

## Analysis of Factors Influencing Elementary School Teachers' Use of AI Digital Tools

Soo-Bum Shin\*, Seul-ki Kim\*\*, In-Seong Jeon\*\*\*

\*Professor, Dept. of Computer Education, Gongju National University of Education, Gongju, Korea

\*\*Teacher, Elementary School, Gyeonggi-do Office of Education, Gyeonggi-do, Korea

\*\*\*Professor, Dept. of Computer Science Education, Gwangju National University of Education, Gwangju, Korea

### [Abstract]

This study aims to analyze the factors influencing elementary school teachers' utilization of AI digital tools in education and to propose policy directions for the effective dissemination of AI-based teaching. Given that the use of AI digital tools is currently limited to specific educational effects and their adoption rate falls short of expectations, this study seeks to identify key factors affecting elementary school teachers' AI digital tool utilization. To achieve this, a multivariate regression analysis was conducted using the Seemingly Unrelated Regression (SUR) model. Six independent variables were set, while three dependent variables were defined. Pearson's linear correlation analysis was used to exclude five non-significant variable combinations, and ultimately, 13 variable combinations were analyzed through SUR individual regression and dependent variable interdependence regression analysis. The analysis revealed that teachers' confidence and beliefs had the strongest impact on all dependent variables. Additionally, school support and teacher training were found to be significant factors in facilitating advanced learning. However, AI digital literacy and utilization skills did not directly correlate with the dependent variables, indicating that teachers' attitudes and beliefs play a more crucial role in AI digital tool adoption than mere technical proficiency. It is essential to support teachers in ways that shift their attitudes and beliefs to promote the utilization of AI digital tools. In particular, teacher training should go beyond developing technical skills and focus on fostering positive perceptions of AI usage in education. Additionally, school-level support and professional development programs should be strengthened to further facilitate advanced learning.

▶ **Key words:** AI digital utilization, teacher beliefs, motivation, multivariate regression analysis, SUR Model

- 
- First Author: Soo-Bum Shin, Corresponding Author: In-Seong Jeon
  - \*Soo-Bum Shin (ssb@gjue.ac.kr), Dept. of Computer Education, Gongju National University of Education
  - \*\*Seul-ki Kim (tmfrlska85@gmail.com), Elementary School, Gyeonggi-do Office of Education
  - \*\*\*In-Seong Jeon (jinsung4069@gnue.ac.kr), Dept. of Computer Science Education, Gwangju National University of Education
  - Received: 2025. 05. 20, Revised: 2025. 06. 10, Accepted: 2025. 06. 10.

## [요 약]

본 연구는 교사의 AI디지털 활용 요인을 분석하여 AI 기반 교육의 효과적인 확산을 위한 정책적 방향을 제시하는 것을 목적으로 한다. 현재 AI디지털 도구의 활용이 특정 교육 효과에 제한적으로 이루어지고 있으며, 그 확산 속도가 기대에 미치지 못하는 현실을 고려하여, 교사의 AI디지털 활용에 영향을 미치는 주요 요인을 규명하고자 한다. 이를 위해 본 연구는 *Seemingly Unrelated Regression (SUR)* 모델을 활용한 다변량 회귀분석을 수행하였다. 독립변수로 6개 변수를, 종속변수로는 3개 변수를 설정하였다. 피어슨 선형 상관관계 분석을 통해 유의미하지 않은 5개 변수 조합을 제외하고, 최종적으로 13개 변수 조합을 대상으로 SUR 개별 회귀 및 종속변수 간 의존 회귀분석을 실시하였다. 분석 결과, 교사의 자신감 및 신념이 모든 종속변수에 가장 강한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 또한 심화학습 촉진의 경우, 학교 지원과 교원 연수도 유의미한 영향 요인으로 분석되었다. 반면, AI디지털 소양 및 활용 역량은 종속변수들과 직접적인 관계를 형성하지 못하는 것으로 나타났으며, 이는 AI디지털 활용이 단순한 기술적 역량보다는 교사의 태도와 신념에 더 큰 영향을 받는다는 점을 시사한다. AI디지털 도구 활용의 확산을 위해서는 교사의 태도와 신념을 변화시키는 방향으로 지원이 이루어질 필요가 있다. 특히, 교원 연수는 단순한 기술적 역량 향상을 넘어서 AI 활용에 대한 교사의 긍정적 신념을 형성하는 방향으로 설계되어야 한다. 또한, 심화학습 촉진을 위해서는 학교 차원의 지원과 교원 연수가 강화될 필요가 있다.

▶ **주제어:** AI디지털 활용, 교사 신념, 동기유발, 다변량 회귀분석, SUR 모델

## I. Introduction

최근 AI 기술의 비약적 발전으로 교육 현장에도 AI 기반 교육 기술(EdTech)이 빠르게 확산되며, 학습자의 개별화·맞춤형 학습을 지원하고 있다[1,2]. 국내에서는 『디지털 기반 미래교육 전환 종합방안(교육부, 2022)』이, 국제적으로는 OECD 『Digital Education Outlook (2021)』이 디지털 기반 교육전환을 국가 차원의 핵심 의제로 채택하고 있어 기술 변화와 교육 맥락의 정책적 연계성이 강화되고 있다. 특히, 교사들은 이러한 AI디지털 기술을 통해 수업 준비와 진행의 효율화, 자료 공유의 용이성, 학습 동기 유발 촉진 등에 가장 주목하고 있는 것으로 나타났다[3,4].

교육당국 역시 AI디지털 도구의 확산을 위해 다양한 교육 자료 개발, 인프라 지원, 교원 연수 프로그램을 추진하고 있다. 하지만 기존 교원 연수 프로그램은 주로 단순 응용 소프트웨어 활용이나 기본 소양 역량 강화에 집중되어 있어 심화학습, 창의적 교수법 개발 측면에서는 미흡한 점이 지적되고 있다[5]. 이는 AI 기반 교육 기술의 도입이 단순 기술적 접근이 아니라, 교수-학습의 패러다임 전환을 필요로 하기 때문이며[6], 실제 교사들은 기술 사용 역량뿐만 아니라 AI 교육의 철학적·윤리적 문제, 교육과정 내 적절한 적용 방안 등에 대한 깊이 있는 연수를 요구하고 있다[7].

최근 이러한 문제를 보완하려는 시도로 찾아가는 학교 연수, AIDT(AI in Digital Teaching) 교원 연수 프로그램과 같은 다양한 노력이 진행되고 있으나, 여전히 많은 교사들은 AI디지털 도구의 사용에 제한적이며, 도구 활용의 확산 속도도 기대만큼 빠르게 이루어지지 않고 있다[8]. 이는 AI 기반 기술이 교사의 교수법 변화와 학습자 중심의 교육 방식으로 전환되는 과정에서 여러 장애 요인이 존재하기 때문으로 분석된다[9].

그러나 선행연구는 대부분 단일 종속변수에 국한되어 있어, 본 연구처럼 SUR 모델을 활용하여 동기유발·수업 편리성·심화학습의 다중 종속 효과를 동시 검증한 사례는 드물다. 따라서, AI디지털 도구 활용의 확산과 심화학습 촉진 요인을 다변량 회귀분석을 통해 규명할 필요가 있으며, 이를 통해 AI디지털 도구 확산을 위한 정책 방향을 설정하고, 교사들의 실제 필요와 현장의 요구를 반영한 효과적인 지원 전략을 마련하는 데 기여할 수 있을 것이다.

