

적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육의 효과 연구

이승미*, 조홍현**, 전석주***

A Study on the Effectiveness of Programming Education using an Adaptive Learning System

Seung-Mee Lee*, Hong-Hyun Jo**, and Seok-Ju Chun***

이 연구는 2021년 대한민국 교육부와 한국연구재단의 지원을 받아 수행되었음(NRF-2021R1F1A1046712)

요 약

AI와 디지털 기술을 활용한 적응형 학습시스템은 교육 혁신의 핵심으로 떠오르고 있다. 프로그래밍 교육에서도 적응형 학습을 구현하기 위해 적응형 학습시스템을 활용한 교육 프로그램을 시도해볼 가치가 있다. 본 연구에서는 적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육의 효과를 분석하기 위해 초등학교 4·5학년 38명 학생을 대상으로 교육 프로그램을 적용하였다. 그 결과, 적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육이 SW의 가치, CT 효능감, SW 흥미를 증진시키는 데 효과적임을 확인하였으며 제한적 해석이 요구되나 자기주도적 학습능력이 낮은 학생들에게 더 큰 효과가 있는 것으로 나타났다. 향후 연구에서는 본 연구의 한계를 보완하고, 적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육의 효과를 보다 깊이 있고, 넓은 범위에서 분석함으로써, 학생 개인의 특성에 맞춘 프로그래밍 교육 모델 개발에 기여할 수 있기를 기대한다.

Abstract

Adaptive learning system utilizing AI and digital technology are emerging as the core of educational innovation. It is worth trying an educational program utilizing an adaptive learning system to implement adaptive learning in programming education. In this study, we applied an educational program to 38 4th and 5th grade elementary school students to analyze the effectiveness of programming education using an adaptive learning system. As a result, it was confirmed that programming education using an adaptive learning system is effective in increasing the value of SW, CT efficacy, and SW interest. Although limited interpretation is required, it was found to be more effective for students with low self-directed learning ability. In future studies, we expect to supplement the limitations of this study and analyze the effect of programming education using an adaptive learning system in more depth and in a wider range, thereby contributing to the development of a programming education model tailored to the characteristics of each student.

Keywords

adaptive learning, adaptive learning system, programming education, self-directed learning ability, elementary school students

* 서울교육대학교 컴퓨터교육과 박사과정
- ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-6615-2846>

** 서울을지초등학교 교사
- ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2877-5285>

*** 서울교육대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)
- ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1299-1203>

· Received: Mar. 18, 2025, Revised: Apr. 08, 2025, Accepted: Apr. 11, 2025

· Corresponding Author: Seok-Ju Chun
Dept. of Computer Education, Seoul National University of Education, 96
Sechojungang-ro, Seocho-gu, Seoul, South Korea
Tel.: +82-2-3475-2542, Email: chunsj@snue.ac.kr

1. 서 론

4차 산업혁명 시대를 맞아 사회 전반에 걸쳐 지능정보기술의 활용이 급속도로 확산되고 있다. 이러한 기술 혁신은 교육 분야에도 새로운 변화를 요구하고 있으며, 학습의 효율성을 극대화할 수 있는 새로운 교육 패러다임으로의 전환이 이루어지고 있다. 특히 학생 개개인의 학습 수준과 필요를 충족시키는 학습은 오래전부터 교육계가 추구해 온 이상적 목표였으며, 이제 디지털 기술의 발전을 통해 현실화될 수 있는 단계에 이르렀다. 우리나라 역시 2023년 교육부의 디지털 기반 교육혁신 방안을 통해 모든 학생을 인재로 키우기 위한 맞춤형 교육의 필요성을 강조하였으며 이를 실현하기 위해 다양한 정책을 추진하고 있다[1]. 학교의 ‘수업’ 개념이 교실이라는 물리적 공간에서 교사가 동시에 전체 학습자를 대상으로 학습 내용을 전달하는 것을 넘어, 시공간적으로 확장된 디지털 환경에서 학습자가 자신의 요구에 따른 내용과 방법을 주도적으로 선택해 나가는 ‘학습’의 개념으로 변화하고 있는 것이다[2].

이러한 변화에 발맞추어, AI와 디지털 기술을 활용한 적응형 학습시스템은 교육 혁신의 핵심으로 떠오르고 있다. 이전의 온라인 학습 플랫폼이 학습 관리시스템(Learning management system)의 형태로써 콘텐츠 제공, 자료 추적, (비)실시간 상호작용을 하는 수준이었다면 AI 기반의 적응형 학습시스템은 AI 기술을 활용한 학습자의 개별 특성 및 학습 패턴 분석, 실시간 피드백, 수준별 학습 콘텐츠 등 학습자의 수준과 필요에 맞춘 개별화된 학습 경험을 제공한다[3]. 학교 현장에서는 교사 한 명이 여러 학생의 개별적인 교육적 요구에 대응하기 어렵기 때문에 AI 기반 적응형 학습시스템은 학교 현장에서 구현하기 힘든 개별화 학습의 실현 가능성을 보여준다는 점에서 공교육뿐만 아니라 민간 기업에서도 주목하고 있다[4].

2022 개정 교육과정 총론에서는 교과의 특성과 학생의 능력, 적성, 진로를 고려하여 학습 활동과 방법을 다양화하고, 학교의 여건과 학생의 특성에 따라 다양한 학습 집단을 구성하여 학생의 수준에 맞는 수업을 활성화하도록 하고 있다[5]. 그 중, SW

교육은 학생들이 스스로 생각하는 배움 중심, 학습자 참여 중심 수업으로 학습자와 교사가 서로 상호작용하며 자기주도적인 학습을 할 수 있도록 하는 것에 핵심을 두고 있다[6]. 특히 프로그래밍은 학생 간 수준 차이가 크게 나타나며 프로그래밍이 학생의 생각과 문제 해결 방식을 표현하는 도구로 사용된다는 점에서 일률적인 문제 상황과 해결 방식을 제공하는 교육 방식보다 각자의 프로젝트 목표와 관심사에 맞춘 개인화된 학습 경험을 제공하는 것이 필요하다. 학생들은 자신의 흥미, 관심사가 수업에 반영되었을 때 보다 집중하여 호기심을 해결하며 개개인이 의미를 구성해나가는 과정을 통해 학습의 효과를 높일 수 있다[7]. 이러한 점을 고려할 때, 프로그래밍 교육에서 적응형 학습시스템을 활용한 교육 프로그램은 시도해볼 가치가 있다.

