

Problems and Improvement Measures in the Introduction of Artificial Intelligence Digital Textbooks (AIDT)

Yongki Cho^{*}
Daejin University

Abstract

[Objective] The Fourth Industrial Revolution refers to the new society of mankind. This provided an opportunity for new awareness and concern about the future society, and the possibility that the current school education could be eliminated if the efforts of innovation were not made in school education. From this point of view, Artificial Intelligence Digital Textbooks (AIDT) is attracting attention.

[Contents] In particular, AIDT is expected to contribute to resolving the educational gap that has been pointed out as a chronic problem in our education. AIDT is an extension of textbooks and refers to smart learning tools such as digitized book functions into textbooks and support for student-specific learning through AI. This will be combined with VR / AR and metabus to lead future education. AIDT supports learners with personalized learning, real-time feedback and learning coaching, global collaboration, and supports teachers in classroom design and classroom learning evaluation management. However, AIDT also includes disadvantages such as securing high-end digital devices, technical stability and security issues of the Internet, problems of digital addiction, health problems, and ethical issues.

[Conclusions] In order to utilize this effectively, it is necessary to complement the shortcomings of AIDT, and concrete and diverse support systems and programs should be steadily implemented in the long term so that learners can grow through learning.

[Keywords] AIDT, Education, Textbook, Fourth Industrial Revolution

^{*} **Corresponding author** Yongki Cho (Associate Professor, College of Sangsaeng Liberal Arts, Daejin University)
E-mail : c-king-star@hanmail.net

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyrights ©Korean Association for Religious Education

인공지능 디지털교과서(AIDT) 도입의 문제점 및 개선 방안

조용기

대진대학교 상생교양대학 교수

요 약

[연구 목적] 4차 산업혁명 은 인류의 새로운 사회를 언급하고 있다. 이는 미래 사회에 대한 새로운 인식과 고민이 필요하다는 계기를 마련하였고, 학교 교육에서 혁신의 노력을 하지 않는다면 현재의 학교 교육이 없어질 수 있는 가능성이 제기되었기에 인공지능 디지털교과서(AIDT)에 대해 논의해보고자 한다.

[연구 내용] AIDT는 디지털교과서의 연장선상에 있으며, 교과서로의 디지털화된 책의 기능과 AI를 통한 학생별 맞춤 학습을 지원하는 스마트 학습 도구를 말한다. 이는 앞으로 VR/AR 그리고 메타버스 등과 결합하여 미래 교육을 주도할 것으로 보인다. AIDT는 개인 맞춤형 학습, 실시간 피드백과 학습 코칭, 글로벌 협업, 학습 평가 관리 등의 다양한 교육환경을 제공하고 있는 장점이 있다. 그러나 이를 위한 고사양의 디지털 기계, 기술적인 안정성과 업데이트 문제, 디지털 중독의 문제, 디지털 환경의 건강문제, 윤리의식 문제 등의 단점도 포함하고 있다.

[결론] AIDT가 활성화되기 위해서는 단점을 보완하면서 학습자가 긍정적인 방향으로 성장할 수 있는 논의가 꾸준히 이루어져야 할 것이다.

[주제어] AIDT(AI 디지털교과서), 교육, 교과서, 4차 산업혁명

I. 서론

제26회 다보스 포럼에서 세계경제포럼(WEF) 회장인 슈밥(Klaus Schwab)은 핵심 의제로 4차 산업혁명(Mastering the Fourth Industrial Revolution)을 언급하며, 인류는 새로운 시대를 접하게 될 것을 강조하였다(Chung, 2016). 이는 미래 사회에 대한 새로운 인식과 고민이 필요하다는 계기를 마련하였고, 교육에서 변화를 넘어 혁신의 노력을 학교 교육에서 하지 않는다면 현재의 학교가 소멸할 수 있다는 가능성이 제기되었다(OECD, 2001). 이는 4차 산업혁명이 도래함에 따라 미래 교육의 방향성은 더욱 주목받게 되었다. 더욱이 COVID-19를 거치면서 비대면 상황에서의 교육이 처한 현실은 새로운 국면을 맞이하게 되었다. 이러한 상황에서 인공지능(AI, Artificial Intelligence)과 교과서가 결합한 AIDT(Artificial Intelligence Digital Textbooks, AI 디지털교과서)가 등장하고 있다.

AIDT는 이제 시대적 요구를 인식하고 학생들에게 맞춤형 학습을 지원하는 혁신적인 도구로 미래 교육의 새로운 기준을 제시할 것으로 보고 있다. AIDT는 인공지능(AI) 기술을 활용해 학생 개개인에게 맞춤형 학습을 제공하는 디지털교과서를 말한다. 기존의 디지털교과서 기능에서 멀티미디어, 검색, 메모 등과 인공지능(AI)을 결합하여 학생의 학습 습관에 따른 분석, 맞춤형 추천, 실시간 피드백 등을 제공하는 것이 특징이다. 이러한 AIDT는 AI를 통한 학생별 맞춤 학습을 지원하는 것을 핵심으로 하는 스마트 학습 도구를 말한다. 이는 앞으로 VR/AR 그리고 메타버스 등과 결합하여 미래 교육을 주도할 것으로 보인다. 교육현장에서 AI와 디지털 기술의 통합은 학습자들의 학습 능력을 극대화하고, 교사들이 보다 효율적이면서 효과적으로 수업을 진행하고 학생을 관리 할 수 있는 환경을 제공하여 우리 교육의 혁신적인 패러다임을 제시하고 있는 것이다.

특히 2022년 개정 교육과정에서는 에듀테크의 교육적 활용이 강조되고 있다. AIDT에 대한 개발과 발행을 위한 개발 가이드라인과 검정 절차가 진행 중이다(KERIS, 2023; Ministry of Education, 2022; Ministry of Education, 2023; Ministry of Education, 2024). 최근에 국회는 초·중등교육법 개정을 통해 AIDT의 지위를 교과서에서 교육자료로 격하해 규정되면서 교육부 장관은 대통령 권한대행에게 재의 요구권(거부권)을 제안한 상태이다. 이러한 상황에서 경기도교육청과 대구광역시교육청 등 일부 시도교육청에선 AIDT의 활용을 적극 추진하고 있는 상황이다. 여기에 일부 학교 현장의 교사들은 집중력 저하, 교사와 학생의 소통 부족, 학습자 간의 학습격차 심화 등으로 AIDT에 대한 우려를 나타내고 있고, 학부모들은 AIDT가 충분한 준비 없이 시행하는 것에 대해서 반발하고 있는 상황이다(Mimint News, 2024. 12. 10.). 무엇보다 이러한 혼란은 AIDT에 대한 논의 과정이 충분하지 않았다는 점과 학교 현장과는 별개로 교육부가 주도가 되어 진행되고 있다는 것이다. 또한, 출판사들은 검정교과서에 채택되기 위해서 에듀테크 업체에 막대한 자금을 사용하면서 AIDT에 사활을 걸고 있는 상황에 교육계의 혼란

은 가중 되고 있는 것이다. 즉, AIDT에 대한 기능과 조건들은 제시되고 있으나 AIDT의 교육 도구는 계속 업데이트 중이고, 이를 위한 교사의 재교육과 시스템 구축은 예정 중이라는 것이 교육 현장에서의 교사, 학생, 학부모를 더욱 혼란스럽게 만들고 있다.

