Journal of Engineering Education Research
Vol. 26, No. 5, pp. 17~28 September 2023

pISSN: 1738-6454 / eISSN: 2713-8283 / THESIS-23-030
https://doi.org/10.18108/jeer.2023.26.5.17

ChatGPT가 한국 공학교육에 던지는 질문: 그 의미와 과제

정한별[*]·한경희[**,†]
[*]독립연구자
[**]연세대학교 공학교육혁신센터 조교수

ChatGPT's Questions for Korean Engineering Education: Implications and Challenges

Jeong, Hanbyul[*]·Han, Kyonghee[**,†]
[*]Independent Researcher
[**]Assistant Professor, Engineering Education Innovation Center, Yonsei University

ABSTRACT
Generative AI has arrived and it's here. Education, research, industry, and labor are all on edge about the changes it will bring. It is noteworthy that while there is a wide range of optimistic and pessimistic predictions about the impact of generative AI, there is more concern than hope when it comes to education. This paper focuses on the lack of discussion on the impact of AI in higher education. First, we reviewed the process of the emergence of generative AI and introduced how the impact of AI is being understood from various perspectives. Second, we classified work areas based on expertise and efficiency and analyzed the impact of AI on work in each area. Finally, the study found that the educational perception of generative AI and the way it is perceived for engineering education purposes can be very different. It also argued that there is a lack of active discussion and debate on areas that need to be specifically discussed around generative AI. This has led to a phenomenon known as professors' delayed indifference. We emphasized that it is time for a serious and realistic discussion on the connection and integration of AI and education.

Keywords: Generative AI, ChatGPT, Engineering education, Digital assistant, Learning tools, Delayed indifference

I. 서 론

ChatGPT 시험 버전이 출시된 후 불과 몇 개월이 지났을 뿐이지만 그에 관한 모든 논란들이 한꺼번에 터져 나온 듯 그 반응이 뜨겁기만 하다. 교육과 연구뿐 아니라 산업과 노동, 의료, 법률에 이르기까지 거의 전 영역에 영향을 미치고 있다. 인공지능 개발 실험을 멈추고 미래의 위험에 대응할 방안을 마련해 보자는 제안이 나올 정도다(FLI, 2023). 아마도 당분간은 ChatGPT가 불러온 생성형 인공지능의 움직임에 세상의 이목이 쏠릴 듯하다.

주목할 점은 생성형 인공지능이 가져올 여파에 대해 낙관적, 부정적 전망 등 다양한 견해가 제시되고 있지만 유독 교육에 관해서는 기대보다 우려가 크다는 사실이다. 생성형 인공지능이 에듀테크로도 불리는 새로운 교육공학(educational technology)으로서 기존의 교육을 근본적으로 변화시킬 혁신적 지렛대로 사용될 것인지, 아니면 교육의 순기능에 대한 위협이 될 것인지에 대해 논란이 이어지고 있다.

그렇지만 막상 대학교육 현장에서는 그에 관한 구체적이거나 가시화된 대응을 찾아보기 어렵다. 생성형 인공지능을 교육에서 어떻게 활용할 수 있을지 그 방향성이 분명하지 않기 때문이다. 2023년 초까지만 해도 ChatGPT는 글쓰기와 번역, 코딩 분야에서의 평판과 달리, 수학과 과학 영역에서 신뢰할 만한 실력을 보여주지 않았다(권오남 외, 2023; Frieder et al., 2023). 그로 인해 공학교육자들이 위협감을 덜 느낀 것도 사실이다. 하지만 생성형 인공지능의 다양한 유형들이 계속 등장하고 업그레이드 되고 있어 그러한 안도감이 오래 갈 것 같지는 않다. 이 연구의 핵심은 바로 이 지점, 즉 교육자들의 '지체된 무관심'에 주목한다. 거센 변화의 소용돌이에도 불구하고 공학교육자들이 조심스러운 태도로 상황을 관전하는 듯 보이는 맥락을 이해하고, 그들의 현실과 고민을 반영한 생성형 인공지능으로의 탐색을 시도한다.

Received July 21, 2023; Revised August 25, 2023
Accepted August 31, 2023
† Corresponding Author: khan01@yonsei.ac.kr
ⓒ2023 Korean Society for Engineering Education. All rights reserved.

생성형 인공지능이 교육에 미칠 영향을 가늠하기는 쉽지 않다. 하지만 이 상황이 대학교육에 제기하는 질문은 진지하며 교육의 본질적 문제와 맞닿아 있다. 생성형 인공지능은 교육에 어떤 의미를 가질까? 계산기나 실습실 컴퓨터와 같은 교육의 보조 도구인가, 아니면 인간을 닮은 전혀 새로운 차원의 그 어떤 것인가. 이 질문은 인공지능 사용의 일상화가 이루어진 시대에 무엇이 공학교육의 핵심요소가 되어야 하는가라는 교육적 정체성, 그리고 학생들이 대학에서 배워야 할 것은 무엇인지에 대한 교육의 규범적 방향성을 묻고 있다.

이 논문은 생성형 인공지능이 공학교육에 던지는 과제에 대해 제기되고 있는 실천적이고 구체적인 논의를 검토하고 그 대응 방안을 탐구한다. 특히 교수자들이 처한 현실의 조건을 고려하면서, 이들이 취할 수 있는 태도와 접근의 지형을 제안하고자 한다. 이를 위해 먼저 생성형 인공지능의 등장이 다양한 학문과 직업 영역에 가져올 보다 거시적 차원의 영향을 살펴볼 것이다. 현대 사회가 학문과 직업에 요구하는 중요한 가치 기준을 바탕으로 생성형 인공지능이 공학교육에 제기하는 도전과 질문을 구체적으로 검토한다. 현실로 다가온 생성형 인공지능을 공학교육의 견지에서 어떻게 인식하고 대응할 것인지를 논의할 필요가 있기 때문이다.

앞으로 대학에서 만날 학생들은 인공지능과 생활하는 데 매우 친숙한 이들일 것이다. 따라서 공학교육을 담당하는 교육자에게 인간 학습자인 학생과 생성형 인공지능의 연결체를 어떻게 받아들이고 교육에 임할 것인지는 이미 우리 앞에 놓인 과제가 되었다. 우리는 지난 몇 년간 팬데믹 시대를 거치며 비록 의도한 것은 아니었지만 교육 환경과 교육 방법의 의미 있는 변화와 새로운 학습 경험을 갖게 되었다. 전통적인 방식의 교육, 즉 교수 중심, 강의실 중심, 오프라인 교육에 머무는 것은 더 이상 가능하지 않다. 태어날 때부터 디지털 네이티브(digital native)로 성장해 온 학생들의 학습자 중심 교육을 활성화하고 지금의 시대에 필요한 핵심역량을 키우기 위해 새로운 교육적 상상과 도전이 필요하다.

Ⅱ. 생성형 인공지능에 관한 최근 연구 동향

1. ChatGPT란 무엇인가

2022년 11월 30일에 오픈에이아이(Open AI)가 무료 시험 버전인 ChatGPT-3을 공개했다. 출시된 지 불과 5일 만에 사용자는 백만 명으로 증가했다. 거대 언어모델 기반의 생성적 사전학습 변환기(Generative Pretrained Transformer)인 ChatGPT는 언어 모델을 훈련하기 위해 인간의 피드백을 활용하는 강화 학습 기술을 통해 발전되었다. ChatGPT는 분야를 막론하고 다양한 형태의 질문에 이야기하듯 답하는 것은 물론이고 에세이 작성, 요약, 번역, 문법 수정, 챗봇, 이메일 구성, 코드 작성 등의 역할을 수행할 수 있다. ChatGPT가 훈련한 수천억 단어들은 비영리조직인 Common Crawl, Webtext2, 위키디피아, 인터넷 기반의 도서들로부터 얻은 것이다. 언어 모델은 결국 그 규모가 문제인데, ChatGPT의 성공은 엄청난 자본 투자가 있었기에 가능했다(Cooper, 2021; Qadir, 2022).

기록된 프롬프트들에 기초하여 텍스트를 자동으로 창출하는 ChatGPT는 묻는 질문에 즉각적으로 대응하는 능력을 보임으로써 크게 인기를 끌었다(Holden, 2023). 마치 일관된 인물이나 정체성을 가진 존재와 대화하는 것 같은 형식을 취한다는 특징이 있다. 하지만 환각(hallucination)이라고 불리는 현상, 즉 확실하지 않은 내용을 마치 사실이거나 진실인 것처럼 전달하는 것은 큰 문제로 지적되었다. 이 문제에 대한 솔루션으로서 GPT-4가 2023년 3월 14일에 출시되었다. 오픈에이아이는 새 프로그램이 멀티모달(multi-modal) 언어 모델로서 텍스트와 이미지에 모두 반응한다는 점, 기본적인 추론에 강하다는 점, 답변의 정확도와 안전성을 높였다는 점에서 기존 모델보다 진전되었다고 주장했다. 그럼에도 불구하고 여전히 편향되고 혐오스러운 콘텐츠 제작에 응답하거나 거짓 정보나 잘못된 내용을 생성할 가능성이 있다는 점이 지적되고 있다(Shaw et al., 2023).

