creative commons
COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

교육학석사 학위논문

챗GPT 스캐폴딩이 프로그래밍 언어 학습에 미치는 영향

2023년 8월

서울대학교 대학원

AI융합교육학과 AI융합교육학전공

박 미 림

챗GPT 스캐폴딩이 프로그래밍 언어 학습에 미치는 영향

지도교수 조 영 환

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함
2023년 6월

서울대학교 대학원
AI융합교육학과 AI융합교육학전공
박 미 림

박미림의 석사 학위논문을 인준함
2023년 7월

위 원 장 임 철 일 (인)

부위원장 박 동 열 (인)

위 원 조 영 환 (인)

국문초록

4차 산업 혁명 시대가 도래하면서 컴퓨팅 사고력과 문제 해결력을 갖춘 미래인재 양성을 목표로 소프트웨어 교육의 중요성이 강조되고 있다. 이에 따라 초등학교, 중학교, 고등학교에 프로그래밍 교육을 권장하거나 의무화하고 있으며 실제로 프로그래밍 언어 교육이 활발히 이루어지고 있다. 그러나 프로그래밍 교육에 대한 학교급 간 연계성이 부족하고 학교의 상황이나 교사의 역량에 따라 교육과정을 자율적으로 운영되는 경우가 많다 보니 학습자 간 격차가 심해지고 있다. 학습자 간 격차를 보완하기 위해서는 개별화된 지도와 피드백이 필요하지만, 교사 한 명이 그 역할을 모두 해내기는 쉽지 않다. 따라서 학습자가 수업 중 질문을 하고 싶을 때 교사를 기다릴 필요 없이 언제든 교사의 역할을 대신하여 피드백을 줄 도구가 필요하다. 최근 주목받고 있는 챗GPT라는 챗봇을 사용한다면 학습자가 필요할 때 언제든 자신의 학습 속도에 맞춰 피드백을 받을 수 있다. 또한 챗GPT라는 도구를 아직 접하지 못한 학생이 많기 때문에 이를 잘 활용할 수 있도록 챗GPT의 특성에 대한 설명과 다양한 입·출력 예시가 담긴 스캐폴딩을 제공한다면 그 효과가 더욱 극대화될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 챗GPT와 챗GPT 활용을 위한 스캐폴딩이 프로그래밍 언어 학습에 어떤 영향을 미치는지 확인하고자 하였다. 본 연구에서 설정한 구체적인 연구 문제는 다음과 같다. 첫째, 챗GPT와 스캐폴딩은 프로그래밍 언어 지식에 어떠한 영향을 미치는가? 둘째, 학습자는 챗GPT의 유용성에 대해 어떻게 인식하는가? 셋째, 학습자는 챗GPT 스캐폴딩의 유용성에 대해 어떻게 인식하는가?

위의 연구 문제를 해결하기 위해 고등학교 1학년 학생 157명을 대상으로 실험연구를 실시하였다. 사전 검사에서 학습자들의 프로그래밍 언어에 대한 기초 지식수준을 확인하였으며 사후 검사에서는 프로그래밍 언어 교육을 수 차시 진행한 후의 학습자들의 실력 향상 정도를 확인하

였다. 사전 검사와 사후 검사의 문항 모두 고등학교 '정보' 교과와 '프로그래밍' 교과의 교육과정 성취기준을 바탕으로 구성되었으며 전문가의 검토를 받아 보완하였다. 사전 검사 후 챗GPT 집단과 챗GPT 스캐폴딩 집단의 학생들에게는 챗GPT와 스캐폴딩을 활용하도록 하여, 프로그래밍 언어 수업을 들으며 언제든 챗GPT를 통해 개별적인 피드백을 받을 수 있도록 했다. 통제 집단의 학생들은 별도의 도구 없이 교사의 피드백을 통해서만 도움받아 학습했다. 실험이 끝난 후 실험 집단의 학습자를 대상으로 심층 면담을 진행하여 챗GPT와 학습지 형태의 챗GPT 스캐폴딩 도구의 유용성에 대한 인식을 확인하였다. 수집된 자료 중 양적 자료는 공분산분석(ANCOVA)를 활용하여 분석하였으며 질적 자료는 키워드를 중심으로 범주화하여 학습자가 인식하는 챗GPT의 장·단점, 효과성, 스캐폴딩의 유용성을 확인하였다.

본 연구의 연구 결과는 다음과 같이 도출되었다. 첫 번째 연구 문제인 챗GPT와 스캐폴딩이 프로그래밍 언어 학습에 미치는 영향을 확인하기 위하여 학습자의 사후 검사를 분석한 결과는 다음과 같다. 모든 집단의 사전 검사 점수의 평균에 비해 사후 검사 점수의 평균이 높아졌다. 그러나 사후 검사 점수에 대한 공분산분석 결과, 세 집단 간의 학습 효과가 유의미한 차이를 보이지 않았다. 두 번째 연구 문제를 위해 심층 면담 내용을 분석한 결과, 다수의 학습자가 프로그래밍 언어 학습에 챗GPT가 유용했다고 인식하고 있는 것으로 나타났다. 그러나 챗GPT의 실질적인 학습 효과에 대한 인식을 묻는 질문에서는 학생의 노력 없이도 산출물을 완성해주는 챗GPT의 특성에 대해서 언급하는 부정적인 응답도 볼 수 있었다. 세 번째 연구 문제인 스캐폴딩의 유용성에 대한 학습자 인식은 다음과 같이 나타났다. 스캐폴딩이 제공됨으로써 챗GPT를 보다 효과적으로 활용할 수 있었다는 긍정적인 응답이 주를 이뤘다. 실제로 학생들이 챗GPT와 주고받은 프롬프트에서도 응답 내용과 연관된 변화를 찾아볼 수 있었다.

본 연구는 교육 현장에서 인공지능 챗봇인 챗GPT를 보다 효과적으로 활용하기 위한 교수법을 고안할 때의 기초 자료로써 활용될 수 있다. 또

한, 챗GPT뿐만 아니라 다양한 인공지능 도구를 수업에 사용하고자 하는 교수자들에게 고려해야 하는 다양한 유의점을 안내하는 역할을 할 수 있다. 본 연구는 챗GPT가 가지는 특성으로부터 비롯된 장점, 한계점과 사용자가 인식하는 스캐폴딩의 유용성을 다각도로 확인하였으며, 챗GPT를 효과적으로 사용하기 위한 교실 환경과 챗GPT를 사용했을 때 발생할 수 있는 윤리적 문제를 해결하기 위한 방안이 마련되어야 함을 제시했다는 측면에서 의의를 갖는다.

주요어 : 프로그래밍, 챗GPT, 스캐폴딩, 프로그래밍 언어 학습
학 번 : 2021-29670

목 차

Ⅰ. 서론 ····· 1
1. 연구의 필요성 ····· 1
2. 연구문제 ····· 4
3. 용어의 정리 ····· 5

Ⅱ. 이론적 배경 ····· 7
1. 프로그래밍 교육 ····· 7
2. ChatGPT ····· 19
3. 스캐폴딩(Scaffolding) ····· 27

Ⅲ. 연구방법 ····· 35
1. 연구 참여자 ····· 35
2. 연구 절차 ····· 35
3. 연구 도구 ····· 40
가. 사전·사후 검사 도구 ····· 40
나. 챗GPT 스캐폴딩 도구 ····· 40
다. 학습자 인식 조사 도구 ····· 42
4. 자료 수집 및 분석 방법 ····· 42
가. 자료 수집 방법 ····· 42
나. 자료 분석 방법 ····· 43

Ⅳ. 연구결과 ····· 45
1. 챗GPT 스캐폴딩의 교육적 효과 ····· 45
가. 챗GPT 스캐폴딩이 프로그래밍 언어 지식에 미치는 영향 ···· 45

2. 챗GPT의 유용성에 대한 학습자의 인식 ····· 47
가. 챗GPT의 기능적 유용성에 대한 학습자의 인식 ····· 48
나. 챗GPT의 교육적 유용성에 대한 학습자의 인식 ····· 51
3. 챗GPT 스캐폴딩 도구에 대한 학습자의 인식 ····· 57
가. 챗GPT 스캐폴딩 도구의 유용성 ····· 57

Ⅴ. 논의 및 결론 ····· 62
1. 논의 ····· 62
가. 프로그래밍 언어 수업에서 챗GPT의 효과 ····· 62
나. 프로그래밍 언어 수업에서 챗GPT 스캐폴딩의 효과 ··· 65
2. 결론 및 제언 ····· 66

참고문헌 ····· 70
부록 ····· 78
Abstract ····· 87

표 목 차

<표 Ⅱ-1> 2015 교육과정 정보 교과의 내용 요소 ····· 10
<표 Ⅱ-2> 프로그래밍 교과의 내용 요소 ····· 11
<표 Ⅱ-3> 2022 교육과정 정보 교과의 내용 요소 ····· 13
<표 Ⅱ-4> 파이썬을 활용한 선행 연구들 ····· 18
<표 Ⅱ-5> 스캐폴딩의 4유형 ····· 30
<표 Ⅱ-6> 스캐폴딩의 제시 형태 및 예시 ····· 33
<표 Ⅲ-1> 실험 설계 ····· 37
<표 Ⅳ-1> 프로그래밍 언어 사전·사후 검사 기술통계 결과 ·· 46
<표 Ⅳ-2> 세 집단의 사후 검사에 대한 공분산분석 결과 ····· 47
<표 Ⅳ-3> 챗GPT의 장점에 대한 학습자의 인식 ····· 49
<표 Ⅳ-4> 챗GPT의 한계점에 대한 학습자의 인식 ····· 50
<표 Ⅳ-5> 챗GPT의 교육적 효과에 대한 학습자의 인식 ····· 52
<표 Ⅳ-6> 챗GPT 활용 의향에 대한 긍정적 응답 ····· 54
<표 Ⅳ-7> 챗GPT 활용 의향에 대한 부정적 응답 ····· 55
<표 Ⅳ-8> 스캐폴딩 도구의 유용성에 대한 학습자의 인식 ··· 58
<표 Ⅳ-9> 스캐폴딩 도구가 없는 학습자의 질문 ····· 59
<표 Ⅳ-10> 스캐폴딩 도구가 있는 학습자의 질문 ····· 60

그 림 목 차

[그림 Ⅱ-1] 실시간 학습이 불가능한 챗GPT의 예시 ····· 21
[그림 Ⅱ-2] 잘못된 사실을 전달하는 챗GPT의 예시 ····· 22
[그림 Ⅱ-3] 사실 여부가 불투명한 챗GPT 답변의 예시 ····· 23
[그림 Ⅲ-1] 연구 절차별 연구 활동 ····· 36
[그림 Ⅲ-2] 챗GPT API가 포함된 스프레드시트 화면 ····· 38
[그림 Ⅲ-3] 프로그래밍 과제의 예시 ····· 39
[그림 Ⅲ-4] 프로그래밍 과제와 학생이 작성한 답안의 예시 ·· 39
[그림 Ⅲ-5] 챗GPT 사이트에서 제공하는 질문 예시 ····· 41
[그림 Ⅲ-6] 성균관대학교 챗GPT 안내 페이지 ····· 42

Ⅰ. 서론

1. 연구의 필요성

4차 산업 혁명 시대가 도래하면서 최근에 인공지능, 메타버스 등에 대한 관심이 높아지고 동시에 소프트웨어 산업의 중요성이 나날이 높아지고 있다. 이러한 시대의 흐름에 발맞춰 컴퓨팅 사고력과 문제 해결력을 갖춘 미래인재 양성을 목표로 소프트웨어 교육의 중요성이 강조되고 있다. 2015 개정 교육과정부터 전국 중학교에 정보 과목을 34 시수 이상 배치하는 것을 권장하기 시작했으며(교육부, 2015a), 곧 도입될 2025 개정 교육과정에서는 전국 모든 중학교에 의무적으로 정보 과목을 34 시수 이상 배치하도록 하는 총론이 발표되었다(교육부, 2022). 교육계의 이러한 흐름은 이미 도래한 4차 산업혁명 시대에 따라 컴퓨팅 사고력과 문제 해결력을 가진 인재상을 육성하기 위함이다. 이러한 역량을 기르기 위해 소프트웨어 교육, 즉 프로그래밍 교육을 의무화하기 시작했다.

프로그래밍 교육의 궁극적인 목표는 절차적 사고력을 함양하여 학습자에게 주어지는 다양한 문제에 대한 해결 방안을 제시할 수 있는 역량을 갖추게 하는 것이다. 절차적 사고력을 함양하기 위한 도구 중 하나가 프로그래밍 언어이다. 학습자가 생각한 문제 해결 절차를 프로그래밍 언어를 통해 표현하고 직접 구현할 수 있다. 그러나, 현재 학교 현장에서 이루어지고 있는 프로그래밍 교육은 교육과정의 학교급별 수직적 연계성이 떨어짐에 따라 학교마다 배우는 내용이 달라져 학습자 간 지식 차가 심해지고 있다. 따라서 프로그래밍 수업을 힘들어하는 다수의 학습자들에게 그들의 수준과 속도에 맞는 피드백을 끊임없이 줄 필요가 있지만, 여전히 30명에 육박하는 학생 수와 비교해 교실에 교사는 한 명뿐이라 이는 현실적으로 쉽지 않다. 프로그래밍 교육이 진행되는 과정에서 학습자가 가장 많은 어려움을 겪는 순간은 입력한 코드를 실행하고 오류가

발생했을 때다. 오류를 스스로 발견하고 수정하면 가장 좋겠지만 많은 학습자들이 코드의 오류를 쉽게 발견하지 못한다. 교사에게 도움을 요청하여 문제를 해결하려고 하지만, 학생들이 동시다발적으로 도움을 요청하게 되면 교사가 한 학생의 문제를 해결해줄 때까지 다른 학생들은 자신의 차례를 기다려야 한다. 그뿐만 아니라 빠른 학습자들 또한 학습 속도 차이로 인해 이미 주어진 과제를 모두 마치고 기다리게 된다. 이렇게 학생의 오류를 해결해주는 데에 많은 시간을 소요하다 보면 교사는 준비한 수업을 다 하지 못하고 수업을 마쳐야 하고 그 과정에서 많은 기다림이 발생한다. 학교에서 진행되는 수업은 교육과정 성취기준에 준거해 이루어지고 있으며 학생들이 일 년간 학교를 다니는 동안 배워야 하는 내용 영역이 제시되어 있다. 필요한 교육과정 내용을 최대한 전달하기 위해서, 그리고 학생들의 학습 속도 차이를 고려했을 때 학습 속도가 느린 학생들의 질문을 충분히 해소해주지 못한 채 다음 내용의 수업으로 넘어가야 한다. 그렇게 되면 학생들은 해당 내용에 대해 충분히 숙지하기 어려워지기 때문에 결국 다음 수업에서 질문이 속출하는 악순환이 이어진다. 이 악순환을 끊기 위해서는 학생들의 질문을 동시다발적으로 해결해줄, 즉 교사를 도와 학생에게 개별화된 피드백을 줄 수 있는 보조 선생님 같은 도구가 필요하다.

최근에 많은 화제가 되고 있는 챗GPT(ChatGPT)라는 챗봇에게 학생들이 직접 답을 알고 싶은 질문을 던지면 각자 원하는 답변을 얻을 수 있다. 챗GPT를 프로그래밍 언어 수업을 진행할 때 활용한다면 교사가 아니어도 학습자의 질문에 답을 해줄 수 있는 도구가 하나 더 생기는 것이므로 충분히 개별화된 교육이 이루어질 가능성이 있다고 볼 수 있다. 또한 챗GPT는 교사가 아니어도 학생의 질문에 수시로 답변을 줄 수 있기 때문에 수업이 원활하게 진행되는 데에 도움을 줄 수도 있다. 물론 아직 챗GPT의 효과성에 관한 연구가 많지는 않지만 일부 선행 연구를 통해 챗봇으로서 챗GPT의 가치와 교육적 활용 가능성이 높게 평가받은 바가 있다(신동광 외, 2023). 따라서 실제 교육 현장에서, 그중에서도 프로그래밍 언어 교육을 진행할 때 챗GPT가 교육적으로 효과가 있을지

확인해보려 한다.

그러나 아직 챗GPT라는 챗봇 플랫폼에 익숙하지 않은 학생들이 많기 때문에 챗GPT가 효과적으로 쓰이기 위해서는 챗GPT의 특성, 어떤 질문을 하는 것이 적절한지 등에 대한 스캐폴딩을 교사가 제공할 필요성이 있어 보인다. 스캐폴딩이 챗GPT를 프로그래밍 언어 학습에 사용했을 때의 활용 효과를 극대화하는지 또한 연구를 통해 확인하려고 한다. 이에 따라 본 연구에서는 프로그래밍 언어 교육에서 챗GPT와 챗GPT를 위한 스캐폴딩을 제공하여 활용했을 때의 효과와 그 의의에 대해 알아보고자 한다.

2. 연구문제

본 연구는 프로그래밍 언어 교육의 효과성을 높이기 위한 방안 중 하나로 챗GPT의 영향과 챗GPT 스캐폴딩 도구의 영향을 확인하는 것을 목적으로 한다.

첫째, 챗GPT 스캐폴딩은 프로그래밍 언어 지식에 어떠한 영향을 미치는가?

둘째, 학습자는 챗GPT의 유용성에 대해 어떻게 인식하는가?

셋째, 학습자는 챗GPT 스캐폴딩 도구의 유용성에 대해 어떻게 인식하는가?

3. 용어의 정리

가. 프로그래밍 언어 교육

본 연구에서는 프로그래밍 언어 교육 혹은 프로그래밍 언어 수업을, 교수자가 컴퓨팅 사고력 함양을 위해 그 기반이 될 프로그래밍 언어의 문법에 관한 내용을 가르치는 것으로 정의한다. 이때 수업에서 사용한 프로그래밍 언어는 텍스트 프로그래밍 언어의 종류 중 하나인 파이썬이다. 파이썬 프로그래밍 언어는 다른 텍스트 프로그래밍 언어에 비해 가독성이 높고 문법 규칙이 간결하여 배우기 쉽다. 또한, 파이썬 언어는 다른 프로그래밍 언어나 라이브러리에 대한 확장성과 이식성이 높아 최근에 교육 현장뿐만 아니라 많은 사람들이 사용하고 있다. 본 연구에서 진행한 프로그래밍 언어 수업은 파이썬 언어의 문법에 대한 이론 설명 후에 학습자가 프로그래밍 언어를 활용해 다양한 문제를 해결해보는 방식으로 진행되었다. 문법에 대한 이론은 입·출력, 변수, 자료형, 연산자, 조건문까지의 내용을 담아서 구성하였다.

나. 챗GPT(ChatGPT)

챗GPT(ChatGPT)는 OpenAI가 GPT라는 언어 모델을 기반으로 개발한 인공지능 챗봇(https://chat.openai.com/)이다. 사용자가 먼저 대화를 시도하면 학습된 데이터를 바탕으로 그에 대한 적절한 답을 출력한다. 개방형 질문부터 제시하는 문제에 대한 프로그램 코드까지 다양한 질문에 대한 답을 제공한다. 본 연구에서는 프로그래밍 언어 수업에서 학습자가 자신의 학습 속도에 맞춘 질의에 대한 응답을 얻기 위한 도구로 사용했다. 또한 18세 이하의 학생이 챗GPT를 사용하기 위해서는 학부모의 동의가 필요하기 때문에 연구 참여자에 해당하는 학생의 보호자 동의서를 수합한 후 연구를 진행하였다.

다. 챗GPT 스캐폴딩 도구

본 연구에서는 학생들이 챗GPT라는 낯선 도구를 활용할 때 느낄 수 있는 어려움을 해소하기 위해서 스캐폴딩을 제공하였다. 해당 스캐폴딩은 '챗GPT 사용을 위한 가이드라인'이라는 제목의 학습지 형태로 제공되었다. 학습지에는 챗GPT의 특성, 좋은 질문의 방향성, 입·출력 예시 등을 담아 챗GPT를 활용하는 데 도움을 주고자 했다. 학습자가 챗GPT를 사용할 때의 지침, 즉 가이드라인을 제시했다고 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 '챗GPT 스캐폴딩 도구'라는 용어를 사용하며 이를 챗GPT를 활용하는데 도움을 줄 수 있는 학습지 형태의 스캐폴딩으로 정의하고자 한다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 프로그래밍 교육

가. 프로그래밍 교육의 필요성과 의의

문제를 효과적으로 이해하고 풀어가는 사고력으로 컴퓨터 과학에 기초한 컴퓨터적 사고력이 주목받고 있다(최형신, 2014). 컴퓨터적 사고력은 복잡한 문제에 부딪혔을 때 컴퓨터 과학에 기초한 개념을 그려보면서 문제를 해결하고, 시스템을 설계하는 하나의 방법이다(Wing, 2008). 이는 첨단정보통신기술이 급격하게 발달함에 따라 정보 기술의 변화에 대응하여 새로운 지식을 창출하고 변화하는 복잡한 실제 문제를 효율적으로 접근하고 해결하기 위해 그 필요성이 대두되었다(안정현, 이영준, 2010). 컴퓨터적 사고력 혹은 컴퓨팅 사고력은 단순히 컴퓨터 과학이나 프로그래밍에 대한 지식을 가지고 있거나 프로그래밍을 잘하는 기술적인 능력을 일컫는 말이 아닌, 문제의 인식과 분석, 자료 수집과 분석, 문제의 해결 방안을 마련하기 위해 다양한 사고를 할 줄 알고 해결책을 절차적으로 구현하는 방법을 설계할 수 있는 등의 사고력을 의미한다(배성종, 2018). 컴퓨팅 사고력은 당면한 문제를 해결 가능한 형태로 표현하기 위한 사고 과정인 추상화(abstracting)와 이를 통해서 제시된 아이디어가 알고리즘이나 프로그래밍 언어도 표현되어 체계적인 시뮬레이션을 실시하는 자동화(automating) 과정이 포함되어 있다(Wing, 2008). 즉, 알고리즘적으로 사고함으로써 문제를 보다 효율적이고 효과적으로 풀어가는 데 도움을 줄 수 있어 실생활의 복잡한 문제 해결을 효율적으로 하는데 컴퓨터적 사고력은 유용한 역할을 할 수 있다(박주연, 2015).

컴퓨터적 사고력을 향상시키기 위한 노력은 학교 교육을 중심으로 논의되어왔는데, 사고력을 향상시키기 위한 효과적인 교수 방법 중 하나로

프로그래밍 수업이 주목받고 있다(김종훈, 정원희, 2005; 배영권, 2006; 안정현, 이영준, 2010; 유인환, 2005; 유인환, 김태환, 2006; 이옥화, 1993; 이은경, 이용준, 2008; Karen, 2006; Resnick, 2008). 프로그래밍은 사용자가 문제를 인식하고 컴퓨터로 해결할 수 있는 알고리즘을 설계한 후 컴퓨터가 해석 가능한 컴퓨터 언어로 그 알고리즘을 표현하여 문제를 해결할 수 있는지 확인하는 일련의 과정이다(김상민, 2018). 이를 해낼 수 있게 하는 프로그래밍 능력은 빠르게 변화하는 세상을 이해하고 적응하는 것에 필요한 핵심 역량이다(Zach Sims, 2016). 프로그래밍 교육은 프로그래밍 언어를 습득하고 습득한 기능을 활용하여 프로그래밍을 함으로써 컴퓨팅 사고력을 향상시키는 고차원적 교육으로 그 본질적 가치를 학습자의 컴퓨팅 사고력의 향상에 둔다(최형신, 2014).

