

## Development of a programming-based instructional program to enhance digital competency of pre-service social studies teachers

**Sang-II Lee** (Seoul National University Professor)

**Bokyung Go**<sup>†</sup> (Seoul National University Doctoral Student)

**Junbo Koh** (Seoul National University Master's Student)

**Sechang Kim** (Seoul National University Center for Educational Research Manager)

**Woohyung Kim** (Seoul National University Master's Student)

**Cheolil Lim** (Seoul National University Professor)

This study aimed to develop a program to enhance digital competencies among preservice social study teachers and to evaluate its effectiveness. An initial educational program comprising of six modules was formulated based on a literature review and needs analysis. Following expert validation, a final version of the program was developed, focusing on the development of interactive teaching and learning dashboards using the R programming language and the digital authoring tool Quarto. To assess the effectiveness of the program, it was implemented with 17 preservice teachers at S University in Korea. The results demonstrated significant improvements in participants' attitudes toward AI, AI and digital self-efficacy, data literacy, and AI-based teaching and learning competencies. This study provides insights into the development of subject-specific educational programs aimed at enhancing digital competencies in pre-service teachers, emphasizing the significance and potential of data literacy and programming-based education in AI-integrated social studies instruction.

*Keywords : digital competency, pre-service teachers, social studies education, data literacy*

---

<sup>†</sup> Correspondence : Bokyung Go, Seoul National University, bk\_go@snu.ac.kr

## 사회과 예비 교원의 디지털 역량 향상을 위한 프로그래밍 기반 교육프로그램 개발

이 상 일 (서울대학교 교수)

고 보 경<sup>†</sup>(서울대학교 박사과정)

고 준 보 (서울대학교 석사과정)

김 세 창 (서울대학교 교육종합연구원 직원)

김 우 형 (서울대학교 석사과정)

임 철 일 (서울대학교 교수)

### <요 약>

본 연구의 목적은 사회과 예비 교원의 디지털 역량 강화를 위한 프로그램을 개발하고 그 효과성을 확인하는 것이다. 이를 위해 선행문헌, 요구분석을 통해 6개의 모듈로 구성된 초기 프로그램을 개발하였다. 이후 전문가 타당화를 통해 프로그래밍 언어인 R과 디지털 저작도구인 Quarto를 바탕으로 인터랙티브 교수·학습 대시보드 개발을 주요 내용으로 하는 최종 교육프로그램을 개발하였다. 교육프로그램의 효과성 평가를 위해 국내 S 대학교의 예비 교원 17명을 대상으로 프로그램을 실행한 결과, 수강생의 AI에 대한 태도, AI·디지털 효능감, 데이터 리터러시, AI·디지털 교수학습 역량이 유의하게 향상되었다. 본 연구는 사회과 예비교원의 디지털 역량 강화 교육에서 데이터 리터러시 및 프로그래밍 기반 교육의 중요성과 가능성을 제시하며, 특정 교과 중심의 디지털 역량 강화 프로그램의 체계적 교수설계에 대한 시사점을 제시한다.

주요어 : 디지털 역량, 예비 교원, 사회과 교육, 데이터 리터러시

<sup>†</sup> 교신저자 : 고보경, 서울대학교, bk\_go@snu.ac.kr

## I. 서론

디지털 기술은 교수·학습 방법을 혁신적으로 변화시키고 기존 교육의 한계점을 극복할 수 있는 잠재력을 가지고 있다(Rakha, 2023). 2022년 11월 생성형 인공지능 기반 대화형 챗봇인 ChatGPT 3.5의 공개 이후 디지털 산업 발전은 더욱 가속화되고 있으며 교육 분야도 예외가 아니다. 디지털 대 전환 시대의 교사는, 디지털 기술의 동향을 파악하고 이를 바탕으로 최적의 교육 환경을 재구성하여 교육에 기술을 통합할 수 있는 역량을 갖출 필요가 있다. 특히 2025년부터 AI·디지털교과서가 교육 현장에 순차적으로 도입됨에 따라(교육부, 2023a) 디지털 기반 교육의 주체가 되는 교사의 역량에 더욱 주목할 필요가 있다(Basilotta-Gómez-Pablos et al., 2022). 이러한 맥락에서 교원의 디지털 역량을 강화하기 위한 다양한 시도가 이뤄지고 있다. 교육부(2023b)는 디지털 기반 교육혁신 방안을 통해 교사와 예비교사 대상의 교실 혁신 역량 체계를 수립하고 디지털 역량 강화 연수를 운영하고 있다. 서울시 교육청은 교원 대상 디지털 역량 강화 연수 과정을 통해 에듀테크, 인공지능, 디지털교과서의 교육적 활용 등을 다루는 교육과정을 제공한다(서울특별시교육청, 2024). 또한 수학, 과학 예비 교원의 AI·디지털 역량 강화를 위해서 학습자 참여 중심의 교육프로그램을 개발하고 매뉴얼을 배포하는 시도도 이루어지고 있다(아이에답, 2024). 이에 더해 고보경과 동료들(2023)은 영어과 예비 교원을 위한 AI 융합 교육역량 향상을 위한 교육프로그램 개발을 통해 예비교원의 AI 융합교육역량 향상을 위한 교육 내용과 방법을 제안하였다.

한편, 빅데이터의 접근 가능성이 높아지고, 데이터 분석 기술이 발전하면서 데이터 기반의 탐구학습이 강조되는 사회교과가 AI 융합교육 영역에서 주목받고 있다. 이 때문에 사회과 예비 교원의 디지털 역량의 향상을 위한 특화된 교육프로그램의 필요성이 그 어느 때 보다 강조되고 있다. 사회과 교육은 사회 현상에 대한 학습자의 비판적 사고와 문제 해결 능력에 초점을 두며(교육부, 2012), 통계 자료 및 과학적 시각화에 기반한 교수-학습을 지향한다는 특징이 있다(배화순, 2019). 이러한 측면에서 최근 사회과 교사에 대한 AI와 디지털 역량 강화에 대한 요구가 높아지고 있다(이소영 외 2023). 그러나 최근 연구를 살펴보면, 교원 대상 디지털 역량 강화 교육보다는 학생 대상의 AI 활용 교육의 전략에 관련 연구가 집중된 경향을 보인다(조윤진, 2021; 황홍섭, 2021). 또 현재까지 보고된 사회과 예비 교원의 디지털 역량 강화 교육은 개발된 ‘도구 안내’에 머물러 있는 경우가 많다(Lee, 2023).

이에 본 연구는 사회과 예비 교원의 디지털 역량을 강화하기 위한 프로그래밍 기반 교육프로그램을 개발하고 그 효과를 검증하고자 한다. 최근 디지털 역량 강화의 수단

으로 주목받고 있는 프로그래밍 기반 교육을 통해, 예비교사가 자신의 교수·학습 도구를 직접 제작해 활용해 보는 경험을 제공할 필요가 있다. 이를 위해 본 연구에서는 선행 문헌 검토와 요구분석을 통해 초기 프로그램을 구성하고, 전문가 타당화를 거쳐 최종 교육프로그램을 개발하였다. 이후 개발된 교육프로그램을 예비 교원을 대상으로 실행하여 교육프로그램의 효과성을 확인하였다. 이에 따른 본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

첫째, 사회과 예비 교원의 디지털 역량 강화를 위한 교육프로그램은 어떻게 구성되는가?

둘째, 사회과 예비 교원의 디지털 역량 강화를 위한 교육프로그램은 효과적인가?

## II. 이론적 배경

### 1. 교원의 디지털 역량의 개념과 특징

디지털 역량(digital competency)은 유럽연합(EU)이 평생학습을 위한 핵심 역량 중 하나로 제안되었으며, 디지털 사회에서 살아가는데 필요한 지식, 기술, 태도의 집합이라고 할 수 있다(김교령, 박은혜, 2022). 김동만과 이태욱(2019)의 연구에 따르면, 디지털 역량은 “디지털 기술을 이해하고 사용하는 능력, 일상생활에서 디지털 기술을 효과적으로 활용할 수 있는 능력, 디지털 기술을 비판적으로 평가할 수 있는 능력, 디지털 문화에 참여하려는 태도, 윤리적이며 책임 있는 방식의 행동” 등을 포함한다. 유럽 집행위원회 연구센터(ECJR)(2019)에서는 디지털 역량을 ‘정보 및 데이터 리터러시’, ‘소통 및 협력’, ‘디지털 콘텐츠 생산’, ‘안전성’, ‘문제 해결’로 구분하고 있다.

디지털 기술을 활용한 교육이 확대되면서 교원의 전문성 중 디지털 역량의 중요성이 커지고 있다. 허희옥과 동료들(2011)은 21세기 교수자의 역량 중 하나로 테크놀로지 리터러시를 제시하면서 이를 “정보의 수집, 해석, 활용, 창조를 위하여 다양한 테크놀로지를 취사선택하여 활용할 수 있는 능력”으로 정의했다. 홍선주와 동료들(2017)은 지능 정보 사회의 교사 역량으로 ‘학습 데이터를 활용한 학습자 진단 및 맞춤형 학습 설계 역량’, ‘학습 테크놀로지 개발, 선정, 활용 역량’을 강조했다.

교원의 디지털 역량은 전문적 교수 역량과 결합된 특수성을 지니며, 다차원적인 구조를 가진다. 유럽연합이 제시한 교사의 디지털 역량 프레임워크는 ‘전문적 참여(professional engagement)’, ‘디지털 자원(digital resources)’, ‘교수와 학습(teaching and

learning)', '측정(assessment)', '학습자 권한 부여(empowering learners)', '학습자의 디지털 역량 촉진(facilitating learners' digital competence)'의 총 6개 영역으로 구성되어 있다 (Redecker, 2017). 이는 교원의 디지털 역량이 단순한 기술 활용을 넘어 디지털 기술과 정보에 대한 이해를 바탕으로 교육적 목적 달성을 위해 디지털 기술을 윤리적으로 선택하고 활용하는 전문적 역량임을 보여준다. 이를 종합적으로 반영하여, 본 연구에서는 교원의 디지털 역량을 '디지털 기술에 대한 이해를 바탕으로 이를 적절히 활용해 최적의 교수-학습을 수행하기 위한 지식, 기술, 태도'로 정의한다.