한편, 적응형 학습시스템은 학습의 주도권을 교수자가 아닌 학습자로 옮겨 학습자가 자율적으로 학습을 이끌어가는 환경을 제공한다. 이 때문에 전통적 교실수업보다 자신의 학습을 관리하고 조절하는 학습자의 자기주도적 학습능력에 따라 학습 효과가 크게 달라질 수 있다[8]. 이러한 맥락에서 학습자의 자기주도적 학습능력은 AI 기반의 적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육의 결과에 중요한 역할을 할 것으로 예상된다. 따라서 본 연구는 적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육을 실시한 후 교육 프로그램의 효과를 분석하고, 자기주도적 학습능력이 교육 프로그램의 성과에 미치는 영향에 대해 살펴보고자 하였다.

본 연구에서 다루는 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육 프로그램을 개발하고 적용한다.

둘째, 적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육의 효과를 분석한다.

셋째, 교육 프로그램에 참여한 학생들의 자기주도적 학습능력에 따른 교육 효과 차이를 분석한다.

연구 결과, 적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육은 초등학생의 SW 가치 인식, 컴퓨팅사고력(CT) 효능감, SW 흥미에 긍정적인 영향을 미쳤으며, 자기주도적 학습능력이 낮은 학생일수록 교육 효과가 더욱 크게 나타나는 경향이 확인되었다.

II. 관련 연구

적응형 학습이란, 개별화 학습을 지원하는 한 가지 방법으로 학습자에 관한 다양한 정보와 학습 과정에서 발생하는 데이터를 바탕으로 개별 학습자의 목표 달성을 위한 학습 경로를 안내하고, 실시간으로 학습 속도를 조정하여 구체적인 학습 경험을 설계하는 교수학습 방법을 의미하며 여기서 학습자에 관한 다양한 정보는 학업성취도 뿐만 아니라 학습자 각각의 선행지식, 학습자 프로파일, 이해, 재능과 같은 다양한 학습 특성을 포함한다[9][10]. 적응형 학습을 지원하는 ‘적응형 학습시스템’은 학생들의 특성을 진단하고 그에 맞는 가장 적절한 학습 경로를 설정하여 적응형 콘텐츠와 중재를 역동적이고 지속적으로 제공할 수 있는 기술로 ‘자동화’와 ‘개인화’가 핵심이다[11][12].

최근에는 주로 AI 코스웨어(Course+software)라는 용어로 사용되는 AI 기술을 활용한 적응형 학습시스템이 개발되고 있다. 이러한 AI 기반 적응형 학습시스템은 AI 기술을 활용하여 자동화되고 역동적인 교수-학습 처방을 제공함으로써 학습 과정을 조정하는 시스템이다[9]. 이러한 이유로 인공지능을 통해 교실에서 이루어지는 대규모 학습을 보완할 수 있는 적응형 학습의 실현 가능성에 대한 기대도 높아지고 있다[13]. 우리나라 공교육에서는 AI 기술을 활용해 학생의 수준을 진단하고 문제를 제공하는 ‘똑똑 수학탐험대’ 플랫폼을 운영 중이고 EBS는 적응형 학습 지원 서비스인 ‘단추’ 서비스를 제공하며, 경기도 교육청에서는 AI 기반 진단과 콘텐츠를 추천해주는 하이러닝을 도입하였다[14]. 이 밖에도 수학 교과와 매쓰홀릭, 매쓰플렛, 국어 교과와 자작자작, 키워티, 영어교과와 스마트리, 알공 등 다양한 적응형 학습시스템이 출시되고 있는 상황이다.

국내에서는 AI 코스웨어를 활용한 적응형 학습시스템이 교육 프로그램에 적용된 연구가 주로 이루어졌다. 연구들은 주로 학업 성취도 향상과 학습 동기, 정의적 태도 변화에 초점을 맞추고 있으며, 연구 대상은 초·중·고등학생으로 다양하다. S. Kang [15]은 학업 성취도가 낮은 고등학교 1학년 학생을 대상으로 AI 코스웨어를 활용한 수학 수업을 진행

하고 학생의 수학 학습 동기에서 긍정적인 변화가 있었음을 확인하였으며, M. W. Jung[16]은 초등학교 6학년 학생을 대상으로 수학 수업에서 AI 코스웨어와 또래학습멘토링 융합 학습 방법을 적용해 학업 성취도의 향상과 수학에 대한 정의적 태도에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다. 중학교 1학년 대상의 J. Lee[17]의 연구는 AI 코스웨어를 활용한 수학 수업에서 시스템을 적극적으로 활용한 학습자의 학업 성취도에 긍정적인 변화가 나타났음을 확인하였다. 반면, J. An[18]의 연구에서는 AI 코스웨어를 활용한 학습이 학습자의 불안도를 증가시키는 요인이 될 수도 있음을 지적하며, 효과적인 활용을 위해서는 교사 연수와 교수학습 모형 개발이 필요함을 강조하였다. 대학을 대상으로 한 연구에서도 AI 코스웨어가 학업 성취도 향상에 긍정적인 역할을 하는 것으로 나타났는데, J. S. Kan et al.[19]은 대학 영어 수업에서 적응형 학습시스템을 적용한 후 학생들의 TOEIC RC 성적이 향상되었다고 보고하였다.