프로그래밍 교육과 관련된 선행 연구들은 다음과 같다. 김지수, 김정아(2017)는 초등·중등학교에서 이루어지는 프로그래밍 교과의 교육 목적은 '컴퓨팅 사고력(Computational Thinking)'에 있다고 주장하였다. 이러한 목적은 단순히 컴퓨터를 활용하는 능력이나 프로그래밍 언어의 특성을 파악하는 수준으로는 달성하기 어려우며, 프로그래밍 언어를 활용하여 실생활의 문제를 해결하기 위한 알고리즘을 설계하고 더 나아가 프로그램으로 구현할 수 있는 능력이 필요하다고 주장하였다. 이정아(2021)는 컴퓨터 비전공자들을 대상으로 문제 해결 능력과 컴퓨팅 사고력을 향상하기 위해 블록형 프로그래밍 언어를 활용한 교수·학습 전략을 제시하였다. 김재경(2019)은 초·중·고등학교 교육과정을 통해 소프트웨어 관련 학습을 한 경험이 대학에 진학한 후에 듣는 컴퓨팅 사고력 수업에 미치는 영향을 분석하였다. 이 연구에서는 이전에 소프트웨어 관련 교육을 받은 경험이 있는 학생들의 학업 성취도가 더 높았다는 결과를 도출하였고, 2019년에 정보 교과가 중등 교육에 의무적으로 편성된 것이 미치는 영향에 대한 추가적인 분석의 필요성을 제시하였다. 이처럼 다양한 연구들에서 컴퓨팅 사고력과 프로그래밍 교육의 필요성에 대해 강조하고 있고, 이러한 방향성을 반영하여 교육계에서도 컴퓨팅 사고력을 갖춘 인재를 함양하기 위해 프로그래밍 교육의 필요성을 강조하고 있다.

나. 프로그래밍 교육의 방법과 목적

프로그래밍 교육이 컴퓨팅 사고력의 향상이라는 본질적인 학습효과를 가져오기 위해서는 그 기반이 되는 프로그래밍 언어에 대한 학습이 필요하다. 프로그래밍 언어는 프로그래밍을 위해 필요한 상징적인 의사소통 체계로 미국컴퓨터학회(ACM: Association for Computing Machinery)에서는 프로그래밍 교육을 위해서는 우선 프로그래밍 언어의 습득을 제안하고 있다(ACM, 2011).

이에 따라 프로그래밍 교육의 첫 번째 목적은 프로그래밍 언어를 습득하여 프로그래밍을 할 수 있는 기능적 역량을 향상시키는 것이다(김상민, 2018). 프로그래밍 언어를 습득하고 명령어와 관계된 규칙을 이해하는 것이 주목적이므로 특정 프로그래밍 언어의 명령어, 형식적 절차 및 변수 기능과 같은 개념의 이해와 활용이 중요시된다(김상민, 2018).

그리고 두 번째 목적이 프로그래밍 과정에서 필요한 문제 해결력, 논리적 사고 능력, 창의적 사고 능력 등 고차원적 사고 능력을 계발하는 것이다(김상민, 2018). 학습자는 프로그래밍 과정에서 주어진 과제를 이해하고 분석하며 문제 해결을 위한 방법을 찾으려 노력해야 한다(김상민, 2018). 다양한 방법 중 최적의 알고리즘을 선택하고 문제 해결 과정에 옮긴 후 프로그램 실행 과정에서 발생하는 오류를 해결해야 한다(김상민, 2018). 이렇게 프로그래밍 교육은 학습자들이 생각한 문제 해결 과정을 통해 강력한 메타인지능력을 습득하게 하며 결국 학습자의 문제 해결력 향상에 기여한다(Disessa, 2000; Kay, 1993). 이러한 두 번째 목적을 달성하기 위해서는 기본적으로 첫 번째 목적에 해당하는 프로그래밍 언어의 습득이 기반이 되어야 한다.

다. 국가 교육과정에서의 프로그래밍 교육

2015 개정 교육과정은 지식을 많이 습득하는 것보다 학습한 내용을 바탕으로 문제를 해결하고, 새로운 가치를 창출해낼 수 있는 창의융합형 인재를 양성하는 것을 목표로 하여 개정되었다(성지석, 2023). 그리고 문제 해결력이라는 역량을 가진 인재를 양성하는 목표를 달성하기 위해서 강조되는 역량 중 하나가 컴퓨팅 사고력이다. 그러한 흐름의 연장선으로 초등학교에서는 5~6학년 실과 교과의 정보 관련 단원을 소프트웨어 기초 소양이 중심이 되게끔 개편하였고, 중학교에서는 선택 교과군이었던 정보 과목을 '과학/기술·가정/정보' 교과군으로 이동시키면서 프로그래밍 교육의 중심이 되는 정보 교과가 중학교에서는 필수로 배워야 하는 과목이 되었으며, 고등학교에서 정보 교과는 일반 선택 과목으로 전환되면서 더 많은 학생들이 배울 수 있도록 하였다(교육부, 2015a). 또한, 고등학교에서는 진로 선택 과목으로 '프로그래밍'이라는 교과를 신설하였고 프로그래밍 교육에 중점을 둔 교과서가 개발되었다.

2015 개정 교육과정에서 고등학교 정보 교과의 내용 중 프로그래밍 교육에 해당하는 '문제 해결과 프로그래밍' 단원의 내용 요소와 고등학교 프로그래밍 교과의 내용 요소는 각각 <표 Ⅱ-1>, <표 Ⅱ-2>와 같다.

<표 Ⅱ-1> 2015 교육과정 정보 교과의 내용 요소(교육부, 2015)

영역	내용 요소	
문제 해결과 프로그래밍	• 문제 분석 • 문제 분해와 모델링	
	• 알고리즘 설계 • 알고리즘 분석	
	• 프로그램 개발 환경 • 변수와 자료형 • 연산자 • 표준입출력과 파일입출력	• 중첩 제어 구조 • 배열 • 함수 • 프로그래밍 응용

<표 Ⅱ-2> 프로그래밍 교과의 내용 요소(교육부, 2015b)

영역	내용 요소
프로그래밍의 개요	• 프로그래밍 언어의 종류와 특징 • 프로그래밍의 절차 • 알고리즘 • 프로그래밍 개발 환경
C 프로그래밍의 기초	• 변수와 자료형 • 입· 출력 함수 • 연산자 • 제어문 • 배열 • 함수 • 포인터 • 구조체와 공용체 • 파일 입출력

2009 개정 교육과정과 비교했을 때 2015 개정 교육과정에는 많은 변화가 있었다. 가장 먼저, 2009 개정 교육과정에서는 '문제 해결 방법과 절차'라는 단원명을 사용했지만 2015 개정 교육과정에서는 명확하게 '프로그래밍'이라는 단어를 명시하여 '문제 해결과 프로그래밍'이라는 단원명을 사용했다. 프로그래밍 교육의 중요성이 강조됨에 따른 변화로 추측할 수 있다. 두 번째로, 문제를 해결하는 절차에 있어서 알고리즘의 설계와 분석에 대한 내용을 강화하였다. 세 번째로, 2009 개정 교육과정에 있었던 '정렬과 탐색 알고리즘'에 대한 내용과 '이진 트리와 그래프의 탐색'에 대한 내용이 2015 개정 교육과정에서는 생략되었다. 두 번째와 세 번째 변화 모두 프로그래밍 교육을 단순히 컴퓨터로 프로그래밍만 잘하는 학생을 길러내기 위한 것으로 두지 않고, 학습자의 컴퓨팅적 사고력을

함양하기 위한 것에 더 방점을 둔 프로그래밍 교육을 지향하겠다는 의미로 해석할 수 있다.

이러한 2015 개정 교육과정의 흐름을 이어서, 2022 개정 교육과정에서는 복잡한 문제를 해결하기 위해 다양한 컴퓨팅적 구조를 활용하도록 하는 내용 요소를 포함하였고, 문제 해결을 위한 모델을 구성하는 내용을 조금 더 구체적으로 명시하였다. 또한, 협력적 문제 해결력을 강조하며, 문제 해결을 위해 설계한 알고리즘을 프로그램으로 구현하는 과정도 내용 요소 안에 명시함에 따라 컴퓨팅 사고력과 프로그래밍 능력을 모두 갖춘 인재를 기르고자 하는 목표를 확고히 했다고 볼 수 있다. 최근에 개정된 2025 개정 교육과정에서 고등학교 정보 교과의 내용 중 프로그래밍 교육에 해당하는 내용은 <표 Ⅱ-3>과 같다.

<표 Ⅱ-3> 2022 교육과정 정보 교과의 내용 요소(교육부, 2022)

영역	내용 요소
알고리즘과 프로그래밍	• 문제 분해와 모델링 • 정렬, 탐색 알고리즘 • 자료형 • 표준입출력과 파일입출력 • 다차원 데이터 활용 • 제어 구조의 응용 • 클래스와 인스턴스
	• 문제를 분해하고 모델링하기 • 알고리즘의 수행 과정 및 효율성 비교·분석하기 • 문제 해결에 적합한 자료형과 입출력 구조를 활용하여 프로그램 작성하기 • 복잡한 문제를 해결하기 위해 제어 구조와 다차원 데이터 구조를 복합적으로 활용하기 • 클래스를 정의하고 인스턴스를 생성하여 문제 해결에 적합한 객체를 구현하기
	• 문제 해결 모델을 구성하고 적극적으로 표현하는 자세 • 알고리즘 효율의 가치와 영향력을 인식하고 적극적으로 탐구하는 태도 • 다양한 학문 분야의 문제 해결을 위해 설계한 알고리즘을 프로그램으로 구현하는 실천적 자세 • 디지털 사회의 민주시민으로서 협력적 문제 해결력의 중요성을 인식하는 자세

라. 프로그래밍 언어

1) 교육용 프로그래밍 언어

교육용 프로그래밍 언어(Educational Programming Language)이란 프로그래밍 교육을 목적으로 개발된 프로그래밍 언어로, 간단한 프로그래밍 언어의 문법을 학습하고 학습자의 컴퓨팅 사고력, 문제 해결력 등을 신장하기 위해 사용되는 프로그래밍 도구를 의미한다(박기령, 2022). 교육용 프로그래밍 언어(이하 EPL)는 프로그래밍을 처음 접하는 학습자들도 쉽고 간결하게 프로그래밍의 원리를 학습할 수 있게 한다(박기령, 2022). 교육용 프로그래밍 언어는 친근감을 주고, 작성이 용이하고, 확장성이 있고, 호환성과 전이성을 갖추고 있다(류미영, 한선관, 2015). 대표적인 EPL에는 스크래치(scratch), 앱 인벤터(App Inventor), 엔트리(Entry) 등이 있다. 이러한 교육용 프로그래밍 언어는 주로 프로그래밍을 처음 접하는 초등학생 혹은 중학생 학습자를 대상으로 많이 사용되고 있다. 실제로 2015 개정 교육과정을 반영한 초등학교 6학년의 검인정 실과 교과서 6종을 조사해보았을 때, 모두 엔트리나 스크래치와 같은 EPL을 활용하고 있음이 확인되었다(박기령, 2022).

2) 텍스트 프로그래밍 언어

텍스트 기반 프로그래밍 언어(Text-based Programming Language)는 프로그램의 작성을 위해 필요한 명령어들을 문자로 입력해야 하는 프로그래밍 언어로, 정확한 프로그래밍 문법 사용이 필요하고 약속된 예약어를 활용해야 하는 프로그래밍 도구를 의미한다(박기령, 2022). 텍스트 기반 프로그래밍 언어(이하 TPL)의 원활한 사용을 위해서는 정확한 문법 및 구문을 사용하는 법을 습득해야 하기 때문에 오랜 시간이 걸릴 수 있지만, TPL 작성 능력이 향상됨에 따라 프로그래밍을 하는 데에 걸리는 시간을 단축하고, 간단하고 짧은 코드로 다양한 프로그램을 만들어낼 수

있게 된다(소미현, 2017). 또한 프로그래밍을 하는 과정에서 오류를 잡는 디버깅 활동을 통해 논리적 사고력 및 분석적 사고력을 기를 수 있다(허미선 외, 2009). 따라서 TPL을 학습할 때에는 프로그래밍 언어의 문법이나 구문의 학습에 중점을 두기보다는, 문제 해결의 과정과 방법에 초점을 두어 문제 해결력을 길러주는 데 주력하는 것이 더욱 중요하다(박대륜, 유인환, 2018). 대표적인 TPL은 C언어, 자바(Java), 파이썬(Python) 등이 있다. 이 중에서 학교 교육 현장에서는 주로 C언어나 파이썬이 많이 사용되는데, 본 연구에서는 파이썬을 사용하였다. C언어는 다른 언어에 비해 학습이 어렵고, 실행 결과를 시각적으로 확인하기 어려우며, 최종적인 학습 목표를 제시하기가 어렵기 때문에 학습 의욕을 고취시키기 쉽지 않고 학습 효과가 떨어진다는 선행 연구가 있다(이현창, 최근영, 2017). 그렇기 때문에 특히 프로그래밍 언어를 처음 접하는 학습자가 C언어를 배울 경우, 교수자 또한 학습자의 눈높이를 맞추기 쉽지 않을 가능성이 높다(이현창, 최근영, 2017). 따라서, 더욱 효과적인 연구를 위해 수업에서 사용할 프로그래밍 언어로 파이썬을 선정하였다.

3) 파이썬

파이썬(Python)은 1991년에 네덜란드 암스테르담의 귀도 반 로섬(Guido van Rossum)이 발표한 프로그래밍 언어로, 현재까지 전세계적으로 점유율이 가장 높고 국내에서도 많이 사용되고 있는 프로그래밍 언어 중 하나이다. 파이썬은 객체 지향 프로그래밍 언어로, 컴파일을 거치지 않고 프로그램을 바로 실행하여 결과를 확인할 수 있다는 장점이 있고 라이브러리가 풍부하다. 그리고 매킨토시(Mac) 등 대부분의 운영체제를 지원하기 때문에 이식성과 확장성에 있어서 좋다(김민규, 2020). 따라서 다양한 분야에 대한 확장성이 높아 많은 실용적인 분야에서 활용되고 있다.

기업에서 사용되는 대표적인 예시를 보면, 구글(Google)이나 인포시크(Infoseek)에서 사용되는 검색 프로그램들, 야후(Yahoo)의 인터넷 서비스

프로그램, 유튜브(Youtube) 등이 모두 파이썬으로 개발되었다(김민규, 2020). 그리고 구글이 개발한 딥러닝 프로그램인 텐서플로우(Tensor Flow)도 파이썬 API를 제공하고 있다(박소희, 2022).

개발 및 기업의 실무를 위해서도 많이 사용되고 있지만 컴퓨터 프로그래밍 교육을 위해서도 다양하게 쓰이고 있다(박기령, 2022). 파이썬 프로그래밍 언어는 다른 텍스트 프로그래밍 언어에 비해 비교적 배우기 쉽고 그래픽 처리 기능이 단순해서 프로그래밍을 처음 접하는 초보 학습자가 배우기에 적절한 언어이다(김민규, 2020). 파이썬은 문법이 비교적 간단하게 학생들의 학습 부담을 줄여줄 수 있고 다른 학습 내용에 적용하거나 확장하기 용이하다(김지혜, 2015). 프로그래밍 학습을 할 때 학습자들이 가장 많은 어려움을 겪는 부분이 문법 오류로 인해 프로그램 작동이 멈추는 것인데, 파이썬은 이러한 문법 부담이 적어 실제적인 학습이 가능하다(김지혜, 2015). 그리고 C언어나 자바(Java)와 같은 텍스트 기반 프로그래밍 언어는 컴파일 과정을 거쳐야만 결과 확인이 가능하지만, 파이썬은 인터프리터 언어이기 때문에 별도의 과정 없이도 한 줄씩 바로 실행이 가능해서 실시간으로 오류를 수정하거나 결과를 확인하기 쉽다(김지혜, 2015). 앱이나 웹을 개발할 때 사용하기에도 유용하기 때문에 융합형 교육을 위한 프로그래밍 언어로도 활용 가능성이 높다는 장점을 가지고 있다(김민규, 2020).

실제로 파이썬을 교육 현장에 활용한 많은 선행 연구들이 있다. 윤소희, 장봉석(2020)은 초등학생을 대상으로 파이썬을 활용하여 교육을 실시하고 효과를 제시한 선행 연구 5편에 대하여 메타 분석 연구를 진행하였다. 해당 연구의 결과에 따르면, 초등학생을 대상으로 한 파이썬 활용 교육은 통계적으로 유의미했고 교육의 효과는 정의적 영역, 학업 성취도, 인지적 영역 순으로 효과를 보였다고 한다. 이는 파이썬 활용 교육이 소프트웨어 사용 능력뿐만 아니라 다른 영역에서도 효과가 있다고 볼 수 있다. 또한, 인지적 영역의 경우에는 계산적 인지력과 논리적 사고력 측면에서 효과가 크게 나타났다고 하였다. 이도영, 정종인(2019)의 연구에서는 중학교에서 수학 교과의 통계 단원과 파이썬 프로그래밍을 융합하

여 교육 프로그램을 개발한 후에 학생들에게 미치는 영향을 분석하였다. 연구 결과에 따르면 학생들의 문제 해결력은 향상되었으며 프로그래밍에 대한 흥미도 또한 향상되었다고 한다. 김성수(2014)는 초등학생을 대상으로 파이썬과 스크래치의 문법을 일대일로 대응하는 방식으로 수업을 진행하였다. 그 결과, 학업성취도와 교과에 대한 흥미도가 향상되었으며 파이썬이 프로그래밍을 처음 배우는 학생에게도 효과적임을 증명하였다. 김경미 외(2014)는 파이썬 활용 수업을 대학교 교양 교육과정에 적용하였고 그 결과, 학습자의 사고력, 문제 해결 능력, 창의력, 의사 표현 능력, 자기주도적 학습 능력이 발달하였음을 확인하였다.

이러한 연구 결과들에서 볼 수 있듯이, 파이썬은 프로그래밍을 처음 접하는 학습자가 프로그래밍을 학습하기 위한 도구로써, 혹은 타 교과와의 융합 수업을 구상하거나 적용함에 있어서 교육적 가치가 높은 프로그래밍 언어이다(오진희, 2023). 파이썬을 프로그래밍 언어로 활용하여 진행된 선행 연구들을 <표 Ⅱ-4>에 정리하였다.

<표 Ⅱ-4> 파이썬을 활용한 선행 연구들

연구자	연구 제목	교육 대상
문미예·김갑수 (2018)	초등학생을 위한 파이썬 프로그래밍 언어 교육 방안 연구	초등학생
박대륜·유인환 (2018)	초등학생을 위한 로봇 활용 파이썬 학습 모형 개발	초등학생
김성수 (2014)	스크래치를 활용한 파이썬 프로그래밍 수업 모형 개발	초등학생
이도영·정종인 (2019)	중학교 수학 통계 영역과 파이썬 프로그래밍 융합수업이 문제해결력과 교과 흥미도에 미치는 영향	중학생
오현지·김미란·박찬정 (2021)	중학생의 컴퓨팅 사고력을 기를 수 있는 파이썬 프로그래밍 학습 웹 애플리케이션 개발	중학생
김경미·김현숙 (2014)	융합인재 양성을 위한 컴퓨터 프로그래밍 교육의 필요성에 대한 사례연구	대학생

위의 <표 Ⅱ-4>에서 볼 수 있듯이 파이썬 프로그래밍 언어를 활용한 연구들 대부분이 초등학생과 중학생을 대상으로 이루어졌고 아직 고등학생을 대상으로 파이썬 프로그래밍 수업을 진행한 연구가 많지 않다. 따라서 고등학생을 대상으로 한 파이썬 프로그래밍 언어 수업에 관한 연구가 진행될 필요가 있다.

2. ChatGPT

가. 생성형 인공지능의 개념

챗GPT는 다양한 생성형 인공지능 중 하나이다. 생성형 인공지능이란 빅데이터 학습을 바탕으로 소설, 시, 이미지, 영상, 소스코드 등 새로운 콘텐츠를 생성해내는 기술을 의미한다(정윤경, 2023). 기존에 존재하던 인공지능이 데이터와 패턴 학습을 통해 대상을 이해하는 데 그쳤다면 생성형 인공지능은 기존 데이터와 새로운 정보의 비교 학습을 통해 스스로 새로운 결과물을 창작할 수 있다는 점이 특징이다(정윤경, 2023).

생성형 인공지능은 다양한 기술을 바탕으로 한다. 가장 먼저, 인공신경망 모델을 바탕으로 스스로 데이터를 학습하고 결과를 예측하게 하는 딥러닝(Deep Learning) 기술이다. 이처럼 딥러닝 기술을 활용하면 사람이 모든 기준을 정해주지 않아도 컴퓨터가 스스로 인지, 추론, 판단 등을 거쳐 기준을 만들어낸다(정윤경, 2023). 두 번째로는 컴퓨터가 인간의 언어를 이해하고 인간의 언어로 결과물을 생성할 수 있도록 돕는 자연어 처리(Natural Language Processing) 기술이다. 자연어 이해 기술을 활용하여 문맥에 따른 단어의 의미를 적절히 파악하여 변환해주고, 적합한 표현을 선택하여 답변을 매끄럽게 작성해준다(정윤경, 2023). 세 번째는 이미지, 비디오 등 다양한 시각적 자료에서 의미 있는 정보를 추출하여 데이터 처리가 가능하도록 돕는 컴퓨터 비전(Computer Vision) 기술이다. 네 번째는 인공지능이 특정 행동에 관한 보상을 통해 학습의 방향을 정하도록 하는 강화학습(Reinforcement learning) 기술이다. 이 기술을 통해 현재 상태에서 가능한 행동의 가치를 계산하고 이를 기반으로 최적의 행동과 전략을 스스로 선택하게 된다(정윤경, 2023). 다섯 번째는 생성적 적대 신경망(Generative Adversarial Networks) 기술이다. 이는 생성자와 판별자라는 두 개의 인공신경망 모델을 통해 데이터의 품질을 향상시키며, 주로 비지도학습에 사용되는 알고리즘이다(정윤경, 2023). 생성자는 입력으로부터 새로운 데이터를 만들어내고 판별자는 생성자가 만들

어낸 데이터의 진위 여부를 판단하는 과정을 통해 점차 정교한 데이터를 생산하게 된다(정윤경, 2023). 이러한 다섯 가지의 기술을 포함해 다양한 기술을 바탕으로 생성형 인공지능은 기존의 인공지능과 비교했을 때 보다 더 창의적으로 수준 높은 결과물을 도출해내고 있다. 이러한 다양한 생성형 인공지능 도구 중 하나로, 2022년에 ChatGPT(챗GPT)라는 인공지능 챗봇이 등장하였다.