## 2. 데이터 리터러시와 사회과 교원의 디지털 역량

Mandinach와 동료들(2013)은 “의사결정에 대한 정보를 제공하기 위해 데이터를 이해하고 활용하는 것”으로 데이터 리터러시를 정의했다. 데이터 리터러시를 통계 리터러시와의 연관성을 강조하며 “데이터를 정의하고 통계적으로 활용하는 능력”으로 보는 견해도 있다(Shields, 2005). 배화순(2019)은 데이터 리터러시를 “데이터를 수집·관리·평가하는 능력”, “문제해결을 위해 데이터를 활용·분석하는 능력”, “의사소통에서 데이터를 사용하는 능력”의 집합으로 포괄적으로 정의하였다. 이를 종합하면, 데이터 리터러시는 데이터에 대한 이해를 바탕으로 데이터를 수집, 분석, 평가하고 이를 시각화하여 타인과 소통할 수 있는 능력이라고 볼 수 있다.

사회과 교육에서는 사회 현상과 자료를 분석하여 학습자의 비판적 사고와 문제 해결 능력을 강화하는 것을 목표로 한다(교육부, 2012). 사회과 교육은 통계 자료, 지도, 도표, 영상 등 다양한 데이터를 기반으로 교수-학습이 이루어지기 때문에(배화순, 2019), 데이터 자체에 대한 이해와 활용이 중요하다. 사회과 교사 1,167명을 대상으로 AI 활용에 대한 인식을 조사한 이소영과 동료들(2023)의 연구에서도 교육 현장의 데이터 리터러시에 대한 중요성을 높게 평가하고 있다. 데이터 활용 가능성이 풍부해지면서 교육자의 데이터 중심 의사결정의 중요성이 커지고, 교사의 데이터 리터러시가 주목받고 있다(Mandinach et al., 2013). 이러한 맥락에서 사회과 교원의 디지털 역량에 데이터 리터러시가 그 주요 내용으로써 포함될 필요가 있다(이진석, 2019).

교원의 데이터 리터러시를 전제한 사회과 탐구학습에 대한 연구가 이루어지고 있다. 예컨대, 이종원(2024)은 지리 교수-학습에서 생성형 인공지능 ChatGPT를 활용한 단계별 탐구학습 방안을 제시하였다. 이는 지리적 질문하기, 데이터 파악하고 계획 세우기, 데이터 수집하고 정리하기, 데이터 시각화하고 분석하기, 결론 도출, 의사소통 및 성찰하기의 순서이다. 이때 학생들은 기상청 기상 자료 개방 포털(data.kma.go.kr)의 공개 데이

터를 활용하여 특정 지역의 온도가 오르는 이유를 탐구하고, 100년 후의 기후 변화를 그래프를 기반으로 예측하는 활동을 한다. 황홍섭(2019)은 빅데이터를 활용한 사회과 교수-학습 방안을 제시하고 그 효과성을 검증하였다. 수업은 먼저, 지역의 지명을 인터넷에 검색하여 빅데이터를 수집하고, 수집한 데이터 해석을 통해 지역 문제를 이해하고 해결 방안을 탐구한다. 연구의 결과로 사회 교과에 대한 학습 태도가 유의한 변화를 확인하였다. 종합컨대, 사회과 교원이 디지털 역량 강화를 위해서는 데이터 리터러시를 반드시 그 내용과 목표로 포함할 필요가 있다.

### 3. 프로그래밍 기반 디지털 역량 강화 교육

최근 예비 교원의 디지털 역량을 향상시키기 위한 방법으로 프로그래밍 교육이 주목받고 있다. 프로그래밍은 컴퓨터 언어라는 논리적 도구를 활용하여 복잡한 문제를 다양한 방식으로 해결하는 경험을 가질 수 있게 한다(안상진, 이영준, 2016). 프로그래밍 교육은 Python과 같은 텍스트 기반 프로그래밍 언어를 사용하는지, Scratch와 같은 블록 기반 언어를 기반으로 진행되는지에 따라 구분될 수 있다(Lindberg et al., 2019). 하지만 프로그래밍 교육은, 그 문법에 대한 추가적인 학습과 문제해결을 위한 추상적 사고가 요구되기 때문에 많은 학습자들이 어려움을 겪기도 한다(배학진 외, 2009). 그럼에도 불구하고, 프로그래밍 교육은 효과적인 디지털 역량 강화 교육의 수단으로 활용될 수 있다. 프로그래밍을 통해 학습자들은 특정 애플리케이션이 어떻게 기능하고 작동하는지 이해할 수 있다(Reichaert et al., 2001). 이미 개발된 애플리케이션을 활용하는 교육은 AI의 발전 속도를 고려했을 때, 수명이 짧고 지속하기 어렵기 때문이다(Reichert et al, 2001). 따라서 학습자의 선수학습 수준을 고려하여 프로그래밍 교육의 도구와 내용을 선정할 필요가 있다. 또한 프로그래밍 과정에서 필요한 개념을 사전에 학습하도록 하여 학습 동기와 흥미를 유지 시키도록 할 필요가 있다(최정원, 이영준, 2014).

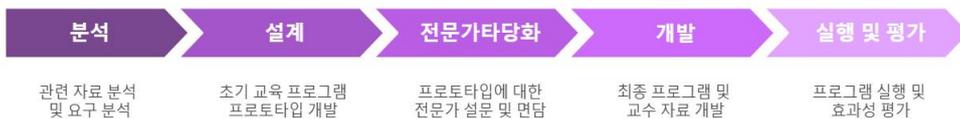
실제로 다양한 교과 맥락에서 예비 교원 대상 프로그래밍 기반 교육이 이루어지고 있다. 이준행 외(2018)는 예비 교원을 대상으로 Python과 Jupyter notebook를 활용하여 물리 교수·학습 자료를 개발하는 교육을 제안하였다. Python을 통해 시뮬레이션, 시각화, 기호 연산을 수행하고 Jupyter notebook을 활용해 교수·학습 자료를 완성하도록 하였다. 이영석(2023)은 컴퓨터 비전공자 예비 교원 대상으로 AI 리터러시 향상을 위해 15주차로 구성된 프로그래밍 기반 교육을 설계하고 실행하였다. 주요 내용으로는 인공지능에 대한 이해와 함께 교육용 프로그래밍에 대한 실습이 포함되었다. 연구 결과 수강

생의 컴퓨팅 사고력과 인공지능 역량에서 유의한 변화가 관찰되었다. 강항임과 최은아(2023)는 예비 교사들의 디지털 역량 강화를 위해 블록 코딩을 적극적으로 활용할 필요성에 대해 지적하면서, 블록코딩 프로그램인 알지오매스(AlgeoMath)를 활용한 교육 프로그램 사례를 제시하였다. 그들은 블록코딩 활동이 예비 교사의 디지털 역량을 확장 시키는 데 유용하다고 결론지었다.

프로그래밍 기반의 예비 교원 교육은 디지털 역량 향상 이외에도 교원의 정의적 측면에도 긍정적 영향을 줄 수 있다. 한규정(2017)은 프로그래밍 경험이 없는 초등 예비 교원을 대상으로 엔트리 기반 프로그래밍 수업을 하고 그 효과를 제시하였다. 연구 결과, 프로그래밍 교육은 예비 교원의 학습 몰입 수준에 정적 영향을 미치는 것으로 나타났다. 김성원과 이영준(2017)의 연구에서도 앱 인벤터를 활용한 프로그래밍 교육이 예비 교사의 문제 해결 능력과 자아효능감에 긍정적 영향을 미치는 것으로 보고하였다. 그러나 이러한 프로그래밍 기반 교육의 가능성과 유용성에도 불구하고, 사회과 예비 교원의 특수성을 고려한 교육에 대한 논의는 충분하지 않다. 사회과 예비 교원은 특히 프로그래밍 교육에 대한 상당히 높은 수요를 가지고 있음에도(이소영 외, 2023), 관련 교육의 내용과 방법을 체계적으로 개발하고 이를 상세히 보고한 연구는 드물다. 따라서 본 연구에서는 사회과 예비 교원 대상의 디지털 역량 향상을 위해 프로그래밍 교육을 기반으로 체계적으로 개발하고 그 효과를 확인하는 데 목적을 둔다.

### III. 연구 방법

연구 목적을 달성하기 위해 선행 문헌분석 및 요구분석을 바탕으로 프로토타입을 설계한 후, 개발된 교육프로그램의 프로토타입에 대한 전문가 대상 검토를 거쳐 최종 교육프로그램을 개발하고 현장 적용을 통해 교육의 효과성을 확인하였다. 연구 절차는 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 연구 절차

### 1. 관련 자료 분석

사회과 예비 교원의 AI·디지털 역량 강화를 위한 교육프로그램 개발을 목적으로 관련 문헌을 분석하였다. 국내·외 AI·디지털 역량 강화 교육프로그램 및 교원 연수 프로그램과 관련된 선행문헌 30편을 검토하였으며, 교육과정 설계 및 실행에 시사점을 제공할 수 있는 정책 보고서를 포함하여 문헌을 분석하였다. 이를 위해 학술연구정보서비스(RISS)와 Google Scholar를 활용하여 ‘AI·디지털 역량 강화’, ‘AI 리터러시 교육’, ‘디지털 리터러시 교육’, ‘사회과 교원 AI 교육’, ‘예비 교원 AI·디지털 역량’ 등의 키워드를 검색하였다. 또한, 구글 검색 엔진을 활용하여 사회과 교육 현장에서 활용된 AI 기반 교수·학습 도구 및 실제 적용 사례를 조사하였다.

### 2. 요구분석

개발된 교육프로그램의 내용 및 방법을 구체화하기 위해 전문가, 현직 교사, 예상 학습자를 대상으로 요구를 분석하였다. 교육프로그램 개발과 AI 기반 교육의 설계 및 운영 경험이 풍부한 교육공학 전문가 2인, 지리교육 전문가 4인, AI 교육 경험이 있는 지리 교사 4인 및 일반사회 교사 1인, 그리고 사회과 예비 교원 5명을 대상으로 면담을 진행하였다(<표 1> 참조). 특히 경력이 2년인 지리교사 2인은 AI 기반 교육을 실천한 경험이 많고, 관련 교사 연수 및 연구회에 참여하는 등 충분한 경험을 가지고 있다고 판단하여 전문가 명단에 포함하였다. 면담은 2024년 4월 22일부터 5월 3일까지 온라인 또는 대면 방식으로 실시되었으며, 전문가 면담은 개별 면담으로, 학습자 면담은 초점집단 면담(FGI) 형식으로 진행되었다. 면담 질문지는 전문가 대상 7개 문항, 학습자 대상 6개 문항으로 구성되었다. 전문가 면담은 AI 교육의 필요성, 교육 내용, 난이도, 교수법, 교육 시간, 개발 시 고려사항 등을 포함하였으며, 학습자 면담은 AI·디지털 교육 경험, 교육 필요성, 적절한 교육방식, 학습 시 예상되는 어려움 및 해결 방안 등을 질문으로 포함하였다.

