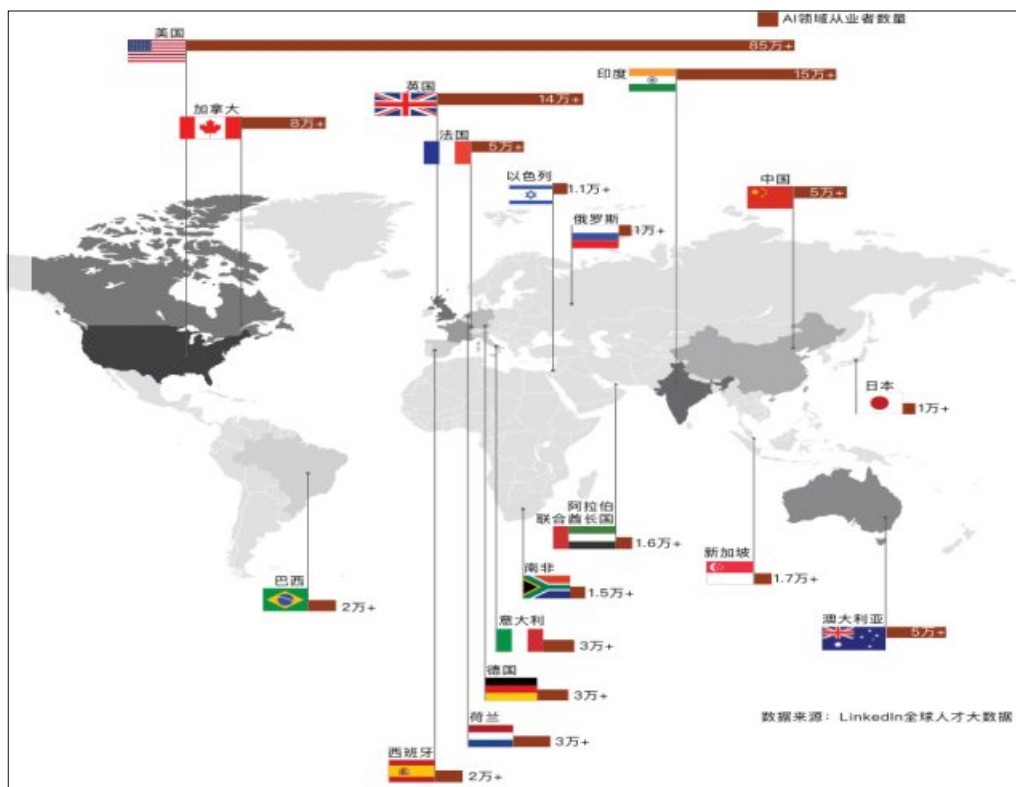
최근의 사이버 공격은 인공지능을 접목한 지능형 공격까지 가세가 되어 그 피해 규모가 증가하고 있다. 이를 위해 정보보안업체를 중심으로 악성코드 분석, 위협탐지 및 예방, 취약점 분석 등과 같이 인공지능 보안 솔루션 개발을 위해 많은 노력을 기울이고 있다.

2. 인공지능 인재 양성 정책

가. 국외 인공지능 인재 양성 현황

전 세계 주요국들이 인공지능에 대규모 투자를 하면서 기술을 선제적으로 개발하고, 인공지능 인재 확보와 양성에 전력을 다하고 있다. 프라이스 워터하우스 쿠퍼스(PwC)는 2030년까지 인공지능이 창출할 경제적 가치를 약 15.7조 달러(약 18.84경 원)로 전망(<https://www.pwcconsulting.co.kr>, 2017)하고 있다. 세계 AI 패권을 장악하기 위한 국가별 중장기 국가전략의 중요한 축으로 세계 주요국은 국가 차원의 인력 양성 정책을 추진 중이다.

링크드인에서 조사한 AI 인재 분포도를 보면 2017년 미국이 85만 명, 인도 15만 명, 영국 14만 명, 캐나다 8만 명, 중국 5만 명의 수준이었으나 2020년 이후 중국의 인공지능 인재 양성 정책을 통해 1위인 미국을 급격하게 추격하고 있다.



[그림 III-7] 전 세계 인공지능 영역 기술인재 분포지도
출처: LinkedIn領英(2017: 5).

미국, 중국, 영국, 일본 등 해외 AI 선도국가가 제시한 AI 인력양성 정책의 AI 교육 관련 주요 내용을 제시하면 <표 III-2>와 같다(김용민, 2019).

이를 보면, 해외 AI 선도국가는 주로 대학의 교수와 학생 중심의 AI 교육을 통한 인력양성에 초점이 맞추어져 있음을 알 수 있고, 일본의 경우 고등학교 과정에 AI 교육을 적용할 계획을 세우고 있음을 알 수 있다.

<표 III-2> 해외 AI 선도 국가의 AI 인력양성 정책

국가	AI 인력 양성 주요 정책	AI 교육 관련 주요 내용
미국	AI 미래를 위한 준비('16.10)	<ul style="list-style-type: none"> • AI 인재 양성을 위해 대학원생 지원, AI 커리큘럼 디자인·영향력·AI 교육 프로그램 인증 등 연방 • 교육 프로그램 내 AI 중요성 강조
	백악관 AI 정상회의('18.5.10)	<ul style="list-style-type: none"> • AI 인력양성을 위한 고품질의 STEM 교육 도입
중국	차세대 AI 발전 ('17.7)	<ul style="list-style-type: none"> • AI 분야 교과목 체계 개선, AI 단과대학 및 전공 신설, AI 전공 석박사 인력양성 • 물리학 생물학 등 타 학문과 결합된 'AI + X' 모델 추구
	대학 AI 혁신('18.4)	<ul style="list-style-type: none"> • (~ '20) 대학의 과학기술 혁신 시스템과 AI 발전에 적용할 수 있는 교육시스템 구축 • (~ '25) 대학의 AI 과학기술 혁신 능력과 인력양성의 질의 최대한 개선, 국제적 성과 달성 • (~ '30) 대학은 세계 최고의 AI 혁신센터 구성 및 새로운 AI 개발의 핵심 역할 수행
	대학 AI 인재 국제양성계획 ('18.4)	<ul style="list-style-type: none"> • 5년 내 AI 교수 500명과 5,000명의 학생 양성이 목표('18년 교수 100명, 학생 300명 확보) • 대학 내 AI 교수 및 강사를 집중 육성하기 위해 '교수 AI 육성반' 을 구성하고 디캠프(DeeCamp) 프로그램을 통해 머신러닝, 딥러닝 기술, 자연어 처리 등 과목을 통해 학생을 교육
영국	영국 AI 산업 발전 ('17)	<ul style="list-style-type: none"> • 산업계는 초기 300명의 AI 석사 수준 코스를 밟는 학생 지원 • 대학은 컴퓨팅 혹은 데이터 과학 외 전공 대학원생의 AI 석사 전환 프로그램(1년)에 대해 고용주와 학생 대상 잠재수요 파악 • 정부는 선도대학에 최소 200개 수준의 AI 박사과정 추가 설(개설 수 매년 증가) 등
	산업 전략-AI 분야 합의안('18.4)	<ul style="list-style-type: none"> • 영국 선도대학 내 민간 지원 AI 석사과정 개설을 위해 대학과 협력 • 6천만 파운드의 박사과정 장학금 지원

		<ul style="list-style-type: none"> 150명의 18세 이하 청소년 대상 AI(머신러닝, 자연어 처리 등) 교육을 통해 AI 분야의 진로를 탐색하도록 하는 ‘Sage FutureMakers Lab’ 운영
	영국의 AI: 준비, 의지, 가능성(‘18.4)	<ul style="list-style-type: none"> AI로의 직무 이동을 위한 석·박사급 단기 코스 전환 프로그램 개발 국가재교육정책(The National Retraining Scheme)을 통해 기존 인력을 재교육하여 새로운 일자리 대비 필요 교과 과정의 새로운 기술 중심 내용들에 대해 교사들이 훈련할 수 있도록 추가 시간 보장 교사들에 대한 훈련과 정기적인 재교육을 위한 전국 평생 학습 시설 활용
일본	AI 기술전략(‘17.3)	<ul style="list-style-type: none"> AI 인력의 즉각적 양성 교육 프로그램 개발·실행
	미래투자전략 2018(‘18.6)	<ul style="list-style-type: none"> 초등학교부터 고등학교까지 외부인재 활용 등 통계·정보 교육 강화 학교의 ICT 환경 정비 가속화(~‘20) 대학입학 공통 시험 기초 과목에 ‘정보’를 추가하는 방안 검토(‘24~) 전국 학교에서 수리·데이터과학 교육을 이수하는 대학 전국 확대(‘19~) 공학과 이학의 융합(AI 등), 전공 경계를 넘는 인재 육성 ‘학위 프로그램’ 실현(‘20~) 공학과 이학의 융합(AI 등), 전공 경계를 넘는 인재 육성 ‘학위 프로그램’ 실현(‘20~) IT 리터러시’ 기준을 책정·시험화하고, 기업의 채용 선발과 처우에 반영 촉진(‘18~) 대학 등에서 AI·IT 분야 등에서 실천적인 리커런트 교육 확대
	AI 기술전략 실행계획(‘18.8)	<ul style="list-style-type: none"> IT 리터러시의 양성(초중등 교육) <ul style="list-style-type: none"> 교원 연수 충실·교재 개발 촉진(프로그램 교육 대응) 수리 교육 강화 위한 대학 입시 방안 검토
	통합혁신전략추진회의 AI 전략 패키지(‘18.9.28)	<ul style="list-style-type: none"> 보통 고교·전문 고교·고등 전문학교에서 AI·수리·데이터 과학 교육 충실화, 이과·과학 계열 교원 확충, 고등학교 전반에 걸쳐 STEAM 교육 충실화 대학 입시 개혁(대학 전 학부에 수학, 정보과목 적용) AI·수리·데이터 과학 교육을 3년 이내에 대학 전학부 학생에게 필수화(온라인 교재 혹은 민간인 활용 등) 모든 분야에서 AI, 수리, 데이터 과학의 지식을 활용할 수 있는 인재를 배출하는 대학·대학원 구조/체제 정비 리커런트 교육에 의한 사회인에게 AI·수리·데이터 과학 교육 충실화

출처: 김용민 (2019)에서 발췌하여 재구성.

1) 미국

미국은 세계 AI 인력의 독보적인 공급 및 수요 국가로 민간 주도로 AI 산업 육성 및 인력양성이 이루어지고 있으나, 연방 정부도 AI를 전략 분야로 인식하고 STEM 교육 등 AI 기초교육 강화를 통해 장기적으로 AI 인력 양성을 추진하고 있다. 주요 AI 정책들에도 STEM 교육 강화, 대학원 인재 양성, 산업계 협력 등 AI 분야 인력 양성을 위한 주요 방향을 제시하고 있다.

미행정부는 FY '19 예산 요구에서 AI의 정부 R&D 우선순위 제시, 대통령 산하 AI 특별위원회 설치, 'The American AI Initiative' 발표 등 AI 선도국 위상 유지를 위해 인력양성을 포함한 일련의 AI 활성화 정책을 발표하였다.

2016년 대통령 직속 NSTC(국가과학기술위원회) 산하 머신러닝 및 AI 소위원회는 AI 활성화를 위한 7개 분야, 23개의 권고안이 담긴 AI 미래를 위한 준비(Preparing for the Future of AI, '16.10)를 발표하였다. 권고안 14'에서 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 역할을 제시하고 있다.

2018년 백악관을 산학연이 참석한 백악관 AI 정상회의(2018 White House Summit on AI for American Industry, '18.5.10)에서 국가 AI R&D 지원, AI 교육 강화, 규제 개선 등 '국민을 위한 AI(AI for the American People)'을 발표하고 6대 부문별 정책을 소개하였다.

- ① AI R&D 예산 우선 지원
- ② AI 혁신을 위한 장벽 제거
- ③ 미래 미국 인력 훈련
- ④ 전략적 군사 우위 달성
- ⑤ 정부 서비스의 AI 활용
- ⑥ 국제 AI 협상 주도

또한 인력 훈련의 주요 내용으로 AI 인력양성을 위한 고품질의 STEM 교육 도입 및 매칭 펀드(정부 2억 달러, 민간 3억 달러 규모) 방안 및 산업계 인정 견습 프로그램 도입 방안을 논의하였다.

AI 글로벌 경쟁력 유지를 위해 AI 인력 지원 등 연방정부의 정책 조율 역할을 수행하는 NSTC AI 특별위원회(Select Committee on AI) 설치를 발표하였다('18.5.9).

인공지능 인재양성 관련 미국 정부의 정책 방향성

- 1** 과학, 기술, 공학 및 수학(STEM) 교육을 통해 인공지능 인력 양성
 - 미국의 대통령 산하 국가과학기술위원회(NSTC)와 과학기술정책실(OSTP)은 과학, 기술, 공학, 수학 교육을 통해 인공지능 인력의 역량을 강화하고, 장기적으로 증가할 미래 인재 수요에 대응 중
- 2** 경제발전을 위해 민관협력을 기반으로 교육의 질과 유연성을 제고
 - 미국국립과학재단(NSF)은 국가의 경제발전을 위해 민관협력을 기반으로 교육의 질과 유연성을 제고하는 정책을 추진하는 중
- 3** 인공지능 교육을 위한 과학기술 집중 교육 프로그램을 운영 및 확대
 - 미국의 국가과학기술위원회(NSTC) 소속 과학기술공학교육위원회(CoSTEM)는 인공지능 교육을 위한 과학기술 집중 교육 프로그램을 운영하기 위해 각 연방 기관의 의견을 조율하고, 정책적 방향을 제시하는 중

Source: 정보통신기획평가원, 미국 국가과학기술위원회(NSTC), 과학기술정책실(OSTP), 미국국립과학재단(NSF)

2015년도에 설립된 비영리 단체인 AI4ALL(<http://ai-4-all.org/>)에서는 무료 프로젝트 기반 인공지능 교육 프로그램인 Open Learning을 통해 AI 사용에 대한 문제를 해결할 수 있는 도구를 제공하였다.

Open Learning은 10시간, 20시간, 30시간의 3개의 코스로 구성되어 있고, 각 코스의 주요 내용으로 구성되는 3개 단원의 학습 목표를 제시하면 <표 III-3>과 같다. 이를 보면, 주요 학습주제는 AI의 개념과 자신의 삶에 미치는 영향, 데이터가 AI와 어떻게 연계되어 사용될 수 있는지, 그리고 AI와 데이터 편향에 의한 개인정보보호 문제 등의 사회적 문제에 초점이 맞추어져 있음을 알 수 있다.

<표 III-3> AI4AL의 Open Learning 단원과 학습 목표

단원명: 학습주제	학습 목표
AI란 무엇인가? : 인공지능	<ul style="list-style-type: none"> • “인공 지능”을 컴퓨터가 예측과 결정을 내릴 수 있도록 하는 컴퓨터 과학의 한 분야로 정의할 수 있다. • 자신의 삶에서 AI의 5 가지 예를 찾을 수 있다. • 기술을 분석하고 AI가 사용되는지 여부를 결정할 수 있다. • 자신의 삶에서 AI의 5 가지 이점을 평가할 수 있다. • AI의 응용 사례를 분석할 수 있다. • AI의 현재 한계 3 가지를 설명할 수 있다. • AI가 여러 분야를 아우르는 적어도 하나의 방식을 설명할 수 있다. • Strong AI와 Weak AI의 차이점을 설명할 수 있다. • AI가 인간보다 더 잘할 수 있는 것을 설명할 수 있다. • AI보다 인간이 더 잘할 수 있는 일을 설명할 수 있다. • AI에 가장 큰 영향을 받는 인간 집단을 설명할 수 있다. • AI의 긍정적인 영향 3가지를 설명할 수 있다.

	<ul style="list-style-type: none"> • AI의 부정적인 영향 3가지를 설명할 수 있다. • AI의 부정적인 영향을 최소화하기 위해 무엇을 할 수 있는지 설명할 수 있다.
<p>데이터란 무엇인가? : 데이터 & 머신러닝</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 3 가지 이상의 다른 형태의 데이터를 기술할 수 있다. • 인간으로써 데이터 (메모리, 학습)로부터 배우는 방법을 설명하고, 기계가 배우는 방식과 비교 / 대비할 수 있다. • “결정적” 대답과 “확률적” 대답의 차이점을 예를 들어 비교할 수 있다. • 데이터가 알고리즘 실행 결과에 미치는 영향을 평가할 수 있다. • 적어도 3개의 다른 데이터 집합을 설명할 수 있다. • 머신러닝 시스템에 편견이 반영될 수 있는 방식을 적어도 하나 설명할 수 있다. • 머신러닝 및 AI가 유발하는 개인 정보 보호 문제에 대한 온라인 개인 데이터를 평가할 수 있다. • 알고리즘 편향이 사람들에게 영향을 미치는 방식 3가지를 설명할 수 있다.
<p>AI 프로젝트 : 인공지능과 디자인사고</p>	<ul style="list-style-type: none"> • AI가 자신의 관심 분야에 미치는 미래의 영향에 대해 설명할 수 있다. • 디자인사고 과정의 5단계를 설명하고 사용할 수 있다.

미국의 카네기멜론대학, 플로리다대학, CSTA(computer science for teacher association)는 미국과학재단(NSF)의 후원으로 AAAI(Association for the Advancement of Artificial Intelligence)(AI4K12.org)를 결성하여 K-12 대상으로 AI 교육을 하기 위한 5개의 빅아이디어를 발표하였다. 5개의 빅아이디어의 주제는 인식, 표현&추론, 학습, 자연스러운 상호작용, 사회적 영향으로 구성되었고, 빅아이디어마다 사례, 주요개념, K-2학년군, 3-5학년군, 6-8학년군, 9-12학년군의 학생들이 무엇을 할 수 있어야 하는지를 제시하고 있다.

<표 III-4> AAAI의 AI 교육을 위한 5개 빅아이디어의 주요개념 및 학년군 별 학습 내용

빅아이디어	주요개념	학년군 별 학습 내용	
인식	<ul style="list-style-type: none"> • 인간의 감각 vs 컴퓨터 센서의 차이점 이해 • 감지에서 인식으로 연결되도록 함 • 인식의 유형: 시각, 음성 인식 등 감각으로 받은 자료 활용 • 인식의 작동 방식: 알고리즘을 중심으로 • 컴퓨터 인식의 한계를 이해하도록 • 지능형 vs 비지능형 기계의 차이점과 특징 찾기 	K-2	<ul style="list-style-type: none"> - 컴퓨터, 로봇, 지능형 기계의 센서 식별하기 - Alexa나 Siri와 같은 지능형 에이전트와 상호 작용하기
		3-5	<ul style="list-style-type: none"> - 센서 입력이 아날로그와 디지털 신호로 전환되는 방법 이해하기 - 컴퓨터 지각의 한계를 설명하기 - 지각을 활용한 응용 프로그램 구축하기(스크래치 플러그인이나 칼립소 등 활용)
		6-8	<ul style="list-style-type: none"> - 센서의 한계가 컴퓨터 지각에 미치는 영향을 설명하기 - 지각 시스템이 다양한 센서뿐 아니라 다양한 알고리즘을 사용할 수 있음을 설명하기 - 다양한 센서와 지각 유형을 사용한 응용 프로그램 개발하기(스크래치 플러그인이나 칼립소로 가능)
		9-12	<ul style="list-style-type: none"> - 다양한 형태의 컴퓨터 지각에 대한 배경 지식을 설명하기 - 유사한 언어 등과 같이 애매모호한 소리의 음성 인식의 어려움을 설명하기

빅아이디어	주요개념	학년군 별 학습 내용	
표현&추론	<ul style="list-style-type: none"> 표현의 유형 추론 알고리즘의 유형 추론을 지원하는 표현: 표현을 이용하여 추론하는 알고리즘 추론 알고리즘과 작동원리 일반적인 추론 알고리즘의 한계 	K-2	<ul style="list-style-type: none"> 어떤 것을 모델로 구성하고 이미 모델링된 것과 비교하기 의사 결정 트리를 이용하여 결정하기
		3-5	<ul style="list-style-type: none"> 트리 구조를 사용하여 동물 분류 시스템을 표현하기 질문을 추론하여 답할 수 있도록 AI 표현 방법을 설명하기
		6-8	<ul style="list-style-type: none"> 집의 위치를 그래프 모델로 설계하고 지도에서 집으로 가기 위한 최소 경로를 추론하여 결정하기 트리 구조를 사용하여 동물 분류 시스템을 표현하여 설계하기
		9-12	<ul style="list-style-type: none"> 틱택토 게임을 검색 트리로 표현하기 탐색 알고리즘의 차이점을 설명하기
학습	<ul style="list-style-type: none"> 학습의 개념 기계 학습의 접근방법 학습 알고리즘의 유형 인공신경망의 기초 인공신경망의 유형 훈련 데이터가 학습에 미치는 영향 기계 학습의 한계 	K-2	<ul style="list-style-type: none"> 언플러그드 활동을 이용하여 데이터 패턴을 학습하기 그림을 인식하기 위해 분류기 사용하기 구글 Autodraw나 Cognimates Train Doodle을 사용하여 이미지를 인식하는 데 어떻게 훈련하는지 작동 방식을 조사하고, 프로그램이 그림을 인식하는 방법에 대해 토론하기
		3-5	<ul style="list-style-type: none"> 세 개의 머신러닝 접근법을 비교하고 설명하기: 지도 학습, 비지도 학습, 강화 학습 학습 모델을 훈련시키며 상호작용을 하는 기계 학습 프로젝트를 수정하기 알고리즘과 기계 학습이 어떻게 왜곡되는지 설명하기
		6-8	<ul style="list-style-type: none"> 훈련 데이터 모음에서 편차를 식별하고 해결하기 위해 훈련 데이터를 확장하기 간단한 신경망의 훈련을 손으로 시뮬레이션하기
		9-12	<ul style="list-style-type: none"> 신경망 훈련(1~3층)→TensorFlow Playground (https://playground.tensorflow.org) 간단한 기계학습 알고리즘을 경험하고 실험하기
자연스러운 상호작용	<ul style="list-style-type: none"> 자연어의 이해 감성적인 컴퓨팅 상식적인 추론 의식과 마음에 관한 철학 자연스러운 상호 작용의 응용 인간과 로봇의 상호작용 인공지능의 자연스러운 상호작용에 대한 한계 	K-2	<ul style="list-style-type: none"> 이야기에서 긍정적이거나 부정적인 뜻을 가진 단어를 식별하기 얼굴 표정을 인식하고 행복, 슬픔, 분노 등의 적절한 감정으로 분류하고 왜 그렇게 분류되는지 설명하기 얼굴 표정의 감정을 인식하는 소프트웨어 체험하기
		3-5	<ul style="list-style-type: none"> 인간이 의사소통을 이해하기 위한 다양한 입력(톤, 얼굴 표정, 자세 등)을 결합하는 방식을 설명하기 인공지능이 인간보다 우수한 능력과 그렇지 않은 능력에 대해 설명하기
		6-8	<ul style="list-style-type: none"> 단순한 챗봇 구성하기 어떻게 언어가 모호해질 수 있는지 설명하고 예를 제시하기 지능의 본질에 대해 추론하기 에이전트가 지능형인지, 비지능형인지 결정하기 위한 접근 방법을 설명하기
		9-12	<ul style="list-style-type: none"> 문장 분석기가 애매모호한 것을 다루는 방법을 설명하기 구글 지식 그래프 탐색하기 AI와 의식에 관한 이슈에 대해 이해하고 토론하기
사회적 영향	<ul style="list-style-type: none"> AI 기술은 비즈니스, 의료, 교육, 정부를 변화시킴 	K-2	<ul style="list-style-type: none"> 일상에서 마주하는 일반적인 AI 응용 프로그램에 대해 찾아보기

빅아이디어	주요개념	학년군 별 학습 내용	
<ul style="list-style-type: none"> AI의 사용은 새로운 서비스를 가능하게 하고, 비즈니스를 더욱 효율적으로 만드는 경제 원동력 인간은 AI 응용 프로그램을 만들 때 수많은 기술적, 윤리적 결정을 해야 함 AI 기술은 다른 방식으로 사회와 사람들에게 영향을 끼침 사람에 대해 결정을 내리는 AI 시스템에 윤리적 표준이 필요함 AI와 로봇 공학은 사람들의 업무 방식을 변화시키고, 새로운 직업을 만들어내고, 어떤 직업은 사라지게 함 		- AI 기술의 사용이 좋은 것인지 나쁜 것인지에 대한 토론하기	
		3-5	- 편견이 행동에 주는 영향 논의하기 - 편견이 어떻게 의사결정에 영향을 주는지 설명하기 - AI 시스템이 생활에 스며들도록 설계할 수 있는 방법에 대해 설명하기
		6-8	- AI 결정 시스템에서 편견을 만드는 원인을 설명하기 - AI 시스템을 설계할 때 조절하는 방법과 시스템에서 의도하지 않은 결과가 어떻게 생길 수 있는지 이해하기
		9-12	- AI 시스템의 긍정적, 부정적 영향에 대해 비판적으로 탐구하기 - 사회 문제를 해결하기 위한 AI 시스템 설계하거나 AI가 사회 문제를 해결하는데 어떻게 사용될 수 있는지 설명하기

출처: Touretzky, Gardner-McCune, Martin & Seehorn (2019)의 내용을 정리함

2) 중국

중국은 PwC와 맥킨지의 보고서에서 인공지능이 글로벌 경제의 게임 체인저 역할을 할 것으로 예측하면서 중국이 인공지능의 허브 역할을 수행할 것으로 전망(Mckinsey Global Institute, 2017)하고 있다.

중국의 인공지능 산업은 중앙정부의 강력한 지원에 힘을 받아 2030년까지 인공지능 분야 세계 선도국가를 목표로 2017년 11월 차세대 인공지능 발전계획위원회를 설립하고 3년간 1,000억 위안 규모의 투자 등을 추진하고 있다.

중국의 인공지능 인재양성 정책은 산업 발전과 인재양성을 추진하는 국가주도형 정책을 바이두, DJI, 센스타임을 중심으로 한 인공지능 기업들이 적극 참여하여 추진한다는 점에서 구글, 애플 등 순수 민간기업이 주도하는 미국과 차별화되고 있다.

중국 정부는 AI를 국가 전략산업으로 선정하고 R&D와 산업화뿐만 아니라 인재양성을 종합적으로 추진하고 있으며, 특히 '17년부터 구체적인 인력양성 규모 및 계획을 발표하고 빠르게 실행하고 있어 최근 AI 전공 개설 대학이 증가 추세에 있다('18년 초 기준, AI 관련 전공 학과가 개설된 대학교는 베이징대학, 칭화대학 등 총 32개).

2017년에 발표한 차세대 AI 발전 계획(新一代人工智能发展规划, '17.7)은 중국 최초의 국가 차원 AI 발전 중장기 계획으로 혁신적인 AI 국가 및 세계적인 과학기술 강국 건설을 목표로 제시하고 '30년까지 AI 선도국가로 도달하기 위한 3단계 전략 목표 및 6대 중점 과제를 제시하고 있다.

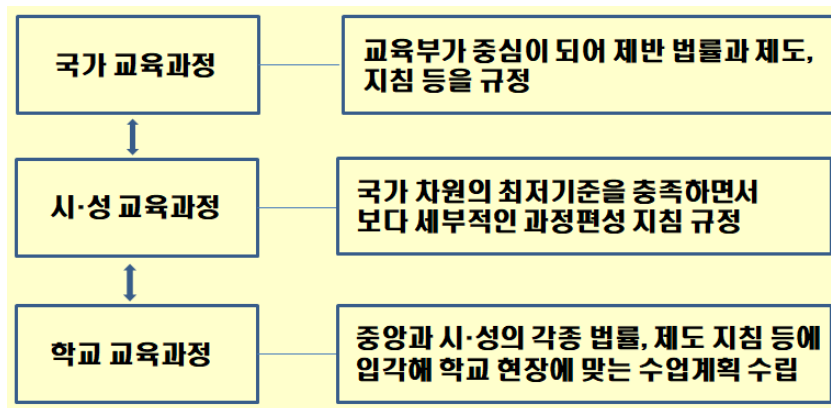
<표 III-5> 차세대 AI 발전계획 3단계 전략 목표

단계	전략 목표
1단계 전략 (~'20)	<ul style="list-style-type: none"> • '20년까지 선진국에 맞설 수 있는 AI 기술·응용 개발 • AI 핵심 산업 1,500억 위원 이상 및 연관 산업 1조 위안 규모 육성
2단계 전략 (~'25)	<ul style="list-style-type: none"> • '25년까지 AI 기초 이론의 획기적 돌파구 마련, 세계선도 AI 기술·애플리케이션 개발 • AI 핵심 산업 4,000억 위원, 연관 산업 5조 위안 규모 육성
3단계 전략 (~'30)	<ul style="list-style-type: none"> • '30년까지 AI 이론, 기술, 응용 측면에서 세계선도 국가 부상 • AI 핵심 산업 1조 위안, 연관 산업 10조 위안 이상 규모 육성

출처: 한국정보화진흥원(2017)

2018년에 발표한 대학 AI 인재 국제양성계획(中国高校人工智能人才国际培养计划, '18.4)에서는 AI 첨단인재 양성을 가속화하고 미국과 AI 분야 협력 교류 촉진 목적의 계획으로 5년 내 AI 교수 500명과 5,000명의 학생 양성을 목표('18년 교수 100명, 학생 300명 확보)로 하고 있음을 보여 주고 있다.

중국의 신기술 인재양성 정책은 국가 수준에서의 정책 수립, 성급 지방 수준에서의 집행, 지역 학교 단위에서의 구체적 실행 등 세 가지 층위로 이루어져 있다.



[그림 III-8] 신기술 인재양성을 위한 교육과정의 구성

중국의 교육부는 인공지능 교육의 핵심이라고 할 수 있는 정보기술 교육을 위해 2001년에 종합실천활동을 필수과정으로 설치하였다. 정보기술 교육의 핵심은 코딩 교육이라고 할 수 있으며, 인공지능 교육은 코딩 교육을 받은 인재들을 고차원의 인재로 양성하려는 정책인 것이다. 정보기술 교육을 실시한 지 16년이 지난 2017년 중국 국무부는 '차세대 인공지능 발전계획'을 발표하고 인공지능 관련 각종 정책을 추진하고 있다.

<표 III-6> '차세대 인공지능 발전계획'의 인재양성 방안

수준 높은 AI 혁신인력과 팀 양성	<ul style="list-style-type: none"> - AI 분야 교육체계 개선, AI 학과 및 단과대학 신설, AI 전공 석·박사 정원 확대 - 대학 AI 전문 교육의 내용 확대. AI와 수학, 컴퓨터과학, 생물학, 물리학, 사회학, 심리학, 법학 등 타 학문과 결합된 'AI + X' 복합 전공 - 산·학·연 협력을 강화하여 대학, 과학연구원, 기업의 협력 강화
고급 AI 인재 유치	<ul style="list-style-type: none"> - 세계 최고 인재와 청년인재 유치 가속화로 AI 인재고지 형성 - 신경인지, 기계학습, 자율주행, 지능형 로봇 등 분야 국제 전문가 영입 - '천인계획' 과 같은 기존 인재유치 프로그램들도 AI 인재 영입에 활용 - AI 인재 영입을 위한 기업체 및 연구기관 지원 정책 개선

자료: 中華人民共和國 國務院(2017. 7.). 新一代人工智能發展規劃(<https://baike.baidu.com>, 2020. 8. 21 검색)

중국과학원 자동화연구소에서는 국가지식교육프로그램(全民智能教育項目) 도입을 통해 초·중·고에서 인공지능 교육을 실시하도록 하였으며, 2018년 7월 총 3년의 편집기간을 거쳐 유치원부터 초·중·고, 직업교육의 생애 전 주기에 맞춰 인공지능 실험교재를 발간하였다. 향후 유치원, 초·중·고, 직업교육에서는 기 편찬된 인공지능 교과서를 정규 교육과정에 포함해 나갈 계획을 하고 있다.

중국 교육부는 정보기술 교육의 의무화 이전인 2000년에 “초등학교와 중학교 정보기술 과정 지침(시행)”을 공표하였다. 각급 학교 단계의 정보기술 수업 시간을 초등학교 68시간 이상, 중학교 68시간 이상, 고등학교 70~140시간으로 정하여 의무 이수토록 하였고, 고등학교는 추천 주제가 없이 학교별로 자율성을 인정하며 정보기술 교육과정을 의무적으로 운영하고 있다.

<표 III-7> 초·중등학교 종합실천활동 중 설계제작 활동의 추천 주제 일람

학년	설계제작 활동	
	정보기술	
1-2학년		
3-6학년	<ol style="list-style-type: none"> 1. 난 정보사회의 “원주민” 2. 타이핑 숙련가에 도전 3. 난 컴퓨터 아티스트 4. 네트워크 정보 인증 5. 파일의 효과적 관리 6. 프리젠테이션 전람회 성과 7. 정보 교류와 안전 	<ol style="list-style-type: none"> 8. 나의 전자신문 9. 렌즈에 펼쳐진 아름다운 세상 10. 디지털 음성과 생활 11. 입체적인 재미있는 디자인 12. 재미있는 프로그래밍 입문 13. 프로그래밍 세계의 화려한 정원 14. 간결한 대화식 미디어 디자인 15. 수공제작과 디지털 가공

학년	설계제작 활동			
	정보기술			
7-9학년	1. 내 컴퓨터를 조립하자 2. 홈 LAN 형성 3. 데이터 분석과 처리 4. 난 그래픽 디자이너 5. 2D 및 3D의 임의 변환	6. 동영상을 만들자 7. 프로그래밍 세계로 8. 과학 실험에 컴퓨터를 사용하자 9. 사물 인터넷 체험 10. 오픈소스 로봇 체험		
10-12 학년 (학교별 자율 교육과정)	유형	모듈 설계		
	필수	모듈1: 데이터와 컴퓨팅 모듈2: 정보 시스템과 사회		
	선택적 필수	<table border="1"> <tr> <td>모듈1: 데이터 및 자료 구조 모듈2: 네트워크 기초 모듈3: 데이터 관리 및 분석</td> <td> 모듈4: 초급 인공지능 모듈5: 3차원 설계 및 창의 모듈6: 오픈소스 하드웨어 프로 젝트 설계 </td> </tr> </table>	모듈1: 데이터 및 자료 구조 모듈2: 네트워크 기초 모듈3: 데이터 관리 및 분석	모듈4: 초급 인공지능 모듈5: 3차원 설계 및 창의 모듈6: 오픈소스 하드웨어 프로 젝트 설계
	모듈1: 데이터 및 자료 구조 모듈2: 네트워크 기초 모듈3: 데이터 관리 및 분석	모듈4: 초급 인공지능 모듈5: 3차원 설계 및 창의 모듈6: 오픈소스 하드웨어 프로 젝트 설계		
선택	모듈1: 초보 알고리즘 모듈2: 모바일 애플리케이션 설계			

자료: <https://wenku.baidu.com/view/029e06193d1ec5da50e2524de518964bcf84d2b5.html>(검색일 2020.8.20.).

최근 중국 정부는 인공지능 기술의 발전 등 신기술의 도래와 함께 교육과정의 새로운 변화를 모색하며 중국 교육부는 지난 2019년 10월 28일 “기초교육 단계에서의 정보교육 강화에 대한 제안”을 받았으며, 그에 대한 교육부의 답변 형식으로 “교육 정보화 2.0 행동계획”을 발표하였다. 그 내용은 다음과 같다.

1. 교사의 정보기술 소양을 배가하기 위한 훈련의 강도를 제고하고 ‘전국 초등 및 중등 학교 교사의 정보기술 응용 능력 제고 2.0 프로젝트’를 배포 : 교사가 인터넷, 빅데이터 및 인공지능과 같은 신기술 변혁에 적극적으로 적응하여 교육 활동을 보다 적극적으로 수행

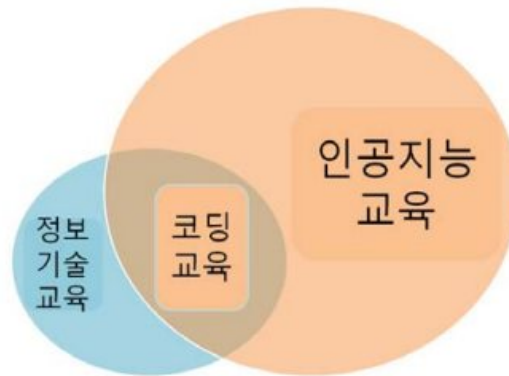
2. 기초교육 커리큘럼 시스템 구축을 안내하고 2017년에 "의무교육 초등학교 과학 과정 표준"을 발간하고 새로 개정된 ‘일반 고등학교 정보기술 과정 표준’을 통해서 학생들의 정보기술 인식, 컴퓨터적 사고, 디지털 학습 및 혁신, 정보기술 사회의 책임 등의 소양을 배양하도록 함

3. 다양한 방법을 통해 학생들의 정보기술 소양을 배양하도록 학제 간 지식의 융합을 지원하는 융합(STEM) 교육, 그리고 아이디어를 실천하고 창조하는 데 치중하는 창취(创客) 교육을 강화

4. 학생들의 정보기술 소양을 평가할 수 있는 지표체계를 개발

중국에서 초·중·고 정보기술 교육의 핵심은 디지털 기기의 활용과 초급 코딩 교육

이고, 인공지능 교육은 초급 코딩 교육을 포함하여 각종 고급 인공지능 언어, 인공지능 원리와 적용, 기계학습과 딥러닝 등을 총망라하는 신기술 교육임



2016년 초부터 2018년 8월까지 약 2년 반에 걸쳐 인공지능실험교재 33권을 발간하고 기본 철학을 다음과 같이 제시하였다.

- 첫째, 인류의 미래는 앞으로 인공지능에 의해 천지개벽하는 변화를 맞이하게 될 것이다.
- 둘째, 교육과 인공지능에 인류의 미래가 달려 있으며, 이미 국제사회의 관심사로 떠올랐다.
- 셋째, 교육 정보화가 교육의 현대화를 이끌게 되면서 인공지능이 모든 기술 부분을 통솔하는 핵심기반기술의 지위를 차지하게 되었다.
- 넷째, 인공지능 교육은 어린아이 때부터 시작되어야 하고, 반드시 유치원과 초·중학교 수업에 포함되어야 한다. 그래서 전체적인 교육과정 신설이 매우 중요해졌다.

3) 영국

영국 정부는 AI 사회의 도래에 대비하여 4개 영역(데이터 접근 개선, 전문역량 공급 개선, 영국 AI 연구 극대화, AI 활용 지원)에 대해 총 18개의 권고안이 담긴 영국 AI 산업 발전(Growing the Artificial Intelligence Industry in the UK, '17)을 발표하였다. 전문역량 공급 개선 관련 영역에는 인력 다양성, 석사 인력 지원 등 6개 권고안이 포함되어 있다.

<표 III-8> 영국 AI 산업 발전 인력양성 권고안

영역	권고안
전문역량 공급 개선	1. 정부, 산업계 및 학계는 AI 인력의 다양성의 가치와 중요성 인정하고 서로 협력
	2. 산업계는 초기 300명의 AI 석사 수준 코스를 밟는 학생 지원
	3. 대학은 컴퓨팅 혹은 데이터 과학 외 전공 대학원생의 AI 석사 전환 프로그램(1년)에 대해 고용주와 학생 대상 잠재수요 파악
	4. 정부는 선도대학에 최소 200개 수준의 AI 박사과정 추가 개설(개설 수 매년 증가)
	5. 대학은 STEM 분야 지식이 있는 사람들이 석사학위(MSc)를 취득하여 보다 전문적 지식을 획득할 수 있도록 AI MOOC 및 온라인 평생 교육 과정 개설 장려
	6. Alan Turing 연구소와 협력하여 The Turing AI Fellowships* 개설 *특별 기금을 통해 전세계 AI 전문인력 파악 및 영입

출처: Department for Business, Energy & Industrial Strategy(2017)

영국 상원 AI 특별위원회(Select Committee on AI)는 9개월간 전문가 인터뷰를 토대로 영국의 AI 전략의 방향을 제시하는 보고서인 ‘영국의 AI: 준비, 의지, 가능성(AI in the UK: ready, willing, and able?, ‘18.4)’를 발간하였다. 영국 AI 기업의 발전을 위해 국영 은행은 AI 투자를 위한 25억 파운드의 별도 기금을 조성하고 AI 정책 프레임워크 개발을 담당하는 정부기관들의 역할을 명확하게 하도록 제안하였다. 특히, AI 인력양성과 관련하여, 기존 정책 중 중요한 내용을 강조하거나 개선이 필요한 부분에 대해서는 개선방안을 제안하기도 하였다.

<표 III-9> 영국의 AI 준비, 의지, 가능성

제언	세부 내용
숙련된 AI 개발자 양성	<ul style="list-style-type: none"> • 공공-민간 매칭 기전 도입(재정부담 분담)을 통한 AI 박사과정 확대 • 앨런튜링 연구소-AI 위원회간 협력 통한 졸업 후 단기 전환 비학위 프로그램 개발
다양한 인재 영입	<ul style="list-style-type: none"> • 여성·소수 인종 등 다양한 사회 구성원에게 공적지원 박사과정 적용 확대 • 머신러닝 등 분야는 Tier 1 대비 요구 수준이 낮은 Tier 2 부족 직업 리스트에 포함하여 AI 연구자와 개발자 영입 확대
재교육	<ul style="list-style-type: none"> • 국가재교육정책(The National Retraining Scheme)을 통해 기존 인력을 재교육하여 새로운 일자리 대비 필요 • 국가재교육정책은 공공-민간이 자원 매칭 방식 등 협력 필수 • 교과 과정의 새로운 기술 중심 내용들에 대해 교사들이 훈련할 수 있도록 추가 시간 보장 • 교사들에 대한 훈련과 정기적인 재교육을 위한 전국 평생학습 시설 활용

출처: House of Lords, Select Committee on AI(2018)

영국 정부가 2013년 초중등 교육과정 개정안에서 필수교과로 지정한 컴퓨팅 과목의 교육단계별 학습 내용은 다음과 같다.

교육단계	학습내용
Key Stage 1 (초등학교 1~2학년, 만 5~7세)	<ul style="list-style-type: none"> 알고리즘의 정의 및 실행방식을 이해함. 간단한 프로그램을 제작하고 오류를 수정함. 인터넷 예절을 지키며 기술을 안전하게 사용함. 인터넷 등에서 콘텐츠 및 접속에 대한 문제가 있을 때 어디에서 도움이나 지원을 받을 수 있는지 확인함.
Key Stage 2 (초등학교 3~6학년, 만 7~11세)	<ul style="list-style-type: none"> 특수한 목적을 달성하기 위해 프로그램을 설계·제작하고 오류를 수정함. 일부 간단한 알고리즘의 작동 원리를 설명함. 인터넷을 포함한 컴퓨터 연결망을 이해하고, 이것이 다양한 서비스와 의사소통 및 협동의 기회를 제공하는 방법을 이해함. 주어진 목표를 달성하기 위해 디지털 기기에서 사용되는 다양한 소프트웨어를 선택·사용·조합하여 프로그램 및 콘텐츠를 설계·제작함. 기술을 안전하고 책임감 있게 사용하고, 용납되지 않는 행위를 인식함. 콘텐츠 및 접속에 대한 문제를 보고하는 다양한 방법을 확인함.
Key Stage 3 (중등학교 1~3학년, 만 11~14세)	<ul style="list-style-type: none"> 컴퓨터적 사고(Computational Thinking, CT)를 반영하는 핵심적인 알고리즘들을 이해함. 다양한 컴퓨터적 문제를 해결하기 위해 2개 이상의 프로그램 언어들을 사용하고, 정보 구조를 적절하게 활용하여, 모듈방식 프로그램을 설계함. 간단한 불 논리(Boolean logic)와 숫자들이 2진법으로 어떻게 제시되는지 이해하고, 2진법 수에 대한 간단한 조직을 수행함. 컴퓨터 시스템을 구성하는 하드웨어 및 소프트웨어 요소를 이해하고, 이 요소들이 상호 간 그리고 다른 시스템 간에 의사소통하는 방식을 이해함. 목표를 달성하기 위해 가급적 여러 기기의 다양한 애플리케이션을 선택·활용·결합하는 창조적 프로젝트를 수행함. 온라인 사생활과 정체성을 보호하는 것을 포함하여 기술을 안전하고, 책임감 있게 사용하는 다양한 방법들을 이해하며, 부적절한 콘텐츠 및 행위를 인식하고 이에 대한 문제를 어떻게 보고하는지 알.
Key Stage 4 (중등학교 4~5학년, 만 14~16세)	<ul style="list-style-type: none"> 컴퓨터 과학, 디지털 미디어 및 정보기술 관련 역할, 창의력, 지식을 개발함. 분석적 문제해결적, 디자인적, 컴퓨터적 사고기술을 개발·적용함. 온라인 사생활과 정체성을 보호하는 새로운 방법들을 포함하여 기술의 변화가 어떻게 안전성에 영향을 미치는지 이해하고, 이러한 문제들을 보고하는 다양한 방법들을 이해함.

자료: Department of Education(2013, September 11), National Curriculum in England: Computing Programmes of Study.

4) 일본

인구 감소와 고령화 등 사회문제를 겪고 있는 일본은 범부처 차원에서 경제 활성화를 위해 AI를 적극 활용하는 정책을 추진 중이며 필수요소로 인력양성 방안을 제시하고 있다. 과학기술 정책뿐만 아니라 경제성장 정책에도 AI 육성과 부족한 AI 인력 확보를 위한 양성 방안을 포함하고 있으며, 정책의 목표가 분명하고 일관되게 추진되고 있다. 특히, AI 역량 강화를 위한 컨트롤타워로 3성 합동(총무성·문부과학성·경제산업성)으로 'AI기술전략회의'를 설치('16.4)하고 내각부 종합과학기술·혁신회의(CSTI)가 의장을 담당하고 있다. 최근에는 과학기술 관련 내각부 산하 협의체들의 기능을 합친 '통합혁신전략추진회의'를 설치하여 AI를 전략 분야로 선정하고 CSTI가 전략 사령탑으로서 기능을 수행하고 있다. 통합혁신전략을 토대로 CSTI가 주축이 되어 AI 활성화와 인력양성 정책을 추진하고 있으며 주요 대학의 AI 인재 양성이 본격화되고 있다. 도쿄공대, 사이타마공대 등 주요 대학은 '19년 4월부터 AI 전문가 양성을 위한 학부·전공을 개설하였다.

2017년 AI 기술전략회의는 일본재흥전략 2016 등 과거 정책에서 제시한 AI 정책의 연장선에 있는 AI 3단계 발전 로드맵과 3대 우선 분야(생산성, 건강·의료·복지,

이동성) 발전 방안 등을 포함한 ‘AI 기술전략(人工知能技術戰略, ‘17.3)’을 발표하였다. AI 3대 R&D 기관인 NICT(정보통신연구기구), RIKEN(이화학연구소), AIST(산업기술종합연구소)의 R&D 및 인력양성, 스타트업 지원 등의 방안도 제시하고 있다. 특히, AI를 비롯한 IT 인력의 부족이 심각하다고 판단하고, 1단계(~’20)에는 기업·교육기관·정부 간 긴밀한 협력을 통해 최고 수준의 AI 인력을 즉각 양성하고 2~3단계에는 다양한 분야에 AI가 활용될 수 있도록 하는 인력양성을 권고하였다.

<표 III-10> 일본 AI기술전략 인력양성 방안(1단계)

방안	세부 내용
AI 인력의 즉각적 양성 교육 프로그램 개발·실행	<ul style="list-style-type: none"> AI 관련 종사자를 발굴하고 AI 관련 체계적 지식 및 실제 업무에서 필요로 하는 정보 제공, 데이터 학습을 통한 가치 창출 역량 향상 지원
대학교-기업간 협력 연구 증진	<ul style="list-style-type: none"> 대학교-기업 협력 연구에 개인의 참여 기회 확대 OJT를 통한 인력양성
정부 및 연구기관의 인력양성	<ul style="list-style-type: none"> NICT, RIKEN, AIST 내 젊은 연구자의 대우, 공동 연구자 및 인력 교환 NEDO(신에너지·산업기술종합개발기구)의 특별 프로그램, R&D 프로젝트, JST(일본 과학기술진흥기구) 펀딩 등 통한 인력양성

출처: 人工知能技術戰略會議(2017)

국가 차원의 경제성장 전략인 미래투자전략의 최신판인 미래투자전략 2018(未来投資戰略 2018, ‘18.6)에서 Society 5.0 도래에 따른 11개 프로젝트와 경제 구조 혁신을 위한 기반 조성을 위한 과제와 ‘AI 시대에 대응하는 인재 육성 및 최적 활용’ 방안을 포함하고 있다.

<표 III-11> 미래투자전략 2018의 AI인력 양성 방안

방안	세부 내용
문과, 이과 불문 물리·수리 능력의 제고	<ul style="list-style-type: none"> 교육 내용의 충실 <ul style="list-style-type: none"> - 초등학교부터 고등학교까지 외부인재 활용 등 통계·정보교육 강화 - 학교의 ICT 환경 정비 가속화(~’20) 대학 입시 개혁 <ul style="list-style-type: none"> - 대학입학 공통 시험 기초 과목에 ‘정보’를 추가하는 방안 검토(‘24~) 전체 학교에서 대응 <ul style="list-style-type: none"> - 전국 학교에서 수리·데이터과학 교육을 이수하는 대학 전국 확대(‘19~)
대학 등에서 실천적 AI·IT 인재육성 확대	<ul style="list-style-type: none"> 유연한 프로그램 <ul style="list-style-type: none"> - 공학과 이학의 융합(AI 등), 전공 경계를 넘는 인재 육성 ‘학위 프로그램’ 실현(‘20~) 실천적 AI 교육 <ul style="list-style-type: none"> - 전문 인재 등의 육성거점 대응 전개 - 민관 컨소시엄 등을 통해 인턴십과 PBL 등 실천적 산학연계 교육 확대(‘18~)
산업계 등에서 AI·IT 인재 활용 확대	<ul style="list-style-type: none"> AI 인재 최적 활용 <ul style="list-style-type: none"> - 노후 IT 시스템 보수·운용으로부터 IT 인재 해방, 리커런트 교육 및 인재 최적 활용 촉진 - 기업, 대학 등에서 AI를 비즈니스와 혁신에 활용할 수 있는 조직 만듦기와 우수 인재의 해외와 동등한 대우 실현 촉진 AI 스킬 표준화 <ul style="list-style-type: none"> - ‘IT 리터러시’ 기준을 책정·시험화하고, 기업의 채용 선발과 처우에 반영 촉진(‘18~) 리커런트 교육 <ul style="list-style-type: none"> - 대학 등에서 AI·IT 분야 등에서 실천적인 리커런트 교육 확대

출처: 한국산업기술진흥원(2018)

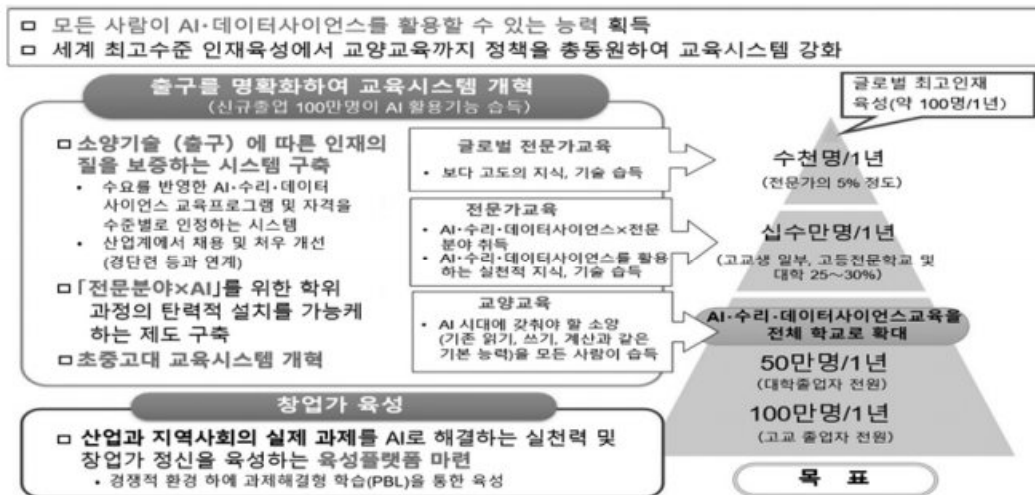
2018년 AI 기술전략회의는 'AI 기술전략'을 구체화하고 강화하기 위한 실행 계획을 발표하고 인재 확보가 급선무임에도 불구하고 검토가 지연되고 있어 대책 마련이 시급함을 강조하였다. 특히, 장기적으로 부족할 것으로 예상되는 AI·IT 인력 확보를 위해 양성 인력의 규모와 산·관·학 협력 및 기관별 역할을 제시하고 있다.

<표 III-12> AI기술전략 실행계획의 인력양성 방안

인력 구분	양성 방안		인력 규모
	학교 및 정부	기업	
첨단 IT 인재 (5만명 부족, '20)	<ul style="list-style-type: none"> • 톱인재 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 선진 연구자 연구비 증점 배분 - 연구자 육성 위한 해외 연수 장려 • 신규 졸업자·사회인 재교육 <ul style="list-style-type: none"> - 인턴십 통한 실전적 교육 - IT 기술자 교육 훈련 확대 	<ul style="list-style-type: none"> • 고용 촉진 <ul style="list-style-type: none"> - 인재요건 명확화·공유 - 대학 교육 커리큘럼 개발 참여/커리큘럼 이수생 채용 - AI 관련 학과 장학금·기부 강좌 개설 • 외국인 활용 <ul style="list-style-type: none"> - 글로벌 수준에 따른 고용 대우 조건 개선 - 해외인재 채용 활동 실행 	<ul style="list-style-type: none"> • 연 2~3만명 추가 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 선진 연구 통한 인재·젊은 연구자 연 200명 - 사회인 재교육 연 2,500명 - 대학교 졸업자 연 300명 - 외국인 인재 연 500명
일반 IT 인재 (30만명 부족, '20)	<ul style="list-style-type: none"> • 전문지식 리터러시 양성 <ul style="list-style-type: none"> - 수리·데이터과학 교육 강화 - 기초 IT 리터러시 자격·검정 	<ul style="list-style-type: none"> • 외국인 활용 <ul style="list-style-type: none"> - 글로벌 수준에 따른 고용 대우 조건 개선 - 해외인재 채용 활동 실행 	<ul style="list-style-type: none"> • 연 15만명 추가 육성 <ul style="list-style-type: none"> - 정보 학부 교육 강화, 사회인 재교육 등
일반 국민	<ul style="list-style-type: none"> • IT 리터러시의 양성(초중등 교육) <ul style="list-style-type: none"> - 교원 연수 충실·교재 개발 촉진(프로그램 교육 대응) - 수리 교육 강화 위한 대학 입시방안 검토 		

출처: 総合科学技術・イノベーション会議(2018)

최근 제3회 통합혁신전략추진회의('18.12.04)에서 AI 인재육성 기반 구축을 위한 교육 개혁 방안에 대해 다시 논의한 후, CSTI는 교육시스템 개혁과 창업가 정신 육성을 골자로 하는 인력양성 방안을 제시하였다('18.12.20).



[그림 III-9] CSTI의 AI 인재 육성 방안

출처: 한국과학기술기획평가원(2018.12.20.)

5) 독일

독일에서는 사회 전반에 디지털 교육의 중요성이 증가하면서 학교 교육에서 미디어 교육과 정보과학 교육이 확대되고 있으며 인공지능 관련 교육도 일부 시행하고 있다.

대부분의 주에서 5~6학년을 대상으로 미디어 교육을 의무적으로 시행하고, 7~8학년을 대상으로 정보과학 기초과정을, 이후 학년부터는 정보과학 심화과정을 선택과목으로 시행하고 있다.

베를린-브란덴부르크주의 정보과학 교육과정 가운데 인공지능과 관련하여 제시하고 있는 수업주제를 살펴보면, 튜링 테스트(Turing Test)를 토대로 하는 ‘컴퓨터와 인간의 교류’ 등 고전적 인공지능 문제에 중점을 두고 있다.