나. ChatGPT의 개념과 장점

ChatGPT는 OpenAI가 개발하여 2022년 11월에 공개한 대화형 인공지능 챗봇이다(신동광 외, 2023). 챗GPT(ChatGPT)는 자연어 처리 기술을 사용해 만들어진 GPT-3.5라는 대형 언어 모델을 기반으로 개발되었으며(신동광 외, 2023), 2021년 9월까지의 데이터를 학습한 인공지능으로 약 1,750억 개의 파라미터를 가지고 있기 때문에 다양한 지식 분야에서 상세한 응답과 정교한 답변이 가능하고 뛰어난 문맥 이해 능력을 가지고 있다(박수정, 최은실, 2023). 사용자가 텍스트 다음에 어떤 단어가 올지 예측할 수 있는 인공지능 모델을 사용하고 있기 때문에 사용자의 지시에 구체적으로 대응할 수 있는 것이다(신동광 외, 2023).

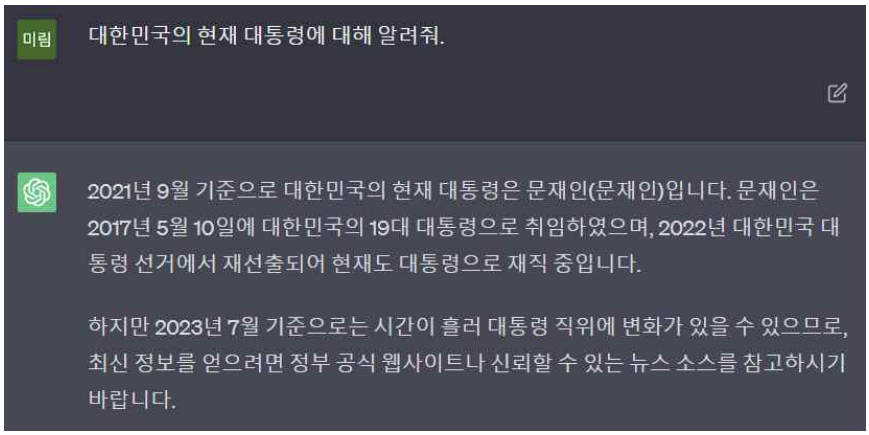
이 밖에도 챗GPT는 사회적 대화 능력, 다양한 분야의 정보 제공 능력, 언어 구사 능력, 창의적 능력, 도덕적 분별력을 타 챗봇과 비교하여 평가했을 때 챗GPT는 대부분의 영역에서 일관되게 우수하다는 선행 연구 결과가 있다(신동광 외, 2023). 그러나 해당 연구에서 프로그래밍 코딩 기능을 제외하고 평가하였기 때문에 프로그래밍 분야에 대한 효과를 검증할 연구가 필요하다.

다. ChatGPT의 한계점

챗GPT(ChatGPT)는 최근 사용자가 전 세계적으로 급증하고 있는 만큼 다양한 한계점과 문제가 발견되고 있기 때문에 이러한 한계점을 잘

알고 이용할 필요가 있다.

가장 먼저, 챗GPT는 실시간 학습이 불가능하다는 한계점이 있다. 챗GPT의 무료 버전에서 사용되고 있는 GPT 3.5 모델의 경우에는 2021년 9월까지의 데이터를 학습한 것을 바탕으로 답변을 생성하다 보니 현재 시점과는 맞지 않는 정보를 제공하곤 한다. 예를 들어 [그림 Ⅲ-1]에서 사용자는 '현재 대통령'에 대해 질문했지만 챗GPT는 과거 시점의 대통령에 대한 정보를 제공하는 것을 볼 수 있다. 이처럼 챗GPT는 최근에 발생한 일과 관련된 질문에 대해서는 정확한 답을 하지 못하는 모습을 보인다.

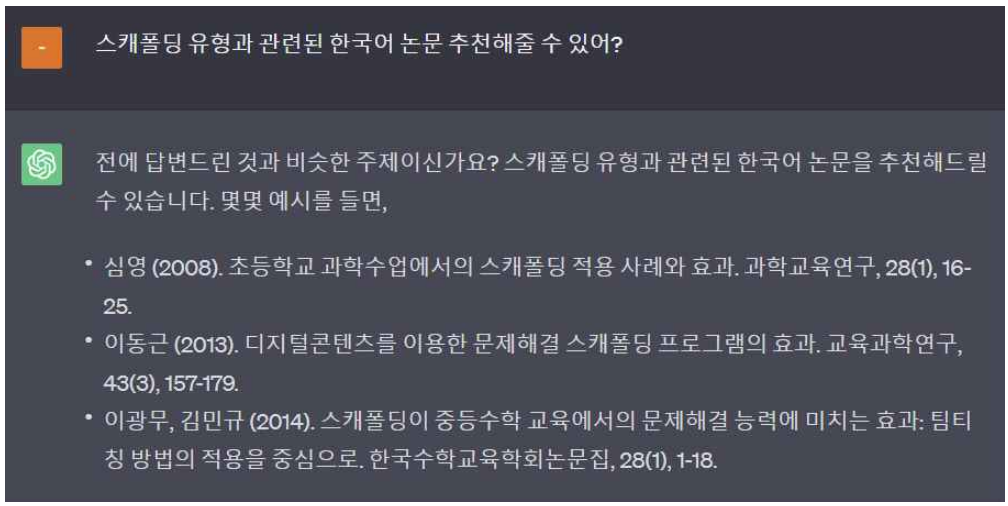


[그림 Ⅱ-1] 실시간 학습이 불가능한 챗GPT의 예시

또한 챗GPT가 생성하는 답변이 항상 정확한 것은 아니며, 때때로 잘못된 정보이거나 무의미한 답변을 제공하기도 한다(김태원, ChatGPT, 2023; Jarvis, 2023). 챗GPT와의 대화는 언어적 요소, 즉 텍스트로만 이루어진 정보만을 토대로 답변하기 때문에 사용자의 말을 완전히 이해하는 데에는 한계가 있다(박보경, 한성수, 2023).

그리고 최근에는 챗GPT를 사용해 악성코드를 작성하는 사이버 범죄 사례가 발견되기도 하였다(박찬, 2023). 악성코드에 대해 잘 모르는 사람도 챗GPT로 악성코드를 작성해서 피싱 메일을 보낼 수 있게 된다면 다양한 방면에서 부정적으로 악용될 가능성이 있다(박보경, 한성수, 2023).

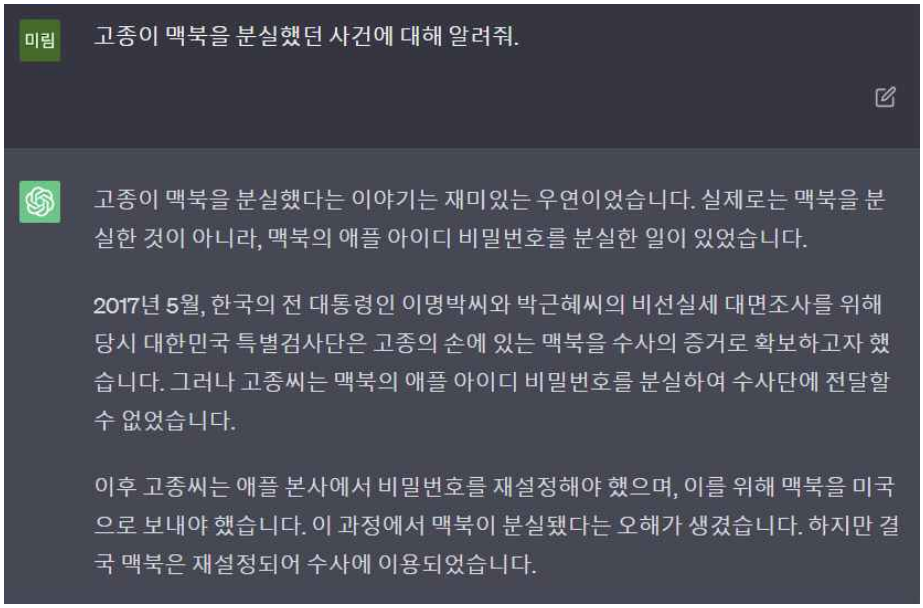
더 나아가, 챗GPT가 제공하는 정보는 정확성과 신뢰성이 부족하다. 챗GPT를 통해 생성된 텍스트 속에는 딥러닝 방식에 의해 학습된 정보가 잘못 조합되거나, 챗GPT가 거짓 정보를 포함한 컨텐츠를 학습한 후에 이를 재생산된 정보도 존재한다(장성민, 2023). 챗GPT가 학습하는 데이터에는 무작위로 수집된 개인정보가 포함되어 있을 수 있기 때문에 개인정보 침해 문제가 발생할 수 있고, 챗GPT는 사실 여부가 확인되지 않은 내용도 무분별하게 학습하기 때문에 데이터 편향성이 생기거나 잘못된 개념을 전달하는 등의 문제가 발생할 수 있다(곽중희, 2023). 챗GPT와 직접 여러 가지 질문을 주고받다 보면, 챗GPT가 제공되는 정보에 대한 출처가 불명확하고 사실이 아닌 답변을 하는 경우를 적지 않게 발견할 수 있다.



[그림 Ⅱ-2] 잘못된 사실을 전달하는 챗GPT의 예시

예를 들어, [그림 Ⅱ-2]에서 챗GPT가 제시한 논문의 제목을 검색해보면 대부분 존재하지 않는 논문이라는 것을 알 수 있다. 그러나 저자, 학술지, 출간연도 등을 실제로 있을 법한 내용으로 그럴싸하게 지어서 구체적으로 제시하다 보니 일반적인 사용자는 이러한 정보가 허구일 것이라는 생각이 들기 쉽지 않다. 이처럼 챗GPT가 제공하는 결과를 비판적으로 받아들이지 않고 맹목적으로 의존하게 되면 문제가 발생할 수 있다

(장성민, 2023). [그림 Ⅱ-3]과 같이 학습한 데이터를 토대로 짜깁기를 하여 없는 사실을 지어내기도 한다. 고종이라는 역사적 인물이 살고 있었을 시절에는 맥북이라는 전자기기가 존재하지 않았음에도 불구하고, 챗GPT가 근현대사에 해당하는 내용과 '고종', '맥북'에 대한 내용을 짜깁기하여 마치 실제로 있었던 일인 것처럼 이야기하는 모습을 확인할 수 있다.



[그림 Ⅱ-3] 사실 여부가 불투명한 챗GPT 답변의 예시

창작의 영역에서는, 챗GPT가 과제를 표절하고 온라인 시험 등에서 부정한 행위를 하기 위한 도구로 사용될 수 있다(김영대, 2023). 챗GPT에만 의존하면 비판적 사고와 논리적 추론 능력의 발달이 저해될 수 있다(박보경, 한성수, 2023). 그뿐만 아니라 학습자의 저작권과 쓰기 윤리에 대한 인식 저하로까지 이어질 수 있다. 챗GPT와 같은 생성형 인공지능 기술이 발달함에 따라 기계로 인해 생성된 글과 인간이 창조한 글 사이의 경계가 모호해지고 그에 따라 인간이 작성한 글이 지니고 있던 위상과 가치가 평가절하될 수 있고, 그에 따라 글의 가치를 평가하는 방식이 글의 독창성이나 질적 우수성이 아닌 생성 속도나 효율성으로 초점이 맞

춰질 수 있는 것이다(Kelly, 2022). 그렇다면 이를 막기 위해 인간 고유의 지적 재산권을 주장하는 등 저작권 이슈가 크게 대두되는 것뿐만 아니라 다양한 윤리적 논쟁이 발생할 가능성이 높다(장성민, 2023). 이에 따라 최근에는 ZeroGPT와 같이 챗GPT에 의한 작성된 글인지 판단해주는 또 다른 인공지능 플랫폼들이 다양하게 등장하고 있다.

보안의 측면에서도 다양한 문제점이 발생할 수 있다. 2023년 이탈리아에서는 챗GPT에서 발견된 버그로 인해 챗GPT의 접속을 일시적으로 차단하였다(한재범, 2023). 이와 같은 버그는 챗GPT 내의 대화 이력을 노출시키거나 일시적인 작동 불능 상태를 일으킬 수 있다(문가용, 2023). 이처럼 보안 측면에서 챗GPT의 취약점이 노출될 경우, 챗GPT가 학습한 데이터에 포함된 개인정보나 챗GPT 내에서 주고받은 대화 내용이 유출되는 문제가 발생할 수도 있다(박보경, 한성수, 2023).

이 밖에도 챗GPT는 논리력이 부족하며, 아는 것과 모르는 것을 구분하거나 인지할 수 없다는 한계점이 있다(윤기영, 2023). 또한, 기억력의 한계가 있으며 지식의 독재 위험성이 있다(윤기영, 2023). 따라서 챗GPT의 이러한 특성에 대해 학습자에게 분명히 안내하고 챗봇을 더 현명하게 사용하기 위한 다양한 방법과 방향성에 대한 지침을 제시해줄 필요가 있다.

라. ChatGPT의 교육적 활용 가능성

4차 산업 혁명과 코로나-19 팬데믹으로 인해 교육에 기술을 적용하는 에듀테크가 새로운 패러다임으로 대두되었다(박지수, 길준민, 2020). 학생이 직접 챗GPT를 수업 상황에서 활용할 수도 있지만, 교사가 수업을 위한 교수·학습 자료를 개발하는 데에 활용될 수도 있다. 교사는 다양한 에듀테크 도구를 활용하여 교수·학습자료 및 평가 문항을 제작하여 수업에 활용할 수 있고, 학생은 에듀테크 도구를 활용하여 시간과 장소에 구애받지 않고 개개인의 수준에 맞춰 학습량을 조절하고, 자기 주도 학습을 가능하게 하여 학습의 효과성을 높일 수 있다(박지수, 길준민, 2020).

다양한 에듀테크 도구 중에서도 챗GPT의 활용 가능성에 대해 주목할 필요가 있다.

인공지능을 비롯한 다양한 정보 과학 기술이 발달하게 되면 과제나 산출물을 완성하는 것은 점점 인간의 영역이 아니게 될 것이다. 그렇게 되면 나중에는 해결해야 할 문제나 과제를 설정하거나 목표에 도달하기 위한 다양한 질문을 생성하는 능력이 인간이 갖추어야 할 능력 중 하나가 될 것이다(장성민, 2023). 챗GPT가 답변을 생성하는 것은 인간이 제시한 질문 속 단어를 바탕으로 이루어지기 때문에 사용자가 어떤 질문을 하느냐가 굉장히 중요하다. 질문자가 가진 지식이나 질문의 의도에 따라 챗GPT의 답변이 구성된다(박수정, 최은실, 2023). 따라서 챗GPT와의 상호작용을 통해 답을 찾아 나가는 과정, 즉 챗GPT를 통해 달성하고자 하는 목표에 도달하기 위해 이에 부합하는 다양한 핵심 질문을 던지고 이를 갈고 닦는 일은 학생들의 탐구를 촉진하고 고차원적 사고를 불러일으킬 수 있어(장성민, 2023) 챗GPT를 교과 내용을 위해 활용해보는 것 자체가 교육적으로 의미 있을 수 있다.

또한 챗GPT는 인공지능 언어 모델이기 때문에 다양한 교육 중에서도 작문 교육에 특화되어 있다. 특히 '서론-본론-결론' 등의 문단 구성이나 구조화를 하는 능력을 잘 보여준다(장성민, 2023). 이때, 사용자가 던진 질문의 내용이 구체적일수록 과제의 요구와 목적에 부합하는 답변을 제공한다(장성민, 2023). 이는 인간이 인지 처리 과정을 통해 글 쓸 주제와 내용을 생각해내거나 다양한 외부 출처의 자료를 찾아보면서 글을 작성하는 것과는 다르게, 챗GPT가 대화형 인공지능 기술에 기반하고 있어 사용자가 어떤 질문을 던지느냐에 따라 그에 맞는 대답을 작문해주는 것이라고 볼 수 있다(장성민, 2023). 따라서 학생들은 수업 상황에서 글쓰기를 할 때에도 챗GPT에게 구체적인 조건을 포함하는 질문을 하여 손쉽게 여러 조건을 충족하는 지문을 생성해낼 수 있다(장성민, 2023). 그러나 이렇게 챗GPT를 사용하여 한 편의 완결된 글을 손쉽게 작성할 수 있게 되면 학습자는 오히려 독립적으로 글을 작성하는 과정에서 생길 수 있는 문제 해결 과정의 세부 단계들을 직접 경험하고 고민해 볼 기회를

박탈당하게 된다(장성민, 2023). 이에 따라 인공지능 기술이 없이는 간단한 글조차 쓰지 못하는 학습자가 발생할 수 있고, 점점 문해력의 격차가 발생하는 등 교육적인 측면에서 부정적인 영향을 미칠 수 있다(장성민, 2023). 한편으로는, 실제 교수·학습 환경에서는 학습자가 글에 대한 초고를 작성하는 데 많은 시간과 노력이 드는데, 챗GPT를 활용하면 초고 작성에 소요되는 시간을 줄여줌으로써 글을 고쳐 쓰고 반복적으로 점검하거나 조정하는 등 초고 쓰기 이후의 인지 처리 과정에 대한 교수·학습 활동의 비중을 충분히 확보할 수 있다는 장점도 있다(장성민, 2023). 그렇게 되면 학습자는 글을 메타적으로 성찰하며 읽으면서 점검 및 조정하는 능력을 기를 수 있고(장성민, 2023) 그것이 곧 미래 사회에서 요구하는 인재의 자질이 될 것이다.

챗GPT는 영어 교육에도 활용될 수 있다. 특히 챗GPT는 자연스러운 대화를 생성하기 때문에 이를 활용하여 학습하는 학생들은 챗GPT와 대화를 주고받는 과정에서 영어를 더욱 자연스럽게 익힐 수 있게 된다(박지수, 길준민, 2020). 아직 챗GPT가 구사할 수 있는 언어의 개수에 한계가 있지만, 추후 다양한 제2외국어로 답변을 할 수 있게 된다면 각종 언어 교육에서 도움이 될 수 있을 것이다.

이뿐만 아니라 학습자가 학습의 보조 수단으로 활용하며 자기주도적 학습을 하는 데에 도움을 줄 수 있을 것이라며 챗GPT의 교육적 활용 가능성에 대해 많은 교육 전문가들이 긍정적으로 평가했다는 내용의 결과를 담은 다양한 선행 연구들이 있다(신동광 외, 2023). 교육 현장에서 챗GPT를 활용하게 되면, 학생들은 수동적인 존재에서 벗어나서 스스로 질문하고 답을 찾는 능동적 존재로 전환될 수 있다(정제영 외, 2023). 더불어 기존의 수동적이고 획일화된 교육 환경이 아닌 개인화된 맞춤형 교육 환경을 제공할 수 있다(Jarvis, 2023; Kasneci et al., 2023).

챗GPT를 학습자가 보조 수단으로써 사용하는 것뿐만 아니라 교사가 수업을 위한 교수 자료를 제작할 때에도 챗GPT가 사용될 수 있다. 이때 교사가 챗GPT를 활용하여 교수·학습 자료를 개발할 때는 챗GPT가 제시한 결괏값을 그대로 받아들이기보다는 비판적이고 객관적으로 검증하

며 자료를 제작할 필요가 있다(박지수, 길준민, 2020). 챗GPT가 제공하는 결과의 출처가 불분명하여 응답 내용을 그대로 자료에 활용할 경우에 저작권과 표절에 대한 문제가 발생할 수 있다(박지수, 길준민, 2020). 또한, 학생을 평가하기 위한 문항 생성을 챗GPT에게 요청할 때, 계속해서 같은 방식의 문항 출제를 요청할 경우 본래 제시했던 조건에서 벗어난 응답을 주기도 한다는 연구 결과가 있다(박지수, 길준민, 2020). 챗GPT는 같은 질문에도 다른 결과를 산출할 수 있기 때문에 챗GPT가 제공한 결과를 여과 없이 그대로 받아들이는 것에는 문제가 있을 수 있음을 확인했다고 볼 수 있다(박지수, 길준민, 2020). 이뿐만 아니라 챗GPT가 사용자가 제시한 질의의 조건을 지켜서 응답을 주지 않을 때도 있기 때문에 교사는 챗GPT를 활용하면서도 각 교과의 전문성을 발휘하여 응답 내용을 검증하며 교수 자료를 제작할 필요가 있다. 즉, 챗GPT는 교수·학습 자료 개발의 주요 수단이라기보다는 보조적인 역할로써 활용될 수 있음을 의미한다. 이렇게 다방면에서 교육적 효과를 불러일으킬 수 있는 챗GPT라는 인공지능 도구를 활용하여, 본 연구에서는 특히 아직 검증되지 않은 프로그래밍 언어 교육 영역에서도 긍정적인 효과를 미칠 수 있는지 알아보려고 한다.

3. 스캐폴딩(Scaffolding)

가. 스캐폴딩의 의미와 장점

스캐폴딩(Scaffolding)의 사전적 의미는 '건물을 건축하거나 수리할 때 인부들이 건축 재료를 운반하여 오르내리는 데에 도움을 줄 수 있도록 건물 주변에 세우는 장대와 두꺼운 판자로 된 발판을 세우는 것'이다(김근희, 2008). 이 단어가 교육 분야에서는 학습자의 근접발달영역(ZPD, Zone of Proximal Development) 내에서의 효과적인 교수·학습을 위해 교수자가 학습자와의 상호작용 중 적절한 도움을 제공하는 것을 은유적으로 표현하는 단어로 사용되고 있다(김근희, 2008). 즉, 스캐폴딩이란 학

습자가 자신의 힘으로 과제를 해결하기 어려워하는 것을 성취할 수 있게 하기 위해서 제공되는 동료 혹은 전문가의 도움이나 전략 등으로 확장하여 정의(Wood et al., 1976)될 수 있다. 교사와 학생의 상호작용에 기반한 스캐폴딩 전략은 학습자의 학업 성취도와 문제 해결력을 향상시키는 데에 효과가 있다고 알려져 있다(신재한, 2011).

스캐폴딩의 장점은 다음과 같다. 첫째, 스캐폴딩은 학습자의 인지적 부담을 줄여줄 수 있고 학습자의 사고와 행동을 조절하는 방법들을 스스로 습득하는 데에 도움을 준다(Hmelo-Silver et al., 2007). 특히, 교사는 학생들이 도구를 활용하여 과제를 해결할 때 동료들과 상호작용 할 수 있도록 돕고, 학생들을 학습 과정으로 인도하여 깊이 사고하게 하는 인지적 도제과정을 통해 학생들 스스로 묻고 답하는 것을 가능하게 하도록 촉진한다(Hmelo-Silver & Barrows, 2006). 둘째, 스캐폴딩은 새로운 영역을 맞닥뜨린 학습자의 이해를 돕고, 학습자 간의 지식의 격차를 감소시키며, 학습자가 조금 더 책임감을 가지고 과제를 수행할 수 있도록 도와준다는 장점이 있다(Huang, 2019). 셋째, 학습자에 따라서 학습 과정 중 적절한 스캐폴딩이 제공된다면, 상호작용과 동기유발에 긍정적인 영향을 줄 수 있고 학습 참여도를 더 높일 수 있다(Dabbagh, 2008).

