

Exploring the Potential of Generative AI Use in Python Game Development Instruction for Adolescents

Soon-Nam Lee*, Young-Suk Chung**

*M.S. Candidate, Department of Computer Engineering, Kongju National University, Cheonan, Korea

**Lecturer, Department of Computer Engineering, Kongju National University, Cheonan, Korea

[Abstract]

This study explored the potential of using generative AI (ChatGPT) in Python game development instruction for adolescents by examining programming achievement perception and learning satisfaction. Eleven adolescents aged 13 to 16 participated in a within-subject design, sequentially experiencing a teacher-led condition and a teacher-and-AI-assisted condition. Data were collected through a five-point Likert-scale survey, open-ended responses, classroom observations, and prompt logs, and analyzed using descriptive statistics and the Wilcoxon signed-rank test. The AI-assisted condition showed higher mean scores in programming achievement perception, learning satisfaction, and recommendation/re-enrollment intention, but the differences were not statistically significant. AI usefulness items received positive responses ($M = 4.27-4.45$). Due to the small sample size and fixed project sequence, the findings should be interpreted as exploratory tendencies rather than direct evidence of generative AI effects. This study provides preliminary implications for AI-integrated programming instruction for adolescents.

▶ **Key words:** Generative AI, Adolescents, Python Programming Education, Game Development, Programming Achievement Perception, Learning Satisfaction

[요 약]

본 연구는 청소년 대상 파이썬 게임 개발 수업에서 생성형 AI(ChatGPT) 활용 가능성을 탐색하기 위해 프로그래밍 성취 인식과 학습 만족도의 경향을 살펴보았다. 만 13~16세 청소년 11명을 대상으로 집단 내 비교 설계를 적용하였으며, 교사 주도 조건(프로젝트 A: 슈팅 게임)과 교사·AI 병행 지원 조건(프로젝트 B: 피하기 게임)을 순차적으로 경험하도록 하였다. 자료는 5점 리커트 척도 설문, 개방형 응답, 수업 관찰 기록, 프롬프트 로그를 통해 수집하였고, 기술통계와 Wilcoxon 부호순위 검정을 활용하여 분석하였다. 분석 결과, AI 활용 조건에서 프로그래밍 성취 인식, 학습 만족도, 추천 및 재수강 의향의 평균이 모두 높게 나타났으나, 통계적으로 유의한 차이는 확인되지 않았다. AI 유용성 인식 문항에서는 긍정적인 응답이 나타났다($M=4.27-4.45$). 다만 표본 수가 적고 프로젝트 수행 순서가 고정되어 있어, 본 결과는 생성형 AI의 직접적 효과라기보다 탐색적 경향으로 해석할 필요가 있다. 본 연구는 청소년 대상 AI 통합 프로그래밍 수업 설계를 위한 기초 자료를 제공한다.

▶ **주제어:** 생성형 인공지능, 청소년, 파이썬 프로그래밍 교육, 게임 개발, 프로그래밍 성취 인식, 학습 만족도

- First Author: Soon-Nam Lee, Corresponding Author: Young-Suk Chung
- *Soon-Nam Lee (iebunie@naver.com), Department of Computer Engineering, Kongju National University
- **Young-Suk Chung (merope@kongju.ac.kr), Department of Computer Engineering, Kongju National University
- Received: 2026. 03. 24, Revised: 2026. 05. 11, Accepted: 2026. 05. 14.
- This paper is an extended version of the paper titled "Effectiveness Analysis of Python Game Development Education Using Generative AI for Youth," which was presented at the 72nd Summer Conference of the Korea Society of Computer and Information in 2025

I. Introduction

소프트웨어 중심 사회로의 전환이 빠르게 진행되는 가운데, 프로그래밍 교육은 청소년의 논리적 사고력과 문제 해결 역량을 키우는 핵심 교과 영역으로 그 위상이 높아지고 있다. 2022 개정 교육과정은 학습자의 수준과 특성을 고려한 맞춤형 교육을 강조하며, 컴퓨팅 사고에 기반한 창의적 문제 해결 능력을 중요한 교육 목표로 설정하고 있다. 아울러 2018년부터 정보 교과가 정규 교육과정에 편입되면서, 학생들에게는 코드 문법을 암기하거나 특정 도구를 조작하는 기능적 수준을 넘어, 실제 문제를 분석하고 해결책을 설계하는 실천적 역량이 요구되고 있다[1]. 이러한 교육 환경의 변화는 수업 현장에서 즉각적이고 개별화된 피드백에 대한 수요를 높였으며, 이를 충족할 대안으로 생성형 인공지능 기술이 새로운 교육 도구로 주목받고 있다.

청소년기는 논리적 사고와 추상적 추론 능력이 급격히 성장하는 시기로, 프로그래밍 학습에 인지적으로 높은 적합성을 지닌다. Inhelder와 Piaget(1958)[2]의 인지발달 이론에 따르면, 이 시기의 학습자는 형식적 조작기에 해당하여 구체적 경험의 도움 없이도 가설을 세우고 체계적으로 검증하는 능력을 발달시켜 나간다. 이러한 인지적 특성은 문제 해결 절차를 단계적으로 설계하고 실행하는 프로그래밍 학습의 구조와 맞닿아 있다. 특히 프로젝트 기반 학습은 청소년의 발달 단계에 적합한 교수-학습 방식으로 평가받고 있으며, 그중 게임 개발 프로젝트는 명확한 과제 목표와 즉각적인 실행 결과를 통해 학습자의 논리적 사고력과 창의성을 동시에 자극하는 학습 환경을 제공할 수 있다[3], [4], [9].

