



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](#)

교육학 석사 학위논문

피지컬 컴퓨팅 활용이
인공지능 교육에 미치는 효과
- 중학생의 자기효능감 및
인공지능에 대한 태도를 중심으로 -

2023년 8월

서울대학교 대학원
AI융합교육학과
이 호 준

피지컬 컴퓨팅 활용이 인공지능 교육에 미치는 효과

- 중학생의 자기효능감 및
인공지능에 대한 태도를 중심으로 -

지도교수 조 정 효

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함
2023년 6월

서울대학교 대학원
AI융합교육학과
이 호 준

이호준의 석사 학위논문을 인준함
2023년 8월

위원장 정 대 홍 (인)

부위원장 유 준 희 (인)

위원 조 정 효 (인)

국문초록

변동성, 불확실성, 복잡성이 특징인 미래사회에 대응하기 위해 기본 역량과 변화대응력 등을 키워주는 미래 교육이 필수적으로 요구되고 있다. 이에 따라 미래 사회가 요구하는 역량 함양이 가능한 효과적인 인공지능 교육을 위해 다양한 인공지능 교육 프로그램의 개발과 적용에 따라 학습자의 긍정적 변화를 보는 효과성을 검증하는 연구가 필요하다.

본 연구는 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용하지 않는 일반적인 인공지능 기반 메이커 수업과 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용하여 산출물을 제작하는 인공지능 기반 메이커 수업에 따른 결과를 비교하여 인공지능 기반 메이커 수업에 있어서 피지컬 컴퓨팅 도구의 효과를 확인하는 데 목적이 있다. 또한, 효과를 확인하기 위한 변인으로 자기효능감, 인공지능에 대한 태도를 설정하여 빠르게 변화하는 기술의 발전에 따라 적절히 대응할 수 있는 학습자 역량의 차이를 확인하고자 하였다.

본 연구에서는 피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 적용하고 이 프로그램이 중학생의 자기효능감, 인공지능에 대한 태도에 미치는 영향을 보고자 하였다. 학생들에게 제시된 프로그램의 과제는 실생활 문제를 피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 도구를 사용하여 해결하도록 제시되었으며 학습에서 도구 사용에 대한 부담을 줄이기 위해 학습자 수준을 고려하여 엔트리와 마이크로비트가 활용되었다. 중학교 학생을 대상으로 교육 프로그램을 적용한 결과 자기효능감과 인공지능에 대한 태도에 유의미한 영향을 주었다는 것을 양적 및 질적 연구를 통해 총체적으로 검증하였다. 이를 통해 피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 기반 메이커 교육이 중학교 학생들에게 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인하였다.

본 연구의 결과는 인공지능 교육을 위한 다양한 교육 프로그램 개발에

도움을 줄 수 있을 것이며, 중학생의 자기효능감과 인공지능에 대한 태도에 긍정적 영향을 미치는 기초자료로 도움이 되길 희망한다.

주요어 : 피지컬 컴퓨팅, AI 기반 메이커 교육, 자기효능감, 인공지능에 대한 태도

학 번 : 2021-22675

목 차

제 1 장 서론	1
제 1 절 연구의 필요성 및 목적	1
제 2 절 연구 문제	5
제 3 절 용어의 정의	5
1. 메이커 교육	5
2. 피지컬 컴퓨팅 도구	6
3. 자기효능감	6
4. 인공지능에 대한 태도	7
제 2 장 이론적 배경	8
제 1 절 인공지능 교육	8
1. 인공지능의 정의와 용어	8
1-1. 인공지능의 개념	8
1-2. 인공지능 관련 용어	9
2. 인공지능 교육의 개념과 현황	9
2-1. 인공지능 교육의 개념	9
2-2. 국내외 인공지능 교육 현황	13
3. 인공지능 교육 플랫폼	16
제 2 절 메이커 교육	18
1. 메이커 운동과 메이커 교육	18
2. 메이커 교육의 수업 모형	20
2-1. TMI 모형	20
2-2. uTEC 모형	21
2-3. TMSI 모형	22

제 3 절 피지컬 컴퓨팅	24
1. 피지컬 컴퓨팅 도구 정의	24
2. 피지컬 컴퓨팅 교구	25
3. 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 교육 및 메이커 교육 선행연구	26
4. 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육모형 선행연구	29
제 4 절 자기효능감	31
1. 자기효능감의 정의	31
2. 자기효능감의 구성요인	31
3. 자기효능감의 측정	32
4. 자기효능감 선행연구	33
제 5 절 인공지능에 대한 태도	36
1. 태도의 정의	36
2. 인공지능에 대한 태도 측정	37
3. 인공지능에 대한 태도 선행연구	37
제 3 장 연구 방법	41
제 1 절 연구 설계	41
제 2 절 연구 대상	42
제 3 절 연구 절차	43
제 4 절 검사 도구	44
1. 자기효능감	44
2. 인공지능에 대한 태도	45
제 5 절 분석 방법	47
1. 사전-사후 검사	47
2. 면담	47

제 4 장 연구 결과	48
제 1 절 교육 프로그램 개발 및 적용	48
1. 교육 프로그램 개발	48
2. 교육 프로그램 적용	53
제 2 절 프로그램 적용 결과	60
1. 사전 검사 분석	60
2. 집단 간 사후 검사 분석	61
2-1. 집단 간 자기효능감 하위 영역별 비교 결과	62
2-2. 집단 간 인공지능에 대한 태도 하위 영역별 비교 결과	64
3. 집단 내 사전-사후 검사 분석	65
3-1. 실험집단 사전-사후 검사 결과	65
3-2. 통제집단 사전-사후 검사 결과	68
4. 면담 결과	71
제 5 장 결론 및 제언	75
제 1 절 결론	75
제 2 절 제언	78
참고문헌	79
Abstract	88

표 목 차

<표 2-1> 인공지능의 정의	11
<표 2-2> 세계 주요국의 인공지능 교육 정책 동향	15
<표 2-3> 인공지능 교육 플랫폼	16
<표 2-4> 메이커 교육 수업 모형 비교	23
<표 2-5> 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 교육 및 메이커 교육 선행연구	28
<표 2-6> 자기효능감 선행연구	35
<표 2-7> 인공지능에 대한 태도 선행연구	39
<표 3-1> 연구의 실험 설계모형	41
<표 3-2> 연구 대상	42
<표 3-3> 연구 절차	43
<표 3-4> 자기효능감 검사 도구	44
<표 3-5> 자기효능감 검사 문항	45
<표 3-6> 인공지능에 대한 태도 검사 도구	46
<표 3-7> 인공지능에 대한 태도 검사 문항	46
<표 4-1> 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 교육	51
<표 4-2> 코딩 중심 인공지능 교육	52
<표 4-3> 전체적인 교육 프로그램 과정	52
<표 4-4> 교육 프로그램의 목표, 방법, 내용	53
<표 4-5> 사전 동질성 검사 결과	60
<표 4-6> 하위 영역 사전 검사 분석	61
<표 4-7> 집단 간 사후 검사 분석 결과	62
<표 4-8> 집단 간 자기효능감 사후 검사 분석 결과	63
<표 4-9> 집단 간 인공지능에 대한 태도 사후 검사 분석 결과	64
<표 4-10> 실험집단 내 사전-사후 검사 분석 결과	65
<표 4-11> 실험집단 내 자기효능감 사전-사후 검사 분석 결과	66

<표 4-12> 실험집단 내 인공지능에 대한 태도 사전-사후 검사 분석 결과	67
<표 4-13> 통제집단 내 사전-사후 검사 분석 결과	68
<표 4-14> 통제집단 내 자기효능감 사전-사후 검사 분석 결과	69
<표 4-15> 통제집단 내 인공지능에 대한 태도 사전-사후 검사 분석 결과	70

그림 목 차

[그림 2-1] 인공지능 교육의 유형	10
[그림 2-2] 인공지능 교육에 대한 인식	12
[그림 2-3] 인공지능 교육의 요소	12
[그림 2-4] 인공지능 교육 추진 개요	14
[그림 2-5] 퍼지컬컴퓨팅을 활용한 인공지능 기반 메이커 교육 모형	29
[그림 4-2] 교육 프로그램	49
[그림 4-3] 마이크로비트로 서보모터 제어하기	54
[그림 4-4] 인공지능 도구 사용하기	55
[그림 4-5] 마인드맵을 통한 아이디어 산출	56
[그림 4-6] 인공지능 모델 생성 준비	56
[그림 4-7] 외형 설계하기	57
[그림 4-8] 엔트리 인공지능 도구 사용	57
[그림 4-9] 패들렛(Padlet) 활용 작품 공유	58
[그림 4-10] 구글 잼보드(Jamboard) 활용 동료 평가 및 피드백	59
[그림 4-11] 패들렛(Padlet) 활용 자기 성찰	59

제 1 장 서론

제 1 절 연구의 필요성 및 목적

디지털 전환에 따른 산업 및 사회변화와 감염병 확산, 기상이변과 기후 환경 변화 등 다양한 위기 상황에 대응하고 극복하는 능력이 국가 경쟁력을 좌우하고 있으며 특히 변동성, 불확실성, 복잡성이 특징인 미래 사회에 대응할 수 있도록 기본 역량과 변화대응력 등을 키워주는 교육 체제 구현이 필수적으로 요구되고 있다(교육부, 2021). 이러한 요구에 따라 2022 개정 교육과정에서는 미래 사회가 요구하는 역량 함양이 가능한 교육과정, 디지털, AI 교육 환경에 맞는 교수, 학습 및 평가체제 구축과 같은 추진 과제들을 발표했다. 그 중 인공지능 기술에 대해 중요성을 강조하였는데 인공지능 기술이 사회와 산업의 모든 분야에 적용될 뿐만 아니라 교육 분야에도 많은 영향을 주고 있기 때문이다. 최근 교육부에서는 개별 맞춤형 교육으로 모든 학생의 미래 역량 함양을 보장하기 위한 방향을 잡아 교육 개혁 방안으로 인공지능(AI)을 기반으로 한 디지털 교과서 운영으로 학습 데이터 분석 결과를 교사가 수업에 활용하여 최적화된 학습을 지원하고 교육 현장의 애로사항을 디지털 신기술(AI, VR, AR 등)을 활용해 해결하는 디지털 기반 교육혁신을 핵심 추진 과제로 내놓았다(교육부, 2023). 이처럼 교육 분야에서는 교육 목표, 교육내용, 교수 학습 방법, 교육평가 등의 요소에 전면적인 변화를 요구하고 있으며, 변화를 위해 최근 인공지능 기술의 활용에 관한 논의가 특히 활발하게 이루어지고 있다(홍수민, 2021).