나. 스캐폴딩의 유형과 종류

스캐폴딩은 학습자에게 제공되는 목적과 기능, 내용 및 형태에 따라 다양한 유형으로 분류될 수 있다(황경양, 2020).

먼저, 스캐폴딩을 2유형으로 구분한 연구들에서는 크게 내용지원적 스캐폴딩과 자기점검적 스캐폴딩으로 구분하였다(김주연 외, 2015; 박지연, 이예경, 2014; 사공미경, 최명숙, 2009; 이순덕, 김회수, 2017; 조성문, 송해덕, 2013; Ge & Land, 2004; Joo & Kyu, 2019). 그리고 3유형을 제시한 연구들(송해덕, 신서경, 2010; 안수경, 김회수, 2013; Jackson et al., 1998))도 있다. 예를 들어, Jackson, Krajcik와 Soloway(1998)는 내용지원적 스캐폴딩, 반성적 스캐폴딩, 내재적 스캐폴딩으로 구분하였다. 송해

덕과 신서경(2010)은 개념적 스캐폴딩, 전략적 스캐폴딩, 메타인지적 스캐폴딩을 제시하였고, 안수경과 김희수(2018)는 메타인지적 스캐폴딩, 시각화 스캐폴딩, 상황적 스캐폴딩으로 구분하였다.

4유형을 제시한 Hannafin, Land와 Oliver(1999)는 스캐폴딩이 학습에서 어떤 기능을 하냐에 따라서 절차적 스캐폴딩, 전략적 스캐폴딩, 개념적 스캐폴딩, 메타인지적 스캐폴딩으로 분류하였다. 특히 4유형으로 분류된 스캐폴딩이 많은 연구에서 사용되고 있는데, 4유형의 기능적 분류는 <표 Ⅱ-5>와 같다. 먼저 절차적 스캐폴딩은 학습 환경에서 제공되는 자원이나 도구 사용과 관련된 도움을 주는 것으로, 기능에 대한 도움말 및 학습 방향을 안내하는 것이다. 두 번째로 개념적 스캐폴딩은 제시된 과제의 주요 개념에 대해 안내하는 것이다. 예를 들어, 학습자의 이해를 돕기 위한 개념 정의, 힌트, 개요, 그림 등을 제시할 수 있다. 세 번째로 전략적 스캐폴딩은 과제 해결을 위해 필요한 전략이 무엇인지 확인하고 이를 바탕으로 학습자에게 조언을 제공하는 것이다. 마지막으로 메타인지적 스캐폴딩은 문제를 해결하는 과정을 점검하고 조절하게 하는 것이다.

<표 Ⅱ-5> 스캐폴딩의 4유형(Hannafin et al., 1999)

유형	특성	구현 방법
절차적 스캐폴딩	시스템 기능과 특징 제시	시스템 사용법에 대한 도움말 제공
개념적 스캐폴딩	핵심 개념에 대한 안내	주요 개념에 대하여 동료들이 서로 공유할 수 있는 개념 설명 창을 제공
전략적 스캐폴딩	과제 또는 문제를 분석하고 접근하는 것을 안내	학습을 시작할 때 과제 해결에 필요한 전략을 생각해보게 하는 질문이나 전문가의 조언 제공
메타인지적 스캐폴딩	학습 과정 모니터링 및 조절 지원	인지 과정을 외현화하여 자신과 동료의 인지과정을 모니터링 또는 조절하도록 지원해주는 노트 기능 제공

그 밖에도 많은 연구에서 다양한 방식으로 스캐폴딩을 분류하였다. 5유형을 제시한 Roehler와 Cantlon(1997)은 설명 제공하기, 학습자 참여 유도하기, 학습자의 이해 확인 및 명료화하기, 시범 보이기, 단서를 제공하도록 유도하기와 같이 스캐폴딩을 5가지의 유형으로 도출하여 제시하였다. '설명 제공하기'는 교사의 적극적인 참여가 이루어지는 유형으로 학습자가 무엇을 그리고 어떻게 배워야 하는지에 대한 정보를 제공해주고, 그것이 왜 중요한지에 관해 설명을 해주는 유형이다. 두 번째로 '학습자 참여 유도하기'는 교사가 문제 해결을 위해 필요한 생각, 느낌, 활동 등을 학습자에게 알려줌으로써 학습자가 스스로 문제해결을 할 수 있도록 기회를 주고 유도한다. 세 번째로 '학습자의 이해 확인 및 명료화하기' 유형은 교사가 학습자의 이해도를 확인하고 그에 맞춰 피드백을 주는 유형이다. 네 번째 '시범 보이기' 유형은 교사의 적극적인 개입으로

직접 학습자에게 시연을 해주는 것이다. 마지막으로 '단서를 제공하도록 유도하기' 유형에서는 학습에 참여하고 있는 학생이 적극적으로 자신의 아이디어를 제공하도록 하면서 문제 해결에 필요한 단서를 발견하도록 유도하는 유형이다.

7유형으로 구분한 Winnips와 McLoughlin(2000)은 스캐폴딩이 제공하는 기능을 중심으로 예 제공하기, 문제 해결과 관계없는 부분 제거하기, 언어적 단서를 제공하기, 언어적 코칭을 제공하기, 확장하는 질문, 메타인지적 지원하기, 학습 목표와 시간 계획을 알려주기와 같이 6가지로 스캐폴딩을 구분하였다. 첫 번째 유형인 '예 제공하기'에서는 과제나 목표에 대한 예시뿐만 아니라 교사나 전문가, 동료 등의 관점에서 다양한 예를 제공한다. 두 번째로 '문제 해결과 관계없는 부분 제거하기' 유형에서는 해당 지식 영역에 대한 핵심적인 부분과 부수적인 부분을 구분하여 안내함으로써 목표와 관련성이 적거나 시간이 많이 소요될 수 있는 불필요한 영역을 제거하도록 안내한다. 세 번째 '언어적 단서를 제공하기' 유형에서는 문제 해결을 위한 단서나 힌트를 제공한다. 네 번째 유형인 '언어적 코칭을 제공하기'에서는 학습자의 동기 유발을 목적으로 칭찬 및 격려 등과 같은 언어적 보상을 주거나 학습자가 스스로 학습 결과에 대해 점검할 수 있도록 피드백을 제공하거나 조언을 해준다. 다섯 번째 유형인 '확장하는 질문'에서는 학습자가 자신의 학습 상태를 꾸준히 점검할 수 있도록 구조적 질문을 던진다. 여섯째 유형인 '메타인지적 지원하기'에서는 전문가가 사용하는 메타인지적 과정을 언어로 설명해준다. 마지막으로 '학습 목표와 시간 계획 알려주기' 유형에서는 학습을 통해 달성한 목표와 학습을 위해 정해진 시간을 지속적으로 알려주며 학습자가 시간 운영을 잘 할 수 있도록 돕는다. 또한 학습의 전체적인 구조와 계획 목표가 제시되며, 학습자가 제한된 시간 내에 학습 목표에 도달할 수 있는지를 스스로 점검할 수 있도록 하는 스캐폴딩이다.

이렇게 다양한 학자들에 의해 분류되어 온 스캐폴딩의 유형과 종류는 연구자에 따라 수업 상황에 다양한 형태로 적용되었다. 김근희(2008)는 웹기반 학습 환경에서 스캐폴딩 유형에 따른 학업성취도와 학습만족도의

차이를 알아보기 위해 4유형에 해당하는 개념적, 메타인지적, 전략적, 절차적 스캐폴딩(Hill & Hannafin, 2001)으로 분류하여 적용했고, 김성미(2004)는 웹기반 학습환경에서 스캐폴딩 교수전략이 인지양식에 따라 학업성취에 미치는 효과를 알아보기 위해 스캐폴딩 분류 유형 중 2유형에 해당하는 내용 지원적 스캐폴딩과 자기 점검적 스캐폴딩 두 가지로 분류하여 적용했다.

다양한 유형으로 분류된 스캐폴딩의 구성요소를 펼친 후 나누어 보면 크게 통합적으로 습득해야 할 영역지식과 관련된 내용지원적 요소와 메타인지적 특성을 반영한 자기점검적 요소, 두 가지로 구분된다고 볼 수 있다(한아름, 2012). 내용지원적 스캐폴딩과 자기점검적 스캐폴딩 중 자기점검적 스캐폴딩은 학습자가 스스로 자신의 학습과정을 돌아보고, 수정 및 보완할 수 있도록 하면서 성찰을 할 수 있게끔 도움을 주는 스캐폴딩이다(조성문, 송해덕, 2013). 자기점검적 스캐폴딩은 자신의 학습 과정을 점검할 수 있도록 성찰을 위한 질문이 제시되거나 해결 과정을 되돌아보게 하는 질문이 제공된다. 이러한 질문은 학습자가 학습의 사고과정에 대해 면밀하게 점검하게 하고, 학습자의 메타인지적 활동을 촉진시키며, 복잡한 문제 상황을 학습자 스스로가 해결할 수 있도록 돕는다(Davis & Linn, 2000; Ge & Land, 2004).

반면에 내용지원적 스캐폴딩은 직접적인 개념이나 예시 제공을 통해서 학습자가 과제를 수행하는 과정에서 인지적 부담을 덜어주게 되고 이로서 학습 과정에 조금 더 집중할 수 있도록 도와주므로 반드시 필요한 전략 중 하나이다(Ge & Land, 2004). Jackson, Krajcik와 Soloway(1998)는 내용지원적 스캐폴딩을 과제 자체를 고정한 상태에서 학습자의 과제 수행수준에 맞춰서 적절한 조언이나 관련 자료를 제시하는 것이라고 하였다. 내용지원적 스캐폴딩은 문제를 해결하기 위해 학습자에게 개념, 인지적 도움, 영역 지식에 대한 도움 등을 제시하는 것이다(Cagiltay, 2006). 중학교 수학과에서 스캐폴딩 유형에 따른 효과성을 연구한 조성문과 송해덕(2013)의 연구에서는, 학습자가 문제를 풀이할 때 필요로 하는 직접적인 단서를 제공하는 것이 내용지원적 스캐폴딩이라고 정의하였

다. 이에 따라 수업을 설계할 때 내용을 이해하기 위한 수학적 개념이나 유사한 문제와 같은 예제 문제를 제공하여 제시된 문제를 해결하기 위한 도움을 주었다.

이광재, 이영주(2015)는 스캐폴딩을 2유형으로 분류하였을 때 구분되는, 내용지원적 스캐폴딩과 자기점검적 스캐폴딩의 제시 형태와 예시를 <표 Ⅱ-6>과 같이 정리하였다.

<표 Ⅱ-6> 스캐폴딩의 제시 형태 및 예시(이광재, 이영주, 2015)

스캐폴딩 유형	제시 형태	예시
내용 지원적 스캐폴딩	개념적 설명	다음은 토론 주제와 관련된 용어의 뜻입니다. 토론을 할 때 참고해보세요.
	시각 자료	다음은 토론 주제와 관련된 동영상 목록입니다. 다음 동영상 자료를 참고해서 찬성 또는 반대의 주장에 활용해보세요.
	관련 참고 자료	다음은 토론 주제와 관련된 읽기 자료나 웹사이트 목록입니다. 여러 가지 자료를 참고해서 찬성 혹은 반대의 주장에 활용해보세요.
자기 점검적 스캐폴딩	탐색적 질문	토론 주제에서 가장 큰 문제는 무엇이라고 생각하나요? 그 문제가 생긴 이유는 무엇이라고 생각하나요?
	자기 점검적 질문	상대방 주장의 문제점을 찾아 질문했나요? 상대편이 제시한 반론에 대해 적절하게 대답하였나요?
	단서	인터넷 검색을 통해 자료 찾기 부모님이나 선생님, 관련 지식을 가지고 있는 주위 어른에게 여쭤보기

본 연구에서는 스캐폴딩 분류 중 2유형에 해당하는 자기점검적 스캐폴딩과 내용지원적 스캐폴딩 중 내용지원적 스캐폴딩에 더 초점을 두었다. 연구 중에 진행될 수업에서는 학생들에게 프로그래밍 언어를 활용해서 해결할 과제를 제시하고, 학생들은 해당 과제를 해결하기 위해 챗GPT를 사용할 수 있다. 이때 챗GPT 자체가 학생들에게 스캐폴딩의 역할을 할 수 있는데 챗GPT는 수동적으로 응답을 도출하는 도구이기 때문에 학생들이 질문하는 것 이상의 조언이나 도움을 주기 어렵다. 즉, 학생이 어떻게 질문하고 활용하느냐에 중요하기 때문에 그것을 도와줄 챗GPT 스캐폴딩 도구가 필요하다. 실험 집단에게 제공되는 챗GPT 스캐폴딩 도구는 학습자가 챗GPT를 어떻게 사용하면 더 효과적인지 알려주기 위해 챗GPT라는 도구의 특성을 안내하고 다양한 질문 예시를 포함하여 학습지 형태로 개발되었다. 따라서 챗GPT 스캐폴딩 도구는 내용지원적 스캐폴딩의 특성을 띠고 있다고 할 수 있다.

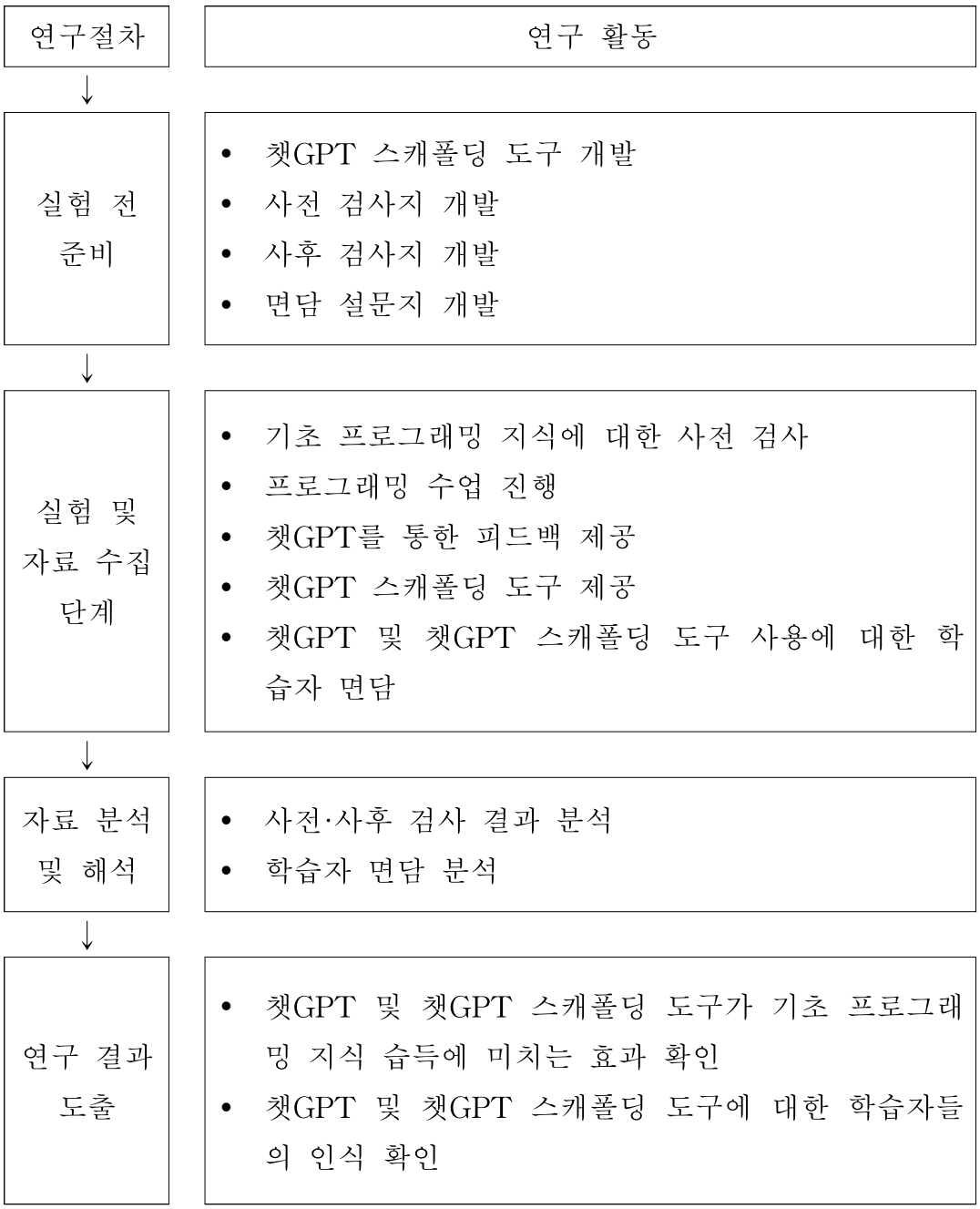
Ⅲ. 연구방법

1. 연구 참여자

본 연구의 실험에는 서울시 A 고등학교 1학년 6개 학급 172명의 학생이 참여하였으며, 이때 2개 학급은 통제 집단으로, 다른 4개 학급은 실험 집단으로 선정하였다. 이 중 사전·사후검사에 불참한 학생 15명의 결과를 제외하고 최종적으로 157명(실험 집단 105명, 통제 집단 52명)의 프로그래밍 언어 수업의 결과를 분석하였다. 이후 실험 집단의 학생 중 21명을 대상으로 챗GPT에 대한 인식과 수업에 활용했을 때의 소감 등을 알아보기 위한 면담을 실시하였다. 이때 챗GPT는 GPT-3.5 모델을 사용하고 있는 무료 버전을 사용하여 접근성을 높였고, 연구에 참여한 학생들은 대부분 챗GPT를 사용해 본 경험이 없었다.

2. 연구 절차

본 연구는 프로그래밍 언어 교육에 챗GPT와 챗GPT 스캐폴딩 도구가 미치는 영향을 확인하는 것을 목적으로 한다. 프로그래밍 언어 교육에 대한 챗GPT와 스캐폴딩 도구의 영향을 확인하기 위한 연구의 전반적인 절차를 요약하여 정리하면 아래 [그림 Ⅲ-1]과 같다.



[그림 Ⅲ-1] 연구 절차별 연구 활동

가. 실험 전 준비 단계

본 연구에서는 챗GPT와 관련된 선행 문헌과 관련 기관에서 제시한

전문가의 의견을 수렴하여 학습자들이 챗GPT를 활용할 때 참고할 챗GPT 스캐폴딩 도구를 개발하였다. 개발한 스캐폴딩 도구는 [부록 3]에 수록되어 있다. 또한 교육과정 성취기준에 근거하여 프로그래밍 지식을 평가할 수 있는 사전·사후 검사 문항을 현직 중등교사 5인의 검토를 받아 함께 개발하였다. 사전 검사 문항은 [부록 1]에 수록되어 있으며, 사후 검사 문항은 [부록 2]에 수록되어 있다.

나. 실험 및 자료 수집 단계

본 연구에서는 프로그래밍 언어 교육에 대한 챗GPT와 챗GPT 스캐폴딩 도구의 영향을 확인하기 위해 <표 Ⅲ-1>과 같이 실험을 설계하였다.

<표 Ⅲ-1> 실험 설계

집단	사전검사	실험처치	사후검사
통제 집단	O1	X1	O2
챗GPT 집단	O1	X2	O2
챗GPT 스캐폴딩 집단	O1	X3	O2

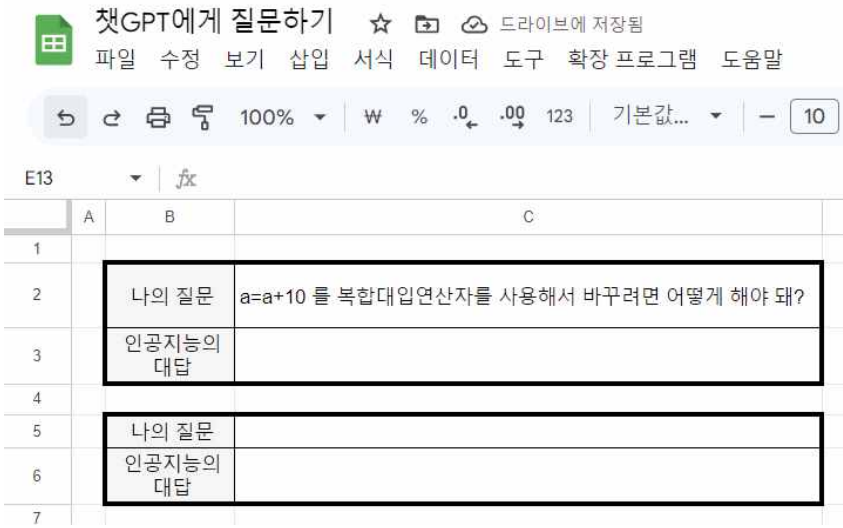
O1 : 프로그래밍 언어 지식에 관한 사전 검사
O2 : 프로그래밍 언어 지식에 관한 사후 검사
X1 : 교사가 직접 피드백을 제공함
X2 : 챗GPT를 사용해서 피드백을 제공함
X3 : 챗GPT를 사용했고, 챗GPT 스캐폴딩 도구를 제공함.

본 연구에서 설정한 독립변인은 챗GPT와 챗GPT 스캐폴딩 도구이며, 종속변인은 프로그래밍 언어 지식이다. 챗GPT를 통해 피드백을 받는 집단을 실험 집단으로, 챗GPT 대신 교사에게 직접 피드백을 제공받는 집단을 통제 집단으로 분류하였다. 그리고 두 개의 실험 집단 중 챗GPT를 사용해서 피드백을 제공 받은 집단을 '챗GPT 집단', 챗GPT를 사용하면

서 이를 위한 챗GPT 스캐폴딩 도구도 제공 받은 집단을 '챗GPT 스캐폴딩 집단'이라고 명명하였다. 이때, 챗GPT를 통해 피드백을 받았다는 것은 학습자가 프로그래밍 언어를 사용하여 문제를 해결하는 과정에서 생긴 의문이나 오류에 대해 교사가 아닌 챗GPT에게 질의한 후 답변을 받은 것을 의미한다.