해외 연구에서는 적응형 학습시스템과 자기주도적 학습능력의 관계를 중심으로 연구가 진행되었다. K. T. Schroeder et al.[20]은 대학의 미생물 과목과 심리학 과목에서 AI를 활용한 적응형 학습 코스웨어를 적용하여 미생물 수업에서는 학생들이 평가에 대한 자신감을 얻고 수업에 대한 참여 태도가 향상되었음을 확인하였으며 심리학 수업 역시 시험 점수의 향상과 학생 참여도의 긍정적인 변화를 살펴볼 수 있었다. J. Y. Han et al.[21]은 AI 기반 적응형 학습시스템을 활용해 간호학과 학생들을 대상으로 교육을 실시했을 때 자기주도적 학습능력을 개선하는데 효과적임을 입증하였으며, H. Liu et al.[22]은 정서적 피드백을 활용한 적응형 학습시스템이 학생들의 학습 몰입도와 자기주도적 학습능력을 강화하는 데 효과적임을 확인하였다. D. Wu et al.[23]은 생성형 AI가 학습 전략, 동기, 자기효능감, 기술 수용성을 통해 자기주도적 학습을 지원해 능력을 강화할 수 있다고 서술하였다. 반면, J. Toth et al.[24]은 약학 전공 대학생을 대상으로 한 연구에서 적응형 학습 기술이 적용된 수업을 진행하였으나, 자기주도적 학습능력의 유의미한 향상을 확인하지 못하였다.

이처럼 국내외 연구들은 수학, 영어, 심리학, 간 호학 등 특정 과목을 중심으로 연구가 진행되었으며 적응형 학습시스템이 학업 성취도, 학습 동기, 정의적 태도, 자기주도적 학습능력 등에 긍정적인 영향을 미칠 가능성이 높다는 점을 시사하지만, 연구 대상과 교육 환경에 따라 결과가 다르게 나타나 기도 한다.

본 연구는 기존 연구와는 달리 프로그래밍 교육에 적응형 학습시스템을 적용하여 그 효과를 분석 한다는 점에서 차별성을 가진다. 또한, 학생들의 자기주도적 학습능력 수준에 따른 차이를 분석함으로써 적응형 학습이 학습자 개인에게 미치는 영향을 보다 심층적으로 탐색하고자 한다.

III. 연구방법

3.1 연구 참여자

본 연구는 초등학생을 대상으로 적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육 프로그램을 개발 및 적용하고 교육 효과를 검증하는 데 그 목적이 있다. 이에 서울 소재 초등학교 4, 5학년 학생 38명을 대상으로 총 10차시 교육 프로그램을 적용하였다. 초등학교 4, 5학년 학생은 스마트기기를 자유롭게 다룰 수 있으며 기초적인 학습 습관과 디지털 기기 사용 능력을 갖추고 있는 학년이기 때문에 연구 실행에 있어 적합한 학년이라고 판단하였다. 연구에 참여한 학생 중 여학생은 20명, 남학생은 18명이다. 또한, 28명의 학생은 프로그래밍 교육을 받아 본 경험이 없는 학생이었고 10명의 학생은 기초적인 블록 프로그래밍 경험이 있는 학생이었다. 연구에 참여한 학생들에 대한 기본 정보는 표 1과 같다.

표 1. 연구 참여 학생 기본 정보

Table 1. Basic information of the students in the study

Category		N	%
School year	4 th grade	19	50
	5 th grade	19	50
Gender	Male	18	47.4
	Female	20	52.6

3.2 연구절차

본 연구는 2024년 8월부터 적응형 학습의 이론적 기반을 마련하기 위해 다양한 선행 문헌을 검토하고 분석하였다. 이를 통해 프로그래밍 교육에 있어 적응형 학습의 필요성, 교육 효과성을 구체화하였다. 이후, 프로그래밍 교육 플랫폼을 비교·분석을 통해 프로그래밍 교육에 적합한 적응형 학습시스템을 선정하여 본 연구의 교육 프로그램을 개발하였다.

개발된 교육 프로그램은 전문가 검토를 거쳐 2024년 10월부터 초등학교 4, 5학년 학생 38명에게 5주간 2차시씩 적용하였다. 연구 참여 학생들은 교육 프로그램에 참여하기 전 자기주도적 학습능력 검사와 SW 교육 효과성 검사를 실시하였으며 프로그램 적용 후 SW 교육 효과성 검사를 다시 실시하여 교육 전후의 변화와 자기주도적 학습능력 수준에 따른 학습 효과 차이를 검증하였다. 연구절차를 요약해 나타낸 그림은 다음 그림 1과 같다.

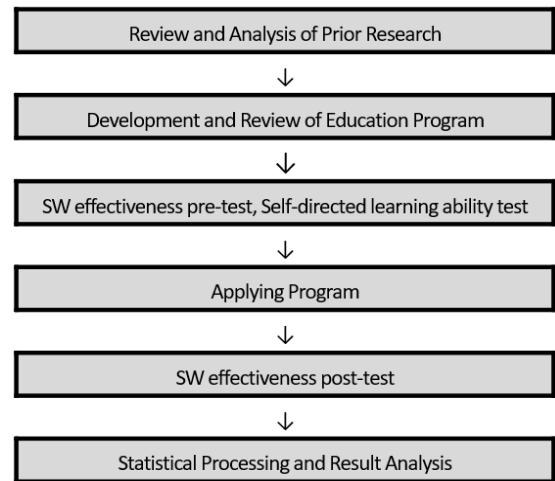


그림 1. 연구절차

Fig. 1. Procedures of the study

3.3 검사 도구

프로그래밍 교육의 효과성을 측정하기 위해 기존 문헌을 검토하고 H. Lee et al.[25]의 연구에서 개발한 SW교육 효과성 측정지표 중 정의적 영역 부분을 본 프로그램에 적합하게 수정하였다. 검사는 3가지 영역으로 SW의 가치 13문항, CT 효능감 7문항, SW 흥미 5문항으로 구성되어 있으며 총 25개의 문

항의 Likert 5점 척도로 이루어져 있다. 설계한 SW 교육 효과성 검사 도구는 컴퓨터교육을 전공한 10년 이상의 초등교사 2인에게 검토를 받았으며 문항의 신뢰도를 검증한 결과 사전검사 Cronbach's α =.972, 사후검사 Cronbach's α =.977로 나타났다. 구체적인 문항 신뢰도 검증 결과는 표 2와 같다.