### 3. 전문가 타당화

초기 교육프로그램의 내적 타당성을 확보하기 위해 전문가 검토를 진행하였다. 교육공학 전문가 2인, 지리교육 전문가 4인, 현직 지리 교사 5인 등 총 11명을 대상으로 설문문을 실시하였다. 전문가 타당성 검토는 나일주와 정현미(2001)의 척도를 기반으로

사회과 예비 교원의 디지털 역량 향상을 위한 프로그래밍 기반 교육프로그램 개발

<표 1> 요구분석 면담 대상자 정보

순서	구분	직위	전문 분야	경력(년)
1	교육공학 전문가	연구교수	교육공학	4
2	교육공학 전문가	연구교수	교육공학	4
3	지리교육 전문가	교수	지리교육	20
4	지리교육 전문가	교수	GIS, 지리교육	20
5	지리교육 전문가	교수	지리교육	12
6	지리교육 전문가	교수	GIS, 지리교육	6
7	지리 교사	교사	지리교육	9
8	지리 교사	교사	지리교육	7
9	지리 교사	교사	지리교육	2
10	지리 교사	교사	지리교육	2
11	일반사회 교사	교사	일반사회	9
12	학습자	학부생	지리교육	-
13	학습자	학부생	지리교육	-
14	학습자	학부생	지리교육	-
15	학습자	학부생	지리교육	-
16	학습자	학부생	지리교육	-

하였으며, 프로그램의 적절성, 교육 내용의 타당성, 주차 별 학습 내용 및 교수법의 적합성 등을 4점 리커트 척도 문항과 개방형 응답 문항을 통해 확인하였다.

#### 4. 교육프로그램 현장 평가

개발된 교육프로그램의 외적 타당성을 확보하고 교육 효과를 검증하기 위해 연구자가 소속한 대학의 생명윤리위원회(IRB) 승인 후 예비 교원 17명을 대상으로 프로그램을 실행하였다. 교육에 참여한 예비 교원은 S 대학 사범대학에 재학 중인 학부생으로 지리교육과 10인, 사회교육과 1인, 역사교육과 1인, 윤리 교육과 1인, 물리교육과 1인, 수학교육과 1인, 불어교육과 1인, 체육교육과 1인의 총 17인이었다. 본 교육프로그램은 ‘AI·디지털 기반 사회과 교육’을 주제로 2024년 8월 5일부터 10일까지 총 5일간 진행되었으며, 하루 3시간씩 총 15시간의 대면 교육으로 구성되었다. 프로그램의 효과성을

평가하기 위해 사전·사후 설문조사를 실시하였다. 설문 문항은 AI 및 디지털 기술에 대한 태도, 데이터 리터러시, AI·디지털 역량 수준을 측정하는 5점 척도의 자기 보고식 문항으로 구성되었으며, 총 32개 문항이 포함되었다. 예컨대, ‘AI·디지털 융합 수업에 대한 교수 효능’ 영역에서는 “1. 나는 AI·디지털과 사회과 교육 내용, 교수법이 적절하게 결합된 AI·디지털 융합형 사회과 수업을 설계할 수 있다.”, “2. 나는 AI·디지털 융합형 사회과 수업을 할 때 AI·디지털에 대한 학생들의 질문에 잘 대답해 줄 수 있을 것이다.”, “3. 나는 AI·디지털 융합형 사회과 수업을 할 때 학생들에게 친근하고 유익한 예시를 들어 내용을 설명할 수 있다.”와 같은 문항이 사용되었다. 프로그램 종료 후 모든 차시에 참여한 예비교원 17명을 대상으로 교육 만족도 설문을 하여 학습자의 반응을 분석하였다. 학습자 만족도 설문은 8개의 5점 척도 객관식 문항과 3개의 주관식 문항으로 구성하였다. 문항은 “2. 오늘의 교육이 사회과 교육에 의미 있는 내용으로 구성되었다.”, “기타 워크숍에 대한 의견 및 제안하고 싶으신 부분이 있다면 적어주세요.” 등이 활용되었다. 추가로 면담에 자발적 참여 의사를 보인 참가자를 대상으로, 초점집단 면담(FGI)을 하여 워크숍의 강점, 보완점, 개선 방안에 대한 의견을 수집하였다.

## IV. 연구결과

### 1. 선행연구 분석 및 요구분석 결과

#### 1) 선행연구 분석 결과

선행연구 분석으로부터 사회과 예비 교원 디지털 역량 강화 프로그램 개발을 위한 시사점을 도출하였다. 첫째, 실제로 사회과 교육에서는 교원의 디지털 역량 강화에 대한 요구가 높다. 특히 시민교육의 관점에서 교원의 AI 역량이 강조되고 있었다(정문성, 이바름, 2023). 또한 4차 산업혁명 시대에 교사가 테크놀로지에 대한 이해를 바탕으로 효과적인 교수·학습 전략을 수립해야 한다는 공감대가 형성되었다(김민성, 2022). 이와 관련해 사회과 교원의 디지털 역량 강화 교육에서 활용되는 도구로 티처블 머신, 잇셀프, ChatGPT, 구글 트렌드, R, Word2Vec가 확인되었다.

둘째, 교육 목표로서 인공지능 및 데이터 리터러시가 강조될 필요가 있다. 특히 사회과 예비교원 대상의 기존 교육에서 인공지능 기술의 이해와 활용이 강조되고 있으며 이에 대한 윤리적, 비판적 사고 함양의 필요성도 언급되고 있었다(구단희 외, 2022;

정문성, 이바름, 2023). 또한, 사회 교육에서 AI를 활용한 탐구 활동을 위해서는 교원의 데이터 리터러시의 중요성이 강조되고 있었다(이종원, 2024).

셋째, 교육 방법적으로 주제 중심 문제 해결 학습을 고려할 필요가 있다. 디지털 역량 강화 교육에서는 특정 교과목 중심 교육보다는 주제 중심의 내용 제시 방식이 효과적이다. 예컨대, 성취 목표 자체를 직접 다루기보다, ‘인구’라는 융복합적인 주제를 활용해 교육을 구성하는 것이 더 효과적이다(박윤경, 2013).

넷째, 교육 내용으로써 기초 프로그래밍 실습이 포함될 필요가 있다. 이는 특히 사회과의 특성을 고려했을 때 더욱 중요하다. 선행연구에 따르면 사회과는 AI나 디지털 등의 기술이 사회와 어떠한 영향을 미치는지에 관심을 가진다. 예를 들어 기술이 어떻게 사회 문제를 해결할 수 있는지, 혹은 반대로 그러한 기술이 어떻게 새로운 사회 문제를 만들어 낼 수 있는지에 대한 관심도가 높다(배화순, 2019; 이소영 외, 2023). 따라서 사회과 예비 교원은 새로운 기술을 단순히 잘 활용하는 것을 넘어, 비판적으로 수용할 줄 알아야 한다. 결국 실제 애플리케이션이나 소프트웨어 등이 어떻게 동작하는지 이해할 필요가 있는 것이다. 실제로 Zarouali와 동료들(2021)은 ‘알고리즘 기반 추천 시스템’에 대해 인지하고 있는 사람은 그렇지 못한 사람에 비해 비판적 성찰과 의사결정능력이 높아짐을 강조하였다. 또한 예비교원이 프로그래밍을 통해 창의적 디지털 교수학습자료를 개발하는 활동은 디지털 역량 강화에 긍정적 효과가 있다(이준행 외, 2019). 프로그래밍 도구는 R과 R Markdown을 활용하거나(Grayson et al., 2022), Plotly Dash나 Shiny와 같은 부가적인 도구를 함께 사용하기도 한다. 또한 이러한 예비교원 대상 프로그래밍 교육에서는 ‘웹 기반의 인터랙티브 교수·학습 자료 개발’이 과제로 제시될 수 있다(Hanč et al., 2020; Lombardo, 2024).

종합하면, 사회과 예비 교원의 디지털 역량 강화 교육을 위해서는 다양한 테크놀로지에 대한 소개와 이해, 데이터 기반의 문제해결학습, 실습 중심의 프로그래밍 교육이 필요하며, 교육 내용이 주제 중심으로 이루어질 필요가 있다.

## 2) 요구분석 결과

요구분석 결과 프로그램 개발을 위해 다음의 시사점이 도출되었다. 첫째, 예비교원의 선수학습 수준을 파악하여 난이도를 조정할 필요가 있다. 예비교원은 디지털 네이티브이지만 실제로는 디지털 기술과 프로그래밍에 대한 이해도가 부족한 경우가 많다는 의견이 제시되었다. 따라서 다양한 기술을 소개하거나 프로그래밍 실습 시, 학습자가 충분히 내용을 익힐 수 있도록 관련 자료를 상세한 수준으로 제시할 필요가 있다. 학습자 간 수준 차이를 극복하기 위해 사전 학습 콘텐츠를 제공하거나, 교육 종료 후

복습할 수 있는 온라인 강의를 공유할 수 있다는 의견도 확인되었다. 또한 프로그래밍 실습 시에는 특히 적시적인 도움을 줄 수 있는 조교를 확보하는 것이 중요하다.

둘째, 사회 교과와 특수성을 반영한 교육 내용 설계가 필요하다. 인구, 기후 등 사회 과에서 다루는 데이터를 중심으로 교육이 구성될 필요가 있다. 또한 실제 교실 상황에서 활용할 수 있는 과제를 제시하여 추상적이지 않고 현실에 도움이 되는 이론과 실제를 결합한 교육이 이루어져야 한다. 학습자들에게 AI, 데이터를 활용해 실제적 문제를 해결하는 과제를 제시하고 이를 발표하게 하는 수업이 효과적일 수 있다.

마지막으로, 예비교원의 학습 동기를 강화하기 위한 전략이 필요하다. AI 및 디지털의 확산과 교육적 가능성과 미래 교육의 변화를 제시하며, 학습 활동의 의미를 부여할 필요가 있다. 특히, 프로그래밍 교육을 포함하는 경우, 프로그래밍을 처음 접한 학습자들이 초반에 낙오될 가능성이 있으므로 지속적인 피드백을 제공해야 한다. 더불어 학습자들로 구성된 커뮤니티를 운영함으로써, 협력적 분위기를 조성하고 상호 모방학습이 이루어질 수 있음을 언급하였다.

