

ChatGPT를 활용한 알고리즘 시각화 연구

2023084348 신영빈 2023079443 김태곤

2023024839 이수혁 2023072706 이종현

ABSTRACT

Paper subtitle: Development of web-based computer engineering education program

ChatGPT 서비스가 시작된 이후 AI Code Generator 기능은 개발자에게 많은 편리함을 주었지만, 이러한 AI 의존적인 학습은 컴퓨터 공학과 학생들의 학습 성과를 감소하는 우려가 있습니다. 이에 따라 Chess 팀은 Chat GPT와 알고리즘 시각화 도구를 결합하여, 정적 코드 설명과 시각적인 표현을 제공하는 효과적인 웹 기반 교육 도구를 개발하였습니다.

Chat GPT API와 Python Tutor OpenSource를 활용하여 Python, Java, C/C++를 기반으로 작성되는 알고리즘 코드 생성 및 다이어그램 시각화 기능을 구현하였습니다. 이후 프로그램을 발전시키기 위해 한양대학교 컴퓨터 공학과 학생들을 대상으로 사용자 테스트를 진행하였습니다. 지난 3개월 동안 50명 이상의 학생들이 Chess Tutor를 사용하여 알고리즘 문제를 해결했습니다. Online Chess Tutor는 무료이며, 오픈소스 소프트웨어로 웹에서 사용 가능합니다.

1. INTRODUCTION

Chat GPT 서비스가 시작된 이후 많은 컴퓨터 공학과 학생들은 프로그램 생성을 목적으로 서비스를 사용해왔습니다. “컴퓨터 관련 전공 학생의 ChatGPT 활용 조사” 논문에서는 설문자의 77.6%가 일주일에 2~3회 이상 Chat GPT를 사용하고 있다고 응답했으며, 프로그램 코드를 질문하는 목적으로 사용하는 비율은 61.1%였습니다. [1]

다만 ChatGPT에 대한 기대와 함께 프로그래밍 지식이 부족한 상황에서 AI에 의존한 수동적 코딩방식이 컴퓨터 공학과 입문자들의 학습 성과를 낮출 우려도 함께 제시되었습니다. 선행연구 조사를 통해 ChatGPT가 텍스트 기반의 정적 코드를 제공함으로써 인해 질문자가 프로그램 코드와 알고리즘을 정확히 이해하지 못하는 상황이 많았다는 점을 알아냈습니다. [2] 결론적으로 저희는 다양한 프로그램 시각화 도구들과 ChatGPT를

결합하여 정보를 제공한다면, 효과적인 컴퓨터 공학용 교육 도구를 만들 수 있을 것으로 예상했습니다.

Python으로 구현된 교육용 도구는 기존에 직접 설치해서 사용하던 시각화 프로그램¹과 달리 웹 사이트에서 바로 코드를 작성하고 시각화를 실행할 수 있도록 하였습니다. 이것은 사용자의 접근성을 높이고 더 많은 사람들이 URL 주소를 통해 Chess Tutor 프로그램을 사용할 수 있도록 하는 목적을 가지고 있습니다.

2. DESIGN METHODOLOGY

Chess Tutor 프로그램은 ChatGPT-3.5 모델 기반으로 제공되는 OpenAi API (Application Programming Interface)를 사용하여 구현합니다. Figure 1과 같이 모델 파라미터값의 조절을 통해 컴퓨터 공학용 도구에 적합한 답변을 제공받을 수 있도록 합니다. 현재 GPT-4 모델은 제한된 사용자에게만 지원이 가능하였기 때문에² Chess Tutor에는 GPT-3.5-turbo 모델을 적용하였습니다.

```
# 모델 - GPT 3.5 Turbo 선택
model = "gpt-3.5-turbo"

# 질문 작성하기
query = "다이나믹 프로그래밍으로 피보나치 수열을
구하는 알고리즘을 알려줘"

# 메시지 설정하기
messages = [{
    "role": "system",
    "content": "You are a helpful computer science
assistant."
}, {
    "role": "user",
    "content": query
}]
```

Figure 1: 사용할 GPT model을 정하고 질문 (query) 넣 입력했을때 제공받을 messages에서 시스템의 역할과 메시지 내용을 설정하는 예제 코드

¹ Jeliot 3 executing a Java program(2011) 등의 시각화 도구는 데스크톱에 직접 프로그램을 설치해야 한다.

