creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

교육학석사학위논문

인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 개발

2023년 2월

서울대학교 대학원

교육학과 교육공학전공

송 혜 빈

인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 개발

지도교수 조 영 환

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함
2022년 12월

서울대학교 대학원
교육학과 교육공학전공
송 혜 빈

송혜빈의 석사 학위논문을 인준함
2023년 1월

위 원 장 임 철 일 (인)

부위원장 허 선 영 (인)

위 원 조 영 환 (인)

국문초록

지금 세계 각국은 인공지능, 메타버스, 빅데이터, 클라우드, 5G 등 4차 산업혁명의 기반이 되는 디지털 기술을 사회, 경제, 문화, 산업, 일상생활 전반에 적용하여 새로운 가치와 혁신을 창출하는 디지털 전환(Digital Transformation, DX) 시대를 맞이하고 있다. 특히, 디지털 전환을 선도해나가는 핵심 주역으로 인공지능(AI)을 주목하고 있으며, 인공지능이 주도하는 자동화 시대에 경쟁력을 갖춘 AI 인재 양성을 위한 다양한 정책들을 추진하고 있다. 국내에서도 인간과 인공지능이 함께 상생하고 번영하는 공존 패러다임을 설정하고, 인공지능과 적극적으로 협업해 새로운 것을 창조할 수 있는 인재 양성을 인공지능 시대 교육정책방향 및 핵심과제로 설정하였다. 이를 위해 AI 기초소양으로서 '인공지능과 소통하고 협력하는 소양'을 기르는 교육을 2025년까지 초·중등 정규 교육과정에 도입할 것을 목표로 하고 있다. 그러나 현재까지 개발된 인공지능교육 프로그램 관련 연구는 컴퓨팅사고력을 배양하는 소프트웨어교육 형태의 학습 활동에 치중되어 있으며, 인공지능과 효과적으로 협력하는 전략을 학습하는 구체적인 교육내용이나 교수학습방안과 관련된 교육 연구와 사례는 매우 부족하다. 포스트 휴머니즘(Post Humanism)의 시대에 기술의 발전으로 인간과 상호작용하는 주체의 성격을 획득한 인공지능과 공존 및 번영을 누리기 위해서는 인공지능을 일방적으로 통제하는 상호작용이 아니라 인간과 동등한 지위를 가진 행위자(actor)로서 바라보며 수평적 관계 속에서 협력하는 역량을 함양하는 것이 요구된다.

이에 본 연구에서는 포스트 휴머니즘 관점 아래 인간과 동등한 지위를 가진 교육행위자로서 인공지능을 바라보고, 인공지능과 효과적으로 협력할 수 있는 역량인 인간-AI 협력 역량을 기르는 활동중심수업 설계원리를 개발하였다. 그리고 개발된 설계원리에 대한 전문가 검토를 통해 내적 타당화 과정을 거쳤으며 현장 적용을 통한 효과성 검증을 하였다. 본 연구에서 제시한 구체적인 연구문제는 다음과 같다. 첫째, 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리는 어떻게 구성되는가?

둘째, 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리는 내적으로 타당한가? 셋째, 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리를 적용한 수업의 효과성은 어떠한가?

위 연구문제를 해결하고자 설계·개발 연구의 방법론에 따라 연구를 진행하였다. 먼저 선행문헌 고찰을 통해 초기 설계원리를 개발하였다. 그리고 전문가 3인을 대상으로 전문가 검토를 진행하여 설계원리의 내적 타당성을 확보하였다. 다음으로 초등학교 6학년 담임 교사 1인과 학생 20명을 대상으로 설계원리를 적용한 수업을 실행하고, 학습자와 교수자의 반응을 확인하였다. 국어 교과와 융합한 인공지능과의 협력 수업을 계획하였으며 학습자들은 도입-탐색-공유-발전-종합 및 성찰의 단계로 구성된 활동중심수업의 단계에 따라 인공지능과 웹툰 창작과제를 수행하였다. 수업 시작 전과 후에 검사지를 활용하여 인간-AI 협력 역량과 인공지능에 대한 태도를 측정하였고, 수업 후에 상황흥미와 수업 만족도에 관한 설문을 하였다. 추가로 더욱 자세한 수업 평가를 위해 수업 후에 수업 전체를 진행한 교사 1인과 학생 9명을 대상으로 심층 면담을 하였다. 수집된 자료 중 양적 자료는 기술통계, 대응표본 t검정, 질적 자료는 개방 코딩을 통해 분석하고 이를 통해 설계원리의 효과성과 개선점을 확인하였다.

연구결과, 학습목표, 학습내용, 수업방법, 학습평가, 학습자-AI 상호작용 지원, 물리적 환경, 사회·문화적 환경, 교육과 인공지능의 공진화로 구성된 8개의 범주 아래 12가지 설계원리와 31개의 상세지침을 도출하였다. 구체적으로 학습목표 범주의 구성요소로는 요구분석과 과제분석을 토대로 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 학습목표를 체계적으로 안내해야 한다는 '체계적 목표설정의 원리'를 도출하였다. 학습내용 범주의 구성요소로는 인간-AI 협력 역량을 구성하는 요소 간의 관계를 고려해 학습경험을 설계해야 한다는 '역량 중심 내용구성의 원리'와 국어, 수학, 사회 등 다양한 교과와 연계하여 실제적 협력과제를 제시해야 한다는 '교과와 인공지능 연계의 원리'를 도출하였다. 수업방법 범주의 구성요소로는 도입-탐색-공유-발전-종합 및 성찰의 단계로 수업을 구성한다는 '활

동중심수업의 원리'를 도출하였으며, 학습평가 범주의 구성요소로는 학습자의 인공지능과의 협력 수행과정과 결과를 지속적으로 평가 및 반영해야 한다는 '과정중심평가의 원리'를 도출하였다. 학습자-AI 상호작용 지원 범주의 구성요소로는 인공지능이 학습자와 협력활동을 수행하기에 적절한지 검토 후 활용해야 한다는 '인공지능 선정의 원리'와 인공지능과 협력활동을 수행하는 과정에서 다양한 형태의 비계를 제공해야 한다는 '협력 촉진을 위한 비계 제공(scaffolding)의 원리', 학습자의 과업수행속도 및 정서적 반응을 고려해 지원해야 한다는 '맞춤형 지원의 원리'를 도출하였다. 물리적 환경 범주의 구성요소로는 인공지능과의 협력활동을 수행하는 데 필요한 디지털 자원 및 환경을 준비해야 한다는 'AI기반 교육환경 조성의 원리'를 도출하였으며, 사회·문화적 환경 범주의 구성요소로는 학습자의 지적 호기심을 충족시키는 능동적인 학습 분위기를 조성하는 '자기주도적 학습문화의 원리'와 인공지능을 협력의 상대로 바라보는 분위기를 조성하는 '인간과 AI의 수평적 협력의 원리'를 도출하였다. 교육과 인공지능의 공진화 범주의 구성요소로는 수업 설계 및 실행과정을 되돌아보며 인공지능과 함께 성장하는 기회를 마련해야 한다는 '공진화를 위한 성찰의 원리'를 도출하였다.

사전·사후 검사 결과를 비교한 결과 인간-AI 협력 역량과 인공지능에 대한 태도가 통계적으로 모두 유의미한 차이가 있었으며, 상황흥미와 수업 만족도에 관한 설문 결과에서도 학습자의 긍정적인 반응을 확인할 수 있었다. 학습자 면담을 분석한 결과 설계원리를 적용한 수업의 효과로 인간-AI 협력 역량이 향상되었으며, 인공지능에 대해 긍정적인 태도를 형성하였고, 인공지능과 융합한 교과에 대한 흥미와 효능감 또한 향상한 것을 확인하였다. 하지만 개인차로 인해 활동 및 평가 시간이 부족한 경우가 존재하였으며, 원활한 협력활동을 위해 인공지능 지속적인 성능 개선이 필요함을 언급하였다. 교수자 면담을 분석한 결과 공교육 맥락에서 다양한 교과와 연계해 활용할 수 있는 범용성이 높은 설계원리이며, 인공지능과 함께 공진화를 할 수 있는 성찰을 안내한다는 측면에서 의미있는 설계원리라는 점을 언급하며 설계원리에 대해 긍정적인 반응을 보

였다. 하지만 설계원리의 개선점으로 학습자의 교과역량에 대한 고려와 개별 기능에 대한 비계 제공, 인공지능 기술별 필요한 기기에 대한 사전 점검을 언급하였으며 이를 반영해 설계원리를 수정, 보완하였다.

본 연구는 인공지능과의 공존을 요구하는 포스트 휴머니즘 시대에 인공지능을 단순한 도구가 아닌 하나의 교육행위자로 바라보고 인공지능기반교육을 구성하는 새로운 관점을 제공하였다. 나아가 교수자가 인간-AI 협력 역량을 효과적으로 기르기 위한 활동중심수업을 설계하는 데 참고할 수 있는 원리와 지침을 인공지능기반 교육모형을 기반으로 체계적으로 안내한다는 점에서 실천적·학문적인 의의를 지닌다.

주요어 : AI 리터러시, 인간-AI 협력 역량, 활동중심수업, 포스트 휴머니즘, 개발 연구
학 번 : 2021-20207

목 차

I. 서론 ····· 1
1. 연구의 필요성 및 목적 ····· 1
2. 연구문제 ····· 7
3. 용어의 정리 ····· 8
가. 인공지능 ····· 8
나. 인간과 인공지능 간의 협력 ····· 9
다. 인간-AI 협력 역량 ····· 9
라. 활동중심수업 ····· 9
II. 이론적 배경 ····· 11
1. 인간과 인공지능 간의 협력 ····· 11
가. 인간과 인공지능 간의 협력, 하이브리드 지능 ····· 11
나. 인간과 인공지능의 상호보완적 특성 ····· 15
2. 인간과 인공지능 간의 협력에 영향을 미치는 요인 ····· 20
가. CASA의 사회반응이론(social response theory) ····· 20
나. 인간과 인공지능 간의 신뢰 ····· 24
3. 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 ····· 27
가. 인간-AI 협력 역량 ····· 27
나. 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계 35
III. 연구방법 ····· 52

1. 연구 참여자 ····· 52
2. 연구 절차 ····· 54
가. 전체 연구절차 ····· 54
나. 현장적용을 위한 수업절차 ····· 58
3. 자료 수집 및 분석 ····· 66
가. 문헌 고찰 ····· 66
나. 내적 타당화: 전문가 검토 ····· 67
다. 외적 타당화: 수업의 효과성 평가 ····· 69
IV. 연구결과 ····· 74
1. 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 74
2. 전문가 검토 결과 ····· 93
가. 1차 전문가 검토 결과 ····· 93
나. 2차 전문가 검토 결과 ····· 107
3. 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 효과성120
가. 사전·사후 검사 결과 ····· 120
나. 사후설문 결과 ····· 122
다. 학습자 면담 결과 ····· 122
라. 교수자 면담 결과 ····· 135
V. 논의 및 결론 ····· 145
1. 논의 ····· 145
가. 인공지능기반교육에 새로운 관점 제공 ····· 145

나. 인공지능교육의 성공적인 실행을 위한 체계적인 설계원리 안내 ····· 146

다. 인간-AI 협력 역량 향상 기여 ····· 147

2. 결론 ····· 149

3. 연구의 제한점 및 제언 ····· 151

참고문헌 ····· 154

부록 ····· 183

Abstract ····· 300

표 목 차

<표Ⅱ-1> 인공지능과 협력하는 인간 행위자에게 필요한 역량 (Süße et al., 2021 재구성) ····· 29

<표Ⅱ-2> 인간-AI 협력 역량의 구성요소 ····· 33

<표Ⅱ-3> 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계의 구성요소 및 고려사항 ····· 46

<표Ⅲ-1> 전문가 검토 참여자 정보 및 참여 단계 ····· 52

<표Ⅲ-2> 현장 적용 및 반응 평가 참여자 정보 ····· 53

<표Ⅲ-3> 설계·개발 연구 유형(Richey & Klein, 2007) ····· 55

<표Ⅲ-4> 연구절차 별 연구 활동 ····· 57

<표Ⅲ-5> 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 전문가 검토 문항 ····· 68

<표Ⅲ-6> 수업의 효과성 확인을 위한 사전·사후 검사 및 사후설문 객관식 문항의 내적 신뢰도 ····· 70

<표Ⅲ-7> 수업의 효과성 확인을 위한 사전·사후 검사 주관식 문항의 채점자 간 일치도 ····· 71

<표Ⅳ-1> 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 최종 설계원리 ····· 81

<표Ⅳ-2> 최종 설계원리를 적용한 교수·학습 활동 ····· 88

<표Ⅳ-3> 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 전반에 대한 1차 전문가 검토 결과 ····· 93

<표Ⅳ-4> 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 개별 설계원리 및 상세지침에 대한 1차 전문가 검토 결과 ····· 95

<표Ⅳ-5> 개별 설계원리 및 상세지침에 대한 1차 전문가 의견 및 수정사항 ····· 104

<표Ⅳ-6> 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 전반에 대한 2차 전문가 검토 결과 ····· 108

<표Ⅳ-7> 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 개별 설계원리 및 상세지침에 대한 2차 전문가 검토 결과 ····· 109

<표Ⅳ-8> 개별 설계원리 및 상세지침에 대한 2차 전문가 의견 및 수정사항 ····· 119

<표Ⅳ-9> 정규성 검정 결과 ····· 120

<표Ⅳ-10> 사전·사후 검사 결과 ····· 121

<표Ⅳ-11> 사후설문 결과 ····· 122

<표Ⅳ-12> 설계원리를 적용한 수업의 효과에 대한 학습자의 반응 ····· 122

<표Ⅳ-13> 설계원리를 적용한 수업의 단계에 대한 학습자의 반응 ····· 129

<표Ⅳ-14> 설계원리를 적용한 수업의 제한점에 대한 학습자의 반응 ····· 132

<표Ⅳ-15> 설계원리를 적용한 수업 전반에 대한 교수자의 반응 ····· 135

<표Ⅳ-16> 설계원리의 장점과 개선점에 대한 교수자의 반응140

그 림 목 차

[그림Ⅱ-1] 하이브리드 지능의 개념적 통합 (Dellermmann et al., 2019) ····· 14

[그림Ⅱ-2] 인간과 기계의 상보적 강점 (Dellermann et al., 2019) ····· 17

[그림Ⅱ-3] 인간과 인공지능의 공존 방식 (Lee, 2018) ····· 18

[그림Ⅱ-4] 인간과 인공지능의 양 방향적 투명성 (Chen et al., 2018) ····· 25

[그림Ⅱ-5] AIED 시스템에 대한 신뢰에 영향을 미치는 요인들 (Qin et al., 2020) ····· 26

[그림Ⅱ-6] 인공지능 시대 필수 역량 (이철현, 2020) ····· 28

[그림Ⅱ-7] 교육행위자로서 인공지능을 반영한 AIED 프레임워크 (Xu & Ouyang, 2021) ····· 37

[그림Ⅱ-8] 인공지능기반 교육모형 (조영환, 2022) ····· 40

[그림Ⅲ-1] 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 절차 ····· 59

[그림Ⅲ-2] 인공지능 투닝의 특성을 분석하는 모둠토의 활동사진 ····· 61

[그림Ⅲ-3] 인공지능 팀원 이해하기 수업 산출물 예시 ····· 62

[그림Ⅲ-4] 공유 활동 결과물 예시 ····· 63

[그림Ⅲ-5] 성찰 활동 결과물 예시 ····· 63

[그림Ⅲ-6] 관용 표현을 활용한 만화 제작 활동사진 ····· 64

[그림Ⅲ-7] 행복한 우리 반을 위해 해야 할 일 관련 짝 토의 활동사진 ····· 65

[그림Ⅲ-8] 패들렛(Padlet)에 제출한 인공지능과 협력과제 수행하기 수업 산출물 예시 ····· 66

I. 서론

1. 연구의 필요성 및 목적

초(超)연결과 초(超)지능화로 불리는 4차 산업혁명 기술의 발전에 힘입어 '인공지능', '딥러닝', '포스트 휴머니즘'에 대한 논의가 뜨겁게 전개되고 있다. 인공지능에 관한 관심이 급속도로 커진 것은 2016년 3월 '알파고'라는 인공지능 신기술이 이세돌 9단과의 바둑 경기에서 4대 1이라는 승리를 거둔 충격적인 사건 이후부터이다. 인공지능이 인간의 능력을 뛰어넘을 수 있을 정도로 발전하였다는 것을 보여준 단적인 예였으며, 앞으로 인공지능이 인간의 역할을 대체하고 인간의 자리를 빼앗지 않을까 하는 우려가 제기되었다. 하지만 인공지능과 빅데이터를 연결한 디지털 플랫폼(digital platform) 시대에 인간은 교육, 의료, 법률, 예술, 금융 등 다양한 분야에서 인공지능과 협력 및 공존의 가능성을 모색하고 있다. 예컨대 의료 분야에서는 인공지능과 병리학자가 협력해 암세포를 진단한 결과 오차율이 0.5%를 보였으며, 인공지능 단독으로 진단할 때의 오차율 7.5%, 병리학자가 단독으로 진단할 때의 오차율 3.5 %에 비해 오진 가능성을 크게 줄였다(NSTC, 2016). 법률 분야에서는 미국의 대형 법무법인 베이커 앤드 호스테틀러(Baker & Hostetler)가 활용하고 있는 로봇 변호사 '로스'(ROSS)는 초당 1억 장의 판례를 검토한 후 가장 적절한 판례를 추천해 인간 변호사의 변호 업무를 효율적으로 지원하고 있으며(임미진, 2017.09.10.), 금융 분야에서는 로보어드바이저(Robo-advisor) '헤저블'이 빅데이터 분석을 기반으로 스무 명의 직원과 함께 미국 퇴직 연금, 개인 은퇴연금 등 25가지 자산 계좌를 0.3~0.75% 수수료로 관리하고 있다(한국정보화진흥원, 2018).

인공지능과 다양한 협력활동 수행이 가능한 까닭은 인공지능이 인간의 명령에 따라 수동적으로만 작동하는 것이 아니라 자율적이고 지능적인 특성을 갖추고 있기 때문이다(설동준, 2018; Matthews et al., 2021; Qin

& Yan, 2020; Richards & Dignum, 2019; Wooldridge & Jennings, 1995; Xu, Wijekumar, Ramirez, Hu, & Irey, 2019). 딥러닝 등 고도의 알고리즘 기술이 발전하면서 인공지능은 스스로 무한에 가까운 양의 데이터를 빠르게 분석해 학습하고, 입력된 새로운 데이터에 대해선 이전에 학습된 내용으로 결과를 예측해 출력하거나 새로운 규칙을 추출하여 적응적으로 수행을 조정할 수 있게 되었다(Akata et al., 2020; Ramchurn, Stein & Jennings, 2021; Stowers, Brady, MacLellan, Wohleber, & Salas, 2021). 나아가 인간의 감정을 추론하고 능동적으로 반응하는 능력 또한 갖추면서 인간의 정서적이고 감정적인 상대 역까지 수행하고 있다(강미정 외, 2020). 따라서 일부 연구자들은 인간과 다양한 인지, 정서, 사회적 관계를 맺어나가는 인공지능을 단순히 인간의 목적을 실현하기 위한 도구, 수단으로 여기는 것은 한계가 있음을 지적한다(홍성욱, 2019, Braidotti, 2013; Latour, 1993; Munro, 2009; Thrift, 2000, 2008). 인공지능은 기술적 특성을 통해 외부 환경뿐만 아니라 인간의 인지구조와 감각체계 등 내적 영역과 행동을 변화시키는 행위능력(agency)을 갖추고 있다는 점(이재현, 2016)에서 인간과 인공지능이 어떠한 방식으로 소통하고 관계를 맺을 것인가에 대한 고민이 필요하다.

미래학자 커즈와일(Ray Kurzweil)은 『특이점이 온다』(2006)라는 저서에서 구체적인 데이터를 토대로 머지않아 첨단기술의 발전 속도가 가늠할 수 없을 정도로 빨라지는 기술적 특이점에 도달할 것이며 2045년에는 인간의 지능을 수십억 배 능가하는 초지능이 등장할 것으로 전망했다. 인공지능 기술의 발전은 우리에게 인간을 노동에서 해방하고 삶을 풍요롭게 해줄 것이라는 장밋빛 예견과 동시에 인공지능이 인간 지능을 추월해 인간의 일자리를 빼앗고, 인간의 정체성마저 위협할 수 있다는 우려와 위협을 안겨주었다(손승남, 2020). 하지만 이러한 위기를 기계와 기술의 탓으로만 돌려서는 안 될 것이다. 인공지능 기술의 효과는 기술 자체의 속성이 아닌 기술과 결합하는 사회적 맥락에 따라 달라지기 때문이다(김환석, 2017). 즉, 인공지능이 비약적으로 발전해 일반인공지능(AGI) 시대가 올지라도 인공지능에 지배당할 것인지 아니면 공존하는

방법을 터득해 인공지능을 인류의 번영에 이바지하게 할 것인지는 인간이 기술을 바라보는 관점과 기술과 관계하는 방식에 달려있다. 인공지능이라는 낯선 지능을 거부하며 배척해야 하는 대상으로 설정하기보다는 공생 가능한 존재로서 열린 태도로 접근하고, 서로의 지능을 증강하는 방식으로 협력하는 방법과 이를 위해 요구되는 과제를 적극적으로 탐색한다면 인공지능과 조화로운 관계를 이루며 공진화해나갈 수 있을 것이다.

최근 경영, 컴퓨터, HCI, 인공지능, 기계학 등의 연구 분야에서 인공지능을 공동 작업을 수행하는 주체로 바라보고 인간과 협력의 가능성을 탐색하고 있다. Akata와 동료들(2020)은 공동의 목표를 달성하기 위해 인간과 기계가 한 팀을 이루어 시너지 효과를 내는 시스템으로서 하이브리드 지능 시스템(hybrid intelligence system)의 필요성과 사례를 탐색하였다. 하이브리드 지능 시스템은 공동의 목표를 달성하기 위해 개별 에이전트의 강점을 상호보완적으로 활용해 서로의 능력을 증강(augment)하는 방식으로 협력적 네트워크를 구성함으로써 인공지능과 인간의 공존, 공생, 공진화를 지향하는 시스템이다(Dellermann et al., 2019). 이 시스템은 협력 과정에서 인간과 인공지능이 차이를 기반으로 상호 간 강점을 살려 역할 분담하며, 지속적인 상호작용 속에서 상호 학습 및 과업을 동적으로 조정하는 과정을 강조한다. 그 외에도 일부 연구에서 HAC(Human-Agent Collectives), HMT(Human Machine Teamwork), HCC(Human Computer Collaboration) 등의 형태로 인간과 인공지능 간 협력 프레임워크를 제안하고 있으며, 효과적인 협력을 위해 인공지능과 인간에게 요구되는 과제를 탐색하고 있다(Akata et al., 2020; Hoc, 2000; Ramchurn et al., 2021; Sowa, Przegalinska, & Ciechanowski, 2021; Stowers et al., 2021; Terveen, 1995). 하지만 지금까지 이루어진 연구 대부분은 이러한 인간과 인공지능의 파트너십을 강화하기 위해 고품질의 의사소통이 가능하고, 높은 신뢰성과 설명가능성을 충족하는 인공지능의 성능을 향상하는 데만 초점을 두었다는 한계가 있다(Akata et al., 2020; Hancock et al., 2011; Sowa et al., 2021; Walliser, de Visser, Wiese, & Shaw, 2019). 인간 또한 인공지능과 협력의 시너지를 발휘하기 위해선

적절한 교육을 통해 포스트 휴먼 리터러시(박휴용, 2020)를 키워야 한다.

그동안 국내 교육 분야에서 이루어진 인공지능교육연구는 인공지능교육의 교수·학습 방법 동향을 탐색하는 연구나 인공지능을 교육매체 또는 학습도구로 활용하고 그 효과성을 검증하는 연구가 주로 이루어졌다(김갑수, 박영기, 2017; 박정호, 2021; 배영권, 유인환, 유원진, 김우열, 2021; 송정범, 2020; 안지연, 박태정, 홍선주, 2020; 윤관기, 2021). 이러한 연구는 인공지능기반 교육프로그램 개발 및 발전에 이바지하나 인공지능을 단순한 매체 또는 도구로 여김으로써 인공지능의 교육적 가능성과 영향력을 과소평가한다는 한계가 존재한다(Big Innovation Centre, 2020; Ouyang & Jiao, 2021). 실제로 교육 맥락에서 인공지능은 교수자(tutor), 학습자(tutee), 동료(peer) 등 다양한 교육행위자로서 학습자와 수평적인 관계를 맺고 상호작용할 수 있다(Xu & Ouyang, 2021). 예컨대 인공지능은 학습자와 서로 정보를 교환하는 인지적 상호작용을 수행할 뿐만 아니라 감정에 공감하는 등 정서, 사회적 의사소통에 참여하는 가운데 끊임없이 영향을 주고받으며 협력적으로 지식을 구성해나갈 수 있다(Biswas, Segedy, & Bunchongchit, 2016; Bringula, Fosgate, Garcia, & Yorobe, 2018; Chen, Park, & Breazeal, 2020; Fryer, Ainley, Thompson, Gibson, & Sherlock, 2017).

앞으로 인공지능은 발전 속도가 가속화되어 더욱더 다양한 차원의 상호작용이 가능해질 것이다. 따라서 포스트 휴머니즘(Post Humanism) 담론을 논하는 교육연구자들은 이러한 인공지능을 교육매체나 학습도구로서 일방적으로 통제하기보다 인간과 동등한 지위를 가진 행위자(actor)로서 바라보고 인공지능과 수평적인 관계 속에서 소통하고 협력하는 전략을 제안하였다(류재훈, 최윤미, 김령희, 유영만, 2016; 박휴용, 2020; 손승남, 2020; 이철현, 2020; Markauskaite et al., 2022; Süße, Kobert, & Kries, 2021). 예컨대 인공지능 행위자와 효과적으로 협력하기 위해서 서로가 어떤 분야에 전문성을 가졌는지 이해하고, 적절한 신뢰 관계를 형성해야 하며, 상호 간 갈등을 효과적으로 조정하고, 변화에 적응해나갈 수 있는 능력이 필요하다(Michinov & Michinov, 2009). 인공지능의 자동

화된 결정이 초래하는 위험을 관리하고 의사결정을 통합해 학습을 주도적으로 이끄는 에이전시 또한 갖추어야 한다(Gartner, 2019; Ouyang & Jiao, 2021). 이처럼 인공지능과 바람직한 협력 및 공존 관계를 형성하기 위해 현재 학습자들이 무엇을 어떠한 방식으로 준비해야 하는지에 대한 논의가 구체화 될 필요가 있다(Hwang, Xie, Wah, & Gašević, 2020).

국가적으로도 '인공지능 시대 교육정책방향 및 핵심과제'을 발표하며 인간과 인공지능이 공존하는 미래 패러다임에서 필요한 교육으로서 인공지능과 적극적으로 협업해 새로운 것을 창조할 수 있는 AI 핵심 인재를 양성하고자 한다. 이를 위해 인공지능 지식학습을 넘어 미래 기초 역량으로서 '인공지능과 소통하고 협력하는 소양'을 기르는 교육을 2025년까지 초·중등 정규 교육과정에 도입할 예정이다(관계부처합동, 2020). 여러 인공지능 리터러시 연구에서도 인공지능 리터러시의 정의에 인공지능과 효과적으로 의사소통하며 협력하는 능력과 태도를 갖추는 것을 포함하고 있다(김성원, 이영준, 2022; 김수환, 김성훈, 이민정, 김현철, 2020; 김진석, 2021; 이유미, 박윤수, 2021; 이철현, 2020; 한선관, 2020; Long & Magerko, 2020; Markauskaite et al., 2022; Ng, Leung, Chu, & Qiao, 2021; Süße, Kobert, & Kries, 2021). 하지만 실제 국내 인공지능 리터러시 교육은 보통 컴퓨팅사고력을 중심으로 한 소프트웨어교육의 연장선에서 이루어지고 있으며(김송주, 박광렬, 2020; 김진수, 박남제, 2019; 류미영, 한선관, 2019; 신승기, 2019; 이은경, 2020), 교육행위자로서 인공지능과 효과적으로 의사소통하고 협력하는 역량을 기르기 위한 구체적인 교육내용이나 교수학습방안과 관련된 교육 연구나 사례는 매우 부족한 상황이다.

이러한 배경에서 본 연구에서는 미래사회를 준비하는 방안으로 인공지능과 효과적으로 협력하는 역량인 인간-AI 협력 역량이 무엇인지 체계적으로 탐색하고, 이를 향상하기 위한 구체적인 수업 설계원리를 개발하여 그 효과성을 검증하고자 한다. 특히, 역량은 개인적, 사회적 요구를 성공적으로 충족시키는 지식, 기능, 태도 및 가치를 포괄한 개념으로(OECD, 2002), 교육내용이나 지식을 이해하는 것을 바탕으로 이를 구체

적인 문제해결과정에 통합적으로 활용할 수 있는 능력이다(김인영, 2020). 즉, 내용 지식에 대한 이해도 중요하지만, 이해한 자원을 새로운 문제에 동원해 사용할 수 있는 능력을 습득하는 것이 매우 중요하다. 따라서 역량을 기르기 위해서는 일방적인 설명이나 강의 중심의 학습보다는 과제 해결을 통해 학습자 스스로 지식, 기술, 태도 등을 통합적으로 운용하고 이에 대해 사고할 수 있는 경험을 제공하는 것이 필요하다(박민정, 2009). 따라서 본 연구에서는 활동중심(activity-based)수업을 활용해 학습자의 인간-AI 협력 역량을 향상하고자 한다. 활동중심수업은 교사의 안내된 활동으로부터 시작해 학습자가 스스로 실제적 과제를 해결하고, 이를 반성적으로 성찰하는 경험을 제공함으로써 역량의 단계적인 성장을 돕는다(성지현, 조영환, 조규태, 허선영, 양선환, 2017; 조영환, 이현경, 조규태, 박세진, 2019; 조영환, 허선영, 성지현, 조규태, 2017; Brown, Collins & Duquid, 1989; Hannafin & Land, 1997; Jonassen, 1999). 활동중심수업은 학습 목표와 맥락에 따라 토의토론, 공동창작, 문제해결, 프로젝트 등 다양한 형태의 활동을 활용할 수 있는데, 학습자가 능동적이고 상호작용인 활동을 수행하고, 이를 재해석하는 활동을 강조함으로써 학습 내용에 대한 깊은 이해와 전이를 촉진한다는 특징이 있다(권승아, 강지혜, 2020; 김경원, 우애자, 2016; 김복순, 2007; 성지현 외, 2017; 조영환 외, 2019; 조영환 외, 2017; 이성하, 2019; 허경섭, 2010). 따라서 본 연구에서도 학습자가 다양한 형태의 실제적 과제 또는 문제를 해결하고 그 과정과 결과를 반성적으로 성찰하는 활동중심수업을 통해 인공지능과 협력하는 데 필요한 지식, 기술, 태도, 가치를 함양할 수 있도록 하고자 한다. 본 연구를 통해 개발된 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리는 급속도로 지능화되는 인공지능 기술과 함께 번영하고 공존하는 방법을 탐색하는 시대에 추구해야 할 인공지능교육의 목표와 방법에 대한 구체적인 지침을 제공할 수 있을 것이다.

2. 연구문제

본 연구에서는 미래사회를 준비하는 방안으로 인공지능과 효과적으로 협력하는 역량인 인간-AI 협력 역량을 위한 활동중심수업 설계원리를 개발하고 이를 적용한 수업의 효과성을 확인하는 것을 목적으로 한다. 본 연구에서 설정한 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리는 어떻게 구성되는가?

둘째, 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리는 내적으로 타당한가?

셋째, 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리를 적용한 수업의 효과성은 어떠한가?

3. 용어의 정리

가. 인공지능

본 연구에서는 Russell과 Norvig(2016)이 『Artificial Intelligence - A Modern Approach』 저서에서 제안한 인공지능 정의와 포스트 휴머니즘(Post Humanism) 관점을 기반으로 인공지능을 '인간처럼(humanly) 그리고 합리적으로(rationally) 사고하고, 행동하는 행위자(actor)'로 정의한다. 기술 발전의 가속화로 기계학습(machine learning) 기반의 인공지능은 인간 또는 환경과 상호작용 과정에서 얻는 데이터를 자율적으로 학습하여 적응적으로 수행을 조정하는 능동적인 모습을 보이며(김귀훈, 2018; 김성민, 연승준, 2020; 박상언, 2021; 정동규, 2017), 학습한 데이터 기준으로 최선의 판단과 행동을 산출하는 합리적인 특성을 보이기 때문이다(고학수, 정해빈, 박도현, 2019). 이러한 인공지능의 자율적이고 합리적인 특성은 인간에게 유의미한 변화를 일으키는 행위능력(agency)을 발휘한다(류재훈 외, 2016; Latour, 2007). 따라서 학습자와 수평적인 관계를 맺고 인간에게 유의미한 영향력을 행사하는 행위자(actor)로서 인공지능을 바라보고, 인공지능 행위자와 효과적으로 협력하는 역량을 기르는 교육은 어떠한 방식으로 제공해야 하는지를 탐색할 것이다. 그리고 교육 맥락에서 활용하는 인공지능(AIED) 유형은 기능적 차원에서 크게 맞춤형 콘텐츠를 교수하는 지능형 튜터링 시스템(intelligent tutoring system)과 학습자 스스로 지식을 구성하도록 학습을 지원하는 지능형 학습 도구(intelligent learning tool)로 구분할 수 있다(박성익, 임철일, 이재경, 최정임, 조영환, 2021; Cakula & Salem, 2013; Hwang et al., 2020). 본 연구에서는 인공지능의 범위를 초보 학습자 또는 학습 동료 등의 역할을 하며 학습자가 지식과 의미를 구성하도록 지원하는 지능형 학습 도구로서의 인공지능으로 한정하고, 해당 인공지능과 효과적으로 협력하는 역량을 기르기 위한 수업의 설계원리를 개발하고자 한다.

나. 인간과 인공지능 간의 협력

본 연구에서는 인간과 인공지능 간의 협력을 하이브리드 지능(hybrid intelligence) 개념을 통해 정의한다. 하이브리드 지능은 공동의 목표를 달성하기 위해 인공지능과 상호의존적으로 과업을 수행하는 과정에서 개인일 때는 달성할 수 없는 우수한 성과를 달성하고 개별 에이전트의 능력도 동시에 향상하는 것을 의미한다(Dellermann et al., 2019). 인간과 인공지능은 협력 과정에서 공동의 목표 및 계획을 공유하고, 차이를 기반으로 상호 간 강점을 살려 역할 분담하며, 지속적인 상호작용 속에서 학습 및 동적인 과업 조정 활동을 수행한다. 인간과 인공지능은 서로의 능력을 증강(augment)하는 방식으로 협력을 수행함으로써 공생관계를 형성하고 공진화해나간다.

다. 인간-AI 협력 역량

본 연구에서 인간-AI 협력 역량은 인공지능과 상호의존적인 과업을 수행하는 과정에서 개인일 때는 달성할 수 없는 우수한 성과를 달성하고 개별 에이전트의 능력도 동시에 향상하는 하이브리드 지능(hybrid intelligence)을 발휘하기 위해 인간 행위자에게 요구되는 역량으로 정의한다(Dellermann et al., 2019; Markauskaite et al., 2022; Ramchurn et al., 2021; Sowa et al., 2021; Süße et al., 2021). 구체적으로, 공동의 목표 달성하기 위해 인공지능과 상호 간 강점을 살려 과업을 적절히 분담하고, 지속적인 상호작용 속에서 지식을 공유, 조정, 융합할 수 있는 개인의 능력을 의미한다(Friend & Cook, 2010; Markauskaite et al., 2022; Süße et al., 2021; Terveen, 1995).

라. 활동중심수업

본 연구에서 활동중심(activity-based)수업은 적극적·능동적 존재로서 학

습자가 삶의 맥락과 연결된 실제적 과제를 해결하기 위해 상호작용적이고 구성적인 활동에 주도적으로 참여하는 가운데 협력적으로 지식을 구성하고 핵심 역량을 함양해나가는 학습자 중심 수업으로 정의한다(권승아, 강지혜, 2020; 김경원, 우애자, 2016; 김복순, 2007; 성지현 외 2017; 조영환 외, 2019; 조영환 외 2017; 이성하, 2019; 허경섭, 2010; Brown, Collins & Duquid, 1989; Hannafin & Land, 1997; Jonassen, 1999). 교사 주도의 강의식 수업과 달리 학습자 위주의 활동중심수업에서는 학습자가 학습 활동 전 과정에 능동적으로 참여할 수 있도록 교과의 특성 및 학습자의 흥미를 반영한 학습목표를 제시하며, 개인 또는 소그룹 협력을 통해 해결할 수 있는 실제적 과제(task)를 설계한다. 나아가 문제해결, 탐구, 토의토론, 공동창작 등 상호작용적이고 구성적인 교수 방법을 활용해 협력적으로 지식 구성하는 환경을 조성하고, 학습자 스스로 경험에 대한 자기 성찰(self-reflection)을 통해 학습을 내면화하는 과정을 강조한다. 활동중심수업에서 교수자는 학습자가 목표하는 방향으로 성장할 수 있도록 학습경험을 설계하고 학습을 안내, 점검, 촉진하는 역할을 해야 한다(권승아, 강지혜, 2020; 김복순, 2007; 성지현 외, 2017; 이성하, 2019; 이지혜, 하윤정, 2016; 조영환 외, 2019; 조영환 외, 2017; Chi, 2009; Jonassen, 2013; Kapur, 2010).

II. 이론적 배경

1. 인간과 인공지능 간의 협력

가. 인간과 인공지능 간의 협력, 하이브리드 지능

협력이란 둘 이상의 에이전트가 공동의 목표를 위해 물리적 또는 정신적으로 다양한 수준의 조정된 노력을 수행하는 것을 의미한다(Krueger, 2014; Roschelle & Teasley, 1995; Terveen, 1995; Wood & Gray, 1991). 그중에서도 컴퓨터, 로봇, 인공지능 등의 테크놀로지를 인간과 공동 작업을 수행하는 주체로 여기게 되면서 인간과 기계 간의 협력(Human-machine collaboration)에 대한 가능성을 탐구하는 연구가 이루어져 왔다. Krueger(2014)는 인간과 기계의 협력(human-machine collaboration)을 공유된 목표를 달성하기 위해 인간과 기계 사이의 조정된(coordinated) 상호작용으로 정의하였다. 이와 유사하게 Terveen(1995)도 인간과 컴퓨터의 협력을 둘 이상의 에이전트가 공동의 목표를 위해 작업하는 과정으로 정의하였는데, Kuregur(2014)가 제시한 정의를 한 단계 더 발전시켜 인간과 컴퓨터 간 협력의 방식을 크게 두 가지로 구분하였다. 하나는 인간 보완적(human-complementary) 방식이고, 다른 하나는 인간 대리 실행(human-emulation) 방식이다. 전자는 인간과 컴퓨터 사이의 비대칭적인 관계를 전제로 인간의 약점을 보완하기 위해 컴퓨터의 능력을 활용하는 것을 의미한다. 상호 간 차이를 기반으로 역할과 책임을 분담하는데 주로 사용자가 목표 및 세부 계획을 설정하는 상위 과제를 수행하면 시스템은 특정 영역에서 계산 및 일관된 작업 등 하위 과제를 수행하는 제한되고 고정된 협력이다. 후자는 인공지능과 같이 인간과 매우 유사한 능력을 갖춘 컴퓨터와 상호작용하는 것을 전제로 하며 인간과 인간의 협력 방식을 모델링해 인간과 컴퓨터의 협력 방식에 적용하는 것을 의미한다. 예컨대 인간과 인공지능이 공동의 목표 또는 세부

계획을 함께 세워나가고 의사소통을 기반으로 상호 간 지속적인 학습 및 과업 조정을 수행하는 것이다. 정리하자면, 인간과 테크놀로지 간의 협력은 그 에이전트의 수준과 특성에 따라 보완 정도의 매우 제한된 협력에서부터 하나의 동등한 주체로서 임무를 수행하는 능동적인 협력까지 다양한 형태로 존재할 수 있다.

초기 인간과 기계 간의 협력은 CASA 프레임워크를 기반으로 사회적 행위자로서의 컴퓨터를 탐색하는 데 중점을 두었는데, 공동의 목표를 달성하기 위해 인간이 주로 감독자의 역할을 맡고 컴퓨터는 제한적인 기능을 수행하는 보완 수준의 협력이 이뤄졌다(Nass & Moon, 1996). 하지만 오늘날 자연어처리, 인공신경망 등 정보통신기술의 급격한 발달로 인공지능은 인간을 대신해 동등한 주체로서 협력할 수 있을 정도로 인간의 수준 혹은 그 이상의 자동화된 성능을 달성하고 있다. Apple의 Siri, Amazon의 Alexa와 같은 인공지능기반 시스템은 인간의 요청을 인식하고 적절히 반응하는 인지, 정의적 특성을 갖추고 있으며 최근에 GPT-3 인공지능 모델은 주어진 조건에 맞게 시와 소설 등 창작 영역까지 진출하면서 점진적으로 인공일반지능(AGI)(Goertzel, 2007)을 향해 나아가고 있다.

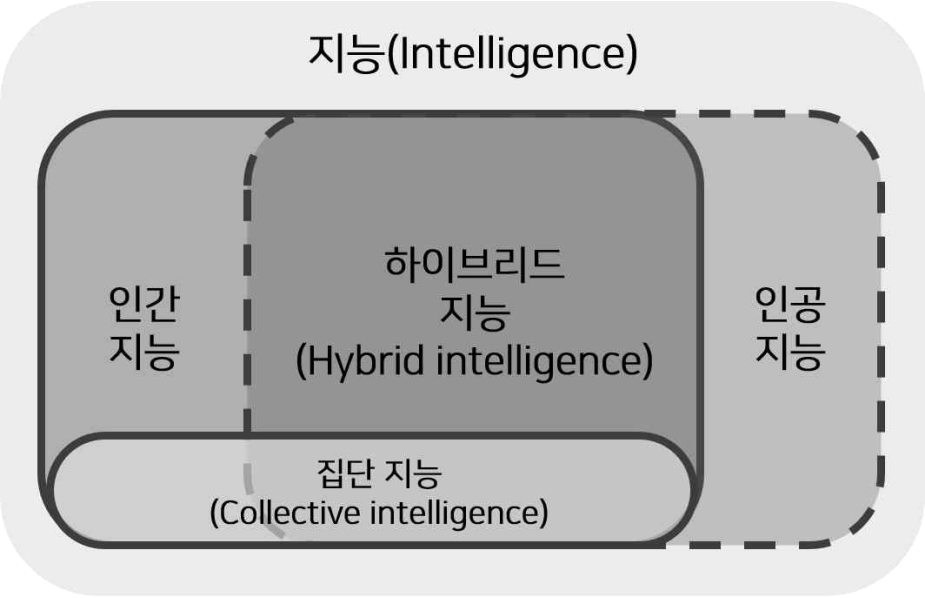
기계학습(machine learning)을 기반으로 한 인공지능은 특정 조건 아래 사람의 간섭 없이 행동 및 상태를 제어하고 다른 환경과 상호작용하는 과정에서 얻은 데이터를 스스로 학습해 능력을 향상하는 자율적이고 능동적인 특성을 보인다(김귀훈, 2018; 김성민, 연승준, 2020; 박상언, 2021; 정동규, 2017). 일례로 현재 시범 운영 중인 인공지능 기술을 탑재한 자율주행차는 목적지 A 지점에 도달하기 위해서 카메라, 초음파센서 등의 기술을 통해 주변 환경 정보를 수집해 전방 차량 감지, 차선 유지 등의 기능을 수행하고, 실시간 교통 상황 정보를 토대로 경로 계획을 세워 운전자 개입 없이 주행한다. 나아가 주행하는 과정에서 수집된 차량, 보행자, 장애물, 표지판 등 다양한 환경 정보들을 스스로 학습해 자율주행 성능을 향상하는 모습을 보인다. 하지만 이러한 인공지능이 인간과 매우 유사하거나 인간보다 우월한 역량을 오류 없이 발휘하기 위해선 엄

청난 양의 데이터를 학습해야 하며, 학습 과정에서 적절한 통제가 없는 경우 어떤 데이터를 학습하였느냐에 따라 성별, 인종, 사회적 지위, 경제력 등을 이유로 한 차별적인 결과를 생산하기도 한다(Baker & Hawn, 2021; Challen et al., 2019; Du & Xie, 2021; Osoba & Welser IV, 2017). 더불어 직관과 상식, 감성과 통찰 등 아직 인공지능이 완벽히 모사하기 어려운 인간 고유의 역량이 존재한다(윤마병, 이종학, 백제은, 2016).

따라서 인간을 대체하여 인공지능이 단독으로 전문적인 작업을 수행하거나 의사결정을 내리기보다는 깊고 다변적인 환경에서 인간과 인공지능이 팀 동료로서 서로의 능력을 증강(augment)하는 방식으로 협력해야 한다는 주장이 탄력을 받고 있다(Licklider, 1960; Seeber et al., 2020; Willcocks, 2020; Zheng et al., 2017). Dellermann과 그의 동료들(2019)은 공동의 목표를 달성하기 위해 인공지능과 상호의존적인 과업을 수행하는 과정에서 개인일 때는 달성할 수 없는 우수한 성과를 달성하고 개별 에이전트의 능력도 동시에 향상하는 협력을 '하이브리드 지능(hybrid intelligence)'으로 정의하였다. 집단 지능(collective intelligence)의 경우 특정 조건에서 평균적인 사람들이 협력하여 개인 또는 단일 전문가보다 더 나은 성과를 낼 수 있음을 설명하는 용어로 주로 사용되었지만(Leimeister, 2010), 하이브리드 지능은 이종 에이전트 즉, 인간과 기계가 협력함으로써 나타나는 지능을 의미한다.

하이브리드 지능은 다음과 같은 특징을 가졌다. 첫째, 공동의 문제를 해결하기 위해 인공지능과 인간 각 에이전트는 차이를 기반으로 상보적 강점을 살려 과업을 분담한다. 그리고 해당 과업은 상호의존적이고도 동적인 조정 과정을 거쳐 수행된다. 둘째, 하이브리드 지능은 개별 에이전트 혼자서는 달성할 수 없는 우수한 성과를 효과적이고, 효율적으로 달성한다. 주목할 점은 세 번째 특성인데, 하이브리드 지능을 발휘하는 동안 전체적인 사회-기술 시스템뿐만 아니라 인간과 인공지능의 개별적인 성능 또한 상호 학습을 통해 향상한다는 것이다. 특히 오늘날 직면하는 문제들은 보통 정답이 없는 복잡한 성격의 문제이며 논리적이고 분석적인 능력뿐만 아니라 창의성, 공감, 직관 등 다양한 영역의 능력과 지식을

융합해야 하는 경우가 많다. 이러한 문제를 효과적이고, 효율적으로 해결하기 위해선 인간과 인공지능의 강점을 상호보완적으로 활용하는 하이브리드 지능을 발휘하는 것이 필요하다(Schoonderwoerd, van Zoelen, van den Bosch, & Neerincx, 2022). 그 과정에서 인간은 인공지능으로부터 새로운 지식을 배우고 부족한 능력을 보완할 수 있다. 예컨대 딥러닝을 통해 빅데이터를 스스로 학습한 알파고는 이세돌과의 대전에서 상식과 정석에 벗어난 창의적인 수를 두었으며, 프로 기사들은 알파고로부터 새로운 바둑의 패러다임을 배울 수 있다는 평을 내놓았다(윤마병 외, 2016). 인공지능 또한 인간의 도움으로 알고리즘 편향 문제를 해결하고 인간 세계의 윤리적, 도덕적 기준에 맞춰 성능을 업데이트할 수 있다. 이처럼 하이브리드 지능을 발휘함으로써 효과적인 문제해결과 동시에 상호간의 능력을 향상할 수 있을 것이다(Bostrom, 2017).



[그림Ⅱ-1] 하이브리드 지능의 개념적 통합 (Dellermmann et al., 2019)

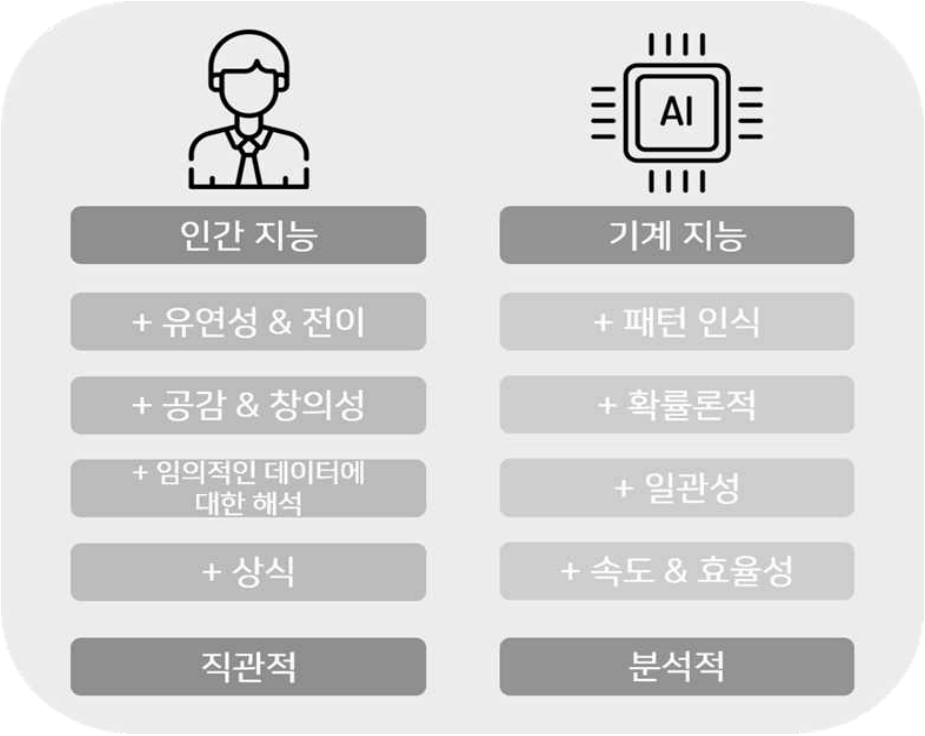
나. 인간과 인공지능의 상호보완적 특성

1988년 미국의 로봇 공학자 한스 모라벡(Hans Moravec)은 '인간에게 쉬운 것이 컴퓨터에게 어렵고, 인간에게 어려운 것은 컴퓨터에게 쉽다.' 라는 구절로 인간과 인공지능의 능력 차이를 역설적으로 표현하였다. 예컨대 인간은 걷기, 말하기, 느끼기, 듣기, 보기 등의 일상적인 행위는 매우 쉽게 할 수 있으나 복잡한 수식 계산을 하기 위해서는 많은 에너지와 시간을 소비해야 한다. 반대로 컴퓨터는 수학적 연산, 논리, 추론 등 고도의 논리적 작업은 쉽게 수행할 수 있으나 인간이 하는 걷고, 말하고, 보고, 느끼고, 공감하는 일상적인 행위를 수행하는 것이 매우 어렵다(Moravec, 1988). 헝가리 출신 철학자 마이클 폴라니(Michael Polanyi) 또한 1966년 『암묵지』의 저서에서 인간의 '할 줄 알지만, 말로 설명하기 어려운 지식과 능력', 즉 암묵지(tacit knowledge)는 기계가 모방하기 힘든 영역으로 설명하였다. 그러나 기계학습, 딥러닝 등 인공지능 기술의 획기적인 발전으로 최근엔 인공지능 로봇이 기민하게 걷고 뛸 수 있는 운동능력을 보유해나가고 있으며, 구글의 딥마인드가 개발한 인공지능 바둑 프로그램 알파고는 인간의 암묵지 영역 또한 습득할 수 있다는 가능성을 보여주었다(태혜신, 김선영, 2019). 이에 따라 앞으로 인공지능이 인간의 일자리와 역할을 모두 대체하지는 않을까 하는 우려를 제기하는 사람들도 존재한다.

하지만 기존의 경계선이 희미해지고 있을 뿐 인공지능은 태생적으로 인간과 다른 '낯선 지능'이며(설동준, 2018; 이봉재, 2005; Shanahan, 2015), 인간의 삶을 온전히 경험하기에는 한계가 존재한다. 설동준(2018)은 인공지능 기술이 인간의 지능과는 분명 차이가 있는 '낯선 지능'일 수밖에 없는 이유를 다음과 같이 설명하였다. 첫째, 오늘날 인공지능 기술의 핵심 도약의 발판이 된 딥러닝의 경우 인간의 뇌의 일부 구조를 모사하여 인공신경망을 구축하고 대상의 특징을 학습하지만, 인공신경망 사이의 가중치를 변화시키는 정보처리과정은 블랙박스(blackbox)화되어 있어 정확히 어떤 이유로 그러한 특징을 추출하는 것이 파악하기 어렵다.

따라서 인간 뇌의 작동 방식과 완벽하게 같다고 말하기 힘들며, 획득한 결과 또한 인간의 정보처리 과정을 통해 나온 결과물과 동일할 것이라 장담할 수 없다(김준혁, 2016; 김진형, 2020). 즉, 인공지능은 인간을 모사하였으나, 작동원리와 결과를 완벽하게 해석하기에는 어려운 '낯선 지능'을 가진 기술이다. 둘째, 인간과 인공지능은 세계에 대한 표상을 획득하고, 학습하는 방식에 있어 차이가 존재한다. 인간은 생물학적 신체와 오감을 활용해 실세계와 상호작용하고, 정보를 수용하고 표현한다. 이와 달리 인공지능은 세상을 0, 1로 이루어진 디지털 신호를 정보로 수용하고 표현한다. 즉, 인간과 인공지능은 세상을 인식하고 표상하는 방식에서 간극이 발생할 수 있다. 따라서 인간과 기계의 경계가 불분명해져 가는 포스트 휴머니즘(Post Humanism) 시대에 인공지능을 인간의 지능을 완벽하게 대체할 수 있는 지능으로서 바라보기보다는 다양하게 존재할 수 있는 수많은 지능 중 하나이며, 우리 인간과 다르지만 훌륭하고 양립 가능한 지능으로서 바라보는 시선이 요구된다(이상욱, 2009).

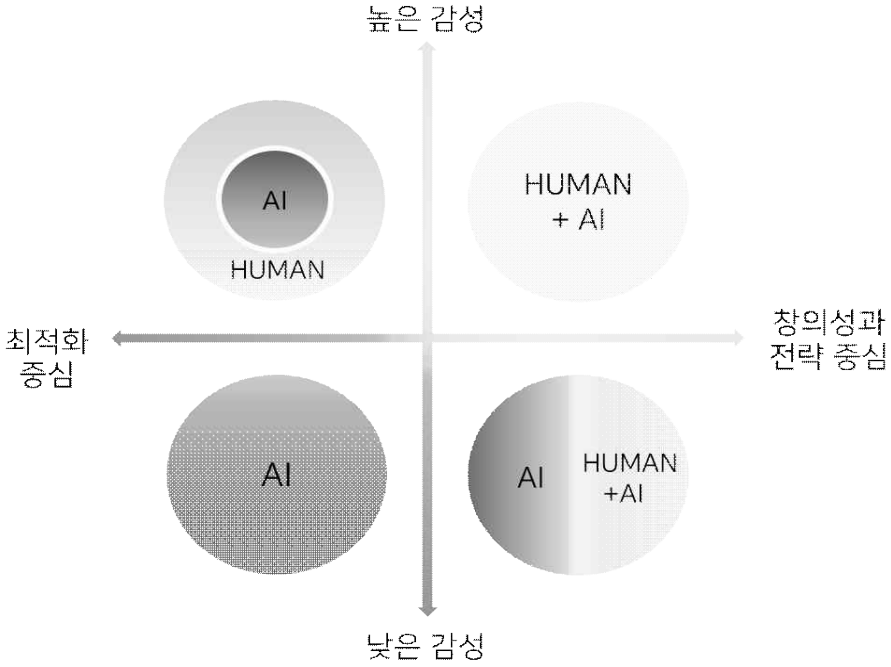
실용적인 측면에서도 인간과 인공지능이 각자 특화된 영역이 존재하기 때문에 모든 영역을 인공지능으로 대체하기보다는 인공지능과 협력의 관계를 형성해야 한다는 주장이 제기되고 있다(김훈석, 2018; 김홍겸, 박창수, 정시훈, 고호경, 2018; 이광춘, 주용우, 2020; 이철현, 2020; 한동균, 2021; Dellermann et al., 2019; Lee, 2018). Dellermann과 그의 동료들(2019)에 따르면 현재 인간과 인공지능은 다음의 인지 영역에서 강점을 발휘해 서로의 지능을 증강하는 하이브리드 지능을 실현할 수 있다([그림Ⅱ-2]).



[그림Ⅱ-2] 인간과 기계의 상보적 강점 (Dellermann et al., 2019)

우선, 인간은 직관적 인지 영역이 발달하여 제한된 경험에도 이론을 확립하고 일반화하는 것이 가능하며, 사고의 유연성과 창의성, 상식을 토대로 다양한 환경 변화에 능동적으로 대응할 수 있다(김진아 외, 2021). 더불어 타인의 감정을 이해하고 사회적인 공감을 형성하는 등 감성이 필요한 과업을 효과적으로 수행할 수 있다(한동균, 2021). 이에 반해 인공지능은 과거에 학습하지 못한 새로운 상황에 직면하면 이에 능동적으로 대응하지 못하고 예상 밖의 결과를 반환할 위험이 있으며(김진형, 2020; 이광춘, 주용우, 2020), 인간의 감정을 다루거나 사회적 관계를 구축하는 것에 약점을 보인다. 따라서 인간은 창의성과 유연성, 직관과 감성이 필요한 영역에서 전문성을 발휘하며 인공지능의 부족한 능력을 보완하는 방식으로 협력할 수 있다. 예컨대 [그림 Ⅱ-3]에서 볼 수 있듯이 공동의 목표를 달성하는 과정에서 감성이 필요한 가치판단이나 높은 창의력이

필요한 작업은 인간이 더 많은 시간과 노력을 기울이고, 분석적 사고를 요구하는 작업은 AI가 수행하는 방식으로 인간과 인공지능이 협력할 수 있다(김명락, 2020; 한동균, 2021; Lee, 2018). 그 과정에서 인간은 인공지능의 수행과정을 모니터링하며 적절한 피드백 또는 추가 데이터를 제공해 인공지능의 성능을 증강하는 데에도 기여할 수 있다.



[그림Ⅱ-3] 인간과 인공지능의 공존 방식 (Lee, 2018)

그 대신 인공지능은 논리적이고, 분석적인 인지 영역이 발달하여 방대한 데이터를 처리해야 하는 일관성 높은 작업을 신속하게 수행한다. 더불어 확률 이론의 엄격한 규칙을 기반으로 복잡한 패턴을 인식 및 예측 활동을 효과적으로 수행할 수 있다(김진아 외, 2021). 이러한 강점을 토대로 인공지능은 인간에게 데이터에 기반한 합리적 예측과 최적화된 전략을 제공하며 인간의 충동적인 판단을 교정하고, 효과적인 의사결정을 지원할 수 있다. 일례로 의료 분야에선 인공지능이 환자 데이터(예: CT

스캔)를 분석하여 위암과 같은 질병을 예측할 수 있는 정보를 제공해 인간 의사가 암을 조기에 진단하는 데 도움을 제공하고 있다(Dellermann et al., 2019). 최근에 인공지능은 예술 분야에서도 데이터를 기반으로 한 기계적 창의성을 토대로 인간에게 영감을 제공해 독창적인 작품을 효율적으로 제작하는 등 인간의 능력을 증강하며 상호보완적인 협력을 수행하고 있다. 2016년 구글이 실시한 '마젠타 프로젝트(Magenta Project)'에서 작곡 능력을 갖춘 인공지능은 스스로 기계학습을 통해 생성한 알고리즘을 바탕으로 4개의 주어진 음표로부터 피아노 연주곡을 작곡하였으며, 이후 인간이 드럼과 오케스트라 반주를 추가하여 함께 합주곡을 완성하였다. 인공지능을 다룬 영화 '모건'의 예고편의 경우에는 미국 IBM 인공지능 왓슨이 100여 편의 공포 영화 예고편의 영상과 오디오의 특성을 학습해 10분 정도 길이의 영화 '모건'의 예고편을 제작하였다. 이후 인간은 이를 토대로 1분 15초 길이의 최종 예고편을 완성함으로써 영상 제작 시간을 크게 단축하였다. 이처럼 인간이 주도권을 잡고 기계에게 일부 단순하고도 반복적인 작업만을 지시하였던 과거와는 달리 최근 인간과 인공지능은 다양한 지적 활동을 상호의존적으로 수행하며 공진화를 모색하고 있다. 특히, 인공지능은 인간이 제공하는 데이터를 토대로 스스로 성능을 개선하고 데이터에 기반해 인간의 의사결정 및 생산 프로세스를 더욱더 적극적이고 적응적으로 지원하고 있다.

앞으로 인간과 인공지능이 다양한 협력적 상호작용을 효과적으로 수행하기 위해선 인공지능은 높은 설명 가능성을 갖추고, 인간의 의도를 추론하고 동적으로 행동 및 계획을 조정할 수 있는 성능을 발전시켜나가야 한다(Cuzzolin, Morelli, Cîrstea, & Sahakian, 2020; Kim, Merrill, Xu, & Sellnow, 2020.; Riedl, 2019). 예컨대 인공지능이 직관적인 인터페이스를 갖추어 인간이 인공지능 에이전트의 제안이나 행동을 더 잘 해석할 수 있도록 해야 할 것이며(Kim, Lee, & Cho, 2022), 인간이 제공하는 복잡한 피드백을 어떠한 방식으로 처리해야 하는지를 고민해야 한다(Akata et al., 2020). 인간 또한 하이브리드 지능을 발휘하기 위해 인공지능과 효과적으로 소통하고, 협력할 수 있는 역량을 갖추는 것이 필요하다. 즉,

인공지능과 다양한 방식으로 협력하는 미래사회를 대비하기 위해 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 교육을 체계적으로 제공할 필요가 있다(관계부처합동, 2020; 김성원, 이영준, 2022; 김수환 외, 2020; 김진석, 2021; 이철현, 2020; 한선관, 2020; Long & Magerko, 2020; Markauskaite et al., 2022).

2. 인간과 인공지능 간의 협력에 영향을 미치는 요인

가. CASA의 사회반응이론(social response theory)

사회적 존재로서 인공지능과 협력하는 것은 CASA(computers are social actors)의 사회반응이론(social response theory)에 기반한 연구를 통해서도 설명할 수 있다. 사회반응이론에 따르면 인간은 사회적 단서(social cues)를 보내는 컴퓨터를 의인화하여 인간과 인간 사이의 상호작용 과정에서 적용하는 사회적 규칙을 컴퓨터에 무의식으로 적용하는 경향성을 보인다(Nass & Moon, 2000; Reeves & Nass, 1996). Reeves와 Nass(1996)는 이러한 현상이 발생하는 이유로 인간의 뇌가 생존하기 위해 진화하는 과정에서 인간의 언어나 감정을 표현하는 인간적인 특성을 보이는 대상을 실존하는 대화 상대로 무의식적으로 여기고 반응하게 되었다는 진화론적 설명을 제안하였다.

사회반응이론을 토대로 많은 HCI 연구에서는 인간과 컴퓨터와 상호작용하는 방식을 관찰, 분석한다(de Visser et al., 2016; Hayes & Miller, 2010; Inbar & Meyer, 2019; Nass, Fogg, & Moon, 1996; Parasuraman & Miller, 2004). 예컨대 인간은 여성의 목소리를 가진 기계의 경우 사랑과 관계의 영역에 전문성이 있다고 평가하고, 남성의 목소리를 가진 기계는 컴퓨터, 기술 영역에 대해 더 잘 알고 있다고 평가하는 등 성별에 대한 고정관념을 컴퓨터에 적용하였으며(Nass, Moon, & Green, 1997), 컴퓨터에 '동료'라는 레이블이 부여하였을 때가 그렇지 않을 때보다 인간과 컴퓨터 사이에 더욱 강력한 사회적 유대 관계가 형성된다는 것을 확

인하였다(Cassell & Bickmore, 2000; Nass et al., 1996; Nass, Moon, & Carney, 1999).

최근에 HCI 영역을 넘어 사회적 로봇 또는 인공지능 연구에서도 CASA의 사회반응이론(social response theory)을 적용하여 상호작용을 분석하는 연구가 진행되고 있다. Suzuki와 그의 동료들(2015)은 로봇과 인간의 손이 잘리는 가상이미지를 제시하고 뇌전도(EEZ)로 뇌파를 측정하였을 때, 로봇의 고통을 공감하는 인간의 모습을 확인하였다. 이는 인간이 의인화된 로봇을 사회적 존재로 바라보고, 감정적 반응을 보인다는 것을 증명하는 사례였다. Ho와 그의 동료들(2018)은 참가자들이 대화형 챗봇과의 상호작용에서 인간의 상호작용 전략 중 하나인 감정 공개 전략을 적용하였을 때 챗봇과의 사회적 친밀감과 만족감이 향상한 것을 확인하였다. 이 외에도 대인관계에서 활용되는 순차적 설득 전략의 효과(Lee & Liang, 2019)나 공손함의 효과(Srinivasan & Takayama, 2016)를 인공지능과의 상호작용에도 적용할 수 있다는 연구결과가 존재한다.

이러한 연구결과는 인간이 인공지능을 인간처럼 느끼고 인간과 유사한 관계를 맺을 수 있음을 증명한다. 나아가 사회적 신호와 인간의 사회적 규칙 및 전략을 적절히 활용해 인공지능과의 협력을 촉진하는 방안을 탐색하는 것이 필요하다는 것을 시사한다. 우선, 인공지능이 사회적으로 반응하기에 가치 있는 대상으로 분류되기 위해선 충분한 사회적 단서(social cues)와 사회적 신호(social signals)를 갖추고 있어야 한다(Feine, Gnewuch, Morana, & Maedche, 2019; Nass & Moon, 2000; Nass & Steuer, 1993). Feine과 동료들(2019)에 따르면 사회적 단서는 눈, 코, 입, 목소리 등 인간과 유사한 언어적, 시각적, 청각적 특성을 의미하며 사회적 신호는 음성 비서, 챗봇 등 대화형 에이전트와 대화할 때 활용하는 반응, 응답 버튼과 같이 인간의 사회적 행위를 유발하는 어포던스를 제공함을 의미한다. 최근에 빠른 컴퓨팅 성능과 세련된 그래픽의 발달로 인공지능은 인간과 흡사한 외모를 갖거나 그림, 소리 등 감각적 단서를 바탕으로 적응적 피드백을 제공하는 등 더욱더 다양한 사회적 단서와 신호를 제공할 수 있게 되었다.

교육 분야에서는 이러한 사회적 단서와 신호를 제공하는 인공지능을 수업에서 활용하고, 교육적 효과를 탐색하는 연구가 등장하였다. 일례로 Chen과 그의 동료들(2020)은 교수자(tutor), 학습자(tutee), 학습 동료(peer) 세 가지 역할을 모두 수행하는 사회적 로봇 Tega를 개발하였는데, 학습 동반자 Tega는 어린아이의 목소리를 갖고 있고, 감정을 몸짓을 표현하며, Google 자동 음성 인식 서비스를 활용해 학습자의 발화 의도를 추측해 간단한 응답을 제공할 수 있었다. 학습자가 어려움을 겪을 때 Tega는 자세한 설명을 제공하고 때로는 실수를 저지른 후 학습자에게 질문과 설명을 요청하는 등 지속적인 사회적 교감을 시도하였다. 그 결과 5~7세의 어린 학습자들은 이러한 로봇 Tega에게 동료애를 느꼈으며, 학습의 즐거움과 어휘학습 효과가 향상하는 긍정적인 결과를 확인할 수 있었다. Baxter와 그의 동료들(2017) 또한 터치스크린을 통해 비언어적 상호작용이 가능한 휴머노이드 학습 동료 로봇을 영국 한 초등학교 현장에 적용하였다. 그 결과, 학습자 대부분이 로봇과 친구가 되고 싶어 했으며 특히 개인화된 정서적 반응을 제공한 로봇에게는 학습자들의 상호작용에 대한 즐거움이 증가하는 것을 확인하였다. 종합해볼 때 인공지능이 학습자의 나이, 성별, 동기 수준 등 요소를 고려하여 이름, 표정, 언어적 표현 등 충분한 사회적 단서와 신호를 제공할 때 인간과 긍정적인 사회적 지원 관계를 구축하는 것이 가능하다는 것을 알 수 있다.

나아가 CASA 패러다임을 기반으로 사람과 사람 간 협력에서 통용되던 사회적 규칙과 전략을 인공지능과의 협력에 적절히 활용할 수 있다. Walliser와 그의 동료들(2019)은 인공지능과의 협력을 촉진하기 위한 여러 처치를 제공하였는데, 첫 번째 실험에서는 인간에게 인공지능 에이전트를 하나의 동료로 소개한 경우가 도구로 소개하고 적절한 통제와 활용을 지시한 경우보다 인공지능과의 상호의존성, 공유된 목표, 자신감, 팀 응집력 및 신뢰에 대한 주관적 평가가 향상하였다. 두 번째 실험에서는 인간-인공지능 팀이 협력 작업을 수행하기 전 목표 공유, 역할 분배, 신뢰 구축 등 팀 빌딩 과정을 제공한 경우가 그러한 개입을 받지 않은 경우보다 예측된 정서, 행동, 성과 등 모든 영역에서 팀워크 결과가 향상하

였다. 즉, 인간의 협력 프로세스를 촉진하기 위해 사용하였던 상호작용 전략을 인공지능과 협력을 수행할 때도 효과적으로 적용할 수 있음을 알 수 있다.

다만 오늘날 디지털 기술의 발전과 보편화로 인공지능 관련 경험이 늘어나면서 인간과 인공지능 사이에 형성되는 독특한 상호작용 규칙 또한 고려할 필요성이 있다는 주장이 제기되고 있다. 실제로 인간과 인공지능 사이의 상호작용 방식이 인간과 인간 사이에서 적용되는 사회적 규칙과 일치하지 않은 일부 연구결과가 존재한다(Edwards, 2018; Edwards, Edwards, & Gambino, 2020; Spence et al., 2014). Walliser와 그의 동료들(2019)은 인공지능과 인간 혼합팀과 인간만으로 구성된 팀을 비교한 결과 인간만으로 구성된 팀의 의사소통 빈도가 혼합팀에 비해 높았으며, 인간은 인간이 아닌 자율 에이전트와 의사소통하는 방법을 이해하는 데 어려움을 겪고 있음을 지적하였다. Gambino와 그의 동료들(2020)은 인공지능과의 지속적이고 빈번한 상호작용 속에서 인공지능의 특성을 고려하여 특별한 상호작용 규칙을 구현하는 것이 필요함을 지적하였다.

정리하자면, 인간과 인공지능 간 협력이 효과적으로 이뤄지기 위해서 인공지능을 팀원으로 수용하고 팀원으로서 원활한 협력을 촉진하는 인간의 역량이 매우 중요하다. 인간은 인공지능의 특성을 정확히 이해하고 있어야 하며 이를 기반으로 인간과 유사하면서도 인공지능의 특성을 고려한 독특한 사회적 규칙과 전략을 활용함으로써 협력 과정 및 성과의 향상을 이끌어야 한다(Gambino & Rata, 2020).

나. 인간과 인공지능 간의 신뢰

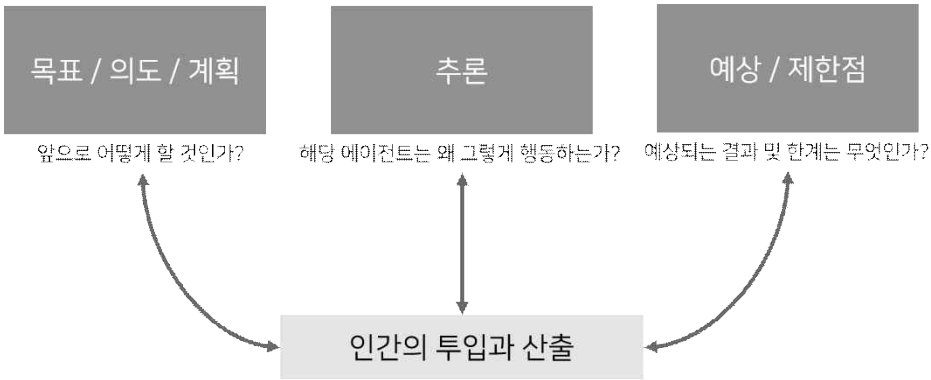
신뢰는 상대방의 능력을 지각하고, 당사자에게 기꺼이 의지하고자 하는 태도이다(Mayer, Davis, & Schoorman, 1995; Rousseau, Sitkin, Burt, & Camerer, 1998). 신뢰는 개인 간 또는 집단 내 협력적 행동을 유도하는 데 중요한 역할을 하며, 기술의 적절한 수용에 영향을 미친다(Muir, 1987). 일례로 Hancock과 그의 동료들(2011)은 로봇에 대한 인지된 신뢰가 로봇이 생성한 제안을 수용하고, 이를 활용하려는 사람들의 의지에 직접적인 영향을 미치며 로봇에 대해 과도하게 의존하거나 반대로 신뢰 수준이 매우 낮은 경우에는 협력시스템이 최적화되기 힘들다는 것을 지적하였다. 구체적으로 로봇을 사용할 때 인지된 위험이 인지된 이점을 초과하면 사람들은 로봇을 방치하거나, 로봇의 작업에 지나친 간섭을 한다. 반대로 로봇을 전문가로 여겨 상호작용 초기에 지나치게 높은 기대를 부여하고 로봇의 제안이 매우 합리적이고, 일관되며, 공정할 것으로 생각하는 자동화 편향성(automation bias)을 보이는 경우도 있다(Dijkstra, 1999; Dzindolet, Peterson, Pomranky, Pierce, & Beck, 2003; Kim & Song, 2021; Parasuraman & Manzey, 2010). 하지만 이러한 에이전트가 오류를 범하는 경우 인간은 인간의 오류보다 더욱 심각하게 받아들이고 신뢰가 급격히 감소해 협력이 원활히 진행되지 않는 현상을 보인다(Andras et al., 2018; Kim & Song, 2021; Madhavan & Wiegmann, 2007).

따라서 인간과 인공지능 간의 협력의 질을 향상하기 위해선 상호작용 초기부터 적절한 수준의 신뢰를 형성하는 것이 필요하다. 인간은 인공지능에 대한 현실적인 기대를 형성함으로써 수행 계획 및 행동을 적극적으로 조정하고, 팀 성과를 향상할 수 있다(Stowers et al., 2021). Chen과 그의 동료들(2018)은 목적(purpose), 과정(process), 성과(performance) 3가지 측면에서 인공지능의 투명성(transparency)을 높임으로써 인공지능과의 상호작용 과정에서 적절한 수준의 신뢰를 형성할 수 있다고 설명하였다. 목적 측면에서는 인공지능이 자신의 목표, 의도, 계획에 대한 정보

를 인간에게 투명하게 안내함으로써 현재 수행하는 작업 및 앞으로의 계획에 대한 이해를 돕는다. 과정 측면에서는 에이전트가 행동을 계획할 때 고려하는 제약과 어포던스 등 추론의 과정에 대한 정보를, 성과 측면에서는 예측되는 결과, 성공 및 실패 가능성 등에 대한 정보를 안내하여 인공지능에 대해 적절한 기대치를 설정하고, 긍정적인 태도를 형성하도록 도와야 한다. 예컨대 Wiethof와 동료들(2021)은 인공지능과 함께 협력적 쓰기 활동을 수행하였으며 협력 초기에 학습자에게 인공지능이 적절한 문장을 제공하지 않을 수 있고 여전히 많은 것을 배워야 하는 친구이기 때문에 부족한 부분에 대한 도움을 제공하도록 안내하여 인공지능의 투명성을 높이고 협력적 상호작용을 촉진하였다.