### 3) 초기 교육프로그램

선행연구 분석과 요구분석의 결과를 바탕으로 만들어진 교육프로그램 초안은 <표 2>와 같다. 온라인 사전학습 1차시(5시간), 오프라인 본 학습 5차시(15시간)로 구성된 6개 모듈의 교육프로그램이며, 이론과 실습으로 구성된다. 프로그램의 목표는 ‘예비 교원이 AI·디지털 기술을 주도적으로 활용하여 수업 상황에서 학생들과 효과적으로 커뮤니케이션할 수 있는 디지털 교수·학습 자료를 제작하는 능력을 함양’하는 것이다. 이를 위해 오픈 소스 프로그래밍 언어인 R과 디지털 저작 도구인 Quarto의 사용법을 학습하고, 이를 활용해 자신의 디지털 도구를 개발하는 방향으로 프로그램의 내용이 구성되었다.

구체적으로, Quarto의 기초적인 사용법 및 이를 활용한 수업용 블로그와 웹-기반 수업용 대시보드의 제작, R을 활용한 데이터의 수집, 탐색, 분석, 시각화 등의 내용을 포함하고 있다. 지리 과목뿐만 아니라 다른 사회과 세부 전공에서도 널리 사용할 수 있는 인구 데이터를 실습에 사용하여 다양한 전공의 학생들에게도 유용한 프로그램이 될 수 있도록 계획하였다.

사회과 예비 교원의 디지털 역량 향상을 위한 프로그래밍 기반 교육프로그램 개발

<표 2> 사회과 예비 교원의 디지털 역량 향상을 위한 프로그래밍 기반 교육프로그램 초안

차시	강의 주제	강의 내용	실습 내용
사전 학습	오픈소스 프로그래밍 언어와 최신 지리공간기술의 이해	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ R 프로그래밍의 기초</li> <li>■ 사회 교과를 위한 지리 공간기술</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 오픈소스 프로그래밍 언어로서의 R</li> <li>■ 최신 지리공간기술로서의 구글 어스 스튜디오</li> <li>■ R을 통한 데이터사이언스 프로세스</li> </ul>
1차시	사회 교과와 AI·디지털 역량	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 사회 교과의 AI·디지털·데이터 리터러시 교육</li> <li>■ 교사의 AI·디지털 커뮤니케이션 역량</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AI·디지털 커뮤니케이션 도구로서의 Quarto 입문</li> <li>■ Quarto를 활용한 수업용 블로그 만들기</li> </ul>
2차시	인구 문제 탐구를 위한 데이터의 수집 및 자연어 처리	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 웹 스크래핑과 오픈 API를 활용한 인구 데이터의 수집</li> <li>■ 자연어 처리 및 텍스트 마이닝을 통한 인구 문제 현상의 파악</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ KOSIS, 공공데이터포털, 네이버 API를 활용한 인구 관련 데이터 수집(rvest와 httr2 패키지)</li> <li>■ R을 활용한 자연어 처리 및 텍스트 마이닝(KoNLP와 stringr 패키지)</li> </ul>
3차시	인구 데이터의 탐색 및 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 인구 데이터의 탐색을 통한 인구 문제의 이해 및 수업 소재 선정</li> <li>■ 통계 분석 및 머신러닝을 통한 인구 데이터의 분석 및 시사점 획득</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ R을 활용한 데이터의 가공, 변형, 요약, 분석, 모델링 (tidyverse와 tidymodels 패키지)</li> </ul>
4차시	지리공간적 시각화와 디지털 교수-학습 대시보드의 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 지리공간적 시각화 기법을 활용한 3차원·동적·반응형 지도 제작</li> <li>■ 인구 문제 탐구 수업을 위한 디지털 대시보드의 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ R을 활용한 지리공간적 시각화(ggplot2, plotly, leaflet 패키지)</li> <li>■ Quarto와 지리공간적 시각화를 결합한 디지털 대시보드의 설계</li> </ul>
5차시	웹-기반 교수-학습 대시보드의 제작 및 공유	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 인구 문제 탐구 수업을 위한 웹-기반 대시보드의 제작</li> <li>■ 웹 배포를 통한 공유</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Quarto를 활용한 대시보드의 제작 및 웹 배포(quarto.pub 활용)</li> </ul>

2. 전문가 타당화 및 최종 교육프로그램

1) 전문가 타당화 결과

초기 교육프로그램에 대한 타당성 검토 결과, 프로그램 전반에 대한 타당성은 4점 척도 기준, 평균 3.52점으로 나타났으며, 각 주차 별 내용에 대한 타당성 점수는 평균 3.78점으로 비교적 높게 나타났다. 평가자간의 일치도(IRA)도 0.7로 비교적 높은 수준을 보였다. 전체 타당화 결과는 <표 3>과 같다.

<표 3> 교육프로그램에 대한 전문가 타당화 점수

영역	세부 영역	전문가											M	CVI	IRA
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K			
차시별 타당도	1차시	4	3	4	4	3	4	3	4	3	4	4	3.6	1.00	0.70
	2차시	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4	3.8	1.00	
	3차시	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3.8	1.00	
	4차시	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.0	1.00	
	5차시	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	3.6	1.00	
전체 타당도	타당성	4	3	4	3	4	4	3	4	4	4	4	3.7	1.00	0.70
	설명력	4	2	4	4	4	4	4	4	3	4	3	3.6	0.91	
	유용성	4	2	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3.6	0.91	
	보편성	4	2	4	3	3	4	3	4	4	3	3	3.4	0.91	
	이해도	4	2	4	4	3	4	2	3	3	4	3	3.3	0.82	

주관식 문항에 대한 주요 의견으로 강의 목표 및 개발 방향의 수정, 교육 운영 전략의 고도화, 교육 내용 및 과제의 보완, 교육 난이도 조정에 대한 의견이 확인되었다. 전문가 타당화 설문을 통해 확인한 초기 교육프로그램에 대한 주요 의견을 종합하면 <표 4>와 같다.

2) 최종 교육프로그램

최종 교육프로그램으로 ‘AI·디지털 기반 사회과 교육’이 개발되었다. 본 교육프로그램은 사회(지리) 교과 예비 교원이 교육 현장에서 활용할 수 있는 AI·디지털 기술을 습득하고 이를 기반으로 자신만의 교수·학습 도구를 개발하고 활용하는 역량을 기르는 것을 목적으로 한다. 교육프로그램은 사전학습 5시간과 본 학습 15시간으로 구

<표 4> 교육프로그램에 대한 전문가 주요 의견

구분	항목	주요 의견	수정 반영 사항
교과과정 설계 시 고려사항	강의 목표 및 개발 방향	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ R 프로그래밍 학습의 실효성에 대한 우려</li> <li>■ 교육 내용, 핵심 역량, 교육 방법의 연계성 이해 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ R 프로그래밍보다 데이터 리터러시 함양이 핵심임을 강조</li> <li>■ 교육 내용, 목표 역량, 교육 방법의 명확한 연계성 제시</li> </ul>
	교육 운영 전략	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 학습 자료 공유 및 질의응답 플랫폼 필요</li> <li>■ 교수학습모형 전파를 위한 인력 보강 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 학습 자료 및 산출물 공유 플랫폼 구축</li> <li>■ 실시간 소통 및 질의응답 가능한 채널 확보</li> <li>■ 추가적인 조교 배치</li> </ul>
차시별 수업 설계 시 고려사항	단위 차시 구성	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 주제 중심의 재구성 필요</li> <li>■ Quarto 내용의 적절한 배치 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Quarto를 통한 지리공간 데이터 활용 도구 개발을 중심으로 차시 재구성</li> <li>■ Quarto 관련 내용을 1~5주차 전반에 걸쳐 균형있게 배치</li> </ul>
	프로젝트 안내 및 발표	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 본 교육프로그램 최종 산출물 활용 사례 소개 필요</li> <li>■ 대시보드 발표 및 피드백 시간 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 1차시에 최종 산출물 활용 사례 및 모범 산출물 소개</li> <li>■ 5차시에 대시보드 발표, 피드백, 개선 시간 추가</li> </ul>
실습 활동 설계 시 고려사항	난이도 조정 및 지원 제공	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ R 프로그래밍 초보자를 위한 학습 시간 및 내용 검토 필요</li> <li>■ 기술적 용어의 이해 어려움</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ R 프로그래밍의 입문 난이도가 쉽다는 점 강조, 충분한 학습 시간 확보, 예제 코드 제공</li> <li>■ 기술적 용어 최소화, 이해하기 쉬운 단어로 설명</li> </ul>

성된다. 온라인 사전학습을 통해 기초적인 프로그래밍 지식을 습득하고, 본 수업에서 이를 활용하여 교수·학습 도구를 개발하는 실습이 이루어지도록 구성하였다. 특히 사회과 예비교원이 유용하게 활용할 수 있는 디지털 지리공간기술, 오픈 API, 자연어 처리, 텍스트 마이닝, 데이터 탐색 및 머신러닝, 지리공간적 시각화, 디지털 대시보드 등에 대한 개념 강의 및 실습을 중심으로 내용을 구성하였다. 최종적으로 프로그래밍

을 활용해 사회과 수업에서 활용할 수 있는 인터랙티브 교수·학습 자료를 개발하고, 이를 활용한 수업을 설계하는 과제를 부여하여 현장 연계성을 가능성을 높이고자 하였다. 교육프로그램의 세부 사항은 <표 5>와 같다.