구체적인 수업주제는 ① 컴퓨터 및 네트워크 내 바이러스 등의 생명체, ② 컴퓨터의 진화와 자가 재생, ③ 인공의 삶과 로봇, ④ 컴퓨터와 두뇌: 폰 노이만의 컴퓨터 vs 신경망 등으로 구성되어 있다. 특히 인공지능 관련 교육은 여러 과목과 융합하여 시행할 수 있어 학제적 수업과 세미나 형태로 시행되고 있다.

인공지능과 관련한 학제적 교육을 위해 베를린-브란덴부르크주 교육 사이트에서 제시한 내용을 보면 다음과 같다.

<표 III-13> 독일의 인공지능 관련 학제적 수업 예시

교육내용	함양해야 할 능력	연계내용
① 채팅로봇(ChatBot)의 정의 및 작동 원리 • 바이젠바움(Weizenbaum)의 언어처리 시스템 ELIZA 분석	• ELIZA의 기본원칙: 패턴 매칭 • 다양한 구문론 및 의미론 • ELIZA 프로그램의 효과 • 스스로 간단한 스크립트 제작	• 공식 언어로 ELIZA 프로그램의 ‘지식기반’에 대한 설명 • 문법적 교정문제 해답의 일반화 문제
② 튜링테스트	• 튜링테스트에 대한 이해 및 평가 • 튜링의 지능 정의에 대한 이해 및 평가 • 자동 언어 처리 시스템의 실질적 문제점 해결하기	• 육체와 정신의 문제(철학)
③ 기계적 언어처리의 가능성 및 한계 • 채팅로봇	• 채팅 로봇을 통한 실험 실시 • 채팅 로봇의 지식기반 학습과 확대	• 튜링테스트 우수시행 프로그램 뢰브너 상 • 뢰브너 상을 다수 수상한 ALICE 프로그램 분석

자료: Landesinstituts für Schule und Medien Berlin-Brandenburg[h.d.]. Künstliche Intelligenz[KI/AI]

한편 독일은 미래 사회를 대비하기 위해 자연과학 계통의 전문 인력 양성을 강화하면서 수학, 정보, 자연과학, 기술 교육(MINT)을 적극적으로 추진하고 있다.

6) 인도

인도의 교육과정은 국가교육정책(National Education Policy)과 교육연구기술위원회(NCERT, National Council of Educational Research and Training)에 의해 설계된 지침을 토대로 개발이 되었다.

중등학교 수준의 CBSE(Central Board of Secondary Education)는 Skill 교과 과목 중 하나로 2019-2020 교육과정부터 8, 9학년에 AI 과목을 시범 적용하고, 2020-2021 교육과정부터는 9, 10학년 대상 과목 중 하나로 AI를 개설하였다.

과목 전체의 목표는 ‘일상생활 속 AI 기술에 대한 이해를 높이고 기술을 평가할 수 있는 소양을 기른다.’이며, CBSE 교육과정에서 제시한 세부 목표는 다음과 같다.

- 게임, 활동 및 다양한 방법을 통해 AI 기술이 적용된 분야가 무엇인지 이해한다.
- 대표적인 AI 적용 영역(NLP, Vision, Data)를 구분한다.
- 대화식 참여를 통해 AI의 의미를 학습자 스스로 구성한다.
- AI 프로젝트 과정(AI Work Flow)을 이해한다.
- 기초 프로그래밍 기술(파이썬)을 실습한다.

7) 프랑스

프랑스의 ‘고등교육연구혁신부(MESRI)’는 2017년, 앞으로 도래할 인공지능 시대에 대응하기 위하여 약 50여 개의 정책 권고안을 담은 미래전략보고서를 발간하였다.

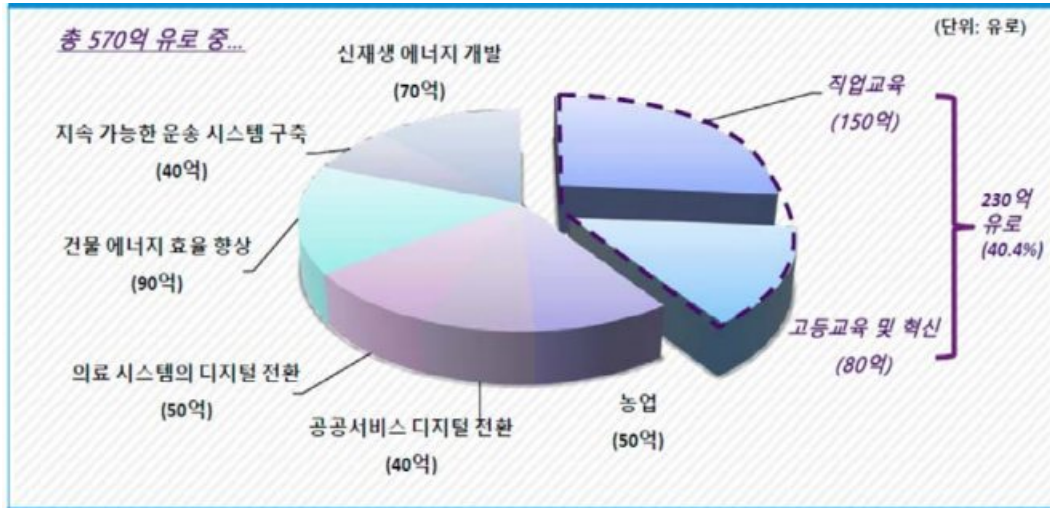
프랑스 교육정책의 궁극적인 지향점은 ‘교육-일자리-R&D-AI플랫폼(커뮤니티)’으로 구성되는 AI생태계를 구축하여 국가의 4차산업경쟁력을 극대화하는 데 있으며, 인공지능 연구의 다양성 확보 방안, 미래인재 확보전략, 혁신 생태계 구축 등을 주제로 한 정책을 제안하였다.

보고서에 포함된 교육 관련 정책으로는 ‘초등학교에서 고등학교에 이르는 인공지능 및 데이터 처리 관련 교육과정 개설’, ‘인공지능교육 생태계 구축 및 인문학, 법학, 사회학 등 타 분야와의 융합적인 연구 추진’, ‘인공지능교육 자료를 국가 차원에서 제공’, ‘교육부 내 에듀테크(EduTech) 혁신부서 설치 및 인공지능 전문역량을 확보한 교사 양성’ 등이 있다.

프랑스 역시 일본과 마찬가지로 교육 혁신을 국가적 과제로 선정하고 선제적인 대응책을 마련하는 데 총력을 기울이고 있다.

또한 프랑스는 2017년 9월, 미래산업분야에서 프랑스의 경쟁력 제고를 위해 2018년부터 2022년까지 집행할 대규모 공공투자 계획을 발표하였다. 전체 투자금액 570

역 유로 중 ‘직업교육’과 ‘고등교육 및 혁신’ 분야에만 약 230억 유로(40.4%)를 투자할 계획으로, 이를 통해 교육 혁신에 대한 정부의 강력한 의지를 확인시켜주고 있다.



Source: Le Grand D'Investissement 2018-2022(2017.09)

[그림 III-10] 2018~2022년 프랑스 정부의 대규모 투자계획 중 교육분야 비중

2013년 3월, 프랑스 이동통신사 ‘프리모바일(FreeMobile)’ 회장인 자비에르 니엘이 투자하고 설립한 ‘에콜42’는 명실상부한 글로벌 IT인재사관학교로 자리잡고 있다. 프랑스 미래 산업의 주축이 디지털 산업이라고 판단하고, 이를 이끌어 나갈 스타트업 기업 육성을 목적으로 학교를 설립하였다. ‘에콜42’는 100% 무상교육을 제공하고 있으며, 학력 제한이 없어 만18세~30세에 해당하는 누구나 입학이 가능하다. ‘에콜42’에 입학하기 위해서는 ‘라삐신(Lapiscine)’이라는 학생 선발 과정을 거쳐야 하는데, 이 기간에 지원자에게 집중적이고 강도 높은 코딩과제를 지속해서 부여하고, 미래사회가 요구하는 IT 인재로 거듭날 수 있는지에 대한 잠재력을 평가한다.

‘에콜42’는 교수·교재·학비가 없는 3무 정책을 유지하고 있으며, 강도 높은 ‘팀 프로젝트’를 통해 코딩과 문제해결능력 등 실무적인 역량뿐만 아니라, 커뮤니케이션 역량 등 사회적 역량 또한 배양할 것을 목표로 하고 있다. ‘에콜42’가 혁신교육 사례로 평가받는 이유는 4차 산업혁명 시대에 특화된 교육시스템 제공을 통해 즉시 업무투입이 가능한 실무형 인재를 양성하고, 궁극적으로 프랑스의 창업 생태계를 구축하는데 기여하고 있기 때문이다. 2018년을 기준으로 ‘에콜42’ 학생들이 창업한 스타트업은 150여 개에 달하며, 재학생의 30%는 이러한 스타트업에 근무하면서 동시

에 코딩 공부를 진행하고 있다.

1	교육 목표	즉시 업무 투입 가능한 IT인재 양성
2	특징	교수·교재·학비 없는 3무(無) 학교
3	입학 자격	18~30세 사이면 누구나 지원 가능
4	학생 창업 스타트업 수	150여개
5	학생 국적	약 60개국

구분	프로그래밍	혁신	엔프러	자기계발과 표현	기업가정신
교과목	Imperative Programming	Adaptation & Creativity	System Programming	Organization	Company Experience
	Functional Programming	Web	Network & System Admin	Rigor	Group & Interpersonal
	Object-Oriented Programming	Technology Integration	Security		
	Algorithm & AI		DB & Data		
	Graphics		Parallel Computing		

Source: 언론보도 종합

Source: école 42

[그림 III-11] '에콜42'의 개요와 교과목

나. 국내 인공지능 인재 양성 현황

2019년 12월 과학기술정보통신부는 'IT 강국을 넘어 AI 강국으로'라는 인공지능 시대 미래 비전과 전략을 담은 AI 국가전략을 발표하였다. 이 발표안에는 2030년까지 디지털 경쟁력 3위, AI를 통한 지능화 경제 효과 창출, 삶의 질 향상을 위해 세계를 선도하는 인공지능 생태계 구축, 인공지능 가장 잘 활용하는 나라, 사람 중심의 인공지능 구현 등 3대 분야 아래 9개 전략과 100개 실행 과제를 마련하여 구축하겠다는 계획을 담고 있다. 또한 이를 위해 모든 연령과 직업군에 걸쳐 전 국민이 AI기초를 습득할 수 있는 교육 체계를 구축하고, AI관련 학과의 신증설, AI대학원 프로그램의 확대, 2022년까지 초·중·고 교육 시간에 SW와 AI필수 교육의 확대 등과 같은 인공지능 교육을 통한 인재 양성에 대한 의지를 보이고 있다.

이에 2020년 10월 인공지능 강국을 위한 SW인재양성을 위한 국가 정책을 발표하였다. 인재의 유형을 크게 미래인재, 지역인재, 실무인재, 고급인재로 나누고 SW·AI 교육을 위한 시범학교 운영, 초·중 교과서(2종) 및 고교 교과서(4종) 개발, 핵심교원양성, SW중심대학 지원 등으로 예산 증설과 초·중·고·대학 등 14만 명을 교육하겠다는 구체적인 인공지능 인재 양성 방안을 발표하였다.



[그림 III-12] 과학기술정보통신부의 2019년(좌), 2020년(우) 보도자료

2020년 11월 교육부는 관계부처 합동으로 ‘인공지능시대 교육정책방향과 핵심과제’를 발표하여 우리나라 미래 교육이 나아가야 할 방향을 제시하고 이러한 관점에서 감성적 창조, 초개인화 학습환경, 따뜻한 지능화 정책 세 가지의 정책 추진 방향을 제시하였다. 그리고 인공지능이 교육을 완전히 바꿔놓을 것이라는 UNESCO 사무총장의 말을 빌려 인공지능 교육의 필요성을 강조하고 있다.

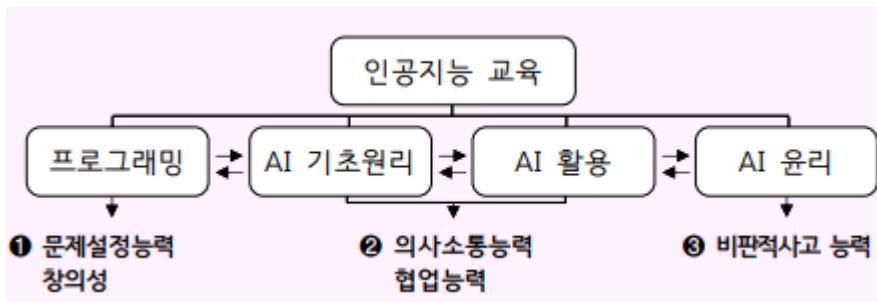
3. 인공지능과 교육

가. 인공지능 교육의 개요

2020년 1월 인공지능교육연구소에서는 ‘모두를 위한 인공지능교육 프레임워크’에서 인공지능 교육은 ‘인공지능을 이해하고 인공지능의 파워를 활용하여 문제를 해결할 수 있는 능력을 신장하는 교육’이라고 정의하며 아래와 같이 인공지능 교육의 의미를 설명하였다.

인공지능을 다루는 교육이다.
 인공지능 교육은 문제해결력을 길러준다.
 인공지능 파워를 활용하여 문제를 해결한다.
 인공지능 사회의 변화와 가치를 이해하게 해준다.
 미래사회에 필요한 역량을 길러준다.

2020년 11월에 발표한 교육부의 ‘인공지능 시대 교육정책 방향과 핵심과제’에서는 인공지능 교육의 의미를 신기술 출현에 따른 새로운 지식 학습을 넘어 미래 기초역량 함양을 돕는 교육’이라 하고 그 구성을 다음과 같이 제시하였다. 지적 창조 활동으로서의 프로그래밍 교육, 미래 기초의사소통으로서의 AI 기초원리와 활용 교육, 비판적 사고함양을 위한 AI윤리교육으로 설명하며 각 내용에서 기르고자 하는 역량을 제시하였다.



[그림 III-13] 인공지능 교육의 구성과 각 교육 내용의 역할

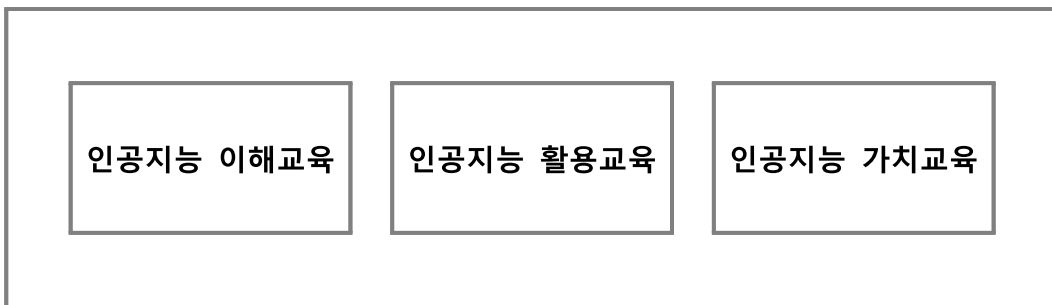
2020년 12월 인천광역시교육청과 한국인공지능교육학회에서 발표한 ‘착한 인공지능교육 표준안 및 가이드라인’에서는 인공지능교육을 ‘착한 인공지능교육’이라 명명하고 그 의미를 ‘인공지능의 올바른 이해를 토대로 인공지능을 활용한 문제해결 능력과 인간과 기계가 공존하는 사회에서 책임성과 공정성을 추구하는 가치와 태도를 가진 인재를 양성하는 교육’이라고 하였다. 착한 인공지능 교육의 목표는 ‘AI를 통해 세상을 이롭게 하는 인재를 양성하는 것이다’라고 하였으며, 추구하고자 하는 역량은 ‘인공지능 소양 역량’, ‘인공지능 사고 역량’, ‘인공지능 가치 역량’ 세 가지를 제시하였다.



[그림 III-14] 착한 인공지능교육에서 기르고자 하는 역량
출처: 인공지능교육연구소(2020), 모두를 위한 인공지능교육 프레임워크
인천시교육청(2020), 착한 인공지능교육 가이드라인

이상에서 살펴본 바를 바탕으로 인공지능 교육의 개념과 목표는 ‘인공지능의 원리와 개념을 이해하고, 인공지능 파이프를 활용하여 문제를 해결하며 인간과 인공지능이 협력하여 공존하는 사회에 필요한 인공지능 사고 역량을 신장한다’라고 할 수 있다.

나. 인공지능 교육의 유형



2020년 1월 인공지능교육연구소에서는 ‘모두를 위한 인공지능교육 프레임워크’를 통해 인공지능교육을 크게 ‘인공지능 이해교육’, ‘인공지능 활용교육’, ‘인공지능 가치교육’ 세 가지 유형으로 구분하였다.

2020년 11월 교육부에서는 ‘인공지능시대 교육정책방향과 핵심과제’ 발표에서 지능 교육의 구성을 ‘프로그래밍’, ‘AI기초원리’, ‘AI활용’, ‘AI윤리’ 네 가지로 나누어 제시하였다.

이를 토대로 인공지능교육의 유형은 인공지능의 기초원리와 프로그래밍을 다루는 인공지능 이해교육, 인공지능을 활용하여 문제를 해결하고자 하는 인공지능 활용교육, 인공지능 윤리와 태도, 이슈를 다루는 인공지능 가치교육으로 나누어 볼 수 있다.

1) 인공지능 이해 교육

인공지능 이해 교육은 인공지능에 관한 교육으로서 인공지능의 개념, 원리, 알고리즘 등을 주제로 한다. 그러므로 인공지능 학문의 지식 체계와 역사적 사례 등이 고르게 포함되어 있다. 인공지능 이해 교육에서 다루는 교육 내용은 크게 3영역 7 주제로 나누어서 살펴볼 수 있다.

3가지 대영역은 추상 지능, 물리 지능, 사회 지능으로 추상 지능은 실세계로부터 데이터를 입력받아 인지적인 처리과정을 거치는 지능 발현 영역이다. 물리 지능은 지각과정을 통해 지능적으로 출력 처리하면서 발생하는 실세계와의 물리적인 상호작용 즉, 소통을 의미한다. 사회 지능은 인공지능이 인간과 사회에 미치는 영향을 다룬다.

7주제는 3가지 대영역을 토대로 문제와 탐색, 지식과 추론, 자료와 학습, 감각과 인지, 언어와 소통, 행동과 작용, 인공지능과 사회로 구분한다.

<표 III-14> 인공지능 이해교육의 3영역과 7주제

대영역	대주제
지능 발현	문제와 탐색
	지식과 추론
	자료와 학습
상호 작용	감각과 인지
	언어와 소통
	행동과 작용
사회 영향	인공지능과 사회

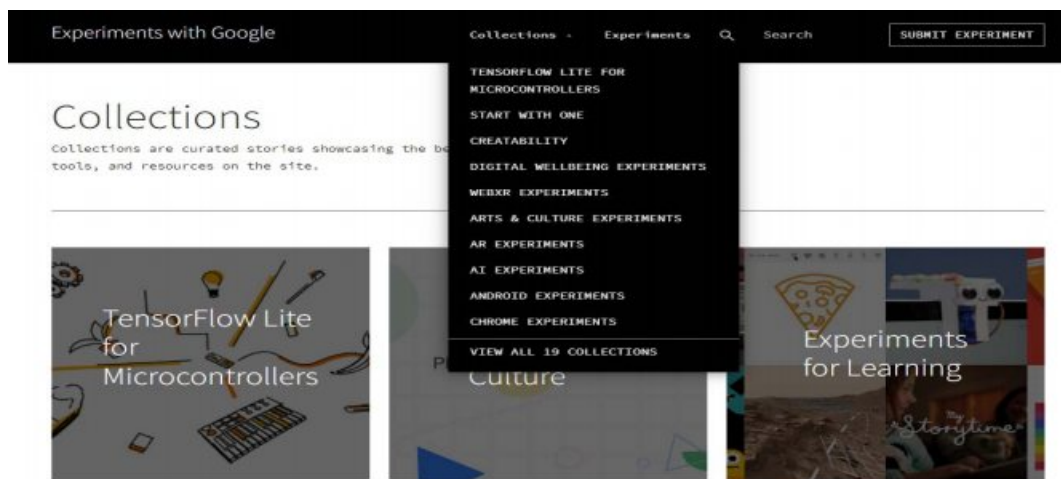
2) 인공지능 활용 교육

인공지능 활용 교육은 인공지능을 활용하여 사용자들의 문제해결을 도와 교수자, 학습자의 역량을 강화하는데 목표를 둔다. 인공지능을 활용한다는 것은 여러 가지 의미가 있는데 인공지능 기술과 서비스 등을 교과, 타 분야, 산업, 정책 등의 분야에 골고루 활용하는 것을 말한다. 교육 분야에서는 인공지능을 활용하여 해당 교과나 교육 업무의 목표 달성에 도움을 준다면 인공지능 활용 교육이라고 할 수 있다. 이러한 내용들을 정리하여 본다면 인공지능 활용 교육을 다음과 같이 세분화하여 구분할 수 있다.

<표 III-15> 인공지능 활용 교육의 유형





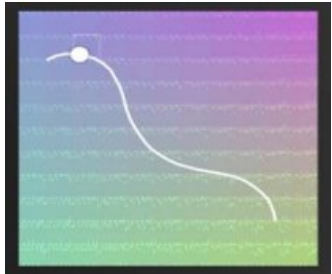
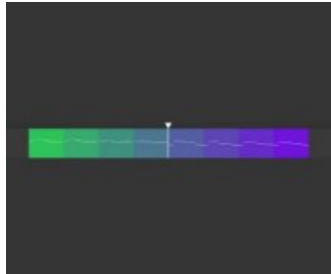
인공지능 활용 교육의 내용	세부 유형
인공지능을 타 교과의 수업에 활용	AI 교과 활용 교육
인공지능을 학문과 산업에 융합하여 활용	AI 융합 교육
인공지능을 교수·학습 지원 도구로 활용	AI 맞춤형 교육(튜터링 시스템)

AI 교과 활용 교육은 해당 교과의 목표를 달성하는데 인공지능을 활용하는 것을 의미하며, 제공되는 인공지능의 형태에는 인공지능 시스템, 앱, 플랫폼, 앱, 코딩 등이 있다. AI 교과 활용 교육에 사용할 수 있는 앱은 주로 음악과 미술, 체육 교과와 인공지능 개념을 이해하는 데 도움을 주는 것들이 다수를 차지하고 있다.


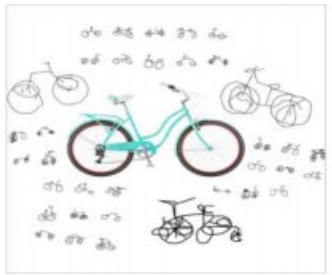


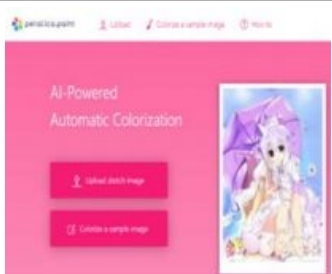



[그림 III-15] experiments.withgoogle.com/collections에서 제공하는 앱
(<https://experiments.withgoogle.com/collections>).

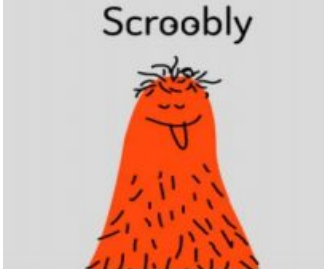


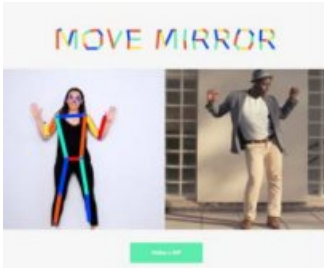
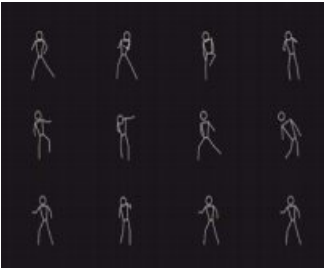

<표 III-16> 음악 교과의 목표 달성을 도와주는 AI앱

		
AI DUET	SEMI-CUNDUCTOR	LIPSYNC BY YOUTUBE
		
FREDDIEMETER	BEAT BLENDER	MELODY MIXER


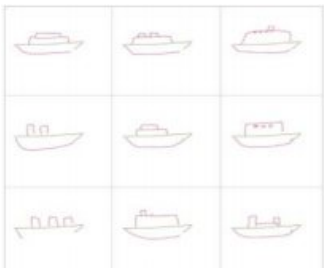




<표 III-17> 미술 교과의 목표 달성을 도와주는 AI앱

		
AUTODRAW	CARTOONIFY	SHADOW ART
		
INFINITE HERBARIUM	Petalica Paint	DEEP DREAM GENERATOR

<표 III-18> 체육 교과의 목표 달성을 도와주는 AI앱

		
SCROOBLY	TOUCH TYPE	BODY, MOVEMENT
		
MOVE MIRROR	Wayne-mcgregor	SQUATS COUNTER

<표 III-19> 인공지능 개념의 이해를 도와주는 AI앱

		
QUICK, DRAW!	SKETCH-RNN DEMOS	SCRYING PEN
		
SEMANTIS	TEACHABLE MACHINE	NEURAL NETWORKS

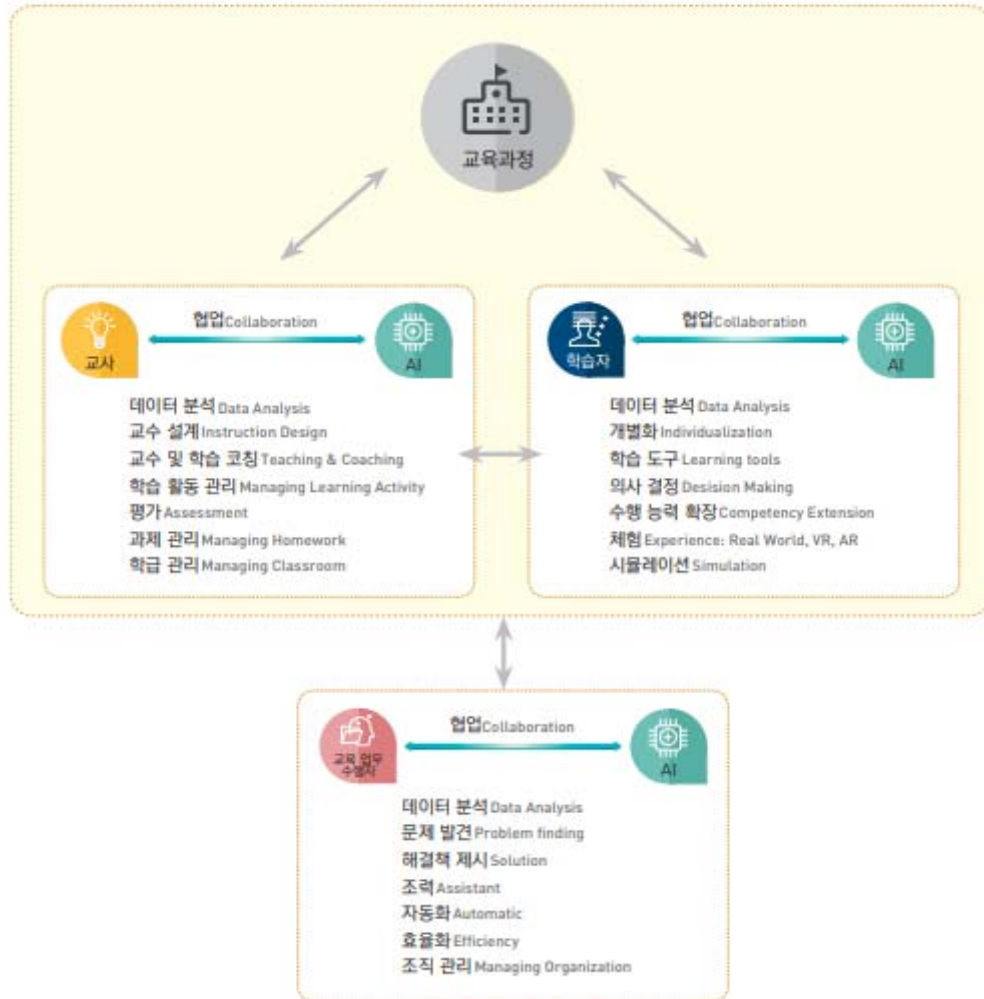
교육 분야에서 활용되고 있는 인공지능은 AI 맞춤형 교육으로 학생들을 위한 맞춤형 학습, 학습 경험의 확장, 취약계층 지원, 교육 업무 지원을 위한 업무 자동화와 효율화에 사용되고 있다. 즉, 교수자, 학습자, 교육 관리자들을 지원해주는 형태라고 할 수 있다.

부산시 교육청(2020)에서는 ‘인공지능 기반교육 가이드북’에서 이러한 인공지능을 활용하는 교육을 ‘AI 기반교육(AIBEF: Artificial Intelligence Based Education Future)’이라고 명명하며 교육에 AI기술을 도입하여 교육 내용, 교육 방법, 교육 체제의 변화를 모색함으로써, 현재 진행 중인 고도의 기술 발달로 인한 불확실성의 사회에 능동적으로 대처해가는 역량 있는 인재를 길러내는 교육이라고 하였다.



[그림 III-16] AI기반 교육의 현재와 미래의 위치

그리고 AI의 협업 대상에 따른 역할의 구분으로 교사, 학습자, 교육 업무 수행자로 나누어 그에 따른 협업 관계를 명시하였다. AI는 교사, 학생, 교육 업무 수행자와 협업하는 형태로 교육을 지원하며 이러한 상호작용 사이에서 교육 성과를 높일 수 있게 된다.



[그림 III-17] AI 기반 교육에서의 역할 관계

또한 AI 기반 교육에서의 교수자의 역할은 AI로 인해 교사가 필요 없어지는 것이 아니라 교사의 역할에 대해서는 변하는 바가 없으며 교수자가 과거에는 학습 내용을 전달하는데 좀 더 치중되었다면 AI 기반 교육에서는 수업을 설계하고 학습 관리를 하는데 그 비중이 더 실리는 것으로 변화가 있을 뿐이다.

인공지능이 교사의 단순 노동을 요구하는 채점, 과제 관리, 자료 수집, 통계 분석 등과 같은 일을 대신하여 일의 부담을 줄여주게 되고 교사는 학생들의 수업을 설계하고, 인간적인 교류, 학생들의 사회성, 공동체 의식, 감정 교류, 인성 계발, 창의력, 상상력 등을 기를 수 있는데 좀 더 집중하게 될 것이다.

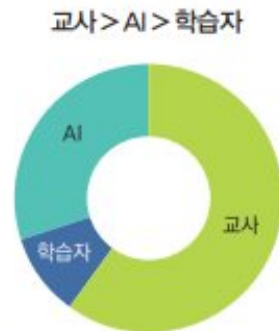


[그림 III-18] AI 기반 교육에서의 교수자의 상대적 역할 비중 변화

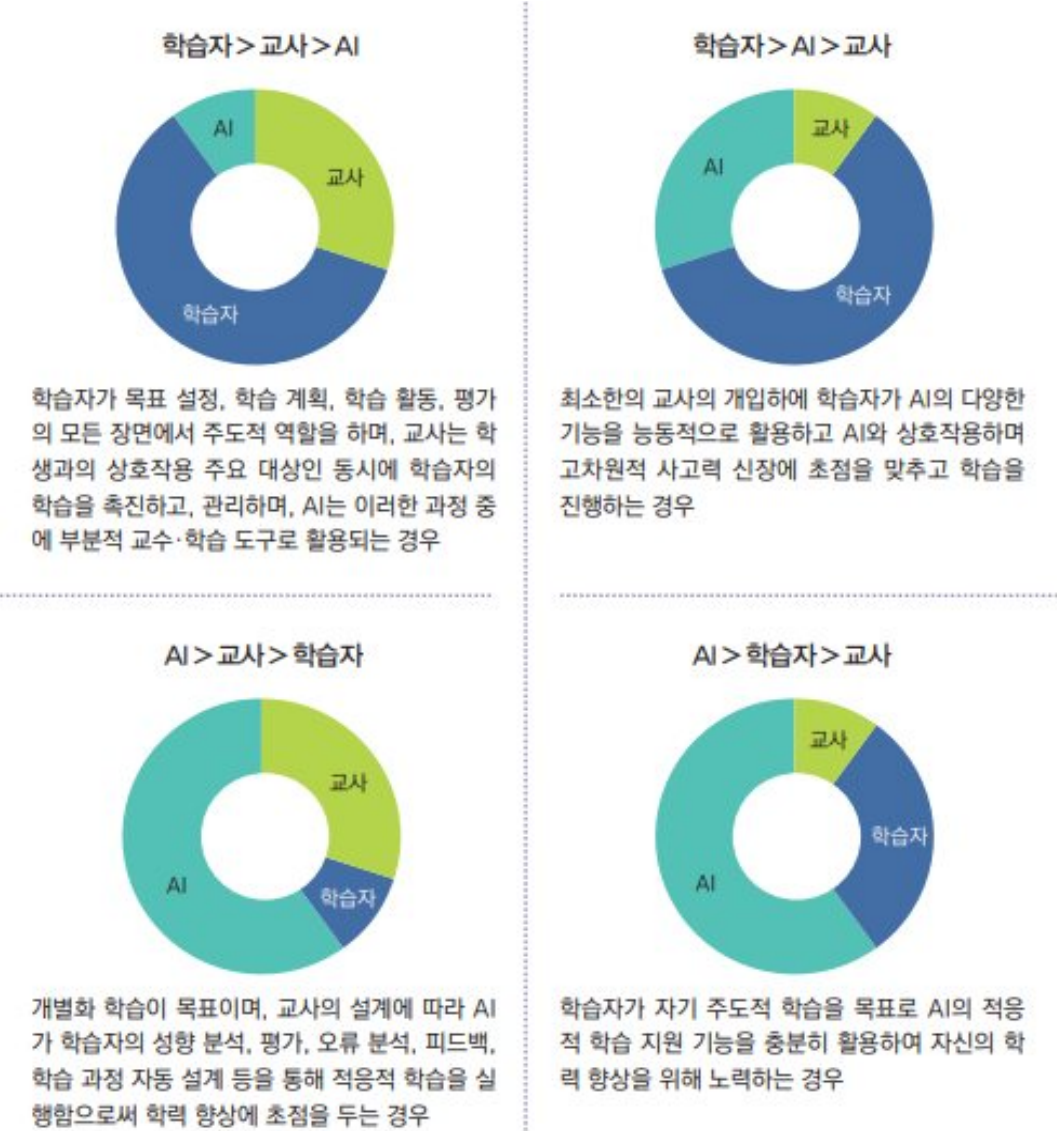
인공지능이 교육현장에 들어왔을 때 AI, 교사, 학생의 학습 주도권은 이 세 가지 요소의 역할 관계와 학습 상황에 따라 적절하게 배분해야 할 필요가 있다. 부산시 교육청에서는 이에 대한 모델로 6가지를 제시하였다. 다만 오늘날 교육에서는 학생의 주도권을 학생들에게 주는 것을 강조하고 있다는 점도 주지해야 한다.



수업이 교사의 강의 중심으로 운영되는 가운데, 학습자가 안내된 상호 작용적 활동을 통해 학습 목표에 도달하는 수업의 형태. AI는 부분적 교수 도구, 또는 학습 도구로 사용되는 경우



수업이 교사의 강의 중심으로 운영되는 가운데, AI가 학습자의 학습 활동을 모니터링하고, 보조하며, 학습한 지식이나 기능을 개별적, 혹은 모둠 별로 연습할 수 있도록 안내하는 경우



[그림 III-19] 학습 주도권 배분 형태

AI가 수업에 관여하는 형태에 따라 AI기반 교육 모델의 12가지 형태는 다음과 같다. 수업의 단계인 도입, 전개, 정리에 따라 AI의 개입과 그 역할에 따라 구분을 지은 것이다.



[그림 III-20] AI 기반 교육 모델

3) 인공지능 가치 교육

인공지능 가치 교육은 인간 중심의 가치를 추구하기 위해 인공지능의 바른 활용, 바른 가치 탐색, 관점 갖기, 윤리적 실천 등을 다루는 교육이다. 인공지능 기술은 인간사회에 미치는 영향이 매우 크고 획기적인 변화를 불러 일으킬만한 기술이기에 인간의 가치를 중심에 두고 인공지능이 미치는 영향, 그로 인해 파생되는 이슈들을 함께 생각해보고 인간이 인공지능과 함께 살아가야 할 사회에 대해 모색해보는 것은 매우 중요하다.

인공지능 가치 교육의 주제는 인공지능 기술에 따른 윤리 이슈와 산업별 분야에 다른 주제로 구성할 수 있다.

인공지능 윤리 이슈에는 공정성, 투명성, 책임성, 인간성, 오·남용성 등이 있으며

이는 다시 개발자, 사용자, 도입자로 사람들의 역할에 따라 그 이슈의 범위를 정할 수 있다.

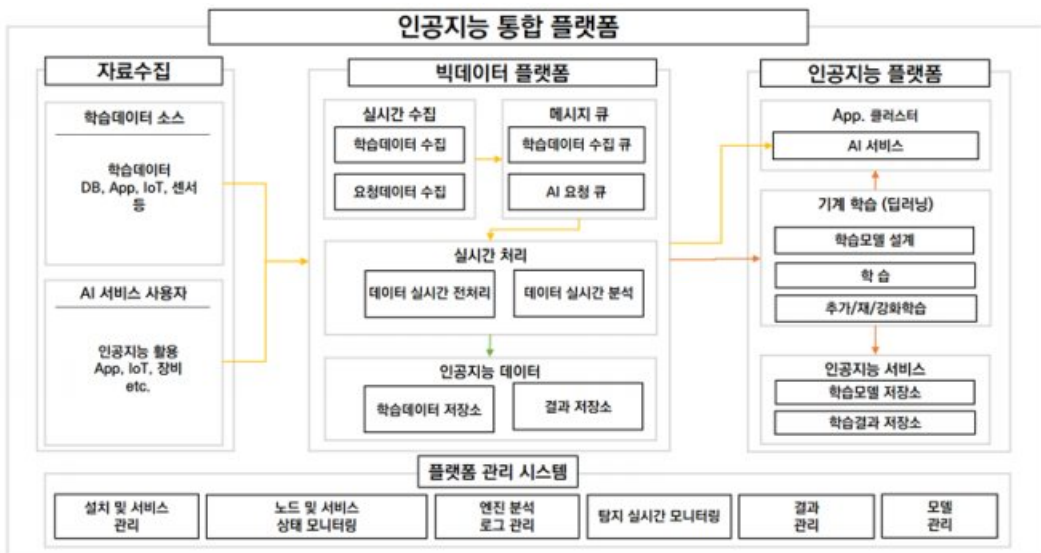
산업별 분야에 따른 주제는 의료, 금융, 제조, 국방, 법률 등에 따른 이슈로 정할 수 있다. 의료에서는 인공지능의 진단, 수술 로봇과 같은 문제, 금융에서는 로보 어드바이저 문제, 제조에서는 자율 주행 자동차와 트롤리 딜레마 문제, 국방에서는 자율 무기 문제, 법률에서는 인공지능의 판결 등과 같은 문제를 다룬다.

위에서 살펴본 것처럼 인공지능 가치 교육은 발생된 내용만을 주제로 할 경우 문제의 본질을 파악하여 해결하기가 힘들다. 인공지능에 대한 이해를 바탕으로 한 접근이 매우 중요하다고 할 수 있다. 그러므로 인공지능 가치 교육은 인공지능 이해 교육과 인공지능 활용 교육과 함께 어울려 다루어질 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

다. 인공지능 교육을 위한 플랫폼

인공지능 교육에 사용되는 플랫폼은 국내외적으로 다양하게 개발되어 활용되고 있다.

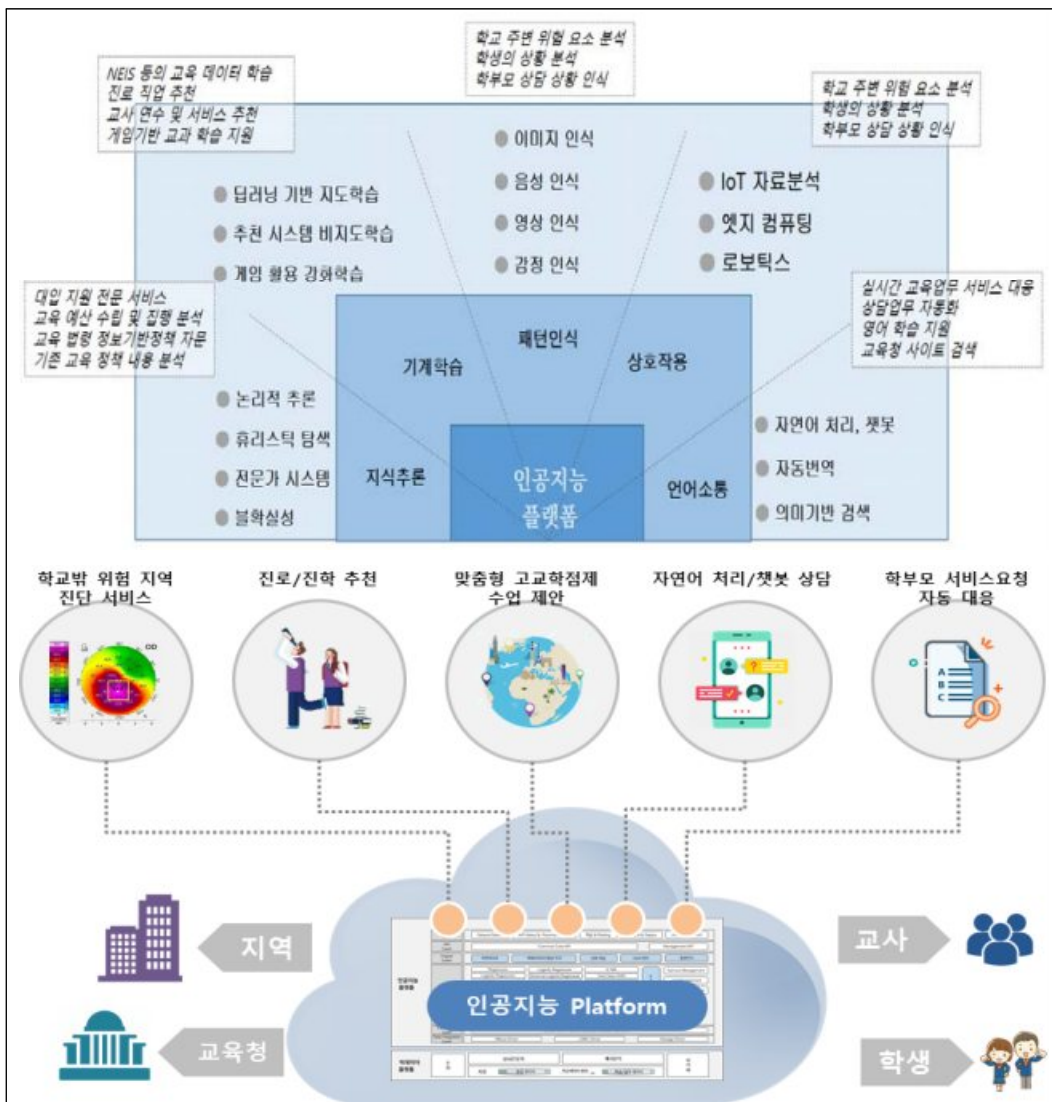
2020년 인천교육정책연구소에서 발간한 ‘교육정책 지원을 위한 인공지능 활용 분석과 AI 플랫폼 구성방안’에 연구보고서에 따르면 인공지능 플랫폼은 다음과 같은 구성을 갖는다고 하였다.



[그림 III-21] 교육정책 지원을 위한 인공지능 플랫폼의 구성도

인공지능 플랫폼은 공공 데이터 및 교육 데이터베이스와 IoT를 활용하여 수집하는 모듈, 빅데이터 서브플랫폼을 활용하여 데이터를 가공 및 전처리하는 모듈, 인공지능 서브플랫폼을 통해 기계학습과 인공지능을 처리하는 모듈 그리고 교육정책 결정에 활용하기 위한 인공지능 서비스 모듈로 구성된다고 하였다.

인공지능 플랫폼을 활용하면 교육청, 교사, 학생, 학부모, 지역사회, 교육 관계 기관 등을 대상으로 한 인공지능 교육 서비스를 그림과 같이 제공할 수 있다.



[그림 III-22] 인공지능 플랫폼의 기능 및 교육 서비스 제공

플랫폼의 운영 형태에 따라 다음 그림과 같이 그 특징을 기준으로 분류하여 살펴볼 수 있다.



[그림 III-23] 인공지능교육 플랫폼 유형

구분	예시
상업용 인공지능 플랫폼 활용형	ML4Kids(IBM 왓슨활용), 아마존 AWS 인공지능 플랫폼 활용

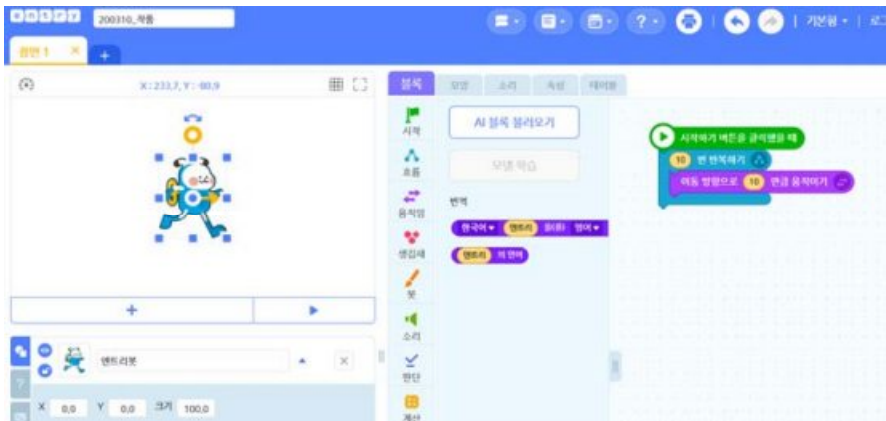


[IBM 왓슨을 활용한 교육 플랫폼, Machine Learning for Kids]

구분	예시
인공지능 교육툴 연계형	스크래치, M블록, 앱인벤터(국외), 엔트리(국내)



중국에서 스크래치를 기반으로 개발한 mBlock. 다양한 인공지능 모듈을 블록형태로 제공함.

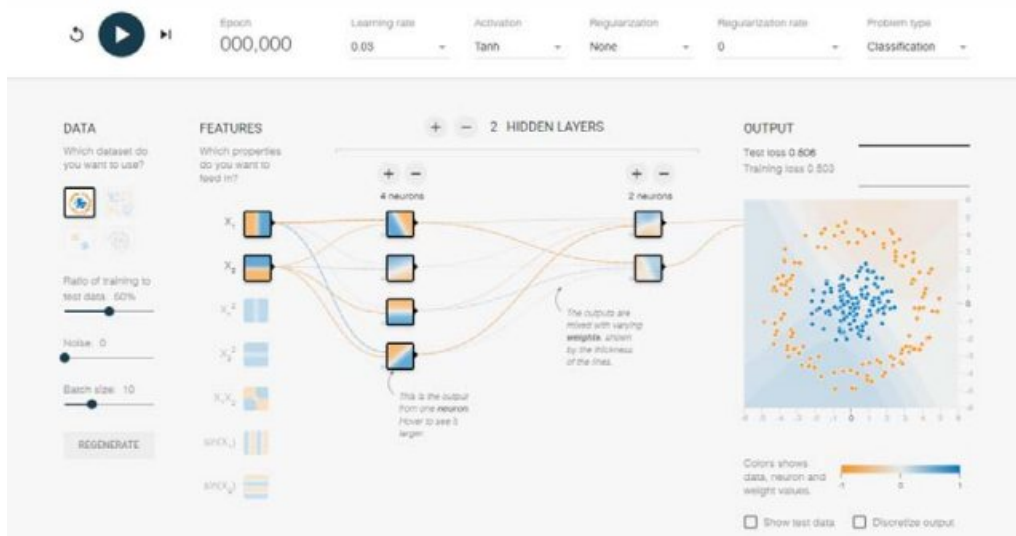


한국의 커넥트재단에서 운영하는 엔트리에 최근 인공지능 블록이 추가

구분	예시
인공지능 체험 시물레이션형	Teachable Machine, 워드구글서비스, 뉴럴네트워크 플레이그라운드, 오토드로우, 퀵드로우



마우스로 그리는 그림을 인식하여 인공지능이 이미지를 인식하는 과정을 체험할 수 있음.



뉴럴네트워크 플레이 그라운드. 뉴럴네트워크의 레이어와 노드 수를 조절하며 인공지능이 작동하는 과정을 관찰할 수 있음

구분	예시
인공지능 프로그램 체험+학습형	코드닷오알지(http://code.org)

Anyone can learn computer science
51 million students have learned on Code.org!

Get started coding today. Our courses and activities are free! It's easier - and way more fun - than you ever thought. Create an account to save your projects.

Get started

빠른 과정
나이 10세-13세
2-4 과정의 속진 과정에서 기본적인 컴퓨터 과학을 알아보십시오.

언플러그드 레슨
6세 이상
컴퓨터가 없다면, 이 언플러그드 수업을 시도해 보세요!

Hour of Code
모든 학습 코스를 해 볼 시간이 없다면, 모든 사람들을 위해 설계된 1시간짜리 학습 튜토리얼을 해보세요. Hour of Code 와 함께 전세계 180 개가 넘는 나라의 수 백만 명 이상의 학생, 선생님들과 함께 참여해보세요.

View more Hour of Code tutorials :

댄스 파티 마인크래프트 겨울왕국 더 보기

코드닷오알지(<http://code.org>)

구분	예시
인공지능 교육 포털형	중국 즈롱(Zhulong X Plan) 계획 지원 사이트 http://www.fun-ai.org.cn 한국 인공지능교육 사이트 http://koreasw.org

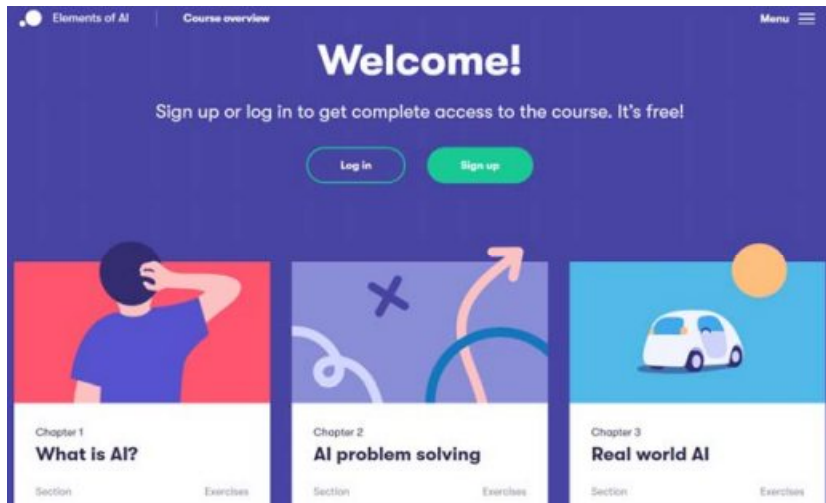
Korea SW 소개 인공지능 교육 융합러닝 공지사항 로그인 회원가입

프로그래밍과 코딩 컴퓨터 과학과 인공지능 피지컬 & 옻지 컴퓨팅

컴퓨팅 사고와 인공지능 사고 SW 교육과 AI 교육 디자인 & 융합 컴퓨팅

한국 인공지능교육 사이트 <http://koreasw.org>

구분	예시
인공지능 학습 콘텐츠형	이러닝, MOOC 시스템, Elements of AI(핀란드), https://www.readyai.org , http://ai-4-all.org/ 한국형 인공지능 학습 사이트 http://ai4school.org/

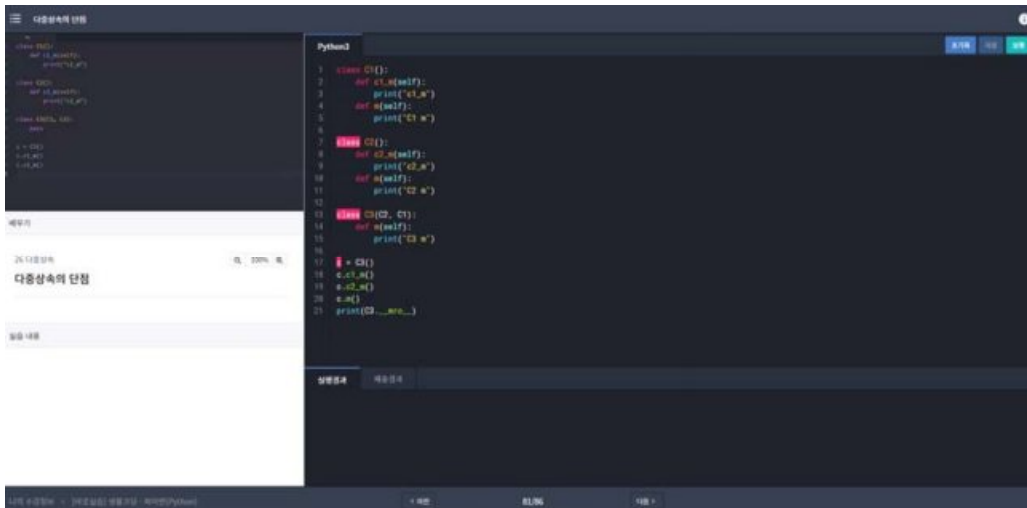


유럽연합이 주관해서 개발한 인공지능교육 플랫폼인 Elements of AI, 텍스트와 시뮬레이션 형태로 교육 콘텐츠를 제공함.

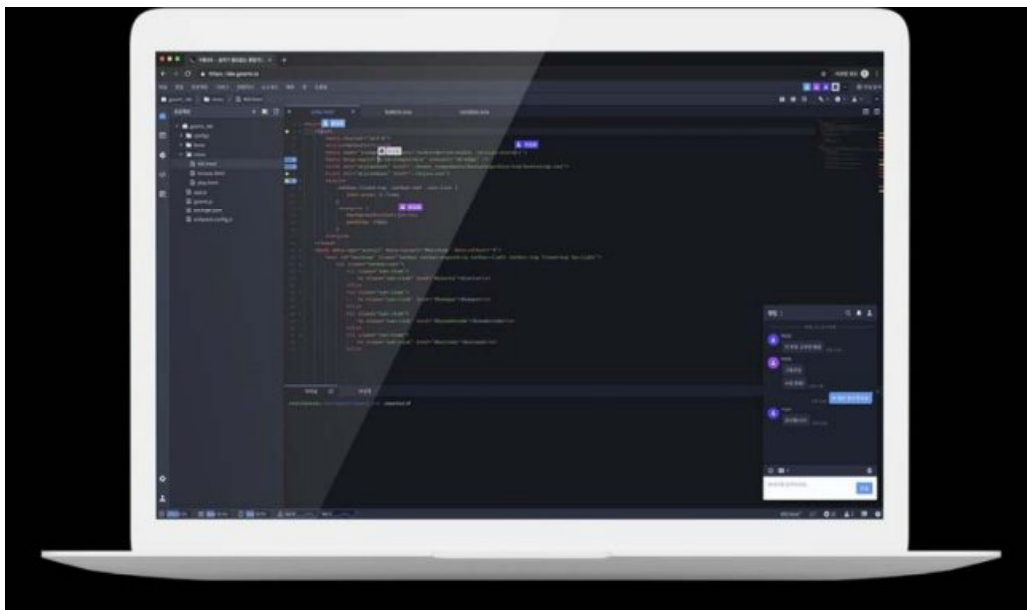


한국형 인공지능 학습 사이트 <http://ai4school.org/>

구분	예시
인공지능 프로그래밍 개발형	생활코딩(https://codingparty.goorm.io) 인프런(https://www.inflern.com) 구름 IDE(https://www.goorm.io)



생활코딩(<https://codingparty.goorm.io>)



구름 IDE(<https://www.goorm.io>)

IV. 인공지능(AI) 교사의 개발 현황과 특징

IV. 인공지능(AI) 교사의 개발 현황과 특징

1. 인공지능(AI) 교사의 개요

가. 인공지능 교사의 의미

앞서 교육에서 인공지능의 역할과 교육 영역을 인공지능에 관한 교육(Education about AI)으로 인공지능 이해교육, 인공지능과 함께하는 교육(Education with AI)으로 인공지능 활용교육 그리고 인공지능을 바라보는 교육(Education over AI)으로 인공지능 가치교육으로 크게 구분하였다(한선관, 류미영 2020).