표 2. SW 효과성 검사의 신뢰도 검증 결과
Table 2. Reliability verification results of SW effectiveness test

Area		Cronbach's α	
Pre-test	SW value	0.951	0.972
	CT efficacy	0.908	
	SW interest	0.899	
Post-test	SW value	0.949	0.977
	CT efficacy	0.953	
	SW interest	0.958	

S. Lee et al.[26]은 자기주도적 학습능력을 학습자가 스스로 학습계획을 수립하고 이를 실행하며 그 결과를 체계적으로 평가하여 성공적인 학습이 되도록 학습 과정을 주도적으로 관리할 수 있는 능력으로 정의하였으며 자기주도적 학습능력을 학습 욕구 진단, 학습 목표 설정, 자원 파악, 자기 관리 능력, 학습 전략, 지속성, 노력, 자기 성찰의 8가지 영역으로 나누어 측정 도구를 개발하였다. 본 연구에서는 S. Lee et al.의 측정 도구를 초등학생의 특성에 맞게 수정하여 사용하였으며 총 20개의 문항의 Likert 5점 척도로 구성하였다. 설계한 자기주도적 학습능력 검사 도구는 학교 현장에 있는 경력 10년 이상의 초등교사 2인에게 검토를 받았으며 검사 문항의 신뢰도를 검증한 결과 Cronbach's α =.956으로 높은 신뢰도를 확인하였다.

3.4 적응형 학습시스템 선정

본 연구에서는 프로그래밍을 처음 접해보는 학생들을 기준으로 적응형 프로그래밍 학습시스템을 선정하기 위해 5종 이상의 프로그래밍 교육 플랫폼을 비교·분석하였다. 분석 과정에서는 연구자가 직접 적응형 학습시스템을 체험해보며 학습 내용에 대해 분석하고, 학습 분석 기능, 학습 및 평가 추천·지원 기능, 교수 설계 기능, 학습 관리 기능, 네트워크 기

능, 학습 동기 부여 기능 등 플랫폼에 포함된 주요 기능을 평가하였다. 이 중, AI 튜터 기능, 실시간 학습 분석 기능, 대시보드, 교사-학생 네트워크 등 기본적으로 적응형 학습 플랫폼이 갖추어야 할 요소들을 대체적으로 충실히 구현하고 있는 플랫폼 X사를 최종 선정하였다.

X사는 유치원, 초등, 중등 SW교육을 위한 AI 코스웨어로 학년별(유치부, 초등 중학년, 초등 고학년, 중등부) 커리큘럼과 학습 주제별(디지털 리터러시, 아이콘 코딩, 블록 코딩, 텍스트 코딩, 코딩 퍼즐, 게임 메이커, 컴퓨팅사고력, 인공지능) 커리큘럼이 있어 교사가 학습 목표에 맞는 커리큘럼을 선택하여 수업을 진행할 수 있다. 대부분의 커리큘럼은 스토리 기반으로 진행되며 게이미피케이션 요소를 가지고 있다. 특히 본 연구에서 X사를 선정한 이유는 플랫폼 분석 결과 초등학생의 수준에 맞는 콘텐츠들이 풍부해 학생들이 수준에 따라 학습할 수 있는 교육 내용이 다양하기 때문이다. 또한, 초등학생의 특성에 맞는 다양한 동기 유발 기능, 보상, 배경 및 컨셉 등을 가지고 있어 프로그래밍을 처음 접하는 학생들이 흥미를 가지고 교육 프로그램에 참여할 수 있을 것이라는 기대가 있었다.

3.5 교육 프로그램

전체적인 교육 프로그램은 현재 2015개정 교육과정 실과 교과서에서 제시하고 있는 프로그래밍 학습 순서인 프로그래밍의 기초부터 순차, 반복, 조건, 자료의 입출력 순서대로 학생들이 학습할 수 있도록 구성하였다. 또한, 적응형 학습시스템 기반의 교육 프로그램이므로 5주간의 학습 주제는 정해져 있었으나 수업 초반과 마무리 단계에서 교사의 개념 설명 및 안내, 친구들과 주제에 대한 이야기 나누기 등의 간단한 활동으로만 구성하였으며 프로그램의 대부분 시간은 학생들이 개별적으로 시스템을 이용해 학습 주제에 국한되지 않고 스스로 학습할 수 있도록 하였다. 교사는 대시보드를 통해 학생들의 학습 진행 상황을 확인해 활동 중간에 어려움을 겪는 학생에게는 힌트를 제공하거나 보충 학습 코스를 추천하였으며 학생들의 학습 동기유발 및 집중력 유지를 위해 플랫폼에서 보상으로 활용되는 코

인을 학습 목표를 달성한 학생들에게 제공하기도 하였다. 이는 적응형 학습시스템을 최대한 활용하여 모든 학생이 수준에 맞게 프로그래밍 학습을 꾸준히 할 수 있도록 하기 위함이었다.

학생들이 학습에 사용하는 적응형 학습시스템은 학습자의 문제 해결 과정, 정답 여부, 시도 횟수, 소요 시간 등을 실시간으로 분석하여 다양한 형태의 피드백을 제공하였다. 정답을 맞힌 경우에는 칭찬 메시지와 함께 다음 단계로 자연스럽게 이동하도록 하여 긍정적 피드백을 제공하였고, 오답의 경우 단순한 정오 판단에 그치지 않고 힌트 제시, 관련 개념 설명, 문제 재구성 등을 통해 학습자의 이해를 돕는 부정적 피드백이 함께 제공되었다. 이러한 피드백은 학습자의 수준과 반응에 따라 자동으로 조정되어 제공되었으며, 이는 학습자가 자신의 전략을 수정하거나 반복 학습을 수행하도록 유도함으로써 적응적 학습 참여를 가능하게 하였다.