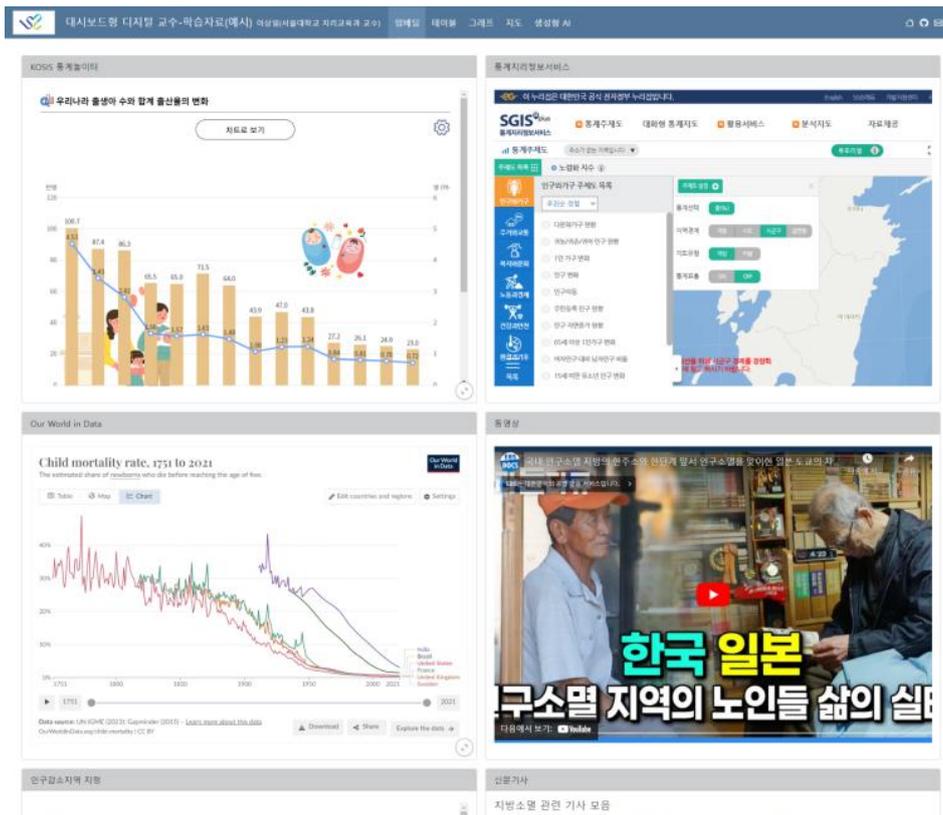
<표 5> 사회과 예비 교원을 위한 AI·디지털 역량 강화 프로그램 최종안

모듈	주제	강의	실습
사전 학습	사회과 수업에서 활용 가능한 AI·디지털 도구 소개	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 사회과 수업에서 활용 가능한 AI·디지털 도구</li> <li>■ 세가지 사이언스</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 최신 지리공간기술로서의 구글 어스 스튜디오</li> <li>■ R을 통한 데이터사이언스 프로세스</li> </ul>
1주차	AI·디지털 역량과 사회 교과	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AI·디지털 사회의 도래와 사회 교과</li> <li>■ AI·디지털 커뮤니케이션 역량과 도구</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ AI·디지털 커뮤니케이션 도구로서의 Quarto 입문</li> <li>■ Quarto를 활용한 대시보드 만들기</li> </ul>
2주차	데이터의 수집 및 정련화	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 데이터의 수집 방법</li> <li>■ 데이터 불러오기 및 정리하기의 개념과 기법</li> <li>■ 인구 문제의 현황 파악</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ R을 활용한 오픈 API 기반 데이터 수집</li> <li>■ R을 활용한 데이터 불러오기 및 정리하기</li> </ul>
3주차	탐색적 데이터 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 탐색적 데이터 분석의 원리와 절차</li> <li>■ 데이터 변형 및 시각화의 개념과 기법</li> <li>■ 인구 문제의 이해 및 수업 소재 선정</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ R을 활용한 데이터의 변형 및 시각화</li> <li>■ R을 활용한 탐색적 데이터 분석</li> </ul>
4주차	고급 시각화와 교수·학습 대시보드의 설계	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 인터랙티브 시각화의 종류</li> <li>■ 지리공간적 시각화의 개념과 기법</li> <li>■ 인구 문제 탐구 수업을 위한 교수·학습 대시보드의 설계</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ R을 활용한 인터랙티브 및 지리공간적 시각화</li> <li>■ Quarto를 활용한 대시보드의 설계</li> </ul>
5주차	고급 인터랙티브 기능과 교수·학습 대시보드의 제작 및 공유	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 고급 인터랙티브 기능</li> <li>■ 인구 문제 수업을 위한 대시보드의 개발</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 수업지도안 제작</li> <li>■ 교수·학습 대시보드의 발표 및 공유</li> </ul>

사회와 예비 교원의 디지털 역량 향상을 위한 프로그래밍 기반 교육프로그램 개발

먼저, 사전학습에서는 사회과 수업에서 활용 가능한 AI·디지털 도구를 소개하고, 세 가지 사이언스(데이터사이언스, 공간사이언스, 오픈사이언스)의 개념을 다룬다. 또한 지리과에서 유용하게 활용할 수 있는 구글 어스 스튜디오에 대한 소개와 R 프로그래밍에 대한 기초를 학습한다. 1차시에서는 AI·디지털 역량의 기본 개념과 Quarto의 기본 기능을 다루고, 2~3차시에는 데이터의 수집, 정리, 변형, 탐색(기본 시각화 포함)의 과정을 인구 데이터를 중심으로 익힌다. 4~5차시에는 고급 시각화(인터랙티브 시각화 및 지리공간적 시각화)를 다룬 후 교수·학습 대시보드의 설계, 제작, 공유를 실습한다.

구체적으로, 1차시에서는 AI·디지털 리터러시가 무엇이며, 사회 교과에서 그것이 갖는 함의는 무엇인지 먼저 짚어본다. 특히 타 교과와 달리 사회 교과에서 AI·디지털 도구의 활용 가능성과 실제 사례를 확인한다. 또한 온라인 저작 도구인 Quarto를 활용하여 간단한 교수·학습 자료를 만들어 보는 체험을 한다(그림 2 참조).



[그림 2] Quarto를 활용해 제작한 교수학습자료 예시

2차시에서는 데이터사이언스의 프로세스인 ‘수집-가공 및 변형-탐색(시각화 및 분석)-의사소통’의 단계를 설명한 후, 웹 스크래핑과 오픈 API 기술 등 데이터 수집의 방법을 안내한다. 이 과정에서 빅데이터 수집을 활용한 사회 현상 분석의 사례를 제시하고 데이터 수집 관련 윤리, 수집 과정에서 발생할 수 있는 데이터 편향 가능성 등도 언급한다. 또한 실습에서는 프로그래밍 언어 R을 활용하여 외부 데이터를 수집하고 가공하는 활동을 진행한다.

3차시는 탐색적 데이터 분석의 원리와 절차를 다룬다. 이때 데이터 시각화의 중요성을 학습하고 다양한 데이터 시각화 기법을 안내한다. 또한 사회과에서 자주 활용되는 인구 데이터를 수집 및 가공하는 실습을 진행한다. 이 과정에서 실제 사회 수업에서 활용할 수 있는 데이터 시각화 유형을 생각하도록 유도한다. 예컨대 인구 관련 단원에서 저출산 및 고령화로 인구구조가 변해가는 과정을 효과적으로 보여주고 싶다면, 인구피라미드 형태의 시각화를 고려할 수 있다는 것을 설명한다.

4차시에서는 고급 시각화와 교수·학습 대시보드의 설계에 대해 다룬다. 반응형(reactive) 및 동적(dynamic) 시각화 및 지리공간적 시각화 기법을 학습하고 이를 직접 실습에서 적용해 본다. 학습한 다양한 시각화 기법을 활용해 교수·학습 자료로서 대시보드(dashboard)를 개발해보는 실습으로 이어진다.

마지막 5차시에서는 추가적인 고급 인터랙티브 기능을 안내하고, 학습자가 최종적으로 자신만의 교수학습용 대시보드를 직접 개발 및 공유한다. 특히 학습자는 개발된 인터랙티브 도구를 활용한 수업지도안을 구상하고 이를 발표한 후 질의응답 시간을 가진다.

### 3. 교육프로그램 효과성 평가

#### 1) 교육프로그램 실행

최종적으로 개발된 프로그램의 실행을 위해 S대학 사범대에 재학 중인 학부생을 대상으로 워크숍을 운영하였다. 모집된 인원은 총 17명으로, 지리교육과 학부생 10명과 물리교육과, 불어교육과, 사회교육과, 수학교육과, 역사교육과, 윤리교육과, 체육교육과가 각각 한 명씩 포함되었다. 사전학습 동영상 링크는 워크숍 시행 1주일 전 모든 학생에게 제공되어 오프라인 수업 전에 필요한 내용을 숙지할 수 있도록 하였다. 온라인 사전학습 5시간, 오프라인 워크숍은 3시간씩 5차시로 총 15시간, 총합 20시간으로 운영되었다. 매 수업 이론 강의와 실습을 위해 모든 수업과 실습 내용이 담긴 html 파일을 Notion으로 공유하여 사용하였다(그림 31 참조).

사회와 예비 교원의 디지털 역량 향상을 위한 프로그래밍 기반 교육프로그램 개발



[그림 3] 강의와 실습에 사용된 html 파일(왼쪽: 강의 자료, 오른쪽: 실습 자료)

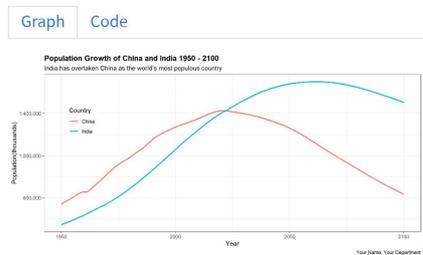
1차시에는 ‘AI · 디지털 역량과 사회 교과’를 주제로 AI · 디지털 사회의 도래와 사회 교과 및 AI · 디지털 커뮤니케이션 역량과 도구에 대한 이론 강의가 진행되었다. 더불어 이를 위한 디지털 저작 도구인 Quarto의 사용법과 Quarto를 활용하여 대시보드를 만드는 실습을 진행하였다. 이후 2차시에서 4차시에 걸쳐 ‘데이터의 수집 및 정련화’, ‘탐색적 데이터 분석’, ‘고급 시각화와 교수 · 학습 대시보드의 설계’라는 주제로 관련된 이론을 학습했다. 실습에서는 R 프로그래밍을 통해 대시보드의 구성 요소로 활용할 수 있는 표, 그래프, 지도 등을 만드는 방법에 대해 다루었다. 이 과정에서 학생들이 실습 간에 배운 내용을 보다 잘 이해하고 직접 고민하여 코드를 작성해 볼 수 있도록 데이터 정제 및 시각화와 관련된 연습 문제를 제공하였다(그림 4 참조). 그리고 5차시에서 개인별로 제작할 대시보드의 내용 구상을 위해 수업 계획안 작성을 과제로 부여했다. 마지막 5차시에서는 ‘고급 인터랙티브 기능과 교수 · 학습 대시보드의 제작 및 공유’라는 주제로 이론 강의와 더불어 학습자들이 작성한 수업 계획안을 토대로 하여 실제 수업용 대시보드를 제작하고 발표하는 시간을 가졌다.

문제 1

UN에 따르면 2023년 4월 인도의 인구가 중국의 인구를 넘어섰습니다. 중국의 심각한 출산율 저하로 인해 두 국가의 인구 수 차이는 앞으로 더 커질 것으로 전망됩니다. 1950년부터 2100년까지의 두 국가의 인구 수를 시각화하여 이러한 경향을 파악해 보겠습니다.