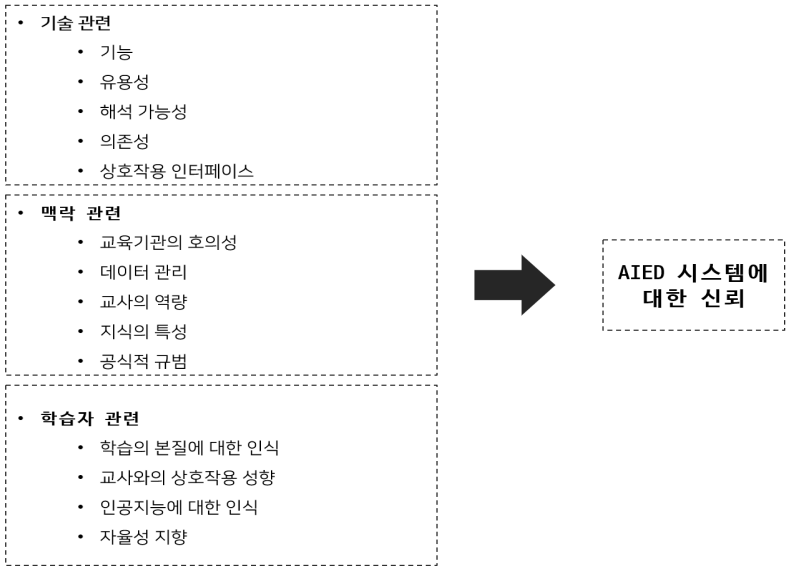
나아가 인간 또한 인공지능에게 현재 계획과 제약 조건을 알리고 추가 정보를 지속적으로 제공하는 등 추론 및 의사결정 과정에서 양방향의 의사소통을 적극적으로 수행하며 상호 간 공유된 이해를 유지하는 노력이 필요하다는 점을 지적하였다([그림Ⅱ-4]). 즉, 인간과 지능형 에이전트 간의 신뢰 관계는 상호작용 과정에서 동적으로 변화할 수 있기에 인공지능에 대한 지식과 상호작용 경험을 충분히 제공하여 적절한 수준의 신뢰를 형성해야 할 것이다(Hafizoğlu & Sen, 2019; Horstmann & Kramer, 2019; Lee & See, 2004).

교육 분야 연구에서도 인공지능과 신뢰 관계를 형성하기 위해 고려해



[그림Ⅱ-4] 인간과 인공지능의 양 방향적 투명성 (Chen et al., 2018)

야 하는 요소들을 종합적으로 탐색한 연구가 존재한다. Qin과 그의 동료들(2020)은 AIED 시스템에 대한 신뢰를 AIED 시스템에 대한 믿음을 토대로 자신의 정보를 기꺼이 제공하고 제안을 적절히 수용하고자 하는 사용자의 의지로 정의하였으며 이러한 신뢰에 영향을 미치는 요인들을 다음과 같이 기술, 맥락, 학습자 관점에서 분류해 설명하였다([그림Ⅱ-5]). 기술적인 측면에서는 답변, 행동, 감정 진단의 정확성, 교수의 개인화 정도, 반응의 적시성과 유연성, 지식의 체계성과 풍부성, 제안의 유용성, 알고리즘 시스템의 투명성, 학습자에 대한 동등한 대우, 로봇의 형태, 소리 등 인공지능의 특성이 신뢰에 영향을 미친다. 학습 맥락적 측면에서는 인공지능 개발 교육기관의 평판, 클라우드 서비스 보안, 교수자의 태도와 교수의 질, 지식의 표준화 정도, 공식적인 규범 등이 영향을 미친다. 마지막으로 학습자 측면에서는 학습의 본질에 대한 인식, 교사와의 상호작용 시 느끼는 감정, 공상 창작물을 통해 얻은 인공지능에 대한 인식, 인공지능에 대한 사전경험, 자율 지향 정도 등 학습자의 특성이 인공지능에 대한 신뢰에 영향을 미친다.



[그림Ⅱ-5] AIED 시스템에 대한 신뢰에 영향을 미치는 요인들 (Qin et al., 2020)

3. 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업

가. 인간-AI 협력 역량

오늘날 인공지능은 정치, 경제, 산업, 문화, 일자리 등 거의 모든 분야에 침투해 우리의 삶 전반에 보편화되었으며, 발전 속도 또한 가속하여 점점 더 독립적인 의사결정을 수행하고 성능을 지속해 개선하고 있다. 인공지능 기술과 함께 일하고 생활해야 하는 미래에 효과적으로 연착륙하기 위해선 인간과 인공지능이 특화된 역량을 토대로 상호 간 지능을 증강하는 공생관계를 형성해야 한다(이철현, 2020). 이를 위해 미국, 중국, 일본 등 세계 각국 정부들은 인공지능과 공존할 수 있는 인재를 키우기 위한 전략들을 수립하고 있으며, 우리나라도 인공지능을 사용하는 소비자가 아닌 인공지능과 협력해 새로운 것을 창조할 수 있는 생산자를 기르는 교육을 '인공지능 시대 교육정책방향 및 핵심과제'로 삼고 있다. 예컨대 2025년까지 인공지능과 소통·협력하는 기초소양 교육을 정규 교육과정에 도입할 예정이며(관계부처 합동, 2020), 인공지능 리터러시를 강조한 2022년 개정 교육과정 총론(교육부, 2021)과 정보교육 종합계획[2020~2024](교육부, 2020a)과 같은 관련 정책들을 수립하고 있다.

이러한 시류를 반영해 최근 인공지능교육 관련 연구 분야에서는 인공지능 리터러시 연구가 활발히 진행되고 있다. 아직 인공지능 리터러시의 개념 및 내용 체계를 탐구하고 정립하는 초기 단계이지만(김진석, 2021), 많은 연구에서 인공지능 시대의 기초소양으로 인공지능과 효과적으로 소통하고 협력하는 지식, 기술, 태도, 가치 등을 강조하고 있다(김성원, 이영준, 2022; 김수환 외, 2020; 김진석, 2021; 이유미, 박윤수, 2021; 이철현, 2020; 한선관, 2020; Long & Magerko, 2020; Markauskaite et al., 2022; Ng, Leung, Chu, & Qiao, 2021; Süße, Kobert, & Kries, 2021). Long 과 Magerko(2020)는 모든 시민이 갖추어야 할 인공지능 리터러시를 '인공지능의 기본 지식과 개념을 이해하고 윤리적으로 사용하는 것뿐만 아니라 인공지능 기술을 비판적으로 평가하고, 인공지능과 효과적으

로 소통, 협력할 수 있는 역량'으로 명시함으로써 디지털 시대의 필수 능력으로 인공지능과 협력하는 역량을 강조하였다. 김진석(2021) 또한 인공지능 리터러시를 '학습자들이 AI 및 에듀테크를 비판적으로 이해·평가하고, 그들을 활용해 문제나 과제를 탐구, 분석, 추론, 종합하여 적절하고 효과적으로 표현하며, 언제 어디서나 그들과 소통, 협력하여 창의적으로 과제를 완수하거나 문제를 해결하는 역량'으로 정의하였으며 주제 범위 문헌 고찰을 하여 이를 기르기 위한 교육과정의 내용체계와 교수학습 방법을 탐색하였다. 이철현(2020)은 인공지능은 데이터에 기반한 구조화된 업무를 처리하며 인간은 공감적 문제해결, 사회적 기술, 신체적 경험 등의 영역에 집중하는 방식으로 협력하는 것이 인공지능과 공생하는 방식이라 정의한 Deloitte 보고서(2018)를 기반으로 인공지능 시대 인간의 필수 역량으로서 인간 고유 역량과 인간-기계 협력 능력을 제안하였다. 그리고 인간-기계 협력 능력을 기르기 위한 세부 구성요소를 [그림Ⅱ-6]과 같이 디지털 역량과 인공지능에 대한 기초 지식, 인공지능 활용 및 개발 능력, 윤리적 태도로 설명하였다.

[그림Ⅱ-6] 인공지능 시대 필수 역량 (이철현, 2020)

하지만 Long과 Magerko(2020)를 포함한 많은 인공지능 리터러시 연구가 제시한 역량들은 다소 기본적이거나 인공지능 기술 중심적이며 (Markauskaite et al., 2022), 인공지능과 협력하는 과정에서 필요한 핵심 역량이기보다는 실제로는 그 시스템을 개발하고, 감독하는 과정에 더 필

요한 역량들로 구성되어 있다는 한계가 존재한다(Süße et al., 2021). Süße와 그의 동료들(2021)은 인공지능이 지능화되면서 인간의 사고와 행동에 영향을 미치는 팀 동료로서 역할이 강조될 것이라는 점을 언급하며 다음의 <표Ⅱ-1>과 같이 인공지능과의 협력 과정에서 인간 행위자에게 요구되는 역량을 인지, 정의, 사회적 차원으로 범주화하여 역량 프레임워크를 제시하였다. 구체적으로 인지적인 측면에서 인간은 인공지능의 의사결정을 해석할 수 있어야 하며, 인공지능 에이전트의 지능 및 능력 수준을 평가해 현실적인 기대 수준을 설정하고 협력의 기반을 마련해야 한다. 더불어 인공지능의 의사결정을 반성적이고도 비판적으로 처리하고, 개인의 사적인 데이터 및 민감한 정보를 주의 깊게 다루는 역량 또한 필요하다. 정의적 차원에서는 인공지능을 단순한 도구가 아닌 훌륭한 특성을 가진 동료로 수용하고, 공동의 목표를 위해 상호 협력하는 것이 유익한 결과를 제공한다는 태도를 갖추어야 한다. 사회적 차원에서는 인공지능 동료가 인간의 요청을 올바르게 이해하기 쉽게 표현하고, 윤리적 가치와 규범을 준수하며, 건설적인 소통을 통해 상호 간 수행 계획 및 전략을 적절히 조정하는 역량이 필요함을 지적하였다.

<표Ⅱ-1> 인공지능과 협력하는 인간 행위자에게 필요한 역량 (Süße et al., 2021 재구성)

영역	역량
인지	▪ 상황별 인공지능의 충동에 대한 이해 및 해석하는 역량
	▪ 인공지능의 에이전트의 지능 및 능력을 평가하는 역량
	▪ 반성적인 방식으로 AI 시스템을 처리하는 역량
	▪ 민감한 데이터를 비판적으로 다룰 수 있는 역량
사회	▪ AI 동료가 이해하기 쉽게 표현하는 역량
	▪ 건설적인 담론에 적극적으로 참여하는 역량
	▪ 윤리적 및 도덕적 기준을 지속적으로 준수하는 역량
정서	▪ 일종의 가상 동료로서 AI 에이전트를 인식하는 역량

이와 비슷한 관점에서 Markauskaite와 그의 동료들(2022)도 일상 또는 직장 생활에서 인공지능과의 하이브리드 지능 시스템(hybrid intelligence system)을 구축하기 위해 인간이 가져야 할 역량을 다차원적인 관점에서 탐색하였다. 인지적 영역에서는 인공지능의 능력을 통합할 수 있는 역량을 강조하였다. 구체적으로 인공지능에 대한 개념, 기술적 지식을 토대로 인공지능의 정보처리과정과 결과를 해석할 수 있어야 하며, 인공지능이 제공하는 정보를 비판적으로 평가해 인간의 의사결정에 건설적으로 반영하고, 타인에게 해를 미칠 수 있는 인공지능의 비윤리적인 결정이나 편향적인 데이터를 식별하는 능력이 필요함을 지적하였다. 사회, 정서적 영역에서는 인공지능과 인간 간의 능력 차이를 기반으로 최적화된 역할을 분배하는 능력과 인공지능과 소속감, 애정, 연대, 헌신과 같은 정의적 네트워크를 구축하는 능력이 필요함을 주장하였다.

본 연구에서는 인공지능 리터러시, 인간과 인공지능 간 협력 관련 문헌을 검토한 내용을 종합해 모든 국민이 갖추어야 할 기초소양으로서 인간-AI 협력 역량과 그 구성요소를 다음과 같이 정의하고자 한다. 우선, 인간-AI 협력 역량은 인공지능과 상호의존적인 과업을 수행하는 과정에서 개인일 때는 달성할 수 없는 우수한 성과를 달성하고 개별 에이전트의 능력도 동시에 향상하는 하이브리드 지능(hybrid intelligence)을 발휘하기 위해 인간 행위자에게 요구되는 역량이다(Dellermann et al., 2019; Markauskaite et al., 2022; Ramchurn et al., 2021; Sowa et al., 2021; Süße et al., 2021). 구체적으로 공동의 목표 달성하기 위해 인공지능과 상호 간 강점을 살려 과업을 적절히 분담하고, 지속적인 상호작용 속에서 지식을 공유, 조정, 융합할 수 있는 개인의 능력을 의미한다(Friend & Cook, 2010; Markauskaite et al., 2022; Süße et al., 2021; Terveen, 1995).

인간-AI 협력 역량은 다음과 같은 세부 역량으로 구성된다. 첫째, 인공지능의 특성을 이해하는 역량이다(최숙영, 2022; Chen et al., 2018; Markauskaite et al., 2022; Süße et al., 2021; Terveen, 1995). 구체적으로 팀원으로서 협력할 인공지능이 정보를 처리하는 방식, 강점과 약점,

성공 및 오류 가능성 등 특성을 객관적으로 분석하고 이해할 수 있는 능력이다. 이를 기반으로 인간의 능력과 비교하였을 때 인공지능이 잘할 수 있는 영역과 특정 작업 수행에 대한 인공지능 능력의 적합성을 객관적으로 평가하고, 공동의 목표를 달성하기 위해 인간과 인공지능 모두에게 최적화된 역할을 분담할 수 있을 것이다. Zicari와 그의 동료들(2021)의 연구에서 인공지능 의료기기(Z-Inspection)와 함께 심혈관질환 위험도를 측정하는 의사는 해당 시스템이 세 개의 병원 환자 데이터로 훈련되었으며 다른 민족의 환자에 대해서 부정확한 예측을 내릴 위험이 있다는 한계를 인식하고, 인공지능이 제시하는 제안의 성공 및 오류 가능성을 객관적으로 분석하였다. 이처럼 협력 작업의 효율성과 효과성을 높이기 위해선 인공지능 팀원의 특성 및 능력에 대한 충분한 이해가 필요하며, 이를 바탕으로 인공지능에 대한 적절하고도 현실적인 기대를 형성해 상호 간에 능력을 보완할 수 있는 역할 분담을 수행해야 한다.

둘째, 인공지능과 의사소통하는 역량이다. 구체적으로 인공지능이 이해하기 쉽게 생각이나 감정을 효과적으로 표현하고, 인공지능의 행동을 올바르게 해석해 공유된 이해를 형성 및 유지하는 능력이다(Cañas, 2022; Kim et al., 2022; Long & Magerko, 2020; Süße et al., 2021; Ng et al., 2021; Terveen, 1995). 다양한 상황에서 인공지능과 효과적으로 협력 작업을 수행하기 위해선 인공지능의 기술적 특성을 고려해 인공지능이 이해하기 쉽게 절차적이고 명확하게 표현하는 능력이 필요하다. 예컨대 Süße와 그의 동료들(2021)은 애플의 시리(Siri)에게 영어로 "Call me an ambulance!"라고 요청하였을 때 사용자에게 "Hello, Ambulance"로 응답한 사례와 같이 언어 요소에 대한 서로 다른 해석으로 인공지능이 인간 행위자의 의도를 잘못 이해할 수 있음을 언급하였다. 이와 관련해 홍수민(2021)의 연구에서는 인공지능 스피커와 효과적으로 상호작용하는 전략으로 구체적인 명사 키워드를 사용하고, 문어체를 사용하는 것을 안내한다. 나아가 인공지능이 하는 일을 올바르게 해석하고 이에 대해 적절히 반응하며 공유된 이해를 형성 및 유지하는 능력 또한 중요하다. 예컨대 인공지능이 생성하는 오류나 실수를 발견할 시엔 정정하고, 현재 상

태나 상황에 대한 추가 정보를 제공하는 등의 피드백을 제공함으로써 (Terveen, 1995) 상호작용의 질을 향상해야 한다. Cañas(2022)도 인간과 인공지능 두 협력 에이전트 간에 공유된 상황인식이 없으면 전체적인 상황과 다른 에이전트가 취하는 작업에 모순되는 조치를 할 수 있기에 효과적인 상황 파악을 위해 두 행위자 간 활발한 의사소통이 필요함을 강조하였다.

셋째, 인공지능과 효과적으로 과업을 조정하는 과제수행역량이다. 구체적으로 인공지능의 수행이나 제안을 반영해 협력 과정 및 결과를 건설적으로 조정하는 능력이다(Cañas, 2022; Hoc, 2000; Markauskaite et al., 2022; Musick, O'Neill, Schelble, McNeese, & Henke, 2021, Ramchurn et al., 2021; Süße et al., 2021; Terveen, 1995). 예컨대 지능형 튜터링 시스템(ITS)이 사용자의 목표 달성 여부와 이와 관련된 조언을 제공하면 학습자는 자신이 중요하게 생각하는 가치와 관점을 기반으로 인공지능이 내린 의사결정의 적절성과 타당성, 실현 가능성 등을 평가한다. 이를 토대로 자신의 학습목표 일부를 재조정하거나 계획의 세부 사항을 정교화해나가는 등 인공지능의 제안을 능동적으로 수용할 필요가 있다(최숙영, 2022; Musick et al., 2021; Terveen, 1995). 즉, 인공지능의 제안을 무조건적으로 수용하거나 아예 무시하기보다는 잠재적 문제나 대안적 관점 등을 고려하여 자신의 수행 계획의 일부나 인공지능의 출력물 일부를 수정, 발전시켜 이들을 주체적으로 통합하는 능력이 필요하다(Hoc, 2000).

넷째, 인공지능과의 협력활동에 대한 평가 및 성찰 역량이다(이철현, 2020; IAAE, 2021; Kim & Lee, 2022; Kim et al., 2022; Long & Magerko, 2020; Markauskaite et al., 2022; Ng et al., 2021; Ramchurn et al., 2021; Süße et al., 2021; Terveen, 1995). 구체적으로 인공지능과의 협력 과정에서 항상 인공지능에게 윤리적인 가치와 규범을 표현하며 책임 있는 의사결정을 수행하였는지 반성적으로 성찰할 수 있는 능력이 필요하다. 인공지능은 인간과의 상호작용 과정에서 학습하는 특성이 있기에 인간은 항상 스스로 윤리적, 도덕적 기준을 준수하였는지를 점검해

야만 한다. 나아가 만약 인공지능이 편향된 출력을 생성해 장기적으로 신체적, 정서적 피해나 부작용이 발생할 위험이 있는 경우에는 이를 개발자에게 신고, 공유하여 인공지능의 위험성을 억제하고 감시하는 역할 또한 수행해야 한다(IAAE, 2021). 인공지능 기술의 도입으로 인해 인간의 존엄성이나 도덕적 가치가 감소, 타협, 억압돼서는 안 되며, 이를 위해 협력활동 내내 개인의 사적인 데이터 및 민감한 정보를 주의 깊게 다루며 책임 있는 의사결정을 수행하였는지를 성찰하는 것이 필요하다.

마지막으로 다섯째, 인공지능을 협력 동료로 수용하는 태도이다(Cañas, 2022; Musick et al., 2021; NLEC, 2021; Süße et al., 2021; Terveen, 1995; Walliser et al., 2019). 구체적으로 인공지능과 상호보완적으로 협력하는 것이 호혜적 이익을 제공한다는 인식을 형성하고, 인공지능을 팀원으로 수용해 신뢰와 연대, 소속감을 느끼는 것이 필요하다(Cañas, 2022; Markauskaite et al., 2022; NLEC, 2021). Walliser와 동료들(2019)의 연구는 인공지능 에이전트를 단순한 도구가 아닌 팀 동료로 여기고 상호의존적인 과업을 수행하였을 때 공유 목표, 상호의존성, 자신감, 팀 응집력 및 신뢰에 대한 주관적 평가가 향상되었음을 지적하였다. Wiethof와 동료들(2021) 또한 실험 참가자들이 인공지능에게 이름을 부르며 팀 동료로 인식하였을 때 공동 작업을 수행하는 인공지능에 대한 믿음이 향상되었다는 것을 확인하였다. 즉, 인공지능을 훌륭한 특성을 가진 동료로 수용하는 역량이 협력의 질을 높이는 원동력이 된다는 것을 알 수 있다. 인간-AI 협력 역량과 관련된 문헌들을 종합하여 도출한 세부 역량들을 다음과 같이 <표 Ⅱ-2>로 정리하였다.

<표Ⅱ-2> 인간-AI 협력 역량의 구성요소

구성요소		의미	참고문헌
1	인공지능의 특성에 대한 이해	• 인공지능의 특성을 분석 및 이해하는 역량	최숙영 (2022) Chen et al. (2018) Markauskaite et al. (2022) Süße et al. (2021)

			Terveen (1995)
2	의사소통	• 인공지능이 이해하기 쉽게 생각이나 감정을 효과적으로 표현하고, 인공지능의 행동을 올바르게 해석해 공유된 이해를 형성, 유지하는 역량	Cañas (2022) Kim et al. (2022) Long & Magerko (2020) Süße et al. (2021) Ng et al. (2021) Terveen (1995)
3	과제수행	• 인공지능의 수행이나 제안을 반영해 협력 과정 및 결과를 건설적으로 조정하는 역량	최숙영 (2022) Cañas (2022) Hoc (2000) Markauskaite et al. (2022) Musick et al. (2021) Ramchurn et al. (2021) Süße et al. (2021) Terveen (1995)
4	평가 및 성찰	• 인공지능과의 협력활동을 반성적으로 성찰하는 역량	이철현 (2020) IAAE (2021) Kim & Lee (2022) Kim et al. (2022) Long & Magerko (2020) Markauskaite et al. (2022) Ng et al. (2021) Ramchurn et al. (2021) Süße et al. (2021) Terveen (1995)
5	협력 동료로 수용하는 태도	• 인공지능을 도구가 아닌 협력 동료로 받아들이고 신뢰와 연대, 소속감을 형성하는 역량	Cañas (2022) Musick et al. (2021) NLEC (2021) Süße et al. (2021) Terveen (1995) Walliser et al. (2019)

나. 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계

2016년부터 4차 산업 혁명의 시작으로 경제, 사회 전반에 디지털 전환(Digital Transformation, DX)이 급격히 진행되고 있으며, 교육 분야 내에서도 다양한 방식으로 인공지능 기술을 반영해 교육내용, 교육방법, 교육체제 등의 변화를 모색하고 있다. 이때 어떠한 교육적 관점을 기반으로 인공지능을 교육에 도입하는가에 따라 인공지능의 활용 방식과 교육의 양상에 차이가 발생한다.

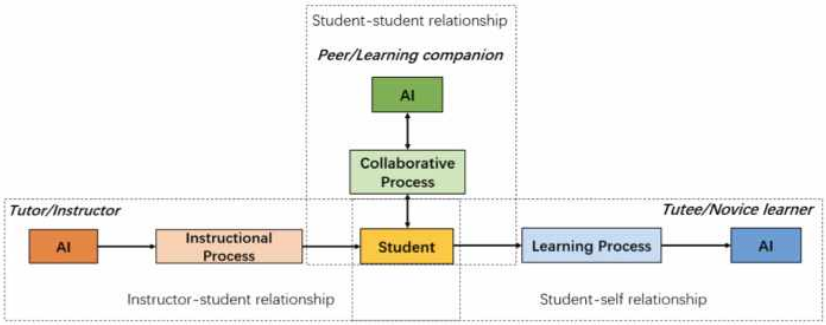
Ouyang과 Jiao(2021)에 따르면 행동주의(Skinner, 1965)를 기반으로 한 교육에서 인공지능은 학습자의 수준과 요구에 따라 학습 콘텐츠를 제공하는 정보 전달 매체(media) 역할을 할 수 있다. 예컨대 우리나라에서 개발된 노리(KnowRe)라는 맞춤형 수학 교육 플랫폼은 학습자의 문제풀이 과정을 분석하여 취약점을 발견하고, 해당 내용을 재학습시켜 학습의 효율을 높이는 교수 기계(teaching machine)로 작동한다. 인지 및 사회적 구성주의 관점(Bandura, 1986; Liu & Matthews, 2005; Vygotsky & Cole, 1978)을 기반으로 한 교육에서 인공지능은 학습자가 스스로 지식을 구성해나가는 과정을 지원하는 지능형 학습환경 및 인지 도구(cognitive tool)로서 역할을 할 수 있다. 예컨대 학습자는 인공지능 기술이 내장된 Socratic 앱을 활용해 수학, 지구과학, 역사, 문학 등 다양한 교과목에서 학습자가 궁금한 개념을 사진 또는 음성을 통해 질문하고, 인공지능에게 관련 자료를 얻어 자신의 학습을 능동적으로 정리한다. 이처럼 인공지능을 지식을 효율적으로 전달하는 매체 또는 지식 구성을 지원하는 지능형 학습환경 및 인지 도구로서 바라볼 수도 있으나 이러한 관점은 다른 테크놀로지와 차별되는 인공지능의 특성에 기반한 교육적 가능성과 학습자와의 복잡한 관계적 상호작용을 충분히 탐색 및 활용하지 못한다는 한계가 있다(Big Innovation Centre, 2020; Hwang et al., 2020; Xu & Ouyang, 2021).

최근 연결주의, 행위자 네트워크 이론, 복잡 적응계 시스템(CAS) 등 포스트 휴머니즘 관점을 기반으로 하는 교육에서 인공지능은 학습자와

교사, 학습자, 동료 등 능동적인 교육행위자로서 역할을 하며(Buttussi & Chittaro, 2019; Chen, Chen, & Lin, 2020; Hwang et al., 2020) 학습자와 새로운 의미 네트워크(meaning networks)를 함께 구성해나간다(박휴용, 2020; Munro, 2009). 기존의 테크놀로지와 달리 인공지능은 학생들과 학습 과정 및 맥락에서 교환되는 정보를 학습하여 개인화된 반응을 제공하는 지능적이고 자율적인 특성을 갖추고 있으며(Richards & Dignum, 2019; Xu et al., 2019), 이를 기반으로 학습자와 다양한 차원의 인지적, 정의적, 사회적 상호작용을 수행할 수 있기 때문이다(Buttussi & Chittaro, 2019; Chen, Chen, & Lin, 2020; Hwang et al., 2020). 일례로 Chen과 그의 동료들(2020)의 연구에서 사회적 로봇 Tega는 아이 같은 목소리와 제스처로 학습자에게 감정을 표현하고, 때로는 능력이 부족한 모습을 보이며 질문과 설명을 요청하는 등 학습 동료로서 수업에 참여하였다. 그리고 학습 동료로서 Tega와 개인화된 인지적, 정서적 상호작용을 수행하였던 학습자의 경우 기술에 대한 수용도와 학습 동기, 성취도에 긍정적인 영향을 보이는 것으로 나타났다. 김혜은(2022)의 연구에서는 인공지능 번역기를 활용한 영어 작문과제를 수행하는 학습자를 관찰하였는데 동일한 인공지능 번역기라 하더라도 어떠한 방식으로 상호작용하느냐에 따라 그 교육적 효과가 달라짐을 확인하였다. 특히 인공지능과 협력적으로 상호작용하는 학습자의 경우 번역기에게 '조력자'라는 역할을 부여하였으며, 번역기가 이해하기 쉬운 방식으로 표현을 수정해 재입력하는 등 인공지능과 협력적으로 지식을 구성해나가는 모습을 보였다. 그리고 인공지능이 번역한 표현을 무비판적으로 수용하는 것이 아닌 자신의 글에 주체적으로 통합하는 방식으로 작문과제를 수행하고 있었다. 그 결과 인공지능을 단순한 도구로 여기고 번역한 결과에 대해 단독으로 취사선택해 사용하거나 미사용하는 모습을 보인 유형의 학습자에 비해 작문과제의 내용 점수 향상도가 높다는 것을 확인하였다.

종합하자면 인공지능을 단순히 지식 전달 매체, 인지적 도구의 관점에서 바라보는 관점에서 탈피하여 학습자와 인지, 정서, 사회적 상호작용을 수행하며 함께 지식을 형성해나가는 교육행위자로서 인공지능을 바라볼

필요성이 있다. Xu와 Ouyang(2021)은 학습 과정에서 교사, 친구, 학습자 등 학습 주체로서 역할을 하는 인공지능을 반영한 AIED 프레임워크를 다음과 같이 제시하였다([그림 Ⅱ-7]). 해당 프레임워크 내에서 학습자는 인공지능과 상호이해와 소통을 바탕으로 지식을 공유 및 연결하며 협력적으로 상호작용할 수 있는 역량을 발휘해야 한다(Blikstein, 2018; du Boulay, 2019; Tang, Chang, & Hwang, 2021). 이는 인공지능 교육행위자와 함께하는 학습의 과정과 성과, 학습의 질에 긍정적인 영향을 미칠 것이며(Kitto, 2014; Von Bertalanffy, 1968), 장기적으로 인공지능과 다양한 협력 작업을 수행하는 미래사회를 효과적으로 대비해나갈 수 있을 것이다.



[그림Ⅱ-7] 교육행위자로서 인공지능을 반영한 AIED 프레임워크 (Xu & Ouyang, 2021)

인간-AI 협력 역량은 미래사회에서 필요한 삶의 기술이며, 암기한 지식이 아닌 특정 상황에서 인공지능과의 협력에 필요한 지식, 기술, 태도 및 가치를 활용할 수 있는 체화된 내공이다(OECD, 2002). 인간-AI 협력 역량이 체화하기 위해서는 학습자 스스로 실제적인 문제상황을 보고, 느끼고, 해결하는 경험을 수행하고 그 과정과 결과를 성찰하며 지식, 기술, 태도가 융합된 학습을 내면화하는 활동이 매우 중요하다. 따라서 교사 위주의 수업이 아닌 학습자의 주도적이고 능동적인 참여를 강조하는 활동중심수업을 체계적으로 설계해 제공하는 것이 필요하다(백승수, 2020; Dewey, 2008; Hannafin & Land, 1997; Jonassen, 1999; Voorhees &

Voorhees, 2017). 활동중심수업은 적극적·능동적 존재로서 학습자가 삶의 맥락과 연결된 실제적 과제를 해결하기 위해 상호작용적이고 구성적인 활동에 주도적으로 참여하는 가운데 협력적으로 지식을 구성하고 핵심 역량을 함양해나가는 학습자중심수업이다(권승아, 강지혜, 2020; 김경원, 우애자, 2016; 김복순, 2007; 성지현 외, 2017; 조영환 외, 2019; 조영환 외, 2017; 이성하, 2019; 허경섭, 2010; Brown et al., 1989; Hannafin & Land, 1997; Jonassen, 1999).

교사 주도의 강의식 수업과 달리 학습자 위주의 활동중심수업에서는 다음과 같은 교수학습전략을 활용한다(권승아, 강지혜, 2020; 김복순, 2007; 성지현 외, 2017; 이성하, 2019; 이지혜, 하윤정, 2016; 조영환 외, 2019; 조영환 외, 2017; Chi, 2009; Jonassen, 2013; Kapur, 2010). 첫째, 학습자가 활동을 수행하는 전 과정에서 능동적으로 참여할 수 있도록 교과의 특성 및 학습자의 흥미와 관심을 반영한 의미 있는 학습목표를 제시한다. 둘째, 개인 또는 소그룹 협력을 통해 해결할 수 있는 복잡하거나 비구조화된 실제적 과제(task)를 설계한다. 셋째, 문제해결, 탐구, 토의토론, 공동창작, 프로젝트 등 상호작용적이고 구성적인 교수 방법을 활용하고 사회적 협의를 통한 협력적 지식 구성 환경을 조성한다. 넷째, 경험에 대한 반성 및 자기 성찰(self- reflection)을 강조한다. 마지막으로 교수자는 학습자들이 지식, 기능, 태도, 가치 등을 스스로 구성할 수 있도록 학습경험을 설계하고, 학습 과정과 결과를 지속적으로 관찰, 평가하며, 학습을 안내, 점검, 촉진하는 역할을 한다. 선행연구에서 학습자 중심의 활동중심수업은 교사 주도 수업과 비교했을 때 교사, 또래, 환경과 상호조정적인 협력을 통해 실제적 과제를 해결하는 과정에서 학업성취도와 학습 동기를 높이고, 의사소통 및 협력역량, 문제해결력, 창의력, 비판적 사고력, 학습내용 전이 능력 향상에 유의미한 효과가 있음을 확인하였다(권승아, 강지혜, 2020; 김경희, 우애자, 2016; 김복순, 2007; 김선희, 정선영, 2016; 성지현 외, 2017; 이성하, 2019; 이지혜, 하윤정, 2016; 조일현, 2010; 한조은, 박세희, 정보람, 김종원, 이선경, 2015; Chi, 2009; Dochy, Segers, Bossche, & Gijbels, 2003; Kapur, 2010; Lee, Huh, & Reigeluth,

2015).

본 연구에서는 수업에서 활용하는 인공지능(AIED)의 유형 중 특히 실제적 과제를 효과적으로 해결하기 위해 활용하는 지능형 도구(intelligent tool)로서 인공지능과 협력하는 역량을 활동중심수업을 통해 기르고자 한다. 학습자는 인간과 인공지능 간에 협력이 필요한 실제적 과제를 개인 또는 소그룹과 함께 탐구하며, 탐구 과정에서 경험하는 시행착오와 결과에 대해 동료 학습자 및 교수자와 반성적으로 성찰하는 과정에서 인공지능과의 협력에 필요한 실천적 지식과 기술, 태도, 가치를 내면화하고 통합할 수 있다. 활동을 수행하는 전 과정에서 교수자는 학습자들의 학습 과정과 결과를 다양한 방식으로 평가하고 학습을 촉진하며 피드백을 제공하는 역할을 해야 한다(권승아, 강지혜, 2020; 성지현 외, 2017; 조영환 외, 2019).

인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리는 [그림 Ⅱ-8]의 인공지능기반 교육모형(조영환, 2022)을 토대로 체계적으로 도출하고자 한다. 해당 모형을 기반으로 한 인공지능 교육은 교사와 학습자, 인공지능이 수평적인 상호작용 속에서 교육목적, 학습내용, 평가, 교수방법으로 구성된 교육활동을 수행하며, 물리적, 사회문화적, 제도적 환경이 교육활동을 지원하는 모습을 보인다. 그리고 이러한 교육활동을 통해 장기적으로는 교육과 인공지능이 서로 영향을 주고받으며 공진화하는 것을 추구한다.

[그림Ⅱ-8] 인공지능기반 교육모형 (조영환, 2022)

인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리를 개발하기 위해 인간과 인공지능 간 협력과 관련된 인공지능 리터러시 및 인공지능 수업에 대한 국내·외 선행문헌을 탐색하였다. 다만 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 수업의 구체적인 설계원리나 전략을 명시적으로 언급한 선행연구는 많지 않은 편이었으며, 따라서 직접적으로 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 원리 또는 전략으로 명시되지는 않았으나 처방적인 함의를 띄고 있는 연구도 함께 살펴보았다. 선행문헌으로부터 도출한 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 구성요소로는 총체적 학습설계, 실제적 과제, AI-교과 융합, 단계적 활동, 학습을 위한 평가, 협력적 특성을 갖춘 인공지능, 협력적 상호작용 지원, 디지털 학습환경, 자율적 학

습문화, 성찰을 통한 공진화가 있다.

첫 번째, 총체적 학습설계란 인간-AI 협력 역량의 목표 수준을 달성하기 위해 교육목적, 내용, 방법, 평가를 총체적으로 설계하는 것을 의미한다. 인공지능 역량은 인지적, 정의적, 심동적 요소로 구성되어 있으며, 이를 토대로 수업 목표를 지식과 기능, 태도 목표로 세분화해 제시할 수 있다(김진석, 2021; 김수환 외, 2020; Carvalho, Martinez-Maldonado, Tsai, Markauskaite, & De Laat, 2022; Han et al., 2018; Kim et al., 2022; Markauskaite et al., 2022; Ng et al., 2021; Süße et al., 2021). NPEC(2002) 보고서는 역량의 주된 요소인 지식과 기술을 향상하는 수업을 위해 다양한 학습경험을 개발하고 역량을 적용해 나온 결과를 평가하는 것까지 총체적으로 고려해야 함을 지적하였다. AIED도구를 활용한 교수학습 활동에서부터 문제해결과정을 성찰할 수 있는 과정중심평가 방안까지 교육과정 구성에 필요한 요소들을 체계적으로 설계함으로써 인공지능과 협력해 과제를 창의적으로 해결할 수 있는 역량을 향상할 수 있다(김진석, 2021).

두 번째, 실제적 과제는 역량의 주된 요소인 지식, 기술, 태도를 구성할 수 있도록 실생활의 복잡성을 포함한 문제상황을 제공해야 한다는 것을 의미한다(김진석, 2021; 김수환 외, 2020; Carvalho et al., 2022; Han et al., 2018; Hwang et al., 2020; Kim et al., 2022). 인공지능과의 상호보완적 협력이 필요한 실제적 과제를 해결하면서 인공지능과 인간의 상호작용에 대한 지식과 기술에 대한 이해도를 높이고, 교실 안과 밖의 배움을 연결하는 전이 및 혁신 능력을 향상할 수 있다(Han et al., 2018). Carvalho와 그의 동료들(2022)도 인공지능과 협력해 문제를 해결하는 역량은 교사가 일방적으로 지도하는 것이 아니라 학습자 스스로 경험을 구성해나가는 것이 필요함을 지적하였다. 즉, 실제적 과제를 해결하는 학생중심의 활동을 통해 인공지능과의 협력에 필요한 실천적 지식과 기술, 태도, 가치를 내면화해야 한다(김수환 외, 2020).

세 번째, AI-교과 융합은 학습자와 인공지능 간 과업 중심의 활발한 상호작용을 기반으로 한 다양한 교과 융합 과제를 개발하는 것이다(김진

석, 2021; Biswas et al., 2016; Carvalho et al., 2022; Chen, Park, & Breazeal, 2020; Han et al., 2018; Kim et al., 2022; Oh et al., 2018; Ng et al., 2022; Wiethof et al., 2021). OECD에서 2018년도에 발표한『미래 교육과 기술 2030: 개념적 학습 프레임워크』보고서에 따르면 인공지능이 정교해질수록 인간에게는 인공지능을 단순히 사용하는 것을 넘어서 인공지능과 협업해 현실의 복잡한 문제를 능동적이고 창의적으로 해결하는 능력이 더욱 강조될 것이다(Taguma, Feron, & Lim, 2018). 따라서 국가적으로도 다양한 영역의 지식을 융합하고 인공지능과 협력해 새로운 구조를 창조할 수 있는 창의적 인재를 양성하는 교육을 적극적으로 추진하고 있다(관계부처합동, 2020). 교육 현장에서 이를 실현할 수 있는 효과적이고도 현실적인 방법은 AI 역량과 다양한 교과성취기준과 연계한 교과 융합 프로그램을 개발하는 것이다(관계부처합동, 2020; 신원섭, 2020a, 2020b; 신진선, 조미헌, 2021; 윤관기, 2021; 이영호, 2020; 이재호, 이승훈, 이동형, 2021). 교과의 특성, 학생의 교과역량수준 및 관심사 등을 고려해 교과교육과 인공지능을 융합한 실제적 과제를 제공하고 학습자 주도적으로 해결하도록 함으로써 핵심 개념 습득 및 교과성취기준 달성과 동시에 인공지능 역량을 함께 향상할 수 있도록 해야 한다(신원섭, 2020a; Shin & Shin, 2020).

네 번째, 단계적 활동이란 인공지능 역량 교육을 제공할 시 학습내용을 단순한 것에서 복잡한 것으로, 활동의 주제 및 범위 또한 학습자의 요구사항을 반영해 단계적으로 확대해 제시하는 것이다(김진석, 2021; Carvalho et al., 2022; Han et al., 2018; Ng et al., 2021). 몇몇 연구에서 학습자의 인공지능 역량을 배양하는 학습을 체계적으로 촉진하기 위해선 개념 이해, 경험 및 실습, 협동 및 창작 순으로 커리큘럼을 위계적으로 제시해야 함을 지적하였다(Han et al., 2018, Ng et al., 2021). 인간-AI 협력 역량도 인공지능의 기능 및 상호작용방법에 대한 이해에서부터 출발하여 의사소통, 고차원적 과제를 학습자가 단계적으로 해결하는 과정에서 구성 및 향상할 수 있다. 더불어 활동중심수업에서 제공하는 실제적 과제의 주제나 범위도 점진적으로 확장해 학습자에게 제공할 수 있

다. 역량이란 실제적인 경험을 통해 함양할 수 있는 지식, 기술, 태도, 가치 등의 총체로서 인간-AI 협력 역량은 교사가 일방적으로 가르치는 것이 아니라 경험으로부터 학습자 주도적으로 구성해야 한다는 특징이 있다(백승수, 2020; Dewey, 2008; Hannafin & Land, 1997; Jonassen, 1999; Kolb, 2014; Voorhees & Voorhees, 2017). 탐색-공유-발전 순으로 학습자 중심의 과제를 단계적으로 수행하고, 이를 공유 및 반성적으로 성찰하는 활동을 반복해 수행함으로써 인간-AI 협력 역량 향상을 유도해야 한다.

다섯 번째, 학습을 위한 평가는 학습 과정에서 진행되는 평가에 얻은 결과에 기초하여 학생들에게 즉각적이고 실제적인 피드백을 제공함으로써 평가를 통해서도 역량 향상이 일어나도록 수업을 구성하는 것이다(김진석, 2021; 이경화 외, 2016; 홍선호, 윤택남, 이삭, 오은진, 2021; Han et al., 2018). Han과 그의 동료들(2018)은 인공지능 역량을 향상하는 활동을 한 후 다른 학습자와 성취도 및 경험을 공유하는 활동이 학습내용에 대한 이해와 표현을 효과적으로 향상할 수 있음을 지적하였다. 홍선호와 그의 동료들(2021)의 연구에서도 인공지능을 활용한 학습 관련 미션 수행 결과를 학습자들이 SNS 플랫폼에 올려 서로 칭찬, 개선할 점 등 적극적으로 피드백함으로써 상호 간 유의미한 학습경험을 지원하는 것을 확인하였다. 즉, 학생들이 평가 대상뿐만 아니라 평가 협력자로서 임무를 수행하며 역량의 사회적 구성을 촉진하는 것이다. 임미인, 김혜미, 남지현, 홍옥수(2021) 연구에서는 학생들이 본 수업에서 새롭게 알게 된 내용, 부족한 부분 등 자신의 활동을 되돌아보는 시간을 가짐으로써 활동을 의미 있게 정리할 수 있었다. 이처럼 학습자가 자기 자신과 다른 학습자의 학습 과정과 결과를 평가하면서 자신의 학습을 개선하고 수행 활동의 규준을 배울 수 있을 것이다(이경화 외, 2016).

여섯 번째, 협력적 특성을 갖춘 인공지능은 학습자와 협력적으로 과제를 해결하기에 적합한 인공지능을 선정하는 것이다(Akata et al., 2020; Chen et al., 2018; Fein et al., 2019; Kim et al., 2022; Ramchurn et al., 2021; Skjuve, Følstad, Fostervold, & Brandtzaeg, 2021; Stowers et al.,

2021; Wiethof et al., 2021). 예컨대 인간의 언어 또는 비언어적 표현으로부터 의도를 추론하고, 사회적으로 반응할 수 있는 인공지능을 선택함으로써 학습자의 사회적 전략 사용을 촉진할 수 있다(Fein et al., 2019; Kim et al., 2022; Long & Magerko, 2020; Skjuve et al., 2021). 그리고 학습자의 인지발달수준을 고려했을 때 조작하기 쉽고, 학습자와의 상호작용 과정이 실시간으로 반영되어 나타나는 직관적인 인터페이스를 가진 인공지능을 선택하여 학습자가 인공지능을 신뢰하도록 도와야 한다(Akata et al., 2020; Chen et al., 2018; Kim et al., 2022; Ramchurn et al., 2021; Stowers et al., 2021; Wiethof et al., 2021).

일곱 번째, 인공지능의 특성을 고려한 협력적 상호작용을 성공적으로 수행하도록 다양한 형태의 비계를 제공하는 것이다. 구체적으로 다양한 상황예시와 모델링 제공 등을 통해 성공적인 상호작용 경험을 돕는 것이다. 학습자들은 교사의 안내와 지원으로부터 인공지능의 특성 및 수준, 가능성과 한계에 대한 이해를 높이고 인공지능과의 협력 작업 수행에 대한 자신감과 긍정적 태도를 가질 수 있다(김성원, 이영준, 2020b; Taguma et al., 2018). 협력활동 초기에는 인공지능과의 팀 의식을 함양하기 위해 인공지능 팀원의 이름을 붙여주는 활동, 인공지능과 협력적으로 조율하기 위해 노력하겠다는 내용의 팀 서약서 작성, 인간과 인공지능의 특성을 기반으로 역할을 분담하는 활동 등 팀 빌딩을 수행함으로써 협력을 촉진할 수 있다(강진숙, 2018; 김혜은, 2022; Süße et al., 2021; Walliser et al., 2019). 협력활동 중에는 학습자가 인공지능과의 과업을 효과적으로 조정해나가도록 이를 독려하는 다양한 활동을 제공하는 것이 필요하다(Butchibabu, Sparano-Huiban, Sonenberg, & Shah, 2016; Graham & Barter, 1999; Hoc, 2000; Kim et al., 2022; Markauskaite et al., 2022; Musick et al., 2021; Rico, Sánchez-Manzanares, Gil, & Gibson, 2008; Süße et al., 2021; Walliser et al., 2019). 예컨대 학습자는 인공지능의 수행 및 주변 상황 맥락을 반영하여 해결안을 어떻게 수정, 발전시킨 내용을 활동지에 기록하며, 체크리스트를 통해 윤리적 가치를 준수하며 더 나은 대안을 찾기 위해 노력하였는지를 점검할 수 있다. 추

가로 개별 학생들의 반응을 확인해 적절한 피드백을 제공해야 한다(임미인 외, 2021; 최서연, 2022; 홍수민, 임철일, 2021; 홍선호 외, 2021). 특히, 인공지능에 오류가 발생할 시 학습자들은 이에 예민한 반응을 보이며 학습경험에 부정적인 영향을 미치기 때문에(박수아, 최세정, 2018; 염지윤, 2022; 홍선호 외, 2021), 기술적 문제가 발생하는 경우 즉각적으로 도움을 요청함으로써 학습이 중단되는 것을 방지할 필요가 있다(염지윤, 2022; 홍선호 외, 2021).

여덟 번째, 디지털 학습환경은 인공지능과 원활히 상호작용하기 위한 디지털 자원을 적절히 구비하고 활용하는 것이다(임미인 외, 2021; 최서연, 2022; Han et al., 2018; Kim et al., 2022). 적절한 사양과 기능을 갖춘 태블릿, PC 등의 기기와 인터넷 환경을 지원함으로써 학습자들이 학습에 몰입하고 원활히 탐구를 수행할 수 있도록 해야 한다(Han et al., 2018; Kim et al., 2022). 개별 학습자들이 인공지능과의 협력활동을 수행하기 위해선 1인 1기기를 조작할 수 있는 환경이 적합하나 자원이 부족할 경우, 여러 명의 학습자가 1개의 기기를 활용하되 모든 학습자가 활동에 참여하도록 만드는 치밀한 수업 설계가 필요하다(임미인 외, 2021; 최서연, 2022).

아홉 번째, 자율적 학습문화는 학습자 스스로 인공지능과 문제를 해결하기 위한 다양한 방법을 시도하고, 다른 학습자의 수행을 관찰하며 긍정적인 학습 전이를 일으키는 등 자발적 학습 및 공유 문화를 촉진하는 것을 의미한다. Kim과 그의 동료들(2022)의 연구에서 인공지능과의 협력 수업에 대해 교사 면담을 진행한 결과, 많은 교사가 '실패로부터 안전한 환경'을 만드는 것의 중요성을 강조하였으며, 학습자들이 인공지능과 다양한 방법을 적용하고 실패로부터 새로운 배움을 찾도록 교실에 생산적인 분위기를 형성해야 함을 지적하였다. 이에 대한 구체적인 방안으로 다른 학습자들과 협력 경험에 대해 발표와 질의응답을 수행하며 결과물을 능동적으로 평가하고, 새로운 맥락에 적용해보는 시도를 해볼 수 있다(신원섭, 2022b). 더불어 소그룹 내에서 인공지능과의 협력적 상호작용에 능숙한 학습자가 다른 학습자에게 도움을 제공하는 동료 교수 활동을

독려하여 상호 학습이 자연스러운 자발적인 학습 분위기를 형성하는 것이다(김재상, 2017; 양혜진 외, 2019; 홍수민, 임철일, 2021).

열 번째, 성찰을 통한 공진화는 인공지능과의 협력 과정을 성찰하면서 인공지능과 공진화를 모색하는 것이다. 염지윤(2022)은 개별 학습자들이 챗봇 상호작용과정을 통한 말하기 실력 향상 과정에 대해 성찰 일지를 작성 및 수합 함으로써 자신의 개선할 점과 궁금한 점 등을 점검할 수 있음을 지적하였다. 이러한 활동은 인공지능과의 협력 수업에서도 협력의 변화 과정을 직접 확인하며 자신감을 얻고 협력의 질을 향상해나가도록 독려하는 전략이 될 수 있다. 즉, 협력활동 과정을 반성적으로 성찰하며, 인공지능의 한계 및 개선이 필요한 부분에 대해 개발자와 공유하는 것이 필요하다(Big Innovation Centre, 2020; Han et al., 2018; Kim et al., 2022; Long & Magerko, 2020; Ng et al., 2021; Salomon, Perkins, & Globerson, 1991; Süße et al., 2021).

선행문헌을 통해 도출한 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 구성요소와 고려사항들을 다음 <표Ⅱ-3>과 같이 인공지능기반 교육모형(조영환, 2022)과 연결하여 정리하였다.

<표Ⅱ-3> 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계의 구성요소 및 고려사항

영역	구성요소	고려사항	참고문헌
교육 활동	총체적 학습설계	▪ 인공지능 리터러시 교육의 목적을 지식, 기능, 태도 등으로 세분화해 목표를 설정하라. ▪ 인지적, 정의적, 심동적 영역에서 학습자의 수준을 분석해 수업 목표, 내용, 방법, 평가를 체계적으로 안내하라.	김진석 (2021) 김수환 외 (2020) Carvalho et al.(2022) Han et al. (2018) Kim et al.(2022) Markauskaite et al. (2022) Ng et al. (2021) Süße et al. (2021)

영역	구성요소	고려사항	참고문헌
	실제적 과제	▪ 통합적인 학습경험으로부터 역량이 발현되기 때문에 역량의 주된 요소인 지식, 기술, 태도를 습득, 적용할 수 있는 실제적 과제(예. 프로젝트기반 학습)를 제공하고 이로부터 역량을 평가하라.	김진석 (2021) 김수환 외 (2020) Carvalho et al.(2022) Han et al. (2018) Hwang et al. (2020) Kim et al. (2022)
	AI-교과 융합	▪ 학습자와 인공지능 간 과업 중심의 활발한 상호작용을 기반으로 창의적으로 문제를 해결하는 다양한 교과 융합 프로그램을 개발하라.	관계부처합동 (2020) 김진석 (2021) 신진선, 조미헌 (2021) 신원섭 (2020a, 2020b) 윤관기 (2021) 이영호 (2020) 이재호 외 (2021) Biswas et al. (2016) Carvalho et al.(2022) Chen et al. (2020) Kim et al. (2022) Han et al. (2018) Oh et al. (2018) Ng et al. (2022) Wiethof et al.

영역	구성요소	고려사항	참고문헌
			(2021)
		▪ 인공지능을 교육내용이나 방법에 결합하여 교과성취기준을 달성함과 동시에 인공지능 리터러시를 향상하도록 하라.	신원섭 (2020a) Shin & Shin (2020)
	단계적 활동	▪ 개념 이해, 경험 및 실습, 협동 및 창작 순으로 커리큘럼을 단계적으로 제시하라.	Han et al (2018) Ng et al. (2021)
		▪ 단순에서 복잡한 것으로 활동의 내용을 발전시키고 학습자의 요구사항을 반영하여 활동의 주제와 범위를 점차 확대하라.	김진석(2021) Carvalho et al.(2022)
	학습을 위한 평가	▪ 활동 후 학생들 간에 경험 및 성취 정도를 공유함으로써 학생들의 학습내용에 대한 이해 및 표현 능력을 향상시켜라. ▪ 수업에서 진행되는 평가로부터 얻은 결과에 기초하여 학생들에게 즉각적이고, 실제적인 피드백을 가능한 한 많이 제공하라.	김진석 (2021) 이경화 외 (2016) 홍선호 외 (2021) Han et al. (2018)
교사-학습자-AI 상호작용	협력적 특성을 갖춘 인공지능	▪ 인간의 언어 또는 비언어적 표현으로부터 의도를 추론하고, 사회적으로 반응할 수 있는 인공지능을 선택하라.	Feine et al, (2019) Kim et al. (2022) Long & Magerko (2020) Skjuve et al. (2021)

영역	구성요소	고려사항	참고문헌
		▪ 인공지능의 의도, 추론 과정, 성공 및 실패 가능성에 대한 정보를 제공해 정보처리과정의 투명성을 높이는 인터페이스를 가진 인공지능을 선택하라.	Akata et al. (2020) Chen et al.(2018) Kim et al. (2022) Ramchurn et al. (2021) Stowers et al. (2021) Wiethof et al. (2021)
	협력적 상호작용 지원	▪ 인공지능과의 상호작용 방법에 대한 지침 및 경험을 충분히 제공해 적절한 기대를 형성하도록 하라.	김성원, 이영준 (2020b) Carvalho et al.(2022) Hancock et al.(2011) Oh et al. (2018)
		▪ 인공지능과의 사회적 상호작용을 촉진하기 위해 공식적인 팀 빌딩 활동(예. 목표 공유, 역할 분배 등) 수행하라.	강진숙 (2018) 김혜은 (2022) Süße et al. (2021) Walliser et al.(2019)
		▪ 인공지능의 실패나 오류를 처리하는 기술을 안내해 인공지능과의 상호작용의 질을 향상하도록 하라.	Kim et al. (2022) Long & Magerko, (2020) Ng et al. (2021) Ng et al. (2022) Süße et al. (2021)

영역	구성요소	고려사항	참고문헌
		▪ 양방향의 상호작용을 통해 상호 학습 및 과업 조정 활동을 독려하라.	Butchibabu et al.(2016) Graham & Barter (1999) Hoc (2000) Kim et al. (2022) Markauskaite et al. (2022) Musick et al. (2021) Rico et al. (2008) Süße et al. (2021) Walliser et al. (2019)
		▪ 수업 시 개별 학생들의 다양한 반응을 예상해 유의미하고, 적절한 피드백을 준비해 제공하라.	임미인 외 (2021) 최서연 (2022) 홍수민, 임철일 (2021) 홍선호 외 (2021)
		▪ 기술적 문제가 발생한 경우, 즉각적으로 도움을 요청함으로써 학습이 중단되는 것을 방지하라.	염지윤 (2022) 홍선호 외 (2021)
학습 환경	디지털 학습환경	▪ 인공지능 시스템을 원활히 활용하기 위한 물리적 환경 구축하라.	임미인 외 (2021) 최서연 (2022) Han et al. (2018) Kim et al. (2022)
	자율적 학습문화	▪ 타인의 발표와 발표 준비자료를 보면서 특정 지식을 습	신원섭 (2020b)

영역	구성요소	고려사항	참고문헌
		득할 뿐만 아니라 적극적인 학습 태도도 배우는 긍정적 학습 전이를 일으켜라.	
		▪ 소그룹 내에서 인공지능과의 협력적 상호작용에 능숙한 학습자가 다른 학습자에게 도움을 제공하는 동료 교수 활동을 촉진하라.	김재상 (2017) 양혜진 외 (2019) 홍수민, 임철일 (2021)
		▪ 인공지능과 문제를 해결하기 위해 다양한 방법을 시도하고, 실패를 생산적으로 대하는 분위기를 형성하라.	Kim et al. (2022)
학습자와 인공지능의 공진화	성찰을 통한 공진화	▪ 인공지능 챗봇 상호작용 과정을 통한 말하기 능력 발달 과정에 대해 스스로 점검하도록 하라. ▪ 개별 학습자들이 상호작용 과정에 대한 성찰 일지를 작성하도록 하라.	염지윤 (2002)
		▪ 윤리적, 도덕적 기준을 준수하고 인간적 가치와 규범을 표현하며 인공지능과 상호작용하였는지 반성적으로 성찰하고 개선하라.	Big Innovation Centre (2020) Han et al. (2018) Kim et al. (2022) Long & Magerko (2020) Ng et al. (2021) Salomon et al (1991) Süße et al. (2021)

III. 연구방법

1. 연구 참여자

본 연구의 전문가 검토에는 교육공학 분야 전문가 2인과 현직교사 1인이 참여하였다. 전문가 선정은 연구의 질에 큰 영향을 미치기 때문에 전문가의 권위와 수, 전문 영역을 아울러 고려하여 전문가 패널을 구성해야 한다. 통상적으로 해당 분야의 석·박사 학위소지자로서 관련 논문을 게재하였거나 발표 실적이 있는 자(연은경, 2013), 관련 영역에서 최소 10년 이상의 경험을 축적한 자(Ericsson & Charness, 1994)를 권위 있는 전문가라고 할 수 있다. 전문가의 수는 최소 3명 이상으로 구성하는 것이 바람직하다(Lynn, 1986; Rubio, Berg-Weger, Tebb, Lee, & Rauch, 2003).

<표Ⅲ-1> 전문가 검토 참여자 정보 및 참여 단계

참여 전문가 정보					타당화 참여 단계	
구분	직업	경력	최종학력	전공분야	1차	2차
A	연구교수	20년	교육학 박사	교육공학 (교수설계)	∨	∨
B	연구교수	8년	교육학 박사	교육공학 (교수설계)	∨	∨
C	초등교사	20년	교육공학 석사	인공지능 활용 교육	∨	∨

이러한 조건들을 반영하여 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심 수업 설계원리를 검토할 수 있는 전문가들을 <표Ⅲ-1>과 같이 선정하였다. 우선 교수설계 관점에서 평가할 수 있는 전문가를 선정하고자 해

당 영역에 대해 석·박사 학위를 소지하고 있으며, 인공지능기반 교수설계 관련 논문을 게재한 실적이 있는 교육공학 전문가 2인을 섭외하였다. 아울러 실제 수업 운영 관점을 반영할 수 있도록 교직 경력이 10년 이상이며 인공지능 주제 관련 수업 경험이 풍부한 현직교사 1인에게 검토를 의뢰하였다.

<표Ⅲ-2> 현장 적용 및 반응 평가 참여자 정보

구분	학년	성별	인원
교수자	초등학교 6학년 (담임)	여	1명
학습자	초등학교 6학년	남 여	11명(5명)* 9명(4명)*

*(　　)은 심층 면담에 참여한 학생 수

설계원리를 적용한 수업의 효과성 평가에는 초등학교 6학년 교사 1인과 담당 학급 학생 20인(남자 11명, 여자 9명)이 참여하였다(<표Ⅲ-2>). 초등학교 6학년 학급을 현장 평가 대상으로 선정한 이유는 초등학교가 다른 학교급에 비해 교육과정을 재구성할 수 있는 여건이 잘 마련되어 있어 다양한 주제로 인공지능과 협력하는 수업을 구성할 수 있다는 이점이 있기 때문이다. 또한 2015 개정 교육과정부터 초등학교 5~6학년을 대상으로 SW 교육을 필수화하였으며 국가적으로 인공지능 국가전략, 제1차 정보교육 종합계획, 전 국민 인공지능(AI)·소프트웨어(SW) 교육 확산 방안 등 AI 관련 핵심 인재 확보에 관한 관심이 커지면서 SW 교육의 연장선상에서 인공지능교육이 활발히 이뤄지고 있다(김송주, 박광렬, 2020; 배영권 외, 2021).

특히 초등학교의 인공지능교육 목표는 인공지능의 기능과 원리를 놀이 또는 교육용 도구 체험을 통해 이해하고, 인공지능 기술이 적용된 사례를 주변에서 탐색해 활용할 수 있는 능력, 즉, 인공지능 기술과 소통, 협력해 주어진 과제나 문제를 해결할 수 있는 AI 기초소양을 키우는 것이

다(교육부, 2020a, 2021). 따라서 해당 학년에서 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업을 적용해볼 필요성이 있다고 판단하였다.

본 연구에서 현장 평가에 참여하는 학급은 그린 스마트 미래학교 사업으로 1인 1 태블릿을 지원받은 상태이며, 수학 과목에서 AI기반 플랫폼을 통해 학습 코칭 및 맞춤형 학습 서비스를 이용하는 등 인공지능을 활용 교육이 활발히 진행되고 있었다. 해당 학급은 사전에 인공지능 개념과 사례 등 인공지능 소양 교육을 받았으며, 인공지능에 대한 개념과 인공지능 기술이 적용된 사례에 대한 기초적인 설명을 생략해도 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업을 원활히 진행할 수 있다고 판단되어 연구의 대상으로 선정하였다.

2. 연구절차

가. 전체 연구절차

본 연구는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리를 개발하는 것을 목적으로 한다. 이러한 목적을 달성하기 위해 교수적 또는 비교수적 산출물 및 도구, 그리고 모형의 실증적 확립을 통해 설계, 개발, 평가과정을 안내하는 Richey와 Klein(2007)의 설계·개발 연구(design and development research)을 수행하고자 한다. 설계·개발 연구는 실제 교육활동으로부터 체계적으로 수집한 경험적 근거에 기반하여 문제를 해결하는데 직접 적용할 수 있는 새로운 지식을 생성할 뿐만 아니라 종합적인 설계와 개발의 이론적 기반을 구축하기 위한 실증적 토대를 마련하는 데 목적을 둔다(임철일, 조영환, 장선영, 하미리, 2005; Richey & Klein, 2007). 설계·개발 연구의 유형은 크게 산출물 및 도구 연구(Type Ⅰ)과 모형연구(Type Ⅱ)로 분류할 수 있다(<표Ⅲ-3>).

<표Ⅲ-3> 설계·개발 연구 유형(Richey & Klein, 2007)

	산출물 및 도구 연구(Type Ⅰ)	모형연구(Type Ⅱ)
탐색주제	• 포괄적인 설계와 개발 프로젝트 - 교수적 산출물과 프로그램 - 비교수적 산출물과 프로그램	• 모형개발 - 포괄적 모형개발 - 모형 구성요소 과정 개발
	• 구체적인 프로젝트 단계 - 분석, 설계, 개발, 평가	• 모형타당화 - 모형 구성요소의 내적 타당화 - 모형 영향에 대한 외적 타당화
	• 도구의 설계와 개발 - 도구개발 - 도구사용	• 모형사용 - 모형사용에 영향을 주는 조건에 관한 연구 - 설계자 의사결정연구 - 설계자의 전문성 및 특성 연구
결과	• 특정 산출물 개발과 그것의 사용을 촉진하는 조건을 분석함으로써 얻는 교훈 • 맥락 특수적 결론	• 새로운 설계·개발 절차나 모형 그리고 그것의 사용을 촉진하는 조건 • 일반화된 결론

산출물 및 도구 연구(Type Ⅰ)는 특정 프로젝트에서 사용한 설계 및 개발 과정을 설명, 분석해 맥락 특수적인 결과물을 산출한다. 이에 반해 모형 연구(TypeⅡ)는 일반적으로 사용할 수 있는 새로운 혹은 개선된 모형과 원리를 설계 및 개발하며 일반적 결론을 지향하는 특성을 갖는다. 본 연구에서는 인간-AI 협력 역량 향상을 돕는 인공지능기반 활동중심수업의 설계원리를 개발하고 내적 타당화와 수업의 효과성을 확인하는 과정을 거쳐 개발한 원리의 일반화 가능성을 탐색하고자 한다. 따라서

본 연구는 Richey와 Klein(2007)의 설계·개발 연구 유형 중 모형 연구(TypeⅡ)를 채택하였으며, 연구의 목적을 달성하기 위해 1) 모형 개발 연구(model development research)와 2) 모형 타당화 연구(model validation research)를 순차적으로 실행하였다. 특히, 새롭고 혁신적인 기술 중 하나인 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 수업을 위한 가이드라인은 알려진 바가 거의 없고 새로운 영역이라는 점에서 본 연구는 탐색적 연구(exploratory research)의 성격을 가진다(Singleton & Straits, 2005). 따라서 1) 모형 개발 연구에서는 문헌 검토 방법을 적용하여 현존하는 자료들을 검토하고 처방적 함의를 띈 내용을 분석, 종합해 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 일반적인 원리와 상세지침을 도출하였다(Richey & Klein, 2007). 다음으로 2) 모형 타당화 연구에서는 전문가 검토 방법을 채택하여 설계원리에 대한 내적 타당화 과정을 거쳤으며, 설계원리의 영향과 효과를 체계적으로 검토하고자 현장 평가를 적용하여 외적 타당화 과정을 수행하였다. 이후 내적 타당화와 외적 타당화 결과를 종합해 최종적으로 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리를 도출하였다. 전체적인 연구절차는 <표Ⅲ-4>와 같다.

<표Ⅲ-4> 연구절차 별 연구 활동

연구 절차		연구 활동
연구문제 정의		▪ 선행문헌 검토를 통한 연구의 필요성 분석 ▪ 연구문제 도출
↓		
초기 설계원리 및 연구 도구 개발		▪ 선행문헌 탐색 √ 인간과 인공지능 간 협력, 인공지능과의 협력에 영향을 미치는 조건, 인간-AI 협력 역량을 위한 활동중심수업 ▪ 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심 수업 설계원리 및 상세지침, 연구 도구 개발
↓		
내적 타당화		▪ 1, 2차 전문가 검토 √ 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심 수업 설계원리 및 상세지침, 연구 도구에 대한 전문가 검토 ▪ 1, 2차 설계원리와 상세지침, 연구 도구 수정 및 보완
↓		
외적 타당화	현장 적용	▪ 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심 수업 설계원리를 적용한 수업 설계 및 실시
	수업의 효과성 평가	▪ 자료 수집 및 분석: 사전·사후 검사, 사후 설문, 심층 면담 √ 사전·사후 검사: 인간-AI 협력 역량, 인공지능에 대한 태도 √ 사후설문: 상황흥미, 수업 만족도 √ 심층 면담: 교수자, 학습자 면담

나. 현장적용을 위한 수업절차

전문가 검토를 통해 수정된 설계원리를 바탕으로 수업을 설계하고, 현장에 적용하였다. 먼저 설계원리를 적용한 수업을 설계하기에 앞서 교수자와 사전회의를 통해 연구에 대한 공동의 이해를 형성하고 서로의 정보를 공유하였다. 연구자는 연구의 목적과 내용, 진행 절차, 전문가 검토를 통해 도출된 설계원리 및 상세지침을 교수자에게 안내하였으며, 교수자는 학습자들의 특성, 인공지능 관련 학습상태, 디지털 기기 활용 수준, 학교 내 활용 가능한 디지털 도구와 환경 등 수업 설계에 필요한 정보를 알려주었다.

그 후, 교수자와 함께 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리를 적용할 교과와 단원, 주제, 연구 도구를 선정하는 과정을 거쳤다. 인공지능과 협력해 다양한 지식을 활용하고 창의적으로 문제를 해결하는 역량을 기르는 교육은 정보 교과 내에서만 이뤄지기보다는 다양한 교과를 융합한 인공지능활용수업을 개발함으로써 효과적으로 실행할 수 있다(교육부, 2020a). 따라서 교과 융합형 활동중심수업을 계획하였으며, 해당 교과의 특성과 성취기준을 반영하면서, 인간과 인공지능 간에 긍정적 상호의존성이 강조되어 협력을 촉진할 수 있는 실제적인 주제를 선정하고자 하였다. 실과 및 국어의 성취기준을 활용하여 관용 표현을 활용한 웹툰 만들기를 수업의 주제로 선정하였다.

상호 협력할 인공지능은 설계원리에 따라 학습자의 발달 단계를 고려하여 쉽고 직관적인 인터페이스 갖추고 있으며, 사회·정서적으로 긍정적인 반응을 보여 사회적 행위를 유발하는 어포던스를 갖춘 인공지능을 선정하고자 하였다. 그 결과 본 수업에서는 투닝(Tooning)이라는 인공지능 앱과 협력적으로 상호작용하며, 교과에서 배운 내용을 만화로 표현하는 과제를 수행하도록 하였다. 투닝이라는 인공지능 앱에 내장된 인공지능은 인간이 제공한 얼굴 사진, 텍스트와 그림을 토대로 캐릭터의 모습과 표정, 요소 및 배경을 제안하며, 인간이 제공하는 피드백을 바탕으로 재학습하는 기능을 갖추고 있다. 해당 인공지능은 다양한 교과 및 주제

와 연계하여 창의적인 표현 및 지식 창출 활동에 활용할 수 있는 장점 또한 갖추고 있다.

연계할 교과와 단원, 주제, 연구 도구를 선정한 다음에는 수업 설계원리 및 상세지침을 반영하여 수업절차와 교수학습과정안, 수업자료를 개발하였다. 우선 설계원리 및 세부사항을 교수자와 함께 검토하였으며, 연구자가 먼저 초안을 작성한 후 교수자와 협의를 거쳐 최종적으로 수정 및 보완하는 방식으로 개발하였다. 이러한 과정을 거쳐 설계된 최종적인 수업 절차는 [그림Ⅲ-1]과 같으며, 개발된 교수학습과정안과 수업자료는 각각 [부록 12], [부록 13]에서 확인할 수 있다.

[그림Ⅲ-1] 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 절차

인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업은 사전 검사, 본 수업, 사후 검사 단계로 총 3주 동안 진행되었다. 모든 수업은 활동중심수업 단계에 따라 도입-탐색-공유-발전-종합 및 성찰의 단계로 구성하였다. 우선, 30분간 검사지를 활용해 인간-AI 협력 역량과 인공지능에 대한 태도에 관한 사전 검사를 진행하였다. 사전 검사를 완료한 후에는 6차시에 걸쳐 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업을 진행하였다. 수업

대상의 소양과 수준에 따라 차시의 증감은 가능하며, 시수가 부족한 경우 창의적 체험활동 시수 또한 활용할 수 있다. 1, 2차시에는 ‘인공지능 팀원 이해하기’를 주제로 투닝이 가진 인공지능 기술을 확인한 후 인공지능 팀원의 특성을 분석하였으며, 연습 및 발전 과제를 통해 상호작용을 연습하는 시간을 가졌다. 3, 4차시에는 ‘인공지능과 의사소통하기’를 주제로 인공지능 투닝과 의사소통과정에서 발생한 문제를 해결하면서 인공지능과 효과적으로 의사소통하는 방법에 대해 학습하는 시간을 가졌다. 5, 6차시에는 ‘인공지능과 협력과제 수행하기’를 주제로 인공지능과 협력과제를 수행하면서 인공지능의 제안을 건설적으로 수용하고, 협력활동을 조정해나가는 방법을 학습하는 시간을 가졌다. 그리고 최종 과제로 행복한 우리반을 위한 약속을 안내하는 홍보 웹툰을 제작하였다. 수업 후에는 사전 검사와 동일하게 30분간 인간-AI 협력 역량과 인공지능에 대한 태도에 관한 사후 검사를 진행하였으며, 추가로 10분간 상황흥미와 수업 만족도에 관한 사후설문도 진행하였다. 마지막으로 방과 후에 교사와 일부 학생을 대상으로 면담을 진행하여 개발한 설계원리 및 수업에 대한 교수자, 학습자의 심층적인 반응을 살펴보았다.

1) 1, 2차시: 인공지능 팀원 이해하기

1, 2차시는 인공지능 팀원의 특성을 이해하는 역량을 향상하기 위해 ‘인공지능 팀원 이해하기’를 주제로 수업을 구성하였다. 도입 단계에서는 앞으로 함께 다양한 창작 작업을 수행할 투닝이라는 인공지능 웹툰 창작 앱을 소개하였으며, 탐색 단계를 통해 투닝에 내장된 인공지능 기술의 종류와 기초적인 사용법을 안내하였다. 교사의 모델링 아래 인공지능 투닝의 이미지 인식 기술을 활용해 자신의 얼굴을 닮은 캐릭터를 창작하거나, 텍스트 분석 기술 활용해 캐릭터의 표정, 동작, 장면을 추천받는 등 간단한 과제로 상호작용을 연습하는 시간을 가졌으며, 학습하기 기능을 활용하여 인공지능이 인간이 제공하는 데이터와 정답을 연결함으로써 추천한다는 것을 확인하였다. 공유 단계에서는 인공지능 투닝과 상호작용

한 경험을 토대로 모둠원들과 인공지능 투닝이 잘할 수 있는 것, 하기 힘든 것, 웹툰 창작 과정에서 각자 수행해야 하는 역할, 웹툰 창작 과정에서 인공지능 투닝과의 협력을 통해 얻을 수 있는 이점, 주의할 점을 토의하였다. 이를 통해 인공지능의 특성에 대해 이해하고, 특정 작업 수행에 대한 인공지능 능력의 적합성을 판단하여 역할을 적절히 분담하는 능력을 기르고자 하였다.

[그림Ⅲ-2] 인공지능 투닝의 특성을 분석하는 모둠토의 활동사진

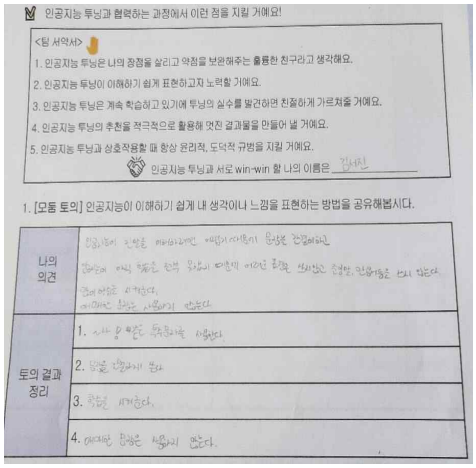
발전 단계에서는 인공지능 투닝과 함께 나만의 캐릭터를 만들고 어제 있었던 일 한 장면을 표현해보는 발전 과제를 수행하며 학습한 상호작용 기술을 적용하는 시간을 가졌다. 종합 및 성찰 단계에서는 체크리스트와 인공지능과의 협력활동에서 잘한 점, 아쉬운 점, 앞으로의 계획에 대한 개방형 질문을 활용해 인공지능 팀원의 특성을 이해하며 원활하게 상호작용하였는지를 점검하는 시간을 가졌다.

[그림Ⅲ-3] 인공지능 팀원 이해하기 수업 산출물 예시

2) 3, 4차시: 인공지능과 의사소통하기

3, 4차시는 인공지능과 의사소통하는 역량을 향상하기 위해 '인공지능과 의사소통하기'를 주제로 수업을 구성하였다. 학습자들이 태블릿으로 동시 접속하였을 때 네트워크가 불안정한 현상이 발생하여 교실에서 컴퓨터실로 수업 장소를 변경하였으며, 태블릿 대신 PC 환경에서 인공지능 투닝과 협력 작업을 수행하도록 하였다. 도입 단계에서는 인공지능을 팀원으로 받아들일 수 있도록 팀 규칙이 담긴 서약서를 작성하였으며, 인공지능과의 소통 과정에서 오류가 발생한 문제상황을 확인하였다. 탐색 단계에서는 인공지능이 발화 의도를 이해하지 못하거나 인공지능의 출력 결과가 마음에 들지 않는 다양한 문제상황을 어떻게 해결하면 좋을지를 탐색해보는 시간을 가졌다. 학습자들은 오류가 발생한 문장들을 다른 방식으로 입력을 시도해보며, 인공지능이 이해하기 쉽게 표현하는 방법을 스스로 탐색하였다. 공유 단계에서는 탐색한 경험을 토대로 모둠원들과 인공지능이 이해하기 쉽게 생각이나 느낌을 표현하는 방법을 토의하도록 하였다. 예컨대 인공지능이 학습한 감정이 드러나는 단어를 활용하기, 주어, 목적어를 명시하기, 간결하게 표현하기, 문장부호 활용하기 등 인공지능 팀원의 특성을 고려하여 효과적으로 소통하는 방법을 정리

하였다. 나아가 인공지능이 추천한 캐릭터의 모습이나 상황이 적절하지 않은 경우엔 학습하기 기능을 통해 피드백을 제공하는 적극적인 의사소통 태도를 보여야 한다는 것을 안내하였다. 발전 단계에서는 국어 '2. 관용 표현을 활용해요.' 단원의 6, 7차시를 활용해 관용 표현이 사용되는 상황을 만화로 표현하고, 학습한 의사소통 기술을 내면화하는 시간을 가졌다. 종합 및 성찰 단계에서는 체크리스트와 인공지능과의 협력활동에서 잘한 점, 아쉬운 점, 앞으로의 계획에 대한 개방형 질문을 활용해 인공지능과 효과적으로 소통하며 과제를 수행하였는지를 평가하는 시간을 가졌다. 제작한 산출물은 사전에 제작한 qr 코드를 통해 패들렛(Padlet)에 업로드하고 상호 간 피드백을 주고받았다.