인공지능 교사는 인공지능을 활용하여 교육에서 교사의 역할을 일부 또는 전체적으로 지원하며 효과적으로 교수학습의 과정을 제공하려는 시도에서 제시된 용어이다. 인공지능 교사의 정의²⁾는 다음에 제시한 것과 같으며 이에 대한 표준화된 용어로 합의가 이루어진 것이 아니기 때문에 용어에 대한 많은 논의가 필요하다.

인공지능 교사의 정의

인공지능 교사는 ‘교육 활동에서 인공지능 기술이 교사의 역할을 일부 또는 전체를 지원하며 교수자의 교육, 학습자들의 학습, 교육행정 활동 등을 지원해주는 자율적이고 지능적인 객체’를 의미한다.

인공지능 활용 교육은 AI를 활용하여 교육과 수업의 질을 향상하기 위한 시도로 교사와 학생의 교수학습을 지원하기 위한 내용이 핵심을 이룬다. 교육에서 짧지만 컴퓨터 교육의 역사적인 과정을 살펴볼 때, 인공지능 활용교육과 관련된 연구 주제는 지능형 교수 시스템(Intelligent tutoring Systems, ITS), 적응형 학습(Adaptive Learning), 맞춤형 개인화 교육(Personalized Learning), 컴퓨터 기반 학습(Computer-Assisted Instruction, CAI), 이러닝 학습자 분석(Learning Analysis in e-Learning), 웹기반 학습(Web-based Learning), 교육 데이터 마이닝

2) 인공지능 교사에 대한 용어는 현재 교사들이나 교육관련 주체자들의 인식에는 거부감이 있을 듯하다. 교사의 역할을 대체하고 직업적 위협으로서 AI교사라는 용어의 등장을 고려했을 때의 불안한 상황을 고려하여 인공지능 교사(AI Teacher)를 ‘AI Tutor’, ‘AI Assistor’, ‘AI Helper’ 등의 용어로 사용하는 것도 고려해 봐야 한다.

(Educational Data Mining, EDM) 등의 키워드로 사용되며 디지털 기술이 제공하는 가능한 주제들로 꾸준히 연구되어 왔다.

‘인공지능 교사’에 관한 용어의 구분

교육부는 4차 산업혁명과 인공지능 강국을 대비하여 ‘AI교사’ 5천명을 양성하는 프로젝트를 시작하였다. 전국 교육대학원에 ‘인공지능 융합교육’ 과정을 개설하고 2020년부터 연간 1천 명씩 향후 5년간 5천 명의 인공지능교사를 양성한다는 계획을 발표하고 대학원 입학에 희망하거나 선발된 교사들은 교육대학원에서 인공지능과 빅데이터의 기초 개념과 원리, 소프트웨어교육, AI교육 내용 등의 중점 교육을 받는다. 이들을 통해 AI를 활용한 범교과 수업을 담당하게 하겠다.” 라고 밝히고 있다.

이를 통해 교육부에서는 인공지능(AI) 교사를 AI 융합교육을 담당하는 교사로 정의 내리고 있다는 것을 알 수 있다. 그러나 AI 교사의 역할이나 개념에 대해 명확한 설명은 제시하지 않았다. AI 교사는 ‘AI 기술을 가르치는 교육을 담당하는 전문교사’에서부터 ‘AI 기술을 활용하는 교사’ 혹은 ‘AI 학습 시스템 혹은 플랫폼 그 자체’로 보는 시각까지 매우 다양하게 정의될 수 있다. AI 교육과 AI 교사의 개념과 범위를 어떻게 바라보는가에 따라 인간 ‘AI 교사’에게 필요한 역량이 다르게 정의될 것이다. (이수영, 2020)

최근 대규모 온라인 공개 학습 시스템인 MooC에서의 인공지능 활용과 VR-AR-MR 등의 메타버스(Metaverse) 기술을 적용한 가상학습 공간에서의 AI 연계, AI학습 플랫폼의 등장 그리고 에듀테크의 범위에서 인공지능의 다양한 결합적 시도가 이루어지면서 교육에서 인공지능의 역할은 매우 빠르고 폭넓게 발전하고 있다. 특히 정보기술을 바탕으로 교육의 변화를 꾀하는 교육혁신가들에 의해 최근 에듀테크의 핵심 기술을 AI교사로 인식하는 경향이 대두되고 있다.

에듀테크는 ‘교육(Education)+기술(Technology)’의 합성어로 교육에 디지털 기술을 접목하여 교수자와 학습자의 교육 효과를 높이는 교육 관련 산업의 최신 동향이며 키워드이다. 에듀테크 기술에는 인공지능뿐만 아니라 가상현실, 증강현실, 빅데이터, 사물인터넷, 온라인 교육 시스템, 적응형 평가시스템이 통합된 형태로 발전하고 있다. 에듀테크는 기존의 콘텐츠 전달형 온라인 교육을 넘어 개인맞춤형 교육을 실현해 개별 학생들에게 학습자의 기초학력 진단, 적절한 학습 콘텐츠 추천, 학습자의 학습역량 분석, 효과적인 교수학습 방법의 제공, 수준을 측정하기 위한 평가문항의 개발과 적용 등을 통하여 효과적인 학습 경험을 제공하고 있다.

인공지능을 교육에 적극적으로 도입하고 있는 중국의 북경대 교수는 "가까운 미래에 AI 교사인 'AI 튜터(Tutor)'가 도입되고 정책적, 제도적으로 AI 튜터에 의한 학

생들의 개인별 교수학습이 실현될 것"으로 이야기하고 있다. 현재 중국은 멀티미디어 콘텐츠 기반의 디지털 교과서의 시스템을 넘어 'AI 튜터 프로젝트'를 2022년 하반기부터 적용할 계획을 세웠다. 이 AI 프로젝트에 의하면 개별 학생들의 수준에 맞는 문제를 AI가 생성하고 학생이 푼 문제를 채점하며 오류가 있을 경우 첨삭 서비스까지 제공한다. 아울러 에듀테크가 인공지능 기술과 연계되고 블록체인 보안 기술이 통합되는 형태로 더욱 발전하게 되면 '디지털 트윈(Digital Twin)'도 초·중·등 학교 교육 현장에서 현실화할 것이다.

디지털 트윈은 현실 상황에서 구현하거나 적용하기 어려운 실험이나 공간, 미래 예측 등을 시뮬레이션하여 정확한 사용자 데이터와 아바타를 생성하는 가상 시스템이다. 이를 교육시스템에 적용한다면 학생의 성향과 능력, 수준, 학습 과정의 데이터를 온라인상의 디지털 트윈에 저장하여 학습자를 대변하는 아바타(또는 에이전트)를 만든다. 이 아바타에 다양한 학습 조건과 공간, 행동 변수를 입력하면 개별 학생에게 미치는 영향이나 학습 결과를 예측하거나 향후 학습에 적용할 수 있게 된다.

나. 인공지능 교사의 역할

지난 40년간의 정보화 시대를 지나오며 인간은 컴퓨터에게 인간을 대신하여 어떤 것을 하라고 지시하였다. 인공지능 특히, 기계학습과 컴퓨팅 파워의 발전으로 인간은 컴퓨터에 빅데이터를 제공할 수 있었고 컴퓨터는 이를 통해 자율적으로 몇 가지 추론을 끌어낼 수 있다. Ask About AI에서 발표한 보고서에 의하면 학습하는 기계의 등장은 지능의 증강을 가속화하고 이를 바탕으로 새로운 시대가 시작되었음을 제시하고 있다. 교육에서도 이러한 인공지능 기술은 다양한 기회와 가능성을 제공한다.

인공지능 교사의 역할을 살펴보기 위해서 먼저 전통적인 교사의 업무를 살펴본다. 교사의 역할은 크게 아래의 다섯 가지 범주로 나누어볼 수 있다.

- **교수학습**: 교육과정 구성, 교육내용 지도, 교육방법, 교육평가를 통한 교육목표를 지향하는 교육 행위
- **교육 행정**: 인사, 재정, 조직, 장학 등의 교육행정 업무의 처리
- **교육 관리**: 학교 운영 관련 정책과 관리, 평가 관련 활동
- **교육 서비스**: 민원, 학부모지원, 학생 진로지도, 민원 처리, 지역사회 연계 등의 활동
- **교사 자기관리**: 자기 연찬을 위한 연수와 교육활동, 건강과 재정 관리 등의 교사 자신을 위한 활동

전통적인 교사의 역할을 바탕으로 교육에서 인공지능을 활용하는 내용을 통합하여 크게 세 가지 범주로 나누어볼 수 있다(한선관 외, 2021).

- 교수학습 지원 기술: 교수자의 교육, 학습자의 학습을 도와주는 인공지능 기술
- 교육행정 지원 기술: 관리, 조직, 인사, 재정, 시설, 장학, 연구, 평가 등의 행정 업무를 지원하는 인공지능 기술
- 교육서비스 지원 기술: 교육의 주체자인 교사, 학생, 학부모의 교육 서비스를 지원하는 인공지능 기술

결국 교육에서 인공지능 교사는 수업 관리, 교육콘텐츠 개발, 학생 학습 모니터링, 평가문항 채점, 수업 스케줄링과 같은 교수학습의 기본적 교육지원 활동부터 디지털 파일을 정리하고 문서를 주고받는 행정 업무까지 자동화하여 교사들의 노력과 시간을 절약시킬 수 있다. 과제 배포 및 평가, 자동 채점, 리포트 생성, 필요한 서류 처리, 인사 및 인사 관련 문제 처리, 교실 자료 정리 및 관리, 현장학습과 관련된 업무 처리, 학부모와 교류 및 대응, 결석생 관리, 수업 안에서 행정적인 질의응답과 같은 일의 자동화가 가능하게 된 것이다(홍선주 외, 2020).

학습자의 역량을 신장하기 위해 AI는 여러 면에서 교육자의 작업을 대체하기보다는 확장할 것이다. 교육자는 이제 스마트 머신을 포함하는 인공지능 교사와 더 잘 협력해야 한다. 기계학습은 학생 학습을 개선하고 교사와 학습자에게 더 나은 교수 학습의 기능을 지원하기 시작했다. 교육의 주체 대상을 기준으로 AI가 지원할 수 있는 역할(최숙영, 2021)을 나타내면 <표 IV-1>과 같다.

<표 IV-1> 교육에서 AI가 지원할 수 있는 역할

대상	AI의 역할
학습자	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 맞춤형 학습 지원 ▪ 학생 지식 진단 ▪ 학습 자료 제공 ▪ 학습자 간 협동학습 지원 ▪ 형성 평가 ▪ 학습 동료 ▪ 언어 학습 지원 ▪ 자동 질문 생성
교사	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 총괄 평가 ▪ 에세이 평가 ▪ 학생 포럼 모니터링 ▪ 학습 도우미 ▪ 자동 피드백 ▪ 자동 테스트 평가 ▪ 부정행위 검사 ▪ 학생의 관심과 감정 검사
기관 및 조직	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 교육 자원관리 ▪ 학습자의 포기 예측 ▪ 교육 데이터 마이닝 ▪ 학습 연구 ▪ 교육 장학

그리고 더 나은 교육을 지원하기 위해 인공지능을 잘 활용하고 있거나 곧 사용하게 될 수십 개의 AI 기술에 대한 간략한 가능성을 GettingSmart 사에서 AI가 교육을 개선하는 32가지 방법으로 제시하였다(<https://www.gettingsmart.com/32-ways-ai-is-improving-education>).

먼저, 교사와 학생들을 위한 교수학습 개선 서비스는 다음과 같다.

- 1) 조기 학습: Kidaptive는 어린 학생들을 위한 게임과 토이 시스템이 있는 적응형 학습 플랫폼이다. Osmo는 온라인 학습과 실습형 조작 학습을 결합한 대화형 게임을 제공하며 조기 학습을 이끈다.
- 2) 적응형 학습: Curriculum Associates i-Ready는 적응형 읽기 학습과 기초 수학 소프트웨어로 널리 사용한다. DreamBox와 Reasoning Mind는 학생들의 수준에 맞는 문제와 오류를 분석하여 적응형 수학 학습을 제공한다.
- 3) 코스 자료: Content Technologies는 기계학습을 사용하여 학습자들의 학습 코스를 자동으로 작성하고 학습 콘텐츠 및 선별된 공개 콘텐츠를 이용하여 강의를 제공한다.
- 4) 온라인 학습: Coursera, Udacity 및 edX와 같은 확장된 고등 교육 시스템 MOOC는 기계학습을 사용하여 학습자 타겟팅, 교육과정 및 개인화 학습 지원 서비스를 제공하고 있다.
- 5) 언어 학습: Duolingo, Babbel, Rosetta Stone 등의 영어 학습 학습자의 수준과 원하는 문장을 제공하고 번역 서비스를 활용한다. VIPKID는 기계학습의 이점을 보다 완벽하게 통합하여 언어학습 시스템의 개발을 진행하고 있다.
- 6) 쓰기 지도: Grammarly, Turnitin, WriteLab, PEG Writing 그리고 Write to Learn은 기계학습으로 구동되는 피드백 및 채점 시스템을 통해 학습자들의 첨삭 지도와 서술형 문장 분석 등에 활용되고 있다.
- 7) 코딩 및 메이커: LittleBits, Modular Robotics는 로봇 공학의 기초를 가르치는 도구이며 Tynker와 CodeHS는 코딩을 가르치며 학습자들의 오류와 어려워하는 정보를 활용하여 학습을 개선한다.
- 8) 시험 준비: Quizlet, Kaplan, Magoosh 및 Toppr은 시험을 위한 평가문항을 자동 생성하고 난이도와 변별도를 제어하기 위해 기계학습을 적용하고 있다.
- 9) 일정 관리: Abl Schools는 차세대 학교의 스케줄을 자동생성하여 학습자들을 도우며 Purdue Polytech와 같은 학교에서는 개별 학생 일정을 관리하여 더 스마트한 학습 일정을 제공한다.
- 10) 가상현실: 현재 많은 학습자들이 증강현실과 가상현실의 공간에서 배우고 공

유하며 자기 아이디어를 창조할 기회를 얻고 있다. 기계학습은 사용자의 제스처 및 음성인식, 이미지 렌더링, 협업 기능을 제공하며 가상학습 공간을 지속해서 개선하고 있다.

- 11) 학습 보조 기술: 학습자의 음성인식, TTS, STT, 문자 수정 등의 기능을 통해 특수 학습의 학습자에게 도움이 되는 수십 가지 학습 보조 기능을 제공한다.
- 12) 자동화된 평가: 기계학습을 활용한 여러 가지 방법으로 평가시스템이 개발되고 있다. NWEA는 적응형 테스트를 하며 평가 등급을 빠르게 제공하는 GradeScope 문제해결의 과정을 추적하는 Thinkster, 학습자의 평가 단계를 추적하여 모니터링하는 Panorama Education 등이 있다. 이러한 평가 기술은 형성 평가의 여러 소스를 결합하거나 상호 운영되어 고도화될 것이다.
- 13) 학습자 진단: AI는 의학적 상태, 시력 문제 및 학습 수준의 진단에서 교수자와 협력하여 활용되고 있다.
- 14) 분석 기능: BrightBytes, Civitas Learning, Acrobatiq 등의 조기경보, 넷지 시스템, 분석 플랫폼은 이미 고등교육에서 널리 사용되고 있으며 K-12에서 주목을 받고 있다.
- 15) 가이드 시스템: LinkedIn, Ziprecruiter와 같은 인재 플랫폼은 특성화 고등학교와 같은 학생들을 대상으로 고용주와 잠재적인 취업자를 연결하는 데 도움을 준다. Naviance와 WorkKeys와 같은 플랫폼은 직업의 클러스터별로 현지화된 정보와 빠른 취업 경로에 대한 링크를 제공한다.
- 16) 역량 관리: 다양한 학습자 데이터를 바탕으로 교사가 학습자들의 학습 내용을 분석하고 역량 관리를 지원한다.
- 17) 학습자 프로필: 성적부 및 포트폴리오 등의 학습자 프로필을 활용하여 역량 관리를 지원할 수 있다. 분산되어있는 다양한 정보들은 하나의 데이터로 수집되고 교사와 같은 검토자는 기계학습을 활용하여 더 큰 프로필을 분석하고 생성할 수 있게 되었다.
- 18) 학습 관리 시스템: Instruction, D2L, AltSchool의 Canvas와 같은 학습 플랫폼은 제한적이지만 기계학습을 점점 더 많이 활용하여 관리하고 있다. Fishtree, Realizeit와 같은 적응형 LMS는 주로 경력 교육에서 사용된다. 학습자 프로필에 따라 더 많은 플랫폼이 추천 엔진과 개인화된 학습 경로를 제공한다.
- 19) 경험 관리: 온라인 학습이 더 분산되고 역량 관리 시스템이 개선됨에 따라 학습 콘텐츠, 일정 관리 등으로 개별 학습자들의 학습 경험을 제공하고 있다.
- 20) 멘토링: 교사뿐만 아니라 산업 현장의 전문가와 멘토를 효과적으로 적시에 학

생들에게 연결한다, 대표적으로 프로젝트 기반 멘토링 시스템 Patty Alper Nepris Learning과 Educurious가 있다.

- 21) 취업 및 현업 적응: 기계학습은 기업 채용 및 입사 적응 지원에 널리 사용되며 학생들의 취업 교육에 적용되고 있다. Frontline Education은 취업자 모집, 매칭 및 입사 적응의 효율성을 향상시키는 스마트 플랫폼을 구축하고 있다.

교사와 관리자 그리고 교육 행정가를 위한 행·재정적 지원 분야에서 활용 가능한 AI의 기능은 다음과 같다.

- 22) 인사 및 업무 관리: 교사들의 개인화되고 역량을 고려한 인사와 업무 관리가 점점 더 복잡해지고 있는 가운데 인력 배치 계획을 처리하기 위해 Frontline는 스마트 스케줄링 시스템을 제공한다.
- 23) 교사 연수 지원: 교육자를 위한 새로운 연수 학습 플랫폼은 공개 콘텐츠와 전문 콘텐츠를 혼합하여 교육과정을 제공한다. 혼합 및 개인화된 학습 전략을 채택한 연수 플랫폼은 교육청에서 요구하는 교수자 역량과 개인 연찬을 위한 기능을 제공한다.
- 24) 버스 운송: Creatrix은 AI 기반 모바일 앱으로 학생들의 버스 승차 예약을 제공한다. 학교 및 학생별 맞춤형 이동 경로를 확보하여 편리하게 학교 내의 교통 시설을 이용한다.
- 25) 시설 유지 보수: Dude Solutions는 건물 및 지상 유지 관리를 위한 클라우드 소프트웨어이다. 학교 시설 장비나 직원의 업무 생산성을 모니터링하며 학교의 시설 수리의 예측, 정수기 교환 서비스에 대해 지능적으로 통제할 수 있다.
- 26) 건물 관리: HVAC는 스마트 빌딩 관리 소프트웨어로 교실의 조명 및 보안을 관리하는 데 활용된다.
- 27) 식사 및 영양 지원: FEED는 학생들의 영양, 식품 안전을 분석하여 적절한 식단과 식사를 제공하는 인공지능 프로그램이다.
- 28) 교구 및 재료 구매: 학교 시설 및 학습의 재료를 구매하는 업무는 자동화와 로봇 공학으로 해결될 것이다. 새로운 구매 플랫폼은 효율성, 독립성을 제공하고 구매 활용 내역을 정확하게 추적한다.
- 29) 재정 업무 지원: Accenture에 따르면 비즈니스 세계에서 미니봇, 기계학습 및 적응형 인텔리전스가 번개 같은 속도로 재무팀의 일부가 되고 있다고 보고 있다. 월간 결산 및 비용 관리가 간소화되고 교육청 구성원이 질문을 하면 AI 챗봇이 답변을 제공한다.

- 30) 사이버 보안: 학교의 도난 관리, 학습자들의 정보 보호 등 AI가 자동으로 암호화된 웹 트래픽과 IOT 환경의 특이한 패턴을 탐지하여 보안을 하게 된다.
- 31) 학생 안전: AI는 학교 폭력을 예고할 수 있는 학생 언어 또는 행동 패턴을 식별하는 데에 점점 더 많이 사용되고 있다. Parkland 고등학교는 NeverAgainTech 프로젝트를 통해 학교 총격과 관련된 광범위한 데이터를 AI기반으로 편집하고 분석하였다.
- 32) 학교 운영 관리: 미국 서부의 Cottage Class, Acton Academy와 같은 소규모의 학교나 아프리카와 인도의 저비용 사립 학교가 증가함에 따라 학생의 모집, 학생 정보 관리, 출석 및 등록금 관리를 포함하는 AI기반 학교 관리 플랫폼을 도입하고 있다.

다. 인공지능 교사의 유형

인공지능의 활용에 관련하여 교수학습 지원 그리고 교육행정업무 지원으로 구분하여 앞에 제시하였다. 인공지능이 교육행정 업무에 많은 역할을 하고 지원하고 있지만 인공지능 교사의 개념에서 교사를 중심으로 하는 본연의 업무인 교수학습에 활용되는 인공지능 기술을 중심으로 그 유형을 구분하고자 한다.

최속영(2021)의 연구에 의하면 인공지능 활용 교육은 컴퓨터과학, 통계학, 교육학 등 세 가지 주요 분야의 통섭뿐만 아니라 인지과학 및 뇌 과학, 언어학, 사회과학 같은 분야도 포함하고 있는 등 여러 학문에 관련된 융합의 영역이라 할 수 있다.

전통적인 인공지능을 활용한 교육 분야로 CBI(Computer Based Instruction), LA(Learning Assistance), AIED(AI in Education) 등의 키워드들이 있다. 각 학습자 수준에 맞추어 적절한 교수학습과 교육 내용을 제공하기 위한 적응형 학습(Adaptive Learning)과 개인화 학습(Personalized Learning) 등에 관한 연구가 꾸준히 이어오고 있다. 지능적인 AI 활용 교육 분야의 대표적인 연구는 ITS(Intelligent Tutoring system)가 오랫동안 연구되어 왔다.

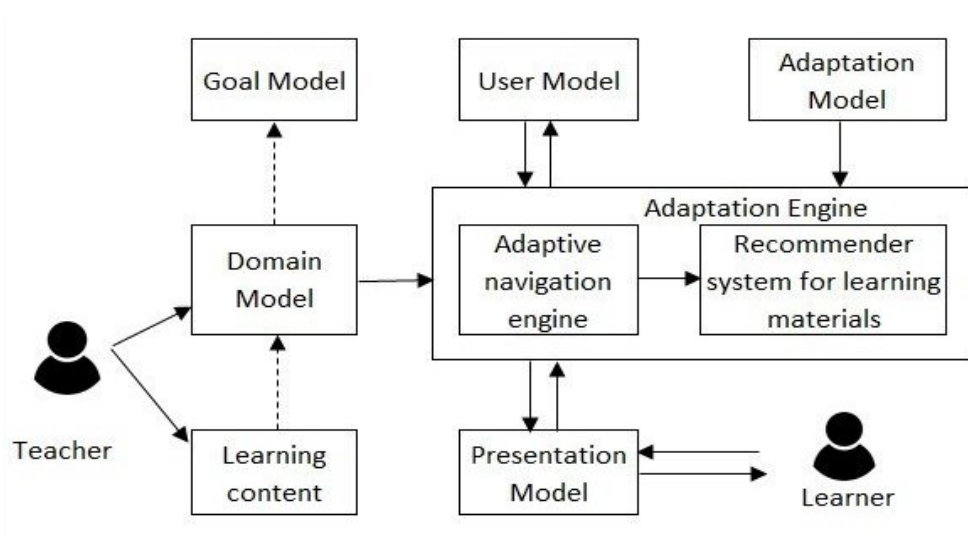
ITS는 기존의 컴퓨터보조학습 시스템에 AI 알고리즘을 도입하여, 보다 지능적이며 적응력 있는 교육용 시스템이다. ITS의 구조는 교육전문가의 경험적 교육지식을 포함하는 교수모델, 도메인 지식에 해당하는 지식 베이스(Knowledge Base), 추론엔진 (Inference Engine), 사용자 인터페이스 등을 포함하여 구성된다(한선관, 류미영 2020).



[그림 IV-1] 지능형 교수 시스템의 구조(한선관, 류미영 2020)

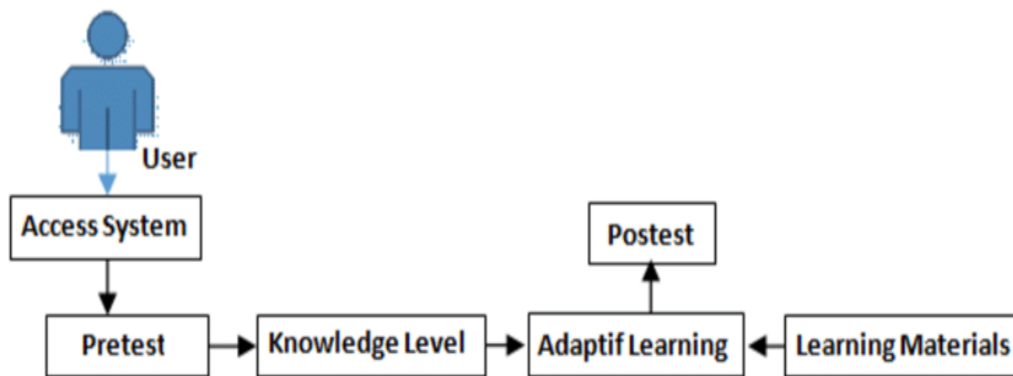
ITS는 학습자모형을 이용하여 개인 학습자의 맞춤 학습 활동을 제공하고 인터페이스를 통해 학습이 진행된다. 학습자는 교수학습 모듈에 의해 선택된 콘텐츠 모듈을 맞춤형 학습 활동으로 진행하는 동안 시스템은 개별 학생의 빅데이터를 수집하여 저장한다. 저장된 학습자의 데이터를 기계학습 알고리즘으로 분석하고 새로운 학습을 제공하게 된다.

적응형 학습은 개별 학습자에게 효과적인 교육 방법 및 콘텐츠를 제공하기 위해 연구되어 온 개인화 학습 시스템의 일환이다(Dade, 2016). ITS와 유사하게 개인화 학습은 각 개인의 학습 모델을 바탕으로 각자 다른 학습자의 패턴을 분석하여 학습이 진행된다.



[그림 IV-2] 적응형 학습 시스템의 구조(Dade, 2016)

지능 평가시스템은 학생들이 수준과 성향을 파악하기 위한 진단평가와 학습의 이해도와 능력을 평가하기 위한 형성, 총괄 평가를 제공한다. 평가를 위해 평가 문항을 자동 생성하고 평가의 과정을 단순화한다. 평가의 단순화는 모든 평가 문항을 해결하고 그에 대한 분석보다는 문항의 난이도와 변별도 등을 통하여 합리적인 평가 문항을 제시하여 해결 경로를 분석함으로써 평가의 시간과 노력을 줄일 수 있다. 평가의 결과는 맞춤형 학습 시스템 또는 지능형 교수 시스템과 연계되어 적응형 학습 콘텐츠를 제공한다(Sfenrianto, 2018).



[그림 IV-3] 적응형 평가시스템의 프레임워크(Sfenrianto, 2018)

또 다른 유형의 분류는 홍선주(2020)의 연구 내용이다. 인공지능의 발전에 따른 기술로 구분하여 기호주의 패러다임에 의한 규칙기반 AI교육시스템이 있고, 또 한 가지는 연결주의 패러다임에 의한 신경망 기반의 AI교육 시스템으로 나뉜다.

규칙기반 AI교육 시스템은 지능형 튜터링 시스템(ITS), 대화형 튜터링 시스템(DBTS), 탐색적 학습 환경(ELE), 자동화된 서술형 평가, 콘텐츠 서비스 플랫폼으로 구분하며 지식기반 시스템을 제시하였다.

기계학습 기반 AI교육 시스템은 교수학습 지원 플랫폼, 학습자 분석 도구, 챗봇 시스템, 범용 AI 플랫폼으로 구분하였으며 주로 인공신경망을 바탕으로 하는 딥러닝 기반의 데이터분석, 이미지 인식, 음성인식, 자연어처리 등을 바탕으로 하는 교육시스템이 주를 이룬다.

<표 IV-2> AI활용 교육시스템의 유형(홍선주 외, 2020)

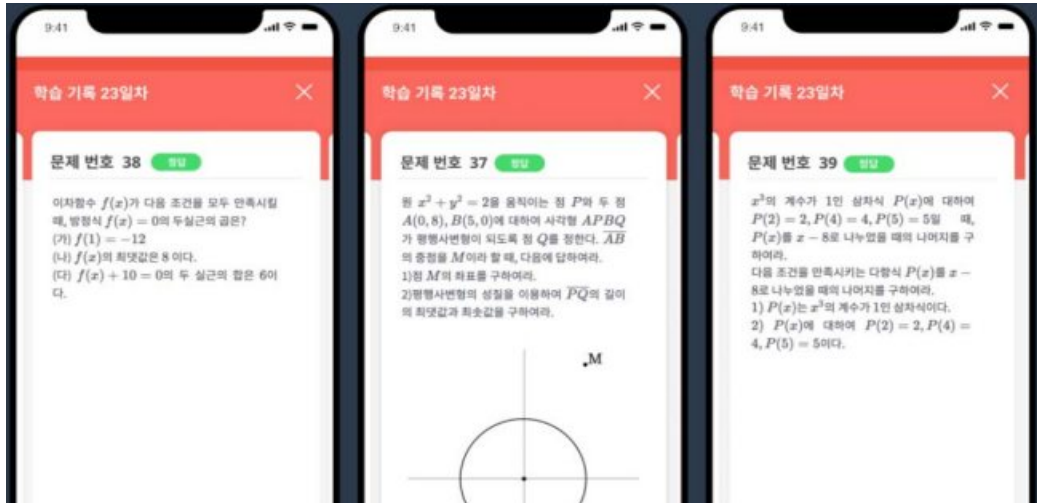
구분	서비스	사례
규칙 기반 AI	지능형 튜터링 시스템(ITS)	- MATHia - ASSISTments - Alta
	대화형 튜터링 시스템(DBTS)	- CIRCSIM-tutor - AutoTutor - Watson Tutor
	탐색적 학습 환경(ELE)	- Fractions lab - Betty' s Brain - Crystal Island
	자동화된 서술형 평가	- Project Essay Grade(PEG) - Intelligent Essay Assessor(IEA) - WriteToLearn - OpenEssayist - Edulai - WA3I(프로토타입)
	콘텐츠 서비스 플랫폼	- CENTURY - Mathigon - 닥터매쓰 - 교원 레드펜 AI 수학 - 클래스팅 AI - 웅진스마트올 AI - 대교 노리(KnowRe) - 퀴이드
기계 학습 기반 AI	교수학습 지원 플랫폼	- Branching Minds - Watson Education Classroom
	학습자 분석 도구	- ClassCharts - 사피언스
	챗봇 시스템	- Musio - 단비 - Watson - Dialogflow
	범용 AI 플랫폼	- 엔트리 - 티쳐블머신 - 스크래치 - 엠블록 - ML4Kids - MS 애저

2. 인공지능(AI) 교사 개발과 활용 사례

가. 국내의 인공지능 교사의 개발과 활용 사례

1) AI 수학 튜터 체리팟 스쿨

‘체리팟 스쿨’은 서울대학교 개발한 인공지능 수학 학습 프로그램으로 고교 수학 학습에 사용되고 있다. 중학교 학생들은 자신의 수준에 맞게 제시된 수학 3문제를 풀어서 업로드한다. 그 결과를 토대로 AI 튜터는 틀린 문항에 대해 첨삭을 제공해준다. 그리고 AI의 추천 문제와 학생의 문제 풀이 과정을 토대로 교사에게 정보를 제공하고 학습에 반영한다.



[그림 IV-4] 체리팟 스쿨 (<https://hello.cherrypot.net/>)

2) AI 인공지능 팽톡

AI 팽톡은 인공지능 기반 영어 말하기 연습 시스템이다. 음성인식과 자연어 처리 기술을 활용하여 인공지능과 학생 간 1:1 대화 연습서비스를 지원하는 시스템으로 발음 교정 서비스 및 학생별 학습 상황, 학습 결과 분석, 피드백을 제공한다. 학습량에 따라 보상을 얻는 게임형 학습 방식을 제공하여 흥미를 느낄 수 있게 하였으며 정규 영어수업의 말하기 활동이나 방과 후 자기주도 학습에 활용할 수 있다(교육부, 2019).



[그림 IV-5] AI 팽톡 (<https://pengtalk-student.ebse.co.kr>)

3) 고려대학교 AI선배

고려대학교는 인공지능 맞춤형 교육정보 추천 시스템, AI선배를 개발하였다. 주요 기능은 비교과 강좌프로그램 추천, 추천 결과에 반영되는 과목 선택, 사이트 키워드 검색으로 교양강의·전공강의·제2전공·비교과프로그램의 통합 추천, 다양한 조건별 수강 내역 조회, 강의추천에 따른 강좌 세부정보 및 통계 관련 자료 제공, 사용자 인터페이스와 자연어기반 사용자경험(UI/UX)을 제공한다.



[그림 IV-6] AI 선배 (<http://www.korea.ac.kr>)

4) EBS 맞춤형 온라인 콘텐츠 추천 시스템

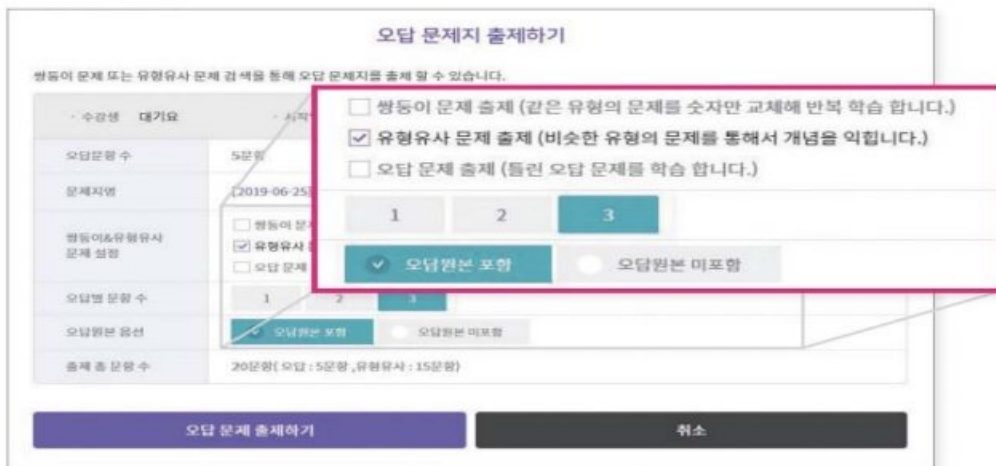
EBS 활용 교육콘텐츠 제작 사업을 통해 17천여 편의 온라인 콘텐츠와 인공지능(AI) 학습 지원을 개발하였다. 온·오프라인 융합수업과 원격수업에서 수업자료로 활용할 수 있는 양질의 교과학습 자료를 제공하고 EBS 고교강의에서 제공하던 고등학생 대상의 기존 인공지능(AI) 학습진단 서비스를 고도하고 초·중학생용 서비스도 새롭게 구축하여 22년부터 제공할 예정이다.



[그림 IV-7] EBS 맞춤형 콘텐츠 추천 시스템 (<https://www.ebs.co.kr>)

5) 닥터매쓰

닥터매쓰는 학생들의 지식 취약 분석과 학습 콘텐츠 추천 시스템을 통해서 수준별 수학 맞춤형 문제를 제공한다. 교육콘텐츠를 제공하며 평가문항을 다양한 출제 방식으로 문제를 제시한다. 이후 AI가 1:1 맞춤 학습이 가능하도록 문제를 제시한다. 틀린 문제는 유형이나 비슷하고 동일 문제를 3배 제시하며 QR코드를 사용해 정답 및 해설을 확인할 수 있다. (<https://www.drmath.co.kr/>)



[그림 IV-8] 닥터매쓰

6) 레드펜 AI 수학

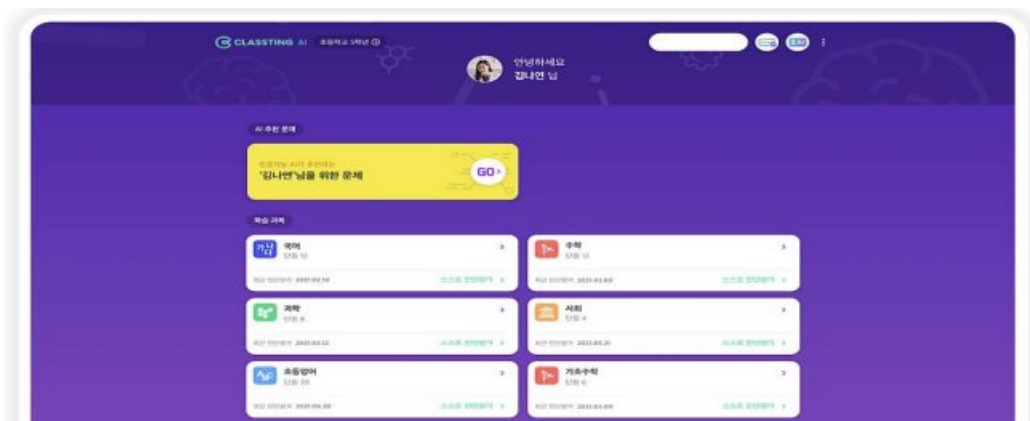
레드펜 AI 수학은 초등학생용 인공지능 학습 플랫폼이다. 학생의 학습 데이터를 실시간으로 분석하여 수준별 맞춤 문항을 추천해주며, 취약 개념을 알려 줄 뿐 아니라 오답 문항에 대한 단계적 분석으로 틀린 원인을 찾아 주고 추천 학습 경로를 제시해 준다. 인공지능 튜터와의 대화를 통해 실시간 피드백을 제공하고 아이 트래킹을 적용하여 학생의 학습 태도와 집중도를 분석하며 학습에 몰입하도록 안내한다.



[그림 IV-9] 레드펜AI (<http://www.kyowonedu.com>)

7) 클래스팅 AI

클래스팅에서는 인공지능을 통해 2015 개정 교육과정에 최적화된 커리큘럼을 제공하고 국어, 수학, 사회, 과학, 영어학습뿐만 아니라 학생들의 학습 출결 관리와 개별 학습 내용의 피드백을 지원한다. 진단평가, 총괄평가 등의 인공지능 검사 도구를 제공하며 보충학습과 분석 리포트를 통해 수준별 평가지를 만들 수 있고 출판사별 교과서의 평가 문제와 동영상 교육내용도 제공한다.(<https://www.classting.ai/>)



[그림 IV-10] 클래스팅 AI

8) 스마트올 AI

초등학생들의 전과목을 온라인 콘텐츠로 개발하여 인공지능으로 학습자 개인별로 맞춤형 학습을 제공하고 학습과정에서 실시간으로 수정해야 하는 특징이나 성향, 학습 습관(건너뛰기, 짝기 등)을 실시간으로 교정해준다. AI가 평가문항의 오답노트를 제공하여 습관 유형별 오답을 잡아주고 주/월/단원별 학습 결과를 분석하여 분석지를 제공한다. (<https://smartall.wjthinkbig.com/brand/aiSystem>)



[그림 IV-11] 스마트올

9) 노리(KnowRe)

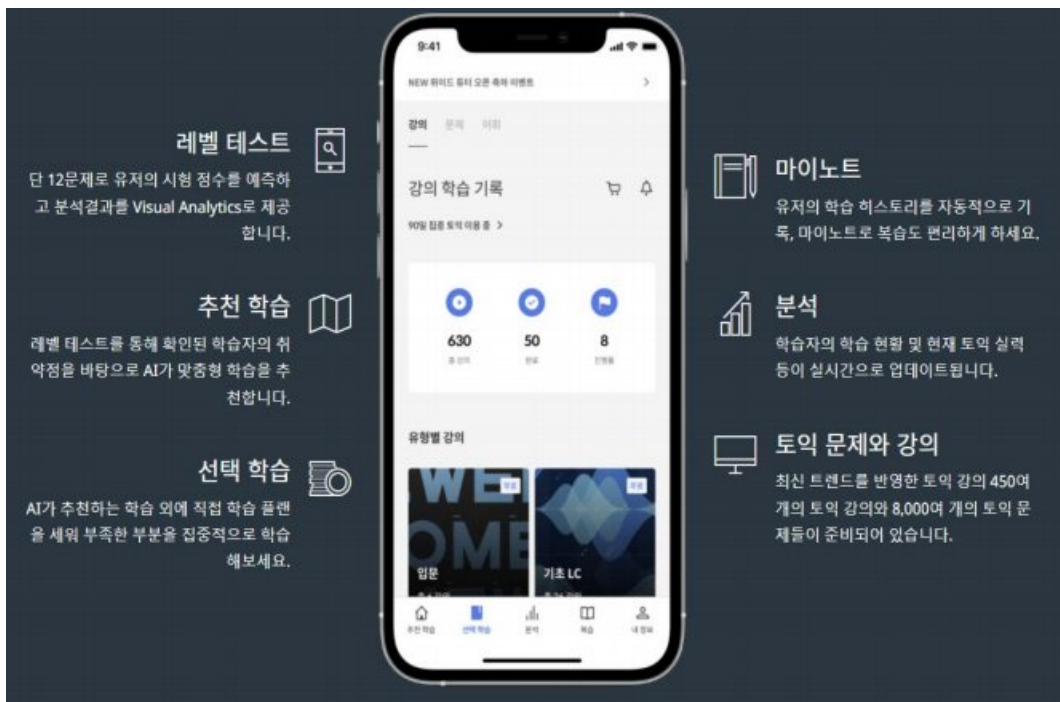
AI 알고리즘을 통해 학습 수준에 적합한 문제를 추천하고 디지털화된 스텝 문제를 통해 학생별로 취약한 부분을 발견, 부족한 하위 개념 문제를 제공하는 수학 학습 서비스이다. 교사에게는 학생의 학습 결과를 실시간으로 체크할 수 있게 하며 학생들에게는 개인화된 학습을 제공한다. (<https://knowre.co.kr/>)



[그림 IV-12] 노리

10) 퀴이드

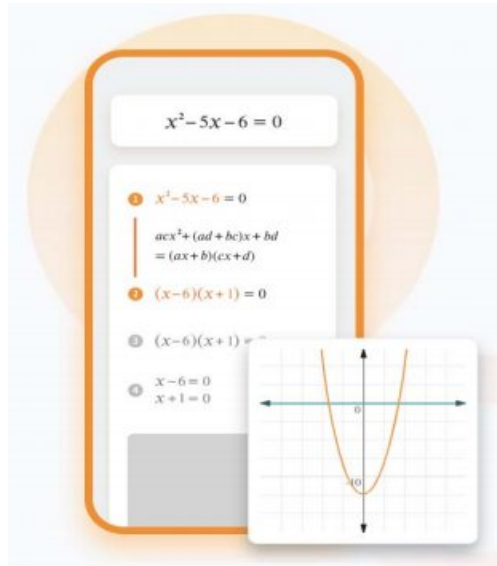
AI가 학습자의 영어 학습 수준을 분석하고 맞춤형 학습법을 찾아내는 토익 학습 튜터이다. 학습자에 대해 학습하고 3억개의 토익 학습 데이터를 바탕으로 취약점을 파악, 취약점을 집중적으로 학습하도록 도와주며 토익 점수를 예측하고, 점수 상승에 필요한 강좌를 제안해준다.(<https://www.riiid.co/kr>)



[그림 IV-13] 퀴이드

11) 쿠파다

쿠파다는 모르는 문제를 사진으로 찍어 사이트에 올리면 문제에 대한 풀이를 제공하는 인공지능 앱이다. 중고등학생들 대상의 문제해결 내용을 제공하며 수학 문제를 중심으로 서비스한다.



[그림 IV-14] 퀴다 앱

12) 단비

단비는 셀프로 챗봇을 만들 수 있는 툴이다. 뛰어난 자연어 인식 기능뿐만 아니라 레가시 시스템과 연동할 수 있는 기능, 사용자 이용 이력을 바탕으로 운영할 수 있는 기능 등 기업이 챗봇을 만들고 운영하기 위한 기능이 담겨 있고, 천만 사용자가 사용하고 있다. (<https://danbee.ai/>)



[그림 IV-15] 단비 (<https://danbee.ai/>)

나. 국외의 인공지능 교사의 개발과 활용 사례

1) 영국의 Third space learning

영국 런던의 Pakeman 초등학교에서는 수학 교과 과정을 AI 튜터가 지도한다. AI가 문제를 내고, 해결 과정을 설명하는 인공지능 교사는 Third Space learning 이다. 학습자들은 자신의 수준과 지식에 맞춰 개인화 학습을 제공받고 AI 시스템은 학생의 학습 상황을 확인하고 학습 결시나 이해가 부족한 학생들의 정보를 인간교사에게 제공하여 학습 결손을 방지한다.(<https://thirdspacelearning.com>)

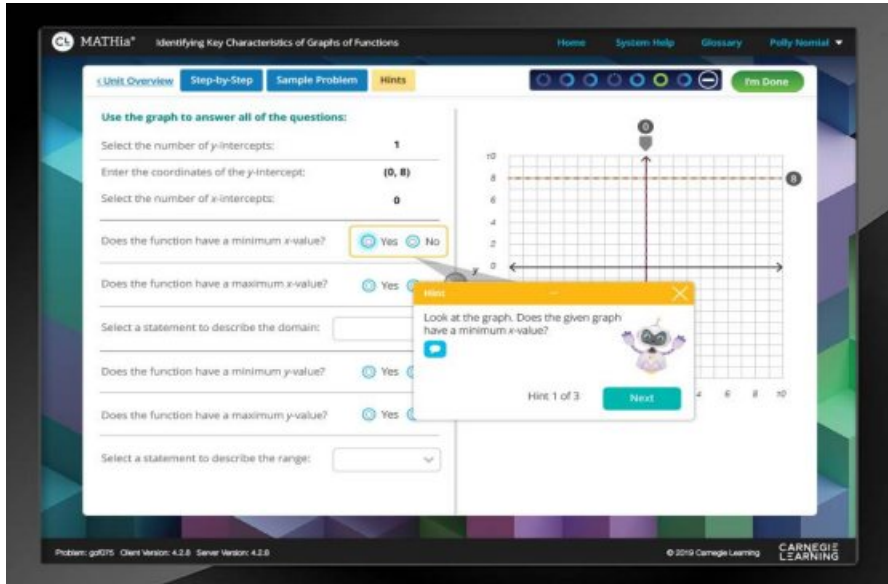


[그림 IV-16] Third space learning(<https://thirdspacelearning.com>)

2) MATHia

MATHia는 중고등학생을 위한 수학 인공지능 교육시스템으로 카네기 멜론 대학에서 개발하였다. 대학의 AI 연구자들이 문항반응이론과 인지모델링 방법을 적용하였으며 2012년부터 미국 전역의 중·고등학교 50만 명 학생이 사용 중이다. 학습자의 수학 개념에 대한 개개인의 수준과 상태에 맞는 맞춤형 조언을 제공하고 문제해결 과정에서 오류와 강화학습으로 인지력을 깨닫게 해준다(<https://www.carnegielearning.com>).

미국 텍사스주의 주빌리아카데미 공립 중학교에서는 카네기멜론 대학에서 개발한 MATHia를 도입하여 학습자 개개인의 수준별 수업을 제공한다. 학생의 수학 학습 진도나 개념과 문제의 이해도 데이터를 수집하여 학생의 진도와 이해도에 맞춰 학습 콘텐츠를 제공한다.



[그림 IV-17] MATHia

3) 드림박스

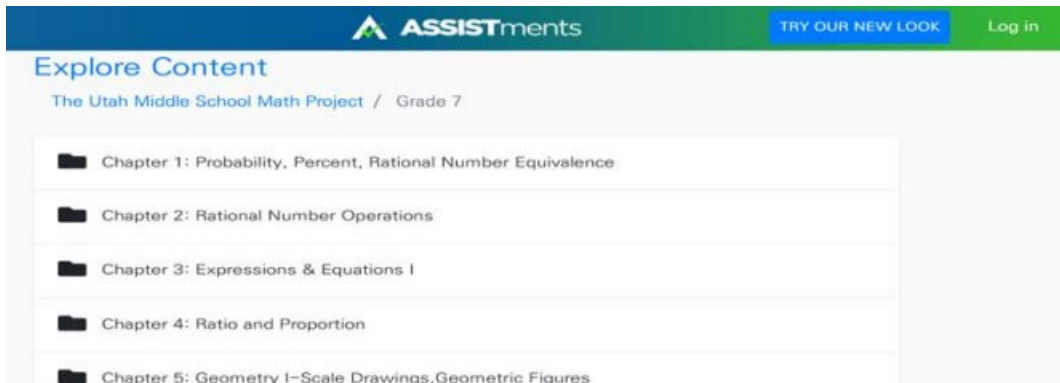
미국의 드림박스는 수학 교육을 게이미피케이션 방법을 적용한 인공지능 애플리케이션이다. 기존 학습자들의 수학 학습 데이터를 바탕으로 학생 개개인의 학습 현황, 성취 수준을 통합적으로 제공한다. 볼티모어 학군에서는 수학 교육과정을 드림박스에 맞게 개편하는 동시에 교직원 연수를 실시하여 수업에 도입하였다 (<https://www.dreambox.com>).



[그림 IV-18] 드림박스 (<https://www.dreambox.com/>)

4) ASSISTments

ASSISTments는 수학 문제 콘텐츠로 교사의 과제 생성과 학생의 수학 학습을 지원하며, 교사가 ASSISTments에 구비된 문제로 과제를 생성하면 학생은 과제를 수행하며 즉각적 피드백을 받을 수 있고, ASSISTments는 이를 평가하고 결과를 분석하여 교사에게 제공한다. (김현진 외, 2020).



[그림 IV-19] ASSISTments

5) Alta

Alta는 Knewton의 통합 적응형 학습 코스웨어이다. Alta는 학생들이 과제를 완료하는 동안 공부하고 배우는 방식을 최적화하도록 설계되었다. 교육용 텍스트 및 비디오, 예제 및 평가를 포함한 모든 콘텐츠가 학습 목표별로 구성되어 있다. 학생이 과제를 완료하면 학습 목표 달성도를 보여준다. 만약 과제를 완료하는 데 어려움을 겪으면 학생의 지식 격차를 진단하고 개인화된 콘텐츠와 평가 문항을 제공한다.



[그림 IV-20] Alta

6) AltSchool(<https://www.altschool.com/>)

학생의 수준에 맞게 개별화된 교육의 실현을 위해 설립된 실험적인 학교로서 교육 환경을 하나의 플랫폼을 구축하여 모든 학습 자료를 추적하고 쉽게 접근하여 자료를 분석한다. 또한 교사와 학부모가 손쉽게 개별 학생의 학습 수준을 파악하고 그에 맞는 교육을 지원한다.

알트스쿨의 개별화된 교육을 위한 알고리즘은 데이터를 바탕으로 다양하게 적용하는데 교육 환경의 다양한 데이터를 수집, 예를 들면 학생용 컴퓨터, 학생용 스마트 기기, 교실의 IoT, 카메라, 교사의 기록 내용, 평가 결과 등의 다양한 자료와 가공된 정보는 알고리즘 분석에 의해 학생의 수업참여도, 감정, 수업 지원, 오류 개선, 사회성, 언어, 행동, 건강, 학업성취도 등을 실시간으로 분석 저장하여 교사와 학부모가 확인 가능하다.

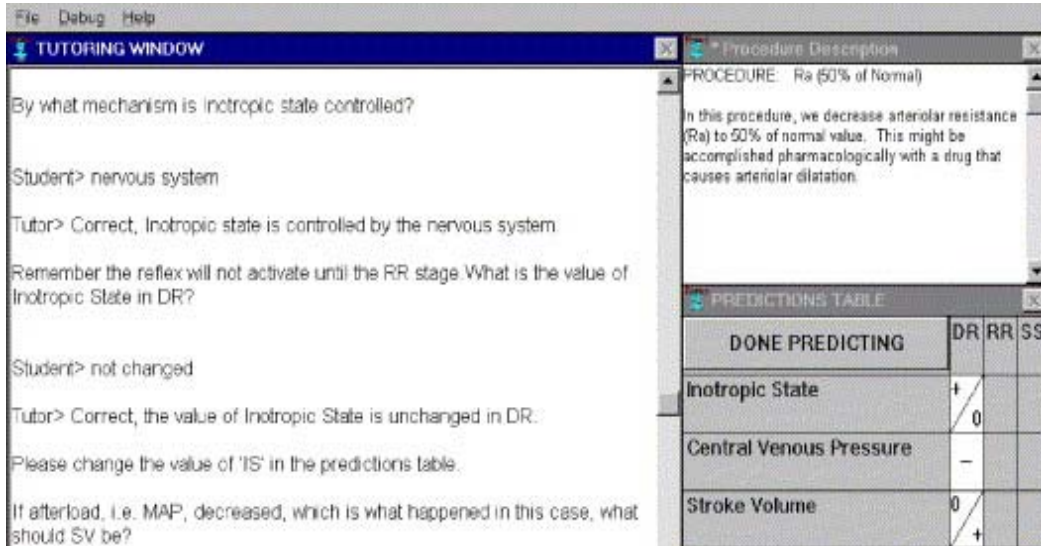


[그림 IV-21] AltSchool(<https://www.altschool.com/>)

하지만, 이러한 알트스쿨은 학생들의 학업성취도를 떨어뜨리고 문맹률을 높이는 등의 문제점이 발생하고 개인정보피해와 사생활 침해 등의 심각한 결과를 초래하여 문을 닫게 되었다. AI와 같은 최첨단 기술과 개인 데이터의 활용에 대한 올바른 교육 철학에 관해 다시 생각하게 하였다.