근본적으로 생성형 인공지능이 상업적 동기에 의해 개발되고 있다는 데 대한 우려가 있다. 오픈에이아이의 경우, 2015년에 설립될 당시만 해도 처음에는 비영리조직이었다. 조직 설립의 장기적 목표로 제시된 것은 범용 인공지능(AGI, Artificial General Intelligence)을 구현하는 데 있었다. 설립자들은 인간에게 안전하고 이득이 되는 방식으로 인공지능을 개발하고 지식재산의 제약 없이, 발전된 인공지능 도구를 공개하고 공유하겠다는 비전을 밝힌 바 있다. 무엇보다 자신들의 연구 목표와 비전이 재정적 의무로부터 자유롭기 때문에 그와 같은 목표를 누구보다 잘 수행할 수 있다고 자신 있어 했다.

> "OpenAI는 비영리 인공지능연구회사입니다. 우리의 목표는 재정적 수익 창출의 필요성에 구애받지 않고 인류 전체에 가장 큰 혜택을 줄 수 있는 방식으로 디지털 인텔리전스를 발전시키는 것입니다. 재정적 의무로부터 자유롭기 때문에 인간에게 긍정적인 영향을 미치는 연구에 더욱 집중할 수 있습니다. 우리는 AI가 인간 개개인의 의지의 연장선상에 있어야 하며, 자유의 정신에 따라 가능한 한 광범위하고 균등하게 분배되어야 한다고 믿습니다. 이 벤처의 결과는 불확실하고 작업은 어

> 렵지만 목표와 구조는 옳다고 믿습니다. 이 분야에서 최고가 되는 것이 가장 중요하다고 생각합니다(OpenAI, 2015년 12월 11일)."[1)]

하지만 영리조직의 동기와 구별되도록 인간의 이득에 최선을 두고 기술을 개발하겠다는 오픈에이아이의 약속은 2019년 영리기업으로의 전환과 함께 파기되었다. 이들이 마이크로소프트 등으로부터 대규모 투자를 받게 되자, 인공지능과 거대 기술기업 간 관계가 다시 조명받기 시작했다.

이 연구는 이와 같은 관계를 드러내거나 그것이 갖는 함의를 밝히는 데 목적을 두지는 않는다. 다만, 생성형 인공지능의 발전이 교육에 미치는 중대한 영향력을 고려할 때, 기술적, 산업적 동기와 그 정당화 논리가 교육의 이슈를 압도하고 이끄는 상황에 대해서는 비판적 성찰이 필요하다고 본다. 다음 절은 교육의 관점에서 생성형 인공지능 기술 활용의 문제를 어떻게 인식해야 할 것인지에 관해 여러 갈래의 견해들을 살펴본다.

2. ChatGPT의 활용과 미래를 둘러싼 논의

ChatGPT를 활용한 실제 교육 사례가 아직은 본격적으로 소개되고 있지 않다. 그렇지만 팬데믹 시기에 널리 확산된 온라인 교육과 인공지능 활용 교육 경험을 바탕으로 생성형 인공지능이 가져올 교육의 미래를 긍정적으로 평가하는 논의들이 적지 않다(조헌국, 2023). 이를테면 생성형 인공지능은 검색의 대안제로 부상했다. 구글은 출처가 아니라 산문(prose)을 직접 제공하는 검색 개념을 제안한 바 있으며(Metzler et al., 2021), 2023년에는 자사 블로그를 통해 바드(Bard)를 공개하며 "복잡한 정보와 다양한 관점을 (사용자가) 소화하기 쉬운 형태로 추출해내는" 인공지능 기반 기능을 발표했다. 글쓰기의 첫 단계로서 초고를 작성하는 데 손색이 없다는 평가도 있다(Gordijn & Have, 2023). 학생과 연구자를 위해 특화된 ChatGPT 프로그램인 퍼블리쉬드(https://publishd.ai/)는 ChatGPT가 연구와 글쓰기를 위한 브레인스토밍과 에세이 작성, 발표에 어떻게 기여할 수 있는지를 보여준다. 이 때문에 생성형 인공지능 프로그램이 마치 '디지털 비서'처럼 느껴진다는 평가가 있을 정도이다(Stokel-Walker & Noorden, 2023).

분야에 따라 ChatGPT의 유용성이 크게 드러나는 경우도 있다. 예를 들어, 병원에서 사용하는 의무기록이나 퇴원기록서 등은 완전히 ChatGPT에 의해 대체될 수 있으리라는 전망이 있다(Sajan Patel & Kyle Lam, 2023). Dowling & Lucey(2023)는 ChatGPT가 금융연구 분야, 특히 아이디어 도출, 문헌 종합, 데이터 확인 등에 효과적이라고 주장하였다.

이처럼 생성형 인공지능의 미래를 긍정적으로 평가하는 이들은 마치 계산기와 컴퓨터가 수학과 과학 학습의 일부가 된 것처럼 ChatGPT도 그러할 것이라고 전망한다(McMurtrie, 2023). 따라서 교육자들이 생성형 인공지능의 교육적 활용과 개발 방향에 보다 적극적으로 참여할 필요가 있다고 주장한다(Sharples, 2022). 현재 상황에서는 생성형 인공지능을 활용한 학습 성과 평가에 일정한 한계가 있기 때문에 교육자들의 참여가 절실하다는 것이다. 예를 들어, 이미 널리 활용되고 있는 플립드 러닝(flipped learning)을 확대하는 데 ChatGPT와 같은 프로그램이 유용하다고 본다. 교수는 학생과의 직접적인 의사소통에 더 많은 시간과 노력을 투여할 수 있기 때문이다. 학생들은 ChatGPT를 통해 질문하는 방법을 학습하고 사전에 다양한 정보와 지식을 접하고 숙고하는 시간을 확보할 수 있다.

하지만 비판적인 견해도 다양하게 제기되고 있다. 첫째, ChatGPT가 개념적 설명과 적용에는 유용할 수 있지만 높은 수준의 사고를 요구하는 콘텐츠 측면에는 문제가 많다는 것이다. 현 단계의 인공지능 연구가 인간의 신경망 파라미터를 가정하고 발전되고 있지만 여전히 인간 수준에 미치지 못할 뿐 아니라 이 시스템에는 단어의 엄격한 의미에 관한 지식이 없다. 이 언어 모델은 사실을 저장하거나 검색하도록 설계되지 않았고 시퀀스에 따라 다음 단어를 예측하는 데 유용할 뿐이라는 비판이다(Cooper, 2021).

둘째, ChatGPT가 제공하는 정보의 적절성이나 정확성을 평가하기 어렵고 시간이 많이 걸리는 문제가 지적되었다. 예를 들어, 한 연구자는 ChatGPT에 "환청의 존재만으로 정신분열증으로 진단할 수 없다"를 주제로 2,000자 에세이를 작성하도록 했다. 단, 텍스트 안에 20개의 참고문헌을 인용하고 참고문헌을 추가해야 한다는 전제를 달았다. 이 연구자는 여러 번에 걸쳐 '네트워크 에러' 메시지를 받았고 결국 여러 차례 시도한 후, 5개의 참고문헌이 달린 500단어의 에세이를 얻을 수 있었다고 한다. 분량 문제를 떠나 에세이 내용이 상당히 실망스러웠다. 일반적인 기술에 그쳤고 주장을 뒷받침할 증거를 전혀 제시하지 못했다. 피상적인 수준에서 이해할 수 있는 정보를 제공했지만 재미로 읽을 수 있는 수준에 불과해 학술적 글쓰기로 평가할 수 없다는 결론이었다(Rudolph et al., 2023). 최근에는 이보다 훨씬 진전된 수준의 실력을 보이고 있지만 전문가의 눈엔 여전히 부족해 보인다.

셋째, 수학과 과학 분야에서 나타난 생성형 인공지능의 초기

1) https://openai.com/blog/introducing-openai

역량은 코딩의 영역을 제외하고는 혹평을 받았다. 하지만 이 역시 진전되고 있으며, 수학과 과학교육에 활용될 수 있다는 의견이 나타나고 있다(Sánchez-Ruiz et al., 2023). 그렇지만 네이처와 같은 세계적 과학 학술지들은 ChatGPT를 이용하거나 공동저자로 명시한 논문 제출을 금지시켰다(Sample, 2023).