그러나 실제 프로그래밍 교육 현장에서는 학습자가 디버깅이나 기능 구현 단계에서 반복적인 좌절을 경험하는 경우가 많다. 특히 초보 학습자는 오류 메시지를 이해하거나 코드의 논리적 흐름을 점검하는 데 어려움을 겪으며, 이 과정에서 적절한 피드백이 제공되지 않으면 학습 몰입도와 자기효능감이 저하될 수 있다. 따라서 청소년 프로그래밍 수업에서는 학습자가 자신의 오류를 점검하고 해결 전략을 조정할 수 있도록 돕는 보조적 피드백 체계가 필요하다.

최근 프로그래밍 교육 분야에서는 ChatGPT와 같은 생성형 AI 도구를 학습 보조 수단으로 도입하려는 시도가 이루어지고 있다. 선행연구에 따르면 생성형 AI는 오류 수정, 코드 예시 제공, 개념 설명, 문제 해결 전략 제안 등에서 학습자의 인지적 부담을 줄이고 학습 과정을 지원할 가능성이 있다[5], [6]. 또한 프롬프트 작성 과정 자체가 학습

자의 문제 인식, 질문 구성, 자기 점검 활동과 연결될 수 있다는 점에서 자기조절학습 관점에서도 교육적 의미를 지닌다[7]. 다만 생성형 AI가 제공하는 응답이 항상 정확하거나 교육적으로 적절한 것은 아니며, 학습자가 AI 답변에 지나치게 의존할 경우 독립적인 문제 해결 경험이 약화될 수 있다는 우려도 존재한다.

이와 같은 연구 동향에도 불구하고, 기존 생성형 AI 기반 프로그래밍 교육 연구는 주로 대학생이나 성인 학습자를 대상으로 수행되었으며, 청소년 대상 실제 수업 맥락에서 생성형 AI 활용 가능성을 탐색한 연구는 아직 제한적이다. 특히 청소년 대상 파이썬 게임 개발 수업에서 생성형 AI 보조 조건이 학습자의 프로그래밍 성취 인식과 학습 만족도에 어떠한 경향으로 나타나는지를 살펴본 연구는 충분하지 않다.

이에 본 연구는 청소년 대상 파이썬 게임 개발 수업에서 생성형 AI(ChatGPT) 활용 가능성을 탐색하기 위해, 동일 학습자가 교사 주도 조건과 교사-AI 병행 지원 조건을 순차적으로 경험하는 집단 내 비교 설계를 적용하였다. 본 연구는 생성형 AI 활용의 효과를 일반화하거나 인과적으로 검증하기보다는, 실제 수업 맥락에서 학습자의 프로그래밍 성취 인식과 학습 만족도에 나타나는 탐색적 경향을 살펴보는 데 목적이 있다. 이를 통해 청소년 프로그래밍 교육에서 생성형 AI를 보조 도구로 통합할 때의 교육적 가능성과 한계를 논의하고, 후속 실증 연구를 위한 기초 자료를 제공하고자 한다.

본 연구의 연구 문제는 다음과 같다.

RQ1. 생성형 AI 보조 수업 조건에서 청소년의 프로그래밍 성취 인식은 교사 주도 조건과 비교하여 어떠한 경향을 보이는가?

RQ2. 생성형 AI 보조 수업 조건에서 청소년의 학습 만족도는 교사 주도 조건과 비교하여 어떠한 양상으로 나타나는가?

II. Preliminaries

2.1 Related Works on Generative AI-Based Programming Education

생성형 인공지능(Generative Artificial Intelligence)이란 대규모 데이터를 기반으로 학습된 모델이 텍스트·코드·이미지와 같은 새로운 콘텐츠를 스스로 만들어 내는 기술 분야를 일컫는다. 이러한 기술 기반의 도구들이 교육 전반으로 빠르게 확산되면서, 프로그래밍 학습의 진입 장벽을

낮추는 보조 수단으로서의 가능성이 활발히 탐색 되고 있다. 특히 ChatGPT와 같은 대화형 AI는 학습자가 자연어로 질문을 입력하면 코드 예시를 제시하거나 오류의 원인을 즉각적으로 풀어서 설명해 주기 때문에, 프로그래밍 입문 단계에서 학습자가 느끼는 인지적 부담을 실질적으로 덜어 주는 역할을 할 수 있다. 기존 수업 환경에서는 문법 오류나 논리 구조에 대한 이해 부족이 학습자의 반복적 좌절로 이어지는 사례가 적지 않았는데, 생성형 AI의 즉각적 피드백 기능이 이러한 학습 장애 요인을 보완할 수 있다는 점에서 교육적 활용 가능성에 대한 기대가 높아지고 있다.

이명숙(2024)은 ChatGPT를 교수자의 보조 수단으로 통합한 대학 교양 프로그래밍 수업에 적용한 결과, 학습자들의 오류 수정 시간이 단축되고 프로그램 구조 이해에 집중하는 학습 행동이 증가하는 경향이 확인되었다[5]. 이 연구는 생성형 AI가 교사의 역할을 대체하는 것이 아니라 교사의 역할을 보완하는 보조 도구로 학습자의 개념 이해와 오류 수정을 효과적으로 지원할 수 있음을 보여 준다. 아울러 이민정과 김현철(2024)은 자기조절학습 이론에 기반하여, 프롬프트 설계를 학습 전략으로 전환한 '러닝바이프롬프팅(Learning-by-Prompting)' 모델을 제안하였다[7]. 이 모델은 교수자와 함께 프로그래밍 개념을 학습하고 코딩 실습을 진행하는 습득(Studying) 단계 이후, ChatGPT와의 프롬프팅을 통해 학습한 내용을 스스로 복습하고 확장하는 자기 검토(Self-Review) 단계로 구성된다. 비전공 학습자 집단에 적용한 결과, 창의적 사고 영역과 데이터 리터러시 자기효능감 모두에서 통계적으로 유의미한 성장이 나타나, 프롬프트 활용 학습의 교육적 타당성을 뒷받침하였다. 이러한 연구 성과들은 생성형 AI가 학습자 개인의 속도와 수준에 맞추어 사고 과정을 단계적으로 이끌어 가는 학습 촉진 도구로 기능할 수 있음을 시사한다.