## II. Preliminaries

### 1. Concept and Types of AI-Digital Tools

AI디지털이라는 개념은 인공지능과 디지털 기술이 결합된 용어로서 전통적인 디지털 도구에 인공지능 요소를 추가한 보다 광범위한 의미를 지니며 새로운 개념을 창출하는 것이 아니라 기존 기술의 융합을 통한 확장된 활용 가능성을 나타낸다. 국내에서는 이와 유사한 개념으로 '에듀테크'라는 용어가 혼용되어 사용되고 있으며 AI디지털 도구의 범위는 매우 다양하여 각 도구가 요구하는 접근성과 활용 역량이 상이하다는 점에 주목할 필요가 있다. 한국교육학술정보원은 학습콘텐츠, 소통, 창작, 관리로 분류하고 다시 학습 콘텐츠를 수업지원, 학습지원 실감형 콘텐츠, SW교육, AI교육으로 세분화하였다[10]. 경기도교육청은 에듀테크를 상호작용 및 협력 도구, 콘텐츠 제작 도구, 개별화 학습 도구, 예측 및 분류 도구, 학습 관리 도구로 구분하고 있다[11]. 특히, LMS(학습관리시스템) 기반 교수학습 플랫폼은 AI디지털 도구의 주요 활용 방식 중 하나로, 교사와 학생 간 상호작용을 강화하고, 개별 맞춤형 학습 경험을 제공할 수 있다[12]. 본 연구에서는 교육현장에서의 실질적 활용을 고려하여 AI 디지털교과서는 2025년도 도입 예정인 관계로 교사의 인식 평가 대상에서 제외하였으며, AI 코딩과 피지컬 컴퓨팅 도구 역시 연구 범위에서 배제하였다.

### 2. Factors Influencing AI-Digital Utilization

Peggy A. Ertmer 등(2010)은 교사의 IT활용에 미치는 요인에 대해서 IT 지식, 자기효능감 신념, 교육 신념, 학교, 과목의 문화, 지원 및 자원으로 제시하였다[13]. IT지식은 AI디지털 소양으로 해석가능하며 자기효능감에 대한 신념은 IT사용 결과에 대한 수업 만족도 수준이라고 할 수 있다. 교육 신념은 교사가 기본적으로 가지고 있는 교육 철학, IT에 대한 태도이며 학교 및 과목의 문화는 관리자나 주변 교사의 지원 또는 활용에 대한 권장 수준과 바라보는 태도 그리고 해당 교과목의 특징이나 운영 방식이라고 할 수 있다. 지원 및 자원은 교원연수와 관련 도구 즉 실제 AI디지털 도구의 접근성이나 안내 자료 등이라고 할 수 있다.

또한 Judit T. Nagy(2024)는 대학의 교강사가 IT활용에 대한 주요 요인을 을 다음과 같이 5가지를 제시하였다. 그것은 디지털 역량, 제도적 지원, 자기효능감, 동료 지원, 기술 스트레스라고 할 수 있으며 기술 스트레스는 활용 요인을 감소시키는 요인이라고 할 수 있다[14].

그리고 Timotheou. S 등(2023)은 디지털 기술의 교육적 통합에 영향을 미치는 주요 요인을 디지털 역량, 교사의 개인적 특성, 전문성 개발, 학교 리더십과 관리, 행정, 그리고 인프라 등으로 제시하였다[15]. 개인적 특성이란 교사의 태도, 자기 효능감, 기술 통합에 대한 준비 상태 등을 의미한다.

이상의 선행연구들을 종합하면 교사의 AI디지털 도구 활용에 공통적으로 영향을 미치는 핵심 요소는 디지털 역량, 자기효능감, 그리고 학교 또는 제도적 지원으로 요약할 수 있다.

### 3. Effects of AI-Digital Tool Utilization

AI디지털 도구의 활용 효과는 다양하게 나타난다. 전술하고 있듯이 AI디지털 도구는 학습 동기를 유발하고 수업 진행의 편리성을 향상시키며, 심화학습 기회를 확대하는 등 실제 교육 환경에서 긍정적인 영향을 미치는 것으로 평가된다.

조정희(2023)는 교사에게 설문한 결과 많은 교사들이 흥미 증진을 가장 큰 효과로 응답하였으며 수업의 효과적인 진행 역시 중요한 효과로 나타냈다[16]. KERIS(2022), 교육부(2022)의 연구 보고서에서도 동기유발과 수업 편리성이 교육 현장에서 유익하다는 결과가 확인되었다[3]. 해외 연구에서는 동기유발이라는 용어 대신 참여도(Engagement) 증가를 강조하며 AI디지털 도구 활용이 참여도를 높이는 데 기여한다고 보고하고 있다[17].

또한 해외 연구에서는 AI디지털 도구 활용 효과로 적응형 학습 및 형평성과 포용성 증진을 언급하고 있다[18]. 특히 OECD는 AI 기술이 다양한 학습자의 요구를 반영해 개인화된 학습을 제공함으로써, 포용성과 형평성을 증진할 수 있는 가능성을 지닌다고 보고 있다[18]. 그리고 전술하고 있는 바와 같이 AI디지털 도구의 가장 중요한 목적은 창의성 증진, 학습자 참여 및 심화학습 촉진에 기여하는 것이라고 할 수 있다[17,19]. 창의성 및 심화학습의 구체적인 수업 방법으로 UNESCO(2020)는 학생 간 협력 학습(Collaborative Learning)을 촉진한다고 제시하고 있다. 향후에는 AI가 학생 간의 토론을 분석하고 실시간 피드백을 제공할 수 있을 것이다[20].

동기유발, 수업편리성의 효과가 의미하는 것은 현재 수업의 효율성을 반영하는 한편, 창의성 증진 및 심화학습, 협동학습 촉진 지원은 보다 혁신적인 수업 방향성을 제시한다고 할 수 있다.

### III. Research Methods

본 연구에서는 교사의 AI디지털 활용에 영향을 미치는 요인을 분석하고, 효과적인 확산 방안을 탐색하기 위해 다음과 같은 연구 방법을 수행하였다.

첫째, Seemingly Unrelated Regression (SUR) 모델을 활용한 다변량 회귀분석을 수행하였다. 일반적인 다변량 회귀분석(MRA)이 각각의 종속변수를 독립적으로 분석하여 종속변수 간의 관계를 고려하지 않는 것과 달리, SUR 모델은 서로 다른 회귀식에 등장하는 오차항들 간에도 상관관계가 존재할 수 있다는 점을 반영한다. 즉, 여러 종속변수가 서로 관련되어 있을 때, SUR 모델은 이들 회귀식의 오차항 간의 공분산 구조를 함께 추정함으로써 보다 효율적이고 정교한 추정을 가능하게 한다. 본 연구의 경우 AI디지털 도구 활용이 교사의 동기유발, 수업 편리성, 심화학습 촉진이라는 서로 연관될 수 있는 여러 결과변수에 동시적으로 영향을 미칠 수 있기 때문에 SUR 모델이 적합하다. 이를 통해 각 종속변수에 대한 영향을 개별적으로 분석하는 것보다 더 신뢰성 있는 분석 결과를 도출할 수 있었다.