이와 같은 국가적 흐름에 걸맞게 우리나라에서는 인공지능 관련 교육 정책들을 발표 및 추진하는 중이다. 인공지능 교육을 위한 방안으로 서울특별시교육청에서는 미래사회를 이끌어갈 학생들의 미래 핵심 역량 함양

을 위해 인공지능(AI) 연계 메이커 교육자료 ‘즐거보자 메이킹, 미래가 보인다!’ 3종을 개발하여 학교에 보급하였으며 이는 일반 교과 수업에서 인공지능(AI)에 대해 쉽게 접근하고 활용될 수 있도록 메이커 교육과 연계하여 제작되었다(서울시교육청, 2021a). 또한 교육부에서는 2015 개정 교육과정의 인정교과서로 ‘인공지능과 피지컬 컴퓨팅’을 개발하여 인공지능 교육에 대한 중요성과 교육과정의 변화에 대응하고 있다(교육부, 2020). 해당 교과서는 인공지능과 피지컬 컴퓨팅의 연계에 초점을 두고 실생활 및 다양한 학문 분야 문제를 인공지능의 개념적 이해를 바탕으로 피지컬 컴퓨팅을 구성하는 마이크로컨트롤러, 센서, 액츄에이터 등을 제어하여 문제를 해결하는 실습과 프로젝트 활동으로 내용이 구성되어 있다. 서울특별시교육청에서 발간한 ‘2020 AI 교육 연계 메이커 교육 자료집’에서도 인공지능과 메이커 교육을 연계하는 구체적인 교육 방법 및 사례들이 제시되고 있다(서울특별시교육청, 2020).

메이커 교육은 학습자들이 제작 활동 또는 메이킹 활동을 할 때 주제, 활용 도구 및 테크놀로지, 재료, 산출물을 스스로 선택 및 결정하며 산출물의 성공과 실패에 따른 평가 걱정이 없는 만들기 활동 자체에 몰입하는 학습자 중심, 과정 중심의 교육이며 과정 속에서 학습자들이 지식, 기술을 체계화하고 구성해나가며 문제해결 경험으로 연결되는 교육을 의미한다(김근재, 2019). 이러한 과정 속에서 메이커 교육을 통해 어느 한 과목, 분야에 중점을 두기 보다 문제해결에 필요한 여러 분야의 융합과 창의적 해결 방안 고안이 이루어지게 되는데, 이는 산업 및 영역 간의 경계가 불분명해지는 4차 산업혁명 시대의 특성과 비교하였을 때 시대의 요구에 부합하는 교육이라고 간주할 수 있다(윤혜진, 2018).

메이커 교육의 주요한 학습 도구인 피지컬 컴퓨팅 도구는 인간의 감각 기관에 상응하는 다양한 종류의 센서를 활용하고 육체에 비유되는 다양한 모터 장치를 사용하여 알고리즘 패턴에 따라 구동시켜 전문지식이 없어도 실용적인 도구 제작이 가능하다(이창윤, 안재현, 서태균, 2018). 그렇

기에 메이커 교육에서 피지컬 컴퓨팅 도구는 센서 기반으로 동작하는 하드웨어를 구현하고자 하는 메이킹 활동 입문자에게 매우 적합한 도구라고 할 수 있으며 이러한 이유로 피지컬 컴퓨팅 도구는 메이커 교육, 메이커 운동에서 매우 밀접한 관계를 나타내고 있다(김성애, 2020).

이러한 메이커 교육으로 학습자가 실생활과 관련한 문제를 접하고 개인적 혹은 사회적으로 의미 있는 무엇인가를 스스로 만들어보는 과정을 통해 문제해결 능력, 의사소통 능력뿐만 아니라 공유와 개방, 협력의 정신을 함양할 수 있으며(강인애, 김명기, 2017) 자기주도성, 융·복합 사고력, 창의성 등의 함양에도 도움이 된다(김용익, 2018). 또한 메이커 교육의 전반에 있어서 내용을 기록하는 포트폴리오는 학생 자신의 학습 내용과 반성을 지속적으로 기록하게 하고 이는 공유의 단계로 이어져 다양한 구성원과 피드백을 받는 기회를 통해 학습의 효과성을 높일 수 있다(이동국, 2019).

선행연구들에 따르면 2017년 이후 본격적인 인공지능 교육에 대한 연구가 활발히 실시되고 있지만 주로 초등학교 중심으로 이루어지는 경우가 많아 교육과정의 연계를 고려하여 중등을 대상으로 더욱 많은 연구가 이루어질 필요가 있다(박민규, 한규정, 신수범, 2021). 박혜성(2017)은 인공지능 교육을 위해 초등학교, 중학교, 고등학교 교육의 연계성이 필요하다고 하였으며 남상유, 박승보(2022)는 중학생을 위한 인공지능 교육과정과 교육내용이 계속적으로 개발되고 있지만 중학교 교육 현장에서 사용하기에 교육내용이 아직 확립되어 있지 않아 인공지능 교육을 위한 체계적인 교육내용이 제공되어야 한다고 제언하였다. 이처럼 효과적인 인공지능 교육을 위해 교육과정의 연계가 필요하며 중학교에서의 인공지능 교육에 대한 연구의 필요성을 알 수 있다.

또한 인공지능 교육 프로그램의 연구에 대해 이동형(2022)은 다양한 주제의 인공지능 교육 프로그램의 개발이 필요하며 필요성이 증가하고 있지만 관련 연구가 부족하다고 하였고 남상유 외(2022)는 인공지능 교육을

위한 체계적인 교육내용이 제공되어야 한다고 하며 중학생의 인공지능 교육내용을 설계 및 분석하여 인공지능의 이해와 원리, 피지컬 컴퓨팅, 인공지능 시스템과 피지컬 컴퓨팅을 인공지능의 교육 주제로 제안하였다.

피지컬 컴퓨팅 도구를 활용한 수업 프로그램에 대해서는 엄기순(2016)은 피지컬 컴퓨팅 활동으로 단순히 프로그래밍 지식의 습득이 아닌 창작의 경험으로 학생들의 가치관의 변화를 이끌어내는 것이 중요하다고 제안하였으며 민선희(2018)는 피지컬 컴퓨팅 활용 수업 프로그램에서 활용되는 명령어들의 기능과 특징을 체험적으로 학습하여 최상의 학습효과와 컴퓨팅 사고력 향상, 프로그래밍 언어 이해력 상승으로 이어지기에 학습자에게 적합한 수준의 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용한 수업 프로그램의 연구가 필요하다고 제안하였다.

따라서 본 연구는 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용하지 않는 일반적인 인공지능 기반 메이커 수업과 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용하여 산물물을 제작하는 인공지능 기반 메이커 수업에 따른 결과를 비교하여 인공지능 기반 메이커 수업에 있어서 피지컬 컴퓨팅 도구의 효과를 확인하는 것에 목적이 있다. 또한 효과를 확인하기 위한 변인으로 자기효능감, 인공지능에 대한 태도를 설정하여 빠르게 변화하는 기술의 발전에 따라 적절히 대응할 수 있는 학습자 역량의 차이를 확인하고자 한다.

제 2 절 연구 문제

본 연구의 구체적인 문제는 다음과 같다.

첫째, 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육은 중학생의 자기효능감에 어떠한 영향을 미치는가?

둘째, 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육은 중학생의 인공지능에 대한 태도에 어떠한 영향을 미치는가?

제 3 절 용어의 정의

1. 메이커 교육

메이커 운동(Maker Movement)은 기존의 DIY 문화가 다양한 디지털 기술과 도구에 대한 용이한 접근성과 접목하여 미국을 중심으로 활발하게 일어나고 있는 문화적 현상이며(강인애, 윤혜진, 2017) 메이커 운동의 교육적인 가치와 효과로 인해 메이커 교육(Maker Education)의 형태로 확장되어 새로운 교육 방법의 하나로 실천되고 있다(강인애, 김홍순, 2017). 메이커 교육(Maker Education)은 학생이 직접 문제를 해결하기 위해 아이디어를 설계하고 직접 구현해내는 과정을 통해 자연스럽게 지식 및 기술을 체계화하고 문제해결 경험을 하게 되는 교육을 말한다(Peppler, K., Halverson, E., & Kafai, Y. B., 2016).

2. 피지컬 컴퓨팅 도구

피지컬 컴퓨팅의 개념은 미국의 Dan O'Sullivan와 Tom Igoe 교수가 New York University ITP(Interactive Telecommunications Program)에서 물체의 상호적 작용이 가능한 인터랙티브 피지컬 시스템(Interactive Physical Systems)들을 학습자에게 가르치기 위해 시작된 개념이다(장지은, 2017). 피지컬 컴퓨팅 도구는 물리적인 현실 세계와 컴퓨터의 가상 세계의 상호 작용을 돕는 도구로 신호 감지 및 입력에 관련한 센서(Sensor), 물리적인 움직임과 같이 출력에 관련한 액추에이터(Actuator), 이를 제어하는 트랜스듀서(Transducer) 등으로 이루어져 있다(O'Sullivan & Igoe, 2004).

3. 자기효능감

자기효능감의 개념에 대해 최현순(2006)은 자기 스스로 얼마나 유능하며 가치 있는 사람이라고 생각하는지와 같이 ‘자기 자신에 대해 느끼는 모든 유능성, 효능성, 자신감’을 의미한다고 하였으며 무엇인가를 도전하고 도전한 것을 지속할 가능성이 있는 사람이 자기효능감이 높다고 하였다. 개념들을 정리해보면 자기효능감은 어떠한 행동을 수행할 경우 자신의 능력에 대한 기대나 확신을 의미한다고 볼 수 있다(유현상, 이철현, 2015). 이에 따라 이번 연구에서는 자기효능감을 자신의 능력으로 문제를 해결해 낼 수 있다는 자기 자신에게 대한 믿음이라 정의하고자 한다.

4. 인공지능에 대한 태도

교과에 대한 태도는 학습 만족도나 몰입, 학업 성취도와 유의미한 상관관계를 가지고 있다(이정수, 정영란, 2014). 학생이 교과에 대해 부정적인 태도를 가지면 학습에 몰입하지 못하고 교과 학습에 어려움을 겪지만 교과에 대한 태도가 긍정적으로 변하면 학업 성취도뿐만 아니라 효능감, 몰입 등 학업과 관련된 다양한 요인이 긍정적으로 변한다(김성원, 이영준, 2020b). 특히 인공지능 교육과 같이 기존에 없던 새로운 교육을 학생들이 접할 때에는 학습에 대해 어떤 태도를 가지느냐는 학습의 지속과 관련한 중요한 출발점이기에 새로운 기술을 가르치는 교육에 있어 학생들의 긍정적인 태도는 중요하다(박주연, 2023).

제 2 장 이론적 배경

제 1 절 인공지능 교육

1. 인공지능의 정의와 용어

1-1. 인공지능의 개념

1940년대 후반과 1950년대 초반에 이르러 수학, 철학, 공학, 경제 등 다양한 영역의 과학자들에게 인공적인 두뇌의 가능성이 논의되었는데 인공지능은 앨런 튜링이 ‘Computing Machinery and Intelligence’에서 컴퓨터는 생각할 수 있다고 한 것이 시작이었다(김갑수, 2019). AI(Artificial Intelligence)라는 용어는 1956년 다트머스 회의(Dartmouth Conference)로 알려진 모임에서 처음으로 제시되었다(서정은, 2023). 이후 초기 인공지능에 대한 정의는 주로 인간의 지능과 기계의 개념으로 정의가 되었다(이규화, 2021).