구체적인 프로그램의 내용은 표 3에 제시하였으며 교육 프로그램 적용 모습은 그림 2와 같다.

표 3. 교육 프로그램 내용
Table 3. Contents of program

Period.	Activity
1-2	·Learn about SW and programming ·Install the adaptive learning platform and learn how to use it ·Experience simple programming through storytelling
3-4	·Learn about programming languages ·Experience simple block coding ·Learn at the level of each individual learner using an adaptive learning platform
5-6	·Learn about sequential and repetitive structures ·Solve sequential and repetitive structure missions with an adaptive learning platform ·Learn at the level of each individual learner using an adaptive learning platform
7-8	·Learn about the selection structure ·Solve the selection structure mission of the adaptive learning platform ·Learn according to the learner's level (e.g. game creation or storytelling programming)
9-10	·Learn about input, processing, and output of data ·Solve missions for input and output of data on an adaptive learning platform ·Learn according to the learner's level (e.g. game creation or storytelling programming) ·Wrapping up the education program and sharing thoughts on adaptive learning



그림 2. 교육 프로그램 적용 모습
Fig. 2. Application of education program

3.6 통계 분석

프로그래밍 교육 사전, 사후에 실시한 SW교육 효과성 검사는 통계패키지 SPSS 30.0을 이용하여 분석하였다. 수집한 데이터는 총 38명으로 모수 검정인 대응표본 t-검정을 사용하여 초등학생을 위한 적응형 학습시스템 활용 프로그래밍 교육 전·후에 SW의 가치, CT 효능감, SW 흥미의 SW교육 효과성에 차이가 있는지 분석하였다.

또한, 자기주도적 학습능력에 따라 교육 효과에 차이가 있는지 심층적으로 검증하고자 먼저 자기주도적 학습능력과 SW 효과에 대한 사전 검사의 상관분석을 진행한 후 선형 회귀 분석을 실시하였다. 상관분석을 먼저 실시한 이유는 자기주도적 학습능력과 사전검사에 상관관계가 있어 자기주도적 학습능력이 높은 학생이 SW교육 효과에 대한 사전검사 점수가 높으면, SW교육 효과에 대한 사전-사후검사의 점수 차이가 적어 전장 효과가 나타날 수 있기 때문이다. 선형 회귀 분석에서 독립변인은 자기주도적 학습능력이고, 종속변인은 SW교육 효과성이다.

IV. 연구결과

4.1 적응형 학습시스템 활용 프로그래밍 교육 효과

적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육의 효과 분석 결과는 다음 표 4와 같다.

표 4. SW 효과성 사전-사후 변화 분석

Table 4. SW education effectiveness pre-post difference analysis

Area	Pre(N=38)		Post(N=38)		T	ρ
	M	SD	M	SD		
SW value	3.52	0.89	4.22	0.79	-4.08***	<.001
CT efficacy	3.41	0.88	4.08	0.90	-3.56**	.001
SW interest	3.40	0.89	4.11	0.85	-3.65***	<.001
Education effectiveness	3.46	0.85	4.16	0.79	-4.05***	<.001

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

분석 결과, 초등학생을 대상으로 한 적응형 학습 시스템 활용 프로그래밍 교육은 사전·사후 비교에서 SW 교육 효과성에 유의미한 차이를 보였다. 구체적으로, SW의 가치 영역에서 사전 평균($M=3.52$)보다 사후 평균($M=4.22$)이 유의미하게 증가하였으며($t=-4.08$, $p<.001$), 이는 프로그래밍 교육이 SW의 가치를 인식하는 데 긍정적인 영향을 미쳤음을 나타낸다. CT 효능감 역시 사전 평균($M=3.41$)에서 사후 평균($M=4.08$)으로, t 값 -3.56, $p=.001$, SW 흥미는 사전 평균($M=3.40$)에서 사후 평균($M=4.01$)으로 t 값 -3.65, $p<.001$ 의 유의미한 향상을 보였으며, 이는 적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육이 학생들의 CT 효능감과 SW 흥미를 증진시키는 데 효과적임을 시사한다.

SW 가치, CT 효능감, SW 흥미를 종합한 SW 교육의 효과성의 경우, 사전 평균($M=3.46$)에서 사후 평균($M=4.16$)으로 유의미하게 증가하였으며($t=-4.05$, $p<.001$), 이는 적응형 학습시스템 활용 프로그래밍 교육이 전반적인 SW 교육에 대한 정의적 효과를 향상하는 데 매우 효과적임을 뒷받침한다. 이와 같은 결과를 통해 적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육이 초등학생들에게 SW와 관련된 긍정적 태도와 능력을 함양하는 데 효과적임을 입증할 수 있었다.

4.2 자기주도적 학습능력에 따른 효과 분석

자기주도적 학습능력과 SW 효과성 사전검사의 상관관계 분석 결과는 표 5와 같다.

표 5. 자기주도적 학습능력과 SW 효과성 사전검사 상관관계 분석

Table 5. Correlation between self-directed learning ability and SW effectiveness pre-test

Variable	Pearson correlation coefficient (r)	p	N
Self-directed learning ability & SW education effectiveness pre-test	0.308	0.06	38

SW교육 효과에 대한 사전점수와 자기주도적 학습능력 간의 상관관계 분석 결과, Pearson 상관계수는 $r = 0.308$ 로 나타났으며, $p = 0.060$ 으로 유의수준 0.05를 초과하였다. 이는 사전점수와 자기주도적 학습능력 간에 통계적으로 유의미한 상관관계가 없음을 나타낸다. 따라서, 천장 효과로 인해 자기주도적 학습능력과 SW교육 효과의 관계가 왜곡되었다고 볼 근거는 부족하다. 이를 바탕으로 SW교육 효과와 자기주도적 학습능력 간의 관계를 심층적으로 분석하기 위해 선형 회귀 분석을 실시하였으며 그 결과는 표 6과 같다.