둘째, 선행연구를 기반으로 AI디지털 소양 역량, AI디지털 활용 역량, 자신감 및 신념, 교원 연수, 학교 지원, 인프라 등 6개의 독립변수를 도출하였다. 또한, 교사의 AI디지털 활용 효과를 측정하기 위해 종속변수로 동기유발, 수업 편리성, 심화학습 촉진을 설정하였다. 이후 피어슨 상관분석을 통해 유의미하지 않은 변수를 제외하고 최종적으로 13개 변수 조합을 분석 대상으로 선정하였다.

셋째, AI디지털 활용에 대한 교사의 인식을 측정하기 위해 12개 문항으로 구성된 5단계 리커트 척도 설문지를 개발하였다. 설문 문항의 신뢰성과 타당성을 검토하기 위해 AI 및 컴퓨터교육 전문가 7명을 대상으로 델파이 조사를 수행하였다. 최종 확정된 설문지는 2024년 하반기 한 달간 온라인으로 배포되었으며, 충청권 초등학교 100명을 대상으로 응답을 수집하였다.

넷째, 수집된 데이터를 바탕으로 종속변수(동기유발, 수업 편리성, 심화학습 촉진)에 대한 기초통계 분석을 수행하였으며, 각 변수 간 선형 상관관계를 파악하기 위해 피어슨 상관관계수 분석을 실시하였다. 이를 바탕으로 6개의 독립변수와 3개의 종속변수로 구성된 최종 SUR 회귀 모형을 설정하고, 개별 회귀 및 종속변수 간 의존 관계를 분석하였다.

### 1. Selection of the SUR Model and Variables

#### 1.1 Background for Model Selection

본 연구는 교사의 AI디지털 활용에 영향을 미치는 주요 요인을 분석하기 위해 Seemingly Unrelated Regression (SUR) 모델을 적용하였다. 다변량 회귀분석(MRA)은 종속변수 간의 관계를 고려하지 않는 반면, SUR 모델은 종속변수 간의 오차항이 상관될 가능성이 높은 경우 더 정교한 추정을 수행할 수 있는 장점이 있다[21]. 따라서 본 연구에서는 동기유발, 수업 운영 편리성, 심화학습 간의 상호작용을 반영하여 보다 정확한 회귀 분석을 수행하였다. AI디지털 도구 활용은 수업의 편리성, 학습 동기유발, 심화학습 촉진 등 여러 교육적 요소에 동시에 영향을 미칠 수 있으며, 각 교육적 요소 역시 서로 간에 관계 속에서 변화할 가능성이 있다. 또한, 하나의 독립변수가 여러 종속변수에 영향을 미칠 뿐만 아니라, 종속변수 간에도 상호작용이 발생할 가능성이 있기 때문에 SUR 모델이 이러한 복합적인 관계를 분석하기에 적합하다고 판단하였다. 모델 적용에 앞서, 피어슨 상관관계수 분석을 통해 독립변수와 종속변수 간의 관계를 사전에 검토한 후, 이를 바탕으로, 최종적으로 독립변수와 종속변수를 선정하였다[22].

#### 1.2 Selection of Independent Variables

선행 연구에 따르면, AI디지털 활용에 영향을 미칠 수 있는 주요 요소는 IT 역량이다.

본 연구에서는 이를 AI디지털 소양 역량과 AI디지털 활용 역량으로 세분화하여 독립변수로 설정하였다. 또한, 선행 연구에서 제시된 자기효능감과 신념의 개념이 유사하다고 판단하여, 이를 하나로 통합한 "자신감신념"을 독립변수로 선정하였다.

한편, '찾아가는 연수' 사업 등을 통해 AI디지털을 활용하는 교원 연수가 지속적으로 이루어지고 있으며, 이는 실제 수업에서 AI디지털 도구 활용에 영향을 미칠 가능성이 크다.

따라서 교원 연수도 독립변수로 포함하였다. 또한, Timotheou, S 등(2023)은 학교 리더십을 디지털 활용 수업의 주요 영향 요인으로 제시하며, 이를 학교 풍토의 개념으로 광범위하게 정의하였다[15]. 학교 풍토에는 학교 관리자의 역할뿐만 아니라 동료 교사의 지원도 중요한 요소로 포함되므로, 본 연구에서는 이를 통합하여 "학교지원"이라는 개념으로 독립변수를 설정하였다. 국내 AI디지털 활용과 관련된 연구에서는 디지털 기기 및 네트워크 등 인프라 수준이 지속적으로 중요한 요소로 지적되고 있다. 이에 따라 AI디지털 인프라를 독립변수로 포함하여 그 영향을 분석하였다.

이를 종합하여 다음 <Table 1>과 같이 독립변수를 정리하였다. <Table 1>의 여섯 변수는 TAM의 'Perceived Ease of Use/Usefulness'와 UTAUT의 'Performance Expectancy, Effort Expectancy, Social Influence, Facilitating Conditions'에 각각 대응한다. 예컨대 'AI-Digital Utilization'은 TAM의 사용용이성 및 UTAUT의 Effort Expectancy를, 'Confidence & Beliefs'는 사용용이성 및 Performance Expectancy를 포함한다.

Table 1. Factors Influencing AI-Digital Utilization (Independent Variables)

Independent Variable	Description
AI-Digital Literacy	▪ Basic understanding and knowledge of AI-digital tools
AI-Digital Utilization	▪ Ability to apply AI-digital tools in subject teaching
Confidence & Beliefs	▪ Teachers' self-efficacy, beliefs, and attitudes toward AI-digital tool use
School Support	▪ Support and encouragement from administrators and peer teachers
Teacher Training	▪ Professional-development programs to enhance teachers' competencies
AI-Digital Infrastructure	▪ Physical environment and devices such as high-speed Internet, PCs, tablets

### 1.3 Selection of Dependent Variables

본 연구의 종속변수는 교사가 AI디지털 도구를 활용한 수업에 대한 인식으로 설정하였다. 특히 국내 현장 교사들이 중요하게 인식하는 '동기유발'과 '수업 편리성 증대'를 중심으로 종속변수를 선정하였다. 이는 교수·학습 과정에서 동기유발과 수업 편리성의 향상이 중요하다는 점을 반영한 것이다.

그리고 심화학습 촉진 효과도 종속변수로 포함하였으며, 이는 국내외 연구에서 AI디지털 도구 활용의 주요 효과를 지속적으로 제시되고 있다. 반면, 포용성이나 평등성과 같은 요소는 해외 연구에서는 주요한 효과로 제시되고 있지만, 국내 교사들에게 아직 광범위하게 인식되지 않고 있으므로 본 연구의 종속변수에서는 제외하였다.

이에 본 연구에서의 종속변수를 동기유발 효과, 수업 편리성 증가, 심화학습 촉진의 세 가지로 세분화하여 제시하고자 한다. 동기유발과 수업의 편리성 증가는 KERIS(2022)의 조사에서도 나타났듯이 현장 교사가 가장 동의하는 부분이다[3]. 즉 현장 교사의 눈높이에 맞춘 AI 디지털 활용 효과라고 할 수 있으며 심화학습 촉진 지원은

도전적인 요소도 포함하고 있는 효과라고 할 수 있다.