넷째, 가장 빈번하게 지적되는 문제는 표절과 부적절한 인용 이슈이다. 생성형 인공지능이 세상의 데이터를 학습하는 방식을 볼 때, 본질적으로 표절을 막기 어려울 것이라는 우려가 지배적이다. 특히, 학습 단계에 있는 학생들이 별다른 윤리 의식 없이 자료를 인용하거나 학습할 수 있는데, 이를 실질적으로 관리하고 막을 방안이 마땅치 않다. 일부에서는 오프라인 방식의 시험을 활용하거나 표절을 확인하기 위해 또 다른 인공지능을 개발하는 방안을 제시하지만 근본적 해결 방안이 아닌 데다 의미 없는 일이 될 소지가 크다. 인공지능을 활용한 교육 시대에도 여전히 우리에게 필요한 것은 표절과 같은 부적절한 학습 행위에 대한 적발이 아니라 학생 중심의 교수법을 확장하고 학습 평가에서 학생들과 신뢰를 구축하는 일이다(Sharples, 2022).

이에 생성형 인공지능을 교육과 적절히 연결하려는 대안적 논의들이 활발하다. 예를 들어, 학생들에게 AI 시스템이 복제하기 어려운 개인 경험이나 관점을 글쓰기에 포함시키도록 요구하거나 자신의 학습과정을 오디오 혹은 영상으로 제출하도록 하자는 것이다. 학생들이 다양한 자료를 통합하여 자신의 독창적 주장을 제시하도록 안내해야 한다(Nowik, 2022). 결국 핵심은 학생들의 창의력과 비판적 사고력을 향상시킬 수 있도록 교육과정을 설계하는 일이다.

학생들이 스스로 학습에 투자하는 환경을 조성하는 것도 중요하다(McMurtrie, 2022). 컴퓨터를 통해 단순히 지식을 탐색하고 조직하는 것이 아니라 AI 도구를 학습에 적절히 통합함으로써 경험학습과 실제 문제해결학습의 질을 높일 수 있다(Anson & Straume, 2022; McMurtrie, 2022; 2023; Fyfe, 2022; D'Agostino, 2022).

학습자들에게 텍스트 생성 글의 한계와 결함에 대해 교육하고 인간 글쓰기의 가치를 강조하는 텍스트 사례를 공유하자는 제안도 있다(Mills, 2023; 박서연·금준경, 2023). 학생들이 AI 도구를 현명하게 사용하도록 안내하여 스스로 창의적 사고를 키울 수 있도록 돕자는 것이다(McMurtrie, 2023). 이 경우, 교수진은 인공지능 도구를 학생들의 글쓰기와 연구를 돕는 수단으로 사용할 수 있지만 비판적 사고와 독창적인 작업의 대체 수단으로는 사용할 수 없다.

이처럼 생성형 인공지능의 활용을 둘러싸고 다양한 견해와 대안들이 모색되고 있다. 다만, 대부분의 논의가 글쓰기를 중심으로 이루어졌다는 점은 문제다. 대학교육에서 글쓰기가 차지하는 비중을 고려할 때 이상한 일은 아니지만 공학교육 관련 논의는 많지 않다. 다음 절의 첫 부분은 생성형 인공지능의 영향을 교육 분야에 한정하지 않고 다양한 직업 및 직무 분야로 넓혀 살펴볼 것인데, 그 이유는 공학교육에 미치는 영향을 검토할 통찰력을 얻기 위함이다. 그리고 본격적으로 공학교육 논의로 들어간다.

Ⅲ. 생성형 인공지능의 사회적, 교육적 영향 유형화

1. 직업과 직무에 따른 생성형 인공지능의 영향

2023년 3월 골드만삭스는 미국과 유럽의 일자리 중 3분의 2가 인공지능에 의해 영향을 받고 이 지역에서 사람이 하던 업무 중 4분의 1을 대체하게 될 것이라고 예측했다(정의길, 2023). 분야별로 자동화 예측치는 사무 및 경영 46퍼센트, 법률 44퍼센트, 건축 및 기술 분야 37퍼센트였다. 반면 육체노동이 필요한 업무는 인공지능 및 자동화로 인한 영향이 적을 것으로 예측됐다. 건물 및 청소·관리 분야의 자동화 예상률은 1퍼센트, 설치 및 유지보수 업무 4퍼센트, 그리고 건설 및 채굴 분야는 6퍼센트에 불과했다.

일자리 전망들이 연이어 발표되고 있지만 사회와 개인들이 어떻게 대응해야 할지를 진지하게 다룬 경우는 많지 않다. 뒤처질 것에 대한 두려움과 무엇을 어떻게 해야 할지 알 수 없다는 막연한 불안감만이 가득하다. 따라서 구체적인 논의를 위해서라면, 어떤 분야, 어떤 유형의 직무가 어떤 방식으로 영향을 받게 될지를 이해할 필요가 있다.

금융업의 사례를 살펴보자. 생성형 인공지능 도입은 금융산업의 운영비용 감소와 생산성 향상, 금융 서비스의 질 제고를 가져올 것으로 기대되고 있다. 금융시장의 빅데이터를 기반으로 개인의 자산 배분과 투자 종목 선택을 도울 수 있다. 실제로 인공지능을 활용한 투자 실적이 전통적 방식보다 우수하다는 결과가 나오기도 했다(서정호, 2022). 하지만 빅데이터의 특성상 데이터의 편향성과 정확성, 의사결정에 따른 설명가능성(explainability), 복잡하거나 극단적인 상황에 대한 대처 능력 등은 여전히 문제로 지적되고 있다.

따라서 인공지능이 미칠 영향을 단순하게 예측하기보다 직업과 일상의 각 영역에서 인간과 인공지능의 연결이 어떤 방식으로 이루어질 것인지에 주목할 필요가 있다. 다양한 관점에서 접근할 수 있겠지만 우리는 기술혁신과 경쟁력을 중시

하는 사회라는 점에 착안하여 '전문성'과 '효율성'을 기준으로 인공지능이 현대 직업에 미칠 영향을 분석해 보았다. 최근 인공지능의 산업화와 윤리적 문제를 다룬 스탠포드대학 인간중심 인공지능연구소(HAI, Human-Centered Artificial Intelligence)의 보고서, "생성형 인공지능: 스탠포드 HAI의 관점(2023)"에서 언급한 직업군을 참고하였다.

현실에서 보면, 전문성과 효율성은 상호배타적이지 않고 함께 작동할 가능성이 크다. 하지만 직무 분류를 위해 그 차별화된 특성에 주목하였다. 이 연구에서 전문성 기준이란 엄격한 전문직 자격이나 요건을 요구하면서 책임성, 신뢰성, 적응성, 지속적 학습, 적극적 리더십을 강조하는 것을 의미한다. 효율성이란 시간과 노력, 자원을 낭비하지 않으면서 효과적이고 생산적으로 성과를 산출하는 능력과 태도를 의미한다.

아래 Table 1에서 직업이 아닌 직무를 분류한 이유는 직업 영역에서 이루어지는 일의 종류가 워낙 다양하고 동일한 직업 내에서도 세분화되고 차별화되기 때문이다. 표에서 분류한 각 유형들은 현 상황에서 임의로 분류한 것이며, 전문성과 효율성 요구 수준이 변하거나 직무 내용 변경에 따라 다른 유형으로 이동할 수 있다는 점을 미리 밝혀 둔다. 컴퓨터가 처음 사무 업무에 도입될 당시만 해도 문서 작업은 전문성을 요하는 일이었지만 곧 일상적 업무로 바뀌었다. 앞으로도 이런 일은 발생할 것이다.

A유형은 전문성과 효율성 요구가 둘 다 높은 분야의 직무이다. 의료 분야 중에서도 합성환자(synthetic patients)를 활용한 임상실험이나 의료 기록 및 관리 서비스가 이에 속한다. 신약을 개발하거나 의료의 질을 높이는 데 있어 임상실험은 매우 중요하다. 하지만 치료받는 환자와 비교할 수 있는 대규모 통제집단의 데이터를 확보하는 일은 어렵고 비용이 많이 들며 오래 걸린다. 이때 생성형 인공지능을 활용한다면, 환자 데이터를 바탕으로 '합성 환자'를 만들어 통제집단으로 활용할 수 있다. 더 저렴하고 빠를 뿐 아니라 실제 환자를 현실성 있게 대표할 수 있다는 장점이 있다(Arora & Arora, 2022; HAI, 2023).