² 2023년 10월 30일 기준 OpenAI 정책사항

Online Chess Tutor의 Backend는 사용자의 질문을 입력으로 사용하고, 해당 질문에 대한 답변(JSON File) 중 소스코드 블록을 웹에 내장된 시각화 프로그램에 입력하여 실행합니다. 모델은 Flask 프레임워크³를 사용하여 제작되었으며, Figure 2는 gpt3.5() 함수를 활용하는 주요 파이썬 코드 일부를 보여줍니다.

```
@application.route('/gpt3.5', methods=['GET',
'POST'])
def gpt3.5():
    user_input = request.args.get('user_input') if
request.method == 'GET' else
request.form['user_input']
    messages = [{"role": "user", "content": user_input}]

    # ChatGPT-3.5 응답 전처리
    try:
        response = openai.ChatCompletion.create(
            model="gpt-3.5-turbo",
            messages=messages
        )
        description =
response.choices[0].message["content"]
        code_match_python =
re.search(r``python.(*)``', content, re.IGNORECASE
| re.DOTALL)
```

Figure 2: String 변수 description, code_match_언어에 GPT 응답을 각각 저장하여 웹 프론트로 전달합니다.

Online Chess Tutor의 Frontend(HTML/CSS)는 도메인에 위치한 웹사이트로, 사용자가 관련 확장 프로그램이나 플러그인을 설치할 필요 없이 모든 최신 웹브라우저에서 렌더링 됩니다. 사용자는 먼저 텍스트 상자에 원하는 질문을 입력하고 “send” 버튼을 클릭하면 프론트엔드는 해당 정보를 백엔드로 보냅니다. 그런 다음 백엔드는 GPT 실행 응답을 다시 화면에 전송하여, Figure 3과 같은 GUI로 렌더링 합니다.

객체 레이아웃은 코드의 실행과정을 자료구조와 변수들을 고려해서 명확하게 보여질 수 있도록 구성되어 있습니다. 각 프레임 변수와 heap 객체는 프로그램 런타임중에 생성된 순서대로 수직으로 쌓입니다. 튜플/리스트 등의 연결된 목록 개체는 수평으로 평면화

됩니다. 사용자가 실행을 통해 코드의 진행을 단계씩 나아갈때 새로운 변수와 객체는 디스플레이 하단에 추가됩니다. 객체가 렌더링 되며 중첩된 포인터 관계는 화살표로 표시됩니다. 제공되는 소스코드는 “복사하기” 버튼을 클릭하여 클립보드에 저장할 수 있습니다.

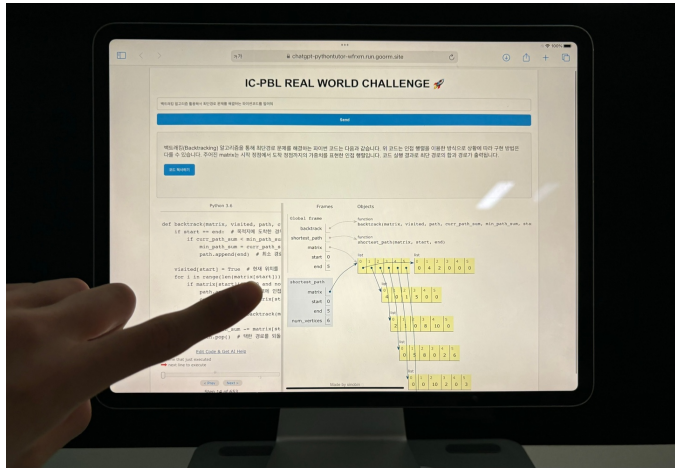


Figure 3: iPad의 기본 Safari 웹 브라우저를 사용하여 Online Chess Tutor 시각화와 상호작용하는 모습

3. USER TEST

테스트 설계는 “The effect of generative artificial intelligence (AI)-based tool use on students' computational thinking skills, programming self-efficacy and motivation” 연구 논문[3]에서 진행한 ChatGPT Generative AI를 활용한 교육이 컴퓨팅 사고능력 향상에 어떤 효과를 줄 수 있는지에 대한 실험과정을 참고하여 진행하였습니다.

창의성, 알고리즘, 협력성, 비판적 사고, 문제해결 능력을 주요 평가 지표로 설정하였고, 동일한 수준의 알고리즘 문제를 풀이할때, ChatGPT 모델과 Chess Tutor 모델을 각각 사용하여 위 평가 지표를 정성적으로 측정하는 방법으로 설계하였습니다.⁴ 연구대상은 컴퓨터 공학과 1학년 학부생을 대상으로 설정하였고 각각 First Release (23.11.15~22), Second Release (23.12.15~30) 두 기간에 걸쳐 연구 및 설문을 진행하였습니다.