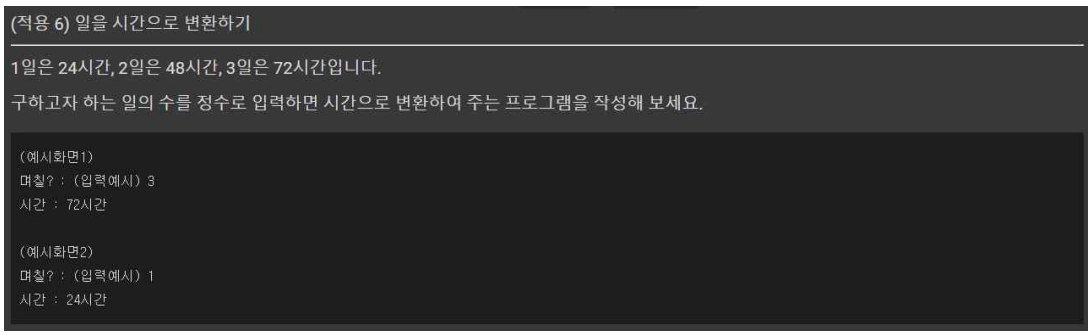
가장 먼저, 실험 연구를 위해서 프로그래밍 언어의 기초 문법에 대한 수업을 진행하였고 수업 시간에 사용된 프로그래밍 언어의 종류는 파이썬이다. 일정 기간의 수업 진행 후에 학습자들의 프로그래밍 언어에 대한 기초 지식을 평가하기 위한 사전 검사를 실시하였다. 사전 검사지는 프로그래밍 언어 문법 중 출력, 변수, 자료형 등 기초 내용을 평가하는 문항으로 구성되었다.

사후 검사를 실시하기 전, 챗GPT 집단에 해당하는 두 개 반과 챗GPT 스캐폴딩 집단에 해당되는 두 개 반, 총 네 개 반의 학생들에게 챗GPT에 대한 기본 정보를 제공하였다. 그리고 챗GPT를 통해 피드백을 받을 수 있도록 해당 언어 모델의 API를 담은 스프레드시트를 제공한 후 사용법을 안내하였다. 학습자에게 제공된 스프레드시트 예시는 [그림 Ⅲ-2]와 같다.

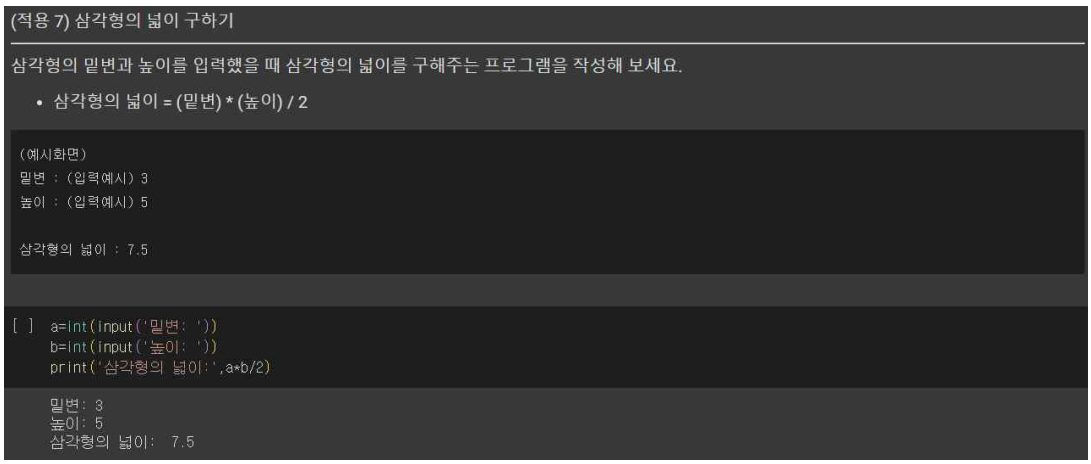


[그림 Ⅲ-2] 챗GPT API가 포함된 스프레드시트 화면

그중 챗GPT 스캐폴딩 집단에 해당하는 두 개 반의 학생들에게는 챗GPT를 활용하는 데에 부가적인 도움을 주기 위해서 챗GPT 스캐폴딩 도구를 학습지 형태로 제공하였다. 챗GPT 스캐폴딩 도구에 해당하는 학습지에는 챗GPT가 언어 모델로서 가지고 있는 특성과 좋은 질의 피드백을 받기 위해 질문 시 고려해야 하는 것에 대한 내용이 담겨있다. 그 후 세 집단 전체를 대상으로 프로그래밍 언어 수업을 추가로 실시하였고 그 과정에서 프로그래밍 언어를 활용해서 다양한 문제를 해결하도록 요구했다. 학생들이 수업 중 해결하도록 부여 받은 프로그래밍 과제와 학생이 작성한 답안의 예시는 각각 [그림 Ⅲ-3], [그림 Ⅲ-4]와 같다.



[그림 Ⅲ-3] 프로그래밍 과제의 예시



[그림 Ⅲ-4] 프로그래밍 과제와 학생이 작성한 답안의 예시

이후 사후 검사는 프로그래밍 언어 수업 이후에 얼마나 프로그래밍 언어에 대한 이해도가 향상되었는지 확인해보기 위한 문항으로 검사지를 구성하여 진행되었다. 세 집단에서의 사전검사와 사후검사의 변화를 비교하여 챗GPT 활용의 효과를 확인하고자 했다. 그리고 사후 검사가 끝난 후에 실험 집단의 학습자를 대상으로 학습자가 인식하는 챗GPT와 챗GPT 스캐폴딩 도구의 학습 효과와 유용성 등을 확인하기 위해 심층 면담을 실시하였다.

3. 연구 도구

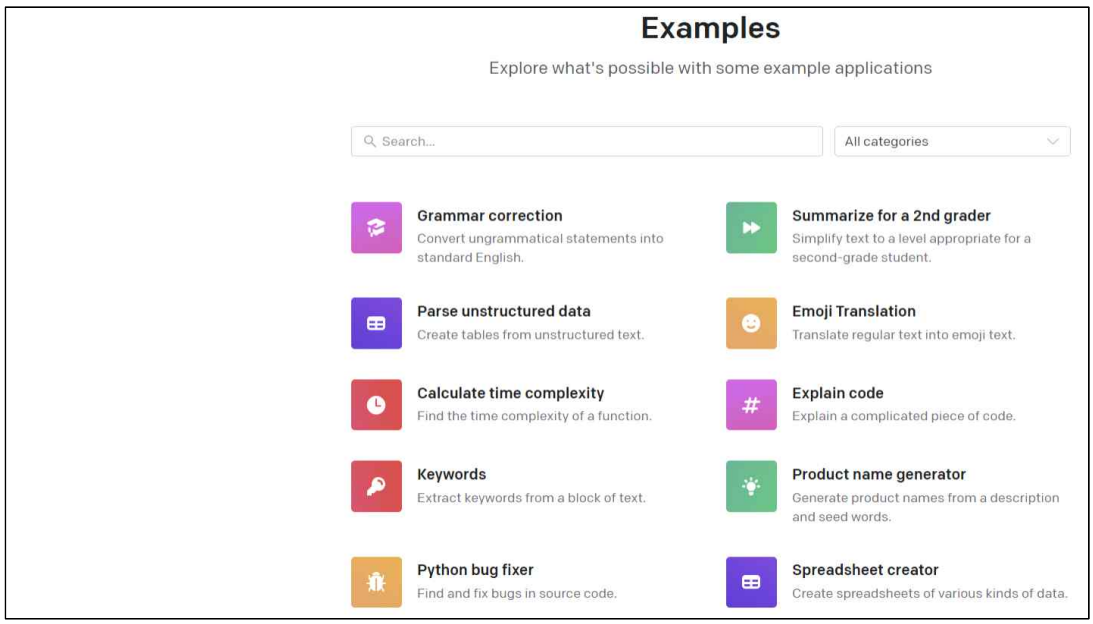
가. 사전·사후 검사 도구

고등학교 '정보' 교과와 고등학교 '프로그래밍' 교과의 성취기준을 참조하여 프로그래밍에 대한 학생들의 기본적인 이해도와 기초 문법에 대한 지식을 평가하기 위한 사전 검사지를 개발하였고, 현직 중등 교사 및 전문가의 검토를 거쳐 수정하였다. 사후 검사지도 사전 검사지와 동일하게 교육과정 성취기준을 달성했는지 평가할 수 있는 문항을 개발하였고 검사 문항은 프로그래밍 언어에 대한 지식을 활용하여 주어진 문제에 대한 답을 작성하도록 구성되었다.

나. 챗GPT 스캐폴딩 도구

챗GPT를 효과적으로 사용할 수 있게 도울 수 있는 스캐폴딩을 학습지 형태로 개발하였다. 챗GPT라는 플랫폼의 특성에 대해 안내하고 유용하게 사용하기 위해서는 어떤 질문을 던져야 하는지에 대한 다양한 예시와 방향성 등을 제시하였다. 이러한 챗GPT 스캐폴딩 도구는 '챗GPT 사용을 위한 가이드라인'이라는 제목의 학습지로 제공되었다. 챗GPT 스캐

폴딩 도구의 내용 구성은 [그림 Ⅲ-5]의 챗GPT 공식 홈페이지(https://openai.com)와 [그림 Ⅲ-6]의 성균관대학교에서 제공하고 있는 챗GPT 안내 페이지(https://chatgpt.skku.edu)를 참고하여 구성 후 교육공학 전문가와 현직 교사의 자문을 받아 수정 후 완성하였다. 스캐폴딩 도구는 [부록 3]에 수록되어 있다.



[그림 Ⅲ-5] 챗GPT 사이트에서 제공하는 질문 예시

[그림 Ⅲ-6] 성균관대학교 챗GPT 안내 페이지

다. 학습자 인식 조사 도구

1) 면담 질문지

챗GPT와 챗GPT 스캐폴딩 도구를 활용하는 과정에서 학습자가 느낀 유용성과 인식을 구체적으로 파악하고 자세한 반응을 끌어내기 위해 면담 질문지를 개발하여 활용하였다. 면담 질문지는 챗GPT의 장점, 한계점, 스캐폴딩 도구의 유용성 등을 물어보는 총 6개의 문항으로 구성되어 있으며 [부록 4]에 수록되어 있다.

4. 자료 수집 및 분석 방법

가. 자료 수집 방법

본 연구는 프로그래밍 언어 교육의 효과를 높이기 위한 방안 중 하나로 챗GPT와 챗GPT 스캐폴딩 도구의 효과를 검증하는 것을 목적으로

한다. 이를 위해 양적 자료와 질적 자료를 수집하였다.

양적 자료는 프로그래밍 언어에 대한 학습자의 기초 수준을 평가하기 위한 사전 검사지와 수 차시의 프로그래밍 언어 교육 이후에 학습자의 실력 향상도를 평가하기 위한 사후 검사지를 수집하였다. 사전 검사지와 사후 검사지의 타당성은 연구자와 현직 중등 교사 5인이 함께 검토하여 평가하였다. 평가 루브릭은 교육과정 성취기준을 달성했는지 평가하기에 적절한지, 고등학교 1학년 수준에 적합한지 등의 문항으로 구성하였다.

질적 자료는 챗GPT와 스캐폴딩 도구의 유용성에 대한 학습자의 인식을 확인하기 위한 면담을 실시한 결과를 수집하였다. 면담은 실험집단의 학생 중 21명을 대상으로 진행하였다. 면담은 1대 1 형태로 이루어졌으며 한 명당 5분 정도 진행되었다.

나. 자료 분석 방법

수집된 자료는 양적 자료와 질적 자료로 나누어 분석하였다.

양적 자료인 사전·사후 검사의 결과는 SPSS 프로그램을 활용하여 분석하였다. 집단별 교수법에 따른 사전 검사와 사후 검사의 유의미한 차이가 있는지 알아보기 위해 평균분석, 일원배치 분산분석(ANOVA), 공분산분석(ANCOVA)을 실시하였다. 프로그래밍 언어 수업을 본격적으로 시작하기에 앞서 집단 간 실력 차이가 유의미하게 있는지 확인하기 위해 사전 검사 점수를 종속변수로 설정하고 일원배치 분산분석을 실시하였다. 공분산분석은 사후 검사 점수를 종속변수로 설정하고 교수법에 따라 나눈 집단을 고정요인, 즉 독립변수로 설정하여 실시하였다. 이때, 사전 검사 점수의 영향을 배제하기 위해서 사전 검사 점수를 공변량으로 설정하였다.

질적 자료인 학습자 면담 자료의 경우, 우선 면담 자료를 텍스트로 정리한 후 면담 내용에서 학습자의 응답을 의미 단위로 분절하고 요약하였다. 이후 지속적인 검토를 통해 성격이 유사한 것들은 같은 범주로 묶고 필요시 범주를 생성 및 수정하는 과정을 진행하였다. 범주화된 면담 내

용을 분석하여 연구 문제와 관련해서 반복적으로 나타나는 주제와 핵심을 도출하였으며, 이를 통해 챗GPT와 챗GPT 스캐폴딩 도구의 유용성에 대한 학습자의 인식을 확인하였다.

Ⅳ. 연구결과

본 연구의 목적은 챗GPT와 챗GPT 스캐폴딩 도구를 활용한 교수법이 프로그래밍 언어 교육에 미치는 효과를 알아보는 것이다. 프로그래밍 언어에 대한 학습자의 기초 수준을 측정하기 위해 사전 검사를 실시하였다. 이후 통제집단과 달리 두 개의 실험집단에서는 챗GPT를 활용하되 챗GPT에 대한 스캐폴딩 도구의 제공 유무를 달리하여 수업을 진행한 후에 사후 검사를 실시하여 교수법의 효과를 점수로 확인하였다. 챗GPT와 스캐폴딩 도구가 프로그래밍 언어 교육에 미치는 효과는 공분산분석을 통하여 검증하였다.

1. 챗GPT 스캐폴딩의 교육적 효과

가. 챗GPT 스캐폴딩이 프로그래밍 언어 지식에 미치는 영향

본 연구의 목적은 챗GPT와 챗GPT 스캐폴딩 도구를 활용한 교수법이 프로그래밍 교육에 어떠한 효과를 미치는지 알아보는 것이다. 챗GPT와 스캐폴딩 도구가 프로그래밍 언어 수업에 미치는 효과를 검증하기 위해 통제집단과 실험집단을 대상으로 사전 검사와 사후 검사를 실시하였다. 먼저, 통제집단과 실험집단의 사전 검사와 사후 검사에 대한 기술통계치는 <표 Ⅳ-1>과 같다.

<표 Ⅳ-1> 프로그래밍 언어 사전·사후 검사 기술통계 결과

구분	사전 검사		사후 검사	
	평균	표준편차	평균	표준편차
통제 집단 (n=52)	4.77	4.12	6.16	6.40
챗GPT 집단 (n=53)	4.72	3.62	5.34	6.00
챗GPT 스캐폴딩 집단 (n=52)	5.15	4.52	6.40	6.28

교사의 피드백만 제공하여 수업을 진행한 집단이 통제집단이고, 챗GPT 집단과 챗GPT 스캐폴딩 집단은 실험집단에 해당한다. 실험집단의 사전 검사와 사후 검사의 평균 차이를 보면 전반적으로 사후 검사의 평균이 사전 검사에 비해 높아졌음을 알 수 있다. 통제집단의 사전 검사와 사후 검사를 비교해보면, 마찬가지로 사후 검사의 평균이 사전 검사에 비해 높아진 것을 확인할 수 있다.

챗GPT와 스캐폴딩 도구가 프로그래밍 언어 교육에 미치는 영향을 확인하기 위해서 세 개 집단의 사전 검사와 사후 검사에 대한 공분산분석을 <표 Ⅳ-2>와 같이 실시하였다.

<표 Ⅳ-2> 세 집단의 사후 검사에 대한 공분산분석 결과

원인	제곱합	자유도	평균제곱	F	유의확률
수정된 모형	2758.450	3	919.483	43.318	0.001
절편	59.389	1	59.389	2.798	0.096
사전 검사	2725.659	1	2725.659	128.410	0.001
집단	17.476	2	8.738	0.412	0.663
추정값	3247.607	153	21.226		
전체	11592.250	157			
수정된 합계	6006.057	156			

프로그래밍 언어에 대한 학습자의 기초 수준을 확인한 사전 검사의 유의확률이 0.001로 사후 검사 점수에 유의미한 영향을 미치고 있음을 알 수 있다. 따라서 사전 검사 점수를 공변량으로 설정하여 사전 검사 점수가 사후 검사 점수에 미치는 영향을 통제한 후, 챗GPT를 활용했는지와 챗GPT 스캐폴딩 도구 제공 여부에 따라 집단 간의 프로그래밍 언어에 대한 실력 향상도에 차이가 있는지 살펴보았을 때 집단 간 유의확률이 0.663으로 나타났다. 이는 각 집단에서 교수법에 따른 수업의 효과가 유의미한 차이를 보이지 않았음을 의미한다.

2. 챗GPT의 유용성에 대한 학습자의 인식

본 연구에서는 챗GPT의 유용성에 대한 학습자의 인식을 확인하기 위하여 심층 면담을 실시하였다. 챗GPT의 유용성에 대한 학습자의 면담 내용을 크게 챗GPT의 기능적 유용성의 긍정·부정적인 측면과 챗GPT의

교육적 유용성의 긍정·부정적인 측면으로 나누어 분석하였다.

가. 챗GPT의 기능적 유용성에 대한 학습자의 인식

챗GPT의 기능적 유용성에 대한 학습자의 인식을 확인하기 위하여 심층 면담을 실시하였다. 챗GPT를 활용했을 때의 장점과 한계점에 대한 응답을 통해 챗GPT의 기능적 유용성에 대한 학습자의 인식을 확인할 수 있었다. 면담 내용은 요약과 범주화를 거쳐 분석하였다.

1) 챗GPT의 장점

프로그래밍 언어 수업 상황에서 학습자가 인식한 챗GPT의 장점에 대해 심층 면담을 진행 후 분석한 결과는 <표 Ⅳ-3>과 같다.

학생들은 챗GPT를 프로그래밍 언어 수업에 활용하면서 모르는 용어나 문제에 대한 설명과 풀이를 얻을 수 있다는 점을 장점으로 꼽았다. 추상적이거나 이해가 잘 되지 않는 문제를 만났을 때 그것을 더 쉽게 설명해 줄 도구로 챗GPT를 활용하기도 했다. 그뿐만 아니라, 프로그램 코드를 실행했을 때 발생하는 오류의 원인에 대해서도 답을 얻을 수 있다는 점을 장점으로 응답했다. 발생하는 오류를 스스로 바로잡는 일은 학생들이 가장 골머리를 앓는 작업 중 하나인데 일반적인 교실 현장에서는 수많은 학생들이 한 명의 교사에게 질문하기 위해 기다리지만 챗GPT를 활용하면 학생들은 신속하고 정확한 답을 얻을 수 있는 것이다.

<표 Ⅳ-3> 챗GPT의 장점에 대한 학습자의 인식

구분	학습자 반응	세부 내용	빈도
장점	맞춤형 답변	어려운 내용을 쉽게 풀어서 설명해준다.	6
	풀이 제공	모르는 용어나 문제에 대해 자세히 설명해준다.	14
	디버깅	틀린 이유나 오류의 원인을 알려준다.	4
	신속·정확	한번에 많은 양의 답변을 신속하고 정확하게 얻을 수 있다.	2

모르는 용어를 챗GPT한테 물어보니까 답을 해줬고 왜 오류가 나는지 모르는 문제들을 물어보니까 답을 알려줘서 막혔던 문제들을 푸는데 도움을 준 것 같아요. (학생 A)

챗GPT를 사용해서 내가 어려워했던 input 명령어나 cast 등의 명령어 사용법을 제대로 사용할 수 있었어요. (학생 B)

헷갈리는 문제를 적고 질문하면 그 질문에 대한 답을 신속하고 정확하게 줘서 많은 도움이 된 것 같아요. (학생 C)

2) 챗GPT의 한계점

심층 면담을 통해 분석한 프로그래밍 언어 수업 상황에서 학습자가 인식한 챗GPT의 한계점은 <표 Ⅳ-4>와 같다.

<표 Ⅳ-4> 챗GPT의 한계점에 대한 학습자의 인식

구분	학습자 반응	세부 내용	빈도
한계점	기술적 문제	다수 동시 접속 시 오류가 자주 발생한다.	13
	실행 속도	답변을 얻기까지 시간이 꽤 소요된다.	8
	질문의 질	질문을 어떤 식으로 해야 원하는 답을 얻을 수 있는지 모르겠다.	10
	답변의 질	답변에 불필요한 정보나 어려운 용어가 포함되어 있다.	4
	문맥 파악	질문에 대해 제대로 이해하지 못할 때도 있다.	2

학생들이 챗GPT를 프로그래밍 언어 수업에 활용하면서 가장 불편하다고 느낀 것은 기술적 한계에 해당하는 접속 오류였다. 교사가 제공하는 단일 API를 활용하여 동시에 약 30명의 학생이 접속했을 경우, 원하는 답변 대신 오류 메시지를 받는 횟수가 잦았다. 평균적으로 질문을 스무 번 던졌을 때 오류가 아닌 제대로 된 답변은 한두 번 정도만 받을 수 있었다. 챗GPT에게 어떻게 질문을 해야 실효성 있는 답변을 얻을 수 있는지에 대해 고민하고 어려워하는 학생들도 많았다. 그 밖에도 답변이 필요 이상으로 많은 정보를 담고 있거나 알지 못하는 어려운 용어를 포함하고 있어 불편했다는 응답도 있었다. 마지막으로 챗GPT가 질문의 맥락에 대해 정확하게 파악하지 못할 때도 있어서 원하는 방향의 답변을 얻지 못했다고 응답한 학생도 있었다.

> 많은 사람이 이용하고 있으면 계속 결과가 오류로 나오고 그래서 다시 물어보고 하는 것을 반복하는 게 조금 불편했습니다. (학생 D)

조금 광범위하게 질문을 하면 이해를 못하는 경우도 있어서 조금 불편했고 질문을 어떤 식으로 해야 하는지 어려웠어요. (학생 E)

질문을 어떻게 해야 하는지 잘 몰랐어서 선생님께서 주신 질문 예시가 없었으면 사용하기 어려웠을 것 같아요. (학생 E)

챗GPT의 답변에 제가 배우지 않은 전문 용어들이 나오면 오히려 헷갈리고 내가 무엇을 잘못 입력했나 고민하게 돼요. (학생 E)

나. 챗GPT의 교육적 유용성에 대한 학습자의 인식

통계적으로는 챗GPT를 활용한 수업의 효과가 잘 드러나지 않았지만, 챗GPT를 활용하면서 학습자가 인식한 챗GPT의 교육적 효과에 대해 알아보기 위해서 심층 면담을 진행하였다. 챗GPT를 통해 프로그래밍 언어 지식을 실질적으로 습득했다고 생각하는지에 대해 물어보았고 이에 대한 긍정적인 응답과 부정적인 응답을 분류하여 분석한 결과는 <표 Ⅳ-5>과 같다.