또한, Judit T. Nagy(2024)의 연구에서 기술 사용 빈도에 대한 변수가 설정되었으나[14], 국내 초·중등 교육 환경에서는 디지털화가 이미 충분히 이루어진 상태이기 때문에 단순한 도구 활용 빈도만으로 AI디지털 도구의 효과를 설명하기에는 한계가 있는 것으로 판단하였다. 따라서 본 연구에서는 도구 활용 빈도 대신 교육 효과에 대한 인식과 실제 활용도를 중심으로 종속변수를 설정하였다. 종속변수를 도표로 정리한 결과는 <Table 2>와 같다.

Table 2. Key Effects of AI-Digital Tool Utilization (Dependent Variables)

Dependent Variable	Description
Motivation Enhancement	▪ Multimedia and interactive functions strengthen learners' enthusiasm
Operational Convenience	▪ Facilitates material management and interaction with students
Advanced-Learning Facilitation	▪ Promotes higher-order thinking and problem-solving abilities

## 2. Descriptive Statistics and Final Regression Model Specification

### 2.1 Questionnaire Development and Validity Review

본 연구에서는 SUR 모델 분석을 위해 교사의 AI디지털 활용에 대한 인식을 측정하는 설문지를 개발하였으며 정리한 결과는 <Table 3>과 같다. 설문지는 총 12개 문항으로 구성되었으며, 5단계 리커트 척도(1=매우 부정적, 5=매우 긍정적)를 적용하였다. 설문 문항의 타당성을 검증하기 위해 컴퓨터교육 및 AI디지털 활용 박사급 전문가 7명을 대상으로 델파이 검사를 실시하였다. 델파이 조사에서는 본 연구의 목적과 독립변수(6개) 및 종속변수(3개) 영역을 제시하고, 이 관계를 SUR 모델로 설명하였다. 그에 따라 연구 목적에 적합한 설문 문항을 구성하고, 전문가들의 의견을 수렴하여 최종 설문을 확정하였다.

해당 분야 전문가를 대상으로 한 델파이 조사에서, 문항 타당성에 대한 리커트 척도 평균은 4.55점이었으며, 신뢰도(CVR)는 0.76, 합의도는 0.88로 나타났다. 이에 문항의 일치 수준이 매우 높음을 확인할 수 있었다. 이를 통해 설문 문항이 연구 목적과 적절하게 부합하며, 신뢰할 수 있는 도구로 활용될 수 있음을 검증하였다.

그리고 설문 조사는 2024년 하반기에 한 달간 온라인으로 실시하였으며 충청권 초등학교 교사 100명이 응답하였다.

Table 3. Delphi Survey – Reliability & Agreement Results

Delphi Item	Mean	Reliability	Consensus
Suitability of items to research purpose	4.57	0.71	0.90
Accurate reflection of target variables	4.71	0.71	1.00
Clarity and ease of understanding	4.43	0.71	0.80
Absence of redundancy / irrelevance	4.43	1.00	0.75
Adequacy for measuring perceptions & effects	4.71	0.71	1.00
Appropriateness for verifying variable relations	4.43	0.71	0.80
Overall Average	4.55	0.76	0.88

2.2 Descriptive Statistical Analysis

본 연구에서 사용된 세 가지 종속변수인 동기유발, 편리성, 심화학습에 대한 기초 통계 분석 결과는 다음 <표 4>와 같다. 먼저, 동기유발의 평균은 3.61로 나타났으며, 표준편차(SD)는 0.98로, 응답자 간의 동기유발 수준에 다소 차이가 있는 것으로 나타났다. 편리성의 경우, 평균은 3.18, 표준편차는 0.90으로, 응답자 간 편리성에 대한 인식 차이가 존재하는 것으로 나타났다. 심화학습의 평균은 2.70, 표준편차는 1.00으로 교사들이 AI디지털 도구 활용에 있어 심화학습 촉진에 대한 경험이나 인식이 상대적으로 낮으며, 응답자 간 심화학습에 대한 인식 차이가 큰 것으로 나타났다.

Table 4. Descriptive Statistics for Dependent Variables

Variable	Mean	SD	Min	Max
Motivation	3.61	0.98	1	5
Operational Convenience	3.18	0.90	1	5
Advanced Learning	2.70	1.00	1	5

기초 통계 분석 결과를 보면 전체적으로 교사의 응답 수준을 보면 AI디지털 활용 효과에 대해 부정적인 관점을 유

Table 6. SUR Model Equations

$$\begin{aligned}
 Y_M &= \beta_M + \beta_L X_L + \beta_U X_U + \beta_F X_F + \beta_S X_S + \beta_T X_T + \varepsilon_M \\
 Y_C &= \beta_C + \beta_L X_L + \beta_U X_U + \beta_F X_F + \beta_S X_S + \beta_T X_T + \varepsilon_C \\
 Y_A &= \beta_A + \beta_L X_L + \beta_U X_U + \beta_F X_F + \beta_S X_S + \beta_T X_T + \varepsilon_A
 \end{aligned}$$

M= Motivation, L= AI-Digital Literacy, U= AI-Digital Utilization  
 F= Confidence Beliefs, S= School support, T= Teacher Training  
 C= Operational Convenience, A= Advanced Learning  
 $\varepsilon_M, \varepsilon_C, \varepsilon_A$  : error term

[Individual regression equation]

지하는 것으로 해석할 수 있다. 이러한 점은 서론에서도 언급하고 있듯이 교사들은 AI디지털 활용 효과에 대해서 약한 것으로 응답하고 있으며 특히 도전적인 요소인 심화 학습 촉진에 대해서 AI디지털 기술의 기여도가 더욱 미흡한 것으로 인식하고 있는 것이라고 할 수 있다.

2.3 Correlation Analysis among Variables

본 연구는 독립변수와 종속변수의 선형 상관관계를 파악하고 회귀분석을 수행하기 전에 상관성이 낮거나 통계적으로 유의미하지 않은 독립변수를 제거하기 위해서 피어슨 상관관계수 분석을 수행하였다. 피어슨 상관분석 결과는 <표 5>와 같으며 분석 도구는 엑셀과 파이썬 3.12 버전을 사용하였다.