인공지능 투닝과 협력하는 과정에서 이런 점을 지킬 거예요!

<딥 서약서>

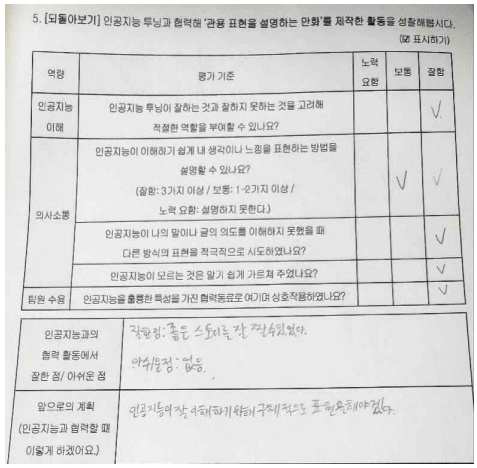
1. 인공지능 투닝은 나의 장점을 살리고 약점을 보완해주는 훌륭한 친구라고 생각해요.
2. 인공지능 투닝이 이해하기 쉽게 표현하고자 노력할 거예요.
3. 인공지능 투닝은 계속 학습하고 있기에 투닝의 실수를 발견하면 친절하게 가르쳐줄 거예요.
4. 인공지능 투닝의 추천을 적극적으로 활용해 멋진 결과물을 만들어 낼 거예요.
5. 인공지능 투닝과 상호작용할 때 항상 윤리적, 도덕적 규범을 지킬 거예요.

인공지능 투닝과 서로 win-win 할 나의 이름은 김서진

1. [모둠 토의] 인공지능이 이해하기 쉽게 내 생각이나 느낌을 표현하는 방법을 공유해봅시다.

나의 의견	인공지능의 지원을 바라보면 여러가지 문제를 논의해야 한다. 먼저 이번 주제는 한국 문화의 미래에 대한 중요한 주제인데 인공지능을 보고 있다. 그래서 문제는 사람이 반응한다.
토의 결과 정리	1. 나와 공통점 유지하는 사람이다.
	2. 문제 상황에 맞다.
	3. 문제를 해결한다.
	4. 예의있는 문장을 사용하고 있다.

[그림Ⅲ-4] 공유 활동 결과물 예시


5. [되돌아보기] 인공지능 투닝과 협력해 '관용 표현을 설명하는 만화'를 제작한 활동을 성찰해봅시다. (☑ 표시하기)

역량	평가 기준	노력 요함	보통	잘함
인공지능 이해	인공지능 투닝이 잘하는 것과 잘하지 못하는 것을 고려해 적절한 역할을 부여할 수 있나요?			√
의사소통	인공지능이 이해하기 쉽게 내 생각이나 느낌을 표현하는 방법을 설명할 수 있나요? (잘함: 3가지 이상 / 보통: 1-2가지 이상 / 노력 요함: 설명하지 못한다.)		√	√
	인공지능이 나의 말이나 글의 의도를 이해하지 못했을 때 다른 방식의 표현을 적극적으로 시도하였나요?			√
	인공지능이 모르는 것은 알기 쉽게 가르쳐 주었나요?			√
탐원 수용	인공지능을 훌륭한 특성을 가진 협력동료로 여기며 상호작용하였나요?			√

인공지능과의 협력 활동에서 잘한 점/ 아쉬운 점	잘한점: 좋은 스토리를 잘 작성했다. 아쉬운점: 없음.
앞으로의 계획 (인공지능과 협력할 때 이렇게 하겠어요.)	인공지능이 잘 이해하기 위해 구체적으로 표현해야겠다.

[그림Ⅲ-5] 성찰 활동 결과물 예시

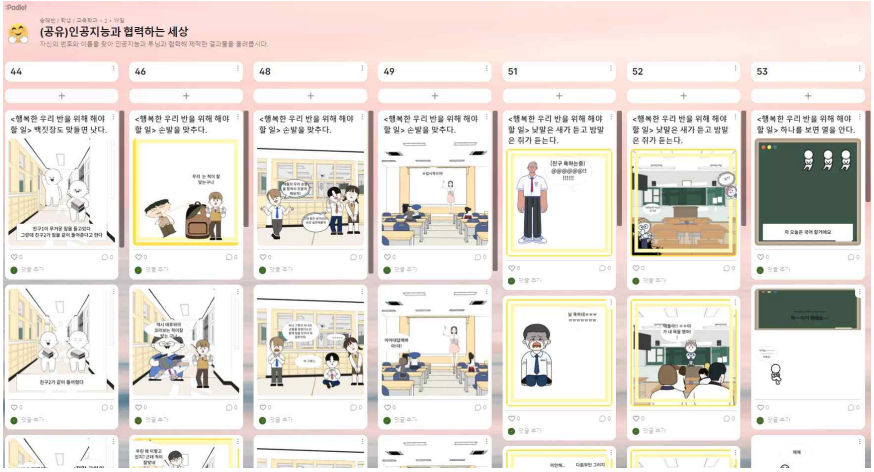
[그림Ⅲ-6] 관용 표현을 활용한 만화
제작 활동사진

3) 5, 6차시: 인공지능과 협력과제 수행하기

5, 6차시는 인공지능과의 과제수행역량을 향상하기 위해 '인공지능과 협력과제 수행하기'를 주제로 수업을 구성하였다. 도입 단계에서는 팀 규칙이 담긴 서약서를 작성하였으며, 학습 문제를 확인하였다. 탐색 단계에서는 인공지능 투닝이 추천한 장면의 적절성, 타당성 등을 평가하여 장면을 수정 및 발전시키는 연습을 하였다. 공유 단계에서는 국어 '2. 관용 표현을 활용해요.' 단원의 8, 9차시를 연계하여 짝과 함께 우리 반 친구들의 학교생활을 되돌아보고 행복한 반을 위한 약속을 세우도록 하였다.

[그림Ⅲ-7] 행복한 우리 반을 위해 해야 할 일 관련 짝 토의 활동사진

발전 단계에서는 행복한 반을 위한 약속을 안내하는 홍보 만화를 제작하도록 하였다. 학습자들은 활동지의 스토리보드에 관용 표현을 적절히 사용한 홍보 만화를 구상하였으며, 이후 인공지능의 투닝이 출력한 결과물을 능동적으로 수용하며 만화를 제작하였다. 예컨대 제작 과정에서 인공지능의 투닝의 추천을 수용해 스토리보드를 수정한 내용, 인공지능의 추천을 수정, 보완한 부분을 활동지에 기록하며 인공지능의 제안을 주체적으로 통합하는 능력을 향상하고자 하였다. 종합 및 성찰 단계에서는 체크리스트와 인공지능과의 협력활동에서 잘한 점, 아쉬운 점, 앞으로의 계획에 대한 개방형 질문을 활용해 인공지능의 수행이나 제안을 적절히 수용하며 협력과제를 수행하였는지를 평가하는 시간을 가졌다. 제작한 산출물은 사전에 제작한 qr 코드를 통해 패들렛(Padlet)에 업로드하고 상호 간 피드백을 주고받았다.



[그림Ⅲ-8] 패들렛(Padlet)에 제출한 인공지능과 협력과제 수행하기 수업 산출물 예시

3. 자료 수집 및 분석

가. 문헌 고찰

우선 연구문제를 해결하기 위해 Creswell(2012)이 제안한 방법과 순서를 참고하여 1) 인간과 인공지능 간의 협력, 2) 인간과 인공지능 간의 협력에 영향을 미치는 요인, 3) 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심 수업의 세 가지 영역에 대한 문헌을 탐색하였다. 한국교육학술정보원이 제공하는 학술연구정보서비스(http://riss.kr), 구글 학술검색 서비스(http://scholar.google.co.kr), I.S.I의 데이터베이스인 Web of Science (http://webofknowledge.com/WOS) 등의 데이터베이스를 활용하여 관련 자료를 수집하였으며, 세 가지 영역에 대하여 '인간과 인공지능 간 협력', '인간-AI 협력 역량', '활동중심수업'을 핵심 키워드로 설정 및 결합하여 주요 문헌을 탐색하였다. 또한 추가로 'Human-AI collaboration', 'Human competency for human - AI collaboration', 'Human-AI collaborative competency', 'Guidance/guidelines for human-AI

collaboration', 'Hybird intelligence', 'Trust for human-AI collaboration', 'Human-AI interaction' ,'AI literacy' 등의 키워드를 사용하였다. 이후 수집한 자료 중에서 연구문제와 관련성이 높고, 평판이 좋은 출판사가 발간하거나 인용 지수가 높은 학술지에 게재된 문헌(Hart, 2001)을 우선적으로 검토하였다. 그 과정에서 인간과 인공지능 간의 협력과 관련된 문헌에서는 인간과 인공지능 간의 협력 형태, 하이브리드 지능(hybrid intelligence)의 개념과 특징, 인간과 인공지능의 상호보완적 특성을 분석하였다. 인간과 인공지능 간의 협력에 영향을 미치는 요인과 관련된 문헌에서는 CASA의 사회반응이론 개념과 관련 교육 효과 연구, 인간과 인공지능 간의 신뢰와 이에 영향을 미치는 요인을 분석하였다. 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업과 관련된 문헌에서는 인간-AI 협력 역량의 정의와 구성요소, 인공지능을 바라보는 교육적 관점과 인공지능기반 교육모형, 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 구성요소와 관련한 내용을 분석하였다. 이를 통해 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업을 위한 원리와 상세지침을 확인하였으며, 해당 내용의 핵심 아이디어를 유지하면서도 유사한 원리가 통합되도록 분류 및 재진술하여 설계원리와 상세지침으로 구성된 초기 설계원리를 도출하였다. 초기 설계원리 전체는 [부록 2]에서 확인할 수 있다.

나. 내적 타당화: 전문가 검토

문헌 고찰을 통해 도출한 수업 설계원리의 타당성을 검토하기 위해 전문가 검토 질문지를 개발하였다. 질문지는 본 연구를 소개하는 부분과 개발된 '인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업'의 설계원리의 타당도를 검토하기 위한 질문 부분으로 구성하였다. 연구 소개 부분은 연구의 필요성 및 목적, 연구문제, 연구방법에 관해 서술하였으며, 타당도 검토를 위한 질문 부분은 설계원리 전반에 대한 타당도를 묻는 문항과 개별 설계원리의 타당성을 묻는 문항으로 구성하였다. 설계원리 전반에 대한 타당도를 묻는 검토 문항은 나일주, 정현미(2001)와 성은모(2009)

연구에서 사용한 문항을 아래 <표Ⅲ-5>처럼 본 연구의 맥락에 맞게 수정해 사용하였다.

<표Ⅲ-5> 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 전문가 검토 문항

영역	문항
타당성	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 고려해야 할 것으로 타당하다.
설명력	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 고려해야 할 것을 잘 설명하고 있다.
유용성	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업을 할 때 유용하게 활용될 수 있다.
보편성	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 보편적으로 이용될 수 있다.
이해도	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 고려해야 할 것을 이해하기 쉽게 표현하고 있다.

전문가 검토는 총 4주간에 걸쳐 진행하였으며 메신저와 전화, 이메일 등을 통해 검토를 의뢰하였다. 요청을 수락한 3명의 전문가를 대상으로 이메일을 통해 사전에 일정을 조율해 일대일 면담을 진행하거나 이메일을 통해 질문지에 대한 답변을 받는 형식으로 전문가 검토를 진행하였다. 1차 전문가 검토의 경우 설계원리 전반 및 개별 설계원리에 대한 타당도 검토 문항에 대해 1점에서 4점 사이의 점수를 부여하도록 하였으며, 추가 수정 및 검토 의견이 있을 시 의견란에 답변을 제시하도록 하였다. 2차 전문가 검토 또한 1차 전문가 검토와 같은 방식으로 진행하였으며, 개별 설계원리에 대한 해설 및 예시를 참고자료로 추가하였다. 이후 전문가 검토 결과의 신뢰성과 타당성을 확보하기 위해 내용 타당도

지수(Content Validity Index : CVI)와 평가자 간 일치도 지수(Inter-Rater Agreement : IRA)를 구해 분석하였으며, 일반적으로 CVI와 IRA 값이 .80 이상일 때 타당하고 신뢰할만하다고 해석하기 때문에, .80 미만의 값을 받은 설계원리와 상세지침의 경우에 대해 수정 작업을 진행하였다.

다. 외적 타당화: 수업의 효과성 평가

1) 사전·사후 검사 및 사후설문

인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리가 적용된 수업에 대한 효과성을 확인하기 위해 인간-AI 협력 역량, 인공지능에 대한 태도와 관련한 사전·사후 검사지와 상황흥미, 수업 만족도에 대한 사후 설문지를 개발하였다. 본 연구에서 사용한 모든 사전·사후 검사지와 사후 설문지는 1차로 개발된 후 내용의 타당성을 검증받기 위해 교육공학 전문가 2인과 초등교사 2인에게 두 차례 검토를 받았으며, 최종적으로 개발된 사전·사후 검사지와 사후 설문지는 각각 [부록 5], [부록 6], [부록 8]에 첨부하였다.

사전·사후 검사에서 사용된 인간-AI 협력 역량을 측정하는 객관식 문항은 Süße와 그의 동료들(2020)이 제시한 분류 결과를 설문 문항으로 재구조화하여 사용하였다. 인간-AI 협력 역량을 측정하는 객관식 문항은 5점 리커트 척도(5점: 매우 그렇다., 4점: 그렇다, 3점: 보통이다, 2점: 그렇지 않다, 1점: 전혀 그렇지 않다) 형태의 선택형 12문항으로 구성하였으며, 적용 대상인 초등학생 수준을 고려하여 서술하였다. 인간-AI 협력 역량을 측정하는 주관식 문항은 Süße와 그의 동료들(2020)이 제시한 인간-AI 협력 역량의 요소를 측정하고자 가상의 문제상황을 제시하고, 원인 또는 해결방안을 서술하는 수행과제를 구성하였다. 크게는 2개의 문항으로 구성되어 있으며, 평가 기준 루브릭을 제작해 0, 1, 2점으로 평가하였다. 인공지능에 대한 태도는 김성원, 이영준(2020a)의 연구에서 개발

한 중학생의 인공지능에 대한 태도를 측정하는 객관식 검사 문항 중 연구 맥락과 관련성이 높은 문항을 추출하여 검사 대상 수준에 맞게 표현을 수정한 후 사용하였다. 구체적으로 해당 검사지는 인공지능의 사회적 영향과 인공지능과 상호작용, 인공지능과 감정적 교류 세 하위 변인으로 구성된 11개의 문항의 도구이며, 5점 리커트 척도(5점: 매우 그렇다., 4점: 그렇다, 3점: 보통이다, 2점: 그렇지 않다, 1점: 전혀 그렇지 않다)를 사용하였다. 사후설문은 상황흥미와 수업 만족도로 구성된 5점 리커트 척도 형태의 선택형 문항으로 구성하였다. 상황흥미는 Rotgans와 Schmidt(2009)의 상황흥미 영역의 4개의 문항을 본 연구 맥락에 맞게 표현을 수정한 후 사용하였다. 수업 만족도는 Namin와 Jason(2004)의 수업 만족도 영역에서 사용된 문항 중 4개의 문항을 추출 후 수정하였다.

<표Ⅲ-6> 수업의 효과성 확인을 위한 사전·사후 검사 및 사후설문 객관식 문항의 내적 신뢰도

측정 요소	문항 예시	문항 개수	Cronbach's- α	
			사전	사후
인간-AI 협력 역량	‘ 나는 인공지능이 잘할 수 있는 일과 하기 어려운 일을 구분할 수 있다.’ ‘나는 현재 처한 상황에 대한 정보를 인공지능에게 적극적으로 제공할 수 있다.’	12	.78	.90
인공지능에 대한 태도	‘기술이 발전하여 인공지능이 사람처럼 행동하게 되면 인간에게 나쁜 일이 생길 것 같다.’ ‘인공지능이 감정이 있다면 인공지능과 친구가 될 수 있을 것 같다.’	11	.73	.84
상황	‘나는 인공지능기반 활동중심수	4		.82

흥미	업에 즐겁게 참여하였다.' '나는 인공지능기반 활동중심수업에서 배운 내용에 대해 더 자세히 알고 싶다.'		
수업 만족도	'나는 인공지능기반 활동중심수업에 참여하면서 성취감을 느꼈다.' '나는 인공지능기반 활동중심수업이 전반적으로 만족스러웠다.'	4	.85

사전·사후 검사 및 사후설문 객관식 문항의 신뢰도를 확인하기 위해 문항 내적 일치도 검정을 실시한 결과는 <표Ⅲ-6>과 같다. 인간-AI 협력 역량 객관식 문항의 Cronbach's-α 값은 .78에서 .90으로 분포하여 문항 내적 신뢰도가 양호한 편임을 알 수 있다. 인공지능에 대한 태도 문항의 Cronbach's-α 값도 .73에서 .84로 분포하여 양호한 값을 나타내었다. 상황흥미와 수업 만족도를 측정한 사후설문 문항의 Cronbach's-α 값은 상황흥미는 .82, 수업 만족도는 .85로 모두 신뢰도 기준 .80을 넘어 문항 내적 신뢰도가 매우 양호하다는 것을 확인하였다.

<표Ⅲ-7> 수업의 효과성 확인을 위한 사전·사후 검사 주관식 문항의 채점자 간 일치도

측정 요소	문항 예시	문항 개수	Cohen's Kappa	
			사전	사후
인간-AI 협력 역량	'2-1. 왜 인공지능은 다음과 같은 문장을 추천할까요?' '2-2. 이러한 인공지능 제안에 대해 어떻게 대처할 것인지 여러 가지 방안을 생각해 적어봅시다.'	2	.93	.98

사전·사후 검사 주관식 문항의 채점 일치도를 확인하기 위해 연구자와 현직 교사 1인이 채점기준표에 따라 채점한 후 각 점수를 범주로 두고 Cohen's Kappa 값을 구하였다. 그 결과, <표Ⅲ-7>에서 확인할 수 있듯이 Cohen's Kappa 값이 .93에서 .98에 분포하여 거의 완벽한 수준(almost perfect)의 채점자 간 일치도를 보였다(Landis & Koch, 1977). 이후 채점자 간 협의를 통하여 채점 결과를 통일한 후 자료 분석을 진행하였다.

사전·사후 검사 응답 자료는 SPSS를 사용하여 기술통계인 평균과 표준편차를 도출하였으며, 대응 표본 t검증을 함으로써 사전과 사후 간 유의미한 차이가 존재하는지를 확인하였다. 사후설문 응답 자료는 평균과 표준편차를 확인해 분석하였다.

2) 관찰 및 면담

설계원리에 대한 교수자와 학습자의 반응을 심층적으로 확인하기 위해 수업 관찰과 면담을 진행하였다. 수업 관찰은 교수자와 학습자의 동의 아래 매 차시 수업에 연구자가 참관하여 수업 단계별 특이사항과 학습자의 반응 및 행동을 현장노트에 기록하는 방식으로 이뤄졌다. 의미 있는 수업 장면과 활동지 일부는 사진으로 남겨 분석 시 참고할 수 있도록 하였다. 추가로 매 차시 수업 후 인공지능과 협력활동 과정에서 잘한 점, 어려웠던 점, 앞으로의 계획, 느낀 점 등을 작성한 학습자의 성찰일지도 학습자의 반응을 분석하는 데 활용하였다.

다음으로 교수자와 학습자 대상 면담을 위한 면담지를 개발하였다. 교수자 면담지는 수업 설계원리를 반영한 수업에 대한 전반적인 만족도, 인지된 수업의 효과와 개선점, 설계원리 및 상세지침에 대한 만족도와 개선사항으로 구성하였으며, 반 구조화된 형태로 질문으로 이루어져 있다. 학습자 면담지는 설문에서 드러난 반응을 보다 구체적으로 살펴보기 위해 교수자 수업에 대한 전반적인 만족도, 인지된 수업 및 수업 활동의 효과와 개선점에 대한 반 구조화된 형태의 질문으로 구성하였다.

교수자 면담의 경우 수업을 진행한 교수자를 대상으로 약 60분간 개별 면담을 진행하였다. 학습자 면담의 경우 사전·사후 검사와 설문 문항에 대한 응답을 토대로 추가적인 의견을 수집할 필요성이 있다고 판단되는 참여자를 선정하였으며, 사후 인간-AI 협력 역량 수준에 따라 상, 중, 하 집단으로 나누어 그룹별 3명씩 약 30분간 집단면담을 진행하였다. 면담 내용은 교수자, 학습자, 법정대리인의 동의하에 모두 녹취하였으며, 추후 녹음 파일을 모두 전사하였다. 연구에서 사용한 면담지는 각각 [부록 9], [부록 10]에 첨부하였다.

질적 자료인 교수자와 학습자의 면담 자료는 Creswell(2012)이 제안한 질적 분석 절차에 기초하여 분석하였다. 우선, 면담 내용을 의미 단위로 분절해 연구와 관련성이 높은 내용을 중심으로 개방 코딩(open coding)을 진행하였다. 이후 범주화하는 과정을 거치면서 유사한 범주는 합치고, 불필요한 범주는 삭제하며, 필요한 경우 새로운 범주를 추가하였다. 반복적으로 범주화하는 과정을 통해 연구문제와 관련성 있는 핵심 주제(theme)를 도출하였으며, 상세한 설명을 덧붙여 기술하였다. 그 과정에서 필요한 경우에는 현장 노트와 수업 장면 사진, 학습자의 활동지 및 성찰 일지를 참고해 추가 분석을 진행하였다.

IV. 연구결과

본 연구의 목적은 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리를 개발하는 것이다. 학습자가 지능형 도구(intelligent tool)로서의 인공지능과 실제적 과제를 효과적으로 해결하기 위해 수평적이고도 상호보완적인 협력활동을 수행하는 가운데 미래사회의 핵심 역량 중 하나인 인간-AI 협력 역량을 기르는 활동중심수업을 설계하는 과정에서 참고할 수 있는 원리를 의미한다. 이를 위해 문헌 고찰을 통해 초기 설계원리 및 상세지침을 개발하였으며 두 차례에 걸친 전문가 타당화를 통해 보완하였다. 이후 도출한 설계원리를 수업에 적용하여 효과성 및 개선점을 확인하였으며 이를 반영하여 최종 설계원리를 도출하였다. 이어지는 글에서는 연구문제의 순서에 따라 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 최종 설계원리를 제시하고, 전문가 타당화 및 수업의 효과성 분석 결과를 서술하고자 한다.

1. 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리

문헌 고찰을 통해 개발한 초기 설계원리를 대상으로 전문가 타당화를 실시해 반복적인 수정 및 검토 결과를 거쳤으며, 현장 적용을 통해 개선점을 확인하고 이를 반영한 최종 설계원리 및 상세지침은 다음 <표Ⅳ-1>과 같다. 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 최종 설계원리는 총 8개의 범주와 12개의 설계원리, 31개의 상세지침으로 구성되어 있다. 범주는 인공지능기반 교육모형(조영환, 2022)을 기반으로 도출하였으며, 크게 학습목표, 학습내용, 수업방법, 학습평가, 학습자-AI 상호작용 지원, 물리적 환경, 사회·문화적 환경, 교육과 인공지능의 공진화가 있다. 각 범주에 포함된 설계원리와 상세지침에 대한 자세한 설명은 다음과 같다.

첫 번째 설계원리인 체계적 목표설정의 원리는 요구분석과 과제분석을 수행하여 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 학습목표를 체계적으로 안내해야 함을 의미한다. 우선, 학습자 집단을 대상으로 인간-AI 협력 역량 수준을 평가하여 학습자가 성취해야 할 이상적인 수준과 학습자의 실제 수행 수준의 차이를 확인하고, 필요한 학습요소를 분석해야 한다(김진석, 2021; 김수환 외, 2020; Carvalho et al., 2022; Han et al., 2018; Ng, et al., 2021). 요구분석과 과제분석을 통해 바람직한 목표 수준에 도달하기 위해서 배워야 할 인지적, 심동적, 정의적 학습목표를 분명하게 파악할 수 있으며, 이를 구체적인 내용과 관찰 가능한 행동으로 표현함으로써 학습자 집단이 학습목표를 명확하게 이해하고 수업에 참여하도록 도와야 할 것이다(김진석, 2021; 박성익, 임철일, 이재경, 최정임, 2011; 이성하, 2019; Carvalho et al., 2022; Mager, 1962).

두 번째 설계원리인 역량 중심 내용구성의 원리는 인간-AI 협력 역량을 구성하는 요소 간의 관계를 고려하여 학습경험을 설계해야 함을 의미한다. 교육과정 구성 시 인공지능 이해역량, 의사소통역량, 과제수행역량, 평가 및 성찰역량, 팀원으로 수용하는 태도 등으로 구성된 인간-AI 협력 역량을 구성하는 요소를 부분적으로 다루는 것이 아니라 고루 증진하도록 내용을 조직할 필요가 있다(Markauskaite et al., 2022; So, 2009; Süße et al., 2021). 구체적으로 인공지능의 특성에 대한 이해로부터 기초적인 소통기술을 효과적으로 수행하고, 문제해결, 창작 활동 등의 고차원적인 과제를 해결하는 순으로 수업을 설계할 때 인간-AI 협력 역량을 구성하는 하위요소를 효과적으로 향상할 수 있다(Bloom, 1956; Han et al., 2018; Ng et al., 2021; Ng et al., 2022).

세 번째 설계원리인 교과와 인공지능 연계의 원리는 정보 교과에 한정되는 것이 아니라 국어, 수학, 사회 등 다양한 교과와 연계하여 인간-AI 협력 역량을 향상할 수 있는 실제적 협력과제를 제시해야 함을 의미한다. 역량이란 지식, 기능, 가치 및 태도의 총체로서 실제 맥락에서 적용할 수 있는 수행성이 강조된다(윤정일 외, 2007). 따라서 지식, 기능, 태도를 유기적으로 연결해 활용할 수 있는 유의미한 상황을 제공할 필요성

이 있으며, 이를 위해 교과별 실제적 과제 중에서도 인공지능과 상호 간에 강점은 살리고 약점을 보완하는 협력을 수행함으로써 효과적으로 해결이 가능한 과제를 활용하여 인간-AI 협력 역량을 기르는 기회를 충분히 제공해야 한다(관계부처 합동, 2020; 김인영, 2020; 김진석, 2021; 설연경, 2020; 신원섭, 2020a, 2020b; 신진선, 조미헌, 2021; 윤관기, 2021). 이때 교과를 연계한 협력과제의 내용과 형태는 교과의 특성과 교과성취기준, 교과내용체계의 위계성, 인공지능의 특성과 학습자의 교과역량 수준을 종합적으로 고려하는 것이 필요하다(교육부, 2020b; 김진석, 2021; 신원섭, 2020a, 2020b; 신진선, 조미헌, 2021; 윤관기, 2021; Shin & Shin, 2020).

네 번째 설계원리인 활동중심수업의 원리는 학습자가 학생주도적이고 협력적인 활동에 참여하는 가운데 인간-AI 협력 역량을 구성해나가도록 도입-탐색-공유-발전-종합 및 성찰의 단계로 수업을 구성해야 함을 의미한다. 구체적으로 도입 단계에서는 본 수업을 통해 달성해야 할 학습목표를 명확하게 제시하며(권승아, 강지혜, 2020; 이성하, 2019; 조영환 외, 2019), 탐색 단계에서는 교사의 안내 아래 간단한 수준의 과제를 해결하며 인공지능과 효과적으로 협력하는 방법을 익히도록 한다(김진석, 장은숙, 2021; 조영환 외, 2019; Han et al., 2018; Ng et al., 2022; Oh et al., 2018). 공유 단계에서는 다른 학습자와 탐색 단계에서 체험한 경험을 비교, 분석하며 인공지능과의 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 사회적으로 구성하도록 하며(권승아, 강지혜, 2020; 김홍래, 2021; 설연경, 2020; 이성하, 2019; 조영환 외, 2019), 발전 단계에서는 학습자 주도적으로 공유 단계에서 구성한 인공지능과 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 적용해 발전된 수준의 실제적 과제를 해결하도록 한다(권승아, 강지혜, 2020; 김진석, 장은숙, 2021; 설연경, 2020; 이성하, 2019; Han et al., 2018; Ng et al., 2022). 마지막 종합 및 성찰 단계에서는 인공지능과의 협력 과정을 되돌아보며 학습목표를 성취하였는지를 확인하도록 해야 한다(김진석, 장은숙, 2021; 염지윤, 2022; Dewey, 2008; Kolb, 2014; Lin, Hmelo, Kinzer, & Secules, 1999; Lin & Lehman, 1999).

다섯 번째 과정중심평가의 원리는 학습자의 인공지능과의 협력 수행과정과 결과를 지속적으로 평가하고 이를 교수·학습에 반영해야 함을 의미한다. 관찰평가, 포트폴리오, 동료평가, 자기평가 등을 통해 학생의 변화와 성장에 대한 자료를 다각도록 수집하는 것이 필요하며(권혁일, 2000; 염지윤, 2022; 이경화 외, 2016; 임미인 외, 2021; 홍선호 외, 2021; Han et al., 2018), 객관적인 평가를 지원할 수 있는 채점기준표(rubric)을 사전에 개발해 공유함으로써 학습자가 평가 요소를 분명하게 이해하고 학습을 수행하도록 도와야 한다(김인영, 2020; 이경화 외, 2016; 신민희, 2012; 최형신, 2014). 그리고 평가에 그치는 것이 아니라 평가 결과를 토대로 협력의 질을 향상하는 데 도움이 되는 피드백을 즉각적으로 구체적으로 제공함으로써 성장을 위한 평가가 되도록 해야 한다(설연경, 2020; 이경화 외, 2016; 임미인 외, 2021; 홍선호 외, 2021; Han et al., 2018).

여섯 번째 인공지능 선정의 원리는 수업 전에 인공지능이 학습자와 협력활동을 수행하기에 적절한지를 검토한 후 협력과제에 활용해야 함을 의미한다. 원활한 협력이 수행되기 위해서는 과제의 특성을 고려하였을 때 학습자의 부족한 능력을 보완할 수 있고, 개별 학습자의 특성이나 주변 상황 맥락에 관한 정보를 학습하여 수행을 적응적으로 조정해나가는 인공지능을 활용하는 것이 좋다(이광춘, 주용우, 2020; Salomon et al., 1991; Stowers et al., 2021; Walliser et al., 2019). 또한 학습자의 인지발달수준을 고려하였을 때 조작 방식이 지나치게 어렵지는 않은지 사전에 판단하여 과도한 인지 부하를 제거하고, 협력과제를 성공적으로 수행하도록 해야 한다(Kim et al., 2022; Oh et al., 2018). 동시에 학습자의 생각과 감정을 음성, 대화창, 그래픽, 버튼 등을 통해 표현하였을 때 이에 적절히 공감하고 답변을 제공하는 인공지능을 선정함으로써 학습자의 인공지능에 대한 흥미와 협력 동기를 촉진할 수 있다(Baxter et al., 2017; Long & Magerko, 2020; Suzuki et al., 2021; Wiethof et al., 2021). 나아가 인공지능이 사회적 차별이나 비윤리적인 판단을 내릴 위험은 없는지 사전에 교육청에서 제공하는 「인공지능의 공공성 확보를 위한 현장 가이

드라인」이나 국가에서 제공하는「인공지능(AI) 윤리기준」등을 참고하여 점검한 후 활용하는 것이 필요하다(Aiken & Epstein, 2000; Akgun & Greenhow, 2021; Big Innovation Centre, 2020).

일곱 번째 협력 촉진을 위한 비계 제공(scaffolding)의 원리는 인공지능과 협력적 상호작용을 성공적으로 수행할 수 있도록 다양한 형태의 비계를 제공해야 함을 의미한다. 학습자들이 인공지능과 협력하는 기술을 효과적으로 기를 수 있도록 교사는 개별 기술을 탐색할 수 있는 충분한 상황예시를 제공해야 하며 관련 인공지능 원리에 대한 설명과 함께 시연을 제공함으로써(김홍래, 2021; 홍수민, 임철일, 2021; Collins, Brown, & Newman, 1989; Dennen, 2004), 학습자의 이해를 증진하는 것이 필요하다(Rummel, Spada, & Hauser, 2009). 이에 더해 인공지능과의 협력 진행 상황을 스스로 점검할 수 있는 안내(질문 프롬프트, 체크리스트)를 제공함으로써 학습자들이 효과적으로 상호작용하는 데 초점을 두도록 지원할 수 있다(김관훈, 2019; 윤수정, 2007; Järvelä et al., 2015; Oh & Jonassen, 2007). 궁극적으로는 학습자가 비계 제공 없이도 인공지능과 효과적으로 협력할 수 있도록 하는 것이 목적임으로 학습자들의 인간-AI 협력 역량이 향상됨에 따라 점차 제공되는 비계의 종류와 빈도를 줄여나가야 한다(김관훈, 2019; Brown et al., 1989; Collins et al., 1989; Dickey, 2008). 추가로 인공지능 프로그램 자체의 기술적 오류는 학습의 몰입을 저해하고 협력 작업에 대한 흥미를 떨어뜨리는 방해 요소이기 때문에, 오류가 발생하였을 때는 즉시 도움을 요청하도록 안내하고 적합한 도움을 제공함으로써 원활한 과제수행을 촉진해야 한다(박수아, 최세정, 2018; 염지윤, 2022; 홍선호 외, 2021).

여덟 번째 맞춤형 지원의 원리는 학습자의 과업수행속도 및 정서적 반응을 고려한 맞춤형 지원을 제공함으로써 모든 학습자가 인간-AI 협력 역량을 효과적으로 향상하도록 도와야 함을 의미한다. 인공지능은 PC, 태블릿, 모바일 기기 등 스마트 기기 내 소프트웨어로 실행되기 때문에 스마트 기기 친숙도 및 활용 능력에 따라 학습자의 과업 수행 및 조작 속도에 차이가 발생할 수 있다. 이때 인공지능과 협력과제를 먼저 완료

한 학습자가 다른 학습자를 기다리기보다는 유의미한 활동을 수행할 수 있도록 사전에 추가 활동을 설계하는 것이 필요하다(임미인 외, 2021; 최서연, 2022). 반대로 인공지능의 기능 숙지 부족을 이유로 두려움, 활동 이탈, 태만 등 활동 수행에 부정적 반응을 보이는 학습자를 고려하여 보조 자료와 긍정적 피드백을 제공함으로써 학습자의 동기를 촉진하는 지원 또한 필요하다(염지윤, 2022; 홍수민, 임철일, 2021).

아홉 번째 AI기반 교육환경 조성의 원리는 인공지능과의 협력활동을 수행하는 데 필요한 디지털 자원 및 환경을 확인하고 준비해야 함을 의미한다. 인공지능과의 협력 수업을 원활하게 진행하기 위해선 학교 내 보안이 설정된 네트워크와 PC, 태블릿, 웹캠, 헤드셋 등의 디지털 기기가 필요하다. 따라서 교수자는 사전에 대여 가능한 태블릿, 크롬북, 노트북 등 디지털 기기의 개수, 인공지능 프로그램을 구동 가능한 운영체제의 종류와 버전, 무선 네트워크의 설치 유무를 확인하고 이에 맞춰 학습 활동을 설계해야 한다. 특히 개별 학습자의 인간-AI 협력 역량 증진을 위해서는 1인 1기기를 지원하는 것이 이상적이나, 1인 1기기를 지원하기 어려운 환경이라면 PC/모바일 모두 호환이 가능한 인공지능 소프트웨어를 활용해 스마트폰 등의 대체 기기로 접속하거나, 2인이 한 팀을 이루고 각자 적절한 역할을 맡아 인공지능과의 협력활동에 긴밀히 참여할 수 있도록 지원하는 것이 필요하다(최서연, 2022; Han et al., 2018; Kim et al., 2022; Wang & Cheng, 2022). 더불어 다양한 실제적 과제를 수행하는 데 있어서 다양한 인적, 물적 자원을 활용하는 경우가 있으며 이러한 자원으로부터 얻는 자료와 산출물을 효과적으로 수집하기 위해서는 클라우드 기반의 서비스(예. 네이버 밴드, Padlet, Zoom, Google Drive)와 플랫폼을 적극적으로 활용하는 것이 좋다(Carvalho et al., 2022; Kim et al., 2022).

열 번째 자기주도적 학습문화의 원리는 학습자의 지적 호기심을 충족시키고, 학습자 스스로 문제를 해결할 기회를 제공하는 자기주도적인 학습 분위기를 조성해야 함을 의미한다. 학습자가 지적 호기심을 갖고 적극적으로 참여하는 학습 분위기를 조성하기 위해서는 학습자가 스스로

관심 있는 주제를 선정해 인공지능과 함께 관련 자료를 탐색하고 해결방안을 도출할 수 있는 선택권을 부여하는 것이 필요하다(문수진, 2009; 홍기칠, 2004; Kagan, 1985; Ng et al., 2022). 또한 인공지능과의 협력 수행과정에서 발생한 문제를 학습의 기회로 바라보고 소집단 내 활발한 토의와 동료교수활동을 장려함으로써 능동적인 학습 분위기를 조성할 수 있다(양혜진 외, 2019; 홍수민, 임철일, 2021; Ching & Hursh, 2014; Kim et al., 2022).

열한 번째 인간과 AI의 수평적 협력의 원리는 인공지능을 통제의 대상으로 바라보는 것이 아니라 상호 간 도움을 주고받을 수 있는 협력의 상대로 인식하는 수평적 분위기를 조성해야 함을 의미한다. 이를 위해 사전에 인공지능과 상호 간 도움을 주고받는 협력사례를 다양하게 제시하고 이를 분석해보는 시간을 제공함으로써 협력의 가능성과 가치를 인식하는 기회를 제공하는 것이 좋으며(강진숙, 2018; 류재훈 외, 2016; 손승남, 2020; Latour, 1993), 팀 이름과 팀 서약서 작성, 팀원의 강약점 분석, 역할분담 등의 팀 세우기 활동을 제공함으로써 인공지능 팀원의 기여를 인식하며 공동체 의식을 촉진할 수 있다(강진숙, 2018; 김혜은, 2022; Chen et al., 2018; Graham & Barter, 1999; Walliser et al., 2019).

열두 번째 공진화를 위한 성찰의 원리는 수업의 설계 및 실행과정을 되돌아보며 인공지능과 함께 성장해나가는 기회를 마련해야 함을 의미한다. 교수자는 수업 종료 후 인공지능의 특성을 충분히 활용하여 효과적으로 수업을 설계, 실행하였는지를 성찰해야 하며, 이를 통해 향후 수업을 개선해나가야 한다(강정찬, 2016; Herman & Morrell, 1999; Pollard, Colins, Simco, Warin, & Warwick, 2008; Shön, 1992). 더불어 교수자는 수업뿐만 아니라 인공지능이 수업 목적을 달성하는 데 적합하였는지를 평가하고, 인공지능의 부족한 점을 발견하였다면 동료 교사들과 논의를 통해 이를 보완할 방안을 탐색하는 것이 필요하다(Akgun & Greenhow, 2021; Big Innovation Centre, 2020). 이를 통해 교육과 인공지능이 공진화할 수 있을 것이다. 최종 설계원리에 대한 자세한 해설 및 예시는 [부록 4]에서 확인할 수 있다.

<표Ⅳ-1> 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 최종 설계원리

범주	설계원리 및 상세지침	참고문헌
학습 목표	**1. 체계적 목표설정의 원리** 요구분석과 과제분석을 수행하여 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 학습목표를 체계적으로 안내한다.	
	1.1 학습자 집단의 인간-AI 협력 역량의 현재 수준과 바람직한 수준의 차이를 확인하고, 학습이 필요한 요소를 분석하라.	김진석, 2021; 김수환 외, 2020; Carvalho et al., 2022; Han et al., 2018; Ng, et al., 2021
	1.2 분석한 내용을 바탕으로 수업 후 도달해야 하는 영역별(인지적/심동적/정의적 영역) 학습목표를 구체적인 내용과 관찰 가능한 행동으로 명확하게 안내하라.	김진석, 2021; 박성익, 임철일, 이재경, 최정임, 2011; 이성하, 2019; Carvalho et al., 2022; Mager, 1962
학습 내용	**2. 역량 중심 내용구성의 원리** 인간-AI 협력 역량을 구성하는 요소 간의 관계를 고려하여 학습경험을 설계한다.	
	2.1 인간-AI 협력 역량을 구성하는 요소를 고루 증진하도록 교육과정 내용을 조직하라.	Markauskaite et al., 2022; So, 2009; Süße et al., 2021
	2.2 인공지능 특성에 대한 이해로부터 기초적인 소통기술을 익히고, 문제해결, 창작 활동 등 고차원적인 과제를 해결하는 순서로 수업을 설계하라.	Bloom, 1956; Han et al., 2018; Ng et al., 2021; Ng et al., 2022
	3. 교과와 인공지능 연계의 원리 정보 교과뿐만 아니라 국어, 수학, 사회 등 다양한 교과와 연계한 실제적 협력과제를 제시한다.	
	3.1 교과별 실제적 과제 중에서도 인공지능과 상호 간에 강점을 살리고 약	관계부처 합동, 2020; 김인영, 2020; 김진석,

범주	설계원리 및 상세지침	참고문헌
	점을 보완하는 협력을 수행함으로써 효과적으로 해결이 가능한 과제를 활용하여 인간-AI 협력 역량을 기르는 기회를 제공하라.	2021; 설연경, 2020; 신원섭, 2020a, 2020b; 신진선, 조미헌, 2021; 윤관기, 2021
	3.2 교과를 연계한 협력과제의 내용과 형태는 교과의 특성과 교과성취기준, 교과내용체계의 위계성, 인공지능의 특성과 학습자의 교과역량 수준을 종합적으로 고려해 구성하라.	교육부, 2020a; 김진석, 2021; 신원섭, 2020a; 신원섭, 2020b; 신진선, 조미헌, 2021; 윤관기, 2021; Shin & Shin, 2020
수업 방법	**4. 활동중심수업의 원리** 학습자가 학생주도적이고 협력적인 활동에 참여하는 가운데 인간-AI 협력 역량을 구성해나가도록 도입-탐색-공유-발전-종합 및 성찰의 단계로 수업을 구성한다.	
	4.1 도입 단계에서는 본 수업을 통해 달성해야 할 학습목표를 명확하게 제시하라.	권승아, 강지혜, 2020; 이성하, 2019; 조영환 외, 2019
	4.2 탐색 단계에서는 교사의 안내 아래 간단한 수준의 과제를 해결하며 인공지능과 효과적으로 협력하는 방법을 익히도록 하라.	김진석, 장은숙, 2021; 조영환 외, 2019; Han et al., 2018; Ng et al., 2022; Oh et al., 2018
	4.3 공유 단계에서는 탐색 단계에서 체험한 경험을 다른 학습자와 비교, 분석하며 인공지능과의 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 사회적으로 구성하도록 하라.	권승아, 강지혜, 2020; 김홍래, 2021; 설연경, 2020; 이성하, 2019; 조영환 외, 2019
	4.4 발전 단계에서는 공유 단계에서 구성한 인공지능과 협력 과정에서 필요	권승아, 강지혜, 2020; 김진석, 장은숙, 2021;

범주	설계원리 및 상세지침	참고문헌
	한 지식, 기술, 태도를 적용해 학습자 주도적으로 실제적 과제를 해결하도록 하라.	설연경, 2020; 이성하, 2019; Han et al., 2018; Ng et al., 2022
	4.5 종합 및 성찰 단계에서는 인공지능과의 협력 과정을 되돌아보며 학습목표를 성취하였는지를 확인하도록 하라.	김진석, 장은숙, 2021; 염지윤, 2022; Dewey, 2008; Kolb, 2014; Lin et al., 1999; Lin & Lehman, 1999
학습 평가	**5. 과정중심평가의 원리** 학습자의 인공지능과의 협력 수행과정과 결과를 지속적으로 평가하고 이를 교수·학습에 반영하여 인간-AI 협력 역량을 향상하도록 돕는다.	
	5.1 관찰평가, 포트폴리오, 동료평가, 자기평가 등 다양한 평가 방법을 활용하여 인공지능과의 협력 수행과정과 결과물을 지속적으로 평가하라.	권혁일, 2000; 염지윤, 2022; 이경화 외, 2016; 임미인 외, 2021; 홍선호 외, 2021; Han et al., 2018
	5.2 학습목표와 평가 준거에 비추어 인공지능과 협력 수행과 결과물의 질을 측정할 수 있는 구체적인 채점기준표(rubric)를 사전에 준비하여 공유하라.	김인영, 2020; 이경화 외, 2016; 신민희, 2012; 최형신, 2014
	5.3 평가 결과를 토대로 학습자에게 협력의 질을 향상하는 데 도움이 되는 피드백을 즉각적이고 구체적으로 제공하라.	설연경, 2020; 이경화 외, 2016; 임미인 외, 2021; 홍선호 외, 2021; Han et al., 2018
학습자-AI	**6. 인공지능 선정의 원리** 사전에 인공지능이 학습자와 협력을 수행하기에 적절한지를 검토한 후 협력과제에 활용한다.	

범주	설계원리 및 상세지침	참고문헌
상호작용 지원	6.1 학습자의 능력을 보완할 수 있으며, 개별 학습자의 성향 및 주변 상황에 따라 수행을 적응적으로 조정해나가는 인공지능을 협력과제에 활용하라.	이광춘, 주용우, 2020; Salomon et al., 1991; Stowers et al., 2021; Walliser et al., 2019
	6.2 학습자가 쉽게 사용할 수 있으며, 사회·정서적으로 긍정적인 반응을 보이는 인공지능을 협력과제에 활용하라.	Baxter et al., 2017; Long & Magerko, 2020; Suzuki et al., 2021; Wiethof et al., 2021
	6.3 인공지능이 사회적 차별이나 비윤리적인 판단을 내릴 위험은 없는지 사전에 점검한 후 협력과제에 활용하라.	Aiken & Epstein, 2000; Akgun & Greenhow, 2021; Big Innovation Centre, 2020
	7. 협력 촉진을 위한 비계 제공(scaffolding)의 원리 인공지능과 협력적 상호작용을 성공적으로 수행할 수 있도록 다양한 형태의 비계를 제공한다.	
	7.1 인공지능과 협력하는 기술을 효과적으로 기를 수 있도록 개별 기술을 탐색할 수 있는 다양한 상황 예시와 시연, 설명을 충분히 제공하라.	김홍래, 2021; 홍수민, 임철일, 2021; Collins, et al., 1989; Dennen, 2004; Rummel et al., 2009
	7.2 학습자들이 과제의 핵심 사항에 집중하고, 인공지능과의 협력 진행 상황을 스스로 점검할 수 있는 안내(질문 프롬프트, 체크리스트)를 제공하라.	김관훈, 2019; 윤수정, 2007; Järvelä et al., 2015; Oh & Jonassen, 2007
	7.3 학습자들의 인간-AI 협력 역량이 향상됨에 따라 점차 제공되는 비계의 종류와 빈도를 줄여나가도록 하라.	김관훈, 2019; Brown et al, 1989; Collins et al., 1989; Dickey, 2008
	7.4 학습자가 인공지능 프로그램 실행 과정에서 기술적 문제가 발생해 어려움	박수아, 최세정, 2018; 염지윤, 2022; 홍선호

범주	설계원리 및 상세지침	참고문헌
	을 겪는 경우엔 즉시 도움을 요청하도록 안내하고 적합한 도움을 제공함으로써 원활한 과제수행을 촉진하라.	외, 2021
	8. 맞춤형 지원의 원리 학습자의 과업수행속도 및 정서적 반응을 고려한 맞춤형 지원을 제공하여 모든 학습자가 인간-AI 협력 역량을 효과적으로 향상하도록 돕는다.	
	8.1 모든 학습자가 유의미한 활동을 경험할 수 있도록 서로 다른 과업수행 및 기기 조작 속도를 고려하여 활동을 구성하라.	임미인 외, 2021; 최서연, 2022
	8.2 인공지능과의 협력활동을 수행하는 과정에서 보일 수 있는 학습자의 다양한 반응을 예측하고 개별화된 피드백과 보조 자료를 제공하라.	염지윤, 2022; 홍수민, 임철일, 2021
물리적 환경	**9. AI기반 교육환경 조성의 원리** 인공지능과의 협력활동을 수행하는 데 필요한 디지털 자원 및 환경을 확인하고 준비한다.	
	9.1 인공지능과의 협력 수업을 원활하게 진행하기 위해 학교 내 보안이 설정된 네트워크와 필요한 기기(PC, 태블릿, 인공지능이 탑재된 기타 기기, 웹캠, 헤드셋 등)를 개별적으로 제공할 수 있는지를 확인하고 준비하라. 만약 1인 1기기를 지원하기 어려운 상황이라면 스마트폰 등의 대체 기기를 활용하거나, 2인이 한 팀을 이루고 각자 적절한 역할을 맡아 인공지능과의 협력활동에 긴밀히 참여할 수 있도록 하라.	최서연, 2022; Han et al., 2018; Kim et al., 2022; Wang & Cheng, 2022

범주	설계원리 및 상세지침	참고문헌
	9.2 교실 외부의 인적, 물적 자원(예: 도서관, 박물관, 기술 허브)을 활용해 인공지능과 다양한 협력활동을 수행할 경우, 클라우드 기반의 서비스와 플랫폼(예. 네이버 밴드, Padlet, Zoom, Google Drive)을 사용할 수 있는 환경을 마련하여 자료와 산출물을 효과적으로 수집하도록 하라.	Carvalho et al., 2022; Kim et al., 2022
사회·문화적 환경	**10. 자기주도적 학습문화의 원리** 지적 호기심을 충족시키고 학습자 스스로 문제를 해결할 기회를 제공하는 자기주도적인 학습 분위기를 조성한다.	
	10.1 학습자가 스스로 관심 있는 주제를 선정해 인공지능과 함께 관련 자료를 탐색하고 해결방안을 도출할 수 있는 선택권을 부여함으로써 학습자의 지적 호기심을 유발하는 분위기를 조성하라.	문수진, 2009; 홍기칠, 2004; Kagan, 1985; Ng et al., 2022
	10.2 인공지능과의 협력 수행과정에서 발생한 문제를 학습의 기회로 바라보고 소집단 내 활발한 토의와 동료교수활동을 장려함으로써 능동적인 학습 분위기를 조성하라.	양혜진 외, 2019; 홍수민, 임철일, 2021; Ching & Hursh, 2014; Kim et al., 2022
	11. 인간과 AI의 수평적 협력의 원리 인공지능을 통제의 대상으로 바라보는 것이 아니라 상호 간 도움을 주고받을 수 있는 협력의 상대로 인식하는 수평적 분위기를 조성한다.	
	11.1 사전에 인공지능과 상호 간 도움을 주고받는 협력사례를 다양하게 제시하고, 이를 분석해보는 시간을 제공함	강진숙, 2018; 류재훈 외, 2016; 손승남, 2020; Latour, 1993

범주	설계원리 및 상세지침	참고문헌
	으로써 협력의 가능성과 가치(필요성, 유용성)를 인식하는 기회를 제공하라.	
	11.2 수업 초기에 팀 이름과 팀 서약서 작성, 공동의 목표설정, 팀원의 강약점 분석, 역할분담 등의 팀 세우기 활동을 제공함으로써 인공지능 팀원의 기여를 인식하며 공동체 의식을 촉진하는 기회를 제공하라.	강진숙, 2018; 김혜은, 2022; Chen et al., 2018; Graham & Barter, 1999; Walliser et al., 2019
교육과 인공지능의 공진화 (Coevoluation)	**12. 공진화를 위한 성찰의 원리** 수업의 설계 및 실행과정을 되돌아보며 인공지능과 함께 성장해나가는 기회를 마련한다.	
	12.1 교수자는 인공지능의 특성을 충분히 활용하여 효과적으로 수업을 설계, 실행하였는지를 성찰하고, 향후 수업을 개선하라.	강정찬, 2016; Herman & Morrell, 1999; Pollard et al., 2008; Shön, 1992
	12.2 교수자는 인공지능이 수업 목적을 달성하는 데 적합하였는지를 평가하고, 인공지능의 부족한 점을 발견하였다면 이를 보완할 방안을 탐색하라.	Akgun & Greenhow, 2021; Big Innovation Centre, 2020

본 연구에서는 개발한 최종 설계원리를 다음 <표Ⅳ-2>와 같이 수업에 적용하였다. 우선, 사전 검사를 통해 확인한 학습자 집단의 인간-AI 협력 역량 수준을 토대로 학습이 필요한 요소를 분석하였으며, 인간-AI 협력 역량을 구성하는 요소 간의 관계를 고려하여 차시별 학습주제를 설계하였다. 모든 수업의 학습문제는 구체적인 학습 내용과 관찰 가능한 행동으로 안내하였으며, 학습자가 주도적이고 협력적인 활동에 참여하는 가운데 역량을 구성해나갈 수 있도록 활동중심수업의 원리에 따라 도입-탐색-공유-발전-종합 및 성찰의 단계로 수업을 구성하였다. 학습자들

은 1인 1기기를 활용함으로써 인공지능과의 협력활동에 적극적으로 참여할 수 있었으며, 국어 교과와 연계한 실제적 주제와 관련해 인공지능과 함께 창작물을 제작하는 과제를 수행하고, 성찰하는 과정을 반복하면서 인간-AI 협력 역량을 내면화할 수 있었다. 교수자는 매 수업에서 학습자가 협력적 상호작용을 성공적으로 수행할 수 있도록 적절한 비계와 맞춤형 지원을 제공하였다. 나아가 수업 후 교수자는 수업의 설계 및 실행과정을 되돌아보면서 인공지능의 부족한 점을 보완하는 방법을 탐색하고 향후 수업을 개선해나가는 시간을 가졌다. 최종 설계원리를 적용한 수업의 구체적인 모습은 [부록 12]의 수업 지도안을 통해서도 확인할 수 있다.

<표Ⅳ-2> 최종 설계원리를 적용한 교수·학습 활동

차시	주제	교수·학습 활동	설계원리
1, 2	인공지능 팀원 이해하기	● **학습문제 안내하기** - 인공지능 팀원이 가진 특성을 설명해봅시다. - 인공지능 투닝과 다양한 형태로 협력할 수 있음을 이해하고, 이를 체험해봅시다. - 인공지능을 협력 동료로서 수용하는 태도를 길러봅시다.	1. 체계적 목표 설정의 원리 4. 활동중심수업의 원리
		● **인공지능 투닝과의 상호작용방법 탐색 안내하기** - 사전에 인공지능 투닝이 학습자와 협력을 수행하기에 적합한 학습 도구인지 확인함. - 수업에 필요한 태블릿 또는 PC의 개수, 투닝 학생용 아이디, 비밀번호 등을 확인하고 준비함. - 웹툰 창작 툴인 투닝에 내장된 인공지능 기술 및 기초적인 사용법을 안내하고, 연습 과제를 제공함.	4. 활동중심수업의 원리 6. 인공지능 선정의 원리 9. AI기반 교육환경 조성의 원리 7. 협력 촉진을 위한 비계 제공의 원리

차시	주제	교수·학습 활동	설계원리
		● **모둠토의를 통해 인공지능 팀원의 특성을 분석하도록 안내하기** - 인공지능 투닝과 상호작용한 경험을 토대로 인공지능 투닝의 강·약점, 역할분담 형태, 협력해 웹툰을 창작할 때 얻을 수 있는 이점, 주의할 점을 토의해 협력의 가능성을 확인하도록 안내함.	2. 역량 중심 내용구성의 원리 4. 활동중심수업의 원리 10. 자기주도적 학습문화의 원리 11. 인간과 AI의 수평적 협력의 원리
		● **인공지능 투닝과 협력해 '어제 있었던 일'을 만화로 표현하는 발전 과제 제시하기** - 인공지능 투닝의 이미지 인식 기술을 활용해 나만의 캐릭터를 제작한 후 어제 있었던 사건 한 장면을 만화로 표현하는 과제를 제시함. - 체크리스트를 활용해 인공지능과 협력 시 지켜야 할 점을 확인하며 표현하도록 안내함. - 접속이 불안정하거나 기술적 오류가 발생한 경우 즉시 손을 들고 도움을 받을 수 있도록 안내함. - 먼저 활동을 완료한 학습자는 결과물을 발전시킬 수 있는 과제(추가 기술 안내, 발표자료 제작)를 안내함. - 아직 상호작용방법을 숙지하지 못한 학습자는 도움자료를 제공하거나 또래 도우미의 도움을 받도록 안내함. - 순회지도 시 학습자의 협력활동에 칭찬과 격려 등의 피드백을 제공함. - 제작한 결과물은 Padlet에 공유하도록 함.	4. 활동중심수업의 원리 10. 자기주도적 학습문화의 원리 7. 협력 촉진을 위한 비계 제공의 원리 8. 맞춤형 지원의 원리 9. AI기반 교육환경 조성의 원리

차시	주제	교수·학습 활동	설계원리
		● **인공지능과의 협력활동에 대한 성찰 안내하기** - 체크리스트 및 서술식 성찰질문을 활용해 학습자 스스로 협력 활동을 성찰하도록 함. - 동료 또는 교수자의 관찰 의견을 제공함. - 교수자는 수업 과정 및 활동지를 평가한 후 향후 수업을 개선함.	4. 활동중심수업의 원리 5. 과정중심평가의 원리 12. 공진화를 위한 성찰의 원리
3, 4	인공지능과 의사소통하기	● **학습문제 안내하기** - 인공지능과 효과적으로 의사소통하는 방법을 설명해봅시다. - 인공지능과 효과적으로 소통하며 관용 표현을 활용한 만화를 제작해봅시다. - 인공지능과 적극적으로 소통하려는 태도를 길러봅시다.	1. 체계적 목표 설정의 원리 4. 활동중심수업의 원리
		● **인공지능과 소통 과정에서 발생할 수 있는 문제상황 탐색 안내하기** - 교사의 질문과 예시를 바탕으로 인공지능 투닝이 이해하기 쉽게 문장을 바꿔보도록 함.	4. 활동중심수업의 원리 7. 협력 촉진을 위한 비계 제공의 원리
		● **모둠토의를 통해 인공지능과 효과적으로 소통하는 방법에 관한 생각을 공유하도록 안내하기** - 인공지능이 이해하기 쉽게 생각이나 느낌을 표현하는 방법 공유하도록 함. - 인공지능이 추천해준 캐릭터의 모습이나 상황이 적절하지 않을 때 대처하는 방법을 공유하도록 함.	2. 역량 중심 내용구성의 원리 4. 활동중심수업의 원리 10. 자기주도적 학습문화의 원리
		● **인공지능 투닝과 협력해 관용표현을 사용하는 상황을 만화로 표현하는 발전 과제**	3. 교과와 인공지능 연계의

차시	주제	교수·학습 활동	설계원리
		제시하기 - 관용 표현을 선택하고 스토리보드를 구성한 후 인공지능 투닝과 함께 만화를 제작하도록 안내함. - 체크리스트를 활용해 인공지능과 효과적으로 소통하는 방법을 적용하도록 안내함. - 접속이 불안정하거나 기술적 오류가 발생한 경우 즉시 손을 들고 도움을 받을 수 있도록 안내함. - 먼저 활동을 완료한 학습자는 결과물을 발전시킬 수 있는 과제(발표노트 작성, 추가 기술 활용)를 안내함. - 아직 상호작용방법을 숙지하지 못한 학습자는 보충 자료를 제공하거나 또래 도우미의 도움을 받도록 안내함. - 제작한 결과물은 Padlet에 공유하도록 함.	원리 4. 활동중심수업의 원리 10. 자기주도적 학습문화의 원리 7. 협력 촉진을 위한 비계 제공의 원리 8. 맞춤형 지원의 원리 9. AI기반 교육환경 조성의 원리
		● 인공지능과의 협력활동에 대한 성찰 안내하기 - 체크리스트 및 서술식 성찰질문을 활용해 학습자 스스로 협력 활동을 성찰하도록 함. - 동료 또는 교수자의 관찰 의견을 제공함. - 교수자는 수업 과정 및 활동지를 평가한 후 향후 수업을 개선함.	4. 활동중심수업의 원리 5. 과정중심평가의 원리 12. 공진화를 위한 성찰의 원리
5, 6	인공지능과 협력 과제 수행하기	● 학습문제 안내하기 - 인공지능 투닝의 추천을 수정하며 관용 표현을 활용한 '행복한 우리 반 만들기' 만화를 제작해 봅시다. - 인공지능과의 협력 작업을 책임 있게 완수하는 태도를 길러봅시다.	1. 체계적 목표 설정의 원리 4. 활동중심수업의 원리

차시	주제	교수·학습 활동	설계원리
		● **인공지능의 제안 적절히 수용하는 방법 익히기** - 인공지능 투닝의 제안이나 추천을 수용해 기존에 세운 계획을 보완하거나, 제안 일부를 수정하여 결과물을 발전시키는 연습 안내하기	4. 활동중심수업의 원리 7. 협력 촉진을 위한 비계 제공의 원리
		● **행복한 우리 반을 위해 우리가 해야할 일 토의 안내하기** - 모둠원과 함께 우리 반 친구들의 학교생활을 되돌아보며 행복한 반을 만들기 위해 앞으로 지켜야 할 약속, 그러한 약속이 필요한 까닭, 구체적인 실천 방법, 활용할 '관용 표현'을 토의하도록 안내함.	3. 교과와 인공지능 연계의 원리 4. 활동중심수업의 원리 10. 자기주도적 학습문화의 원리
		● **인공지능 투닝과 협력해 관용 표현을 활용한 '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화를 제작하는 발전 과제 제시하기** - 인공지능과 협력하는 과정에서 인공지능의 의견을 적절히 수용해 기존 아이디어를 수정하거나 인공지능의 추천을 수정한 내용을 활동지에 기록하도록 안내함. - 접속이 불안정하거나 기술적 오류가 발생한 경우 즉시 손을 들고 도움을 받을 수 있도록 안내함. - 먼저 활동을 완료한 학습자는 결과물을 발전시킬 수 있는 과제(발표노트 작성, 추가 장면 구성 등)를 안내함. - 순회지도 시 학습자의 협력활동에 칭찬과 격려 등의 피드백을 제공함. - 제작한 결과물은 Padlet에 공유하도록 함.	2. 역량 중심 내용구성의 원리 3. 교과와 인공지능 연계의 원리 4. 활동중심수업의 원리 10. 자기주도적 학습문화의 원리 7. 협력 촉진을 위한 비계 제공의 원리 8. 맞춤형 지원의 원리 9. AI기반 교

차시	주제	교수·학습 활동	설계원리
			육환경 조성의 원리
		● **인공지능과의 협력활동에 대한 성찰 안내하기** - 체크리스트 및 서술식 성찰질문을 활용해 학습자 스스로 협력 활동을 성찰하도록 함. - 동료 또는 교수자의 관찰 의견을 제공함. - 교수자는 수업 과정 및 활동지를 평가한 후 향후 수업을 개선함.	4. 활동중심수업의 원리 5. 과정중심평가의 원리 12. 공진화를 위한 성찰의 원리

2. 전문가 검토 결과

가. 1차 전문가 검토 결과

문헌 고찰을 통해 개발된 설계원리와 상세지침의 내적 타당성을 검증하기 위해 전문가 검토를 실행하였다. 교육공학 전문가 2인과 초등교사 1인이 설계원리의 타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도를 묻는 4점 척도 문항에 답하였으며, 개방형 문항에 의견을 자유롭게 제시하였다. 전문가 검토 결과는 다음과 같이 <표Ⅳ-3>과 <표Ⅳ-4>에서 확인할 수 있다.

<표Ⅳ-3> 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 전반에 대한 1차 전문가 검토 결과

영역	문항	M	SD	CVI	IRA
타당성	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 고려해야 할 것으로 타당하다.	3.33	0.58	1.00	0.6

설명력	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 고려해야 할 것을 잘 설명하고 있다.	3.67	0.58	1.00
유용성	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업을 할 때 유용하게 활용될 수 있다.	3.00	1.00	0.67
보편성	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 보편적으로 이용될 수 있다.	3.00	0.00	1.00
이해도	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 고려해야 할 것을 이해하기 쉽게 표현하고 있다.	2.33	0.58	0.33

1차 전문가 검토 결과, 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 전반에 대한 타당성, 설명력, 보편성 평균은 3.00에서 3.67 사이에 분포하였으며 전문가들은 본 설계원리가 전반적으로 널리 적용될 수 있으며, 필요한 것을 설명하고 있는 타당한 전략으로 인식하고 있었다. 각 항목에 대한 CVI 값 또한 모두 1.00으로 전문가의 긍정적 응답에 대한 신뢰도가 높다는 것을 확인하였다. 다만 이해도와 유용성의 평균값은 각각 3.00, 2.33이며, CVI 값은 각각 .67, .33으로 .80 미만인 점을 고려하였을 때 개발된 설계원리를 좀 더 이해하기 쉽게 재서술하고, 처방성을 높일 방안을 찾을 필요성이 있음을 확인하였다. 이와 관련해 인공지능과 학습자가 협력하며 과제를 수행하는 능력을 기르는 수업이 생소할 수 있기에 구체적인 시나리오나 예시가 필요하다는 전문가 의견이 있었다. 추가로 수업 설계원리 양이 많아 교수자가 효과적으로 활용하지 못하는 문제가 발생할 수 있기에 비슷한 내용은 통합하여 원리와 지침을 간소화할 필요가 있다는 의견도 제시되었다.

<표Ⅳ-4>에서 볼 수 있듯이 35개의 상세지침에 대한 1차 전문가 검토 응답의 평균은 2.33 에서 4.00 사이에 분포하였으며, CVI 값은 .33에서 1.00으로 분포하여 응답에 대한 신뢰도가 높다고 할 수 없었다. IRA도 .29로 평가자 간 응답 일치도가 낮아 개별 설계원리 및 상세지침을 전반

적으로 재검토해야 함을 확인하였다.

<표Ⅳ-4> 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 개별 설계원리 및 상세지침에 대한 1차 전문가 검토 결과

범주	설계원리	상세지침	전문가			M	SD	CVI	IRA
			A	B	C				
학습 목표	**1. 체계적 목표설정의 원리** 학습자의 역량 수준과 특성을 고려하여 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 학습목표를 체계적으로 안내한다.	1.1 학습자의 인간-AI 협력 역량 수준, 인공지능 관련 학습상태, 인공지능에 대한 태도 등을 분석하고 이를 반영한 학습목표를 제시하라.	3	3	4	3.33	0.58	1.00	0.29
		1.2 인간-AI 협력 역량 관련 학습목표를 지식, 기술, 태도로 세분화하고 구체적인 행동지표를 사용해 명확히 안내하라.	3	3	3	3.00	0.00	1.00	
학습 내용	**2.역량중심 내용구성의 원리** 인공지능과 협력 시 필요한 핵심 역량을 중심으로 학습내용을 구성한다.	2.1 인간-AI 협력 역량을 구성하는 세부 역량(예. 인공지능 특성에 대한 이해 역량, 의사소통 역량, 과제수행 역량, 평가 및 성찰 역량, 팀원으로 수용하는 태도 등)을 기르는 내용을 중심으로 수업을 설계하라.	2	3	4	3.00	1.00	0.67	
		2.2 인공지능 특성에 대한 이해로부터 기초	4	3	4	3.67	0.58	1.00	

범주	설계원리	상세지침	전문가 A	전문가 B	전문가 C	M	SD	CVI	IRA
		적인 소통기술을 습득하고, 문제해결, 창작활동 등의 고차원적인 협력과제를 수행하는 순서로 교육과정 내용을 조직하라.							
	3. 교과와 인공지능 연계의 원리 정보 교과뿐만 아니라 국어, 수학, 사회 등 다양한 교과와 연계하여 인간-AI 협력 역량을 기르는 실제적인 협력과제를 제공한다.	3.1 교과별 실제적 과제(예. 국어: 기행문, 광고 작성, 수학: 넓이 측정, 통계포스터 제작, 사회: 현장조사, 의사결정, 과학: 실험, 음악: 작곡, 연주) 중에서도 인공지능과의 긍정적인 상호의존성을 유도할 수 있는 과제를 인간-AI 협력 역량과 연계해 제시하라.	2	3	4	3.00	1.00	0.67	
		3.2 실제적인 협력과제를 수행하는 가운데 교과성취기준을 달성하고 동시에 인간-AI 협력 역량을 기를 수 있도록 수업 내용을 구성하라.	3	2	4	3.00	1.00	0.67	
수업 방법	**4.활동중심 수업의 원리** 학습자 중심의 상호작용적이고 구성적	4.1 도입 단계에서 학습자의 사전지식 또는 관심사, 생활 속 경험과 연관 지어 인공지능과의 협력이 필요한 상황을 제시함으로써 학습 동기를 유발하라.	2	3	4	3.00	1.00	0.67	

범주	설계원리	상세지침	전문가			M	SD	CVI	IRA
			A	B	C				
	인 활동을 수행하는 가운데 인간-AI 협력 역량을 향상하도록 도입-탐색- 공유- 발전 단계로 수업을 구성한다.	4.2 탐색 단계에서 교사의 안내 아래 인공지능과 협력하는 간단한 수준의 과제를 해결하고, 그 과정과 결과를 기록하도록 하라.	2	2	4	2.67	1.15	0.33	
		4.3 공유 단계에서 다른 학습자와 협력 과정 및 결과에 대해 비교, 분석함으로써 인공지능과의 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 구성하도록 하라.	3	2	4	3.00	1.00	0.67	
		4.4 발전 단계에서 학습자 스스로 인공지능과의 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 적용하는 발전된 수준의 과제를 해결하고, 그 과정과 결과를 기록하도록 하라.	4	2	4	3.33	1.15	0.67	
학습 평가	**5.과정중심 평가의 원리** 인공지능과의 협력 수업에서 학습자의 인간-AI 협력 역량을 지속	5.1 인공지능과의 협력 과정과 결과에 대해 교사평가, 동료평가를 주기적으로 실시하고, 향후 협력 수행에 도움이 되는 실제적인 피드백을 즉각적이고 구체적으로 제공하라.	3	2	4	3.00	1.00	0.67	
		5.2 체크리스트, 성찰일지 작성 등 인공지능	3	2	4	3.00	1.00	0.67	

범주	설계원리	상세지침	전문가 A	전문가 B	전문가 C	M	SD	CVI	IRA
	적으로 평가, 점검하도록 한다.	과의 협력활동을 되돌아보는 자기평가를 주기적으로 실시해 학습자 스스로 협력 관련 역량이 얼마나 향상하였는지를 파악하도록 하라.							
		5.3 평가한 결과를 바탕으로 인간-AI 협력 역량을 향상하기 위한 구체적인 목표와 계획을 세우고 이를 잘 수행하고 있는지를 점검하도록 하라.	2	2	4	2.67	1.15	0.33	
학습자 - AI 상호작용 지원	**6. 협력 가능한 인공지능 선택의 원리** 학습자와 상호보완적인 협력을 수행하기에 적절한 인공지능을 선택해 인공지능을 협력 동료로 수용하도록 돕는다.	6.1 선정된 과제를 해결하는 데 있어 학습자와 상호보완적인 능력을 갖춘 인공지능을 선택하라.	2	3	4	3.00	1.00	0.67	
		6.2 인간과 유사한 형태, 소리, 제스처 등 의인화 요소를 갖추고, 학습자의 수행에 적응적으로 반응하는 인공지능을 선택하라.	3	1	3	2.33	1.15	0.67	
		6.3 학습자의 인지발달수준을 고려한 인터페이스를 갖고 있으며, 설명 가능한 인공지능을 선택하라.	3	2	4	3.00	1.00	0.67	

범주	설계원리	상세지침	전문가 A	전문가 B	전문가 C	M	SD	CVI	IRA
	7. 신뢰형성의 원리 협력과제를 수행하기 전 학습자가 인공지능에게 적절한 수준의 신뢰를 형성할 기회를 충분히 제공한다.	7.1 사전 수업에서 인공지능과의 협력 우수 사례를 탐색하여 학습자가 인공지능과의 협력의 가치(필요성, 유용성)를 인식하도록 하라.	2	1	4	2.33	1.53	0.33	
		7.2 협력 수업 초기에 모델링, 시연을 통해 인공지능의 기능과 기초적인 상호작용 지침을 상세히 안내하고 연습하는 즐거운 경험을 충분히 제공하라.	2	1	4	2.33	1.53	0.33	
		7.3 인공지능과 상호작용한 경험을 토대로 인공지능의 특성을 분석하는 활동을 제공해 인공지능의 능력 수준을 객관적으로 판단하도록 하라.	3	1	4	2.67	1.53	0.67	
	8. 협력촉진을 위한 비계제공(scaffolding)의 원리 협력 과정에서 인공지능의 특성을 고려해 협력적	8.1 인공지능과의 팀워크 향상을 위해 팀 서약서 작성, 역할 분담, 활동 계획 세우기 등 팀 빌딩 활동을 제공하라.	2	4	4	3.33	1.15	0.67	
		8.2 인공지능과 효과적으로 상호작용하는 능력을 기르도록 다양한 상황 예시와 인공지능의 특성을 고려하는	3	4	4	3.67	0.58	1.00	

범주	설계원리	상세지침	전문가 A	전문가 B	전문가 C	M	SD	CVI	IRA
		질문을 제공하라.							
	상호작용을 성공적으로 수행하도록 다양한 형태의 비계를 제공한다.	8.3 인공지능의 수행과 주변 상황 맥락을 반영하여 협력전략이나 해결방안을 조정해 나가고 있는지를 스스로 점검하는 안내(프롬프트, 체크리스트)를 제공하라.	4	4	3	3.67	0.58	1.00	
	9. 맞춤형 지원의 원리 인공지능과의 협력활동을 모니터링하면서 학습자의 수준과 상황에 따라 적응적으로 지원한다.	9.1 순회지도를 통해 개별 학습자의 인공지능과의 협력활동을 지속적으로 관찰하고, 학습자의 반응과 협력 역량 수준을 고려해 도움과 피드백을 적응적으로 제공하라.	2	4	4	3.33	1.15	0.67	
		9.2 인공지능 프로그램을 실행하는 데 어려움을 겪거나 기술적 문제가 발생하였을 때 교수자 또는 또래 학습자에게 즉시 도움을 요청하도록 안내해 원활한 과업 수행을 촉진하라.	3	1	4	2.67	1.53	0.67	
물리적 환경	**10. AI기반 교육환경 조성의 원리** 인공지능	10.1 학교 교실 내 보안이 설정된 무선 네트워크와 태블릿 또는 PC, 인공지능이 탑재된 기타 기기 등 인	4	4	4	4.00	0.00	1.00	

범주	설계원리	상세지침	전문가			M	SD	CVI	IRA
			A	B	C				
		공지능과 원활히 상호작용하는데 필요한 환경을 확인하고 준비하라.							
	과의 협력 활동을 수행하는데 필요한 디지털 자원 및 환경을 확인하고 준비한다.	10.2 인공지능에 대한 접근성을 높이기 위해 학습자 1인 당 1기기를 제공할 수 있는지를 확인하라. 만약 지원이 어려운 경우, PC/모바일 모두 호환이 가능한 인공지능 소프트웨어를 사용해 스마트폰 등의 대체 기기로 접속하거나, 2인이 한 팀을 이루고 각자 적절한 역할을 맡아 인공지능과의 협력활동에 긴밀히 참여할 수 있도록 하라.	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
		10.3 교실 외부의 인적, 물적 자원(예: 도서관, 박물관, 기술 허브)을 활용해 인공지능과 다양한 협력활동을 수행할 경우, 클라우드 기반의 서비스와 플랫폼(예. Padlet, Zoom, Google Drive)을 사용할 수 있는 환경을 마련하여 자료와 산출물을 효과적으로	3	4	4	3.67	0.58	1.00	

범주	설계원리	상세지침	전문가 A	전문가 B	전문가 C	M	SD	CVI	IRA
		수집하도록 하라.							
	11. 자기주도적 학습 문화의 원리 개인의 지적 호기심을 충족시키고, 학습자 간 상호작용을 활성화함으로써 자기주도적인 학습 문화를 형성한다.	11.1 학습자가 스스로 관심 있는 세부 주제를 선정해 인공지능과 함께 관련 자료를 탐색하고 해결방안을 도출하는 선택권을 부여함으로써 학습자의 지적 호기심을 충족시켜라.	2	4	4	3.33	1.15	0.67	
		11.2 인공지능과의 협력 과정에서 발생한 문제를 학습의 기회로 바라보고 소집단 내 활발한 토의와 동료 교수 활동을 촉진함으로써 자발적인 학습 분위기를 형성하도록 하라.	3	4	4	3.67	0.58	1.00	
사회·문화적 환경	**12. 인공지능과의 수평적 관계 형성의 원리** 인공지능을 단순한 통제의 대상으로서 바라보지 않고 인간과 동등한 지위를 가	12.1 인공지능을 실생활에 활용함으로써 인간의 삶에 미칠 수 있는 영향과 가능성을 다양하게 탐색하는 기회를 제공하라.	3	3	4	3.33	0.58	1.00	
		12.2 인공지능이 인간보다 더 잘할 수 있는 특화된 능력이 있음을 인식하고, 인공지능에 대한 존중과 신뢰를 바탕으로 협력활동을 수행하였는지를	2	3	4	3.00	1.00	0.67	

범주	설계원리	상세지침	전문가			M	SD	CVI	IRA
			A	B	C				
	진 협력의 상대로 바라보는 수평적 분위기를 형성한다.	되돌아보는 활동을 제공하라.							
교육과 인공지능의 공진화	**13. 공진화를 위한 성찰의 원리** 인공지능과의 협력활동을 성찰하면서 학습자와 교수자, 개발자, 인공지능이 함께 성장해 나가는 기회를 마련한다.	13.1 학습자는 인공지능과의 협력활동을 성찰하는 일지를 지속적으로 작성해 이를 포트폴리오화 함으로써 인간-AI 협력 역량이 향상하는 과정을 스스로 확인할 수 있도록 하라.	3	3	3	3.00	0.00	1.00	
		13.2 교수자는 인공지능과의 협력활동을 설계, 실행하는 과정에서 발생한 어려움과 학습자의 반응을 수시로 기록하고, 이를 기반으로 수업의 강점과 약점, 원인과 해결방안을 성찰하여 다음 수업에 반영하도록 하라.	2	3	4	3.00	1.00	0.67	
		13.3 인공지능이 비윤리적인 의사결정을 내려 피해가 발생할 위험이 있는 경우 교수자는 인공지능 사용을 중지시키고, 개발자	4	2	4	3.33	1.15	0.67	

범주	설계원리	상세지침	전문가 A	전문가 B	전문가 C	M	SD	CVI	IRA
		에게 개선점을 제안하도록 하라.							