의료 기록에 관한 논의도 상당히 진전되고 있다. 전문 의료인이 아니면 의료기록을 작성할 수 없기 때문에 의료인들의 업무가 과중되고 의료기록이 부실해지는 문제가 지적되어 왔다. 생성형 인공지능을 접목하여 보다 충실한 의료 기록을 남기고 환자와 가족들에게 양질의 정보를 제공할 수 있다는 주장이 설득력을 얻고 있다(Haleem et al., 2019). 최근 법 분야에서는 수없이 쌓이고 있는 법률과 판례 데이터를 조사하고 분석하는 업무에서 생성형 인공지능의 도움을 받을 수 있다는 사실이 주목받았다. 또한, 법률 상담, 자문, 소송 수행을 담당하는 변호사의 역할과 로펌의 지각 변동 등 다양한 논의가 활발하다(Atkinson et al., 2020; 이상철, 2023).

A유형에 도입되거나 시도되고 있는 생성형 인공지능의 활용 방식을 보면, 일정한 특징이 있다. 즉, 기존 전문직의 권위와 통제 권한을 약화시키지 않으면서 문제를 해결할 수 있다는 점이다. 물론 빅데이터를 활용하는 만큼 편향성과 수혜계층 선별 과정에서의 불평등 문제를 제기할 수 있고 이를 명확하게 다루어야 한다. 그렇지만 기존 전문가 조직 및 거버넌스의 통제 하에 관리할 수 있다는 사실이 인공지능이 제

Table 1 Job Types by Level of Expertise and Efficiency Requirements

		전문성 요구 수준	
		낮음	높음
효율성 요구 수준	높음	**[B 유형]** • 루틴한 사무 업무 수행 • 개인 맞춤형 정보 제공 (콜센터 상담) • 데이터 기반의 시장 수요 조사 (마케터) • 일반 번역 • 단순한 프로그래밍 • 회의 기록 및 관리	**[A 유형]** • 합성환자를 활용한 임상실험 • 의료 기록 및 관리 서비스 • 회계 • 개인 및 기관 정보 보안과 관리 • 인공지능을 활용한 모델링 및 기술개발 • 법률 적용 사례 조사와 분석
	낮음	**[C 유형]** • 노인 및 환자 대상 돌봄 서비스 • 대면 서비스 (음식배달, 미용사 등) • 예술 융합 및 체육 분야 트레이닝 • 현지 여행 관광 안내 • 공간 인테리어 (일반) • 유튜버 활동	**[D 유형]** • 새로운 분야의 과학 연구 • 법적 판단 • 환자 질병에 대한 의료적 판단 • 사회문제해결을 위한 우수한 인재 양성 • 문학 및 예술 콘텐츠 생산과 기획 • 배우, 시인, 작가, 무용가 등의 창작 활동

공하는 정보와 서비스의 신뢰도를 높이는 데 긍정적 영향을 미친다는 점에 주목할 필요가 있다.

B유형은 전문성 요구 정도가 낮은 반면 효율성 향상 요구가 높은 분야의 직무다. 일상적이고 반복적으로 수행되는 사무 업무나 개인 맞춤형 정보 제공, 마케터의 시장 수요 조사 활동 등이 이에 속한다. 최근 한 건설업체는 고객 하자처리 업무시스템에 ChatGPT를 도입하여 큰 효과를 보았다고 한다(이송렬 외, 2023). 생성형 인공지능은 다양한 업무에 필요한 각종 데이터를 쉽게 분석하고 시각화하는 데 도움이 된다. 마케터와 카피라이터의 경우, 생성형 인공지능을 활용하여 창의력을 높일 수 있는 기회를 가질 수 있다. B유형에 속하는 직무들은 과거에 비해 직무의 효율성과 생산성이 지속적으로 높아질 가능성이 높기 때문에 전문기관들이 예측하는 일자리 대체 효과가 가장 빠른 분야가 될 수 있다.

C유형은 전문성 요구와 효율성 요구 수준이 모두 높지 않은 분야다. 그렇다고 해서 직무의 사회적 가치나 수요가 낮다는 것을 의미하지는 않는다. 오히려 사회적 가치와 필요성이 높은 분야들이다. 다만, 직업과 직무로의 제도적 진입 장벽이 높지 않고 직접적 대면 접촉의 필요성이 유지된다는 특징이 있다. 고령화 사회로 진입하며 노인과 아동, 장애인, 환자 등 돌봄 서비스를 필요로 하는 사회집단이 많아지고 있다. 돌봄 서비스는 사용자의 특성과 필요를 정확하게 인식하고 그에 효과적으로 대응하여 사용자 만족도를 높이는 일이 중요하다. 인공지능을 활용한 소셜 로봇이나 건강 모니터링 기능을 탑재한 다양한 기구는 돌봄 활동에 효과적인 파트너가 될 수 있다. 또한 예술 융합 및 체육 분야 트레이닝에 대한 사회적 수요도 높아지고 있다. 인공지능을 활용하여 서비스의 질을 높이면서도 근본적으로 사용자 및 소비자와의 직접 접촉과 소통이 중요한 분야다. 생성형 인공지능을 활용하더라도 직무 자체가 대체될 여지는 높지 않은 직업과 직무들이 이에 속한다.

D유형은 효율성 요구보다 전문성 요구가 높은 분야이다. 과학 연구와 교육이 대표적이다. 무엇인가를 '빠르게' 해내는 것보다 '제대로' 하는 것이 더 중요하다. 과학과 교육 분야의 직업은 일정한 자격과 경력, 성과에 대한 제도적 기준이 엄격하고 전문직 문화도 강한 편이다. 전문가 집단의 권위와 통제 권한이 갖는 영향력도 크다. 법관의 판결, 질병 진단과 치료 방향에 대한 의사 소견, 교육 목표와 학생의 성취에 대한 교수의 판단, 훌륭한 문학 작품에 대한 평단의 의견 등은 제도적으로도 중요한 의미를 갖는 분야다. 일반 번역의 경우 B유형에 속하지만 고도의 전문성을 필요로 하는 시와 소설 등의 번역은 D유형에 가깝다.

2023년 6월 네이버 웹툰, '도전만화' 섹션에서 AI웹툰 보이콧 운동이 일어났다. 작가와 독자들은 AI를 작가를 돕는 도구로 인식했지만 AI로 그린 웹툰은 결국 타 작가들의 그림을 도용하는 것이며 이는 불성실하고 비윤리적인 행위라고 주장했다. 웹툰이라는 콘텐츠가 갖는 창의성의 근간에 대한 가치 판단, 전문가 직업윤리와 관련된 복합적 논쟁인데, 이와 같은 논쟁이 유사 분야에서 계속 나타날 가능성이 크다. 따라서 이 영역에서 생성형 인공지능의 활용은 전문가 집단이 허용한 제한된 범위 안에서 결정될 가능성이 높다. D유형에 속한 직무는 창의성과 공공의 가치, 책임성을 강조하는 경향이 있다.

이미 강조했듯이 각 유형에 속한 직업이나 직무들은 상황에 따라 다른 영역으로 이동할 수 있다. 그렇다고 앞으로 사라지거나 생겨날 직업군을 예측하는 일이 무의미한 것은 아니다. 하지만 더 중요한 것은 기존의 직업과 직무에 기술이 어떤 방식으로 결합될 것인지를 따져보고 적극 대응하는 일이다. 기존의 직무가 완전히 사라지는 경우는 드물 것이다. Table 1에 나타난 각 유형들은 방식의 차이가 있을 뿐, 모두 생성형 인공지능의 영향을 받게 될 것이다. 다음은 공학교육에 미칠 영향을 살펴본다.

2. 생성형 인공지능이 공학교육에 미칠 영향

가르치고 배우는 일은 과거에도 쉽지 않은 이슈였던 것 같다. 1900년 파리에서 열린 세계 박람회에서 프랑스 예술가들이 백 년 후의 사회, 즉 2000년을 상상하는 그림을 전시했는데, 여기에는 교실도 포함되었다. Fig. 1은 그중 하나다.

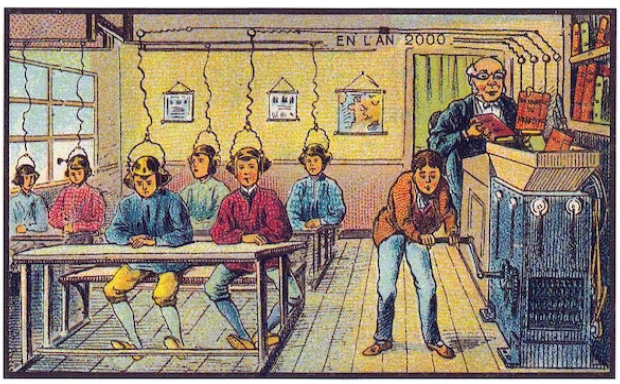

Fig. 1 Postcard illustration by Jean-Marc Côté, 1900 (imagined for the year 2000)[2)]

2) 1900년 파리에서 열린 세계 전시회에 프랑스의 예술가들이 여러 장의 엽서를 출품했다. Jean-Marc Côté는 재정적 문제로 이를 유통시키지는 못했다. 이후 아이작 아시모프(Isaac Asimov)가 일련의 엽서 시리즈를 발견하여 1986년 <*Futuredays: A Nineteenth Century Vision of the Year 2000*>라는 책을 출판하였다.