Table 5. Correlations Results Between Variables

Variable	Motivation	Operational Convenience	Advanced Learning
AI-Digital Literacy	.29**	.26**	.27**
AI-Digital Utilization	.36**	.34**	.26**
Confidence & Beliefs	.50**	.47**	.47**
School Support	.20	.19	.42**
Teacher Training	.26**	.22*	.41**
AI-Digital Infrastructure	.15	.19	.13

\*p < .05, \*\*p < .01, \*\*\*p < .001

Pearson 상관관계수  $r < 0.20$  이거나  $p \geq 0.05$ 인 것은 상관관계가 낮거나 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 판단하여 위의 표와 같이 5개의 항목을 제외하였다. 특히, AI디지털 인프라는 모든 종속변수와의 상관관계가 낮아 회귀분석 대상에서 제외되었다. 이는 디지털 인프라가 AI 디지털 도구 활용과의 직접적인 관련성이 낮거나, 이미 충분히 갖춰진 환경에서 더 이상 중요한 변수로 작용하지 않을 가능성을 시사한다. 또한 학교지원과 수업의 편리성과 동기유발의 관련성이 없는 것으로 해석하여 SUR 모델 변수에서 제외하였다. 이에 총 5개를 제외하고, 최종적으로 13개의 변수 조합을 포함하여 SUR 모델을 분석하였다. 다음 <Table 6>은 이를 기반으로 한 최종 회귀 모형이다.

$$\begin{pmatrix}
 \text{Var}(\varepsilon_M) & \text{Cov}(\varepsilon_M, \varepsilon_C) & \text{Cov}(\varepsilon_M, \varepsilon_A) \\
 \text{Cov}(\varepsilon_C, \varepsilon_Z) & \text{Var}(\varepsilon_C) & \text{Cov}(\varepsilon_C, \varepsilon_A) \\
 \text{Cov}(\varepsilon_A, \varepsilon_M) & \text{Cov}(\varepsilon_A, \varepsilon_C) & \text{Var}(\varepsilon_A)
 \end{pmatrix}$$

Var : Variance of the dependent variable's error term  
 Cov : Interaction among error terms

[Regression equation for the dependent variable's error term]

### 3. Final SUR Model Specification

(Fig. 1)은 최종 선정된 SUR 모형을 그림으로 제시한 것이다. 이 모형은 6개의 독립변수와 3개의 종속변수로 구성되어 있으며, 각각의 종속변수에 대한 대립 가설은 다음과 같이 설정되었다.

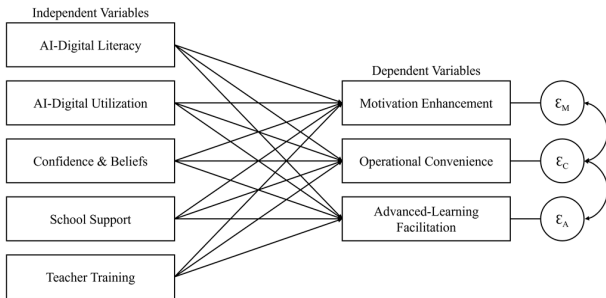


Fig. 1. SUR Model Architecture

첫째, 종속변수인 동기유발 증가에 대한 가설은 다음과 같다.

가설 1-4: 교사의 AI디지털 소양 역량, 활용 역량, 자신감 및 신념, 교원 연수는 학습자의 동기유발 증가에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

둘째, 종속변수인 AI디지털 활용 수업 준비 및 수업 진행의 편리성에 대한 가설은 다음과 같다.

가설 5-8: 교사의 AI디지털 소양 역량, 활용 역량, 자신감 및 신념, 교원 연수는 수업 편리성 증가에 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

셋째, 종속변수인 심화학습 촉진에 대한 가설은 다음과 같다.

가설 9-13: 교사의 AI디지털 소양 역량, 활용 역량, 자신감 및 신념, 학교 관리자 및 동료 교사의 지원, 교원 연수는 AI디지털 도구가 심화학습을 촉진하는 데 정(+)의 영향을 미칠 것이다.

## IV. Research Results

### 1. Individual Regression Analysis

#### 1.1 Enhancement of Motivation

동기유발 촉진에 대한 개별 회귀분석 결과에 따른 가설 채택 여부 결과는 <Table 7>과 같다.

Table 7. Regression Results – Motivation Enhancement

Hyp.	Predictor	β	p-value	Decision
1	AI-Digital Literacy	0.183	0.312	Rejected
2	AI-Digital Utilization	0.325	0.075	Rejected
3	Confidence & Beliefs	0.492	0.000***	Accepted
4	Teacher Training	0.085	0.426	Rejected
-	const	0.710	0.182	-
-	adj R <sup>2</sup>	0.273		

\*p < .05, \*\*p < .01, \*\*\*p < .001

분석 결과, 회귀계수가 양수(β > 0)로 나타나고 p-value가 0.05 미만인 대립 가설 3번이 채택하였다. 이는 교사의 자신감 및 신념이 동기유발 증가에 유의미한 영향을 미친다는 것을 의미한다. 반면, 학교 지원과 교원 연수는 동기유발과의 관계에서 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 나타났다. 이에 따라, 동기유발을 설명하는 가장 주요한 독립변수는 교사의 자신감 및 신념임이 확인되었다. 이는 AI디지털 도구 활용에 대한 교사의 긍정적인 인식과 자신감이 학습자의 동기를 유발하는 핵심적인 요인으로 작용함을 시사한다.

최종적으로 도출된 개별 회귀분석 동기유발 모델의 수식은 Fig 2와 같다.

$$\hat{Y}_{Motivation} = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_{Confidence\ Beliefs} + \varepsilon_m$$

(β<sub>0</sub> : const, β<sub>1</sub> : Confidence Beliefs)

$$\hat{Y}_{Motivation} = 0.710 + 0.492 \cdot X_{Confidence\ Beliefs} + \varepsilon_m$$

Error Term Sample (ε<sub>m</sub>): [-0.036690, -0.544901, 0.865087, -0.881732, 0.133603]

Fig. 2. Formula for regression analysis motivation model

#### 1.2 Increase in Instructional Convenience

수업 편리성 증가에 대한 개별 회귀분석 결과에 따른 가설 채택 여부 결과는 <Table 8>과 같다.

Table 8. Regression Results – Operational Convenience

Hyp.	Predictor	β	p-value	Decision
5	AI-Digital Literacy	0.123	0.439	Rejected
6	AI-Digital Utilization	0.322	0.085	Rejected
7	Confidence & Beliefs	0.430	0.000***	Accepted
8	Teacher Training	0.042	0.672	Rejected
-	const	0.745	0.092	-
-	adj R <sup>2</sup>	0.236	0.092	-

\*p < .05, \*\*p < .01, \*\*\*p < .001

분석 결과, 대립 가설 7번이 채택되었으며, 이는 교사의 자신감 및 신념이 수업 편리성 증가에 유의미한 영향을 미친다는 것을 나타낸다.

반면, 학교 지원과 교원 연수는 수업 편리성과의 관계에서 통계적으로 유의미하지 않은 것으로 분석되었다. 이에 따라, 수업 편리성을 설명하는 가장 유의미한 변수는 교사의 자신감 및 신념임이 확인되었다. 이는 교사가 AI디지털 도구 활용에 대한 자신감이 높을수록 수업이 원활하게 진행될 가능성이 크며, 단순히 학교의 지원이나 연수만으로는 수업 편리성에 직접적인 영향을 미치지 어렵다는 것을 시사한다.

최종 개별 회귀분석 수업 편리성 모델의 수식은 Fig 3과 같다.

$$\hat{Y}_{Operational\ Convenience} = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_{Confidence\ Beliefs} + \epsilon_A$$

( $\beta_0$  : const,  $\beta_1$  : Confidence Beliefs)

$$\hat{Y}_{Operational\ Convenience} = 0.745 + 0.430 \cdot X_{Confidence\ Beliefs} + \epsilon_A$$

Error Term Sample ( $\epsilon_A$ ): [0.473694, 0.028450, 0.392678, 0.419126, -0.441538]

Fig. 3. Formula for regression analysis convenience model

### 1.3 Facilitation of Advanced Learning

심화학습 촉진에 대한 개별 회귀분석 결과에 따른 가설 채택 여부 결과는 <Table 9>와 같다.