최근의 연구 경향은 이를 잘 나타내고 있다.

임완철은 AI 디지털교과서 정책이 실행될 경우 발생될 역설적 상황과 이를 해결하기 위한 정책과 제언을 제시하고 있었다. 여기서 AI 디지털교과서의 AI 위험 관리 및 연구 시스템은 교육부, 시도교육청, 연구자, 학교, 교사, 학생, 학부모 등 다양한 이해관계자가 참여할 수 있는 협력 구조를 갖추어, 다각적인 시각에서 발생하는 문제를 분석하고 대응할 수 있도록 해야 함을 강조하고 있었다(Lim, 2024: 192).

최서연 외는 초등교사들의 AI 디지털교과서에 가지는 인식, 기대, 우려를 조사하고 분석하여 전반적으로 긍정적인 기대보다는 부정적인 우려를 더 많이 표명하고 있었다. 특히 사회적·윤리적·신체적 영역의 우려가 많았고, 학습자의 시력 저하, 개인정보 유출, 디지털 격차 심화 등의 문제를 지적하고 있었다. 이에 반해 기술적 편리성과 교사의 행정적 업무 편리성, 맞춤형 교육의 가능성 등에 대해서 긍정적인 입장을 나타내고 있었다(Choi et al., 2024: 769-778).

김주혜는 AI 디지털교과서 활용에 대한 특수교사의 인식을 탐색하여, AI 디지털교과서가 학교 현장에 효율적으로 자리 잡기 위한 연구를 통해 특수교사의 학교 현장에서의 효과적인 활용을 제언하고 있다. 그러면서 미래 교육에 있어 교사의 의견이 반영되어 장애학생을 포함한 특수교육적인 요구가 모든 학생을 위한 교육으로 실현되기를 기대하고 있었다(Kim, 2024: 52).

김소민, 이기마, 김희정은 수학 교과목의 AI 디지털교과서를 활용한 교사들의 인식을 조사한 연구 결과에서 AI 디지털교과서의 학습 진단과 교사 재구성 기능의 필요성을 높게 평가하면서 수업에서의 유용성을 긍정적으로 평가했다. 그러나 AI 디지털교과서의 도입으로 인해 교실에서의 상호작용성은 저하시킬 것이라고 우려하면서 이와 관련된 연구의 지속적인 필요성을 제언하고 있었다(Kim, Lee, & Kim, 2024: 213).

안민환과 유희승은 AI 디지털교과서에 대한 초·중·고 현직교사의 인식 유형을 연구하였는데 분석결과 교사의 인식은 방향성 제시, 부작용 우려, 수용 3개 요인으로 구성되고 있었다. 방향성 제시는 AI 디지털교과서의 도입 과정과 기능구축에 대한 우려와 함께 이를 개선하기 위한 도입 및 개발 방향성을 제시하고, 부작용 우려는 AI 디지털교과서를 교육 현장에 도입했을 때 나타날 수 있는 부작용에 대해 상당수의 초등학교 교사들이 포함되었으며, 수용은 AI 디지털교과서의 순기능에 동의하면서 AI 디지털교과서 개발과정에서 학생과 교사에 대한 디지털 능력 정보 파악이 선행되어야 함을 나타내고 있었다(Ahn, & Yu, 2024: 118).

김갑수와 허미연은 2022 개정 교육과정 초등학교 영어과 AI 디지털교과서를 활용한 교육과정 부합성, 학습지원, 교사지원, 기술적 측면을 평가하여 분석하고 있었다. 그 결과 표현 영역과 상호작용적 교사활동의 디지털 환경구현은 미흡한 것으로 나타났다. 또한, AI 기반평가와

개별화된 피드백시스템은 우수하지만, 자기 주도적 학습 경로설정과 멀티미디어 도구 활용은 제한적이었음을 밝히고 있었다(Kim, & Heo, 2025: 103-108).

이러한 연구 결과들은 AIDT가 완전하게 시스템을 갖추지 못하다는 것을 나타내고 있으며, 대부분의 연구들이 AIDT에 대해서 제언을 제시하는 등의 이제 AIDT에 대한 논의가 다양하게 진행되고 있음을 의미한다.

결국 AIDT는 앞으로의 교육현장에서 활용될 것으로 보인다. 이는 시대적 요구이고, 학습자와 교사에게 많은 장점을 줄 것으로 기대된다. 그러나 AIDT가 교육현장에 본격적으로 활용되는 것에는 단점도 나타나고 있는 상황이다. 여기에 본 연구자는 AIDT에 대한 이해가 부족하다는 문제의식에서 시작하여 AIDT에 대한 흐름을 살펴보고, AIDT 도입에 대한 문제점과 개선 방향을 제시하고자 하고자 한다.

II. AIDT (AI-Digital Textbook, AI 디지털교과서)의 이해와 제고

1. 디지털교과서의 개념과 전개 과정

인공지능 디지털교과서(AIDT, Artificial Intelligence Digital Textbooks)이전의 디지털교과서(Digital Textbooks)는 2007년 ‘디지털교과서 상용화 추진 방안’이 발표 이후, 디지털교과서의 개발이 시작되었고, 2008년부터는 디지털교과서를 적용하여 발전 방안을 모색해왔다(Ministry of Education, 2008). 2011년에는 ‘스마트교육 추진전략’을 통해 디지털교과서의 개발 및 시범적용이 포함되었다(Ministry of Education, 2011). 이후 디지털교과서는 2013년 ‘디지털교과서 개발 및 활성화 계획’에 따라 본격적으로 진행되면서 스마트교육 추진 전략의 일환으로 디지털교과서 개발 및 적용이 본격적으로 추진되면서, 미래 교육에 있어서 주목받는 교육 도구로 자리 잡았다(Ministry of Education, 2013). 이는 학생들이 자기 주도적인 학습을 도와 학습 효과를 극대화하고, 교사들의 교수 역량을 강화하는데 중점을 두었다. 특히 다양한 멀티미디어 자료의 활용과 상호작용 기능을 통해 기존의 전통적인 방식의 서책형 교과서와는 다른 다양한 학습 경험을 제공하여서 학생들의 참여와 흥미를 높여서 학습의 능률을 높일 수 있도록 개발되었다.

2016년 12월에 교육부는 4차 산업혁명에 대비하여 교육 및 사회 전반에 미칠 영향력에 주목하여 미래인재를 양성하기 위한 교육 부문 중장기 정책 방향을 모색하고자 ‘지능정보사회에 대응한 중장기 교육정책의 방향과 전략’을 마련하였다. 여기서 교육부가 제시한 다섯 가지 핵심 키워드는 유연화 측면에서 학생들의 흥미와 적성을 최대한 발휘할 수 있는 교육, 자율화 측면에서 사고력, 문제해결력, 창의력을 키우는 교육, 개별화 측면에서 개인의 학습을 고려한 맞춤형 교육, 전문화 측면에서 지능정보기술 분야 핵심 인재를 기르는 교육, 인간화 측면에서 사람

을 중시하고 사회통합을 이루는 교육으로 미래 전망과 한국 교육 현실을 반영한 것이었다. 그러나 이는 4차 산업혁명의 흐름에 따른 학교 교육을 준비하고자 새로운 디지털교과서 정책 및 연구들이 이전부터 이루어지고 있었던 것이다(Seo, 2014; Seo, & Lee, 2012; Sohn et al., 2010; Leem, 2012; Jeong et al., 2017). 즉, 초창기의 디지털교과서는 기존의 서책형 교과서를 전자문서와 PDF 등으로 전환하여 휴대용 단말 기기에서 사용하여 학습자의 다양한 상호작용과 학습자의 특성을 반영하여 활용되었다. 여기서 AI 디지털교과서는 학습자의 특성과 능력에 따른 학습수준을 고려하여 새로운 사실과 지식을 신속하게 반영할 수 있다는 점이다. 그리고 학습자가 필요로 하는 요구를 다양한 교육 자료나 데이터베이스와 연계해 활용할 수 있다는 차이점이 있는 것이다.