개별 설계원리 및 상세지침에 대한 전문가 검토 결과 수정이 필요한 부분은 크게 내용 및 표현의 적합성과 구체성으로 분류할 수 있었다. 내용의 적합성 차원에서는 일부 설계원리와 지침 간에 관련성이 떨어진다는 점이 지적되었으며, 현실상 실현하기 어려운 내용이 포함된 지침은 다른 내용으로 변경해야 한다는 의견이 제시되었다. 이에 따라 문제점으로 지적된 설계원리와 상세지침을 삭제, 분리, 통합의 방식으로 재구성하였으며, 일부 상세지침은 실현 가능한 내용으로 수정하였다. 내용의 구체성 차원에서는 전반적으로 상세한 해설 및 예시가 필요하다는 의견이 공통으로 제시되었으며, 추가로 필요한 내용을 제안하는 의견도 있었다. 표현의 적합성 차원에서는 전달하고자 하는 내용과 어울리지 않는 일부 표현은 수정이 필요함을 확인하였으며, 표현의 구체성 차원에서는 의미하는 바가 불분명한 용어에 대한 지적이 있었다. 이를 반영하여 CVI, IRA가 낮은 상세지침을 대상으로 <표Ⅳ-5>에 기술한 내용으로 수정하였다. 각 전문가가 제시한 1차 전문가 검토 의견을 반영해 수정한 2차 설계원리 및 상세지침은 [부록 3]에서 확인할 수 있다.

<표Ⅳ-5> 개별 설계원리 및 상세지침에 대한 1차 전문가 의견 및 수정사항

구분		전문가 검토 의견	수정사항
내용	적합성	• 5번 원리의 지침을 구체적으로 무엇을, 어떻게 평가할 것이며, 평가 결과는 어떻게 활용할 것인지로 재구조화할 필요가 있음.	• 5.1 지침은 무엇을 평가하는지, 5.2 지침은 어떻게 평가를 수행하는지, 5,3 지침은 평가의 결과 활용 방식으로 재구조화함.
		• 6.3 지침의 내용은 아직 현	• 6.3 지침의 설명 가능한 인

구분	전문가 검토 의견	수정사항
	실적으로 실현하기 어려움.	공지능 내용을 삭제하고, AI 윤리 가이드라인을 토대로 인공지능이 비윤리적인 의사결정을 내리지 않는지를 사전에 점검하는 내용으로 수정함.
	• 7번 원리와 7.1, 7.2, 7.3 지침 내용 간에 관련성이 부족함.	• 해당 원리는 삭제하고, 7.1 지침은 12번 수평적 관계 형성 원리의 지침으로, 7.2 지침은 8번 비계 제공 원리의 지침으로 통합함. 7.3 지침은 삭제함.
	• 8번 원리와 8.1 지침 내용 간에 관련성이 부족함.	• 8.1 지침을 12번 수평적 관계 형성 원리의 지침으로 변경함.
	• 9.1 지침에 많은 내용이 함축적으로 포함되어 있어 세분화하는 것이 필요함.	• 9.1 지침의 내용을 두 개의 지침으로 나누고, 이해하기 쉽게 풀어 서술함.
	• 9번 원리와 9.2 지침 내용 간에 관련성이 부족함.	• 9.2 지침을 8번 비계 제공 원리의 지침으로 변경함.
	• 12번 원리와 12.1, 12.2 지침 내용 간에 관련성이 부족함.	• 12.1, 12.2 지침을 8.1과 7.1 지침으로 대체함.
	• 13.1 지침은 다른 지침과 통합 가능한 내용임.	• 13.1 지침을 4번 활동중심수업 원리의 지침으로 통합함.
	• 13.3 지침 내용은 현실적으로 실현하기 어려움.	• 13.3 지침에서 교사가 개발자와 직접 접촉하는 내용 대신 동료 교사와 대안을 탐색하는 내용으로 수정함.
구체성	• 1.1 지침에서 요구분석 외에도 과제분석을 포함할	• 1.1 지침에서 학습 요소를 분석하는 내용을 추가함.

구분		전문가 검토 의견	수정사항
		필요가 있음.	
		• 2.1 지침은 상세화할 필요가 있음.	• 2.1 지침을 수업 차수를 확보해 하위요소를 고루 다룰 수 있도록 한다는 내용으로 수정함.
		• 3.1 지침만으로는 교수자가 적절한 과제를 찾는 것이 어렵기에 과목별로 실제적 협력과제의 사례를 제시할 필요성이 있음.	• 3.1 지침의 해설 및 예시에 과목별 실제적 협력과제 사례와 관련 인공지능 프로그램을 QR코드로 제시한 안내표를 추가함.
		• 3.2 지침에서 교과 성취기준과 인간-AI 협력 역량 관련 목표를 동시에 달성하기 위해 구체적으로 어떻게 해야 하는지에 대한 설명이 필요함.	• 3.2 지침의 해설 및 예시에 관련 사례를 추가함.
		• 4번 원리의 지침에 5번 원리와 연관 지어 성찰 단계를 추가할 필요가 있음.	• 4번 원리의 지침으로 종합 및 성찰 단계에 대한 내용을 추가함.
표현	적합성	• 1.1 지침의 '학습자' 표현이 개별 교육과정 설계의 느낌을 주기 때문에 표현의 수정이 필요함.	• 1.1 지침의 '학습자'라는 표현 대신 '학습자 집단의 수준을 분석해 바람직한 수준과의 차이를 확인해 목표를 설정한다.'라는 표현으로 수정함.
		• 협력 과정에서 생기는 부정적 상호작용 또한 협력에 긍정적인 효과를 제공할 수 있으며, 3.1 지침의 '긍정적 상호의존성'이라는 단어가 적절치 않음.	• '긍정적 상호의존성' 대신 '상호보완적으로 협력한다.'라는 표현으로 수정함.
		• 4번 원리에서 '구성적'이라는 단어는 교수자가 오독하기 쉬운 표현임.	• '구성적'이라는 단어 대신 '학생 주도적이고 협력적인 활동에 참여하는 가운데'라

구분	전문가 검토 의견	수정사항
		는 표현으로 수정함.
	• 6번 원리의 상세지침에서 ‘선택하라’라는 표현이 어색함.	• ‘선택하라’라는 표현 대신 ‘협력 수업에 활용하라’라는 표현으로 수정함.
	• 인간과 유사도가 너무 높은 경우에는 인공지능에 대해 혐오감을 가질 수 있다는 연구결과를 비추어 볼 때 6.2 지침의 ‘의인화’ 표현을 수정할 필요가 있음.	• ‘의인화’라는 표현 대신 ‘사회·정서적으로 긍정적인 반응을 보이는’ 표현으로 단계를 낮춰 서술함.
	• 9.1 지침의 ‘적응적으로’라는 표현이 적절치 않음.	• ‘적응적으로’라는 표현 대신 ‘ 개별적으로’ 표현으로 수정함.
	• 11.1 지침의 ‘지적 호기심을 충족시켜라’라는 표현이 어색함.	• ‘지적 호기심을 충족시켜라’라는 표현 대신 ‘지적 호기심을 유발하는 분위기를 조성하라’ 표현으로 수정함.
	• 13.2 지침의 ‘반영하도록 하라’ 표현이 적절치 않음.	• ‘반영하도록 하라’라는 표현 대신 ‘반영하라’ 표현으로 수정함.
구체성	• 4.1 지침과 4.2 지침이 표현상 명확하게 구분되지 않음.	• 4.1 지침에서 설명하는 도입 단계에서는 ‘학습목표를 확인한다.’로, 4.2 지침의 탐색 단계에서는 ‘협력에 필요한 기술을 연습한다.’라고 명확하게 표현함.
	• 6.1 지침의 ‘상호보완적인 능력을 갖춘’이라는 표현이 모호함.	• 6.1 지침의 표현을 명확하게 서술함.

나. 2차 전문가 검토 결과

2차 설계원리 및 상세지침의 내적 타당성을 검증하기 위해 2차 전문가

검토를 실행하였다. 1차 전문가 검토에 참여하였던 3명의 전문가에게 검토를 의뢰하였으며, 설계원리의 타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도를 묻는 4점 척도 문항에 응답하고, 개방형 문항에 자유롭게 의견을 제시하였다. 전문가 검토 결과는 다음과 같이 <표Ⅳ-6>과 <표Ⅳ-7>에서 확인할 수 있다.

<표Ⅳ-6> 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 전반에 대한 2차 전문가 검토 결과

영역	문항	M	SD	CVI	IRA
타당성	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 고려해야 할 것으로 타당하다.	3.67	0.58	1.00	1
설명력	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 고려해야 할 것을 잘 설명하고 있다.	3.67	0.58	1.00	
유용성	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업을 할 때 유용하게 활용될 수 있다.	3.33	0.58	1.00	
보편성	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 보편적으로 이용될 수 있다.	3.33	0.58	1.00	
이해도	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 고려해야 할 것을 이해하기 쉽게 표현하고 있다.	3.00	0.00	1.00	

전문가 검토 결과, 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 전반에 대한 타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도 각각의 평균이 3.00에서 3.67로 전문가들은 설계원리 전반을 긍정적으로 인식하고 있음을 확인하였다. 또한 각 항목에 대한 CVI, IRA 값이 모두 1.00으로 .80 이상을 나타내어 전문가의 긍정적인 응답에 대한 신뢰성이 입증되었다.

<표Ⅳ-7>에 볼 수 있듯이 32개의 상세지침에 대한 2차 전문가 검토 응답의 평균도 3.00 에서 4.00 사이에 분포하여 긍정적이었다. CVI 값은 .67에서 1.00으로 분포하였으며, 전체 문항 중 CVI값이 .80 미만인 6개의 문항을 제외하고는 설계원리의 타당도가 높다고 평가하였으며, IRA는 .81로 .80 이상을 나타내어 개별 설계원리 및 상세지침에 대한 신뢰성이 입증되었다.

<표Ⅳ-7> 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 개별 설계원리 및 상세지침에 대한 2차 전문가 검토 결과

범주	설계원리	상세지침	전문가			M	SD	CVI	IRA
			A	B	C				
학습 목표	**1. 체계적 목표설정의 원리** 요구분석과 과제분석을 수행하여 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 학습목표를 체계적으로 안내한다.	1.1 학습자 집단의 인간-AI 협력 역량의 현재 수준과 바람직한 수준의 차이를 확인하고, 학습이 필요한 요소(지식, 기능, 태도)를 분석하라.	4	4	4	4.00	0.00	1.00	0.81
		1.2 분석한 내용을 바탕으로 수업 후 도달해야 하는 영역별(지식, 기능, 태도) 학습목표를 구체적인 내용과 관찰 가능한 행동으로 명확하게 안내하라.	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
학습 내용	**2. 역량 중심 내용구성의 원리** 인공지능과 협력	2.1 인공지능과 협력 시 필요한 핵심 역량(인공지능 이해 역량, 의사소통 역량, 과제수행 역량, 평가 및	3	2	4	3.00	1.00	0.67	

범주	설계원리	상세지침	전문가 A	전문가 B	전문가 C	M	SD	CVI	IRA
	시 필요한 핵심 역량을 중심으로 학습내용을 구성한다.	성찰 역량, 팀원으로 수용하는 태도 등)을 모두 다룰 수 있도록 수업 차수를 충분히 확보하라.							
		2.2 인공지능 특성에 대한 이해로부터 기초적인 소통기술을 익히고 문제해결, 창작 활동 등의 고차원적인 과제를 수행하는 순서로 교육과정 내용을 조직하라.	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
	3. 교과와 인공지능 연계의 원리 정보 교과뿐만 아니라 국어, 수학, 사회 등 다양한 교과와 연계하여 인간-AI 협력 역량을 기르는 실제적인 협력과제를 제공한다.	3.1 교과별 실제적 과제 중에서도 인공지능과 상호보완적으로 협력함으로써 효과적으로 해결가능한 과제를 인간-AI 협력 역량과 연계해 제시하라.	4	2	4	3.33	1.15	0.67	
		3.2 교과를 연계한 협력과제의 구체적인 내용과 형태는 교과의 특성과 교과성취기준, 내용체계의 위계성, 상호작용하는 인공지능의 능력과 학습자의 요구를 종합적으로 고려하여 구성하라.	3	3	4	3.33	0.58	1.00	
수업	**4. 활동중**	4.1 도입 단계에서는	4	4	4	4.00	0.00	1.00	

범주	설계원리	상세지침	전문가			M	SD	CVI	IRA
			A	B	C				
방법	**심수업의 원리** 학습자가 학생주도적이고 협력적인 활동에 참여하는 가운데 인간-AI 협력 역량을 주도적으로 구성해나가도록 도입-탐색-공유-발전-종합 및 성찰의 단계로 수업을 구성한다.	본 수업을 통해 달성해야 할 학습목표를 명확하게 제시하라.							
		4.2 탐색 단계에서는 교사의 안내 아래 간단한 수준의 과제를 해결하며 인공지능과 효과적으로 협력하는 방안을 탐색하도록 하라.	3	4	4	3.67	0.58	1.00	
		4.3 공유 단계에서는 다른 학습자와 탐색 단계에서 체험한 경험을 비교, 분석하며 인공지능과의 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 협력적으로 구성하도록 하라.	4	3	4	3.67	0.58	1.00	
		4.4 발전 단계에서는 학습자 스스로 공유 단계에서 구성한 인공지능과 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 적용해 발전된 수준의 실제적 과제를 해결하도록 하라.	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
		4.5 종합 및 성찰 단계에서는 학습목표	4	4	4	4.00	0.00	1.00	

범주	설계원리	상세지침	전문가			M	SD	CVI	IRA
			A	B	C				
		를 성취하였는지를 확인하고 인공지능과의 협력활동을 성찰하도록 하라.							
학습 평가	**5. 과정중심 평가의 원리** 학습자의 인공지능과의 협력 수행과정과 결과를 지속적으로 평가하고 이를 교수·학습에 반영하여 인간-AI 협력 역량을 향상하도록 돕는다.	5.1 관찰평가, 포트폴리오, 동료평가, 자기평가 등 다양한 평가 방법을 활용하여 인공지능과의 협력 수행과정과 결과물을 지속적으로 평가하라.	4	3	4	3.67	0.58	1.00	
		5.2 학습목표와 평가 준거에 비추어 인공지능과 협력 수행과 결과물의 질을 측정할 수 있는 구체적인 채점기준표(rubric)를 사전에 준비하여 공유하라.	3	3	4	3.33	0.58	1.00	
		5.3 평가 결과를 토대로 학습자에게 협력의 질을 향상하는데 도움이 되는 피드백을 즉각적이고 구체적으로 제공하라.	4	3	4	3.67	0.58	1.00	
학습자-AI 상호	**6. 인공지능 선정의 원리** 사전에 인공지능이	6.1 학습자의 능력을 보완할 수 있으며, 개별 학습자의 특성 및 상황을 학습해 수행을 적응적으	4	4	4	4.00	0.00	1.00	

범주	설계원리	상세지침	전문가 A	전문가 B	전문가 C	M	SD	CVI	IRA
작용 지원	학습자와 협력을 수행하기에 적절한지를 검토한 후 협력과제에 활용한다.	로 조정해나가는 인공지능을 협력과제에 활용하라.							
		6.2 상호작용하기 쉬운 직관적인 인터페이스를 갖추고 있으며, 사회·정서적으로 긍정적인 반응을 보이는 인공지능을 협력과제에 활용하라.	2	4	4	3.33	1.15	0.67	
		6.3 인공지능이 사회적 차별이나 비윤리적인 판단을 내릴 위험은 없는지 사전에 점검한 후 협력과제에 활용하라.	4	3	4	3.67	0.58	1.00	
	7. 협력 촉진을 위한 비계 제공(scaffolding)의 원리 인공지능과 협력적 상호작용을 성공적으로 수행할 수 있도록 다양한 형태의	7.1 인공지능과 협력하는 기술을 효과적으로 기를 수 있도록 인공지능의 특성을 설명하는 프롬프트와 다양한 상황 예시, 시연을 제공하라.	3	3	4	3.33	0.58	1.00	
		7.2 학습자들이 과제의 핵심 사항에 집중하고, 인공지능과의 협력 진행 상황을 스스로 점검할 수 있는 안내(프롬프트, 체크리스트)를 제공하라.	4	3	4	3.67	0.58	1.00	

범주	설계원리	상세지침	전문가 A	전문가 B	전문가 C	M	SD	CVI	IRA
	비계를 제공한다.	7.3 학습자들의 인간-AI 협력 역량이 향상됨에 따라 점차 제공되는 비계의 종류와 빈도를 줄여나가도록 하라.	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
		7.4 학습자가 인공지능 프로그램 실행 과정에서 기술적 문제가 발생해 어려움을 겪는 경우엔 즉시 도움을 요청하도록 안내하고 적합한 도움을 제공함으로써 원활한 과제수행을 촉진하라.	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
	8. 맞춤형 지원의 원리 협력과제를 수행하는 과정에서 학습자의 특성에 따라 맞춤형 지원을 제공하여 모든 학습자가 인간-AI 협력 역량을 효	8.1 개별 학습자마다 과업수행속도 및 조작 속도에 차이가 있으므로 협력과제를 먼저 완료한 학습자가 다른 학습자를 그냥 기다리기보다는 유의미한 활동을 경험할 수 있도록 수업을 설계하라.	3	4	4	3.67	0.58	1.00	
		8.2 인공지능과의 협력활동을 수행하는 과정에서 보일 수 있는 학습자의 다양한	4	3	4	3.67	0.58	1.00	

범주	설계원리	상세지침	전문가			M	SD	CVI	IRA
			A	B	C				
	과적으로 향상하도록 돕는다.	반응을 예측하고 개별화된 피드백과 도움 자료를 제공하라.							
물리적 환경	9. AI기반 교육환경 조성의 원리 인공지능과의 협력 활동을 수행하는 데 필요한 디지털 자원 및 환경을 확인하고 준비한다.	9.1 학교 교실 내 보안이 설정된 무선 네트워크와 태블릿 또는 PC, 인공지능이 탑재된 기타 기기 등 인공지능과의 협력 수업을 원활하게 수행하는 데 필요한 환경을 확인하고 준비하라.	3	4	4	3.67	0.58	1.00	
		9.2 인공지능에 대한 접근성을 높이기 위해 학습자 1인 당 1기기를 제공할 수 있는지를 확인하라. 만약 지원이 어려운 경우, PC/모바일 모두 호환이 가능한 인공지능 소프트웨어를 사용해 스마트폰 등의 대체 기기로 접속하거나, 2인이 한 팀을 이루고 각자 적절한 역할을 맡아 인공지능과의 협력활동에 긴밀히 참여할 수 있도록 하라.	2	4	4	3.33	1.15	0.67	
		9.3 클라우드 기반	3	4	4	3.67	0.58	1.00	

범주	설계원리	상세지침	전문가			M	SD	CVI	IRA
			A	B	C				
		의 서비스와 온라인 플랫폼(예. Padlet, Zoom, Google Drive)을 사용할 수 있는 환경을 마련하여 인공지능과의 협력활동 시 활용할 수 있는 인적, 물적 자원(예: 도서관, 박물관, 기술 허브 자료)과 산출물들을 효과적으로 수집하도록 하라.							
사회·문화적 환경	**10. 자기주도적 학습 문화의 원리** 지적 호기심을 충족시키고 학습자 스스로 문제를 해결할 기회를 제공하는 자기주도적인 학습문화를 조성한다.	10.1 학습자가 스스로 관심 있는 세부 주제를 선정해 인공지능과 함께 관련 자료를 탐색하고 해결 방안을 도출할 수 있는 선택권을 부여함으로써 학습자의 지적 호기심을 유발하는 분위기를 조성하라.	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
		10.2 인공지능과의 협력 수행과정에서 발생한 문제를 학습의 기회로 바라보고 소집단 내 활발한 토의와 동료교수활동을 장려함으로써 능동적	4	4	4	4.00	0.00	1.00	

범주	설계원리	상세지침	전문가			M	SD	CVI	IRA
			A	B	C				
		인 학습 분위기를 조성하라.							
	11. 인간과 AI의 수평적 협력의 원리 인공지능을 통제의 대상으로 바라보는 것이 아니라 상호간 도움을 주고받을 수 있는 협력의 상대로 인식하는 수평적 분위기를 조성한다.	11.1 사전 수업에서 인공지능과 상호간 도움을 주고받는 협력사례를 다양하게 제시하고 이를 분석하는 활동을 제공함으로써 협력의 가능성과 가치(필요성, 유용성)를 인식하는 기회를 제공하라.	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
		11.2 수업 초기에 팀 이름과 팀 서약서 작성, 공동의 목표설정, 팀원의 강약점 분석, 역할분담 등의 팀 세우기 활동을 제공함으로써 인공지능 팀원의 기여를 인식하며 공동체 의식을 촉진하는 기회를 제공하라.	4	4	4	4.00	0.00	1.00	
교육과 인공지능의 공진화(	**12. 공진화를 위한 성찰의 원리** 수업의 설계 및 실행 과정을 되돌아보며 인공지	12.1 교수자는 인공지능의 특성을 충분히 활용하며 수업을 효과적으로 설계, 실행하였는지를 성찰하고, 성찰결과를 향후 수업에 반영하라.	4	2	4	3.33	1.15	0.67	

범주	설계원리	상세지침	전문가			M	SD	CVI	IRA
			A	B	C				
Coevolution)	능과 함께 성장해 나가는 기회를 마련한다.	12.2 교수자는 인공지능이 수업 목적을 달성하는 데 적합하였는지를 성찰하고 부족한 부분이 있는 경우 대안을 탐색하라.	4	2	4	3.33	1.15	0.67	

CVI값이 .80 미만인 6개의 상세지침에 대해서는 검토 의견을 토대로 수정하였다. 2차 상세지침에 대해서 전문가들은 일부 내용과 표현을 수정해야 한다는 의견을 제시하였다. 내용의 적합성 차원에서 2. 역량 중심 내용구성의 원리의 상세지침으로 수업 시수를 확보하라는 내용이 있었으나 해당 내용은 학습내용과 관련된 전략으로 적절하지 않다는 의견이 있었다. 또한 9. AI기반 교육환경 조성의 원리의 상세지침으로 인공지능과 협력과제를 수행하는 데 필요한 환경을 준비하고, 1인 1기기를 제공할 수 있는지 확인하는 내용을 구분하여 진술하였으나, 하나의 지침으로 통합할 수 있다는 의견을 제시하였다. 내용의 구체성 차원에서는 3.1 상세지침의 해설 및 예시를 구체화할 필요가 있음을 지적하였다. 표현의 적합성 차원에서는 6. 인공지능 선정의 원리의 상세지침으로 상호작용하기 쉬운 직관적인 인터페이스라는 용어가 교수자가 이해하기에 어려운 표현이라는 의견이 있었으며, 표현의 구체성 차원에서는 12.1 상세지침과 12.2 상세지침의 표현상 명확하게 구분되지 않다는 지적이 있었다. 이와 같은 전문가 의견을 반영하여 다음 <표Ⅳ-8>과 같이 설계원리와 상세지침을 최종적으로 수정하였다.

<표Ⅳ-8> 개별 설계원리 및 상세지침에 대한 2차 전문가 의견 및 수정사항

구분		전문가 검토 의견	수정사항
내용	적합성	• 2.1 지침에서 수업시수 확보 내용은 학습내용과 관련된 전략으로 보기 어려움.	• 2.1 지침을 인간-AI 협력 역량을 구성하는 요소를 총체적으로 다루도록 교육과정 내용을 구성해야 한다는 내용으로 수정하고, 수업 시수와 관련된 내용은 해설 및 예시에 포함함.
		• 9.1 지침과 9.2 지침은 비슷한 내용이기 때문에 통합할 수 있음.	• 9.1 지침과 9.2 지침을 통합함.
	구체성	• 3.1 지침의 해설 및 예시에서 협력과제를 인공지능과 어떻게 상호보완적으로 수행해야 하는지에 대한 설명이 부족함.	• 3.1 지침의 해설 및 예시에서 인공지능과 인간이 맡을 수 있는 상호보완적인 역할을 구체적으로 서술함.
표현	적합성	• 6.2 지침에서 '상호작용하기 쉬운 직관적인 인터페이스'는 이해하기 어려운 용어임.	• '상호작용하기 쉬운 직관적인 인터페이스'에서 '학습자가 쉽게 사용할 수 있으며'로 수정함.
	구체성	• 12.1 지침과 12.2 지침이 표현상 명확하게 구분되지 않음.	• 12.1 지침에는 '수업을 개선하라'로, 12.2 지침에는 '인공지능의 부족한 점을 발견하였다면 이를 보완할 방안을 탐색하라'로 표현을 수정함.

3. 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 효과성

가. 사전·사후 검사 결과

본 연구에서 개발한 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리를 반영한 수업의 효과성을 확인하기 위해 사전·사후에 인간-AI 협력 역량, 인공지능에 대한 태도의 변화를 살펴보았다. 우선 대응 표본 t검정을 하기 전 해당 데이터가 정규분포를 따르는지를 확인하기 위해 정규성 검정(Kolmogorov-smirnov Test)을 실시하였으며, 그 결과는 <표Ⅳ-9>와 같다. 정규성 검정 결과, 사전·사후 데이터 모두 유의확률이 유의수준인 0.05보다 높게 나타나 정규성을 충족한다는 것을 확인하였다.

<표Ⅳ-9> 정규성 검정 결과

항목	구분	기술통계(N=20)				*Z statistic(p)*
		평균 (M)	표준편차 (SD)	최댓값 (Max)	최소값 (Min)	
인간-AI 협력 역량_객관식	사전	3.50	.52	4.50	2.33	.13(.200)
	사후	3.93	.67	4.00	0.00	.14(.200)
인간-AI 협력 역량_주관식	사전	2.25	1.59	4.00	2.23	.18(.082)
	사후	3.15	1.42	5.00	2.50	.20(.052)
인공지능에 대한 태도	사전	3.37	.61	4.09	2.18	.18(.111)
	사후	3.66	.77	5.00	2.00	.19(.071)

$*p<.05$

이후 각 항목의 사전·사후 검사 결과를 대응 표본 t검정을 실시하여 비교하였으며, 그 결과는 <표Ⅳ-10>에 제시하였다. 인간-AI 협력 역량의 경우 객관식 검사 결과 평균이 3.50에서 3.93으로 향상하였으며, $t=4.12$, $p=.001^{**}$로 유의수준 0.01을 기준으로 통계적으로 매우 유의미한 차이가 있음을 확인하였다. 주관식 검사 결과도 평균이 2.25에서 3.15로 향상하였고, $t=2.71$, $p=.014^{*}$로 유의수준 0.05를 기준으로 통계적으로 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 인공지능에 대해 긍정적인 태도 변화가 있었는지를 확인하는 인공지능에 대한 태도 검사에서는 평균이 3.37에서 3.66으로 향상한 것을 확인할 수 있었으며, $t=2.29$, $p=.033^{*}$로 유의수준 0.05를 기준으로 통계적으로 유의미한 차이가 존재하였다.

<표Ⅳ-10> 사전·사후 검사 결과

항목	구분	기술통계량			$t(p)$
		사례수 (n)	평균 (M)	표준편차 (SD)	
인간-AI 협력 역량_객관식	사전	20	3.50	.52	4.12(.001)**
	사후	20	3.93	.67	
인간-AI 협력 역량_주관식	사전	20	2.25	1.59	2.71(.014)*
	사후	20	3.15	1.42	
인공지능에 대한 태도	사전	20	3.37	.61	2.29(.033)*
	사후	20	3.66	.77	

$*p<.05$, $**p<.01$

나. 사후설문 결과

상황흥미와 수업 만족도에 대한 사후설문 결과는 다음 <표Ⅳ-11>과 같다. 상황흥미의 평균은 4.11이고, 수업 만족도의 평균은 4.31이다. 두 항목 모두 평균이 3.00 이상으로 학생들이 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에 대해 높은 흥미를 보였으며, 수업에 매우 만족하였음을 알 수 있다.

<표Ⅳ-11> 사후설문 결과

항목	기술통계량		
	N	평균(M)	표준편차(SD)
상황흥미	20	4.11	.70
수업 만족도	20	4.31	.70

다. 학습자 면담 결과

학습자 면담 결과를 분석하여 설계원리에 따라 구현된 수업의 효과성을 심층적으로 확인하였다. 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리를 적용한 수업에 대한 학습자의 반응은 다음 <표Ⅳ-12>와 <표Ⅳ-13>, <표Ⅳ-14>와 같다.

<표Ⅳ-12> 설계원리를 적용한 수업의 효과에 대한 학습자의 반응

범주	학습자 반응	세부 내용	빈도
인공지능에 대한 인식	인공지능에 대한 긍정적 태도 형성	친숙해짐.	6
		매우 편리하였음.	7

범주	학습자 반응	세부 내용	빈도
	인공지능과의 협력에 대한 긍정적 태도 형성	인공지능과 연대 의식을 형성함.	4
		인공지능과의 협력 과정에서 훈련, 관리, 지원 등 인간이 수행해야 할 역할을 인식함.	2
인간-AI 협력 역량	인공지능의 특성에 대한 이해 역량 향상	역할 분담에 대한 효능감이 향상됨.	2
		인공지능의 강점과 약점에 대한 이해도가 향상됨.	2
		인공지능의 정보처리방식에 대한 이해도가 향상됨.	1
	인공지능과의 의사소통 역량 향상	인공지능의 특성을 고려하며 이해하기 쉽게 표현하는 능력이 향상됨.	4
		인공지능이 생성하는 오류나 실수를 발견할 시엔 정정하고, 현재 상태나 상황에 대한 추가 정보를 제공하는 등의 피드백을 제공하는 능력이 향상됨.	4
	인공지능과의 과제수행 역량 향상	인공지능 추천의 적절성과 타당성을 평가해 인공지능의 결과물 일부를 수정하는 능력이 향상됨.	3
		인공지능의 제안을 능동적으로 수용하여 자신의 계획의 세부 사항을 정교화해나가는 능력이 향상됨.	2
교과	교과 흥미 및 효능감 향상	교과에 대한 흥미가 향상됨.	2
		교과에 대한 주관적 효능감이 향상됨.	2

우선, 전반적인 수업의 효과로 학생들은 첫째, 인공지능 그리고 인공지능과의 협력에 대한 긍정적 태도 형성을 언급하였다. 우선, 많은 학생이 사전에는 인공지능 사용에 대한 막연한 두려움 또는 거부감을 가지고 있었으나 수업 이후 인공지능이 쉽게 접근할 수 있는 친숙한 대상이 되었다고 이야기

하였다(학생 A, 학생 B, 학생 D, 학생 E, 학생 G, 학생 I).

원래는 인공지능이 약간 복잡한 줄 알았거든요. 뭐라 해야 하지. 복잡한 이유가 AI 하면 약간 되게 준비를 많이 해야 하고, 수작업을 많이 거쳐서 하는 건 줄 알았는데 수업을 하니까 AI는 우리에게 쉽게 접근할 수 있는 거라고 알게 되었어요. (학생 I)

인공지능을 쓰면서, 예전에는 인공지능은 살짝 뭔가 불편할 것 같고, 살짝 감정에 변화가 없으니까 뭔가 무서울 것 같다는 생각이 많았는데 요즘 들어서 수업도 해보고 그러니까 살짝 재밌어지기도 하고 되게 신기하기도 했어요. (학생 D)

설계원리에 따라 선정한 인공지능이 학습자의 부족한 능력을 보완하고, 쉽게 사용할 수 있어서 매우 편리하였다는 긍정적인 반응 또한 보였다(학생 A, 학생 B, 학생 C, 학생 D, 학생 E, 학생 H, 학생 I). 사람이 혼자 작업할 때보다 인공지능을 활용해 만화를 제작할 때 시간이 단축되고, 쉽게 만들 수 있어 편리함을 느꼈다고 이야기하였으며(학생 A, 학생 C, 학생 D, 학생 E, 학생 H), 그림을 그리는 데 어려움을 겪던 학습자도 인공지능의 도움으로 표현하고 싶은 것을 수월하게 표현할 수 있어 좋았다고 언급하였다(학생 B, 학생 I). 전반적으로 학습자들은 함께 활동한 인공지능 도구에 대해 만족스러워하고 있었으며, 인공지능에 대해 긍정적인 인식을 보였음을 확인하였다.

오늘 했던 거 중에 AI 버튼 거기에서 맨 위에 거 문장 입력하면 장면 추천해 주는 게 기억에 제일 남았어요. 딴 거는 테스트를 입력하면 표정이나 몸짓 하나하나 해봐야 하는데, 그거는 한 번에 인공지능이 다 추천해 주니까 편리해요. (학생 C)

사람 혼자서 만드는 것보다 더 편리하고 쉽게 만들 수 있었던 것 같아요. 인공지능이 그 얼굴을 자기의 얼굴을 인식을 해준다거나, 아니면 표정 말을 살짝 문장을 통해 적어주는 거, 그다음에 장면을 문장으로 쓰면 또 바꿔줬잖아요. 그거가 너무 편리했어요. (학생 D)

솔직히 말해서 대사 쓰는 것도 그렇고, 캐릭터 그리는 것도 그렇고, 웹툰 만드는 것도 그렇고 그냥 그런 거에 소질이 없어서 다 어려웠는데 인공지능이 알아서 해주

니까 엄청 편리하고 제가 하는 일이 좀 덜어져서 좋았던 것 같아요. (학생 B)

학습자들은 인공지능과 함께 과제를 해결하는 여러 활동들을 수행하면서 인공지능의 인간에게 미치는 영향력이 생각보다 크다는 것을 깨닫게 되었으며, 문제를 효과적으로 해결하기 위해선 인공지능과 연대해야 한다는 의식을 형성하였다(학생 B, 학생 C, 학생 H, 학생 I). 구체적으로, 인공지능과 함께 과제를 수행하는 과정에서 자신이 하기 힘든 부분을 인공지능이 대신하여 성공을 경험하면서 인공지능에 대한 신뢰가 생겼으며(학생 I), 그 결과 인공지능이 잘할 수 있는 부분은 맡기는 형태로 상호의존적으로 협력해야겠다고 생각하였다고 언급하였다(학생 H). 반대로 협력 과정에서 인공지능의 추천이 완벽한 것이 아니라는 것을 깨닫고, 인간이 협력의 중심에 서서 인공지능을 관리, 지원해야 하는 역할을 맡아야겠다는 생각이 들었다는 학습자도 존재하였다(학생 B, 학생 C). 즉, 학습자들은 수업을 통해 인공지능과의 협력의 필요성과 유용성을 인식하였으며, 인공지능과 인간이 맡을 수 있는 상호보완적인 역할을 확인하고 공존을 지향하는 태도를 갖추게 되었음을 확인하였다.

지금 이런 활동을 해보니까 AI가 다양한 분야로 확장해나간다는 생각을 했고, 인공지능과 인간이 협력을 해서 더 좋은 결과를 만들 수 있는 것 같아요. (중략) 전에는 인공지능과 협력을 해서 별로 좋을 게 없다고 생각을 하고 있었거든요. 되게 까다롭고. 근데 이번 수업들을 해보니까 인공지능이 잘 할 수 있는 거는 인공지능한테 맡기는 게 좋은 것 같고. (학생 H)

이번 활동을 통해서 인공지능이 표정을 추천해 주면 제가 수작업으로 할 때보다 만족스럽고, 시간도 단축되고, 그러다 보니 약간 믿음이 좀 생겨서 요즘은 인공지능이 추천해 준 걸 많이 사용하게 된 것 같아요. (학생 I)

예전에는 그냥 인공지능은 너무나도 먼 미래의 일이고, 지금은 아직 그렇게 미래는 아니니까 딱히 인공지능 발전이 많이 없는 줄 알았거든요. 근데 이걸 하고 나서 인공지능도 많이 발전했다는 걸 알았고, 저희가 가르쳐줘야 할 것도 있다는 걸 알았어요. (학생 B)

둘째, 인공지능 특성에 대한 이해 능력, 인공지능과 의사소통하는 능력, 인공지능과 과제를 수행하는 능력 등 인간-AI 협력 역량이 향상되었다고 인식하였다. 인공지능 특성에 대한 이해 영역에서는 수업을 통해 인공지능이 어떠한 방식으로 정보를 처리해 인간의 명령을 따르는지를 이해하게 되었으며(학생 D), 인공지능이 무엇을 잘하고, 무엇을 하기 어려운지를 분석할 수 있게 되었다고 인식하였다(학생 E, 학생 G). 그리고 이러한 인공지능 특성에 대한 이해를 토대로 인공지능과 적절히 역할을 분담할 수 있게 되었다는 자신감을 보였다(학생 G, 학생 E). 즉, 인공지능의 특성을 분석해 과제에 필요한 역할을 적절히 분담하는 일에 대한 효능감이 향상된 것을 확인할 수 있었다.

이 수업을 하고 나서 어떻게 인공지능이 명령을 처리하고, 우리가 어떻게 해야 인공지능이 명령을 잘 따르는지도 잘 알게 된 것 같아요. (학생 D)

이 수업을 통해 인공지능이 어떤 걸 해낼 수 있고, 어떤 부분에서 조금 부족한지 알 수 있게 되었다고 생각해서, 이게 나중에 인공지능과 협력을 해야 하는 직업을 선택하는 데 정말 도움이 될 것 같다고 생각을 했어요. (학생 G)

사람과 인공지능에게 역할을 분담해 준다면 전보다는 잘할 것 같아요. 왜냐하면 세 번의 수업이긴 하지만 확실히 예전보다는 살짝 인공지능에 대한 지식을 많이 배워놨으니까. 그럴 수 있을 것 같아요. (학생 E)

인공지능과의 의사소통 영역에서는 인공지능의 특성을 고려해 인공지능이 이해하기 쉽게 대화하는 능력이 향상되었다고 느꼈다(학생 A, 학생 C, 학생 D, 학생 E, 학생 H, 학생 I). 학생들은 수업 중 인공지능이 잘못 알아듣는 단어를 찾는데 흥미를 보였으며, 인공지능에게 다른 단어로 입력을 제공해보면서 알아듣기 쉽게 표현하는 규칙을 자연스럽게 찾아냈다고 이야기하였다(학생 A, 학생 B, 학생 C, 학생 D, 학생 E). 인간과 인공지능의 차이점을 이해하면서 인공지능이 학습한 데이터를 고려하여 쉽고, 정확하게 표현하고자 노력하게 되었으며, 인공지능이 성공적으로 추천해 주었을 때 재미를 느꼈다는 반응을 보였다.

인공지능에서 그냥 별말 다 썼었는데 이제는 인공지능이 대답해 줄 수 있을 말이 무엇일지 고민하게 되는 것 같아요. 그니까 인공지능을 고려해서 대화하는 능력이 향상한 것 같아요. (학생 A)

사람은 그냥 아무렇게나 말해도 이해를 할 수 있잖아요. 근데 인공지능은 학습한 것만 이해하니까, 그 문장부호를 정확히 다 지키고, 문법을 잘 지킬 때 더 잘 알아듣더라고요. (학생 E)

인공지능이 잘 못 알아듣는 단어를 찾는 게 재미있었어요. 인공지능이 알아듣기 쉽게 다른 단어로 시도해보면서 자연스럽게 규칙을 찾아냈던 것 같아요. (학생 C)

인공지능이 어떤 말을 해야 조금 더 쉽게 알아듣는지, 조금 더 그에 대한 지식이 조금 더 풍부하게 늘어난 것 같아요. 살짝 애매한 단어보다는 구체적이고 정확한 단어가 인식하기에 쉬웠던 것 같아요. (학생 D)

나아가 인공지능의 오류나 실수를 발견하였을 때는 무시하거나 단독으로 작업하려는 태도를 보이기보다는 학습하기 기능을 활용해 인공지능을 재학습시키는 적극적인 태도를 보였다(학생 B, 학생 C, 학생 H, 학생 I). 즉, 수업을 통해 학습자들은 인공지능에게 현재 상태나 상황에 대한 피드백을 제공하며 인공지능과 공유된 이해를 형성, 유지하는 능력과 태도를 갖추게 되었다고 인식하였다.

처음에는 그냥 텍스트에다가 그냥 무작정 입력하고 AI 버튼을 눌렀었는데 지금은 쓰기 전에 한번 생각해보고 AI가 잘 알아들을 수 있나 생각하고 테스트를 입력하고 만약에 이해를 못 하면 밑에 학습하기를 시켰어요. (학생 C)

인공지능이 해결하지 못하는 문제를 어떤 식으로 해결하면 되는지를 잘 알게 되었어요. 속담이나 관용 표현 같은 두 단어가 합쳐져 있는 단어를 인식하지 못할 때 인공지능에 재학습을 시켜서 문제를 해결했어요. (학생 H)

기억나는 건 약간 관용 표현을 활용해서 약간 만화 만들기가 좀 재미있었어요.

약간 뭐라 해야 틀에 박혀 있지 않고 AI를 다시 더 재학습을 시켜서 약간 그 말이 성공적으로 됐을 때 그 뿌듯함이 있는 것 같아요. (학생 I)

인공지능과 과제를 수행하는 영역에서는 인공지능의 제안을 능동적으로 평가해 자신의 계획을 조정하거나 인공지능의 결과물을 발전시키는 능력이 향상되었다고 평가하였다(학생 B, 학생 C, 학생 H, 학생 I). 구체적으로, 학습자들은 인공지능의 추천을 그대로 수용하는 것이 아니라 자신이 원하는 그림이 무엇인지를 계속 상상하면서 인공지능 추천의 적절성과 타당성을 평가해 선택하고, 부족한 부분은 보완해야 한다는 것을 배웠으며(학생 B, 학생 C, 학생 H), 때로는 반대로 인공지능의 제안으로부터 새로운 영감을 받아 이전에 자신의 세웠던 계획을 수정, 발전시켰다고 이야기하였다(학생 H, 학생 I). 이처럼 여러 과제를 수행하면서 인공지능과 과제를 협력적으로 조정하는 능력이 향상되었음을 확인하였다.

처음에는 인공지능이 제안하는 대로 고칠 생각 없이 그냥 곧이 그대로 받아들였는데, 이제는 제가 원하는 그림도 상상을 해보고, 인공지능이 추천한 것도 한번 고쳐보았어요. (학생 B)

상황과 배경을 잘 생각을 못 할 때가 있었는데, 인공지능으로 여러 가지를 해보다 보면 이거 괜찮겠다 싶은 게 있었어요. 그런 것처럼 인공지능과 같이 작업을 하면 인공지능이 더 좋은 의견을 줄 때도 있다 보니까, 그래서 인공지능을 좀 더 믿고 제가 자세하게 구상하지 않아도 인공지능이 있으니까 할 수 있었던 것 같아요. (학생 H)

약간 뭐라 해야 하지, 어떻게 해야 할지 잘 모를 때, 일단 스토리보드를 대충 작업하고 인공지능이랑 같이 일할 때 추천을 해주면 거기서 약간 영감을 얻어서 거기서 더 추가했던 것 같아요. (학생 I)

셋째, 교과에 대한 흥미 및 효능감 향상을 언급하였다(학생 A, 학생 B, 학생 C). 학습자들은 국어 교과와 인공지능과의 협력 수업을 연계하면서 국어 수업에 흥미가 생겼다고 이야기하였으며(학생 B), 국어 수업이 더 재미있다

고 이야기하였다(학생 A). 특히 학습자들은 관용 표현을 활용한 만화를 제작하는 활동이 인상 깊었는데, 수업 시간에 배운 표현을 직접 활용하니 기억하기가 쉽고 상황에 맞게 활용하는 능력이 향상되었다는 반응을 보였다(학생 A, 학생 C).

국어 수업은 계속 설명만 하니까 좀 지루하기도 하고 그런데, 이런 활동이랑 섞어서 하니까 뭔가 국어에 대한 흥미도 생기는 것 같아요. (학생 B)

인공지능 수업을 국어랑 연계해서 하니까 더 쉽고 적절한 것 같고 더 재밌었던 것 같아요. (학생 A)

관용 표현을 국어 시간에는 표현할 시간이 없으니까, 뜻만 듣고 지나가니까, 솔직히 이해가 잘 안 됐는데, 이렇게 직접 그 뜻을 표현하는 장면을 만들어 보니까 기억이 잘 됐던 것 같아요. (학생 C)

<표Ⅳ-13> 설계원리를 적용한 수업의 단계에 대한 학습자의 반응

단계	학습자 반응	세부 내용	빈도
탐색	자기주도성 향상	학습내용을 능동적으로 생각해보게 됨.	1
공유	사회적 지식 구성	인공지능과의 협력에 관한 생각을 확장 및 정교화할 수 있었음.	2
발전	학습 성취감 향상	실제적 과제를 자기주도적으로 해결하면서 성취감을 느낌.	4
종합 및 성찰	반성적 사고 촉진	협력과정에서 잘한 점과 아쉬운 점을 분석하며 자기 자신을 객관적으로 평가하는 기회를 제공함.	4
	인공지능과의 협력활동에 대한 책임감 형성	앞으로의 다짐을 세우고 이를 적용해 보려고 노력함.	2

설계원리를 적용한 수업의 각 단계에 대해서는 학습자들은 다음 <표Ⅳ-13>과 같은 반응을 보였다. 우선, 학생 A는 탐색 단계에서 정답을 바로 제공하기보다는 인공지능의 기능을 주도적으로 탐색할 수 있도록 다양한 예시와 질문을 제공함으로써 학습내용에 대해 능동적으로 생각해 볼 수 있었다고 이야기하였다.

처음에 설문조사(질문)를 하면서 퀴즈 같은 것도 있었잖아요. 막 왜 그렇게 인공지능 이상한 표정이나 그런 걸 추천했을까? 그런 질문에 한번 생각해보고 나서 나중에 인공지능이 잘 알아들으려면 더 구체적이고 명확하고 감정적인 단어를 써야 한다는 거를 배워서 인공지능의 특성을 잘 파악할 수 있었던 것 같아요. (학생 A)

학생 C와 학생 D는 공유 단계에서 제공한 모둠 토의 활동이 인공지능과의 협력에 관한 생각을 확장하는 데 도움이 되었다는 반응을 보였다. 다른 학습자와 토의하는 과정에서 협력에 대한 자기만의 생각을 정리하였으며, 다른 친구들의 의견을 들으며 부족한 부분을 보완하고, 생각을 정교화할 수 있었기 때문이다.

처음에 설명을 듣고 각자 해본 다음에 모둠 친구들끼리 인공지능이 잘하는 점, 인공지능이 못하는 점, 이런 거를 찾아보는 게 도움이 많이 됐어요. 제가 생각했던 인공지능이 잘하는 점이랑 못하는 점이 따로 있고 애들이 생각하는 게 따로 있어서 더 생각이 많이 들었던 것 같아요. (학생 C)

학생 A, 학생 B, 학생 H, 학생 I는 발전 단계에서 제공한 실제적 과제들이 학습자의 입장에서 구상하기 쉽고 흥미로운 주제로 구성되어 있었으며, 배운 지식과 기술을 적용해 인공지능과의 협력과제를 완성하면서 뿌듯함과 성취감을 느낄 수 있었다는 반응을 보였다.

저는 저희가 했던 주제들이 좋았다고 생각을 했는데, 주제가 우리가 학생 입장에서 스토리를 잘 쉽게 떠올릴 수 있는 주제가 있어서, 더 수월하게 수업을 할 수 있었던 것 같아요. (학생 H)

설명 듣는 것보다 어제 있었던 일을 만드는 활동이나 그런 게 제일 재밌었어요. 선생님의 설명 듣는 거는 좀 지루한데 그거는 저희가 듣고 활동을 할 수 있으니까 좋았던 것 같아요. (학생 B)

많은 학습자가 매시간 마지막 활동으로 주어지는 종합 및 성찰 단계가 인간-AI 협력 역량을 기르는 데 도움을 주었다고 평가하였다(학생 A, 학생 B, 학생 C, 학생 E, 학생 H, 학생 I). 구체적으로, 학습자들은 매시간 좋았던 점, 아쉬웠던 점을 분석하면서 인공지능과의 협력활동을 되돌아볼 수 있었으며(학생 A, 학생 B, 학생 E, 학생 H), 특히 설계원리를 반영하여 구체적인 행동 용어로 진술된 채점기준표를 제공한 것이 객관적인 시각을 유지하며 자기 자신을 평가하는 데 도움이 되었다고 평가하였다(학생 E).

저는 성찰이 좀 도움이 많이 되는 거 같아요. 자기가 오늘 무엇을 했는지 어떤 활동을 해서 어떤 인공지능에게 말을 입력했고, 어떤 걸 했는지 알 수 있으니까, 자신을 돌아보게 된 것 같고 그래서 전 좋았어요. (학생 B)

약간 성찰할 수 있는 기준 같은 걸 줬잖아요, 너무 애매하지 않고 정확하게 평가기준을 줘서 성찰하기 편했어요. (학생 E)

나아가 학습자들은 앞으로 인공지능과 어떠한 방식과 태도를 갖추고 협력하면 좋을지 다짐 및 계획을 세우는 활동이 인공지능과의 협력활동에 대한 책임감을 갖게 했다는 반응을 보였다(학생 C, 학생 I). 이처럼 종합 및 성찰 활동은 학습 동기와 자기주도성을 높이며, 인간-AI 협력 역량을 향상하는 데 기여한다는 것을 확인하였다.

저도 얘처럼 성찰이 도움이 많이 된 것 같아요. 지금 잘한 점을 쓰고 앞으로는 이 점을 잊지 말아야겠다고 생각을 다시 하고, 그리고 못 했던 점은 다음에는 이걸 꼭 해봐야지 하는 생각이 들어요. (학생 C)

저는 성찰을 하면서 자기를 되돌아볼 수 있었던 시간이 많아서, 앞으로의 다짐을 어떻게 할지도 잘 고민이 됐었던 것 같고, 적용하려고 노력해보았어요. (학생 I)

<표Ⅳ-14> 설계원리를 적용한 수업의 제한점에 대한 학습자의 반응

범주	학습자 반응	세부 내용	빈도
수업 전반	기술적 한계	텍스트 분석 시 오류가 발생하여 아쉬움.	5
		이미지 인식 시 오류가 발생하여 아쉬움.	1
	시간적 제약	발전 단계에서 과제를 완성하기 위한 시간을 충분히 제공하는 것이 필요함.	2
		탐색 단계에서 학습자가 주도적으로 탐색하는 시간을 넉넉히 제공하는 것이 필요함.	2
	팀 세우기 활동 방식의 한계	도입 단계에서 서약서를 작성하는 활동만으로는 인공지능을 팀원으로 받아들이는 데 한계가 있음.	2

수업의 제한점으로 학습자들은 첫째, 기술적 한계와 관련된 부분을 언급하였다. 학습자들은 텍스트 분석 과정에서 인공지능이 종종 텍스트와 상황에 어울리지 않는 표정이나 동작을 추천하거나(학생 A, 학생 B, 학생 C, 학생 D, 학생 H), 이미지 인식 기술을 통해 표정을 인식하는 과정에서 오류가 발생하여 아쉬웠다고 이야기를 하였다(학생 F). 하지만 그러한 과정이 있었기 때문에 인공지능과의 협력의 과정에서 인간의 역할을 고민하고, 서로의 약점을 상호보완하며 협력하는 능력을 기를 수 있었다고 해석하는 학습자의 반응 또한 존재하였다(학생 H). 기술적 오류가 지나치게 많은 경우 학습에 대한 집중도가 떨어지고, 학습에 방해가 되는 요소로 작용할 수 있기에(홍선호 외, 2021), 원활한 협력 작업을 수행하기 위해서 지속적인 데이터 학습을 통한 인공지능 성능의 개선이 요구된다.

아쉬웠던 점은 문장에 따라 표정이 바뀌는데, 살짝 뭔가 오류도 있고 문장이랑 표정이랑 살짝 맞지가 않는 것 같아서 살짝 아쉬웠어요. (학생 D)

표정 인식, 이거 얼굴이 인식하면 표정이 나오는데, 그 표정을 잘 인식을 못 한

것 같았어요. (학생 F)

속담을 활용해서 만화를 만드는 데 속담이라는 주제가 AI하고 약간 잘 맞지 않는 조합이잖아요. AI는 약간 속담을 잘 알아도 힘들고. 근데 그거를 접할 수 있었던 게 좋았던 것 같아요. AI가 제가 하고 싶은 대로 추천을 해주지 않는 경우가 있었지만 그래도 그거를 맞게 고쳐보고 그랬던 과정이 협력 능력을 기르는 데 도움이 되는 것 같아요. (학생 H)

둘째, 시간적인 제약이다. 학습자들은 탐색 단계에서 교사의 설명뿐만 아니라 학습자가 주도적으로 탐색하는 시간이 더 많았으면 하는 아쉬움을 나타냈다(학생 B, 학생 C). 또한 중, 하위 그룹의 일부 학생들은 발전 단계에서 인공지능과 협력과제를 완성하는 데 시간이 부족하다는 반응을 보였다(학생 F, 학생 G).

제가 느끼기에는 설명이 너무 많았던 것 같아요. 구체적으로 인공지능이 할 수 있는 거를 저희가 찾아보고 싶고, 간단한 게 한번 설명해주시고 자율 시간 같은 걸 줘서 저희가 하고 싶은 인공지능이 할 수 있는 걸 찾아보는 시간이 많았으면 좋겠어요. (학생 B)

수업할 때 너무 빨랐다고 생각해요. 과제를 완성하는 데 30분 정도 해줘도 부족한 것 같아요. 최대한 시간을 많이 주었으면 좋겠어요. (학생 F)

근데 가끔마다 좀 다 못 해가지고 못하는 사람은 남는 시간에 할 수 있도록 했으면 좋겠어요. (학생 G)

활동중심수업의 경우 탐색, 토의, 과제수행 등 학습자들이 사회적 관계 속에서의 능동적인 학습 활동이 강조되며, 지식을 안내하는 교사 주도 수업에 비해 학습자가 지식을 스스로 구성해나가는 데 충분한 시간을 제공하는 것이 중요하다. 하지만 타 교과의 시수 등 현실적인 여건을 고려하여 본 수업은 80분 정도의 연 차시 수업으로 설계하였으며, 단계별로 도입 5분, 탐색 20분, 공유 15분, 발전 30분, 종합 및 성찰 10분 정도의 시간을 분배하여 구

성하였다. 그러나 인공지능의 기능을 탐색하거나 작품을 완성하는 데에 시간적 여유가 없어 아쉬워하는 응답을 볼 수 있었다. 이를 해결하기 위해 주제별로 시수를 재조정하거나 자투리 또는 방과 후 시간을 활용하는 등의 보완책이 필요하겠다.

셋째, 팀 세우기 활동 방식의 한계이다. 일부 학습자들은 도입 단계에서 작성하는 서약서 작성 활동의 효과성에 대한 의문을 가졌다(학생 B, 학생 C). 그들은 인공지능과 협력 시 필요한 규칙들을 읽고, 서약서를 작성하는 활동만으로는 인공지능을 팀원으로 수용하는 태도를 촉진하는 데 한계가 있으며 팀 세우기 활동의 보완을 주문하였다. 예컨대 단순히 서약서를 작성하는 대신 작성한 서약서를 학습자가 쉽게 보이는 곳에 게시하거나(학생 B), 인공지능과 협력 과정에서 발생하는 이점을 보여주는 영상을 시청하는 등의 활동이 인공지능을 팀원으로 받아들이는 데 도움이 될 것 같다는 의견을 제시하였다(학생 C).

차라리 선생님이 만드신 PPT에다가 넣어 보여주면 애들이 왔다리 갔다리 하면서 계속 눈으로 볼 것 같아요. (학생 B)

서약서 작성은 도움이 안 됐던 것 같아요. 솔직히 반에서 반 이상은 저거 그냥 안 읽고 이 이 이름 저렇게 하고 이름 적고. 그리고 어차피 저거를 읽어도 마음은 별로 안 변해요. 그 대신 인공지능을 쓰고 안 쓰고의 시간차이나 그런 거를 영상으로 보여줬으면 애들이 마음을 움직이는 데 도움이 되었을 것 같아요. (학생 C)

라. 교수자 면담 결과

교수자 면담 결과를 분석하여 설계원리에 따라 구현된 수업의 효과와 개선점, 개발한 설계원리의 장점과 개선점을 심층적으로 확인하였다. <표Ⅳ-15>에서 볼 수 있듯이 교수자의 반응을 분석한 결과 수업의 효과 3가지와 개선점 3가지를 확인할 수 있었다.

<표Ⅳ-15> 설계원리를 적용한 수업 전반에 대한 교수자의 반응

범주	교수자 반응	세부 내용
효과	인간-AI 협력 역량 향상	학습자 주도적으로 인공지능의 기능을 탐색하는 활동들이 기능 및 특성을 이해하는 데 도움이 됨.
	인공지능에 대한 긍정적 태도 형성	학습자가 갖고 있었던 인공지능에 대한 막연한 두려움을 없애는 데 도움이 됨.
		과제를 수행하는 과정에서 인공지능이 학습자가 하기 힘든 과업을 쉽게 처리해줌으로써 인공지능에 대한 긍정적인 인식을 형성함.
	교과 흥미 및 효능감 향상	교과 효능감이 낮았던 학생들에게 흥미와 자신감을 제공함.
개선점	개인차로 인한 어려움	주제별 차시 조정을 통해 하위권, 상위권 학습자들이 모두 따라올 수 있도록 해야 함.
	불필요한 평가 제거	자기평가, 동료평가, 교사평가를 모두 수행하기에는 시간적 제약이 있음.
	추상적인 표현으로 인한 어려움	학습자의 수준을 고려하여 구체적이고 쉬운 용어를 사용할 필요가 있음.

설계원리를 적용한 수업의 효과로 첫째, 인간-AI 협력 역량 향상이다. 교수자는 탐색과 토의, 실제적 과제를 해결하는 활동 등 학습자 위주의

활동을 중심으로 구성한 활동중심수업이 학습자의 인간-AI 협력 역량을 향상하는 데 도움이 되었다고 평가하였다. 학습자들은 주도적으로 데이터를 입력하며 인공지능과 협력하는 기술을 탐색하면서 인공지능을 다루는 것에 흥미를 느꼈으며, 모둠 토의를 통해 협력하는 데 필요한 지식, 기술, 태도를 구성하면서 어떻게 하면 인공지능과 효과적으로 협력할 수 있을지를 고민하는 모습을 관찰할 수 있었다. 해당 설계원리를 반영한 수업을 다양한 교과에서 지속적으로 실행하였을 때 장기적으로는 인간-AI 협력 역량이 향상하는 것은 물론 진로 형성 및 설계에도 긍정적인 영향을 줄 것이라는 반응을 보였다.

인간-AI 협력 역량 향상에 효과적으로 기여한 활동은 스스로 인공지능에게 여러 가지 데이터를 입력해보고, 그 결과를 확인하는 등의 기능을 학습자 스스로 탐색하는 활동들이었던 것 같아요. 누가 누가 가장 적절한 문장으로 인공지능한테 입력해서 가장 적절한 그림을 도출할 수 있는가? 이런 거라든가. 그러한 활동이 학습자들이 기능을 익히고, 되게 재미있다. 혹은 신기하네? 등 탐색을 하면서 스스로 다양한 생각들을 하게 만드는 과정이었을 것 같고…. (중략) 모둠별로 인공지능이 웹툰 창작할 때 맡을 수 있는 역할, 인간이 맡을 수 있는 역할 그리고 협력할 때의 이점, 협력할 때 주의할 점을 생각해보는 시간이 있었잖아요. 그 답변 봤던 거 중에 인간이 스토리를 짜고 대사를 만들고, 인공지능을 그려준다, 이런 것들이 있었던 것 같은데, 그걸 봤을 때 인공지능 팀원의 특징을 이해했기 때문에 그런 답변이 가능했던 게 아닌가 싶어요. (교사 A)

이런 수업을 하면 장기적으로는 학습자의 인간-AI 협력 역량은 당연히 높아지고, 이런 것들이 진로 선택이나 진로를 이렇게 유지해 나감에 있어서 큰 도움이 될 것 같습니다. (교사 A)

둘째, 인공지능에 대한 긍정적인 태도 형성이다. 설계원리를 기반으로 학습자의 부족한 능력을 보완할 수 있으며, 수행을 적응적으로 조정하는 인공지능을 과제에 활용하였을 때 학습자들이 자신이 하기 어려운 과업을 인공지능이 대신해 성공하는 모습을 보고 호의적인 태도를 보였음을 확인하였다. 또한 과거에는 인공지능에 대해 막연한 두려움을 갖고 있던

학습자도 인공지능의 특성에 대한 이해로부터 기초적인 소통기술을 익히고, 협력과제를 단계적으로 수행해나가면서 점차 인공지능과 능숙하게 상호작용하며 즐겁게 참여하는 모습을 관찰하였다. 이러한 관점에서 교수자는 웹툰 창작뿐만 아니라 회화, 작곡 등 인간이 하기 힘든 일을 성공시키는 인공지능을 수업에 활용함으로써 인공지능에 대한 긍정적인 태도를 형성할 수 있겠다는 생각을 밝혔다.

이미지를 인식해서 자기 캐릭터를 만들어주는 그런 것들이 인공지능 이런 것도 해주네? 측면에서 긍정적인 태도를 만들어 주었던 것 같아요. (중략) 어떻게 보면 학습자들이 내가 인간이 잘 할 수 있는 것에 대해서는 되게 기준이 높은 것 같고, 내가 사실 자기 얼굴 캐릭터로 옮기는 건 되게 어렵잖아요. 그래서 그런 감히 내가 도전할 수 없는 과업에 대해서는 대단하네? 약간 이런 생각을 하게 된 거? 웹툰을 그려주는 인공지능 사례가 특별한 점이 있어서 그렇지 예를 들어서 정말 어려운 그림의 화풍을 같이 옮겨준다거나, 작곡을 같이 해준다거나, 이런 식의 인간이 감히 도전할 수 없는 무언가를 해주는 인공지능도 수업에서 활용하면서 인공지능에 대한 긍정적인 태도를 얼마든지 기를 수 있을 것 같아요. (교사 A)

인공지능에 대한 막연한 두려움 이런 거는 충분히 낮춰진 것 같고요. 왜냐면 처음 사전 수업할 때 이게 뭐냐 이랬다가 과제를 함께 해결하는 경험을 여러 차례 하면서, 오늘 6차시 할 때는 알아서 재학습시키고 문장 입력하고 이런 거 보면 그림 그리다 막히면 그걸 쓰더라구요. (교사 A)

셋째, 교과 흥미 및 효능감 향상이다. 교수자는 그림을 그리는 것을 부담스러워하던 학습자도 인공지능의 도움을 얻어 웹툰 창작에 즐겁게 참여하는 모습이 인상적이었다는 언급을 하였다. 평소 미술을 좋아하지 않아 그림 형태의 스토리보드를 구상하는 데에 어려움을 겪던 학습자가 문장을 입력해 장면을 구성하는 인공지능 기능을 활용해 작품을 완성한 것이다. 이처럼 인공지능 도구를 활용함으로써 이전보다 수업에서 다룰 수 있는 영역이 확장되고, 누구나 쉽게 참여할 수 있는 창의적인 수업을 구성할 수 있기에 학습자의 교과 흥미나 교과 효능감 등 정서적 역량에 긍

정적인 영향을 미칠 것이라는 생각을 밝혔다.

그리고 특정 교과 역량이 낮은 학습자들이 되게 효능감이 낮다거나 그런 부분이 있는데, 그런 것들을 좀 상쇄할 수 있는 계기가 될 수 있지 않을까는 생각을 오늘 했던 것 같아요. 왜냐하면 미술 그리기 너무 싫어하고 너무 못하는 친구들도 잘 어떻게 해보면 이 인공지능에 힘을 빌려서 남들만큼 할 수 있잖아요. 효능감이 낮다는 건 다른 모든 학업 성취나 진로 효능감에 있어서 영향을 미치는데, 그런 걸 좀 도와줄 수 있지 않을까 생각이 들었어요. 예를 들어 문장 넣어서 그림 그려주기 베타 버전. 근데 그게 그림을 진짜 별로 안 좋아하고 못 그리는 친구들한테 좋을 것 같아요. 스토리보드 그림 그리는 거 되게 부담스러워했던 하위권 친구들이 있었는데 인공지능 기능을 익히고 나서는 바로 문장을 베타 버전 거기에 입력해서 도움을 얻어보라고 했더니 바로 하더라고요. 그런 걸 봤을 때 약간 그런 교과 측면에서 효능감이 낮은 학생들한테 좀 도움이 되는 측면이 있을 것 같아요. (교사 A)

설계원리를 적용한 수업의 개선점으로는 첫째, 개인차로 인한 어려움을 언급하였다. 처음 인공지능 팀원 이해하기 주제에서 인공지능 팀원이 갖춘 기능 세 가지를 가르친 후 이를 적용한 과제를 제시하였을 때 상위권은 무난하게 과제를 수행하였으나, 중, 하위권 학생들은 추가 개별지도가 필요하였다. 교수자는 이러한 개인차를 해결하기 위해 개별 학습자에게 제공하는 과제의 양이나 난이도를 조정하거나 개별지도를 제공할 수도 있으나, 주제별 시수를 조정하는 방법도 대안으로 제시하였다. 교수자는 중, 하위권 학습자들도 쉽게 따라올 수 있도록 처음 배우게 되는 인공지능 팀원 이해하기 주제를 2차시에서 3차시로 늘려 1시간에 기능을 1개씩 학습하는 방식으로 수업으로 재편성하는 것을 제안하였다. 학습자들이 인공지능 팀원의 특성을 이해하는 활동이 충분히 이루어져야 다른 주제의 활동들이 원활하게 진행될 수 있기 때문이다. 따라서 인공지능 특성을 이해하는 첫 주제에 더 많은 시간을 할애하고, 다른 주제의 시수를 줄여 주제별 차시 배분을 조정할 것을 이야기하였다.

투닝 같은 경우에는 기본적으로 제공하는 인공지능 관련 기능이 한 3개 정도

있잖아요. 그러면 한 차시에 하나씩만 연습을 하는 거죠. 예를 들면 문장을 입력해서 전체 만화를 생성해 주는 기능을 가지고 40분 동안 연습하고 설명하고 하는 과정, 그다음 시간에는 문장을 입력했을 때 캐릭터를 추천해 주는 기능을 가지고 내내 연습을 하고, 그다음에는 재학습시키는 걸 가지고 40분 동안하고…. (중략) 그렇게 되면 주제별 차시 배분을 다시 생각해봐야 할 것 같은데. 저는 개인적으로 이해하기가 제일 중요할 것 같아요. 약간 이해하기, 의사소통하기, 수행하기 3개가 좀 시간 배분이 좀 달라지면 좋을 것 같은데, 예를 들면 팀원의 특성을 온전히 이해하는 데 좀 시간이 필요하다 그러면 이해하기가 3차시 의사소통이 2차시면, 수행하기는 사실 그냥 1차시만 해도 괜찮을 것 같거든요. 사실 앞에 잘 되어 있으면 수용하는 방법 익히기 이런 건 없어도 한 차시만에 끝낼 수 있을 것 같거든요. 그런 식으로 조정을 해보면 좋을 것 같아요. (교사 A)

둘째, 불필요한 평가 제거이다. 학습을 지원하는 평가로서 활동지에 자기평가, 동료평가, 교사 평가란을 만들어 인공지능과 협력을 수행하는 과정과 산출한 결과물을 다양한 방식으로 평가하려고 하였으나, 수업에 적용하는 과정에서 모든 평가를 완료하는 것이 어렵고, 비효율적이다는 것을 확인하였다. 따라서 수업 중에는 채점기준표(rubric)을 통한 자기평가를 통해서 학습자가 인공지능과 협력하는 과정을 객관적으로 확인하도록 하고, 수업 후 패들렛(Padlet)에 올린 결과물을 확인하고, 피드백을 제공하는 방식으로 학습을 지원하는 것이 좋겠다는 의견을 제시하였다.

그냥 자기평가만 해도 충분할 것 같아요. 결과 평가는 패들렛을 애들이 올리고 댓글을 다는 활동으로 학생 또는 교사 평가를 할 수 있을 것 같긴 한데, 이것도 시간이 오버될 것 같아서…. (교사 A)

셋째, 추상적인 표현으로 인한 어려움이다. 인간-AI 협력 역량을 구성하는 요소를 구체적인 내용과 행동으로 제시한 학습목표가 초등학생 수준에서는 전반적으로 추상적이고, 이해하기 어려웠다는 점을 언급하였다. 예컨대 '인공지능의 제안을 적절히 수용하는 방법을 설명할 수 있다.' 대신 '인공지능이 추천한 캐릭터를 알맞게 사용해요'가 초등학생 수준에 더

적절하다는 것이다. 즉, 학습 대상이 초등학생일 경우에는 구체적이고, 상상하기 쉬운 직관적인 언어로 풀어서 설명할 필요가 있으며, 학습 대상을 고려하여 용어의 수준을 적절히 선택할 것을 제안하였다.

학습목표를 제시하거나 활동을 할 때 제시했던 문장들이 좀 어렵고 전반적으로 추상적인 표현이 좀 많다는 생각이 들었어요. 인간-AI 협력 역량을 기르기 위해 예컨대 '효과적으로 의사소통하는 기술을 적용해' 이런거요. 이게 초등학생들한테는 와닿지 않고 너무 어려워요. '인공지능의 제안을 적절히 수용하는 방법 설명할 수 있다.' 대신 '인공지능이 추천한 캐릭터를 알맞게 사용해요.' 이런 것처럼 좀 더 직관적이고 이해하기 쉬울 것 같아요. 그리고 '인공지능의 제안을 수용하거나 수정해보세요' 보다 '인공지능 투닝이 추천해 준 구체적인 내 표정이나 행동을 어떻게 고쳤나요?'로 바꾸면 학생들이 받아들이기 쉬울 것 같아요. (교사 A)

<표Ⅳ-16> 설계원리의 장점과 개선점에 대한 교수자의 반응

범주	교수자 반응	세부 내용
장점	설계원리의 범용성	다양한 교과와 연계하여 인공지능과의 협력 수업을 계획하도록 안내한다는 측면에서 범용성이 높음.
	인공지능과의 공진화를 촉진하는 성찰	성찰을 통해 인공지능이라는 새로운 주체가 들어오면서 발생하는 문제에 대해 대비 및 보완하도록 함.
개선점	학습자의 교과역량에 대한 고려	학습목표나 활동을 구성하는 데 있어서 학습자의 교과역량 수준에 대한 고려가 필요함.
	개별 기능에 대한 비계(scaffolding) 제공	기능을 하나하나 충분히 탐색할 수 있는 비계가 필요함.

범주	교수자 반응	세부 내용
	인공지능 기술별 필요한 기기에 대한 사전 점검	AI도구마다 필요한 기기가 다르기 때문에 사전에 이를 점검하는 것이 필요함.

<표Ⅳ-16>에서 볼 수 있듯이 교수자는 설계원리의 장점 2가지와 개선점 3가지를 제시하였다. 설계원리의 장점으로는 첫째, 범용성이 높다는 점을 언급하였다. 우선, 해당 설계원리가 다양한 교과와 연계해 인간-AI 협력 역량을 향상하는 활동중심수업을 설계하는 방법을 안내한다는 점에서 공교육 맥락에서 범용적으로 활용할 수 있는 유용한 설계원리라는 의견을 제시하였다. 공교육에서 도달해야 할 성취 목표와 인간-AI 협력 역량을 동시에 달성할 수 있어 시간을 따로 마련해야 하는 부담이 없기 때문이다.

교과와 연계시키는 설계원리는 너무 좋은 것 같아요. 왜냐하면 인간-AI 협력 역량을 기르는 수업을 위한 시간을 따로 뺄 필요가 없잖아요. 이건 너무 중요한 거고 사실 이게 없으면 의미가 없는 것 같아요. 교과를 연계하지 않은 인공지능 협력 수업이면 뭐랄까, 지속가능하지 않을 것 같다는 생각이 들어서. 초등 맥락에서 기본적으로 성취해야 하는 성취 목표를 벗어난 수업은 사실 사라질 수밖에 없는 것 같아요. 기본 교과 수업을 보완하는 측면에서의 인공지능 협력 수업이어야 진짜 좀 지속가능하고, 중장기적으로 범용적으로 잘 사용될 수 있지 않을까, 왜냐면 어쨌든 공교육 맥락에서 하는 수업이기 때문에…. (교사 A)

실제로 교수자는 본 수업에서는 국어 교과와 연계해 인간-AI 협력 역량을 기르는 수업을 진행하였으나, 해당 설계원리를 갖고 비슷한 흐름으로 음악, 미술 등 다양한 교과와 융합하여 인간-AI 협력 역량을 기르는 활동중심수업을 기획할 수 있겠다는 반응을 보였다.

현재 공교육에서는 교과서에도 그렇고 보통 수업하시는 게 인공지능에 대한 지식 쌓기 정도로 구성이 되어 있지, 사용자의 입장에서 실제로 어떻게 작동이 되고, 내가 어떻게 협력할 수 있고, 이런 거에 대한 구체적인 수업내용은 없거든요. 근데 설계원리가 적용된 교안을 활용해 거의 사전까지 하면 8시간 정도 해보면서 느낀 생각이 이게 만화를 그리는 인공지능이었지만 내용을 바꿔서 그림을 그린 인공지능 작곡하는 인공지능 이런 걸로 바꿔도 비슷한 흐름으로 협력 능력을 기르는 수업을 계획할 수 있겠다는 생각이 들었고, 범용적인 측면에서 괜찮은 설계원리 같아요. (교사 A)

둘째, 인공지능과의 공진화를 촉진하는 성찰을 강조한다는 점이다. 수업에서 인공지능이라는 새로운 주체를 도입하면서 이전에 발생하지 않았던 새로운 문제가 발생하거나 수업이 의도대로 흘러가지 않을 가능성이 있기에 이에 대한 대비와 보완이 필요하다. 실제로 인공지능이 오류를 발생시키거나 학습자들이 아이디어 구상 과정에서 어려움을 겪는 문제가 발생하였는데, 교수자가 다양한 예상 답안을 고안해 학습자에게 도움을 제공한다면 원활한 수업 진행이 가능할 것이다. 따라서 인공지능의 부족한 점이나 수업의 문제를 보완할 방향을 고민하며 인공지능과의 협력수업을 개선해나가는 성찰의 원리가 매우 의미가 있다고 언급하였다.