Table 9. Regression Results – Advanced Learning Facilitation

Hyp.	Predictor	$\beta$	p-value	Decision
9	AI-Digital Literacy	0.200	0.242	Rejected
10	AI-Digital Utilization	0.008	0.964	Rejected
11	Confidence & Beliefs	0.398	0.000***	Accepted
12	School Support	0.347	0.008**	Accepted
13	Teacher Training	0.260	0.012*	Accepted
-	const	-0.915	0.074	-
-	adj $R^2$	0.331		

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

분석 결과, 대립 가설 11. 12. 13이 채택되었으며, 이는 교사의 자신감 및 신념, 학교 지원, 교원 연수가 AI디지털 도구 활용을 통한 심화학습 촉진에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 의미한다. 특히, 교사의 자신감 및 신념은 회귀 계수 0.398로 나타나 가장 큰 영향력을 가진 변수로 해석된다. 이는 교사가 AI디지털 도구 활용에 자신감을 가질수록 학생들의 심화학습 촉진 효과가 높아진다는 것을 시사한다. 또한, 학교 지원과 교원 연수 역시 심화학습 촉진에 유의미한 영향을 미치며, 이는 심화학습이 보다 구조화된 환경과 체계적인 지원이 필요한 활동임을 보여준다.

최종적으로 도출된 개별 회귀분석 심화학습 모델의 수식은 Fig 4와 같다.

$$\hat{Y}_{Advanced\ Learning} = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_{Confidence\ Belief} + \beta_2 \cdot X_{School\ support} + \beta_3 \cdot X_{Teacher\ Training} + \epsilon_C$$

( $\beta_0$  : const,  $\beta_1$  : Confidence Belief,  $\beta_2$  : School Support,  $\beta_3$  : Teacher Training)

$$\hat{Y}_{Advanced\ Learning} = -0.915 + 0.398 \cdot X_{Confidence\ Belief} + 0.347 \cdot X_{School\ Support} + 0.260 \cdot X_{Teacher\ Training} + \epsilon_C$$

Error Term Sample( $\epsilon_C$ ): [0.474539, -0.387208, 0.534222, 0.485569, -0.657179]

Fig. 4. Formula for regression analysis advanced learning model

## 2. SUR Model Analysis Results

### 2.1 Regression Results among Dependent Variables

본 장에서는 SUR 모델을 적용하여 종속변수 간의 상호 영향을 고려한 분석을 수행하였다. SUR 모델은 개별 회귀 분석을 포함하면서도, 종속변수 간의 관계를 반영하여 보다 정교한 추정을 수행하는 특징을 가진다. 이에 본 절에서는 동기유발, 수업 운영 편리성, 심화학습 간의 잠재적인 연관성을 고려하여 회귀계수를 추정하였다. <Table 10>은 종속변수 간의 관계를 반영한 SUR 모델 분석 결과를 보여준다.

Table 10. SUR Model Results (Inter-Equation Correlations)

Variables	Motivation	Operational Convenience	Advanced Learning
AI-Digital Literacy	0.182	0.113	0.206
AI-Digital Utilization	0.323	0.300	0.028
Confidence & Beliefs	0.492***	0.428***	0.397***
School Support	0.000	-0.002	0.372**
Teacher Training	0.084	0.032	0.265*
AI-Digital Infrastructure	0.007	0.069	-0.066
const	0.697	0.618	-0.829
adj $R^2$	0.273	0.236	0.331

\* $p < .05$ , \*\* $p < .01$ , \*\*\* $p < .001$

SUR 모델의 모형 적합도 지표는 CFI = 0.932, TLI = 0.915로 나타났으며, 이는 Hu & Bentler(1999)가 제시한 ‘양호( $\geq .90$ )’ 기준을 충족한다[24]. 따라서 본 연구의 구조 방정식은 자료에 잘 부합하며, 경로계수 해석이 타당하다.

SUR 모델은 총 300개의 관측치를 기반으로 분석이 이루어졌으며, 자유도는 279로 나타났다. 모든 종속변수에서 자신감신념이 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났으며, 동기유발( $\beta = 0.492$ \*\*\*), 수업 편리성( $\beta = 0.428$ \*\*\*), 심화

학습( $\beta = 0.397^{***}$ )에서 강한 영향력을 보였다. 또한, 심화 학습에서는 학교지원( $\beta = 0.372^{**}$ )과 교원 연수( $\beta = 0.265^*$ )도 유의미한 변수로 확인되었다.

그리고 동기유발의 설명력은  $R^2$  값이 0.317, 수정된  $R^2$  값이 0.273으로 나타났으며, 이는 독립변수들이 동기유발의 변동성을 약 31.7% 정도 설명하고 있음을 시사한다. 수업 운영 편리성의 경우  $R^2$  값이 0.283, 수정된  $R^2$  값이 0.236으로 나타났으며, 심화학습의 경우  $R^2$  값이 0.372, 수정된  $R^2$  값이 0.331로 가장 높은 설명력을 보였다. 이는 심화학습이 독립변수뿐만 아니라 종속변수 간의 회귀분석을 통해 상호작용의 영향을 받을 가능성을 시사한다.

이 결과를 이용해서 공분산 행렬 방정식을 다음과 같이 제시할 수 있다.

전체적으로 오차 공분산 행렬의 행렬식( $\det RCov$ )은 0.000151로 계산되었다. 오차 공분산 행렬식이 낮은 값(0.000151)으로 나타난 것은 실제로 오차항들이 서로 상관되어 있음을 시사한다[23]. 그리고 공분산 행렬에서 각 종속변수 간의 공분산 값이 0이 아닌 값으로 나타났다. 이는 동기유발, 수업 편리성, 심화학습이 서로 연관성을 가지고 있다는 것을 의미한다.

또한 종속변수 간 상호 연관성을 더욱 세밀하게 분석하기 위한 SUR 공분산 행렬에서 분석된 오차항의 상관계수를 분석하였다. 상관계수 범위는 0.39에서 0.99로 나타났으며, 이는 방정식 간 상관관계를 반영하여 보다 정교한 추정을 가능하게 했음을 의미한다. 특히, 동기유발과 수업 운영 편리성의 상관계수는 0.989로서 [표 14]의 공분산에서도 0.062로 양의 공분산을 나타내고 있다. 이것은 두 종속변수는 매우 밀접한 관련성을 맺고 있는 것으로 해석할 수 있다. 또한 이론적 배경에서 제시하고 있지만 2개의 종속변수는 현재 국내 교사들이 폭넓게 AI디지털 활용 목적에 동의하고 있는 분야이기 때문에 상호 의존적이라고 할 수 있다.

그리고 수업편리성과 심화학습의 상관계수도 0.468로 상대적으로 높은 것으로 확인되었다. 수업 편리성은 학습 준비와 학습활동 그리고 목표 달성과 평가가 수월해진다는 것으로서 수업 편리성이 즉각적으로 심화학습을 유발하는 것은 아니지만, 이를 가능하게 하는 환경을 조성할 수 있기 때문에 높은 수준의 상관계수가 나타난 것으로 해석할 수 있다.