7) CIRCSIM-tutor

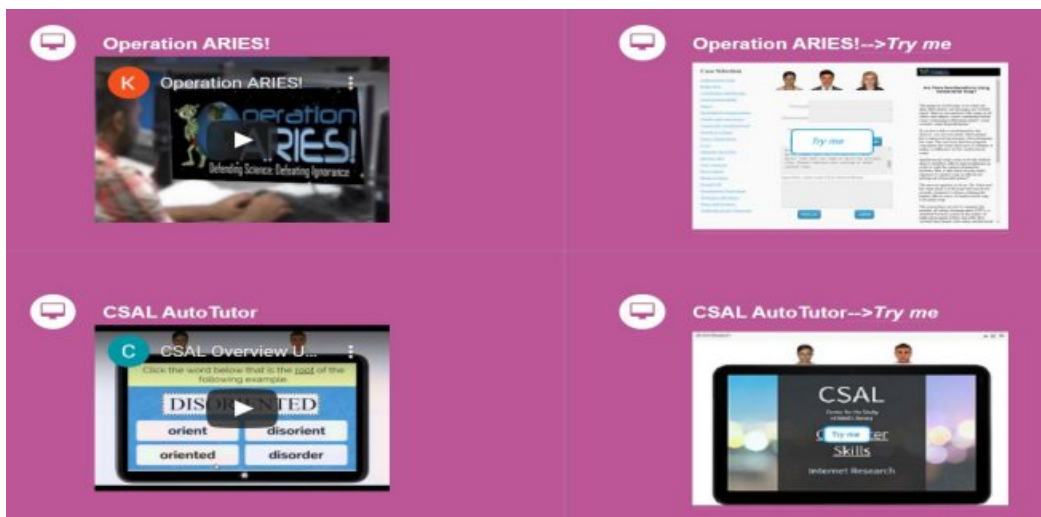
CIRCSIM-Tutor 프로젝트는 의대 1학년 학생들이 혈압 반사 조절에 대해 배울 수 있는 언어 기반 지능형 튜터링 시스템이다. 학생들에게 문제를 풀도록 하고 컴퓨터가 소크라테스식 대화로 학습을 진행한다. (<http://www.cs.iit.edu/~circsim/>)



[그림 IV-22] CIRCSIM-Tutor

8) AutoTutor

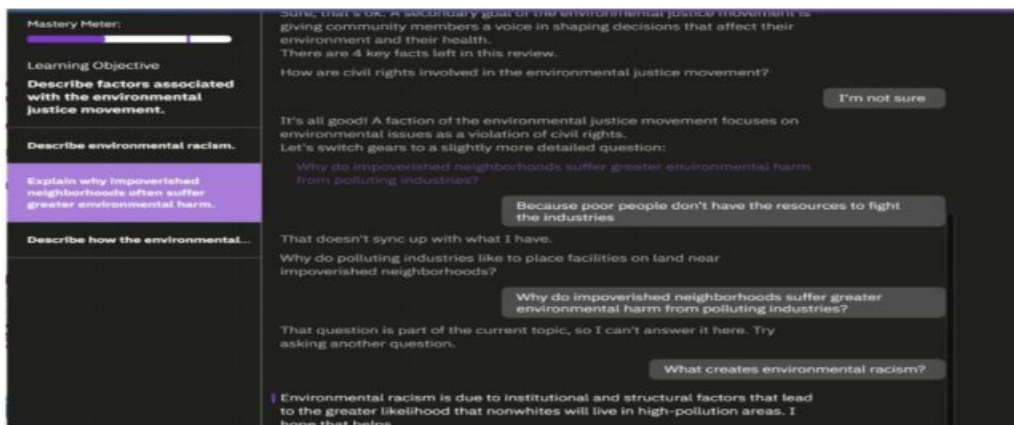
AutoTutor는 인간과 자연어로 대화하는 지능형 튜터링 시스템이다. AutoTutor는 컴퓨터 활용 능력, 물리학, 비판적 사고 등의 여러 영역에 걸쳐 학습 효과를 제공하고 있다. AutoTutor의 세 가지 주요 연구 분야는 인간에게서 영감을 받은 튜터링 전략, 교육 에이전트, 자연어 튜터링이다.(<http://ace.autotutor.org>)



[그림 IV-23] AutoTutor

9) Watson Tutor

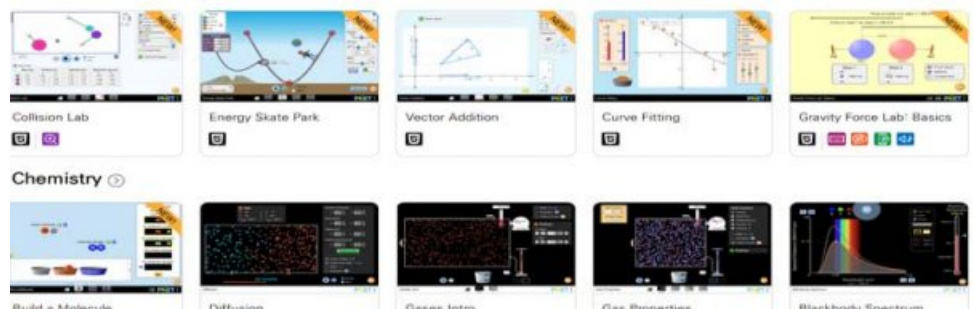
Watson Tutor는 IBM과 Pearson이 자연어 처리 기반으로 개발한 지능형 교수시스템이다. 학습자들에게 교육 콘텐츠의 보조 내용을 제공하고, 학습의 과정을 저장하며, 학생들이 해결한 문항의 평가 결과와 학습 내용의 수준에 따라 수업에 도움이 되는 맞춤형 대화를 제공한다(<http://www.caitlinmacrae.com/ibm-watson-tutor-1>)



[그림 IV-24] Watson Tutor

10) Fractions Lab

PhET는 쌍방향으로 학생들에게 과학과 수학 시뮬레이션을 제공한다. 교육 효과를 보장하기 위해 각 시뮬레이션을 광범위하게 테스트하고 평가한다. 시뮬레이션은 Java, Flash 또는 HTML5로 작성되며 온라인으로 실행되거나 컴퓨터에 다운로드될 수 있다. 모든 시뮬레이션은 오픈소스로, 여러 후원자들이 PhET 프로젝트를 지원하여 모든 학생과 교사들에게 무료로 제공된다.



[그림 IV-25] Fractions Lab (<https://phet.colorado.edu/>)

11) Betty's Brain

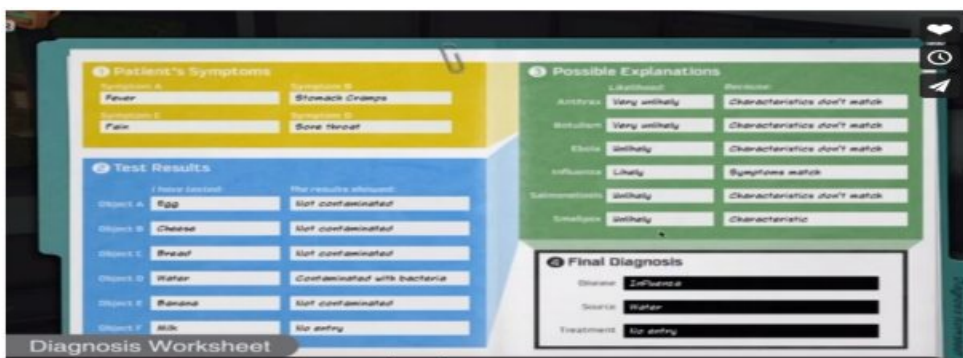
Betty's Brain은 과학 주제에 대한 컴퓨터 기반 학습 환경이다. Betty's Brain에서 학생들은 과학 주제(예: 생태계, 기후 변화 또는 온도 조절)를 구성하는 시스템 또는 프로세스의 인과 모델을 구성하여 Betty라는 컴퓨터 에이전트를 가르치는 임무를 맡게 된다. 이를 잘 하기 위해 학생은 책임감 있는 학습자이자 교사가 되어야 한다. 학생들은 Betty가 얼마나 배우고 있는지 확인하기 위해 질문에 답하고 퀴즈를 풀도록 요청할 수 있다.(<https://wp0.vanderbilt.edu/oele/bettys-brain/>)



[그림 IV-26] Betty's Brain

12) Crystal Island

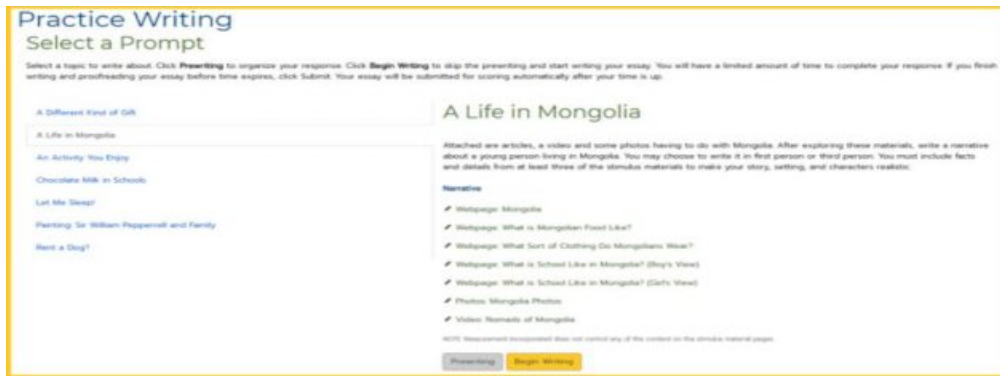
Crystal Island는 중고등학생들의 과학과 기초 문해력을 위한 게임 기반의 지능형 학습 시스템이다. 게임 과정에서 학생들은 외딴 섬의 과학자팀에 영향을 미치는 신비한 전염병 발병을 조사하는 의료 현장 탐정의 역할을 한다. 게임 내의 과학 콘텐츠는 중학교 미생물학 교육 내용을 학습한다(<http://projects.intellimedia.ncsu.edu/crystalisland>)



[그림 IV-27] Crystal Island

13) Project Essay Grade (PEG)

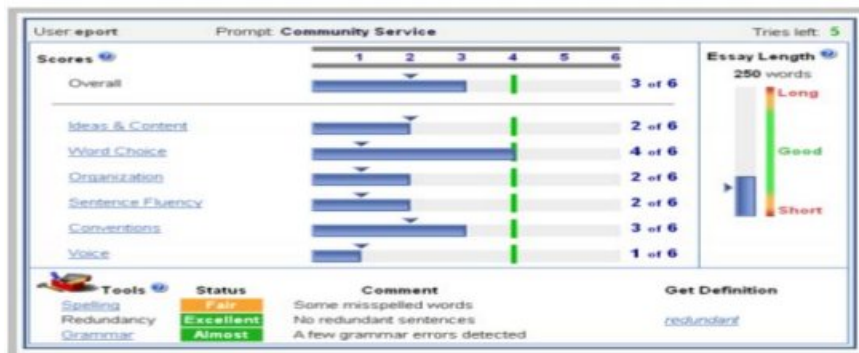
PEG는 자동화된 글쓰기 평가 시스템으로 언어의 유창성, 어휘, 문법, 구조 등 에세이의 본질적인 특성에 기초하여 평가한다. 자연어 처리 기술을 활용하여 문장의 의미 분석, 구문 분석 등을 하고 자동화된 채점 서비스를 한다. 온라인 환경에서 초등학생과 중학생 대상으로 글쓰기와 실시간 피드백을 제공한다(<https://www.measurementinc.com/miwrite>).



[그림 IV-28] Project Essay Grade

14) Intelligent Essay Assessor (IEA)

Intelligent Essay Assessor(IEA)는 자동으로 글을 평가하는 온라인 기반 시스템이다. 학생들이 제출한 에세이를 분석하고 자연어 처리 기술로 채점한다. 자동으로 텍스트의 의미뿐만 아니라 문법, 스타일도 채점할 수 있고 짧은 글의 내용도 평가할 수 있다. (Intelligent Essay Assessor <http://pmark.pearsoncmg.com> > IEA-FactSheet)



[그림 IV-29] Intelligent Essay Assessor

15) CENTURY

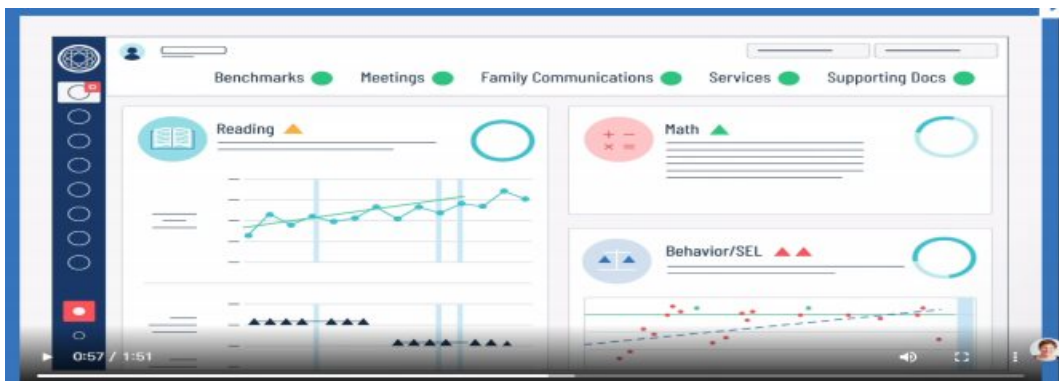
CENTURY는 초등학생부터 대학생까지 대상으로 개인별 맞춤형 학습을 제공한다. 개별 학생들의 학습 오개념, 학습의 성향 등을 진단하여 효과적인 학습 경로를 추천하며, 영어, 수학, 과학 학습의 내용을 인터랙티브 과제나 비디오 등의 학습 콘텐츠를 제공한다(<https://www.century.tech/>).



[그림 IV-30] CENTURY

16) Branching Minds

Branching Minds는 학습을 효과적으로 개인화할 수 있도록 학습 과학 및 기술을 활용하는 서비스이다. 미국 전역의 수백 개 지역과 협력하여 학습 과학, 데이터 관리 및 분석, 소프트웨어 설계, 코칭 및 협업에 대한 깊은 전문 지식을 제공한다. 광범위한 리소스, PD 및 기술 톨킷과 결합하여 시스템 수준 솔루션을 제공한다. (<https://www.branchingminds.com/>)



[그림 IV-31] Branching Minds

17) ClassCharts

교실 관리 프로그램으로 좌석 배치를 돕거나 교실 내에서 학생들 간의 상호작용을 추적할 수 있도록 한다. 학생들의 행동을 관리하여 성취도와 행동 포인트로 학생을 관리할 수 있도록 하고 과제 기능과 출석을 확인할 수 있는 기능을 제공한다. 또한 맞춤형 보상 스토어로 참여를 유도시키고 학부모, 학생과의 커뮤니케이션 모듈을 제공한다.(<https://www.classcharts.com/>)



[그림 IV-32] ClassCharts

18) Musio

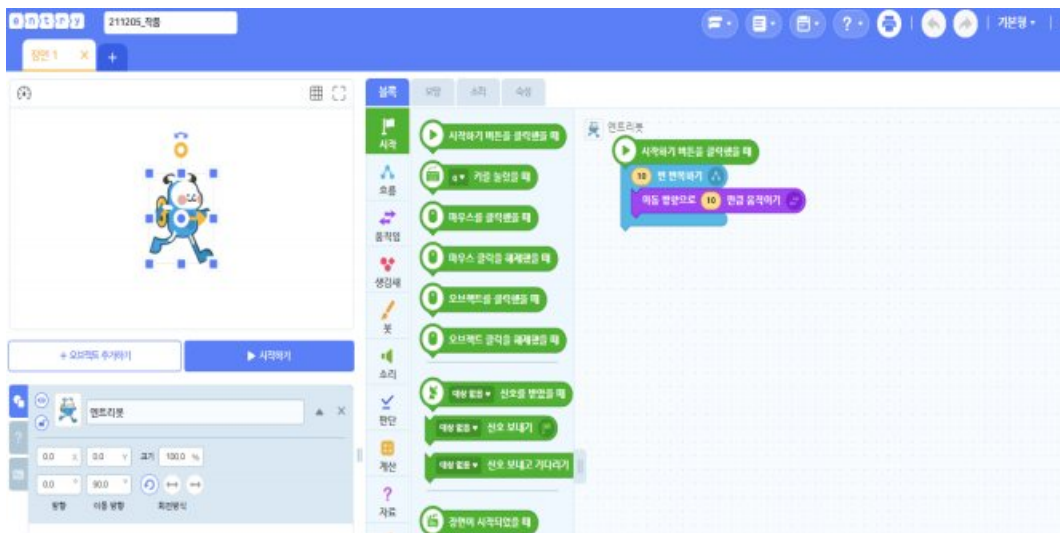
Musio는 다양한 주제로 자연스러운 대화가 가능한 영어학습용 챗봇 사이트이다. 학습자의 얼굴과 목소리를 인식하여 개별화 학습할 수 있으며 일상적인 대화의 문맥과 상황을 인지하고 이전의 대화 내용을 저장하여 기억함으로써 원어민과 대화하는 방식으로 학습이 가능하다. 대화 내용을 분석하여 학습 활동의 내용을 안내하며, 교재의 학습 진행 상황과 대화 중 듣지 못한 내용을 제공하여 학습이 부족한 부분을 관리하고 학습 이력이 가능하다.



[그림 IV-33] Musio (<https://www.themusio.com/home>)

19) 엔트리

엔트리는 블록 코딩을 통해 프로그램을 만들 수 있는 창작 플랫폼이다. 블록을 사용해 쉽게 게임, 예술 작품, 생활 도구 등을 직접 만들어 볼 수 있으며 작품을 공유하고 의견을 나눌 수 있다. 엔트리는 SW교육 의무화로 전국 초, 중학교 교과서에 채택되어 다양한 학습 콘텐츠를 제공한다. (<https://playentry.org/>)



[그림 IV-34] 엔트리(<https://playentry.org>)

20) 엠블록

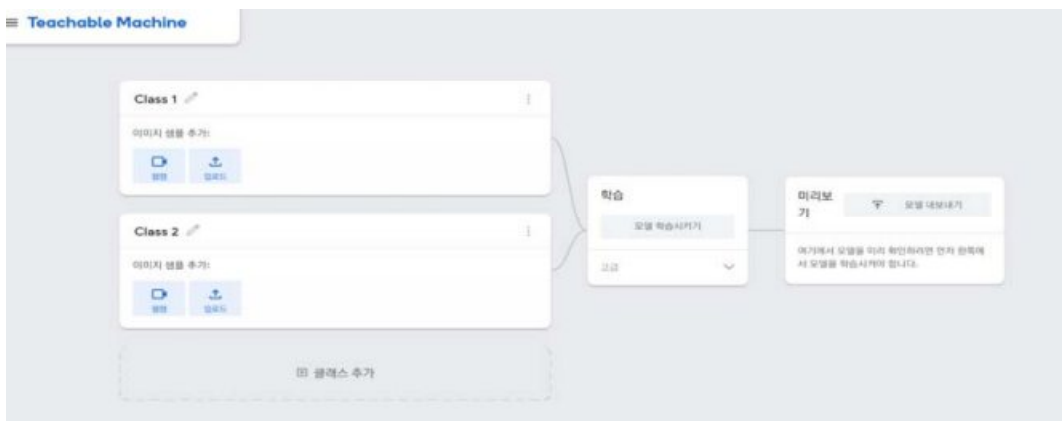
엠블록은 블록 코딩 프로그램으로 스크래치와 비슷하지만 아두이노와 연결하여 제어할 수 있다는 차이점이 있다. 블록 코딩 편집도 가능하고 파이썬을 사용해 코딩을 할 수도 있다. 또한 코딩 프로젝트를 공유할 수 있고 윈도우와 Mac OS 모두를 지원한다.



[그림 IV-35] 엠블록 (<https://mblock.makeblock.com>)

21) 티쳐블머신

사이트, 앱 등에 사용할 수 있는 머신러닝 모델을 쉽게 만들 수 있는 웹 기반 도구이다. 예시를 수집하여 컴퓨터가 학습하기 원하는 내용을 그룹화하고, 모델을 학습시켜 올바르게 분류했는지 테스트할 수 있다. 모델을 학습시킬 때는 마이크나 웹캠 등을 사용하여 이미지, 사운드, 자세를 입력할 수 있다(<https://teachablemachine.withgoogle.com/>).



[그림 IV-36] 티쳐블머신

22) ML4Kids

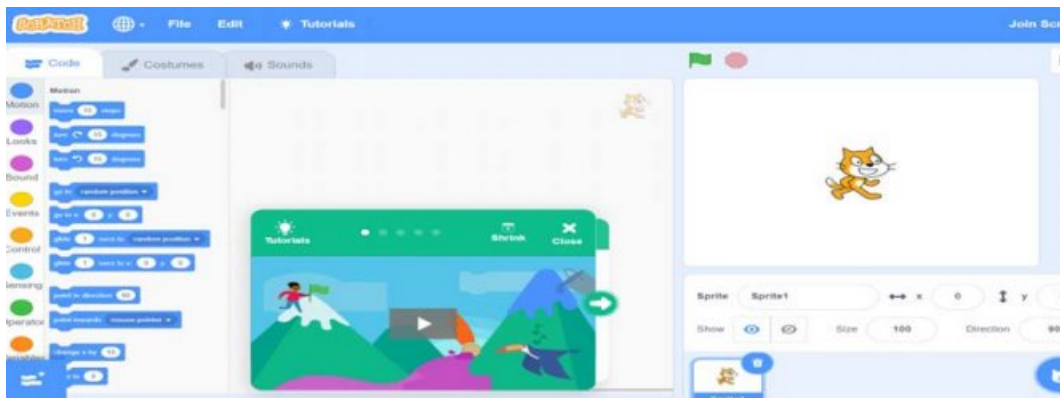
ML4Kids는 아이들을 위한 머신러닝 시스템을 훈련시키고 만드는 과정을 제공하는 사이트이다. 텍스트, 숫자, 이미지를 분류하는 머신러닝 모델을 만들 수 있는 프로그램을 제공하고 이 모델을 스크래치에 추가하여 아이들이 스스로 만든 머신러닝 모델을 바탕으로 프로젝트와 게임을 만들 수 있도록 한다.(<https://machinelearningforkids.co.uk/>)



[그림 IV-37] ML4Kids

25) 스크래치

스크래치는 주로 8~16세의 어린이를 대상으로 만들어진 컴퓨터 프로그래밍 학습 사이트이다. 블록을 사용하여 쉽고 재미있게 코딩을 할 수 있으며 별도의 프로그램의 설치 필요하지 않다. 150개 이상의 나라에서 사용되며 60개 이상의 언어로 제공되며 모든 수준에서 다양한 학문의 교육에서 활용되고 있다. (<https://scratch.mit.edu>)



[그림 IV-38] 스크래치

V. 인공지능(AI) 교사에 대한 인식조사

V. 인공지능(AI) 교사에 대한 인식조사

1. 연구의 목적 및 대상

가. 연구목적 및 대상

이 연구는 미래교육시대의 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 역할 및 기능 정립 방향을 탐색하는 데 목적을 두고 있다. 이를 위해 현장에서 교육에 몸담은 현직 초·중·등 교원에게 인공지능(AI) 교사에 대한 설문을 실시하였다. 현장 교사들은 교육의 최전선에 서 있으며 실제 교육을 이끌어 나가는 주체이다. 또한 AI 교사가 도입된다면 가장 많이 사용하게 될 것으로 예상되기에 가장 최적의 의견을 들을 수 있을 것으로 기대하였다. 설문을 통해 인공지능 교사에 대한 인식을 알아보고 인공지능 교사가 교육 현장에서 효율적으로 수행할 수 있는 일과 그렇지 않은 일을 알아보고 인공지능 교사를 설계하기 위한 시사점을 도출하고 또한 이를 통해 인공지능 교사의 현장 적용성에 관해서도 탐구하여 앞으로의 과제를 제시하고자 하였다.

설문에 참여한 교사들은 관련 대학원 재학 이상, AI 선도학교나 연구회 또는 연수 참여 경험이 있는 교사들을 대상으로 한정하였으며 온라인을 통한 설문 방법으로 1회 실시하였다. 조사 기간은 2021년 10월 1일부터 10월 15일까지이며 설문에 참여한 총인원은 194명이다. 설문에 참여한 인원내 대한 정보는 <표 V-1>과 같다.

<표 V-1> 설문조사 배경 요인별 특성

구분	구분	참여 인원(%)
소속 학교급	초등학교	138(71.1)
	중학교	21(10.8)
	고등학교	35(18.0)
나이	20대	47(24.2)
	30대	90(46.4)
	40대	39(20.1)
	50대	18(9.3)
성별	남성	66(34.0)
	여성	128(66.0)
담당 과목	초등	132(68.0)
	정보	42(21.6)

구분	구분	참여 인원(%)
경력	기타	2(10.4)
	5년 미만	43(22.2)
	5년~10년	80(41.2)
	10년~15년	25(12.9)
	15년~20년	22(11.3)
	20년 초과	24(12.4)
학력	학사	81(41.8)
	석사 과정	52(26.8)
	석사	56(28.9)
	박사 과정	2(1.0)
	박사	3(1.5)
근무지역	서울특별시	30(15.5)
	부산광역시	12(6.2)
	인천광역시	33(17.0)
	울산광역시	3(1.5)
	대전광역시	5(2.6)
	경기도	60(30.9)
	강원도	4(2.1)
	충청권	24(12.4)
	경상권	14(7.2)
	전라권	6(3.1)
	제주	1(0.5)
직위	교사	145(74.7)
	부장교사	45(23.7)
	교감	1(0.5)
	교장	2(1.0)
AI 교육 경험(중복)	선도학교	44(22.6)
	연구회	41(21.2)
	관련 대학원	49(25.2)
	관련 연수	128(66.2)
	기타	12(6.0)
AI 연수경력	없음	21(10.8)
	1~15시간	47(24.2)
	15~30시간	40(20.6)
	30~60시간	36(18.6)
	60시간 이상	50(25.8)
AI 지식 보유 정도	매우 잘 알고 있다.	20(10.3)
	잘 알고 있다.	75(38.7)
	보통이다.	74(38.1)
	잘 알지 못한다.	23(11.9)
	전혀 알지 못한다.	2(1.0)

나. 설문 문항

이 연구에서는 미래교육시대의 인공지능 교사 도입을 대비하여 인공지능 교사와 인간교사의 역할을 정립하고자 이와 관련한 질문을 준비하였다. 먼저 참가자의 인적 사항은 소속 학교급, 나이, 성별, 담당과목, 경력, 학력, 근무지역, 직위, AI 교육 경험, AI 연수경력 등으로 나누어 조사하였고 뚜렷하게 편중되지 않도록 하였다.

먼저 인공지능 교사에 대한 간단한 설문 후 현재 교사의 직무 중 학생과 관련이 있는 부분만을 역할 단위로 추출하여 ㉠수업 설계(교육과정 및 교육방법 설계, 교육과정 재구성 등), ㉡학습 촉진(학습동기부여, 학습안내, 코칭, 상담, 피드백 등), ㉢협업 조정(모둠 활동 시 의견 조율 및 갈등 중재 등), ㉣학습 관리(학생특성파악, 학습현황분석, 개별진도관리), ㉤개별 맞춤 학습 지원(학생 개인의 특성 및 학습 결과를 분석하여 개별 맞춤형 학습 지원), ㉥실제적·융합적 학습환경 지원(체험, 실험·실습 등을 포함하여 ㉧실제적이고 융합적인 학습 환경(자료) 지원으로 나누어 확인한 후 인공지능 교사의 도움 가능성과 한계 분야, AI 사용 기대 등을 질문하였다. 또한 이와 반대로 인공지능(AI) 교사의 등장으로 인해 인간교사에게 더욱 중요해질 역할을 질문하였다. AI 교사의 등장과 인간교사의 수업과 업무에서의 비율은 각각 행정, 수업, 전체로 나누어 5점 리커트 척도로 실시하였고 AI 교사와의 협업 과정에 대하여서도 5점 리커트 척도와 필요 요소(필요성 공감대 형성, 명확한 업무와 역할분담, 협업수업모델 개발, AI리터러시 역량, 인프라 구축, 윤리 가이드라인 등)를 조사하였다.

이후 AI 교사의 도입을 가정하고 AI 교사 도입을 위하여 선제과제(규제혁신과 관련제도 정비, 개인정보와 프라이버시, 저작권 관련 내용, 책임규정 정비)와 우려점(인권과 인간성, 프라이버시, 알고리즘 편향, 오작동과 안전성, 사고책임소재, AI 투명성), 교실 현장에서의 선제 조건(AI 기술 발달, 점검 체계 정비, 좋은 알고리즘 구축, 낮은 사고율, 책임 소재, 인공지능 투명성), 사고 책임 소재(담당 교사, 관리자, AI교사, 개발자 등), AI 교사 개발 주체(교육기관, 기업, 교사 협의체, 교육주체협의체), AI교사의 학생 데이터 접근 권한(교사, 관리자, 학생, 학부모, 상위교육기관 등)에 대하여 교사의 인식을 확인하였다.

마지막으로 AI 교사에 대해 바라는 점과 교사 입장에서의 장단점, 학생 입장에서 장단점은 서술 방식으로 받아 텍스트 분석을 통해 자료를 확인하였다. 측정 문항에 대한 자세한 사항은 <표 V-2>와 같다.

<표 V-2> 설문조사 내용

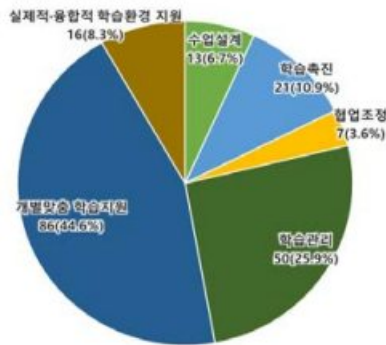
구분	문항 내용	측정 방식	
인적사항	소속 학교급	서열식	
	연령대		
	성별		
	담당과목		
	교육 경력		
	최종 학력		
	근무지역		
	직위		
	AI 교육 경험		서열식(다중)
	AI 연수 경험		서열식
AI 지식 정도	5점 리커트		
AI 교사 유용성	AI 교사가 도움을 줄 수 있을 것으로 생각되는 부분	선다식	
	AI 교사가 도움을 주기 어려운 부분		
	AI 교사의 능력 중 사용할 의향이 있는 기능	선다식(다중)	
미래 교사 역량	미래 교사의 역할 변화	선다식(다중)	
	미래 교사의 중요 역량 변화	5점 리커트	
	인간교사의 행정 역할 변화 예측		
	인간교사의 수업 역할 변화 예측		
	인간교사의 역할 비중 변화 예측		
AI 교사와의 협업	인공지능과의 협업 과정	선다식(다중)	
	협업의 중요 요소	선다식	
	AI 교사 도입 선결조건		
	AI 교사 도입 우려사항		
	AI 교사 선제 준비 내용	선다식(다중)	
	AI 교사 사고 책임 소재		
AI 교사 데이터	AI 수집 기명 데이터 접근 권한	선다식(다중)	
	AI 수집 익명 데이터 접근 권한		
	AI 교사 개발 주체	선다식	
AI 교사 장단점	AI 교사에게 바라는점	개방형	
	교사 입장에서의 AI 교사 장점		
	교사 입장에서의 AI 교사 단점		
	학생 입장에서의 AI 교사 장점		
	학생 입장에서의 AI 교사 단점		
AI 교사 사용	AI 교사 도입시 사용 의향	찬부식	

분석을 실시함에 있어서는 각 측정 방식에 알맞게 분석을 시도하였다. SPSS를 이용하였으며 기본적으로 선다형 질문에는 각 응답에 대한 비율을 구하였고 5점 Likert 척도에는 산술평균을 이용하였다. 다만 분산 분석을 통해 소속 또는 경험 정도에 따라 응답이 통계적으로 또는 사회적으로 의미 있게 차이가 나는 경우 그 차이를 서술하였다. 다중응답 선다식 문항에 대해서는 다중반응분석을 이용하여 그 경향성을 확인하고자 하였다.

2. 통계분석 및 해석

가. AI 교사의 유용성

1) AI 교사가 도움을 줄 수 있을 것으로 생각되는 부분



<표 V-3> AI 교사가 도움을 줄 수 있을 것으로 생각되는 부분

질문	문항	응답(%)
1. AI(인공지능) 교사가 도움을 줄 수 있을 것으로 생각되는 부분은 어느 것입니까?	① 수업 설계(교육과정 및 교육방법 설계, 교육과정 재구성 등)	13(6.7)
	② 학습 촉진(학습동기부여, 학습안내, 코칭, 상담, 피드백 등)	21(10.8)
	③ 협업 조정(모둠 활동 시 의견 조율 및 갈등 중재 등)	7(3.6)
	④ 학습 관리(학생특성과약, 학습현황 분석, 개별진도관리)	50(25.8)
	⑤ 개별 맞춤 학습 지원(학생 개인의 특성 및 학습 결과를 분석하여 개별 맞춤형 학습 지원)	86(44.3)
	⑥ 실제적·융합적 학습환경 지원(체험, 실험·실습 등을 포함하여 실제적이고 융합적인 학습 환경(자료) 지원)	16(8.2)
	⑦ 기타	1(0.5)

먼저, 현장교사 입장에서 가장 필요로 하는 부분에 대하여 살펴보면 학습과 관련된 부분에 있어서는 학생들의 개별맞춤 학습 지원에 44.3%로 가장 많은 기대를 하는 것으로 나타났다. 그다음으로는 학습관리(25.8%), 학습 촉진(10.8%), 실제적·융합적 학습 환경 지원(8.2%) 순서로 응답이 확인되었다. 반면 협업 조정(3.6%)과 수업 설계(6.7%) 순서대로 응답한 비율이 낮은 것으로 분석되었다.

위의 결과로 미루어보아 AI 교사가 도움을 줄 수 있는 부분으로는 기존의 연구(김흥겸 외, 2018)와 같이 학생 개인에 맞는 맞춤형 환경 지원과 학생들의 학습에 관한 부분에 있어 강점이 있을 것으로 예측하였다. 현재 학습 맞춤형 학습 문제 은행과 같이 실제 서비스들이 등장하고 있고 학생들의 학습 현황을 분석해주는 프로그램이 많아지고 있는 것과 무관하지 않으며 다른 문항들에 비해 개별적이고 분석적인 내용을 제공해주는 것에 대하여 기대하는 것으로 볼 수 있다.

<표 V-4> AI 교사가 도움을 줄 수 있을 것으로 생각되는 과목별 내용

구분 (과목)	문항							χ^2
	① 수업 설계	② 학습 촉진	③ 협업 조정	④ 학습 관리	⑤ 개별맞 춤학습 지원	⑥ 실제· 융합 학습 환경 지원	⑦기타	
초등	11(8.3)	10(7.6)	5(3.8)	33(25.0)	60(45.5)	12(9.1)	1(0.8)	30.330 **
정보	2(4.8)	3(7.1)	0(0)	16(38.1)	18(42.9)	3(7.1)	0(0)	
기타 과목	0(0)	8(40.0)	2(10.0)	1(5.0)	8(40.0)	1(5.0)	0(0)	
합계	13(6.7)	21(10.8)	7(3.6)	50(25.8)	86(44.3)	16(8.2)	1(0.5)	

집단 간 교차분석 결과에서 다른 부분은 큰 차이가 없었으나 과목 구분에 따라 AI 교사가 도움을 줄 것으로 예상하는 분야가 조금씩 달랐다. 여러 과목에 대하여 초등(담임)과 정보 교과, 기타 과목으로 나뉘었을 때는 통계적으로 유의한 차이가 있었다. 초등과 정보의 경우에는 개별맞춤 학습지원에 가장 큰 기대(45.5%)를 하는 반면 기타과목의 경우에는 이와 비슷한 정도로 학습촉진을 기대(40.0%)하고 있었다. 인공지능 교사가 하는 일에 대한 차이의 시각이 드러난 것이라고 볼 수 있다. 또한 정보과의 경우에는 협업 조정에 대한 기대(0%)가 아예 없으며 다른 그룹보다 학습관리(38.1%)에 대한 기대가 더 있는 것으로 볼 수 있다. 인공지능 기술 적용에 대

한 시각차이로 인해 이러한 결과가 나타난 것으로 추측이 가능하다.

2) AI 교사가 도움을 주기 어려운 부분



<표 V-5> AI 교사가 도움을 주기 어려운 부분

질문	문항	응답(%)
2. AI 교사가 도움을 주기 어려운 부분은 무엇이라고 생각하십니까?	① 수업 설계(교육과정 및 교육방법 설계, 교육과정 재구성 등)	32(16.5)
	② 학습 촉진(학습동기부여, 학습안내, 코칭, 상담, 피드백 등)	47(24.2)
	③ 협업 조정(모둠 활동 시 의견 조율 및 갈등 중재 등)	85(43.8)
	④ 학습 관리(학생특성과약, 학습현황 분석, 개별진도관리)	12(6.2)
	⑤ 개별 맞춤 학습 지원(학생 개인의 특성 및 학습 결과를 분석하여 개별 맞춤형 학습 지원)	3(1.5)
	⑥ 실제적·융합적 학습환경 지원(체험, 실험·실습 등을 포함하여 실제적이고 융합적인 학습 환경(자료) 지원)	14(7.2)
	⑦ 기타	1(0.5)

반대로, AI 교사가 도움을 주기 어려운 부분으로 생각하는 것은 협업조정(43.8%)이었다. 이어서 학습촉진(24.2%), 수업설계(16.5%) 순으로 나타났으며, 개별 맞춤 학습 지원(1.5%), 학습 관리(6.2%), 실제적·융합적 학습환경 지원(7.2%)는 비교적 응답이 적은 것으로 나타나 앞서 조사했던 반대의 경우와 일치하는 결과를 보였다. 교

사들의 경우에 아직 AI 교사에 대해 비정형화된 상황이 많이 발생할 수 있는 부분은 아직 기대하지 않는 것으로 나타났으며 학생들과 상호작용이 매우 필요한 부분에서도 AI 교사를 신뢰하지 않는 것으로 볼 수 있다.

3) AI 교사의 능력 중 사용할 의향이 있는 기능(다중응답)

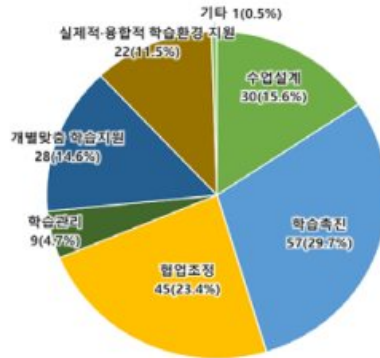
대부분은 AI 교사가 등장한다면 개별맞춤 학습 지원(76.7%)과 학습 관리(69.9%) 부분에서 이를 사용할 의향이 있었으며 가능하다면 수업설계(36.8%), 실제적·융합적 학습환경 지원(36.3%), 학습 촉진(33.7%)에 있어서도 이를 사용하겠다는 의견이 많았다. 앞서 질문에서 AI 교사가 도움을 줄 것으로 예상하는 것과 순서가 일치하나 다른 부분에서도 AI 교사가 뛰어난 역량을 발휘한다면 사용할 것으로 예측할 수 있다.

<표 V-6> AI 교사의 능력 중 사용할 의향이 있는 기능(다중응답)

질문	문항	응답(%)	케이스 중(%)
4. 다음 중 해당 부분의 AI 교사가 있다면 사용할 의향이 있는 부분에 모두 체크하여 주십시오. (다중응답)	① 수업 설계(교육과정 및 교육방법 설계, 교육과정 재구성 등)	71(13.4)	36.8
	② 학습 촉진(학습동기부여, 학습안내, 코칭, 상담, 피드백 등)	65(12.3)	33.7
	③ 협업 조정(모둠 활동 시 의견 조율 및 갈등 중재 등)	38(7.2)	19.7
	④ 학습 관리(학생특성과악, 학습현황 분석, 개별진도관리)	135(25.5)	69.9
	⑤ 개별 맞춤 학습 지원(학생 개인의 특성 및 학습 결과를 분석하여 개별 맞춤형 학습 지원)	148(27.9)	76.7
	⑥ 실제적·융합적 학습환경 지원(체험, 실험·실습 등을 포함하여 실제적이고 융합적인 학습 환경(자료) 지원)	70(13.2)	36.3
	⑦ 기타	1(0.6)	1.6
전체		530(100)	274.6

나. 미래 교사 역량

1) 미래 교사의 역할 변화



<표 V-7> 미래 교사의 역할 변화

질문	문항	응답(%)
3. 미래의 교사의 역할 중 더 중요해질 것으로 생각하는 것은 무엇입니까?	① 수업 설계(교육과정 및 교육방법 설계, 교육과정 재구성 등)	30(15.5)
	② 학습 촉진(학습동기부여, 학습안내, 코칭, 상담, 피드백 등)	57(29.4)
	③ 협업 조정(모둠 활동 시 의견 조율 및 갈등 중재 등)	45(23.2)
	④ 학습 관리(학생특성과악, 학습현황 분석, 개별진도관리)	9(4.6)
	⑤ 개별 맞춤 학습 지원(학생 개인의 특성 및 학습 결과를 분석하여 개별 맞춤형 학습 지원)	28(14.4)
	⑥ 실제적·융합적 학습환경 지원(체험, 실험·실습 등을 포함하여 실제적이고 융합적인 학습 환경(자료) 지원)	22(11.3)
	⑦ 기타	3(1.5)

교사들은 AI가 등장하는 시대의 미래 교사의 역할 중 가장 중요한 것으로 학습 촉진(29.4%)과 협업 조정(23.2%)을 꼽았다. 이어서는 수업 설계(15.5%), 개별 맞춤 학습 지원(14.4%), 실제적·융합적 학습환경 지원(11.3%)를 꼽았으며 학습관리에 대한 부분은 4.6%로 매우 낮았다. 이는 앞서 AI 교사가 도움을 줄 것으로 기대하는

부분과 도움을 주기 어려운 부분의 설문 결과와도 일치한다. 따라서 교사들은 미래 교사의 역할에 대해 인공지능의 발전과 더불어 상담이나 조정 같은 다양한 상황이 일어나는 부분의 역할을 중요하게 생각하고 있었다. 기타 부분에서는 행정 업무 수행과 같은 응답이 있었으며 미래에 오히려 다변화로 인해 행정 업무 능력이 더 중요해질 것이라는 의견도 있었다.

2) 미래 교사의 중요 역량 변화(다중응답, 3개)

미래 교사에게 필요한 역량에 대해서는 여러 가지 응답을 볼 수 있었다. 가장 높게 나온 것은 이해와 소통 역량으로 설문에 응답한 사람 중 71.6%가 해당 내용을 선택하였다. 이어서 협업과 민주적 의사결정 참여 역량(44.8%)과 학급 경영과 자치 활동 지도 역량(38.1%), 교육과정 개발과 재구성(34.5%)이 뒤를 이었으며 교육에 대한 열의와 소명 의식(27.3%), 학부모 및 지역사회와 소통 협력(25.8%) 수업과 평가 역량(21.1%) 역시 많은 응답을 기록하였다. 개별 교과 지식 역량(5.7%)이나 행정 업무 수행(1.5%)은 더 중요해지지 않은 것으로 예측하였다. 응답자 분포에 따른 차이는 없었으며 이는 모든 학교급에서도 비슷하게 적용되는 것이라고 볼 수 있다.

<표 V-8> 미래 교사의 중요 역량 변화(다중응답, 3개)

질문	문항	응답(%)	케이스 중(%)
5. 미래 교사의 역량 중 가장 중요해질 것으로 생각하는 것은 무엇입니까? (다중응답)	① 이해와 소통 역량	139(25.3)	71.6
	② 수업과 평가 역량	41(7.5)	21.1
	③ 교육에 대한 열의와 소명 의식	53(9.7)	27.3
	④ 교육과정 개발과 재구성	67(12.2)	34.5
	⑤ 협업과 민주적 의사 결정 참여 역량	87(15.8)	44.8
	⑥ 진로 지도 역량	21(3.8)	10.8
	⑦ 학급 경영과 자치 활동 지도 역량	74(13.5)	38.1
	⑧ 개별 교과 지식 역량	11(2.0)	5.7
	⑨ 학부모 및 지역사회와 소통 협력	50(9.1)	25.8
	⑩ 행정 업무 수행	3(0.5)	1.5
	⑪ 기타	3(0.5)	1.5
전체		549	283.0

3) 인간교사의 행정 역할 변화 예측

응답자들의 AI 교사의 등장과 행정 업무의 관계에 대해서는 2.69로 업무의 강도가 줄어들 것으로 예측하였다. 수업에 관한 것을 제외했을 때 행정 부분에 대한 혁신이 가장 기대가 높은 것으로 볼 수 있으며 AI 교사에 대해 이러한 역할을 대신 해주리라 생각하고 있었다.

<표 V-9> 인간교사의 행정 역할 변화 예측

질문	M	SD	비고
6. AI 교사의 등장으로 행정 업무 부분에서 인간교사의 역할은 늘어날 것이다.	2.69	1.086	

4) 인간교사의 수업 역할 변화 예측

반면에 수업에서의 역할을 평균을 살짝 넘은 정도(3.31)로 예측하였다. 이는 실제 학교 현장에서 수업 상황 내 AI 교사의 역할을 크게 기대하지 않는 것으로 볼 수 있으며 지금과 비슷한 형태로 진행될 것이라고 예측하고 있다. 집단 간 유의미한 차이는 없었으나 이전부터 현재까지 새로운 기술이 등장함으로 인해 교사의 업무나 수업의 준비 강도가 줄어들지 않았기 때문이라고 풀이할 수 있다.

<표 V-10> 인간교사의 수업 역할 변화 예측

질문	M	SD	비고
7. AI 교사의 등장으로 인간교사의 수업에서의 역할은 늘어날 것이다.	3.31	.989	

5) 인간교사의 역할 비중 변화 예측

현직 교사들은 AI 교사의 등장은 교육 전체 부분에서 인간교사의 역할 비중에 큰 영향을 미치지 못하는 것으로 생각하였다(3.12). 대다수가 AI 교사의 학습관리나 학습 촉진에 비중을 두고 있으나 해당 부분 외에 다른 역할이 강화됨으로써 교사의 역할이 줄어들지 않을 것으로 예상하였다.

<표 V-11> 인간교사의 역할 비중 변화 예측

질문	M	SD	비고
8. AI교사의 등장은 교육 전체 부분에서 인간교사의 역할 비중을 늘릴 것이다.	3.12	.902	

다. AI 교사와의 협업

1) 인공지능과의 협업 과정

많은 교사들은 인공지능과의 협업 과정이 보통 또는 매끄러울 것으로 가장 많이 답변하였다(3.23). 해당 내용은 인공지능의 형태에 따라 달라지는 것이지만 인공지능이 통제 가능한 범위에 있고 지금처럼 기술과 같은 형태로 들어와 있을 경우에 대하여 다루기 어렵지 않다고 생각하는 것으로 볼 수 있다.

<표 V-12> 인공지능과의 협업 과정

질문	M	SD	비고
9. 인공지능과의 협업 과정에 대하여 어떻게 생각하십니까?	3.23	.967	

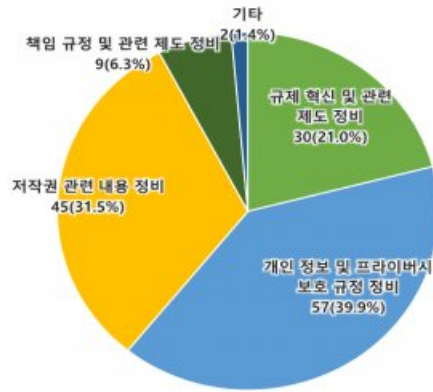
2) 협업의 중요 요소(다중응답)

현직 교사들은 AI 교사와 인간교사가 협업하기 위해서 가장 중요한 것은 AI 교사 활용을 위한 인프라 구축(44.3%)을 뽑았고 이어서 AI 교사 도입 필요성에 대한 공감대 형성(39.2%), 인간교사의 AI 리터러시 역량(38.1%), 명확한 업무 및 역할 분담(37.6%)를 선정하였다. AI 교사를 도입하기 위해서는 먼저 이를 활용할 수 있는 환경이 됨과 동시에 필요성에 대한 교육 주체들의 공감을 얻어야 함을 시사한다. 또한 실제로 도입된다면 명확한 역할 분담을 통해 확실하게 사용할 수 있어야 한다는 의견이 주를 이뤘다. 이에 못지 않게 협업을 위한 수업 모델 개발(18.6%)과 윤리적 가이드라인 마련(18.6%) 의견을 통해 실제 이를 수업과 학교생활에 활용하기 위한 다양한 방법들이 마련되어야 한다는 의견 역시 공감을 얻을 수 있었다.

<표 V-13> 인공지능과의 협업의 중요 요소(다중응답)

질문	문항	응답(%)	케이스 중(%)
10. AI 교사와 인간교사의 협업에 있어서 중요한 요소는 무엇이라고 생각하십니까? (다중응답)	① AI 교사 도입 필요성에 대한 공감대 형성	76(19.9)	39.2
	② 명확한 업무 및 역할 분담	73(19.1)	37.6
	③ 협업을 위한 수업 모델 개발	36(9.4)	18.6
	④ 인간교사의 AI 리터러시 역량	74(19.4)	38.1
	⑤ AI 교사 활용을 위한 인프라 구축	86(22.5)	44.3
	⑥ 윤리적 가이드라인 마련	36(9.4)	18.6
	⑦ 기타	1(0.3)	0.5
전체		382	196.9

3) AI 교사 도입 선결조건



<표 V-14> AI 교사 도입 선결조건

질문	문항	응답(%)
11. 인공지능 교사의 도입을 위하여 해결되어야 할 것은 무엇이라고 생각하십니까?	① 규제 혁신 및 관련 제도 정비	60(30.9)
	② 개인 정보 및 프라이버시 보호 규정 정비	49(25.3)
	③ 저작권 관련 내용 정비	15(7.7)
	④ 책임 규정 및 관련 제도 정비	68(35.1)
	⑤ 기타	2(1.0)

현장의 교사들은 AI 교사를 도입하기 위하여 가장 먼저 책임 규정 및 관련 제도 정비(35.1%)를 선정하였다. 현장에서 가장 빈번하게 일어나는 일이기도 하며 AI 교사에 대한 안전성, 신뢰성 문제와도 무관하지 않은 것으로 보인다. 이어서 규제 혁신 및 관련 제도 정비(30.9%)와 개인정보 및 프라이버시 보호 규정 정비(25.3%) 역시 같은 맥락에서 이해할 수 있다. 이외에도 저작권 관련 내용 정비, AI 교사의 능력 등 역시 기타 의견으로 확인할 수 있다.

4) AI 교사 도입 우려사항

교육 현장에 AI 교사를 도입하고자 할 때 교사들은 알고리즘의 편향성(26.3%)을 가장 우려하였다. 인공지능의 기술과 판단력이 완벽하지 않은 지금 현존하는 인공지능이 가진 문제들에 대해 걱정하는 것으로 나타났으며 오작동과 안전성(21.6%), 인

권 및 인간성 보장(20.6%), 사고 책임 소재(17.0%) 역시 같은 맥락으로 볼 수 있다. AI 투명성 부재(3.1%)와 프라이버시 보호(10.8%)에 대해서는 가장 최우선 과제로 선정하지 않았다.

<표 V-15> AI 교사 도입 우려사항

질문	문항	응답(%)
12. 교육 현장에 AI 교사의 도입 시 가장 우려스러운 부분은 무엇입니까?	① 인권 및 인간성 보장	40(20.6)
	② 프라이버시 보호	21(10.8)
	③ 알고리즘의 편향성	51(26.3)
	④ 오작동과 안전성	42(21.6)
	⑤ 사고 책임 소재	33(17.0)
	⑥ AI 투명성 부재	6(3.1)
	⑦ 기타	1(0.5)

이와 같은 질문에 대해 성별로 약간의 차이를 확인할 수 있었다. 남성의 경우에는 인공지능이 가진 알고리즘의 편향성(37.9%)에 대해 가장 우려하고 뒤를 이어 오작동과 안전성(19.7%), 인권 및 인간성 보장과 AI 사고 책임소재(15.2%)가 뒤를 이었고 프라이버시 보호(4.5%)와 AI 투명성 부재(6.1%)에 대해서는 크게 응답하지 않은 반면 여성의 경우에는 인권 및 인간성 보장(23.4%)과 오작동과 안정성(22.7%), 알고리즘 편향성(22.7%)으로 비슷한 분포로 높은 응답을 기록하였고 뒤를 이어 사고 책임 소재(18.0%)와 프라이버시(14.1%)에 대해 걱정하는 것으로 나타났다. 성별에 따라 교육 현장에서 중요하게 생각하는 부분이 다른 것으로 추측할 수 있다.

<표 V-16> AI 교사 도입 우려사항(성별)

질문	문항	남성(%)	여성(%)	χ^2
12. 교육 현장에 AI 교사의 도입 시 가장 우려스러운 부분은 무엇입니까? (교차분석)	① 인권 및 인간성 보장	10(15.2)	30(23.4)	15.373**
	② 프라이버시 보호	3(4.5)	18(14.1)	
	③ 알고리즘의 편향성	25(37.9)	26(20.3)	
	④ 오작동과 안전성	13(19.7)	29(22.7)	
	⑤ 사고 책임 소재	10(15.2)	23(18.0)	
	⑥ AI 투명성 부재	4(6.1)	2(1.6)	
	⑦ 기타	1(1.5)	0(0.0)	
	합계	66	128	

$p^* < .05, p^{**} < .01, p^{***} < .001$

5) AI 교사 도입을 위한 선제 준비 내용

AI 교사를 도입하기 위한 선제 조건에 대해서는 가장 먼저 지속적인 점검 체계(32.5%)를 꼽았다. 이에 이어 잘 만들어진 알고리즘(22.2%), 기술의 발달(14.9%), 엄격한 책임 소재(12.9%), 낮은 사고율(11.3%)을 선정하였으며 투명성을 위한 설명 가능한 알고리즘은 5.2%의 낮은 응답을 보였다. 이는 교육 현장인 만큼 뛰어난 성능을 보이는 것보다 사고를 일으키지 않는 것이 더 중요하다는 것으로 풀이된다. 다른 공간보다 사고가 유발하는 피해가 큰 학교의 특성이 반영된 것으로 볼 수 있다.

<표 V-17> AI 교사 도입을 위한 선제 준비 내용

질문	문항	응답(%)
13. 교육 현장에 AI 교사가 이용되기 위해서는 어떤 점이 필요합니까?	① 기술의 발달	29(14.9)
	② 지속적인 점검 체계	63(32.5)
	③ 잘 만들어진 알고리즘	43(22.2)
	④ 낮은 사고율	22(11.3)
	⑤ 엄격한 책임 소재	25(12.9)
	⑥ 설명 가능한 인공지능	10(5.2)
	⑦ 기타	2(1.0)

6) AI 교사 사고 책임 소재(다중응답)

만약 AI 교사의 사고 발생 시 해당 사고에 대해서 책임 소재는 가장 먼저 개발자(75.3%)와 AI 교사 자체(51.5%)에 가장 비중을 두고 있는 것으로 나타났다. 이에 이어 AI 교사를 담당하는 관리자(38.2%)와 담당 교사(34.4%) 순서로 나타났다. 해당 내용은 AI 교사의 알고리즘을 제어할 수 없는 입장에서 나온 것으로 풀이되며 해당 제도에 대한 도입이나 사용 여부를 교사 개인이 결정하기 어렵기 때문에 기타 의견에서는 교육청 등의 의사결정기구, 책임기관을 지정하는 경우가 많았다. 사고에 대한 책임을 묻고자 할 때는 도입하지 말아야 한다는 의견도 볼 수 있었다.

<표 V-18> AI 교사 사고 책임 소재(다중응답)

질문	문항	응답(%)	케이스 중(%)
14. AI 교사의 사고 발생시 관련 책임은 누구에게 있습니까? (모두 체크)	① 담당 교사	64(17.2)	34.4
	② 관리자	71(19.0)	38.2
	③ AI 교사	95(25.5)	51.1
	④ 개발자	140(37.5)	75.3
	⑤ 기타	12(0.8)	1.6
전체		373	200.5

라. AI 교사 데이터

1) AI 수집 기명, 익명 데이터 접근 권한(다중, 모두)

AI가 수집한 데이터에 대해서 기명 데이터의 접근 권한의 경우에는 학급 교사(82.8%), 관리자(51.6%) 학생(31.3%), 학부모(26.6%), 상위교육기관(15.6%), 권한 요청 일반인(13.0%) 순으로 응답하였다. 기존의 학생 개인정보와 비슷한 순서로 볼 수 있었다. AI가 수집한 익명데이터의 경우에는 학급 교사(74.9%), 관리자(56.0%) 학생(31.4%), 학부모(29.3%), 상위교육기관(26.7%), 권한 요청 일반인(23.0%)로 수집되었다. 해당 내용으로 미루어 볼 때 기존에 학교에서 얻을 수 있었던 민감정보를 포함한 개인정보는 지금과 같은 형태로 제공이 되고 AI가 수집했다고 하더라도 익명성을 띄어야 하는 내용은 담당 교사조차도 접근하지 못하도록 하거나, 데이터를 통한 시사점 도출을 위해 단위 교육기관 내가 아닌 상위 교육기관이나 일반인에게도 제공할 수 있어야 한다고 생각하는 경우가 많았다.