디지털교과서는 2018년에 2015 개정 교육과정 적용으로 학교현장에 전면 도입하여 서책형 교과서와 병행하여 사용하게 되었다(Ministry of Education Science and Technology, 2012; KERIS, 2018). 이러한 미래형 교과서는 교과서 기반의 역량중심 교육과정, 학습자 요구 내용, 구성주의 학습자 관점에 따라 자기 주도적 학습 및 협력 학습 유형과 디지털교과서의 진화된 체제 및 다양한 매체 중심 체제를 지향할 것으로 보았다(Park et al., 2014). 이는 미래교육의 관점에서 학습자의 자기 주도성과 개별화 학습 선택이 가능한 수준별 디지털교과서가 개발되어야 한다고 보았다(Min, 2017: 197).

이에 기반한 미래형 교과서인 디지털교과서의 준비는 2013년부터 5년간 시범 적용 기간을 거쳐 2018년부터는 전면 도입되었으나 이 또한 콘텐츠 개선이 필요한 것으로 파악되고 있었다. 이는 디지털교과서 관련 연구 동향 분석을 통해 기반조성기(2010-2013)에 비해 매체효과에 대한 연구가 많이 감소한 것으로 나타나고 있다(Kim, & Kim, 2018: 392). 이는 디지털교과서에 대한 효과성 검증이 이루어졌음을 보여주는 연구들이(Kim, 2016; Kim et al., 2017; Kim, 2012; Park, 2015; Song, 2011; Lee, 2015) 있지만 학교 현장에서의 교육 방법 및 환경의 다양성에 따른 디지털교과서의 문제점 및 개선사항은 계속해서 제기되고 있었다. 이는 디지털교과서 콘텐츠에 대한 서책형 교과서와의 차별성 확보 및 디지털교과서 외부 연계 개선에 대한 요구인 것이다. 여기에 디지털교과서는 보편적 학습설계 원리가 고려된 양질의 콘텐츠 개발이 필요하다는 것(The Institute for Democracy, 2016. 10. 4.)과 디지털교과서가 서책형 교과서에 비해 질적·양적 콘텐츠가 취약함을 보여주고 있었다(EduinNews, 2016. 10. 10.).

또한, 교사와 학습자의 상호작용 피드백이 상시 제공되지 못하면서 학생중심의 교육과정 흐름 속에서 디지털교과서만으로 실현하기 어려운 구조를 보이고 있던 것이다. 이러한 문제에 대해 교육부(2018)에서는 증강현실(AR), 가상현실(VR) 등과 같은 디지털 신기술을 접목한 실감형 콘텐츠를 2015 개정 교육과정 초등학교 3-4학년 사회·과학 교과부터 도입하기도 하였으나 외부 콘텐츠 연계 기능 등이 탑재된 미래형 교과서를 보급하고자 한 목적으로 도입된 실감형 콘텐츠 또한 심의 대상으로써, 서책형 교과서의 교과 내용과 분리되기에는 어려운 구조를 안게

되었다.

이에 대한 대안으로 서책형 교과서와 달리 디지털교과서만의 차별성을 위해서는 교과용 도서에 관한 규정으로 디지털교과서에 대한 별도의 항목을 신설하거나, 디지털 ‘교과서’라는 용어 대신 다른 용어로 수정하여 디지털교과서 심의 대상이 아닌 외부 자료 연계를 통해 콘텐츠를 강화 하는 방안이 있다. 그러나 문제는 별도로 개발 예정인 디지털교과서에 대한 근거 법령이 없기 때문에 교과용 도서에 관한 규정 일부개정령(안)이 예고되었으나 입법되지 못하였고 (Ministry of Education Science and Technology, 2011; Ministry of Education, 2018. 3. 30.), 두 번째 방안으로 디지털‘교과서’ 대신 디지털 ‘참고서’로의 용어 변경 시 교과서의 지위를 잃어버리게 되어 법령에 근거하여 학교 현장에 보급할 수 없는 문제점이 나타나기도 한다.

이상의 상황을 고려하여 앞서의 법적인 제도의 제한을 받지 않는 디지털교과서 외부 자료 연계 플랫폼 설계를 고려할 필요가 제기되었다. 여기에 교육부는 2023년 ‘디지털 기반 교육 혁신 방안’의 기본 방향을 발표하여 디지털교과서에 인공지능(AI) 기술을 도입하고자 했다 (Ministry of Education, 2023b). 인간만이 보유하고 있는 창의성, 비판적 사고력, 인성, 협력 능력을 키울 수 있게 하여 문제 해결 중심 교육을 강화하도록 한다. 또한, 학습자들이 자신의 학습하는 학습의 목표, 학습 역량, 학습 속도 등에 맞춘 교육을 받으며 교사와 학생이 서로 디지털 공간을 통해 연결되는 체계 속에서 맞춤형 교육을 실현하는 것이다(Ministry of Education, 2023a).

특히, ‘AI 디지털교과서 추진 방안’을 통해 나타난 것을 살펴보면, 개발은 2022년 개정 교육 과정을 기반으로 2023~2024년의 준비기간을 통해 디지털교과서의 개발 가이드라인과 디지털 교과서에 관한 법적 근거 등을 마련하여 2025년부터 학교 현장에 적용할 계획이다. 이후 2028년까지 학교 현장에서의 이를 활용한 교과목을 지속적으로 확대해 나갈 예정이다(Ministry of Education, 2023b). 하지만 여러 가지 논란으로 인해 AIDT는 학교 현장에서의 적용은 문제라는 의견이 있다(Kim, Lee, & Kim, 2024; Hong et al., 2024; Ahn, Yu, 2024). 이는 디지털교과서에 대한 이해의 부족으로 볼 수 있으며, 2023년 ‘디지털 기반 교육혁신 방안’의 기본 방향을 발표 이후 학교 현장에서의 적용까지 백년지대계라는 교육의 입장에 비해 짧다고 하겠다. 하지만 디지털교과서에 대한 시도는 그 이전부터 순차적으로 진행되고 있었다.