표 6. 자기주도적 학습능력으로 인한 SW교육 효과

Table 6. SW education effectiveness due to self-directed learning

B	SE	β	t	ρ	R^2
-.534	.196	-.414	-2.73*	.010	0.171

Independent variable : Self-directed learning ability

Dependent variable : SW education effectiveness

* $p<.05$

4.3 연구 참여 학생 인터뷰

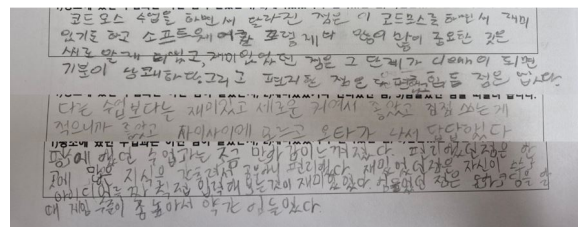


그림 3. 학생 자유 서술 응답 예시

Fig. 3. Student open-ended response example

교육 프로그램 적용 후 학생들을 대상으로 적응형 학습시스템에 대한 인터뷰를 실시하였으며 학생

자유 서술 응답 예시는 그림 3, 학생 인터뷰 결과는 표 7와 같다.

표 7. 학생 인터뷰
Table 7. Student interview

Question	Activity
Usefulness of adaptive learning system	·It was good that I could study at my own level. ·It felt like I was repeating the parts I was bad at because it allowed me to re-do the parts I got wrong. ·It was good that I could check the answer right away after solving the problem. ·It was more convenient than the usual way of studying because I could do it on my own at my own will.
Learning motivation in adaptive learning systems	·It was nice to set goals and get coins every time I achieved them. ·I felt a sense of accomplishment as I achieved each goal. ·The fact that I could solve increasingly difficult problems motivated me to continue learning. ·I could easily study programming because of the music and sound effects that made it feel like a fun game. ·I felt good when I succeeded in completing a programming mission.
Feedback from AI tutor	·The AI tutor immediately explained why I got the wrong answer, so I didn't repeat that mistake. ·Thanks to the AI tutor, I was able to fix my mistakes quickly. ·The AI tutor tells me where I made a mistake. ·The AI tutor praises me and tells me where I got it wrong, but it seems to repeat similar things.
Overall impressions	·I want to study other subjects like this. ·It was fun to come up with my own ideas and input them myself. ·I learned that SW is important through studying. ·I was frustrated when I couldn't solve it even after looking at the hints. ·It was hard to wait when it took a while to load because of the wifi. ·I think I entered the correct answer the same way, but sometimes it worked and sometimes it didn't.

먼저, 적응형 학습시스템의 유용성과 관련된 질문에서는 ‘내 수준에 맞춰서 공부를 할 수 있어서 좋았다.’, ‘틀린 부분을 다시 풀 수 있게 해줘서 내가 못하는 부분을 반복하는 느낌이 들었다.’, ‘문제를 풀고 나면 정답을 바로 확인할 수 있는 점이 좋았다.’, ‘내 의지대로 혼자 할 수 있어서 평소에 공부하는 방식보다 편리하다.’ 등의 반응이 있었다.

‘적응형 학습시스템의 어떤 부분에서 동기유발이 되었나요?’라는 질문에서는 ‘목표를 설정하고 그것을 달성할 때마다 코인을 받는 것이 좋았다.’, ‘목표를 하나씩 달성하면서 성취감을 느낄 수 있었다.’, ‘점점 더 어려운 문제를 풀 수 있다는 점이 학습을 계속 이어가게 하는 동기가 되었다.’, ‘재미있는 게임처럼 느껴지는 음악이나 효과음 때문에 프로그래밍에 대해 쉽게 공부할 수 있었다.’, ‘프로그래밍 미션을 성공하면 기분이 좋아진다.’ 등으로 대답하였다.

AI 튜터에 대한 질문에서는 ‘AI 튜터가 어떤 부분에서 틀렸는지 바로 설명해줘서 실수를 반복하지 않을 수 있었다.’, ‘AI 튜터 덕분에 어디서 실수를 했는지 알 수 있다.’, ‘칭찬도 해주고 틀린 것도 말 해주지만 비슷한 말을 반복하는 느낌이다.’ 등의 반응이 있었다.

이 밖에 적응형 학습시스템에 대한 학생들의 긍정적인 반응으로는 ‘다른 과목도 이렇게 공부하고 싶다.’, ‘자신이 스스로 아이디어를 짜 직접 입력해 보는 것이 즐거웠다.’ 등이 있었다. 부정적인 반응으로는 ‘힌트를 봐도 해결이 되지 않았을 때는 답 답했다.’, ‘와이파이 때문에 로딩이 걸릴 때 기다리기 힘들었다.’, ‘나는 똑같이 정답을 입력한 것 같은데 어떨 때는 되고 어떨 때는 안되는 것 같았다.’ 등이 있었다.

V. 결론 및 제언

본 연구는 적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육의 효과를 분석하기 위해 서울의 초등학교 4·5학년 38명을 대상으로 교육 프로그램을 적용하였다. 그 결과, 적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육이 SW의 가치, CT 효능감, SW 흥미를 증진시키는 데 효과적임을 확인하였다.

연구결과에 따르면, 적응형 학습시스템 기반의 프로그래밍 교육이 학생들의 SW교육에 대한 정의적 영역에서 긍정적인 변화를 이끌어냈다.