선행 연구에 따르면 McCarthy 외(2006)는 언어를 사용하고, 추상화와 개념을 형성하며, 현재 인간에게 남겨진 종류의 문제를 해결하고, 스스로를 개선시키는 방법을 찾는 기계로 정의하였다. 과학기술정보통신부(2020)는 인지, 학습 등 인간의 지적 능력의 일부 또는 전체를 컴퓨터를 통해 구현하는 지능으로 환경을 감지하고 스스로 판단 및 행동하여 자신의 목표를 달성하는 것이라 하였다. 교육부(2022)는 인간이 가지는 지능적 활동을 컴퓨터가 스스로 시행할 수 있도록 능력을 부여하는 것이라고 정의했다.

1-2. 인공지능 관련 용어

Arthur Samuel(1959)은 기계학습(Machine Learning)은 인공지능의 한 분야라 하였으며 컴퓨터에서 배울 수 있는 능력, 코드로 정의하지 않은 동작을 수행하는 능력에 관한 연구 분야라고 정의했다. 기계학습의 정의는 어떤 일에 대해 꾸준한 경험으로 그 일의 성능을 높이는 것을 말한다(김윤진, 2016).

기계 학습의 종류는 지도학습(Supervised learning), 비지도학습(Unsupervised learning), 강화학습(Reinforcement learning)으로 구성된다(Holmes, Bialik, & Fadel, 2019). 지도학습은 미리 어떤 입력과 출력이 정해진 상태에서 어떤 값을 입력하면 결과가 어떻게 되는지를 학습하는 것이고, 비지도학습은 입력 데이터를 스스로 분석하여 분류하는 것이며, 강화학습은 현재 환경의 상태를 관찰하여 어떻게 대응하여야 할지 결정해 그에 따른 보상을 받으며 행동을 하는 것이다(김갑수, 2019).

본 연구에서는 기계학습의 지도학습을 활용하여 수업 프로그램을 구성하고자 한다.

2. 인공지능 교육의 개념과 현황

2-1. 인공지능 교육의 개념

인공지능 교육에 대한 정의를 위해 한선관(2020)은 인공지능 교육의 유형을 이해교육, 활용교육, 가치교육으로 나누어 [그림 2-1]과 같이 제시하였으며 각 인공지능 교육 유형에 따른 내용을 따로 학습하기보다 각 유형의 교육에서 다른 유형의 교육을 자연스럽게 연계하는 것이 효과적이라고 하였다. 인공지능 교육의 유형으로는 우선, 인공지능 이해교육은 인공지능의 용어, 지식, 개념, 원리, 법칙, 알고리즘 등의 이론과 실습으

로 인공지능의 지식과 기능을 갖추는 데 중점을 두는 교육, 두 번째로 인공지능 활용교육은 자신 또는 생활에서 주어진 문제를 해결하기 위해 인공지능을 활용하는 내용과 방법을 다루는 교육으로 이론적 지식의 형성보다는 산업 융합, 교과 융합, 교육 정책 활용 등 인공지능 활용 능력과 인공지능 기술의 개발, 융합 서비스와 창의적 아이디어 산출 등의 기능적이고 실용적인 내용을 중점적으로 다루는 교육, 마지막으로 인공지능 가치교육은 인공지능에 의해 나타나는 사회적 영향과 윤리적 이슈를 다루며, 개인의 삶과 직업, 사회적인 변화와 윤리적 영향 그리고 인류가 처하게 될 이슈를 태도와 실천의 관점을 중점으로 다루는 교육으로 나뉜다(한선관, 2020).



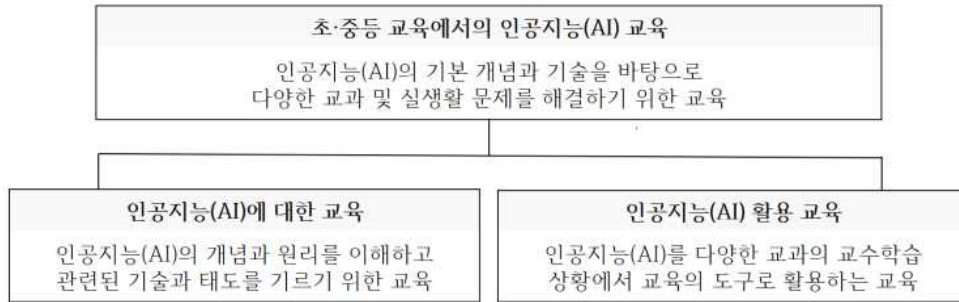
[그림 2-1] 인공지능 교육의 유형(한선관, 2020)

전인성, 김수환, 송기상(2021)은 인공지능 교육을 내용과 방법에 따라 인공지능 이해교육, 인공지능 가치교육, 인공지능 활용교육, 인공지능 융합교육으로 <표 2-1>과 같이 유형을 정리하였다.

<표 2-1> 인공지능 교육의 명칭 및 정의(전인성 외, 2021)

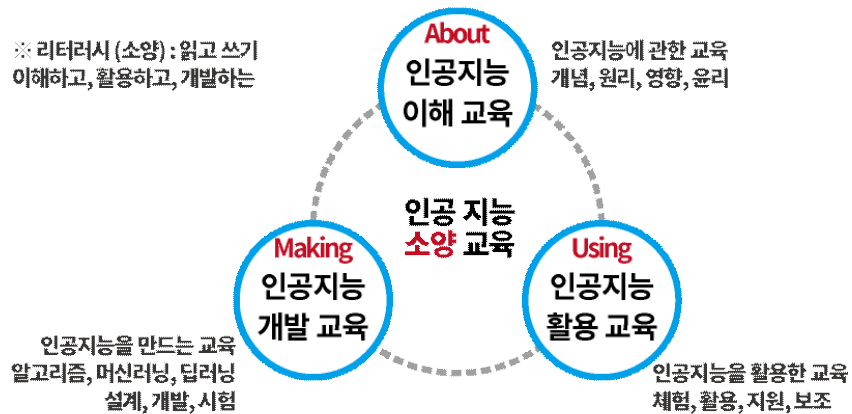
명칭	정의
인공지능 이해교육	인공지능의 지식, 개념, 원리·법칙, 알고리즘 등에 대한 이론을 학습하고 실습을 통한 인공지능 지식 및 기능을 습득하는 교육
인공지능 가치교육	실생활에서 주어지는 다양한 문제를 해결하기 위해 인공지능 및 인공지능 서비스, 에이전트를 활용하는 내용 및 방법을 학습하는 교육
인공지능 활용교육	인공지능에 의해 나타나는 윤리적·사회적 이슈 및 영향에 대한 학습하는 교육
인공지능 융합교육	인공지능의 개념과 원리, 종류를 바탕으로 교과교육에 인공지능을 활용하거나 교육내용 및 방법에 인공지능을 결합하여 교과교육의 성취기준을 달성하는 교육

한국교육과정평가원(2020)에서는 초·중등 교육에서의 인공지능 교육을 인공지능(AI)에 대한 교육과 인공지능(AI) 활용 교육을 포괄하는 개념으로 [그림 2-2]와 같이 정리하였는데 내용으로서의 인공지능(AI)을 강조하여 인공지능 기술에 대한 지식 및 활용 능력을 기르고 인공지능 기술의 사회 적용에 따라 발생하는 인공지능 관련 윤리 의식을 고취하는데 관심을 두는 ‘인공지능(AI)에 대한 교육’ 과, 도구로서의 인공지능(AI)을 강조하여 인공지능 기술을 교육 상황에서 활용하고 교육의 질을 제고하는데 보다 관심을 두는 ‘인공지능(AI) 활용교육’ 을 포괄하는 개념으로 볼 수 있다고 정의하였다.



[그림 2-2] 인공지능 교육에 대한 인식(한국교육과정평가원, 2020)

서울시교육청(2021b)은 인공지능 소양 교육을 위한 인공지능 교육의 요소로 [그림 2-3]와 같이 제시하였는데 인공지능의 개념, 원리, 영향, 윤리와 같이 인공지능에 관한 ‘인공지능 이해 교육’ 과 인공지능 체험, 활용, 지원, 보조와 같이 인공지능을 활용한 ‘인공지능 활용 교육’, 그리고 알고리즘, 머신러닝, 딥러닝 및 인공지능의 설계, 개발, 시험과 같이 인공지능을 만드는 ‘인공지능 개발 교육’ 으로 정의하였다.



[그림 2-3] 인공지능 교육의 요소(서울시교육청, 2021b)

2-2. 국내외 인공지능 교육 현황

국가에서는 2019년 ‘AI 국가전략’을 발표하며 전 생애, 모든 직군에 걸친 AI 교육 실시와 세계 최고의 AI 인재 양성을 강조하고 AI 경쟁력 혁신, AI 활용 전면화, AI와 조화 및 공존 등의 3대 전략을 제시하였고(과학기술정보통신부, 2019) 이에 따라 교육부에서는 인공지능(AI) 교육을 위한 초·중·고 AI 교육 기반 조성과 AI 교육 종합방안 수립 등을 발표하고 AI 시대를 대비한 교육 정책을 추진하고 있다(교육부, 2020).

이에 따라 서울시교육청(2020b)에서는 인공지능(AI)에 대한 시대적, 사회적 요구 증대에 따른 인공지능(AI) 융합 교육 기회 제공과, 컴퓨팅 사고력 및 실생활 문제해결력의 증진, 인공지능(AI) 윤리·디지털 리터러시 교육의 강화, 교육복지 확대, 교원 역량 및 전문성 제고를 목적으로 [그림 2-4]과 같이 AI 기반 융합 혁신미래교육 중장기 발전 계획을 발표하였다.

국가별 인공지능 정책 동향을 정리한 <표 2-2>의 내용과 같이, 세계 주요국에서도 디지털 경제를 이끄는 신기술 중 하나로 인공지능(AI)을 인식하고 인공지능(AI) 분야의 대규모 연구와 개발, 고급 전문가 및 인력 양성, 일반 대중에 대한 인공지능(AI) 소양 교육의 보편화 등 국가적 차원에서 인공지능(AI) 전략을 수립하여 추진하고 있으며 특히 유·초·중등교육에서 인공지능(AI) 교육의 필요성을 강조하였다(서울시교육청, 2021b).