1세대 디지털교과서의 시작은 2008년 전통적인 서책형 교과서를 디지털화 하려는 시도에서 시작되었다. 이는 서책형 교과서가 안고 있는 시각적 효과의 부족, 담을 수 있는 정보량의 한계, 흥미 유발과 학습 몰입 기능의 부족 등을 근본적으로 해결하고자 서책형 교과서를 디지털화하려는 시도로 시작되었다(Ministry of Education, 2008). 이 시기에는 학생과 교사 간의 상호작용을 디지털 환경에서 구현하기 위해서 하드웨어(HW), 소프트웨어(SW), 그리고 뷰어의 통합 기획이 진행되었다. 기술적으로 자료 검색, 하이퍼링크, 멀티미디어 기능이 포함되면서 학습자들이 보다 쉽게 참고서나 문제집, 학습 사전 등의 자료에 쉽게 접근할 수 있도록 하였으며, 교

사를 위한 평가 도구, 학습 관리 도구, 저작 도구 등의 기능도 적용되었다. 또한, 국가에서 운영하는 지식 데이터베이스(DB) 플랫폼과의 연계되고, 정치, 경제, 사회, 문화 기관의 플랫폼이 보유한 다양한 콘텐츠와 연계되어 활용되었다.

AI 디지털교과서는 2세대 디지털교과서로 2021년의 2015 개정 교육과정을 통해 재설계되어 이전보다 학습 자료와 학습 지원 기능이 더욱 다양하고 풍부해졌다. 여기에는 멀티미디어 자료, 실감형 콘텐츠, 용어 사전, 평가 문항, 보충 심화 학습 자료 등의 다양한 학습자료를 포함하고자 했으며, 이는 학습자들이 보다 깊이 있고, 다양한 학습을 할 수 있도록 하는 역할을 했다. 또한, 교사를 위한 학습지원 및 학습자에 대한 평가와 학습 관리 기능이 대폭 강화되었고, 학습자와 교사와의 상호작용을 가능하게 하는 학습 진단 및 평가, 피드백 기능, 평가 문항 데이터베이스와 다양한 콘텐츠 관리, 포트폴리오 관리가 포함되어 있다. 이를 통해 교사와 학습자는 학습 진도나 평가 결과를 효과적으로 관리할 수 있게 되었으며, 지식 백과, e학습터, 에듀넷 티-클리어, 위두랑 플랫폼 등의 다양한 외부 교육 자료를 활용하여 학습 자원의 범위가 크게 확장되고 있었다. 이를 통해 디지털교과서의 교육적 효율성을 높이하고자 하였다.

여기서 주목해야 할 점은 각 시기마다의 디지털교과서가 변화되면서 학습자가 디지털 학습 환경에서 반복적으로 제기되는 문제가 있다는 것이다. 먼저, 디지털교과서 사용으로 인한 심리적이고, 신체적인 부작용의 문제가 지속적으로 제기되었다. 디지털 기기의 과도한 사용으로 인해 눈과 뇌의 피로감을 높이고, 자극적인 디자인과 색으로 인해 정서적 안정성을 해칠 수 있는 것이다(Seomun, Kim, & Noh, 2012; Kwon et al., 2014).

또한, 디지털교과서의 과도한 사용으로 디지털 기술에 대한 과도한 의존성을 초래할 수 있다는 것이다(Ahn, 2018; Hietajärvi, Maksniemi, & Salmela-Aro, 2022). 학습자들이 디지털 기기에 지나치게 의존하게 되면서 전통적인 방식의 학습 방법에 비해서 비판적 사고와 문제 해결 능력, 문해력 등이 약화될 수 있는 것이다. 그리고 기술에 대한 의존성은 고사양의 디지털 기기를 사용하는 데에 따른 또 다른 학습 격차를 유발시킬 수 있는 것이다.

2. AIDT의 주요 기능

교육부는 2025년부터 영어, 수학, 정보, 국어(특수교육) 교과목을 우선으로 AI 디지털교과서를 도입하고, 2028년까지 사회, 과학, 국어, 기술·가정 교과목을 추가로 확대하여 AIDT를 적용하고자 한다. AIDT는 인공지능(AI)에 의한 개인별 학습 수준과 속도를 반영한 맞춤형 학습(Adaptive Learning), 학습 진단과 분석(Learning Analytics), 학습자의 관점에서 설계된 학습 코스웨어(Human-Centered Design)를 제공하는 것을 특징으로 한다. 학습자의 다양한 학습 경험에 대해 경로를 추적하여 해당 학습자의 성취 수준을 분석하여서 최적의 학습 경로를 제안하여 학습자는 자신만의 맞춤형 학습을 진행할 수 있다(Sim, 2024: 148).

AIDT의 주요 기능을 살펴보면 첫째, 개인 맞춤형 학습이다. AI가 학생의 학습 데이터를 분석해 학습자의 학습수준과 학습 스타일에 맞춘 교육 콘텐츠를 추천해준다. 여기에는 학생이 잘 하는 학습부분과 학습이 부족한 부분을 점검하여 개인의 학습 수준을 AI가 분석해 주고, 개인 학습자들의 실력에 따른 학습 난이도를 조절하여 여기에 맞는 문제를 제공하게 된다. 또한, 학습하는 학생이 가장 효과적으로 학습할 수 있도록 학습자의 학습 계획과 순서, 내용 등을 AI가 조절하여 학습자가 학업 능력을 높일 수 있도록 학습 경로를 제공해 준다.

둘째, 실시간 피드백 및 학습 코칭이다. AI가 개인 학습자의 학습 패턴과 활동을 실시간으로 분석하고, 바로 피드백을 제공하는 등의 학생이 문제 풀이 후 AI가 이에 따르는 문제해설과 추가 설명을 제공한다. 또한, AI가 추가 강의 영상 또는 보충 자료를 추천해 주어 학습자로 하여금 이 부분에 대한 개념을 파악하도록 하고 있다.

셋째, 음성 및 자연어 처리(NLP)¹⁾ 기능이다. AIDT는 AI가 음성 및 텍스트를 분석하여 학습을 돕는 기능도 포함되는데 인간의 음성을 인식해 외국어 발음을 교정해 준다. 이 기능으로 학습자의 글로벌 환경을 넓힐 수 있으며, 한국에 거부하는 다양한 국적의 외국인 학생도 사용하는데 무리가 없도록 하였다. 이는 음성기반 학습으로 이어져 교과서의 내용을 읽어주거나 AI가 튜터가 되어 학생과의 대화를 통해 질문하고 답하는 기능을 제공한다. 한 예로 영어 교과목에서 AI가 학생의 발음을 분석하고 이에 따르는 피드백과 교정을 해주는 기능인 것이다. 여기에는 영국식 발음과 미국식 발음 등을 적용할 수 있게 되어 있다.

넷째, AI 학습 분석 및 대시보드 기능이다. 이는 AI가 학습자의 학습 데이터를 분석하여 학생, 교사, 학부모가 학습자의 학습 활동 등의 현황을 쉽게 파악할 수 있도록 되어 있다. 이를 통해 학생은 자신의 학습 내용 이해도를 시각화하여 자신의 학습 이해도를 분석해 주어 학습자의 향후 학습 목표와 보충해야 할 것을 도와주어 학습자의 학업성취도와 개선 방안을 제시하고 있다. 또한, 교사는 대시보드에 AI가 분석한 학습자의 학습 데이터를 통해 학습자의 학습 난이도를 조절해 주기도 하고, 효과적으로 학습자에 대한 평가와 여러 학생이 있는 학급관리를 쉽게 할 수 있게 한다. 이는 AI 튜터와 AI 보조 교사로 활용되기도 하는데 학생에게는 AI 튜터로, 교사에게는 AI 보조교사로 구분하여 지원된다. AI 보조 교사로서의 주요 기능은 학습 설계, 피드백 설계, 평가 및 학생 상담 지원 등이 해당 된다. 예를 들어 학생이 특정 부분에서 점수를 낮게 받으면, AI가 교사에게 해당 부분의 추가 학습을 추천해 주고, 이를 기반으로 교사가 추가로 넣을 수 있도록 하고, 학생의 평가에 있어서도 시각화하여 학급의 학생 관리에 대한 부담을 줄여줄 수 있다.