<표 V-19> AI 수집 기명, 익명 데이터 접근 권한(다중, 모두)

질문	문항	응답(%)	케이스 중(%)
15. AI가 수집한 데이터(기명)에 대한 접근할 수 있는 주체에 모두 체크하여 주십시오. (모두)	① 학급 교사	159(37.2)	82.8
	② 관리자	99(23.2)	51.6
	③ 학생	60(14.1)	31.3
	④ 학부모	51(11.9)	26.6
	⑤ 상위교육기관	30(7.0)	15.6
	⑥ 권한 요청 일반인	25(5.9)	13.0
	⑦ 기타	3(0.7)	1.6
	전체		427
질문	문항	응답(%)	케이스 중(%)
16. AI가 수집한 데이터(익명)에 대한 접근할 수 있는 주체에 모두 체크하여 주십시오. (모두)	① 학급 교사	143(30.7)	74.9
	② 관리자	107(23.0)	56.0
	③ 학생	60(12.9)	31.4
	④ 학부모	56(12.0)	29.3
	⑤ 상위교육기관	51(10.9)	26.7
	⑥ 권한 요청 일반인	44(9.4)	23.0
	⑦ 기타	5(1.1)	2.6
	전체		466

2) AI 교사 개발 주체

현장 교사들은 AI 개발 주체가 교육부 및 국가기관(44.8%)이 되어야 한다고 가장 많이 생각하였으며 이를 이어 교사 협의체(25.3%)와 교육 관련 기업(14.9%), 교육 주체 협의체(13.9%) 순서로 응답하였다. 이는 교육에 대한 방향에 대해 누가 결정해야 하는가에 관한 것에 대한 내용으로 인공지능 교사 역시 이와 관련된 것으로 볼 수 있다.

<표 V-20> AI 교사 개발 주체

질문	문항	응답(%)
17. AI 교사의 개발 주체는 누가 되어야 한다고 생각하십니까?	① 교육부 및 국가기관	87(44.8)
	② 교육 관련 기업	29(14.9)
	③ 교사 협의체	49(25.3)
	④ 교육 주체 협의체(교사, 학생, 학부모)	27(13.9)

다만, 이에 대한 내용은 교사의 AI 연수 시간에 따라 다른 양상을 보였다. 교차검증 결과 대다수의 경우 교육부 및 국가기관에서 AI 교사를 개발해야 한다는 것에 첫 번째로 동의(44.8%)하였으나 두 번째로 연수를 받지 않은 그룹이나 15~30시간, 60시간 초과 그룹에서는 교사협의체를 선택한 반면 연수를 15시간 이하로 받은 그룹에서는 두 번째로 교육관련 기업(21.3%)을 선택하였고 30~60시간을 받은 그룹에서는 교육 주체 협의체(33.3%)를 두 번째로 선택하였다. 또한, 30~60시간을 받은 그룹에서는 교육부 및 국가기관(33.3%)만큼 교육 주체 협의체(33.3%)에서 개발하는 것 역시 좋다고 생각하였고 60시간을 초과하는 그룹에서 교사협의체가 개발해야 한다는 의견(36%)이 교육부 및 국가기관(40%)과 근소한 차이만을 보였다. 해당 부분 역시 교육에 대한 철학이 반영되어 있는 것으로 볼 수 있으며 60시간 이상의 경우 인공지능 원리에 대한 이해를 바탕으로 개발 과정에 대한 자신감이 있는 것으로 추측할 수 있다.

<표 V-21> AI 교사 개발 주체(연수시간)

구분 (연수시간)	문항					x^2
	① 교육부 및 국가기관	② 교육 관련 기업	③ 교사 협의체	④ 교육 주체 협의체	⑤ 기타	
없음	10(47.6)	1(4.8)	5(23.8)	4(19.0)	1(4.8)	37.602*
0~15시간	23(48.9)	10(21.3)	9(19.1)	5(10.6)	0(0)	
15~30시간	22(55.0)	5(12.5)	9(22.5)	4(10.0)	0(0)	

구분 (연수시간)	문항					χ^2
	① 교육부 및 국가기관	② 교육 관련 기업	③ 교사 협의체	④ 교육 주체 협의체	⑤ 기타	
30~60시간	12(33.3)	3(8.3)	8(22.2)	12(33.3)	1(2.8)	
60시간 초과	20(40.0)	10(20.0)	18(36.0)	2(4.0)	0(0)	
합계	87(44.8)	29(14.9)	49(25.3)	27(13.9)	2(1.0)	

마. AI 교사 장단점

1) AI 교사에게 바라는점



현장교사이 답변한 AI 교사에게 바라는 점에 대한 단어 빈도분석을 한 결과 가장 많이 나온 단어는 학생(72), 업무(46), 개별(46), 교사(42), 학습(38), 수업(31), 행정(24), 맞춤(17), 도움(16), 지원(16), 관리(15), 제공(14), 지도(14), 피드백(13), 분석(13) 등으로 나타났다. 해당 단어의 빈도를 통해 볼 때 AI 교사의 가장 주안점은 학교 현장에서 실제로 활용이 가능한 형태로 학생들을 위하여 개발되어야 하며 학생 관리나 학생을 도움을 줄 수 있는 형태가 되어야 한다는 의견이 많았다. 또한 이러한 학습의 형태에서 개별이나 맞춤형 형태로 학생들에게 도움을 줄 수 있는 인공지능에 대해 관심을 가진 현장 교사들을 많이 확인할 수 있었다. 학습 못지않게 행정 업무에 관한 관심 역시 높은 것으로 볼 수 있다. 단순한 업무지원뿐만 아니라 여러 업무를 자동화 시켜줄 수 있는 것에도 관심이 높은 것으로 볼 수 있다.

2) 교사 입장에서의 AI 교사 장점



현장 교사들의 서술형 답변 결과 빈도로는 학생(139), 업무(86), 개별(83), 수업(80), 학습(63), 행정(41), 교육(36), 도움(36), 지도(32), 경감(30), 맞춤(27), 분석(27), 관리(27), 시간(26), 수준(24), 피드백(22), 제공(22), 지원(22), 개인(21), 자료(19), 보조(16) 등의 단어들을 많이 제시하였다. 교사 입장에서도 AI 교사에게 바라는 것은 기존의 프로그램과 같은 단순한 처

리가 아닌 새로운 형태의 AI, 현장을 분석하거나 학생을 분석하여 필요한 자료를 맞춤형으로 제공할 수 있는 것으로 보았고 학생의 교육적 활용도와 교육의 질이 높아지는 것 자체가 교사 입장에서의 AI 교사의 장점이라고 보았다. 대다수 의견을 보면 학생 학습 시에 부족한 친구들이나 각 수준에 맞는 내용들을 제공해줄 수 있는 것으로 기대하거나 반복적인 내용들을 대신해 줄 것으로 보았고 행정적인 부분에서도 부담을 줄여준다면 그만큼 학생에 대해 시간을 더 쏟을 수 있다는 의견을 많이 볼 수 있었다. 기존 교사의 내용을 대체하는 것이 아니라 부족한 부분을 보충하고 보조하여 줌으로써 시간을 절약한다기보다 그 시간만큼 양질의 수업을 제공할 수 있다는 기대를 한 것으로 보인다.

3) 교사 입장에서의 AI 교사 단점



현장교사 입장에서 AI 교사가 등장할 때 우려되는 부분으로는 업무(45), 문제(26), 관리(24), 책임(21), 행정(15), 증가(13), 어려움(11), 신뢰(8), 인간(8), 부담(6), 알고리즘(6), 윤리(6) 등 다양하게 나타난 것을 볼 수 있었다. 다양한 부분에서 우려는 나타나고 있는데 대표적으로는 새로운 것의 등장으로 오히려 업무와 행정 부담이 가중되고 관리 주체나 역할의 불명확화로 책임 소재에 대한 논쟁이 끊임없을 것이라는 의견이 많았다. 또한 불완전한 알고리즘으로 인해 사고가 생길 수 있다는 의견 역시 볼 수 있었으며

며 교실 내에서 역할이 불분명하다면 오히려 교사에 대한 신뢰도 하락과 교권 추락, AI 교사보다 실제 교사를 신뢰하지 못하는 교권 하락 상황 등이 발생할 수 있는 우려도 확인하였다. 현장 교사들은 업무 부담 증가와 함께 새로운 기술이 완전하지 못한 상태로 들어온다면 문제가 생길 것을 우려하기도 하며 보다 완성된 형태의 AI 교사가 들어온다면 교사의 역할에 대한 고민이 생길 수 있는 것으로 볼 수 있다.

4) 학생 입장에서의 AI 교사 장점



교사들이 생각할 때 학생 입장에서 AI 교사의 장점에 대해 단어의 빈도는 학습(65), 개별(23), 맞춤(22), 피드백(20), 수준(20), 제공(19), 도움(15), 질문(10), 데이터(8), 정보(7), 지식(7), 흥미(6), 체계(6), 자기주도(6), 파악(5), 분석(4) 등 주로 학습에 관한 내용이 많았다. 학생들의 학습데이터를 분석하여 적절하고 맞춤형인 문제를 제공해줄 수 있으며 수준에 맞는 피드백을 받을 수 있을 것으로 예상하였다. 이를 통해 학생들이 보다 정확한 지식과 다양한 지식을 익힐 수 있다고 생각하였다. 또한

교사에게 받기 어려운 1:1 피드백 역시 AI 교사에게 받기 때문에 학생 입장에서 부담 없이 스스로의 진도에 맞도록 진행할 수 있는 여건이 마련될 수 있을 것으로 생각하였다.

5) 학생 입장에서의 AI 교사 단점



반면 교사들은 학생 입장에서의 단점을 인간(24), 학습(18), 문제(12), 정서(11), 교류(11), 소통(11), 교감(10), 개인정보(9), 침해(7), 상호작용(7), 데이터(7), 부재(7), 감정(6), 인성(6), 사고(5), 상담(5), 편향(4) 등의 단어로 설명하였다. AI 교사가 인간적이지 않기 때문에 학습적인 부분에만 초점을 맞출 수 있으며 이러한 것은 오히려 비인간화를 초래할 수 있을 것이라고 생각하였다. 정서적이거나 인간적인 교감이 부재하여 오히려 의욕이 낮은 학생들에게는 환경적인 문제, 래포 형성 부재 등으로 인해 오히려 학업 성

취가 낮아질 수 있음을 지적하였다. 마찬가지로 AI 교사를 더 신뢰하게 될 때 인성적인 지도가 어려울 수 있다는 의견도 있었다. 다른 부분에서는 AI의 편향성에 그대로 노출되어 잘못된 내용을 학습할 수 있고 학생들의 데이터가 침해되거나 학생들의 데이터로 낙인이 찍혀 감정이 없는 AI에게 경쟁의 기회를 받지 못하거나 개인정보가 유출되어 해당 데이터가 다른 곳에서 쓰일 수 있다는 위험도 지적하였다.

바. AI 교사 도입 시 사용 의향

1) AI 교사 도입시 사용 의향

대다수의 교사들은 AI 교사의 장점을 명확히 알고 있었고 이로 인해 AI 교사가 도입된다면 이를 사용할 의향이 있는 것으로 나타났다(82%). 그러나 여러 명확한 장점에도 불구하고 사용하지 않겠다는 의견도 있으며(12.4%) 기타에 포함된 의견들 역시 일단 어떻게 등장하는지, 어떤 기능을 갖는지 조금 더 살펴보겠다는 의견이 많았다. 아직은 AI 교사에 대한 신뢰도가 부족하고 어떤 역할을 하는지에 대한 공감대가 부족한 것으로 보인다. AI 교사가 구체적으로 형태나 제공하는 기능들이 명확하지 않은 상태이기 때문에 기술의 발전과 더불어 먼저 필요성을 알리는 것이 필요해 보인다.

<표 V-22> AI 교사 도입 시 사용 의향

질문	문항	응답(%)
23. AI 교사가 도입된다면 사용할 의향이 있습니까?	① 있다	159(82.0)
	② 없다	24(12.4)
	③ 기타	11(5.6)

Ⅵ. 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 역할 및 기능 정립

VI. 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 역할 및 기능 정립

1. 인간교사의 역할과 직무 변화

가. 교사의 일차적 역할과 직무

국립국어원에서 제공하는 표준국어대사전에 따르면 역할(役割)은 “자기가 마땅히 하여야 할 맡은 바 직책이나 임무”로, 직무(職務)는 “직책이나 직업상에서 책임을 지고 담당하여 맡은 사무”로 정의되어 있다(<https://stdict.korean.go.kr>). 이와 같은 정의들에 입각할 때, 교사의 역할과 직무는 교사가 그 직책상 책임지고 담당하여야 할 임무라고 다시금 정의할 수 있다.

그리고 우리가 각급 학교에서 학생을 직접 지도하고 교육하는 자를 교사라고 부르는 것에서 확인할 수 있듯이 교사의 으뜸가는 역할과 직무는 학생 교육일 뿐이다. 이는 현행 법제에서도 확인할 수 있다. 대표적으로 「초·중등교육법」 제20조는 교직원의 임무를 규정하고 있는바 제4항에서 “교사는 법령에서 정하는 바에 따라 학생을 교육한다.”라고 규정하고 있다. 그 밖에도 동조 제1항에서는 학교장의 임무를 ‘교무 총괄, 소속 교직원의 지도·감독’과 함께 학생 교육을, 제2항에서는 교감의 임무를 ‘교장 보좌, 교무 관리, 교장 직무 대행’과 함께 학생 교육을, 제3항의 수석교사는 ‘교사의 교수·연구 활동 지원’과 함께 학생 교육을 각각 규정하고 있다. 즉, 학교의 모든 교원은 그 직위에 따라 각기 다른 역할도 하지만 공통으로 수행하여야 하는 임무가 학생을 교육하는 역할이다.

물론 학생을 교육한다는 것이 구체적으로는 어떤 역할을 의미하는가와 관련된 질문에 대해 학자들은 각기 다른 답을 이야기한다. 특히, 교육의 목적, 학교에서 가르치고 배워야 할 내용 및 방법을 무엇으로 보느냐에 따라 교사의 역할을 달리 보는 경향이 많다. 먼저, 유용한 기술들을 학생에게 전달하는 것이 교육의 기본적인 목표라고 보는 본질주의적 시각에서 교사는 학생들에게 지적이고 도덕적인 것들을 ‘전수하는 모델’로서의 역할이 강조된다면, 이성의 도야 및 정신 훈련을 강조하는 교육사조인 향존주의에서는 교사를 ‘학문을 하는 모범’을 모이고 학생들이 진리를 찾아가도록 ‘도와주는 역할’이 강조된다. 또한, 실용주의 철학과 연계되는 진보주의 교육사

조에서는 학생들의 학습활동을 ‘안내하거나 통합’시킴으로써 학생들이 의미를 찾을 수 있도록 하는 역할을, 재건주의 교육사조에서는 학생들에게 학습이 되면서 동시에 사회발전에 도움이 되는 독창적인 ‘활동들을 구안하여 제공’하는 역할을, 실존주의 교육사조에서는 인간적이고 진실한 관계와 자유롭고 긍정적이며 동기를 강화할 수 있는 환경을 창조해 줌으로써 학생들이 자신의 본질을 찾아낼 수 있도록 ‘돕는 역할’을 강조한다(송광용, 2007: 41-47).

그리고 정태범(1997: 69-71)은 역할의 개념에는 신분적 지위, 지위에 관련된 행동의 유형, 기대되는 직업적 활동 등 세 가지 요소를 포함되어 있다고 하면서 교사직이 생겨난 때부터 지금까지 줄곧 믿어오는 교사의 역할은 ①교사는 가르치는 사람이고, ②아동의 사회화를 도와주는 사람이며, ③교육의 수준과 능력의 가능성을 판단·평가하여 주는 사람이라고 한 바 있다. 그러면서 ‘가르친다는 것’은 아이들의 능력과 필요성을 참작하여 이에 맞는 지식과 기술을 전달하는 기능으로, 학교교육에서 사회화란 학생들로 하여금 사회의 생활방식을 사전에 학습하여 사회생활에 동화할 수 있도록 하는 과정으로, 그리고 평가와 관련해서 교사는 아이들이 장애에 갖게 될 사회적이며 직업적 역할을 지적 능력을 기준으로 평가함으로써 주는 역할로 설명하고 있다.

참고로 「교사론(De maestro)」의 저자이며 기독교적 교육의 대표적 철학자이며 사상가 중 한 명인 아우구스티누스(Aurelius Augustinus, 354-430)는 교사를 내면의 교사(magister interior)와 외적 교사(magister exterior)로 구분하면서 우리가 통상적으로 이야기하는 교사는 외적 교사인 인간교사로서 이들은 학습자에게 도움이 되는 자료를 체계적으로 지원하거나 이해의 방향을 제시하는 등 유의미한 학습활동이 이루어지도록 격려하는 역할을 수행할 뿐 진정한 의미의 학습은 신적 교사인 내면의 교사를 통해서만 가능하다고 한다. 즉, 교사의 임무를 학생들의 영혼에 지식에 대한 갈망을 불붙여주는 것으로 안내원의 역할에 비유하곤 한다. 아우구스티누스가 볼 때, 교사는 진리와 학생을 연결할 수 있는 유일한 창구로서 듣고 본 것은 내면의 교사인 신을 통해 완전한 이해로 나아갈 수 있지만, 애초에 학생에게 보여주고 들려줄 수 있는 창구는 교사라는 것이다(신경수, 2019).

그리고 정은실(2009)은 구성주의 학습모형에 입각하여 볼 때, 이 시대에 필요한 교사의 역할은 지식의 전수가 아닌 학생의 의견과 관심이 반영된 학습결과를 이끌어주는 안내자의 역할과 교사 스스로도 수업을 통해 새로운 지식·문화·경험을 깨닫게 되는 동료학습자 또한 교사의 권위를 내세우기 전에 학생의 현재 능력과 지식을 이해하고 스스로 학습에 책임을 가지고 참여할 수 있도록 격려와 조언을 해주는 것이라고 한 바 있다. 특히, 교수학습모형에 따라서 교수설계자 및 과정촉진자, 코치·

반성적 지도자, 상황조정자, 학습조언자로서의 역할을 각각 강조하고 있다.

이와 같은 역할들은 학생 교육과 관련된 것들로 교사들에게 일차적이며 본질적인 역할이라고 할 수 있다. 즉, 어떠한 사조, 어떠한 관점에 입각하더라도 교사는 전문성에 입각하여 학생을 직접 교육하는 자로서 교육을 설계하고 이를 실천하는 과정에서 학생과의 상호작용을 통해 촉진자, 조정자, 관리자로서의 역할을 함으로써 그 책임을 다하는 지위에 있다고 할 것이다.

나. 교사의 이차적 역할과 직무

정영근(2003)은 교사의 역할과제에 있어서 교과수업의 담당자, 학급의 교육 담당자, 학업의 평가자를 일차적 역할과제라고 하고, 이차적 역할과제는 이 세 가지 핵심과제 외에 교사에게 요구되는 다양한 역할들이라고 한 바 있다. 즉, 교사의 본연의 업무는 수업을 중심으로 한 공식적인 교육활동이지만 이에 그치는 것이 아니라 그 밖에도 학생·학부모 및 동료 교원들과의 비형식적인 상호작용을 통해 학생들의 인격, 생활태도, 사회성 형성, 진학·진로 등에 영향을 미친다는 것이다.

이와 관련하여 이종태 외(1998)는 교사들의 역할과 직무가 직접적인 학생교육으로만 한정되는 것이 아니라고 하면서 교사의 역할 업무를 교과지도업무(수업, 준비, 평가), 담임업무(일상적 학급 관리, 개별 상담 등), 행정업무(공문처리, 교무분장업무, 학생지도업무 등)로 구분한 바 있다. 그리고 교원의 역할과 관련된 대표적인 연구자인 리들과 바텐버그(Reedle & Watenberg, 1951: 236-238)는 학생들의 심리적인 역할을 중심으로 교원의 역할을 다음의 14가지로 망라한 바 있다. ①사회의 대표자 역할, ②판단자 역할, ③지식자원 역할, ④학습 조력자 역할, ⑤심판관 역할, ⑥훈육자 역할, ⑦동일시 대상자 역할, ⑧불안 제거자 역할, ⑨자기 옹호자 역할, ⑩집단 옹호자 역할, ⑪부모 대행자 역할, ⑫적대 감정 대상자 역할, ⑬친구 역할, ⑭애정 대상자 역할이 그것이다.

그런데 이상에서 논의한 교원의 역할과 직무 구분은 개념적으로 그 중복성에서 완전히 자유롭지 못한 것이 사실이다. 즉, 교원의 역할과 직무는 학교 또는 교실이라는 하나의 체제 속에서 각 과업마다 상호 관계를 맺고 이루어지는 것이기 개별 역할과 직무 사이에 관련성과 중복성을 완전히 배제하는 것 자체가 현실적으로 불가능하다.

관련하여 호일(Hoyle, 1972: 63)은 훌륭한 교사가 숙달해야 할 세 가지 내용을 다음과 같이 제시한 바 있다(정태범, 1997: 74 재인용). 이것은 교사가 상황에 따라 다양한 역할을 수행할 수 있어야 함을 의미함에 다름이 아니다.

- ① 교사는 교실의 상황과 그 상황 속에서 일어나는 변화를 정확하게 인지할 수 있어야 한다.
- ② 교사는 주어진 여러 가지 상황에서 적절한 자기의 역할을 찾아낼 수 있어야 한다.
- ③ 교사는 변화된 상황에 수시로 적응할 수 있는 개성적 특질과 기술이 있어야 한다.

(Hoyle, 1972: 63; 정태범, 1997: 74 재인용)

다. 교사의 인간관계와 리더십

교사의 역할과 직무 수행 과정에서 간과할 수 없는 것이 교사와 학생 사이의 건강한 인간관계의 문제이다. 교사와 학생의 관계가 단순히 지식의 전수와 습득을 위한 것에 있지 않고 학생의 인격(도덕성·사회성 포함) 형성 또한 중요한 과제이기 때문이다. 특히 이러한 인간관계를 중시하는 교사와 학생 사이의 관계는 정해진 교육 기간에만 제한적으로 유지되는 것이 아니다. 진급이나 졸업 또는 전학을 이유로 교수자와 학습자의 관계가 종료되더라도 상호 간의 인간관계가 오랫동안 지속되는 경우도 적지 않다. 이것은 교사와 학생의 관계가 교육과정에서 교사가 수행한 역할에 따라서는 마치 부모와 자식의 관계와 같이 상호 간에 애착 관계를 형성하기도 하기 때문이다. 그만큼 교사의 역할에 있어서 인간관계가 중요함을 뜻한다. 그리고 이러한 인간관계는 다시 교사와 학부모 사이의 관계로도 연장된다.

특히 이처럼 바람직한 인간관계가 이루어지려면 교사와 학생 그리고 학부모는 상대방의 존재와 역할을 인정하고 나아가 존중해야 하며, 그 관계가 공허한 것이 되지 않도록 이들이 함께 상의하고 고민하고 추진할 수 있는 구체적인 일을 가지면서 그 활동의 범위를 확대해야 한다(진동섭, 2007: 259-260).

또한, 이러한 인간관계를 교사의 리더십과도 관련된다. 교사의 역할에서 교사 리더십은 학생과 교사관계, 교수·학습활동, 교사 효능감 등과 함께 작용함으로써 학생과 교사 모두에게 긍정적인 영향을 미치는 것으로 확인된 바 있다(남부현·오영훈, 2017: 344).

그런데 이와 같은 인간관계 및 리더십과 관련된 교사의 역할과 직무는 인간 외에는 대체 불가의 영역이라 하지 않을 수 없다. “인공지능에 인간성을 기대할 이유는 없다.”(권재원, 2018: 99)는 말이 시사하는 것과 같이 아무리 과학기술이 발달하고 인공지능을 내세운 AI교사가 인간교사의 역할을 대신하며 교사의 고유한 역할과 직무에 변화를 가져오더라도 최소한 인간관계와 리더십이 중요한 영역에서는 그 변화가 미미할 수밖에 없을 것이다.

라. 현대사회의 변화 속 교사

김기태·조평호(2006: 26-28)는 현대사회에서 교원이 대처하여야 할 변화하는 현대사회의 교육여건·환경변화의 도전을 다음과 같이 다섯 가지로 정리한 바 있다.

첫째, 교원은 현대사회의 교육확대·팽창이 가져오는 각종 도전에 능동적으로 대처해야 한다.
 둘째, 변화된 학부모가 제기해 오는 도전에 대응해야 한다.
 셋째, 달라진 어린이·학생이 제기해오는 도전도 만만치 않다.
 넷째, 교권을 확립하는데 제기되는 문제에 도전해야 한다.
 다섯째, 교육 재정적 측면에서 제기되는 도전에 효율적으로 대처해야 한다.

그런데 최근에는 여기에 더하여 과학기술의 발전 특히, 인공지능의 발전에 따른 교사의 역할·직무의 대체 가능성도 이야기되고 있다. 이와 관련하여 최민영·이태욱(2019: 87-88)은 교사의 역할이 지식 전달자에 그치지 않기 때문에 인공지능 교사의 역할은 완전한 대체가 아니라 보조로서 이루어질 것이며, 교사의 업무 보조로의 인공지능의 역할을 보조교사, 행정보조, 수업도구로 나누어 설명한 바 있다. 그리고 인공지능이 교사의 역할을 일부 대신할 수 있으며 실생활에서 적극적으로 활용할 수 있음에 따라 교육의 초점은 다음과 같이 변화할 것이라고 하였다.

첫째, 지식 습득을 위한 암기 교육에서 창의적인 사고를 증진하는 교육으로의 변화할 것이다. 즉, 지식의 전달은 인공지능을 통해 이루어지고, 프로젝트 기반의 수업을 진행하여 경험하고 토론하며 생각할 수 있는 수업방식으로 진행하는 방향으로 변경해 나가야 할 것이다.
 둘째, 대체될 수 없는 교사의 역할 중에 사회에 대한 가르침이 존재하는바 사람과의 관계나 사회에 맞는 지식을 활용하는 능력 등과 같은 역량을 길러주는 부분에서는 학교와 교사의 역할이 여전히 필요할 것이다.
 셋째, 감정적으로 상호작용을 하고 기계를 관리하는 교사의 역할이 필요하다. 즉, 향후에는 교육활동에 대한 가치판단과 함께 인공지능을 기반으로 하는 수업에 대한 설계 등이 교사의 주요 역할이 될 것이다.

한편, 신원석(2011)은 ICT 활용 수업 이후 교사의 역할 변화에 영향을 미치는 요인에 관하여 연구하였는바, 그 결과는 AI 활용 수업과 교사의 역할 변화와 관련하여

서도 시사하는 바가 크다. 특히 이 연구는 교사들의 ICT 사용 능력과 연수경력이 역할 변화에 영향을 미치는 주요 요소임을 밝히면서 테크놀로지에 대한 태도와 테크놀로지 유능감을 변화시켜야 ICT 활용 이후의 교사의 역할 변화가 촉진됨을 제안하였다. 또한, 학교문화, 테크놀로지 사용에 대한 압력, ICT 정책이 역할변화에 영향을 가져온다고 하면서 특히, 학교 내의 공유된 비전, 학습공동체, 학습 기회 등 교사들의 역할 변화에 영향을 끼친다고 설명하였다(신원석, 2011). 이것은 AI를 수업에 활용하는 빈도를 높이는 것이 중요한 것이 아니라 교수방법과 내용에 알맞게 활용함으로써 교사들의 역할 변화를 가져오고 이것이 수업 전반에서의 질적인 변화를 가져오는 것이 중요함을 말해준다.

또한 4차 산업혁명시대에 따른 유아교사의 역량, 직무, 교육영역에 대한 중요도와 실행도를 분석한 김근혜(2021: 144-145)는 유아교사의 직무와 관련된 분석 이후, “미래사회에 요구되는 교사의 직무는 새롭게 강조되어야 할 유아교사의 직무만이 아니라 당연하게 여겨져 왔으나 제대로 실현되지 못한 직무에 대해서도 되돌아 봐야 함을 시사한다. 즉, 현재 유아교육이 추구해 온 본연의 목적에 보다 충실할 수 있도록 기존의 유아교사의 역할에 대하여 재조명할 필요가 있다”라고 하였는바 시사하는 바가 크다.

그리고 교사의 역할과 직무 변화의 정도는 학교현장 특히 교육과정 운영에서 교사에게 부여되는 전문적 자율권과 밀접한 영향을 맺을 수밖에 없다. 교사가 국가, 시·도교육청, 학교가 일방적으로 정한 교육과정과 교과서 속에서 제한적인 활동을 할 수밖에 없는 경우와 교재 및 교육과정 주제·평가방법의 선택 등 수업의 설계부터 시작하여 모든 과정에서 필요로 되는 선택을 교사가 자율적인 의지를 갖고 할 수 있는 경우는 다르기 때문이다. 관련하여 신경희(2012)는 미국 교사들의 경우 “내가 결정했다”, “내가 중요하게 생각한다”라는 표현을 많이 쓰는 것과 같이 자신의 철학과 신념이 교육과정 운영에서 중심축임을 인식한 반면에 우리나라 교사들은 자율적인 의지라 발휘되는 경우가 드물었음을 보고하였는바, 두 경우에 있어서 AI교사로의 대체 가능성은 다를 것이다.

마. 현장 연구 결과

실제의 교육현장인 학교에서 교사의 역할은 상호작용을 통한 교수·학습활동과 함께 학교 또는 교실 속에서 교육 활동이 실제적으로 이루어질 수 있도록 하는 일련의 교육적·생활지도적·행정적인 노력으로 이루어진다. 이와 관련하여 교원의 역할 및 직무와 관련된 최근 연구 결과를 소개하면 다음과 같다.

먼저 김근혜(2021: 144-145)는 4차 산업혁명시대에 따른 유아교사의 역량, 직무, 교육영역에 대한 중요도와 실행도를 분석하였는바, 유아교사들이 인식하는 4차 산업혁명시대 유아교육의 직무에 대하여 현재 시행되고 있는 교육, 보호, 행정, 역량개발 모든 분야의 중요도가 실행수준보다 높은 것으로 나타났으며, 특히 4차 산업혁명시대 교사 직무에 대한 우선순위는 ‘건강 및 위생관리’, ‘네트워크 구축’, ‘연수 및 장학’으로 응답되었다. 이 연구는 유아교사들의 직무 역량의 신장 필요성을 설명해 준다.

정제영 외(2016)는 초등 신입교사의 직무역량 요구도를 분석한 결과, 초등 신입교사에게 요구되는 직무역량의 우선순위는 ‘생활지도 및 상담’, ‘학부모 및 지역사회와의 연계 역량’으로 그리고, 미래의 교사에게 요구되는 직무역량의 우선순위로는 ‘실제 문제해결력’, ‘인내심’, ‘관계형성 능력’, ‘의사소통 능력’, ‘갈등관리 능력’이었음을 보고한 바 있다. 또, 김달호(2021)는 초등교사의 중요직무 및 기치직무를 파악하고 그에 따른 사기진작 방안을 분석한 연구에서 초등학교 교사들은 담임, 교육과정, 교무기획을 가장 중요 직무로 인식하고 있으며, 학교폭력, 교육과정 방과후교육을 기피직무로 인식하고 있음을 보고한 바 있다. 이러한 연구들은 최소한 초등교육에 있어서 만큼은 관계를 중심으로 하는 비정형적인 업무에 대한 역할이 중요함을 이야기한다.

남부현·오영훈(2017)은 일반계 고등학교 교사의 교육적 역할과 학교 업무를 분석한 연구에서 교사들은 학생교육 및 지도, 대입준비 업무, 과중한 행정업무, 교사연수 등을 주요 역할로 인식하고 행하며 멀티플레이어로서의 역할을 수행하는 것으로 보고하였다. 특히 자신의 고유역할인 교수활동보다는 과중한 행정업무, 다양한 학생지도와 상담, 학부모 민원 처리 등으로 시간에 쫓기며 매우 지쳐있다는 것을 확인할 수 있다고 보고한 바 있다.

한편, 정바울 외(2014)는 ‘학교 조직’ 차원에서 교원의 시간 및 직무 구조 재설계 방안과 정부 차원의 포괄적인 정책 대안을 탐색함을 목적으로 “교사들은 업무시간을 어떻게 활용하는가?”라는 핵심 연구문제에 경험표집법 설문조사, 시간일지, 쉼도잉 교사면담, 대규모 설문조사 등 질적·양적 혼합 방법론을 통해 접근한 바 있다. 이 연구는 교사들이 실제 수행하는 다양한 역할과 직무들이 어떤 비중으로 이루어지고 있는가를 확인할 수 있는 중요한 자료를 제시한다. 초등학교와 중학교 교사들을 주된 대상으로 한 이 연구에 따르면 교사들은 수업에 가장 많은 시간을 소요하며(2.73시간, 27.8%), 그 다음으로 학교 행정 업무(15%), 수업준비 및 평가(14.6%), 수업 외 학생지도(10.7%), 학급 행정 업무(10.6%), 전문성 신장 및 동료 협력(10.3%), 휴식 및 사적 업무(9.6%)의 순으로 많은 시간을 보내는 것으로 드러났다.

특히 수업 준비와 평가 시간이 14.6%로 나타났는데 이것은 영국 초·중·고 교사들의 경우 30% 이상의 시간을 수업 준비와 평가에 투자하고 있음(TWDS, 2013)과 비교할 때 그리고, 설문조사 중 ‘만족스러운 혹은 질 높은 수업을 위해 해야 하는 수업의 준비 양을 100%라고 할 때 본인은 몇%를 하고 계십니까?’란 질문에 초등학교 교사 평균은 62%, 중학교 교사 평균은 68%, 고등학교 교사 평균은 71% 수준에 불과하였음을 고려할 때 주목할 필요가 있다(정바울 외, 2014). 이러한 분석 결과는 우선적으로 교사의 역할과 직무에 있어서 학교 및 학급 행정업무의 비중을 줄일 필요가 있음을 보여주며, AI가 지원인력으로서든, 교사로서의 지위에서든 현재의 인간 교사의 역할과 직무 부담을 덜어줄 유력한 기제가 될 수 있음을 시사한다.

바. 미래 교사의 역할과 직무 변화

앞서 교사의 다양한 역할과 직무에 대해서 살펴보았다. 교과수업지도, 학급운영, 학업평가 등은 교사의 일차적이고 본질적인 업무로써 학생을 ‘가르치는’ 역할과 관련되어 있고, 학생·학부모 및 동료 교원과의 상호작용, 각종 행정업무 등은 교사의 이차적인 업무로 학생들의 인격, 생활태도, 사회성 형성, 진학·진로와 관련되어 있다. 인공지능 기술의 도입은 이러한 인간교사의 역할과 직무에 큰 변화를 가져올 것으로 예상된다. 특히 교사의 일차적 업무인 교과수업, 학급 및 학생 관리, 학생의 능력과 수준을 파악하는 평가 업무에 인공지능 기술의 활용도가 높아질 것이다. 4장에서 살펴보았듯이 현재 교육 분야에서 개발되고 있는 인공지능 기술은 대부분 학생을 가르치고, 평가하는 수업영역과 관련된 프로그램들이다. 따라서 인공지능 시대에 교육현장의 화두는 교사의 일차적이고 본질적인 역할에 있어 인공지능 기술(AI 교사)을 어떻게 효과적이고 효율적으로 활용할 것인가이다. 더 나아가 머신러닝과 딥러닝 기술을 탑재한 AI 교사가 등장한다면 이들과 어떻게 조화를 이루어 수업을 진행해 나갈 것인가가 중요해진다. 이러한 맥락에서 먼저, 인공지능 기술의 발달로 교사의 역할과 직무가 어떻게 변화할 것인지를 살펴보자.

1) 미래 인재에게 필요한 역량

미래 교사의 역할과 직무는 미래 인재에게 필요한 역량을 밝히는 것으로부터 출발해야 한다. 학생들이 살아갈 미래 사회는 어떤 모습이고, 그 사회에서 필요로 하는 핵심 역량이 무엇인지에 따라 일차적이고 본질적인 교사의 역할과 직무는 달라질 것이다. 미래 사회의 키워드는 초연결성(Hyper-Connected)과 초지능화(Hyper-intelligent)이다. 인간과 사물, 사물과 사물 간 연결이 극대화되고, 머신러

닝, 딥러닝, 빅데이터 기반의 AI 기술이 매우 빠르게 발전할 것이다. 이러한 과학기술의 발전이 가져오는 산업계의 변화는 고용 구조와 일자리의 변화를 초래한다. 단순 반복적인 일과 저숙련 일자리가 상당부분 사라지고 AI 기술에 기초한 신종 직업군이 등장할 것이다. 이러한 인공지능 사회를 살아갈 미래의 인재에게 요구되는 역량은 현재 사회가 요구하는 역량과 다르다. 토니 와그너(Tony Wagner)는 미래 사회에서 필요한 역량으로 비판적 사고력, 문제해결력, 적응력, 효과적인 발표력 및 작문 실력, 호기심과 상상력, 협동심 및 리더십, 기업가 정신, 유용한 정보 탐색 및 분석 능력을 제시하였다. 미래학자 앨빈 토플러(Alvin Toffler)는 미래에는 기존 사고의 틀을 깨고 영역과 분야를 넘나드는 인재, 열린 사고와 유연성을 갖춘 인재, 기존 시스템에서 벗어나 정치, 경제, 사회를 두루 조망할 수 있는 인재가 필요함을 강조하였다. 2016년 세계경제포럼(WEF)에서는 미래 인재에게 필요한 역량을 문제해결 능력, 사회적 스킬, 프로세스 스킬, 시스템 스킬, 인지적 능력, 자원관리 능력, 기술적 스킬, 내용 스킬, 육체 능력 총 9가지로 제시하였다. 국내에서 교육현장에 인공지능기술 도입과 관련하여 연구를 진행하고 있는 AI기반교육연구회는 미래 사회에서 요구되는 미래 인재의 역량을 7개로 다음과 같이 정의하였다.

<표 VI-1> 미래 인재의 핵심 역량

미래 인재의 핵심 역량	내용
인지적 유연성과 창의력	창의적 사고를 통해 타 분야의 지식과 기술을 연계하거나 융합하고, 새로운 가치를 창출해 낼 수 있도록 하는 융합 능력
비판적 사고와 복합문제해결력	체계적이고 논리적인 비판적 사고에 기초한 문제의 인식에서부터 문제해결을 위한 다양한 정보의 수집, 분석, 활용, 평가 및 해결 방안의 도출과 실행 능력
도전의식과 리더십	새로운 상황에 대한 적응과 실패에 대한 내성에 기반하여 새로운 과제나 문제에 도전하고, 이를 선도적으로 이끌어 나가기 위한 실천 능력
의사소통과 협업 능력	타인이나 타 문화에 대한 이해와 존중에 기반하여 언어적·비언어적 의사소통을 원활히 수행하고, 다양한 분야의 사람들과 협력 및 협업하는 능력
공동체 시민의식과 배려	소속감과 책임의식에 기반한 시민의식을 발휘할 수 있으며, 질서의식과 정의에 기반하여 공동체 구성원들을 위한 나눔과 배려를 실천하는 능력

미래 인재의 핵심 역량	내용
자기주도학습과 자기계발능력	자신에 대한 이해와 메타인지에 기반한 자기관리와 조절, 기초 학습 능력 및 자기주도 학습 능력에 기반한 자기계발 능력, 미래를 위한 지속적인 경력개발 및 평생학습 실천 능력
정보기술활용 및 능력 개발	미래 사회에서 요구되는 기본적인 ICT 문해력에 기반하여, 지속적으로 발전해 나가는 정보지식 및 기술을 지속적으로 수용하고 적용하며, 다양한 일과 학습에 적극적으로 해당 기술들을 활용하거나 새롭게 개발하는 능력

출처: 부산광역시교육청(2019)

이상의 내용을 종합해 보면, 미래 인재에게 필요한 역량은 우선, 급변하는 사회 변화와 환경에 적응하는 능력이 필요하며, 복잡하고 불확실한 상황에서 발생할 다양한 문제들을 각 분야의 전문가와 협업하여 해결할 수 있는 문제해결력과 협업능력, 최신의 인공지능기술을 활용하여 다양한 콘텐츠와 일자리 등을 창출하는 능력, 자신에 대한 이해를 바탕으로 스스로 학습하고 자기계발을 해나가는 능력, 소속감과 책임의식을 바탕으로 공동체의 구성원으로 나눔과 배려를 실천하는 능력 등이 중요하게 된다.

2) 미래 교사에게 필요한 역량

그렇다면 인공지능 사회를 이끌어갈 인재를 양성하는 교사들에게는 어떤 역량이 요구되는가? 미래 교사에게 필요한 역량은 교사가 학교 현장에서 맡고 있는 역할을 분석함으로써 규명해 볼 수 있다. 교사가 미래에 수행하게 될 역할을 알게 된다면, 그 역할에 필요한 역량을 도출할 수 있게 된다. 국내·외에서 진행된 교사의 역할과 관련된 연구를 살펴봄으로써 미래 교사에게 필요한 역량을 알아보고자 한다. 김홍겸, 박창수, 정시훈, 고호경(2020)은 전통적인 교사의 역할을 학생들을 직접 대면하는 교육 활동에 중점을 두고 수업, 지식 자원, 평가, 상담으로 구분하여 관련 연구들을 분석하여 다음 <표 VI-2>와 같이 정리하였다. 전통적인 교사의 역할에서는 수업 즉, 학습을 지도하고 가르치는 업무를 공통적으로 가장 중요하게 인식하고 있었다. 그다음으로 평가 및 상담, 지식 자원 순으로 나타난 것을 확인할 수 있었다.

<표 VI-2> 전통적인 교사의 역할

학자	수업	지식 자원	평가	상담
Redl, Wattenberg(1959)	학습의 조력자	지식 자원		훈육자 불안 제거자
Pullias, Young(1977)	교수자		평가자	상담자
Heck, Williams(1984)	학습을 촉진하는 역할	연구자로서 실험하는 역할		
안창선, 남경현, 이육범(1999)	학습지도자		평가자	
김남순(2002)	수업 준비와 수업 지도의 역할		각종 평가 및 보고의 역할	생활 지도 및 상담의 역할
강선화(2010)	학습 지도자			
고재천(2010)	가르치는 것			
김남지, 한유경(2011)	학습지도		학습 평가	상담 활동
정민경, 정혜영(2012)	수업자		평가자	
이범웅, 하숙(2014)	학습지도	교육과정 설계자	평가자	
오화정, 김갑성(2017)	지식교육의 역할			상담 및 치유의 역할

출처: 김홍겸 외(2020)

한편, 인공지능 시대에는 위에서 살펴본 전통적인 교사의 역할 중에 상당 부분을 인공지능 기술(AI 교사)이 대체할 것으로 예상된다. 특히 현재 개발되고 있는 인공지능 교육 프로그램들이 대부분 수업, 평가, 상담과 관련된 콘텐츠라는 점에서 전통적인 교사의 역할 중 많은 부분이 인공지능 기술(AI 교사)로 대체될 가능성이 높다. 김홍겸, 박창수, 정시훈, 고호경(2020)은 미래사회에 인공지능 기술이 교사의 역할 중 무엇을 대체할 수 있으며, 그럴 경우 어떠한 이점이 있는지를 연구하여 다음 <표 VI-3>와 같이 정리하였다.

수업, 평가, 상담, 지식 제공 영역에서 인공지능 기술이 교사의 역할을 대체할 수 있다고 분석하였다. 그럴 경우 수업 영역에서의 이점은 개인 맞춤형 학습 상황 제공, 학생의 속도에 맞는 학습 진행, 자기조절학습 기능 제공, 다양한 학습 상황의 제공을 꼽았다. 평가 영역에서는 다양한 평가 방법의 활용, 개별 평가 및 피드백 제공을 꼽았고, 상담 영역에서는 특정한 목표를 지닌 상담 가능, 개인별 맞춤 상담 가능, 사회성 개발 등을 제시하였다. 끝으로 지식 제공 영역에서는 딥러닝을 통한 다양한 지식의 산출, 지식의 불평등 해소를 이점으로 꼽았다.

<표 VI-3> 인공지능 교사의 역할

교육 영역	교사의 역할	인공지능의 이점	학자
수업	학습의 조력자 (Redl, Watterberg, 1959), 교수자(Pullias, Young, 1977), 학습지도자 (안창선 외 1999; 강선희, 2010)	- 개인에게 맞는 학습상황의 제공 - 자신의 속도에 맞춘 학습 - 자기조절학습의 가능 - 다양한 학습상황의 제공	국형준(2001) Koedinger 외(2013) 정재걸(2017) Kaufmann 외(2003)
지식 제공	지식자원 (Redl, Watterberg, 1959) 학습과정 설계자 (이범용, 허숙, 2014)	- 딥러닝을 통한 다양한 지식의 산출 - 지식의 불평등 해소	LeCun 외(2015) Woolf 외(2013)
평가	평가자 (Pullias, Young, 1977; 안창선, 남경현, 이욱범, 1999; 정민경, 정혜영, 2012; 이범용, 허숙, 2014)	- 다양한 평가방법 활용 - 개인별 평가를 바탕으로 한 피드백 제공	Estly(2000) Luckin, (2016) 이지혜, 허난(2018)
상담	훈육자 및 불안제거자 (Redl, Watterberg, 1959), 상담자 (Pullias, Young, 1977), 생활 지도 및 상담의 역할 (김남순, 2002), 상담 및 치유의 역할 (오희정, 김갑성, 2017)	- 특정한 목표를 지닌 상담 가능 (우울증, 자살예방) - 개인별 맞춤 상담 가능 - 사회적 개발	양성철(2017) 문진건(2017) 한경근(2017)

출처: 김홍걸 외(2020)

이처럼 인공지능 기술이 교육현장에 도입되면 미래 사회에 교사의 역할이 많이 바뀔 것으로 예상되며, 그에 따른 교사에게 요구되는 역량 역시 달라질 것이다. 학생에게 제공되는 수업, 평가, 상담, 지식 자원 등의 업무 자체가 크게 변화하지는 않겠지만 업무를 수행하는 방법과 그 역할에 있어서는 변화가 불가피해 보인다. 특히 새롭게 도입될 인공지능 교사의 활용, 상생과 협업 등 새로운 역할 및 임무와 마주할 것으로 예상된다.

미래학자 토마스 프레이(2007)는 미래 교사의 역량으로 학생들의 학습경험을 기획하고 설계하는 능력, 교육과정 및 교육 프로그램을 기획하고 운영하는 능력, 학생 코칭과 튜터 능력, 위험과 실패를 극복하고 도전과 모험을 독려하는 능력을 제시하였다. 마크 프렌스키(2018)는 교사가 내용을 전달하고 제공하는 역할을 버리고 학생들의 역량을 강화하는 역할로 변화해야 한다고 주장하였다. 이 밖에 많은 교육학자들이 교과나 학문 중심의 교육이 미래 인재들에게 효과적일 수 없음을 강조하였고, 학생들의 역량 강화를 위하여 주제 중심의 체험형 학습과 문제기반학습, 프로젝트학

습, 블렌디드 러닝, 플립 러닝 등 교육 내용과 방법에 있어서 다양한 변화와 도전이 필요함을 주장하였다(부산광역시교육청, 2019). 이러한 학자들의 연구를 종합하여, 본 연구에서는 미래 사회에 필요한 교사의 역할과 직무를 크게 네 가지로 구분하여 제시하였다(그림 VI-1).



[그림 VI-1] 미래 교사의 역할 및 직무

첫째, 교육과정 및 교육 방법을 설계하고 기획하는 **수업설계자(class designer)**의 역할이다. 수업설계 업무는 국가 차원의 교육과정을 기반으로 상황과 맥락을 고려한 실천적 지식, 기술, 태도를 길러줄 수 있도록 교사가 교육 내용을 적극적으로 재구성하는 것이다. 또한 생각하는 힘을 길러주고 다양한 학습경험을 체험할 수 있는 적절한 교육 방법을 선택하고 적용하는 것이다(정제영, 2020; 최민영&이태욱, 2019; 석주연&이상욱, 2018; 부산광역시교육청, 2019).

둘째, 동기부여, 코칭, 상담, 피드백 등을 통해 학습을 촉진하고 안내하는 **학습촉진자(learning facilitator)** 역할이다. 학습촉진 업무는 학습자 중심의 교육을 구현하고 지식 전달 및 정보 제공자로서의 역할에서 벗어나 개별 학생들이 각자의 적성과 소질에 따라 자기주도학습(self-directed learning)을 실천해 나갈 수 있도록 안내하고 돕는 역할을 의미한다(한국교육개발원, 2020; 정제영, 2020; 최민영&이태욱, 2019, Paul kim, 문영진 외, 2019).

셋째, 수업에서 모둠 활동 시 모둠 간 또는 모둠 내에서의 의견을 조율하고 갈등 상황을 중재하여 학습이 지속될 수 있도록 돕는 **협업조정자(collaboration coordinator)**의 역할이다. 협업조정 업무는 모둠 활동이나 문제중심학습, 프로젝트 수업, 팀기반 학습 등 다양한 협동학습 과정에서 원활한 의사소통 및 문제해결이 될 수 있도록 모둠 내 또는 모둠 간 의견 조율 및 갈등 상황을 중재하여 학습이 지속될 수 있도록 돕는 역할이다(이주호, 2021; 정제영, 2020; 최민영&이태욱, Paul

kim, 2019; 박종향&신나민, 2017; 부산광역시교육청, 2019).

마지막으로 학생의 특성과 학습 수준을 파악하고, 학습 현황 분석 및 개별 진도관리를 통해 학생 개인별 학습 상황을 종합적으로 분석하고 관리하는 **학습관리자(learning manager)의 역할**이다. 학습관리 업무는 학생들의 학업 성취 및 개인별 학습 진도와 상황을 관리하여 개별 맞춤형 학습을 지원하는 역할로 AI 기술을 활용하여 맞춤형 학습을 지원하는 역할이다(이주호, 2021; 한국교육개발원, 2020; 부산광역시교육청, 2019). 이처럼 교사의 역할이 지식 정보의 제공자나 전달자가 아닌 학습 촉진자이자 코치로서 학생들의 변화와 혁신을 이끌며, 학습자 중심의 프로젝트를 관리하고 더 나은 성과를 창출하도록 돕는 튜터의 역할을 강조하였다. 따라서 기존의 교과 전문성과 교수 능력 외에도 학생 및 학습 관리, 학습 촉진 능력이 극대화되어야 할 것이며, 새로운 교육적 시도를 위해 다양한 교과 내용과 콘텐츠를 연계하고 새로운 콘텐츠를 만들어 낼 수 있는 수업 기획 및 교수 설계 역량이 매우 중요해질 것이다.

2. 인공지능(AI) 교사의 교육적 활용

가. 인공지능(AI) 교사의 필요성

앞서 미래 인재에게 요구되는 역량과 미래 교사에게 필요한 역할 및 역량을 확인해 보았고, 이번에는 교육현장에 인공지능 교사가 왜 필요한가에 대해서 학생의 측면과 교사의 측면에서 각각 살펴보고자 한다. 먼저 학생 측면에서 살펴보면, 미래의 교육현장은 IoT, 빅데이터, AR, VR, AI 등 첨단 IT 기술이 깊숙이 자리 잡을 것으로 예상된다. 학생은 더 이상 수동적으로 교과 지식을 전수받는 이가 아닌 학습의 중심에서 스스로 수업을 주도하고 능동적으로 변화를 추진해 나가는 적극적인 학습자로 수업에 참여하게 될 것이다. 부산광역시교육청(2019)은 “인공지능 기술이 교육에 필요한지에 대한 논의에 앞서 이미 교육이 인공지능을 필요로 하고 있으며, 이를 교육에 적용함으로써 개별화 학습이나 성과 기반의 관리, 맞춤형 교육 등이 현실화되고 있다는 점과 인공지능 기술을 통해 학생들의 학습 성과가 효과적으로 향상되고 있다는 사실에 주목할 필요가 있다.”라고 언급하였다. 그 예로써 AI 기반의 맞춤형 수학 학습 프로그램인 ‘노리(Knowre)’를 꼽았다. 미국에서 출시된 ‘노리(Knowre)’ 프로그램은 학생들의 수학 과목의 성취도 격차를 줄이는 데 크게 기여한 것으로 분석된다. 또한 인공지능 기반으로 개발된 챗봇이나 학습 지원 도구들이 학생들의 흥미 유발, 학습동기 유지 및 학업성취도 향상 등에 도움이 되는 것으로 보고되었다. 이처럼 인

공지능 교사가 교육 현장에 도입되면 학생의 학업 성취, 상담, 학습 관리 등 다양한 측면에서 활용도가 매우 높을 것으로 예상된다.

교사의 측면에서 인공지능 교사가 도입되면 먼저, 교사의 단순 반복적 업무가 인공지능 교사에 의해 대체되고 수업 외에 행정 업무에 대한 효율성을 향상시킬 수 있다. 인공지능으로 구현된 다양한 행정 프로그램을 적절히 활용한다면 교사는 수업과 학생 상담에 더욱 집중하는 것이 가능해진다. 또한 수업 외 행정업무의 감소는 교사로 하여금 교육과정의 재구성, 새로운 교육 방법의 적용 등 시간적인 여유가 없어 시도하지 못했던 일들을 보다 쉽게 수행할 수 있게 된다. 인공지능 교사의 활용은 교사의 행정업무 및 활동을 상당 부분 줄여주고, 상담 및 코칭 업무에 집중하여 학생 개인별 맞춤형 학습과 심화 상담이 가능하도록 도울 수 있다. 따라서 미래 교사는 인공지능 교사와 더불어 교육 현장을 어떻게 바꾸어 나갈지에 대한 고민이 필요하다.

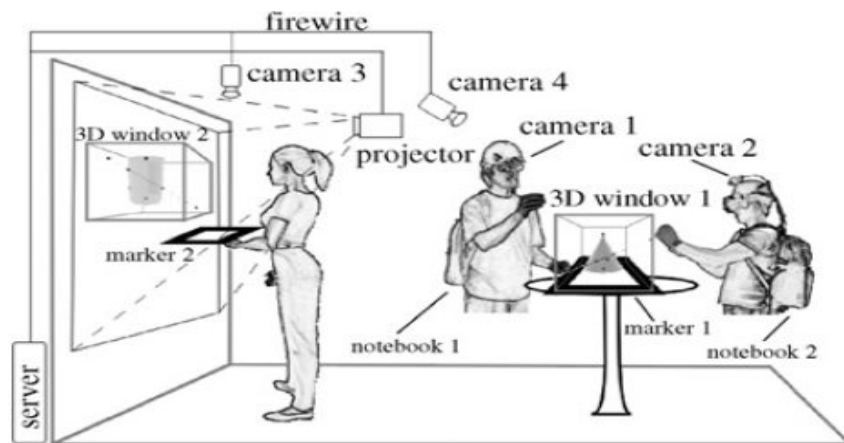
나. 인공지능(AI) 교사의 교육적 활용 방안

인공지능 교사의 교육적 활용방안에 관한 연구는 비교적 활발히 진행되고 있다. 앞서 4장에서 인공지능 교사의 연구와 개발 현황에 대해서 살펴보았듯이, 학교 교육에서 인공지능 교사는 크게 ‘교육과정’, ‘교수학습 및 평가’, ‘학생지도 및 지원’의 영역에서 활용도가 높을 것으로 예상된다. 세 영역은 모두 교사의 핵심 업무인 수업과 관련되어 있었다. 김홍겸 외(2020)는 수업 상황에서 인공지능 교사 활용 방안으로 ‘멘토링과 개별화 교수, 학습 상황의 다양화’를 제시하였다. 정지훈(2016)은 인공지능 교사가 수업에 가장 크게 기여할 수 있는 영역으로 학생 특성에 따른 멘토링과 개별화 교수를 언급하였다. 인공지능 교사의 멘토링과 개별화 교수가 지원되면, 현재 학교 현장에서 교사 한 명이 다수의 학생을 가르침으로써 발생하는 교육 손실을 보완하고 학생 개개인에 맞는 맞춤형 수업이 가능해진다. 교육현장에서 멘토링의 효과는 많은 선행 연구에서 증명되었다(하정숙, 박종호, 2010; 이지현, 이용진, 2012; 최상호, 하정미, 김동중, 2016). 다만, 기존의 연구에서는 인간교사의 멘토링을 대상으로 했기 때문에 인공지능 교사의 효과도 똑같을 것이라고 단정 짓기는 어렵다. 그러나 반복학습, 맞춤형 문제풀이, 평가 결과에 기반한 보충학습 등이 인공지능 교사에 의해 멘토링으로 진행된다면 인간교사의 업무를 덜어줄 뿐만 아니라 학생들의 자기주도학습 능력 향상에도 기여할 수 있을 것이다. 이와 관련한 연구로 국형준(2001)은 Cyber Tutor이라는 프로그램을 개발하여 학생들의 문제해결 학습을 돕는 연구를 실시하였고, 한상현(2018)은 Google에서 개발한 온라인 기반 학습

플랫폼인 DesMos를 활용하여 학생들이 자신의 속도에 맞추어 문제를 해결하는 기능을 활용하였다. 또한 Koedinger et al.(2013)은 학생이 원하는 활동을 선택한 후에 인공지능 기술의 도움을 받아서 학습을 할 수 있도록 설계한 프로그램을 활용하였다. 이러한 프로그램을 통해 학생들이 자신의 수준에 맞는 문제들을 해결할 수 있게 되고, 더 나아가 학생 개개인이 스스로 조절 가능한 자기조절학습(Self regulated learning)을 실현할 수 있게 된다.