2.2 Programming Education for Adolescents

청소년기는 논리적 사고와 추상적 사고 능력이 급격히 성장하는 시기로, 프로그래밍 학습에 인지적으로 높은 적합성을 지닌다. 중학생 대상 선행연구에서는 프로그래밍 교육이 사고력 및 문제 해결 능력 향상에 긍정적인 영향을 미친다는 결과가 보고되고 있다. 김경규와 이종연(2016)은 중학생 42명을 대상으로 12주간 컴퓨팅 사고력 기반 프로그래밍 교육을 실시하고, 학년별 논리적 사고력 변화를 측정하였다[3]. 연구 결과 저학년 집단에서는 계열화·비례·조합·명제·변인 통제·확률 논리를 포함한 논리적 사고력의 6개 영역 모두에서 통계적으로 의미 있는 향상이 나타났다. 다만 3학년의 경우 조합논리와 확률 논리 두 영역은 유의

수준에 도달하지 않았는데, 이는 학습 내용의 난이도 배치에 따른 차이로 해석되었다. 이처럼 학년과 영역에 따라 결과에 차이는 존재하였으나, 전반적으로 컴퓨팅 사고력 기반 프로그래밍 학습이 청소년의 논리적 사고 역량 신장에 긍정적으로 기여할 수 있음이 확인되었다. 다만 학습자의 발달 수준을 고려한 단계적 교육 설계의 중요성을 시사한다. 이정민과 고은지(2018)는 중학교 1학년 83명을 대상으로 소프트웨어 교육의 효과를 다각도로 측정한 결과, 컴퓨팅 사고력의 여러 하위 영역 비판적 사고, 창의성, 알고리즘적 사고, 문제해결력에서 수업 후 통계적으로 의미 있는 변화가 나타남을 보고하였다[4]. 이러한 연구들은 청소년 프로그래밍 교육이 기술적 기능 숙달을 넘어 고차 인지 역량의 발달과 연결될 수 있음을 시사한다. 특히 게임 개발과 같이 결과물이 눈에 보이는 프로젝트 기반 수업은 학습자가 개념을 실제 작동하는 산출물로 구현해 보는 경험을 제공한다. 이러한 경험은 학습자의 흥미와 몰입을 높이고, 문제 해결 과정을 반복적으로 경험하게 한다는 점에서 청소년 프로그래밍 교육에 적합한 접근으로 평가될 수 있다[9].

2.3 Limitations of Previous Studies

앞서 검토한 선행연구의 성과에도 불구하고, 생성형 AI를 활용한 프로그래밍 교육 연구는 주로 대학생이나 성인 학습자를 중심으로 이루어져 왔다. 따라서 청소년의 인지적 발달 특성과 실제 교육 현장의 수업 맥락을 반영한 연구는 아직 충분하지 않다. 또한 기존 연구들은 AI 도구의 코드 생성 능력이나 학습자의 활용 인식에 초점을 둔 경우가 많아, 청소년 대상 프로젝트 기반 프로그래밍 수업에서 학습자의 성취 인식과 학습 만족도가 어떠한 경향을 보이는지 함께 살펴본 연구는 제한적이다.

본 연구는 이러한 한계를 보완하기 위해 청소년 대상 pairwise 게임 개발 수업을 설계하고, 동일 학습자가 교사 주도 조건과 교사·AI 병행 지원 조건을 순차적으로 경험하도록 하였다. 특히 본 연구는 생성형 AI를 단순한 코드 생성 도구가 아니라, 학습자의 문제 인식, 오류 점검, 질문 재구성, 해결 전략 수정을 지원하는 보조적 상호작용 도구로 바라본다.

수업 과정에서 학습자에게는 ChatGPT가 제시한 답변을 그대로 사용하는 것을 지양하고, 먼저 자신의 생각, 오류 원인에 대한 추측, 해결 방향을 설명한 뒤 AI의 응답을 참고하도록 지도하였다. 이러한 과정은 학습자가 자신의 문제 해결 과정을 점검하고 조정한다는 점에서 자기조절 학습과 연결될 수 있다. 또한 ChatGPT의 즉각적 피드백

은 초보 학습자가 디버깅 과정에서 경험하는 인지적 부담을 줄이고, 핵심 개념 이해와 기능 구현에 더 많은 인지 자원을 투입하도록 도울 수 있다는 점에서 인지 부하 관점에서 해석할 수 있다.

더불어 게임 개발 프로젝트는 학습자가 실제 산출물을 완성해 가는 프로젝트 기반 학습 맥락을 제공하므로, 생성형 AI 활용 가능성을 탐색하기에 적합한 수업 환경이라고 볼 수 있다. 따라서 본 연구는 청소년 대상 실제 프로그래밍 수업에서 생성형 AI가 학습 경험과 성취 인식에 어떠한 방식으로 연결될 수 있는지를 탐색적으로 살펴보고자 한다.

III. The Proposed Scheme

3.1 Research Design

본 연구는 청소년 대상 파이썬 게임 개발 수업에서 생성형 AI(ChatGPT) 활용 조건에서 나타나는 학습 경험의 경향을 살펴보기 위해, 동일 학습자가 두 가지 수업 조건을 순차적으로 경험하는 집단 내 비교 설계(Within-Subject Design)를 적용하였다. 집단 내 비교 설계는 동일 참여자가 서로 다른 조건을 모두 경험하도록 구성함으로써, 개인의 선행 지식, 학습 태도, 프로그래밍 경험 등 개인차 변인이 결과 해석에 미치는 영향을 줄일 수 있다는 장점이 있다.