<표 Ⅳ-5> 챗GPT의 교육적 효과에 대한 학습자의 인식

구분	학습자 반응	세부 내용	빈도
효과성	긍정적	챗GPT를 통해 명령어의 응용을 배울 수 있었다.	3
		챗GPT를 통해 몰랐던 개념에 대해 배울 수 있었다.	3
		모르는 문제를 해결하는 방식을 알려주어 실력이 늘었다고 생각한다.	4
		챗GPT의 즉각적인 피드백으로 인해 학습에 도움을 받은 것 같다.	2
		챗GPT가 오류의 원인과 설명을 알려주어 도움이 된 것 같다.	2
		챗GPT라는 도구에 흥미를 느껴 집중이 더 잘 되었다.	2
	부정적	챗GPT가 알려주는 내용에 대해 개인적인 반복 학습이 필요하다.	4
		학습자는 챗GPT가 알려주는 내용을 베껴 쓸 뿐이라 실력이 늘기 어렵다.	6
		챗GPT에게 받은 도움만으로 실력 향상이 되었다고 하기 어렵다.	2

챗GPT가 프로그래밍 언어를 익히거나 실질적인 실력 향상에 도움을 주었다고 긍정적으로 응답한 학생들은 주로 새로운 지식이나 방식을 제시한다는 것에 초점을 맞춰서 이야기하였다. 스스로는 생각하지 못했지만 챗GPT가 제시해주는 명령어를 응용하는 새로운 방식이나 문제를 해

결하는 또 다른 방식을 통해 지식의 폭이 넓어졌다는 의견이다. 또한, 챗GPT를 통해 즉각적인 피드백을 받을 수 있어 학습에 도움이 됐다고 응답한 학습자도 있었다. 그 밖에도 챗GPT를 처음 접하는 학습자가 많아 여러 질문에 비교적 정확하게 답을 주는 인공지능 도구 자체에 흥미를 느껴 학습 효과가 있었던 것 같다는 응답도 있었다.

> 오류의 원인을 찾아주고 그에 따른 부가적인 설명도 해주니까 수업 시간에 배운 내용을 한 번 더 상기시켜주는 것 같았습니다. (학생 H)

> 대답을 하는 인공지능 시스템이 신기하고 흥미로워서 집중이 더 잘 되었고 얻은 답이 더욱 기억에 잘 남은 것 같아요. (학생 I)

챗GPT가 프로그래밍 언어에 대한 지식을 습득하는 데 실질적으로 효과적이지 않았다고 응답한 학생들도 있었다. 챗GPT는 질문에 대한 답을 바로 제시하기 때문에 학습자가 그것에 단순히 의존하게 될 가능성이 높고, 출력된 답변을 그대로 적용하는 것으로는 실질적인 학습이 되지 않을 것 같다는 의견이다. 챗GPT의 답변은 학습자의 지식이 아니기 때문에 자기주도적 학습을 통해 학생 자신의 고유한 지식으로 만들 필요가 있을 것 같다고 응답했다.

> 어려운 부분을 알려준다고 해도 그 뜻을 제대로 모르면 일회용이 되기 때문에 어려운 부분에 대해 스스로 반복학습 하는 게 필요할 것 같아요. (학생 J)

> 물어본 것에 대한 대답을 제가 그대로 베껴 쓰기만 하기 때문에 실제로 실력이 늘었다고 생각하지는 않습니다. (학생 K)

> 혼자서 생각하지도 않고, 학습지를 찾아보지도 않고 무작정 챗GPT부터 사용할 것 같고 그러면 오히려 수업을 잘 안 들을 것 같아요. (학생 L)

챗GPT는 질문만 하면 모든 답을 내주기 때문에 선생님이 내주시는 예제 같은 걸 풀어도 평소 수업을 얼마나 열심히 들었는지 확인하기 어려울 것 같다는 생각도 했습니다. (학생 M)

챗GPT의 교육적 유용성에 대한 인식에서 더 나아가서, 앞으로도 프로그래밍 언어 수업 때 챗GPT를 활용하고 싶은지에 대한 심층 면담을 진행하였다. 그에 따른 결과 중, 학습자의 긍정적인 응답은 <표 Ⅳ-6>에, 학습자의 부정적인 응답은 <표 Ⅳ-7>에 분석하여 정리하였다.

<표 Ⅳ-6> 챗GPT 활용 의향에 대한 긍정적 응답

구분	학습자 반응	세부 내용	빈도
활용 의향	보조 도구	선생님이 바쁘실 때 빠른 피드백을 받을 수 있는 도구로 적절한 것 같다.	12
		어려운 부분을 스스로 학습할 때 챗GPT의 도움을 받고 싶다.	2
		수업 시간에 배운 내용 외에 생기는 궁금증에 대해 챗GPT의 도움을 받고 싶다.	2
		자료를 찾아볼 때 시간을 절약할 수 있을 것 같아서 사용하고 싶다.	2
	심리적 부담감 해소	질문하거나 모른다는 사실을 알리는 것이 부끄러울 때 사용하면 좋을 것 같다.	2
	흥미 유발	인공지능 챗봇이라는 도구 자체가 주는 즐거움으로 인해 사용하고 싶다.	6

<표 Ⅳ-7> 챗GPT 활용 의향에 대한 부정적 응답

구분	학습자 반응	세부 내용	빈도
활용 의향	의존 지양	챗GPT에 의존하게 될 것 같아서 매시간 쓰는 것은 지양하고 싶다.	3
	학습 효과	챗GPT는 답변을 제시하기 때문에 학습을 위해선 사용하지 않는 것이 좋을 것 같다.	2
	기술적 문제	기술적인 문제로 오류가 자주 발생하여 사용하기 어려울 것 같다.	2

프로그래밍 언어 수업에서 앞으로 챗GPT를 활용할 의향이 있는지 물어봤을 때 다수의 학습자가 긍정적인 응답을 주었다. 가장 대표적인 이유로는 한 명의 교사가 한 차시의 수업 안에 모든 학생들에게 피드백을 주기 어렵기 때문에 교사를 보조할 도구로 챗GPT를 사용하면 교사를 기다리는 시간을 단축할 수 있다는 것이다. 수업 시간에 배운 내용뿐만 아니라 수업을 들으며 생긴 그 외의 다양한 의문도 챗GPT를 통해 해결하거나 자기주도적 학습을 할 때의 도구로 활용해보고 싶다는 응답도 있었다. 그리고 챗GPT가 제공하는 효율성에 주목한 면담자도 있었다. 찾고자 하는 자료나 정보가 있을 때, 챗GPT에게 물어보면 빠르게 자료를 찾아주기 때문에 시간을 절약할 수 있을 것 같아서 앞으로도 이용하고 싶다는 의견이었다. 또한 질문하거나 모른다는 사실을 알리는 것을 부끄러워하는 학습자들은 챗GPT를 활용하면 심리적 부담감의 제약을 받지 않고 궁금증을 해소할 수 있을 것 같아 계속 사용하고 싶다고 답하였다. 마지막으로 챗GPT라는 인공지능 챗봇과 질의응답을 주고받는 행위 자체에 큰 즐거움과 흥미를 느껴 앞으로도 사용하고 싶다는 응답도 있었다.

선생님께서 여러 명을 봐주시기 어려울 때 챗GPT를 쓰면 유용하고

빠르게 알 수 있을 것 같아요. (학생 N)

챗GPT를 쓰면 선생님한테 물어보지 않아도 돼서 이런 쉬운 문제를 틀린다는 불안함을 가지지 않을 수 있으니 좀 좋은 것 같아요. 부끄러워서 질문 못하고 모르는 문제를 그냥 넘어가는 애들이 있을 텐데 그런 문제를 챗GPT가 바로 알려주니 좋은 것 같아요. (학생 O)

챗GPT에게 답변을 받는 게 정말 신기하고 답을 받았을 때 재밌어요. 앞으로도 종종 사용하면 수업이 더욱 재밌어질 것 같아요. (학생 P)

제가 직접 찾아보는 데에 시간을 쓰지 않더라도 챗GPT를 통해서 정보를 빠르게 찾고 싶어요. (학생 P)

물론, 챗GPT를 앞으로도 학습을 위해 활용하는 것에 대해 긍정적이지 않은 반응을 보인 학습자도 있었다. 가장 대표적인 이유로는 챗GPT를 사용하게 되면 스스로 생각하려고 애쓰기보다는 챗GPT를 통해 손쉽게 결과를 도출하려고 하는 등 도구에 의존하게 될 것 같기 때문이었다. 이러한 맥락의 연장선으로, 챗GPT는 질문에 대한 완성된 답변을 제공하기 때문에 챗GPT를 활용하여 학습할 경우 실제로 지식을 습득한 정도에 대해 제대로 평가할 수 없게 될 것이라는 의견도 있었다. 마지막으로 수업 중 챗GPT를 사용하면서 겪었던 다양한 기술적인 문제로 인해 앞으로는 사용하고 싶지 않다는 응답이 있었다.

가끔씩은 쓰고 싶지만 매시간 쓰고 싶지는 않아요. 매시간 쓰다보면 혼자서 생각하지도 않고, 학습지도 찾아보지 않고 무작정 챗GPT만 사용할 것 같아서요. (학생 P)

챗GPT를 사용하면 모르던 문제도 풀 수 있게 되지만, 그러면 챗GPT에 너무 의존하게 돼서 수업을 잘 안 들을 것 같아요. (학생 P)

> 챗GPT는 질문만 하면 모든 답을 내주기 때문에 평소에 수업을 얼마나 열심히 들었나 평가하기 어려워질 것 같다는 생각도 했습니다. (학생 P)

이처럼 다양한 면담 내용을 통해 많은 학습자가 챗GPT의 교육적 효과에 대해 긍정적으로 인식하고 있음을 확인하였다. 또한 챗GPT를 앞으로도 프로그래밍 수업에서 사용해보고 싶다는 의견이 많았다. 이를 통해 학습자가 느끼는 긍정적인 학습 효과가 어느 정도 있었다는 추측을 할 수 있다. 물론, 챗GPT가 주는 교육적 효과에 대해 부정적인 응답도 있었기 때문에 학습자의 부정적 반응을 참고하여 챗GPT를 활용했을 때의 학습 효과를 극대화할 수 있는 방안을 모색할 필요가 있다.

3. 챗GPT 스캐폴딩 도구에 대한 학습자의 인식

가. 챗GPT 스캐폴딩 도구의 유용성

학습자가 인식한 챗GPT 스캐폴딩 도구의 유용성에 대해 심층 면담을 진행한 결과는 <표 Ⅳ-8>와 같다.

<표 Ⅳ-8> 스캐폴딩 도구의 유용성에 대한 학습자의 인식

구분	학습자 반응	세부 내용	빈도
유용성	질문의 방향	어떤 식으로 질문해야 원하는 답을 얻을 수 있는지 알게 되었다.	14
	질문의 특징	구체적이고 정확하게 질문해야 한다는 것을 알게 되었다.	8
	활용 방안	제시된 질문 사례를 통해 챗GPT가 어떻게 활용되는지 참고할 수 있었다.	6

실험 집단 중 챗GPT 스캐폴딩 도구를 제공 받은 학생들은 챗GPT를 프로그래밍 언어 수업에 활용할 때에 스캐폴딩 도구의 도움을 받았다고 이야기했다. 구체적으로는, 스캐폴딩 도구에 해당하는 학습지에 제시되어 있던 다양한 질문-응답 사례를 통해 챗GPT가 어떤 질문에 최적화되어 있는지 알 수 있었다는 응답이 있었다. 또한 스캐폴딩 도구에 쓰여있던 질문 예시를 참고해서 변형하여 질문을 한 학습자도 많았다. 이 밖에도 많은 학습자들이 스캐폴딩 도구를 통해 구체적으로 어떻게 질문을 해야 원하는 방향의 답변을 얻을 수 있는지, 어떤 내용을 담아 질문해야 하는지 등을 알게 되었다고 응답했다.

> 학습지를 참고해서 다시 더 쉽게 알려달라는 내용을 추가해 질문하는 등 여러 번 내용을 추가했더니 질문하면 원하는 답변을 얻을 수 있었던 것 같습니다. (학생 F)

> 최대한 구체적으로 어떤 부분에서 잘 안 되는지를 정확하게 적었을 때 원하는 대답을 얻을 수 있다는 것을 학습지에 쓰여있는 설명과 예시를 통해 알게 되었어요. (학생 G)

> 선생님이 주신 학습지 덕분에 질문을 하기 위해 어떤 식으로 써야

하는지 파악한 것 같아서 도움이 됐어요. (학생 G)

이러한 학습자의 응답 내용은 실제 학생들이 챗GPT와 주고받은 질문, 즉 프롬프트를 통해서도 확인할 수 있었다. <표 Ⅳ-9>은 챗GPT 스캐폴딩 도구를 제공 받지 않은 실험 집단의 학생들이 챗GPT에게 던진 질문 중 일부이다.

<표 Ⅳ-9> 스캐폴딩 도구가 없는 학습자의 질문

연번	학습자의 질문
1	정수 입력하는 코드가 뭐지
2	Input을 이용해서 숫자를 넣었는데 덧셈 계산이 안 돼. 이럴 땐 어떻게 해야 돼?
3	파이썬에서 일을 시간으로 변환해줘.
4	정수 2개를 입력받아 두 정수의 합을 출력하는 프로그램 코드
5	인간에 대한 네 생각을 얘기해봐

1번과 2번 질문을 통해서 알 수 있듯이, 챗GPT에게 질문을 할 때 어떻게 해야 원하는 방향의 답변을 받을 수 있는지 모르는 학생들이 많았다. 챗GPT는 언어 모델에 기반한 인공지능이기 때문에 우리가 처해 있는 상황적 맥락까지 파악할 수 없다. 따라서 구체적으로 답변에 포함되었으면 하는 조건을 덧붙여야지만 챗GPT가 사용자에게 필요한 답변을 줄 수 있다. 그 밖에도 4번 질문처럼 교사가 제시한 과제의 발문을 그대로 복사하여 붙여넣은 후 질문하는 학생들도 적지 않게 볼 수 있었다. 이와 같은 방식으로 질문한 학생들 중 구체적인 조건을 포함하지 않은 학생은 정답을 얻을 수는 있었지만, 되려 수업 시간에 배우지 않은 내용의 개념이나 명령어가 포함된 답변을 얻어 오히려 더 혼란스러워하기도

했다. 마지막으로 5번 질문과 같이 수업과 전혀 무관한 질문을 챗GPT에게 던지는 학생들도 굉장히 많았다. 인공지능 챗봇이라는 새로운 도구가 주어졌을 때 학습자가 흥미를 느낄 수 있기 때문에 좋기도 하지만, 한편으로는 도구에 대해 느끼는 흥미가 학습해야 하는 내용과 주객전도될 수 있다는 것에 대해 생각해볼 수 있다.

<표 Ⅳ-10> 스캐폴딩 도구가 있는 학습자의 질문

연번	학습자의 질문
1	파이썬에서 float는 무엇을 의미하는 거야?
2	파이썬에서 print('a'+10)을 실행했더니 오류가 났어. 왜 그런 거야?
3	파이썬에서 문자 a를 정수로 바꾸기 위해서는 어떻게 해야 해?
4	변수 a를 어떻게 선언하니?
5	파이썬 프로그래밍에서 줄 바꾸려면 어떻게 해야 해?
6	파이썬에서 연산자 뒤에 '시간'이라는 글자를 같이 출력하고 싶으면 어떻게 써야 돼?
7	파이썬에서 두 가지 이상의 상수를 나열해서 출력할 때는 어떤 기호를 써?

<표 Ⅳ-10>은 챗GPT 스캐폴딩 도구를 제공 받은 실험 집단의 학생들이 챗GPT에게 던진 질문 중 일부이다. 1번 질문은 사용자가 원하는 답변을 얻기 위해 필요한 조건을 구체적으로 명시한 상황에 해당한다. 'float'라는 단어는 비단 파이썬 프로그래밍 언어에서만 쓰이는 단어가 아

니기 때문에 질문을 할 때는 어떤 분야에서의 정의가 궁금한 것인지 덧붙일 필요가 있다. 이는 챗GPT 스캐폴딩 도구의 유용성에 대한 학습자의 반응 중 '구체적으로 어떤 부분에서 잘 안 되는지를 정확하게 적었을 때 원하는 대답을 얻을 수 있다는 것을 알게 되었다.'고 응답한 내용과 유사하다. 2번과 3번 질문은 스캐폴딩 도구에 해당하는 학습지에 적혀 있던 예시 질문을 활용하여 실제로 해결해야 하는 과제에 관한 질문을 한 경우에 해당한다. 스캐폴딩 도구를 통해 질문의 방향성에 대한 틀을 잡고 구체적인 내용은 수정하여 질문한 학생도 많았다. 4번, 5번, 6번 질문은 챗GPT 스캐폴딩 도구를 제공받지 않은 실험 집단의 학습자와 달리, 챗GPT에게 적절한 질문을 던져 잘 활용한 사례 중 하나이다. 교사가 제시한 문제를 해결하기 위해서 학습자가 알아야 하는 개념이나, 스스로 풀어보다가 막힌 부분에 있어서 챗GPT의 도움을 받았다. 물론 7번 질문의 경우와 같이 교사가 제공한 챗GPT 스캐폴딩 도구에 있던 질문 예시를 그대로 가져다가 작성한 경우도 종종 볼 수 있었다.

이처럼 챗GPT를 효과적인 방향으로 사용할 수 있도록 돕는 스캐폴딩 도구가 제공되었을 때, 스캐폴딩 도구를 제공 받지 못한 실험 집단의 학생들로부터 발견할 수 있었던 부족한 프롬프트가 어느 정도 개선이 되었다는 것을 확인할 수 있었다.

Ⅴ. 논의 및 결론

1. 논의

가. 프로그래밍 언어 수업에서 챗GPT의 효과

프로그래밍 언어 수업에서 챗GPT를 활용한 집단과 챗GPT 스캐폴딩 도구를 활용한 집단과 통제집단의 사전 검사와 사후 검사를 비교해보았을 때, 세 집단 간에 통계적으로 유의미한 차이는 나타나지 않았다. 실험 전후에 진행한 사전·사후 검사 결과에 대한 공분산분석을 실시했을 때 실험 집단에서 사용한 챗GPT와 챗GPT 스캐폴딩 도구가 프로그래밍 언어 학습에 미치는 효과가 전반적으로 미미한 것으로 나타났다.

통계적으로 유의미한 연구 결과가 나타나지 않았기 때문에 챗GPT가 프로그래밍 언어 수업에 큰 효과를 미치지 않는 것처럼 보일 수 있다. 이는 챗GPT의 교육적 활용 가능성에 대해 많은 교육 전문가들이 긍정적으로 평가했다던 선행연구(신동광 외, 2023)의 내용과 일치하지 않는다. 이러한 결과가 나타난 이유는 다음과 같이 추정될 수 있다. 본 연구에서 챗GPT와 챗GPT 스캐폴딩 도구가 짧은 차시 동안 활용되었기 때문에 학습자가 충분히 그 효과를 보지 못하여 이와 같은 결과가 도출되었을 가능성이 있다. 새로운 도구를 접하고 그것에 적응하고 익히는 데에만 해도 많은 시간이 필요했을 것이고 더 나아가 학습자가 자신의 의도에 맞게 활용하기는 더더욱 쉽지 않았을 것이다. 따라서 챗GPT와 스캐폴딩 도구의 효과가 제대로 나타나지 못했을 가능성이 있다. 또한, 챗GPT의 기술적 한계로 인해 학습자가 도구를 충분히 경험하기 어려웠을 것이다. 챗GPT를 사용할 수 있는 홈페이지는 동일한 네트워크 환경에서 여러 학습자가 동시에 해당 웹사이트에 접속하게 되면 로그인 과정에서 오류가 발생하는 경향이 있어 학생들이 질문을 시도조차 하기 어려운 환

경이었다. 그 대안으로 챗GPT의 API를 스프레드시트에 심어 학생들이 로그인을 하지 않더라도 곧바로 스프레드시트에 질문을 던져 답을 얻을 수 있게 배포하였지만, 역시나 한꺼번에 많은 학습자가 동일한 API를 사용하여 동시에 질문을 던지게 되면 답변에 오류가 발생하는 현상이 대거 나타났다. 평균적으로 인당 질문 횟수 20번당 약 한 번 정도만 정상적인 답변을 얻을 수 있었다. 이는 챗GPT의 한계점에 대한 학습자의 인식을 알아보기 위한 심층 면담에서 나온 응답 내용 중 하나이기도 하다. 다수의 사람이 동시에 접속하게 되면 오류가 발생해서 불편을 겪었다는 응답이 많았다. 따라서, 학습자와 챗GPT가 충분히 질문과 답변을 주고받기 어려운 상황이었으므로 이와 같은 실험 결과가 도출되었을 가능성이 있다.

이러한 요인으로 인해 통계적으로는 세 집단 간에 유의미한 결과가 나타나지 않았다 하더라도, 프로그래밍 언어 수업에서 챗GPT의 효과를 학습자는 어떻게 느끼는지에 대한 심층 면담의 응답 내용을 다각적으로 살펴본 결과는 다음과 같다. 가장 먼저, 챗GPT가 학습자들이 각자의 학습 속도에 맞춰 피드백을 받을 수 있게 하고, 어려운 문제나 내용을 쉽게 풀어서 설명해주거나 오류의 원인을 알려주는 등 보조 교사로써의 역할을 충실히 해낸다는 장점을 학습자들이 인식하고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 더 나아가, 손을 들어 질문하는 것을 어려워하는 학생들은 챗GPT를 계속해서 사용하고 싶다는 의견을 내비쳤고 그 외의 학생들도 질문을 하기 위해 교사를 기다려야 할 때 유용할 것 같다고 응답했다. 이는 곧 개인화된 맞춤형 교육 환경을 현실화하는 데에 챗GPT가 그 역할을 할 가능성이 있다는 선행연구(Jarvis, 2023; Kasneci et al., 2023)의 내용과 일맥상통한다. 또한, 챗GPT의 유용성에 대해 알아보기 위해 챗GPT의 장점에 대한 학습자의 인식을 심층 면담을 통해 확인했을 때 모르는 용어나 문제에 대해 구체적으로 설명해주거나 오류의 원인을 짚어주는 것이 좋았다는 응답이 많았다. 챗GPT는 다양한 지식 분야에서 상세한 응답과 정교한 답변이 가능하고, 뛰어난 문맥 이해 능력을 가지고 있기 때문에(박수정, 최은실, 2023) 학생들이 학습 중에 겪을 수 있는 다

양한 장벽에 대한 답답함을 해소해줄 수 있는 것이다. 이는 분명 챗GPT가 가지고 있는 장점 중 하나이며 교육 현장에서 유용하게 쓰일 수 있는 이유이기도 하다. 그러나, 이러한 장점이 상황에 따라서는 단점이 될 수도 있다. 프로그래밍 언어 교육의 목표는 프로그래밍 언어를 활용하여 문제 해결을 위한 방법을 표현하고 구현하는 데에 있다. 따라서 프로그래밍 언어 수업은 궁극적으로 학생별로 많은 양의 산출물이 만들어지게 된다. 질의자가 원하는 산출물을 생성하는 능력이 우수하다는 챗GPT의 특성은, 답이 정해져 있지 않은 개방형 문제에는 도움이 될 수 있다. 예를 들어 챗GPT를 활용하여 작문을 할 때에는 오히려 초고에 대한 도움을 받을 수 있을 뿐만 아니라 챗GPT가 제시한 글을 메타적으로 점검하며 조정해나갈 기회를 부여받을 수 있다(장성민, 2023). 챗GPT가 짜깁기하여 제시하는 문장을 학습자가 참고하고 응용하여 자신만의 또 다른 문장을 만들어낼 수 있는 여지가 있기 때문이다. 그러나, 답이 어느 정도 정해져 있는 산출물을 생성하는 일에 대해 챗GPT의 도움을 받는다면 오히려 학생들이 직접 답에 대해 고민해볼 시간과 경로를 차단해버릴 가능성이 있다. 또한, 오류가 발생하더라도 스스로 고민해보기보다는 챗GPT에 의존할 가능성이 있다. 문제를 해결하기 위한 과정에서 겪는 시행착오를 직접 경험하고 고민해 볼 기회를 박탈 당할 수 있는 것이다(장성민, 2023). 이는 챗GPT의 학습 효과에 대한 학습자의 인식을 알아보기 위한 심층 면담에서 나온 응답 내용과 유사하다. 실제로 수업 중에 많은 하위권 학생들이 챗GPT의 답변을 그대로 옮겨 적으며 산출물을 완성하는 데에는 성공했지만 정작 사후 검사 결과에서는 통제 집단과 비교했을 때 그 효과가 뚜렷하게 나타나지 않았다는 점에서 이러한 문제가 드러났다고 볼 수 있다. 따라서 챗GPT가 어떤 분야에서 활용되었을 때 더 가치가 있는지, 혹은 챗GPT를 더 가치 있게 활용하기 위해서는 어떤 것들이 전제되어야 하는지 고민해볼 필요가 있다.