이를 통해 볼 때 AIDT는 학습자 개인의 맞춤형 학습 지원, 실시간 피드백과 학습 코칭을 통

1) NLP는 자연어 처리(NLP, Natural Language Processing)로 인공지능(AI)기술 중 하나로 인간의 언어를 컴퓨터가 이해하고 처리할 수 있도록 하는 기술 분야를 말한다. NLP는 텍스트 분석, 음성인식, 번역 등 다양한 분야에서 활용되고 있다. 대표적으로 구글번역, 챗봇 등이 이를 기반으로 작동된다.

한 학습 효율성을 높여주며, 학생에게는 AI 튜터를 통한 멘토와 팀 동료 역할을 해주고, 음성 인식을 통한 다양한 언어와 학습에 적용할 수 있도록 도와주는 등 여러 분야에서 활용되고 있다. 더욱이 교사에게는 효과적이고, 효율적인 학습자 관리와 학급 관리를 통해 학생 관리의 부담을 줄여주기도 한다.

3. AIDT의 한계와 제고

김소민, 이기마, 김희정(2024)는 AIDT에 대한 이해와 필요성을 조사한 결과에서 대부분의 교사가 AIDT에 대해서 모르고 있으며, 초등수학에서 AIDT가 불필요하다는 연구 결과를 제시하고 있다(Kim, Lee, & Kim, 2024: 205). 또한, 고민정 교육위원회 국회의원은 학부모에게서 AIDT에 대한 찬성과 반대가 비슷하고, 교사의 경우 반대에 경우가 높은 것으로 나타나도 있다(Gonggamsinmun, 2024. 8. 7.). 또한, 한국교원단체총연합회(The Korean Federation of Teachers' Associations, 2024. 4. 15.) 조사 결과에서는 AIDT가 학습에 도움이 될 것이라는 결과가 도움이 되지 않을 것보다 높게 나타나고 있으며, 장점으로 개인 학습자에 대한 학습 코칭 가능, 학습자가 부족한 부분에 대한 자기주도적인 학습 가능, 학습자의 학력 향상 기초자료로 효과적 등을 들고 있다. 단점으로는 학습자가 학습에 있어서 기술에 대한 의존도가 높아질 것을 우려하고, AI 기술을 활용한 학습에 효과성이 미흡하며, 학생 상호작용에 제한적일 수 있다고 하였다. 그리고 저소득층, 지역적 차이 등으로 디지털 격차가 확대될 수 있음을 우려하고 있었다.

이를 통해 볼 때 AIDT에 대한 쟁점과 대안을 살펴볼 필요가 있다.

첫째, AIDT에 대한 효과성의 검증이 필요할 것으로 보인다. 즉, AIDT는 학습자에 맞춤형 학습을 제공하여 학습의 효과성을 높이하고자 하는데 있다. 그럼에도 불구하고 AIDT에 대한 본격적인 개발과 검증에 대한 보완 및 수정의 기간이 길지 않다는 점이며, 또한 디지털 기술의 활용이 학습 성취도에 직접적인 영향을 미치는 것에 연구 결과에 대한 검증이 확인이 되지 않고 있다는 것이다. 또한, 학습자의 창의적 사고나 비판적 사고를 충분히 반영하지 못 할 수 있는 것이다. 그러므로 AIDT를 이용하는 학습자들이 효율적으로 학습이 이루어지게 하는 요인을 찾아야 할 것이다.

둘째, 교과서는 학교 현장에서 사용하는 학교 교육과정에 따른 것이다. 학습자의 시기에 맞도록 배워야 할 교과 내용 포함하는 것으로 교육 자료로서 교육내용에 있어서 학습자와 교사가 학교 현장이나 개인학습과정에서 쉽게 이해하고 인지하도록 해야 하는 것이다. 이는 학습 성취도 면에서 개인 학습자의 노력과 학교 현장의 교육적 전략으로 학습자의 학습이 성장되는 것이라고 볼 수 있다. 서책형 교과서와 AIDT를 비교하였을 때 차이가 없더라도 AIDT가 가지는 질적인 특성을 도출해 내야 하는 것이 중요할 것이다. 그리고, AIDT를 이용한 자기주도적 학습, 학습자의 문제해결력, 비판적 사고력과 같은 것을 설문형태보다는 수행과정 같은 방식의

측정을 통해 조사하는 것이 유의미한 결과를 도출할 것으로 보인다. 여기에는 교사의 수업 전략 등의 외적인 요인들이 배제된 상태에서 이루어져야 한다.

셋째, AIDT를 활용할 경우 심리적, 신체적 영향을 조사하고 개발자, 교사, 학부모, 학생을 위한 실증적 근거에 따른 이용 가이드라인 설정이 필요하다. 즉, AIDT 활용으로 컴퓨터와 터치패드 등 디지털 기기를 초등부터 고등 과정의 학습자들은 사용해야 하는데 이 시기는 신체적으로 성장이 이루어지는 시기이기도 하다. AIDT 활용으로 인해 이 시기 학습자들의 건강에 문제가 생길 수 있음이 우려되고 있다. 서문경애(Seomun et al., 2009) 연구에서는 학교 현장에서의 학생과 교사를 대상으로 책상 및 의자, 조명, 전자파 등에 대한 환경적 측면의 문제와 시력 저하, 자세, 발열 등으로 인한 불편한 환경 등으로 인한 신체적 부분의 문제가 존재하고 있음을 지적한다. 또한, 하버드대 연구(Young et al., 2012: 85)에서는 터치스크린을 기반으로 하는 스마트 기기를 이용하는 것이 건강과 관련되어 있음을 나타내고 있다. 그러므로 교사양의 스마트 기기를 사용할 때 교사와 학생들의 건강에 미치는 신체적·정서적인·심리적 문제가 발생을 줄일 수 있는 가이드라인이 설정 되어야 할 것이다.

넷째, 학습자의 인지 활동과 관련하여 학습자의 연령과 기호에 맞게 학습내용을 제시 할 수 있어야 한다. Daniel과 Woody(Daniel, & Woody, 2013: 20)는 디지털교과서와 서책형 교과서 이용 그룹에서 시험 점수의 결과가 차이가 없는 것으로 제시하고 있다. 이는 디지털교과서를 이용하는 것에 있어서 다른 방식의 콘텐츠를 보거나 사용하는 지체 상황으로 파악되고 있다. 이러한 것을 보완한 AIDT는 학습자가 AIDT를 이용하여 자기주도적인 학습능력을 기르는 것을 고려해야 한다. 그런데 AIDT의 다양한 콘텐츠를 학습자가 제대로 사용하지 않고, 이와 관련 없는 다른 콘텐츠에 몰입하여 사용한다면 학습효과 면에서 오히려 문제가 될 소지가 있다. 또한, 임정훈(Leem, 2010: 129)은 학습자가 멀티미디어 형태의 시각적이고 구조적인 자료에 노출되어 심층적 인지적 정보처리 활동에 대한 조사가 필요함을 제기한다. 이는 AIDT가 가지고 있는 다양한 멀티미디어 자료, 시뮬레이션, 증강현실과 같은 새로운 정보 등은 학습자에게 오히려 인지적 부담을 줄 수 있고, 집중력 저하, 사고력 등에서도 문제가 될 수 있는 것이다.