이러한 높은 오차항 상관관계는 방정식을 개별적으로 추정할 경우 발생할 수 있는 정보 손실을 방지하기 위해 SUR 모델이 적절한 분석 방법임을 보여준다.

### 3. Comparison between Individual Regressions Analysis across Dependent Variables

개별 회귀분석 비교 결과와 종속변수 간의 오차의 상관을 고려한 회귀분석 결과에서 일부 변수에서 차이가 발생하였다.

개별 회귀분석에서는 종속변수 별로 계수 차이가 발생했으며, 특히 심화학습에서 영향력이 상대적으로 더 강조되었다. 이는 종속변수 간의 관계를 고려하여 보다 균형적인 추정을 수행했기 때문일 가능성이 크다. 반면에 종속변수 간 회귀분석에서는 동기유발( $\beta = 0.492^{***}$ ), 수업 편리성( $\beta = 0.428^{***}$ ), 심화학습( $\beta = 0.397^{***}$ )에서 비슷한 수준의 영향을 보였다.

이것은 실제 심화학습 활동이 학생들의 동기유발과 심화학습 운영의 편리성이 동시에 나타날 경우 심화학습에 집중적인 영향을 주기보다 3개의 종속변수에 균등하게 영향을 주는 것으로 해석할 수 있다. 현실적으로 수업에서 2~3개의 종속변수가 동시에 나타날 가능성이 높으므로 종속변수 간 관계를 반영하는 회귀계수가 좀 더 의미가 있을 것으로 판단된다.

그리고 종속변수 심화학습에 영향을 미친 3개의 독립변수가 있고, 그중에서 학교지원과 교원 연수는 종속변수 간 회귀분석과 개별 회귀분석 모두에서 심화학습에 유의미한 영향을 미치는 것으로 나타났다. 다만, 유의도에서 다소 차이가 있었다.

## V. Conclusion

본 연구는 교원의 AI디지털 활용에 영향을 미치는 요인을 분석하기 위해 SUR 모델 분석을 수행하였다. 연구에서는 동기유발 강화, 수업 편리성 촉진, 심화학습 촉진의 세 가지 AI디지털 활용 효과를 종속변수로 설정하였으며, 교원 소양 역량, 활용 역량, 자신감 및 신념, 교원 연수, 학교장 또는 동료 교사의 지원, 인프라 수준의 6개 변수를 독립변수로 설정하였다.

초기 분석에서는 총 18개의 독립 및 종속변수 조합을 설정하였으며, 피어슨 상관계수 분석을 통해 유의미하지 않은 5개의 변수 조합을 제외하였다. 최종적으로 13개의 변수 조합을 대상으로 SUR 모델 분석을 실시하였으며, 그 중 5개의 변수 조합에서 유의미한 관계가 확인되었다.

분석 결과, 자신감 및 신념이 모든 종속변수에 유의미한 영향을 미치는 가장 중요한 요인으로 나타났다. 또한, 학교지원과 교원 연수는 심화학습 촉진에 긍정적인 영향을

주는 것으로 확인되었다. 이와 같은 연구 결과를 바탕으로 다음과 같은 시사점을 도출할 수 있다.

첫째 AI디지털 활용에 가장 중요한 영향요인은 교사의 자신감 및 신념이다. 이는 Peggy A. Ertmer 등이 제시한 연구 결과와도 일치하며[13], 단순한 기술적 역량보다 교사의 태도와 신념이 실제 AI 도구 활용을 촉진하는 주요 요인을 시사한다. 즉, 교사가 AI 도구에 대해 긍정적인 태도를 가질수록 동기유발, 수업 편리성, 심화학습 촉진에 더 적극적으로 AI를 활용하는 경향을 보였다. 따라서 기술적 교원 연수보다는 AI 도구 활용에 대한 심리적 장벽을 낮추고, 자신감을 고취하는 방향의 연수 및 지원 프로그램이 필요하다. 정책적 시사점으로는 ① 교사 자신감·신념 고취를 목표로 한 단계별 AI 디지털 역량 연수 설계, ② 학교 차원의 상시 지원 시스템(멘토링·PLC) 구축, ③ SUR 결과에서 효과가 확인된 '학교 지원-연수-심화학습 촉진' 경로를 반영한 교원 지원정책 우선순위 재조정이 필요하다.

둘째 심화학습 촉진을 위해서는 교사의 개인 역량뿐만 아니라 학교 지원과 교원 연수가 필수적이다. 심화학습 촉진을 위한 분석 결과, 학교지원과 교원 연수가 중요한 영향요인으로 나타났다. 이는 심화학습이 단순한 수업 활동을 넘어, 추가적인 자료 개발, 차별화된 교수법, 개별 학생 지도 등의 추가적인 부담을 동반하기 때문이다. 또한, 심화학습 촉진 방정식에서 절편(const)이 음수로 나타난 결과는 심화학습 운영이 현실적으로 어렵다는 점을 반영한다. 실제 기초 분석에서도 교사들의 응답은 다소 부정적인 경향을 보였으며, 이는 개인 역량만으로 심화학습을 수행하기 어렵고, 체계적인 학교 차원의 지원과 동료 교사의 협력이 필수적임을 의미한다.

셋째 AI디지털 소양 및 활용 역량은 직접적인 영향을 미치지 않았다. 일반적으로 AI디지털 소양 및 활용 능력은 AI 도구 활용과 직접적인 관련이 있을 것으로 예상되지만, 본 연구에서는 AI디지털 소양 및 활용 역량이 동기유발, 수업 편리성, 심화학습 촉진에 직접적인 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 이는 교사의 소양 및 활용 능력이 높다고 하더라도 자신감 또는 신념이 없으면 실제 AI 활용으로 이어지지 못할 가능성이 크다는 점을 시사한다. 다만, 상관분석 결과에서는 교사의 소양과 활용 능력이 모든 종속변수와 유의미한 상관관계를 가지고 있는 것으로 나타났다. 이는 소양과 활용 역량이 직접적인 영향보다는, 자신감 신념 등을 통해 간접적으로 AI디지털 도구 활용에 영향을 미칠 가능성이 있음을 의미한다.

넷째, 새로운 차원의 교원 연수 또는 교사 지원 프로그램 운영이 필요하다. 연구 결과에 따르면, 교원 연수는 동

기유발과 수업 편리성 촉진에는 직접적 영향을 미치지 않았지만, 심화학습 촉진에는 영향을 미쳤다. 이는 특정 소프트웨어 사용법 중심의 연수가 아니라, 심화학습 촉진을 위한 연수에 초점을 맞출 필요가 있음을 시사한다. 또한, 교사의 태도 변화와 인식 전환을 위한 프로그램이 필요하다는 점도 강조된다. 따라서, AI디지털 도구를 활용한 효과적인 교수법을 교사들이 체험하고 신념을 형성할 수 있도록 ① 직접 AI 프로젝트를 수행하는 공동 학습 모델, ② 적극적인 토론 프로그램, ③ 심화학습 촉진 중심의 연수 등이 필요하다.