나. 프로그래밍 언어 수업에서 챗GPT 스캐폴딩의 효과

본 연구에서는 실험 집단의 학습자에게 챗GPT를 보다 더 효과적으로 활용할 수 있도록 돕는 스캐폴딩을 제공하고자 챗GPT의 특성과 다양한 활용 예시가 담긴 지침서, 즉 스캐폴딩 도구를 학습지 형태로 개발하였다. 그리고 실험 집단에 해당하는 네 개 반 중 두 개 반 학생들에게만 배포하였다. 사후 검사까지 마치고 나서 진행한 심층 면담을 통해 챗GPT를 사용하면서 어려웠던 점에 대한 학습자의 응답을 살펴보았을 때 챗GPT 스캐폴딩 도구를 제공 받지 못한 학생 중 영양가 있는 답변을 얻기 위해서 어떤 방식으로 질문을 하는 게 좋을지 고민되었다는 응답을 발견할 수 있었다. 반대로 챗GPT 스캐폴딩 도구를 제공 받은 집단의 학생들에게 챗GPT를 사용하는 데에 도움이 되었는지에 대한 면담을 실시했을 때 스캐폴딩 도구를 통해 다양한 활용 예시와 질문의 방향성에 대해 알게 되었고 챗GPT 사용에 도움이 되었다는 긍정적인 응답들이 있었다. 이는 스캐폴딩이 새로운 영역을 만난 학습자의 이해와 과제 수행을 도울 수 있다는 주장과 일치한다(Huang, 2019). 그리고 실제로 학습자가 챗GPT에 던진 프롬프트를 확인해보았을 때, 스캐폴딩 도구를 제공받지 않은 학습자에서 찾을 수 있었던 문제점들이 스캐폴딩 도구를 제공받은 학습자에서는 일부 개선된 것을 확인할 수 있었다. 이는 학습자가 챗GPT라는 낯선 도구를 처음 접했을 때 겪을 수 있는 문제나 어려움을 어느 정도 해소해주는 역할을 했다고 해석할 수 있다.

물론 실제 사후 검사 점수를 분석했을 때는 유의미한 결과가 나오지 않았기 때문에 모든 학생들에게 챗GPT 스캐폴딩 도구가 의미 있었다고 보기는 어렵다. 이러한 결과가 나온 원인 중 하나를 학생들의 스프레드시트 속에서 찾아볼 수 있었다. 챗GPT의 용이한 사용을 위해 챗GPT의 API를 스프레드시트에 심어 학습자별로 제공되었다. 수업 후에 학생들이 사용한 스프레드시트 속 질문 내용을 검토해보았더니 많은 학생들이 스캐폴딩 도구에 나와 있는 예시를 거의 그대로 사용해보거나 일부는 수업과 전혀 다른 내용의 질문을 단순히 놀이의 목적으로 챗GPT에게 던졌

다는 것을 확인할 수 있었다. 실제로 수업을 진행할 때에도 개인적인 질문이나 허무맹랑한 질문을 던지며 장난치는 모습을 학생들 사이에서 자주 포착하였다. 이는 챗GPT라는 새로운 인공지능 도구를 경험한 학습자가 흥미를 느끼는 과정에서, 학습자의 관심이 수업 내용이 아니라 도구 활용에 더 초점이 맞춰져 일어난 행동으로 해석할 수 있다. 혹은 McKenzie(1999)가 제시한 스캐폴딩의 다양한 특성을 충분히 반영하지 못한 스캐폴딩 도구가 개발되었다고도 해석할 수 있다. 개발된 스캐폴딩 도구를 통해 확실한 방향을 제공하거나 목표를 명확하게 하는 데에 실패했거나, 학습자들의 챗GPT를 통해 문제를 해결하는 과정에서의 이탈을 막지 못한 것이다. 따라서 이를 방지하기 위해서는 챗GPT 스캐폴딩 도구를 사용한 학습자의 피드백을 받은 후, 수정 및 보완을 거쳐 더 효과적인 스캐폴딩 도구를 개발하여 실험에 적용해볼 필요도 있다. 또한, 챗GPT 스캐폴딩 도구의 유용성에 대한 학습자의 인식을 알아보기 위해 진행한 심층 면담에서 스캐폴딩 도구가 도움이 되었고 덕분에 챗GPT를 더 잘 활용할 수 있었다고 응답한 내용을 무조건 맹신할 수는 없다. 이러한 응답은 챗GPT에게 질문을 던졌을 때 끊임없이 발생하는 오류로 인해 아주 간헐적으로만 답변을 얻을 수 있었던, 즉 챗GPT와 충분히 질의를 주고받지 못한 경험에서 비롯된 학습자의 오해일 가능성도 배제할 수 없다. 이를 해소하기 위해서는 조금 더 장기간 실험을 진행하며 학생들이 도구에 익숙해질 수 있도록 할 필요가 있다. 학습자가 챗GPT를 더 이상 새로운 도구라고 인식하지 않게 되는 그 이후의 시점까지의 효과를 본다면 더 의미 있는 연구 결과가 도출될 가능성이 있다.

2. 결론 및 제언

본 연구는 챗GPT와 챗GPT 스캐폴딩 도구가 프로그래밍 언어 수업에 미치는 효과를 확인하는 것을 목적으로 실시하였다. 본 연구에서는 총 157명의 고등학생을 통제집단, 챗GPT 집단, 챗GPT 스캐폴딩 집단으로 나누어 프로그래밍 언어에 대한 기초 교육을 실시하고 사전 검사를 실시

하였다. 그 후 프로그래밍 언어 수업을 수 차시 진행하는 과정에서 챗GPT 집단과 챗GPT 스캐폴딩 집단은 챗GPT를 활용하여 개별적인 피드백을 받을 수 있도록 하였고 그중 챗GPT 스캐폴딩 집단에는 스캐폴딩 도구를 추가로 제공하였다. 마지막으로 수업을 모두 마친 뒤 프로그래밍 언어에 대한 학습자의 실력 향상을 검증하기 위해 사후 검사를 실시하였다. 양적 연구를 통해 세 집단 간의 사전 검사와 사후 검사의 평균 및 표준편차의 변화를 비교해보았을 때, 프로그래밍 언어 지식이 전체적으로 향상된 것으로 나타났다. 그러나 챗GPT 스캐폴딩에 따른 세 집단 간의 프로그래밍 언어 지식의 차이를 통계적으로 분석했을 때 유의미한 결과를 도출하지 못했다. 그럼에도 본 연구가 남기는 시사점은 다음과 같다.

본 연구는 프로그래밍 언어 학습이 이루어지는 수업 현장에서 학생의 학습을 돕기 위해 챗GPT를 실제로 활용해보았으며 이를 통해 챗GPT를 활용한 개별화 교육의 가능성을 엿보았다는 데에 의의가 있다. 많은 학습자가 심층 면담을 통해 챗GPT가 학습에 주는 효과를 긍정적으로 인식하고 있다는 것을 확인했기 때문에, 챗GPT를 포함한 다양한 고도화된 인공지능 챗봇 혹은 비서들이 개별화된 학습을 도울 수 있는 효과적인 방안이 마련될 것으로 기대된다. 챗GPT가 아니더라도 학습자의 개별화된 학습을 지원할 수 있는 다양한 챗봇이나 온라인 도구들이 많이 개발되고 있기 때문에 앞으로 교육 현장에서 인공지능이나 에듀테크 도구의 활용은 확대될 것으로 보인다. 획일화가 아닌 개별화 교육을 바라보고 있는 현시점의 교육은 다양한 인공지능 도구를 적극적으로 활용하는 것을 시도할 필요가 있다. 또한, 본 연구는 챗GPT의 활용을 용이하게 하기 위한 방안으로 스캐폴딩 도구를 제시했다는 점에서 의의를 갖는다. 학습자의 면담 내용을 통해 본 연구에서 개발한 스캐폴딩 도구가 챗GPT를 보다 효과적으로 사용하는 데에 기여했다는 것을 확인할 수 있었다. 그러나 여러 가지 한계점으로 인해 통계적으로 유의미한 결과가 나오지 않았기 때문에 챗GPT가 학습에 사용될 때 발생할 수 있는 다양한 변인을 통제하고 교육적 효과를 더 높일 수 있는 방안을 마련할 필요

가 있다. 물론 현재 학교 현장에서는 인공지능 챗봇이 가져올 수 있는 개인정보 유출 문제와 같은 보안 이슈로 인해 수업 상황 속에서 적극적으로 활용하는 것은 조심스러워 하고 있다. 따라서 인공지능 챗봇의 보안 정책을 강화하여 학생들의 개인정보를 보호하고, 보다 윤리적으로 활용될 수 있는 방안을 마련하여 수업에서 학습자가 인공지능 도구로부터 많은 도움을 받을 수 있도록 하기를 기대한다.

본 연구가 드러난 제한점과 추후 연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 본 연구에서는 챗GPT와 챗GPT 스캐폴딩 도구가 프로그래밍 언어 학습에 미치는 영향에 대한 연구가 짧은 차시에 걸쳐 이루어졌다. 즉, 학습자가 챗GPT라는 도구에 대해 충분히 익히고 훈련해볼 수 있는 시간을 가질 수 없었다. 따라서 장기간의 수업과 실험을 통하여 효과를 확인할 필요가 있다. 프로그래밍 언어 수업 중 장기간에 걸쳐 챗GPT를 활용한 후에 사후 검사를 실시한다면 챗GPT의 교육적 실효성을 조금 더 객관적으로 검증할 수 있는 기회가 될 것이다. 혹은 챗GPT 사용에 대한 사전 훈련이 선행적으로 실시된다면 실험의 효과가 더 두드러지게 나타날 수 있을 것이라고 기대한다. 또한, 학습자를 수준별로 분류했을 때 집단별로 어떤 교수법이 더 효과적이었는지 확인하는 후속 연구가 진행된다면 인공지능 챗봇을 개별화 교육을 위해 활용하려는 교수자들에게 유의미한 연구가 될 것으로 보인다.

둘째, 본 연구에서는 동일한 API를 학생들에게 스프레드시트 형태로 배부하였다. 따라서 약 30명 남짓 되는 학생들이 동시에 질의응답을 실시할 경우에 오류가 자주 발생한다는 점이 한계로 나타났다. 하지만 유료 API를 학생 수만큼 구매하거나 학습자가 각자 다른 네트워크를 통해 챗GPT 홈페이지에 접속하는 등의 방법을 사용한다면 기술적인 문제가 해결되어 조금 더 효과적인 연구가 이루어질 수 있을 것으로 보인다. 혹은 챗GPT의 성행에 힘입어 다양한 생성형 인공지능이 개발되고 있기 때문에 이러한 한계점이 개선된 다른 인공지능 챗봇을 대체재로 사용한다면 더 나은 환경에서 실험이 가능할 것으로 예상된다.

셋째, 본 연구에서는 챗GPT와 챗GPT 스캐폴딩 도구가 프로그래밍

언어 학습에 미치는 영향에 대한 실험을 진행하며 수업 중 발생할 수 있는 다양한 변인을 충분히 통제하지 못했다. 실험 대상인 학생의 학습 특성, 지역적 특성 등에 따라 발생할 수 있는 변인을 통제할 방법을 강구할 필요성이 있는 것으로 보인다. 실험 결과에 영향을 줄 수 있는 변인을 최대한 통제하기 위해서는 현실적으로 한 명의 교사로는 역부족이다. 만약 두 명 혹은 그 이상의 교사가 수업 상황을 통제하거나 교사 한 명당 학생 수를 줄인다면 변인을 통제하기 수월해지므로 수업에 대한 학습자의 집중도나 흥미도를 높일 수 있고, 자연스럽게 보다 효과적인 연구 결과를 도출할 수 있을 것으로 기대된다. 더 나아가, 챗GPT를 효과적으로 사용하기 위해 바탕이 되어야 하는 역량에 대한 후속 연구가 진행된다면 수업 중 챗GPT를 사용하면서 학습자가 일으킬 수 있는 다양한 변수가 자연스럽게 통제될 것으로 기대된다.

마지막으로, 챗GPT는 결과물을 생성하는 데에는 효과적이지만 그것이 실제 지식에 영향을 미치는지에 대해 본 연구에서 통계적으로 증명하지 못했다. 여러 선행 연구를 통해 사용자의 질의에 따른 챗GPT의 답변이 얼마나 뛰어나고 완성도가 높은지에 대한 확인이 이루어졌다. 그러나 이는 대부분 단순히 답변을 얻게 해줄 뿐, 그것이 실제로 학습자의 지식 습득에 긍정적인 영향을 주는지는 알려진 바가 없다. 따라서 수업 중에 이루어진 활동에 대한 학습자의 산출물을 비교 가능한 형태로 수집하여 산출물의 완성 정도와 실질적인 학습 효과를 비교하는 후속 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

곽중희 (2023년 3월 6일). 챗GPT, 개인정보 침해 우려 확산. *CCTV NEWS*, https://www.cctvnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=234770.

교육부 (2015a). **2015 개정 교육과정 총론 해설 고등학교**. 제2015-74호. 교육부.

교육부 (2015b). **정보·통신 전문 교과 교육과정**. 제2015-74호[별책 36]. 교육부.

교육부 (2022). **초·중등교육법 시행령**. 대통령령 제32883호. 교육부.

김경미, 김현숙 (2014). 융합인재 양성을 위한 컴퓨터 프로그래밍 교육의 필요성에 대한 사례연구. **디지털융복합연구, 12**(11), 339-348.

김근희 (2008). **웹기반 학습 환경에서 스캐폴딩 유형에 따른 학업성취도와 학습만족도의 차이**. 석사학위논문, 숙명여자대학교.

김민규 (2020). **파이썬을 활용한 데이터 시각화 교육 교재 개발 및 적용과 그 효과**. 석사학위논문, 제주대학교.

김상민 (2018). **프로그래밍 수업이 중학생의 기술적 문제 해결 성향에 미치는 효과**. 석사학위논문, 충남대학교.

김성미 (2004). **웹기반 학습환경에서 스캐폴딩 교수전략이 인지양식에 따라 학업성취에 미치는 효과**. 석사학위논문, 한국교원대학교 교육대학원.

김성수 (2014). **스크래치를 활용한 파이썬 프로그래밍 수업 모형 개발**. 석사학위논문, 연세대학교.

김영대 (2023). 구글 시대 저무나? 인공지능 '챗GPT' 돌풍. **마이더스, 2023**(2), 90-91.

김종훈, 정원희 (2005). 창의성 향상을 위한 프로그래밍 교육 방안. **초등교육연구, 10**, 127-147.

김재경 (2019). 초·중등 교육과정의 소프트웨어 관련 학습 경험이 대학 컴퓨팅 사고 수업에 미치는 영향. **창의정보문화연구, 5**(1),

34-43.

김주연, 박효선, 임규연 (2015). 창의적 사고기법을 활용한 문제해결학습에서 스캐폴딩 유형이 문제해결력과 성취도에 미치는 영향. **교육정보미디어연구, 21**(1), 111-136.

김지수, 김정아 (2017). 프로그래밍 교육 과정 연구에 대한 분석과 성취기준 부합도 평가. **정보처리학회논문지/소프트웨어 및 데이터공학, 6**(5), 235-244.

김지혜 (2015). **컴퓨팅 사고 증진을 위한 중학교 정보 교과의 문제해결단원 설계**. 석사학위논문, 연세대학교.

김태국 (2023). 챗GPT를 활용한 중등 영어 교수 자료 개발 연구. **중등영어교육, 16**(2), 207-218. 10.20487/kasee.16.2.202305.207

김태원, ChatGPT (2023년 1월 25일). ChatGPT는 혁신의 도구가 될 수 있을까?: ChatGPT 활용 사례 및 전망. *한국지능정보사회진흥원*, https://www.nia.or.kr/site/nia_kor/ex/bbs/View.do;jsessionid=1FF94F365D84237A4E74F37988181594.3e6daaf68f9a06361782?cbIdx=82618&bcIdx=25163&parentSeq=25163.

류미영, 한선관 (2015). 초등 SW교육을 위한 CT교육 프로그램 개발. **정보교육학회논문지, 19**(1), 11-20.

문가용 (2023년 3월 22일). 챗GPT에서 발견된 버그, 대화 이력 정보 노출시켜. *보안뉴스*, https://www.boannews.com/media/view.asp?idx=115388.

박기령 (2022). **초등학생 대상 한국어 기반 파이썬 교육 프로그램 개발**. 석사학위논문, 서울교육대학교 교육전문대학원.

박대륜, 유인환 (2018). 초등학생을 위한 로봇 활용 파이썬 학습 모형 개발. **정보교육학회논문지, 22**(3), 357-366.

박보경, 한성수 (2023). 챗GPT의 문제점과 한계에 대한 고찰. **한국정보처리학회 학술대회논문집, 30**(1), 588-589.

박소희 (2022). **한글 파이썬을 활용한 데이터 과학 교육이 초등학생의 컴퓨팅 사고력에 미치는 영향**. 석사학위논문, 서울교육대학교

교육전문대학원,
박수정, 최은실 (2023). 챗GPT의 아이러니 번역 활용 가능성 고찰. **번역학연구, 24**(2), 131-160.
박주연 (2015). **Scratch 프로그래밍 수업에서 학습자 특성, 학습몰입, 학습효과의 구조적 관계 규명**. 박사학위논문, 이화여자대학교.
박지수, 길준민 (2020). 4차 산업혁명 시대의 에듀테크. **정보처리학회논문지:소프트웨어 및 데이터 공학, 9**(11), 329-331.
박지연, 이예경 (2014). 스캐폴딩 유형에 따른 스토리텔링 활용 웹기반 협력학습의 교육적 효과. **교육공학연구, 30**(4), 805-837.
박찬 (2023년 1월 9일). 정교한 피싱 메일도 '챗GPT'가 작성, 해킹 악용 사례 늘어. *AI타임스*, https://www.aitimes.com/news/articleView.html?idxno=148879
배성종 (2018). **컴퓨팅 사고능력 향상을 위한 파이썬 프로그래밍 학습 방법 연구**. 석사학위논문, 동국대학교.
배영권 (2006). **창의적 문제해결력 신장을 위한 유비쿼터스 환경의 로봇프로그래밍 교육 모형**. 박사학위논문, 한국교원대학교.
사공미경, 최명숙 (2009). 웹기반 프로젝트 학습에서 학습자의 내·외향성과 교사의 스캐폴딩 유형에 따른 학업성취도와 학습참여도. **교육정보미디어연구, 15**(1), 215-234.
성지석 (2023). **특성화고등학교 학생들을 위한 파이썬 기반 프로그래밍 교육과정 재구성**. 석사학위논문, 경인교육대학교 교육전문대학원.
소미현 (2017). **블록형 프로그래밍 학습에서 텍스트형 프로그래밍 학습으로의 전이**. 석사학위 논문, 고려대학교.
송해덕, 신서경 (2010). 멀티미디어 기반 문제중심학습 환경에서 스캐폴딩 설계 원리 탐색. **열린교육연구, 18**(3), 149-164.
신동광, 정혜경, 이용상 (2023). 내용중심 영어 교수 학습의 도구로서 ChatGPT의 활용 가능성 탐색. **영어교과교육, 22**(1), 171-192.
신재한 (2011). 스캐폴딩(scaffolding) 전략을 활용한 수업 효과에 한 메

타 분석. **초등교육연구, 24**(2), 25-46.
안수경, 김회수 (2013). 시각적·공간적 작동기억 수준과 스캐폴딩 유형이 수학 문장제 성취에 미치는 효과. **교육공학연구, 29**(1), 161-183.
안정현, 이영준 (2010). 중학생 학습자의 특성을 고려한 스크래치 프로그래밍 수업모형. **한국컴퓨터교육학회 동계 학술발표 논문지, 14**(1), 131-135.
오진희 (2023). **파이썬을 활용한 데이터 교육 프로그램 개발 및 적용**. 석사학위논문, 대구교육대학교.
유인환 (2005). 창의적 문제해결력 신장을 위한 로봇 프로그래밍의 가능성 탐색. **교육과학연구, 36**(2), 109-128.
유인환, 김태완 (2006). MINDSTORMS을 이용한 프로그래밍 학습이 창의력에 미치는 효과. **한국컴퓨터학회 논문지, 9**(2), 1-11.
유진상 (2016년 6월 17일). 핵심은 코딩스킬이 아니라 '컴퓨팅적 사고' 능력. *IT조선*. http://it.chosun.com/news/article.html?no=2820617.
윤기영 (2023년 2월 12일). 챗GPT의 한계와 가능성. *ifsPOST*, https://www.ifs.or.kr/bbs/board.php?bo_table=News&wr_id=53233.
윤소희, 장봉석 (2020). 초등학생 대상 파이썬(Python) 활용 교육의 효과에 대한 메타분석. **산업융합연구, 18**(5), 97-101.
이광재, 이영주 (2015). 웹기반 토론학습에서 스캐폴딩의 유형에 따른 학습자 간 상호작용과 토론 글의 질의 차이. **교육정보미디어연구, 21**(3), 423-439.
이도영, 정종인 (2019). 중학교 수학 통계 영역과 파이썬 프로그래밍 융합수업이 문제해결력과 교과 흥미도에 미치는 영향. **한국산학기술학회논문지, 20**(2), 334-344.
이순덕, 김회수 (2017). 블렌디드 협력학습에서 스캐폴딩, 메타인지 및 협력성향이 문제해결에 미치는 효과. **교육정보미디어연구, 23**(1), 83-108.
이옥화 (1993). 로고 프로그래밍의 교육적 의의와 실천 방안 모색. **교육**

공학연구, 8(1), 81-102.