김홍겸 외(2020) 연구에서 언급한 또 다른 활용 방안으로 ‘학습 상황의 다양화’가 있다. 인공지능이 가진 큰 장점 중 하나가 바로 물리적, 시간적 공간을 초월한 학습이 가능하다는 것이다(정지훈 역, 2016). 이점을 교육에 활용한다면, 물리적인 제약으로 구현할 수 없는 체험, 실험·실습 등의 다양한 학습 상황을 물리적인 이동 없이 교실에서 학생들에게 제공할 수 있게 된다. 이러한 학습 상황의 다양화는 가상현실(Virtual reality)과 증강현실(Augmented reality), 혼합현실(Mixed reality), 메타버스(Metaverse) 기술을 통해 가능하다. 정재걸(2017)은 가상현실 기술을 활용한 임상체험을 통해서 자신의 삶을 되돌아보고 이를 통해 자신의 삶을 다시 한번 경험하고 다시 새로운 존재로 살아날 수 있다는 사상적인 연구를 시행하였다. 연구 결과, 학생들은 현실의 삶에 대한 가치를 재인식할 수 있었다고 보고했다.

Kaufmann& Schmalstieg(2003)는 증강현실 기술을 활용하여 기하를 교육할 수 있는 프로그램과 하드웨어 장치를 개발하였다. [그림 VI-2]와 같은 학습 상황에서 학생들이 특정한 도구를 활용하여 3차원 기하를 학습할 수 있도록 하였다. 그 결과 교사와 학생 간의 상호작용이 가능하며, 증강현실 환경에서 제공한 3차원 기하 학습은 마치 복잡한 환경 놀이를 하는 것과 같은 효과를 낼 수 있었다고 보고하였다.



[그림 VI-2] 증강현실이 장착된 교실 환경(김홍겸 외(2020), 재인용)

이 밖에도 다양한 학자들이 미래 사회의 인공지능 교사의 활용 및 역할에 대해서 언급하였다. 그 결과 [그림 VI-3]과 같이 크게 두 유형으로 정리할 수 있다. 첫째는 학생 개인의 특성 및 학습 결과를 분석하여 개별 맞춤형으로 학습을 지원하는 개별 맞춤형 학습 지원이다(김태령&한선관, 2020; 부산광역시교육청, 2019; 박종향&신나민, 2017; 이주호, 2021; 한국교육개발원, 2020; 정제영, 2020; 최민영&이태욱, 2019; 한국교육학술정보원, 2018; 한국교육과정평가원, 2020). 둘째는 체험, 실험·실습 등을 포함하여 실제적이고 융합적인 학습 환경(자료)를 지원하는 것이다(김태령&한선관, 2020; 박종향&신나민, 2017; 한국교육개발원, 2020; 최민영&이태욱, 2019).



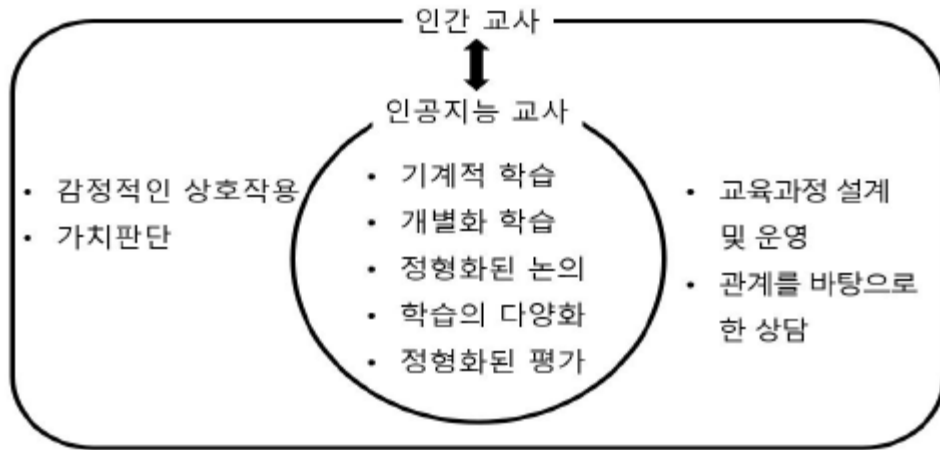
[그림 VI-3] 인공지능 교사의 역할 및 직무

3. 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 협업 수업 모델 구안

가. 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 역할 관계

앞서 미래 교사의 역할과 교육에서 인공지능 교사의 활용 방안에 대해서 살펴보았다. 인공지능 기반의 미래 사회가 도래했다고 해서 인간교사의 역할이 크게 바뀌는 것은 아니다. 기존에 해오던 업무 중에서 우선순위에 있어 변화가 생기고, 행정이나 수업 이외의 업무에 할애했던 시간을 수업과 학생지도, 상담 등에 더 집중할 수 있게 된다는 것을 확인할 수 있었다. 이는 인간교사를 도와 수업의 효율성과 효과성을 높여줄 인공지능(AI) 교사의 도입이 가져올 학교 현장의 변화이다. 이러한 학교 현장이 구체적으로 어떻게 변화할 것인지는, 인간교사와 인공지능 교사가 어떻게 조화롭게 협업하여 수업을 진행하고 학생들을 지도할 것인가의 문제로 귀결된다. 특히 수업에서 인공지능 교사의 활용은 학생들의 학업 성취와 밀접한 관련이 있어 더욱 세심하게 살펴볼 필요가 있다. 이를 위해 먼저, 인간교사와 인공지능 교사가 교육 현장에서 어떠한 관계를 설정해야 하는지 살펴보고자 한다. 김홍겸(2018) 외는 인공지능 시대에 교육 부분에서 인간과 인공지능이 공존하기 위한 방법을 연구하였

고, 이를 토대로 인간교사와 인공지능 교사의 역할을 [그림 VI-4]과같이 상호보완적인 관계로 설정하였다.



[그림 VI-4] 인간교사와 인공지능 교사의 상호보완적 관계

인공지능 교사는 데이터를 축적하고 알고리즘화하는 것이 용이한 기계적인 학습, 개별화 학습, 정형화된 패턴 학습, 정형화된 평가 등 기계적이고 규칙적인 업무 수행에 장점이 있다. 따라서 현재 교실 환경에서는 구현이 어려운 완전 개별화 교육, 맥락과 현실을 반영한 형태의 학습 상황들을 제공함으로써 학습자가 좀 더 흥미를 가지고 적극적으로 수업에 참여할 수 있는 학습환경을 구축할 수 있다. 또한 정형화된 일을 인공지능 교사가 처리함으로써 인간교사는 그 외의 업무인 수업 설계 및 운영, 학생 상담, 교육 방법 개선 등에 더욱 힘을 쏟을 수 있다. 인간교사는 학습자와 감정적인 상호작용, 교육 활동에 대한 가치판단, 인공지능이 수행하는 학습에 대한 모니터링 및 다양한 학습 데이터를 기반으로 학생 상담에 더욱 집중할 수 있다. 이 과정에서 인간교사와 인공지능 교사는 지속적으로 상호작용해야 함을 강조하였다.

인간교사와 인공지능 교사 간의 긴밀한 상호작용을 바탕으로 인간교사는 4차 산업혁명 시대에 학생들에게 더욱 필요한 정의적 측면의 역량을 키울 수 있도록 학습 상황을 설계하고, 인공지능 교사는 학생들의 개별 역량 강화에 집중적으로 지원할 수 있도록 서로 협업하고 의사소통하는 교육 환경이 마련되어야 함을 강조하였다. 또한 인간교사는 인공지능 교사에게 의해 평가된 학업성취 결과를 토대로 적절한 상담을 제공할 수 있다. 이 과정에서 학습 내용과 관련된 것은 인공지능 교사의 개입과 판단을 어느 정도 기대할 수 있지만, 학습자를 직접 면담하고 학습에서 느끼는

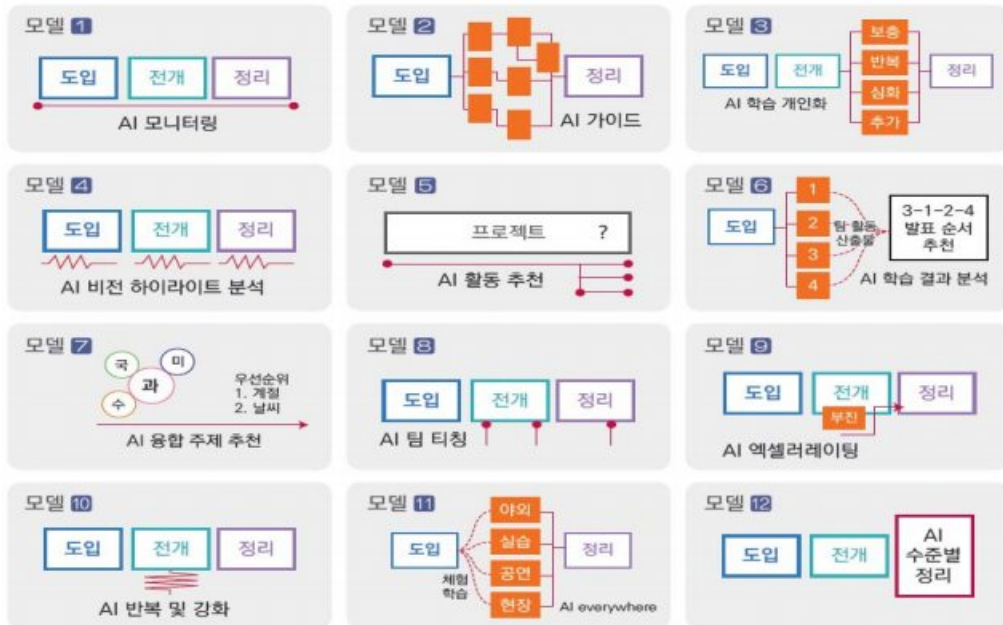
감정적인 요소들(자신감 및 불안감)을 판단하고 상담하는 역할은 인간교사의 몫이 된다. 따라서 인간교사와 인공지능 교사는 각자에게 최적화된 역할을 수행하되, 서로를 보충하고 돕는 상호보완적인 관계로 존재하게 된다.

이 밖에 Guilherme(2017)는 과학기술이 교육현장에 많은 영향을 미칠수록 교사와 학생 간의 관계가 더욱 중요함을 강조하였다. 인공지능 기반 교육 환경일수록 학생과 학생 그리고 학생과 교사 사이의 관계의 중요성을 간과하지 말고, M.Buber의 ‘나(I)-너(Thou)’관계를 설정해야 한다고 주장하였다. 박종향, 신나민(2017)은 초·중고등 학생을 대상으로 인공지능 교사와 관련하여 인식조사를 실시한 결과, 인공지능 교사의 장점으로 학생들을 공평하게 대우하고 재미있게 수업할 수 있다는 점과 비용 절감 및 편리성을 꼽았다. 반면 단점으로는 감정이 없으며, 기계 사용으로 인한 부작용이 있을 것으로 보았다. 조희연(2016)은 인공지능 교사의 등장으로 지식 전달 측면의 인간교사의 역할은 축소되는 반면, 학생들이 자기주도적으로 성장할 수 있도록 돕고, 학생과의 소통을 강화하는 교사의 역할은 더 중요해질 것으로 보았다.

나. 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 협업 수업 모델 사례

수업 현장에서 인공지능 교사를 활용한 수업 모델은 아직까지 연구 초기 단계로 구체적인 협업 수업 모형을 제시한 연구는 찾아보기 힘들다. 부산광역시교육청(2019)에서 출간한 인공지능 기반교육 가이드북에 수록된 ‘AI 기반 교육 모델’은 현장에서 인공지능 교사와의 협업 방안을 구체화하기 위한 거시적인 모델로써 의미가 있다. AI 기술을 활용한 수업 모델을 [그림 VI-5]와 같이 12가지로 제시하였다.

모델 ①은 수업분석(모니터링)으로서의 AI로 인공지능 교사가 직접적으로 수업에 관여하지는 않고 수업 전체를 모니터링하고 분석하여 인간교사가 향후 어떤 부분에서 개선하고 노력해야 하는지에 대한 정보를 제공해 주는 모델이다. 모델 ②는 학습 활동 가이드 AI 모델로써 모둠 활동 시 인공지능 교사가 모둠별로 세부 활동을 안내하고, 챗봇의 형태로 학생들과 대화함으로써 모둠활동이 효과적으로 진행될 수 있도록 가이드 하는 모델이다. 모델 ③은 개별화 수업을 위한 AI 모델로써 인공지능 교사가 개별 학생의 학습 스타일과 흥미, 관심 등을 분석하여 맞춤형의 세부과제를 추천한다. 학생들은 추천된 과제 중에서 선택하여 학습하고 인공지능 교사는 학생의 선택과 수행 과정을 분석하여 지속적으로 맞춤형 학습이 가능하도록 하는 모델이다.



[그림 VI-5] 12가지 AI 기반 교육 모델(출처: 부산광역시교육청, 2019)

모델 ④는 교수자를 지원하는 AI 모델로써 인공지능 교사가 수업 중 교수자와 학생의 반응이 가장 큰 지점을 확인하고 왜 그런 현상이 발생하는지를 수많은 수업 데이터를 통해 분석한다. 이후 학생들의 반응을 가장 잘 이끌어 낼 수 있는 수업 방법을 찾아서 교수자에게 추천해준다. 모델 ⑤는 학습 활동 추천 AI 모델로서 주제 중심의 프로젝트 수업에서 다양한 활동을 추천하면서 프로젝트 수행을 촉진한다. 특히 프로젝트 진행이 어렵거나 처음 하는 학습자와 교수자에게 적합한 활동을 추천하여 프로젝트 수업의 적용을 높이는 모델이다. 모델 ⑥은 팀 활동 산출물 분석을 통한 발표 순서 추천 AI 모델로서 수업에서 발표 순서를 정하는 어려움에 대해서 도움을 줄 수 있는 모델이다. 팀의 산출물을 토대로 AI가 판단하여 발표 순서와 시간을 대략적으로 예측해서 수업의 효과성과 효율성을 높인다.

모델 ⑦은 융합 프로그램 주제 추천 AI 모델로서 융합 수업에서 주제를 만들어 내는 데 많은 어려움을 겪는 교수자를 돕는 모델이다. AI가 많은 교과 전문가의 의견을 데이터로 수집하고 분석한 결과를 바탕으로 다양한 주제를 추천해준다. 이를 통해 주제 선정의 시간을 단축시키고 효과적인 융합 수업이 가능하게 된다. 모델 ⑧은 팀 티칭(AI튜터) 모델로써 인간교사와 인공지능 교사가 협업하여 팀 티칭을 하는 모델이다. 인간교사가 전반적으로 수업을 이끌어 가고 인공지능 교사는 필요한 부분에 참여하여 수업을 촉진하는 영상과 문제를 제공한다. 인공지능 교사는 인간교사의

수업 스타일을 분석하여 팀 티칭이 가장 필요한 부분을 찾고 지원한다. 모델 ⑨는 학생을 수업 속으로 참여시키는 AI 모델로써 수업에 참여하지 못하는 학생이나 학습부진 학생에게 인공지능 교사가 수업 촉진자로 활동하면서 수업의 흐름을 파악할 수 있도록 돕는다. 학습자를 모니터링하면서 학습부진으로 판단된 학생에게 적절한 활동이나 문제를 제공하여 수업의 참여 기회를 부여한다.

모델 ⑩은 다양한 반복으로 단기기억을 장기기억으로 바꾸어 주는 AI 모델로써 인간의 망각곡선을 이해한 AI가 수업에서 중요한 핵심 내용을 반복하거나 강화하는 기법을 활용하여 완전학습이 될 수 있도록 수업을 설계하는 모델이다. 모델 ⑪은 수업 공간 확장의 AI 모델로써 디지털 플랫폼을 활용하여 공간의 제약을 벗어나 언제 어디서나 AI와 함께 수업이 가능하도록 하는 모델이다. 학생들은 디지털 플랫폼에 탑재된 AI 튜터와 함께 체험 공간에서 자유롭게 학습하면서 현실적인 문제를 해결해 보면 경험을 하게 된다. 모델 ⑫는 수준별 정리를 통한 학습 활동 개별화 AI 모델로써 수업이 진행되는 동안 AI가 학습자의 수준과 흥미를 파악하고 맞춤형으로 정리를 다르게 제공한다. 학생 개인의 수준별로 정리가 이루어져 학습 효과를 더욱 극대화할 수 있다.

다. 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 협업 수업 모델

지금까지 인간교사와 인공지능 교사의 역할과 직무 변화, 인공지능 교사의 교육적 활용 방안, 인간교사와 인공지능 교사의 관계 설정 및 협업 모델에 대해서 살펴보았다. 이상의 내용을 토대로 본 연구에서는 인간교사와 인공지능 교사의 협업 수업 방안을 세 개의 거시적 모델과 한 개의 미시적 모델로 제안하였다. 먼저 세 개의 거시적 모델은 <표 VI-4>와 같이 개념수업모델, 심화수업모델, 융합수업모델로 구성하였다.

개념수업모델은 교과와 핵심 개념을 학습하기 위한 모델로써 인공지능 교사의 맞춤형 개별화 기술의 활용을 극대화하는 수업이다. AI인공지능 팽톡, MATHia, Alta, Watson Tutor, Knowre 등과 같은 맞춤형 튜터링 프로그램을 이용하여 교과에서 배워야 할 핵심 개념을 인공지능 교사가 담당하고 인간교사는 인공지능 교사를 통해 습득한 개념을 확인하고 피드백하며, 전체적인 학습 진행 상황을 관리하는 역할을 수행한다. 개념수업모델은 학생들이 교과목별 진도를 일괄적으로 나갈 필요가 없으며, 학생 개인의 학습 능력과 수준을 고려하여 맞춤형으로 수업을 진행할 수 있다는 것이 가장 큰 장점이다. 또한 수업의 공간이 반드시 교실일 필요가 없다. 온라인 학습이 가능한 공간이면 어디든지 가능하다. 따라서 요즘처럼 COVID-19로 인해 대

면 수업이 불가능한 상황에서 효과적인 모델이다.

심화수업모델은 핵심 개념을 학습한 후 그것을 응용하고 적용해 보는 수업 모델이다. 인간교사가 학생의 수준과 흥미 등을 고려하여 핵심 개념과 관련된 심화 학습 대주제를 여러 개 설정한다. 인공지능 교사는 인간교사가 설정한 주제 내에서 학생들의 개인별 수준과 흥미도 등을 고려하여 맞춤형 세부 주제(소주제)와 학습 내용을 선정하여 제공한다. 여기서 인간교사는 학생들의 세부 주제와 학습 내용을 확인하고 학습 안내 및 동기부여 등 학습 촉진 활동을 수행한다. 학생들이 주제별 개인 학습을 마치고 나면 인간교사가 최초로 제시한 대주제별로 모둠을 형성하고 각 개인이 학습한 내용을 토대로 토의·토론 및 모둠 활동을 실시한다. 이때 인공지능 교사는 사피언스, ClassCharts 등과 같은 프로그램을 활용하여 주제별 유사성과 학생의 흥미, 학습 수준 등을 고려하여 적절한 모둠 구성을 도와준다. 인간교사는 모둠별 토의·토론이 원활히 진행될 수 있도록 학생 간, 모둠 간 중재 및 조정 역할을 담당하고, 이후 주제별 모둠활동 결과 발표를 진행하고 피드백 하는 것으로 수업을 마무리한다.

융합수업모델은 4차 산업혁명 대비 학생의 창의·융합 능력을 향상시키기 위한 수업 모델이다. 융합수업 진행에 있어 인간교사가 수행하기 힘들고 까다로운 부분이 교과 간 융합이 가능한 주제를 선정하고 개발하는 작업이다. 특히 매시간 다양한 모둠에게 적절한 융합 주제 및 내용을 제공하기 위해서는 많은 시간과 노력이 필요하다. 초등학교의 경우에는 다양한 교과목을 한 명의 교사가 가르치기 때문에 그나마 수월할 수 있지만, 중·고등학교에서는 교과목별 담당 교사가 다르므로 다양한 교과를 융합한 수업주제나 내용을 개발하기가 쉽지 않다. 그러나 Crystal Island, Fractions Lab, Betty's Brain, Mathigon 등과 같은 인공지능 프로그램을 활용하여 융합적·실제적 교육 내용과 환경을 제공한다면 이러한 문제를 어느 정도 해결할 수 있다. 융합수업모델은 심화학습모델과 유사하나 융합된 주제를 가지고 모둠별 프로젝트를 수행한다는 부분에서 차이점이 있다. Flipped learning, PBL(Problem-based learning), 프로젝트기반 수업 등의 다양한 교수법과 융합된 교육내용을 제공하여 학생들의 창의력과 문제해결력을 제고할 수 있는 모델이다.

<표 VI-4> 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 거시적 협업 수업 모델

모델명	수업활동			담당	역할
	단계	교육내용	교육방법		
개념수업모델	도입 (15)	핵심 개념 (교과)	self-directed	AI교사	맞춤형 튜터링
	전개 (30)	핵심 개념 확인	Q&A	인간교사	학습촉진자
		반복연습	self-directed	AI교사	맞춤형 튜터링
	정리 (10)	평가 및 피드백	self-directed/ 교사-학생 상호작용	AI교사	개별평가 및 기록 관리
				인간교사	학습관리자
↓					
심화수업모델	사전 준비	다양한 심화 학습 주제 구성 (학생 개별 맞춤형)		인간교사	수업설계자/ 학습관리자
	도입 (15)	주제별 개인학습	self-directed	AI교사	맞춤형 튜터링
	전개 (30)	학습 내용 확인	Q&A	인간교사	학습촉진자
		주제별 토의·토론 (모둠활동)	학생 간 상호작용	인간교사	협업조정자
				AI교사	맞춤형 튜터링 및 모둠 구성
	정리 (10)	평가 및 피드백	교사-학생 상호작용	AI교사	학습 결과 분석 및 기록
인간교사				학습관리자	
↓					
융합수업모델	사전 준비	교과 간 융합수업을 위한 다양한 주제 구성(맞춤형)		인간교사	수업설계자
				AI교사	주제 및 수업 자료 지원
	도입 (15)	주제별 개인학습	self-directed	AI교사	맞춤형 튜터링
	전개 (30)	모둠 구성	PBL/ 학생 간 상호작용/ 교사-학생 상호작용	AI교사	학습자 특성 분석
		모둠별 프로젝트 수행		인간교사	협업조정자
				AI교사	모둠별 학습 자료 제공
	정리 (10)	평가 및 피드백	교사-학생 상호작용	인간교사	학습 결과 분석 및 기록
AI교사				학습관리자	

미시적 협업 수업 모델은 앞서 제시한 거시적 수업 모델을 기반으로, 한 차시의 수업을 진행한다고 가정하고 도입부터 정리 및 평가까지 인간교사와 인공지능 교사가 어떻게 협업하여 수업을 진행할 수 있을지를 보다 구체적으로 예상해 본 결과물이다. 또한 각각의 수업 장면과 단계에서 활용할 수 있는 인공지능 프로그램을 함께 제시하여 학교 현장에서의 활용도를 높이고자 했다. 세부내용은 <표 VI-5>와 같다.

미시적 모델은 일반적인 수업 진행 절차인 도입, 전개, 정리, 평가 각 단계별로 인간교사와 인공지능 교사의 역할과 주요 활동을 제시하였다. 먼저 도입부에서 인공지능 교사의 역할은 학습자의 특성 및 선수 학습 수준을 학생 개인별 맞춤으로 분석하여 인간교사에게 제공하는 것이다. 인간교사는 인공지능 교사가 제공해 주는 학생 개인별 분석 정보를 바탕으로 해당 차시 수업을 설계한다. 학습자별 맞춤형 교육과정 및 학습목표를 제시하고 적절한 교수학습방법을 선택하여 수업을 준비하고 시작한다.

전개 부분에서 인공지능 교사의 역할은 크게 융합적·실제적 교육내용 및 교육 환경을 제공하는 것과 교과목별 개별 맞춤 지원을 통해 수업을 돕는 것이다. 융합적·실제적 수업내용 및 환경 제공의 구체적인 방법은 실생활을 반영한 비구조화된 문제 상황 및 예시 제공, VR, AR, MR, Metaverse, 홀로그램 등을 활용하여 실제 상황과 유사한 실험·실습 환경을 제공하여 학생들의 참여를 촉진하고 학습 동기를 높여주는 방법이다. 또한 모둠 활동 시 학업성취 수준, 관심사, 학습 스타일 등을 분석하여 적절한 모둠을 구성하고 모둠별 맞춤형 학습 주제를 제시하는 역할을 담당한다.

개별 맞춤 지원은 교과목별 튜터링과 수업보조 역할로 구분할 수 있다. 교과목별 튜터링은 교과목의 핵심 개념을 반복 및 연습을 통해 완전학습 형태가 가능하도록 돕는 것이다. 수업보조는 인간교사를 도와 수업 시간에 학생들의 개별 질의응답에 피드백하고, 학생들의 학습 과정 및 상호작용을 모니터링한다. 더불어 학생 개인별 학습 이해 정도를 분석하여 교사에게 제공함으로써 효과적인 수업이 진행되도록 보조하는 역할을 한다. 한편, 전개 부분에서 인간교사는 직접 강의를 통해 수업을 진행하거나 인공지능 교사가 개별 튜터링을 실시할 때 학생 개인별로 모니터링하면서 학습을 지도하고 촉진하는 역할을 하게 된다. 또한 모둠 활동 시 모둠 구성원의 역할 및 과제 분담에 대한 조정과 의견을 조율하고, 갈등 상황이 발생했을 시 문제 해결을 돕는 역할을 담당한다.

정리 부분에서 인공지능 교사의 역할은 개별 맞춤형 학습 현황 분석과 학습 데이터 기록 및 관리이다. 해당 차시 내 학생들의 학습 내용 및 개별 활동을 분석하여 부족한 부분에 대한 피드백 및 개별 연습을 제공하고, 해당 차시의 교육내용 및 교

수학습이 적절했는지를 분석하여 교수자에게 제공하는 역할을 담당한다. 또한 학생별 학업성취 데이터를 기록하고 분석하여 교육과정 및 교수학습 활동 개선 방안을 제시한다. 정리 부분에서 인간교사의 역할은 개별학습 차원에서는 해당 차시의 교육 내용을 요약 및 정리하고, 인공지능 교사로부터 받은 분석 자료와 데이터를 통해 교수학습 개선 사항을 확인하고 보완한다. 모둠 활동 후에는 모둠별 결과물 공유 및 발표, 피드백을 수행하고 모둠 활동 시 개선 사항을 확인하고 점검한다.

끝으로 평가 부분에서 인공지능 교사의 역할은 개별 맞춤형 평가 실시 및 관리 역할을 수행한다. 현재 학교 교육현장에서 인공지능 교사의 도움을 가장 많이 받을 수 있는 부분이 평가 영역이다. 인공지능 교사는 평가 문항 구성 및 시험 출제부터 자동 채점 및 표절 방지, 평가 결과에 따른 피드백과 기록 관리, 인증 및 자격 발급까지 평가와 관련된 거의 모든 부분을 맡아서 진행할 수 있다. 평가와 관련된 인공지능 프로그램 역시 다수 개발되어 있어, 현장 활용 가능성이 가장 높은 영역이다. 평가 부분에서 인간교사의 역할은 인공지능 교사가 제공하는 평가 관련 기록과 결과를 분석하여 학습부진 학생에 대한 대책 마련과 상담을 통한 학습 동기 부여, 교육과정 및 교육 방법 재설계 등에 활용하는 역할을 담당한다.

<표 VI-5> 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 미시적 협업 수업 모델

단계	담당	역할		주요 활동	활용 도구
도입	AI 교사	개별 맞춤	학습자 특성 분석	<ul style="list-style-type: none"> · 학업 성취 수준 · 진도 및 학습 현황 · 성격 및 학습 스타일 · 건강 및 심리 상태 	Watson Education Classroom, ClassCharts
			전시 학습 분석	<ul style="list-style-type: none"> · 이전 시간 배운 내용 확인 	
	인간 교사	수업 설계	교육과정 구성	<ul style="list-style-type: none"> · 개인/모둠별 교육과정 설계 · 개인/모둠별 학습목표 설정 	
			교수학습방법 선택	<input type="checkbox"/> 온라인 <input type="checkbox"/> 오프라인 <input type="checkbox"/> 블렌디드 <input type="checkbox"/> 개별학습 <input type="checkbox"/> 모둠학습 <input type="checkbox"/> 강의식	
전개	AI 교사	융복합 학습 환경	실제적인 학습상황	<ul style="list-style-type: none"> · 현실을 반영한 비구조화된 문제 상황 및 예시 제공 	Crystal Island
			실감형 콘텐츠	<ul style="list-style-type: none"> · 가상 실험·실습 환경 제공 · 다양한 체험 학습 제공 · 가상공간(metaverse) 활동 학습 	Fractions Lab, Betty's Brain, Mathigon
			모둠 구성	<ul style="list-style-type: none"> · 학업성취 주순, 성격, 관심사, 학습 스타일을 고려한 맞춤형 모둠 구성 · 모둠별 맞춤형 학습 내용 제공 	사피언스, ClassCharts

단계	담당	역할		주요 활동	활용 도구
		개별맞춤	교수 지원	<ul style="list-style-type: none"> 교과목별 개별 튜터링 	AI인공지능 평독, MATHia, ASSISTments, Alta, Watson Tutor, Knowre 등
			수업 보조	<ul style="list-style-type: none"> 질의응답 상시 지원 학습과정 및 상호작용 모니터링 학생들의 이해도 정보 제공 학습 안내 및 코칭, 피드백 제공 	Musio, Watson, 단비 Mathigon, Dialogflow
	인간 교사	학습 촉진	수업 진행	<ul style="list-style-type: none"> 교과별 핵심지식 전수 잠재적 교육과정 제공 학습 코칭 및 피드백 학습 동기 부여 	
		협업 조정	모듈 활동	<ul style="list-style-type: none"> 모듈 구성 및 역할 배분 모듈별 과제 제공 모듈 간 갈등 중재 및 의견 조율 모듈별 활동 상황 점검 모듈 활동 참여 독려 	
정리	AI 교사	개별맞춤	학습현황 분석	<ul style="list-style-type: none"> 학습 내용 및 활동 분석 개별 연습 및 피드백 교육과정 및 교수학습 적절성 분석 	Branching Minds, CENTURY, 웅진 스마트올 AI, 클래스팅 AI, 닥터매쓰 등
			학습 데이터	<ul style="list-style-type: none"> 학습자별 학업 성취 기록 관리 교수학습 활동 개선 방안 제공 	
	인간 교사	학습 촉진	개별 학습	<ul style="list-style-type: none"> 학습내용 요약 및 정리 교수학습과정 개선 사항 확인 	
			모듈 활동	<ul style="list-style-type: none"> 결과물 공유 및 피드백 모듈 활동 개선 사항 확인 	
평가	AI 교사	개별맞춤	평가 실시 및 관리	<ul style="list-style-type: none"> 평가 문항 구성 및 시험 출제 다양한 종류의 평가 루브릭 제공 자동 채점 및 표절 방지 평가 결과에 따른 연습 제공 평가 결과 기록 및 관리 평가 인증 및 자격 발급 	Project Essay Grade, Intelligent Essay Assessor, Edulai, WA3I, 교원 레드펜 AI 수학
	인간 교사	학습 관리	분석 및 상담	<ul style="list-style-type: none"> 평가 결과 분석 및 피드백 상담 및 동기 부여 학습 부진 학생 대책 수립 평가 결과를 반영한 교육과정 및 교육방법 재설계 	

VII. 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 협업에 따른 윤리기준

VII. 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 협업에 따른 윤리기준

1. 인공지능 교사의 교육적 활용에 대한 법적 근거

인공지능을 정부가 정의한 것과 같이 “인간의 지적능력을 컴퓨터로 구현하는 과학기술로서 ①상황을 인지하고, ②이성적·논리적으로 판단·행동하며, ③감성적·창의적인 기능을 수행하는 능력까지 포함한다.”(관계부처 합동, 2019.12: 1)고 할 때, 인공지능(AI) 교사란 교사로서의 역할을 수행하는 인간의 지적능력을 컴퓨터로 구현한 과학기술이라고 할 수 있다. 그런데 이러한 인공지능(AI) 교사가 우리 공교육의 실체에 있어서 어떻게 활용되고 공교육법제에 어떻게 규범화될 것인가의 문제는 사실 인공지능(AI) 교사에게 어떠한 역할을 부여할 것인가의 문제와 직결된다. 그리고 이것은 앞서 논의해온 것과 같이 크게 인간교사를 완전히 대체하는 역할과 인간교사를 보조하거나 협력하면서 부분적으로 대체하는 역할로 구분할 수 있다.

가. 현행법적 측면에서 인간교사의 대체 가능성

먼저 인공지능(AI) 교사가 인간교사를 완전히 대체하는 것은 현행법상 쉽지 않다. 현행법상 교원이라 함은 해당되는 법정교원자격에 갖춘 자로서 법령이 정하는 임명 절차를 거쳐 각 학교에서 학생을 직접 지도·교육하는 자로 정의할 수 있는데(황준성, 2011a: 398), 특히 법정교원자격의 부여가 단편적인 시험검정에 의하기 보다는 교대·사대 등 교원양성기관에서의 정해진 동안 정해진 과목 등의 이수를 전제로 하는 무시험검정 중심으로 이루어지기 때문이다.³⁾ 이것은 우리의 교원자격증제도가 단순히 해당 시점에서 특정 역량을 갖고 있는가를 기준으로 하기 보다 교사로서 요구되는 전반적 역량을 쌓아가는 과정을 중시함을 보여주는 것이기도 하다.

물론 자격증제도 및 임용제도 등 절차법적 규정들을 개정하는 것이 불가능한 것은 아니다. 그럼에도 불구하고 인공지능(AI) 교사가 인간교사를 대신하여 독립적인 교사로서 소위 교단에 설 수 있기 위해서는 인공지능(AI) 교사를 통해서도 「교육기

3) 현재 시험검정의 유·초·중등학교의 준교사 자격검정 또는 실기교사 자격검정에 한하여 이루어지고 있다(「교원자격검정령」 제24조 참고)

본법」 제2조가 홍익인간(弘益人間)의 이념 아래 모든 국민으로 하여금 인격을 도야하고 자주적 생활능력과 민주시민으로서 필요한 자질을 갖추게 함으로써 인간다운 삶을 영위하게 하고 민주국가의 발전과 인류공영의 이상을 실현하는 데에 이바지하게 함을 목적으로 한다.”고 규정하고 있는 우리의 교육이념을 잘 실현할 수 있음을 국민에게 입증하지 않으면 아니 될 것이다. 앞서 설명한 것과 같이 ‘학생을 교육한다.’는 모든 교원들에게 부여된 역할과 책무가 단순히 인지적 부분에 그치는 것이 아니라 사회·정서적 부분을 아우르면서 교원들에게 부모 대행자, 사회 대표자, 동일시 대상자 등의 역할을 강력하게 요구하고 있는바 인공지능(AI) 교사가 이러한 역할을 충실히 할 수 있다는 확신과 공감대 형성이 우선되어야 하기 때문이다.

또한, 우리 헌법 제31조 제6항은 그리고 이를 받아 「교육기본법」 제14조는 교원 지위법률주의를 규정하고 있다. 그리고 이 교원지위법률주의는 궁극적으로 “교원의 직무 수행에 있어서 부당한 외적 간여를 배제하고 교육활동의 자주성·전문성·중립성을 보장하여 궁극적으로 국민의 교육기본권을 충실히 보장하기 위한 조치”이다(황준성, 2011a: 392). 즉, 교육에 있어서 가장 중요한 것은 학생의 이익을 최우선 가치로 하여 교육활동의 자주성·전문성·중립성 관점에서 왜곡되지 않은 교육을 받을 수 있도록 하는 것이며 이것은 아직까지 인간의 고유한 윤리성에 의지할 수밖에 없기 때문이기도 하다. 이것은 인공지능(AI)의 불완전한 알고리즘, 학습 데이터의 편향 가능성 속에서 잘못된 결정을 내릴 수 있다는 소위 인공지능(AI)의 한계 및 이를 악용할 수 있는 개발자·공급자·이용자들의 윤리 문제와도 직결되는 것이다.

나. 현행법적 측면에서 인간교사와의 협업 가능성

「초·중등교육법」 제19조에 따른 경우, 학교에는 교원 그리고 교원 외에 학교운영에 필요한 행정직원 등 직원을 둘 수 있다. 여기서 행정직원 외의 직원이라 함은 주로 각 시도 조례로 임용·관리되고 있는 교육공무직원을 말한다. 그리고 교육공무직원이라 함은 교육부 산하, 시도교육청 산하 각급 교육기관에서 교육업무보조와 행정업무보조를 담당하는 직원으로 무기계약직원과 기간제계약직원으로 나뉘며, 전산실무사, 과학실무사, 행정실무사, 교무실무사 방과후업무실무사, 학교 및 지역교육청에서 시행하는 특수사업인력 등을 포괄한다.⁴⁾ 그런데 교원 외에 교육공무직을 포함한 직원은 학생들의 교육을 직접적 책임주체로서 담당하는 것이 아니라 교원을 보조하는 역할에 그친다.

4) 위키백과 <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EA%B5%90%EC%9C%A1%EA%B3%B5%EB%AC%B4%EC%A7%81%EC%9B%90> (2021.09.09. 인출).

한편, 이러한 교원과 직원 외에 동법 제22조에 따른 산학겸임교사·명예교사 그리고 강사가 있는데, 이들은 법 조항에 명시되어 있듯이 직원과 달리 “학생의 교육을 담당”할 수 있는 자들이다. 그리고 동법 시행령 제42조는 이들 산학겸임교사 등의 종류를 ‘산학겸임교사, 명예교사, 영어회화 전문강사, 다문화언어 강사, 강사’로 상세화하고 있다. 이들 산학겸임교사 등의 경우에는 임용권이 학교의 장에게 위임되어 있으며, 특성화중·고등학교, 자율형 사립·공립고등학교 그리고 자율학교의 경우에는 교사 정원의 3분의1 범위까지는 이들로 대체할 수도 있다. 다만, 이들 산학겸임교사 등의 경우도 자격이 요구되는바 교육감이 별도로 규정할 수 있는 여지는 있지만 현재까지는 그 자격이 학력 및 경력을 기반으로 한다는 점에서 정규 교원과 크게 다르지 않다. 이와 같은 현행 「초·중등교육법」 상 관련 조항을 보았을 때, 인간교사의 보조자가 아닌 협업자로서 인공지능(AI) 교사의 법적 근거도 아직은 갖추어져 있다고 보기 어렵다. 따라서 소위 AI튜터(Tutor) 제도를 공교육제도 하에서 도입하기 위해서는 별도의 추가적인 입법조치가 필요할 것이다.

이와 같은 사정은 「고등교육법」에서도 크게 다르지 아니하다. 「고등교육법」 제14조는 강사, 조교수, 부교수, 교수 등 교원과 함께 행정직원 등 직원과 조교를 교직원으로 하여 학교의 주된 인력으로 명시하고 있다. 또한 「초·중등교육법」 제22조와 유사한 조항으로는 ‘겸임교원 등’이라는 제목을 갖고 있는 동법 제17조가 있다. 동조는 교원 외에 명예교수·겸임교원 및 초빙교원 등을 두어 교육이나 연구를 담당하게 할 수 있는 여지를 더하고 있다. 다만, 자격 등의 요건과 관련된 논의는 「초·중등교육법」과 크게 다르지 아니하다.

다. 현행법적 측면에서 인간교사가 활용하는 보조수단으로서 인공지능(AI)

인공지능(AI) 교사가 인간교사를 보조하는 역할을 수행하는 주체로 자리매김한다고 할 때, 관련된 법령은 다시 크게 두 가지 영역으로 나누어 볼 필요가 있다. 하나는 직접적인 교수·학습활동이 이루어지는 ‘수업’을 중심으로 보조하는 역할이며, 다른 하나는 행정 등 직접적인 교육활동 외의 활동에 대한 보조 역할이다.

1) 교육활동의 보조자로서 인공지능(AI) 교사

현행 「초·중등교육법」을 토대로 인공지능(AI)을 수업에 활용할 수 있는 근거를 찾으라고 하면 일차적으로는 동법 제24조 제3항을 들 수 있다. 즉, 「초·중등교육법」 제24조는 일반적인 교실에서 교사와 학생 간의 대면 수업을 전제로 법적 수업을 규율하면서 제3항에서 교육상 필요한 경우에 학교의 장이 ‘현장실습 운영 등 학교 밖

에서 이루어지는 활동'과 함께 '방송·정보통신 매체 등을 활용한 원격수업'을 할 수 있도록 하고 있다. 최근에 제4차 산업혁명을 이끄는 새로운 기술의 급격한 발달과 함께 코로나19 사태를 겪으면서 단순한 원격, 온라인, 디지털 교육을 넘어서는 보다 다양하고 혁신적인 매체를 활용한 원격수업에 대한 필요성과 요구가 크게 나타나고 있지만, 현재는 보다 직접적인 규정 없이 동조를 통해 관련된 법적 요구를 감당하여야 하는 형편이다. 다행히도 이와 같은 '방송·정보통신매체 등을 활용한 원격수업'의 경우, 구체적인 사항은 교육부장관이 정하는 범위에서 교육감이 정하게 되어 있는바, 더욱 탄력적인 적용이 가능할 수도 있다. 「고등교육법」의 경우에는 제22조가 「초·중등교육법」 제24조와 같이 '방송·정보통신 매체 등을 활용한 원격수업'에 관하여 규정하고 있다.

한편, 인공지능(AI)을 전통적인 관점에서의 단순한 교구로 인식할 경우에는 「고등학교 이하 각급 학교 설립·운영 규정」 제8조의 규정에 따라 구비 조건과 관련된 구체적인 기준 등을 교육감 고시로 정하도록 한 규정을 기반으로 하게 될 것이다.

아울러 인간교사가 학생들에 대한 교육활동을 함에 있어서 자발적으로 비공식적으로 AI를 통하여 학습자를 분석하고 맞춤형 과제를 부여하며 채점·평가 및 리포트 작성 등 일련의 과업을 수행함에 있어서는 특별한 법령이 필요하지 않는다고 할 것이다. 이와 같은 일들은 인간교사가 자신의 과업을 본인의 선택과 책임하에서 자율 재량에 맞게 AI를 활용하는 것이기 때문이다.

그런데 이와 같은 현행법의 태도는 「교육기본법」 제23조가 “국가와 지방자치단체는 정보화교육 및 정보통신매체를 이용한 교육을 지원하고 교육정보산업을 육성하는 등 교육의 정보화에 필요한 시책을 수립·실시하여야 한다.”라고 규정함으로써 정보통신매체와 같은 혁신적인 교육 매체들을 적극적으로 활용하고 관련된 산업을 육성하여야 할 책무를 부여하였음에도 불구하고 그 책무에 소극적이라는 비판을 피하기 힘들어 보인다.

2) 행정 등의 보조자로서 인공지능(AI) 교사

사실 현시점에서 인간교사들이 인공지능(AI) 교사에 더 많은 도움을 기대하는 영역은 직접적인 교수·학습 영역보다는 교육행정 및 교육서비스 지원 영역이 될 것이다. 출결 등 학사행정, 예·결산 및 지출결의, 시설 및 교구 활용·관리, 장학, 인사, 조직 등 각종 교육행정 업무 그리고 단순한 학생·학부모 민원 처리 등 교육서비스 지원 업무를 인공지능(AI) 교사의 도움을 받게 된다면 더욱 신속하고 정확하게 처리하고 절약한 시간을 학생들을 위한 보다 직접적인 교육활동을 위하여 투입할 수 있다는 것이다.

그런데 이와 관련된 특별한 법적 기반은 찾아보기 어렵다. 다만, 「교육기본법」 제

23조의2는 ‘학교 및 교육행정기관 업무의 전자화’라는 타이틀 아래에 “국가와 지방자치단체는 학교 및 교육행정기관의 업무를 전자적으로 처리할 수 있도록 필요한 시책을 마련하여야 한다.”라고 규정하고 있는바, 직접적으로는 NEIS(교육행정정보시스템)에 관한 조항이지만, 간접적으로는 인공지능(AI)을 통한 교원들의 행정업무 경감을 위한 시책의 근거 조항으로도 활용될 수 있을 것이다. 관련하여 「초·중등교육법」 제30조의4는 ‘교육정보시스템의 구축·운영 등’에 관하여 제30조의5는 ‘정보시스템을 이용한 업무처리’, 제30조의6은 ‘학생 관련 자료 제공의 제한’, 제30조의7은 ‘정보시스템을 이용한 업무처리 등에 대한 지도·감독’에 관하여 각각 규정하고 있다. 또 이와 관련된 하위 법령으로 「유아교육정보시스템 및 교육정보시스템의 운영 등에 관한 규칙」이 교육부령으로 마련되어 있다.

라. 기타 교육법 외 영역에서의 관련 규정 현황

현재 ‘인공지능’이라는 단어를 법명(法名)에 담고 있는 국가 수준의 법규명령은 없다. 자치법규 수준에서도 광역 단위에서는 광주광역시 1곳, 기초단위에서는 경남 창원시와 충남 태안군 등 2곳이 ‘인공지능(AI) 산업 육성 및 지원 조례’를 각각 마련하고 있을 뿐이다. 특히, 광주광역시 조례는 ‘인공지능’을 “인간의 지능이 가지는 학습, 추론, 지각, 자연언어 이해 등의 기능을 전자적 방법으로 구현하는 소프트웨어나 컴퓨터시스템, 그 밖의 장치”로, ‘인공지능기술’을 “인공지능의 개발, 제작, 생산, 운영 또는 관리 등에 적용되는 기술”로 정의한 후, 이와 같은 인공지능 산업의 육성 및 지원에 필요한 기본계획 수립, 위원회의 설치·운영, 기금 설치 등에 관하여 규정하고 있다.

반면에 로봇과 관련해서는 「지능형 로봇개발 및 보급 촉진법」이 지난 2008년에 제정된 바 있다. 특히 동법 제2조는 원래 ‘지능형 로봇’을 “외부환경을 스스로 인식하고 상황을 판단하여 자율적으로 동작하는 기계장치”로 규정하고 있었는데, 지난 2018년 6월 개정을 통하여 여기에 ‘기계장치의 작동에 필요한 소프트웨어를 포함’하도록 하였는바 사실상 인공지능을 아우르는 개념으로 변화한 것으로 볼 수도 있다. 동법은 원래 로봇산업의 지속적 발전을 위한 기업들의 지원에 초점이 있으나, “지능형 로봇윤리현장”을 ‘지능형 로봇의 기능과 지능이 발전함에 따라 발생할 수 있는 사회질서의 파괴 등 각종 피해를 방지하여 지능형 로봇이 인간의 삶의 질 향상에 이바지 할 수 있도록 지능형 로봇의 개발·제조 및 사용에 관계하는 자에 대한 행동지침을 정한 것’으로 정의하고, 이와 같은 윤리현장 제정을 정부의 책무로 규정하고 있는 것과 같이 지능형 로봇의 건전한 활용에도 관심을 두고 있다.

한편, 지난 2020년 6월에 기존 「국가정보화 기본법」이 「지능정보화 기본법」으로 전면 개편되었는데, 이로써 우리나라에서도 인공지능 시대를 대비하는 법적 기반이 마련되었다는 평가가 있다. 동법에서는 지능정보기술을 다음과 같이 규정하고 있다.

「지능정보화 기본법」

제2조(정의) 이 법에서 사용하는 용어의 뜻은 다음과 같다.

4. “지능정보기술”이란 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 기술 또는 그 결합 및 활용 기술을 말한다.
 - 가. 전자적 방법으로 학습·추론·판단 등을 구현하는 기술
 - 나. 데이터(부호, 문자, 음성, 음향 및 영상 등으로 표현된 모든 종류의 자료 또는 지식을 말한다)를 전자적 방법으로 수집·분석·가공 등 처리하는 기술
 - 다. 물건 상호간 또는 사람과 물건 사이에 데이터를 처리하거나 물건을 이용·제어 또는 관리할 수 있도록 하는 기술
 - 라. 「클라우드컴퓨팅 발전 및 이용자 보호에 관한 법률」 제2조제2호에 따른 클라우드컴퓨팅기술
 - 마. 무선 또는 유·무선이 결합된 초연결지능정보통신기반 기술
 - 바. 그 밖에 대통령령으로 정하는 기술

아울러 동조 제6호는 ‘지능정보사회’를 “지능정보화를 통하여 산업·경제, 사회·문화, 행정 등 모든 분야에서 가치를 창출하고 발전을 이끌어가는 사회”로 정의하고 있는데, 제3조는 다시금 아래와 같이 지능정보사회 기본원칙을 구체적으로 제시하고 있다.

「지능정보화 기본법」

- 제3조(지능정보사회 기본원칙) ① 국가 및 지방자치단체와 국민 등 사회의 모든 구성원은 인간의 존엄·가치를 바탕으로 자유롭고 개방적인 지능정보사회를 실현하고 이를 지속적으로 발전시킨다.
- ② 국가와 지방자치단체는 지능정보사회 구현을 통하여 국가경제의 발전을 도모하고, 국민생활의 질적 향상과 복리 증진을 추구함으로써 경제 성장의 혜택과 기회가 폭넓게 공유되도록 노력한다.
 - ③ 국가 및 지방자치단체와 국민 등 사회의 모든 구성원은 지능정보기술을 개발·활용하거나 지능정보서비스를 이용할 때 역기능을 방지하고 국민의 안전과 개인정보의 보호, 사생활의 자유·비밀을 보장한다.
 - ④ 국가와 지방자치단체는 지능정보기술을 활용하거나 지능정보서비스를 이용할 때 사회의 모든 구성원에게 공정한 기회가 주어지도록 노력한다.
 - ⑤ 국가와 지방자치단체는 지능정보사회 구현시책의 추진 과정에서 민간과의 협력을 강화하고, 민간의 자유와 창의를 존중하고 지원한다.
 - ⑥ 국가와 지방자치단체는 지능정보기술의 개발·활용이 인류의 공동발전에 이바지할 수 있도록 국제협력을 적극적으로 추진한다.

한편 동법 제14조는 공공지능정보화의 추진에 관하여 규정하고 있으면서 국가기관등으로 하여금 공공서비스의 지능정보화를 도모하고 국민 편익 증진 등을 위하여 부문별 소관 업무에 대한 지능정보화를 추진하도록 의무화하고 있는데, 그 영역 중 하나로 '교육'을 열거하고 있다. 따라서 교육 부문에 있어서 공공지능정보화는 선택이 아닌 법적 의무라고 할 수 있다.

그밖에 「소프트웨어산업 진흥법」과 「정보통신 진흥 및 융합 활성화 등에 관한 특별법」(정보통신융합법)도 있다. 먼저, 「소프트웨어산업 진흥법」은 “소프트웨어 산업 발전의 기반을 조성하고 소프트웨어산업의 경쟁력을 강화함으로써” 국민생활과 국민경제의 발전에 기여하기 위해 제정되었다. 이 법은 다양한 소프트웨어 산업을 진흥하기 위한 조항들을 가지고 있으며, 전통적 산업진흥 방식과 유사한 공공 소프트웨어 사업에 초점을 두고 있다. 「정보통신 진흥 및 융합 활성화 등에 관한 특별법」(정보통신융합법)도 인공지능이 다양한 기술과 융합되어 활용될 수 있다는 점을 고려하면 관련법으로 볼 수 있다. 다만, 이와 같은 법들은 진흥법적인 성격상 인공지능 규제 법령으로 활용하기에 어려울 것으로 보인다(이보연, 2019: 21).

아직 입법화되지는 못하였지만 관련하여 국회에 발의된 법안들도 다수 있다. 먼저, 지난 20대 국회에서는 이상민의원 대표발의한 「인공지능 기술개발 및 산업 진흥에 관한 법률안」, 김경진의원 대표발의한 「인공지능산업 진흥에 관한 법률안」 그리고 정세균의원 발의한 「디지털기반 산업 기본법안」, 최연혜의원의 「제4차 산업혁명 촉진 기본법안」 등이 있었는데 모두 임기만료 폐기되었다.

현 21대 국회에는 「인공지능 연구개발 및 산업 진흥, 윤리적 책임 등에 관한 법률안」(이상민의원 대표발의, 2020.07.13. 의안번호 2101823), 「인공지능산업 육성에 관한 법률안」(양향자의원 대표발의, 2020.09.03. 의안번호2103515), 「인공지능 집적 단지의 육성에 관한 특별법안」(송갑석의원 대표발의, 2020.10.19. 의안번호 2104564), 「인공지능 기술 기본법안」(민형배의원 대표발의, 2020.10.29. 의안번호 2104772), 「인공지능교육진흥법안」(안민석의원 대표발의, 2021.05.17. 의안번호 2110148), 「인공지능 육성 및 신뢰 기반 조성 등에 관한 법률안」(정필모의원 대표발의, 2021.07.01. 의안번호 2111261), 「인공지능에 관한 법률안」(이용빈의원 대표발의, 2021.07.19. 의안번호 2111573) 그리고 양정숙 의원이 지난 3월 8일에 대표발의한 「4차산업혁명 기본법안」 등이 있다.

이와 같이 인공지능의 발달 및 활성화 등과 관련하여 이에 맞춘 법제 정비의 필요성 요구도 최근에는 많이 대두되고 있다. 특히, 윤리의 수준을 넘어 인공지능이 기계·로봇과 본질적으로 다르다는 점에서 'AI로봇법', 'AI법' 등과 같은 새로운 법적

규제가 필요하다는 주장이 있다. 이러한 새로운 법적 규제의 필요성은 신기술의 등장은 이를 규제할 수 있는 새로운 법체계를 본질적으로 필요로 한다는 점에서 대두되는 경향이 크다. 다만, 신기술이 등장할 때마다 새로운 법체계가 필요한가에 대하여 회의를 보이면서 특히, 인공지능(AI)도 기본적으로는 하나의 제조물로서 다른 제조물들과 법적으로 차이가 있을 수 없다는 주장도 없지 않은 것이 사실이다. 아래에서는 인공지능(AI)의 입법화와 관련된 요구들을 간단히 정리한다.

○ 규제 혁신

정부는 “AI 시대가 도래하였으나 현행 규제와 新기술 간 괴리, AI 확산에 대응하는 기본원칙 및 각 분야별 규율체계 부재로 혁신의 지체 우려가 있으며, 특히 AI는 향후 국가 사회 전반에 걸쳐 큰 파급효과를 미칠 것으로 예상되는바, 종합적인 규제 혁신 전략이 요구”된다고 한 바 있다(관계부처 합동, 2019: 19). 또한, 후술할 인공지능(AI)과 관련된 다양한 가이드라인은 윤리적 AI 시스템의 개발을 지원하기 위한 것으로 기업의 사회적 책임을 실현하는 도구로서 역할을 할 뿐 구속력을 갖지 않는다는 한계는 있지만, 기본권 침해, 보안, 프라이버시 보호 등 기존 법규제의 공백을 분석하되 산업 혁신을 고려해 규제를 위한 입법은 신중한 접근이 필요하다(유재흥·추형석·강송희, 2021: 16)는 주장도 설득력 있게 제기되고 있음 또한 사실이다.