비전

인간-AI 공존시대, 미래다움으로 새로운 인간다움을 기르는 혁신미래교육 실현

목표

AI 기반 융합 교육으로 미래 핵심역량을 갖춘 혁신적 인재 양성

중점과제	추진 전략	세부 추진내용
AI 기반 융합 교육을 통한 공교육 혁신	1-1 미래 핵심역량 중심 교육과정 운영	<ul style="list-style-type: none"> · AI 기반 융합역량을 기르는 학교 교육과정 · AI 핵심교과 강화 및 진로교육 내실화 · AI 기반 교육과정 운영의 선순환 체제 구축
	1-2 도전하고 성장하는 교육공동체 지원	<ul style="list-style-type: none"> · 학생이 자유롭게 도전하는 자기주도적 학습환경 조성 · 새로운 배움에 열정적으로 도전하는 교원 성장지원 · 학부모 AI 융합 미래교육 이해 및 참여 지원
AI 기반 맞춤형 교육 및 교육격차 해소	2-1 모두의 성장을 지원하는 AI 기반 융합 교육	<ul style="list-style-type: none"> · AI 기반 교육으로 학생 개별 맞춤형 성장지원 · AI 윤리 및 AI-디지털 리터러시 교육 강화
	2-2 AI 기반 취약계층 교육복지 강화	<ul style="list-style-type: none"> · AI 기반 시스템 활용 기초학력 보장 지원 · AI 튜터 활용 취약계층 맞춤형 책임교육 강화
AI 기반 초개인화 교육환경 조성	3-1 AI 기반 융합 미래형 교육환경 구축	<ul style="list-style-type: none"> · AI-데이터 활용 기반 교육환경 혁신 · AI-데이터 기반 통합지원 플랫폼 및 시스템 구축
	3-2 학교 안전 및 업무경감 교육환경 혁신	<ul style="list-style-type: none"> · 안전사고 예방 및 진단 AI 시스템 구축 · AI 기반 업무 자동화 및 학교 업무경감
	3-3 AI 기반 공유·협력 및 교육문화 확산	<ul style="list-style-type: none"> · AI-데이터 활용 민·관·학 거버넌스 구축 · AI 교육 확산으로 글로벌 공유문화 기여

[그림 2-4] 인공지능 교육 추진 개요(서울시교육청, 2021b)

<표 2-2> 세계 주요국의 인공지능 교육 정책 동향(서울시교육청, 2021b)

국가명	주요내용
미국	<ul style="list-style-type: none"> • 초·중·고 인공지능(AI) 교육의 중요성 강조 • AI 교육과정 가이드라인 및 단계별 온·오프라인 교육 프로그램 개발 • 교사를 위한 교수·학습 자료 및 도구의 개발 및 온라인 제공 • 국내외 협업 커뮤니티 활성화 등 현장 교육 지원 포함
영국	<ul style="list-style-type: none"> • 초등 단계부터 인공지능(AI) 교육 강조 • 교사 양성과 컴퓨팅 교육과정 개발 • 핵심교과에 필수적으로 인공지능(AI) 교육이 포함할 것을 권장
일본	<ul style="list-style-type: none"> • 2020년부터 초등 및 중학교 과정에 프로그래밍 교육 의무화 • 2022년부터 고등학교 ‘정보 I’ 과목을 필수로 채택
독일	<ul style="list-style-type: none"> • 대규모 인공지능(AI) 투자로 AI 산업경쟁력 및 기술력 확보 • 노동시장 변화에 대응한 직업훈련(직업교육 등) • 범규범 현실화 추진
중국	<ul style="list-style-type: none"> • 데이터, 인공지능(AI) 분야 대규모 투자 및 인력 양성, 선도기업 지정, 산업별 특화 플랫폼 육성 • 유·초·중등 인공지능 교과서 개발 및 적용 (2018년부터 적용)
핀란드	<ul style="list-style-type: none"> • 인공지능(AI) 교육 도구, 온라인 사이트 개발 및 적용 • 초·중등학교에서의 AI 교육의 필요성 인식으로 학교급과 연령에 상관없이 모든 시민이 인공지능(AI) 문해력을 습득할 수 있도록 노력

3. 인공지능 교육 플랫폼

인공지능 교육 플랫폼은 <표 2-3>과 같고 인공지능 관련 교육 콘텐츠, 사용 가능한 프로그래밍 언어의 종류, 데이터별 학습 모델 훈련 가능 여부에 따라 조금씩 차이가 있다(서정은, 2023). 이재호, 이승훈(2020)의 초등 AI 교육 플랫폼에 대한 전문가 인식조사 연구에서는 인공지능 교육 플랫폼에 대해 분석하고 교육 관련 전문가들의 인식을 조사한 결과 엔트리(Entry)가 양질의 교육용 콘텐츠 제공, 접근의 용이성, 교수 및 학습 관리의 편리성에 높은 평가를 받아 가장 인공지능 교육에 있어서 가장 효과적인 AI 교육 플랫폼이라는 결과가 나왔다.

본 연구에서는 피지컬 컴퓨팅 도구인 마이크로비트(Microbit)와 연동하여 활용이 가능하고, 학습자들의 인지적 과부하를 줄일 수 있도록 사용 경험이 많은 엔트리(Entry)를 인공지능 교육 플랫폼으로 사용하고자 한다.

<표 2-3> 인공지능 교육 플랫폼(서정은, 2023)

도구	설명	사이트
Teachable Machine	<ul style="list-style-type: none"> · 구글에서 개발한 인공지능 교육 사이트 · 이미지, 사운드, 포즈 인공지능 모델 훈련 가능 · 텍스트 언어(Python, Javascript 등), 블록 언어(스크래치 등)을 통한 인공지능 모델 적용 가능 · 웹(Javascript), 아두이노(Scetch)로 피지컬 컴퓨팅 확장 가능 	https://teachablemachine.withgoogle.com/
Machine Learning For Kid (ML4Kids)	<ul style="list-style-type: none"> · 영국에서 개발한 인공지능 교육 사이트 · 텍스트, 이미지, 숫자, 사운드 인공지능 모델 훈련 가능 · 스크래치, 앱인벤터, 파이썬으로 프로그램을 제작할 수 있는 API를 제공 	http://machinelearningforkids.co.uk/

Elements of AI	<ul style="list-style-type: none"> · 핀란드 Reaktor 회사와 헬싱키 대학에서 개발한 인공지능 교육 사이트 · AI 이해, 문제해결, 실제 AI, 머신러닝, 신경망 등의 내용으로 구성 	https://elementsofai.com/
Entry	<ul style="list-style-type: none"> · 네이버의 비영리 교육기관인 커넥트재단에서 운영하는 교육용 프로그래밍 사이트 · 이미지, 텍스트, 음성 데이터를 분류하는 지도 학습, 숫자 데이터를 이용한 지도 학습, 비지도 학습 모델 훈련 가능 · 오디오 감지, 비디오 감지, 읽어주기, 번역 기능 제공 · 피지컬 컴퓨팅 도구를 사용하여 인공지능 프로그램 확장 가능 	https://playentry.org/
Cognimates	<ul style="list-style-type: none"> · MIT 미디어랩에서 개발한 인공지능 교육 사이트 · 이미지, 텍스트 훈련을 위한 Cognimates Studio와 AI 코딩을 위한 코드랩 제공 	http://cognimates.me/home/
mBlock	<ul style="list-style-type: none"> · 중국에서 개발한 인공지능 교육 사이트 · 나이 인식, 감정 인식, 글자 인식, 소리 인식 인공지능 모델 사용 가능 · 이미지 인공지능 모델만 훈련 가능 · 피지컬 컴퓨팅 도구를 사용하여 인공지능 프로그램 확장 가능 	https://mblock.makeblock.com/en-us/
Scratch	<ul style="list-style-type: none"> · MIT 미디어 연구소의 Lifelong Kindergarten Group에서 발표한 교육용 프로그래밍 사이트 · 텍스트, 이미지, 숫자, 소리 인공지능 모델 훈련 가능 · 피지컬 컴퓨팅 도구를 사용하여 인공지능 프로그램 확장 가능 	https://scratch.mit.edu/

제 2 절 메이커 교육

1. 메이커 운동과 메이커 교육

메이커에 대한 정의로 Dougherty(2012)는 만드는 활동은 인간의 본성이라는 관점으로 제작방식에 관계없이 우리는 모두 만드는 사람이라고 하였고, Anderson(2013)은 새로운 산업혁명을 이끌고 제품을 제작 및 창작품을 공유하는 사람이라고 하였다. Lang(2013)은 물리적 방식으로 자기 세계에 영향을 미치고 변화를 일으키는 사람이라고 하였고, Hatch(2013)는 메이커는 새로운 만들기를 이끄는 제작하는 사람을 의미하며 기존 제작자의 범주에 구속받지 않으면서 손쉬운 기술을 응용하여 다양한 만들기 활동을 하는 대중이라고 정의하였다.

메이커 운동(Maker Movement)은 기존의 DIY(Do It Yourself) 문화가 다양한 디지털 기술과 도구에 대한 용이한 접근성과 접목하여 미국을 중심으로 활발하게 일어나고 있는 문화적 현상이며(강인애, 윤희진, 2017) 메이커 운동은 재료와 도구를 활용하여 필요한 것이나 상상한 것을 직접 설계 및 제작하고 그 과정에서 얻는 지식과 경험을 타인과 공유하는 문화이다(Dougherty, 2012). 메이커 운동의 교육적인 가치와 효과로 인해 메이커 교육(Maker Education)의 형태로 확장되어 새로운 교육 방법의 하나로 실천되고 있다(강인애, 김홍순, 2017).

메이커 교육(Maker Education)은 학생이 직접 문제를 해결하기 위해 아이디어를 설계하고 직접 구현해내는 과정을 통해 자연스럽게 지식 및 기술을 체계화하고 문제해결 경험을 하게 되는 교육을 말하며 메이킹 활동을 통해 학습자들이 스스로 지식, 기술, 경험 등을 만들어가기 때문에 구성주의와 깊이 연관되어 있다고 할 수 있다(Papert & Harlel, 1991; Peppler, Halverson, & Kafai 2016). 이러한 메이커 교육은 메이커 운동이

교육계로 확산되고 발전한 것으로, 의미있는 무엇인가를 직접 설계하고 만드는 노작활동과 과정을 공유하는 정신에서 교육적 가치가 있다고 할 수 있다(Martinez & Stager, 2013). 가끔 메이커 교육이 제작활동을 강조하는 의미로 노작교육과 비교되는 경우도 있지만(유예은, 강인애, 전용찬, 2018) 산출물 제작과 기술 습득뿐만 아니라 산출물 제작 과정과 목표에 있어서 개방과 공유의 메이커 정신을 통해 개인적 흥미를 사회적 차원으로 확장해 나간다는 점에서 의미가 있다(윤희진, 강인애, 이수정, 2021).

메이커 교육은 학습자들이 제작 활동 또는 메이킹 활동을 할 때 주제, 활용 도구 및 테크놀로지, 재료, 산출물을 스스로 선택 및 결정하며 산출물의 성공과 실패에 따른 평가 걱정이 없는 만들기 활동 자체에 몰입하는 학습자 중심, 과정 중심의 교육이며 과정 속에서 학습자들이 지식, 기술을 체계화하고 구성해나가며 문제해결 경험으로 연결되는 교육을 의미한다(김근재, 2019). 이러한 과정 속에서 메이커 교육을 통해 어느 한 과목, 분야에 중점을 두기 보다 문제해결에 필요한 여러 분야의 융합과 창의적 해결 방안 고안이 이루어지게 되는데, 이는 산업 및 영역 간의 경계가 불분명해지는 4차 산업혁명 시대의 특성과 비교하였을 때 시대의 요구에 부합하는 교육이라고 간주할 수 있다(윤혜진, 2018). 메이커 교육은 4차 산업혁명의 융합과 연결을 강조한 현 시점에서 유용하게 활용할 수 있는 교육의 한 방식이며(오수진, 백운철, 권지은, 2019) 주요 학습 도구로서 퍼지컬 컴퓨팅, 로보틱스, 3D 프린팅 등 디지털 테크놀로지를 적극 활용하고 있다는 점에서 새로운 기술에 대한 교육적 요구를 함께 반영한다고 할 수 있다(김성애, 2020).