수업의 설계 그리고 실행과정을 되돌아보며 인공지능과 함께 성장해나가는 기회를 마련하는 공진화를 위한 성찰의 원리, 이거 매우 중요한 것 같아요. 수업을 할수록 인공지능 협력 수업을 계획할 때 예상 답안을 내가 다 생각을 해봐야겠다는 생각이 들었어요. 제가 의도하지 않은 방향으로 갈 수 있더라구요. 왜냐하면 교과서 중심의 수업은 사실 예상이 되잖아요. 많이 해보기도 했고 근데 이제 AI라는 주체가 들어오면서 대략적으로라도 어떤 바운더리를 내가 알고는 있어야겠다. 그래야지 교수자가 수업을 이끌어 나갈 수 있겠다는 생각을 했던 것 같아요. (교사 A)

설계원리의 개선점으로는 첫째, 인공지능과의 협력과제 설계 시 학습자의 교과역량을 고려해야 한다는 점이다. 인공지능과 효과적으로 협력하기 위해선 인공지능의 특성에 대한 이해뿐만 아니라 수행해야 할 과업

이 어떠한 역할이 필요로 하고, 어떤 과정을 거쳐야 하는지를 판단하기 위해선 해당 도메인에 대한 지식이 뒷받침되어야 한다. 즉, 학습자의 교과역량이 인공지능과 협력과제 수행에 영향을 미치기 때문에, 교과와 연계한 인공지능과의 협력과제를 설계하는 데 있어서 학습자 집단의 교과역량 수준도 반영할 필요가 있다는 점을 지적하였다. 따라서 교수자는 교과 연계의 원리에서 협력과제의 내용과 형태를 구성할 시 교과의 특성과 교과성취기준, 교과내용체계의 위계성, 인공지능의 특성뿐만 아니라 학습자의 교과역량 수준을 고려해 구성하라는 내용을 지침에 추가할 것을 제안하였다.

협력하는 역량이 어떻게 정의하는지에 따라 다를 것 같은데, 제 개인적인 생각으로는 가장 바람직하게 협력하는 모습이 내가 뭐가 부족해서 이 친구의 도움을 받아야 하는지 이런 것들을 알아내서 이에 대해서 적절하게 협력을 요청해서 결과물을 내는 거라면 메타인지랑 교과역량이 협력하는 역량에서 매우 중요한 부분을 차지할 것 같아요. 그 해당 도메인에 대한 지식 같은 거 있잖아요. 그 지식에 따라 확연히 차이가 나거든요. 그래서 도메인에 대한 지식과 관련해서도, 학습목표나 활동을 구성할 때 학습자의 현재 역량에 대한 현재 수준뿐만 아니라 학습자의 교과역량 현재 수준, 메타인지 수준 같은 것도 함께 고려를 해야 할 것 같아요. (교사 A)

둘째, 개별 기능에 대한 비계를 충분히 제공해야 함을 안내해야 한다는 점이다. 인간-AI 협력 역량을 구성하는 요소 간의 관계를 고려하였을 때 인공지능 특성과 기능에 대한 숙지가 선행되어야 인공지능과 문제해결, 창작 활동 등의 고차원적인 협력과제를 원활하게 수행할 수 있다. 따라서 교수자는 협력적 비계 제공의 원리에서 수업 초기에 학습자들이 인공지능의 개별 기능을 충분히 탐색할 수 있는 다양한 예시와 과제, 설명과 시연 등 비계를 제공해야 한다는 지침을 제안하였다.

인공지능과 협력하는 수업이기 때문에 필요할 것 같은데, 인공지능의 기능을 하나를 충분히 탐색할 수 있는 스케폴딩이 필요할 것 같아요. 예를 들면 투닝의 경우에는 AI가 도입되는 기능이 한 3개 4개가 있잖아요. 그러면 그 하나하나의

기능을 충분히 탐색할 수 있는 비계가 필요할 것 같고. 예를 들어서, 뭐가 있을까요. 파파고라고 한다면 파파고와 효과적으로 협력할 때 파파고가 제공하는 대표적인 그런 번역 기능이 예를 들면 네 가지가 있다. 그럼 그 네 가지를 차근차근 하나씩 탐색해 볼 수 있는 수평적인 비계가 필요할 것 같아요. 수평적인 비계, 기능을 하나하나 충분히 탐색할 수 있는 비계가 필요한 것 같아요. (교사 A)

셋째, 인공지능 기술별로 필요한 기기에 대한 사전 점검을 안내해야 한다는 것이다. 본 수업에서 학습자들이 상호작용한 인공지능 투닝의 경우 이미지를 인식해 캐릭터를 창작하는 기술을 갖추고 있었으며, 이를 활용하기 위해선 얼굴을 인식할 수 있는 웹캠이 필요하였다. 만약 음성인식기술을 갖춘 인공지능을 활용할 시에는 학습자마다 마이크가 내장된 헤드셋이 필요할 것이다. 이처럼 인공지능과의 협력 수업을 원활하게 진행하기 위해선 인공지능이 갖춘 기술을 활용하는 데 필요한 디지털 기기를 사전에 점검할 필요성이 있다. 따라서 교수자는 AI 기반 교육환경 조성의 원리에서 네트워크와 PC, 태블릿뿐만 아니라 인공지능 기술별로 필요한 기기를 사전에 점검할 것을 안내하도록 지침을 보완할 것을 제안하였다. 앞선 개선점들을 종합하여 설계원리에 반영하고 최종 설계원리를 완성하였다.

아! AI 도구마다 필요한 기기가 다르더라고요. 그래서 인공지능 기능을 사용하기 위해 필요한 기기 또한 사전에 점검하는 것도 필요한 것 같아요. 예컨대 투닝도 이미지를 인식해서 캐릭터를 만들 때 웹캠이 필요했잖아요? 그런 것들… 기능별로 필요한 기기를 사전에 점검하는 것도 중요할 것 같아요. (교사 A)

V. 논의 및 결론

1. 논의

본 연구는 인간-AI 협력 역량을 향상하기 위해 활동중심수업을 계획할 때 교수자가 적용할 수 있는 수업 설계원리를 개발하고 그 타당성 및 효과성을 확인하기 위한 목적으로 진행되었다. 이를 위해 문헌 고찰과 전문가 검토를 통해 설계원리를 개발 및 수정하였으며, 사전·사후 검사와 설문 그리고 심층 면담을 통해 수업의 효과성을 확인하였다. 선행연구와 비교하였을 때 본 연구에서 최종적으로 도출된 설계원리가 가진 실천적, 학문적 의의를 논의한다면 다음과 같이 제시할 수 있다.

가. 인공지능기반교육에 새로운 관점 제공

본 연구는 인공지능과의 공존을 필요로 하는 포스트 휴머니즘 시대에 인공지능을 인간에게 유의미한 영향력을 행사하는 주체로서 바라보고 인공지능기반교육을 구성하는 새로운 관점을 제공하였다. 컴퓨팅사고력을 배양하는 SW 교육 형태의 인공지능교육 프로그램(김갑수, 박영기, 2017; 김성애, 2021; 남호엽, 조현기, 2020; 류미영, 한선관, 2019; 손원성, 2020; 신진선, 조미헌, 2021; 이성혜, 2020; 이영호, 2021; 이재호, 이승규, 이승훈, 2021; 최은선, 박남제, 2021), 인공지능 윤리(김재웅, 이문형, 2021; 장연주, 최승윤, 조현기, 김현철, 2022)와 인공지능의 사회적 영향력(김재웅, 이문형, 2021; 김한성, 전수진, 최승윤, 김성애, 2020; 신진선, 조미헌, 2021)에 관한 프로그램, 인공지능 교육시스템 또는 인공지능 스피커, 챗봇을 효과적으로 활용하기 위한 설계원리 개발(염지윤, 2022; 최서연, 2022) 등의 기존 인공지능기반교육 연구는 인공지능을 매체(media)나 도구(tool)로서 바라보고 이를 교육 또는 일상생활에 효과적으로 활용하는 방법을 탐색하였다. 하지만 이로 인해 다른 테크놀로지와 차별되는 인공

지능의 특성에 기반한 교육적 가능성과 학습자와의 복잡한 관계적 상호작용을 충분히 탐색 및 활용하지 못했다는 한계가 존재한다. 인공지능을 행위자(actor)로서 여기고 협력적 상호작용을 하는 학습자는 인공지능을 통제하거나 혹은 무시하는 등의 일방적인 상호작용을 수행하기보다는 인공지능의 특성에 대한 이해를 토대로 의사소통방식을 조정하고, 지속적으로 정보를 공유하며 인공지능의 맞춤형 추천을 주체적으로 통합해 과제를 효과적으로 수행해나간다(김혜은, 2022). 나아가 상호작용을 통해 자신의 역량을 향상해나갈 뿐만 아니라 인공지능의 성능을 향상하며 공진화해나갈 수 있다(Dellermann et al., 2019).

따라서 본 연구는 인공지능을 단순한 지식 전달 매체나 도구로서 설정하고 인공지능기반교육을 구성하였을 때 간과하였던 인공지능의 영향력과 상호작용 방식에 따른 교육적 효과의 차이를 인식하고, 다양한 인지적, 정의적, 사회적 상호작용 속에서 함께 지식을 형성해 나갈 수 있는 협력의 상대로서 인공지능을 바라볼 것을 제안하였다. 문헌 고찰을 통해 인간이 상호작용하는 주체의 성격을 가진 인공지능과 효과적으로 상호작용하는 데 필요한 인간-AI 협력 역량의 구성요소를 확인하였으며(Cañas, 2022; Kim et al., 2022; Markauskaite et al., 2022; Süße et al., 2021), 전문가 검토, 현장 적용을 통해 해당 역량을 기를 수 있는 교육은 어떠한 방식으로 제공해야 하는지를 탐색하였다. 이러한 측면에서 본 연구는 포스트 휴머니즘 관점에서 인공지능과 수평적인 협력 관계를 지향하는 인공지능기반교육의 초석을 세우는 시범적인 사례가 될 것이다.

나. 인공지능교육의 성공적인 실행을 위한 체계적인 설계원리 안내

본 연구에서 개발한 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리는 인공지능기반 교육모형(조영환, 2022)을 바탕으로 개발하여 설계원리의 체계성과 처방성을 높였다. 기존 인공지능교육의 설계원리 관련 연구는 인공지능교육의 목적, 교육내용의 구성, 교수학습방법과 평가

등에 초점을 두어 개발 및 적용하였으나(염지윤, 2022; 홍미선, 조정원, 2022), 인공지능과의 상호작용에 영향을 미치는 다양한 요인과 교육을 구성하는 요소들을 총체적으로 고려하지 못하였다는 한계가 존재한다. 이와 달리 본 연구는 인공지능기반 교육모형(조영환, 2022)을 바탕으로 인간-AI 협력 역량을 구성하는 요소를 균형 있게 기를 수 있도록 인공지능교육을 구성하는 요소 및 인공지능과의 상호작용에 영향을 미치는 변인들을 총체적으로 고려하였다. 예컨대 교육 목표와 내용, 방법, 평가 등 교육활동과 관련된 설계원리뿐만 아니라 사회적 단서와 신호(social cues and signals) 등의 인공지능의 특성, 인공지능과의 적절한 신뢰 형성에 기여하는 전략, 물리적, 사회문화적 교육환경 등 인공지능과의 협력 수업에 영향을 미치는 다양한 변인들을 종합적으로 고려해 구체적인 원리와 지침으로 안내한 것이다. 나아가 궁극적으로 인공지능과의 공진화를 촉진하는 미래지향적인 설계원리까지 포함하였다.

이는 교수설계 시 어느 특정 전략이나 요소만을 고려하는 것이 아니라 여러 학습이론과 그 성과를 바탕으로 요소들을 종합적으로 고려할 것을 강조하는 체제적 접근을 반영한 결과물이기도 하다(박성익 외, 2011). 이러한 측면에서 본 연구는 인간-AI 협력 역량을 기르는 활동중심수업을 설계할 시 고려해야 할 요소를 총체적이고도 체계적으로 안내하고, 교과별 활용 가능한 인공지능 도구, 협력과제에 대한 해설과 예시 또한 구체적으로 제공함으로써 교수자가 다양한 인공지능과의 협력수업을 효과적으로 설계 및 실행하는 데 매우 유용하게 활용할 것으로 기대한다.

다. 인간-AI 협력 역량 향상 기여

본 연구에서 개발한 수업설계원리는 AI 기초소양으로서 학습자의 인간-AI 협력 역량 향상에 기여하였다. 해당 설계원리를 적용한 수업에 대한 효과성을 분석한 결과, 학습자의 인간-AI 협력 역량에 유의미한 변화가 있음을 확인하였다. 예컨대 학습자의 인공지능에 대한 인식이 개선되었으며, 인공지능이 인간 대신 할 수 있는 일과 인간만이 할 수 있는 일

을 고민하며 인공지능과 연대하는 방법을 탐색하는 모습을 보였다. 또한 인공지능의 특성을 분석해 적절한 역할을 분담하는 능력, 인공지능과 효과적으로 의사소통하는 능력, 인공지능의 수행 결과에 따라 계획 또는 수행을 조정하며 과제를 함께 수행해나가는 능력이 향상됨을 확인하였다. 교수자 또한 학습자들이 인공지능과 효과적으로 협력하는 방법을 탐색하는 과정에서 점차 능숙하게 상호작용하고 과제를 해결하는 모습을 보였다는 반응을 보였다.

인간과 인공지능이 공존하는 미래에는 인공지능과 차이를 기반으로 상호보완적인 과업을 수행하고, 서로의 능력을 증강하는 방식으로 협력해 새로운 가치를 창조할 수 있는 인재가 필요하다(관계부처합동, 2020, Dellermann et al., 2019). 이러한 측면에서 본 연구는 인공지능에 대한 지식학습이 아니라 실제 과업을 수행하는 과정에서 인공지능과 효과적으로 협력하는 데 필요한 지식, 기술, 태도를 익힐 수 있는 수업을 안내하였다는 데 의의가 있다. 나아가 다양한 교과와 융합해 창의적인 인공지능과의 협력수업을 설계하도록 안내함으로써 정보 교과 시수 부족에 대한 해결방안을 제안하고 인간-AI 협력 역량교육을 활성화하는 계기를 마련하였다.

2. 결론

본 연구에서 개발한 설계원리는 인간-AI 협력 역량을 향상하기 위한 활동중심수업을 실행할 수 있는 구체적인 방법을 제시한다. 해당 설계원리를 초등학생들을 대상으로 한 수업에 적용한 결과 인간-AI 협력 역량이 향상되고, 인공지능에 대한 긍정적 태도가 형성되었음을 확인한 사례로서도 의미가 있다. 이에 본 연구의 결론은 다음과 같다.

첫째, 인공지능을 교수자나 학습자와 동등한 지위를 가진 교육행위자로서 바라보고 상호작용할 필요성이 있다. 기존 기술과는 달리 인공지능은 자율적이고 지능적인 특성을 바탕으로 다양한 형태의 상호작용을 수행하며 적극적으로 영향을 주고받을 수 있기 때문이다. 본 연구에서 학습자들은 인공지능을 협력의 상대로서 바라보고 과제를 수행하는 과정에서 인공지능의 제안을 단순히 활용할 뿐만 아니라 인공지능의 제안으로부터 영감을 받아 새로운 아이디어를 생성하고, 해당 아이디어를 인공지능을 통해 구체화하는 등 인공지능과 함께 지식을 생성해나갔다. 더불어 인공지능에게 현재 상태에 대한 정보를 적극적으로 제공하며 인공지능의 성능을 향상하는 등 협력의 시너지를 발휘하는 모습을 보였다. 이처럼 인공지능이 인간에게 미칠 수 있는 영향력과 가능성을 인식하고 교육행위자로서의 인공지능과 수평적으로 상호작용할 때 지식을 융합해 새로운 가치를 창조하는 생산적인 상호작용을 수행할 수 있을 것이며, 학습의 성과와 질에 긍정적인 결과를 가져올 수 있을 것이다.

둘째, 인공지능을 활용해 유의미한 경험을 제공하기 위해선 학습을 구성하는 다양한 요소를 총체적으로 고려해야 한다. 고품질의 의사소통이 가능하고, 윤리기준 및 설명 가능성을 충족하며, 학습자 친화적인 인터페이스를 갖춘 인공지능을 교육활동에 활용하는 것이 좋지만 성능이 뛰어난 인공지능이 성공적인 교육 결과를 보장하는 것은 아니다. 본 연구에서는 인간-AI 협력 역량 함양을 위한 수업을 설계할 시 배우기 쉽고 재미있으며, 이해하기 쉬운 경험을 제공하는 등 학습자의 인지발달수준에 적합하고, 사회·정서적으로 협력을 유도하는 인공지능을 선정하는 것도

필요하였으나 그 외에도 학습자의 인간-AI 협력 역량 수준과 태도, 인간-AI 협력 역량 하위요소 간의 관계, 교과성취기준, 인공지능과의 상호작용방식, 활용 가능한 기기, 학습 분위기 등 학습경험에 영향을 미치는 다양한 요소들을 체계적으로 고려하여 적시에 적절히 지원하는 것이 매우 중요하다는 것을 확인하였다. 즉, 인공지능을 교육에 도입할 시에는 인공지능의 성능에 대한 고려뿐만 아니라 인공지능이 교육 주체와 이를 둘러싸고 있는 물리적, 사회적, 문화적 자원과 맺는 상호의존적인 관계, 기술이 교육시스템에 미치는 영향을 총체적으로 고려하여 적용해야만 교육적 효과를 기대할 수 있다.

셋째, 인간-AI 협력 역량은 인공지능과 협력활동을 수행하고 이를 능동적으로 내면화하는 학습자 중심의 활동중심수업을 통해 향상할 수 있다. 역량이란 암기한 지식이 아닌 특정 상황에서 필요한 지식, 기술, 태도 및 가치를 활용할 수 있는 체화된 내공(OECD, 2002)이다. 본 연구에서도 인간-AI 협력 역량은 교사가 일방적으로 가르칠 수 없으며, 학습자가 주도적으로 문제상황을 보고, 느끼고, 해결하는 경험을 수행하고 그 과정을 성찰하는 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 능동적으로 구성할 수 있음을 확인하였다. 예컨대 본 연구에서 교수자와 학습자 모두 인간-AI 협력 역량 향상에 도움이 되었던 활동으로 탐색 과제를 제공해 인공지능과 협력하는 방법을 스스로 시도해보는 활동, 실제적 협력과제를 수행하는 과정에서 발생한 시행착오와 경험을 교수자 또는 동료 학습자와 공유하고, 잘한 점, 아쉬운 점, 앞으로의 계획을 적어보는 활동을 언급하였다. 즉, 인간-AI 협력 역량은 지식전달수업보다는 실제 체험을 기반으로 지식을 구성하고, 성찰을 통해 능동적으로 내면화하는 학습자 중심 활동을 통해 효과적으로 향상할 수 있다.

넷째, 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업을 실행할 때 교수자가 주의해야 할 점이 몇 가지 있다. 우선, 학습자가 인공지능과의 협력을 경험하고, 지식을 스스로 구성해나갈 수 있는 시간을 충분히 제공해주어야 한다는 점이다. 이때 학습자의 인공지능에 대한 친숙도 및 이해 정도, 기기 활용 능력, 문제이해 및 정보처리능력 등에 따라 과업수행 속

도에 개인차가 발생해 일부 학습자가 과제를 완료하지 못하거나 수업이 지연되는 상황이 발생할 수 있다. 따라서 교수자는 수준별 과제를 제공해 학습자가 선택하는 기회를 제공하는 것이 좋으며, 방과 후나 자투리 시간을 추가로 제공해 모든 학습자가 과제를 완성하는 성공의 경험을 할 수 있도록 하는 것이 중요하다. 그리고 인공지능 팀원이 가진 특성을 이해하는 첫 주제에 상대적으로 많은 시수를 배당하여 중·하위권 학습자들도 인공지능과 친해질 수 있는 충분한 시간을 마련해야 한다. 나아가 인간-AI 협력 역량 관련 지식, 기술, 태도를 안내할 때 있어서 학습 대상을 고려하여 용어의 수준을 적절히 선택할 필요가 있다. 특히 어린 학습자일수록 인공지능과 협력 시 필요한 지식이나 기술을 구체적이고 상상하기 쉬운 직관적인 언어로 풀어서 안내해야 학습자들이 쉽게 이해하고, 활동이 원활히 진행될 수 있겠다.

본 연구는 인공지능을 단순히 사용하는 소비자가 아닌 인공지능과 효과적으로 협업해 새로운 것을 창조할 수 있는 AI 핵심 인재를 양성하기 위하여 교육체계를 혁신하고, AI 기초소양교육 관련 기초 연구를 수행하는 등 전 국가적인 노력(관계부처합동, 2020)을 기울이는 이 시점에 참고할만한 설계·개발 연구의 사례를 제시하였다는 측면에서 시의적절하고, 유의미한 연구라 할 수 있다. 앞으로 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 교육의 활성화를 통해 인공지능과의 공생과 공존이 필요한 미래를 효과적으로 대비해나가는 것이 필요하겠다.

3. 연구의 제한점 및 제언

모든 국민이 갖추어야 할 AI 기초소양으로서 인간-AI 협력 역량을 향상하기 위한 활동중심수업의 설계원리를 개발하고, 이를 적용한 효과와 개선점을 살펴보았으나 일부 제한점을 지닌다. 연구에서 드러난 제한점과 추후 연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 연구 대상과 도구, 연구 맥락을 다양화하여 추가 연구를 수행함으로써 본 연구에서 개발한 설계원리의 완성도를 높일 필요가 있다. 본

연구에서 개발한 설계원리는 문헌 고찰과 전문가 검토 등 내적 타당화 과정을 거쳤으며 초등학교 6학년 한 학급을 대상으로 현장 적용을 통한 외적 타당화 과정을 거쳤다. 다만, 해당 표본이 모든 대상을 대표한다고 말하기 어려우며, 다양한 환경에서 해당 설계원리를 적용하고 개선점을 확인함으로써 본 설계원리의 현장 적용 가능성을 향상할 필요가 있다. 따라서 학교급, 학년, 교과목, 인공지능도구를 다양화해 설계원리를 적용하고, 사용성 평가를 통해 설계원리를 지속적으로 정교화하여 설계원리의 범용성과 유용성을 높이는 후속연구가 요구된다.

둘째, 본 설계원리를 적용한 수업의 효과성을 양적·질적 차원에서 엄격하게 입증하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 자기 보고식 형태의 객관식 설문지와 문제상황에 대한 원인 및 해결방안을 서술하는 주관식 검사지를 단일집단에 적용하여 인간-AI 협력 역량의 사전·사후 변화를 검증하였다. 다만, 본 연구에서 활용한 단일집단의 사전, 사후 실험설계는 처치 효과의 타당성을 입증하는 데 한계가 있다. 인과관계를 확실하게 확인하기 위해서는 동질성을 확보한 통제집단을 설정한 실험설계를 추가로 진행하는 것이 필요하다. 또한 본 연구는 인간-AI 협력 역량을 검사지를 활용하여 간접적으로 측정하였으나, 인공지능과 협력하는 모습을 관찰하여 인지적, 정의적, 심동적 영역의 변화를 직접적으로 확인하지 못했다는 제한점이 있다. 따라서 본 설계원리를 활용한 향후 연구에서는 통제집단의 설정을 통한 실험설계를 통해 연구결과의 신뢰도를 높일 필요가 있으며, 인공지능과 협력하는 모습을 직접 관찰하여 수업의 효과를 추가로 분석할 필요가 있겠다.

셋째, 장기적인 관점에서 본 설계원리를 적용하고 효과성을 확인할 필요가 있다. 본 연구에서는 총 6차시에 걸친 기간 동안 설계원리를 적용한 수업을 하였다. ‘인공지능의 특성 이해하기’, ‘인공지능과 의사소통하기’, ‘인공지능과 협력과제 수행하기’ 등 인간-AI 협력 역량을 구성하는 요소를 기르는 주제로 수업 절차를 구성하고 그 효과를 확인하였으나, 지식, 기술, 태도를 충분히 연습하고 내면화하기에는 다소 짧은 기간이었다. 따라서 후속 연구에서는 적용 기간을 늘려 설계원리의 장기적인 효

과를 분석할 필요가 있겠다.

나아가 인공지능 선도학교 운영을 통한 연구 지원, 인공지능교육 연수 제공 등 인공지능교육 활성화를 위한 지원이 이루어지고 있으나 여전히 인공지능교육에 부담을 느끼는 교사가 많다. 인간의 존엄성 상실, 비윤리적인 판단으로 인한 신체적, 정서적 피해 등 인공지능의 도입에 대한 두려움과 우려를 표하는 목소리 또한 존재한다. 따라서 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 교육을 효과적으로 실행하기 위해선 학교와 지자체는 물론 국가적 차원에서 사회·문화적, 물리적, 제도적 지원을 적극적으로 제공해야 할 것이다. 예컨대, 사회·문화적 차원에서 교원 연수 등을 통해 현직 교사들과 인간-AI 협력 역량의 필요성에 대한 공감대를 형성해야 한다. 인공지능 시대는 이제는 거스를 수 없는 시대적 흐름이다. 따라서 인공지능의 기계적 의사결정에 지배당하지 않으면서도 인류의 번영에 기여하는 방향으로 효과적으로 활용하기 위해서는 인공지능을 협력 가능한 주체로 수용하고, 서로의 능력을 증강하는 방식으로 과업을 조율해나가는 인간-AI 협력 역량이 필수적임을 이해해야 할 것이다. 물리적인 차원에서는 교사들이 참고하기 쉬운 교과서 또는 지도서, 수업 공유 사이트 등의 플랫폼을 통해 다양한 교과에서 활용할 수 있는 인공지능도구와 수업에 관한 풍부한 사례와 자료를 안내함으로써 교수자가 협력수업 아이디어를 쉽게 구상할 수 있도록 도와야 한다. 개인별 기자재와 교내 무선망 등을 인공지능과의 다양한 협력 경험을 구성할 수 있는 물리적 환경 또한 확보해야 할 것이다. 나아가 제도적 차원에서 교수역량 함양을 돕는 관련 연수와 교원학습공동체를 활성화함으로써 학습자에게 인간-AI 협력 역량을 기르는 양질의 교육을 제공할 수 있도록 지원해야 할 것이다.

참 고 문 헌

강미정, 김경미, 신상규, 신중휘, 양천수, 이경민, 이영준, 이진경, 조영임, 최인영 (2020). **『인공지능과 포스트휴머니즘』**. 서울: 이학사

강정찬 (2016). 반성적 성찰 기법 활용을 통한 예비교사의 수업설계 능력 향상 전략 탐색. **학습자중심교과교육연구, 16**(1), 231-261.

강진숙 (2018).포스트휴먼 담론의 사유와 미학적-윤리적 역량 연구. **한국언론학보, 62**(3), 385-414.

관계부처 합동 (2020). **인공지능시대, 교육정책방향과 핵심과제**. Retrieved from https://www.korea.kr/archive/expDocView.do?docId=39237

고학수, 정해빈, 박도현 (2019). 인공지능과 차별. **저스티스, 171**, 199-277.

교육부 (2020a). **정보, AI 역량을 기르고, 차세대 교육기반을 조성하며, 모두가 누리는 정보교육 종합계획[안] [2020년-2024년]**. Retrieved from https://policy.nl.go.kr/search/searchDetail.do?rec_key=SH2_PLC20200251570

교육부 (2020b). **실과(기술가정) 정보과 교육과정(제2020-236호) 수정** (2020.9.11.). Retrieved from https://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=141&boardSeq=81884&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=1&s=moe&m=040401&opType=N

교육부 (2021). **더 나은 미래, 모두를 위한 교육 2022 개정 교육과정 총론 주요사항[시안]**. Retrieved from https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=89671&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=1&s=moe&m=020402&opType=N

권승아, 강지혜 (2020). 중학교 교과별 활동중심수업에서의 학습자 및 교

사 특성이 학업성취도에 미치는 영향. **학습자중심교과교육연구, 20**(9), 553-577.

권혁일 (2002). 수행평가를 위한 교육공학적 접근: 웹기반 전자포트폴리오 개발. **교육공학연구, 18**(1), 51-70.

김갑수, 박영기 (2017). 초등학생의 인공지능 교육을 위한 교수 학습 모델 개발 및 적용. **정보교육학회논문지, 21**(1), 137-147.

김관훈 (2019). **스마트기기를 활용한 협력학습에서 상호작용의 질 향상을 위한 지원전략 개발**. 서울대학교 석사논문.

김경원, 우애자 (2016). 학습 맥락을 고려한 활동 중심 과학 수업의 효과. **학습자중심교과교육연구, 16**(6), 1-25.

김귀훈 (2018). 표준·시험인증 기술 동향-네트워크 머신러닝 국제 표준 기술동향. **TTA Journal**, 80-86.

김명락 (2020). **『이것이 인공지능이다』**. 서울: 슬로디미디어.

김복순 (2007). 학습자 중심 수업이 상-하위 학생에게 미치는 영향. **언어연구, 24**(2), 1-18.

김선희, 정선영 (2016). 사례기반학습이 인지적 문제해결력과 사회적 문제해결력에 미치는 영향. **학습자중심교과교육연구, 16**(2), 963-985.

김성민, 연승준 (2020). ETRI AI 실행전략 1: 인공지능 핵심기술 선제적 확보, **전자통신동향분석, 35**(7), 3-12.

김성애 (2021). 토픽모델링을 활용한 초·중등 인공지능 교육 관련 연구 동향 분석에 따른 기술교육의 방향과 과제. **한국기술교육학회지, 21,** 106-124.

김성원, 이영준 (2020a). 중학생의 인공지능에 대한 태도 검사 도구 개발. **컴퓨터교육학회 논문지, 23**(3),17-30.

김성원, 이영준 (2020b). 한국 고등학생의 인공지능에 대한 태도. **한국융합학회논문지, 11**(12), 1-13.

김성원, 이영준 (2022). 중학생의 인공지능 리터러시 검사 도구 개발. **한국컴퓨터정보학회논문지, 27**(3), 225-238.

김송주, 박광렬 (2020). 초등교육과정 기반의 인공지능 기본학습 콘텐츠 개발. **한국실과교육학회지, 33**, 203-219.

김수환, 김성훈, 이민정, 김현철 (2020). K-12 학생 및 교사를 위한 인공지능 교육에 대한 고찰. **컴퓨터교육학회 논문지, 23**(4), 1-11.

김인영 (2020). 역량기반 교양교육 설계 요건과 적용에 관한 탐색적 연구. **교양교육연구**, **14**(6), 237-251.

김재상 (2017). **인간과 인공지능 기기의 상호작용이 EFL 환경에서 초등학생들의 협업적 언어습득에 미치는 영향.** 광주교육대학교 대학원 석사논문.

김재웅, 이문형 (2021). 초등 인공지능교육 프로그램 개발에 관한 연구-'트랜스휴먼'과 '미래직업탐색'을 중심으로. **만화애니메이션연구**, 549-582.

김준혁 (2016). 인공지능을 통한 비본질주의적 사유에 대한 의철학적 전망. **의철학연구, 21,** 83-112.

김진석 (2021). 인공지능 리터러시 기반 초·중등교육의 내용과 교수·학습 방안 탐구. **한국초등교육, 32**(3), 19-35.

김진석, 장은숙 (2021). 초등영어학습자의 창의성 함양을 위한 인공지능 리터러시 기반 스토리텔링. **한국초등교육, 32**, 113-128.

김진수, 박남제 (2019). 초등과정 인공지능 학습 원리 이해를 위한 보드게임 기반 게이미피케이션 교육 실증. **정보교육학회논문지, 23**(3), 229-235.

김진아, 김영길, 장민수, 이영한, 류제광, 우성호, ... 최윤호 (2021). 생명체의 유연한 자연지능 모사 방법과 데이터 기반 방법을 융합한 통합 인공지능. **정보과학회지, 39**(12), 30-41.

김진형 (2020). **『AI 최강의 수업』** . 서울: 매경출판.

김한성, 전수진, 최승윤, 김성애 (2020). 인공지능의 이해와 사회적 영향력에 관한 교육 프로그램 개발 및 적용. **컴퓨터교육학회 논문지, 23**(2), 21-29.

김환석 (2017). 인공지능 시대를 보는 이론적 관점들. 사회와이론, 31,

41-62.
김혜은 (2022). **영어 작문에서 학습자와 인공지능 번역기의 상호작용 유형 연구.** 서울대학교 석사논문.
김홍겸, 박창수, 정시훈, 고호경 (2018). 미래교육에서의 인간 교사와 인공지능 교사의 상호보완적 관계에 대한 소고. **교육문화연구, 24**(6), 189-207.
김홍래 (2021). 코딩 교육에서 사회적 구성의 의미에 관한 고찰. **정보교육학회논문지, 25**(1), 217-226.
김훈석 (2018). 음악과 인공지능의 상호관계 연구: 공존과 지배의 관점에서 본 인공지능. **문화산업연구, 18**(1), 125-134.
나일주, 정현미 (2001). 웹기반 가상교육프로그램 개발을 위한 활동모형 개발. **교육공학연구, 17**(2), 91-115.
남호엽, 조현기 (2020). 사회과에서 인공지능교육의 유형화와 현장 적용 탐색. **한국초등교육, 31**, 119-133.
류미영, 한선관 (2019). 딥러닝 개념을 위한 인공지능 교육 프로그램. **정보교육학회논문지, 23**(6), 583-590.
류재훈, 최윤미, 김령희, 유영만 (2016). 행위자 네트워크 이론 (actornetworktheory) 을 기반으로 한 교육공학의 학문적 정체성 탐구. **교육공학연구, 32**(1), 1-27.
문수진 (2009). **집단지성 기반의 대안적 학습조직 모델 개발에 관한 연구.** 한양대학교 석사논문.
박민정(2009). 역량기반 교육과정의 특징과 비판적 쟁점 분석: 내재적 가능성과 딜레마를 중심으로, **교육과정연구, 27**(4), 한국교육과정학회, 71-94.
박상언 (2021). 딥러닝 중심의 자연어 처리 기술 현황 분석. **한국빅데이터학회지, 6**(1), 63-81.
박성익, 임철일, 이재경, 최정임 (2011). **교육방법의 교육공학적 이해.** 파주: 교육과학사.
박성익, 임철일, 이재경, 최정임, 조영환 (2021). **교육공학과 수업.** 파주:

교육과학사.
박정호 (2021). 국내 인공지능교육 연구 동향 분석. **에듀테인먼트연구, 3**(2), 51-62.
박휴용 (2019). 포스트휴먼 시대 학습자의 존재론적 이해와 학습이론 패러다임의 변화. **교육방법연구, 31,** 121-145.
박휴용 (2020). 포스트휴먼 리터러시 – 개념 및 범주, 이론적 기반, 그리고 교육의 방향. **리터러시연구, 11**(1), 11-55.
박수아, 최세정 (2018). 인공지능 스피커 만족도와 지속적 이용의도에 영향을 미치는 요인: 기능적, 정서적 요인을 중심으로. **정보사회와 미디어, 19**(3), 159-182.
배영권, 유인환, 유원진, 김우열 (2021). 초등학교 AI 교육을 위한 교육과정 구성 연구. **정보교육학회논문지, 25**(2), 279-288.
백승수 (2020). 핵심역량기반 교양교육의 당면 과제와 개선 방향. **교양교육연구, 14**(3), 11-23.
설동준 (2018). **행위자네트워크이론과 체화된 인지 이론으로 본 인공지능 시대의 지식과 학습의 개념에 대한 탐구.** 한양대학교 석사논문.
설연경 (2020). '변혁적 역량기반 (Transformative Competencies)' 미래지향적 교육설계 방안. **교양교육연구, 14**(3), 25-38.
성은모 (2009). 이러닝 학습환경에서 디지털 텍스트 구조의 시각표상 설계원리 개발연구. **한국교육공학회, 25**(3), 105-133.
성지현, 조영환, 조규태, 허선영, 양선환 (2017). 학습자 중심 교육에서 디지털교과서의 역할 탐색. **교육정보미디어연구, 23**(4), 831-859.
손승남 (2020). AI 시대 교양기초교육의 교수학적 재음미. **교양교육연구, 14**(4), 11-23.
손원성 (2020). 인공지능 (AI) 교육 플랫폼을 활용한 SW 교육 수업안 개발: 초등학교 고학년을 중심으로. **정보교육학회논문지, 24**(5), 453-462.
송정범 (2020). 초등학교 저학년 대상 인공지능 도구 활용 STEAM 교육

프로그램 개발. **한국디지털콘텐츠학회, 21**(12), 2135-2142.
신민희 (2012). 학습성과 수행평가를 위한 루브릭 개발과 적용에 관한 연구. **공학교육연구, 15**(5), 108-118.
신승기 (2019). Computational Thinking 기반의 인공지능교육 프레임워크 및 인지적학습환경 설계. **정보교육학회논문지, 23**(6), 639-653.
신원섭 (2020a). 운동과 에너지에서 인공지능 융합 과학교육의 가능성 탐색 연구. **에너지기후변화교육, 10**(1), 73- 86.
신원섭 (2020b). 초등 생물분류 학습에서 인공지능 융합교육의 적용 사례 연구. **초등과학교육, 39**(2), 284-295.
신진선, 조미헌 (2021). 초등학생을 위한 활동중심 인공지능 융합 교육 프로그램 개발 및 적용. **정보교육학회논문지, 25**(3), 437-448.
안지연, 박태정, 홍선주 (2020). 대학 교양 미술 교육에서 인공지능의 활용 방향 탐색. **미술교육논총, 34**(3), 107-132.
양혜진, 김혜영, 신동광, 이장호 (2019). 인공지능 음성챗봇기반 초등학교 영어 말하기 수업 연구. **Multimedia-Assisted Language Learning, 22**(4), 184-205.
연은경 (2013). **사례기반학습을 위한 사례 설계 원리 개발 연구.** 서울대학교 박사논문.
염지윤 (2022). **인공지능 챗봇 기반 실시간 온라인 영어 말하기 수업 설계원리 개발.** 서울대학교 석사논문.
유수정 (2017). 4 차 산업혁명과 인공지능. **한국멀티미디어학회지, 21**(4), 1-8.
윤관기 (2021). 인공지능 (AI) 을 활용한 음악교과 창작수업 지도방안 연구. **교육연구, 80,** 369-385.
윤마병, 이종학, 백제은 (2016). 알파고와 이세돌의 챌린지 매치에서 분석된 인공지능 시대의 학습자 역량을 위한 토포필리아 융합 과학교육. **한국융합학회논문지, 7**(4), 123-131.
윤수정 (2007). CSCL에서 공유 리더십과 질문활용 스캐폴딩이 협력적 문제해결에 미치는 영향. **교육학연구, 45**(4), 115-144.

윤정일, 김민성, 윤순경, 박민정 (2007). 인간 능력으로서의 역량에 대한 고찰: 역량의 특성과 차원. **교육학연구, 45**(3), 233-260.

이경화, 강현영, 고은성, 이동환, 신보미, 이환철, 김선희 (2016). 과정 중심 평가의 실행을 위한 방향 탐색. **수학교육학연구, 26**(4), 819-834.

이광춘, 주용우 (2020). 사람과 인공지능의 일자리 경쟁 요인과 협업 방안. **디지털융합논문지, 6**(2), 39-50.

이봉재 (2005). 인공지능과 인간중심주의: 인공지능의 연구방법론에 대한 철학적 해석. **대동철학, 31**, 81-98.

이상욱 (2009). 인공지능의 한계와 일반화된 지능의 가능성: 포스트 휴머니즘적 맥락. **과학철학, 12**(1), 49-70.

이성하 (2019). 대학의 학생활동중심수업에 적용한 학생 참여 전략과 평가 전략 및 교육적 효과 질적 탐색. **학습자중심교과교육연구, 19**(3), 663-687.

이성혜 (2020). 디자인씽킹 프로세스 기반의 인공지능 (AI) 교육 프로그램 적용 효과분석. **컴퓨터교육학회 논문지, 23**(4), 49-59.

이영호 (2021). 인공지능 융합 교육 프로그램 개발 및 효과성 분석. **정보교육학회논문지, 25**(1), 71-79.

이유미, 박윤수 (2021). AI 리터러시 개념 설정과 교양교육 설계를 위한 연구. **어문론집, 85**, 451-474.

이은경 (2020). 국내외 초·중등학교 인공지능 교육과정 분석. **컴퓨터교육학회 논문지, 23**(1), 37-44.

이인화 (2019). 핵심역량으로서 의사소통 역량의 하위요소 분석. **교육과정평가연구, 22**(3), 1-29.

이재호, 이승훈, 이동형 (2021). 초등 AI 융합교육 프로그램의 교육 효과성 분석. **정보교육학회논문지, 25**(3), 471-481.

이재호, 이승규, 이승훈 (2021). AI 융합 교육이 초등학생의 AI 인식에 미치는 영향. **정보교육학회논문지, 25**(3), 483-490.

이재현 (2016). 피드-포워드: 21 세기 미디어, 화이트헤드, 포스트-현상

학. **사이버커뮤니케이션학보, 33**(3), 201-237.
이지혜, 하윤정 (2016). 학업적 자기효능감, 학습동기, 학습전략이 학업성취도에 미치는 영향: 교수자 중심 수업과 학습자 중심 수업 비교. **학습자중심교과교육연구, 16**(5), 259-278.
이철현 (2020). AI 시대 역량 함양을 위한 실과 소프트웨어교육의 방향. **실과교육연구, 26**(2), 41-64.
임미인, 김혜미, 남지현, 홍옥수 (2021). 인공지능 (AI) 활용 초등수학수업 지원시스템의 교수·학습 적용 방안 모색. **대한수학교육학회지, 23**(2), 251-270.
임미진 (2017.09.10.). [2030년 미래직업리포트] 초당 1억장 검토하는 AI 변호사…변호사 "인간 대체 멀었다". **중앙일보.** Retrieved from https://www.joongang.co.kr/article/21882465
임철일, 조영환, 장선영, 하미리 (2005). 사용자 중심 설계 모형에 관한 개발 연구: 웹기반 문제중심학습을 중심으로. **교육학연구, 43**(3), 231-263.
장연주, 최승윤, 조현기, 김현철 (2022). 초중등 학생을 위한 인공지능 윤리 교육 프로그램 개발 및 적용. **컴퓨터교육학회 논문지, 25**(5), 1-14.
정동규 (2017). 인공지능 기술과 주요 적용 산업 동향. **한국정보기술학회지, 15**(2), 21-28.
조영환 (2022). 교육적 관점에서 본 인공지능. 정대홍, 조영환, 임철일, 손미현, 김민성, 이상일, 김선희, 류나영, 김기택, 이병민, 성민창, 성상환, 이옥선, 박재범, 이경화, 유연주, 조정효, 문공주, 박동열, ... 강은희 (편), **인공지능 시대, 교사가 만드는 미래학교** (pp. 19-48). 파주: 교육과학사.
조영환, 이현경, 조규태, 박세진 (2019). 디지털 교과서 활용 수업을 위한 참여적 설계의 효과와 제한점. **교육정보미디어연구, 25**(4), 767-795.
조영환, 허선영, 성지현, 조규태 (2017). **미래학교 수업모형 개발연구:**

활동중심수업을 중심으로. 서울: (주)테크에듀.
조일현 (2010). 대학 프로젝트 수업 환경에서 분업화, 상호작용, 공유정신 모형이 팀 수행성과와 개인 학습에 미치는 영향. **교육공학연구, 26**(3), 1-20.
최서연 (2022). **인공지능 교육시스템 기반 초등학교 수학 수업 설계모형 개발.** 서울대학교 석사논문.
최숙영 (2022). AI 리터러시 프레임워크에 대한 연구. **컴퓨터교육학회논문지, 25**(5), 73-84.
최은선, 박남제 (2021). K-NN 알고리즘 이해를 기반한 머신러닝 교육 프로그램의 개발 및 적용. **정보교육학회논문지, 25**(1), 175-184.
최형신 (2014). Computational Thinking 역량 계발을 위한 수업 설계 및 평가 루브릭 개발. **정보교육학회논문지, 18**(1), 57-64.
태혜신, 김선영 (2019). 인공지능과 예술의 융합 양상에 관한 탐색적 고찰. **한국무용과학회지, 36**(2), 27-42.
한국정보화진흥원 (2018). **2030 시나리오를 통해 본 일하는 방식의 변화 방향과 시사점**. Retrieved from https://www.nia.or.kr/site/nia_kor/ex/bbs/View.do?cbIdx=25932&bcIdx=19695
한선관 (2020). 인공지능 소양을 위한 디지털 콘텐츠. **한국컴퓨터정보학회논문지, 25**(12), 93-100.
한동균 (2021). AI 시대, 사회적 공감 교육의 필요성과 방안. **한국초등교육, 32,** 55-71.
한안나 (2011). 대학의 동료 튜터링 프로그램에서 인식된 튜터의 역할이 만족도와 학습성과판단에 미치는 영향. **학습자중심교과교육연구, 11**(4). 467-494.
한조은, 박세희, 정보람, 김종원, 이선경 (2015). 프로젝트 기반 에너지기후 변화 학습에 참여한 초등학생의 경험과 역량. **에너지기후변화교육, 5**(2), 53-67.
허경섭 (2010). 학습자의 활동중심의 내재적 가치 탐색. **교육철학, 50,**

235-256.
홍기칠 (2004). 구성주의적 자기주도학습을 위한 학습력 분석과 학습모형 개발. **교육심리연구, 18**(1), 75-98.
홍미선, 조정원 (2022). 컴퓨팅 사고력 함양을 위한 경험학습 기반 인공지능 교육의 설계 원리 및 개념모형 개발. **컴퓨터교육학회 논문지, 25**(3), 61-77.
홍선호, 윤택남, 이삭, 오은진 (2021). 초등영어교육에서 음성대화형 챗봇 활용 방법론 탐색 및 효과. **한국초등교육, 31**(5), 31-55.
홍성욱 (2019). **『포스트휴먼 오디세이』**. 서울: 휴머니스트.
홍수민, 임철일 (2021). 인공지능 스피커를 활용한 언어교육에서 교수자의 스캐폴딩 전략 개발. **교육공학연구, 37**(2), 309-341.
Aiken, R. M., & Epstein, R. G. (2000). Ethical guidelines for AI in education: Starting a conversation. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 11*, 163-176.
Akata, Z., Balliet, D., De Rijke, M., Dignum, F., Dignum, V., Eiben, G., ... & Welling, M. (2020). A research agenda for hybrid intelligence: augmenting human intellect with collaborative, adaptive, responsible, and explainable artificial intelligence. *Computer, 53*(08), 18-28.
Albacete, P., Jordan, P., Lusetich, D., Chounta, I. A., Katz, S., & McLaren, B. M. (2018, June). Providing proactive scaffolding during tutorial dialogue using guidance from student model predictions. In *International Conference on Artificial Intelligence in Education,* 20-25.
Andras, P., Esterle, L., Guckert, M., Han, T. A., Lewis, P. R., Milanovic, K., ... & Wells, S. (2018). Trusting intelligent machines: Deepening trust within socio-technical systems. *IEEE Technology and Society Magazine, 37*(4), 76-83.
Akgun, S., & Greenhow, C. (2021). Artificial intelligence in education:

Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 1-10.

Baker, R. S., & Hawn, A. (2021). Algorithmic bias in education. *International Journal of Artificial Intelligence in Education,* 1-41.

Bandura, A. (1986). *Prentice-hall series in social learning theory. Social foundations of thought and action: A social cognitive theory.* Englewood Cliffs, NJ.

Baxter, P., Ashurst, E., Read, R., Kennedy, J., & Belpaeme, T. (2017). Robot education peers in a situated primary school study: Personalisation promotes child learning. *PloS one, 12*(5), 1-23.

Bender, W. N. (2012). *Project-based learning : Differentiating instruction for the 21st century.* Corwin.

Big Innovation Centre. (2020). *AI in education: Embedding AI tools into teaching curricula.* Big Innovation Centre.

Biswas, G., Segedy, J. R., & Bunchongchit, K. (2016). From design to implementation to practice a learning by teaching system: Betty's Brain. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 26*(1), 350-364.

Blikstein, P. (2018). Time to make hard choices for AI in education. In *Keynote talk at the 2018 International Conference on Artificial Intelligence in Education* (AIED 2018).

Bloom, B. (1956). *Taxonomy of educational objective, handbook I: Cognitive Domain.* New York: David Mckay.

Bostrom, N. (2017). *Superintelligence.* NY: Oxford University Press.

Braidotti, R. (2013). Posthuman humanities. *European Educational Research Journal, 12*(1), 1-19.

Bringula, R. P., Fosgate Jr, I. C. O., Garcia, N. P. R., & Yorobe, J. L. M. (2018). Effects of pedagogical agents on students'

mathematics performance: a comparison between two versions. *Journal of Educational Computing Research, 56*(5), 701-722.

Brown, J. S., Collins, A., & Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational researcher, 18*(1), 32-42.

Butchibabu, A., Sparano-Huiban, C., Sonenberg, L., & Shah, J. (2016). Implicit coordination strategies for effective team communication. *Human factors, 58*(4), 595-610.

Buttussi, F., & Chittaro, L. (2019). Humor and fear appeals in animated pedagogical agents: An evaluation in aviation safety education. *IEEE Transactions on Learning Technologies, 13*(1), 63-76.

Cakula, S., & Salem, A. B. M. (2013). E-learning developing using ontological engineering. *WSEAS transactions on Information Science and Applications, 1*(1), 14-25.

Cañas, J. J. (2022). AI and Ethics When human beings collaborate with AI agents. *Frontiers in Psychology, 13*, 836650-836650.

Carvalho, L., Martinez-Maldonado, R., Tsai, Y. S., Markauskaite, L., & De Laat, M. (2022). How can we design for learning in an AI world?. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 3,* 1-9.

Cassell, J., & Bickmore, T. (2000). External manifestations of trustworthiness in the interface. *Communications of the ACM, 43*(12), 50-56.

Challen, R., Denny, J., Pitt, M., Gompels, L., Edwards, T., & Tsaneva-Atanasova, K. (2019). Artificial intelligence, bias and clinical safety. *BMJ Quality & Safety, 28*(3), 231-237.

Chen, H., Park, H. W., & Breazeal, C. (2020). Teaching and learning with children: Impact of reciprocal peer learning with a social robot on children's learning and emotive engagement.

Computers & Education, 150, 1-19.

Chen, J. Y., Lakhmani, S. G., Stowers, K., Selkowitz, A. R., Wright, J. L., & Barnes, M. (2018). Situation awareness-based agent transparency and human-autonomy teaming effectiveness. *Theoretical issues in ergonomics science, 19*(3), 259-282.

Chen, L., Chen, P., & Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *Ieee Access, 8,* 75264-75278.

Chi, M. T. (2009). Active constructive interactive: A conceptual framework for differentiating learning activities. *Topics in cognitive science, 1*(1), 73-105.

Ching, C. C., & Hursh, A. W. (2014). Peer modeling and innovation adoption among teachers in online professional development. *Computers & Education, 73*, 72-82.

Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticehip: Teaching the crafts of reading, writing, and arithmetic. In L. B. Resnick (Ed.), *Knowing, learning and instruction: Essays in the honor of Robert Glaser* (pp. 453 - 494). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Creswell, J. W. (2012). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches.* Thousand Oaks, CA: Sage.

Cuzzolin, F., Morelli, A., Cîrstea, B., & Sahakian, B. J. (2020). Knowing me, knowing you: Theory of mind in AI. *Psychological Medicine, 50,* 1057 - 1061.

Dellermann, D., Ebel, P., Söllner, M., & Leimeister, J. M. (2019). Hybrid intelligence. *Business & Information Systems Engineering, 61*(5), 637-643.

Deloitte. (2018). *Tech trends 2018 The symphonic enterprise.* Deloitte Insights.

Dennen, V. P. (2004). Cognitive apprenticeship in educational practice:

Research on scaffolding, modeling, mentoring, and coaching as instructional strategies. In D. H. Jonassen (Ed.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 813-828). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Dewey, J. (2008) *Experience and education. In J. A. Boydston (ed.) John Dewey—the later works, 1925 - 1953* (8rd ed.). Carbondale, IL : Southern Illinois University Press.

de Visser, E. J., Monfort, S. S., McKendrick, R., Smith, M. A. B., McKnight, P. E., Krueger, F., & Parasuraman, R. (2016). Almost human: Anthropomorphism increases trust resilience in cognitive agents. *Journal of Experimental Psychology: Applied, 22,* 331 - 349.

Dickey, M. D. (2008). Integrating cognitive apprenticeship methods in a Web-based educational technology course for P-12 teacher education. *Computers and Education, 51*(2), 506-518.

Dijkstra, J. J. (1999). User agreement with incorrect expert system advice. *Behaviour & Information Technology, 18*(6), 399-411.

Dochy, F., Segers, M., Bossche, P. V. d., & Gijbels, D. (2003). Effects of problem-based learning: A meta-analysis. *Learning and Instruction, 13,* 533-568.

Du Boulay, B. (2019). Escape from the Skinner Box: The case for contemporary intelligent learning environments. *British Journal of Educational Technology, 50*(6), 2902-2919.

Du, S., & Xie, C. (2021). Paradoxes of artificial intelligence in consumer markets: Ethical challenges and opportunities. *Journal of Business Research, 129,* 961-974.

Dzindolet, M. T., Peterson, S. A., Pomranky, R. A., Pierce, L. G., & Beck, H. P. (2003). The role of trust in automation reliance.

International journal of human-computer studies, 58(6), 697-718.

Edwards, A. (2018). Animals, humans, and machines: Interactive implications of ontological classification. *Human-machine Communication: Rethinking Communication, Technology, and Ourselves,* 29-50.

Edwards, A., Edwards, C., & Gambino, A. (2020). The social pragmatics of communication with social robots: Effects of robot message design logic in a regulative context. *International Journal of Social Robotics, 12*(4), 945-957.

Epley, N., Waytz, A., & Cacioppo, J. T. (2007). On seeing human: A three-factor theory of anthropomorphism. *Psychological Review, 114*(4), 864.

Ericsson, K. A.,& Charness, N. (1994). Expert performance:Its structure and acquisition. *American Psychologist, 49*(8), 725-747.

Feine, J., Gnewuch, U., Morana, S., & Maedche, A. (2019). A taxonomy of social cues for conversational agents. *International Journal of Human-Computer Studies, 132,* 138-161.

Fenwick, T., & Edwards, R. (2014). Networks of knowledge, matters of learning, and criticality in higher education. *Higher Education, 67*(1), 35-50.

Friend, M., & Cook, L. (2010). *Interactions: Collaboration skills for school professionals* (6th ed.). Boston: Pearson.

Fryer, L. K., Ainley, M., Thompson, A., Gibson, A., & Sherlock, Z. (2017). Stimulating and sustaining interest in a language course: An experimental comparison of Chatbot and Human task partners. *Computers in Human Behavior, 75,* 461-468.

Gable, R. K., & Wolf, J. W. (1993). *Instrument development in the affective domain: Measuring attitudes and values in corporate and school settings.* Boston: Kluwer Academic.

Gambino, A., Fox, J., & Ratan, R. A. (2020). Building a stronger CASA: Extending the computers are social actors paradigm. *Human-Machine Communication, 1*, 71-85.

Gartner. (2019). Hype cycle for emerging technologies, 2019. Retrieved from https://www.gartner.com/en/documents/3956015/hype-cycle-for-emerging-technologies-2019.

Goertzel, B. (2007). *Artificial general intelligence* (Vol. 2). C. Pennachin (Ed.). New York: Springer.

Graham, J. R., & Barter, K. (1999). Collaboration: A social work practice method. *Families in Society, 80*(1), 6-13.

Griffin, P., & Care, E. (Eds.). (2014). *Assessment and teaching of 21st century skills: Methods and approach.* Springer.

Hayes, C. C., & Miller, C. A. (2010). *Human-computer etiquette: Cultural expectations and the design implications they place on computers and technology.* Boca Raton, FL: CRC Press

Hafizoğlu, F. M., & Sen, S. (2019). Understanding the influences of past experience on trust in human-agent teamwork. *ACM Transactions on Internet Technology (TOIT), 19*(4), 1-22.

Hancock, P. A., Billings, D. R., Schaefer, K. E., Chen, J. Y., De Visser, E. J., & Parasuraman, R. (2011). A meta-analysis of factors affecting trust in human-robot interaction. *Human Factors, 53*(5), 517-527.

Han, X., Hu, F., Xiong, G., Liu, X., Gong, X., Niu, X., ... & Wang, X. (2018). Design of AI+ curriculum for primary and secondary schools in Qingdao. In *2018 Chinese Automation Congress (CAC),* 4135-4140.

Hannafin, M. J., & Land, S. M. (1997). The foundations and assumptions of technology-enhanced student-centered learning

environments. *Instructional Science, 25,* 167-202.

Hart, C. (2001). *Doing a Literature Search: A Guide for the Social Sciences.* London, UK: Sage Publications.

Herman, L. P., & Morrell, M. (1999). Educational progressions: Electronic portfolios in a virtual classroom. *The Journal, 26*(11), 86-89.

Ho, A., Hancock, J., & Miner, A. S. (2018). Psychological, relational, and emotional effects of self-disclosure after conversations with a chatbot. *Journal of Communication, 68*(4), 712-733.

Hoc, J. (2000). From human-machine interaction to human-machine cooperation. *Ergonomics, 43*(7), 833-843.

Horstmann, A. C., & Krämer, N. C. (2019). Great expectations? Relation of previous experiences with social robots in real life or in the media and expectancies based on qualitative and quantitative assessment. *Frontiers in Psychology, 10,* 1-14.

Hwang, G. J., Xie, H., Wah, B. W., & Gašević, D. (2020). Vision, challenges, roles and research issues of Artificial Intelligence in Education. Computers and Education: *Artificial Intelligence, 1*, 1-5.

IAAE (2021). The AI Ethics Charter. Retrieved from https://iaae.ai/aicharter

Inbar, O., & Meyer, J. (2019). Politeness counts: Perceptions of peacekeeping robots. *IEEE Transactions on Human-Machine Systems, 49,* 232 - 240.

Järvelä, S., Kirschner, P. A., Panadero, E., Malmberg, J., Phieli , C., Jaspers, J., Koivuniemi, M., & Järvenoja, H. (2015). Enhancing socially shared regulation in collaborative learning groups: designing for CSCL regulation tools. *Educational Technology Research and Development, 63*(1), 125-142.

Jonassen, D. H. (1997). Instructional design models for well-structured and Ill-structured problem-solving learning outcomes. *Educational Technology Research and Development, 45*(1), 65-94.

Jonassen, D. H. (1999). Designing constructivist learning environments. In C. M. Reigeluth (Ed.), *Instructional design theories and models: A new paradigm of instructional theory* (2nd ed., pp. 215-239). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Jonassen, D. H. (2013). First principles of learning. In J. M. Spector, B. B. Lockee, S. E. Smaldino & M. C. Herring (Eds.), *Learning, problem solving, and mindtools: Essays in honor of David H. Jonassen* (pp. 287-297). NY: Routledge.

Kagan, S. (1985). *Dimensions of cooperative classroom structures.* New York: Plenum Press.

Kapur, M. (2010). Productive failure in mathematical problem solving. *Instructional Science, 38,* 523-550.

Kim, S. W., & Lee, Y. (2022). The Artificial Intelligence Literacy Scale for Middle School Students. *Journal of the Korea Society of Computer and Information, 27*(3), 225-238.

Kim, J., Lee, H., & Cho, Y. H. (2022). Learning design to support student-AI collaboration: perspectives of leading teachers for AI in education. *Education and Information Technologies,* 1-36.

Kim, J., Merrill, K., Xu, K., & Sellnow, D. D. (2020). My teacher is a machine: Understanding students' perceptions of AI teaching assistants in online education. *International Journal of Human - Computer Interaction, 36*(20), 1902 - 1911.

Kim, T., & Song, H. (2021). How should intelligent agents apologize to restore trust? Interaction effects between anthropomorphism

and apology attribution on trust repair. *Telematics and Informatics, 61,* 1-14.

Kitto, K. (2014). A contextualised general systems theory. *Systems, 2*(4), 541 - 565

Kolb, D. A. (2014). *Experiential learning: Experience as the source of learning and development.* New Jersey: FT press.

Krueger J. (2014) Human-Machine Collaboration. In: The International Academy for Production Engineering, Laperrière L., Reinhart G. (eds) *CIRP Encyclopedia of Production Engineering.* Springer, Berlin, Heidelberg.

Kurzweil, R. (2006). The singularity is near: When humans transcend biology. NY: Penguin Press.

Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. B*iometrics,* 159-174.

Latour, B. (1993). *We Have Never Been Modern.* Cambridge, MA: Harvard University Press.

Latour, B. (2007). *Reassembling the social: An introduction to actor-network-theory.* NY: Oxford University Press.

Lee, D., Huh, Y., & Reigeluth, C. M.(2015). Collaboration, intragroup conflict, and social skills in project-based learning. *Instructional Science, 43*(5), 561-590.

Lee, S. A., & Liang, Y. J. (2019). Robotic foot-in-the-door: Using sequential-request persuasive strategies in human-robot interaction. *Computers in Human Behavior, 90*, 351-356.

Lee, J. D., & See, K. A. (2004). Trust in automation: Designing for appropriate reliance. *Human Factors, 46*(1), 50-80.

Lee, K. F. (2018). *AI superpowers: China, Silicon Valley, and the new world order.* Boston: Houghton Mifflin Harcourt. 박세정, 조성숙 역 (2019). **AI 슈퍼파워.** 파주: 이콘.

Leimeister, J. M. (2010). Collective intelligence. *Business & Information Systems Engineering, 2*(4), 245-248.

LeMahieu, P. G., & Reilly, E. C. (2004). Systems of coherence and resonance: Assessment for education and assessment of education. In M. Wilson (Eds.), *Toward coherence between classroom assessment and accountability: 104th Yearbook of the National Society for the Study of Education*. Chicago: National Society for the Study of Education.

Licklider, J. C. (1960). Man-computer symbiosis. *IRE Transactions on Human Factors in Electronics,* 4-11.

Lin, X., Hmelo, C., Kinzer, C. K., & Secules, T. J. (1999). Designing technology to support reflection. *Educational Technology Research and Development, 47*(3), 43-62.

Lin, X. D., & Lehman, J. (1999). Supporting learning of variable control: On the importance of making students' thinking explicit. *Journal of Research in Science Teaching, 36*(7), 837-858.

Liu, C. H., & Matthews, R. (2005). Vygotsky's Philosophy: Constructivism and Its Criticisms Examined. *International Education Journal, 6*(3), 386-399.

Long, D., & Magerko, B. (2020). What is AI literacy? Competencies and design considerations. In *Proceedings of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems,* 1-16.

Lynn, M. (1986). Determination and quantification of content validity. *Nursing Research, 35,* 382-385.

Madhavan, P., & Wiegmann, D. A. (2007). Similarities and differences between human-human and human-automation trust: an integrative review. *Theoretical Issues in Ergonomics Science, 8*(4), 277-301.

Mager, R. F.(1962), *Preparing Instructional Objectives*, Palo Alto,

Calif: Fearson, 정우현 역 (1972), **『학습지도를 위한 행동적 수업목표의 설정』**, 교육과학사.

Markauskaite, L., Marrone, R., Poquet, O., Knight, S., Martinez-Maldonado, R., Howard, S., ... & Siemens, G. (2022). Rethinking the entwinement between artificial intelligence and human learning: What capabilities do learners need for a world with AI?. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 3,* 1-16.

Matthews, G., Hancock, P. A., Lin, J., Panganiban, A. R., Reinerman-Jones, L. E., Szalma, J. L., & Wohleber, R. W. (2021). Evolution and revolution: Personality research for the coming world of robots, artificial intelligence, and autonomous systems. *Personality and Individual Differences, 169,* 1-11.

Mayer, R. C., Davis, J. H., & Schoorman, F. D. (1995). An integrative model of organizational trust. *Academy of Management Review, 20*(3), 709-734.

Michinov, N., & Michinov, E. (2009). Investigating the relationship between transactive memory and performance in collaborative learning. *Learning and Instruction, 19*(1), 43-54.

Muir, B. M. (1987). Trust between humans and machines, and the design of decision aids. *International Journal of Man-Machine Studies, 27*(5-6), 527-539.

Munro, R. (2009). Actor-network theory. In S. R. Clegg & M. Haugaard (Eds.), *The SAGE handbook of power* (pp. 125-139). London: Sage.

Musick, G., O'Neill, T. A., Schelble, B. G., McNeese, N. J., & Henke, J. B. (2021). What Happens When Humans Believe Their Teammate is an AI? An Investigation into Humans Teaming with Autonomy. *Computers in Human Behavior, 122,* 1-14.

Nass, C., Fogg, B. J., & Moon, Y. (1996). Can computers be teammates?. *International Journal of Human-Computer Studies, 45,* 669 - 678.

Nass, C., & Moon, Y. (2000). Machines and mindlessness: Social responses to computers. *Journal of Social Issues, 56*(1), 81-103.

Nass, C., Moon, Y., & Carney, P. (1999). Are people polite to computers? Responses to computer based interviewing systems 1. *Journal of Applied Social Psychology, 29*(5), 1093-1109.

Nass, C., Moon, Y., & Green, N. (1997). Are machines gender neutral? Gender stereotypic responses to computers with voices. *Journal of Applied Social Psychology, 27*(10), 864-876.

Nass, C., & Steuer, J. (1993). Voices, boxes, and sources of messages: Computers and social actors. *Human Communication Research, 19*(4), 504-527.

Namin, S. & Jason, K. Y. C. (2004). Direct and indirect effects of online learning on distance education. *British Journal of Educational Technology. 35*(3). 275-288.

Ng, D. T. K., Leung, J. K. L., Chu, S. K. W., & Qiao, M. S. (2021). Conceptualizing AI literacy: An exploratory review. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 2,* 1-11.

Ng, D. T. K., Luo, W., Chan, H. M. Y., & Chu, S. K. W. (2022). Using digital story writing as a pedagogy to develop AI literacy among primary students. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 3,* 1-14.

NLEC (2020). Networked learning: Inviting redefinition. *Postdigital Science and Education, 3*(2), 312-325.

NPEC (2002). *Defining and Assessing Learning: Exploring Competency-Based Initiatives. Report of the National Postsecondary Education Cooperative Working Group on*

Competency-Based Initiatives in Postsecondary Education. National Postsecondary Education Cooperative(NPEC).

NSTC (2016). *Preparing for the Future of Artificial Intelligence.* Retrieved from https://obamawhitehouse.archives.gov/sites/default/files/whitehouse_files/microsites/ostp/NSTC/preparing_for_the_future_of_ai.pdf

OECD (2002). *Definition and selection of competences(DESECO): Theoretical and conceptual foundations*. OECD Press.

Osoba, O. A., & Welser IV, W. (2017). *An intelligence in our image: The risks of bias and errors in artificial intelligence.* Rand Corporation.

Oh, C., Song, J., Choi, J., Kim, S., Lee, S., & Suh, B. (2018, April). I lead, you help but only with enough details: Understanding user experience of co-creation with artificial intelligence. In *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems,* 1-13.

Ouyang, F., & Jiao, P. (2021). Artificial intelligence in education: The three paradigms. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 2*, 1-6.

Parasuraman, R., & Miller, C. A. (2004). Trust and etiquette in high-criticality automated systems. *Communications of the ACM, 47,* 51 - 55.

Parasuraman, R., & Manzey, D. H. (2010). Complacency and bias in human use of automation: An attentional integration. *Human Factors, 52*(3), 381-410.

Pollard, A., Collins, J., Simco, N., Swafield, S., Warin, J., & Warwick, P. (2008). *Reflective teaching-Effective and evidence-informed professional practice (3th ed.).* NY: Continuum International Publishing Group.

Qin, F., Li, K., & Yan, J. (2020). Understanding user trust in artificial intelligence based educational systems: Evidence from China. *British Journal of Educational Technology, 51*(5), 1693-1710.

Ramchurn, S. D., Stein, S., & Jennings, N. R. (2021). Trustworthy human-AI partnerships. *Iscience, 24*(8), 1-23.

Richards, D., & Dignum, V. (2019). Supporting and challenging learners through pedagogical agents: Addressing ethical issues through designing for values. *British Journal of Educational Technology, 50*(6), 2885-2901.

Richey, R. D., & Klein, J. D. (2007). *Design and development research: Methods, strategies, and issues.* NJ: Lawrence Erlbaum. 정현미, 김광수 역 (2012). **교육공학연구를 위한 설계·개발연구.** 서울: 학지사.

Rico, R., Sánchez-Manzanares, M., Gil, F., & Gibson, C. (2008). Team implicit coordination processes: A team knowledge - based approach. *Academy of Management Review, 33*(1), 163-184.

Riedl, M. O. (2019). Human-centered artificial intelligence and machine learning. *Human Behavior and Emerging Technologies, 1*(1), 33 - 36.

Rousseau, D. M., Sitkin, S. B., Burt, R. S., & Camerer, C. (1998). Not so different after all: A cross-discipline view of trust. *Academy of Management Review, 23*(3), 393-404.

Roschelle, J., & Teasley, S. D. (1995). The construction of shared knowledge in collaborative problem solving. In *Computer supported collaborative learning. 69-97.* Springer, Berlin, Heidelberg.

Rotgans, J. I., & Schmidt, H. G. (2009). *Situational interest, task engagement, and achievement in an active-learning environment.* San Diego: American Educational Research

Association.

Rubio, D. M., Berg-Weger, M., Tebb, S.S., Lee, E. S., & Rauch, S. (2003). Objectifying content validity: Conducting a content validity study in social work research. *Social Work Research, 27*(2), 94-104.

Rummel, N., Spada, H., & Hauser, S. (2009). Learning to collaborate while being scripted or by observing a model. *International J ournal of Computer-Supported Collaborative Learning, 4*(1), 69-92.

Russell, S. J., & Norvig, P. (2016). *Artificial intelligence: A modern approach. Prentice-Hall.* Hoboken, New Jersey.

Salomon, G., Perkins, D. N., & Globerson, T. (1991). Partners in cognition: Extending human intelligence with intelligent technologies. *Educational Researcher, 20*(3), 2-9.

Schoonderwoerd, T. A., van Zoelen, E. M., van den Bosch, K., & Neerincx, M. A. (2022). Design patterns for human-AI co-learning: A wizard-of-Oz evaluation in an urban-search-and-rescue task. *International Journal of Human-Computer Studies, 164,* 1-13.

Seeber, I., Bittner, E., Briggs, R. O., De Vreede, T., De Vreede, G. J., Elkins, A., ... & Söllner, M. (2020). Machines as teammates: A research agenda on AI in team collaboration. I*nformation & Management, 57*(2), 1-22.

Shanahan M. (2015). *The technological singularity.* MIT Press.

Shin, W. S., & Shin, D. H. (2020). A study on the application of artificial intelligence in elementary science education. *Journal of Korean Elementary Science Education, 39*(1), 117-132.

Schön, D. (1992). The Theory of Inquiry: Dewey's Legacy to Education, *Curriculum Inquiry, 22*(2), 119-139.

Singleton, R. A., Straits, B. C. (2005). *Approaches to social research (4th ed.)*. NY: Oxford University Press.

Skinner, B. F. (1965). *Science and human behavior*. Simon & Schuster.

Skjuve, M., Følstad, A., Fostervold, K. I., & Brandtzaeg, P. B. (2021). My chatbot companion-a study of human-chatbot relationships. *International Journal of Human-Computer Studies, 149*, 1-14.

So, K. H. (2009). Curricular-historical base and its liberal nature of competence-based education. *The Journal of Curriculum Studies, 27*(1), 1-20.

Sowa, K., Przegalinska, A., & Ciechanowski, L. (2021). Cobots in knowledge work: Human - AI collaboration in managerial professions. *Journal of Business Research, 125,* 135-142.

Spence, P. R., Westerman, D., Edwards, C., & Edwards, A. (2014). Welcoming our robot overlords: Initial expectations about interaction with a robot. *Communication Research Reports, 31*, 272 - 280.

Srinivasan, V., & Takayama, L. (2016). Help me please: Robot politeness strategies for soliciting help from humans. *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems,* 4945-4955.

Stadler, M., Herborn, K., Mustafić, M., & Greiff, S. (2020). The assessment of collaborative problem solving in PISA 2015: An investigation of the validity of the PISA 2015 CPS tasks. *Computers & Education, 157*, 1-11.

Stowers, K., Brady, L. L., MacLellan, C., Wohleber, R., & Salas, E. (2021). Improving Teamwork Competencies in Human-Machine Teams: Perspectives From Team Science. *Frontiers in Psychology, 12,* 1-6.

Süße, T., Kobert, M., & Kries, C. (2021). Antecedents of Constructive

Human-AI Collaboration: An Exploration of Human Actors' Key Competencies. In *Proceeding of 22nd Working Conference on Virtual Enterprises,* 113-124.

Suzuki, Y., Galli, L., Ikeda, A., Itakura, S., & Kitazaki, M. (2015). Measuring empathy for human and robot hand pain using electroencephalography. *Scientific Reports, 5*(1), 1-9.

Taguma, M., Feron, E., & Lim, M. H. (2018). *Future of education and skills 2030: Conceptual learning framework.* Organization of Economic Co-operation and Development.

Tang, K. Y., Chang, C. Y., & Hwang, G. J. (2021). Trends in artificial intelligence-supported e-learning: A systematic review and co-citation network analysis (1998–2019). *Interactive Learning Environments,* 1-19.

Terveen, L. G. (1995). Overview of human-computer collaboration. *Knowledge-Based Systems, 8*(2-3), 67-81.

Thrift, N. (2000). Afterwords. *Environment and Planning D: Society and Space,* 18(2), 213-255.

Thrift, N. (2008). *Non-representational theory: Space, politics, affect.* NY: Routledge.

Tyler, R.(1949), *Basic principles of curriculum and instruction,* University of Chicago Press, 이해명 역 (1987), **『교육과정과 학습지도의 기본원리』**, 교육과학사

Von Bertalanffy, L. (1968). *General system theory: Foundations, development, applications.* George Braziller.

Voorhees, R. A. & Voorhees, A. B. (2017). Principles for competency-based education. In C. M. Reigeluth, B. J. Beatty, R. D. Myers (Eds.), *Instructional-design theorys and models, Volume IV: The learner-centered paradigm of education.* New York, NY: Routledge.

Vygotsky, L. S., & Cole, M. (1978). *Mind in society: Development of higher psychological processes.* MA: Harvard university press.

Walliser, J. C., de Visser, E. J., Wiese, E., & Shaw, T. H. (2019). Team structure and team building improve human-machine teaming with autonomous agents. *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making, 13*(4), 258-278.

Walz, C. F., Strickland, O., & Lenz, E. (1991). *Measurement in nursing research (2nd ed.).* Philadelphia: F. A. Davis.

Wang, T., & Cheng, E. C. (2022). Towards a tripartite research agenda: A scoping review of artificial intelligence in education research. Artificial Intelligence in Education: Emerging Technologies, *Models and Applications,* 3-24.

Wiethof, C., Tavanapour, N., & Bittner, E. (2021). Implementing an intelligent collaborative agent as teammate in collaborative writing: Toward a synergy of humans and AI. In *Proceedings of the 54th Hawaii International Conference on System Sciences,* 400-409.

Willcocks, L. (2020). Robo-Apocalypse cancelled? Reframing the automation and future of work debate. *Journal of Information Technology, 35*(4), 286-302.

Wood, D. J., & Gray, B. (1991). Toward a comprehensive theory of collaboration. *The Journal of Applied Behavioral Science, 27*(2), 139-162.

Wooldridge, M., & Jennings, N. R. (1995). Intelligent agents: Theory and practice. *The Knowledge Engineering Review, 10*(2), 115-152.

Xu, Z., Wijekumar, K., Ramirez, G., Hu, X., & Irey, R. (2019). The effectiveness of intelligent tutoring systems on K-12 students' reading comprehension: A meta-analysis. *British Journal of*

Educational Technology, 50(6), 3119-3137.

Zheng, N., Liu, Z., Ren, P., Ma, Y., Chen, S., Yu, S., Xue, J., Chen, B., & Wang, F. (2017). Hybrid-augmented intelligence: Collaboration and cognition. *Frontiers of Information Technology & Electronic Engineering, 18*(2), 153 - 179.

Zicari, R. V., Brodersen, J., Brusseau, J., Düdder, B., Eichhorn, T., Ivanov, T., ... & Westerlund, M. (2021). Z-Inspection®: A process to assess trustworthy AI. *IEEE Transactions on Technology and Society, 2*(2), 83-97.