방앗간에서 본 듯한 기계에 책을 넣기만 하면 책에 적힌 지식이 기계 장치를 통해 학생들의 머리로 전달되는 것이다.

그 상상이 재미있기도 하지만 정작 흥미로운 것은 1900년대의 교실이나 지금의 교실 사이에 큰 변화가 없어 보인다는 사실이다. 기술이 인간의 삶을 변화시켰다고 하지만 가르치고 배우는 교육의 기본 원칙과 시스템에는 근본적인 변화를 가져오지 못한 듯하다.

생성형 인공지능은 교육에 근본적 변화를 가져올까? 그에 관한 논란이 이제 막 시작되었지만 공학교육에서의 논의는 상대적으로 활발하지 않다. 관망하는 상황으로 보인다. 생성형 인공지능이 공학교육에 미칠 영향을 좀 더 구체적으로 살펴보기 위해 전문성과 효율성 요구 수준을 활용하였다. Table 2는 대학교육의 여러 요소들, 즉 교육과정, 교과 및 비교과 프로그램, 학습목표, 교육환경 등을 전문성과 효율성의 기준에 따라 분류한 것이다.

A유형은 교수의 전문성과 리더십이 유지되어야 하지만 효율성이 요구되는 교육 요소들로 구성되어 있다. 예를 들어, 이동통신, 반도체, 이차전지, 인공지능처럼 변화하는 산업의 요구를 신속하게 반영하여 해당 분야의 콘텐츠와 역량을 가르칠 수 있도록 교육과정을 조직화하는 경우이다. 또한 요즈음에는 전공과 무관하게 학생들에게 데이터 사이언스 관련 교육을 제공하기 위한 교육과정 개설과 프로그램 운영이 이루어지고 있다. 최근 주목받고 있는 마이크로 디그리(micro-credentials) 프로그램 역시 변화하는 노동 시장과 디지털 환경에 신속하게 대응하기 위한 노력의 일환이다. 따라서 학습자 중심 교육을 실현하기 위해 효과적인 교육 운영 모델을 만들 필요가 있다.

A영역에 생성형 인공지능이 미칠 영향은 급진적이지 않을 것으로 전망한다. 왜냐하면 교육 운영에 관한 교수의 역량과 리더십이 중요한 분야이기 때문이다. 교육과정 평가와 피드백, 성적 평가 등이 대표적이다. 다만, 체계적인 학습자 피드백을 통해 교육과정을 개선하거나 신뢰할 수 있는 성적 평가 및 관리 시스템을 구축하는 일에 생성형 인공지능이 기여할 부분이 있을 것이다.

하지만 연구윤리는 지속적으로 이슈가 될 가능성이 크다. 연구윤리는 대학교육과 연구에 있어 매우 중요한 규범이자 가치이다. 그래서 생성형 인공지능을 활용한 과제 제출을 탐지하거나 회피하려는 시도가 이루어지고 있다. 탐지용 솔루션들은 인공지능이 생성한 텍스트가 일관된 톤이나 운율, 퍼플렉시티(PPL)를 나타낸다는 점을 이용하는데, 최근에는 그것을 뛰어넘는 기술이 계속 개발되고 있어 그 실효성에 의문이 제기되고 있다(Weber-Wulff et al., 2023). ChatGPT가 작성한 논문 초록을 검토한 이들 중 63퍼센트만이 이를 눈치챘다는 보고는 문제의 심각성을 보여준다(Holden, 2023). 교수자 개인이 일일이 대응하는 데는 분명 한계가 있다. 따라서 생성형 인공지능의 활용이 일상화된 지금, 연구윤리에 대한 새로운 교육적 대응이 필요한 것은 자명해 보인다(Hsu & Tsai, 2023).

B유형에는 효율성 요구가 높은 기초 역량 교육과 대학의 교육 및 플랫폼 구축 문제가 속한다. 다양한 전공 학생들을 위한 코딩 교육과 소프트웨어 활용 교육, 데이터 및 분석결과의 시각화 교육, 일상적인 연구실 안전교육 등은 생성형 인공지능을 접목하여 효과적으로 교육할 수 있다. 학생들에게 진로 관련 정보와 데이터를 수집, 요약하여 제공하는 진로 정보 시스템이나 학습자 맞춤형 학습 환경을 지원하는 데에도 활용할 수 있을 것이다. 과거와 달리, 플랫폼을 통한 온라인 소통도 활발히 이루어지고 있어 장소와 무관하게 교수와 학생의 만남을 활성화할 필요가 있다. 이 분야에서 전문성 요구가 낮다고 평가한 이유는 대학 외부에 이미 관련된 비즈니스 자원들이 풍부하게 존재하기 때문이다.

과거에는 대학의 오프라인 교육 환경이 새로운 디지털 교육과정을 설계하는 데 부정적 영향을 미치기도 했다. 즉, 컴퓨터 강의실의 존재와 시설 수준이 소프트웨어 교육의 질을 좌우했다(정한별, 2023). 하지만 학생 대부분이 개인 컴퓨터를 보유하게 된 지금은 상황이 완전히 바뀌었다. 학생들은 강의를 수강하는 동안 프로그램 검색을 통해 다양한 정보를 습득하고 확인한다. 지식재산 분야를 교육하는 교수는 학생들과 함께 특정 아이디어에 대한 특허 정보를 실시간으로 검색하고 이를 기반으로 문제점을 분석, 토론할 수 있다. 디지털 기술은 대학이라는 장소가 갖는 한계를 뛰어넘는 데 큰 역할을 하고 있다.

전문성과 효율성 요구가 낮지만 C유형에는 학생들의 대학 활동에 매우 중요한 비교과 프로그램들이 포진되어 있다. 따라서 대학다움을 가장 잘 드러내는 영역이기도 하다. 예를 들어, 학생들의 교과 혹은 자율 활동에 필수적인 팀 프로젝트 활동, 학교 바깥에서 이루어지는 현장 학습, 학생들이 자율적으로 참여하여 조직하고 운영하는 동아리 활동이 이에 속한다. 선후배를 연결하는 멘토링 프로그램, 책임 있는 시민으로서 성장하도록 경험을 제공하는 사회봉사 프로그램은 책임감 있는 인재를 양성하는 데 필수적이다. 확실히 대학이라는 교육 단계와 장소가 학생들에게 제공할 수 있는 고유한 영역이라고 평가할 수 있다. 이 영역에도 생성형 인공지능의

https://publicdomainreview.org/collection/a-19th-century-vision-of-the-year-2000

Table 2 Typology of engineering education elements by level of expertise and efficiency needs

		전문성 요구 수준	
		낮음	높음
효율성 요구 수준	높음	**[B유형]** • 소프트웨어 기초역량 및 활용 교육 • 데이터 및 분석 결과의 시각화 교육 • 학생 진로 정보 제공 • 학습자 관리 플랫폼 • 학습자 간, 학습자-교수 간 소통 플랫폼 • 학습자 맞춤형 학습 환경 지원 • 연구실 안전 교육 • 디지털 리터러시 지원 교육 환경	**[A유형]** • 산업 수요 기반 교육과정 • 데이터 사이언스 핵심 영역 교육 • 인공지능을 활용한 데이터 분석 • 실험 모델링 • 교육과정 평가 및 피드백 • 성적 평가 • 지식재산 창출 및 관리 • 연구윤리 실행 (신뢰성, 표절 방지 등)
	낮음	**[C유형]** • 팀 프로젝트 수행 • 현장 학습 • 교수-학생 간 신뢰 관계 구축 • 대학과 전공 차원 단체 활동 • 학생 동아리 등 자치 활동 • 학생 멘토링 시스템 • 교수/학생의 사회참여 및 봉사 활동	**[D유형]** • 문제 정의 능력과 해결 역량 교육 • 졸업 후 진로 및 경력 개발 지도와 상담 • 분야 간 융합 및 협력 교육 • 윤리적 판단력과 책임성 교육 • 비판적 사고력, 창의성 교육 • 창업 교육

역할이 있을 수 있다. 하지만 근본적으로는 사람과 사람의 직접 연결을 활성화하고 그 접촉면을 넓히는 일이 중요하기에 대학 내부와 외부의 자원을 연결하는 일이 주요 관건이다.