구체적으로 참여자들은 먼저 생성형 AI를 사용하지 않는 교사 주도 조건(프로젝트 A: 슈팅 게임)을 경험한 뒤, 교사 지도와 ChatGPT 활용이 병행되는 교사·AI 병행 지원 조건(프로젝트 B: 피하기 게임)을 경험하였다. 본 연구는 두 조건에서 나타나는 프로그래밍 성취 인식과 학습 만족도의 차이를 탐색적으로 비교하고자 하였다. 다만 모든 참여자가 프로젝트 A를 먼저 수행한 후 프로젝트 B를 수행하는 고정 순서로 참여하였으므로, 프로젝트 B에서 나타난 변화가 생성형 AI 활용에 따른 것인지, 선행 프로젝트 경험을 통해 파이썬 숙련도나 수업 적응도가 높아진 결과인지 완전히 구분하기는 어렵다. 따라서 본 연구에서는 관찰된 차이를 생성형 AI 활용의 직접적 효과로 단정하지 않고, 실제 수업 맥락에서 나타난 학습 경험의 탐색적 경향으로 해석하였다.

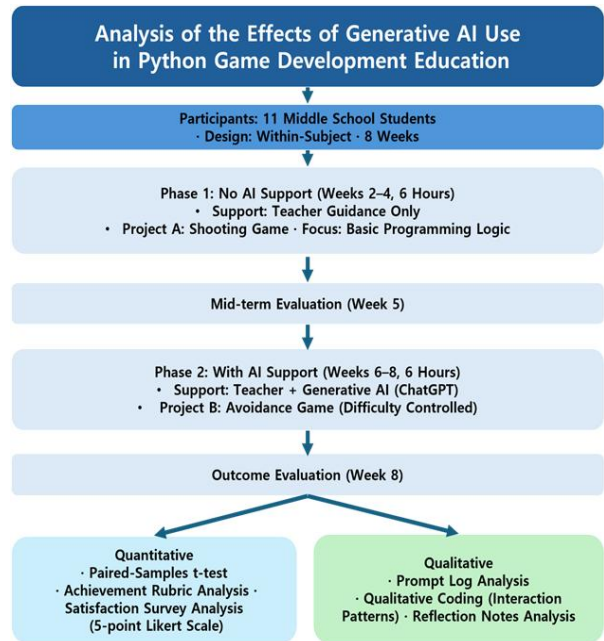


Fig. 1. Research Procedure Overview

Table 1. Research Design

Category	Project A	Project B
Game Type	Shooting Game	Avoidance Game
Support Method	Teacher Guidance Only	Teacher + AI (ChatGPT)
Duration	3 weeks (6 hours)	3 weeks (6 hours)
Difficulty	★★☆	★★☆

3.2 Participants

본 연구의 참여자는 만 13세에서 16세 사이의 청소년 11명으로 구성되었다. 참여자 전원은 프로젝트 A(교사 주도 조건)와 프로젝트 B(교사·AI 병행 지원 조건)의 두 조건을 모두 순차적으로 경험하였다. 참여자 선정 과정에서는 사전 프로그래밍 학습 이력과 생성형 AI 도구 사용 경험에 관한 사전 조사를 실시하였으며, 모든 참여자는 파이썬 기본 문법 과정을 사전에 이수한 상태였다.

본 연구는 청소년을 대상으로 수행된 소규모 교육 실천 연구로, 연구 참여 전 보호자에게 전화로 연구 목적과 수업 절차를 안내하고, 수업 중 수집되는 설문 응답, 수행 평가 결과, 프롬프트 로그, 수업 관찰 기록이 논문 자료로 활용될 수 있음을 설명하였다. 또한 수집된 자료는 연구 목적에만 사용되며, 분석 과정에서 개인을 식별할 수 있는 정보는 익명화하여 처리됨을 안내하였다. 이후 보호자의 동의와 참여자 본인의 자발적 참여 의사를 확인한 뒤 연구를 진행하였다. 다만 본 연구에서는 별도의 IRB 심의 절차를 거치지 못하였다. 따라서 본 연구의 결과를 해석할 때

는 청소년 대상 연구윤리 절차가 제한적으로 이루어졌다는 점을 고려할 필요가 있다. 후속 연구에서는 연구 설계 단계에서 사전 IRB 심의를 포함하여 연구윤리의 엄밀성을 높일 필요가 있다.

Table 2. Participant Characteristics

Item	Description
Number of Participants	11
Age	13-16 years
Prior Programming Experience	Completed basic Python programming
Study Period	8 weeks; one 2-hour session per week

3.3 Experimental Procedure

본 연구의 수업은 총 8주에 걸쳐 진행되었다. 1주차에는 참여자의 기초 수준과 학습 배경을 파악하기 위해 프로그래밍 기초 지식 점검과 사전 설문을 실시하였다. 사전 설문에서는 참여자의 파이썬 학습 경험, 생성형 AI 도구 사용 경험, 프로그래밍 학습에 대한 인식을 확인하였다.

2주차부터 4주차까지는 프로젝트 A 단계로, 교사 주도 조건에서 슈팅 게임 개발 수업을 진행하였다. 이 단계에서는 ChatGPT를 포함한 생성형 AI 도구를 사용하지 않았으며, 학습자는 교사의 설명, 예제 코드, 단계적 힌트를 바탕으로 게임 기능을 구현하였다. 수업 중 학습자가 오류나 구현상의 어려움을 겪는 경우, 교사는 정답을 바로 제시하기보다 문제 상황을 확인하고 해결 절차를 안내하는 방식으로 지원하였다. 프로젝트 A 종료 후에는 프로그래밍 성취도 평가와 학습 만족도 설문을 실시하였다.