이러한 메이커 교육으로 학습자가 실생활과 관련한 문제를 접하고 개인적 혹은 사회적으로 의미 있는 무엇인가를 스스로 만들어보는 과정을 통해 문제해결 능력, 의사소통 능력뿐만 아니라 공유와 개방, 협력의 정신을 함양할 수 있으며(강인애, 김명기, 2017) 자기주도성, 융·복합 사고

력, 창의성 등의 함양에도 도움이 된다(김용익, 2018). 또한 메이커 교육의 전반에 있어서 내용을 기록하는 포트폴리오는 학생 자신의 학습 내용과 반성을 지속적으로 기록하게 하고 이는 공유의 단계로 이어져 다양한 구성원과 피드백을 받는 기회를 통해 학습의 효과성을 높일 수 있다(이동국, 2019).

이에 따라 본 연구에서는 인공지능 기반 메이커 교육을 진행하기 위해 주요 학습 도구로서 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용한 교육 프로그램을 개발하고 이를 중학생을 대상으로 한 교육 프로그램을 적용하여 학습자에게 미치는 영향을 보고자 한다.

2. 메이커 교육의 수업 모형

메이커 교육을 위한 대표적인 수업 모형에는 TMI 모형, uTEC 모형, TMSI 모형이 있다(김보정, 이호준, 성지현, 박정범, 2022).

2-1. TMI 모형

가장 먼저 개발된 TMI 모형은 생각하기(Thinking), 만들기(Making), 개선하기(Improving)의 총 3단계로 구성되어 있는데, 실행을 중시하고 체험적 활동을 강조하며, 메이커 교육의 본질인 학습자 중심의 학습 과정을 강조한다(Martinez & Stager, 2013). 학습자 스스로 문제를 깨닫고 해결을 위한 생각을 통해 산출물을 만들며 개선하는 과정을 통해 문제중심학습(PBL)의 확장으로서 메이커 교육을 제시한다(윤혜진, 2018).

첫 번째 단계인 생각하기(Thinking) 단계에서는 무엇을 만들지 계획하는 단계로서 학습자 스스로 탐구하여 문제를 정의하고 해결 방안을 모색하여 프로젝트의 진행 계획을 세우며, 두 번째 단계인 만들기(Making)

단계에서는 학습자 스스로 세운 목적에 따라 결과물을 산출하기 위해 텅커링, 제작, 실험 등의 체험적 활동을 반복한 뒤 마지막 세 번째 단계인 개선하기(Improving) 단계에서는 결과물 개선을 위해 문제점 및 보완점을 찾고 이를 수정 및 보완하기 위해 탐구, 실험, 제작 활동을 반복한다(오보영, 김현석, 2022).

TMI 모형은 본연의 활동인 만들기(Making)를 단계로 구성하고 강조하여 학습자의 자율성을 극대화하며 메이커 활동을 간단하고 분명하게 만들었다는 특징이 있지만 활동의 대부분을 차지하고 있는 만들기(Making) 단계가 구체적이지 않아 교육 현장에서 교사와 학생들이 활용하기 힘든 점이 있다(강인애, 김양수, 윤혜진, 2017).

2-2. uTEC 모형

메이커 초보자가 점차 전문가로 발전하기 쉽게 구성한 uTEC 모형은 학습자가 자기주도적 활동을 통해 메이커 활동에 몰입할 수 있도록 텅커링 단계를 더한 사용하기(Using), 텅커링(Tinkering), 실험하기(Experimenting), 창작하기(Creating)의 총 4단계로 이루어져 있다(Loertscher, Preddy, & Derry, 2013).

사용하기(Using) 단계에서는 메이커 활동에 입문한 학습자가 다른 메이커들의 산출물 또는 다양한 예시의 탐구를 통해 비교적 간단히 메이커 활동을 경험하고 메이커 활동에 친숙해지는 단계이며 두 번째 텅커링(Tinkering) 단계에서는 다른 사람이 만든 창작물을 활용해 재창조 활동으로 관련된 정보, 원리, 지식을 탐구한다(정정은, 2023). 세 번째 실험하기(Experimenting) 단계에서는 다른 사람이 만든 기존의 제품에서 벗어나 본격적으로 자신의 창작물을 제작하는 단계로 실험과 수정의 단계를 거치며 실패를 극복하고 끊임없이 도전하여 성공하게 되면서 메이커 정신

의 함양을 이룬다(Dougherty, 2012). 마지막 창작하기(Creating) 단계에서는 학습자가 개인의 독창적 사고와 행동이 발생하게 되면서 혁신적이고 독특한 메이킹 활동이 활발히 진행된다(김양수, 2017).

uTEC 모형은 학생들이 메이커로 성장할 수 있도록 모형을 단계적으로 심화되게 구성하였지만 구체적 전략이나 활동 등의 예시가 없어 학교 현장에 활용하기 어렵다(오보영 외, 2022).

2-3. TMSI 모형

TMSI 모형은 TMI 모형과 uTEC 모형의 아쉬운 점을 보완하기 위해 TMI 모형의 만들기(Making), 개선하기(Improving)와 uTEC 모형의 텅커링(Tinkering)을 조합하고 추가로 공유하기(Sharing)를 더해 TMSI의 총 4단계로 구성했다(황중원, 강인애, 김홍순, 2016).

첫 번째 텅커링(Tinkering) 단계에서는 학습자에게 여러 가지 재료를 다양한 방법으로 탐색 및 실험 과정을 제공해 메이커 활동에 흥미를 갖게 하는 단계로 학습자는 도구 및 재료의 사용법을 익히는 것은 물론 메이커 활동에 친숙하게 되고 어떤 활동을 할지 아이디어를 생각하기도 한다(정정은, 2023). 두 번째 만들기(Making) 단계에서는 학습자의 아이디어를 실제의 결과물로 제작하는 단계로 자신이 구상한 아이디어를 실행해보기 위해 다양한 사고 활동이 이루어지며 시제품 제작하기, 실험하기, 기록하기 등의 활동을 한다(김명선, 2022). 세 번째 공유하기(Sharing) 단계에서는 메이커 운동이 강조하는 공유의 정신을 반영한 단계로 오프라인 뿐만 아니라 온라인을 통해서도 비슷한 관심이 있는 사람들과 결과물과 제작과정을 나눌 수 있고, 마지막 단계인 개선하기(Improving) 단계에서는 자신의 제작과정을 되돌아보고 결과물을 발전시키기 위한 아이디어를 도출하고 만들기(Making) 단계로 다시 되돌아가며 메이킹 활동을 순

환한다(강인애, 김홍순, 2017).

TMI 모형과 uTEC 모형의 아쉬운 점을 보완하기 위해 모형의 단계를 재구성하고 공유하기(Sharing) 단계를 추가했지만, 특정 단계에서만 공유가 이루어지는 듯한 오해를 불러일으킬 수 있고 결과물의 공개나 발표의 형태와 같이 쌍방향의 교류가 아닌 일방적 제공의 형태가 이루어지지 않도록 보완해야 한다(오보영 외, 2022).

메이커 교육을 위한 수업 모형을 정리하면 <표 2-4>과 같다.

<표 2-4> 메이커 교육 수업 모형 비교

TMI	uTEC	TMSI	공통요소
생각하기 (Thinking)	사용하기 (Using)	팅커링 (Tinkering)	흥미 및 동기유발 도구, 재료 기능 습득 아이디어 산출 및 수렴
	팅커링 (Tinkering)		
만들기 (Making)	실험하기 (Experimenting)	만들기 (Making)	설계 및 재료 준비 실제 만들기 활동
		공유하기 (Sharing)	제작과정의 지식, 방법, 결과물 온/오프라인 공유
개선하기 (Improving)	창작하기 (Creating)	개선하기 (Improving)	피드백에 따른 결과물 분석 개선 방법 연구 및 실천 새로운 활동 논의

제 3 절 피지컬 컴퓨팅

1. 피지컬 컴퓨팅 도구 정의

피지컬 컴퓨팅의 개념은 미국의 Dan O'Sullivan와 Tom Igoe 교수가 New York University ITP(Interactive Telecommunications Program)에서 물체의 상호적 작용이 가능한 인터랙티브 피지컬 시스템(Interactive Physical Systems)들을 학습자에게 가르치기 위해 시작된 개념으로(장지은, 2017) 디지털 기기를 이용해 현실 세계로부터 물리적 방식으로 아날로그 입력을 받거나 아날로그 정보를 디지털 방식으로 처리한 결과를 물리적 방식으로 출력하는 컴퓨팅 방식을 말한다(한선관, 류미영, 2016).

피지컬 컴퓨팅 도구는 물리적인 현실 세계와 컴퓨터의 가상 세계의 상호작용을 돕는 도구로 신호 감지 및 입력에 관련한 센서(Sensor), 물리적인 움직임과 같이 출력에 관련한 액추에이터(Actuator), 이를 제어하는 트랜스듀서(Transducer) 등으로 이루어져 있다(O'Sullivan & Igoe, 2004).

피지컬 컴퓨팅은 사물인터넷, 로봇과 같은 다양한 분야에 활용되고 있으며 EPL(Educational Programmig Laguage) 등을 사용한 프로그래밍과 연계해 교구로도 활용되고 있다(이동형, 2022). EPL은 교육용으로 부적합한 일반 범용 프로그래밍 언어의 여러 단점을 보완하여 학생들이 자유롭게 자신의 생각을 프로그래밍 할 수 있게 하는 언어로(홍수빈, 2014) 대표적인 EPL로는 스크래치(Scratch)와 엔트리(Entry)가 있으며 블록 프로그래밍 언어를 활용하여 학습자들의 프로그래밍 활동을 돕는다(박재연, 마대성, 2018).

2. 피지컬 컴퓨팅 교구

교육 활동을 위해 제시되는 물적 환경에는 교수 매체, 교수 자료, 시청각 교재 등이 있는데 교수 매체로 교재, 교구, 활동 자료 등이 있으며 교구는 교수 학습을 도와주는 교육용 도구를 일컫는다(서정은, 2023). 교구를 크게 두 가지 용도로 나눠보면 교수 활동을 지원하는 교구와 학습활동을 지원하는 교구가 있을 수 있다(전형기, 2018). 본 연구에서 교구의 형태는 학습활동을 지원하는 교구의 형태로 보고자 한다.