- wpp\_2024의 pop\_jul\_total 데이터를 활용하세요.
- scale\_y\_continuous()를 활용하면 y축의 설정을 변경할 수 있습니다. 실험을 사용해 숫자를 끊어 가독성을 높이기 위해 어떤 아규먼트가 필요한지 검색을 통해 찾아보세요.
- theme()을 통해 세부 사항도 조정해보세요. (선 굵기, 테마, 범례의 위치, 굵은 제목 등)

문제 1



[그림 4] 실습 내용 복습을 위해 제공된 연습 문제

## 2) 교육프로그램에 대한 반응

### (1) 만족도 설문 결과

워크숍 프로그램에 대한 만족도 조사 결과 프로그램에 참여한 학습자들의 만족도 평균은 5점 만점 중 4.67점( $SD=0.67$ )으로 높은 수준을 보였다. 가장 낮은 만족도(4.57점)를 보인 2차시 수업의 경우, 실제로 프로그래밍 실습 중심으로 이루어졌기 때문에 프로그래밍에 익숙하지 않았던 학생들이 실습 내용 이해에 어려움을 겪은 것으로 보인다. 만족도 평균은 차시가 지날수록 점차 상승하여 마지막 5차시에 4.76점( $SD=0.28$ )으로 가장 높은 만족도를 보였다. 이는 수업과 실습이 진행될수록 학생들이 프로그래밍에 익숙해졌기 때문으로 해석할 수 있다. 마지막 차시에서 수업지도안을 작성하면서 워크숍에서 학습한 내용을 실제 수업에 적용해 보는 활동의 만족도가 높았음을 확인할 수 있다. 구체적인 차시별 학습자 만족도 조사의 결과는 <표 6>과 같다.

<표 6> 차시별 학습자 만족도 조사 결과

구분	주제	N	M	SD
1차시	AI · 디지털 역량과 사회 교과	17	4.59	0.67
2차시	데이터의 수집 및 정련화	17	4.57	0.65
3차시	탐색적 데이터 분석	16	4.68	0.56
4차시	고급 시각화와 교수 · 학습 대시보드의 설계	16	4.73	0.53
5차시	고급 인터랙티브 기능과 교수 · 학습 대시보드의 제작 및 공유	17	4.76	0.28
전체 평균			4.67	

차시별로 시행된 만족도 조사 설문의 개방형 문항을 통해 수집한 참여자들의 주요 의견은 다음과 같다. 우선, 학습자들은 워크숍에서 실습으로 실제 데이터를 활용하여 결과물을 만들어 볼 수 있었다는 점을 매우 긍정적으로 평가하였다. 특히 직접 대시보드를 제작하고, R과 Quarto를 활용하여 실질적인 산출물을 만들어 본 경험이 학습에 큰 도움이 되었다고 응답하였다. 또한, 학습자들은 수업이 기초 수준에 맞추어져 있어 입문하기에 적합하였으며, 보조 자료와 조교의 도움을 받아 학습을 쉽게 따라갈 수 있었다는 점을 높이 평가하였다. 그리고 워크숍을 통해 현재 교육 현장에서 활발하게 논의되고 있는 AI 활용 교육에 대한 시사점을 얻을 수 있었다는 의견도 있었다. 마지막으로, 워크숍에서 아쉬웠던 점에 대한 의견은 주로 실습에서의 부족한 시간과 관련된

내용이었다.

(2) 면담 결과

교육프로그램에 참여한 학생 5명을 대상으로 한 면담 결과는 다음과 같다. 먼저 학습자들은 본 교육프로그램을 통해 디지털 기반 교육역량이 향상되었고, 웹 기반 교수·학습 자료의 유용성을 느낄 수 있었다고 응답하였다.

“저는 디지털교과서를 회의적으로 생각하는 사람이었는데 이 수업을 들으면서 ‘그래도 이런 식으로 수업이 구상되겠구나’ 구체화를 할 수 있었고…”(학습자 C)

“인터랙티브 웹을 이용하면 클릭을 할 수 있고 줌인(zoom-in)을 할 수 있고 클래스 맵으로 색깔이 다 다르게 들어가는 기능 같은 걸 활용하면 훨씬 더 아이들에게 시각적 효과를 극대화해서 학습 효과를 높일 수 있겠구나…”(학습자 E)

또한, 학습자들은 본 프로그램을 통해 데이터 리터러시를 함양할 수 있었고, 이를 통해 각자의 전공에서 어떻게 디지털 도구를 활용하여 수업을 구상할 수 있을지 고민하는 기회가 되었다고 응답하였다.

“이런 것들이 제가 체육교육과에서 들은 수업들 중, 데이터 사이언스 쪽 스포츠 통계학 같은 경우에 충분히 반영할 수 있다고 생각이 들었고…”(학습자 B)

“프랑스어 교과에서는 프랑스어뿐만 아니라 문화에 대해서 굉장히 많이 배웠는데 그때 지도를 활용해서 교육을 하면 도움이 될 수 있겠다고 생각을 했습니다.(학습자 C)”

개선점으로는 수업 내용에 대한 측면에서, 교수방식에 초점을 맞춘 내용을 더 다룰 필요가 있고, 데이터를 다루는 능력을 충분히 기르기에는 프로그램의 기간이 짧았다는 의견이 확인되었다.

“제가 필요할 때 ‘완전히 새로운 데이터를 찾아서 이렇게 정리할 수 있을까’라는 것에는 좀 회의적인 생각을 했던 것 같아요.”(학습자 C)

“데이터에 대한 이해 자체는 높아졌다고 할 수 있지만, 그 데이터를 다루는 스킬

자체는 며칠 동안 성장하기에는 좀 역부족이지 않았나 생각이 드는데요.”(학습자 E)

마지막으로, 수업 운영 측면에서 프로그래밍 기반 교육인 만큼 실습에서 배운 내용을 적용해 보는 시간을 확보하고, 코드를 이해하고 연습해 볼 기회가 사전에 제공될 필요가 있다는 의견이 제안되었다.

“코드가 가려진 문제를 몇 개 만들어서 저희가 적용할 수 있는 그러니까 좀 머릿속에 있는 걸 인출 할 수 있는 시간이 필요하다고 생각이 들었고...”(학습자 A)

“사전학습에 조교님께서 영상을 만들어 주셨던 것처럼, 실습도 거꾸로 학습(플립러닝)처럼 미리 실습 수업을 듣고 문제를 생각해 와서 실습 시간에는 못 풀 문제를 풀이해 주시는 그런 시간을 갖는 것도 괜찮겠다...”(학습자 D)

### 3) AI융합교육 역량 및 데이터 리터러시 변화

본 프로그램의 학습 효과를 검증하기 위해 참여 학생 17명을 대상으로 사전 및 사후 설문조사를 실시하였다. 분석 결과, 예비 교사의 ‘AI·디지털에 대한 태도’, ‘AI·디지털 효능감’, ‘AI·디지털 교수학습 역량’, 그리고 ‘데이터 리터러시’의 네 가지 영역 모두에서 통계적으로 유의한 상승이 확인되었다(<표 7> 참조).

<표 7> 교육프로그램 효과성 평가 결과 - AI·디지털에 대한 태도

구분		기술통계량			검정통계량 (p-value)		효과 크기	
		N	M	SD	z	t(16)	r	d
AI·디지털에 대한 태도	사전	17	4.33	0.47	45 (p<.01)	-	0.71	-
	사후	17	4.56	0.39				
AI·디지털 효능감	사전	17	3.57	0.60	-	4.557 (p<.001)	-	1.18
	사후	17	4.26	0.58				
AI·디지털 교수·학습 역량	사전	17	2.85	0.88	-	6.017 (p<.001)	-	1.56
	사후	17	4.14	0.77				
데이터 리터러시	사전	17	3.16	0.50	-	7.833 (p<.001)	-	2.26
	사후	17	4.29	0.50				

먼저, ‘AI·디지털에 대한 태도’는 프로그램 참여 이전 평균이 4.33에서 참여 이후 4.56으로 상승했는데, 정규성 가정을 만족하지 않아 비모수 검정(Wilcoxon’s signed-rank test)을 실시했다. 그 결과 평균이 4.33에서 4.56으로 상승했으며 통계적으로 유의하였다( $p<.01$ ). ‘AI·디지털 효능감’ 역시 평균이 3.57에서 4.26으로 상승하였으며, 통계적으로 유의하였다( $p<.001$ ). ‘AI·디지털 교수·학습 역량’은 네 영역 중 사전 평균이 2.85로 가장 낮았으나, 프로그램 참여 이후로는 4.14로 역시 큰 폭의 유의한 상승이 관찰되었다( $p<.001$ ). ‘데이터 리터러시’는 평균이 3.16에서 4.29로 네 영역 중 가장 큰 폭으로 상승하였으며, 통계적으로 유의하였다( $p<.001$ ). 이러한 통계적 검정 결과 및 높은 효과 크기 등을 고려했을 때, 본 교육프로그램을 통해 예비교사의 AI·디지털 역량이 상당 부분 강화되었다고 할 수 있다.

## V. 논의 및 결론

본 연구는 사회과 예비 교원의 디지털 역량을 강화하기 위해 프로그래밍 기반 교육 프로그램을 개발하고, 그 효과성을 평가하였다. 연구 결과, 오픈 소스 프로그래밍 언어인 R과 디지털 저작도구 Quarto를 바탕으로 인터랙티브 교수·학습 대시보드를 개발하는 교육프로그램이 개발되었다. 본 연구 결과를 통해 예비 교원의 AI 기술 활용과 데이터 리터러시의 중요성이 드러났으며, 사회과 교육에서 데이터 분석 및 시각화를 통합한 디지털 역량 강화 교육의 가능성이 제시되었다. 본 연구 결과를 바탕으로 논의점을 제시하면 다음과 같다.

첫째, 디지털 역량 강화 교육에서 AI 리터러시와 데이터 리터러시는 밀접한 연관성을 갖는다. 디지털 리터러시, AI 리터러시, 데이터 리터러시의 관계에 대해 Kreinsen와 Schulz(2023)는 세 영역이 각각 구분되는 개념이라고 주장한다. 이유미(2022)에 따르면 디지털 리터러시는 아날로그에서 디지털로 변화하는 맥락에서 생겨난 포괄적 용어로 AI 리터러시보다 넓은 범위를 의미한다. 반면, AI 리터러시는, 다루는 테크놀로지의 범위가 AI에 한정되고 AI의 기능적 측면(예: 인식, 추론, 학습, 상호작용, 사회적영향(Touretzky et al., 2019)과 역량체계가 직접 연관된다는 점에서 차이가 있다. 반면, 디지털 리터러시를 AI 리터러시와 구분되는 개념이 아니라 충분조건으로 보는 시각도 있다(Yi, 2021). Olari와 Romeike(2021)는 AI 리터러시와 데이터 리터러시의 차이점을 제시하였는데, 현재 제시되고 있는 AI 리터러시 프레임워크가 데이터 리터러시의 모든 요소를 포함하고 있지 않다는 점을 지적한다.