전문성에 대한 요구가 높지만 효율성 요구가 낮은 D유형에는 공학교육에 있어서 소위 핵심 과정이라고 부를 수 있는 요소들이 자리하고 있다. 전공 분야에서 강조되는 역량과 융·복합 역량, 창의성과 책임성을 키우려면 오랜 시간과 노력, 경험이 필요하다. 예를 들어, 캡스톤 디자인 수업에서 학생들은 학부 기간 중 배운 오랫동안의 학습과 훈련을 바탕으로 해결해야 할 문제를 정의하고 그 솔루션을 찾고자 한다. 대개는 팀 기반으로 진행되기 때문에 팀 구성원 간 토론과 협력, 사용자 집단에 대한 조사와 피드백, 최종 시제품 제작에 이르기까지 다양한 활동을 경험하지 않을 수 없다. 따라서 그 자체가 좋은 엔지니어를 만드는 하나의 과정이다. 미래 사회를 이끌 좋은 엔지니어를 키우기 위해 온/오프라인 수업의 병행, 인공지능 도구의 활용, 사회 및 산업 현장과의 접촉면 확대는 필수적이다. 대학은 대학 내부와 외부 자원을 연계하고 이를 뒷받침할 유연한 시스템을 만들기 위해 전보다 더 노력해야 한다. 교수의 교육 역량 강화가 중요하다.

지금까지 살펴본 대학교육의 유형화가 보여주는 몇 가지 함의가 있다. 첫째, 각 유형 중 더 중요하거나 덜 중요한 분야는 없다. 다만, 대학이 관심과 힘을 모아야 할 영역이 어디인지를 분별하고 그에 적극 대응할 필요가 있음을 보여준다. 예를 들어, 대학의 인프라(B유형) 개혁은 사회적, 정책적 차원의 지원과 지지가 필요한 분야다. 둘째, 대학 본연의 역할을 다하기 위해 학습자 중심의 시스템 강화와 대학 외부와의 연계가 더욱 중요하다는 것을 이해할 수 있다(C유형). 셋째, 생성형 인공지능의 활용은 불가피하게 점점 확대될 것이다. 인공지능을 친구처럼 여길 학생들을 좋은 엔지니어로 키우기 위한 새로운 교육 전략과 세심한 대응전략 수립이 요구된다(A, D유형).

Ⅳ. 생성형 인공지능과 함께 공학교육의 미래 만들기

3장에서 우리는 생성형 인공지능 도입이 공학교육의 여러 요소에 따라 다양한 영향을 발휘할 수 있음을 밝히고, 그에 따른 교육적 대응 전략을 논의하였다. 전문성과 효율성에 대한 요구 수준을 기준으로 유형화를 시도하면서, 우리가 확인할 수 있었던 것은 생성형 인공지능의 영향을 과도하게 우려하거나 또 지나치게 낙관할 필요가 없다는 것이다. 하지만 공학교육 현장에서 교육을 담당하는 교수에게 이는 여전히 난해한 과제일 수밖에 없다. 교육자가 속한 학문 분야의 지식생산 구조와 특성, 지향하는 교육적 가치, 교수의 역할 및 바람직한 학생-교수 관계에 대한 비전, 교육에서 학습 도구를 활용하는 수준 등에 따라 논쟁점과 태도가 달라질 수 있기 때문이다.

따라서 우리는 생성형 인공지능의 교육적 영향을 둘러싼 논쟁 지형에 주목하여 논의를 진행하고자 한다. 교육자들이 공학교육에서 달성하고자 하는 목표를 어떻게 인식하고 있는

가, 그리고 생성형 인공지능을 바라보는 인식은 무엇인가를 축으로, 현재 주로 논쟁이 발생하고 있는 지형과 실제로 구체적인 교육적 대응과 실천이 필요한 지형을 Fig. 2에 도식화하였다.

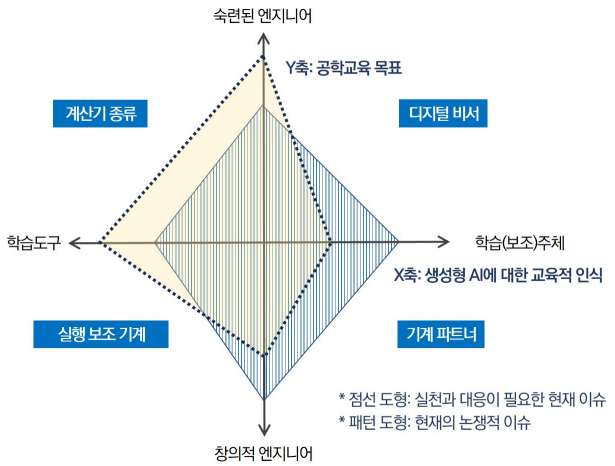

Fig. 2 Differences in real-world issues and current debates about generative AI based on educational perceptions (x-axis) and engineering education goals (y-axis)

Fig. 2에서 가로축(X축)은 교육환경에서 생성형 인공지능을 단순한 학습도구로 이해할 것인지 아니면 그 이상의 어떤 것, 즉 또 다른 학습주체로 볼 것인지를 묻는다. 이것은 공학교육의 실천에서 인간 교육자 및 인간 학습자의 주체성이 차지하는 비중을 확인하는 작업이기도 하다. 세로축(Y축)은 공학교육의 목적을 어디에 두는지, 이를테면 산업계가 필요로 하는 역량 중심의 숙련된 엔지니어 모델인지, 아니면 기술과 사회, 인간의 다양한 연결을 고려하고 새 미래를 디자인하는 창의적 엔지니어 모델인지를 묻는다. 이렇게 만들어지는 평면 가운데 어느 위치에 공학교육을 위치시킬 것인지에 따라 생성형 인공지능과 공학교육이 마찰하는 지점과 양상에 차이가 나타난다.

생성형 인공지능을 고도화된 학습도구로 바라볼 경우(2, 3사분면), 공학교육과 인공지능 사이에 일어날 갈등의 양상은 비교적 명확해지고 예측 가능한 방향으로 논의가 확장될 수 있다. 2사분면은 이미 현실화되고 있는 분야들이다. 생성형 인공지능은 계산기나 컴퓨터와 같은 학습도구로 인식되기에 기존의 질서와 쉽게 결합된다. 최근 교육시장에서 흔하게 볼 수 있는 다양한 형태의 인공지능 기술 강좌들이 이 영역에 속한다. 예를 들어, GPT-4 기반의 ChatGPT가 발표된 후 해당 기술 기반의 업무 자동화 교육이 증가하고 있다. 더욱이 인공지능에게 책임을 묻는 일은 일어나지 않는다.

3사분면의 경우, 새로운 질서가 제시되지만 비교적 단순한 인간-기계 관계가 상정된다. 인공지능이 단순하고 반복되는 작업을 전담하고 인간은 가치 생산을 위한 창의적 작업에 전념한다는 이분법적 세계관이 작동한다. 이러한 인식 틀에서 공학교육은 창의적 엔지니어를 양성하기 위한 교육에 집중하며, 인공지능은 공학교육의 본질적 목표에 영향을 미치지 않는다. 인공지능은 인간 교육자와 학습자의 창의적 활동을 돕는 실행 보조 도구 혹은 기계로서 인식된다.

논쟁적인 문제는 주로 1사분면과 4사분면의 영역에서 발생한다. 인공지능을 일종의 학습 '주체' 혹은 학습을 보조하는 주체로 상정하기에 발생하는 이슈이다. 1사분면의 경우, 공학 업무에서의 역할을 놓고 기존 엔지니어와 인공지능이 함께 겨룰 수도 있다. 따라서 이 영역에서는 각 영역의 전문가들이 인간과 기계가 담당할 전문성을 어떻게 규정하고 합의할 것인지, 그리고 이를 중재할 거버넌스를 어떤 구조로 구축할 것인지가 중요하다. 예를 들어, 인공지능이 공학교육의 어떤 요소와 실천을 담당하도록 허용할 것인가에 관한 다양한 법적, 기술적, 윤리적 논쟁이 가능하다. 이때, 단일한 정답이 있다기보다는 전문성에 따라, 직업 문화에 따라 다양한 합의점이 도출될 것이다. 적정한 선에서 합의가 이루어질 수 있다면, 인공지능은 유용한 '디지털 비서'로서 인정받을 가능성이 크다.