피지컬 컴퓨팅 교구는 로봇형, 모듈형, 보드형으로 나눌 수 있는데 첫 번째로 로봇형은 움직임 등의 물리적 출력장치를 강화한 것으로 완성된 형태를 갖춘 도구, 두 번째로 모듈형은 다양한 입출력 장치를 조립해 마이크로컨트롤러에 연결하여 제어하는 도구, 마지막으로 보드형은 마이크로컨트롤러를 포함한 전자 보드 형태 기관 도구를 말한다(김재휘, 김동호, 2016).

각 형태별 피지컬 컴퓨팅 교구의 장단점으로 우선 로봇형은 특별한 조작이나 장치의 연결없이 즉시 사용 할 수 있다는 장점이 있지만 가격이 비싸고 다양한 활동으로 확산 적용하는데 한계가 있다는 단점이 있다(이동형, 2022). 두 번째로 모듈형은 레고 형태의 블록을 마이크로컨트롤러에 연결 및 조립하여 사용하여 고장이 적다는 장점이 있지만 주어진 프로그램만 사용 가능하여 다른 교구와의 연결이 어렵고 가격이 비싸다는 단점이 있다(서정은, 2023). 마지막으로 보드형 피지컬 컴퓨팅 교구는 전자보드 형태의 기관으로 확장성이 높은 장점이 있지만 전기 회로 및 전자 지식이 필요하여 사용에 어려움이 따른다는 단점이 있다(서동수, 2006). 이에 피지컬 컴퓨팅 도구 활용 초기에는 보드형에서 입력장치, 출력장치, 마이크로컨트롤러가 포함되어 있고 별도의 회로 구성없이 교육용 프로그래밍 언어 활용으로 제어가 가능한 센서보드를 많이

활용한다(김재휘 외, 2016). 그 중 마이크로비트는 블록 프로그래밍 언어를 활용하여 작업이 가능하고 작업 후 기계어로 자동 변환되어 마이크로비트에 저장되어 프로그램을 작동시킬 수 있어 쉽고 간단하게 사용할 수 있다(김경태, 이철현, 2021).

따라서, 본 연구에서는 확장성이 높아 원하는 산출물 제작에 용이하고 인공지능 적용이 가능하며 초보자도 쉽게 활용할 수 있는 보드형 피지컬 컴퓨팅 교구로 마이크로비트(Microbit)를 선정하고자 한다.

3. 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 교육 및 메이커 교육 선행연구

이한중, 김영식(2020)은 인공지능 교육 플랫폼 안에서 피지컬 컴퓨팅의 장점을 활용하여 새로운 피지컬 컴퓨팅 융합 인공지능 교육 자료를 개발하여 제시하였다. 데이터 입력을 위해 스크래치를 사용하고 피지컬 컴퓨팅 도구로는 마이크로비트(Microbit)를 활용한 교육 프로그램으로 센서를 통해 데이터를 받아 피지컬 컴퓨팅 원리를 학습하는 동시에 인공지능 학습의 과정을 체험할 수 있도록 하는 인공지능 수평계 제작 교육 프로그램이다. 무엇보다 결과를 피지컬 컴퓨팅 도구로 직접 확인해 볼 수 있다는 점에서 교육적 효과를 찾아볼 수 있기에 학생을 대상으로 적용하고 효과성을 검증할 필요가 있다고 제안하였다.

이아영, 이영석(2023)은 블록 프로그래밍 언어 기반의 피지컬 컴퓨팅 교구를 활용하여 학생들이 직접 데이터를 수집 및 가공하고 인공지능 모델에 적용하고 난 후 학습자들의 인공지능의 이해와 필요성 및 데이터의 중요성에 대한 이해도에 긍정적인 영향을 준 것을 확인하였다. 해당 연구를 통해 피지컬 컴퓨팅 교육과 관련하여 다양한 프로그램 개발과 난이도의 조절을 통해 학습에 긍정적인 변화 확인을 제안하였다.

강신조(2023)가 개발한 초등학생 인공지능 융합 메이킹 프로그램에서

는 피지컬 컴퓨팅 도구로 에듀메이커보드를 사용하였으며 인공지능 도구로 엔트리 인공지능 블록을 활용하여 메이킹 프로그램이 진행되었고 교육 프로그램 적용 결과 학생들의 창의 융합 마인드 셋에서 유의미한 긍정적 변화와 수업 만족도의 높은 결과를 확인하였다. 하지만 초등학교 5학년 1개 학급 18명의 학생을 대상으로 한 연구로 다양하고 많은 인원의 학습자를 대상으로 한 후속 연구의 필요성을 제언하였다.

이동형(2022)은 피지컬 컴퓨팅 교구인 코블과 엔트리 인공지능 도구를 활용하여 AI 스피커, AI 스마트홈, 피지컬 컴퓨팅 AI 작품을 만드는 프로그램을 개발하고 적용하여 컴퓨팅 사고력, AI 기술에 대한 태도, AI 관련 진로 지향도에 긍정적인 효과를 확인하였다. 이에 따라 다양한 주제의 AI 교육 프로그램의 개발과 보급의 필요성을 제언하였다.

김성애(2020)는 피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 기반의 메이커 교육 프로그램을 개발하기 위해 인공지능 기반의 메이커 교육모형을 개발하고 이에 기초해 피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 개발 및 적용하여 학습자와 교수자의 관점에서 긍정적인 반응과 평균 이상의 만족도를 확인하였다. 이에 따라 프로그램을 현장에 적용한 후 효과성 분석 또는 교사연수에 적용한 효과성 분석 연구를 제언하였다.

전우천(2021)은 인공지능의 다양한 기술의 활용을 위해 인공지능 교육이 필수적이기에 그 중심에 있는 피지컬 컴퓨팅 기반 교육을 강조하며, 체험 위주의 활동이 이루어지는 피지컬 컴퓨팅 교육의 장점으로 인공지능 기술을 쉽게 배우고 다양한 활용이 가능하다고 하였다. 이에 따라 다양한 피지컬 컴퓨팅 도구의 개발과 활용 방안이 개발되어야 한다고 제언하였다.

피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 교육과 관련한 선행연구를 요약하면 다음 <표 2-5>와 같다.

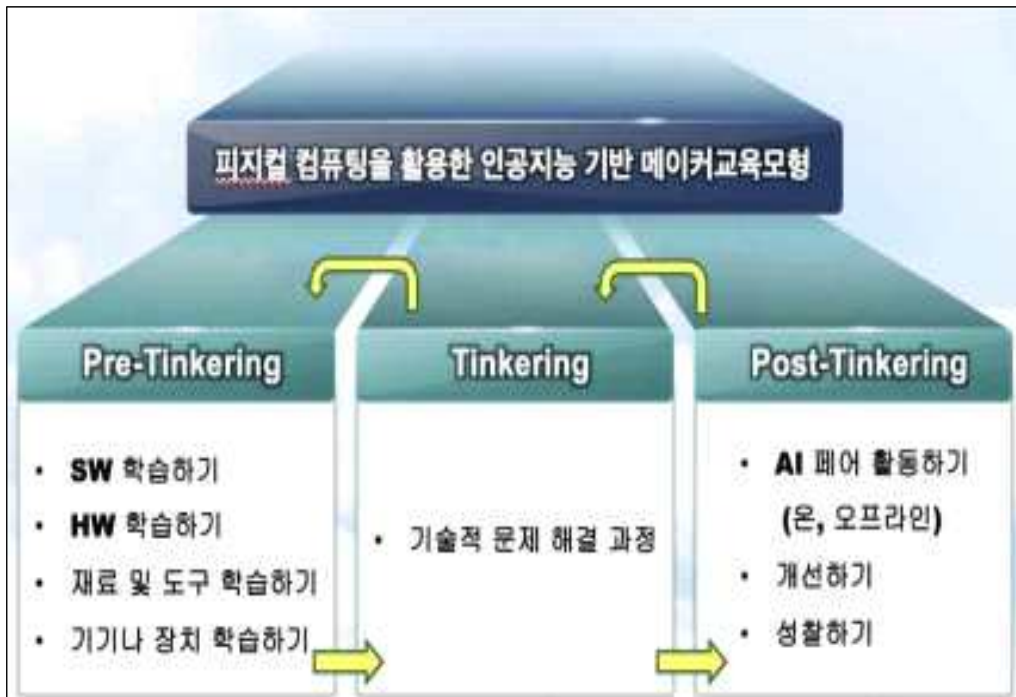
<표 2-5> 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 교육 및 메이커 교육 선행연구

연구자	대상	연구 내용
이한중, 김영식 (2020)	초	인공지능 교육 플랫폼(Machine Learning for Kids)을 활용한 피지컬 컴퓨팅 도구(Microbit) 융합 인공지능 교육 프로그램 개발 및 제시
이아영, 이영석 (2023)	초	초등학생을 대상으로 한 인공지능 융합 교육을 위한 피지컬 컴퓨팅 캠프 프로그램을 개발 및 적용 후 학습자의 인공지능과 관련한 인식에 미치는 긍정적 영향 분석
강신조 (2023)	초	초등학생 대상 인공지능 융합 메이킹 활동 프로그램의 개발 및 적용으로 학습자의 창의 융합 마인드 셋과 학습 만족도에 미치는 긍정적 효과 분석
이동형 (2022)	중	피지컬 컴퓨팅 기반 AI 교육 프로그램 개발 및 적용 후 학습자의 컴퓨팅 사고력, AI 기술에 대한 태도, AI 관련 진로 지향도에 미치는 긍정적 영향 분석
김성애 (2020)	중	피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 기반 메이커 교육모형 개발 및 모형을 적용한 교육 프로그램 개발
전우천 (2021)	-	피지컬 컴퓨팅 교육의 정의 및 효과, 교육 현황 및 발전을 위한 과제 연구

이상의 선행연구에서 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용한 인공지능 교육으로 학습자는 교육 프로그램에 대한 높은 만족감과 긍정적인 효과 변화를 보여주는 것을 확인할 수 있었다. 그 중, 강신조(2023), 이동형(2022), 김성애(2020)의 연구에서 학습자가 창의적인 산출물을 만드는 메이커 교육으로 이어져 학습자에게 긍정적인 변화에 대한 효과를 보인 것을 확인하였지만 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육과 관련한 또 다른 연구 사례가 미비하였다. 따라서 중학생을 대상으로 적용한 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 개발하는 연구와 교육 프로그램을 적용하여 효과성을 보는 연구의 필요성이 있다.

4. 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육모형 선행연구

김성애(2020)의 피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 기반 메이커 교육모형은 인공지능(AI) 교육 및 메이커 교육에 대한 문헌 고찰을 바탕으로 개발되었다. 교육모형은 사전 텡커링(Pre-tinkering), 텡커링(Tinkering), 사후 텡커링(Post-tinkering)의 총 3단계로 [그림 4-1]과 같이 전 단계에 걸쳐 긴밀한 피드백이 이루어지는 메이커 교육으로 구성되었다(김성애, 2020).