본 연구에서는 요구분석 결과에 기반해 디지털 역량 강화 교육을 ‘AI 교수·학습 도구’와 ‘AI 기반 데이터 시각화’를 중심으로 구성하였다. 학습자들은 AI 기반 분석 도구 Quarto를 활용함과 동시에 이를 구현하기 위해서 인구통계 ‘데이터’를 반드시 활용해야 한다. 이러한 연구 결과는 교원의 디지털 역량과 AI 리터러시, 데이터 리터러시 간의 관계를 보여준다. 디지털 리터러시 향상을 위해서는 필연적으로 AI 리터러시와 데이터 리터러시가 다루어져야 하는 것이다. 따라서 본 연구에서는 AI 리터러시와 데이터 리터러시를 상호 보완적인 역량으로 보며, 이 두 역량을 디지털 리터러시의 필요 역량으로 보았다. 따라서 예비교원의 디지털 역량 향상을 위한 교육에서는 이러한 다양한 리터러시를 고려한 통합적 교육이 설계 및 실행될 필요가 있다.

둘째, 예비 교원의 디지털 역량 강화 교육에서 프로그래밍 교육에 주목할 필요가 있다. 현재 사회과 수업에서는 다양한 AI·디지털 도구가 활용되고 있고, 이러한 도구에 대한 지식은 교원교육에서 여전히 중요하다(이종원, 2024). 그러나 AI의 발전 속도와 다양한 서비스가 폭발적으로 증가하는 현시점에서, 이미 개발된 웹서비스에 지나치게 의존하는 교육은 장기적 측면에서 부적절할 수 있다. 예컨대, ChatGPT, 구글 트렌드, 티처블 머신 등의 일부 서비스와 특정 기술에 대한 학습은, 그 시기가 지나면 무의미해질 수 있다. 이러한 측면에서 본 연구가 제안하고 있는 프로그래밍 기반 인터랙티브 교수·학습 대시보드는 지속 가능한 지식을 제공한다는 점에서 의미가 있다. 학생들이 프로그래밍 기초 지식을 바탕으로 자신의 수업 목표에 맞는 도구를 제작하여 활용할 수 있기 때문이다. 이 과정에서 학생들은 최신의 AI 기술을 API를 통해 활용하기 때문에 새로운 AI의 기술 수준이 발전하더라도 이를 주도적으로 활용할 수 있게 된다.

이와 관련하여 본 연구에서는 R 프로그래밍을 활용하여 학습자가 자신의 교수학습 자료를 직접 구성하고, 다양한 데이터를 연결해 볼 수 있는 실습을 제공하였다. 학습자들은 면담에서 프로그래밍을 통해 데이터를 시각화하고, 자신의 맞춤형 도구를 제작하는 실습 과정이 AI의 가능성을 이해하고, 자신에 맞는 교수학습 자료를 개발할 수 있다는 점에서 긍정적으로 평가하였다. 이와 같은 예비교원 교육에서 컴퓨터 비전공자 대상의 프로그래밍 교육을 실시하는 사례가 최근 다수 보고되고 있다(예: 강향임, 최은아, 2023; 이영석, 2023, 이준행 외, 2018). 특히 프로그래밍 교육은 디지털 역량 강화 차원에서 학습 몰입 및 효능감에 긍정적인 영향을 미칠 수도 있다(이영준, 2017). 따라서 예비교원의 디지털 역량 강화 교육의 미래지향성과 지속가능성을 고려한다면 프로그래밍 교육의 도입이 적극적으로 이루어질 필요가 있다. 특히 교사의 테크놀로지 내용 교수지식(TPACK)(Mishra & Koehler, 2006)의 요소로서 프로그래밍 역량을 확대 적용할 필요가 있다.

그러나 프로그래밍 교육은 여전히 많은 어려움에 직면해 있다. 엄격한 프로그래밍 문법을 습득하고 추상화하는 활동이 인지적 부담을 증가시켜, 학습을 중도 포기하게 할 수 있기 때문이다(최정원, 이영준, 2014). 이때는 학습자의 수준을 사전에 진단하여 블록 코딩 등 간단한 프로그래밍 언어를 활용하는 것도 인지부하 감소에 도움이 될 수 있다(배학진 외, 2009). 본 연구에서는 이러한 난점을 극복하기 위해 사전에 학생들을 대상으로 스스로 충분한 시간 동안 학습할 수 있도록 사전 학습 자료를 동영상으로 제공하였다. 또한 학습자의 코딩 경험을 사전 설문으로 확보하여 비교적 쉬운 난이도의 수업이 이루어질 수 있도록 하였다. 또한 실습 중 프로그래밍에 충분한 도움을 받을 수 있도록 조교를 활용하였다. 이와 같이 비전공자 대상의 프로그래밍 교육을 할 때에는 중도 탈락을 방지하려는 다양한 노력이 필요할 것이다.

결론적으로, 본 연구는 사회과 예비교원 교육의 맥락에서, 프로그래밍 기반의 디지털 역량 강화 교육프로그램을 개발하고 그 효과를 확인하였다. 최근 다양한 데이터에 접근 가능해지면서 데이터 리터러시의 중요성이 점차 커지고 있다. 이러한 상황에서 본 교육프로그램은 미래 교육을 주도할 교사의, 데이터 리터러시와 AI 리터러시를 향상할 수 있는 교육의 전형을 제시했다는 점에서 의의가 있다. 본 연구에서는 특정 대학의 소수 인원을 대상으로 교육프로그램을 시행했다는 점, 엄격한 실험을 통한 효과 검증이 이루어지지 않았다는 점, 평가 도구가 ‘사회과’ 특성을 완전히 반영하여 개발된 문항이 아니라 일반 예비 교원 대상의 평가 도구라는 점에서 제한적이라고 할 수 있다. 또한 사회과 교육 프로그램 개발이지만 ‘지리교육’에 전문성을 가진 교수와 교사가 요구분석에 참여하였으므로, 본 연구 결과가 지리나 일반사회 등 모든 사회과 교육의 맥락을 포괄한다고 볼 수 없다. 추후 연구에서 이러한 점을 보완할 수 있을 것으로 기대한다.

결론적으로, 디지털 기반 사회의 인재 육성을 위해, 각 교과 맥락의 에듀테크 기반 교육의 전통을 고찰하고, 최신 기술과 교육 전략을 접목하려는 적극적 시도가 필요하다. 사회과뿐만 아니라 타 교과 영역에서도 교과별 디지털 기반 교육의 가능성을 깊이 논의하고, 교원 대상 교육과정을 체계적으로 개발 및 실행하여야 한다. 특히 같은 교과 계열이라고 하더라도 지리, 일반사회, 윤리, 역사 등 계열별 차이가 크기 때문에, 정형화되고 일반화된 교육보다 교과별 내용적 특성과 실행 맥락을 면밀히 고려한 교육적 시도 이루어질 필요가 있을 것이다. 인공지능 기술이 하루가 다르게 발전하는 자금의 상황에서 교수설계자와 교육 연구자의 역할은 더욱 크다. 미래 세대의 디지털 역량을 강화하기 위하여 다양한 교과와 맥락에서 교수설계 지식이 창출되기를 기대해 본다.

## 참고문헌

- 강향임, 최은아 (2023). 예비교사의 디지털 기반 원주율 교수학습자료 개발 사례 연구. *초등수학교육*, 26(1), 65-82.
- (Translated in English) Kang, H., & Choi, E. (2023). A study on pre-service teachers' development of digital-based teaching and learning materials of Pi. *Education of Primary School Mathematics*, 26(1), 65-82.
- 고보경, 황윤정, 정예일, 최서용, 김기택, 임철일 (2023). 영어과 예비 교원의 인공지능 융합교육역량 향상을 위한 교육프로그램 개발. *교육정보미디어연구*, 29(4), 1037-1065.
- (Translated in English) Go, B., Hwang, Y., Jeong, Y., Choi, S., Kim, K., & Lim, C. (2023). Development of an educational program to enhance the AI convergence education competencies of pre-service English teachers. *Journal of Korean Association for Educational Information and Media*, 29(4), 1037-1065.
- 교육과학기술부 (2012). 사회과교육과정. 교육부 고시 제2012 14호. [별책7].
- 교육부 (2023 a). [카드뉴스] AI · 디지털교과서 추진방안.
- (Translated in English) Ministry of Education (2023a). *{Card News} AI digital textbook implementation plan*.
- 교육부 (2023 b). 디지털 기반 교육혁신 방안. 교육부발표(2023.6.8.).  
<https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=340&lev=0&statusYN=W&s=moe&m=020201&opType=N&boardSeq=95278>
- (Translated in English) Ministry of Education (2023b). *Digital-based education innovation plan*. Ministry of Education Announcement (June 8).  
<https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=340&lev=0&statusYN=W&s=moe&m=020201&opType=N&boardSeq=95278>, , , (2022). , 3(3), 54-74.
- (Translated in English) Koo, D., Kim, J., Lee, J., Cho, A., & Lee, W. (2022). A development study of an instructional model and strategies for AI-integrated social studies problem solving to improve AI literacy. *Journal of The Korean Association of Artificial Intelligence Education*, 3(3), 54-74.
- 김교령, 박은혜 (2022). 유아교사의 디지털역량 강화를 위한 교육 프로그램 개발. *육아지원연구*, 17(3), 103-132.
- (Translated in English) Kim, K. & Park, E. (2022). Development of an education program to

사회과 예비 교원의 디지털 역량 향상을 위한 프로그래밍 기반 교육프로그램 개발

strengthen the digital competency of early childhood teachers. *Early Childhood Education & Care*, 17(3), 103-132.

김동만, 이태욱 (2019). 대학생을 위한 디지털 역량 검사도구 개발에 관한 연구. *한국컴퓨터정보학회논문지*, 24(12), 191-199.

(Translated in English) Kim, D. & Lee, T. (2019). A study on development of the digital competence measurement tool for university student. *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, 24(12), 191-199.

김민성 (2022). 목표기반시나리오를 활용한 인공지능 기반 지리 교수학습 전략 개발. *한국지리학회지*, 11(3), 271-286.

(Translated in English) Kim, M. (2022). Developing Artificial Intelligence-Based Geography Teaching and Learning Strategies Using Goal-Based Scenario. *Journal of the Association of Korean Geographers*, 11(3), 271-286.

김성원, 이영준 (2017). 앱 인벤터를 활용한 프로그래밍 교육이 예비 교사의 문제 해결 능력, 자아 효능감, 인식에 미치는 영향. *한국컴퓨터정보학회논문지*, 22(1), 123-134.