6주차부터 8주차까지는 프로젝트 B 단계로, 교사·AI 병행 지원 조건에서 피하기 게임 개발 수업을 진행하였다. 이 단계에서는 교사의 기본 설명과 피드백을 유지하되, 학습자가 코드 작성, 오류 수정, 기능 추가, 게임 요소 개선 과정에서 ChatGPT를 보조 도구로 활용할 수 있도록 하였다. 학습자는 필요에 따라 오류 메시지의 의미, 조건문 구성, 객체 이동 제한, 충돌 판정, 점수 처리 등의 내용을 ChatGPT에 질문하였으며, 이 과정에서 생성된 프롬프트 질의응답 기록을 수집하였다. 프로젝트 B 종료 후에는 동일한 기준의 프로그래밍 성취도 평가와 학습 만족도 설문을 실시하였고, 생성형 AI 활용 경험에 관한 개방형 응답을 추가로 수집하였다.

본 연구는 두 조건에서 나타나는 학습 만족도와 프로그래밍 성취 인식의 경향을 비교하기 위해 위와 같은 절차를 적용하였다. 다만 모든 참여자가 프로젝트 A를 먼저 경험

한 뒤 프로젝트 B를 경험하는 고정 순서로 진행되었으므로, 프로젝트 B에서 나타난 변화는 생성형 AI 활용뿐 아니라 선행 프로젝트 경험에 따른 학습효과의 영향을 함께 고려하여 해석하였다.

3.4. Difficulty Control

생성형 AI 활용 조건에서 나타나는 학습 경험의 경향을 보다 균형 있게 비교하기 위해, 본 연구에서는 프로젝트 A와 프로젝트 B의 과제 난이도와 핵심 구현 요소를 최대한 유사하게 구성하고자 하였다. 두 프로젝트는 게임 장르는 각각 슈팅 게임과 피하기 게임으로 다르지만, 키보드 이벤트 처리, 객체 이동, 충돌 감지, 점수 산출, 객체의 무작위 생성, 게임 종료 조건 설정 등 주요 구현 요소를 공통으로 포함하도록 설계하였다. 학습 개념 측면에서도 두 프로젝트 모두 변수, 조건문, 반복문, 함수 활용을 중심으로 구성하였다.

이러한 설계를 통해 두 프로젝트 간 과제 난이도 차이로 인한 영향을 줄이고자 하였으나, 모든 참여자가 프로젝트 A를 먼저 수행한 뒤 프로젝트 B를 수행하는 고정 순서로 수업에 참여하였기 때문에 반복 수행에 따른 학습효과와 순서효과를 아주 배제하기는 어렵다. 따라서 본 연구에서는 두 조건 간 평균 차이를 생성형 AI 활용의 직접적 효과로 단정하지 않고, 청소년 파이썬 게임 개발 수업에서 나타난 탐색적 경향으로 해석하였다.

3.5. Measurement Instruments

본 연구에서는 청소년 대상 파이썬 게임 개발 수업에서 생성형 AI(ChatGPT) 활용 가능성을 탐색하기 위해 프로그래밍 수행 평가, 사후 설문, 프롬프트 로그, 수업 관찰 기록, 개방형 응답을 활용하였다. 프로젝트 A와 프로젝트 B의 비교 분석에는 두 조건에 공통으로 포함된 12개 문항을 사용하였으며, 생성형 AI 유용성 인식 3문항은 프로젝트 B 종료 후에만 추가로 조사하였다. 프로젝트 A 사후 설문은 수업 만족도, 프로그래밍 성취 인식, 추천 및 재수강 의향에 해당하는 12개 문항으로 구성되었고, 프로젝트 B 사후 설문은 동일한 12개 문항에 생성형 AI 유용성 인식 3문항과 개방형 응답 문항이 추가된 형태로 구성되었다.

3.5.1 Programming Achievement Assessment

프로그래밍 수행 평가는 100점 만점의 루브릭을 바탕으로 개념 이해, 구현력, 프로젝트 완성도의 세 영역을 중심으로 구성하였다. 개념 이해 영역은 변수, 조건문, 반복문, 함수 등 핵심 프로그래밍 개념의 이해 수준을 확인하였고,

구현력 영역은 코드 작성의 정확성, 기능 구현 과정, 오류 발생 시 해결 시도 등을 중심으로 평가하였다. 프로젝트 완성도 영역은 기능 구현 여부, 창의적 요소의 반영, 최종 산출물의 완결성을 종합적으로 확인하였다.

다만 본 연구의 프로그래밍 수행 평가는 연구자 1인에 의해 이루어졌으므로 평가자 간 신뢰도 계수를 산출하지 못하였다. 따라서 본 연구에서의 루브릭 기반 수행 평가는 생성형 AI 활용의 효과를 검증하는 독립적 결과 자료라기 보다, 설문 기반 프로그래밍 성취 인식과 질적 자료를 보완적으로 이해하기 위한 참고 자료로 제한하여 활용하였다. 후속 연구에서는 2인 이상의 독립 평가자를 참여시키고, 급내 상관계수 또는 Cohen's kappa 등을 활용하여 평가자 간 신뢰도를 검증할 필요가 있다.

3.5.2 Learning Satisfaction Survey

학습 만족도와 프로그래밍 성취 인식은 5점 리커트 척도 설문지를 통해 측정하였다. 프로젝트 A와 프로젝트 B의 비교에 사용한 공통 문항은 총 12문항으로, 수업 만족도 5문항, 프로그래밍 성취 인식 5문항, 추천 및 재수강 의향 2문항으로 구성하였다.

수업 만족도 영역은 전반적 만족, 학습 수준 적합성, 교사의 설명과 피드백, 수업 흥미도, 수업 참여 정도를 포함하였다. 프로그래밍 성취 인식 영역은 학습자가 자신의 프로그래밍 개념 이해, 코드 작성 능력, 오류 발견 및 해결 능력, 프로젝트 완성 역량, 배운 내용의 활용 가능성을 어떻게 인식하는지를 확인하는 문항으로 구성하였다. 추천 및 재수강 의향 영역은 타인 추천 의향과 유사 수업 참여 의향을 포함하였다.