부 록

[부록 1] 전문가 검토 설문지
[부록 2] 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 초기 설계원리 및 상세지침
[부록 3] 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 2차 설계원리 및 상세지침
[부록 4] 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 최종 설계원리에 대한 해설 및 예시
[부록 5] 사전 검사지
[부록 6] 사후 검사지
[부록 7] 주관식 채점기준표
[부록 8] 사후 설문지
[부록 9] 교수자 면담지
[부록 10] 학습자 면담지
[부록 11] 수업 절차
[부록 12] 수업 지도안
[부록 13] 수업자료

[부록 1] 전문가 검토 설문지

인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업
1차 전문가 검토 설문지

안녕하십니까?
바쁘신 중에도 소중한 시간을 내어 주셔서 감사합니다.

본 설문지는 '인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리'를 위해 도출된 구성요소와 설계원리 타당화와 연구 도구 검토를 받기 위해 제작되었습니다.

본 설문지는 1. 연구 소개 부분과 2. 설계원리 타당도 검토 3. 연구 도구 검토 부분으로 구성되어 있습니다. 1. 연구 소개 부분은 1) 연구의 기본사항 2) 연구 방법으로 구성되었고, 2. 설계원리 타당도 검토 부분은 1) 설계원리 전반에 대한 타당화 질문지, 2) 개별 설계원리 및 상세 지침에 대한 타당화 질문지로 구성되어 있습니다. 본 연구에서 개발 중인 수업의 설계원리에 대한 설명을 살펴보시고 타당성, 설명력, 유용성, 보편성, 이해도 측면에서 설계원리를 평가해 주시기 바랍니다. 귀하의 솔직하고 성의 있는 응답은 본 연구를 위해 매우 귀중한 자료가 될 것입니다. 3. 연구 도구 검토 부분은 인간-AI 협력 역량을 측정하는 도구의 타당성을 확인하는 데 목적이 있습니다. 설문 문항을 검토하신 후 수정 및 보완이 필요한 문항에 대해 간단한 검토 의견을 적어주시길 바랍니다.

설문 문항에 응답하는데 걸리는 소요시간은 약 1시간 정도입니다. 응답 결과는 모두 익명으로 처리되며, 오직 연구를 위한 자료로만 사용될 것임을 약속드립니다. 응답해주시어 제공해주시는 고귀한 의견은 본 연구 목적을 달성하기 위해서 유용하게 활용될 것입니다.

'전문가 프로필' 부분에 작성해주시는 정보는 익명화되어 논문에 제시되며 전문가임을 증명하기 위해 전문분야와 최종학력, 소속과 경력 부분이 논문에 제시될 것임을 말씀드립니다.

바쁘신 와중에 검토에 응해주셔서 진심으로 감사드립니다.

연구자: 서울대학교 교육학과 교육공학전공 석사과정 송혜빈
연구자 연락처: 010-3434-9524

※ 전문가 프로필

1. 귀하의 최종 학력을 선택해 주십시오.

   ☐ 학사 ☐ 석사재학 ☐ 석사 ☐ 박사재학 ☐ 박사

2. 전문 분야(예. 교육공학, 인공지능기반교육 등)를 적어주십시오. _____

3. 소속(직책)을 적어주십시오. _____

4. 귀하의 연구 또는 실무 경력은 총 몇 년입니까? _____ 년

1. 연구 소개

1) 연구의 기본사항

- **연구 제목**: 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 개발
- **연구 목적**: 본 연구는 학습자의 인간-AI 협력 역량 향상을 위해 인공지능 기반 활동중심수업을 하고자 할 때 교수자가 참고할 수 있는 효과적인 설계원리를 개발하는 것

- **연구의 필요성**

초(超) 연결과 초(超) 지능화로 불리는 4차 산업혁명 기술의 발전에 힘입어 '인공지능', '딥러닝', '포스트모더니즘'에 대한 논의가 뜨겁게 전개되고 있다. 인공지능에 관한 관심이 급속도로 커진 것은 2016년 3월 '알파고'라는 인공지능 신기술이 이세돌 9단과의 바둑 경기에서 4대 1이라는 승리를 거둔 충격적인 사건 이후부터이다. 인공지능이 인간의 능력을 뛰어넘을 수 있을 정도로 발전하였다는 것을 보여준 단적인 예였으며 앞으로 인공지능이 인간의 역할을 대체하고 인간의 자리를 빼앗지 않을까 하는 우려가 제기되었다. 하지만 인공지능과 데이터를 연결한 디지털 플랫폼(Digital platform) 시대에 인간은 교육, 의료, 법률, 예술, 금융 등 다양한 분야에서 인공지능과 협력 및 공존의 가능성을 모색하고 있다. 예컨대 의료 분야에서는 인공지능과 병리학자가 협력해 암세포를 진단한 결과 오차율이 0.5%를 보였으며, 인공지능 단독으로 진단할 때의 오차율 7.5%, 병리학자가 단독으로 진단할 때의 오차율 3.5 % 에 비해 오진 가능성을 크게 줄였다(NSTC, 2016). 법률 분야에서는 미국의 대형 법무법인 베이커 앤드 호스테틀러(Baker & Hostetler)가 활용하고 있는 로봇 변호사 '로스'(ROSS)는 초당 1억 장의 판례를 검토한 후 가장 적적할 판례를 추천해 인간 변호사의 변호 업무를 효율적으로 지원하고 있다(임미진, 2017.09.10.). Akata와 동료들(2020)은 인간과 인공지능이 한 팀을 이루어 시너지 효과를 내는 시스템으로서 하이브리드 지능 시스템(Hybrid intelligence system)의 필요성과 사례를 탐색하였다. 하이브리드 지능 시스템은 공동의 목표를 달성하기 위해 개별 에이전트의 강점을 상호보완적으로 활용해 서로의 능력을 증강(augment)하는 방식으로 협력적 네트워크를 구성함으로써 인간과 인공지능의 공존, 공생, 공진화를 지향하는 시스템이다(Dellermann et al., 2019). 이 시스템은 협력 과정에서 인간과 인공지능이 차이를 기반으로 상호 간 강점을 살려 역할 분담하며, 지속적인 상호작용 속에서 학습 및 동적인 과업 조정 활동을 수행한다. 이를 통해 개인일 때는 달성할 수 없는 우수한 성과를 달성하고, 개별 에이전트의 능력도 동시에 향상할 수 있다. 그 외에도 여러 연구에서 인간과 인공지능 간 협력 프레임워크를 제안하고 효과적인 협력을 위해 인공지능과 인간에게 요구되는 과제를 탐색하고 있다(Akata et al., 2020; Ramchurn et al., 2021; Sowa, Przegalinska, & Ciechanowski, 2021; Stowers, Brady, MacLellan, Wohleber, & Salas, 2021; Terveen, 1995).

하지만 지금까지 이루어진 연구 대부분은 이러한 인간과 인공지능의 파트너십을 강화하기 위해 고품질의 의사소통이 가능하고 높은 신뢰성과 설명가능성을 충족하는 인공지능 역량을 향상하는 데 초점을 둔다는 한계가 있다(Akata et al., 2020; Hancock et al., 2011; Sowa et al., 2021; Walliser,de Visser, Wiese, & Shaw, 2019). 손승남(2020)은 인공지능의 발전이 인간을 노동에서 해방하고 삶을 풍요롭게 해줄 것이라는 장밋빛 전망과 함께 인간의 일자리와 인간성 자체마저 위기에 처하게 할지 모른다는 부정적 전망이 공존한다는 점을 언급하며 인간에

게 인공지능과 바람직한 협력을 촉진하는 포스트 휴먼 리터러시(박휴용, 2020)가 절실히 필요함을 지적하였다. 예컨대, 인공지능과 효과적으로 협력하기 위해 서로가 어떤 분야에 전문성을 가졌는지 이해하고, 적절한 신뢰 관계를 형성해야 하며, 상호 간 갈등을 효과적으로 조정하고 적응해나갈 수 있는 능력이 필요하다(Michinov & Michinov, 2009). 인공지능의 자동화된 결정이 초래하는 위험을 관리하고 의사결정을 통합해 학습을 주도적으로 이끄는 에이전시 또한 갖출 필요가 있다(Gartner, 2019; Ouyang & Jiao, 2021). 이처럼 인공지능과 바람직한 협력 및 공존 관계를 형성하기 위해 현재 학습자들이 무엇을 어떠한 방식으로 준비해야 하는지에 대한 논의가 구체화 되어야 한다(Hwang, Xie, Wah, & Gašević, 2020).

국가적으로도 '인공지능 시대 교육정책방향 및 핵심과제'을 발표하며, 인간과 인공지능이 공존하는 미래 패러다임에서 필요한 교육으로서 인공지능과 적극적으로 협업해 새로운 것을 창조할 수 있는 AI 핵심 인재를 양성하고자 한다. 이를 위해 인공지능 지식학습을 넘어 미래 기초 역량으로서 '인공지능과 소통하고 협력하는 소양'을 기르는 교육을 2025년까지 초·중등 정규 교육과정에 도입할 예정이다(관계부처합동, 2020). 여러 인공지능 리터러시 연구에서도 인공지능과 효과적으로 의사소통하며 협력하는 능력과 태도를 갖추는 것을 인공지능 기초 역량으로서 제시하고 있다(김성원, 이영준, 2022; 김수환, 김성훈, 이민정, 김현철, 2020; 김진석, 2021; 이철현, 2020; 한선관, 2020; Long & Magerko, 2020; Markauskaite et al., 2022; Ng, Leung, Chu, & Qiao, 2021; Süße, Kobert, & Kries, 2021). 하지만 지금까지 국내 초·중등 인공지능 교육은 보통 컴퓨팅사고력을 중심으로 한 소프트웨어교육의 연장선에서 이루어지고 있으며, 인공지능과 효과적으로 상호작용하고, 협력하는 역량을 기르기 위한 구체적인 교육내용이나 교수학습 방안, 관련 교육 연구나 사례는 매우 부족한 상황이다. 역량은 개인적, 사회적 요구를 성공적으로 충족시키는 지식, 기능, 태도, 가치를 포괄하는 개념으로서(OECD, 2002), 인공지능과의 협력에 필요한 지식, 기술, 태도 및 가치는 실제적인 맥락 속에서 스스로 과제를 해결하고 그 과정과 결과를 반성적으로 성찰하는 학습자 중심의 수업을 통해 효과적으로 함양할 수 있다(백승수, 2020; Dewey, 2008; Hannafin & Land, 1997; Jonassen, 1999; Voorhees & Voorhees, 2017).

이러한 배경에서 본 연구에서는 미래사회를 준비하는 방안으로 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 인공지능 기반 활동중심수업에 대한 원리와 구체적인 지침을 마련해보고자 한다.

- **용어의 정의**

가. 인공지능

인공지능(Artificial intelligence)은 인간의 학습, 추론, 지각, 논증, 자연어 이해 능력 등을 컴퓨팅 기술로 인공적으로 구현한 프로그램 또는 시스템이다(김송주, 박광렬, 2017). 교육에서 활용하는 인공지능(AIED) 유형은 크게 교수 모델, 영역 모델, 학습자 모델을 기반으로 맞춤형 콘텐츠를 전달하는 지능형 튜터링 시스템(Intelligent tutoring system), 구성주의 관점에서 학습자 스스로 지식을 구성하도록 모델링, 코칭, 스캐폴딩, 학습 패턴 분석 등 학습을 지원하는 지능형 학습환경(Intelligent learning environment), 인공지능 스피커, 인공지능 번역기, 웹툰 창작 앱 투닝(Tooning), NVIDIA의 GauGan 등 학습 과제를 효과적으로 해결하기 위해 활용하는 지능형 도구(Intelligent tool)로 세분화할 수 있다(박성익, 임철일, 이재경, 최정임, 조영환, 2021;

Cakula, & Salem, 2013). 본 연구에서 활용하는 인공지능의 유형은 지능형 도구(Intelligent tool)로 한정하며, 지능형 도구(Intelligent tool) 중에서도 인간 또는 환경과 상호작용 과정에서 얻는 데이터로부터 지식을 추출해 스스로 학습하는 기계학습(Machine learning)을 기반으로 한 인공지능을 파트너로 여기고 실제적 과제를 함께 해결하는 협력 활동을 설계하고자 한다.

나. 인간-AI 협력 역량

본 연구에서 인간-AI 협력 역량은 공동의 목표를 달성하기 위해 인공지능과 강점을 상호보완적으로 활용하도록 과업을 적절히 분담하고, 지속적인 상호작용 속에서 인공지능과 지식을 공유, 조정, 융합할 수 있는 개인의 능력으로 정의한다(Dellermann et al., 2019; Markauskaite et al., 2022; Ramchurn et al., 2021; Sowa et al., 2021; Süße et al., 2021). 세부 역량으로는 첫째, 인공지능의 특성에 대해 이해하는 능력이다. 구체적으로 팀원으로서 협력할 인공지능이 정보를 처리하는 방식, 강점과 약점, 성공 및 오류 가능성 등 능력과 특성을 객관적으로 분석, 이해할 수 있는 능력이다. 둘째, 인공지능과 의사소통하는 능력이다. 구체적으로 인공지능의 기술적 특성을 고려해 인공지능이 이해하기 쉽게 절차적이고 명확하게 표현하는 능력이 필요하다. 더불어 인공지능과의 상호작용 과정을 모니터링하면서 인공지능이 생성하는 오류나 실수를 발견할 시엔 피드백을 제공하고 현재 상태나 상황에 대한 정보를 지속적으로 제공함으로써 상호작용의 질을 향상할 수 있는 능력이 필요하다. 셋째, 인공지능 제안의 타당성과 적절성을 평가하고 협력 과정과 결과에 건설적으로 반영할 수 있는 능력 또한 필요하다. 예컨대 인공지능의 제안을 주체적으로 수용하여 계획의 세부 사항을 구체화해나가고, 인공지능의 결과물 일부를 수정 및 발전시키는 등 협력 활동을 조정해 나가는 것이다. 넷째, 인공지능에 대한 윤리적, 도덕적 평가 및 성찰 능력이다. 인공지능이 편향된 데이터를 토대로 의사결정을 내려 장기적으로 윤리적, 정서적 피해와 부작용이 발생할 위험이 있는 경우에는 이를 개발자에게 신고, 공유하여 인공지능의 위험성을 억제하고 감시할 수 있어야 하며 협력활동 내내 윤리적, 도덕적 규칙을 준수하며 책임있는 의사결정을 내려야 한다. 다섯째, 인공지능을 단순한 도구가 아닌 훌륭한 특성을 가진 협력 동료로 인식하는 능력이다. 구체적으로 공동의 목표를 달성하기 위해 인공지능과 상호보완적으로 협력하는 것이 상호 간 이익을 제공한다는 인식을 바탕으로 인공지능을 팀원으로 수용해 적절한 애정과 연대, 소속감을 느끼는 것이 필요하다(Markauskaite et al., 2022; NLEC, 2021).

다. 활동중심수업

본 연구에서 활동중심(Activity-Based) 수업은 적극적·능동적 존재로서 학습자가 삶의 맥락과 연결된 실제적 과제를 해결하기 위해 상호작용적이고 구성적인 활동에 주도적으로 참여하는 가운데 협력적으로 지식을 구성하고 핵심 역량을 함양해나가는 학습자 중심 수업으로 정의한다. 교사 주도의 강의식 수업과 달리 학습자 위주의 활동중심수업에서는 학습자가 학습 활동 전 과정에 능동적으로 참여할 수 있도록 교과의 특성 및 학습자의 흥미를 반영한 학습 목표를 제시하며, 개인 또는 소집단 협력을 통해 해결할 수 있는 실제적 과제(task)를 설계한다. 문제해결, 탐구, 토의토론, 공동창작 등 상호작용적이고 구성적인 교수 방법을 활용해 협력적으로 지식 구성하는 환경을 조성하고, 학습자 스스로 경험에 대한 자기 성찰(self-reflection)을 통해 학습을 내면화하는 과정을 강조한다. 나아가 교수자는 학습자가 목표하는 방향으로 성장할 수 있도록 학습 경험을 설계하고 학습을 안내, 점검, 촉진하는 역할을 한다는 특징이 있다(권승아, 강지혜,

2020; 김복순, 2007; 성지현 외, 2017; 이성하, 2019; 이지혜, 하정윤, 2016; 조영환 외, 2019; 조영환 외, 2017; Chi, 2009; Jonassen, 2013; Kapur, 2010).

.

- **연구문제**

첫째, 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리는 어떻게 구성되는가?
둘째, 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리는 내적으로 타당한가?
셋째, 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리를 적용한 수업의 효과성은 어떠한가?

2) 연구방법

본 연구는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업을 실시하고자 할 때 교수자가 참고할 수 있는 효과적인 설계원리를 개발하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 Richey와 Klein(2007)이 제시한 설계개발연구 유형 중 모형 연구(Type Ⅱ)의 방법을 적용하였다. 연구 절차별 연구 활동은 〈표1〉과 같다.

〈표1〉 연구 절차별 연구 활동

연구 절차	연구 활동
연구문제 정의	▪ 선행 문헌 검토를 통한 연구의 필요성 분석 ▪ 연구문제 도출
↓	
초기 설계원리 개발	▪ 선행 문헌 탐색 - 인간과 인공지능 간의 협력, 인공지능과의 협력에 영향을 미치는 조건, 인간-AI 협력 역량 ▪ 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리 및 상세지침 도출
↓	
내적 타당화	▪ **인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리 및 상세지침에 대한 전문가 검토** ▪ 설계원리와 상세지침 수정 및 보완
↓	
현장 적용	▪ 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리를 적용한 수업 설계 및 실시
↓	
수업의 효과성 평가	▪ 자료 수집 및 분석: 사전·사후 검사, 사후 설문, 심층 면담 - 사전·사후 검사: 인간-AI 협력 역량, 인공지능에 대한 태도 - 사후 설문: 상황흥미, 수업만족도 - 심층 면담: 교수자, 학습자 면담

수업 설계원리와 상세지침을 도출하기 위한 문헌 검토는 Creswell(2012)이 제안한 방법과 순서를 참고한다. 우선, 연구의 핵심 용어를 규명하고 관련 문헌을 탐색한 후 적절한 문헌을 선정하여 내용을 분석, 종합하였다. 본 연구에서는 인간과 인공지능 간의 협력', '인공지능과의 협력

에 영향을 미치는 요인', '인간-AI 협력 역량'을 핵심 키워드로 선정하였으며 추가로 'human- ai collaboration', 'human competency for human - ai collaboration','guidance/guidelines for human- ai collaboration', 'hybird intelligence', 'trust for human - ai collaboration', 'human - ai interaction' ,'AI literacy' 등의 키워드를 사용하였다. 한국교육학술정보원이 제공하는 학술연구정보서비스(http://riss.kr), 구글 학술검색 서비스(http://scholar.google.co.kr), I.S.I의 데이터베이스인 Web of Science (http://webofknowledge.com/WOS) 등의 데이터베이스를 활용하여 관련 자료를 수집하였다. 이후 수집한 자료 중에서 연구문제와 관련성이 높고, 평판이 좋은 출판사가 발간하거나 인용 지수가 높은 학술지에 게재된 문헌(Hart, 2001)을 우선적으로 검토하였다. 구체적으로 인간과 인공지능 간의 협력 관련 개념, 특징, 인공지능과의 협력이 갖는 의미와 필요성을 탐색하였으며, 인공지능과의 협력에 영향을 미치는 요인 및 인간에게 요구되는 역량과 관련된 문헌을 고찰하면서 인간-AI 협력 역량 향상을 지원하는 전략 또는 설계원리, 처방적인 함의를 띈 내용을 분석하였다. 분석 결과를 토대로 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 구성요소와 일반적인 수업 설계원리, 처방적인 상세지침을 확인하였다.

설계원리는 선행문헌 검토를 통해 확인된 원리들과 가이드라인을 인공지능기반 교육 모형(Kim et al., 2022)을 토대로 유목화하고 재진술하는 과정을 통해 개발하였다. 인공지능기반교육모형은 교육행위자로서의 인공지능이 교사 그리고 학습자와 수평적인 상호작용 속에서 교육활동을 수행하고,물리적, 사회문화적, 제도적 환경이 이러한 교육활동을 뒷받침하는 것을 나타내고 있다. 나아가 해당 모형은 이러한 교육활동을 통해 장기적으로 교육과 인공지능이 서로 공진화하는것을 추구한다.

설계원리와 상세지침은 다음과 같다<표2>.

〈표2〉 초기 설계원리 및 상세지침

상위 영역	하위 영역	설계원리 및 상세지침
교육 활동	학습 목표	**1. 체계적 목표 설정의 원리** 학습자의 역량 수준과 특성을 고려하여 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 학습 목표를 체계적으로 안내한다.
		1.1 학습자의 인간-AI 협력 역량 수준, 인공지능 관련 학습상태, 인공지능에 대한 태도 등을 분석하고 이를 반영한 학습 목표를 제시하라 (김진석, 2021; 김수환, 김성훈, 이민정, 김현철, 2020; Han et al., 2018; Ng, et al., 2021; Süße et al., 2021).
		1.2 인간-AI 협력 역량 관련 학습 목표를 지식, 기술, 태도로 세분화하고 구체적인 행동 지표를 사용해 명확히 안내하라 (김진석, 2021; Long & Magerko, 2020; Markauskaite et al., 2022; Ng et al., 2021; Süße et al., 2021).
	학습 내용	**2. 역량 중심 내용구성의 원리** 인공지능과 협력 시 필요한 핵심 역량을 중심으로 학습 내용을 구성한다.
		2.1 인간-AI 협력 역량을 구성하는 하위 역량(예. 인공지능 이해 역량, 의사소통 역량, 조정 역량, 윤리적 평가 역량, 팀원으로 수용하는 태도 등)을 기르는 내용을 중심으로 수업을 설계하라 (Markauskaite et al., 2022; Süße et al., 2021).
		2.2 인공지능 특성에 대한 이해로부터 기초적인 소통 기술을 습득하고, 문제해결, 창작 활동 등의 고차원적인 협력 과제를 수행하는 순서로 교육과정 내용을 조직하라 (Bloom, 1956; Kim et al., 2022; Ng et al.,2021; Ng et al.,2022; Ouyang & Jiao, 2021).
		3. 교과와 인공지능 연계의 원리 정보 교과뿐만 아니라 국어, 수학, 사회 등 다양한 교과와 연계하여 인간-AI 협력 역량을 기르는 실제적인 협력 과제를 제공한다.
		3.1 교과별 실제적 과제(예. 국어: 기행문, 광고 작성, 수학: 넓이 측정, 통계포스터 제작, 사회: 현장조사, 의사결정, 과학: 실험, 음악: 작곡, 연주) 중에서도 인공지능과의 긍정적인 상호의존성을 유도할 수 있는 과제를 인간-AI 협력 역량과 연계해 제시하라 (김진석, 2021; Biswas et al., 2016; Chen et al., 2020; Han et al., 2018; Hwang et al., 2020; Jonassen, 1997; Kim et al., 2022; NPEC, 2002; Oh et al., 2018; Ng et al., 2022; NPEC, 2002; Wiethof et al., 2021).
		3.2 실제적인 협력 과제를 수행하는 가운데 교과성취기준을 달성하고 동시에 인간-AI 협력 역량을 기를 수 있도록 수업 내용을 구성하라 (관계부처 합동, 2020; 김진석, 2021; 신원섭, 2020; 신진선, 조미현, 2021; 윤관기, 2021; 이영호, 2021; 이재호, 이승훈, 이동형, 2021; arvalho et al., 2022; Han et al., 2018; Shin & Shin, 2020).
	수업 방법	**4. 활동중심수업의 원리** 학습자 중심의 상호작용적이고 구성적인 활동을 수행하는 가운데 인간-AI 협력 역량을 향상하도록 도입- 탐색- 공유- 통합 단계로 수업을 구성한다.
		4.1 도입 단계에서 학습자의 사전지식 또는 관심사, 생활 속 경험과 연관 지어 인공지능과의 협력이 필요한 상황을 제시함으로써 학습 동기를 유발하라 (김진

상위 영역	하위 영역	설계원리 및 상세지침
		석, 2021; Han et al., 2018; Lin, Hmelo, Kinzer, & Secules, 1999).
		4.2 탐색 단계에서 교사의 안내 아래 인공지능과 협력하는 간단한 수준의 과제를 해결하고, 그 과정과 결과를 기록하도록 하라 (김진석, 2021; Carvalho et al., 2022; Han et al., 2018; Kolb, 2014).
		4.3 공유 단계에서 다른 학습자와 협력 과정 및 결과에 대해 비교, 분석함으로써 인공지능과의 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 구성하도록 하라 (Dewey, 2008; Lin, Hmelo, Kinzer, & Secules, 1999; Lin & Lehman, 1999; Kolb, 2014; Scheer et al., 2012; Voorhees & Voorhees, 2017).
		4.4 통합 단계에서 학습자 스스로 인공지능과의 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 적용하는 발전된 수준의 과제를 해결하고, 그 과정과 결과를 기록하도록 하라 (김진석, 2021; Carvalho et al., 2022; Han et al., 2018; Kolb, 2014; Lin, Hmelo, Kinzer, & Secules, 1999).
	학습 평가	**5. 과정 중심 평가의 원리** 인공지능과의 협력 수업에서 학습자의 인간-AI 협력 역량을 지속적으로 평가, 점검하도록 한다.
		5.1 인공지능과의 협력 과정과 결과에 대해 교사평가, 동료평가를 주기적으로 실시하고, 향후 협력 수행에 도움이 되는 실제적인 피드백을 즉각적이고 구체적으로 제공하라 (김진석, 2021; 이경화 외 2016; 홍선호, 윤택남, 이삭, 오은진, 2021; Bender, 2012; Han et al., 2018; Kim et al., 2022; LeMahieu & Reilly, 2004).
		5.2 체크리스트, 성찰 일지 작성 등 인공지능과의 협력 활동을 되돌아보는 자기평가를 주기적으로 실시해 학습자 스스로 협력 관련 역량이 얼마나 향상하였는지를 파악하도록 하라 (김진석, 2021; 임미인 외, 2021; 염지윤, 2022; Bender, 2012).
		5.3 평가한 결과를 바탕으로 인간-AI 협력 역량을 향상하기 위한 구체적인 목표와 계획을 세우고 이를 잘 수행하고 있는지를 점검하도록 하라 (이경화 외 2016; Bender, 2012; Han et al., 2018; Kim et al., 2022; LeMahieu & Reilly, 2004).
학습자 - AI 상호작용 지원		**6. 협력 가능한 인공지능 선택의 원리** 학습자와 상호보완적인 협력을 수행하기에 적절한 인공지능을 선택해 인공지능을 협력 동료로 수용하도록 돕는다.
		6.1 선정된 과제를 해결하는 데 있어 학습자와 상호보완적인 능력을 갖춘 인공지능을 선택하라 (김훈석, 2018; 이광춘, 주용우, 2020; 한동균, 2021; Akata et al., 2020; Albacete et al.,2018; Baxter et al.,2017; Dellermann et al., 2019; Ho et al., 2018; Kim et al., 2022).
		6.2 인간과 유사한 형태, 소리, 제스처 등 의인화 요소를 갖추고, 학습자의 수행에 적응적으로 반응하는 인공지능을 선택하라 (박수아, 최세정, 2018; Akata et al., 2020; Baxter et al.,2017; Cassell & Bickmore, 2000; Epley, Waytz, & Cacioppo, 2007; Feine, Gnewuch, Morana, & Maedche, 2019; Gong & Nass,2007; Han et al., 2018; Kim et al., 2022; Nass et al., 1996,1999; Nass & Moon, 2000; Ramchurn et al., 2021; Reeves & Nass, 1996; Stowers et al.,

상위 영역	하위 영역	설계원리 및 상세지침
		2021 ; Suzuki et al., 2021; Walliser et al., 2019).
		6.3 학습자의 인지발달수준을 고려한 인터페이스를 갖고 있으며, 설명 가능한 인공지능을 선택하라 (Chen et al., 2018; Kim et al., 2022; Lee & See, 2004 ; Suzuki et al., 2021; Wiethof et al., 2021).
		7. 신뢰 형성의 원리 협력 과제를 수행하기 전 학습자가 인공지능에게 적절한 수준의 신뢰를 형성할 기회를 충분히 제공한다.
		7.1 사전수업에서 인공지능과의 협력 우수 사례를 탐색하여 학습자가 인공지능과의 협력의 가치(필요성, 유용성)를 인식하도록 하라 (강미정 외, 2020; 박휴용, 2019, 2020; 이상욱, 2009; Fenwick & Edwards, 2014; Kim et al., 2022; Markauskaite et al., 2020).
		7.2 협력 수업 초기에 모델링, 시연을 통해 인공지능의 기능과 기초적인 상호작용 지침을 상세히 안내하고 연습하는 즐거운 경험을 충분히 제공하라 (김성원, 이영준, 2020b; Carvalho et al., 2022; Hancock et al., 2011; Oh et al., 2018).
		7.3 인공지능과 상호작용한 경험을 토대로 인공지능의 특성을 분석하는 활동을 제공해 인공지능의 능력 수준을 객관적으로 판단하도록 하라 (김혜은, 2021; Andras et al., 2018; Chen et al, 2018; Hancock et al., 2011; Kim et al., 2022; Long, & Magerko, 2020; Skjuve et al., 2021; Sowa et al., 2021; Stowers et al., 2021; Süße et al., 2021; Wiethof et al., 2019).
		8. 협력 촉진을 위한 비계 제공(Scaffolding)의 원리 협력 과정에서 인공지능의 특성을 고려해 협력적 상호작용을 성공적으로 수행하도록 다양한 형태의 비계를 제공한다.
		8.1 인공지능과의 팀워크 향상을 위해 팀 서약서 작성, 역할 분담, 활동 계획 세우기 등 팀 빌딩 활동을 제공하라 (김혜은, 2022; Akata et al., 2020; Carvalho et al., 2022; Graham &Barter, 1999; Süße et al., 2021; Walliser et al., 2019).
		8.2 인공지능과 효과적으로 상호작용하는 능력을 기르도록 다양한 상황 예시와 인공지능의 특성을 고려하는 질문을 제공하라 (홍수민, 임철일, 2021; Collins, Brown, & Newman,1989; Dennen,2004).
		8.3 인공지능의 수행과 주변 상황 맥락을 반영하여 협력전략이나 해결방안을 조정해 나가고 있는지를 스스로 점검하는 안내(프롬프트, 체크리스트)를 제공하라 (Butchibabu, Sparano-Huiban, Sonenberg, & Shah, 2016; Danks & London, 2017; Graham &Barter, 1999; Hoc, 2000; Kim et al., 2022; Markauskaite et al., 2022; Musick et al., 2021; Rico, Sánchez-Manzanares, Gil, & Gibson, 2008; Süße et al., 2021; Walliser et al., 2019).
		9. 맞춤형 지원의 원리 인공지능과의 협력 활동을 모니터링하면서 학습자의 수준과 상황에 따라 적응적으로 지원한다.
		9.1 순회지도를 통해 개별 학습자의 인공지능과의 협력 활동을 지속적으로 관찰하고, 학습자의 반응과 협력 역량 수준을 고려해 도움과 피드백을 적응적으

상위 영역	하위 영역	설계원리 및 상세지침
		로 제공하라 (임미인 외, 2021; 최서연, 2022; 홍선호 외, 2021; Hancock et al., 2011).
		9.2 인공지능 프로그램을 실행하는 데 어려움을 겪거나 기술적 문제가 발생하였을 때 교수자 또는 또래 학습자에게 즉시 도움을 요청하도록 안내해 원활한 과업 수행을 촉진하라 (박수아, 최세정, 2018; 염지윤, 2022; 홍선호 외, 2021).
학습 환경	물리적 환경	**10. AI기반교육 환경조성의 원리** 인공지능과의 협력 활동을 수행하는데 필요한 디지털 자원 및 환경을 확인하고 준비한다.
		10.1 학교 교실 내 보안이 설정된 무선 네트워크와 태블릿 또는 PC, 인공지능이 탑재된 기타 기기 등 인공지능과 원활히 상호작용하는데 필요한 환경을 확인하고 준비하라 (임미인 외, 2021; 최서연, 2022; Han et al., 2018; Kim et al., 2022).
		10.2 인공지능에 대한 접근성을 높이기 위해 학습자 1인 당 1기기를 제공할 수 있는지를 확인하라. 만약 지원이 어려운 경우, PC/모바일 모두 호환이 가능한 인공지능 소프트웨어를 사용해 스마트폰 등의 대체 기기로 접속하거나, 2인이 한 팀을 이루고 각자 적절한 역할을 맡아 인공지능과의 협력 활동에 긴밀히 참여할 수 있도록 하라 (최서연, 2022; Kim et al., 2022; Wang & Cheng, 2022).
		10.3 교실 외부의 인적, 물적 자원(예: 도서관, 박물관, 기술 허브)을 활용해 인공지능과 다양한 협력 활동을 수행할 경우, 클라우드 기반의 서비스와 플랫폼(예. Padlet, Zoom, Google Drive)을 사용할 수 있는 환경을 마련하여 자료와 산출물을 효과적으로 수집하도록 하라 (Carvalho et al., 2022; Kim et al., 2022).
	사회·문화적 환경	**11. 자기주도적 학습문화의 원리** 개인의 지적 호기심을 충족시키고, 학습자 간 상호작용을 활성화함으로써 자기주도적인 학습문화를 형성한다.
		11.1 학습자가 스스로 관심 있는 세부 주제를 선정해 인공지능과 함께 관련 자료를 탐색하고 해결방안을 도출하는 선택권을 부여함으로써 학습자의 지적 호기심을 충족시켜라 (송승아, 2022; 문수진, 2009; 홍기칠, 2004; Kagan, 1985; Ng et al., 2022).
		11.2 인공지능과의 협력 과정에서 발생한 문제를 학습의 기회로 바라보고 소집단 내 활발한 토의와 동료 교수 활동을 촉진함으로써 자발적인 학습 분위기를 형성하도록 하라 (양혜진 외, 2019; 한안나, 2011; 홍수민, 임철일, 2021; Ching & Hursh, 2014; Kim et al., 2022).
		12. 인공지능과의 수평적 관계 형성의 원리 인공지능을 단순한 통제의 대상으로서 바라보지 않고 인간과 동등한 지위를 가진 협력의 상대로 바라보는 수평적 분위기를 형성한다.
		12.1 인공지능을 실생활에 활용함으로써 인간의 삶에 미칠 수 있는 영향과 가능성을 다양하게 탐색하는 기회를 제공하라 (류재훈, 최윤미, 김령희, 유

상위 영역	하위 영역	설계원리 및 상세지침
		영만, 2016; 박휴용, 2020; 설동준, 2018; 손승남, 2020; Long, & Magerko, 2020; Latour, 1993; Thrift,2000, 2007).
		12.2 인공지능이 인간보다 더 잘할 수 있는 특화된 능력이 있음을 인식하고, 인공지능에 대한 존중과 신뢰를 바탕으로 협력 활동을 수행하였는지를 되돌아보는 활동을 제공하라 (강진숙, 2018; 박휴용, 2020; 손승남, 2020).
교육과 인공 지능의 공진화		**13. 공진화를 위한 성찰의 원리** 인공지능과의 협력 활동을 성찰하면서 학습자와 교수자, 개발자, 인공지능이 함께 성장해나가는 기회를 마련한다.
		13.1 학습자는 인공지능과의 협력 활동을 성찰하는 일지를 지속적으로 작성해 이를 포트폴리오화 함으로써 인간-AI 협력 역량이 향상하는 과정을 스스로 확인할 수 있도록 하라 (권혁일, 2000; 염지윤, 2022; 최경숙, 마지현, 2017; Kim et al., 2022).
		13.2 교수자는 인공지능과의 협력 활동을 설계, 실행하는 과정에서 발생한 어려움과 학습자의 반응을 수시로 기록하고, 이를 기반으로 수업의 강점과 약점, 원인과 해결방안을 성찰하여 다음 수업에 반영하도록 하라 (강정찬, 2016; Herman & Morrell, 1999; Pollard, Colins, Simco, Warin, & Warwick, 2008; Shön, 1992).
		13.3 인공지능이 비윤리적인 의사결정을 내려 피해가 발생할 위험이 있는 경우 교수자는 인공지능 사용을 중지시키고, 개발자에게 개선점을 제안하도록 하라 (Big Innovation Centre, 2020; Han et al., 2018; Kim et al., 2022; Long & Magerko, 2020; Ng et al., 2021; Salomon, Perkins, & Globerson, 1991; Süße et al., 2021).

2. 설계원리 타당도 검토

(1) 설계원리 전반에 대한 타당화 질문지

※ 다음은 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리 전반에 대한 귀하의 의견을 묻는 문항입니다. 인간-AI 협력 역량이란 공동의 목표를 달성하기 위해 인공지능과 강점을 상호보완적으로 활용하도록 과업을 적절히 분배하고, 지속적인 상호작용 속에서 인공지능과 지식을 공유, 조정, 융합할 수 있는 개인의 능력을 의미합니다. 학습자들이 실제적 과제를 해결하기 위해 상호작용적이고 구성적인 활동 위주의 활동중심수업을 수행하는 가운데 인간-AI 협력 역량을 향상하도록 수업 설계원리를 개발하였습니다. 각 영역에 대한 문항을 살펴보시고 해당하는 곳에 ∨ 표시를 해주시길 바랍니다.

(1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 그렇다, 4: 매우 그렇다)

영역	문항	1	2	3	4
타당성	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 고려해야 할 것으로 타당하다.	□	□	□	□
설명력	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 고려해야 할 것을 잘 설명하고 있다.	□	□	□	□
유용성	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업을 할 때 유용하게 활용될 수 있다.	□	□	□	□
보편성	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 보편적으로 이용될 수 있다.	□	□	□	□
이해도	본 설계원리는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 고려해야 할 것을 이해하기 쉽게 표현하고 있다.	□	□	□	□

- 수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해주세요(특히 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적인 이유와 의견을 작성해주시길 바랍니다.).

(2) 개별 설계원리 및 상세지침에 대한 타당화 설문지

※ 다음 설문 문항들은 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리 및 상세지침에 대한 **타당성**을 묻는 것입니다. 설계원리 및 상세지침을 검토하신 후 해당하는 곳에 ∨ 표시를 해주시기 바랍니다.

(1: 전혀 타당하지 않다, 2: 타당하지 않다, 3: 타당하다, 4: 매우 타당하다)

상위 영역	하위 영역	설계원리 및 상세지침	타당도			
			1	2	3	4
교육 활동	학습 목표	**1. 체계적 목표 설정의 원리** 학습자의 역량 수준과 특성을 고려하여 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 학습 목표를 체계적으로 안내한다.				
		1.1 학습자의 인간-AI 협력 역량 수준, 인공지능 관련 학습상태, 인공지능에 대한 태도 등을 분석하고 이를 반영한 학습 목표를 제시하라. ▶예: 인간-AI 협력 역량을 측정하는 검사를 토대로 학습자에게 부족한 역량을 고려한 학습 목표를 제시함.	□	□	□	□
		1.2 인간-AI 협력 역량 관련 학습 목표를 지식, 기술, 태도로 세분화하고, 구체적인 행동 지표를 사용해 명확히 안내하라. ▶예: '인공지능이 이해하기 쉽게 내 생각이나 감정을 표현하는 방법을 설명할 수 있다', '인공지능의 제안을 비판적으로 수용하여 결과물을 발전시킬 수 있다.', '인공지능을 협력 동료로서 수용하는 태도를 가질 수 있다.' 등 구체적인 행동 용어를 사용해 학습 목표를 안내함.	□	□	□	□
		※수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성 바랍니다. (특히 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해주시길 바랍니다.)				
	학습 내용	**2. 역량 중심 내용구성의 원리** 인공지능과 협력 시 필요한 핵심 역량을 중심으로 학습 내용을 구성한다.				
		2.1 인간-AI 협력 역량을 구성하는 하위 역량(예. 인공지능 이해 역량, 의사소통 역량, 조정 역량, 윤리적 평가 역량, 팀원으로 수용하는 태도 등)을 기르는 내용을 중심으로 수업을 설계하라.	□	□	□	□

	2.2 인공지능 특성에 대한 이해로부터 기초적인 소통 기술을 습득하고, 문제해결, 창작 활동 등의 고차원적인 협력 과제를 수행하는 순서로 교육과정 내용을 조직하라. ▶예: '인공지능 팀원 이해하기', '인공지능과 의사소통하기', '인공지능과 협력 과제 수행하기' 순으로 교육과정의 세부 주제를 구성함.	□	□	□	□
	※수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성 바랍니다. (특히 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해주시길 바랍니다.)				
	3. 교과와 인공지능 연계의 원리 정보 교과뿐만 아니라 국어, 수학, 사회 등 다양한 교과와 연계하여 인간-AI 협력 역량을 기르는 실제적인 협력 과제를 제공한다.				
	3.1 교과별 실제적 과제(예. 국어: 기행문, 광고 작성, 수학: 넓이 측정, 통계포스터 제작, 사회: 현장조사, 의사결정, 과학: 실험, 음악: 작곡, 연주) 중에서도 인공지능과의 긍정적인 상호의존성을 유도할 수 있는 과제를 인간-AI 협력 역량과 연계해 제시하라. ▶예: 인공지능 번역기 파파고, 인공지능 웹툰 창작 앱 투닝 등의 인공지능과 함께 환경보호를 주제로 영어 포스터를 완성하는 과제를 제공함.	□	□	□	□
	3.2 실제적인 협력 과제를 수행하는 가운데 교과성취기준을 달성하고 동시에 인간-AI 협력 역량을 기를 수 있도록 수업 내용을 구성하라. ▶예: [6국 04-04] 관용 표현을 이해하고 적절하게 활용한다, [6국 05-04] 일상생활의 경험을 이야기나 극의 형식으로 표현한다 등 국어 교과성취기준을 달성하면서 인간-AI 협력 역량을 함께 기를 수 있도록 인공지능 투닝과 '관용표현을 활용한 만화'를 제작하는 과제를 제공함.	□	□	□	□
	※수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성 바랍니다. (특히 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해주시길 바랍니다.)				

수업 방법	**4. 활동 중심 수업의 원리** 학습자 중심의 상호작용적이고 구성적인 활동을 수행하는 가운데 인간-AI 협력 역량을 향상하도록 도입- 탐색- 공유- 통합 단계로 수업을 구성한다.				
	4.1 도입 단계에서 학습자의 사전지식 또는 관심사, 생활 속 경험과 연관 지어 인공지능과의 협력이 필요한 상황을 제시함으로써 학습 동기를 유발하라. ▶예: 행복한 우리 반을 위해 지켜야 할 학급 규칙을 정하고 홍보의 필요성(노래, 포스터, 애니메이션 등)을 제시함. Scroobly, 송 메이커, 투닝 등 인공지능과 협력하면 효과적이고, 효율적으로 홍보 수단을 제작할 수 있음을 안내함.	□	□	□	□
	4.2 탐색 단계에서 교사의 안내 아래 인공지능과 협력하는 간단한 수준의 과제를 해결하고 그 과정과 결과를 기록하도록 하라. ▶예: 인공지능과의 협력 과정에서 발생할 수 있는 간단한 문제 상황을 제시하고, 학습자는 이를 해결하는 방안을 탐색해 활동지에 기록함.	□	□	□	□
	4.3 공유 단계에서 다른 학습자와 협력 과정 및 결과에 대해 비교, 분석함으로써 인공지능과의 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 구성하도록 하라. ▶예: 모둠원들과 인공지능의 특성과 능력, 인공지능과 소통하는 전략과 태도 등에 대해 토의함으로써 협력을 촉진하는 지식, 기술, 태도를 협력적으로 구성함.	□	□	□	□
	4.4 통합 단계에서 학습자 스스로 인공지능과의 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 적용하는 발전된 수준의 과제를 해결하고 그 과정과 결과를 기록하도록 하라. ▶예: 인공지능과 협력해 '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화를 제작하는 발전된 수준의 과제를 수행하며 활동 과정은 활동지에, 산출물은 Padlet에 기록함.	□	□	□	□
	※수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성 바랍니다. (특히 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해주시길 바랍니다.)				

학습 평가	**5. 과정 중심 평가의 원리** 인공지능과의 협력 수업에서 학습자의 인간-AI 협력 역량을 지속적으로 평가, 점검하도록 한다.				
	5.1 인공지능과의 협력 과정과 결과에 대해 교사평가, 동료평가를 주기적으로 실시하고, 향후 협력 수행에 도움이 되는 실제적인 피드백을 즉각적이고 구체적으로 제공하라. ▶예: 비디오, 사진, 그림 등 활동 결과물과 활동 과정을 기록한 활동지를 토대로 교사 또는 다른 학습자에게 협력 경험을 공유하고, 피드백을 주고받는 시간을 제공함.	□	□	□	□
	5.2 체크리스트, 성찰 일지 작성 등 인공지능과의 협력 활동을 되돌아보는 자기평가를 주기적으로 실시해 학습자 스스로 협력 관련 역량이 얼마나 향상하였는지를 파악하도록 하라. ▶예: 인간-AI 협력 역량 관련 목표 달성 여부를 판단할 수 있는 평가 기준을 제시해 학습자 스스로 점검하도록 함.	□	□	□	□
	5.3 평가한 결과를 바탕으로 인간-AI 협력 역량을 향상하기 위한 구체적인 목표와 계획을 세우고 이를 잘 수행하고 있는지를 점검하도록 하라. ▶예: 인공지능과의 협력 역량을 향상하기 위해 앞으로 무엇을, 어떻게 할 것인지에 관한 질문 스크립트를 제시함.	□	□	□	□
	※수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성 바랍니다. (특히 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해주시길 바랍니다.)				
학습자 -AI 상호 작용 지원	**6. 협력 가능한 인공지능 선택의 원리** 학습자와 상호보완적인 협력을 수행하기에 적절한 인공지능을 선택해 인공지능을 협력 동료로 수용하도록 돕는다.				
	6.1 선정된 과제를 해결하는 데 있어 학습자와 상호보완적인 능력을 갖춘 인공지능을 선택하라. ▶예: 인공지능이 내장된 웹툰 창작 앱 투닝은 표현 의도에 적합한 표정, 자세, 배경 요소를 추천하여 학습자의 아이디어를 효율적으로 표현하는 역할을 할 수 있음.	□	□	□	□

	6.2 인간과 유사한 형태, 소리, 제스처 등 의인화 요소를 갖추고, 학습자의 수행에 적응적으로 반응하는 인공지능을 선택하라. ▶예: 학습자가 좋아하는 인물의 외모나 캐릭터 형태를 갖추고 학습자의 선호를 고려해 적응적으로 반응하는 인공지능을 선택함.	□	□	□	□
	6.3 학습자의 인지발달수준을 고려한 인터페이스를 갖고 있으며, 설명 가능한 인공지능을 선택하라. ▶예: 학습자와의 작업을 실시간으로 시각화해서 보여주며 직관적인 인터페이스를 갖춘 인공지능, 특정 제안을 제시한 원리나 이유를 구체적으로 설명하는 인공지능을 선택함.	□	□	□	□
	※수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성 바랍니다. (특히 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해주시길 바랍니다.)				
	7. 신뢰 형성의 원리 협력 과제를 수행하기 전 학습자가 인공지능에 적절한 수준의 신뢰를 형성할 기회를 충분히 제공한다.				
	7.1 사전수업에서 인공지능과의 협력 우수 사례를 탐색하여 학습자가 인공지능과의 협력의 가치(필요성, 유용성)를 인식하도록 하라. ▶예: 모둠원과 검색 엔진을 활용하여 교육, 의료, 법률, 예술, 금융 등 다양한 분야에서 인공지능과 협력하는 사례를 조사함.	□	□	□	□
	7.2 협력 수업 초기에 모델링, 시연을 통해 인공지능의 기능과 기초적인 상호작용 지침을 상세히 안내하고 연습하는 즐거운 경험을 충분히 제공하라. ▶예: 모델링, 시연 등을 통해 인공지능과 상호작용하는 방법을 구체적으로 안내한 후 나와 닮은 캐릭터 제작하기, 이야기의 마지막 장면 완성하기 등 학습자의 흥미를 고려한 간단한 연습 과제를 수행하도록 함.	□	□	□	□
	7.3 인공지능과 상호작용한 경험을 토대로 인공지능의 특성을 분석하는 활동을 제공해 인공지능의 능력 수준을 객관적으로 판단하도록 하라. ▶예: 인공지능과 상호작용한 경험을 바탕으로	□	□	□	□

	모둠원과 함께 인공지능이 잘할 수 있는 일과 하기 어려운 일, 인간과의 협력 활동에서 인공지능이 맡을 수 있는 역할, 성공 및 오류가능성 등을 분석함.				
	※수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성 바랍니다. (특히 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해주시길 바랍니다.)				
	8. 협력 촉진을 위한 비계 제공(Scaffolding)의 원리 협력 과정에서 인공지능의 특성을 고려해 협력적 상호작용을 성공적으로 수행하도록 다양한 형태의 비계를 제공한다.				
	8.1 인공지능과의 팀워크 향상을 위해 팀 서약서 작성, 역할 분담, 활동 계획 세우기 등 팀 빌딩 활동을 제공하라.	□	□	□	□
	8.2 인공지능과 효과적으로 상호작용하는 능력을 기르도록 다양한 상황 예시와 인공지능의 특성을 고려하는 질문을 제공하라. ▶예: 인공지능의 정보처리방식과 연관 지어 인공지능이 이해하기 쉬운 문장으로 바꿔보는 활동을 제시함.	□	□	□	□
	8.3 인공지능의 수행과 주변 상황 맥락을 반영하여 협력전략이나 해결방안을 조정해 나가고 있는지를 스스로 점검하는 안내(프롬프트, 체크리스트)를 제공하라. ▶예: 활동지에 인공지능의 수행 및 주변 상황 맥락을 반영하여 문제해결 계획이나 전략을 수정, 발전시키는 과정을 기록하도록 함. ▶예: 인공지능의 제안을 비판적으로 수용하여 결과물을 발전시켰는지, 협력 과정에서 발생하는 인공지능의 오류 및 실수에 적절한 피드백을 제공하였는지, 인공지능이 나의 말과 글의 의도를 이해하지 못했을 때 다른 방식의 표현을 적극적으로 시도하였는지 등 협력의 질을 향상하는 행동을 하였는지 점검하는 체크리스트를 제공함.	□	□	□	□

	※수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성 바랍니다. (특히 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해주시길 바랍니다.)				
	9. 맞춤형 지원의 원리 인공지능과의 협력 활동을 모니터링하면서 학습자의 수준과 상황에 따라 적응적으로 지원한다.				
	9.1 순회지도를 통해 개별 학습자의 인공지능과의 협력 활동을 지속적으로 관찰하고, 학습자의 반응과 협력 역량 수준을 고려해 도움과 피드백을 적응적으로 제공하라. ▶예: 인공지능과의 협력 활동을 수행하는 과정에서 활동 이탈, 태만 등 부정적인 반응을 보이는 학습자에게는 학습자 수준에 맞는 더 쉬운 과제, 학습자의 흥미를 반영한 다른 과제를 선택할 수 있는 권한을 제공함. ▶예: 인공지능과의 협력 작업을 먼저 완료한 학습자에게는 협력 과정을 성찰하는 활동이나 발전 과제를 추가로 제공해 다른 학습자를 기다리지 않고 유의미한 활동을 경험하도록 함. ▶예: 인공지능과 적극적으로 언어적/ 비언어적 상호작용을 수행하며 협력적으로 문제를 해결해 나가는 학습자의 행동에 칭찬과 격려를 제공함.	□	□	□	□
	9.2 인공지능 프로그램을 실행하는 데 어려움을 겪거나 기술적 문제가 발생하였을 때 교수자 또는 또래 학습자에게 즉시 도움을 요청하도록 안내해 원활한 과업 수행을 촉진하라. ▶예: 인공지능 프로그램이 오류가 발생해 작동하지 않는 경우 또래 도우미나 교수자에게 즉각적인 도움을 요청함으로써 학습이 지연, 중단되는 것을 방지함.	□	□	□	□
	※수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성 바랍니다. (특히 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해주시길 바랍니다.)				

학습 환경	물리적 환경	**10. AI기반교육 환경조성의 원리** 인공지능과의 협력 활동을 수행하는데 필요한 디지털 자원 및 환경을 확인하고 준비한다.				
		10.1 학교 교실 내 보안이 설정된 무선 네트워크와 태블릿 또는 PC, 인공지능이 탑재된 기타 기기 등 인공지능과 원활히 상호작용하는데 필요한 환경을 확인하고 준비하라. ▶예: 인공지능과 협력 활동을 원활히 수행하기 위해 대여 가능한 태블릿, 크롬북, 노트북 등 디지털 기기의 개수, 인공지능 프로그램을 구동 가능한 운영체제의 종류와 버전, 무선 네트워크의 설치 유무를 확인하고 이에 맞춰 학습 활동을 설계함.	□	□	□	□
		10.2 인공지능에 대한 접근성을 높이기 위해 학습자 1인 당 1기기를 제공할 수 있는지를 확인하라. 만약 지원이 어려운 경우, PC/모바일 모두 호환이 가능한 인공지능 소프트웨어를 사용해 스마트폰 등의 대체 기기로 접속하거나, 2인이 한 팀을 이루고 각자 적절한 역할을 맡아 인공지능과의 협력 활동에 긴밀히 참여할 수 있도록 하라. ▶예: 인간-AI 협력 역량을 효과적으로 기르기 위해서는 학습자 1인이 1개의 기기를 조작하며 협력 기술을 연습할 수 있는 환경을 조성하는 것이 가장 적합함. 하지만 1인 1기기를 조작하는 것이 어려운 환경일 경우 학습자 2인이 1기기를 조작하도록 하며, 1차 제작, 2차 수정 등 역할을 적절히 분담하여 모든 학습자가 인공지능과 협력 활동에 몰입하도록 활동을 설계함.	□	□	□	□
		10.3 교실 외부의 인적, 물적 자원(예: 도서관, 박물관, 기술 허브)을 활용해 인공지능과 다양한 협력 활동을 수행할 경우, 클라우드 기반의 서비스와 플랫폼(예. Padlet, Zoom, Google Drive)을 사용할 수 있는 환경을 마련하여 자료와 산출물을 효과적으로 수집하도록 하라. ▶예: 협력 결과물을 밴드, Padlet 등 클라우드 기반의 플랫폼에 업로드하며, 서로의 작품에 칭찬, 의견, 개선할 점 등에 대해 댓글을 달아주는 활동을 수행함.	□	□	□	□

	※수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성 바랍니다. (특히 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해주시길 바랍니다.)				
사회·문화적 환경	**11. 자기주도적 학습문화의 원리** 개인의 지적 호기심을 충족시키고, 학습자 간 상호작용을 활성화함으로써 자기주도적인 학습문화를 형성한다.				
	11.1 학습자가 스스로 관심 있는 세부 주제를 선정해 인공지능과 함께 관련 자료를 탐색하고 해결방안을 도출하는 선택권을 부여함으로써 학습자의 지적 호기심을 충족시켜라. ▶예: 개인적인 흥미 및 관심 분야를 반영해 표현하고 싶은 세부 주제를 학습자 스스로 선택하고 인공지능과 협력해 해결방안을 도출하면서 자율적인 탐구 능력을 기르도록 함.	□	□	□	□
	11.2 인공지능과의 상호작용과정에서 발생한 문제를 학습의 기회로 바라보고 소집단 내 활발한 토의와 동료 교수 활동을 촉진함으로써 자발적인 학습 분위기를 형성하도록 하라. ▶예: 상호작용이 잘 이뤄지지 않는 사례의 원인과 해결방안에 대해 소집단 토의를 하여 한 번에 한 가지씩 절차적으로 표현하고, 구체적인 감정 단어를 포함하며, 주어, 목적어를 명시하는 등 인공지능이 이해하기 쉽게 입력을 제공하는 등의 상호작용 전략을 습득하도록 함. ▶예: 인공지능과의 협력적 상호작용에 능숙한 학습자가 다른 학습자에게 도움을 제공하도록 또래 도우미 역할을 부여함.	□	□	□	□
	※수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성 바랍니다. (특히 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해주시길 바랍니다.)				
	12. 인공지능과의 수평적 관계 형성의 원리 인공지능을 단순한 통제의 대상으로서 바라보지 않고 인간과 동등한 지위를 가진 협력의 상대로 바라보는 수평적 분위기를 형성한다.				

	12.1 인공지능을 실생활에 활용함으로써 인간의 삶에 미칠 수 있는 영향과 가능성을 다양하게 탐색하는 기회를 제공하라. ▶예: 인간 단독으로 과제를 수행할 때와 비교하여 인공지능과 협력해 과제를 수행할 때 인간과 사회에 미치는 긍정적 영향, 발생할 수 있는 문제, 인간에게 요구되는 자세 등을 탐색하는 질문 프롬프트를 제시함.	□	□	□	□
	12.2 인공지능이 인간보다 더 잘할 수 있는 특화된 능력이 있음을 인식하고 인공지능에 대한 존중과 신뢰를 바탕으로 협력 활동을 수행하였는지를 되돌아보는 활동을 제공하라. ▶예: 인공지능을 훌륭한 협력 동료로서 존중하며 협력적 상호작용을 수행하였는지 점검하는 체크리스트를 제공함.	□	□	□	□
	※수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성 바랍니다. (특히 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해주시길 바랍니다.)				
교육과 인공 지능의 공진화	**13. 공진화를 위한 성찰의 원리** 인공지능과의 협력 활동을 성찰하면서 학습자와 교수자, 개발자, 인공지능이 함께 성장해나가는 기회를 마련한다.				
	13.1 학습자는 인공지능과의 협력 활동을 성찰하는 일지를 지속적으로 작성해 이를 포트폴리오화 함으로써 인간-AI 협력 역량이 향상하는 과정을 스스로 확인할 수 있도록 하라. ▶예: 인공지능과의 협력 활동에서 잘한 점, 아쉬운 점, 앞으로의 계획을 작성하는 일지를 작성하면서 인공지능과의 협력에 대한 생각과 협력의 모습이 변화하는 과정을 스스로 확인할 수 있도록 함.	□	□	□	□
	13.2 교수자는 인공지능과의 협력 활동을 설계, 실행하는 과정에서 발생한 어려움과 학습자의 반응을 수시로 기록하고, 이를 기반으로 수업의 강점과 약점, 원인과 해결방안을 성찰하여 다음 수업에 반영하도록 하라.	□	□	□	□

	▶예: 수업을 진행하는 과정에서 발생한 특별한 수업 현상이나 학습자의 반응을 메모해 두었다가 수업 종료 후 수업 성찰에 활용함. ▶예: 해당 차시 수업에 대한 SWOT 분석을 통해 수업의 강점을 살리고 약점을 줄이며, 기회를 적극적으로 활용하는 전략과 위협을 억제하는 전략을 탐색해 수업 개선에 활용함.				
	13.3 인공지능이 비윤리적인 의사결정을 내려 피해가 발생할 위험이 있는 경우 교수자는 인공지능 사용을 중지시키고, 개발자에게 개선점을 제안하도록 하라 ▶예: 인공지능이 윤리적으로 편향된 판단을 내려 사회적 차별을 심화시킬 위험이 있거나 사적인 정보를 제공해 개인정보 침해 우려가 있는 경우, 사용을 즉시 중지해야 하며 이를 개발자에게 알려 피해가 발생하는 것을 방지함.	□	□	□	□
	※수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성 바랍니다. (특히 3점 미만을 선택하신 경우 이에 대한 구체적 이유와 의견을 작성해주시길 바랍니다.)				

3. 연구 도구 검토

본 연구에서 사용하는 인간-AI 협력 역량을 측정하는 **검사지의 대상은 초등학생**이며, 다음과 같은 변인들로 구성되어 있습니다. 해당 변인들은 Süße et al.,(2021)에서 제시한 인간-AI 협력 역량의 분류 결과를 설문 문항으로 변환한 것입니다. 설문 문항을 살펴보시고 수정, 개선이 필요한 문항이 있는 경우 자유롭게 작성해주시길 바랍니다. 변인에 대한 정의와 각 문항의 구성 내용, 참고 문헌을 정리하였으니 확인 후 검토해주시면 감사하겠습니다.

- **인간-AI 협력 역량** : 공동의 목표를 달성하기 위해 인공지능과 강점을 상호보완적으로 활용하도록 과업을 적절히 분담하고, 지속적인 상호작용 속에서 인공지능과 지식을 공유, 조정, 융합할 수 있는 개인의 능력

	세부 역량	설명	문항 번호
인간-AI 협력 역량	인공지능에 대한 이해	• 인공지능의 강점과 약점, 성공 및 오류 가능성 등 능력을 객관적으로 분석, 이해하는 능력 • 팀원으로서 협력할 인공지능의 정보 처리 방식을 이해하는 능력	1-1, 1-2, 1-3
	의사소통	• 인공지능이 이해하기 쉽게 절차적이고 명확하게 표현하는 능력 • 인공지능이 생성하는 오류나 실수를 발견할 시 피드백을 제공하고, 현재 상태에 대한 정보를 지속적으로 제공해 공유된 이해를 형성하는 능력	1-4, 1-5, 1-6
	과제수행	• 인공지능 제안의 타당성과 적절성을 평가하고 이러한 인공지능의 수행을 협력 과정, 결과에 건설적으로 반영할 수 있는 능력	1-7, 1-8
	평가 및 성찰	• 인공지능이 편향된 데이터를 토대로 의사결정을 내려 장기적으로 윤리적, 정서적 피해와 부작용이 발생할 위험이 있는 의사결정을 반성적으로 처리하는 능력 • 윤리적, 도덕적 규칙을 준수하며 책임 있는 의사결정을 내리는 능력	1-9, 1-10
	협력 동료로 수용하는 태도	• 공동의 목표를 달성하기 위해 인공지능과 상호보완적으로 협력하는 것이 상호간 이익을 제공한다는 인식을 바탕으로 인공지능을 팀원으로 수용해 적절한 애정과 신뢰, 유대감을 갖추는 능력	1-11, 1-12

- 참고 문헌 : Süße, T., Kobert, M., & Kries, C. (2021). Antecedents of Constructive Human-AI Collaboration: An Exploration of Human Actors' Key Competencies. In Working Conference on Virtual Enterprises. pp. 113-124

인간-AI 협력 역량 측정 검사지

6학년 (남, 여), (　　)반　(　　)번

※ 다음 내용을 잘 읽고 물음에 답하세요.

A. 인간-AI 협력 역량

1. 아래에 제시된 각 문항에 대해 ①(전혀 그렇지 않다)에서 ⑤(매우 그렇다) 중의 하나를 선택하여 ∨를 하세요.

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 인공지능이 어떻게 의사결정을 내리는지를 추론할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 인공지능이 특정한 일을 수행하기에 적합한 능력을 갖추고 있는지를 평가할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 인공지능과 인간이 상호보완적으로 일을 수행할 수 있도록 역할을 적절히 나눌 수 있다.	①	②	③	④	⑤
4	나는 인공지능이 이해하기 쉽게 내 생각이나 감정을 표현할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
5	나는 인공지능이 나의 말이나 글의 의도를 이해하지 못했을 때 다른 방식으로 표현을 시도해볼 수 있다.	①	②	③	④	⑤
6	나는 현재 상태에 대한 추가 정보를 인공지능에게 적극적으로 제공할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
7	나는 인공지능의 제안을 반영하여 앞으로의 계획을 수정, 보완할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
8	나는 인공지능의 제안을 수정하여 결과물을 발전시킬 수 있다.	①	②	③	④	⑤
9	나는 다른 사람에게 해를 가하거나 사회적으로 악영향을 미칠 가능성이 있는 인공지능의 오류를 구별할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
10	나는 윤리적, 도덕적 규범을 지키며 인공지능과의 협력 활동을 책임 있게 수행할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
11	나는 인공지능을 인간과 같이 훌륭한 능력을 갖춘 협력 동료라고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
12	나는 인공지능과의 협력이 인간과 인공지능 모두에게 유익한 결과를 갖고 올 수 있다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤

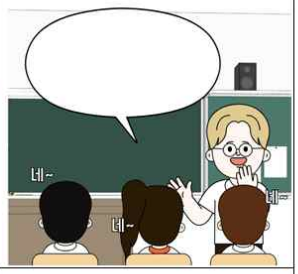
- **수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해주세요.**

A. 인간-AI 협력 역량

2-1. 인공지능 투닝은 우리가 글을 입력하면 글 속에 감정을 읽어 캐릭터의 모습과 배경을 자동 연출해주는 기능을 갖춘 만화 창작 앱입니다.

인공지능 투닝과 협력하여 '우리나라의 경제 성장 관련 만화'를 제작하려고 합니다. 즐거운 사회시간 분위기를 표현하고자 말풍선에 "우리나라의 경제 성장 모습을 알아볼까요? 6.25 전쟁 직후 우리나라 경제는 어떠한 변화가 일어났나요?"라고 선생님의 대사를 입력한 후 인공지능 투닝에게 대사에 어울리는 캐릭터의 모습을 추천해달라고 요청하였습니다. 그런데 생각했던 것과 달리 인공지능 투닝은 해당 문장에 어울리는 모습으로 다음 그림과 같이 '무표정'을 추천하였습니다.

즐거운 사회시간을 표현하고 싶은 의도를 살려 인공지능 투닝이 이해하기 쉽게 다시 대사를 입력해보고자 합니다. 1) 해당 문장을 어떻게 수정하면 좋을까요? 2) 왜 그 문장이 인공지능이 감정을 인식하기에 쉬운 문장이라고 생각하나요?

	수정 전	수정 후
인공지능 추천 결과		
1) 문장	우리나라의 경제 성장 모습을 알아볼까요? 6.25 전쟁 직후 우리나라 경제는 어떠한 변화가 일어났나요?	
2) 이유		

A. 인간-AI 협력 역량

2-2. 남학생이 시험을 잘 못 봐서 슬퍼하는 상황을 설정하여 말풍선에 '나 미역국 먹었어!'를 입력하고 인공지능 투닝에게 캐릭터의 모습을 표현하도록 요청하였습니다. 그랬더니 생각했던 것과 달리 다음과 같이 즐거운 표정 짓는 남학생의 모습을 표현하였습니다.

1) 왜 인공지능은 다음과 같은 모습을 추천하는 것일까요?

2) 이러한 인공지능의 제안에 대해 어떻게 대처할 것인지 여러 가지 방안을 생각해 적어봅시다.

	문제 상황
인공지능 추천 결과	
1) 인공지능이 해당 모습을 추천한 이유	
2) 대처 방안	①
	②

- **2-1번 답안**

인공지능과의 의사소통(총점 2점)
〈예시 답안〉
1) 문장 (1점)
예시 답안: 즐거운 사회시간, 오늘은 우리나라의 경제 성장 모습에 대해 알아볼까요?

2) 이유 (1점)
답안: 표현하고자 하는 감정을 나타내는 구체적인 명사/단어를 사용하는 것이 좋음.
한 번에 많은 양의 문장을 입력하지 않으며, 문장을 명확하고 간결하게 입력하는 것이 인공지능이 인식하기에 쉬움.

1: 인공지능과 유창하게 대화하는 방법을 정확하게 이해하고 서술함.
0: 인공지능과 유창하게 대화하는 방법을 적절히 설명하지 못함

- **2-2번 답안**

인공지능의 특성 이해, 인공지능과의 의사소통, 과제수행 (총점 3점)
〈예시 답안〉

1) 인공지능이 해당 모습을 추천한 이유 (1점)
인공지능이 사전에 '미역국을 먹다'라는 문장 데이터와 슬픈 감정을 연결하는 학습을 하지 못하였기 때문에 잘못된 표정을 추천함.
1: 데이터를 아직 학습하지 못하였다고 서술함. (기계학습 개념)
0: 이유를 서술하지 못함.

2) 대처 방안 (2점)
① 인공지능 투닝이 표현하고자 하는 의도(시험을 못 봐 슬픈 상황)를 제대로 인식하도록 다른 표현을 사용해 재입력을 시도함.
② '미역국을 먹다'라는 표현을 쓸 때 '슬픈 표정'이 어울린다는 것을 인공지능 투닝에게 학습시킴. (학습하는 능력 활용)
(추가 가능 답안: 인공지능의 추천으로 새로운 아이디어가 떠오른 경우 인공지능의 추천을 반영하여 글의 흐름을 수정함.)
2: 대처방안을 2가지 모두 서술함.
1: 대처방안을 1가지만 서술함.
0: 대처방안을 서술하지 못함.

A. 인간-AI 협력 역량

2-3. 인공지능 번역기 파파고는 우리가 입력한 글을 즉석에서 한국어, 영어, 일본어, 중국어 등 다른 언어로 번역해주는 기능을 갖춘 인공지능 프로그램입니다.
인공지능 파파고와 협력하여 영어 글쓰기를 하고자 합니다. 사회시간에 배운 우리나라 경제 성장의 모습에 관해 설명하는 영어 글쓰기를 하기 위해 다음의 문장을 입력한 후 인공지능 파파고에게 번역을 요청하였습니다. 하지만 인공지능 파파고가 번역한 글이 원래 표현하고자 했던 의도를 충분히 표현하지 못해 인공지능 파파고가 이해하기 쉽게 다시 문장을 입력해보고자 합니다.

1) 해당 문장을 어떻게 수정하면 좋을까요?
2) 왜 그 문장이 인공지능이 의미를 인식하기에 쉬운 문장이라고 생각하나요?

	수정 전	수정 후
1) 입력한 문장	6.25 전쟁 직후 우리나라는 산업 시설이 대부분 파괴되고 국토 전체가 황폐화되었지만, 힘을 모아 도로, 건물, 다리, 시설 등 전쟁으로 파괴된 여러 시설을 복구하였으며 경제적 자립을 위해 설탕, 밀가루 등의 식료품 공업, 섬유 공업과 같은 소비재 위주의 산업을 발전시키는 모습을 보였습니다.	
2) 이유		

A. 인간-AI 협력 역량

2-4. 몹시 바쁜 상황을 표현하기 위해 인공지능 번역기 파파고에게 "홍길동은 동에 번쩍 서에 번쩍하며 바쁘게 일한다"를 입력하였습니다.
그랬더니 인공지능 번역기는 "He is busy working from east to west.(그는 동쪽에서 서쪽으로 일하느라 바쁘다)"라고 잘못 번역하였습니다.

1) 왜 인공지능은 다음과 같은 문장을 추천하는 것일까요?
2) 이러한 인공지능의 제안에 대해 어떻게 대처할 것인지 여러 가지 방안을 생각해 적어봅시다.

표현하고 싶은 문장	홍길동은 동에 번쩍 서에 번쩍하며 바쁘게 일한다.
인공지능 번역 결과	He is busy working from east to west. (그는 동쪽에서 서쪽으로 일하느라 바쁘다.)
1) 인공지능이 해당 문장을 추천한 이유	
2) 대처 방안	①
	②

- **2-3번 답안**

인공지능과의 의사소통 (총점 2점)
〈예시 답안〉

1) 입력한 문장 (1점)
예시 답안: 6.25 전쟁 직후 우리나라의 대부분의 산업 시설이 파괴되고 국토 전체가 황폐화 되었습니다. 하지만 우리나라 국민은 힘을 모아 전쟁으로 파괴된 여러 시설을 복구하였습니다. 예를 들어 도로, 건물, 다리를 새로 지었습니다. 그리고 경제적 자립을 위해 설탕, 밀가루 등 식료품 공업, 섬유 공업 등 소비재 위주의 산업을 발전시키는 모습을 보였습니다.

2) 이유 (1점)
답안: 구체적인 명사/단어를 사용해 문장을 명확하고 간결하게 입력하는 것이 인공지능이 인식하기에 쉬움. (추가 가능 답안: 주어, 목적어를 생략하지 않고 분명하게 사용함.)
1: 인공지능과 유창하게 대화하는 방법을 정확하게 이해하고 서술함.
0: 인공지능과 유창하게 대화하는 방법을 적절히 설명하지 못함.

- **2-4번 답안**

인공지능의 특성 이해, 인공지능과의 의사소통, 과제수행 (총점 3점)
〈예시 답안〉

1) 인공지능이 해당 모습을 추천한 이유 (1점)
인공지능이 사전에 '동에 번쩍, 서에 번쩍'이라는 문장 데이터와 몹시 바쁘다는 영어 단어를 연결하는 학습을 하지 못하였기 때문에 동쪽에서 서쪽으로 일한다고 오역을 함.
1: 데이터를 아직 학습하지 못하였다고 서술함. (기계학습 개념)
0: 이유를 서술하지 못함.

2) 대처 방안 (2점)
① 인공지능 파파고가 표현하고자 하는 의도(매우 바쁜 상황)를 제대로 인식하도록 다른 표현을 사용해 재입력을 시도함.
② '동에 번쩍 서에 번쩍'이라는 표현이 '매우 바쁘다'는 뜻이라는 것을 인공지능 파파고에게 학습시킴. (예: 파파고의 '트레이닝 짐', 구글 번역의 '사용자 의견', 학습하는 능력 활용)
(추가 가능 답안: 인공지능의 추천으로 새로운 아이디어가 떠오른 경우, 인공지능의 추천을 반영하여 글의 흐름을 수정함.)
2: 대처방안을 2가지 모두 서술함.
1: 대처방안을 1가지만 서술함.
0: 대처방안을 서술하지 못함.

- 본 주관식 문항(2-1~2-4)에 대해 수정 혹은 보완, 추가 개선사항이 있으신 경우 자유롭게 작성해주세요.

—응답해주셔서 감사합니다.—

[부록 2] 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 초기 설계원리

상위 영역	하위 영역	설계원리 및 상세지침
교육 활동	학습 목표	**1. 체계적 목표설정의 원리** 학습자의 역량 수준과 특성을 고려하여 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 학습목표를 체계적으로 안내한다.
		1.1 학습자의 인간-AI 협력 역량 수준, 인공지능 관련 학습상태, 인공지능에 대한 태도 등을 분석해 이를 반영한 학습목표를 제시하라 (김진석, 2021; 김수환 외, 2020; Han et al., 2018; Ng, et al., 2021).
		1.2 인간-AI 협력 역량 관련 학습목표를 지식, 기술, 태도로 세분화하고 구체적인 행동 지표를 사용해 명확히 안내하라 (김진석, 2021; Carvalho et al., 2022; Kim et al., 2022; Markauskaite et al., 2022; Süße et al., 2021).
	학습 내용	**2. 역량 중심 내용구성의 원리** 인공지능과 협력 시 필요한 핵심 역량을 중심으로 학습내용을 구성한다.
		2.1 인간-AI 협력 역량을 구성하는 세부 역량(예. 인공지능 특성에 대한 이해 역량, 의사소통 역량, 과제수행 역량, 평가 및 성찰 역량, 팀원으로 수용하는 태도 등)을 기르는 내용을 중심으로 수업을 설계하라 (Markauskaite et al., 2022; Süße et al., 2021).
		2.2 인공지능 특성에 대한 이해로부터 기초적인 소통 기술을 습득하고, 문제해결, 창작 활동 등의 고차원적인 협력과제를 수행하는 순서로 교육과정 내용을 조직하라 (Bloom, 1956; Han et al., 2018; Kim et al., 2022; Ng et al., 2021; Ng et al., 2022).