○ 개인 정보 및 프라이버시의 보호 규정

인공지능과 관련된 법적 정비 조치 중 하나로 강조되는 것이 개인정보, 프라이버시 등의 보호를 위한 법적 조치이다. 인공지능의 개발은 알고리즘을 통한 자동화된 학습 결과에 대해 인간의 통제 및 검증의 구축을 전제로 함과 동시에 ‘개인정보보호’를 기반으로 하여야 하기 때문이다. 뒤에서 제시할 EU의 「로봇공학에 관한 민법 규칙」도 제14조에서 전통적으로 보호받는 사적인 영역에 로봇과 인공지능이 배치되어 있기 때문에 **비밀성**에 중대한 위협이 되고 있으며, 그들은 개인적인 민감한 정보를 추출하여 보낼 수 있기 때문에 로봇에 특별한 주의를 기울여야 한다고 밝히고 있다(심민석, 2019: 57).

○ 저작권 보호

인공지능 기술을 활용한 창작물 등의 저작권과 같은 권리 보호 관계에 대한 법적 조치가 필요하다는 주장도 있다. 반면에 EU의 「로봇공학에 관한 민법 규칙」은 지적재산권과 데이터의 흐름과 관련하여 특별한 조항을 두지 않고 있으며 일반데이터보호규정과 필요성 및 비례의 원칙에 일치되게 보장할 것을 규정하고 있다(심민석, 2019: 58).

○ 책임 규정

기술의 개발과 활용을 통제하고 규제할 수 있는 법규가 아직 존재하지 않기에, 새로 만들어질 기본법은 인공지능기술의 투명성과 책임성을 확보하는 데 중점을 둬야 한다(이보연, 2019: 30). 특히, 인공지능 기술에 의한 사고 발생 시에 그 책임 소재를 명확히 하는 법적 조치가 필요하다고 한다. 이와 같은 책임 규정과 관련하여 우선은 인공지능의 개발자·사용자 및 인공지능 자체에 높은 수준의 사전예방 원칙을 준수할 것을 의무화하지만 여기에 그치지 않고 권리 침해 행위에 대한 사후적 처벌 및 배상 체제도 구축해야 한다. 즉, 법률상 강행규정을 통한 금지·무효 규정 등 기존 과실책임 원칙 및 법적 안전성 확보를 위한 기준 제시도 필요하다고 한다. 그리고 여기서 법률상 강행규정이란 인권침해 가능성의 사전적 금지, 과실책임주의의 유지, 손해배상액 예정 등 제3자 책임의 제한, 보험가입의 강제 등을 말한다(한지영·김지은, 2019: 35). 관련하여 EU의 「로봇공학에 관한 민법 규칙」은 로봇으로 인한 피해에 대한 책임을 규율하는 법적 해결책을 제시할 것을 요구하고 있는데 예를 들어 보상기금의 설립, 엄격하고 비례성을 갖춘 책임 기준, 손해에 대한 배상을 책임질 의무보험제도(compulsory insurance scheme)의 설립, 로봇에게 등록번호를 비롯해, 장기적 관점에서 ‘특별한 법적 지위’를 부여할 필요성 등을 언급하고 있다(이보연, 2019: 17).

2. 인공지능 교사의 교육적 활용의 한계와 쟁점

인공지능(AI) 교사가 행정업무를 중심으로 한 일상적인 반복 업무의 대체를 통해 인간교사의 업무 부담을 상당 부분 감소시켜 줄 것이라는 점과 관련해서는 쟁점이 그다지 없다. 아울러 학생 및 학부모들과의 교류 영역에서도 인간교사의 부담을 덜어 줄 것으로 기대되지만 그 수준과 정도에 있어서는 다소 간의 쟁점이 있는 것이 사실이다. 교류 과정에서 불가피하게 소위 인간관계라고 하는 문제가 개입될 수 있는 여지가 있기 때문이다.

이것은 일본 내각부가 발표한 ‘인간 중심의 AI 사회 원칙’ 중 하나로 ‘인간중심의 원칙’을 제시하면서 “AI는 인간의 노동 일부를 대체하거나, 고급 도구로서 인간을 보조하여 인간의 능력과 창의력을 확장”하는 것을 강조한 것(한지영·김지은, 2019: 20)에서도 확인할 수 있다. 즉, 인공지능(AI) 교사는 고급도구로서 인간교사를 보조하고 인간교사의 일부 역할을 대체하는 것일 뿐 전적으로 대체할 수 없는 것이다. 따라서 인공지능(AI) 교사의 판단 기준과 그 이유를 인간교사가 쉽게 이해할 수 있도록 함으로써 최종 판단은 인간교사의 몫이 되도록 함과 함께 그 책임도 인간교사

가 지도록 하는 것은 매우 중요하다.

인공지능을 활용한 지식 전달 효율이 높아질수록 학교와 교사는 고유의 역할을 개발하고 그에 집중할 필요가 있다. 특히 교사에게는 수업자료를 찾는 일보다 수업 기획 그리고 학생과의 유대감 형성, 학생 정서 관리 등이 더욱 요구될 것이다. 반면 학생은 학습환경 자유도가 높아짐에 따라 자기주도학습 능력이 교육격차의 핵심으로 부상하게 될 것이다(관계부처 합동, 2020.11: 8). 이와 같은 관점에서 교육에 있어서 AI가 인간을 대체하는 것보다 더 큰 관심 사항은 인간의 고유능력에 AI능력이 더해진 ‘인간+AI협업’이며, 따라서 AI요구되는 것이 더 정확·신속한 효율성이라면 인간에게 요구되는 것은 더 인간적인 그리고 인간만의 특성이며, 갈수록 더 주목받는 것은 ‘사람에 대한 이해와 인간 고유의 창의성’임(관계부처 합동, 2020.11: 4-5)을 잊어서는 아니 될 것이다.

이와 관련하여 EU의 「로봇공학에 관한 민법 규칙」은 제50조에서 로봇공학 기술의 발전은 예측가능성(predictability)과 지향성(directability)이라는 두 가지 핵심의 상호의존관계에 기반을 둔 인간과 로봇의 공동 작업에 필요한 공통기반에 대한 이해를 더 필요로 한다는 것에 유의하며, 이 두 가지 상호의존관계는 사람과 로봇이 공유해야 할 필요가 있는 정보가 무엇인지와 사람과 로봇 간의 원활한 공동 작업을 가능하게 하기 위한 인간과 로봇 간의 공통기반을 어떻게 달성할 수 있을지를 결정하기 위해 중요하다고 지적하고 있다(심민석, 2019: 63).

특히, 인공지능의 가능성 중 예측기능의 중요성은 큰데 이러한 예측기능은 기존의 컴퓨터 알고리즘으로는 구현하기 어려웠던 임무를 가능케 하기 때문이다. 즉, 이러한 예측기능으로 인해 인공지능은 보다 지능적이라고 여겨지는 영역에서 인간 대신 판단하는 일을 수행할 수 있게 되고, 인간의 개입 없이 오로지 인공지능의 판단과 예측에 의하여 주요한 의사결정이 이루어지고 있는 실정이다(한국4차산업혁명정책센터, 2019: 9). 다만, 이러한 예측기능은 하늘에서 갑자기 부여된 것이 아니고, 인간이 만든 알고리즘에 의존하며 더욱이 이를 가능하게 하는 딥러닝이 인간이 제공한 학습 데이터로부터 시작된다는 점에서 예측기능의 한계와 쟁점을 생각하지 않을 수 없다.

특히, 이러한 인공지능 기술의 발달과 대중화는 자칫 이용자를 소외시키거나 대상 화할 우려가 있다. 특히, 이용자의 감각과 인식을 더 오래 붙잡아 두려하는 인공지능의 기술적 속성에 의해 취약계층은 더 쉽게 인공지능 기술의 영향에서 자유롭지 못하게 될 것이다. 인간의 지적 능력을 대신하는 인공지능의 특별함으로 인해 취약계층은 인공지능 기술을 더 많이 맹신하고 의존하게 되는 상황에 처할 수 있기 때문이다. 실제로 2012년 페이스북이 실시했던 감정조작 실험의 경우처럼 기술은 언제든지

인간을 구속하고 조종하려는 욕망을 갖고 있으며 취약계층이 이러한 상황에 훨씬 더 취약하다고 할 수 있다(김봉섭, 2021: 7-8). 이러한 경향은 교육 영역에서도 예외는 아니며 특히 미성년자를 대상으로 하기에 그 영향은 더욱 클 수밖에 없다.

참고로 인공지능 기술이 교사역할을 수행하도록 고안된 가상의 AI 교사에 대한 초·중·고생의 인식 조사(박종향·신나민, 2017: 186-188)에서 “AI 교사가 인간교사를 대체하는 것에 대하여 응답자의 59%가 부정적이었으며 특히, 상담, 교장, 돌봄, 음악, 체육 과목의 경우는 다른 과목에 비하여 상대적으로 AI 교사가 대체하기 어렵다고 응답하였다. 또한, 장점으로는 ‘정보 및 지식전달에 효과적’, ‘학생을 공평무사한 태도로 대우’, ‘재미에 대한 기대’, ‘기계의 편리함’이 꼽혔고, 단점으로는 ‘인간과 같은 감정이 없음’, ‘부적합한 교육영역의 존재’, ‘기계사용의 부작용’이 언급되었다. 한편, 학습보조 도구로서 AI에 대한 학생들의 요구는 ‘맞춤형 학습 지원’, ‘구조화된 학습콘텐츠 제공’, ‘친절한 튜터링’의 세 가지로 주제로 파악되었다(박종향·신나민, 2017: 186-188).

한편, 인공지능(AI) 교사의 강점이 부각되면서 그 활용 영역과 수준과 관련된 숙제와 도전에 직면하고 있는 인간교사의 대응 방법과 관련하여 인간변호사가 인공지능(AI) 변호사에 대응하는 방법은 나름대로 의미 있는 시사점을 줄 수 있다. 법률 영역의 경우에서도 인공지능(AI)이 강력한 예측 서비스를 내놓아 법률전문가들의 역할을 위협하는 것과 같아도 그 한계 또한 명확하여 인간 법률전문가의 위상은 크게 달라지지 않을 수 있다는 것이다.

관련하여 김한가희(2020)는 인간변호사가 AI(변호사)에 대응할 수 있는 방식을 다음과 같이 제시하고 있다. 즉, 1) 비껴서는 방식에 따른 대응, 2) 안으로 파고들거나 틈새로 움직이는 방식에 따른 대응, 3) 위로 올라서거나 앞으로 나아가는 방식에 따른 대응이 그것이다.⁵⁾

<p><비껴서는 방식에 따른 대응> -이 방식은 정보수집과 그에 따른 결론은 AI가 내도록 하고, 인간 변호사는 고객에 이러한 결론을 알아듣기 쉽게, 또는 감정적으로 받아들이지 못하는 결론이라도 잘 받아들일 수 있게 고객을 설득하는 일을 맡는 방식이다.</p> <p><안으로 파고들거나 틈새로 움직이는 방식에 따른 대응> -안으로 파고드는 방식은 AI 기술 내 자동 의사결정에 관여해서 시스템을 이해, 감시함과 더불어 개선하는 방식이다.</p>
--

5) 이와 같은 구분은 전자상거래 구축 기업인 아라타나의 임원이자 작가인 ‘노구치 류지’가 선보인 AI 기술에 대응하는 방식에 착안하였다고 한다.

-틈새로 움직이는 방안은 현재의 분야에서 전문 영역을 찾는 것이다. 범위가 너무 한정되어 아무도 자동화를 시도하지 않는 영역이거나 자동화로 인한 경제적 실익이 전혀 없을 것 같은 영역에서 움직이는 것이다.

<위로 올라서거나 앞으로 나아가는 방식>

-위로 올라서는 방식은 자동화 시스템보다 더 높은 곳으로 올라가는 방식으로, 너무 복잡하고 광범위해서 컴퓨터가 감당하기에는 벅찬 큰 시야와 판단력이 요구되는 영역에 종사하는 방식이다

-앞으로 나아가는 방식은 특정 영역에서 기계의 결정과 행동을 지원하는 새로운 시스템과 과학기술을 개발하여 법률서비스의 영역을 확장하는 방식이다.

출처: 토머스 대븐포트, 2017; 김한가희, 2020, pp.20-22. 재인용.

또한, 정부는 인공지능 시대 교육정책의 비전으로 “인간다움과 미래다움이 공존하는 교육 패러다임 실현”을 제시하고 다름과 같은 교육정책의 3대 방향을 제시한 바 있다. 특히 이 3대 방향은 인공지능(AI) 시대 교육이 나아가야 할 길로 명칭하고 있다.

① 감성적 창조

- AI 출현으로 향후 기술발전을 가늠하기 힘든 상황에서 언제나 빛을 발할 수 있는 핵심역량 중심의 교육이 필수
- 우리의 삶을 기술에 점차 의존하고 위탁할수록 인간성, 윤리성 등 가치판단에 대한 철학적 사유가 중요
- 정해진 길을 찾아가는(path-finding) 것이 아니라, 자신만의 방식을 만드는(path-building) 인재가 필요

② 초개인화 학습환경

- 첨단기술을 교육 현장에 적극 도입하여, 한 사람 한 사람에게 집중하는 개별화 교육을 실현
- 개별화 교육은 교사와 인공지능의 협업으로 수준별 학습지원과 인간적 정서지원이 함께하는 방식으로 추진
- 필요한 학습자원이 범람하는 초개인화 시대에 평생 동안의 학습을 지속할 수 있는 원천은 자기주도성

③ 따뜻한 지능화 정책

- 데이터에 기반을 둔 정책의 주목적은 모두를 위한 교육의 실현이며, 보다 정확한 정책 처방을 발견하기 위함.
- 다양한 데이터 결합을 통한 정책개발 체계를 구축하는 한편, 데이터 결합·유통으로 인한 사회적 혼란을 대비하는 안전망 구축도 병행
- 디지털 도구 활용 확대를 통해, 실시간 학습데이터 등 보다 풍부한 교육 분야 데이터를 축적

출처: 관계부처 합동, 2020.11: 14.

3. 인간교사와 인공지능 교사의 협업에 따른 윤리 기준

가. 인공지능 윤리의 필요성

1) 인공지능의 위험

2014년 5월 영국 ‘인디펜던트지’ 기고문에서 물리학자 스티븐 호킹 박사, 노벨물리학상 수상자 프랭크 웰척 MIT 교수, 맥스 태그마트 MIT대 교수, 스텔러트러셀 UCB 교수 등 4명은 “인공지능이 인류 사상 최대 성과인 동시에 최후의 성과이자 인류의 재앙이 될 수 있다”고 주장하면서 인공지능 도입 단계부터 윤리에 관한 사전적 연구가 필요함을 강조한 바 있다(유정수 외, 2020: 54). 관련하여 한국4차산업혁명정책센터(2019)는 인공지능의 6대 위험을 편견과 차별, 개인의 자율성·의지·권리 보장 부정, 불투명·불명확·부정당한 결과, 사생활 침해, 사회적 관계의 고립과 붕괴, 낮은 수준의 결과로 보고한 바 있다.

한편, 우리 정부가 지난 2020년 12월 ‘사람이 중심이 되는 ‘인공지능(AI) 윤리기준’을 발표하면서, 인공지능 윤리 이슈 사례로 제시한 것들은 다음과 같다.

〈인공지능 윤리 이슈 사례〉

- (기술오남용) 유럽 한 에너지기업의 CEO는 영국 범죄자들이 AI를 활용해 정교하게 만든 모회사 CEO의 가짜 음성에 속아 22만 유로를 송금하는 피해(‘19.9)
- (데이터 편향성) 아마존의 인공지능 기반 채용시스템이 개발자, 기술 직군에 대부분 남성만을 추천하는 문제가 발생함에 따라 아마존에서 동 시스템 사용 폐기(‘18.10월)
- (알고리즘 차별) 인공지능 기반 범죄 예측 프로그램인 ‘COMPAS’의 재범률 예측에서 흑인 범죄자의 재범가능성을 백인보다 2배 이상 높게 예측하는 편향 발견(‘18.1월)
- (프라이버시 침해) 아마존 ‘알렉사’, 구글 ‘구글 어시스턴트’, 애플 ‘시리’ 등이 인공지능 스피커로 수집된 음성 정보를 제3의 외부업체가 청취하는 것으로 밝혀져 논란(UPI, ‘19.9)

출처: 관계부처 합동, 2020.12.23.:1.

이와 같은 인공지능의 위험과 관련하여 특히 놓쳐서는 안 될 것이 바로 인공지능의 불완전성(Artificial stupidity)의 문제다. 인공지능이 제공된 학습 데이터로 제대로 학습을 하였다고 하더라도 그러한 훈련 과정이 실제 세계의 가능한 모든 경우를 대비하긴 어려우며 그 결과, 암을 치료하는 임무를 수행하기 위해서 암 환자를 죽이는 방법을 택하는 것과 같이 인간이라면 도저히 할 수 없는 어리석은 행동을 할 수 있기 때문이다(한국4차산업혁명정책센터, 2019: 6). 따라서 전적으로 인공지능에 의

존하거나 지나친 힘을 부여해서는 아니 되고, 인공지능이 설계자의 의도대로 작동하는지를 끊임없이 확인하여야 안전성과 효율성을 보장할 수 있다. 이것이 보장되지 않으면 인공지능은 사악한 존재가 될 수 있다(한국4차산업혁명정책센터, 2019: 6).

또한, 인공지능 자체의 불완전성 외에 인공지능을 개발하고 사용하는 사람의 불공정 가능성도 중요 위험 중 하나이다. 이와 관련하여 퓨리서치센터의 조사(2018)에 따르면 응답자의 58%가 인공지능 등 컴퓨터 프로그램은 설계자의 편견이 반영되어 공정하지 않다고 인식하는 것으로 나타났다(김봉섭, 2021: 9).

인공지능이 실제 삶에 더 관여하고 영향력을 주면 줄수록 그 효용성 및 기대감과 함께 부정적 가능성에 대한 우려와 이에 대한 대비 필요성의 요구도 증가하는 것이 사실이다. 특히 인공지능이 교육 현장에 투입됨으로써 가져올 성과와 함께 예상하지 못한 법적·윤리적 우려 또한 같은 맥락에서 이해할 수 있다.

2) 교육현장에서의 인공지능(AI)의 위험

전술한 것과 같이 인공지능의 우려는 크게 세 가지 영역으로 구분하여 볼 수 있다. 하나는 인공지능 자체의 불완전성에 의한 한계 및 우려와 관련된 기계 윤리이며, 다른 하나는 인간이 인공지능을 활용하고 함께할 때 있어서의 개발자 또는 사용자·협업자로서 인간의 악용·오용에 대한 우려인 사람의 윤리이다. 그리고 또 다른 하나는 산업분야별 윤리의 문제이다(한지영·김지은, 2019: 3). 그런데 이러한 세 가지 영역의 우려를 공교육제도 하에서의 교육활동 관점에서 재구조화하면 보다 복잡해질 수 있다.

물론 현재 시점에서 인간교사와 인공지능 교사의 협업 관계에서 가장 쟁점이 될 수 있는 것은 첫 번째의 것으로 기술의 불완전성과 알고리즘 편향성(Bias), 학습 데이터의 부족 그리고 이로 인한 잘못된 학습 등에 의한 인공지능의 잘못된 판단이 학생들의 교육에 오히려 부정적인 영향을 가져올 수 있다는 우려이다. 특히, 학습용으로 활용되는 데이터가 고의 또는 과실로 인하여 특정 목적을 갖고 치우칠 때 인공지능은 그 스스로 이를 통제하지 못하기 때문에 질 못된 학습을 반복하고 그 결과 잘못된 판단을 가져올 수 있는 위험성을 이야기한다.

그러나 인공지능 교사와 협업 즉, 인공지능 교사를 실질적으로 활용할 인간교사들이 협업·활용의 범위, 정도, 한계 등을 엄격히 지키지 않으면서 오히려 학생의 이익에 해를 가져올 수도 있으며, 국가 및 지방자치단체 그리고 학교 등으로 대변할 수 있는 교육행정당국도 인공지능교사를 활용하고 인간교사와 협업하도록 함에 있어서 본질적 목적을 벗어나 그 편의성 등에 매몰되어 자칫 공권력에 의한 제도화된 오용을 가져올 수 있다는 우려 또한 없지 않다. 특히, 교육행정당국은 공공정책으로서

어떤 인공지능 기술을 허용하고 진흥할 것인지 또 어떤 응용기술을 제한하고 금지할 것인지 결정해야(이보연, 2019: 15)하기 때문이다. 또한, 인공지능 교사와 인간교사 그리고 교육행정당국을 실질적으로 연계시켜주는 개발자의 기술적·전문적 불안전성과 잘못된 가치판단에 의한 우려 또한 빠트릴 수 없는 것이 사실이다.

따라서 이러한 우려들을 보다 명확히 한 후 이러한 우려들이 현실화되지 않도록 그 대책들을 마련할 필요가 있으며, 그 노력의 핵심 중 하나가 신중한 법적·윤리적 원칙들을 마련해 두는 것이다. 즉, 인공지능 교사 제도의 준비 단계부터 시작하여 지속적인 확인과 성찰을 통하여 인공지능 교사와의 협업 제도가 그 목적에 반하거나 해가 될 수 있는 개연성이 있는 모든 것에 대하여 철저하게 대비하고 스스로 통제할 필요가 있다.

3) 인공지능 윤리의 의의

인공지능이 초래하는 여러 가지 문제를 해결하는 방안으로는 문제 발생 후의 사후적인 피해 구제책도 있지만, 사전에 예방할 수 있는 방안이 모색되어야 한다. 인공지능의 경우에는 자체의 자율성으로 인하여 개발 결과에 대한 최종적인 예측가능성과 통제가능성이 떨어지며 그 결과 자칫 큰 손해와 위기가 초래될 수도 있으므로 사후적 규제에 의지하기에는 큰 위험부담이 있기 때문에 더욱 그러하다. 즉, 법적 규범에 의한 사전예방책도 있지만, 인공지능의 개발 단계에서부터 사용단계까지의 전 과정에서 개발자 등이 준수하여야 할 여러 가지 당위적 조치의무를 일률적으로 규정하는 방안이 절실한데, 그것이 바로 인공지능 윤리 규범이다(한국4차산업혁명정책센터, 2019: 3). 특히, 이러한 윤리 규범은 관련 법규가 불확실할 경우 또는 기술발전의 속도를 법과 제도가 따라가지 못할 경우에도 우리사회가 지켜야할 가치와 함께 나아가야 할 방향을 제시해준다는 점에서 그 의의가 있다.

나. 인공지능 윤리의 전개

인공지능 윤리에 대한 논의는 크게 2가지 측면에서 이루어질 수 있다. 하나는 대상 중심의 논의이며, 다른 하나는 국가별 논의이다.

1) 대상 중심의 인공지능 윤리

대상 중심의 논의는 기계 중심, 인간 중심, 산업분야 중심으로 나누어 이루어진다. 첫 번째, 기계중심의 윤리는 주로 인공지능의 책무에 관한 것으로 ‘인공지능은 어떠한 해야 한다.’식의 기준이다. 이와 관련하여 선도적이며 대표적인 예가 아시모프의

로봇 원칙이다. ‘AI Ethics’ 또는 ‘The Ethics of AI’로 번역되는 ‘인공지능 윤리’라는 용어가 옥스퍼드대학의 닉 보스트롬과 엘리지 유드코프스키에 의해 처음 사용되었다고 알려지고 있지만, 용어가 아닌 그 내용은 그 이전인 아시모프의 로봇 원칙에서부터 시작된다고 볼 수 있다. 소설가 아이작 아시모프는 1942년 그의 소설 ‘런어라운드’에서 로봇3원칙을 처음으로 제시하였으며, 1985년에는 소설 ‘로봇과 제국’에서 추가적으로 0원칙을 포함시킨바 있다. 이 원칙들은 인공지능이 아닌 로봇을 그 내용으로 하고 있지만 실질적으로는 인공지능과 다르지 않은 것으로 평가된다.

〈아시모프의 로봇 원칙〉

- (0원칙) 로봇은 인류에게 위해가 가해지는 것을 방지하여서는 안 된다.
- (1원칙) 로봇은 인간에게 해를 끼치거나, 아무런 행동도 하지 않음으로써 인간에게 해가 가도록 해서는 안 된다.
- (2원칙) 제1원칙에 위배되지 않는 한 로봇은 인간의 명령에 복종해야한다.
- (3원칙) 제1, 2원칙에 위배되지 않는 한 로봇은 자신을 보호해야 한다.

출처: 한지영·김지은, 2019: 4.

두 번째는 인간 중심의 윤리이다. 인공지능 윤리는 사회의 가치를 수용하고 사회구성원들의 다양한 요구와 의사를 반영할 수밖에 없다는 맥락에서 인공지능 자체가 아닌, 우리 사회가 인공지능에 요구하는 인공지능 개발의 조건으로 개발자 등 참여주체들이 지켜야 할 규범이라고 보는 것이다(한국4차산업혁명정책센터, 2019: 10). 특히, 인공지능의 핵심이라 할 수 있는 알고리즘 또한 온전히 객관적으로만 움직이는 것이 아니라, 개발 목적에 따라 다양한 결과와 영향력을 가지고 올 수 있기에 더욱 그러하다(김한성 외, 2019: 62). 또한 개발자뿐만 아니라 공급자와 활용자의 윤리이기도 하다.

참고로 일본 총무성이 제시한 ‘AI 개발 가이드라인’은 편익증진, 위험억제, 이용자 수용성 향상 등 3개 기준에 따라 개발자에 대한 중요한 윤리적 지침 9가지를 다음과 같이 제시하고 있다. 특히, 여기서 이용자 지원의 원칙은 ‘이용자에게 선택의 기회를 적절히 제공하는 것이 가능하도록 배려’함을 더하여 사회적 약자들도 성별, 나이, 장애, 언어 등의 이유로 제약받지 않도록 유니버설 디자인 등을 고려하여야 함을 포함한다(한지영·김지은, 2019: 14).

〈일본 AI 개발 원칙〉

분류	원칙	세부내용
AI의 편익증진 및 AI 네트워크화 촉진	연계	AI 시스템의 상호접속성, 상호운용성에 유의
AI의 위험 억제	투명성	AI 시스템 입출력의 검증 가능성과 판단 결과의 설명 가능성에 유의
	제어 가능성	AI 시스템의 제어가능성에 유의
	안전	AI 시스템이 이용자와 제3자의 생명·신체·재산에 위해를 미치는 것이 없는 지 유의
	보안	AI 시스템의 보안에 유의
	프라이버시	이용자와 제3자의 프라이버시가 침해되지 않도록 유의
이용자의 수용성 향상	윤리	인간의 존엄과 개인의 자율을 존중하도록 유의
	이용자 지원	이용자에게 선택의 기회를 적절히 제공하는 것이 가능하도록 배려
	책임	개발자는 이용자를 포함한 이해관계자에 대한 책임을 완수하도록 노력

자료: AI 연구개발과 활용 촉진을 위한 'AI 개발 가이드라인(안)', 한국정보화진흥원.
출처: 한지영·김지은, 2019: 11.

세 번째, 산업분야별 인공지능 윤리와 관련해서 대표적인 예를 꼽는다면 자율주행 자동차와 관련된 예일 것이다. 이와 관련하여 독일 연방 교통·디지털인프라부는 지난 2017년 8월 에 세계 최초로 ‘자율주행 자동차 윤리 가이드라인’을 아래와 같이 발표한 바 있다.

〈독일 자율주행 자동차 윤리 가이드라인 주요 내용〉

- 인간의 생명 보호가 항상 최우선 순위이며, 사고가 예상된다면 다른 차량, 재산을 파괴하고 동식물 등 다른 생물에 피해를 주더라도 인간의 생명을 구하고 부상을 피해야 한다.
- 사고를 피할 수 없는 경우, 자율주행시스템은 생명에 대한 가치를 판단하고 선택하지 말아야 한다. 아이를 살리기 위해 노인을 죽이는 것과 같은 일은 할 수 없다. 연령, 설명, 인종, 장애 등에 대한 판단을 해소는 안 된다.
- 모든 것은 기록되어야 한다. 사고 발생 시 책임 소재가 확실할 수 있도록 블랙박스 같은 형태로 모든 데이터가 저장되어야 한다. 물론 운전자의 신원도 명확히 확인되어야 한다.
- 대기업이 사용자의 개인 정보를 불법으로 판매하거나 악용하는 것을 차단하기 위해서 운전자가 차량에서 수집되는 개인 정보를 완벽하게 통제할 수 있어야 한다.

출처: 한지영·김지은, 2019: 8.

2) EU 및 우리나라에서의 인공지능 윤리

먼저 EU의 인공지능 윤리 관련 문건은 크게 네 가지로 구분하여 볼 수 있다.

첫 번째가 2014년 9월, EU 집행위원회가 발표한 ‘로봇 규제에 관한 가이드라인’(Guidelines on Regulating Robotics)이다. 이 가이드라인은 2012년 3월부터 2014년 5월까지 진행된 ‘로보로(RoboLaw) 프로젝트’에 기반을 두고 있는 연구보고서에 가깝다. 이 가이드라인의 주요 내용 중 하나가 경우에 따라 로봇 관련 새로운 입법이나 규제가 필요할 수 있지만, 로봇이 특별하고 예외적으로 다뤄질 필요는 없다는 것이었다. 경우에 따라 새로운 해결책을 고안할 필요가 있을 수도 있지만 로봇에 대한 규제가 현재 존재하는 법적 영역과 본질적으로 다르지 않다고 본 것이다(이보연, 2019: 15). 그러면서 동 가이드라인은 로봇 및 인공지능과 같은 새로운 기술을 규제할 때 요구되는 윤리의 역할들을 제시하였다.

두 번째는 2017년 2월에 유럽의회가 발표한 ‘로봇에 관한 민사법 규칙’(Civil Law Rules on Robotics)⁶⁾이다. 이것은 유럽연합 집행위원회에 로봇, 인공지능과 관련해 민간 사용을 위한 법체계를 갖출 것을 요구하는 권고에 대한 결의안의 성격을 갖는다. ‘로봇에 관한 민사법 규칙’은 로봇과 인공지능 기술의 발달로 새로운 산업혁명으로 촉발될 새로운 시대의 문턱에서 있기에 이에 대비한 입법자의 역할이 필요하다고 밝히면서 특히 장기적으로 인공지능이 인간의 지능을 넘어설 가능성도 있으며 자동화된 알고리즘은 인간의 결정에 영향을 미칠 것이기에 이에 대비해 개인정보, 인간의 존엄성과 자율성, 자기결정권이 지켜져야 한다고 강조한다(이보연, 2019: 17).

세 번째는 2018년 4월 EU 집행위원회가 다시 발표한 ‘유럽을 위한 인공지능’(Artificial Intelligence for Europe)이다. 이것은 인공지능에 관한 포괄적인 정책 방향을 담고 있는데 1장은 신뢰할 만한 AI의 토대, 2장은 신뢰할 만한 AI의 실현, 3장은 신뢰할 만한 AI의 평가로 각각 구분되어 있으며, 3장의 경우에는 AI시스템의 개발·배치·이용 시 사용할 AI 평가 리스트를 도입·조정할 것을 권고하고 있다. 특히, 제1장에서는 기본권에 근거한 접근법에 따라, 윤리적이고 강력한 AI를 보장하기 위한 윤리 원칙, AI시스템의 개발과 배치, 사용에 있어서 존중되어야 할 관련 가치들을 제시하고 있는데, 첫 번째로는 인간의 자율성, 손해의 예방, 공정성과 설명 가능성이란 윤리 원칙을 지켜야 하며, 이러한 원칙들 간의 충돌가능성을 인식하고 다뤄야 하며, 두 번째로는 어린이, 장애인, 차별받거나 배제될 위험이 있는 취약 그룹과 관계된 상황이나, 고용주와 노동자, 또는 기업과 소비자 등 정보나 힘의 불균

6) 많은 경우에 「로봇시민법」으로 오역된 바 있다.

형으로 인한 상황에 특별한 주의를 기울여야 하고 세 번째로는 AI가 개인이나 사회에 실질적인 혜택을 가져올 수 있지만, 또한 특정한 위험이나 부정적인 영향(예상, 식별, 측정하기 어려운 영향)을 초래할 수 있음을 인정하고 이를 완화할 수 있는 수단을 동원해야 한다고 하였다(이보연, 2019: 18).

이후, EU 집행위원회는 2019년 4월에 ‘<신뢰할 수 있는 인공지능을 위한 윤리 가이드라인(Ethics Guidelines for Trustworthy Artificial Intelligence)>’을 다시금 발표하였다. 이 가이드라인은 적법성(Lawful: 모든 관련 법률 및 규정을 준수하고 합법적이어야 함), 윤리성(Ethical: 윤리적 원칙과 가치에 순응해야 함), 견고성(Robust: 좋은 의도로 설계된 AI 시스템도 의도치 않은 부작용이 있을 수 있으므로 기술적·사회적으로 견고해야 함)을 신뢰할 수 있는 인공지능의 3가지 구성요소로 제시한 바 있다(한지영·김지은, 2019: 23). 또한, 신뢰할 수 있는 인공지능으로 여겨지기 위한 7대 요구사항을 다음과 같이 제시하였다.

<표 Ⅶ-1> EU의 신뢰할 만한 AI의 7대 요구 사항

요구사항	내용
인간 행위자와 감독 (Human agency and oversight)	<ul style="list-style-type: none"> • AI 시스템은 인간의 자율성과 의사결정을 뒷받침하는 역할로 사용자의 주체성을 뒷받침함으로써 변성하고 평등한 민주주의 사회를 가능하게 하는 역할을 하고, 기본권을 증진하며, 인간의 감독을 허용해야 함 • 감독은 인간의 개입(HITL: human-in-the-loop), 인간의 감시(HOTL:human-on-the-loop), 인간의 명령(HIC: human-in-command)과 같은 거버넌스 체계를 통해 달성 가능 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <ul style="list-style-type: none"> △ HITL은 시스템의 모든 의사결정 주기에 인간이 개입할 수 있는 기능을 의미하며, 많은 경우 이는 가능하지도, 바람직하지도 않음 △ HOTL은 시스템의 설계 주기에 대한 인간의 개입과 시스템 운영에 대한 모니터링 기능을 의미 △ HIC는 AI 시스템의 전반적인 활동을 감시하는 기능과 (폭넓은 경제, 사회, 법률, 윤리적 영향을 포함한다) 특정 상황에서 시스템을 언제, 어떻게 사용할지 결정할 수 있는 능력을 의미 </div> <ul style="list-style-type: none"> • 인간이 AI 시스템에 대해 행사할 수 있는 감독권이 적을수록 보다 광범위한 시험과 엄격한 거버넌스가 요구
기술적 견고성과 안전성 (Technical robustness and safety)	<ul style="list-style-type: none"> • 공격에 대한 회복 탄력성과 시스템 에러 및 실패의 대체 계획, 일반적인 안전, 정확성, 신뢰성, 재현 가능성 포함 • 기술적 견고성은 AI 시스템의 개발에 있어 위험 예방을 위한 접근방식이 존재하고 의도한 대로 신뢰성 있게 작동하는 한편 의도치 않고 예상하지 못한 위해를 최소화하며 용인 불가능한 위해를 방지하는 방식으로 개발할 것을 요구 • AI 시스템의 의도치 않은 응용(예: 이중 용도 애플리케이션)과 악의

요구사항	내용
	<p>적 행위자에 의한 시스템 남용 가능성을 고려해 이를 완화, 방지하기 위한 조치를 취해야 함</p> <ul style="list-style-type: none"> · 인간의 신체적, 정신적 무결성도 보장 · AI 시스템은 문제 발생 시 대체 계획을 가능하게 하는 보호조치를 구비해야 함 · 시스템이 생명체 또는 환경에 위해를 가하지 않고 하도록 되어 있는 일을 할 것이라는 점을 반드시 담보해야 함 · 다양한 응용 분야에 걸쳐 AI 시스템의 이용과 관련된 잠재적 위험을 분명히 파악하고 평가하기 위한 절차를 수립
<p>프라이버시와 데이터 거버넌스 (Privacy and Data governance)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 개인정보 존중, 데이터의 질과 무결성, 데이터에 대한 접근성 포함 · AI 시스템이 시스템의 수명 주기 전체에 걸쳐 개인정보와 데이터 보호 보장 · 학습에 적합한 충분한 품질의 데이터 세트와 데이터의 무결성을 확보해야 함 · 사용되는 프로세스와 데이터 세트에 대해 반드시 계획, 학습, 시험, 배포와 같은 각 단계에서 시험과 문서화가 이루어져야 하고 이는 자체적으로 개발했으나 다른 곳에서 인수한 AI 시스템에도 적용 · 개인 데이터를 다루는 조직에는 데이터 접근을 규율하는 데이터 프로토콜 확보
<p>투명성 (Transparency)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 추적 가능성, 설명 가능성, 의사소통 포함 · 데이터 수집과 라벨링, 사용되는 알고리즘을 포함하여 AI 시스템의 결정을 만들어 내는 데이터 세트와 프로세스는 가능한 최선의 표준에 맞게 문서화하여 추적 가능성과 투명성을 향상시켜야 함 · AI 시스템이 사람의 삶에 중대한 영향을 미치는 경우 AI 시스템의 의사결정 과정에 대해 적합한 설명을 요구할 수 있어야 함 · AI 시스템은 사용자에게 자신을 인간으로 표현해서는 안 되며, 인간은 자신이 AI 시스템과 상호작용하고 있다는 정보를 제공받을 권리를 갖음 · AI 관계자 또는 최종 사용자에게 AI 시스템의 역량(정확도 등)과 한계에 대해 알려야 함
<p>다양성, 차별 금지, 공정성 (Diversity, non-discrimination and fairness)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · 불공정한 편향의 방지, 보편적 설계, 이해관계자의 참여 포함 · 가능한 경우 수집 단계에서 파악할 수 있는 차별적 편향을 제거 · 시스템의 목적과 제약, 요구사항, 의사결정을 투명하고 분명한 방식으로 분석하고 다루는 감시 프로세스를 시행함 · 다양한 배경, 문화, 분야의 인력을 고용함으로써 의견 다양성 확보 · 사용자의 접근성 확보를 위해 특히 기업 대 고객의 영역에서 시스템은 사용자 중심적이어야 하며 연령, 성별, 능력, 장애에 관계 없이 모든 사람들이 AI 제품 또는 서비스를 사용할 수 있도록 보편적 설계 원칙을 고려해야 함 · AI 시스템을 개발하기 위해 수명 주기 전체에 걸쳐 시스템의 영향을 직접적 또는 간접적으로 받을 수 있는 이해관계자들과 협의하는 것이 바람직

요구사항	내용
사회적, 환경적 웰빙 (Societal and environmental well-being)	<ul style="list-style-type: none"> · 지속가능성과 환경 친화성, 사회적 영향, 사회와 민주주의 포함 · (친환경) 학습 과정에서의 자원 이용과 에너지 소비를 철저히 조사하고 보다 덜 해로운 선택을 하는 것 등을 통해 시스템의 개발, 배포 및 이용 과정과 공급 사슬 전체를 환경적 측면에서 평가할 필요 · 우리 삶의 모든 영역에서 (교육, 근로, 양육, 오락 등) 사회적 AI 시스템에 대한 전방위적 노출이 사람의 신체적, 정신적, 사회적 관계에도 영향을 미칠 수 있음을 고려해 시스템 효과를 면밀히 관찰 · AI시스템의 개발, 배포, 이용의 개인적 차원의 영향력뿐만 아니라 제도, 민주주의 등 사회적 관점에 대한 영향력 평가도 이루어져야 함
책임성 (Accountability)	<ul style="list-style-type: none"> · 감사 가능성, 부정적 영향의 최소화와 보고, 상충과 구제 포함 · AI 시스템의 개발, 배포, 이용 전후에 AI 시스템과 그 결과물의 책임성을 담보하기 위한 체계를 시행할 것을 요구 · 알고리즘, 데이터 및 설계 과정의 평가를 가능하게 해야 하나 (감사 가능성 확보) 이것이 사업 모델, 지식 재산의 공개를 의미하지는 않음 · AI 시스템의 잠재적인 부정적 영향력을 파악, 평가, 문서화, 최소화 · AI 시스템에 관한 적절한 우려사항을 신고할 때는 내부 고발자, 비정부조직, 노조 또는 기타 단체에 대해 정당한 보호가 제공 · AI 시스템과 관련이 있는 이해관계와 가치를 파악하고 충돌이 발생하는 경우 기본권을 포함한 윤리 원칙에 대한 위협성의 측면에서 상충 관계를 명시적으로 인정하고 평가해야 하며, 윤리적으로 용인 가능한 상충 관계를 파악할 수 없는 상황에서는 그러한 형태로 AI 시스템의 개발, 배포, 이용을 진행시켜서는 안 됨 · 부당한 악영향이 발생하는 경우 충분한 이용자 구제를 가능케 접근 체계 제공

출처: 유재홍·추형석·강송희. 2021: .8-10.

우리나라의 대표적인 인공지능(AI) 윤리와 관련해서는 지난 2018년 6월에 최종 확정안을 발표한 ‘지능정보사회 윤리가이드라인’ 즉, ‘Seoul PACT’가 있다. 동 가이드라인은 2016년부터 한국정보화진흥원과 민간단체인 정보문화포럼이 3년에 걸쳐 개발한 것으로 공공성, 책무성, 통제성, 투명성 등 4가지 공통원칙을 기반으로 개발자뿐만 아니라 공급자, 사용자를 위한 세부 지침을 포함하고 있다는 특징이 있다.

<대한민국 지능정보사회 윤리가이드라인 4대 공통원칙>
- 공공성(Publicness): 지능정보기술은 가능한 많은 사람들에게 도움을 주어야 하며, 지능정보기술에 의해 창출된 경제적 번영은 모든 인류의 혜택을 위해 광범위하게 공유되어야 한다.
- 책무성(Accountability): 지능정보기술 및 서비스에 의한 사고 등의 책임 분배를 명확히 하고, 안전과 관련한 통제장치 마련 등 사회적 의무를 충실히 수행해야 한다.

- 통제성(Controllability): 지능정보기술 및 서비스에 대한 인간의 제어가능성 및 오작동에 대한 대비책을 미리 마련해야 한다.
- 투명성(Transparency): 기술 개발, 서비스설계, 제품기획 등 의사결정 과정에서 이용자·소비자·시민 등의 의견을 반영하도록 노력해야 하며, 이용단계에서 예상되는 위험과 관련한 정보를 공개·공유해야 한다.

출처: 한지영·김지은, 2019: 33.

그리고 2019년 12월에는 정부 관계부처합동으로 ‘인공지능 국가전략’을 발표한다. 이 문건은 “IT를 넘어 AI강국으로!”를 기치로 하여 ‘세계를 선도하는 인공지능 생태계 구축(인프라 확충, 전략적 기술개발, 과감한 규제혁신, 스타트업 육성)’, ‘인공지능을 가장 잘 활용하는 나라(인재양성 국민교육, 전 사업 AI도입, 디지털정부 대전환)’, ‘사람 중심의 인공지능 구현(포용적 일자리 안전만 구축, 역기능 방지 및 AI 윤리 마련)’ 등 3대 분야 9개 전략에 100대 과제를 제시하였다. 특히, ‘AI 윤리 정립’도 하나의 과제로 들어 있는데 우리나라가 주도적인 역할을 수행한 OECD AI 권고안의 후속조치 마련 등 AI 윤리 관련 국제적 논의를 선도하겠다는 것이었다. 특히, 글로벌 규범과 정합하는 AI 윤리기준 확립 및 실천방안 마련과 함께 향후 이용자 보호를 위한 중장기적 정책 수립 지원체계를 마련하는 한편, 학생·개발자·이용자(일반 국민) 등 대상별 AI 윤리교육 커리큘럼을 개발·보급할 계획임을 밝힌 바 있다(관계부처 합동, 2019: 44).

2020년 12월에는 정부 관계부처 합동이 학계·기업·시민단체 등 각계의 의견을 들어 작성한 ‘사람이 중심이 되는 인공지능(AI) 윤리기준’을 발표하기도 하였다. 이것은 인공지능이 지향하는 최고의 가치를 ‘인간성(Humanity)’으로 설정하고, 모든 인공지능은 ‘인간성을 위한 인공지능(AI for Humanity)’이어야 함을 명시하면서 이러한 인간성을 위한 인공지능을 위해 인공지능 개발에서 활용에 이르는 전 과정에서 고려되어야 할 기준으로 3대 기본원칙과 기본원칙을 실현할 수 있는 10가지 핵심요건을 제시하였다(관계부처 합동, 2020.12.23.).

<3대원칙>

① 인간 존엄성 원칙

- 인간은 신체와 이성이 있는 생명체로 인공지능을 포함하여 인간을 위해 개발된 기계제품과는 교환 불가능한 가치가 있다.
- 인공지능은 인간의 생명은 물론 정신적 및 신체적 건강에 해가 되지 않는 범위에서 개발 및 활용되어야 한다.
- 인공지능 개발 및 활용은 안전성과 견고성을 갖추어 인간에게 해가 되지 않도록 해야 한다.

② 사회의 공공선 원칙

<ul style="list-style-type: none"> ·공동체로서 사회는 가능한 한 많은 사람의 안녕과 행복이라는 가치를 추구한다. ·인공지능은 지능정보사회에서 소외되기 쉬운 사회적 약자와 취약 계층의 접근성을 보장하도록 개발 및 활용되어야 한다. ·공익 증진을 위한 인공지능 개발 및 활용은 사회적, 국가적, 나아가 글로벌 관점에서 인류의 보편적 복지를 향상시킬 수 있어야 한다. <p>③ 기술의 합목적성 원칙</p> <ul style="list-style-type: none"> ·인공지능 기술은 인류의 삶에 필요한 도구라는 목적과 의도에 부합되게 개발 및 활용되어야 하며 그 과정도 윤리적이어야 한다. ·인류의 삶과 번영을 위한 인공지능 개발 및 활용을 장려하여 진흥해야 한다.
<p><10대 핵심요건></p> <p>① 인권보장</p> <ul style="list-style-type: none"> ·인공지능의 개발과 활용은 모든 인간에게 동등하게 부여된 권리를 존중하고, 다양한 민주적 가치와 국제 인권법 등에 명시된 권리를 보장하여야 한다. ·인공지능의 개발과 활용은 인간의 권리와 자유를 침해해서는 안 된다. <p>② 프라이버시 보호</p> <ul style="list-style-type: none"> ·인공지능을 개발하고 활용하는 전 과정에서 개인의 프라이버시를 보호해야 한다. ·인공지능 전 생애주기에 걸쳐 개인 정보의 오용을 최소화하도록 노력해야 한다. <p>③ 다양성 존중</p> <ul style="list-style-type: none"> ·인공지능 개발 및 활용 전 단계에서 사용자의 다양성과 대표성을 반영해야 하며, 성별·연령·장애·지역·인종·종교·국가 등 개인 특성에 따른 편향과 차별을 최소화하고, 상용화된 인공지능은모든 사람에게 공정하게 적용되어야 한다. ·사회적 약자 및 취약 계층의 인공지능 기술 및 서비스에 대한 접근성을 보장하고, 인공지능이 주는 혜택은 특정 집단이 아닌 모든 사람에게 골고루 분배되도록 노력해야 한다. <p>④ 침해금지</p> <ul style="list-style-type: none"> ·인공지능을 인간에게 직간접적인 해를 입히는 목적으로 활용해서는 안 된다. ·인공지능이 야기할 수 있는 위험과 부정적 결과에 대응 방안을 마련하도록 노력해야 한다. <p>⑤ 공공성</p> <ul style="list-style-type: none"> ·인공지능은 개인적 행복 추구뿐만 아니라 사회적 공공성 증진과 인류의 공동 이익을 위해 활용해야 한다. ·인공지능은 긍정적 사회변화를 이끄는 방향으로 활용되어야 한다. ·인공지능의 순기능을 극대화하고 역기능을 최소화하기 위한 교육을 다방면으로 시행하여야 한다. <p>⑥ 연대성</p> <ul style="list-style-type: none"> ·다양한 집단 간의 관계 연대성을 유지하고, 미래세대를 충분히 배려하여 인공지능을

- 활용해야 한다.
- 인공지능 전 주기에 걸쳐 다양한 주체들의 공정한 참여 기회를 보장하여야 한다.
 - 윤리적 인공지능의 개발 및 활용에 국제사회가 협력하도록 노력해야 한다.
- ⑦ 데이터 관리
- 개인정보 등 각각의 데이터를 그 목적에 부합하도록 활용하고, 목적 외 용도로 활용하지 않아야 한다.
 - 데이터 수집과 활용의 전 과정에서 데이터 편향성이 최소화되도록 데이터 품질과 위험을 관리해야 한다.
- ⑧ 책임성
- 인공지능 개발 및 활용과정에서 책임주체를 설정함으로써 발생할 수 있는 피해를 최소화하도록 노력해야 한다.
 - 인공지능 설계 및 개발자, 서비스 제공자, 사용자 간의 책임소재를 명확히 해야 한다.
- ⑨ 안전성
- 인공지능 개발 및 활용 전 과정에 걸쳐 잠재적 위험을 방지하고 안전을 보장할 수 있도록 노력해야 한다.
 - 인공지능 활용 과정에서 명백한 오류 또는 침해가 발생할 때 사용자가 그 작동을 제어할 수 있는 기능을 갖추도록 노력해야 한다.
- ⑩ 투명성
- 사회적 신뢰 형성을 위해 타 원칙과의 상충관계를 고려하여 인공지능 활용 상황에 적합한 수준의 투명성과 설명 가능성을 높이려는 노력을 기울여야 한다.
 - 인공지능기반 제품이나 서비스를 제공할 때 인공지능의 활용 내용과 활용 과정에서 발생할 수 있는 위험 등의 유의사항을 사전에 고지해야 한다.
- 출처: 관계부처 합동. 2020.12.23.:4-5.

정부는 이와 함께 범정부 차원에서 「인공지능 법·제도·규제 정비 로드맵」을 마련하여 법·제도 정비방향(산업 진흥과 활용 기반 강화, 역기능 방지)과 함께 과기정통부, 산업부, 개보위, 공정위 등 관계부처 소관 30대 우선 과제를 도출한 바 있다(관계부처 합동, 2021: 11). 또한, 인공지능 윤리기준 실현과 수용성 향상을 위한 핵심 가치를 ‘인공지능 신뢰성’으로 보고, ‘사람이 중심이 되는 인공지능을 위한 신뢰할 수 있는 인공지능 실현 전략’을 3개 추진전략(1 신뢰 가능한 인공지능 구현 환경 조성, 2 안전한 인공지능 활용을 위한 기반 마련, 3 사회 전반 건전한 인공지능 의식 확산) 10대 과제(신뢰확보 체계, 민간 신뢰성 확보 지원, 원천기술 개발, 학습용데이터 신뢰성 제고, 고위험 인공지능 신뢰 확보, 인공지능 영향평가 추진, 신뢰 강화 제도

개선, 윤리교육 강화, 주체별 체크리스트 마련, 윤리 정책플랫폼 운영)로 제시한 바 있다. 특히, 여기서 인공지능 신뢰성의 주요 핵심요소를 안전, 설명가능, 투명, 견고, 공정으로 제시하였는바 윤리성과 크게 다르지 아니하다(관계부처 합동, 2021.05.13).

<표 VII-2> 인공지능 신뢰성(Trustworthiness)의 주요 핵심요소 및 의미

	주요 의미
안전 (Safety)	·인공지능의 판단·예측 결과로 인한 시스템 동작과 기능 수행이 사람과 환경에 악영향을 미치지 않도록 예방할 수 있는 상태
설명가능 (Explainability)	·인공지능의 판단·예측의 근거와 결과에 이르는 과정이 사람이 이해 가능한 방식으로 제시되거나, 문제 발생 시 결과 도출과정의 분석이 가능한 상태
투명 (Transparency)	·인공지능의 판단·예측 등 작동과정과 이를 구현하기 위한 구성 요소에 있어 이용자가 인지하고 확인·검사가 가능한 상태
견고 (Robustness)	·인공지능이 외부의 간섭 및 극한적인 운영 환경에서도 사용자가 의도한 수준의 성능 및 기능을 유지하는 상태
공정 (Fairness)	·인공지능이 데이터를 처리하는 과정에서 특정 그룹에 대한 차별이나 편향을 포함하는 결론을 도출하지 않도록 하는 기능성

출처: 관계부처 합동. 2021.05.13.: 3.

다. 공교육 현장에서 인공지능 윤리(안)

1) 원칙: 학습자 이익의 최우선 원칙

교육은 인간을 기르는 일로서 배움의 터에 나온 학생 하나하나가 지닌 가능성을 최선의 상태로 실현시켜 그들 각각을 더 온전히 성장시키는 것을 의도하는 것이기에 ‘인간의 삶의 방식 혹은 존재 방식을 향상시키는 일’이라고 말하는 것과 같이 교육은 ‘인간의 존재 자체에 영향을 미치는 일’이다(허병기, 2007: 362). 즉, 교육은 고유한 존엄체인 인간 한 명 한 명을 보다 온전한 인간으로 성장할 수 있도록 하는 활동이기에 이러한 교육을 담당하는 교원은 더 높은 수준의 윤리성과 도덕성 그리고 전문성을 가져야 한다. 특히 어렵고 힘든 길이지만 가르치는 자의 길은 하늘의 부름에 의한 것이라는 소명의식(召命意識)이야말로 교원으로서 가져야 할 윤리성의 근간이라고 할 수 있다(황준성, 2011: 462). 그리고 이러한 소명의식은 교직에서의 행동 하나하나가 나를 위함이 아니라 바로 학생을 위하는 길이며 과정이어야 함을 의미한다.

인공지능(AI) 교사 윤리기준의 대(大)원칙도 이와 다르지 않아 인공지능(AI) 교사의 모든 활동 나아가 그 존재 자체 역시 ‘학생’, ‘학생의 이익’, ‘학생의 교육받을 권

리의 보장과 실현' 등에 이바지하기 위함인 것을 말한다. 따라서 학교현장에서 인간 교사는 물론이며 인간교사와 협업을 하는 기계적 존재로서 인공지능(AI) 교사 그리고, 인공지능(AI) 교사의 개발·보급·활용 등과 관련된 모든 인간이 준수해야 할 윤리적 이념·원칙 또한 “사회 및 다른 사람에게 해가 되지 않는 한 학습자의 교육받을 권리의 보장 및 실현에 기여함으로써 학습자에게 최선의 이익을 줄 수 있어야 한다.”라는 것이 되어야 한다. 다만, 이처럼 학습자 이익의 최우선 원칙을 주장하더라도 앞서 ‘사회 및 다른 사람에게 해가 되지 않는 한’이라는 전제 조건을 제시한 것과 같이 학습자만이 아니라 학습자를 포함한 인간사회 전체의 이익에 반해서는 아니 될 것이다. 이와 같은 맥락에서 일본 내각부의 ‘인간 중심의 AI 사회 원칙’에서 제시된 기본 이념 즉, “인간 중심 사회를 이루는 세 가지 가치”로 제시된 ‘인간의 존엄성이 존중되는 사회’, ‘다양한 배경을 가진 사람들이 다양한 행복을 추구할 수 있는 사회’, ‘지속성 있는 사회’는 인공지능(AI) 교사와 관련하여서도 간과할 수 없는 기본 전제라고 할 것이다.