설문 도구는 이영호 외(2019)의 초·중등 학생 소프트웨어 교육 만족도 측정 도구[8]를 바탕으로, 본 연구의 파이썬 게임 개발 수업 맥락에 맞게 수정·보완하여 활용하였다. 프로젝트 B에서는 생성형 AI 활용 경험을 확인하기 위해 AI 유용성 인식 3문항과 개방형 문항 2문항을 추가하였다. AI 유용성 인식 문항은 코딩 오류 해결, 기능 구현, 프로그래밍 자신감에 대한 인식을 확인하는 내용으로 구성하였으며, 개방형 문항은 AI 활용 과정에서 도움이 된 경험과 아쉬웠던 점을 자유롭게 서술하도록 하였다.

다만 수정된 설문 도구에 대한 별도의 신뢰도 및 타당도 검증은 충분히 수행하지 못하였다. 따라서 본 연구의 설문 결과는 탐색적 자료로 해석하였다. 또한 AI 활용 경험을 보완적으로 해석하기 위해 프로젝트 B의 프롬프트 로그, 수업 관찰 기록, 학습자의 서술형 응답을 질적 자료로 수집하였다.

본 연구에서 활용한 측정 도구의 구성은 Table 3과 같다. Table 3에는 프로그래밍 수행 평가, 학습 만족도, 프로그래밍 성취 인식, 추천 및 재수강 의향, AI 유용성 인식, AI 활용 경험에 대한 측정 변인과 척도 및 자료 유형을 제시하였다.

Table 3. Measurement Instruments

Variable	Scale / Data Type	Items / Description
Programming Achievement	Rubric, 100 pts	3 domains
Learning Satisfaction	5-point Likert scale	5 items
Achievement Perception	5-point Likert scale	5 items
Recommendation / Re-enrollment	5-point Likert scale	2 items
AI Usefulness	5-point Likert scale	3 items, Project B only
AI Usage Patterns	Qualitative data	Prompt logs, observations, open-ended responses

Note. AI usefulness items were applied only to Project B.

3.6 Data Analysis

본 연구에서 수집한 자료는 양적 자료와 질적 자료로 구분하여 분석하였다. 양적 자료는 프로젝트 A와 프로젝트 B를 모두 경험한 동일 학습자 11명의 응답을 기준으로 하였으며, 두 조건의 응답을 대응시켜 비교하였다.

학습 만족도와 프로그래밍 성취 인식은 5점 리커트 척도 응답을 바탕으로 분석하였다. 문항 영역은 수업 만족도(Q1~Q5), 프로그래밍 성취 인식(Q6~Q10), 추천 및 재수강 의향(Q11~Q12)으로 구분하였고, 영역별 평균(M)과 표준편차(SD)를 산출하였다. 또한 참여자 수가 적고 정규성 가정을 충족하기 어렵다는 점을 고려하여, 두 조건 간 차이를 탐색적으로 확인하기 위해 Wilcoxon 부호순위 검정을 실시하였다. 본 연구는 소규모 탐색 연구이므로, 통계적 유의성뿐 아니라 평균 차이의 방향성과 학습 경험의 변화 양상을 함께 고려하여 해석하였다.

프로젝트 B에서 추가로 조사한 생성형 AI 유용성 인식 3문항은 평균과 표준편차를 산출하여 기술통계 방식으로 분석하였다. 해당 결과는 ChatGPT 활용에 대한 학습자의 인식을 확인하기 위한 보조 자료로 활용하였다.

질적 자료는 프로젝트 B에서 수집한 프롬프트 로그, 수업 관찰 기록, 학습자의 서술형 응답을 중심으로 분석하였다. 수집된 자료는 내용 분석을 통해 오류 해결 과정, 기능 구현 관련 질문, AI 활용에 대한 긍정적·부정적 인식 등을

로 범주화하였다. 최종적으로 양적 분석 결과와 질적 자료를 함께 검토하여, 생성형 AI 활용이 청소년 파이썬 게임 개발 수업에서 어떠한 학습 경험의 경향으로 나타나는지 탐색적으로 해석하였다.

IV. Results

4.1 Comparison of Programming Achievement Perception and Learning Satisfaction

표 4와 같이, 프로젝트 A와 프로젝트 B에 모두 참여하고 두 설문에 모두 응답한 동일 학습자 11명의 자료를 기준으로 프로그래밍 성취 인식과 학습 만족도를 비교하였다. 분석 결과, 교사-AI 병행 지원 조건인 프로젝트 B의 전체 평균은 $M=4.05(SD=0.81)$ 로, 교사 주도 조건인 프로젝트 A의 전체 평균 $M=3.73(SD=0.99)$ 보다 높게 나타났다.

영역별로 살펴보면, 수업 만족도는 프로젝트 A에서 $M=3.93(SD=0.96)$, 프로젝트 B에서 $M=4.13(SD=0.78)$ 로 나타났으며, 프로그래밍 성취 인식은 프로젝트 A에서 $M=3.55(SD=1.19)$, 프로젝트 B에서 $M=3.93(SD=1.02)$ 로 나타났다. 추천 및 재수강 의향 역시 프로젝트 A에서 $M=3.73(SD=1.21)$, 프로젝트 B에서 $M=4.14(SD=0.90)$ 로 나타나, 모든 영역에서 프로젝트 B의 평균이 프로젝트 A보다 높았다.

그러나 Wilcoxon 부호순위 검정 결과, 수업 만족도 ($p=.609$), 프로그래밍 성취 인식($p=.125$), 추천 및 재수강 의향($p=.234$), 전체 평균($p=.250$) 모두에서 통계적으로 유의한 차이는 확인되지 않았다. 따라서 본 결과는 생성형 AI 활용의 직접적 효과라기보다, 교사-AI 병행 지원 조건에서 학습자의 프로그래밍 성취 인식과 학습 만족도가 상대적으로 높게 나타난 탐색적 경향으로 해석할 필요가 있다.