[그림 2-5] 피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 기반 메이커 교육 모형(김성애, 2020)

총 3단계에서 1단계인 사전 텡커링(Pre-tinkering) 단계에서는 본격적인 문제해결 과정인 텡커링(Tinkering) 단계 이전에 필요한 소프트웨어(SW), 하드웨어(HW), 재료 및 도구, 기기나 장치에 대한 학습이 이루어지는 단계이다. 학습자 수준을 고려하여 도구를 선정 및 학습이 진행될 수 있도록 하여야 하며 텡커링(Tinkering) 단계에서 메이킹 활동 중 학습

해야 하는 부분이 생긴다면 다시 사전 텅커링(Pre-tinkering) 단계에서 학습 진행이 가능하다. 학습은 수업 시간 혹은 이외의 시간에도 꾸준히 이루어질 수 있다.

주된 활동이 되는 2단계의 텅커링(Tinkering) 단계는 문제의 이해, 아이디어의 탐색과 개발, 실현, 평가로 이루어진 기술적 문제해결 과정(이상봉, 배선아, 2007)으로 진행되며 사전 텅커링(Pre-tinkering) 단계에서 학습한 내용들을 활용해 창작이 이루어지는 단계다. 또한 텅커링(Tinkering) 단계에서는 일련의 과정들을 통해 학생 간의 학습의 나눔과 공유가 이루어진다.

마지막으로 3단계의 사후 텅커링(Post-tinkering) 단계에서는 상황에 맞게 온라인 혹은 오프라인으로 결과를 공유 및 나눔 진행하여 공유 및 나눔 정신의 실천과 함께 작품에 대한 개선 및 자기 성찰 과정이 이루어진다. 모형의 모든 단계는 계속되는 순환과 반복을 통해 학습의 지속성을 가능하게 한다.

본 연구에서는 교육 프로그램 진행을 위해 김성애(2020)의 피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 기반 메이커 교육모형을 활용하여 교육 프로그램을 개발 및 적용하고자 한다.

제 4 절 자기효능감(Self-Efficacy)

1. 자기효능감의 정의

자기효능감(Self-Efficacy)은 개인이 성취하려 하는 것을 가능하게 하도록 하는 능력에 대한 신념(Bandura, 1977)을 의미하며 특정 상황에서 보다 구체적으로 목적을 성취하기 위한, 성과를 통제하기 위한, 그리고 행동을 조직화하기 위한 능력의 신념을 의미하기도 한다(Patrick, H., Hicks, L., & Ryan, A. M, 1997). 자기효능감의 본질을 분명하게 하기 위해 유사 개념들과 비교해보면, 자기효능감은 자기가치(Self-Worth)에 대한 평가 결과 얻어지는 자존감(Self-Esteem)과는 구별되며(Bandura, 1986) 구체적인 상황에서의 자신감(Self-Confidence)이라고 볼 수 있다. 자신감이란 자신의 가치와 능력에 대한 개인의 확신 또는 신념의 정도라고 할 수 있다(이현정, 2015). 자기효능감과 일반적 자신감의 개념적 차이는 자신감은 믿음 또는 확신의 강도를 의미할 뿐 인지된 능력의 구체화 된 수준을 의미하지 않지만, 자기효능감은 그 믿음의 강도와 인지된 능력 수준의 구체화를 의미한다는 점이다(이영광, 지은구, 2017).

2. 자기효능감의 구성요인

자기효능감은 향상될 수 있으며 자기효능감 증진에 있어서 영향을 주는 구성요소로는 과거의 성공 경험과 간접적 경험, 언어적인 설득, 감정적인 생리적 상태가 있다(Bandura, 1986). 구성요소로 첫 번째는 과거의 성공 경험은 자기효능감 판단에 중요한 정보를 제공하는데 성공적인 경험이 반복된다면 높은 자기효능감을 갖게 될 것이고 실패 경험이 많다면 낮은 자기효능감을 갖게 될 것이다(Urdan & Pajares, 2006). 두 번째로

간접적 경험은 전혀 경험이 없더라도 간접적으로 자신과 비슷한 모델이 성취하는 것을 관찰하여 자기효능감을 증진시킬 수 있다(김아영, 2004). 세 번째로 언어적인 설득은 설득자의 지위나 능력 등에 의해 차이가 있을 수 있으며 성공에 대한 언어 표현에 의해 자기효능감을 증진시킬 수 있다(이영광 외, 2017). 마지막으로 감성적인 생리적 상태는 정서적 흥분, 각성과 같은 불안정한 상태 보다 정서적인 안정 상태에서 자기효능감을 증진시킬 수 있다(서승석, 2010).

3. 자기효능감의 측정

Bandura(1977)는 자기효능감을 측정할 때 수준(Level), 강도(Strength), 일반성(Generality)에 따라 자기효능감이 서로 다를 수 있다고 보았다. 우선 수준은 과제의 난이도와 관련된 것으로, 과제의 어려움에 따라 자기효능감이 달라지는데 과제 수행에 있어서 과제의 난이도가 쉬우면 높은 성취를 기대할 수 있어 자기효능감이 높아지고 어렵다면 낮은 성취도를 기대하여 자기효능감이 낮아지게 되는 차이가 있다는 것이다(이영광 외, 2017). 두 번째로 강도는 어려움이 있을 때 효능감의 지속 정도를 나타내는 것으로, 어려운 과제의 해결이 주어졌을 때 문제를 계속 해결하고자 하는 의지가 있으면 자기효능감이 높아지는 것과 같이 지속적인 의지에 따라 자기효능감의 차이가 있다(김갑수, 2014). 마지막으로 일반성은 과제의 유형에 따라 달라지는 자기효능감으로, 다양한 과제에 대해 사람마다 자기효능감이 달라지는데 특정한 상황과 대상을 넘어 다양한 과제에 대해 사람들마다 자기효능감의 일반성에서 보이는 차이가 있을 수 있다(김아영, 2004).

다양한 선행연구에서 자기효능감 측정과 관련하여 다양한 측면에 따라 자기효능감 측정 척도를 다르게 활용하고 있다. 연구자에 따라 약간씩

용어 사용의 차이가 있지만 선행연구에서 개념화되고 조작적으로 정의가 내려져서 측정된 자기효능감의 차원들은 가장 일반적인 것에서부터 특수한 것까지 5가지 차원으로 일반적(General), 맥락-특수적 혹은 상황-특수적(Context-Specific or Situation-Specific: 학업적, 사회적, 직무, 교사, 등), 영역-특수적(Domain-Specific: 언어영역, 이과영역, 양적영역, 등), 과목-특수적(Subject-Specific: 국어, 수학, 과학, 등), 과제-특수적(Task-Specific: 읽기, 작문, 산수계산, 등) 자기효능감이 있다(김아영, 2004).

이 중 본 연구에서 사용한 척도는 이영광 외(2017)의 자기효능감 척도 도구를 사용하였으며 이는 일반적 자기효능감을 측정하기 위해 Sherer 등(1982)에 의해 개발된 도구를 수정 및 보완하여 나온 척도이다.

4. 자기효능감 선행연구

최일훈, 소금현(2022)은 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 한 인공지능 기반 도구를 활용한 미세먼지 환경교육 프로그램으로 환경감수성과 자기효능감에 미치는 영향을 알아보기 위한 연구를 실시하여 학생들의 자기효능감의 유의미한 변화를 확인할 수 있었다. 해당 연구에서 학생들은 인공지능 블록을 활용한 프로그래밍을 통해 계획적으로 수업 과제를 처리하며 스스로 학습을 조절하여 긍정적인 변화를 확인할 수 있었다고 추론하였다. 따라서 인공지능 기반 도구를 활용한 실천과 체험 중심의 교육 프로그램의 연구 및 개발이 필요하다고 제안하였다.

이성혜, 한정윤(2020)은 인공지능 교육을 처음 접하는 초·중등 학생을 대상으로 한 AI 리터러시 교육 프로그램을 개발하고 적용하여 학습자 특성과 AI 자기효능감 그리고 AI 학습 지속 의사 간의 관계를 분석하는 연구를 진행하여 AI 자기효능감이 유의미하게 증진되었음을 확인하였지만 프로그래밍 언어 활용 수준이 자기효능감에 유의미한 영향을 미치지 않

는다는 것을 확인하였다. 이에 자기효능감의 증진을 위해 처음 AI를 접하는 학생들이 흥미를 기반으로 프로젝트를 직접 수행하여 실제로 SW를 제작하거나 문제해결을 수행하는 등의 활동이 요구된다고 제안하였다.

심효영(2023)은 중학교 3학년 학생들을 대상으로 인공지능 기술을 활용하여 미래 디자인교육 프로그램을 개발하고 적용하여 교육의 효과성을 검증하는 연구로 학생들의 긍정적인 변화를 확인하였다. 해당 연구에서는 인공지능의 GAN 알고리즘의 원리를 이해하고 이를 활용하여 학생들의 아이디어를 구현해내는 교육 프로그램으로 학습자의 자기효능감에 유의미한 변화가 있는 것을 확인하였다. 추가로 디자인교육뿐 아니라 인공지능에 기초한 다양한 교육 프로그램 개발 및 학교 급별에 따른 효과에 대한 후속 연구를 제안하였다.

백수현, 유지원(2022)은 인공지능 교육에서 성별 차이에 주목하고 학습 성과에 대한 학습태도 요인과 성별 간 상호작용 효과를 탐색한 연구를 실시하였는데 남학생의 경우 자기효능감과 컴퓨팅사고력 간 관계가 거의 없었으나 여학생은 자기효능감을 높일수록 컴퓨팅사고력 점수가 높게 나타났다. 하지만 적은 인원을 대상으로 한 연구라는 제한점이 있어 다수 지역의 많은 학생을 대상으로 한 후속 연구가 필요하며, 인공지능 교육에 영향을 미칠 수 있는 다양한 요인들을 탐색한 후속 연구가 필요하다고 제안하였다.

김태령, 한선관(2021)은 초등학교 6학년 학생들을 대상으로 SW기반 메이커 교육을 비대면 온라인 환경에서 블렌디드 러닝 전략에 따라 실시간 쌍방향성을 포함하는 라이브세미나형 수업과 온라인콘텐츠와 질의응답으로 이루어진 지원제공형 수업으로 다르게 적용하고 자기효능감, 학습동기, 흥미도의 관점에 미치는 영향에 대해 비교 연구하였다. 해당 연구를 통해 자기효능감 부분에 있어서 실시간 쌍방향인 라이브세미나 형태가 지원제공형 수업에 비해 긍정적으로 유의미한 변화가 보인 것을 확인할 수

있었다. 따라서 학생들 간 효과적인 소통과 공유 시간 증대가 필요하다 제안하였다.

인공지능 교육 및 메이커 교육에 따라 자기효능감에 미치는 영향과 관련한 선행연구를 요약하면 다음 <표 2-6>과 같다.