또한, 제한적 해석이 요구되나 교육 프로그램은 자기주도적 학습능력이 낮은 학생들에게 더 큰 효과가 있는 것으로 나타났다. 이러한 결과의 원인에 대한 다양한 요인을 자기주도적 학습능력과 적응형 학습시스템을 활용했던 선행연구에 비추어 검토해 보았으며 그 결과는 다음과 같다[22][23]. 첫째, 자기주도적 학습능력이 낮은 학생들은 적응형 학습시스템의 구조화된 학습 경로와 개인화된 학습 지원의 혜택을 더 크게 받았을 가능성이 있다. 적응형 학습시스템은 학생의 수준과 필요에 따라 학습 내용을 조정하고, 즉각적인 피드백을 제공하여 자기주도적 학습능력이 부족한 학생들에게 효과적으로 학습 동기를 부여하고 학습 결과를 향상시켰을 수 있다. 둘째, 자기주도적 학습능력이 낮은 학생들은 기존의 학습 환경에서 충분한 학습 지원을 받지 못했을 가능성이 있다. 따라서 적응형 학습시스템이 제공하는 체계적이고 지속적인 지원이 학습 격차를 줄이는 데 기여했을 수 있다. 셋째, 자기주도적 학습능력이 높은 학생들은 이미 기존 학습 환경에서도 효율적으로 학습을 수행할 수 있는 역량을 갖추고 있어, 적응형 학습시스템의 추가적인 지원이 상대적으로 큰 영향을 미치지 않았을 가능성이 있다. 이와 반대로, 자기주도적 학습능력이 낮은 학생들에게는 이러한 시스템이 새로운 학습 경험과 기회를 제공하여 더 큰 효과를 나타냈을 수 있다.

그러나 본 연구의 교육 프로그램은 서울에 있는 초등학생 38명만을 대상으로 진행되었으므로, 연구 결과의 일반화에는 제한이 있다. 다양한 지역과 연령대의 학생들을 대상으로 한 추가 연구가 필요하며, 다양한 학습 환경과 조건을 고려한 분석이 이루어져야 할 것이다.

연구의 결과를 바탕으로 한 후속 연구에 대한 제언은 다음과 같다.

첫째, 개인의 학습 수준과 필요를 충족시키기 위해 적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육에 대한 다양한 연구가 필요하다. 적응형 학습시스템은 다른 교육 콘텐츠나 교수 방법과 결합하여 보

다 풍부한 교육 경험을 제공할 수 있을 것이다. 따라서 다양한 교수 방법론과 교육 콘텐츠를 혼합한 연구를 통해 적응형 학습시스템의 교육적 효과를 다각도로 분석하고, 그 가능성을 확장하는 연구가 이루어져야 한다.

둘째, 본 연구에서는 적응형 학습시스템을 활용한 프로그래밍 교육이 단기적인 효과를 보였지만, 학생들에게 이러한 학습 방식이 장기적으로 어떤 영향을 미치는지에 대한 연구는 이루어지지 않았다. 적응형 학습시스템 기반 교육의 지속 가능성과 장기적인 효과를 평가하기 위한 연구가 추가적으로 필요하다.

셋째, 자기주도적 학습능력이 낮은 학생들에게 적응형 학습시스템을 활용한 교육이 더 큰 효과가 나타난 원인에 대한 깊이 있는 분석이 필요하다. 이를 바탕으로 다양한 학습 수준과 스타일을 가진 학생들을 위한 프로그래밍 교육 방법론에 대한 연구가 이루어진다면 프로그래밍 학습의 효율성을 극대화할 수 있는 최적의 교육 방법이 도출되는 데 중요한 기초 자료가 될 것이다.

향후 연구에서는 본 연구의 한계를 보완하고, 적응형 학습시스템의 교육적 효과를 보다 깊이 있고, 넓은 범위에서 분석함으로써, 다양한 학생들의 학습 수준과 필요에 맞춘 적응형 학습시스템 활용 프로그래밍 교육 모델 개발에 기여할 수 있기를 바란다. 이를 통해 학생들이 보다 나은 교육 환경에서 성장할 수 있는 지속적인 교육 혁신이 이루어지기를 기대한다.

References

- [1] Ministry of Education, "Digital-based education innovation plan", 2023.
- [2] S. Hong, Y. Choi, and J. Ahn, "Exploring the feasibility of 'personalized learning using edutech' in classroom instruction", *Korean Journal of Teacher Education*, Vol. 40, No. 3, pp. 171-195, May 2024. <https://doi.org/10.14333/KJTE.2024.40.3.08>.
- [3] B. Kim, E. Lim, J. H. Joo, and S. Im, "Analysis of AI learning platforms for personalized learning