Table 4. Comparison of Survey Results by Domain (N=11)

Domain	Project A M(SD)	Project B M(SD)	Diff.	Wilcoxon p
Class Satisfaction	3.93 (0.96)	4.13 (0.78)	+0.20	.609
Achievement Perception	3.55 (1.19)	3.93 (1.02)	+0.38	.125
Recommendation / Re-enrollment	3.73 (1.21)	4.14 (0.90)	+0.41	.234
Overall	3.73 (0.99)	4.05 (0.81)	+0.31	.250

Note. Project A = teacher-led condition; Project B = AI-assisted condition. Diff. = Project B - Project A. Wilcoxon signed-rank test was conducted using paired responses from 11 matched participants.

4.2 Perceived Usefulness of Generative AI

표 5는 프로젝트 B 종료 후 추가로 조사한 생성형 AI 유용성 인식 문항의 결과이다. 세 문항 모두 평균 4점 이상으로 나타나, 학습자들은 ChatGPT 활용을 전반적으로 긍정적으로 인식한 것으로 볼 수 있다. 구체적으로 “AI 사용을 통해 프로그래밍 자신감이 높아졌다”는 문항이 $M=4.45(SD=0.82)$ 로 가장 높게 나타났으며, “ChatGPT가 코딩 오류 해결에 도움이 되었다”는 $M=4.36(SD=0.92)$, “AI를 활용하여 더 많은 기능을 구현할 수 있었다”는 $M=4.27(SD=1.10)$ 로 나타났다.

이러한 결과는 ChatGPT가 오류 해결과 기능 구현을 보조할 뿐 아니라, 일부 학습자의 프로그래밍 자신감 형성에도 긍정적으로 인식되었을 가능성을 보여 준다. 다만 해당 결과는 프로젝트 B에 참여한 학습자의 인식 기반 응답에 근거하므로, 실제 프로그래밍 수행 능력의 향상으로 직접 해석하기보다는 생성형 AI 활용 경험에 대한 긍정적 인식으로 이해할 필요가 있다.

Table 5. Descriptive Statistics for AI Usefulness Items (N=11)

Item	M	SD
AI-1. ChatGPT was helpful in resolving coding errors	4.36	0.92
AI-2. I was able to implement more features with AI	4.27	1.10
AI-3. My programming confidence increased through AI use	4.45	0.82

4.3 Qualitative Findings from Open-ended Responses and Observations

프로젝트 B의 학습자 서술형 응답, 프롬프트 로그, 수업 관찰 기록을 분석한 결과, 학습자들은 생성형 AI 활용 경험을 대체로 긍정적으로 인식하였다. 특히 아이디어 구현, 게임 완성도 향상, AI 활용 방법에 대한 흥미, 프로그래밍 자신감 형성과 관련된 반응이 확인되었다.

예를 들어, 일부 학습자는 “내 아이디어를 꿈꿀 수 있어 좋았다”, “AI를 써서 게임이 더 잘 나와서 좋다”, “AI를 쓰는 방법이 다양하다는 것을 알았다”고 응답하였다. 이러한 응답은 ChatGPT가 학습자의 아이디어를 구체화하고, 게임 기능을 확장하는 과정에서 보조적 역할을 했을 가능성을 보여 준다. 또한 평소 코딩을 어렵게 느끼던 학습자가 AI 활용을 통해 자신감을 경험했다는 응답도 확인되었다.

반면 생성형 AI 활용에 대한 아쉬움도 일부 나타났다. 일부 학습자는 무료 사용 환경의 기능적 한계를 언급하였으며, AI를 활용하는 과정에서 직접 코드를 작성하는 경험

이 줄어든 점에 아쉬움을 보였다. 또한 AI 사용 자체가 어렵다고 응답한 사례도 있었다. 이는 생성형 AI 활용 수업에서 프롬프트 작성 방법, AI 응답의 한계, 직접 코딩 활동과 AI 활용 간의 균형에 대한 사전 지도가 필요함을 시사한다.

수업 관찰에서도 학습자들은 오류 메시지 해석, 조건문 구성, 객체 이동 제한, 충돌 판정, 기능 추가 등 구체적인 문제 상황을 중심으로 ChatGPT를 활용하였다. 종합하면, 생성형 AI는 청소년 프로그래밍 수업에서 아이디어 확장과 문제 해결을 지원하는 보조 도구로 활용될 가능성이 있으나, 학습자의 AI 의존을 줄이고 직접적인 코딩 경험을 유지할 수 있도록 구조화된 활용 지침이 함께 제공될 필요가 있다.

V. Conclusions

본 연구는 청소년 대상 파이썬 게임 개발 수업에서 생성형 AI(ChatGPT) 활용 가능성을 탐색하기 위해, 교사 주도 조건과 교사-AI 병행 지원 조건에서 나타나는 프로그래밍 성취 인식과 학습 만족도의 경향을 비교하였다. 두 프로젝트는 게임 장르는 다르지만 키보드 입력 처리, 객체 이동, 충돌 감지, 점수 산출, 무작위 객체 생성, 게임 종료 조건 등 핵심 구현 요소를 유사하게 구성하여 과제 난이도 차이를 줄이고자 하였다.

연구 결과, 교사-AI 병행 지원 조건에서 학습 만족도, 프로그래밍 성취 인식, 추천 및 재수강 의향의 평균이 교사 주도 조건보다 전반적으로 높게 나타났다. 또한 AI 유용성 인식 문항에서도 긍정적인 응답 경향이 확인되었다. 그러나 Wilcoxon 부호순위 검정 결과, 두 조건 간 차이는 통계적으로 유의한 수준에 도달하지 않았다. 따라서 본 연구의 결과는 생성형 AI 활용의 직접적 효과를 입증하는 결과라기보다, 청소년 파이썬 게임 개발 수업에서 생성형 AI 보조 조건이 긍정적인 학습 경험과 관련될 가능성을 보여주는 탐색적 경향으로 해석할 필요가 있다.