First Release는 한양대학교 컴퓨터 공학과 1학년 학부생 20명을 대상으로 진행되었습니다. Chess Tutor 프로그램은 Python3.6 개발 언어만 지원했으며, 문제 난이도는 백준 온라인 저지사이트⁵ 기준 브론즈1, 실버3-4로 설정하여 제공하였습니다. 설문과 및 Chess 프로그램 활용 사진 및 피드백도 제공받았습니다.

³ API 서버를 만드는데 활용되는 Python의 마이크로 웹 프레임워크 이다.

⁴ (Figure 4 Flow Chart 참고)

⁵ Baekjoon Online Judge <https://www.acmicpc.net/>

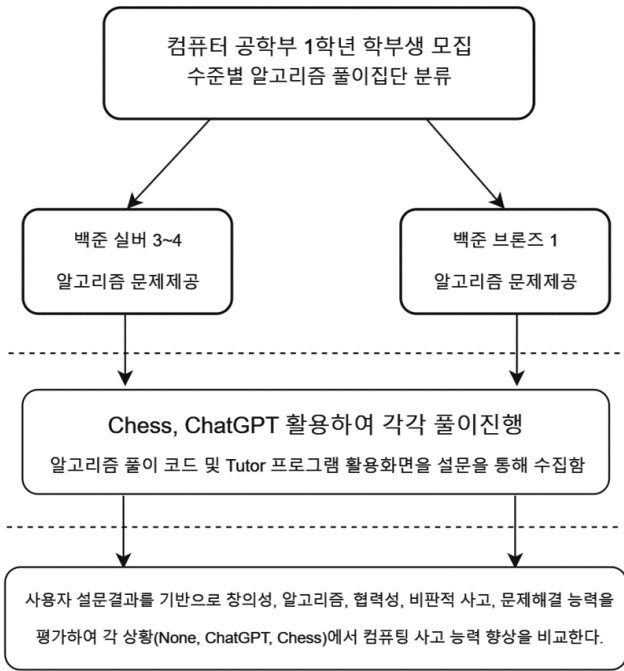


Figure 4: 설문연구 과정

문제 난이도를 통해 분류된 설문자들의 알고리즘 역량별 결과도 비교하여 분석할 수 있도록 구성 하였습니다.

	None	ChatGPT	Chess
창의성	7.22	7.45	8.45
알고리즘	6.35	6.75	7.77
협력성	6.81	7.11	6.55
비판적 사고	6.91	7.20	5.80
문제해결	4.78	5.00	6.60

Figure 5: 사용자 설문결과 채점표

사용자 설문 결과 Chess Tutor 프로그램을 사용하였을때 각각 도구를 사용하지 않았을때 보다 9.6%, ChatGPT 모델을 사용하였을 때보다 4.9% 더 높은 컴퓨팅 사고능력 향상을 보였습니다.

“코드가 굴러가는 절차 차례대로 시각화하여 보여주는 것은 편리하고 좋아요.”

“코드를 구성할 때 확실히 프로그래밍 학습에 초점이 맞춰져 있다 보니, 물어보지 않아도 기본적으로 실제 프로그래밍을 할 때 해당 개념이 자주 쓰이는 방법 같은 것에 대해서 추가적으로 설명 해주는 부분이 좋았던 것 같다.”

“단조로운 시각화 UI가 코드의 가독성 향상에 도움이 되지 않는 것 같다.”⁶

⁶ 설문을 통해 제공받은 학생 사용자 피드백 중 일부

Second Release는 통합언어모델(Python, C/C++, Java)을 추가하고 코드복사 및 화면 분할 조정 기능을 추가하여 릴리즈 하였습니다. 특히 GPT-3.5 모델에서 제공받는 언어의 버전과 스타일을 통일시켜서 사용자의 코드 가독성을 높이기 위한 장치를 추가했습니다.

한양대학교 컴퓨터 공학과 학부생 30명을 대상으로 연구를 진행하였으며 1차 Chess Tutor 릴리즈 대비 20% 향상된 기능향상에 대한 설문을 제공받았습니다.