상위 영역	하위 영역	설계원리 및 상세지침
		3. 교과와 인공지능 연계의 원리 정보 교과뿐만 아니라 국어, 수학, 사회 등 다양한 교과와 연계하여 인간-AI 협력 역량을 기르는 실제적인 협력과제를 제공한다.
		3.1 교과별 실제적 과제(예. 국어: 기행문, 광고 작성, 수학: 넓이 측정, 통계포스터 제작, 사회: 현장조사, 의사결정, 과학: 실험, 음악: 작곡, 연주) 중에서도 인공지능과의 긍정적인 상호의존성을 유도할 수 있는 과제를 인간-AI 협력 역량과 연계해 제시하라 (관계부처 합동, 2020; 김진석, 2021; 김수환 외, 2020; 신원섭, 2020a, 2020b; 신진선, 조미헌, 2021; 윤관기, 2021; 이영호, 2021; 이재호 외, 2021; Biswas et al., 2016; Carvalho et al., 2022; Chen et al., 2020; Han et al., 2018; Kim et al., 2022; Oh et al., 2018; Ng et al., 2022; Wiethof et al., 2021).
		3.2 실제적인 협력과제를 수행하는 가운데 교과성취기준을 달성하고 동시에 인간-AI 협력 역량을 기를 수 있도록 수업 내용을 구성하라 (신원섭, 2020a, Shin & Shin, 2020).
		4. 활동중심수업의 원리 학습자 중심의 상호작용적이고 구성적인 활동을 수행하는 가운데 인간-AI 협력 역량을 향상하도록 도입-탐색- 공유- 발전 단계로 수업을 구성한다.
	수업 방법	4.1 도입 단계에서 학습자의 사전지식 또는 관심사, 생활 속 경험과 연관 지어 인공지능과의 협력이 필요한 상황을 제시함으로써 학습 동기를 유발하라 (김진석, 2021; Han et al., 2018).
		4.2 탐색 단계에서 교사의 안내 아래 인공지능과 협력하는 간단한 수준의 과제를 해결하고, 그 과정과 결과를 기록하도록 하라 (김진석, 2021; Carvalho et al.,

상위 영역	하위 영역	설계원리 및 상세지침
		2022; Han et al., 2018; Kolb, 2014).
		4.3 공유 단계에서 다른 학습자와 협력 과정 및 결과에 대해 비교, 분석함으로써 인공지능과의 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 구성하도록 하라 (Dewey, 2008; Lin & Lehman, 1999; Kolb, 2014; Voorhees & Voorhees, 2017).
		4.4 발전 단계에서 학습자 스스로 인공지능과의 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 적용하는 발전된 수준의 과제를 해결하고, 그 과정과 결과를 기록하도록 하라 (김진석, 2021; Carvalho et al., 2022; Han et al., 2018; Kolb, 2014; Lin et al., 1999).
	학습 평가	**5. 과정중심평가의 원리** 인공지능과의 협력 수업에서 학습자의 인간-AI 협력 역량을 지속적으로 평가, 점검하도록 한다.
		5.1 인공지능과의 협력 과정과 결과에 대해 교사평가, 동료평가를 주기적으로 실시하고, 향후 협력 수행에 도움이 되는 실제적인 피드백을 즉각적이고 구체적으로 제공하라 (김진석, 2021; 이경화 외, 2016; 홍선호 외, 2021; Bender, 2012; Han et al., 2018; Kim et al., 2022; LeMahieu & Reilly, 2004).
		5.2 체크리스트, 성찰 일지 작성 등 인공지능과의 협력 활동을 되돌아보는 자기평가를 주기적으로 실시해 학습자 스스로 협력 관련 역량이 얼마나 향상하였는지를 파악하도록 하라 (김진석, 2021; 임미인 외, 2021; 염지윤, 2022; Bender, 2012).
		5.3 평가한 결과를 바탕으로 인간-AI 협력 역량을 향상하기 위한 구체적인 목표와 계획을 세우고 이를 잘

상위 영역	하위 영역	설계원리 및 상세지침
		수행하고 있는지를 점검하도록 하라 (이경화 외, 2016; Bender, 2012; Han et al., 2018; Kim et al., 2022; LeMahieu & Reilly, 2004).
학습자 - AI 상호작용 지원		**6. 협력 가능한 인공지능 선택의 원리** 학습자와 상호보완적인 협력을 수행하기에 적절한 인공지능을 선택해 인공지능을 협력 동료로 수용하도록 돕는다.
		6.1 선정된 과제를 해결하는 데 있어 학습자와 상호보완적인 능력을 갖춘 인공지능을 선택하라 (김훈석, 2018; 이광춘, 주용우, 2020; 한동균, 2021; Akata et al., 2020; Albacete et al., 2018; Baxter et al., 2017; Dellermann et al., 2019; Ho et al., 2018; Kim et al., 2022; Walliser et al., 2019).
		6.2 인간과 유사한 형태, 소리, 제스처 등 의인화 요소를 갖추고, 학습자의 수행에 적응적으로 반응하는 인공지능을 선택하라 (Baxter et al., 2017; Cassell & Bickmore, 2000; Epley, Waytz, & Cacioppo, 2007; Feine et al., 2019; Gong & Nass, 2007; Kim et al., 2022; Nass et al., 1996, 1999; Nass & Moon, 2000; Ramchurn et al., 2021; Reeves & Nass, 1996; Stowers et al., 2021; Suzuki et al., 2021; Wiethof et al., 2021).
		6.3 학습자의 인지발달수준을 고려한 인터페이스를 갖고 있으며, 설명 가능한 인공지능을 선택하라 (Akata et al., 2020; Chen et al., 2018; Kim et al., 2022; Lee & See, 2004 ; Suzuki et al., 2021; Wiethof et al., 2021).
		7. 신뢰 형성의 원리 협력과제를 수행하기 전 학습자가 인공지능에게 적절한 수준의 신뢰를 형성할 기회를 충분히 제공한다.

상위 영역	하위 영역	설계원리 및 상세지침
		7.1 사전 수업에서 인공지능과의 협력 우수 사례를 탐색하여 학습자가 인공지능과의 협력의 가치(필요성, 유용성)를 인식하도록 하라 (강미정 외, 2020; 박휴용, 2019, 2020; 이상욱, 2009; Fenwick & Edwards, 2014; Kim et al., 2022).
		7.2 협력 수업 초기에 모델링, 시연을 통해 인공지능의 기능과 기초적인 상호작용 지침을 상세히 안내하고 연습하는 즐거운 경험을 충분히 제공하라 (김성원, 이영준, 2020b; Carvalho et al., 2022; Hancock et al., 2011; Oh et al., 2018; Taguma et al., 2018).
		7.3 인공지능과 상호작용한 경험을 토대로 인공지능의 특성을 분석하는 활동을 제공해 인공지능의 능력 수준을 객관적으로 판단하도록 하라 (김혜은, 2022; Chen et al, 2018; Hancock et al., 2011; Wiethof et al., 2019).
		8. 협력 촉진을 위한 비계 제공(scaffolding)의 원리 협력 과정에서 인공지능의 특성을 고려해 협력적 상호작용을 성공적으로 수행하도록 다양한 형태의 비계를 제공한다.
		8.1 인공지능과의 팀워크 향상을 위해 팀 서약서 작성, 역할 분담, 활동 계획 세우기 등 팀 빌딩 활동을 제공하라 (김혜은, 2022; Süße et al., 2021; Walliser et al., 2019).
		8.2 인공지능과 효과적으로 상호작용하는 능력을 기르도록 다양한 상황 예시와 인공지능의 특성을 고려하는 질문을 제공하라 (홍수민, 임철일, 2021; Collins et al., 1989; Dennen, 2004).
		8.3 인공지능의 수행과 주변 상황 맥락을 반영하여 협력전략이나 해결방안을 조정해 나가고 있는지를 스스로 점검하는 안내(프롬프트, 체크리스트)를 제공하라

상위 영역	하위 영역	설계원리 및 상세지침
		(Butchibabu et al., 2016; Graham & Barter, 1999; Hoc, 2000; Kim et al., 2022; Markauskaite et al., 2022; Musick et al., 2021; Rico et al., 2008; Süße et al., 2021; Walliser et al., 2019).
		9. 맞춤형 지원의 원리 인공지능과의 협력활동을 모니터링하면서 학습자의 수준과 상황에 따라 적응적으로 지원한다.
		9.1 순회지도를 통해 개별 학습자의 인공지능과의 협력활동을 지속적으로 관찰하고, 학습자의 반응과 협력 역량 수준을 고려해 도움과 피드백을 적응적으로 제공하라 (임미인 외, 2021; 최서연, 2022; 홍선호 외, 2021).
		9.2 인공지능 프로그램을 실행하는 데 어려움을 겪거나 기술적 문제가 발생하였을 때 교수자 또는 또래 학습자에게 즉시 도움을 요청하도록 안내해 원활한 과업 수행을 촉진하라 (박수아, 최세정, 2018; 염지윤, 2022; 홍선호 외, 2021).
학습 환경	물리적 환경	**10. AI기반 교육환경 조성의 원리** 인공지능과의 협력활동을 수행하는데 필요한 디지털 자원 및 환경을 확인하고 준비한다.
		10.1 학교 교실 내 보안이 설정된 무선 네트워크와 태블릿 또는 PC, 인공지능이 탑재된 기타 기기 등 인공지능과 원활히 상호작용하는데 필요한 환경을 확인하고 준비하라 (임미인 외, 2021; 최서연, 2022; Han et al., 2018; Kim et al., 2022).
		10.2 인공지능에 대한 접근성을 높이기 위해 학습자 1인 당 1기기를 제공할 수 있는지를 확인하라. 만약 지원이 어려운 경우, PC/모바일 모두 호환이 가능한 인공지능 소프트웨어를 사용해 스마트폰 등의 대체 기기로 접속하거나, 2인이 한 팀을 이루고 각자 적절한 역

상위 영역	하위 영역	설계원리 및 상세지침
		할을 맡아 인공지능과의 협력활동에 긴밀히 참여할 수 있도록 하라 (최서연, 2022; Kim et al., 2022; Wang & Cheng, 2022).
		10.3 교실 외부의 인적, 물적 자원(예: 도서관, 박물관, 기술 허브)을 활용해 인공지능과 다양한 협력활동을 수행할 경우, 클라우드 기반의 서비스와 플랫폼(예. Padlet, Zoom, Google Drive)을 사용할 수 있는 환경을 마련하여 자료와 산출물을 효과적으로 수집하도록 하라 (Carvalho et al., 2022; Kim et al., 2022).
	사회 문화적 환경	**11. 자기주도적 학습문화의 원리** 개인의 지적 호기심을 충족시키고, 학습자 간 상호작용을 활성화함으로써 자기주도적인 학습문화를 형성한다.
		11.1 학습자가 스스로 관심 있는 세부 주제를 선정해 인공지능과 함께 관련 자료를 탐색하고 해결방안을 도출하는 선택권을 부여함으로써 학습자의 지적 호기심을 충족시켜라 (문수진, 2009; 홍기칠, 2004; Kagan, 1985; Ng et al., 2022).
		11.2 인공지능과의 협력 과정에서 발생한 문제를 학습의 기회로 바라보고 소집단 내 활발한 토의와 동료 교수 활동을 촉진함으로써 자발적인 학습 분위기를 형성하도록 하라 (양혜진 외, 2019; 홍수민, 임철일, 2021; Kim et al., 2022).
		12. 인공지능과의 수평적 관계 형성의 원리 인공지능을 단순한 통제의 대상으로서 바라보지 않고 인간과 동등한 지위를 가진 협력의 상대로 바라보는 수평적 분위기를 형성한다.
		12.1 인공지능을 실생활에 활용함으로써 인간의 삶에 미칠 수 있는 영향과 가능성을 다양하게 탐색하는 기

상위 영역	하위 영역	설계원리 및 상세지침
		회를 제공하라 (류재훈 외, 2016; 박휴용, 2020; 설동준, 2018; 손승남, 2020; Long, & Magerko, 2020; Latour, 1993; Thrift, 2000, 2008).
		12.2 인공지능이 인간보다 더 잘할 수 있는 특화된 능력이 있음을 인식하고, 인공지능에 대한 존중과 신뢰를 바탕으로 협력활동을 수행하였는지를 되돌아보는 활동을 제공하라 (강진숙, 2018; 박휴용, 2020; 손승남, 2020).
교육과 인공지능의 공진화		**13. 공진화를 위한 성찰의 원리** 인공지능과의 협력활동을 성찰하면서 학습자와 교수자, 개발자, 인공지능이 함께 성장해나가는 기회를 마련한다.
		13.1 학습자는 인공지능과의 협력활동을 성찰하는 일지를 지속적으로 작성해 이를 포트폴리오화 함으로써 인간-AI 협력 역량이 향상하는 과정을 스스로 확인할 수 있도록 하라 (권혁일, 2000; 염지윤, 2022; Kim et al., 2022).
		13.2 교수자는 인공지능과의 협력활동을 설계, 실행하는 과정에서 발생한 어려움과 학습자의 반응을 수시로 기록하고, 이를 기반으로 수업의 강점과 약점, 원인과 해결방안을 성찰하여 다음 수업에 반영하도록 하라 (강정찬, 2016; Herman & Morrell, 1999; Pollard et al., 2008; Shön, 1992).
		13.3 인공지능이 비윤리적인 의사결정을 내려 피해가 발생할 위험이 있는 경우 교수자는 인공지능 사용을 중지시키고, 개발자에게 개선점을 제안하도록 하라 (Big Innovation Centre, 2020; Han et al., 2018; Kim et al., 2022; Long & Magerko, 2020; Ng et al., 2021; Salomon et al., 1991; Süße et al., 2021).

[부록 3] 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 2차 설계원리

범주	설계원리 및 상세지침
학습 목표	**1. 체계적 목표설정의 원리** 요구분석과 과제분석을 수행하여 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 학습목표를 체계적으로 안내한다.
	1.1 학습자 집단의 인간-AI 협력 역량의 현재 수준과 바람직한 수준의 차이를 확인하고, 학습이 필요한 요소를 분석하라 (김진석, 2021; 김수환, 김성훈, 이민정, 김현철, 2020; Carvalho et al., 2022; Han et al., 2018; Markauskaite et al., 2022; Ng, et al., 2021; Süße et al., 2021).
	1.2 분석한 내용을 바탕으로 수업 후 도달해야 하는 영역별 (지식, 기능, 태도) 학습목표를 구체적인 내용과 관찰 가능한 행동으로 명확하게 안내하라 (김진석, 2021; 박성익, 임철일, 이재경, 최정임, 2011; Carvalho et al., 2022; Mager, 1962; Süße et al., 2021; Tyler, 1949).
학습 내용	**2. 역량 중심 내용구성의 원리** 인공지능과 협력 시 필요한 핵심 역량을 중심으로 학습내용을 구성한다.
	2.1 인공지능과 협력 시 필요한 핵심 역량(인공지능 특성에 대한 이해 역량, 의사소통 역량, 과제수행 역량, 평가 및 성찰 역량, 팀원으로 수용하는 태도 등)을 모두 다룰 수 있도록 수업 차수를 충분히 확보하라 (Markauskaite et al., 2022; Süße et al., 2021).
	2.2 인공지능 특성에 대한 이해로부터 기초적인 소통기술을 익히고 문제해결, 창작 활동 등의 고차원적인 과제를 수행하는 순서로 교육과정 내용을 조직하라 (Bloom, 1956; Han et al., 2018; Ng et al., 2021; Ng et al., 2022).
	3. 교과와 인공지능 연계의 원리 정보 교과뿐만 아니라 국어, 수학, 사회 등 다양한 교과와 연

범주	설계원리 및 상세지침
	계한 실제적 협력과제를 제시한다.
	3.1 교과별 실제적 과제(예. 국어: 기행문, 광고 작성, 수학: 넓이 측정, 통계포스터 제작, 사회: 현장조사, 의사결정, 과학: 실험, 음악: 작곡, 연주) 중에서도 인공지능과 상호보완적으로 협력함으로써 효과적으로 해결가능한 과제를 인간-AI 협력 역량과 연계해 제시하라 (관계부처 합동, 2020; 김진석, 2021; 설연경, 2020; 신원섭, 2020a; 신원섭, 2020b; 신진선, 조미헌, 2021; 윤관기, 2021; Biswas et al., 2016; Carvalho et al., 2022; Chen et al., 2020; Han et al., 2018; Hwang et al., 2020; Jonassen, 1997; Kim et al., 2022; Oh et al., 2018; Ng et al., 2022; NPEC, 2002; Wiethof et al., 2021).
	3.2 교과를 연계한 협력과제의 구체적인 내용과 형태는 교과의 특성과 교과성취기준, 내용체계의 위계성, 상호작용하는 인공지능의 능력과 학습자의 요구를 종합적으로 고려하여 구성하라 (교육부, 2020a; 김진석, 2021; 신원섭, 2020a; 신원섭, 2020b; 신진선, 조미헌, 2021; 윤관기, 2021; Han et al., 2018; Shin & Shin, 2020).
수업 방법	**4. 활동중심수업의 원리** 학습자가 학생주도적이고 협력적인 활동에 참여하는 가운데 인간-AI 협력 역량을 주도적으로 구성해나가도록 도입-탐색-공유-발전-종합 및 성찰의 단계로 수업을 구성한다.
	4.1 도입 단계에서는 본 수업을 통해 달성해야 할 학습목표를 명확하게 제시하라 (권승아, 강지혜, 2020; 이성하, 2019; 조영환 외, 2019).
	4.2 탐색 단계에서는 교사의 안내 아래 간단한 수준의 과제를 해결하며 인공지능과 효과적으로 협력하는 방안을 탐색하도록 하라 (김진석, 장은숙, 2021; 조영환 외, 2019; Han et al., 2018; Ng et al., 2022).
	4.3 공유 단계에서는 다른 학습자와 탐색 단계에서 체험한 경험을 비교, 분석하며 인공지능과의 협력 과정에서 필요한 지

범주	설계원리 및 상세지침
	식, 기술, 태도를 협력적으로 구성하도록 하라 (권승아, 강지혜, 2020; 김진석, 장은숙, 2021; 김홍래, 2021; 설연경, 2020; 이성하, 2019; 조영환 외, 2019).
	4.4 발전 단계에서는 학습자 스스로 공유 단계에서 구성한 인공지능과 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 적용해 발전된 수준의 실제적 과제를 해결하도록 하라 (권승아, 강지혜, 2020; 김진석, 장은숙, 2021; 설연경, 2020; 이성하, 2019; 조영환 외, 2019; Han et al., 2018; Ng et al., 2022).
	4.5 종합 및 성찰 단계에서는 학습목표를 성취하였는지를 확인하고 인공지능과의 협력활동을 성찰하도록 하라 (권승아, 강지혜, 2020; 김진석, 장은숙, 2021; 염지윤, 2022; 이성하, 2019; 조영환 외, 2019; Dewey, 2008; Kolb, 2014; Lin et al., 1999; Lin & Lehman, 1999; Voorhees & Voorhees, 2017).
학습 평가	**5. 과정중심평가의 원리** 학습자의 인공지능과의 협력 수행과정과 결과를 지속적으로 평가하고 이를 교수·학습에 반영하여 인간-AI 협력 역량을 향상하도록 돕는다.
	5.1 관찰평가, 포트폴리오, 동료평가, 자기평가 등 다양한 평가 방법을 활용하여 인공지능과의 협력 수행과정과 결과물을 지속적으로 평가하라 (권혁일, 2000; 염지윤, 2022; 이경화 외, 2016; 임미인 외, 2021; 홍선호 외, 2021; Bender, 2012; Han et al., 2018; Kim et al., 2022; LeMahieu & Reilly, 2004).
	5.2 학습목표와 평가 준거에 비추어 인공지능과 협력 수행과 결과물의 질을 측정할 수 있는 구체적인 채점기준표(rubric)를 사전에 준비하여 공유하라 (김인영, 2020; 이경화 외, 2016; 신민희, 2012; 최형신, 2014).
	5.3 평가 결과를 토대로 학습자에게 협력의 질을 향상하는데 도움이 되는 피드백을 즉각적이고 구체적으로 제공하라 (설연경, 2020; 이경화 외, 2016; 임미인 외, 2021; 홍선호 외, 2021;

범주	설계원리 및 상세지침
	Han et al., 2018).
학습자-AI 상호작용 지원	**6. 인공지능 선정의 원리** 사전에 인공지능이 학습자와 협력을 수행하기에 적절한지를 검토한 후 협력과제에 활용한다.
	6.1 학습자의 능력을 보완할 수 있으며, 개별 학습자의 특성 및 상황을 학습해 수행을 적응적으로 조정해나가는 인공지능을 협력과제에 활용하라 (김훈석, 2018; 이광춘, 주용우, 2020; 한동균, 2021; Akata et al., 2020; Albacete et al., 2018; Baxter et al., 2017; Dellermann et al., 2019; Kim et al., 2022, Salomon, Perkins, & Globerson, 1991; Stowers et al., 2021; Terveen, 1995; Walliser et al., 2019).
	6.2 상호작용하기 쉬운 직관적인 인터페이스를 갖추고 있으며, 사회·정서적으로 긍정적인 반응을 보이는 인공지능을 협력과제에 활용하라 (Baxter et al., 2017; Cassell & Bickmore, 2000; Chen et al., 2018; Epley, Waytz, & Cacioppo, 2007; Feine et al., 2019; Gong & Nass, 2007; Ho et al., 2018; Kim et al., 2022; Nass et al., 1996, 1999; Nass & Moon, 2000; Reeves & Nass, 1996; Suzuki et al., 2021; Wiethof et al., 2021).
	6.3 인공지능이 사회적 차별이나 비윤리적인 판단을 내릴 위험은 없는지 사전에 점검한 후 협력과제에 활용하라 (Aiken & Epstein, 2000; Akgun & Greenhow, 2021; Big Innovation Centre, 2020).
	7. 협력 촉진을 위한 비계 제공(scaffolding)의 원리 인공지능과 협력적 상호작용을 성공적으로 수행할 수 있도록 다양한 형태의 비계를 제공한다.
	7.1 인공지능과 협력하는 기술을 효과적으로 기를 수 있도록 인공지능의 특성을 설명하는 프롬프트와 다양한 상황 예시, 시연을 제공하라 (김홍래, 2021; 홍수민, 임철일, 2021; Collins et al., 1989; Dennen, 2004; Rummel et al., 2009).

범주	설계원리 및 상세지침
	7.2 학습자들이 과제의 핵심 사항에 집중하고, 인공지능과의 협력 진행 상황을 스스로 점검할 수 있는 안내(질문 형태의 프롬프트, 체크리스트)를 제공하라 (김관훈, 2019; 윤수정, 2007; Järvelä et al., 2015; Oh & Jonassen, 2007)
	7.3 학습자들의 인간-AI 협력 역량이 향상됨에 따라 점차 제공되는 비계의 종류와 빈도를 줄여나가도록 하라 (김관훈, 2019; Brown et al., 1989; Collins et al., 1989; Dickey, 2008).
	7.4 학습자가 인공지능 프로그램 실행 과정에서 기술적 문제가 발생해 어려움을 겪는 경우엔 즉시 도움을 요청하도록 안내하고 적합한 도움을 제공함으로써 원활한 과제수행을 촉진하라 (박수아, 최세정, 2018; 염지윤, 2022; 홍선호 외, 2021).
	8. 맞춤형 지원의 원리 협력과제를 수행하는 과정에서 학습자의 특성에 따라 개별적으로 피드백이나 도움을 제공해 모든 학습자가 인간-AI 협력 역량을 효과적으로 향상하도록 돕는다.
	8.1 개별 학습자마다 과업수행속도 및 조작 속도에 차이가 있으므로 협력과제를 먼저 완료한 학습자가 다른 학습자를 그냥 기다리기보다는 유의미한 활동을 경험할 수 있도록 수업을 설계하라 (임미인 외, 2021; 최서연, 2022).
	8.2 인공지능과의 협력활동을 수행하는 과정에서 보일 수 있는 학습자의 다양한 반응을 예측하고 개별화된 피드백과 도움 자료를 제공하라 (염지윤, 2022; 홍수민, 임철일, 2021).
물리적 환경	**9. AI기반 교육환경 조성의 원리** 인공지능과의 협력활동을 수행하는 데 필요한 디지털 자원 및 환경을 확인하고 준비한다.
	9.1 학교 교실 내 보안이 설정된 무선 네트워크와 태블릿 또는 PC, 인공지능이 탑재된 기타 기기 등 인공지능과의 협력 수업을 원활하게 수행하는 데 필요한 환경을 확인하고 준비하라 (Han et al., 2018; Kim et al., 2022).

범주	설계원리 및 상세지침
	9.2 인공지능에 대한 접근성을 높이기 위해 학습자 1인 당 1기기를 제공할 수 있는지를 확인하라. 만약 지원이 어려운 경우, PC/모바일 모두 호환이 가능한 인공지능 소프트웨어를 사용해 스마트폰 등의 대체 기기로 접속하거나, 2인이 한 팀을 이루고 각자 적절한 역할을 맡아 인공지능과의 협력활동에 긴밀히 참여할 수 있도록 하라 (최서연, 2022; Kim et al., 2022; Wang & Cheng, 2022).
	9.3 클라우드 기반의 서비스와 온라인 플랫폼(예. Padlet, Zoom, Google Drive)을 사용할 수 있는 환경을 마련하여 인공지능과의 협력활동 시 활용할 수 있는 인적, 물적 자원(예: 도서관, 박물관, 기술 허브 자료)과 산출물들을 효과적으로 수집하도록 하라 (Carvalho et al., 2022; Kim et al., 2022).
사회·문화적 환경	**10. 자기주도적 학습문화의 원리** 지적 호기심을 충족시키고 학습자 스스로 문제를 해결할 기회를 제공하는 자기주도적인 학습 분위기를 조성한다.
	10.1 학습자가 스스로 관심 있는 세부 주제를 선정해 인공지능과 함께 관련 자료를 탐색하고 해결방안을 도출할 수 있는 선택권을 부여함으로써 학습자의 지적 호기심을 유발하는 분위기를 조성하라 (문수진, 2009; 홍기칠, 2004; Kagan, 1985; Ng et al., 2022).
	10.2 인공지능과의 협력 수행과정에서 발생한 문제를 학습의 기회로 바라보고 소집단 내 활발한 토의와 동료교수활동을 장려함으로써 능동적인 학습 분위기를 조성하라 (양혜진 외, 2019; 홍수민, 임철일, 2021; Ching & Hursh, 2014; Kim et al., 2022).
	11. 인간과 AI의 수평적 협력의 원리 인공지능을 통제의 대상으로 바라보는 것이 아니라 상호 간 도움을 주고받을 수 있는 협력의 상대로 인식하는 수평적 분위기를 조성한다.

범주	설계원리 및 상세지침
	11.1 사전 수업에서 인공지능과 상호 간 도움을 주고받는 협력사례를 다양하게 제시하고 이를 분석하는 활동을 제공함으로써 협력의 가능성과 가치(필요성, 유용성)를 인식하는 기회를 제공하라 (강진숙, 2018; 류재훈, 최윤미, 김령희, 유영만, 2016; 박휴용, 2020; 설동준, 2018; 손승남, 2020; Long, & Magerko, 2020; Latour, 1993; Thrift, 2000, 2008).
	11.2 수업 초기에 팀 이름과 팀 서약서 작성, 공동의 목표설정, 팀원의 강약점 분석, 역할분담 등의 팀 세우기 활동을 제공함으로써 인공지능 팀원의 기여를 인식하며 공동체 의식을 촉진하는 기회를 제공하라 (강진숙, 2018; 김혜은, 2022; Chen et al., 2018; Graham & Barter, 1999; Hancock et al., 2011; Walliser et al., 2019).
교육과 인공지능의 공진화(Coevolution)	**12. 공진화를 위한 성찰의 원리** 수업의 설계 및 실행과정을 되돌아보며 인공지능과 함께 성장해나가는 기회를 마련한다.
	12.1 교수자는 인공지능의 특성을 충분히 활용하며 수업을 효과적으로 설계, 실행하였는지를 성찰하고, 성찰결과를 향후 수업에 반영하라 (강정찬, 2016; Herman & Morrell, 1999; Pollard et al., 2008; Shön, 1992).
	12.2 교수자는 인공지능이 수업 목적을 달성하는 데 적합하였는지를 성찰하고, 부족한 부분이 있는 경우 대안을 탐색하라 (Akgun & Greenhow, 2021; Big Innovation Centre, 2020).

[부록 4] 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 최종 설계원리에 대한 해설 및 예시

범주	설계원리 및 상세지침
학습 목표	**1. 체계적 목표설정의 원리** 요구분석과 과제분석을 수행하여 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 학습목표를 체계적으로 안내한다.
	1.1 학습자 집단의 인간-AI 협력 역량의 현재 수준과 바람직한 수준의 차이를 확인하고, 학습이 필요한 요소를 분석하라.
	해설 및 예시: 인간-AI 협력 역량 평가결과 (체크리스트, 관찰, 성찰일지, 검사지 등)를 토대로 학습자가 성취해야 할 이상적인 수준과 학습자의 실제 수행수준의 차이(gap)를 확인한다. 나아가 과제분석을 통해 인간-AI 협력 역량을 향상하기 위해 학습이 필요한 인지적, 심동적, 정서적 요소가 무엇이고, 어떤 순서로 배워야 하는지 등을 분석하여 학습목표를 설정한다. ◆ 학습자 집단이 인공지능과의 협력 과정에서 과제수행 역량이 부족한 경우, 인공지능 학습에 대한 지식, 조정 및 점검 기술, 적극적인 태도 등의 학습해야 할 지식, 기능, 태도를 분석하고, 우선순위를 정해 목표를 설정함.
	1.2 분석한 내용을 바탕으로 수업 후 도달해야 하는 영역별(인지적/심동적/정의적 영역) 학습목표를 구체적인 내용과 관찰 가능한 행동으로 명확하게 안내하라.
	해설 및 예시: ◆ 학습목표 예시 ☞ '인공지능 투닝과 효과적으로 의사소통하는 방법을 설명할 수 있다.' ☞ '인공지능 투닝의 추천을 수정 또는 발전시킬 수 있다.'

	☞ ‘인공지능과 적극적으로 의사소통하는 태도를 기를 수 있다.’
학습 내용	**2. 역량 중심 내용구성의 원리** 인간-AI 협력 역량을 구성하는 요소 간의 관계를 고려하여 학습경험을 설계한다.
	2.1 인간-AI 협력 역량을 구성하는 요소를 고루 증진하도록 교육과정 내용을 조직하라.
	해설 및 예시: 인간-AI 협력 역량을 구성하는 하위요소에는 인공지능 이해역량, 의사소통역량, 과제수행역량, 평가 및 성찰역량, 팀원으로 수용하는 태도 등이 있다. 인공지능과 효과적으로 협력하기 위해서는 이러한 역량을 총체적으로 향상할 필요성이 있으며, 이를 위한 수업 차수를 충분히 확보할 필요가 있다. 예컨대 초·중등 교육에서는 자율적으로 편성·운영 가능한 창의적 체험활동을 활용할 수 있으며, 시수 확보가 어려운 경우 교과교육과정을 재구성하여 인공지능과 협력 시 필요한 역량을 모두 다룰 수 있다.
	2.2 인공지능의 특성에 대한 이해로부터 기초적인 소통기술을 익히고, 문제해결, 창작 활동 등 고차원적인 과제를 해결하는 순서로 수업을 설계하라.
	해설 및 예시: 인간-AI 협력 역량을 구성하는 하위요소를 효과적으로 향상하기 위해서는 우선, 상호작용하는 인공지능의 특성에 대한 분석 및 이해가 선행되어야 하며, 기초적인 소통 능력을 기르고, 나아가 실제 문제를 해결하거나 콘텐츠를 창작하는 능력을 기르는 방향으로 교육과정의 순서를 구성해 단계적으로 학습을 심화해나가야 한다.

◆ 인간-AI 협력 역량을 구성하는 요소 간의 관계를 고려하여 1-2차시는 '인공지능 팀원 이해하기', 3-4차시는 '인공지능과 의사소통하기', 5-6차시는 '인공지능과 협력과제 수행하기' 순서로 교육과정의 세부 주제를 구성해 단계적인 학습을 실행함.

3. 교과와 인공지능 연계의 원리

정보 교과뿐만 아니라 국어, 수학, 사회 등 다양한 교과와 연계한 실제적 협력과제를 제시한다.

3.1 교과별 실제적 과제 중에서도 인공지능과 상호 간에 강점을 살리고 약점을 보완하는 협력을 수행함으로써 효과적으로 해결이 가능한 과제를 활용하여 인간-AI 협력 역량을 기르는 기회를 제공하라.

해설 및 예시

역량은 무언가를 할 수 있는 능력으로서 지식, 기능, 가치 및 태도의 총체이다. 즉, 지식, 기능, 가치 및 태도를 유기적으로 연결하여 특정 맥락에서 실제로 적용, 활용할 수 있는 수행성이 강조된다. 따라서 인간-AI 협력 역량을 구성하는 지식, 기능, 가치 및 태도를 분절해 가르쳐서는 안 되며 지식, 기능, 태도를 통합적으로 연결해 적용할 수 있는 유의미한 상황과 맥락을 제공할 필요성이 있다. 이를 위해 국어, 수학, 사회 등 교과별 실제적 과제 중에서도 인공지능과 서로의 능력을 증강할 수 있는 상호보완적인 협력을 수행함으로써 효과적으로 해결 가능한 과제를 활용해 인간-AI 협력 역량을 기를 수 있도록 한다.

◆ 교과별 실제적 협력과제 예시

과목	인공지능과 협력 가능한 실제적 과제 예	인공지능 앱 예	
국어 / 사회	• 외국어로 우리 지역을 소개하는 포스터, 안내서 등을 제작해 SNS로 홍보하는 과제		

	• 지구촌 문제를 해결하기 위해 비정부기구(NGO)에 편지쓰기	네이버 파파고 (papago)	구글 (Google) 번역
	인간 역할	인공지능 역할	
	• 주제 및 내용 구성하기 • 번역 수정 및 보완하기	• 외국어로 번역하기	
수학 / 체육	• 홈 코트(Homcourt) 앱 활용해 농구 기술을 연습한 후 우리 반의 운동 데이터를 그래프로 나타내기	홈 코트 (Homcourt) 앱	
	인간 역할	인공지능 역할	
	• 동작 수행하기 • 데이터를 그래프로 변환하기	• 동작 인식하기 • 성공률 계산하기	
과학	• 동물 또는 식물의 먹이 피라미드를 그림으로 표현하기 • 물의 순환 여행을 만화로 표현하기	웹툰 창작 앱 투닝 (Tooning)	잇셀프 (Ifself)
	인간 역할	인공지능 역할	
	• 주제와 내용, 등장인물, 대사 구성하기 • 웹툰 수정 및 보완하기	• 그림 또는 웹툰으로 표현하기	
음악	• 악곡에 어울리는 신체 표현을 촬영해 애니메이션 만들기 • 가락 일부를 바꾸어 부르거나 노랫말 창작하기	애니 메이션 창작 앱 Scroobly	두들 바흐 (Doddle bach)
미술	• 주변 풍경을 관찰하고 그 특징을 살려 풍경화 그리기	NVIDIA GauGAN	
	인간 역할	인공지능 역할	
	• 화면 구성하기 • 화풍 선택하기	• 스케치를 특정 화풍의 풍경화로 변환하기	

	• 스케치 및 수정하기	
영어	• 구글 어시스턴트(Google assistant) 와 음식 주문 상황 극본 만들기	구글 어시스턴트 (Google assistant)
	인간 역할	인공지능 역할
	• 주문 요청하기 • 주문 수정하기	• 필요한 정보 질문하기 • 주문 확인하기

3.2 교과를 연계한 협력과제의 내용과 형태는 교과의 특성과 교과성취기준, 교과내용체계의 위계성, 인공지능의 특성과 학습자의 교과역량 수준을 종합적으로 고려해 구성하라.

해설 및 예시

◆ 초등학교 6학년을 대상으로 음악 과목에서 인공지능과 협력하는 과제를 설계할 경우, 학습한 결과로 수행적 능력을 획득하는 것을 중시하는 표현교과라는 음악 교과의 특성을 반영해 인공지능과 함께 가락, 화음, 리듬 등을 창작하는 과제를 설계할 수 있음.

◆ 교수자는 「초·중등 인공지능 교육내용 기준」을 참고해 활동을 구성함.

◆ 음악의 교과성취기준 '[6음01-05] 제재곡의 노랫말을 바꾸거나 노랫말에 맞는 말붙임새로 만든다.'과 동시에 인간-AI 협력 역량 관련 목표를 고려하여 지난 시간에 배운 '파랑새' 제제곡의 일부에 인공지능 두들바흐와 협력해 생성한 가락을 추가하고 이에 가사를 창작하는 등의 활동을 구성할 수 있음.

◆ 학습자의 해당 주제에 대한 교과 지식과 메타인지 수준 등 교과 역량을 고려하여 인공지능과의 협력과제의 양과 수준을 설정함.

4. 활동중심수업의 원리

수업 방법 학습자가 학생주도적이고 협력적인 활동에 참여하는 가운데 인간-AI 협력 역량을 구성해나가도록 도입-탐색-공유-발전-종합 및 성찰의 단계로 수업을 구성한다.

	4.1 도입 단계에서는 본 수업을 통해 달성해야 할 학습목표를 명확하게 제시하라.
해설 및 예시	학습자가 해당 수업을 통해 달성해야 하는 학습목표를 명확하게 이해하고 수업에 참여할 수 있도록 한다. ◆ 수업을 시작하며 오늘의 학습목표로 '인공지능과 효과적으로 의사소통하는 방법을 설명할 수 있다.'를 안내함.
	4.2 탐색 단계에서는 교사의 안내 아래 간단한 수준의 과제를 해결하며 인공지능과 효과적으로 협력하는 방법을 익히도록 하라.
해설 및 예시	학습자가 교사의 설명 및 안내를 따라 간단한 연습 과제를 해결하며, 인공지능과 효과적으로 협력하는 방법을 탐색할 수 있도록 한다. ◆ 인공지능이 문장 의도와 어울리지 않은 표정과 동작을 추천한 상황에서 문장을 어떻게 수정하면 좋을지와 같은 간단한 문제상황을 제시하고, 교사가 제공하는 힌트 아래 개별적으로 해결방안을 탐색함.
	4.3 공유 단계에서는 탐색 단계에서 체험한 경험을 다른 학습자와 비교, 분석하며 인공지능과의 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 사회적으로 구성하도록 하라.
해설 및 예시	탐색 단계에서 배운 협력기술이나 자신이 터득한 노하우를 다른 학습자와 공유하고 이를 언어화해 정리하도록 한다. ◆ 모둠 친구들과 인공지능과 효과적으로 소통하는 전략을 공유하고, 이를 활동지에 정리하도록 함.
	4.4 발전 단계에서는 공유 단계에서 구성한 인공지능과 협력 과정에서 필요한 지식, 기술, 태도를 적용해 학습자 주도적으로 발전된 수준의 실제적 과제를 해결하도록 하라.

	해설 및 예시	다른 학습자와의 논의를 통해 알게 된 지식과 기술, 태도를 학습자 주도적으로 적용해보도록 발전된 수준의 과제를 제공한다. ◆ 인공지능과 협력해 '행복한 우리반 만들기' 홍보 만화를 제작하는 과제를 제공함.
	4.5 종합 및 성찰 단계에서는 인공지능과의 협력 과정을 되돌아보며 학습목표를 성취하였는지를 확인하도록 하라.
	해설 및 예시	완성한 결과물을 친구들 앞에서 발표하며 인상 깊은 점, 개선점 등을 나누도록 하며, 오늘의 수업을 되돌아보는 성찰 활동을 통해 인공지능과의 협력 역량이 성장하는 과정을 스스로 확인하도록 한다. ◆ 인공지능과 함께 만화를 제작한 활동을 되돌아보며 잘한 점, 아쉬운 점, 앞으로의 계획을 적어보도록 함.
학습 평가	**5. 과정중심평가의 원리** 학습자의 인공지능과의 협력 수행과정과 결과를 지속적으로 평가하고 이를 교수·학습에 반영하여 인간-AI 협력 역량을 향상하도록 돕는다.
	5.1 관찰평가, 포트폴리오, 동료평가, 자기평가 등 다양한 평가 방법을 활용하여 인공지능과의 협력 수행과정과 결과물을 지속적으로 평가하라.
	해설 및 예시	교사, 동료학습자 또는 학습자 스스로 비디오, 사진, 그림 등 인공지능과 함께 만든 결과물과 인공지능과의 협력 과정을 기록한 활동지를 토대로 점수를 매기거나 의견을 작성하도록 한다. ◆ 포트폴리오를 제작해 교사 또는 동료 학습자가 학생의 수행 능력의 변화 과정을 종합적으로 평가하도록 함. ◆ 학생 스스로 체크리스트나 성찰일지를 작성하면서

	자신의 협력 수행과정을 성찰하도록 함.
	5.2 학습목표와 평가 준거에 비추어 인공지능과 협력 수행과 결과물의 질을 측정할 수 있는 구체적인 채점기준표(rubric)를 사전에 준비하여 공유하라.
	해설 및 예시: 인공지능에 대한 이해, 의사소통 역량, 과제수행 역량 등의 평가항목별로 수행 수준(상,중,하)에 맞게 구체적인 행동을 서술한 채점기준표(rubric)을 사전에 제작해 공유함으로써 학습자가 평가 요소를 이해하고 학습을 수행하도록 한다. ◆ 채점기준표(rubric) 예시 ☞[부록 12] 수업 지도안 내 평가 (평가 목표, 평가 내용 및 평가 기준) 참고
	5.3 평가 결과를 토대로 학습자에게 협력의 질을 향상하는데 도움이 되는 피드백을 즉각적이고 구체적으로 제공하라.
	해설 및 예시: 교사 또는 동료학습자가 채점기준표(rubric)의 참고설명을 토대로 학습자의 수행 능력 향상에 도움이 될 수 있는 행동이나 자신의 노하우를 구체적으로 안내함으로써 학습자의 학습개선에 기여한다. ◆ 채점기준표(rubric)를 토대로 학습자의 수행의 질, 장단점 등을 객관적으로 분석해 구체적인 조언을 제공함.
학습자-AI 상호작용 지원	**6. 인공지능 선정의 원리** 사전에 인공지능이 학습자와 협력을 수행하기에 적절한지를 검토한 후 협력과제에 활용한다.
	6.1 학습자의 능력을 보완할 수 있으며, 개별 학습자의 성향 및 주변 상황에 따라 수행을 적응적으로 조정해나가는 인공지능을 협력과제에 활용하라.
	해설: ◆ 인공지능 예시 ☞ 인공지능이 내장된 웹툰 창작 앱 투닝은 스토리텔

및 예시	링 과제 수행 시 표현 의도에 적합한 표정, 자세, 배경 요소를 추천하는 기능이 있어 학습자의 부족한 표현능력을 보완하고, 학습자의 아이디어를 효과적이고도 효율적으로 표현할 수 있음. ☞ 인공지능이 내장된 웹툰 창작 앱 투닝은 학습자가 제공하는 정보를 학습해 정보를 추천하거나 학습을 통해 수행 성능을 지속적으로 향상해나가는 특성을 갖추고 있음.

6.2 학습자가 쉽게 사용할 수 있으며, 사회·정서적으로 긍정적인 반응을 보이는 인공지능을 협력과제에 활용하라.

해설 및 예시	복잡한 명령어를 입력해 소통하는 인공지능 소프트웨어도 있지만, 버튼을 클릭하거나 블록을 드래그 앤 드롭하는 등 간단한 방법으로도 소통할 수 있는 인공지능 소프트웨어 또한 존재한다. 학습자의 인지발달 수준을 고려하였을 때 조작 방식이 지나치게 어렵지는 않은지 사전에 판단하여 과도한 인지 부하를 제거하고, 협력과제를 성공적으로 수행하도록 해야 한다. 동시에 학습자의 생각과 감정을 음성, 대화창, 그래픽, 버튼 등을 통해 표현하였을 때 이에 적절히 공감하고 답변을 제공하는 인공지능을 선정함으로써 학습자의 인공지능에 대한 흥미와 협력 동기를 촉진할 수 있다. ◆ GPT-3 모델 기반의 PLAYGROUND는 인간이 제시한 주제에 대해 글, 또는 시를 쓰거나 영화 각본을 쓸 수도 있으며, 인간의 질문에 대한 창의적인 대답을 제공할 수 있는 인공지능 소프트웨어임. 해당 인공지능은 영어로 된 명령어를 구체적으로 입력해야 질 높은 결과물을 얻을 수 있음. 교사는 해당 인공지능을 수업에 활용하기 전에 학습자가 영어 명령어를 활용해 해당 인공지능과 대화할 수 있는 인지발달수준을 갖췄는지를 확인하고 수업에 활용해야 함.

	6.3 인공지능이 사회적 차별이나 비윤리적인 판단을 내릴 위험은 없는지 사전에 점검한 후 협력과제에 활용하라.
해설 및 예시	인공지능 알고리즘이 성, 인종, 나이, 지위 등에 대한 사회적 차별과 편견이 담긴 데이터를 학습한 경우 비윤리적이고도 편향된 행동을 수행할 위험이 있다. 따라서 교수자는 사전에 교육청에서 제공하는 「인공지능의 공공성 확보를 위한 현장 가이드라인」이나 국가에서 제공하는 「인공지능(AI) 윤리기준」 등을 참고하여 인공지능과의 협력수업에서 활용한 인공지능이 윤리적인 이슈나 사회적 편향이나 차별의 위험이 없는지를 사전에 점검할 필요성이 있다. ◆ 2020년 스캐터랩이 개발한 AI 챗봇 이루다는 여성, 장애인에 대해 혐오 발언을 하거나 성적인 대화를 유도하였으며 카카오톡 대화내용을 무단으로 수집해 학습시켰다는 의혹이 터지면서 서비스가 중단되었음.
	7. 협력 촉진을 위한 비계 제공(scaffolding)의 원리 인공지능과 협력적 상호작용을 성공적으로 수행할 수 있도록 다양한 형태의 비계를 제공한다.
	7.1 인공지능과 협력하는 기술을 효과적으로 기를 수 있도록 개별 기술을 탐색할 수 있는 다양한 상황 예시와 시연, 설명을 충분히 제공하라.
해설 및 예시	인공지능과 협력적으로 상호작용하는 기술 하나하나를 충분히 탐색할 수 있는 다양한 예시(긍정적/부정적 사례)와 시연을 제공하고, 인공지능의 특성과 연관 지어 설명함으로써 해당 기술에 대한 학습자의 이해를 촉진한다. ◆ 인공지능의 기계학습과 연관 지어 인공지능과 협력 과정을 적절히 수정 및 조정하는 기술을 설명함.
	7.2 학습자들이 과제의 핵심 사항에 집중하고, 인공지능과의 협력 진행 상황을 스스로 점검할 수 있는 안내(질문 프롬프

	트, 체크리스트)를 제공하라.
해설 및 예시	학습자가 인공지능과 협력과제를 수행하는 과정에서 준수해야 하는 행동을 체크리스트나 질문 형태로 제공해 학습자가 인공지능과의 협력 진행 상황을 수시로 점검하도록 한다. ◆ 점검 프롬프트 예시 ☞ '인공지능의 제안을 비판적으로 수용하며 결과물을 발전시켰는가?' ☞ '협력 과정에서 발생하는 인공지능의 오류 및 실수를 인식하고, 적절한 피드백을 제공하였는가?' ☞ '인공지능이 나의 말과 글의 의도를 이해하지 못했을 때 다른 방식의 표현을 적극적으로 시도하였는가?' 등
7.3 학습자들의 인간-AI 협력 역량이 향상됨에 따라 점차 제공되는 비계의 종류와 빈도를 줄여나가도록 하라.	
해설 및 예시	수업이 진행됨에 인간-AI 협력 역량이 어느 정도 향상되었다고 판단되었을 때 제공되는 비계를 점진적으로 소거시켜야 한다. ◆ 인공지능과 협력과제를 수행하는 초기에는 예시와 시연, 설명 및 질문 프롬프트 등을 모두 제공했다가, 협력 역량이 향상되었다고 판단되었을 때는 해결책을 직접 설명하는 시연과 예시의 제공을 중단하고 학습자 스스로 자신의 학습상황을 점검할 수 있는 질문 프롬프트와 체크리스트 정도만 제공함.
7.4 학습자가 인공지능 프로그램 자체의 기술적 오류가 발생해 어려움을 겪는 경우엔 즉시 도움을 요청하도록 안내하고 적합한 도움을 제공함으로써 원활한 과제수행을 촉진하라.	
해설 및	인공지능의 특성을 이해하지 못해 발생한 오류가 아니라 로그인이 되지 않거나 갑자기 인공지능의 수행 화면이 멈추는 등의 기술적인 문제가 발생하였을 때

예시	손을 들어 즉각적인 도움을 요청하도록 안내하며, 교수자가 직접 도와주거나 또래 도우미가 문제상황을 해결해 학습이 지연 또는 중단되는 것을 방지한다. ◆ 안내 예시 ☞ '인공지능이 제대로 작동하지 않는 경우엔 손을 들어주세요.'
8. 맞춤형 지원의 원리 학습자의 과업수행속도 및 정서적 반응을 고려한 맞춤형 지원을 제공하여 모든 학습자가 인간-AI 협력 역량을 효과적으로 향상하도록 돕는다.	
8.1 모든 학습자가 유의미한 활동을 경험할 수 있도록 서로 다른 과업수행 및 기기 조작 속도를 고려하여 활동을 구성하라.	
해설 및 예시	협력과제를 함께 수행하는 인공지능은 PC, 태블릿, 모바일 기기 등 스마트 기기 내 소프트웨어로 실행된다. 따라서 스마트 기기 친숙도 및 활용 능력에 따라 조작 속도에 차이가 발생할 수 있다. 더불어 다양한 요인 (인공지능 소프트웨어 사용경험, 인공지능 리터러시, 인공지능에 대한 태도, 문제이해 및 정보처리능력 등) 때문에 학습자마다 과업수행속도에 차이가 발생한다. 이 때문에 인공지능과 협력과제를 먼저 완료한 학습자에게는 협력 과정을 성찰하는 활동이나 결과물을 발전시킬 수 있는 과제를 추가로 수행하도록 지도할 필요가 있다. ◆ 추가 활동 예시 ☞ '인공지능 투닝과의 협력과제를 먼저 완료한 학습자에게는 협력 과정과 결과물을 소개하는 발표 대본을 작성해볼까요?' ☞ '시간적 여유가 있는 사람은 앱에서 제공하는 그림 이외에 Google 사이트의 외부 그림이나 사진을 업로드

	해 제작한 작품을 발전시켜보세요.‘
	8.2 인공지능과의 협력활동을 수행하는 과정에서 보일 수 있는 학습자의 다양한 반응을 예측하고, 개별화된 피드백과 보조 자료를 제공하라.
	해설 및 예시: 인공지능과 협력활동을 수행하는 과정에서 학습자는 다양한 반응을 보일 수 있는데 교수자는 되도록 협력활동을 수행하는 학습자에게 긍정적인 피드백을 제공해야 한다. 특히 인공지능의 기능 숙지 부족을 이유로 두려움, 활동 이탈, 태만 등 활동 수행에 부정적 반응을 보인다면 관련 영상자료를 제공해 작동법을 익히고 협력과제를 수행하게 하도록 한다. 더불어 인공지능과 협력적으로 문제를 해결해 나가는 학습자의 노력과 행동에 칭찬과 격려를 제공함으로써 부정적인 반응을 보였던 학습자의 동기를 촉진한다. ◆ 긍정적 피드백 예시 ☞ '인공지능 투닝과 다른 방식으로 대화를 시도하며 적극적으로 문제를 해결하려는 모습이 멋있구나.'
물리적 환경	**9. AI기반 교육환경 조성의 원리** 인공지능과의 협력활동을 수행하는 데 필요한 디지털 자원 및 환경을 확인하고 준비한다.
	9.1 인공지능과의 협력 수업을 원활하게 진행하기 위해 학교 내 보안이 설정된 네트워크와 필요한 기기(PC, 태블릿, 인공지능이 탑재된 기타 기기, 웹캠, 헤드셋 등)를 개별적으로 제공할 수 있는지를 확인하고 준비하라. 만약 1인 1기기를 지원하기 어려운 상황이라면 스마트폰 등의 대체 기기를 활용하거나, 2인이 한 팀을 이루고 각자 적절한 역할을 맡아 인공지능과의 협력활동에 긴밀히 참여할 수 있도록 하라.
	해 인공지능과 협력활동을 원활히 수행하기 위해 대여

설 및 예시	가능한 태블릿, 크롬북, 노트북 등 디지털 기기의 개수, 인공지능 프로그램을 구동 가능한 운영체제의 종류와 버전, 무선 네트워크의 설치 유무를 확인하고 이에 맞춰 학습 활동을 설계한다. 나아가 인간-AI 협력 역량을 효과적으로 기르기 위해서는 학습자 1인이 1개의 기기를 조작하며 협력기술을 연습할 수 있는 환경을 조성하는 것이 가장 적합하다. 하지만 1인 1기기를 조작하는 것이 어려운 환경일 경우 PC/모바일 모두 호환이 가능한 인공지능 소프트웨어를 활용하여 스마트폰으로 접속하게 할 수 있다. 또한 활용하는 인공지능 기술에 따라 별도의 기기가 필요할 수 있다. 예컨대 이미지 인식 기술을 활용하는 경우 웹캠이 필요하며, 음성인식 기술을 활용하는 경우 스피커, 마이크가 장착된 헤드셋이 필요하다. 따라서 활용하는 인공지능 기술에 따라 필요한 기기를 개별적으로 지급할 수 있는지를 사전에 점검해야 한다. ◆ 만약, 학습자 2인이 1기기를 조작하는 경우 학습자 간 1차 제작, 2차 수정 등의 역할을 분담하여 모든 학습자가 인공지능과 협력활동에 몰입하도록 활동을 설계할 수 있음
9.2 교실 외부의 인적, 물적 자원(예: 도서관, 박물관, 기술 허브)을 활용해 인공지능과 다양한 협력활동을 수행할 경우, 클라우드 기반의 서비스와 플랫폼(예. 네이버 밴드, Padlet, Zoom, Google Drive)을 사용할 수 있는 환경을 마련하여 자료와 산출물을 효과적으로 수집하도록 하라.	
해설 및 예시	◆ 협력 결과물을 밴드, Padlet 등 클라우드 기반의 플랫폼에 업로드하며, 서로의 작품에 칭찬, 의견, 개선할 점 등에 대해 댓글을 달아주는 활동을 수행함.

사회·문화적 환경	**10. 자기주도적 학습문화의 원리** 지적 호기심을 충족시키고 학습자 스스로 문제를 해결할 기회를 제공하는 자기주도적인 학습 분위기를 조성한다.	
	10.1 학습자가 스스로 관심 있는 주제를 선정해 인공지능과 함께 관련 자료를 탐색하고 해결방안을 도출할 수 있는 선택권을 부여함으로써 학습자의 지적 호기심을 유발하는 분위기를 조성하라.	
	해설 및 예시	개인적인 흥미 및 관심 분야를 반영해 표현하고 싶은 세부 주제를 학습자 스스로 선택하는 기회를 제공함으로써 자율적인 탐구 능력을 기르도록 한다. ◆ 안내 예시 ☞ '인공지능과 함께 표현하고 싶은 주제를 <보기>에서 골라보세요.'
	10.2 인공지능과의 협력 수행과정에서 발생한 문제를 학습의 기회로 바라보고 소집단 내 활발한 토의와 동료교수활동을 장려함으로써 능동적인 학습 분위기를 조성하라.	
	해설 및 예시	협력적 상호작용이 잘 이뤄지지 않는 사례의 원인과 해결방안에 대해 소집단 토의를 촉진해 능동적인 학습 분위기를 조성한다. 더불어 인공지능과의 협력적 상호작용에 능숙한 학습자가 다른 학습자에게 도움을 제공하는 또래도우미 활동을 수행하며 학습자들이 스스로 문제를 해결하도록 한다. ◆ 안내 예시 ☞ '인공지능 투닝이 (　　)문장에 어울리지 않는 표정을 추천했을 때 어떻게 대처하였는지 모둠원들과 이야기해볼까요?'
	11. 인간과 AI의 수평적 협력의 원리 인공지능을 통제의 대상으로 바라보는 것이 아니라 상호 간 도움을 주고받을 수 있는 협력의 상대로 인식하는 수평적 분	

	위기를 조성한다.
	11.1 사전에 인공지능과 상호 간 도움을 주고받는 협력사례를 다양하게 제시하고, 이를 분석해보는 시간을 제공함으로써 협력의 가능성과 가치(필요성, 유용성)를 인식하는 기회를 제공하라.
해설 및 예시	교육, 의료, 법률, 예술, 금융 등 다양한 분야에서 인공지능과 협력하는 사례를 안내하는 검색 링크(유튜브, 포털사이트, 블로그 등)나 자료를 제공한다. 이를 참고하여 학습자는 모둠원들과 인간과 인공지능의 특화된 강점, 공동작업에서 수행한 역할, 협력을 통해 상호 간에 주고받는 영향 등을 분석하고 인공지능과 협력하는 세상과 인간에게 요구되는 자세에 대한 생각을 나누도록 한다. ◆ 의료 분야에서는 인공지능과 병리학자가 협력해 암세포를 진단한 결과 오차율이 0.5%를 보였으며, 인공지능 단독으로 진단할 때의 오차율 7.5%, 인간이 단독으로 진단할 때의 오차율 3.5 % 에 비해 오진 가능성을 크게 줄이고 효율적으로 진단할 수 있었음. 인공지능은 의사와 암세포를 진단하는 과정에서 환자에 대한 추가 데이터를 토대로 성능을 지속적으로 향상하며 공진화하는 생산적인 협력의 모습을 보였음.
	11.2 수업 초기에 팀 이름과 팀 서약서 작성, 공동의 목표설정, 팀원의 강약점 분석, 역할분담 등의 팀 세우기 활동을 제공함으로써 인공지능 팀원의 기여를 인식하며 공동체 의식을 촉진하는 기회를 제공하라.
해설 및 예시	문제상황을 분석해 인공지능과 수행할 공동의 목표를 세우도록 하며, 인공지능과 학습자가 각자 잘할 수 있는 일, 하기 어려운 일을 분석해 상호 간 역할을 적절히 분담하고, 공동작업 계획을 세우는 등의 팀빌딩 활동을 수행함으로써 인공지능을 팀원으로 받아들이고

		공동의 목표 달성에 능동적으로 참여하도록 한다. ◆ 팀빌딩 활동 예시 ☞ '팀 이름을 정하고, 협력 과정에서 지켜야 할 규칙이 담긴 서약서를 작성해봅시다.' ☞ '인공지능과 협력 과정에서 지켜야 할 규칙이 담긴 팀 서약서를 큰 소리로 읽어봅시다.' ☞ '인공지능과 협력한 우수 사례 영상을 살펴보며, 어떠한 방식으로 역할을 분담하면 좋을지 생각해봅시다.'
교육과 인공지능의 공진화 (Coevoluation)		**12. 공진화를 위한 성찰의 원리** 수업의 설계 및 실행과정을 되돌아보며 인공지능과 함께 성장해나가는 기회를 마련한다.
		12.1 교수자는 인공지능의 특성을 충분히 활용하여 효과적으로 수업을 설계, 실행하였는지를 성찰하고, 향후 수업을 개선하라.
	해설 및 예시	교사는 수업 중 학습자의 반응이나 특별한 수업 현상을 기록해두고, 수업 후에 해당 수업의 강점과 약점, 문제, 해결방안을 성찰한다. 그리고 학습자의 결손이나 요구를 토대로 다음 수업에 적용할 내용이나 자료, 수업 전략을 수정한다. ◆ 성찰항목 예시 ☞ '인공지능이 제공하는 기능과 능력을 학습자가 충분히 인지하고 협력활동을 수행하였는가?' ☞ '인공지능과의 기초적인 상호작용지침을 학습자가 이해하기 쉽게 안내하였는가?' ☞ '인공지능과의 협력기술을 연습하는 과제의 난이도가 적절하였는가?' 등
		12.2 교수자는 인공지능이 수업 목적을 달성하는 데 적합하였는지를 평가하고, 인공지능의 부족한 점을 발견하였다면 이를 보완할 방안을 탐색하라.

해설 및 예시	교수자는 학습자의 인공지능과의 협력활동 과정과 결과를 모니터링하면서 해당 인공지능이 수업목표를 달성하기에 적합하였는지 평가한다. 만약 인공지능이 수업에 활용하기에 적절하지 않은 부분이 발견되었다면 인공지능교육 선도 교사 등 동료교사들과 논의를 통해 대안을 탐색한다. ◆ 평가항목 예시 ☞ '해당 인공지능이 수업목표를 달성하기에 효과적이었는가?' ☞ '해당 인공지능이 기계적 오류가 자주 발생하지는 않았는가?' ☞ '해당 인공지능이 윤리적으로 적절한 의사결정을 내렸는가?' ☞ 만약 교수자가 학습자의 인공지능과의 협력활동 수행을 모니터링하는 과정에서 인공지능이 차별적이고 편향된 판단을 내리거나 사적인 정보를 제공하여 개인정보침해가 발생한 것을 확인한 경우엔 학습자의 인공지능 사용을 즉시 중지시켜야 함. 더불어 공공의 이익을 위해 이를 동료교사와 공유하고 가능한 경우엔 개발자에게 개선점을 제안함.

[부록 5] 사전 검사지

인공지능기반 활동중심수업의 효과 연구

6학년 (남, 여), (　　)반　(　　)번

※ 다음 내용을 잘 읽고 물음에 답하세요.

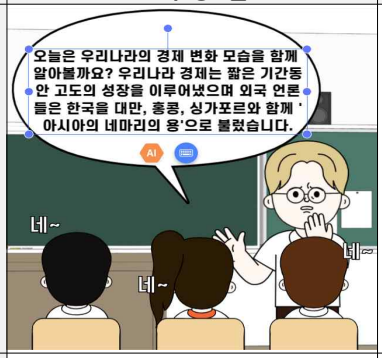
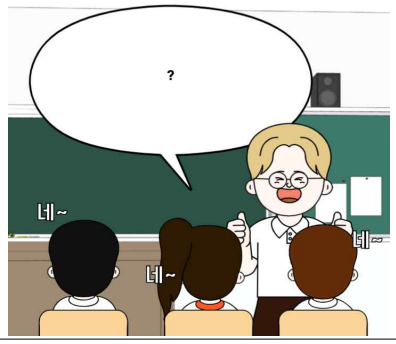
A. 인간-AI 협력 역량

1. 아래에 제시된 각 문항에 대해 ①(전혀 그렇지 않다)에서 ⑤(매우 그렇다) 중 하나를 선택하여 ∨를 하세요.

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 인공지능이 어떻게 정보를 처리하는지를 짐작할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 인공지능이 잘할 수 있는 일과 하기 어려운 일을 구별할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 인공지능과 인간이 서로 부족한 점을 보완하면서 일을 수행하도록 역할을 적절히 나눌 수 있다.	①	②	③	④	⑤
4	나는 인공지능이 이해하기 쉽게 내 생각이나 느낌을 표현할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
5	나는 인공지능이 나의 말이나 글의 의도를 이해하지 못했을 때 다른 방식으로 표현을 시도해볼 수 있다.	①	②	③	④	⑤
6	나는 현재 처한 상황에 대한 정보를 인공지능에게 적극적으로 제공할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
7	나는 인공지능이 제시한 정보나 추천한 내용을 바탕으로 앞으로의 계획을 세울 수 있다.	①	②	③	④	⑤
8	나는 인공지능이 제시한 정보나 추천한 내용을 수정하여 결과물을 발전시킬 수 있다.	①	②	③	④	⑤
9	나는 다른 사람에게 해를 가하거나 사회적으로 나쁜 영향을 줄 가능성이 있는 인공지능의 오류를 알아챌 수 있다.	①	②	③	④	⑤
10	나는 윤리적, 도덕적 규칙을 지키며 인공지능과의 협력활동을 책임 있게 수행할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
11	나는 인공지능을 인간과 협력할 수 있는 상대라고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
12	나는 인공지능과의 협력이 인간과 인공지능 모두에게 유익한 결과를 갖고 올 수 있다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤

A. 인간-AI 협력 역량

2. 인공지능 투닝은 우리가 문장을 입력하면 문장 속에 감정을 읽어 캐릭터의 표정과 동작을 추천해주는 기능을 갖춘 만화 창작 앱입니다.
인공지능 투닝과 협력하여 우리나라 경제성장 관련 만화를 제작하려고 합니다. 짧은 시간 안에 급속도로 성장한 우리나라의 경제발전을 자랑스럽게 설명하는 선생님 모습을 나타내고 싶어 다음과 같이 '오늘은 우리나라의 경제 변화 모습을 함께 알아볼까요? 우리나라 경제는 짧은 기간 동안 고도의 성장을 이루어냈으며 외국 언론들은 한국을 대만, 홍콩, 싱가포르와 함께 '아시아의 네 마리의 용'으로 불렀습니다.'라고 문장을 입력하고, 인공지능 투닝에게 대사에 어울리는 캐릭터의 모습을 추천해달라고 요청하였습니다. 그런데 인공지능 투닝은 표현하고자 하는 의도를 잘못 해석하고 인상을 찌푸린 선생님의 모습을 추천하였습니다. **우리나라 경제발전을 자랑스럽게 설명하는 선생님의 모습을 추천해줄 수 있도록 인공지능 투닝이 쉽게 이해하기 쉽게 문장을 다시 입력해보고자 합니다.**
1) 아래 문장을 어떻게 수정하는 것이 좋을까요?
2) 왜 그 문장이 인공지능이 감정을 인식하기에 쉬운 문장일까요?

	수정 전	수정 후
인공지능 추천 결과		
1) 문장	오늘은 우리나라의 경제 변화 모습을 함께 알아볼까요? 우리나라 경제는 짧은 기간 동안 고도의 성장을 이루어냈으며 외국 언론들은 한국을 대만, 홍콩, 싱가포르와 함께 '아시아의 네 마리의 용'으로 불렀습니다.	
2) 이유		

3. 여학생이 라면을 끓여달라는 동생의 부탁을 흔쾌히 승낙하는 상황을 표현하고자 합니다. ‘쉽게 해결할 수 있다’라는 뜻의 ‘식은 죽 먹기지!’를 입력하고 인공지능 투닝에게 캐릭터의 모습을 표현하도록 요청하였습니다. 그랬더니 즐거운 표정을 추천해줄 것이라고 예상했던 것과 달리 인공지능은 다음과 같이 찡그린 표정을 짓는 여학생의 모습을 표현하였습니다.

1) 왜 인공지능은 다음과 같은 모습을 추천하는 것일까요?
2) 이러한 인공지능의 제안에 대해 어떻게 대처할 것인지 여러 가지 방안을 생각해 적어 봅시다.

	문제상황
인공지능 추천 결과	
1) 인공지능이 해당 모습을 추천한 이유	
2) 대처 방안	①
	②

B. 인공지능에 대한 태도

1. 아래에 제시된 각 문항에 대해 ⑤(매우 그렇다)에서 ①(전혀 그렇지 않다) 중 하나를 선택하여 ∨를 하세요.

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	기술이 발전하여 인공지능이 사람처럼 행동하게 되면 인간에게 나쁜 일이 생길 것 같다.	①	②	③	④	⑤
2	미래사회는 인공지능에 의해 지배될 것 같다는 생각이 든다.	①	②	③	④	⑤
3	만약 인공지능이 감정을 가진다면, 나는 불안할 것 같다.	①	②	③	④	⑤
4	인공지능이 어린이에게 나쁜 영향을 미칠 수 있을까 봐 걱정된다.	①	②	③	④	⑤
5	인공지능을 대하는 것은 아주 긴장되는 일이다.	①	②	③	④	⑤
6	다른 사람 앞에서 인공지능을 조작하고 사용하는 일은 긴장된다.	①	②	③	④	⑤
7	인공지능이 무엇인가를 판단 내린다는 것은 생각만 해도 끔찍하다.	①	②	③	④	⑤
8	인공지능을 사용하는 직장에 일하게 되면 불안할 것 같다.	①	②	③	④	⑤
9	인공지능이 감정이 있다면 인공지능과 친구가 될 수 있을 것 같다.	①	②	③	④	⑤
10	나는 감정을 가진 인공지능과 생활하는 것이 편하다.	①	②	③	④	⑤
11	나는 인공지능과 이야기하는 것이 편하다.	①	②	③	④	⑤
12	나는 인공지능이 얼마나 빠르게 일을 처리할 수 있는지 알고 있다.	①	②	③	④	⑤
13	나는 인공지능이 얼마나 유용한지 이해하고 있다.	①	②	③	④	⑤

[부록 6] 사후 검사지

인공지능기반 활동중심수업의 효과 연구

6학년 (남, 여), (　　)반　(　　)번

※ 다음 내용을 잘 읽고 물음에 답하세요.

A. 인간-AI 협력 역량

1. 아래에 제시된 각 문항에 대해 ①(전혀 그렇지 않다)에서 ⑤(매우 그렇다) 중 하나를 선택하여 ∨를 하세요.

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 인공지능이 어떻게 정보를 처리하는지를 짐작할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 인공지능이 잘할 수 있는 일과 하기 어려운 일을 구별할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 인공지능과 인간이 서로 부족한 점을 보완하면서 일을 수행하도록 역할을 적절히 나눌 수 있다.	①	②	③	④	⑤
4	나는 인공지능이 이해하기 쉽게 내 생각이나 느낌을 표현할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
5	나는 인공지능이 나의 말이나 글의 의도를 이해하지 못했을 때 다른 방식으로 표현을 시도해볼 수 있다.	①	②	③	④	⑤
6	나는 현재 처한 상황에 대한 정보를 인공지능에게 적극적으로 제공할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
7	나는 인공지능이 제시한 정보나 추천한 내용을 바탕으로 앞으로의 계획을 세울 수 있다.	①	②	③	④	⑤
8	나는 인공지능이 제시한 정보나 추천한 내용을 수정하여 결과물을 발전시킬 수 있다.	①	②	③	④	⑤
9	나는 다른 사람에게 해를 가하거나 사회적으로 나쁜 영향을 줄 가능성이 있는 인공지능의 오류를 알아챌 수 있다.	①	②	③	④	⑤
10	나는 윤리적, 도덕적 규칙을 지키며 인공지능과의 협력활동을 책임 있게 수행할 수 있다.	①	②	③	④	⑤
11	나는 인공지능을 인간과 협력할 수 있는 상대라고 생각한다.	①	②	③	④	⑤
12	나는 인공지능과의 협력이 인간과 인공지능 모두에게 유익한 결과를 갖고 올 수 있다고 생각한다.	①	②	③	④	⑤

2. 인공지능 번역기 파파고는 우리가 입력한 글을 즉석에서 한국어, 영어, 일본어, 중국어 등 다른 언어로 번역해주는 기능을 갖춘 인공지능 프로그램입니다.
인공지능 파파고와 협력하여 외국인 친구 제인에게 방학에 있었던 일을 설명하고자 합니다.
방학에 있었던 일을 설명하기 위해 다음의 문장을 입력한 후 인공지능 파파고에게 번역을 요청하였습니다. 그런데 인공지능 파파고는 내가 처음에 표현하고자 했던 의도와 조금 다르게 번역하였습니다.
내가 표현하고자 했던 생각과 느낌을 살려 번역할 수 있도록 인공지능 파파고가 이해하기 쉽게 문장을 다시 입력해보고자 합니다.
1) '입력 문장'을 어떻게 수정하면 좋을까요?
2) 왜 그 문장이 인공지능이 인간의 의도를 이해하기 쉬운 문장일까요?

	'입력 문장'	**번역 결과**
이전 문장	안녕? 내 이름은 조나센이야. 이번 방학에 여러 나라를 여행하였는데, 프랑스에서는 에펠탑에 올라갔고 예쁜 마을이 보여서 정말 좋았고, 이집트에서는 깜짝 놀란 게, 피라미드를 보았는데 진짜 컸어. 정말 흥미로운 여행이었어.	Hi, my name is Jonassen. I traveled to many countries during this vacation, and in France, I went up to the Eiffel Tower and saw a pretty village, and in Egypt, I was surprised to see the pyramids and they were really big! It was a very interesting trip.
1) 수정한 '입력 문장'		
2) 이유		

3. 몹시 바쁜 상황을 표현하기 위해 인공지능 번역기 파파고에게 “홍길동은 동에 번쩍 서에 번쩍하며 바쁘게 일한다”를 입력하였습니다.
그랬더니 인공지능 번역기는 “He is busy working from east to west. (그는 동쪽에서 서쪽으로 일하느라 바쁘다)”라고 잘못 번역하였습니다.

1) 왜 인공지능은 다음과 같은 문장을 추천하는 것일까요?
2) 이러한 인공지능의 제안에 대해 어떻게 대처할 것인지 여러 가지 방안을 생각해 적어봅시다.

표현하고 싶은 문장	홍길동은 동에 번쩍 서에 번쩍하며 바쁘게 일한다.
인공지능 번역 결과	He is busy working from east to west. (그는 동쪽에서 서쪽으로 일하느라 바쁘다.)
1) 인공지능이 해당 문장을 추천한 이유	
2) 대처 방안	①
	②

B. 인공지능에 대한 태도

1. 아래에 제시된 각 문항에 대해 ⑤(매우 그렇다)에서 ①(전혀 그렇지 않다) 중 하나를 선택하여 ∨를 하세요.

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	기술이 발전하여 인공지능이 사람처럼 행동하게 되면 인간에게 나쁜 일이 생길 것 같다.	①	②	③	④	⑤
2	미래사회는 인공지능에 의해 지배될 것 같다는 생각이 든다.	①	②	③	④	⑤
3	만약 인공지능이 감정을 가진다면, 나는 불안할 것 같다.	①	②	③	④	⑤
4	인공지능이 어린이에게 나쁜 영향을 미칠 수 있을까 봐 걱정된다.	①	②	③	④	⑤
5	인공지능을 대하는 것은 아주 긴장되는 일이다.	①	②	③	④	⑤
6	다른 사람 앞에서 인공지능을 조작하고 사용하는 일은 긴장된다.	①	②	③	④	⑤
7	인공지능이 무엇인가를 판단 내린다는 것은 생각만 해도 끔찍하다.	①	②	③	④	⑤
8	인공지능을 사용하는 직장에 일하게 되면 불안할 것 같다.	①	②	③	④	⑤
9	인공지능이 감정이 있다면 인공지능과 친구가 될 수 있을 것 같다.	①	②	③	④	⑤
10	나는 감정을 가진 인공지능과 생활하는 것이 편하다.	①	②	③	④	⑤
11	나는 인공지능과 이야기하는 것이 편하다.	①	②	③	④	⑤
12	나는 인공지능이 얼마나 빠르게 일을 처리할 수 있는지 알고 있다.	①	②	③	④	⑤
13	나는 인공지능이 얼마나 유용한지 이해하고 있다.	①	②	③	④	⑤

[부록 7] 주관식 채점기준표

<사전 검사>

- **2번 답안**

인공지능과의 의사소통(총점 2점)

1) 문장 (1점)

예시 답안: 한국은 짧은 기간 동안 고도의 성장을 이룬 대단한 나라입니다.

☞ '대단한, 자랑스러운 등' 감정을 나타내는 단어를 넣었거나 문장을 간결하게 수정하였으면 정답 처리함.

2) 이유 (1점)

답안: 감정을 나타내는 구체적인 명사/단어를 사용하는 것이 좋음/. 한 번에 많은 양의 문장을 입력하지 않고, 명확하고 간결하게 입력한 문장을 제공해야 인공지능이 감정을 인식하기에 쉬움./ 인공지능이 학습한 단어를 활용함.

1: 인공지능과 유창하게 대화하는 방법을 정확하게 이해하고 서술함.
0: 인공지능과 유창하게 대화하는 방법을 적절히 설명하지 못함

- **3번 답안**

인공지능의 특성 이해, 인공지능과의 의사소통, 과제수행 (총점 3점)

1) 인공지능이 해당 모습을 추천한 이유 (1점)

답안: 인공지능이 사전에 '식은 죽 먹기'라는 문장 데이터와 기쁜 표정을 연결하는 **학습**을 하지 못하였기 때문에 잘못된 표정을 추천함./ 관용 표현을 학습하지 못해 진짜 식은 죽을 먹는 것으로 알아들어서

1: 데이터를 아직 학습하지 못하였다고 서술함. (기계학습 개념)
0: 이유를 서술하지 못함.

2) 대처 방안 (2점)

① 인공지능 투닝이 표현하고자 하는 의도(쉽게 해결할 수 있어 기쁜 상황)를 제대로 인식하도록 다른 표현을 사용해 재입력을 시도함
② 인공지능이 학습한 관용어를 넣음.
③ '식은 죽 먹기'라는 표현을 쓸 때 '기쁜 표정'이 어울린다는 것을 인공지능 투닝에게 학습시킴.
④ 인공지능의 추천으로 새로운 아이디어가 떠오른 경우 인공지능의 추천을 반영하여 글의 흐름을 수정함.
⑤ 인공지능 추천에서 부족한 부분을 수정해 보완함.

2: 대처방안을 2가지 모두 서술함. 1: 대처방안을 1가지만 서술함.
0: 대처방안을 서술하지 못함.

<사후 검사>

- **2번 답안**

인공지능과의 의사소통 (총점 2점)

1) 입력한 문장 (1점)

예시 답안: 안녕? 내 이름은 조나센이야. 이번 방학에 나는 여러 나라를 여행하였어. 프랑스에서 나는 에펠탑에 올라갔어. 예쁜 마을이 보여서 나는 정말 좋았어. 이집트에서 나는 피라미드를 보았어. 피라미드가 진짜 커서 나는 깜짝 놀랐어. 정말 흥미로운 여행이었어.