질적 자료에서도 학습자들은 ChatGPT를 오류 해결, 기능 구현, 조건 설정, 문제 상황 설명 과정에서 활용하는 모습을 보였다. 학습자의 서술형 응답에서는 AI 활용을 통해 게임 구현이 더 수월해졌고 프로그래밍 자신감을 경험했다는 반응이 확인되었다. 반면 직접 코딩 경험이 줄어드는 것에 대한 아쉬움, AI 사용의 어려움, 무료 사용 환경의 기능적 한계도 함께 나타났다. 이는 생성형 AI가 청소년 프로그래밍 교육에서 보조 도구로 활용될 가능성이 있으나,

학습자가 AI에 지나치게 의존하지 않고 자신의 사고 과정과 코드 작성 경험을 유지할 수 있도록 구조화된 활용 지침이 필요함을 시사한다.

본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 청소년 대상 실제 파이썬 게임 개발 수업 맥락에서 생성형 AI 활용 가능성을 탐색했다는 점에서 실천적 의미가 있다. 둘째, 학습 만족도, 프로그래밍 성취 인식, AI 유용성 인식, 학습자의 서술형 응답을 함께 분석함으로써 생성형 AI 활용 경험을 다각도로 살펴보았다. 셋째, 생성형 AI를 교사의 역할을 대체하는 도구가 아니라, 오류 해결과 기능 구현을 보조하는 학습 지원 도구로 통합할 수 있는 수업 설계 방향을 제시하였다.

다만 본 연구는 몇 가지 한계를 지닌다. 첫째, 참여 인원이 11명으로 제한되어 있어 연구 결과를 일반화하기 어렵다. 둘째, 모든 참여자가 프로젝트 A를 먼저 수행한 후 프로젝트 B를 수행하는 고정 순서 설계를 적용하였기 때문에, 프로젝트 B에서 나타난 상대적으로 높은 경향이 생성형 AI 활용에 따른 것인지, 선행 프로젝트 경험을 통한 학습효과 또는 순서효과에 따른 것인지 구분하기 어렵다. 셋째, 루브릭 기반 수행 평가에 대한 평가자 간 신뢰도와 수정된 설문 도구의 신뢰도 및 타당도 검증이 충분히 이루어지지 못하였다. 후속 연구에서는 표본을 확대하고 A→B와 B→A 순서를 모두 포함하는 역균형 설계를 적용할 필요가 있다. 또한 평가자 간 신뢰도 검증, 설문 도구의 타당도 검증, 효과 크기 산출 등을 병행함으로써 생성형 AI 통합 프로그래밍 수업의 교육적 가능성을 더욱 더 엄밀하게 검토할 필요가 있다.

REFERENCES

- [1] Ministry of Education, "2022 Revised National Curriculum for Elementary and Secondary Schools," Ministry of Education Notification No. 2022-33, 2022.
- [2] B. Inhelder and J. Piaget, *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*, Basic Books, New York, NY, USA, 1958.
- [3] K. K. Kim and J. Y. Lee, "Analysis of the effectiveness of computational thinking-based programming learning," *Journal of the Korean Association of Computer Education*, vol. 19, no. 1, pp. 27-38, 2016.
- [4] J. M. Lee and E. J. Ko, "The effect of software education on middle school students' computational thinking," *Journal of the Korea Contents Association*, vol. 18, no. 12, pp. 238-250, 2018, doi: 10.5392/JKCA.2018.18.12.238.

- [5] M. S. Lee, "Software education class model using generative AI: Focusing on ChatGPT," *Journal of Practical Engineering Education*, vol. 16, no. 3, pp. 275–282, 2024, doi: 10.14702/JPEE.2024.275.
- [6] J. Y. Lee and S. H. Kim, "A study on generative AI-based feedback techniques for tutoring beginners' error codes on online judge platforms," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, vol. 29, no. 8, pp. 191–200, 2024, doi: 10.9708/jksoci.2024.29.08.191.
- [7] M. J. Lee and H. C. Kim, "Learning-by-prompting: A self-regulated learning-based programming education framework utilizing generative AI prompting," *Journal of the Korean Association of Computer Education*, vol. 27, no. 9, pp. 45–59, 2024, doi: 10.32431/kace.2024.27.9.005.
- [8] Y. H. Lee, S. A. Kim, J. Y. Hong, J. H. Park, and D. H. Koo, "Development of measurement tools for analyzing software education satisfaction of elementary and secondary students," *Journal of the Korean Association of Information Education*, vol. 23, no. 6, pp. 573–581, 2019, doi: 10.14352/jkaie.2019.23.6.573.
- [9] N. Y. Kim, "Effects of coding education using functional games," *Journal of the Korea Game Society*, vol. 17, no. 4, pp. 161–168, 2017.

Authors



Soon-Nam Lee received the B.S. degree from Kongju National University, Korea, and is currently pursuing the M.S. degree in Computer Engineering at Kongju National University, Korea.

She is the director of IdeaCube Areum/SW Coding Academy in Cheonan, Korea, and has over 20 years of experience in computer and coding education for elementary, middle, and high school students. Her research interests include generative AI-based coding education, self-directed learning, educational automation systems, and AI-assisted smart learning technologies.



Young-Suk Chung received the M. S. degree in Multimedia Engineering from Kongju national university, in 2009. Ph. D degree in Computer Engineering from Kongju national university in 2013.

He is currently an adjunct professor in Daejeon Health Sciences College. He is interested in Big data, Cloud computing, Simulation, A.I and Predictive modeling.