다섯째, AIDT 활용을 위한 디지털 기기의 문제를 들 수 있다. AIDT를 학교 현장에 적용했을 때 휴대용 디지털 기기 보급을 위해 막대한 예산을 지방교육청이 부담해야 하는 것과 학교에서 사용하는 인터넷망의 노후화와 초고속 인터넷 용량 증설에 따른 교육 예산이 집중되는 문제이다. 여기에 예산이 집중된다면 학교 시설 안전, 기초학력 지원 등 필수 교육사업에 들어가야 할 예산이 줄어들어 학교 현장의 교육환경과 학생들의 학습권에 악영향을 줄 것으로 보인다(Babynews, 2025. 1. 8.). 이는 교육 여건의 악화로 교육의 질을 떨어뜨릴 수 있을 것이다. 그리고, AIDT를 위해 학습자들이 컴퓨터와 터치스크린 등이 적용된 교사양의 디지털 기기 구매에 대한 부담과 AIDT 활용하기 위한 인터넷망에 대한 증설과 유지·관리·보수 등의 비용 문제인 것이다. 오히려 이러한 문제로 학습자들의 디지털 교육격차가 더 벌어질 수 있기 때문이다.

이에 대한 대안으로 시도교육청의 교육 플랫폼과 연동하는 것도 좋을 것이다. 이는 교육청 자체 플랫폼이 다양한 교육 내용을 담고 있고, 교사의 참여가 원활하다는 강점으로 지방자치 시대에 맞는 교육혁신 생태계 조성에 도움이 될 것으로 보인다. 또한, 교육부에서 충분한 예산 지원을 해준다면 교육의 혁신다운 AIDT 교육이 이루어질 것이다.

여섯째, 윤리적인 문제를 들 수 있다. 학습자의 개인정보를 포함한 학습 데이터가 안전하게 관리 되어야 한다. 현대의 디지털 기기의 여러 문제 중에 초상권, 악플, 해킹, 저작권 등의 다양한 문제들이 발생되고 있다. 이러한 문제가 학교 현장에서도 발생할 소지가 있는 것이다. 그러므로 이에 대한 디지털 윤리 교육을 강화 할 필요가 있는 것이다(Park, 2020: 131).

일곱째, 특수교육분야의 교육문제이다. 이는 AIDT 검증 때 장애인 자문이 제한되었다(Hankyoreh21, 2025. 2. 4.). 이는 교육 평등에 문제가 될 소지를 담고 있는 것이다. 특히 장애 학생의 학습권과 장애인 교원의 교육권 보장을 위한 조건이 충족되어야 한다. 서책형 교과서에 서 이제 점자책 교과서 보급이 이루어지고 있는 시점에서 AIDT가 또 다른 장애를 유발 할 수 있는 것이다. 이에 대한 시범 사업 시행과 장애인 사용자 참여 확대를 위한 접근성 개선이 마련되어야 할 필요가 있다.

AIDT는 미래 교육을 위한 혁신일 수 있다. 이러한 교육의 혁신을 위해 AIDT는 하나의 도구라는 것이다. 학습자가 AI를 활용하여 빠른 정보를 제공받아 맞춤형 학습을 하는 것도 좋지만 학습자의 창의적 사고, 비판적 사고, 탐구 및 토론 중심의 학습을 통한 경험, 상호작용을 통한 공감능력 등이 성장하는 교육으로서 검증이 필요할 것으로 보인다.

III. 결론 및 제언

디지털 기술의 발전은 사회를 빠르게 변화시키고 새로운 패러다임을 낳고 있다. 4차 산업 혁명의 언급은 COVID-19를 거치면서 가속화되었고, 교육에서도 혁신을 강조하면서 디지털 기술을 활용하게 되었다. 기존에 사용하던 서책형 교과서 대신 디지털화된 디지털교과서를 거쳐 이제는 인공지능(AI)을 활용한 교과서를 활용하기에 이르렀다. 여기에는 다양한 디지털 콘텐츠를 활용한 멀티미디어 기능이 탑재되어 학습자를 위한 맞춤형 학습과 수준별 학습 등으로 학습자의 학습효과를 높이는 데 강점으로 부각되고 있다. 또한 교사에게는 보다 쉽게 수업을 진행하고, 학습을 관리 할 수 있는 방법들을 제공하는 기능을 가지고 있다. 그럼에도 불구하고 현재 AIDT는 많은 논란거리가 되고 있다.

이는 교육부 위주의 일방적인 정책이 가장 큰 문제일 수 있지만 자세히 살펴보면 다양한 문제를 담고 있다. 기술적인 부분과 물질적인 문제를 제외하더라도 AIDT가 학습자를 위한 혁신적인 교육 도구로 필요한 것이라는 부분에서 고민을 해야 할 것으로 보인다. 즉, 교육은 배움

을 통해 현재의 상태보다 나은 상태를 지향하도록 하여 자신의 삶에 주체성을 갖고 삶을 만족하며 살아가게 하는 데 있다. 이러한 교육이 교육부는 AIDT를 통해 가능하게 하려고 한다.

무엇보다 고려되어야 할 것은 먼저 AIDT의 핵심인 맞춤형 학습 측면에서 AI를 통해 획일화되는 교육을 학습자에게 강요하는 것은 아닌지 고려해 보아야 할 것이다. 또한, 학습과정을 통해 AI가 빠른 답을 알려주면 학습자가 할 일은 없다는 것이다. 즉, 교육은 생각의 과정을 통해 학습자들이 앞으로의 문제에 대한 다양한 해결책을 갖도록 하는 데 있다. 그럼에도 불구하고 AIDT의 활용은 학습자의 문해력을 저하시킬 수 있다. 다음으로 교사로서의 역할이 교육자가 아닌 관리자의 역할로 전락하게 되는 문제이다. AIDT는 다양한 멀티 프로그램이 결합되어 교사보다도 방대 양의 지식을 활용한다. 이에 대해서 학생은 교사보다 AIDT에 의존하게 되어 디지털 노예로 전락하게 될 수도 있다. 물론 교사는 AIDT를 활용해 효과적이고, 효율적으로 학습의 학생을 파악한다는 장점이 있다. 그러나 달리 생각한다면 관리자로서의 성격이 짙다고 하겠다.

AIDT는 4차산업혁명 시기에 혁신적인 교육 패러다임을 나타낸다. 이러한 패러다임을 강점으로 살리기 위해서는 첫째, 현재의 지자체로 운영되는 교육예산의 부담을 줄여주어 국가 차원의 현실적인 예산확보 계획과 효율적인 집행 방안이 마련되어야 할 것이다. 둘째, AIDT의 법적인 지위 문제에 대한 불확실성을 해소하고, 학교 현장에서 체계적으로 운영될 수 있도록 효율적인 지원체계를 마련해야 한다. 셋째, 학교 현장에 있는 교사들을 위한 체계적인 연수 프로그램을 통해 교육혁신에 걸맞는 교육이 이루어지도록 해야 한다. 넷째, AIDT를 학습자를 위한 도구로 장애인, 빈부, 수도권과 비수도권, 학교별 등의 차별이 없는 그 시기에 맞는 학습자가 공평하고, 평등하게 사용하도록 하여 교육을 통한 삶의 만족을 갖도록 해야 한다. 이와 더불어 AIDT가 학습자에게 또 다른 학업 부담이 되지 않도록 하여 학습자가 스스로 학습하도록 하는 자기 주도적인 학습이 되도록 해야 한다. 이를 통해 AIDT는 백년지대계의 교육 방향으로 교육의 혁신을 이룰 것으로 보인다.