☞ 주어, 목적어를 생략하지 않고 분명하게 사용하였으며, 간결하게 바꾸었으면 정답 처리함.

2) 이유 (1점)

답안: 구체적인 명사/단어를 사용해 문장을 명확하고 간결하게 입력하는 것이 인공지능이 인식하기에 쉬움./
주어, 목적어를 생략하지 않고 분명하게 사용함.

1: 인공지능과 유창하게 대화하는 방법을 정확하게 이해하고 서술함.

0: 인공지능과 유창하게 대화하는 방법을 적절히 설명하지 못함.

- **3번 답안**

인공지능의 특성 이해, 인공지능과의 의사소통, 과제수행 (총점 3점)

1) 인공지능이 해당 모습을 추천한 이유 (1점)

답안: 인공지능이 사전에 '동에 번쩍, 서에 번쩍'이라는 문장 데이터와 몹시 바쁘다는 영어 단어를 연결하는 학습을 하지 못하였기 때문에 동쪽에서 서쪽으로 일한다고 오역을 함.

1: 데이터를 아직 학습하지 못하였다고 서술함. (기계학습 개념)

0: 이유를 서술하지 못함.

2) 대처 방안 (2점)

① 인공지능 파파고가 표현하고자 하는 의도(매우 바쁜 상황)를 제대로 인식하도록 다른 표현을 사용해 재입력을 시도함.

② '동에 번쩍 서에 번쩍'이라는 표현이 '매우 바쁘다'는 뜻이라는 것을 인공지능 파파고에게 학습시킴.
(예: 파파고의 '트레이닝 짐', 구글 번역의 '사용자 의견')

③ 인공지능의 추천으로 새로운 아이디어가 떠오른 경우 인공지능의 추천을 반영하여 글의 흐름을 수정함.

④ 인공지능 추천에서 부족한 부분을 수정해 보완함.

2: 대처방안을 2가지 모두 서술함. 1: 대처방안을 1가지만 서술함.

0: 대처방안을 서술하지 못함.

[부록 8] 사후 설문지

인공지능기반 활동중심수업의 효과 연구

(사후 설문지)

6학년 (남, 여), (　　) 반 (　　)번

안녕하십니까? 본 연구는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 인공지능기반 활동중심수업을 개발하고 그 효과성을 탐색하는 데 목적이 있습니다. 이 설문지는 인공지능기반 활동중심수업에 대하여 학생들의 의견을 알아보기 위해 작성되었습니다.

본 설문조사는 약 10분 정도가 소요되며 본 설문에 참여해주신 분 중 몇 분에게는 면담을 요청할 수 있습니다. 설문조사에 참여하거나 참여하지 않음에 따라 발생하는 손실이나 이득은 없습니다. 이 설문지를 통해 수집된 자료는 인공지능기반 활동중심수업의 효과와 개선점을 알아보는 자료로 활용될 것이며, 연구자는 개인정보의 비밀보장을 위해 최선을 다할 것입니다. 또한 연구 이외의 목적으로 사용하지 않을 것을 약속드립니다. 여러분이 이 설문지에 응답하는 것은 이러한 사항에 대하여 사전에 알고 있었으며 연구 참여를 허용한다는 동의로 간주 될 것입니다. 만약 설문조사를 마치고 난 후, 본인의 설문조사 결과가 본 연구에 이용되기를 원하지 않을 경우, 언제든 연구자에게 요청하여 연구 참여에 대한 동의를 철회할 수 있습니다.

이 연구와 관련하여 문의사항이 있으시면 아래의 연락처를 참고하여 주시기 바랍니다. 바쁘신 중에도 적극적으로 협조해 주셔서 대단히 감사합니다.

※연구관련 문의사항

- 서울대학교 교육학과 교육공학전공 송혜빈 (bin9524@snu.ac.kr)

A. 상황흥미

1. 인공지능기반 활동중심수업을 참여하고 나서 어떤 생각이 들었나요? 아래에 제시된 각 항목에 대해 ⑤(매우 그렇다)에서 ①(전혀 그렇지 않다) 중 하나를 선택하여 ∨를 하세요.

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	나는 인공지능기반 활동중심수업에 집중하였다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 인공지능기반 활동중심수업 내용에 흥미를 느꼈다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 인공지능기반 활동중심수업에 즐겁게 참여하였다.	①	②	③	④	⑤
4	나는 인공지능기반 활동중심수업에서 배운 내용에 대해 더 자세히 알고 싶다.	①	②	③	④	⑤

B. 수업 만족도

2. 인공지능기반 활동중심수업을 참여하고 나서 어떤 생각이 들었나요? 아래에 제시된 각 문항에 대해 ⑤(매우 그렇다)에서 ①(전혀 그렇지 않다) 중 하나를 선택하여 ∨를 하세요.

문항		전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	보통이다	그렇다	매우 그렇다
1	인공지능기반 활동중심수업에 참여한 것은 나에게 소중한 경험이었다.	①	②	③	④	⑤
2	나는 인공지능기반 활동중심수업을 통해 많은 것을 배웠다.	①	②	③	④	⑤
3	나는 인공지능기반 활동중심수업에 참여하면서 성취감을 느꼈다.	①	②	③	④	⑤
4	나는 인공지능기반 활동중심수업이 전반적으로 만족스러웠다.	①	②	③	④	⑤

[부록 9] 교수자 면담지

인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리 개발
(교수자 면담 질문지)

안녕하십니까? 본 연구는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리를 개발하는 데 목적이 있습니다. 이 설문지는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리를 반영한 수업에 대하여 교수자 의견을 알아보기 위해 작성되었습니다.

본 면담은 약 30분 정도가 소요됩니다. 면담에 참여하거나 참여하지 않음에 따라 발생하는 손실이나 이득은 없습니다. 이 면담 통해 수집된 자료는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리를 개발하는 자료로 활용될 것이며, 연구자는 개인정보의 비밀보장을 위해 최선을 다할 것입니다. 또한 연구 이외의 목적으로 사용하지 않을 것을 약속드립니다. 귀하가 이 면담에 응답하는 것은 이러한 사항에 대하여 사전에 알고 있었으며 연구 참여를 허용한다는 동의로 간주 될 것입니다. 만약 면담을 마치고 난 후, 본인의 면담 결과가 본 연구에 이용되기를 원하지 않을 경우, 언제든 연구자에게 요청하여 연구 참여에 대한 동의를 철회할 수 있습니다.

이 연구와 관련하여 문의사항이 있으시면 아래의 연락처를 참고하여 주시기 바랍니다. 바쁘신 중에도 적극적으로 협조해 주셔서 대단히 감사합니다.

※연구관련 문의사항
- 서울대학교 교육학과 교육공학전공 송혜빈 (bin9524@snu.ac.kr)

성별: (남, 여), 교직경력: (　　)년

1. 수업에 대한 전반적인 만족도

- 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에 대해 전반적으로 만족합니까? 그 이유는 무엇입니까?

2. 수업의 효과와 개선점

- 인공지능과 협력하는 활동중심수업에서 학습자의 **인간-AI 협력 역량 향상**에 효과적으로 기여하는 활동이 무엇이라고 생각하십니까? 구체적으로 어떤 측면에서 도움이 되었습니까? 도움이 되지 않았다면 그 이유는 무엇입니까?
- 인공지능과 협력하는 활동중심수업에서 학습자의 **인공지능에 대한 긍정적인 태도 형성**에 효과적으로 기여하는 활동이 무엇이라고 생각하십니까?

구체적으로 어떤 측면에서 도움이 되었습니까? 도움이 되지 않았다면 그 이유는 무엇입니까?

3. 설계원리 및 상세지침에 대한 만족도와 개선점

- 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 및 상세지침은 전반적으로 인공지능과 협력하는 활동중심수업을 설계하는 데 도움이 되었습니까? 그렇지 않았다면 그 이유는 무엇입니까?
- 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 및 상세지침 중 인공지능과 협력하는 활동중심수업을 설계하는 데 **도움이 되었던 설계원리**는 무엇입니까? 구체적으로 어떤 측면에서 도움이 되었습니까?
- 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 및 상세지침 중 인공지능과 협력하는 활동중심수업을 설계하는 데 **불필요한 설계원리**가 있었습니까? 그 이유는 무엇입니까?
- 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 및 상세지침 중 **개선이 필요하거나 추가했으면 하는 설계원리**가 있습니까? 그 이유는 무엇입니까?
- 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업 설계원리 및 상세지침에서 제시한 **수업의 단계**는 적절하였습니까? 그렇지 않았다면 그 이유는 무엇입니까?

4. 수업에 대한 전반적인 개선사항

- 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 **효과성**을 높이기 위해선 추가적으로 개선 또는 지원이 필요한 영역(예. 물리적 측면, 사회문화적 측면)이 있습니까?
- 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업을 계속하게 된다면 장기적으로 어떤 **변화**가 생길 것 같습니까?
- 앞으로도 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업을 할 **의향**이 있습니까? 그 이유는 무엇입니까?
- 그 밖의 개선을 위한 의견이 있다면 자유롭게 말씀해주십시오.

[부록 10] 학습자 면담지

인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리 개발
(학습자 면담 질문지)

안녕하십니까? 본 연구는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리를 개발하는 데 목적이 있습니다. 이 설문지는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리를 반영한 수업에 대하여 학생의 의견을 알아보기 위해 작성되었습니다.

본 면담은 약 30분 정도가 소요됩니다. 면담에 참여하거나 참여하지 않음에 따라 발생하는 손실이나 이득은 없습니다. 이 면담 통해 수집된 자료는 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업의 설계원리를 개발하는 자료로 활용될 것이며, 연구자는 개인정보의 비밀보장을 위해 최선을 다할 것입니다. 또한 연구 이외의 목적으로 사용하지 않을 것을 약속드립니다. 여러분이 이 면담에 응답하는 것은 이러한 사항에 대하여 사전에 알고 있었으며 연구 참여를 허용한다는 동의로 간주 될 것입니다. 만약 면담을 마치고 난 후, 본인의 면담 결과가 본 연구에 이용되기를 원하지 않을 경우, 언제든 연구자나 담임선생님에게 요청하여 연구 참여에 대한 동의를 철회할 수 있습니다.

이 연구와 관련하여 문의사항이 있으시면 아래의 연락처를 참고하여 주시기 바랍니다. 바쁘신 중에도 적극적으로 협조해 주셔서 대단히 감사합니다.

※연구관련 문의사항
- 서울대학교 교육학과 교육공학전공 송혜빈 (bin9524@snu.ac.kr)

6학년 (　　)반 (남, 여), 번호: (　　)번

1. 수업에 대한 전반적인 만족도

- 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 좋았던 점은 무엇입니까? 그 이유는 무엇입니까?
- 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 어려웠던 점 또는 아쉬웠던 점은 무엇입니까? 그 이유는 무엇입니까?
- 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업에서 가장 기억에 남는 활동은 무엇입니까? 그 이유는 무엇입니까?

2. 수업의 효과와 개선점

- 이 수업을 통해 **인공지능의 능력과 특성을 이해하고 인간과 인공지능이 잘할**

수 있는 일을 살려 역할을 적절히 나눌 수 있는 능력이 향상되었다고 생각하나요? 구체적으로 어떻게 바뀌었나요? 향상되지 않았다고 생각한다면 그 이유는 무엇인가요?

- 이 수업을 통해 **인공지능이 이해하기 쉽게 생각이나 감정을 표현할 수 있는 능력**이 향상되었다고 생각하나요? 구체적으로 어떻게 바뀌었나요? 향상되지 않았다고 생각한다면 그 이유는 무엇인가요?
- 이 수업을 통해 **인공지능의 제안을 비판적으로 수용해 앞으로의 계획을 수정하거나 결과물을 발전시킬 수 있는 능력**이 향상되었다고 생각하나요? 구체적으로 어떻게 바뀌었나요? 향상되지 않았다고 생각한다면 그 이유는 무엇인가요?
- 이 수업을 통해서 **인공지능에 관한 생각**이 바뀌었나요? 구체적으로 어떻게 바뀌었나요? 바뀌지 않았다면 그 이유는 무엇인가요?

3. 수업 활동에 대한 효과와 개선점

- **'인공지능 팀원 이해하기'**를 주제로 한 수업 활동은 인공지능 팀원의 능력과 특성을 이해하는 데 도움이 되었습니까? 그렇지 않았다면 그 이유는 무엇입니까?
- **'인공지능 팀원 이해하기'**를 주제로 한 수업 활동은 인공지능을 도구가 아닌 팀 동료로 받아들이는 데 도움이 되었습니까? 그렇지 않았다면 그 이유는 무엇입니까?
- **'인공지능과 의사소통하는 능력 기르기'** 주제로 한 수업 활동은 인공지능과 효과적으로 표현하는 방법을 익히는 데 도움이 되었습니까? 그렇지 않았다면 그 이유는 무엇입니까
- **'인공지능과 의사소통하는 능력 기르기'** 주제로 한 수업 활동은 인공지능의 제안을 비판적으로 수용하는 방법을 익히는 데 도움이 되었습니까? 그렇지 않았다면 그 이유는 무엇입니까?
- **'인공지능과 협력과제 수행하기'** 주제로 한 수업에서 제시한 과제는 여러분의 흥미와 관심을 끌기에 적절하였습니까? 그렇지 않았다면 그 이유는 무엇입니까?
- **'인공지능과 협력과제 수행하기'** 주제로 한 수업 활동은 인공지능과 협력하는 데 필요한 지식과 기술을 적용하는 데 도움이 되었습니까? 그렇지 않았다면 그 이유는 무엇입니까?
- 선생님의 안내 아래 간단한 과제를 스스로 탐색해 본 후 모둠원들과 의견을 공유하며 인공지능과 협력하는 데 필요한 지식, 기술을 배우고. 배운 것을

바탕으로 발전 과제를 수행해보는 **'탐색 - 공유 - 발전 단계'**는 여러분이 인공지능과 효과적으로 협력하는 능력을 기르는 데 적절하였습니까?

- 매 수업 마지막 활동으로 그날 활동을 되돌아보는 **종합 및 성찰 단계**는 여러분이 지금까지 배운 내용을 다시 생각해 보고 앞으로 자신의 행동에 대한 계획을 세우는 데 적절하였습니까?

4. 수업에 대한 전반적인 개선사항

- 다음에 인간-AI 협력 역량 향상을 위한 활동중심수업을 한다면 어떤 점을 개선하면 좋을까요?
- 그 밖의 의견이 있다면 자유롭게 말씀해주십시오.

[부록 11] 수업 절차

차시	단계	활동	자료
	사전 검사	• **사전 검사** - 인간-AI 협력 역량, 인공지능에 대한 태도에 대한 객관식, 주관식 검사	• 검사지
1-2	인공지능 팀원 이해하기	**[도입]** - 인공지능 투닝 소개하기 - 학습 문제 확인하기 **[탐색]** • **인공지능 투닝과 상호작용하는 방법 익히기** - 이미지 인식, 텍스트 분석, 감정 분석 - 캐릭터 표정 및 동작 추천, 그림 요소 및 배경 추천 **[공유]** • **인공지능 팀원의 특성 분석하기** - 잘할 수 있는 일, 하기 힘든 일, 작동방식, 협력활동에서 기여 가능한 영역, 협력할 때의 이점, 주의해야 할 점 파악하기 **[발전]** • **도전 과제 수행하기** - 투닝과 함께 나만의 캐릭터를 제작하고, '어제 있었던 일 한 장면'을 만화로 표현하며 인공지능과의 상호작용 연습하기 • **종합 및 성찰** - 인공지능과의 협력활동 성찰하기	• PC 또는 태블릿 • 활동지 • 투닝 아이디, 비밀번호 • Padlet 링크
3-4	인공지능과 의사소통 하기	**[도입]** - 전시학습 상기 - 학습 문제 확인하기 **[탐색]** • **인공지능과의 소통 과정에서 발생할 수 있는 문제상황 해결하기** - 인공지능이 표현 의도를 이해하지 못하는 경우 - 인공지능의 제안이 마음에 들지 않는 경우	• PC 또는 태블릿 • 활동지 • 투닝 아이디, 비밀번호 • Padlet 링크

		[공유] • **인공지능과 효과적으로 소통하는 방법에 관한 생각 모으기** - 인공지능이 이해하기 쉽게 표현하는 방법 - 인공지능의 출력 결과를 해석하고 대처하기 **[발전]** • **도전 과제 수행하기** - 인공지능 투닝과 협력해 '관용 표현을 활용한 만화'를 제작하며 의사소통 기술 연습하기 • **종합 및 성찰** - 인공지능과의 협력활동 성찰하기	
5-6	인공지능과 협력과제 수행하기	**[도입]** - 전시학습 상기 - 학습 문제 확인하기 **[탐색]** - **인공지능의 제안을 건설적으로 수용하는 방법 익히기** **[공유]** • **행복한 반을 만들기 위해 우리가 해야 할 일에 관한 생각 나누기** - 공부 시간, 쉬는 시간, 일상생활 등에서 행복한 우리 반을 위해 우리가 해야 할 일 **[발전]** • **도전 과제 수행하기** - 인공지능과 함께 '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화를 제작하고 발표하기 **[종합 및 성찰]** - 인공지능과의 협력활동 성찰하기	• PC 또는 태블릿 • 활동지 • 투닝 아이디, 비밀번호 • Padlet 링크
	사후검사	• 사후검사 - 인간-AI 협력 역량, 인공지능에 대한 태도에 대한 객관식, 주관식 검사, 상황흥미, 수업 만족도 설문지 - 심층 면담	• 검사지 • 설문지

[부록 12] 수업 지도안

■ 1, 2차시

교과 및 단원	창체	일 시	2022. 9. 29.(목) 5-6교시	대 상 (장소)	6-4 교실
성취기준	• 인공지능이 적용된 교육용 도구의 정보처리방식을 간단히 설명할 수 있다. • 인공지능과 협력적으로 상호작용하는 방법을 이해하고, 생활 속에서 실천할 수 있다. • 인공지능을 훌륭한 특성을 가진 협력 동료로 수용하고 상호작용할 수 있다.				
본시 학습주제	▪ 인공지능 팀원의 특성 이해하기				
학습목표	• 상호작용하는 인공지능이 가진 특성을 설명할 수 있다. • 인공지능과 다양한 형태로 협력할 수 있음을 이해하고 이를 체험할 수 있다. • 인공지능을 협력 동료로서 수용하는 태도를 기를 수 있다.				
인간-AI 협력 역량	인공지능 이해	평가 및 성찰	팀원 수용		
원리·지침	• 교수·학습 과정안 내 '(번호)'의 형태로 표기함				
학생 참여·협력 중심 수업전략	- 모둠원과 토의를 통해 인공지능 투닝이 잘할 수 있는 일과 하기 힘든 일, 웹툰 창작에서 인간과 인공지능의 역할, 주의할 점 등 다양한 측면에서 인공지능 투닝의 특성을 파악하고 협력의 가능성을 확인하도록 한다.(10.2)(11.2)				
학습 자원	교사	PPT 자료, 인공지능 투닝 교사용 아이디, 비밀번호			
	학생	태블릿 또는 PC, 활동지, 활동자료가 담긴 인공지능 투닝 학생용 아이디, 비밀번호			

학습 단계	주요 활동	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(·) 및 유의점(※)
도입	동기 유발	◉지난 시간 되돌아보기 ▸인공지능과 협력하는 사례 탐색하기 ◉동기유발하기 ▸AI를 활용해 나의 직업 소개툰을 만든 동영상을 보면서 웹툰 창작 시 협력 가능한 툴인 인공지능	10	·PPT 자료

학습 단계	주요 활동	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(·) 및 유의점(※)
		투닝을 소개하기		
	학습 문제 파악	**◉학습문제 확인하기** (1.2)(4.1) • 인공지능 팀원이 가진 특성을 설명해봅시다. • 인공지능 투닝과 다양한 형태로 협력할 수 있음을 이해하고, 이를 체험해봅시다. • 인공지능을 협력 동료로서 수용하는 태도를 길러봅시다.		
	학습 활동 안내	**◉학습활동 안내하기** <활동1> 인공지능 투닝과 상호작용하는 방법을 알아봐요. <활동2> 인공지능 팀원이 가진 특성을 분석해요. <활동3> 인공지능 투닝과 협력해 '어제 있었던 일'을 만화로 표현해요.		
탐색	생각 펼치기	**<활동 1>** **◉인공지능 투닝과 상호작용하는 방법 익히기** (4.2)(7.1) ▶투닝 로그인하기 ▶웹툰 창작 툴인 투닝에 내장된 인공지능 기술과 기초적인 사용법을 안내하고 연습하는 시간 제공하기 ▷교사의 모델링(시연)을 토대로 인공지능 투닝의 이미지 인식 기술을 활용한 캐릭터 창작하기, 텍스트 분석 기술을 활용한 캐릭터 표정, 동작 추천하기, 만화 자동 그리기, 이미지 인식 기술을 활용한 배경, 그림 요소 추천하기, 데이터를 학습하는 기술 등을 활용하는 과제 해결하기 ▶인공지능 투닝이 문장에 어울리는 표정을 추천할 수 있는 이유 안내하기 ▷인공지능 투닝이 인간이 제공하는 무수한 데이터 및 정답을 연결해 학습하고, 새로운 데이터가 들어왔을 때 이전에 학습한 내용을 바탕으로 추천한다는 것을 이해하기	20	**·태블릿 또는 PC, 활동지, 활동자료가 담긴 인공지능 투닝 학생용 아이디, 비밀번호** (9.1) ※ 학습자가 인공지능 투닝과 상호작용하는 방법을 연습할 수 있는 시간을 충분히 제공한다. ※ 사전에 인공지능 투닝이 학습자와 협력을 수행하기에 적

학습 단계	주요 활동	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(·) 및 유의점(※)
				합한 툴인지 확인한다. (6.1), (6.2), (6.3)
공유	생각 모으기	<활동 2> ◉**인공지능 팀원의 특성 분석하기** (2.2)(4.3)(11.2) ▸인공지능 투닝과 상호작용한 경험을 토대로 모둠원과 인공지능 투닝이 잘할 수 있는 것, 하기 힘든 것, 웹툰을 창작할 때 투닝과 어떠한 방식으로 협력할 수 있을지를 토의하기 ▹모둠원의 의견을 종합하여 인공지능 투닝의 강점, 약점, 협력해 웹툰을 창작할 때 얻을 수 있는 이점, 주의할 점을 정리하기	10	**·활동지(토의 정리)** ※ 활동 전에 모둠원의 의견을 경청하고 배려하며 합의점을 도출하는 것을 강조한다.
발전	과제 해결하기 결과 공유하기	<활동 3> ◉**인공지능 투닝과 협력해 '어제 있었던 일'을 만화로 표현하기** (4.4)(10.1) ▸인공지능 투닝의 이미지 인식 기술을 활용해 나만의 캐릭터를 제작한 후 어제 있었던 사건 한 장면을 만화로 표현하기 ▹체크리스트를 통해 인공지능과 협력 시 지켜야 할 점을 확인하며 표현해보기 (7.2)(7.3) ▹제작한 결과물은 Padlet에 업로드하기 (9.2) ▸먼저 활동을 완료한 학습자에게는 결과물을 발전시킬 수 있는 과제(발표노트 작성, 추가 기술 안내)를 제공하기 (8.1) ▸아직 상호작용방법을 숙지하지 못한 학습자는 도움자료나 또래 도우미의 도움을 받도록 안내하기 (8.2)	35	**·활동자료, Padlet 링크 (https://padlet.com/bin95241/opp1)** ※ 순회지도 시 학습자의 협력활동에 칭찬과 격려 등 긍정적 피드백을 제공한다. (8.2) ※ 접속이 불안정하거나 기술적 오류가 발생한 경우엔 즉시 손을 들고

학습 단계	주요 활동	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(·) 및 유의점(※)
				도움을 받을 수 있도록 안내한다. (7.4)
종합 및 성찰	정리 차시 예고	◉**인공지능과의 협력활동 성찰하기**(4.5)(5.1)(5.3) ▸ 평가 기준을 토대로 오늘 나의 활동을 반성하고, 앞으로의 계획 세우기 ▸ 오늘 활동에 대한 동료 또는 선생님의 관찰 의견 제공하기 ◉**차시 예고** ▸다음 시간에는 인공지능과 효과적으로 의사소통하는 방법을 배울 예정임을 안내하기	5	**· 활동지 (체크리스트, 성찰 일지)**

평가 (5.2)

평가 목표	인공지능 팀원이 가진 특성을 설명할 수 있는가?	
평가 내용 및 평가 기준	잘함	인공지능 투닝이 잘하는 것과 잘하지 못하는 것을 고려해 적절한 역할을 부여할 수 있으며, 문장에 어울리는 캐릭터의 모습을 추천해주는 원리를 간단히 설명할 수 있다.
	보통	인공지능 투닝에게 적절한 역할을 부여하였으나, 인공지능 투닝이 잘하는 것과 잘하지 못하는 것, 문장에 어울리는 캐릭터의 모습을 추천해주는 원리를 설명하지 못한다.
	노력 요함	인공지능 투닝에게 적절한 역할을 부여하는 데에 어려움을 보이며, 인공지능 투닝이 잘하는 것과 잘하지 못하는 것, 문장에 어울리는 캐릭터의 모습을 추천해주는 원리를 설명하지 못한다.

평가 방법	관찰 및 포트폴리오 평가	**평가물**	체크리스트, 성찰 일지, ‘어제 있었던 일’만화

■ 3, 4차시

교과 및 단원	창체 + 국어 2. 관용 표현을 활용해요	일시	2022. 9. 30.(금) 5-6교시	대 상 (장소)	6-4 교실
성취기준 (3.2)	AI 협력	• 인공지능과 협력적으로 상호작용하는 방법을 이해하고, 생활 속에서 실천할 수 있다. • 윤리·도덕적 규범을 준수하며 인공지능과 협력하는 활동을 수행할 수 있다. • 인공지능을 훌륭한 특성을 가진 협력 동료로 수용하고 상호작용할 수 있다.			
	국어	• [6국04-04] 관용 표현을 이해하고 적절하게 활용한다. • [6국04-06] 일상생활에서 국어를 바르게 사용하는 태도를 지닌다. • [6국05-04] 일상생활의 경험을 이야기나 극의 형식으로 표현한다.			
본시 학습주제	▪ 인공지능과 효과적으로 의사소통하기				
학습목표	• 인공지능과 효과적으로 의사소통하는 방법을 설명할 수 있다. • 인공지능과 효과적으로 의사소통하며 관용 표현이 사용되는 상황을 만화로 표현할 수 있다. • 인공지능과 적극적으로 소통하려는 태도를 기를 수 있다.				
인간-AI 협력 역량	의사소통	평가 및 성찰	팀원 수용		
원리·지침	• 교수·학습 과정안 내 '(번호)'의 형태로 표기함				
학생 참여·협력 중심 수업전략	- 모둠원과 토의를 통해 인공지능 투닝과 효과적으로 의사소통하는 방법을 공유할 수 있도록 한다. (10.2) - 학생들이 관용 표현의 뜻을 스스로 탐색하고 이를 활용해 간단한 만화로 만들 수 있도록 한다. (10.1)				
학습자원	교사	PPT 자료, 인공지능 투닝 교사용 아이디, 비밀번호			
	학생	태블릿 또는 PC, 활동지, 활동자료가 담긴 인공지능 투닝 학생용 아이디, 비밀번호			

학습 단계	주요 활동	교수·학습 활동	시간(분)	자료(·) 및 유의점(※)
도입	동기 유발	◉동기유발하기 ▸인공지능 투닝과의 소통 과정에서 발생한 문제상황 확인하기 ◉팀 서약서 작성하기 ▸인공지능 투닝을 협력 동료로 수용하도록 협력 시 지켜야 할 규칙이 담긴 서약서 작성하기	5	·PPT 자료

학습 단계	주요 활동	교수·학습 활동	시간(분)	자료(·) 및 유의점(※)
	학습 문제 파악	**◉학습문제 확인하기** (1.2)(4.1) • 인공지능과 효과적으로 의사소통하는 방법을 설명해봅시다. • 인공지능과 효과적으로 소통하며 관용 표현을 활용한 만화를 제작해봅시다. • 인공지능과 적극적으로 소통하려는 태도를 길러봅시다.		
	학습 활동 안내	**◉학습활동 안내하기** <활동1> 인공지능 투닝과의 소통 과정에서 발생한 문제상황을 해결해요. <활동2> 인공지능과 효과적으로 소통하는 방법에 관한 생각을 모아봐요. <활동3> 인공지능 투닝과 협력해 관용 표현을 활용한 만화를 제작해요.		
탐색	생각 펼치기	**<활동 1>** **◉인공지능 투닝과의 소통 과정에서 발생한 문제상황 해결하기** (4.2)(7.1) ▸인공지능 투닝이 이해하기 쉽게 생각을 표현하는 방법을 탐색하기 ▹교사의 질문과 예시를 바탕으로 인공지능 투닝이 이해하기 쉽게 문장을 바꿔보기 [상황1] • 문장 내 감정을 나타내는 구체적인 단어가 없어 인공지능이 상황을 적절하게 판단하지 못하는 상황 [상황2] • 지나치게 긴 문장을 입력하여 인공지능이 문장 내 감정을 적절히 인식하지 못하는 상황 [상황3] • 인공지능이 이전에 해당 문장을 학습하지 않아 적절한 표정을 추천하지 못하는 상황	20	**· 태블릿 또는 PC, 활동지, 활동자료가 담긴 인공지능 투닝 학생용 아이디, 비밀번호** (9.1) ※ 학습자가 인공지능 투닝과 효과적으로 의사소통하는 법을 탐색할 수 있는 시간을 충분히 제공한다.
공유	생각 모으기	**<활동 2>** **◉인공지능과 효과적으로 소통하는 방법에 관한 생각 모으기** (2.2)(4.3)(10.2) ▸탐색한 경험을 토대로 모둠원과 인공지능이 이해	15	**· 활동지(토의 정리)** ※인공지능의 특성

학습 단계	주요 활동	교수·학습 활동	시간(분)	자료(·) 및 유의점(※)
		하기 쉽게 생각이나 느낌을 표현하는 방법 공유하기 ▹감정이 드러나는 단어를 사용하기, 문장은 짧고, 간결하게 표현하기, 주어와 목적어를 명시하기, 문장부호 활용하기 등 인공지능의 특성을 고려하여 효과적으로 소통하는 방법 정리하기 ▸인공지능이 추천해준 캐릭터의 모습이나 상황이 적절하지 않을 때 대처하는 방법 안내하기 ▹인공지능이 모르는 것은 가르쳐주고, 적극적으로 인공지능과 소통하는 태도를 보여야 함을 인식하기		과 연관지어 효과적으로 의사소통하는 방법을 파악할 수 있도록 한다. ※활동 전에 모둠원의 의견을 경청하고 배려하며 합의점을 도출하는 것을 강조한다.
발전	과제 해결하기 결과 공유하기	<활동 3> **◉인공지능 투닝과 협력해 관용 표현을 활용한 만화 제작하기** (3.1)(3.2)(4.4)(10.1) ▸만화로 만들고 싶은 관용 표현을 고르기 ▸관용 표현을 선택하고 스토리보드를 구성하기 ▹활동지에 인물 및 대사가 잘 드러나도록 하며 관용 표현의 내용을 쉽게 이해할 수 있도록 만화 스토리보드를 구성하기 ▸인공지능 투닝과 함께 관용 표현을 활용한 만화를 제작하기 ▹체크리스트를 통해 인공지능과 효과적으로 소통하기 위해 지켜야 할 점을 확인하며 인공지능 투닝과 함께 관용 표현을 활용한 만화를 제작하기 (7.2)(7.3) ▹ 제작한 결과물은 Padlet에 업로드하기 (9.2) ▸먼저 활동을 완료한 학습자에게는 결과물을 발전시킬 수 있는 과제(발표노트 작성, 추가 기술 활용)를 제공하기 (8.1) ▸아직 상호작용방법을 숙지하지 못한 학습자는 도움자료나 또래 도우미의 도움을 받을 수 있도록 안내하기 (8.2)	35	**·활동지(스토리보드), 활동자료, Padlet 링크 (https://padlet.com/bin95241/opp2)** ※ 순회지도 시 학습자의 협력활동에 칭찬과 격려 등 긍정적 피드백을 제공한다. (8.2) ※ 접속이 불안정하거나 기술적 오류가 발생한 경

학습 단계	주요 활동	교수·학습 활동	시간(분)	자료(·) 및 유의점(※)
				우엔 즉시 손을 들고 도움을 받을 수 있도록 안내한다. (7.4)
종합 및 성찰	정리 차시 예고	**◉인공지능과의 협력활동 성찰하기**(4.5)(5.1)(5.3) ▸Padlet에 업로드한 만화를 발표하고, 상호 간 의견 남기기 ▸평가 기준을 토대로 오늘 나의 활동을 반성하고, 앞으로의 계획 세우기 ▸ 오늘 활동에 대한 동료 또는 선생님의 관찰 의견 제공하기 **◉차시 예고** ▸다음 시간에는 인공지능과 협력해 '행복한 우리반을 만들기 위해 해야할 일을 홍보하는 만화'를 제작할 예정임을 안내하기	5	**· 활동지 (체크리스트, 성찰 일지)**

평가 (5.2)

평가 목표	인공지능과 효과적으로 소통하는 방법을 적용해 관용 표현을 활용한 만화를 제작할 수 있는가?			
평가 내용 및 평가 기준	잘함	인공지능과 효과적으로 소통하는 방법을 3가지 이상 설명할 수 있으며, 인공지능 투닝과 적극적으로 소통하며 관용 표현을 활용한 만화를 적절히 표현할 수 있다.		
	보통	인공지능과 효과적으로 의사소통하는 방법을 1-2가지 이상 설명할 수 있으며, 관용 표현을 활용한 만화를 적절히 표현할 수 있다.		
	노력 요함	인공지능과 효과적으로 의사소통하는 방법을 설명하는 데에 어려움을 보이며, 관용 표현을 적절한 상황에 활용하지 못한다.		
평가 방법	관찰 및 포트폴리오 평가		**평가물**	체크리스트, 성찰 일지, 관용 표현을 활용한 만화

■ 5, 6차시

교과 및 단원	창체 + 국어 2. 관용 표현을 활용해요	일시	2022. 10. 6.(목) 5-6교시	대 상 (장소)	6-4 교실
성취기준 (3.2)	AI 협력	• 인공지능과 협력적으로 상호작용하는 방법을 이해하고 생활 속에서 실천할 수 있다. • 윤리·도덕적 규범을 준수하며 인공지능과 협력하는 활동을 수행할 수 있다. • 인공지능을 훌륭한 특성을 가진 협력 동료로 수용하고 상호작용할 수 있다.			
	국어	• [6국04-04] 관용 표현을 이해하고 적절하게 활용한다. • [6국04-06] 일상생활에서 국어를 바르게 사용하는 태도를 지닌다. • [6국05-04] 일상생활의 경험을 이야기나 극의 형식으로 표현한다.			
본시 학습주제		▪ 인공지능과 협력과제 수행하기			
학습목표		▪ 인공지능의 추천을 수정 또는 발전시킬 수 있다. ▪ 인공지능 투닝과 협력해 관용 표현을 활용한 '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화를 제작할 수 있다. ▪ 인공지능과의 협력 작업을 책임 있게 완수하는 태도를 기를 수 있다.			
인간-AI 협력 역량		과제수행 / 평가 및 성찰 / 팀원 수용			
원리·지침		• 교수·학습 과정안 내 '(번호)'의 형태로 표기함			
학생 참여·협력 중심 수업전략		- 모둠원과 우리 반 친구들의 학교생활을 성찰하고, 행복한 반을 만들기 위해 함께 해야 할 일을 탐색하도록 한다.(10.2) - 학생들이 관용 표현의 뜻을 스스로 탐색하고 말하고자 하는 바를 효과적으로 전달하는 데에 활용하도록 한다.(10.1)			
학습자원	교사	PPT 자료, 인공지능 투닝 교사용 아이디, 비밀번호			
	학생	태블릿 또는 PC, 활동지, 활동자료가 담긴 인공지능 투닝 학생용 아이디, 비밀번호			

학습단계	주요활동	교수·학습 활동	시간(분)	자료(·) 및 유의점(※)
도입	동기 유발	◉지난 시간 되돌아보기 ▸지난 시간에 제작한 작품 공유하기 ▸인공지능과 효과적으로 의사소통하는 방법 복습하기	5	·Padelt 링크 https://padlet.com/bin95241/

학습 단계	주요 활동	교수·학습 활동	시간(분)	자료(·) 및 유의점(※)
		▷말하고자 하는 바를 간결하고 명확하게 표현한다. ▷'누가' '무엇을'을 생략하지 않는다. ▷추천이 마음에 들지 않는 경우, 표현을 수정해 본다. ▷인공지능에게 새로운 데이터를 학습시킨다. **◉동기유발하기** ▸우리 반 친구들의 학교생활 되돌아보기 **◉팀 서약서 작성하기** ▸인공지능 투닝을 협력 동료로 수용하도록 협력 시 지켜야 할 규칙이 담긴 서약서 작성하기		opp1, PPT 자료
	학습 문제 파악	**◉학습문제 확인하기** (1.2)(4.1) • 인공지능 투닝의 추천을 수정하며 관용 표현을 활용한 '행복한 우리 반 만들기' 만화를 제작해봅시다. ▪ 인공지능과의 협력 작업을 책임 있게 완수하는 태도를 길러봅시다.		
	학습 활동 안내	**◉학습활동 안내하기** <활동1> 인공지능의 제안을 적절히 수용해요. <활동2> 행복한 반을 위해 우리가 해야 할 일을 토의해요. <활동3> 인공지능 투닝과 협력해 관용 표현을 활용한 '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화를 제작해요.		
탐색	생각 펼치기	**<활동 1>** **◉인공지능의 제안을 적절히 수용하기** (2.2)(4.2)(7.1) ▸투닝 로그인하기 ▸인공지능 투닝의 제안이나 추천을 수용하여 기존 계획을 보완하거나, 제안 일부를 수정하여 결과물을 발전시키는 연습 안내하기 ☞ 동글이와 브랜든이 함께 거실 청소를 했다. "백짓장도 맞들면 낫다더니! 고생 많았어!"라는 예시 문장을 입력하였을 때 인공지능 투닝이 자동으로 만들어주는 만화를 적절히 수용(재추천 요청/ 일부를 수정하거나 채택함)하여 결과물을 발전시키는 활동을 연습한다.	20	**·태블릿 또는 PC, 활동자료가 담긴 인공지능 투닝 학생용 아이디, 비밀번호** (9.1) ※ 학습자가 인공지능 투닝과 협력적으로 과제를 수행하는

학습 단계	주요 활동	교수·학습 활동	시간(분)	자료(·) 및 유의점(※)
				과정을 연습하는 시간을 충분히 제공한다.
공유	생각 모으기	<활동 2> **◉행복한 반을 위해 우리가 해야 할 일을 토의하기** (3.1)(3.2)(4.3)(10.1) ▶모둠원과 함께 우리 반 친구들의 학교생활을 되돌아보며 행복한 반을 만들기 위해 앞으로 지켜야할 약속, 그러한 약속이 필요한 까닭, 구체적인 실천 방법, 활용할 '관용 표현'을 토의하기	15	**· 활동지(토의 정리)** ※활동 전에 모둠원의 의견을 경청하고 배려하며 합의점을 도출하는 것을 강조한다.
발전	과제 해결하기 결과 공유하기	<활동 3> **◉인공지능 투닝과 협력해 관용 표현을 활용한 '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화 제작하기** (3.1)(3.2)(4.4)(10.1) ▶'행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화 스토리보드 구성하기 ▷활동지에 인물과 대사가 잘 드러나도록 하며, 효과적으로 홍보하기 위해 관용 표현을 적절히 활용하도록 안내하기 ▶인공지능 투닝과 함께 '행복한 우리 반 만들기' 만화를 제작하기 ▷인공지능과 협력하는 과정에서 인공지능의 의견을 적절히 수용해 아이디어를 수정, 발전시킨 내용을 활동지에 기록하도록 안내하기 (7.2)(7.3) ▷'행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화를 제작한 후 결과물은 Padlet에 업로드하기 (9.2) ▶먼저 활동을 완료한 학습자에게는 결과물을 발전시킬 수 있는 과제(발표노트 작성, 추가 장면 구성)를 제공하기 (8.1) ▶아직 상호작용방법을 숙지하지 못한 학습자는 도움자료나 또래 도우미의 도움을 받을 수 있도록 안	35	**· 활동지(스토리보드), 활동자료, Padlet 링크** https://padlet.com/bin95241/opp1 ※ 순회지도 시 학습자의 협력활동에 칭찬과 격려 등 긍정적 피드백을 제공한다. (8.2) ※ 접속이 불안정하거나 기술적 오류가

학습 단계	주요 활동	교수·학습 활동	시간 (분)	자료(·) 및 유의점(※)
		내하기 (8.2)		발생한 경우엔 즉시 손을 들고 도움을 받을 수 있도록 안내한다.(7.4)
종합 및 성찰	정리 차시 예고	◉**인공지능과의 협력활동 성찰하기**(4.5)(5.1)(5.3) ▸Padlet에 업로드한 만화를 발표하고, 상호 간 의견 남기기 ▸평가 기준을 토대로 오늘 나의 활동을 반성하고, 앞으로의 계획 세우기 ▸ 오늘 활동에 대한 동료 또는 선생님의 관찰 의견 제공하기	5	**· 활 동 지 (체크리스트, 성찰 일지)**

평가 (5.2)

평가 목표	인공지능 투닝의 제안을 적절히 수용하며 관용 표현을 활용한 '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화를 제작할 수 있는가?	
평가 내용 및 평가 기준	잘함	인공지능 투닝의 제안을 적극적으로 수정 및 발전시키며 관용 표현을 활용한 '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화를 효과적으로 제작할 수 있다.
	보통	인공지능 투닝의 제안을 수정 및 발전시키며, 관용 표현을 활용한 '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화를 제작할 수 있다.
	노력 요함	인공지능 투닝의 의견을 수정 및 발전시키는 데에 어려움을 보이며, 관용 표현을 활용한 '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화를 완성하지 못한다.

평가 방법	관찰 및 포트폴리오 평가	**평가물**	체크리스트, 성찰 일지, '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화

[부록 13] 수업자료

■ 1, 2차시 PPT [※투닝으로 제작하였습니다.]

탐색
AI의 감정 분석
다음과 같은 상황에 어울리는 대사를 넣어볼까요?
투닝에게 표정과 동작 추천을 요청해보세요.
탐색
AI의 텍스트 분석
인물과 상황, 발화를 넣어 한 장면을 표현해봅시다.
탐색
AI의 이미지 인식
캐릭터 표정에 어울리는 요소와 배경을
투닝과 표현해보세요.
예시
AI의 이미지 인식
캐릭터 표정에 어울리는 요소와 배경을
투닝과 표현해보세요.
아이 상쾌해!!!
오랜만에 등산을 했더니 몸이 가벼워졌다.
탐색
학습하는 AI
인공지능이 대사에 어울리는 표정을 추천해주고 있나요?
Q. 인공지능은 어떻게 대사 속 감정을 읽어
캐릭터의 모습을 추천해줄 수 있는 걸까요?
여기까지 오는거
정말 힘들었어^^
정말 너무해!
무거운 짐
들고
낑낑거리며
왔는데..
지도 학습: 정답을 알려주고 정답이 되는 규칙을 스스로
찾아내도록 하는 학습 방법
AI를 더 똑똑하게 만들어주세요!
정답 (학습한)
데이터
화남
기쁨
너무한걸?
너무하다!
너무하잖아
즐거워~
즐거운걸?
즐겁다!
새로운
데이터
너무해
AI
화남
학습 활동을 토대로 인식, 판단, 추론, 예측 활동 수행

지도 학습

AI를 더 똑똑하게 만들어주세요!

2. 인공지능은 어떻게 대사 속 감정을 읽어 캐릭터의 모습을 추천해줄 수 있는 걸까요?

인공지능은 감정을 나타내는 단어 데이터와 어울리는 표정 그림을 연결 지어 학습을 수행한다. 그리고 새로운 대사를 입력 받았을 때 대사 속 감정을 나타내는 단어를 인식하여 이전에 학습한 내용을 바탕으로 어울리는 표정을 추천한다.

너무해

학습 활동을 토대로 인식, 판단, 추론, 예측 활동 수행

<활동 2> 인공지능 팀원이 가진 특성을 분석해요.

공유

1. 인간과 비교하였을 때 인공지능 투닝은 무엇을 잘할 수 있고 무엇을 하기 힘들까요?
2. 웹툰을 창작할 때 투닝과 어떠한 방식으로 협력할 수 있을지 모둠원과 토의해봅시다.

3. [모둠 토의] 인간과 비교하였을 때 인공지능 투닝은 무엇을 잘할 수 있고, 무엇을 하기 힘들까요?

인공지능 투닝이 잘할 수 있는 것	• 예) 얼굴의 특징을 분석해 닮은 꼴 **캐릭터**를 쉽고 빠르게 만들 수 있다.
	• 예) 대사에 어울리는 캐릭터의 표정과 **동작, 배경**을 쉽고 빠르게 그릴 수 있다.
인공지능 투닝이 잘하지 못하는 것	• 예) 작품의 **주제**와 **이야기 내용**을 직접 만들지 못한다.
	• 예) 이야기 흐름에 어울리는 **등장인물의 대사**를 직접 창작하지 못한다.

4. [모둠 토의] 웹툰을 창작할 때 투닝과 어떠한 방식으로 협력할 수 있을까요?

	인간	인공지능
웹툰 창작 과정에서 담당하는 역할	• 이야기의 내용 (기-승-전-결)을 씀. • 인공지능이 표현한 만화 장면을 수정함.	• 이야기에 어울리는 만화를 빠르게 그림.
인공지능과 협력해 웹툰을 창작할 때의 이점	• 오랜 시간을 들여 혼자 만화를 그리지 않아도 된다. • 인공지능이 이야기에 어울리는 만화 요소(캐릭터, 배경 등)를 그려주기 때문에 만화 제작 시간을 줄일 수 있다. • 인공지능의 추천으로부터 아이디어를 얻어 상황을 더욱 창의적이고, 효과적으로 표현할 수 있다. • +) 인공지능은 인간이 제공하는 데이터를 토대로 학습을 하여 성능을 향상시킬 수 있다.	
인공지능과 협력해 웹툰을 창작할 때 주의해야 할 점	• 인간과 인공지능이 잘 할 수 있는 일을 살려 역할을 분담해야 한다. • 인공지능이 추천하는 원리를 이해하고 인공지능의 추천 결과를 바로 수용하기 보다는 적절한지 판단해야 한다. • 인공지능은 계속 학습하기 때문에 도덕적이지 않은 자료를 제공해서는 안된다.	

<활동 3> 인공지능 투닝과 협력해 '어제 있었던 일'을 만화로 표현해요.

도전 과제
투닝과 협력하여 나만의 캐릭터를 만들고
'어제 있었던 사건 한 장면'을 만화로 표현해보세요!
(텍스트로 표정/동작 생성, 배경/요소 추천 기술을 활용하세요)
★ 인공지능 투닝과 상호작용하는 방법을 완전히 숙지합니다.
★ 인공지능 투닝이 캐릭터의 모습이나 배경을 추천해주는 원리를 이해하며 인공지능과 상호작용합니다.
★ 인공지능을 훌륭한 능력을 갖춘 협력 동료로 여기며 상호작용합니다.
종합 및 성찰
인공지능과의 협력 활동 되돌아보기
인공지능과 협력하는 세상
1. 인공지능 투닝 이해하기
끝

■ 1, 2차시 활동지

창체

인공지능과 협력하는 세상
- 인공지능 팀원 이해하기-

오포초등학교 6학년 4반 이름 :

☑ **학습 주제 : 인공지능 팀원의 특성 이해하기**

☑ **학습 목표**

- **인공지능 팀원이 가진 특성을 설명할 수 있다.**
- **인공지능 투닝과 다양한 형태로 협력할 수 있음을 이해하고, 이를 체험할 수 있다.**
- **인공지능을 협력 동료로서 수용하는 태도를 가질 수 있다.**

1. 웹툰 창작에 활용하는 투닝 앱은 다음과 같은 인공지능 기술이 적용되어 있습니다. 해당 기술로 인공지능 투닝이 어떤 작업을 수행할 수 있는지를 체험하고, 인공지능 투닝과 상호작용하는 방법을 익혀봅시다.

2. [개별] 인공지능은 어떻게 대사 속 감정을 읽어 캐릭터의 모습을 추천해줄 수 있는 걸까요?

_____

_____

3. [모둠 토의] 인간과 비교하였을 때 인공지능 투닝은 무엇을 잘할 수 있고, 무엇을 하기 힘들까요?

인공지능 투닝이 잘할 수 있는 것	
인공지능 투닝이 잘하지 못하는 것	

4. [모둠 토의] 웹툰을 창작할 때 투닝과 어떠한 방식으로 협력할 수 있을까요?

	인간	인공지능
웹툰 창작 과정에서 담당하는 역할		
인공지능과 협력해 웹툰을 창작할 때의 이점		
인공지능과 협력해 웹툰을 창작할 때 주의해야 할 점		

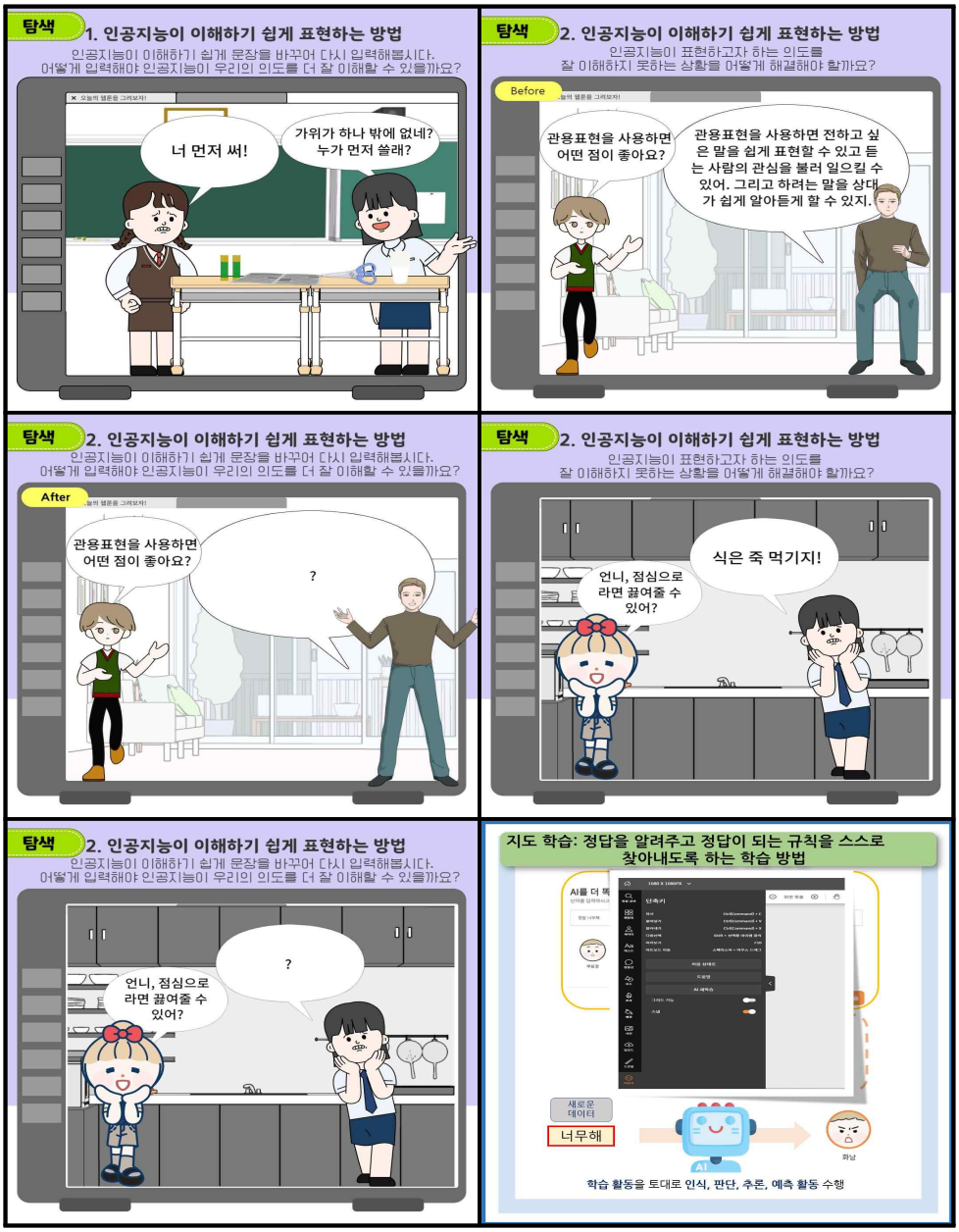
5. [되돌아보기] 인공지능 투닝과 협력해 '미래에 내가 하고 싶은 일'을 만화로 표현한 활동을 성찰해 봅시다.

(☑ 표시하기)

역량	평가 기준	노력 요함	보통	잘함
인공지능 이해	인공지능 투닝이 캐릭터의 모습이나 배경을 추천해주는 원리를 간단히 설명할 수 있나요?			
	인공지능 투닝이 잘하는 것과 잘하지 못하는 것을 고려해 적절한 역할을 부여할 수 있나요?			
	인공지능 투닝과 상호작용하는 방법을 완전하게 익혔나요?			
팀원 수용	인공지능을 훌륭한 특성을 가진 협력동료로 여기며 상호작용하였나요?			

인공지능과의 협력 활동에서 잘한 점/ 아쉬운 점	
앞으로의 계획 (인공지능과 협력할 때 이렇게 하겠어요.)	
친구 또는 선생님 평가	

■ 3, 4차시 PPT [※투닝으로 제작하였습니다.]


탐색
1. 인공지능이 이해하기 쉽게 표현하는 방법
인공지능이 이해하기 쉽게 문장을 바꾸어 다시 입력해봅시다.
어떻게 입력해야 인공지능이 우리의 의도를 더 잘 이해할 수 있을까요?
너 먼저 써!
가위가 하나 밖에 없네? 누가 먼저 쓸래?
탐색
2. 인공지능이 이해하기 쉽게 표현하는 방법
인공지능이 표현하고자 하는 의도를
잘 이해하지 못하는 상황을 어떻게 해결해야 할까요?
Before
관용표현을 사용하면 어떤 점이 좋아요?
관용표현을 사용하면 전하고 싶은 말을 쉽게 표현할 수 있고 듣는 사람의 관심을 불러 일으킬 수 있어. 그리고 하려는 말을 상대가 쉽게 알아듣게 할 수 있지.
탐색
2. 인공지능이 이해하기 쉽게 표현하는 방법
인공지능이 이해하기 쉽게 문장을 바꾸어 다시 입력해봅시다.
어떻게 입력해야 인공지능이 우리의 의도를 더 잘 이해할 수 있을까요?
After
관용표현을 사용하면 어떤 점이 좋아요?
?
탐색
2. 인공지능이 이해하기 쉽게 표현하는 방법
인공지능이 표현하고자 하는 의도를
잘 이해하지 못하는 상황을 어떻게 해결해야 할까요?
언니, 점심으로 라면 끓여줄 수 있어?
식은 죽 먹기지!
탐색
2. 인공지능이 이해하기 쉽게 표현하는 방법
인공지능이 이해하기 쉽게 문장을 바꾸어 다시 입력해봅시다.
어떻게 입력해야 인공지능이 우리의 의도를 더 잘 이해할 수 있을까요?
언니, 점심으로 라면 끓여줄 수 있어?
?
지도 학습: 정답을 알려주고 정답이 되는 규칙을 스스로 찾아내도록 하는 학습 방법
새로운 데이터
너무해
AI
화남
학습 활동을 토대로 인식, 판단, 추론, 예측 활동 수행

<활동 2>
인공지능과
효과적으로
소통하는 방법에
관한 생각을
모아봐요.

공유

1. 인공지능 투닝이 이해하기 쉽게 생각이나 감정을 표현하는 방법을 모둠원과 토의해봅시다.
2. 인공지능이 추천해준 캐릭터의 모습이나 배경이 마음에 들지 않거나 상황과 어울리지 않는 경우엔 어떻게 대처해야 할까요?

3. [모둠 토의] 인공지능 투닝이 이해하기 쉽게 내 생각을 표현하는 방법을 공유해봅시다.

나의 의견	
토의 결과 정리	1. 감정이 드러나는 단어를 사용해 문장을 입력한다.
	2. 문장은 짧고 간결하게 입력한다.
	3. 주어와 목적어를 생략하지 않는다.
	4. 문장 부호를 활용하여 표현하고 싶은 느낌을 살린다.

3. [모둠 토의] 인공지능이 추천해준 캐릭터의 모습이나 장면이 마음에 들지 않거나 상황과 어울리지 않는 경우 어떻게 대처해야 할까요?

AI를 더 똑똑하게 만들어주세요!

- 재 추천을 요청한다.
- 이해하기 쉽게 다른 방식으로 표현해본다.
- 인공지능에게 해당 단어에 어울리는 표정이 무엇인지 가르쳐준다.

학습 활동을 토대로 인식, 판단, 추론, 예측 활동 수행

<활동 3>
인공지능 투닝과
협력해
관용 표현을
활용하는 만화를
제작해요.

도전 과제

인공지능에게 효과적으로 의사소통하는 방법을 적용하여 관용표현이 사용되는 상황을 만화로 표현해보세요.

종합 및 성찰
인공지능과의
협력 활동
되돌아보기
인공지능과
협력하는 세상
2. 인공지능
투닝과
의사소통하기
끝

■ 3, 4차시 활동지

창체 + 국어

〈인공지능과 협력하는 세상〉
〈2. 관용 표현을 활용해요〉
- 인공지능과 의사소통하기-

오포초등학교 6학년 반 이름 :

☑ **학습 주제 : 인공지능과 효과적으로 의사소통하기**

☑ **학습 목표**

- **인공지능과 효과적으로 의사소통하는 방법을 설명할 수 있다.**
- **인공지능과 효과적으로 소통하며 관용 표현을 활용한 만화를 제작할 수 있다.**
- **인공지능과 적극적으로 소통하려는 태도를 기를 수 있다.**

☑ 인공지능 투닝과 협력하는 과정에서 이런 점을 지킬 거예요!

〈팀 서약서〉

1. 인공지능 투닝은 나의 장점을 살리고 약점을 보완해주는 훌륭한 친구라고 생각해요.
2. 인공지능 투닝이 이해하기 쉽게 표현하고자 노력할 거예요.
3. 인공지능 투닝은 계속 학습하고 있기에 투닝의 실수를 발견하면 친절하게 가르쳐줄 거예요.
4. 인공지능 투닝의 추천을 적극적으로 활용해 멋진 결과물을 만들어 낼 거예요.
5. 인공지능 투닝과 상호작용할 때 항상 윤리적, 도덕적 규범을 지킬 거예요.

인공지능 투닝과 서로 win-win 할 나의 이름은 (_____)

1. [모둠 토의] 인공지능이 이해하기 쉽게 내 생각이나 느낌을 표현하는 방법을 공유해봅시다.

나의 의견	
토의 결과 정리	1.
	2.
	3.
	4.

2. [모둠 토의] 인공지능이 추천해준 캐릭터의 모습이나 장면이 마음에 들지 않거나 상황과 어울리지 않는 경우 어떻게 대처해야 할까요?

_____

_____

3. 표현하고 싶은 관용 표현을 〈보기〉에서 고르고, 해당 표현과 어울리는 상황 떠올려 스토리보드에 간단히 줄거리를 적어봅시다. 이후 인공지능 투닝과 효과적으로 의사소통하는 방법을 적용하여 '**관용 표현이 사용되는 상황**'을 만화로 제작해봅시다.

〈보기〉		
백지장도 맞들면 낫다	천 리 길도 한 걸음부터	발이 넓다
손발을 맞추다	말 한마디에 천 냥 빚도 갚는다	머리를 맞대다

활용할 관용 표현		
장면	1	2
등장 인물		
입력할 대사		
원하는 표정		

4. 완성한 작품을 패들렛(Padlet)에 공유하고, 친구들의 작품을 감상해봅시다.

선생님이 주시는 padlet링크에 접속하여 작품을 업로드해봅시다.

5. [되돌아보기] 인공지능 투닝과 협력해 관용 표현이 사용되는 상황을 표현한 활동을 성찰해봅시다.

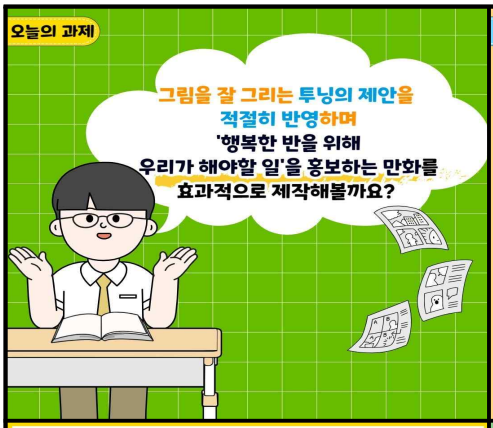
(☑ 표시하기)

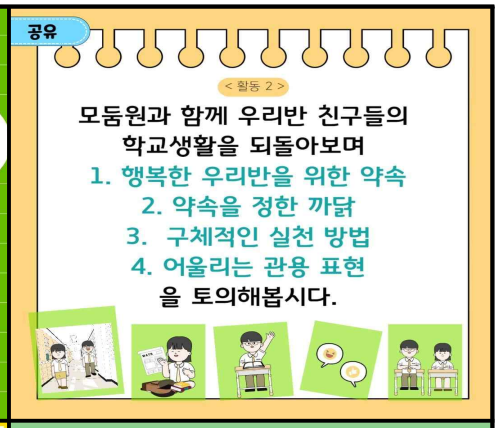
역량	평가 기준	노력 요함	보통	잘함
인공지능 이해	인공지능 투닝이 잘하는 것과 잘하지 못하는 것을 고려해 적절한 역할을 부여할 수 있나요?			
의사소통	인공지능이 이해하기 쉽게 내 생각이나 느낌을 표현하는 방법을 설명할 수 있나요? (잘함: 3가지 이상 / 보통: 1-2가지 이상 / 노력 요함: 설명하지 못한다.)			
	인공지능이 나의 말이나 글의 의도를 이해하지 못했을 때 다른 방식의 표현을 적극적으로 시도하였나요?			
	인공지능이 모르는 것은 알기 쉽게 가르쳐 주었나요?			
팀원 수용	인공지능을 훌륭한 특성을 가진 협력동료로 여기며 상호작용하였나요?			

인공지능과의 협력 활동에서 잘한 점/ 아쉬운 점	
앞으로의 계획 (인공지능과 협력할 때 이렇게 하겠어요.)	
친구 또는 선생님 평가	

■ 5, 6차시 PPT [※투닝으로 제작하였습니다.]

탐색
인공지능의 제안을 적절히 수용하는 능력 기르기
인공지능의 제안이나 추천을 수용하여 기존 계획을 보완하거나
인공지능이 제공하는 제안을 발전시키는 능력을 키워봅시다.
인공지능의 텍스트 분석 능력을 이용해
아래 문장에 어울리는 장면을 손쉽게 만들어볼까요?
동글이와 브랜든이
함께 거실 청소를 했다.
"백짓장도 맞들면 낫다더니!
고생 많았어!"
1. 인공지능의 제안이 마음에 들지 않은 경우는 다시 추천을 요청해봅시다.
2. 인공지능이 제공하는 제안의 일부를 수정하여 장면을 발전시켜봅시다.
3. 인공지능의 제안을 받아들여 기존에 세웠던 계획을 적절히 수정해봅시다.
예시
백지장도 맞들면
낫다더니!
고생 많았어!
둘이 하니까
수월하네!
동글이와 브랜든이 함께 거실 청소를 했다.
<활동 2>
행복한 반을 위해
우리가 해야할 일
을 토의해요.
(연계)
2. 관용표현을 활용해요.
행복한 우리반을 위해
우리가 해야할 일
오늘의 과제
우리 반 친구들의
학교 생활을 되돌아봅시다.
오늘의 과제
행복한 우리반을 만들기 위해
우리가 지켜야할 약속엔
무엇이 있을까요?

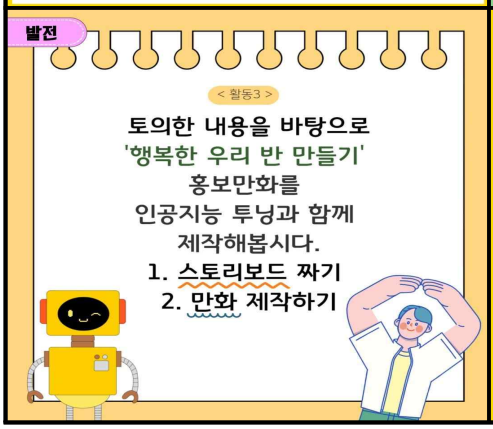




〈관용 표현〉		
백지장도 맞들면 낫다	천 리 길도 한 걸음부터	발이 넓다
쇠뿔도 단김에 빼라	말 한마디에 천 냥 빚도 갚는다	머리를 맞대다
벼 이삭은 익을수록 고개를 숙인다	발 벗고 나서다	손발을 맞추다
하나를 보고 열을 안다	낮말은 새가 듣고 밤말은 쥐가 듣는다	눈에 불을 켜다
소 잃고 외양간 고친다	금이 가다	물 쓰듯 쓰다

주제	행복한 우리 반을 만들기 위해 우리가 해야 할 일
행복한 우리 반을 위한 약속	예) 친구의 장점을 칭찬합시다.
약속을 정한 까닭 (필요성)	• 요즘 우리 반 친구들이 서로의 단점을 지적하며 놀리는 경우가 많습니다. 장점을 서로 칭찬하면 기분이 좋아져서 행복한 반을 만들 수 있습니다.
실천 방법	• 집에 가기 전까지 칭찬을 한마디 이상 하기 • 친구의 장점을 문자 메시지로 보내기
활용할 관용 표현	• 가는 말이 고와야 오는 말도 곱다.

<활동 3>
인공지능 투닝과 협력해 관용표현을 활용한 '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화를 제작해요



★인공지능 투닝과 만화를 제작할 때 주의할 점

★인공지능 투닝의 제안을 수용하여 스토리보드에 적었던 계획을 수정해봅시다.
★인공지능 투닝의 제안을 수정해 결과물을 발전시켜봅시다.
★ 인공지능 투닝과의 협력 작업을 책임 있게 완수해봅시다.

발전
< 활동3 >
완성한
'행복한 우리 반 만들기'
홍보만화를
Padlet에 함께 공유하고
인공지능과 협력한 경험을
성찰해봅시다.
종합 및 성찰
인공지능과의
협력 활동
되돌아보기
인공지능과
협력하는 세상
3. 인공지능
투닝과
협력 과제
수행하기
끝

■ 5, 6차시 활동지

창체 + 국어

〈인공지능과 협력하는 세상〉
〈2. 관용 표현을 활용해요〉
- 인공지능과 협력 과제 수행하기-

오포초등학교 6학년 반 이름 :

☑ **학습 주제 : 인공지능과 협력 과제 수행하기**

☑ **학습 목표**
- **인공지능의 추천을 수정 또는 발전시킬 수 있다.**
- **인공지능 투닝과 협력해 관용 표현을 활용한 '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화를 제작할 수 있다.**
- **인공지능과의 협력 작업을 책임 있게 완수하는 태도를 기를 수 있다.**

☑ 인공지능 투닝과 협력하는 과정에서 이런 점을 지킬 거예요!

〈팀 서약서〉
1. 인공지능 투닝과 나의 장점을 살리고 약점을 보완해주는 훌륭한 친구라고 생각해요.
2. 인공지능 투닝이 이해하기 쉽게 표현하고자 노력할 거예요.
3. 인공지능 투닝은 계속 학습하고 있기에 투닝의 실수를 발견하면 친절하게 가르쳐줄 거예요.
4. 인공지능 투닝의 추천을 적극적으로 활용해 멋진 결과물을 만들어 낼 거예요.
5. 인공지능 투닝과 상호작용할 때 항상 윤리적, 도덕적 규범을 지킬 거예요.

인공지능 투닝과 서로 win-win 할 나의 이름은 (_____)

1. [모둠 토의] 행복한 반을 만들기 위해 우리가 해야 할 일을 토의해봅시다. 〈보기〉의 관용 표현을 활용해 우리 반에게 하고 싶은 말을 효과적으로 전달해봅시다.

〈보기〉

백지장도 맞들면 낫다	천 리 길도 한 걸음부터	발이 넓다
손발을 맞추다	말 한마디에 천 냥 빚도 갚는다	머리를 맞대다
벼 이삭은 익을수록 고개를 숙인다	소 잃고 외양간 고친다	쇠뿔도 단김에 빼라
하나를 보고 열을 안다	눈에 불을 켜다	낮말은 새가 듣고 밤말은 쥐가 듣는다
발 벗고 나서다	금이 가다	물 쓰듯 쓰다

주제	행복한 우리 반을 만들기 위해 우리가 해야 할 일
행복한 우리 반을 위한 약속	
약속이 필요한 까닭	
구체적인 실천 방법	
활용할 관용 표현	

2. 앞서 구상한 내용을 바탕으로 관용 표현을 활용한 '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화 스토리보드를 만들어보세요. 이후 인공지능 투닝과 협력해 '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화를 제작할 때 투닝의 의견을 수정 또는 발전시킨 사항을 기록해봅시다.

활용할 관용 표현		
장면	1	2
등장 인물		
대사와 표정		
인공 지능 투닝	※ 인공지능이 추천한 캐릭터, 캐릭터의 표정이나 행동을 어떻게 수정 혹은 발전시켰나요?	
	〈수정 및 추가 사항〉	〈수정 및 추가 사항〉
장면	3	4
등장 인물		
대사와 표정		
인공 지능 투닝	※ 인공지능이 추천한 캐릭터, 캐릭터의 표정이나 행동을 어떻게 수정 혹은 발전시켰나요?	
	〈수정 및 추가 사항〉	〈수정 및 추가 사항〉

3. 완성한 작품을 패들렛(Padlet)에 공유하고, 인상 깊은 작품을 선정해봅시다.

선생님이 주시는 padlet링크에 접속하여 작품을 업로드하고, 인상 깊은 작품에 투표해봅시다.

4. [되돌아보기] 인공지능 투닝과 협력한 '행복한 우리 반 만들기' 홍보 만화 제작 활동을 성찰해봅시다.

(☑ 표시하기)

역량	평가 기준	노력 요함	보통	잘함
인공지능 이해	인공지능 투닝이 잘하는 것과 잘하지 못하는 것을 고려해 적절한 역할을 부여할 수 있나요?			
의사소통	인공지능이 이해하기 쉽게 내 생각을 표현하였나요?			
	인공지능이 나의 말이나 글의 의도를 이해하지 못했을 때 다른 방식의 표현을 적극적으로 시도하였나요?			
	인공지능이 모르는 것은 알기 쉽게 가르쳐 주었나요?			
과제수행	인공지능의 추천을 적절히 수용하여 결과물을 발전시켰나요?			
	인공지능과의 협력 작업을 책임 있게 완수하고자 노력하였나요?			
팀원 수용	인공지능을 훌륭한 능력을 갖춘 협력 동료로 여기며 상호작용하였나요?			

인공지능과의 협력 활동에서 잘한 점/ 아쉬운 점	
앞으로의 계획 (인공지능과 협력할 때 이렇게 하겠어요.)	
친구 또는 선생님 평가	

Abstract

A Developmental Study of Design Principles on Activity-based Classes for Improving Human-AI Collaborative Competency

Hyebin Song
Department of Education
The Graduate School
Seoul National University

Many countries are in the midst of the Digital Transformation (DX) era, in which people are creating new values and innovation by introducing digital technology throughout their lives. In particular, artificial intelligence (AI) is a significant component in driving digital transformation. As a result, many countries promote various policies to foster competitive AI talents. In Korea, the government has established an agenda of raising talents capable of producing new values through a partnership with AI seeking coexistence between

humans and AI. By 2025, It aims to introduce AI literacy instruction in the elementary and secondary school curriculum, which nurture the ability to communicate and collaborate with AI. However, studies on artificial intelligence education programs established so far have focused on learning activities that promote computational thinking abilities. No research or examples of specialized educational materials or teaching techniques that foster Human-AI collaborative competency. In a Post-Humanist society, we must cultivate AI literacy that could treat AI as a subject and collaborate in a horizontal relationship with humans instead of just controlling it. Within this context, this study attempt to look at artificial intelligence as an actor with equal status to humans and develop design principles of activity-based classes for improving Human-AI collaborative competency. The design principles were under internal validation through expert review, and effectiveness was verified through field application. The specific research questions that guided this study are as follows.

i. What are the design principles of activity-based classes for improving Human-AI collaborative competency?

ii. Is the design principle of activity-based classes for improving Human-AI collaborative competency valid internally?

iii. What are the effects of classes that apply the design principles?

The study was conducted following the design and development research steps. First, the initial design principles were developed through a literature review. And the internal validity of design principles was validated by three experts. The design principles were then applied in classes with 20 students and 1 instructor in the sixth grade of elementary school. We planned classes collaborating with AI that converged with a Korean subject. Students created webtoons with AI based on the stages of activity-based classes,

which included Introduction - Exploration - Sharing - Development - Wrap up & Reflection. Before and after the classes, assessments that assessed Human-AI collaborative competency and attitude toward AI were conducted. Also, a post-class survey on the situation interest and class satisfaction and in-depth interviews with 1 teacher and 9 students were performed for more detailed information. Among the collected data, quantitative data were analyzed through descriptive statistics and paired sample t-tests. Qualitative data were driven by open coding to analyze the effectiveness and improvements of the design principles.

The research developed twelve design principles and thirty-one detailed guidelines under eight categories: Learning Goals, Learning Contents, Instructional Methods, Learning Evaluation, Support for Learner-AI Interaction, Physical Environment, Social and Cultural Environment, and Co-evolution of Education and AI. The Learning Goals category includes the 'principle of systematic goal setting' that guides setting learning goals based on demand analysis and task analysis of collaborative competency. The Learning Contents category consists of the 'principle of developing competence-centered content', which suggests providing learning experiences considering the relationships between sub-elements of Human-AI collaborative competency. There is also the 'principle of connecting subjects with AI,' which encourages to offer of authentic, collaborative tasks converged with other fields. The instructional Method category consists of the 'principle of activity-based learning', which guides organizing classes in the stages of Introduction - Exploration - Sharing - Development - Wrap up & Reflection. The Learning Evaluation category includes the ‘ principle of process-centered assessment’, which states that the process and results of collaborative activities should be evaluated continuously. The Support for Learner-AI Interaction

category includes the ‘principle of AI selection ’ that AI should be utilized after examining whether it is fit for carrying out collaborative activities and the ‘principle of providing scaffolding’. In addition, the ‘principle of customized support’ is added in that category which states aid should be offered considering the learner's task performance speed and emotional reaction. The Physical Environment category covers the 'principle of constructing an AI-based educational environment', which informs checking digital resources necessary for collaborative activities with AI. The Social and Cultural Environment category consists of the 'principle of a self-directed learning culture,' which guides creating an atmosphere that satisfies the learner's curiosity. The 'principle of horizontal collaboration between humans and AI' is also included, encouraging students to consider AI a collaborative partner. The co-evolution of Education and AI category consists of the 'principle of reflection for co-evolution' that guides reflection to better both classes and AI.

The paired sample t-test results showed significant differences in students' Human-AI collaborative competency and attitude toward AI. Also, the learners responded positively to the survey on the situation's interest and class satisfaction. In-depth interviews revealed that the classes based on design principles enhanced students' Human-AI collaborative competency, created a positive attitude toward AI, and increased interest and efficacy in subjects converged with AI. However, there were some difficulties in classes due to a lack of time and AI errors. The instructor mentioned that the design concepts are versatile to a wide range of subjects in the context of public education. However, improvements were suggested, such as considering the learner's subject competence, providing scaffolding of individual functions, and checking all essential equipment for each artificial intelligence technology. The

design principles were enhanced by accepting these suggestions.

This study holds significance in that it offers a new perspective on AI-based education by considering AI as an educational actor rather than a simple tool based on the Post-Humanist point of view. It systematically guides principles and guidelines instructors can refer to when designing activity-based classes for improving Human-AI collaborative competency.

keywords : AI Literacy, Human-AI Collaborative Competency, Activity-based Learning, Post-Humanism, Developmental Research

Student Number : 2021-20207