다만 본 연구는 100명의 초등교사를 대상으로 한 설문 조사를 기반으로 진행되었기 때문에, 결과를 일반화하는데에는 표본 크기의 한계가 존재한다. 따라서 후속 연구에서는 보다 다양한 교육 환경과 대상군을 포함한 확장된 표본을 바탕으로 분석을 진행해야 한다. 또한, 질적 연구를 병행하여 교사들의 심층적인 경험과 인식을 분석함으로써, AI디지털 도구 활용에 대한 보다 정교한 이론적 기반을 마련할 필요가 있다.

## REFERENCES

- [1] D. Kalniņa, D. Nimante, and S. Baranova, "Artificial Intelligence for Higher Education: Benefits and Challenges for Pre-Service Teachers," *Frontiers in Education*, vol. 9, Art. 1501819, 2024. DOI: 10.3389/educ.2024.1501819.
- [2] W. Holmes, M. Bialik, and C. Fadel, "Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning," *Center for Curriculum Redesign*, pp. 1-242, 2019.
- [3] S.-W. Kim, Y.-J. Lee, and A. Lee, "Analysis of EdTech Utilization and Demand in Korean Schools: Results of an EdTech Survey," *KERIS Research Report RS 2022-01*, Korea Education and Research Information Service, 2022.
- [4] I.-S. Jeon, S.-J. Kang, and S.-J. Kang, "A Staged Framework for Computer Vision Education: Integrating AI, Data Science, and Computational Thinking," *Applied Sciences*, vol. 14, no. 21, Art. 9792, Nov. 2024. DOI: 10.3390/app14219792.
- [5] S. Shin, C. Kim, and Y. Jeong, "Teacher Training Strategies for Improvement Technological Pedagogy Knowledge (TPK) Connected with Problem Solving," *Journal of the Korean Association of Information Education*, vol. 22, no. 1, pp. 23-32, Jan. 2018. DOI: 10.14352/jkaie.2018.22.1.23.
- [6] V. Kuleto, M. Ilić, M. Dumangiu, M. Ranković, O. M. D. Martins, D. Păun, and L. Mihoreanu, "Exploring Opportunities and Challenges of Artificial Intelligence and Machine Learning in Higher Education Institutions," *Sustainability*, vol. 13, no. 18, Art.

- 10424, Sept. 2021. DOI: 10.3390/su131810424.
- [7] M. A. Cardona, R. J. Rodríguez, and K. Ishmael, "Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning: Insights and Recommendations," Self-published white paper, 2023.
- [8] S. Lee, I. Lee, and S. Kim, "Secondary Social Studies Teachers' Perception and Training Demand for AI-Based Education," *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, vol. 23, no. 7, pp. 743-759, Apr. 2023. DOI: 10.22251/jlcci.2023.23.7.743.
- [9] A. Al-Matari, "Artificial Intelligence and the Future of Teaching and Learning," *Proceedings of the Pelita International Conference*, pp. 1-6, Jakarta, Indonesia, Aug. 2023. DOI: 10.13140/RG.2.2.28132.76160.
- [10] Korea Education and Research Information Service, "EdTech Class Utilization Guidebook (2023 Revised Edition)," KERIS, 2023.
- [11] Gyeonggi Provincial Office of Education, "Edu Meets Tech," Gyeonggi Provincial Office of Education, 2023.
- [12] I.-S. Jeon, "Effectiveness Analysis of Software Education Program for Elementary Students Using LMS-Based Teaching and Learning Platform," *Journal of Korean Association of Computer Education*, vol. 27, no. 1, pp. 51-61, Jan. 2024. DOI: 10.32431/kace.2024.27.1.004.
- [13] P. A. Ertmer and A. Ottenbreit-Leftwich, "Teacher Technology Change: How Knowledge, Beliefs, and Culture Intersect," *Journal of Research on Technology in Education*, vol. 42, no. 3, pp. 255-284, Spring 2010. DOI: 10.1080/15391523.2010.10782551.
- [14] J. T. Nagy and I. Dringó-Horváth, "Factors Influencing University Teachers' Technological Integration," *Education Sciences*, vol. 14, no. 1, Art. 55, Jan. 2024. DOI: 10.3390/educsci14010055.
- [15] S. Timotheou, O. Miliou, Y. Dimitriadis, et al., "Impacts of Digital Technologies on Education and Factors Influencing Schools' Digital Capacity and Transformation: A Literature Review," *Education and Information Technologies*, vol. 28, pp. 6695-6726, Nov. 2022. DOI: 10.1007/s10639-022-11431-8.
- [16] J. H. Jo, "Analysis of Satisfaction of Pre-Service and In-Service Elementary Teachers with Artificial Intelligence Education Using App Inventor," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, vol. 28, no. 3, pp. 189-196, 2023. DOI: 10.9708/jksci.2023.28.03.189.
- [17] R. Scherer, F. Siddiq, and J. Tondeur, "The Role of Technology in the Classroom: How EdTech Improves Student Engagement and Learning Outcomes," *Computers & Education*, vol. 136, pp. 39-49, Feb. 2019. DOI: 10.1016/j.compedu.2019.02.012.
- [18] S. Varsik and L. Vosberg, "The Potential Impact of Artificial Intelligence on Equity and Inclusion in Education," *OECD Artificial Intelligence Papers*, no. 23, pp. 1-34, Mar. 2024. DOI: 10.1787/15df715b.
- [19] M. Warschauer and B. Zheng, "The Impact of Digital Tools on Student Writing and Learning in the K-12 Classroom," *Computers & Education*, vol. 82, pp. 34-44, Jan. 2015. DOI: 10.1016/j.compedu.2014.10.008.
- [20] UNESCO, "AI and Education: Guidance for Policy-Makers," <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376709>.
- [21] A. Zellner, "An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regressions and Tests for Aggregation Bias," *Journal of the American Statistical Association*, vol. 57, no. 298, pp. 348-368, June 1962. DOI: 10.1080/01621459.1962.10480664.
- [22] T. Teo, "Handbook of Quantitative Methods for Educational Research," Sense Publishers, pp. 1-362, 2013.
- [23] R. Davidson and J. G. MacKinnon, "Estimation and Inference in Econometrics," Oxford University Press, pp. 1-875, 1993.
- [24] Hu, Li-tze, and Peter M. Bentler. "Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives." *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal* 6.1, pp. 1-55, 1999.

## Authors



Soo-Bum Shin received the Ed.D. degree in Education from Korea National University of Education in 2002. From 2002 to 2005, he was a researcher at the Korea Education and Research Information Service (KERIS).

Since 2005, he has been a Professor in the Department of Computer Education at Gongju National University of Education. His research interests include Computer Education and Artificial Intelligence Education.



Seul-ki Kim received the B.S. degrees in Elementary School Education and M.S. degrees in Convergence Education from Gyeongin National University of Education, Ph. D. degrees in Computer Science

Education from Korea National University of Education. He is currently a teacher in the elementary school, of gyeonggi-do Office of Education, since 2008. He is interested in Computer Science Education, Programming Education, Data Literacy and Artificial Intelligence Education.



In-Seong Jeon received the B.S., M.S. and Ph. D. degrees in Computer Science Education from Gwangju National University of Education and Korea National University of Education in 2014, 2017 and 2023,

respectively. He is currently a Professor in the Dept. of Computer Science Education in Gwangju National University of Education, since 2025. He is interested in Computer Science Education, Software Education, Intelligent Tutoring System and Artificial Intelligence Education.