4사분면은 가장 문제적인 영역이다. 이 영역의 공학교육은 비정형적이고 추상적인 목표를 추구함과 동시에 인공지능의 공학교육 내 위치까지도 정의해 내야 한다. 인공지능은 기계라기보다 '파트너'로서 상정된다. 따라서 '공학교육은 무엇을 추구하는가'라는 질문과 '기계가 인간의 창의적 주체성을 어디까지 대체할 수 있는가'라는 질문에 동시에 대답해야 한다. 이 질문은 엔지니어의 전문성과 책임성에 관한 것이기 때문에 법적, 윤리적 영역으로까지 논쟁이 확장될 수 있다. 예를 들어, 기술개발과 활용에 관여한 인공지능에게 책임을 물을 수 있는가, 인공지능에게 특허권과 같은 법적 권리를 허용해야 하는가, 인공지능에게 연구개발에 따른 재정적 보상을 제공해야 하는가라는 질문과 논쟁이 가능하다.

현재 구체적인 사례와 논의가 어느 정도 드러나고 있는 1사분면의 경우 기술적이고 사회적인 합의가 진행됨에 따라 점차 논의가 압축되고 있다. 이미 인공지능을 디지털 비서로 활용할 만한 영역들이 구체화되고 있다. 가령, 아직 명확한 법률이나 사회적 합의에 이른 것은 아니지만 질병 진단 과정에서 인공지능은 점점 중요한 역할을 하게 될 것이고, 관련 교육과정은 이 변화를 고려하여 교육과 훈련을 제공하게 될

것이다.

하지만 4사분면, 즉 파트너로서 인공지능에 관한 논의가 어떤 방향으로 진행될지는 아직 명확하지 않다. 그렇기에 교육자뿐 아니라 개발자, 사업자, 최근에는 철학자들이 이 문제에 개입하며 적극적으로 의견을 표출하고 있다.

이처럼 생성형 인공지능을 매개 삼아 공학교육의 영역을 나누어 생각해 보면, 현재 논쟁 지형의 특징을 파악할 수 있다. 공학교육 현장에서 시급히 주목해야 할 실질적인 이슈는 주로 1, 2, 3사분면의 영역에 위치하는 데 반해 상상과 가정에 터한 학술적 논쟁은 주로 4사분면에서 일어나고 있다. 이러한 불일치 때문에 공학교육과 생성형 인공지능의 교육적 가능성에 대한 논의가 현실을 반영하지 못하고 겉도는 듯 보이는 현상이 나타나고 있다. 우리가 서론에서 언급한 교수들의 지체된 무관심은 이와 같은 논쟁 지형과 무관하지 않다.

생성형 인공지능에 대한 교수들의 인식과 대응은 각기 다양하고 상이하다. 그럼에도 분명한 것은 생성형 인공지능의 존재를 무시하고 예전처럼 교육을 이어갈 수는 없을 것이라는 점이다. 우리는 생성형 인공지능과 공학교육에 관한 관심을 4사분면에 과하게 몰입할 필요가 없다고 본다. 1, 2, 3사분면의 논의, 즉 계산기와 같은 학습도구, 디지털 비서, 실행을 보조하는 기계에 해당하는 인공지능과 공학교육이 마주한 현실을 직시하고 그에 관해 충분히 논의하고 관련된 가이드라인이나 관점을 합의해 나갈 필요가 있다.

끝으로, 이 모든 논의에서 교육자가 어떤 선택을 하든 그 결과로 발생할 교육의 모습은 교수뿐 아니라 학생도 참여하여 함께 만들어 가는 관계이자 실천으로 나타날 것이라는 점을 지적하고 싶다. 마크 프렌스키(Prensky, 2001)가 디지털 네이티브(digital native)를 정의한 지 20여 년이 지났다. 그런 점에서 현재 교수들 중 일부는 1세대 디지털 네이티브에 속한다. 하지만 디지털 네이티브로 불린 이들조차도 기계와의 관계 설정에 있어 지금의 학생들과 같은 경험세계를 공유한다고 말하기 어렵다. 1세대는 아날로그 시대에서 디지털 시대로의 전환을 적극 수용한 세대다. 반면 현재의 학생들은 이미 구축된 디지털 세계에서 삶의 상당 부분을 살아왔고 스마트 기기를 통해 학습하는 데 익숙하다. 이들에게 생성형 인공지능이란 그 연장선상에 다름 아니다.

따라서 생성형 인공지능과 공학교육의 미래를 현실적으로 논하기 위해서는 학생과 인공지능이 학습 과정에서 맺는 관계의 성질에 대한 적극적 관심이 요구된다. 한 가지 방법은 학생과 인공지능이 긴밀하게 연결된 학습 주체를 가정하는 것이다. 기계를 통해 기존보다 진보된 인간을 상상하자는 의미가 아니다. 인간과 기계가 결합하여 결핍을 보완하는 사이보그는 결국 그 결핍을 문제로 규정지을 뿐이다(김초엽·김원영, 2021). 학생과 인공지능의 연결에 초점을 맞추자는 우리의 제안은 기존 학습에서 결핍을 찾으려는 시도가 아니다.

강미량 외(2021)는 장애인과 엑소스켈레톤 로봇의 관계를 연구하면서 이들의 관계를 자율보행을 만들어내는 인간-로봇 결합체의 행위라고 해석했다. 이와 마찬가지로 학생과 인공지능 결합체의 학습은 이 둘 간의 상호작용이 내재된 성격을 갖게 될 것이다. 이 연구에서 강조하려는 것은 인공지능을 교육환경의 필수 요소로 받아들이고 학습하며 관계 맺고 활동하는 이 새로운 '학생 집단'을 직시하고, 앞으로의 교육과정 개발과 구성, 평가와 피드백 등을 설계할 필요가 있다는 것이다.

Ⅴ. 결론 및 제언

이 연구를 처음 계획할 때만 해도 생성형 인공지능이 이렇게 빠르게 진보하리라고는 생각하지 못했다. 논문을 작성하는 동안 여러 번 토론하고 내용을 수정하지 않을 수 없었다. 대학교육이 맞이한 현실 또한 마찬가지일 것이다. 그래서 우리는 생성형 인공지능이 발전해 온 일련의 과정을 따라가면서 그것이 일과 교육에 미칠 영향을 유형화하여 살펴보려고 했다. 변화의 큰 흐름을 파악하려는 의도였다.

결론적으로 우리는 생성형 인공지능이 미치는 영향의 스펙트럼이 매우 넓다는 사실을 발견했다. 각 분야 특성과 평가자의 관점에 따라 다양한 의견이 나타났는데, 낙관과 우려의 의견 각각에는 그만한 이유가 있었다. 다만, 인공지능이 일과 교육에 단일한 방향으로 영향을 미치리라는 의견에는 확실히 선을 그을 수 있었다. 특히, 전문성과 효율성이라는 기준으로 일과 교육을 유형화하여 살펴본 결과, 생성형 인공지능의 영향은 매우 상이하고 비균질적으로 나타날 가능성이 크다는 점을 확인했다.

전문성과 효율성 요구가 낮은 영역에서는 사회적 연결과 소통, 면대면 상호작용의 가치가 두드러졌다. 인공지능이 기여할 부분이 있지만 이 영역에 속하는 일과 교육 분야에서 미래 교육의 역할이 더 중요해질 수 있다. 반면 전문성 요구가 낮은 데 반해 효율성 요구가 높은 교육 영역에서는 플랫폼 구축과 활용 면에서 인공지능의 역할이 확대될 수 있다고 보았다. 교육의 전문성과 교육자의 리더십이 중요한 수요 맞춤형 교육과정 운영이나 전공 핵심역량 교육 분야에서는 교육 목표에 따라 인공지능을 다양하게 활용할 여지가 있다. 그렇지만 교수 역시 인공지능을 활용할 영역과 방법을 고안하기 위해 노력할 필요가 있다.

생성형 인공지능에 관한 현재의 논쟁 구도를 보면, 실제 논의해야 할 다양한 현안과 보다 장기적인 미래 이슈가 균형을 이루지 못하고 있음을 확인할 수 있었다. 생성형 인공지능을 단순한 학습도구로 파악할 경우, 그것은 공학교육에 활용할 고도화된 계산기 혹은 엔지니어로서의 일을 돕는 보조 도구로서 기존 교육에 비교적 쉽게 결합될 수 있다. 하지만 실제 그 결합방식에 대한 논의는 제대로 이루어지지 않고 있다. 예를 들어, 인공지능을 활용한 교육환경을 구축하려면 플랫폼 구축과 재정 조달과 같은 근본적 문제가 등장한다.

이에 더해 우리는 인공지능과 교육의 관계에 대한 상상이 자칫 기술의 약속이나 기술에 대한 공포를 자극하여 인공지능 기술 도입에 따른 사회 변화와 교육적 대응에 도움이 되지 않을 수 있다는 점에 주목했다. 특히, 인공지능을 인간을 모방하거나 유사한 일종의 학습주체로 볼 경우 문제는 더 복잡해지고 논쟁적이 된다. 소수의 전문 영역에서는 지엽적인 임무에 한해 실천적인 논의가 이루어지고 있지만, 거시적이고 구조적인 논의에 더 많은 관심이 집중되고 있다. 인간다움이 무엇인지, 엔지니어 정체성은 무엇인지, 인공지능에 책임을 물을 수 있는지, 기계와 인간이 함께 동등한 주체로서 협력할 수 있는지와 같은 질문들과 연결되기 때문이다.