이은경, 이영준 (2008). Scratch 활용 프로그래밍 교육이 중학생의 몰입 수준과 프로그래밍 능력에 미치는 영향. **중등교육연구, 56**(2), 359-382.

이정아 (2021). 비전공자들의 프로그래밍 교육을 위한 교수학습전략. **융합교양연구, 8**(1), 123-143.

이현진 (2020). **메타피드백이 발표에 대한 동료 평가에 미치는 영향**. 석사학위논문, 서울대학교.

이현창, 최근영 (2017). 소프트웨어 구성능력 향상을 위한 C-언어 교육 방법 개선에 관한 연구. **한국소프트웨어감정평가학회 논문지, 13**(1), 65-72.

장성민 (2023). 챗GPT가 바꾸어 놓은 작문교육의 미래 - 인공지능 시대, 작문교육의 대응을 중심으로 -. **작문연구, 56**(0), 7-34.

정윤경 (2023). 챗(Chat) GPT의 이용과 저작권 쟁점 고찰. **과학기술과법, 14**(1), 141-180.

정제영, 조현명, 황재운, 문명현, 김인재 (2023). **챗GPT 교육혁명**. 서울: 포르체.

조성문, 송해덕 (2013). 블렌디드 학습 환경에서 성찰 수준과 스캐폴딩 유형이 인지적 실재감 및 학업성취에 미치는 효과. **교육학연구, 51**(3), 219-242.

최형신 (2014). Computational Thinking 역량 계발을 위한 수업 설계 및 평가 루브릭 개발. **한국정보교육학회 논문지, 18**(1), 57-64.

한아름 (2012). **중학교 수학과 문제중심학습에서 스캐폴딩 유형이 문제해결과정의 학업성취도에 미치는 영향**. 석사학위논문, 중앙대학교.

한재범 (2023년 4월 2일). 개인정보 유출에 이탈리아, 챗GPT 접속 차단. *매일경제*, https://www.mk.co.kr/news/world/10702445.

황경양 (2020). **위키를 활용한 블렌디드 협력학습에서 스캐폴딩 유형이 창의성과 과학성취도에 미치는 효과**. 박사학위논문, 전남대

학교.

허미선, 김종혜, 이원규 (2009). 텍스추얼 및 비주얼 프로그래밍 교육의 비교·분석. **컴퓨터교육학회논문지, 13**(1), 123-127.

ACM (2011). *CSTA K-12 computer science standards*. https://www.csteachers.org/page/about-csta-s-k-12-nbsp-standards.

Cagiltay, K. (2006). Scaffolding strategies in electronic performance support systems: Types and challenges. *Innovations in Education & Teaching International, 43*(1), 93-103.

Dabbagh, N. (2003). Scaffolding: An important teacher competency in online learning. *TechTrends, 47*(2), 39-44.

Davis, E. A., & Linn, M. C. (2000). Scaffolding students' knowledge integration: Prompts for reflection in KIE. *International Journal of Science Education, 22*(8), 819-837.

Disessa, A. A. (2000). *Changing minds: Computers, learning, and literacy*. Cambridge, MA, US: The MIT Press.

Ge, X., & Land, S. (2004). A conceptual framework for scaffolding ill-structured problem solving processes using question prompts and peer interactions. *Educational Technology Research and Development, 52*(2), 5 - 22. https://doi.org/10.1007/BF02504836.

Hannafin, M., Land, S., & Oliver, K. (1999). *Open learning environments: Foundations, methods, and models*. In C. Reigeluth (Ed.), Instructional design theories and models (Vol. II). Mahway, NJ: Erlbaum.

Hill, J., & Hannafin, M. (2001). Teaching and learning in digital environments: The Resurgence of Resource-Based Learning. *Educational Technology, Research and Development, 49*, 37-52.

Hmelo-Silver, C. E. & Barrows, H. S. (2005). *Facilitating collaborative ways of knowing*. Manuscript submitted for publication.

Hmelo-Silver, C., Duncan, R., & Chinn, C. (2007). Scaffolding and achievement in problem-based and inquiry learning: A response to Kirschner, Sweller, and Clark (2006). *Educational Psychologist, 42*(2), 99-107.

Huang (2019). *Design and investigation of cooperative, scaffolded wiki learning activities in an online graduate-level course*. International Journal of Educational Technology in Higher Education.

Jackson, S. L., Krajcik, J., & Soloway, E. (1998). *The design ofguided learner-adaptable scaffolding in interactive learning environments*. Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems, Los Angeles, CA, USA. 187-194.

Jarvis, R. (2023, March 16). *Inside the latest version of ChatGPT* [Video]. ABC News. https://abcnews.go.com/WNT/video/inside-latestversion-chatgpt-97925088.

Joo, Y. K. & Kyu, Y. L. (2019). Promoting learning in online, ill-structured problem solving: The effects of scaffolding type and metacognition level. *Computers & Education, 138*, 116-129.

Kasneci, E., Sessler, K., Kuchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., et al. (2023). ChatGPT for good? *On opportunities and challenges of large language models for education. Learning and Individual Differences, 103*, 102274.

Karen, S. (2006). *Using Augmented Reality Games to Teach 21st Century Skills*. ACM press.

Kay, A. (1993). The Early History of Smalltalk. *ACM SIG PLAN Notes 28*, 3: 69-96.

Kelly, L. (2022). Re-politicising the future of work: Automation anxieties, universal basic income, and the end of techno-optimism. *Journal of Sociology*, 14407833221128999.

McKenzie, J. (1999). Scaffolding for Success. [Electronic version] *Beyond Technology, Questioning, Research and the Information Literate School Community*. Retrieved October 12, 2002, from http://fno.org/dec99/scaffold.html

OpenAI. (n.d.). *ChatGPT: Optimizing language models for dialogue.* https://openai.com/blog/chatgpt/

Resnick, M. (2008). A*ll I Really Need to Know(About Creative Thinking) I Learned(By Studying How Children Learn) in Kindergarten*. Proceedings of the SIGCHI conference on Creativity and Cognition, Washington, D.C. 1-6.

Roehler, L.R. & Cantlon, D.J. (1997). *Scaffolding: A powerful tool in social constructivist classrooms*. In M. Pressley (Ed.), Scaffolding student learning. Cambridge, MA: Brookline Books.

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of The Royal Society, 366*, 3717-3725.

Winnips, K., & McLoughlin, C. (2000). *Applications and categorization of software-based scaffolding*. In J. Bourdeau & R. Heller (Eds.), Proceedings of World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2000, 1798-1799. Chesapeake, VA: AACE.

Wood, D., Bruner, J. S., & Ross, G. (1976). The role of tutoring in problem solving. *Child Psychology & Psychiatry & Allied Disciplines, 17*(2), 89-100.

부 록

[부록 1] 프로그래밍 언어 지식에 대한 사전 검사지
[부록 2] 프로그래밍 언어 지식에 대한 사후 검사지
[부록 3] 챗GPT 스캐폴딩 도구
[부록 4] 면담 질문지

[부록 1] 프로그래밍 언어 지식에 대한 사전 검사지

파이썬 프로그래밍 사전 테스트

1학년 ( )반 ( )번 ( ) 2023년 ( )월 ( )일

■ 문제 1 : Hello 를 출력하는 코드를 작성해보세요.

문제	프로그래밍 코드
(출력 예시) Hello	

■ 문제 2 : Hello 2023 을 출력하는 코드를 작성해보세요.

문제	프로그래밍 코드
★ 조건: 반드시 따옴표를 두 쌍 이상 사용할 것 (출력 예시) Hello 2023	

■ 문제 3 : "즐거운 정보 수업" 을 출력하는 코드를 작성해보세요.

문제	프로그래밍 코드
(출력 예시) "즐거운 정보 수업"	

■ 문제 4 : 나는 스트레스 받으면 떡볶이를 먹는다. 라는 문장을 줄바꿔 출력하는 코드를 작성해보세요.

문제	프로그래밍 코드
★ 조건: 반드시 이스케이프 문자를 사용해서 한 줄로 작성할 것 (출력 예시) 나는 스트레스 받으면 떡볶이를 먹는다.	

■ **문제 5** : 자신의 이름을 5번 연속 출력하는 코드를 작성해보세요.

문제	프로그래밍 코드
★ 조건: 반드시 문자열 반복 연산자를 사용할 것 (출력 예시) 김휘봉 김휘봉 김휘봉 김휘봉 김휘봉	

■ **문제 6** : 변수명으로 사용할 수 있는지 없는지 판단하세요.

변수명	O / X
hwibong	
369game	
_good_job	
so happy	
PRINT	

■ **문제 7** : 아래 프로그래밍 코드를 실행했을 때 나오는 출력 결과를 정확히 적어보세요.

프로그래밍 코드	출력 결과
num1 = 2 num2 = 4 print(num1) print(num2)	

■ **문제 8** : 변수 2개에 값 5와 7을 각각 저장한 후 변수값을 나란히 출력하는 코드를 작성해보세요.

문제	프로그래밍 코드
★ 조건: 변수명은 자유롭게 정해도 됩니다 (출력 예시) 5 7	

[부록 2] 프로그래밍 언어 지식에 대한 사후 검사지

파이썬 프로그래밍 사후 테스트

1. <원하는 출력 결과>와 같이 출력될 수 있게 하는 프로그램 코드를 작성하려고 할 때, 빈칸 ㉠을 채워보세요. (단, 반드시 이스케이프 문자를 하나 이상 사용하세요.)

<원하는 출력 결과>	프로그램 코드
나는 "휘봉고" 출신이다.	print("나는 _____㉠_____ 출신이다.")

2. 다음 프로그래밍 코드의 실행 결과를 작성하세요.

	프로그래밍 코드	실행 결과
(1)	print("안녕", "하세요" + "반갑습니다")	*답안지에 작성하세요*
(2)	a = '3.14' type(a)	*답안지에 작성하세요*
(3)	a = 7 b = 10.0 print(a*b)	*답안지에 작성하세요*

3. 아래 <출력 결과>와 같이 출력하기 위해서 코드를 작성하고 실행했으나 오류가 발생했습니다. 오류가 발생하지 않고 <출력 결과>와 똑같이 나올 수 있도록 프로그래밍 코드를 수정하세요.

<출력 결과>	잘못 작성한 프로그래밍 코드
휘봉2023	print('휘봉'+2023)

4. 다음 프로그래밍 코드의 실행 결과를 작성하세요.

프로그래밍 코드
print("13 // 5 = ", 13//5) …… ㉠ print("21 % 4 = ", 21%4) …… ㉡ print("7 / 2 = ", 7/2) …… ㉢ print("3 ** 3 = ", 3**3) …… ㉣

5. 아래 프로그래밍 코드와 같은 의미의 코드를 복합 대입 연산자 한 개를 사용해서 한 줄로 다시 작성하세요.

```
number = number+2
```

6. 다음 코드를 실행하고 정수를 입력하면 오류가 발생합니다. 정수를 입력했을 때 오류가 발생하지 않게 코드를 수정하여 다시 처음부터 끝까지 작성하세요.

```
num = input("정수를 입력하세요: ")
print(num+100)
```

7. 아래 코드를 실행하고 정수 2와 3을 차례로 입력했을 때 나오는 출력 결과를 답안지에 작성하세요.

```
a = input("입력: ")
b = input("입력: ")
print(a+b)
```

8. 아래 프로그램 코드의 실행 결과를 답안지에 각각 작성하세요.

	프로그램 코드	실행 결과
(1)	a = 10 if a!=7: print(a-5)	*답안지에 작성하세요*

(2)	a = 10
	if a<=5:
	  print(a-5)
	else:
	  print(a)
		답안지에 작성하세요

(3)	a = 10
	if a>=10:
	  print('a-2')
	else:
	  print(10)
		답안지에 작성하세요

(4)	a = 10
	if a>=15:
	  print(a)
	else:
	  a//=2
	  print(a)
		답안지에 작성하세요

(5)	a = 10
	if a>=3:
	  print(str(a)+'5')
	else:
	  print(a)
		답안지에 작성하세요

9. 다음은 점수를 입력하면 등급(A,B,C)을 판별해주는 프로그램입니다. 만약 100점 초과의 정수가 입력됐다면 "잘못 입력하셨습니다."라고 출력해야 합니다. 100점 이하의 정수 중 70점 이상이면 A등급, 40점 이상 70점 미만이면 B등급, 0점 이상 40점 미만이면 C등급을 출력합니다. 프로그램이 주어진 문제에 맞게 실행될 수 있게 빈칸 ㉠, ㉡, ㉢을 채워보세요. (단, 입력되는 값은 항상 0 이상의 정수라고 가정합니다.)

```
score = int(input("점수를 입력하세요 : "))
if _____㉠_____ :
  print("잘못 입력하셨습니다.")
__㉡__  score>=70 :
  print("A등급")
__㉡__  score>=40 :
  print("B등급")
___㉢___
  print("C등급")
```

10. 다음은 입력된 정수의 짝수/홀수 여부를 출력해주는 프로그램입니다. 프로그램이 올바르게 실행될 수 있게 빈칸 ㉠, ㉡을 채워보세요. (단, 입력되는 값은 항상 양의 정수라고 가정합니다.)

```
a = input("정수를 입력하세요 : ")
____㉠____
if ____㉡____:
  print("홀수")
else:
  print("짝수")
```

[부록 3] 챗GPT 스캐폴딩 도구

챗GPT 사용을 위한 가이드라인

1학년 ( )반 ( )번 ( ) 2023년 ( )월 ( )일

■ 챗GPT에게 질문하기 전에 지켜야 할 원칙

- 챗GPT에게 지나치게 의존하지 말 것! 챗GPT에게는 보조적인 도움만 받도록 하세요.
  - 직접 코딩을 먼저 해보고, 하면서 어려운 점이나 이해 안 되는 부분 등 무엇을 챗GPT에게 물어볼지 생각해보세요.
- 챗GPT에게 질문하기 전에, 먼저 스스로 어떻게 문제를 풀지에 대한 계획을 세우세요.
  - 프로그램이 실행되는 흐름을 생각하고 그 흐름을 위해서는 어떤 명령어가 필요할지 생각해보세요.

■ 챗GPT에게 무엇을 질문하면 좋을까?

- 잘 모르는 개념에 대해 구체적으로 질문하세요.

예시1	예시2
a = int(input("정수를 입력하세요.")) 라는 파이썬 코드에서 int가 의미하는 게 뭐야?	파이썬에서 두 가지 이상의 상수를 나열해서 출력할 때는 어떤 기호를 쓰더라?

- 문제를 풀다가 막히는 지점에 대해 구체적으로 질문하세요.

예시1	예시2
파이썬에서 24라는 숫자 뒤에 '시간'이라는 글자를 같이 출력하고 싶으면 어떻게 써야 해?	파이썬에서 따옴표를 그대로 출력하려면 어떻게 써야 해?

- '나'의 코드를 실행했을 때 왜 오류가 나는지 모르겠다면 물어보세요.

예시1	예시2
print(1+'안녕')을 실행했더니 오류가 났어. 왜 그런 거야?	내가 파이썬 프로그래밍을 하는데 print(안녕) 이라고 썼더니 오류가 났어. 왜 틀린 거야?

- 내가 코딩한 내용이 맞는지 확인해볼 수도 있습니다.

예시1	예시2
내가 a=a+10 이라는 식을 a+=10으로 바꿔서 작성했는데 문제 없을까?	a = input("정수를 입력하세요: ") b = input("정수를 입력하세요: ") print(a+b) 이렇게 쓰면 두 수를 입력 받아서 합을 구할 수 있을까?

■ 챗GPT에게 답변을 받은 후에는?

- 챗GPT가 항상 원하던 정답을 주는 것은 아닙니다. 챗GPT가 준 답이 맞는지 반드시 확인해보세요.
- 챗GPT가 준 해답 말고도 어떤 다른 답이 가능할지 생각해보세요.

- 챗GPT의 답변이 너무 어렵게 느껴진다면 쉽게 설명해주기를 요청하세요.

나쁜 예	좋은 예
복합대입연산자를 설명해줘.	내가 파이썬을 잘 모르는데 복합대입연산자를 좀 더 쉽게 설명해줘.

- 챗GPT가 준 답을 내가 원하는 방향 혹은 문제의 조건에 맞게 수정해보세요.

나의 질문	두 수를 입력 받아서 합을 출력해주려면 파이썬 코드를 어떻게 적더라?

챗GPT의 답변	`a = input("첫 번째 숫자를 입력하세요: ")`
	`b = input("두 번째 숫자를 입력하세요: ")`
	`sum = float(a) + float(b)`
	`print("두 수의 합은", sum, "입니다.")`

어떻게 수정할까?	'문제에서는 실수가 아니라 정수를 입력 받으라고 했으니 float 대신에 int를 써야겠다. 그리고 난 input을 통해서 값이 입력되자마자 CAST를 사용하겠어. 마지막으로 문제에서 변수는 두 개만 쓰라고 하셨으니까 sum 변수를 따로 정의하지 않고 print문 안에 계산식을 바로 넣어야겠다.'
수정해서 쓴 나의 코드	a = int(input("첫 번째 숫자를 입력하세요: ") b = int(input("두 번째 숫자를 입력하세요: ") print("두 수의 합은", a+b, "입니다.")

- 챗GPT가 준 답을 문제의 조건에 맞게 수정하는 게 어렵다면 다시 질문할 수 있습니다.

챗GPT의 답변	`a = input("첫 번째 숫자를 입력하세요: ")`
	`b = input("두 번째 숫자를 입력하세요: ")`
	`sum = float(a) + float(b)`
	`print("두 수의 합은", sum, "입니다.")`

나의 추가 질문	변수를 두 개만 쓰고 싶을 때는 어떻게 수정해야 해?

- 챗GPT에게 받은 답변을 이해하기 어렵다면, 이해하기 어려운 부분에 대해 다시 질문하세요.

챗GPT의 답변	`num1 = int(input("첫 번째 정수를 입력하세요: "))` `num2 = int(input("두 번째 정수를 입력하세요: "))`
나의 질문	근데 입력 받을 때 int는 왜 쓰는 거야?
챗GPT의 추가 답변	input 함수는 사용자로부터 입력받은 값이 문자열(string) 타입으로 반환됩니다. 그러나 우리가 이번에 작성한 프로그램에서는 입력받은 값이 정수(integer) 타입이어야 하므로, input 함수로 입력받은 값은 int 함수를 사용하여 정수 타입으로 변환해주어야 합니다. 따라서 int 함수를 사용한 것입니다.

[부록 4] 면담 질문지

프로그래밍 문제를 풀면서 막혔던 부분이 있나요? 있다면 무엇 때문이었다고 생각하나요?
막혔던 부분을 해결하는 데 있어서 챗GPT가 도움이 됐나요? 됐다면 왜 된 것/안 된 것 같은가요?
챗GPT를 사용하면서 어렵거나 불편했던 점은 무엇인가요?
챗GPT를 활용할 때 학습지가 도움이 됐나요? 도움이 됐다면/안 됐다면 이유가 무엇일까요?
챗GPT에게 받은 대답을 통해서 여러분의 프로그래밍 실력이 늘었다고 생각하나요? 왜 늘었다고/늘지 않았다고 생각하나요?
앞으로도 프로그래밍 시간에 챗GPT를 쓰고 싶은가요? 왜 쓰고 싶은/쓰고 싶지 않은가요?

Abstract

Effects of ChatGPT scaffolding on programming language learning

Park, Mee Reem

Department of AI-Integrated Education

The Graduate School

Seoul National University

With the advent of the fourth industrial revolution, the importance of software education is being emphasized with the aim of fostering future talents with computing thinking and problem-solving skills. Accordingly, programming education is encouraged or made mandatory in elementary, middle, and high schools, and programming language education is actually being actively conducted. However, the gap between learners is widening as there is a lack of connection between school levels to programming education and the curriculum is often operated autonomously depending on the situation of the

school or the teacher's capabilities. Individualized guidance and feedback are required to compensate for the gap between learners, but it is not easy for one teacher to fulfill all of the roles. Therefore, when learners have questions during class, they need a tool to give feedback on behalf of the teacher at any time without waiting for the teacher. If you use a chatbot called ChatGPT, which has recently attracted attention, learners can receive feedback at their own learning speed whenever they need it. In addition, since many students have yet to access a tool called ChatGPT, the effect can be further maximized if they provide scaffolding with explanations of various input and output examples or characteristics to make good use of it.

Therefore, this study aims to investigate the impact of ChatGPT and scaffolding on programming language learning. The specific research problems addressed in this study are as follows. First, how do ChatGPT and scaffolding affect programming language knowledge? Second, how do learners perceive the usefulness of ChatGPT? Third, how do learners perceive the usefulness of ChatGPT scaffolding?

In order to solve the above research problem, an experimental study was conducted on 157 first-year high school students. The pre-test confirmed learners' basic knowledge of the programming language, and the post-test confirmed the degree of improvement of learners' skills after repeated programming language education. Both the pre-examination and post-examination questions were composed based on the curriculum achievement standards of the high school "informatics" and "programming" subjects, and were supplemented with expert review. After the pre-test, students in the two experimental groups were instructed to use ChatGPT and scaffolding to receive individual feedback during their programming language

classes. Students in the control group learned only through teacher feedback without a separate tool. After the experiment, an in-depth interview was conducted with learners in the experimental group to confirm the perception of the usefulness of the guidelines in the form of study paper provided by ChatGPT and scaffolding. Among the collected data, quantitative data were analyzed using ANCOVA, and qualitative data were categorized based on keywords to confirm the advantages, disadvantages, effectiveness, and usefulness of scaffolding recognized by learners.

The research results of this study were derived as follows. The results of analyzing the learner's post-test to confirm the effect of ChatGPT and scaffolding on programming language learning, the first research problem, are as follows. The average of the post-test scores was higher than the average of the pre-test scores of the two experimental groups. However, covariance analysis on post-test scores revealed no significant difference in the learning effect between the group using ChatGPT and scaffolding. As a result of analyzing the contents of in-depth interviews for the second research problem, it was found that many learners recognized that ChatGPT was useful for programming language learning. However, when asked about the perception of the practical learning effect of ChatGPT, there were also negative responses that mentioned the characteristics of ChatGPT that complete the output without student effort. The learner's perception of the usefulness of scaffolding, the third research problem, was as follows. The main positive response was that the provision of scaffolding enabled more effective use of ChatGPT. We were able to observe positive changes in the response content through the prompts exchanged between students and ChatGPT.

This study can be used as basic data when devising a teaching method to more effectively utilize ChatGPT, an artificial intelligence chatbot, in the educational field. In addition, it can serve to guide instructors who want to use various artificial intelligence tools in class as well as ChatGPT. This study is meaningful in that it identified the advantages and limitations of ChatGPT and the usefulness of scaffolding recognized by users from various angles, and suggested that a classroom environment for effective use of ChatGPT and a plan should be prepared to solve ethical problems that may arise when using ChatGPT.

keywords : programming, ChatGPT, scaffolding, Programming language education
Student Number : 2021-29670