2) 기준안

가) 인간 중심의 학습주도권 배분

인공지능(AI)에 의한 교육의 가능성이 상상이 아닌 현실화 하면서 사람들이 가장 우려하는 것 중 하나가 학습주도권이 일방적으로 인공지능(AI)에 넘어감으로써 학생은 물론 인간교사까지도 자발성과 주도성을 상실하는 것이 아닌가 하는 우려이다. 여기서 학습주도권(Ownership of Learning)이란 학습을 계획하고, 실행하며, 평가하고, 피드백하는 일련의 학습 과정에 대한 통제권을 말한다(전영근 외, 2019: 50). 학습은 그 본질상 학생 스스로가 수행하는 것이지만 학습에 있어서 일련의 과정을 이끄는 또는 제어하는 주체는 다양한 것이 사실이다. 특히 사회의 변동성이 심한 오늘날에 있어서는 학습자의 필요와 요구에 따르는 능동적인 학습을 중요시하면서 교사가 아닌 학생에게 학습 주도권을 부여하는 경향이 많다. 이러한 상황 속에서 학습 주도권이 자칫 학생과 인공지능(AI) 교사에게 치우칠 때 나타날 수 있는 부작용에 대한 고려도 필요하다. 이때 고려하여야 할 것이 “인간이 만든 모든 사회·기술 시스템의 목표는 인간이 결정할 수 있다는 것을 인식할 수 있어야 한다.”(김한성 외, 2019 : 11)는 것이다. 인공지능(AI) 교사도 인간의 역할을 도와주는 매개일 뿐 그 주체가 되어서는 아니 된다는 것이다. EU의 「로봇공학에 관한 민법 규칙」도 “로봇 기술의 발전은 인간을 대체하지 않고 인간의 능력을 보완하는데 초점을 맞추어야 한다.”고 강조하면서 로봇공학과 인공지능의 개발에서 인간이 지능형 기계를 항상 제어할 수 있도록 보장하는 것이 필수적이라고 하였다(심민석, 2019: 53).

나) 실질적인 평등의 추구

정보기술의 활용 여부가 새로운 생산수단이 됨에 따라 정보격차(information divide)에 따른 빈익빈 부익부 현상이 심화되듯이 이제는 인공지능의 활용, 인공지능 서비스의 보유 여부가 더 심화된 빈익빈 부익부 현상을 일으킬 것으로 예견(유정수 외, 2020: 56)되는 것이 사실이다. 특히 인공지능(AI) 교사를 통하여 맞춤형 학습이 강화되고 소위 일대일의 멘토링 학습이 공교육에서도 실현될 때, 인공지능(AI) 교사와의 협업 또는 활용 가능성의 격차는 교육에서의 매우 심각한 차별 문제를 양산할 수 있다. 따라서 인공지능(AI) 교사가 학교현장에 투입될 때에는 지역 간, 계층 간 차이가 있어서는 아니 된다.

또한, 인공지능(AI) 교사가 개발되고 학습하는 전 과정에서도 다양성에 대한 적극적인 인정을 통한 보편적 설계와 함께 어떠한 불공정한 편향성도 개입되지 않도록 하여야 한다. 이것은 소위 인공지능(AI) 교사 불안전성의 극복과 함께 개발·보급·활용하는 인간 그리고, 교육행정당국을 포함한 교육계 전반의 인공지능(AI) 교사의 도입 및 활용 목적·과정에서의 순수성과 공정성을 추구하는 것이기도 하다.

아울러 인공지능 환경에서는 인간과 인간의 커뮤니케이션보다 인간과 기계의 커뮤니케이션이 더 많이 확산되고 이용될 수 있다. 이러한 상황에서 인공지능 기술을 주체적으로 이용하기 위해서는 디지털 시민교육이 필요하다. 지금까지 디지털 격차 해소를 위한 교육이 주로 취약계층 대상의 이용능력 향상을 위한 기능 중심이었다면, 앞으로의 교육은 전국민을 대상으로 인공지능 기술을 포함해서 디지털 테크놀로지를 잘 이해하고 필요한 곳에 제대로 이용할 줄 알고 적합한 상황에서 적용해서 활용할 수 있는 역량을 개발하기 위한 디지털 시민교육이어야 한다. 그리고 디지털 시민성 교육은 빠르게 변화하는 기술 환경에 적응해 가기 위해 평생교육 차원에서 진행되어야 할 것이다(김봉섭, 2021: 9).

다) 안전성과 투명성의 조화

인공지능(AI) 교사는 인간의 성장과정에 직·간접적으로 관여하며 인간교사가 그리고 학생이 상황에 따라 중요한 결정을 함에 결정적인 영향을 미칠 수 있다. 따라서 제3자의 부당한 개입과 침해로부터 안전해야 하며, 기타 인공지능(AI) 교사의 개발 및 활용의 모든 과정에 걸쳐서 고려할 수 있는 안팎의 모든 잠재적 위험으로부터 자유로워야 한다. 아울러 위험에 직면해서는 이를 방어하고 인공지능(AI) 교사 자체는 물론이며 인간교사와의 협업에 있어서 빠른 회복탄력성을 보이면서도 학생의 이익을 최우선적으로 보장하는 최후의 기제를 반드시 담고 있어야 한다.

또한, EU의 「로봇공학에 관한 민법 규칙」은 ‘윤리적인 원칙’과 관련하여 특히 ‘투

명성의 원칙'을 강조하고 있음에 주목할 필요가 있다. 즉, 동규칙은 제12조에서 인공지능의 도움은 한 사람 이상의 삶에 실질적인 영향을 미칠 수 있으므로 인공지능이 어떤 결정을 내린 것에 대한 근거의 제공이 언제나 가능해야 하고, 인공지능시스템의 계산을 인간이 이해할 수 있는 형식으로 환원하는 것이 언제나 가능해야 하며, 진보된 로봇에는 결정에 기여한 논리를 포함해서 기계에 의해 수행된 모든 처리에 대한 데이터를 기록하는 블랙박스가 장착되어야 한다(심민석, 2019: 56)는 것이다. 인공지능(AI) 교사에게 있어서도 이러한 투명성의 원칙은 안정성의 원칙만큼이나 중요하다. 투명성의 원칙이 간과될 때 인공지능(AI) 교사뿐만 아니라 우리 공교육 자체의 신뢰성이 약화될 수 있으며, 향후 관련된 정책적·사회적 노력에 협력을 구하기 어려워질 수 있음을 잊어서는 아니 된다.

라) 지속적인 점검 체제의 구축 및 엄격한 책임

인공지능(AI) 교사가 그리고 인공지능 교사와 인간교사의 협업이 반드시 긍정적인 결과만을 가져올 수는 없다. 경우에 따라서는 학생 및 학부모에게 그리고 때에 따라서는 제3자 및 사회에도 뜻하지 않은 손해를 끼칠 수도 있다. 먼저, 인공지능(AI) 교사의 결정이 학생 및 학부모를 잘못된 결론에 이르도록 할 수도 있으며, 학생 및 학부모의 민감한 정보를 잘못 유출할 수도 있다. 또, 관련된 학급, 학교 그리고 지역의 교육에 부정적 영향을 줄 수도 있는 어떠한 일이 발생할지 현재에서는 예측할 수도 없다. 이와 같은 우려가 있다고 하여 인공지능(AI) 교사의 도입을 언제까지나 미룰 수는 없다. 우려되는 실보다 당장에 기대할 수 있는 득이 큰 것이 사실이기 때문이다.

최선의 선택은 우려되는 바가 나타나지 않도록 끊임없이 점검하고 확인하는 것이다. 즉, 상시적인 자율 통제체제가 필요하다. 전술한 안정성과 투명성도 이를 위한 것이기도 하다. 여기에 나아가 윤리적이고, 기술적이고 정책적으로 중요한 것들을 상시적으로 체크할 수 있는 체크리스트 제도의 의무화도 심각하게 고려할 필요가 있다.

다만, 뜻하지 않게 책임을 묻지 않을 수 없는 상황이 발생하였다면 그 책임 소재를 명확히 밝히고 엄격하게 책임을 지도록 할 필요가 있다. 이와 관련하여서는 필요할 경우에 윤리의 영역을 넘어서 엄격한 법적 책임을 부과할 수도 있어야 할 것이다. 책임의 주체와 관련해서는 다양한 주장이 있을 수 있지만 그 어떤 경우에도 사람이 그 책임의 중심에 있을 수밖에 없다. 책임과 관련해서는 다음의 주장만큼이나 명확한 것은 없는 것 같다.

인공지능의 윤리 규범 자체가 인공지능 자체의 윤리가 아닌 인공지능 개발·사용자의 개발윤리라는 결론이 타당하다면 인공지능에 따른 법적 규율도 그런 관점에서 개발 행위 자체를 대상으로 이루어져야 한다. 따라서 인공지능 알고리즘이나 로봇에 대하여 책임을 지우려는 시도는 타당성이 전혀 없다. 인공지능을 책임의 주체로 볼 것인가 하는 논의의 비현실성을 차치하고라도 인공지능의 오류 결과에 대하여 인간에게 책임을 묻는다는 원칙을 흐릴 수 있기 때문이다. 이런 엉뚱한 집착으로 인하여 정작 책임을 져야 할 인간에게 책임을 물을 수 없는 규율의 공백을 초래할 우려도 없지 않다. 인공지능 자체를 비난해서는 아니 된다. 그 뒤에 숨은 인간은 비난해야 한다(Hofheinz, 2018). 즉 개발에 참여한 인간에게 그 개발 과정에서 요구되는 개발 윤리를 준수하지 못한데 대한 책임을 물어야 한다.

출처: 한국4차산업혁명정책센터, 2019: 16.

VIII. 요약 및 결론

VIII. 요약 및 결론

본 연구는 미래시대에 핵심 기술로 대두되고 있는 인공지능(AI)의 교육적 활용 방안을 탐색하였다. 인공지능 교육의 역사적 변천 과정을 통해 인간교사와 인공지능(AI) 교사에 대한 개념과 역할을 고찰하였고, 교육 현장에서 활용 가능한 인공지능 프로그램을 분석하였다. 또한 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 역할 및 기능 정립을 토대로 인간교사와 인공지능 교사 간의 상호보완적인 협업 방안을 모색하였고, 인공지능(AI) 교사 도입에 따른 제도적, 법적, 그리고 윤리적 기준을 살펴보았다. 구체적인 연구 결과는 다음과 같다.

첫째, 인공지능 교육의 유형을 크게 인공지능의 개념과 원리, 알고리즘 등을 다루는 이해교육, 교과 활용과 융합, 맞춤형으로 구분되는 활용교육, 인간 중심 가치 추구를 위한 가치교육으로 구분하였다. 또한 인공지능 기술의 발전 과정 및 교육에서의 활용 방안을 토대로 인공지능(AI) 교사의 개념을 다음과 정의하였다. 인공지능 교사는 ‘교육 활동에서 인공지능 기술이 교사의 역할을 일부 또는 전체를 지원하며 교수자의 교육, 학습자들의 학습, 교육행정 활동 등을 지원해 주는 자율적이고 지능적인 객체’이다. 더불어 ‘인공지능(AI) 교사’라는 용어에 대하여 ‘교사(Teacher)’ 대신에 ‘Tutor’, ‘Assistor’, ‘Helper’ 등으로 대체하는 방안을 제안하였다.

둘째, 국내·외에서 개발된 인공지능 프로그램을 분석하였다. 국내 프로그램으로는 서울대학교에서 개발한 인공지능 수학 학습 프로그램인 ‘AI 수학 튜터 체리팟 스쿨’을 포함하여 고려대학교에서 개발한 인공지능 맞춤형 교육정보 추천 시스템인 ‘AI 선배’ 인공지능 기반 영어 말하기 연습 시스템인 ‘AI 인공지능 팽톡’ EBS에서 제공하는 ‘맞춤형 온라인 콘텐츠 추천 시스템’이 대표적이다. 이 밖에도 ‘닥터매쓰’, ‘클래스팅 AI’, ‘노리(KnowRe)’, ‘스마트올 AI’ 등 학생 개인별 맞춤형 학습을 지원하는 다양한 인공지능 프로그램이 개발되어 있었다. 국외 프로그램으로는 영국 런던의 Pakeman 초등학교에서 제공하는 수학 과목 AI 튜터인 ‘Third space learning’과 미국 카네기멜론 대학에서 개발한 인공지능 수학 교육 프로그램인 ‘MATHia’ 수학 교육에 게이미피케이션 방법을 적용한 드림박스가 대표적이다. 이 밖에도 교사의 과제 생성과 학생의 수학 학습을 지원하는 ‘ASSISTments’ 통합 적응형 학습 코스웨어인 ‘Alta’ 교육 환경의 다양한 데이터를 수집하여 수업과 학생 관리 및 상담에 활용하는 ‘AltSchool’ 등 다양한 프로그램들이 활용되고 있었다.

셋째, 인공지능 기술의 교육적 활용 방안을 토대로 미래시대의 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 역할에 대해서 고찰하였다. 미래 교육에서 인간교사의 역할을 수업설계자, 학습촉진자, 협업조정자, 학습관리자 네 가지로 제시하였다. 수업설계자(class designer)는 국가 차원의 교육과정을 기반으로 상황과 맥락을 고려한 실천적 지식, 기술, 태도를 길러줄 수 있도록 교사가 교육내용을 적극적으로 재구성하는 것이다. 또한 생각하는 힘을 길러주고 다양한 학습경험을 체험할 수 있는 적절한 교육 방법을 선택하고 적용하는 역할이다. 학습촉진자(learning facilitator)는 학습자 중심의 교육을 구현하고 지식 전달 및 정보 제공자로서의 역할에서 벗어나 개별 학생들이 각자의 적성과 소질에 따라 자기주도학습(self-directed learning)을 실천해 나갈 수 있도록 안내하고 돕는 역할이다. 협업조정자(collaboration coordinator)는 모둠 활동이나 문제중심학습, 프로젝트 수업, 팀기반 학습 등 다양한 협동학습 과정에서 원활한 의사소통 및 문제해결이 될 수 있도록 모둠 내 또는 모둠 간 의견 조율 및 갈등 상황을 중재하여 학습이 지속될 수 있도록 돕는 역할이다. 학습관리자(learning manager)는 학생의 특성과 학습 수준을 파악하고, 학습 현황 분석 및 개별 진도관리를 통해 학생 개인별 학습 상황을 종합적으로 분석하고 관리하는 역할이다. 반면, 미래 교육에서 인공지능(AI) 교사의 역할은 학생 개인의 특성 및 학습 결과를 분석하여 개별 맞춤형으로 학습을 지원하는 개별 맞춤형 학습 지원과 체험, 실험·실습 등을 포함하여 실제적이고 융합적인 학습 환경을 지원하는 두 가지로 제시하였다. 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 역할 정립을 토대로 거시적 수업 모델(개념, 심화, 융합)과 미시적 협업 수업 모델을 제시하였다.

넷째, 교육에 인공지능 기술을 활용함에 있어 위험 요소를 크게 세 영역으로 나눌 수 있었다. 인공지능 자체의 불완전성에 의한 한계 및 우려와 관련된 기계 윤리, 인간이 인공지능을 활용할 때 개발자 또는 사용자, 협력자로서 인간의 악용 및 오용에 대한 우려인 사람의 윤리, 그리고 산업 분야별 윤리의 문제이다. 이 중에서 인간교사와 인공지능 교사의 협업 관계에서 가장 쟁점이 될 수 있는 영역은 첫 번째의 것으로 인공지능 기술의 불완전성과 알고리즘 편향성(Bias), 학습 데이터의 부족 그리고 이로 인한 잘못된 학습의 결과가 학생들의 교육에 오히려 부정적인 영향을 가져올 수 있다는 우려이다. 특히, 학습용으로 활용되는 데이터가 고의 또는 과실로 인하여 특정 목적을 갖고 치우칠 때 인공지능은 그 스스로 이를 통제하지 못하기 때문에 잘못된 학습을 반복하고 그 결과 잘못된 판단을 가져올 수 있는 위험성이 크다. 따라서 이러한 우려들이 현실화되지 않도록 관련 대책들을 마련할 필요가 있으며, 그 노력의 핵심 중 하나가 신중한 법적·윤리적 원칙들을 마련해 두는 것임을 강조하였다. 이상의 연구결과를 바탕으로 내린 결론은 다음과 같다.

첫째, IT 기술의 급속한 발달로 교육 현장에서 활용하게 될 인공지능 기술과 교육 프로그램은 지속적으로 발전할 것으로 예상된다. 따라서 본 연구에서 제안한 인공지능 교육의 유형 및 개념, 정의는 사회 변화와 기술의 발전에 따라 지속적인 수정·보완이 필요하다. 특히 인공지능(AI) 교사의 용어 및 개념 정의는 실제 현장에 도입될 기술의 특징들을 분석한 후속 연구를 통해서 보다 명확히 제시해야 한다.

둘째, 현재 인공지능 기술을 적용한 교육 프로그램이 다양하게 개발되어 있으나 실제 수업에 활용한 사례가 부족하다. 본 연구에서도 다양한 인공지능 교육 프로그램을 소개하였으나 실제 수업에 어떻게 활용하고 적용하는지에 대한 구체적인 예시를 제시하지는 못했다. 특히 본 연구의 결과물인 미시적 수업 모델의 단계별 활동과 관련된 인공지능 교육 프로그램의 구체적인 활용법에 관한 후속 연구가 필요하다.

셋째, 인간교사와 인공지능 교사의 협업 방안으로 제시한 거시적, 미시적 수업 모델의 현장 검증을 통한 정교화 작업이 필요하다. 도입, 전개, 정리, 평가 각 단계에서 인간교사와 인공지능 교사가 협업할 수 있는 활동들을 제시하여 현장 적용 가능성을 높이고자 하였으나 실제 수업에 적용한 결과를 반영한 수정·보완이 필요하다. 이와 더불어 미시적 수업 모델을 기반으로 작성한 수학, 사회 과목의 수업지도안(부록) 적용 가능성에 대한 검토도 필요하다.

마지막으로, 인공지능 기반의 미래 사회가 도래했다고 해서 인간교사의 역할이 크게 바뀌는 것은 아니다. 기존에 해오던 업무 중에서 우선순위에 있어 변화가 생기고, 행정이나 수업 이외의 업무에 할애했던 시간을 수업과 학생지도, 상담 등에 더 집중할 수 있게 된다는 것을 확인할 수 있었다. 다만 인공지능 교사의 도입에 따른 윤리적 문제 해결을 위해서는 인공지능 교사의 도입 준비 단계부터 시작하여 지속적인 확인과 점검, 성찰을 통하여 인공지능 교사와의 협업 제도가 그 목적에 반하거나 해가 될 수 있는 모든 요소에 대해서 철저히 대비하고 점검할 필요가 있다.

부록

가. 미시적 모델을 활용한 수업지도안 - 수학

1. 수업지도안 개관

수업목표	다양한 직육면체 전개도를 그릴 수 있다.	
심화학습	심화학습1.	다양한 직육면체 전개도를 그리고 직육면체를 만들 수 있다.
	심화학습2.	적절한 크기의 직육면체를 만들어 일상생활에서의 문제를 해결할 수 있다.

인공지능(AI)교사를 활용한 학습! 이렇게 이루어집니다.

- 전시 학습 내용 성취수준 평가·반복연습·평가결과 데이터화
- 각종 학생 정보 조사: 수학 학습 스타일, 건강상태 등 관련 자료 데이터화
- 본시 학습 동기유발 - 가상현실 이용 활동 제공(VR/AR/MR 등)
- 본시 개념학습(활동1) 학습 내용 평가·반복연습·평가결과 데이터화
- 본시 모둠활동(활동2)의 모둠 구성: 전시 학습 내용 성취수준, 본시 기본 개념 학습 내용 평가(활동1)의 결과, 학생의 수학학습 스타일을 종합적으로 고려하여 모둠 구성
- 모둠활동 학습 지원: 학생 개인별, 모둠별 학습 모니터링 및 필요한 학습 내용 제시
- 정리활동 지원: 학습 내용 평가·반복연습·평가결과 데이터화
- 수업평가 및 환류: 학생·교사 활동 분석을 통한 교수·학습 개선 관련 시사점 제안

단원 안내

차 시	수업 주제
1차시	단원 도입(수98-99p, 수익63p)
2차시	직사각형 6개로 둘러싸인 도형을 알아볼까요(수100-101p, 수익64-65p)
3차시	정사각형 6개로 둘러싸인 도형을 알아볼까요(수102-103p, 수익66-67p)
4차시	직육면체의 성질을 알아볼까요(수104-105p, 수익68-69p)
5차시	직육면체의 겨냥도를 알아볼까요(수106-107p, 수익70-71p)
6차시	정육면체의 전개도를 알아볼까요(수108-111p, 수익72-75p)
7차시	직육면체의 전개도를 알아볼까요(수112-115p, 수익76-77p) (본시)
8차시	도전 수학: 주사위의 전개도를 완성해 볼까요(수116-117p)
9차시	얼마나 알고 있나요(수118-119p)
10차시	탐구 수학: 종이 장난감을 만들어 볼까요(수120-121p)

2. 본시 교수학습

단계 (시량)	선택활동 교수-학습 내용9	♣ 자료 및 유의점 [핵심역량지도]
도입 7'	<ul style="list-style-type: none"> ■ 동기유발 <ul style="list-style-type: none"> - 친구에게 줄 선물을 포장할 선물상자를 만들어 선물 넣어보기 (가상공간) ■ 학습문제 확인 <ul style="list-style-type: none"> - 다양한 직육면체 전개도를 그리는 방법을 알고 그려보자. ■ 활동 안내하기 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ■ 활동 1. 다양한 직육면체 전개도를 그리는 방법 알아보기 ■ 활동 2. 다양한 직육면체 전개도 그려보기 ■ 활동 3. 모둠 활동 결과 발표 </div> 	<p>도입</p> <ul style="list-style-type: none"> ♣ 인간교사 문제상황 설명 ♣ 인공지능교사 가상공간 프로그램 구동
전개 13'	<ul style="list-style-type: none"> ■ 활동 1. 다양한 직육면체 전개도를 그리는 방법 알아보기 <ol style="list-style-type: none"> 1. 평행한 면 찾아 색칠하기 2. 수직인 면 찾아 색칠하기 3. 겨냥도를 보고 전개도에서 빠진 부분 그려보기 4. 다양한 전개도 알아보기 5. 테플릿 PC에서 문제 풀기 6. 복습하기 7. 테플릿 PC에서 다시 문제 풀기 	<p>활동 1.</p> <ul style="list-style-type: none"> ♣ 인간교사 개념설명 및 순회지도 ♣ 인공지능교사 평가문항 출제·평가·채점·데이터화

단계 (시량)	선택활동 교수-학습 내용9	♣ 자료 및 유의점 [핵심역량지도]
전개 15'	<p>■ 활동 2. 다양한 직육면체 전개도 그려보기</p> <p>1. 선생님께서 정해주신 모듬으로 자리 이동</p> <p>2. 모듬별 활동</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px 0;"> <p>[본시 기본 학습 - 협동하여 다양한 직육면체의 전개도 그리기]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학습스타일1 (모듬) 개인별로 다양한 직육면체 전개도를 그려서 모듬 친구들과 각자의 전개도를 비교하기 - 학습스타일2 (모듬) 협동하여 큰 직육면체 전개도를 다양하게 그리기 <p>[본시 심화 학습1 - 직육면체 만들기]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학습스타일1 (모듬) 개인별로 전개도를 다양하게 그려서 서로 비교한 후, 직육면체 만들기 - 학습스타일2 (모듬) 협동하여 큰 전개도를 다양하게 그리고 직육면체 만들기 <p>[본시 심화 학습2 - 적절한 크기의 직육면체를 만든 후 일상생활에서의 문제 해결하기]</p> <ul style="list-style-type: none"> - 학습스타일1 (모듬) 개인별로 각자 문제를 해결한 후 서로의 방법 비교하기 - 학습스타일2 (모듬) 협동하여 함께 문제를 해결하기 </div> <p>■ 활동 3. 모듬 활동 결과 발표</p> <p>1. 모듬에서 그렸던 전개도 소개하기</p> <p>2. 모듬에서 만들었던 직육면체 소개하기</p> <p>3. 선물포장상자 만들었던 과정과 어려웠던 점, 협동했던 점 소개하기</p>	<p>활동 2.</p> <p>♣ 인공지능교사 데이터를 토대로 모듬 구성</p> <p>♣ 인간교사 인공지능교사의 모듬 구성을 확인한 후 조정</p> <p>♣ 인공지능교사 다양한 전개도 제시, 전개도를 그릴 때 유의사항 지도(실선과 점선의 역할 등)</p> <p>♣ 인공지능교사 다양한 전개도 제시, 직육면체를 만들 때 유의사항 지도(실선과 점선 중 자르는 곳, 마주보는 면, 수직인 면, 마주보는 점 등)</p> <p>♣ 인공지능교사 선물의 규모 측정법, 직육면체 선물포장상자의 가로, 세로, 높이 설정 방법</p> <p>♣ 인간교사 순회하며 활동 상황 점검, 학생 활동에 대한 피드백, 활동 중 갈등 상황 중재, 모듬별 활동 주제 상기</p> <p>활동 3.</p> <p>♣ 인공지능교사 모듬별 활동 주제 달성도 확인(자료를 토대로 수업을 마친 후 모듬 구성 관련 교수학습 활동 개선 방안 제안)</p> <p>♣ 인간교사 결과물 공유 및 피드백, 모듬별 활동 주제 달성한 모듬 파악(모듬활동 개선 사항 확인)</p>

단계 (시량)	선택활동 교수-학습 내용9	♣ 자료 및 유의점 [핵심역량지도]
정리 5'	<ul style="list-style-type: none"> ■ 학습내용 정리 <ul style="list-style-type: none"> - 직육면체 전개도를 그리는 과정에 대한 개념학습 - 직육면체 전개도를 그리는 과정에 대한 영상 시청 ■ 학습내용 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 다양한 직육면체 전개도 개념 문항을 테블릿 PC에서 풀기 - 다양한 직육면체 전개도 그리기 문항을 테블릿 PC에서 풀기 - 틀린 문제를 테블릿 PC를 통해 다시 학습하기 ■ 새롭게 알게 된 점 발표 및 과제 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 새롭게 알게 된 점 발표 - 직육면체를 생활에서 활용할 수 있는 방법을 더 찾아 학급홈페이지에 올려보기 ■ 다음 차시 안내 <ul style="list-style-type: none"> - 도전 수학: 주사위의 전개도를 완성해 볼까요(수116-117p)에 대한 안내 	<p>정리</p> <p>♣ 인공지능교사 학생별 학습 목표달성도 조사, 미달성 학생에 대한 개별학습 제공, 피드백 제공</p> <p>♣ 인간교사 학습 내용 요약 및 정리, 학습자별 목표달성도 확인(교수학습과정 개선 사항 확인), 평가 기준에서 '중, 하'에 해당하는 학생들에 대한 보충지도 계획 수립, 다음 차시 학습 목표와 성취기준에 대한 난이도 조정</p>

3. 본시 과정 중심 평가 계획

평가관점	평가 기준		평가 방법
<ul style="list-style-type: none"> ■ 다양한 직육면체 전개도를 그리는데 필요한 개념들을 이해하고 있는가? ■ 다양한 직육면체 전개도를 그릴 수 있는가? 	상	다양한 직육면체 전개도를 그리는 데 필요한 개념들을 이해하고 3가지 종류 이상 그릴 수 있다.	<ul style="list-style-type: none"> - 지필평가 (인공지능교사) - 수행평가 (인공지능교사) - 관찰평가 (인간교사)
	중	다양한 직육면체 전개도를 그리는 데 필요한 개념들을 이해하고 있지만 그리지는 못한다.	
	하	직육면체 전개도를 그리는 데 필요한 개념들을 이해하지 못한다.	

나. 미시적 모델을 활용한 수업지도안 - 사회

1. 수업지도안 개관

수업목표	세계 여러 나라의 면적과 모양을 조사하여 알 수 있다.
------	--------------------------------

인공지능교사를 활용한 학습! 이렇게 이루어집니다.

- 전시 학습 내용 성취수준 평가·재교육·평가결과 데이터화
- 각종 학생 정보 조사: 이전에 사회과에서 활용한 조사방법, 학습 스타일, 건강상태 등 모든 자료 데이터화
- 본시 학습 동기유발 - 가장 적절한 동영상 검색 및 지원
- 본시 개별학습(활동1, 2) 학습 내용 평가·재교육·평가결과 데이터화
- 본시 모둠활동(활동3, 4)의 모둠 구성: 전시 학습 내용 성취수준, 본시 기본 개념 학습 내용 (활동1, 활동2) 평가의 결과, 이전에 사회과에서 활용한 조사방법 등을 종합적으로 고려하여 모둠 구성
- 모둠활동 학습 지원: 학생 개인별, 모둠별 학습 모니터링 및 필요한 학습 내용 제시
- 정리활동 지원: 학습 내용 평가·재교육·평가결과 데이터화
- 수업평가 및 환류: 학생·교사 활동 분석을 통한 교수·학습 개선 관련 시사점 제안

단원 안내

차 시	수업 주제
1차시	단원 학습 내용 예상하기(사6~9p)
2차시-3차시	세계 지도, 지구본, 디지털 영상 지도의 특징 알아보기(사10~16p)
4차시	세계의 여러 대륙과 대양 알아보기(사17~20p)
5차시	각 대륙에 속한 나라 살펴보기(사21~23p)
6차시-7차시	세계 여러 나라의 면적과 모양 살펴보기(사24~30p)
8차시	세계 지도, 지구본, 디지털 영상 지도를 활용하여 세계 여러 나라 소개해 보기(사31~35p)

2. 본시 교수학습

학습주제	세계 여러 나라의 면적과 모양을 조사하여 알아보기	
학습목표	세계 여러 나라의 면적과 모양을 조사하여 알 수 있다.	
교수·학습 도구	개인용 태블릿PC(AI프로그램 설치), 가상공간 프로그램 및 구동장치, 지구본, 세계 지도, 전지 또는 2절지	
진단평가	세계 지도, 지구본, 디지털 영상 지도의 특징, 세계의 여러 대륙과 대양, 각 대륙에 속한 나라에 대한 내용 평가	
개별보충 학습	진단평가 결과에 따른 학생개인별 보충학습(인공지능교사가 학습 내용 제시·평가·채점·데이터화)	
이전 차시 사회과 조사 경험	인공지능교사가 이전 사회과에서 개별학생이 활용했던 조사방법 검색 및 데이터화	
관심사 및 학습스타일	인공지능교사가 체크리스트를 통해 조사·데이터화	
건강 및 심리 상태	인공지능교사가 체크리스트를 통해 조사·데이터화	
인간교사 데이터 확인	인공지능교사가 제공하는 진단평가 결과, 이전 사회과에서 개별학생이 활용했던 조사방법, 관심사 및 학습스타일, 건강 및 심리 상태 데이터를 통한 학생 학습 준비도 확인. 수업 전략 수정	
단계 (시량)	선택활동 교수-학습 내용9	♣ 자료 및 유의점 [핵심역량지도]
도입 5'	<ul style="list-style-type: none"> ▣ 동기유발 <ul style="list-style-type: none"> - 우리나라와 영국의 영토 면적 중 어느 나라가 더 넓은지 논쟁하는 상황(동영상) ▣ 학습문제 확인 <ul style="list-style-type: none"> - 세계 여러 나라의 면적과 모양을 조사하여 알아보자. ▣ 활동 안내하기 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> <ul style="list-style-type: none"> ▣ 활동 1. 세계 여러 나라의 영토 면적 비교하기 ▣ 활동 2. 실제 영토의 면적을 정확하게 비교하기 ▣ 활동 3. 다양한 나라의 영토 면적과 모양 조사하기 ▣ 활동 4. 조사한 내용 발표하기 </div> 	도입 ♣ 인간교사 문제상황 설명 ♣ 인공지능교사 동기유발 관련 가장 적절한 영상 검색 및 지원
전개1 7'	<ul style="list-style-type: none"> ▣ 활동 1. 세계 여러 나라의 영토 면적 비교하기 <ol style="list-style-type: none"> 1. 태블릿 PC로 세계 여러 나라의 면적이 적힌 화면 제시 2. 태블릿 PC에 면적 순위 1위에서 10위까지 적어보기 3. 태블릿 PC에 우리나라와 가장 비슷한 면적의 나라 적어보기 4. 태블릿 PC에 각 대륙별로 면적이 가장 넓은 나라 적어보기 5. 태블릿 PC에서 인공지능 교사의 채점 6. 태블릿 PC에서 틀린 내용 복습하기 7. 태블릿 PC에서 다시 문제 풀기 	활동 1. ♣ 인간교사 활동설명 및 순회지도 ♣ 인공지능교사 평가문항 출제·평가·채점·데이터화

<p>전개2 10'</p>	<p>■ 활동 2. 실제 영토의 면적과 모양을 정확하게 비교하기</p> <p>1. 교사 발문을 통해 공간 자료(지구본, 세계지도)의 한계점 살펴보기 Q. 나라별 영토 면적을 비교하기 위해 지구본과 세계지도를 활용할 때 불편한 점은 무엇일까요? A1. 지구본은 실제 지구와 가장 비슷하지만 한 시야에서 멀리 떨어진 두 나라를 비교하기 어렵습니다. A2. 세계지도는 대륙이나 바다의 모양, 거리, 면적이 실제와 다른 경우가 있기 때문에 주의해야 합니다.</p> <p>2. 영토의 면적을 정확하게 비교하기 위한 누리집 제시(The true size map 제공)</p> <p>3. 학생이 직접 태블릿 PC를 이용하여 실제 영토의 면적과 모양을 정확하게 비교하기</p>	<p>활동 2.</p> <p>♣ 인간교사 발문 및 학습 자료 안내, 순회지도</p> <p>♣ 인공지능교사 The true size map 사이트 제공 및 활동 모니터링, 활동 중 학생의 오류에 대한 피드백</p>
<p>전개3 30'</p>	<p>■ 활동 3. 다양한 나라의 영토 면적과 모양 조사하기</p> <p>1. 선생님께서 정해주신 모둠으로 자리 이동</p> <p>2. 모둠별 활동</p> <p>1) 이전에 인터넷을 활용하여 조사했던 학생들로 구성된 모둠 : 도서관에서 책을 찾아 필요한 정보 얻기, 태블릿 PC를 활용하여 조사하기</p> <p>2) 이전에 인터뷰나 설문조사를 활용하여 조사했던 학생들로 구성된 모둠 : 도서관을 활용하여 책에서 필요한 정보 얻기, 태블릿 PC를 활용하여 조사하기</p> <p>3) 이전에 도서관을 활용하여 조사했던 학생들로 구성된 모둠 : 태블릿 PC를 활용하여 조사하기</p> <p>- 가상현실을 통해 지구본을 펼치고 일반 세계지도와의 차이점 찾아보기 활동 제공</p> <p>- 조사한 내용을 PPT나 전지에 정리하기</p>	<p>활동 3.</p> <p>♣ 인공지능교사 데이터를 토대로 모둠 구성, 모둠별로 다른 나라들을 조사하도록 배분, 사회과 조사방법을 다양하게 활용하도록 돕기 위하여 이전에 사회과에서 활용했던 조사방법이 동일한 학생들로 한 모둠을 구성</p> <p>♣ 인간교사 인공지능교사의 모둠 구성을 확인한 후 조정</p> <p>♣ 인공지능교사 각종 자료 제공, 가상현실을 통해 지구본 펼쳐보기 활동 제공</p> <p>♣ 인간교사 순회하며 활동 상황 점검, 학생 활동에 대한 피드백, 활동 중 갈등 상황 중재, 모둠별 활동 주제 상기</p>
<p>전개4 20'</p>	<p>■ 활동 4. 조사한 내용 발표하기</p> <p>1. 모둠에서 조사한 나라들의 영토 면적과 모양 소개하기</p> <p>- 조사한 내용을 모든 학생의 개별 태블릿에 공유</p> <p>- 학생들은 조사 내용에 전자펜으로 필기</p> <p>2. 조사의 방법과 어려웠던 점, 협동했던 점 소개하기</p>	<p>활동 4.</p> <p>♣ 인공지능교사 모둠별 활동 주제 달성도 확인 (자료를 토대로 수업을 마친 후 모둠 구성 관련 교수학습 활동 개선 방안 제안)</p> <p>♣ 인간교사 결과물 공유 및 피드백, 모둠별 활동 주제 달성한 모둠 파악(모둠활동 개선 사항 확인)</p>

정리 8'	<ul style="list-style-type: none"> ■ 학습내용 정리 <ul style="list-style-type: none"> - 세계에서 가장 면적이 넓은 나라 1위-10위 확인 - 대륙별로 면적이 가장 넓은 나라 정리 - 나라별 영토 면적을 비교하기 위해 세계지도와 지구본을 활용할 때 문제점 정리 - 나라별 영토 면적 및 모양을 조사하는 방법 정리 ■ 학습내용 평가 <ul style="list-style-type: none"> - 태블릿 PC에 세계에서 가장 면적이 넓은 나라 1위-5위까지 적어보기 - 태블릿 PC에 대륙별로 면적이 가장 넓은 나라 적어보기 - 태블릿 PC에 나라별 영토 면적을 비교하기 위해 세계지도와 지구본을 활용할 때 문제점 적어보기 - 틀린 문제를 태블릿 PC를 통해 다시 학습하기 - 태블릿 PC에 나라별 영토 면적 및 모양을 조사하는 방법 적어보기 ■ 새롭게 알게 된 점 발표 및 과제 제시 <ul style="list-style-type: none"> - 새롭게 알게 된 점 발표 - 개인적으로 더 조사하고 싶은 나라를 조사하여 학습홈페이지에 올려보기 ■ 다음 차시 안내 <ul style="list-style-type: none"> - 세계지도, 지구본, 디지털 영상 지도를 활용하여 세계 여러 나라 소개 해 보기(사31~35p)에 대한 안내 	<p>정리</p> <ul style="list-style-type: none"> ♣ 인공지능교사 학생별 학습 목표달성도 조사, 미달성 학생에 대한 개별학습 제공, 피드백 제공 ♣ 인간교사 학습 내용 요약 및 정리, 학습자별 목표달성도 확인(교수학습과정 개선 사항 확인), 평가 기준에서 '중, 하'에 해당하는 학생들에 대한 보충지도 계획 수립, 다음 차시 학습 목표와 성취기준에 대한 난이도 조정
----------	--	--

3. 본시 과정 중심 평가 계획

평가관점	평가 기준		평가 방법
<ul style="list-style-type: none"> ■ 다양한 나라의 영토 면적과 모양을 조사하는 데 필요한 개념들을 이해하고 있는가? ■ 다양한 나라의 영토 면적과 모양을 조사할 수 있는가? 	상	다양한 나라의 영토 면적과 모양을 조사하는 데 필요한 개념들을 이해하고 있으며 조사할 수 있다.	- 지필평가 (인공지능교사)
	중	다양한 나라의 영토 면적과 모양을 조사하는 데 필요한 개념들을 이해하고 있지만 조사하는 데 어려움이 있다.	- 수행평가 (인공지능교사)
	하	다양한 나라의 영토 면적과 모양을 조사하는 데 필요한 개념들을 이해하지 못한다.	- 관찰평가 (인간교사)

참고문헌

참고문헌

- 국형준(2001). 공식 원리에 기반한 대화식 문제해결을 학습을 지원하는 수학교수 모형. 정보처리학회논문지B, 8-B(5), 429-440.
- Barrat, J.(2013). Our Final Invention. 정지훈(역)(2016). 파이널 인벤션. 서울: 동아아시아.
- 계보경, 유지현 (2016). 테크놀로지 시대 교육의 재설계 방향 및 출현하고 있는 다양한 학교 모델들. 한국교육학술정보원.
- 과학기술정보통신부(2019). IT강국을 넘어 AI강국으로. 보도자료
- 과학기술정보통신부(2020). 2020년 소프트웨어 인재양성. 보도자료
- 관계부처 합동(2019.12) 인공지능 국가전략.
- 관계부처 합동(2020.11) 인공지능시대 교육정책 방향과 핵심과제: 대한민국의 미래 교육이 나아가야 할 길.
- 관계부처 합동(2020.12.23.) 사람이 중심이 되는 「인공지능(AI) 윤리기준」.
- 관계부처 합동(2021.5.13.) 사람이 중심이 되는 인공지능을 위한 신뢰할 수 있는 인공지능 실현 전략(안).
- 교육부(2020). 인공지능시대 교육정책방향과 핵심과제
- 교육부(2020). 코로나 이후, 미래교육 전환을 위한 10대 정책과제(안). 2020.10.5.일자
- 교육부. (2020). 코로나19 대응 : 한국의 온라인개학 -미래교육을 위한 도전.
- 교육부. (2020g). 4차 산업 혁명에 대비한 교실 수업 혁신, 인공지능 융합교육 전문 교사 5,000명이 이끈다! 교육부 보도자료. (2020.08.24.)
- 교육부. (2020h). 인공지능, 학교 속으로!: 인공지능(AI), 초등 수학 공부 도우미로, 고교 진로 선택 과목으로 도입. 교육부 보도자료. (2020.09.11.).
- 김경애, 류방란 (2019). 교육에서의 4차 산업혁명 기술 활용에 대한 기대와 우려. 교육과학연구, 50(3), 55-79.
- 김봉섭(2021). 인공지능 시대의 디지털 격차. 한국지능정보사회진흥원·한국4차산업혁명정책센터.
- 김용민(2019). 주요 국가별 인공지능(AI) 인력양성 정책 및 시사점. 보건산업브리프, Vol. 276. 미래산업기획단 미래산업기획팀.

- 김인석. (2019). 인공지능기술 기반 대화형 챗봇 개발 현황과 지능형 언어교육용 챗봇 개발 방안. 정보통신기획평가원(주간기술동향 2019.11.13.).
- 김태령, 한선관 (2020). 인공지능교육에 관한 초중등교사의 인식에 관한 연구. 교육논총, 40, 181-204.
- 김한가희(2020) “AI와 법률시장: AI가 법률 전문가를 대체할 수 있을 것인가?”, 한국지능정보사회진흥원·한국4차산업혁명정책센터.
- 김한성 외 역(2019), 모두를 위한 인공지능 윤리: 교육과정과 학습활동, 대구: 한국교육학술정보원.
- 김현진 외(2017). 미래학교 설립·운영 모델 개발 연구. 한국교육학술정보원. 연구보고 CR 2017-6.
- 김현진, 박정호, 홍선주, 박연정, 최정윤, 김유라, 이항섭, 이인숙. (2020). AI시대 대비 국가수준 교육과정 운영 지원 방안 연구. 교육부
- 김홍겸, 박창수, 정시훈, & 고희경. (2018). 미래교육에서의 인간교사와 인공지능 교사의 상호보완적 관계에 대한 소고. 교육문화연구, 24(6), 189-207.
- 김홍겸·박창수·정시훈·고희경. (2018). 미래교육에서의 인간교사와 인공지능 교사의 상호보완적 관계에 대한 소고. 교육문화연구, 24(6), 189-207.
- 닥터매쓰. (2018). AI Math Specialist 닥터매쓰 소개자료. 서울: 해법에듀.
- 대교 썬잇수학 소개자료. (2019). 썬잇 수학. 서울: 대교.
- 박 동·김수원·한애리·김철수·이천우(2020), 4차 산업혁명 시대 중국의 신기술 인재 양성 정책 연구: 초·중·고 인공지능 교육분야를 중심으로, 대외경제정책연구원, 2019년 중국종합연구 총서 정책연구과제 요약집
- 박남기·박영숙·전제상·임수진·박승란·박정현·김승래(2020).미래학교에서의 교사역량과 정책방향:온라인 학습생태계구축을 중심으로. 한국교육정책연구소.
- 박영숙, 양승실, 황은희, 허은정, 김갑성, 김이경, 전제상, 정바울(2017). 교직원환경 변화에 따른 교원정책 혁신 과제(I): 교원 양성 및 채용 정책의 혁신 과제. 연구보고 RR 2017-06. 한국교육개발원.
- 박종향, 신나민 (2017). 인공지능기술과 인공지능교사에 대한 인식 분석: 초·중·고 등학생의 관점에서. 한국교원교육연구, 34(2), 169-192.
- 박종향·신나민(2017). “인공지능기술과 인공지능교사에 대한 인식 분석: 초·중·고등 학생의 관점에서”, 한국교원교육연구, 34(2). 169-192.
- 부산광역시교육청 (2019). 인공지능 기반 교육 가이드북. 부산광역시교육청(부산교육 2019-130).
- 부산광역시교육청. (2019). 인공지능 기반 교육 가이드북. 부산광역시교육청(부산교

- 육 2019-130).
- 부산광역시교육청. (2019). 인공지능 기반교육 가이드북.
- 부산시교육청(2020). 인공지능 기반교육 가이드북.
- 석주연, 이상욱 (2018). 인공지능 시대 교사의 역할: 국어교사의 직무 사례를 중심으로, 한국교원교육연구, 34(2), 169-192.
- 심민석(2019). “로봇과 인공지능(AI)의 법적·윤리적 입법방안에 관한 연구: EU의 「로봇공학에 관한 민법 규칙」을 중심으로”, 비교법연구, 19(2), 43-84.
- 웅진 스마트올 AI. (2020). AI 학습시스템.
- 유재흥·추형석·강송희(2021). 유럽(EU)의 인공지능 윤리 정책 현황과 시사점: 원칙에서 실천으로. 소프트웨어정책연구소. 이슈페이퍼-114.
- 유정수·이현숙·홍옥수 외(2020). 초·중·등 인공지능 교육 내용 체계 탐색적 연구 이슈 보고서. 한국과학창의재단.
- 이달. (2020). AI 에듀테크와 AI 수학 사례: MATHia(매시아).
- 이명구(2019), 2025 교육산업의미래, 삼성KPMG 경제연구원 2019 11호 이슈 모니터
- 이보연(2019). “유럽연합의 인공지능 관련 입법 동향을 통해 본 시사점”, 중앙대학교 법학연구원, 법학논문집, 43(2), 5-35.
- 이수영(2020), AI 교육에 대한 초등 교사의 이해와 인식, 한국초등교육, 31-102, 15-31
- 이지현, 이용진(2012). 기술·가정과 “발명 기법과 실제” 단원에서 동료 멘토링 수업이 자아효능감에 미치는 영향. 대한공업교육학회지, 37(1), 65-85.
- 이진규 (2020). 적응형 학습(Adaptive Learning)을 위한 개인정보 제도 개선의 검토. 2020 KISA REPORT. Vol. 7. 31-37.
- 이찬승, 김은영, 홍완기 공역(2015). 학교교육 제4의 길. 21세기교육연구소.
- 이철현(2020), AI 시대 역량 관점의 실과 소프트웨어교육의 방향, 한국실과교육학회 2019학년도 동계학술대회, 95 - 123
- 이호건 (2019). 한국 ICT 기반 교육 서비스의 신남방 국가 진출을 위한 주력 국가의 에듀테크 시장 분석. 통산정보연구, 21(4), 237-256.
- 이호건, 이지은(2017), 에듀테크산업육성관련 제도정비 사전검토 연구, 정보통신산업진흥원.
- 인공지능교육연구소(2020). 모두를 위한 인공지능교육 프레임워크.
- 인천교육정책연구소(2020). 교육정책 지원을 위한 인공지능 활용 분석과 AI플랫폼 구성 방안.

- 인천시교육청(2020). 착한 인공지능교육 가이드라인.
- 전영근·권석태·이재한·손제득(2019). 인공지능 기반 교육 가이드북, 부산: 부산광역시교육청.
- 전제상 외(2019). 주요국의 현직 교사 전문성 개발 현황과 시사점. 2019 교육정책네트워크 세계교육정책 인포메이션 이슈페이퍼 CP 2019-05.
- 전제상(2021). “7장 교원의 전문성 개발”, 초등교육행정의 이론과 실제. 양성원.
- 전제상·김훈호·김수환·원덕재·김성욱(2020). 인구지형변화에 따른 학교체제 설립·운영 지원방안 연구. 교육부.
- 전제상·서영석·이재진·엄문영·이영희(2020). 포스트 코로나 시대 원격교육연수의 재개념화 및 미래 방향. 한국교육학술정보원, 연구자료 RM 2020-17.
- 전제상·권순형·안병훈·서명희(2021). 포스트코로나 시대, 미래교육체제에 대비한 교원 역량 및 연수체계 방향 탐색. 교육부·한국교육학술정보원, 연구자료 RM 2021-11.
- 정보통신기술진흥센터, 해외 주요국의 4차 산업혁명 대응 인재양성 정책 동향, 해외 ICT 정책동향 2018-02호, 2018.6.22
- 정보통신기획평가원(2019). 인공지능 기술 및 산업 분야별 적용 사례
- 정재걸(2017). 인공지능 시대의 가상현실과 교육. 사회사상과 문화, 20(1), 191-217.
- 조윤정, 박휴용(2020). 코로나 19와 교육:교사전문성에 주는 시사점. 이슈페이퍼 2020-12. 경기도교육연구원.
- 조희연(2016). 인공지능 시대의 미래교육. 인물과 사상, 221, 72-85.
- 차세대 인공지능 발전 계획. <https://baike.baidu.com>, 2020년 8월
- 최민영, & 이태욱. (2019). 인공지능 교육의 현황과 학교 및 교사의 역할 변화 예측. 한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집, 23(2), 85-88.
- 최상호, 하정미, 김동중(2016). 동료 멘토링 교수법에서 교사의 수업 참여 전략과 발문전략 분석. 한국학교수학회논문집, 19(2), 153-176.
- 최수진, 김은영, 김혜진, 박균열, 박상완, 이상은(2019). OECD 교육 2030 참여 연구: 미래 지향적 역량교육의 실행 전략 탐색. 연구보고 RR 2019-06. 한국교육개발원.
- 최숙영(2021). 교육에서의 인공지능: 인공지능 활용 교육에 관한 문헌 고찰. 컴퓨터교육학회 논문지, 24(3), 11-21.
- 클래스팅 AI. (2020). 인공지능 맞춤형 학습 클래스팅 AI 서비스 소개서. <http://edtech.classting.com>
- 하정숙, 박종호(2010). 동료 멘토링이 초등학교 수학 학습장애아동의 사칙연산능력

- 및 학습태도에 미치는 영향. 한국초등교육, 21(2), 93-109.
- 한국4차산업혁명정책센터(2019). 인공지능의 윤리/정책/사회 이슈.
- 한국교육개발원 (2020). 교육정책포럼 통권 325, 교육정책네트워크.
- 한국교육과정평가원. (2020). 학교 교육에서 인공지능(AI)의 개념 및 활용, 연구자료 ORM 2020-21-3.
- 한국교육학술정보원. (2020). 글로벌 AI 교육 정책 동향, 연구자료 RM 2020-2.
- 한국산업기술진흥원, 일본의 ‘미래투자전략 2018’, 2018.7.
- 한국정보화진흥원(2017.9.29.). 『중국의 인공지능(AI) 전략: ‘차세대 인공지능 발전계획(新一代人工知能发展规划)’을 중심으로』, NIA Special Report 2017-10.
- 한국정보화진흥원, 영국 상원, 인공 지능(AI) 전략 보고서 발표, 2018.5.
- 한국정보화진흥원, 중국의 인공지능(AI) 전략: ‘차세대 인공지능 발전계획’을 중심으로, 2017.9.29.
- 한선관, 류미영, 김태령(2020), AI사고를 위한 인공지능교육, 성안당, 파주
- 한선관, 류미영, 김태령(2021). AI사고를 위한 인공지능 교육. 성안당
- 한선관, 전제상, 류미영(2021), 인공지능(AI) 및 빅데이터의 교육적 활용 모형 개발, 한국교육개발원 수탁연구 CR2021-13
- 한지영·김지은(2019). 인공지능 윤리 가이드라인: 일본과 EU 사례를 중심으로. 지능정보사회 법제도 이슈리포트, 한국정보화진흥원.
- 허병기(2007). “교사의 교직윤리”, 이윤식 외, 교직과 교사. 서울: 학지사. 359-384.
- 홍선주, 조보경, 최인선, 박경진(2020), 학교 교육에서의 인공지능(AI) 활용 방안 탐색, 한국교육과정평가원 연구보고서 RRI 2020-2
- 홍선주, 조보경, 최인선, 박경진. (2020b). 학교 교육에서 인공지능(AI)의 개념 및 활용, 한국교육과정평가원(포지션 페이퍼 ORM 2020-21-3).
- 홍후조·조호제·민부제·임유나·강익수·김선은(2017). 지능정보사회 대비 교원의 핵심역량 도출 및 교원 연수 분류 체계 개발. 교육부 정책연구과제.
- 황은희, 최수진, 임종현, 박희진, 이재덕, 김성기, 이길재, 김훈호, 장암미(2019).교육 혁신 사례 분석을 통한 미래교육 실천 과제 (RR2019-05). 한국교육개발원.
- 황준성(2011). “교원의 권리와 의무”, 서정화 외, 교육인사행정론(한국교육행정학회 교육행정학전문서). 서울: 교육과학사. 389-435.
- 황준성(2011). “교원의 법적·윤리적 쟁점들”, 서정화 외, 교육인사행정론(한국교육행정학회 교육행정학전문서). 서울: 교육과학사. 437-472.
- China Institute for Science and Technology policy at Tsinghua University, China AI Development Report 2018, 2018.7.

- Gartner(2018). Hype Cycle for Artificial Intelligence
<http://webzine-serii.re.kr>
<https://economicgraph.linkedin.com/research/linkedin-2017-emerging-jobs-report>
- McKinsey&Company, Notes from the AI frontier insights from hundreds of use cases, 2018.04
- National Science and Technology Council, Preparing for the Future of Artificial Intelligence, 2016.10.
- PwC, 2018 AI Predictions, 2018. <https://www.pwcconsulting.co.kr/>
- Touretzky, D.S , Gardner-McCune, C., Martin, F., & Seehorn, D. (2019). *K-12 Guidelines for Artificial Intelligence: What Students Should Know*. AI4K12.org
- White House (2019). *Artificial Intelligence for the American People*. [Online Available: <https://www.whitehouse.gov/ai/>]
- Bialik, M., Fadel, C. & Holmes, W. (2020). Artificial intelligence in education : promises and implications for teaching & learning. 정제영, 이선복 역, 서울: 박영story.
- Gulihorme, A.(2017). AI and Education: the importance of teacher and student relations. *AI and Society*, 32(1), 1-8.
- Kaufmann, H., & Schmalstieg, D.(2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, 27, 339-345.
- Koedinger, K. R., Brunskil, E. B., Baker, R. S.J.d., McLaughlin, E. A., & Stamper, J.(2013). New potentials for data-driven intelligent tutoring system development and optimization. *The AI magazine*, 34(3), 27-41.
- Chassignol, M., Khoroshavin, A., Klimova, A., & Bilyatdinova, A. (2018). Artificial Intelligence trends in education: a narrative overview. *Procedia Computer Science*, 136, 16-24. DOI: 0.1016/j.procs.2018.08.233
- Chen, X., Xie, H., Zou, D., Hwang, G. (2019). Application and theory gaps during the rise of Artificial Intelligence in Education. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 1, 1-18.

- Dade Nurjanah(2016), Good and Similar Learners' Recommendation in Adaptive Learning Systems, Proceedings of the 8th International Conference on Computer Supported Education, Vol1. 434-440
- IBM. (2020). IBM Watson Enlight. <http://www.heyelayna.com/ibm-watson-enlight>.
- Knewton. (2020). Get results with alta. <https://www.knewton.com/results/>
- Knowre. (2019). Knowre Math, Problem Solved. <https://www.knowre.com/knowremath?hsCtaTracking=b0607aa3-212d-46e8-a86d-3b0e0ad75437%7C2c5d60d5-7fa3-4cce-bf77-98289b2cf678>.
- Ocaña-Fernández, Y., Valenzuela-Fernández, L., Garro-Aburto, L. (2019). Artificial Intelligence and Its Implications in Higher Education. *Journal of Educational Psychology*, 7(2), 553-568.
- Sfenrianto Sfenrianto, Yustinus B. Hartarto, Habibullah Akbar(2018), An Adaptive Learning System based on Knowledge Level for English Learning, *International Journal of Emerging Technologies in Learning (ijET)*, 13(1), 191-203.
- Blakeley H. Payne at MIT(2019). An Ethics of Artificial Intelligence Curriculum for Middle School Students. <https://www.eduinnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=37031>(정제영)
- <http://m.segye.com/view/20190809506027>(폴킴)
- https://www.chosun.com/special/special_section/2021/03/22/EXCMEIAGYBEADENR3JM7YRFGSE/(이주호)
- <https://smartall.wjthinkbig.com/brand/aiSystem>.

(비매품)

미래교육시대의 인간교사와 인공지능(AI) 교사의 역할 및 기능 정립 방향 탐색 연구

발행일 2021년 12월
발행인 하 윤 수
발행처 한국교육정책연구소
서울특별시 서초구 태봉로 114-1(우 06764)
전화: (02)570-5724
Fax: (02)3461-0434
<http://www.kedu.re.kr>
인쇄처 가람문화사
TEL: 02-873-2362

본 내용의 무단 복제를 금함.