생성형 인공지능은 이미 교육의 현실이다. 책임을 가진 교육자로서 우리는 이 현실에 어떻게 대응할 것인가. ChatGPT가 탑재된 휴머노이드가 우리에게 근미래적 대안을 제시하는 지금, 그것을 놓고 논쟁을 벌이는 것만으로는 충분하지 않다. 무관심한 구경꾼의 위치에서는 답을 찾을 수도, 솔루션을 만들 수도 없다. 우리가 만든 '인공지능'이 우리에게 질문을 던진다. 이 일을 '우리'에게 맡기겠냐고.

이 논문은 산업통상산업부의 지원을 받아 수행된 연구임(저탄소/에너지기술 미래신산업 육성을 위한 창의융합형공학인재양성, 과제번호: P0020590).

참고문헌

1. 강미량·신희선·전치형(2021). 자율보행체(自律步行體): 인간과 로봇이 함께 생성하고 분배하는 자율성에 대하여. **과학기술학연구, 21**(3), 98-138.
2. 권오남 외(2023). ChatGPT의 수학적 성능 분석: 국가수준 학업성취도 평가 및 대학수학능력시험 수학 문제 풀이를 중심으로. **수학교육논문집, 37**(2), 233-256.
3. 김초엽·김원영(2021). **사이보그가 되다**. 사계절.
4. 박서연·금준경(2023). 챗GPT시대의 교육, "'읽기'와 '쓰기'의 순서가 뒤바뀐다." **미디어오늘**.
5. 백목원·권순희(2021). 인공지능(AI)을 활용한 국어 수업 방안 연구. **청람어문교육, 84**, 7-39.
6. 서정호(2022). 금융업의 인공지능 활용과 정책과제. **한국금융연구원: KIF 정책분석보고서**.
7. 이상철(2023). 생성형 인공지능이 가져올 로펌의 지형변화. **법률신문**(2023.7.17).
8. 이송렬·유채영·변성현(2023). 챗GPT 도입했더니...아파트 하자 처리 속도 '쑥'. **한국경제**.
9. 정의길(2023). AI가 일자리 3억 개 대체한다...그래도 사람 손 필요한 직업은. **한겨레신문**.
10. 정한별(2023). *Reinventing Education with Technology: EDTech and Education Policy in South Korea*. 박사학위논문. 한국과학기술원.
11. 조헌국(2023). 텍스트 기반 생성형 인공지능의 이해와 과학교육에서의 활용에 대한 논의. **한국과학교육학회지, 43**(3), 307-319.
12. Anson, C. M., & Straume, I.(2022). Amazement and trepidation: Implications of AI-based natural language production for the teaching of writing. *Journal of Academic Writing*, 12(1), 1-9.
13. Arora A & Arora A.(2022) Generative adversarial networks and synthetic patient data: current challenges and future perspectives. *Future Healthc J.*, 9(2), 190-193.
14. Atkinson, Katie, Trevor Bench-Capon, & Danushka Bollegala(2020). Explanation in AI and Law: Past, Present, and Future. *Artificial Intelligence*, 289. https://doi.org/10.1016/j.artint.2020.103387.
15. Cooper, K.(2021). OpenAI GPT-3: Everything you need to know. *Springboard*, https://www.springboard.com/blog/data-science/machine-learning-gpt-3-open-ai/
16. Crawford, K., & Calo, R.(2016). There is a blind spot in AI Research. *Nature*, 538, 311-313.
17. D'Agostino, S.(2022). Machines can craft essays. How should writing be taught now?. *Inside Higher Ed*, https://www.insidehighered.com/news/2022/10/26/machines-can-craft-essays-how-should-writing-be-taught-now.
18. Dowling, M., & Lucey, B.(2023). *ChatGPT for (finance) research: The Bananarama conjecture*. Preprint.
19. FLI(2023). FLI on "A Statement on AI Risk" and Next Steps. *Future of Life Institute*.
20. Frieder, S. et al.(2023). *Mathematical Capabilities of ChatGPT*. Preprint. arXiv:2301.13867.
21. Fyfe, P.(2022). How to cheat on your final paper: Assigning AI for student writing. *AI & Society*, 1-11.

22. Gordijn, B., & Have, H. T.(2023) ChatGPT: evolution or revolution?. *Med Health Care and Philos*, 26, 1-2.
23. HAI(2023). Generative AI: Perspectives from Stanford HAI. *Stanford University Human-Centered Artificial Intelligence*.
24. Haleem, Abid., Mohd Javaid, & Ibrahim Haleem Khan(2019). Current Status and Applications of Artificial Intelligence(AI) in Medical Field: An Overview. *Current Medicine Research and Practice*, 9(6), 231-237.
25. Hsu, Tien-Wei & Tsai, Shih-Jen(2023). Plagiarism, Quality, and Correctness of ChatGPT-Generated vs Human-Written Abstract for Research Paper. *SSRN*. Preprint. http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4429014.
26. Ian Sample(2023). Science Journals Ban Listing of ChatGPT as Co-Author on Papers. *The Guardian*.
27. McMurtrie, B.(2023). Teaching: Will ChatGPT change the way you teach?. *The Chronicle of Higher Education*. https://www.chronicle.com/newsletter/teaching/2023-01-05
28. Metzler, D. et al.(2021). Rethinking search: making domain experts out of dilettantes. *ACM SIGIR Forum*, 55(1), 1-27. doi: https://doi.org/10.1145/3476415.3476428
29. Mills, A.(2023) How do we prevent learning loss due to AI text generators?. *Blog post*.
30. Nowik, C.(2022). The robots are coming! The robots are coming! Nah, the robots are here. *Substack*, https://christinenowik.substack.com/p/the-robots-are-coming-the-robots#details
31. Patel, S. B., Lam, K.(2023) ChatGPT: the future of discharge summaries?. *Lancet Digit Health*, 5(3), 107-108. doi: 10.1016/S2589-7500(23)00021-3.
32. Prensky, M.(2001) Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1, 3-6.
33. Qadir, Junaid(2022). *Engineering Education in the Era of ChatGPT: Promise and Pitfalls of Generative AI for Education*. TechRxiv. Preprint. https://doi.org/10.36227/techrxiv.21789434.v1
34. Rudolph, Jurgen, Samson Tan, & Shannon Tan(2023). ChatGPT: Bullshit Spewer of the End of Traditional Assessments in Higher Education?. *Journal of Applied Learning & Teaching*, 6(1), 1-22.
35. Sánchez-Ruiz L. M. et al.(2023) ChatGPT Challenges Blended Learning Methodologies in Engineering Education: A Case Study in Mathematics. *Applied Sciences,* 13(10), 6039. https://doi.org/10.3390/app13106039
36. Sharples, M.(2022). Automated essay writing: An AIED opinion. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(4), 1119-1126.
37. Shaw, David, Peter Morfeld, & Thomas Erren(2023). The (Mis)Use of ChatGPT in Science and Education. *EMBO Reports*, 24(7).
38. Stokel-Walker, Chris & Richard Van Noorden(2023). What ChatGPT and Generative AI mean for Science. *Nature*, 614, 214-216. doi: https://doi.org/10.1038/d41586-023-00340-6.
39. Thorp H. Holden(2023). ChatGPT is fun, but not an author. *Science*, 313.
40. Weber-Wulff, D. et al.(2023). *Testing of Detection Tools for AI-Generated Text*. Preprint. arXiv:2306.15666.

정한별(Jeong, Hanbyul)
2012년: 한국과학기술원 기계공학과 졸업
2014년: 한국과학기술원 과학기술정책대학원 석사
2023년: 한국과학기술원 과학기술정책대학원 박사
관심분야: 기술의 사회적 수용성, 에듀테크, 과학기술사회론, 과학기술정책
E-mail: confusioneye@gmail.com

한경희 (Han, Kyonghee)
1990년: 이화여자대학교 물리학과 졸업
1993년: 연세대학교 사회학과 석사
2000년: 연세대학교 사회학과 박사
2002년: 미국 UC Davis Post-Doc
현재: 연세대학교 공학교육혁신센터 조교수, 연세대학교 고등교육혁신원 사회참여센터장
관심분야: 공학과 엔지니어의 역사, 공학윤리, 공학교육, 공학문화
E-mail: khan01@yonsei.ac.kr