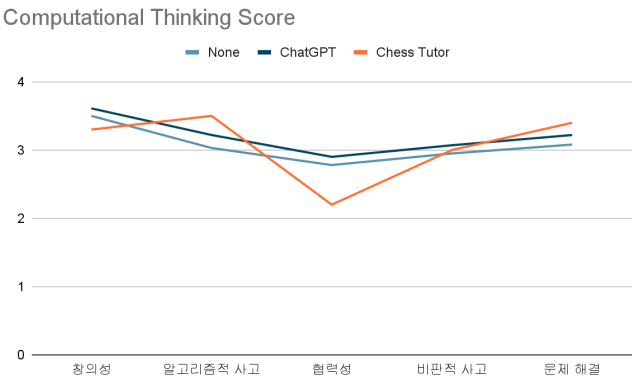


Figure 6: 사용자 컴퓨팅 사고능력 향상 평가차트

5. CONCLUSION AND ONGOING WORK

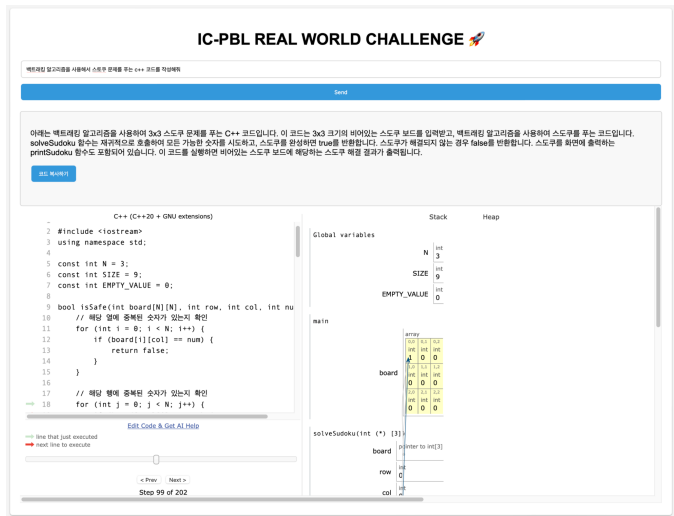


Figure 6: 학생이 Chess Tutor 프로그램을 활용하여 알고리즘 문제를 시각화한 화면 (list, array, instance 등의 C++의 주요 개념 유형들의 시각화를 나타낸다)

저희팀은 지금까지 50명 이상의 학생들이 직접 활용하여 알고리즘 문제에 대해 학습하며 Chess Tutor가 Python 및 C/C++에서 중요하게 학습하는 함수 호출, 제어흐름, 예외, 자료구조, 로컬 변수 수명 및 포인터와 같은 개념을 명확히 하는데 도움이 되었다는 긍정적 피드백을 받을 수 있었습니다.

알고리즘 문에대 대해서는 특히 재귀 함수를 디버깅하거나, list 및 array에 관한 문제를 풀이하는데 효과적이라는 설문 피드백을 받았습니다. 이는 결론적으로 수동적으로 코드 정보를 제공하였던 ChatGPT보다 학습에 효과적인 것으로 나타났습니다.

마지막으로 저희는 컴퓨팅 교육을 위한 Chess Tutor를 통해 개별 사용자의 학습 경험을 최적화할 수 있는 목표를 가지고 있습니다. 앞으로 Chess Tutor를 사용하는 횟수가 늘어날수록 사용자가 프로그램과 상호 작용하는 방식과 선호하는 학습 스타일을 분석함으로써 시스템은 각 사용자의 고유한 요구 사항에 더 잘 부합하는 맞춤형 답변을 제공할 수 있을것입니다.

6. REFERENCES

[1] 최종명, 김영주. "컴퓨터 관련 전공 학생의 ChatGPT 활용 조사." 한국콘텐츠학회 종합학술대회 논문집 (2023): 5-6.

[2] 오경숙, "기초 알고리즘 학습을 위한 알고리즘 시각화 시스템의 효용성 분석", 한국전자통신학회 논문지, 통권 22호 (2011), pp. 212-218

[3] Ramazan Yilmaz, "The effect of generative artificial intelligence (AI)-based tool use on students' computational thinking skills, programming self-efficacy and motivation", Computers and Education: Artificial Intelligence Volume 4, 2023, 100147

[4] Online python tutor: embeddable web-based program visualization for cs education (Philip J. Guo,2013)

[5] OpenAI. (2023). ChatGPT (Sep 24 version) [Large language model].