(Translated in English) Kim, S., & Lee, Y. (2017). The effects of programming education using App inventor on problem-solving ability and self-efficacy, perception. *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, 22(1), 123-134.

나일주, 정현미 (2001). 웹기반 가상교육 프로그램 설계를 위한 활동모형 개발. *교육공학연구*, 17(2), 27-52.

(Translated in English) Rha, I., & Chung H. (2001). Developing an Action Model for WBI Design. *Journal of Educational Technology*, 17(2), 27-52.

배학진, 이은경, 이영준 (2009). 문제 중심 학습을 적용한 스크래치 프로그래밍 교수 학습 모형. *컴퓨터교육학회 논문지*, 12(3), 11-22.

(Translated in English) Bae, H., Lee, E., & Lee, Y. (2009). A problem based teaching and learning model for Scratch programming education. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 12(3), 11-22.

배화순 (2019). 데이터 리터러시의 사회과 교육적 함의. *시민교육연구*, 51(1), 95-120.

(Translated in English) Bae, H. (2019). Educational implications of data literacy in social studies. *Theory and Research in Citizenship Education*, 51(1), 95-120.

서울특별시교육청 (2024). 서울형 디지털 기반 수업·평가 교원 역량 강화 체계 구축.

<https://enews.sen.go.kr/news/view.do?bbsSn=187059&step1=3&step2=1>

(Translated in English) Seoul Metropolitan Office of Education (2024). *Establishment of a*

*framework for strengthening teachers' competencies in digital-based instruction and assessment in Seoul.*

<https://enews.sen.go.kr/news/view.do?bbsSn=187059&step1=3&step2=1>

아이에답 (2023). 사업의 추진 방안. AIEDAP 수행기관 홈페이지.

[https://aiedap.or.kr/?page\\_id=259](https://aiedap.or.kr/?page_id=259)

(Translated in English) AIEDAP (2023). *Project overview and details*. AIEDAP.

[https://aiedap.or.kr/?page\\_id=259](https://aiedap.or.kr/?page_id=259)

안상진, 이영준 (2016). 예비교사의 프로그래밍 교수내용지식 향상을 위한 프로그래밍 교육프로그램 설계. *컴퓨터교육학회 논문지*, 19(2), 1-10.

(Translated in English) An, S., Lee, Y. (2016). Designing Programming Curriculum for Developing Programming Pedagogical Content Knowledge of Pre-service Informatics Teachers. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 19(2), 1-10.

이소영, 이상일, 김세창 (2023). AI의 교육적 활용에 대한 중등 사회과 교사의 인식 및 연수 수요 분석. *학습자중심교과교육연구*, 23(7), 743-759.

(Translated in English) Lee, S., Lee, S.-I., & Kim, S. (2023). Secondary Social Studies Teachers' perception and training demand for AI-based education. *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, 23(7), 743-759.

이영석 (2023). 예비 교사의 인공지능 리터러시 향상을 위한 교양교육의 효과 분석에 관한 연구. *컴퓨터교육학회 논문지*, 26(1), 73-81.

(Translated in English) Lee, Y. (2023). A study on the effectiveness analysis of liberal arts education for the improvement of artificial intelligence literacy of pre-service teachers. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 26(1), 73-81.

이종원 (2024). AI는 지리 교수학습을 어떻게 바꿔놓을 것인가 - 지리탐구를 중심으로. *한국지리환경교육학회지*, 32(1), 95-112.

(Translated in English) Lee, J. (2024). How can AI change geography teaching and learning? - Focusing on geographical inquiry -. *The Journal of The Korean Association of Geographic and Environmental Education*, 32(1), 95-112.

이준행, 지영래, 채승철 (2018). 과학교육에서 Python을 이용한 기호연산, 시각화, 그리고 확률적 시뮬레이션의 활용방안. *현장과학교육*, 12(1), 85-96.

(Translated in English) Lee, J., Ji, Y., & Chae, S. (2018). Application of symbolic computation, visualization, and stochastic simulation by using Python in science education. *School Science Journal*, 12(1), 85-96.

이준행, 지영래, 채승철 (2019). 프로그래밍 기반 물리 학습을 위한 교수자료 개발의 사

레연구 예비교사가 개발한 교수자료의 평가 및 개발 경험에 대한 인식 분석을 중심으로. *새물리*, 69(5), 532-546.

(Translated in English) Lee, J., Ji, Y., & Chae, S. (2018). Case study on the development of teaching materials for programming-based physics learning with a focus on the evaluation of teaching materials developed by pre-service teachers and by using perception analysis of development experience. *New Physics: Sae Mulli*, 69(5), 532-546.

이진석 (2019). 사회과 교육에서 데이터 시각화를 통한 데이터 리터러시 함양: 2015 교육과정 중, 고등학교 사회 교과서 내용 분석을 중심으로. *교사교육연구*, 58(4), 501-512.

(Translated in English) Lee, J. (2019). A study for cultivating data literacy in the social studies education - Focusing on the analysis of the data visualization contents of the social studies textbook in the 2015 curriculum. *Teacher Education Research*, 58(4), 501-512.

조운진 (2021). 초등 사회과 지리 영역에서의 인공지능 활용 교육의 가능성 한성 백제의 역사경관을 중심으로. *한국초등교육*, 32(2), 189-206.

(Translated in English) Joe, Y. (2021). The possibility of AI utilization education in geographic area of elementary social studies: Focusing on historical landscape of Seoul Baekje. *Korean Journal of Elementary Education*, 32(2), 189-206.

정문성, 이바름 (2023). 사회과 인공지능 리터러시 교육 방법에 대한 탐색적 연구. *시민교육연구*, 55(2), 215-240.

(Translated in English) Jeong, M., & Lee, B. (2023). An exploratory study on artificial intelligence literacy education methods in social studies. *Theory and Research in Citizenship Education*, 55(2), 215-240.

최정원, 이영준 (2014). 프로그래밍 학습에서 학습자의 어려움 분석. *컴퓨터교육학회 논문지*, 17(5), 89-98.

(Translated in English) Choi, J., & Lee, Y. (2014). The analysis of learners' difficulties in programming learning. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 17(5), 89-98.

한규정 (2017). 엔트리 프로그래밍 교육이 초등예비교원의 몰입에 미치는 영향. *정보교육학회논문지*, 21(4), 403-413.

(Translated in English) Han, K. (2017). The effect of the entry programming course on the flow of elementary preliminary teacher. *Journal of the Korean Association of information Education*, 21(4), 403-413.

허희옥, 임규연, 서정희 (2011). 미래학교 지원을 위한 21세기 교수-학습 활동개발 시

- 리즈1: 21세기 학습자 및 교수자 역량 모델링. 한국교육학술정보원 연구보고서.  
(Translated in English) Huh, H., Lim, K., & Seo, J. (2011). *21st century teaching and learning activity development series 1 for future school support: Modeling of 21st century learner and instructor competencies*. A research report by the Korea Education and Research Information Service.
- 홍선주, 남민우, 이영태, 이동원, 박수정 (2017). 지능정보사회 교사 역할 및 역량 탐색. 한국교육과정평가원 연구보고서.  
(Translated in English) Hong, S., Nam, M., Lee, Y., Lee, D., & Park, S. (2017). *Exploring teacher roles and competencies in the intelligent information society*. A research report by Korea Institute for Curriculum and Evaluation.
- 황홍섭 (2019). 빅데이터를 활용한 사회과 교수·학습 모형의 탐색. *사회과교육*, 58(1), 63-98.  
(Translated in English) Hwang, H. (2019). Exploring teaching and learning model in elementary social studies using Big Data.. *Social Studies Education*, 58(1), 63-98.
- 황홍섭 (2021). 빅데이터 기반 사회과 교수·학습 모형의 현장 수업 적용 사례 연구. *사회과교육*, 60(1), 111-132.  
(Translated in English) Hwang, H. (2021). A case study on application of big data-based social studies teaching and learning model. *Social Studies Education*, 60(1), 111-132.
- Basilotta-Gómez-Pablos, V., Matarranz, M., Casado-Aranda, L. A., & Otto, A. (2022). Teachers' digital competencies in higher education: a systematic literature review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1), 8.
- Grayson, K. L., Hilliker, A. K., & Wares, J. R. (2022). R Markdown as a dynamic interface for teaching: Modules from math and biology classrooms. *Mathematical Biosciences*, 349, 108844.
- Hanč, J., Štrauch, P., Paňková, E., & Hančová, M. (2020). Teachers' perception of Jupyter and R Shiny as digital tools for open education and science. *arXiv preprint arXiv: 2007.11262*.
- Lee, J. (2023). Beyond Geospatial inquiry—How can we integrate the latest technological advances into geography education?. *Education Sciences*, 13(11), 1128.
- Lindberg, R. S., Laine, T. H., & Haaranen, L. (2019). Gamifying programming education in K 12: A review of programming curricula in seven countries and programming games. *British journal of educational technology*, 50(4), 1979-1995.
- Lombardo, R. (2024). Python and Plotly Dash, A quick and convenient way to develop web

- apps for teaching physical chemistry models. *Journal of Chemical Education*, 101(11), 4661-4670.
- Mandinach, E. B., & Gummer, E. S. (2013). A systemic view of implementing data literacy in educator preparation. *Educational Researcher*, 42(1), 30-37.
- Olari, V., & Romeike, R. (2021, October). Addressing ai and data literacy in teacher education: A review of existing educational frameworks. In *Proceedings of the 16th workshop in primary and secondary computing education* (pp. 1-2).
- Rakha, N. A. (2023). Revolution in learning through digitization: How technology is changing the landscape of education. *International Journal of Cyber Law*, 1(3).
- Redecker, C. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu* [Technical Report JRC107466]. Joint Research Centre.
- Reichert, R., Nievergelt, J., & Hartmann, W. (2001). Programming in schools - why, and how. *Enseigner l'informatique, Georg Editetur Verlag*, 143-152.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers college record*, 108(6), 1017-1054.
- Shields, M. (2005). Information literacy, statistical literacy, data literacy. *IASSIST quarterly*, 28(2-3), 6-6.
- Touretzky, D. S., Gardner-McCune, C., Martin, F. L., & Seehorn, D. (2019) Envisioning AI for K-12: What should every child know about AI? In *Proceedings of the Thirty-Third AAAI Conference on Artificial Intelligence* (Vol. 33, No. 01, pp. 9795-9799).
- Zarouali, B., Boerman, S. C., & de Vreese, C. H. (2021). Is this recommended by an algorithm? The development and validation of the algorithmic media content awareness scale (AMCA-scale). *Telematics and Informatics*, 62, 101607.