References

- Ahn, M. H., & Yu, H. S. (2024). A Study on the Type of Perceptions about Teachers towards AI Digital Textbooks. *Journal of Korean Society for the Scientific Study of Subjectivity: Q Methodology and Theory*, 66, 107-126.
- Ahn, S. H. (2018). Analysis of the Relation between ICT Literacy and Side Effects of Using Smart Devices for Teenagers. *Journal of Creative Information Culture*, 4(3), 205-212.
- Choi, S. Y., Cha, N. R., Jung, H. S., Noh, H. N., & Kim, D. K. (2024). Elementary Teachers'

- Perceptions on the Adoption of AI Digital Textbooks. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 24(18), 769-791.
- Daniel, D. B., & Woody, W. D. (2013). E-textbooks at What Cost? Performance and Use of Electronic vs. Print Texts. *Computers & Education*, 62, 18-23.
- Hietajärvi, L., Maksniemi, E., & Salmela-Aro, K. (2022). Digital Engagement and Academic Functioning. *European Psychologist*, 27(2), 102-115.
- Hong, S. J., Hwang, Y. H., Park, Y. J., & Lee, S. M. (2024). Expectations and Concerns about Adopting AI Digital Textbooks: Based on Investigation of Teachers' Use of AI and Digital Tools. *The Journal of Studies in Language*, 40(1), 7-20
- Etnews (2025. 1. 7.). <AI 디지털교과서 검증 청문회> 시도교육청, “AI 디지털교과서 지방교육 재정으로 부담하는 것 가혹”. Retrieved 2025. 2. 13., from <https://www.etnews.com/20250117000178> (Translated in English) Etnews (2025. 1. 7.). At the AI Digital Textbook Verification Hearing, the Provincial Education Office Said, “It is Harsh to Burden AI Digital Textbooks with Local Education Finance.”
- Babynews (2025. 1. 8.). “학생은 실험대상 아니다, AI디지털교과서 즉시 중단하라”. Retrieved 2025. 2. 13., from <https://v.daum.net/v/20250108142608477> (Translated in English) Babynews (2025. 1. 8.). “Students Are Not Test Subjects, Stop the AI Digital Textbook Immediately.”
- Kim, J. H. (2024). An Analysis of Special Education Teachers' Perception Regarding the Educational Use of AI Digital Textbooks. *The Journal of Special Children Education*, 26(4), 45-67.
- Kim, J. S. (2012). *The Effects of Science Process Skill and Academic Achievement by Science Lesson Using Digital Text-book*. Unpublished Master's Thesis, Busan National University of Education.
- Kim, J. W. (2016). *Effectiveness Analysis of Classes Utilizing Digitaltextbook on 21st Century Skills of Learner for Elementary School Students : Focused on 4th Graders*. Unpublished Master's Thesis. Gyeongin National University of Education.
- Kim, K. S., & Heo, M. Y. (2025). Analysis of AI Digital Textbooks for Educational Use: Focusing on the Case of Elementary School Curriculum. *Journal of Creative Information Culture*, 11, 99-108.
- Kim, M. C., & Kim, Y. H. (2018). Analysis of Research Trends on Digital Textbook: Based on Text Network Analysis. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 24(2), 387-412.

- Kim, S. M., Lee, K. M., & Kim, H. J. (2024). Introduction of AI Digital Textbooks in Mathematics: Elementary School Teachers' Perceptions, Needs, and Challenges. *Education of Primary School Mathematics*, 27(3), 199-226.
- Kwon, S. W. et al. (2014). Differences of Brain Activation between Using a Digital and a Paper Textbook: EEG Study. *The Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 14(5), 67-85.
- Lee, E. J. (2015). *Study on Effects of Historical Maps in Digital Textbooks*. Unpublished Master's Thesis, Ewha Womans University.
- Leem, J. H. (2010). Digital Textbook-Based Instruction in Elementary School: Main Issues and Future Tasks. *The Journal of Korean Educational Forum*, 9(1), 87-114.
- Leem, J. H. (2012). Future Direction for Designing and Developing Digital Textbooks Based on a Perspective of Holistic Education. *Journal of Holistic Convergence Education*, 16, 125-150.
- Lim, C. W. (2024). Critical Reflections on AI-based Personalized Education: Expectations, Concerns, and Policy Recommendations for AI Digital Textbooks. *Education Review*, 56, 178-224.
- Min, K. Y. (2017). A Study Exploring the Effects of Digital Textbooks on Future Education. *Culture and Convergence* 39(1), 183-202.
- Ministry of Education, Science and Technology (2011). *Smart Education Promotion Strategy: The Path to Becoming a Talent Powerhouse*.
- Ministry of Education, Science and Technology (2008). *2008 Digital Textbook Development and Implementation Plan*. Ministry of Education, Science and Technology.
- Ministry of Education (2013). *Announcement of the 2013 Digital Textbook Development and Application Plan - Pilot Application for Social Studies and Science in 1st Year of Middle School and 3rd-4th Grade of Elementary School in the 2014 Academic Year*.
- Ministry of Education (2023a). *AI Digital Textbook Implementation Plan (Draft)*.
- Ministry of Education (2023b). *Digital-Based Educational Innovation Plan for Realizing Personalized Education for All*.
- OECD (2001). Education Policy Analysis 2001. Centre for Educational Research and Innovation.
- Park, C. J. (2015). *A Meta-analysis of the Effects of Digital Textbooks in English Classrooms*. Unpublished Master's Thesis, Korea National University of Education.
- Park, S. H. (2020). Using of Digital Textbook for the Cultivation of Digital Citizenship. *Journal of Digital Convergence*, 18(2), 111-119.