- in elementary education and exploration of teachers' perceptions", *The Journal of Educational Information and Media*, Vol. 30, No. 5, pp. 1447-1470, Oct. 2024. <http://dx.doi.org/10.15833/KAFEIAM.30.5.1447>.
- [4] T. Son and D. Kang, "Digital typological analysis of AI courseware in mathematics education", *Education of Primary School Mathematics*, Vol. 27, No. 3, pp. 261-279, Jul. 2024. <https://doi.org/10.7468/jksmec.2024.27.3.261>.
- [5] Ministry of Education, "General introduction to elementary and secondary school curriculum", 2022.
- [6] M. Lee and S. Ham, "The development and application of a teaching and learning model based on flipped learning for convergence software education in elementary schools", *Journal of The Korean Association of Information Education*, Vol. 22, No. 2, pp. 213-222, Apr. 2018. <http://dx.doi.org/10.14352/jkaie.2018.22.2.213>.
- [7] J. Lee and H. Kim, "The impact of differentiated instruction on elementary students' English academic achievement and self-directed learning abilities", *Korean Journal of Elementary Education*, Vol. 31, No. 1, pp. 95-120, Jun. 2024.
- [8] W. Choi, "A study on the correlation between elementary school students' self-directed language learning readiness and satisfaction and perceived achievement of online English classes: in the context of the COVID-19 pandemic", *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 20, No. 21, pp. 637-662, Nov. 2020. <http://dx.doi.org/10.22251/jlcci.2020.20.21.637>.
- [9] E. Cha, "A meta-analysis of the effectiveness of AI-based adaptive learning systems", Master's Thesis, The Graduate School of Ewha Women's University, Jun. 2023.
- [10] M. Park, H. Lim, J. Kim, K. Lee, and M. Kim, "The effects on the personalized learning platform with machine learning recommendation modules: focused on learning time, self-directed learning ability, attitudes toward mathematics, and mathematics achievement", *The Mathematical Education*, Vol. 59, No. 4, pp. 373-387, Nov. 2020. <https://doi.org/10.7468/mathedu.2020.59.4.373>.
- [11] J. Shin, J. Choi, S. Park, J. Shon, E. Hwang, S. Ahn, and S. Kim, "An exploratory study on the use of AI-based adaptive learning system in university class", *The Journal of Educational Information and Media*, Vol. 27, No. 4, pp. 1545-1570, Dec. 2021. <http://dx.doi.org/10.15833/KAFEIAM.27.4.1545>.
- [12] J. Shin and Y. Hwang, "Development and validation of instructional design guidelines for class using AI courseware in university basic education", *The Journal of Educational Information and Media*, Vol. 30, No. 2, pp. 571-594, Apr. 2024. <http://dx.doi.org/10.15833/KAFEIAM.30.2.571>.
- [13] M. K. Song, "A study on the application direction of AI courseware in elementary art curriculum", *Journal of Art Education*, Vol. 78, pp. 83-107, Aug. 2024. <http://dx.doi.org/10.35657/jae.2024.78.004>.
- [14] H. I. Son, "A study on the impact of AI courseware and metaverse on academic achievement of multicultural students", *Journal of The Korean Association of Artificial Intelligence Education*, Vol. 4, No. 3, pp. 24-36, Dec. 2023. <https://doi.org/10.52618/aied.2023.4.3.3>.
- [15] S. Kang, "The impact of AI courseware and peer learning mentoring on elementary students' Math achievement and affective attitudes", Master's Thesis, The Graduate School of Korea National University of Education, Aug. 2024.
- [16] M. W. Jung, "The effect of Mathematics instruction with AI courseware on students' motivation to learn Mathematics-focusing on students of the first year of high school below the minimum achievement level of Mathematics", Master's Thesis, The Graduate School of Korea

- National University of Education, Aug. 2024.
- [17] J. Lee, "A case study on personalized education using artificial intelligence (AI) learning platform-focused on the mathematics class in the first year of middle school", Master's Thesis, The Graduate School of Education in Korea University, Aug. 2024.
- [18] J. An, "The impact of utilizing AI courseware on elementary students' perceived academic achievement and academic emotions", Master's Thesis, The Graduate School of Chungnam National University, Aug. 2024.
- [19] J. S. Kan, M. K. Park, J. Y. Lee, and Y. E. Lee, "The impact of AI-adaptive learning on TOEIC academic achievement and self-directed learning competency in college English classes", *Journal of Learner-Centered Curriculum and Instruction*, Vol. 23, No. 19, pp. 267-283, Oct. 2023. <https://doi.org/10.22251/jlcci.2023.23.19.267>.
- [20] K. T. Schroeder, M. Hubertz, R. V. Campenhout, and B. G. Johnson, "Teaching and learning with AI-generated courseware: lessons from the classroom", *Online Learning Journal*, Vol. 26, No. 3, pp. 73-87, Sep. 2022. <https://doi.org/10.24059/olj.v26i3.3370>.
- [21] J. Y. Han, E. Burm, and Y. Chun. "Applying artificial intelligence-based adaptive learning on mathematical attitudes and self-directed learning", *Nanofabricated Materials for Optical Communication and Intelligent Manufacturing*, Vol. 20, No. S3, pp. 408-424, May 2024. <https://doi.org/10.62441/nano-ntp.v20iS3.30>.
- [22] H. Liu, T. Wang, H. Lin, C. Lai, and Y. Huang, "The influence of affective feedback adaptive learning system on learning engagement and self-directed learning", *Frontiers in Psychology*, Vol. 13, Apr. 2022. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.858411>.
- [23] D. Wu, S. Zhang, Z. Ma, X. Yue, and R. Dong, "Unlocking potential: key factors shaping undergraduate self-directed learning in AI-enhanced educational environments", *Systems*, Vol. 12, No. 9, pp. 332, Aug. 2024. <https://doi.org/10.3390/systems12090332>.
- [24] J. Toth, M. Rosenthal, and K. Pate, "Use of adaptive learning technology to promote self-directed learning in a pharmacists' patient care process course", *American Journal of Pharmaceutical Education*, Vol. 85, No. 1, pp. 28-33, Jan. 2021. <https://doi.org/10.5688/ajpe7971>.
- [25] H. Lee, et al., "A study on surveying the actual conditions and evaluating the effectiveness of SW education in elementary and secondary schools", Korea Foundation for Science and Creativity, Feb. 2016.
- [26] S. Lee, Y. Chang, H. Lee, and K. Park, "A study on the development of life-skills: communication, problem solving, and self-directed learning", Korean Educational Development Institute, 2003.

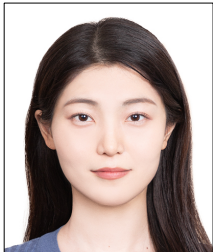
저자소개

이 승 미 (Seung-Mee Lee)



2021년 8월 : 서울교육대학교
컴퓨터교육과(석사)
2023년 3월 ~ 현재 :
서울교육대학교 컴퓨터교육과
박사과정
관심분야 : 소프트웨어교육,
인공지능교육

조 흥 현 (Hong-Hyun Jo)



2025년 2월 : 서울교육대학교
인공지능교육과(석사)
2025년 3월 ~ 현재 :
서울을지초등학교 교사
관심분야 : 소프트웨어교육,
인공지능교육

전 석 주 (Seok-Ju Chun)



2002년 2월 : 한국과학기술원
컴퓨터공학과(박사)
2004년 4월 ~ 현재 :
서울교육대학교 컴퓨터교육과
교수
관심분야 : 컴퓨터교육, 프로그래밍
방법, 데이터마이닝, OLAP