- Seomun, G. A., Kim, E., & Noh, W. J. (2012). A Review of Studies on the Health-adverse Effects in using Digital Textbooks. *Journal of Digital Convergence*, 10(1), 165-175.
- Seo, M. H. (2014). *Present of the Digital Textbooks in South Korea and Study on the near Future Design Format*. Unpublished Master's Thesis, Sungkyunkwan University.
- Sim, C. Y. (2024). The Basics of AIDT-powered English Education. *ESP Review*, 6(2), 137-154.
- Sohn, W. S., Han, J. H., Choy, J. Y., Seo, J. H., Choy, Y. C., Han, T. D., & Lim, S. B. (2010). Fundamental Study on the Technology and Application for the Next Generation Digital Textbook. *Journal of The Korean Association of Information Education*, 14(2), 165-174.
- Song, Y. H. (2011). *Comparison of Learning Effect between Digital Textbook and Paper Textbook in Class*. Unpublished Doctoral Dissertation, Ewha Womans University.
- Young, J., Trudeau, M., Odell, D., Marinelli, K., & Dennerlein, J. (2012). Touch-screen Tablet User Configurations and Case-support Tilt Affect Head and Neck Flexion Angles. *Work*, 41(1), 81-91.
- 공감신문 (2024. 8. 7.). 학부모 · 교원 70% 이상 “AI 디지털교과서 도입 반대”. Retrieved 2024. 12. 13., from <https://www.gokorea.kr/news/articleView.html?idxno=802193> (Translated in English) Gonggamsinmun (2024. 8. 7.). *More than 70% of Parents and Teachers Oppose the Introduction of AI Digital Textbooks*.
- 교육과학기술부 (2011). 스마트교육 추진전략. (Translated in English) Ministry of Education, Science and Technology. 2011) *Smart Education Promotion Strategy*.
- 교육과학기술부 (2012). 교육과학기술부공고제2012-603호 교과용도서예에 관한 규정 일부 개정령 (안) 입법예고. (Translated in English) Ministry of Education, Science and Technology (2012). 2012-603 *Legislative Notice of the Partial Amendment to the Regulations on Textbooks*.
- 교육부 (2018. 3. 30.). 미래교육의 첫발, 디지털교과서와 소프트웨어교육 실시. Retrieved 2024. 12. 15., from <https://lrl.kr/fElFX> (Translated in English) Ministry of Education (2018. 3. 30.). *The First Step in Future Education: Implementation of Digital Textbooks and Software Education*.
- 교육부 (2022. 2. 11.). 교육분야 인공지능 윤리원칙(시안). Retrieved 2024. 12. 4., from <https://lrl.kr/gki8s> (Translated in English) Ministry of Education (2022. 2. 11.). *Ethical Principles for Artificial Intelligence in Education (draft)*.
- 교육부 (2023. 2. 23.). 디지털 기반 교육혁신 방안. Retrieved 2024. 12. 4., from <https://lrl.kr/UDtP>

- (Translated in English) Ministry of Education (2023. 2. 23.). Digital-based Education Innovation Plan.
- 교육부 (2024. 4. 15.). 디지털 기반 교육혁신 역량 강화 지원방안. Retrieved 2024. 12. 4., from <https://lrl.kr/cWvQK> (Translated in English) Ministry of Education (2024. 4. 15.). Support Plan for Strengthening Digital-based Educational Innovation Capabilities.
- 김정원, 서정희, 신인철, 이정태, 정윤경, 정종원 (2017). 2016년도 디지털교과서 효과성 검증을 위한 연구학교 사전-사후검사. 한국교육학술정보원 연구보고. (Translated in English) Kim, J. W., Seo, J. H., Shin, I. C., Lee, J. T., Jeong, Y. K., & Jeong, J. W. (2017). *Pre- and Post-tests of Research Schools for Verifying the Effectiveness of Digital Textbooks in 2016*. KERIS Research Report.
- 마이민트뉴스 (2024. 12. 10.). AI 디지털 교과서 도입, 교사와 학부모의 반발. Retrieved 2024. 12. 13., from <https://www.mimint.co.kr/bbs/view.asp?strBoardID=news&bbstype=S1N12&bidx=4668931> (Translated in English) MimintNews (2024. 12. 10.). *Introduction of AI Digital Textbooks, Backlash from Teachers and Parents*.
- 민주연구원 (2016. 10. 4.). 디지털교과서 전면 도입의 문제점과 개선 방안. Retrieved 2024. 12. 15., from <https://lrl.kr/cWvQh> (Translated in English) The Institute for Democracy (2016. 10. 4.). *Problems with the Full Adoption of Digital Textbooks and Improvement Measures*.
- 박진용, 권영락, 김정호, 이동엽 (2014). 미래 사회 교육 환경 변화에 따른 교과서 발전 방안. 한국교육과정평가원 연구보고. (Translated in English) Park, J. Y., Kwon, Y. R., Kim, J. H., & Lee, D. Y. (2014). *Measures for the Development of Textbooks in Response to Changes in the Educational Environment of Future Society*. KICE Research Report.
- 서문경애, 천병철, 이상민, 양은주, 김은영, 박선아, 박승철, 정광훈 (2009). 디지털교과서 활용이 학생과 교사의 건강에 미치는 영향 분석 연구. 연구보고서. 한국교육학술정보원. (Translated in English) Seomun, K. A., Cheon, B. C., Lee, S. M., Yang, E. J., Kim, E. Y., Park, S. A., Park, S. C., & Jeong, G. H. (2009). *A Study Analyzing the Impact of the Use of Digital Textbooks on the Health of Students and Teachers*. KERIS Research Report.
- 서영민, 이영준 (2012). 디지털교과서의 과거, 현재, 미래. 한국통합교육과정학회 학술발표논문집, 11, 1-25. (Translated in English) *The Past, Present, and Future of Digital Textbooks*. Report on SSCI Conference, 11, 1-25.
- 에듀인뉴스 (2016. 10. 10.). 2015 개정 교육과정 적용에 따른 디지털교과서 정책 제안. Retrieved 2024. 12. 13., from <https://lrl.kr/bAAWk> (Translated in English) EduinNews

- (2016. 10. 10.). *Proposal for a Digital Textbook Policy in Accordance with the Application of the 2015 Revised Curriculum*.
- 정영식, 정영훈, 임서은, 류진선, 서혜숙, 안희철 (2017). 미래형 디지털교과서 구현 방안 연구. 한국교육학술정보원 연구보고. (Translated in English) Jeong, Y. S., Sung, Y. H., Lim, S. E., Yoo, J. S., Suh, H. S., & An, H. C. (2017). *Study on the Implementation of Future Digital Textbooks*. KERIS Research Report.
- 한겨레21 (2025. 2. 4.). AI 없는 AI 교과서 “선부른 정책으로 수업 교란”. Retrieved 2025. 2. 12., from <https://v.daum.net/v/20250204171301845> (Translated in English) Hankyoreh21 (2025. 2. 4.). *AI Textbook without AI “Disrupting Classes with Premature Policies”*.
- 한국교원단체총연합회 (2024. 4. 15.). 교육부의 디지털 기반 교육혁신 역량 강화 지원방안에 대한 입장. Retrieved 2024. 12. 17., from <https://www.kfta.or.kr/usr/wap/detail.do?app=16527&seq=240415000002> (Translated in English) The Korean Federation of Teachers' Associations (2024. 4. 15.). *Position on the Ministry of Education's Plan to Support the Strengthening of Digital-based Educational Innovation Capabilities*.
- 한국교육학술정보원 (2018). 학교관리자를 위한 디지털교과서 가이드북. 대구: 한국교육학술정보원. (Translated in English) KERIS (2018). *Digital Textbook Guidebook for School Administrators*. Daegu: Korea Education and Research Information Service.
- 한국교육학술정보원 (2023). AI 디지털교과서 개발 가이드라인. (Translated in English) KERIS. (2023). *Guidelines for the Development of AI Digital Textbooks*.
- 현대경제연구원 (2016). 2016년 다보스 포럼의 주요 내용과 시사점-‘4차 산업 혁명’, 글로벌 성장 원동력으로. 현대경제연구원 현안과 과제 16-2호. (Translated in English) Chung, M. (2016). *Key Points and Implications of the 2016 Davos Forum - ‘The Fourth Industrial Revolution’, a global growth engine. Issues and tasks 16-2*. Hyundai Research Institute.