<표 2-6> 자기효능감 선행연구

연구자	대상	연구 내용
최일훈, 소금현 (2022)	초	초등학교 6학년을 대상으로 인공지능 기반 도구를 활용한 미세먼지 환경교육 프로그램으로 학습자의 환경 감수성과 자기효능감에 미치는 긍정적인 영향 분석
이성혜, 한정운 (2020)	초·중	AI 교육을 처음 접하는 초·중등 학생을 대상으로 AI 리터러시 교육 프로그램을 개발 적용하여 AI 자기효능감에 긍정적인 영향을 미치는 요인에 대한 분석
심효영 (2023)	중	중학교 3학년을 대상으로 한 인공지능 기술 활용 미래 디자인교육 프로그램을 개발 및 적용하여 교육의 효과성 분석 및 검증
백수현, 유지원 (2022)	초	초등학교 6학년을 대상으로 인공지능 교육을 진행하여 학습성과(컴퓨팅사고력, 학습지속의향)에 대한 성별과 학습 태도(과제 가치, 자기효능감) 간 상호작용 효과에 대해 분석
김태령, 한선관 (2021)	초	초등학교 6학년 대상 SW기반 메이커 교육을 비대면 온라인 환경에서 블렌디드 러닝 전략에 따라 다르게 적용 후 자기효능감, 학습동기, 흥미도에 미치는 긍정적인 영향 분석

이상 선행연구를 통해 인공지능을 활용하여 문제를 해결하는 교32육 프로그램이 자기효능감에 미치는 영향과 관련한 논문을 확인하였으며 학

습자 대부분의 자기효능감에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다. 하지만, 선행연구에서는 주로 초등학교 학습자를 대상으로 한 효과 분석에 관한 연구가 대부분이었으며 중학교 학습자를 대상으로 한 선행연구에서는 인공지능을 활용해 산출물을 제작해 내는 교육 프로그램을 적용하여 영향을 분석한 연구 사례가 미비하였다. 따라서 중학생을 대상으로 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 적용하였을 때의 효과성을 확인해 보고자 한다.

제 5 절 인공지능에 대한 태도

1. 태도의 정의

Allport(1935)에 의하면 태도는 경험을 통해 형성되고 조직된 준비성의 정신적 또는 신경적 상태라고 정의하였으며 이는 개인들의 반응에 직접적 또는 역동적 영향력을 행사한다고 하였다. Fishbein과 Azjen(1977)는 태도에 대해 어떠한 주어진 대상에 대해 긍정적 또는 부정적으로 지속적으로 반응하게 하는 학습된 경향성으로 정의하였다. Oskamp와 Schultz(2005)는 태도를 주어진 대상에 대해 호의적이거나 비호의적으로 반응하기 위한 미리 가지고 있는 선입견으로 정의하였다. 이처럼 태도는 선천적인 것이 아니며 후천적으로 형성되고 학습에 따라 바뀔 수 있다는 점을 알 수 있다(이태림, 2023). 이에 따라 본 연구에서 태도는 학습에 따라 후천적으로 변화가 가능한 요인으로 학습자의 반응에 영향을 미치는 정서적 경향 및 감정으로 정의한다.

교과에 대한 태도는 학습 만족도나 몰입, 학업성취도와 유의미한 상관관계를 가지고 있다(이정수, 정영란, 2014). 학생이 교과에 대해 부정적인 태도를 가지면 학습에 몰입하지 못하고 교과 학습에 어려움을 겪지만 교과에 대한 태도가 긍정적으로 변하면 학업 성취도뿐만 아니라 효능감,

몰입 등 학업과 관련된 다양한 요인이 긍정적으로 변한다(김성원 외, 2020b). 특히 인공지능 교육과 같이 기존에 없던 새로운 교육을 학생들이 접할 때에는 학습에 대해 어떤 태도를 가지느냐는 학습의 지속과 관련한 중요한 출발점이기에 새로운 기술을 가르치는 교육에 있어 학생들의 긍정적인 태도는 중요하다(박주연, 2023). 따라서, 새로운 기술인 인공지능을 가르치는 교육에 있어서 학생들이 인공지능에 대한 긍정적인 태도 함양과 함께 학습에 효과를 높이기 위한 연구의 필요성을 알 수 있다.

2. 인공지능에 대한 태도 측정

본 연구에서는 인공지능에 대한 태도 검사 도구는 김성원, 이영준(2020a)이 개발한 중학생의 인공지능에 대한 태도 검사 도구 개발 연구에 따른 역량 척도 문항들을 사용하였다.

3. 인공지능에 대한 태도 선행연구

김은경(2022)은 초등학교 6학년을 대상으로 하여 Moral Machine을 활용하여 인공지능 윤리교육 프로그램을 적용하고 학습자의 인공지능에 대한 태도와 이미지에 미치는 영향을 분석하였다. 분석 결과 학생들은 생명이 죽는 상황을 간접적으로 경험하여 인공지능에 대한 두려움을 갖게 되고 인공지능에 대한 태도에 부정적인 영향으로 이어진다는 것을 확인하였다. 이에 중등의 인공지능 윤리교육 자료로 Moral Machine의 활용에 따라 초등과 같이 인공지능에 대한 태도에 부정적 영향을 받는지 후속 연구가 필요하다고 제언하였다.

이동열(2022)은 초등학생을 대상으로 한 인공지능 교육 프로그램을 개발하고 적용하여 학생들의 인공지능 역량, 태도, 인식의 변화에 긍정적인 영향을 미쳤다는 것을 확인하였다.

이영호(2019)는 초등학교 5, 6학년 학생들을 대상으로 한 딥러닝 기반 이미지 인식 모델 개발 및 적용 교육을 수행하여 인공지능 기술 태도에 미치는 영향을 분석하였다. 해당 연구에서는 학생들이 인공지능 모델을 직접 만들어보고 적용하는 과정을 통해 인공지능 기술 태도의 하위 요소인 인공지능 기술의 접근성, 중요성, 교육의 필요성의 영역에서 유의미한 변화를 확인하였으며 학습자의 수준에 적합하고 흥미를 끌 수 있는 블록형 프로그래밍 언어 기반 인공지능 교육이 필요하다고 제안하였다.

김성원, 이영준(2020b)은 인공지능 교육 프로그램에 따른 중학생의 인공지능에 대한 태도 변화를 관찰하기 위해 자유학기제를 위해 개발된 16차시의 교육 프로그램을 10차시로 축소 적용하였으며 인공지능에 대한 태도에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 해당 연구는 단일 실험집단을 대상으로 연구를 진행하였는데 통제집단과 함께 비교하여 미치는 영향 분석의 필요성을 제안하였다.

조연수(2022)는 중학생을 대상으로 한 인공지능 융합 과학 수업 프로그램을 설계하여 적용하고 학생들의 인공지능에 대한 태도 및 데이터 리터러시 역량의 유의미한 향상을 확인하였다. 해당 연구에서는 10차시의 짧은 기간의 진행과 자기주도적 산출물 제작 활동의 부족함에 대한 한계점을 제시하였고 다양한 교과에서 융합 수업으로 한정된 교육 시간의 효과적인 활용을 제안하였다.

한정운(2020)은 초·중등 학생을 위한 프로젝트 기반 AI 교육 프로그램을 개발하여 적용하였으며 자신이 원하는 문제를 선택하고 인공지능 기술을 활용한 문제해결을 통해 인공지능에 대한 태도와 효능감의 변화를 분석하였다. 그 결과 인공지능에 대한 태도와 효능감에서 긍정적인 변화가 확인되었으며 프로그래밍 언어 활용 수준 및 프로젝트 학습 흥미에 따라 인공지능에 대한 태도와 효능감의 변화가 뚜렷하게 나타남을 확인하였다. 하지만 짧은 기간과 비교적 적은 학생들을 대상으로 한 연구로

제한점이 있음을 제시하였다.

인공지능 교육에 따라 인공지능에 대한 태도에 미치는 영향과 관련한 선행연구를 요약하면 다음 <표 2-7>과 같다.

<표 2-7> 인공지능에 대한 태도 선행연구

연구자	대상	연구 내용
김은경 (2022)	초	초등학교 6학년을 대상으로 Moral machine을 활용한 인공지능 윤리교육 프로그램을 적용한 결과 학습자의 인공지능에 대한 태도 및 이미지에 미치는 부정적인 영향 확인
이동열 (2022)	초	티처블머신(Teachable Machine)과 AI for Oceans를 활용한 인공지능 교육 프로그램 개발하고 이를 적용해 인공지능 역량, 태도, 인식변화에 미치는 긍정적인 영향 분석
이영호 (2019)	초	초등학교 고학년 대상 블록형 프로그래밍 언어를 기반으로 한 인공지능 교육으로 인공지능 기술 태도에 긍정적인 영향 분석
김성원, 이영준 (2020b)	중	중학생 대상 인공지능 교육 프로그램으로 인공지능에 대한 태도의 긍정적인 영향 분석
조연수 (2022)	중	중학생 대상 인공지능 융합 과학 수업 프로그램을 설계하여 적용하고 학생들의 인공지능에 대한 태도 및 데이터 리터러시 역량에 긍정적 영향 분석
한정윤 (2020)	초·중	초·중등 학생을 대상으로 한 인공지능 프로젝트 수업 프로그램을 개발 및 적용하여 인공지능에 대한 태도 및 효능감에 긍정적인 변화 분석

이상 선행연구를 통해 인공지능을 활용하여 문제를 해결하는 교육 프로그램을 통해 인공지능에 대한 태도에 미치는 영향과 관련한 연구를 확인하였으며 학습자 대부분 인공지능에 대한 태도에 긍정적인 영향이 있다는 것을 확인하였다. 하지만 김은경(2022)의 초등학생을 대상으로 한 인공지능 윤리교육 프로그램 적용 연구에 따르면 학습자의 인공지능에 대한 태도에 부정적인 영향을 보였다고 하였다. 이에 본 연구에서는 인공지능을 활용하여 문제를 해결하는 과정에서 생길 수 있는 개인정보 침해와 같은 윤리적인 문제에 대해 생각해 볼 수 있도록 하고 인공지능에 대한 태도 변화를 확인할 필요성이 있다. 또한 이동열(2022)과 이영호(2019)의 연구에서 초등학교 학습자를 대상으로 한 인공지능 모델 생성 교육 프로그램의 적용을 통해 인공지능에 대한 태도에 긍정적인 영향을 미친다는 것을 확인하였다. 이에 본 연구에서도 중학생을 대상으로 인공지능 도구를 활용할 수 있는 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용하여 교육 프로그램을 구성하고 학습자에게 적용 후 효과를 확인해 볼 필요가 있다.

제 3 장 연구 방법

제 1 절 연구 설계

본 연구는 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용하지 않는 일반적인 인공지능 기반 메이커 수업과 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용하여 산출물을 제작하는 인공지능 기반 메이커 수업에 따른 결과를 비교하여 인공지능 기반 메이커 수업에 있어서 피지컬 컴퓨팅 도구의 효과를 확인하는 데 목적이 있다. 효과를 확인하기 위한 변인으로 자기효능감, 인공지능에 대한 태도를 설정하여 빠르게 변화하는 기술의 발전에 따라 적절히 대응할 수 있는 학습자 역량의 차이를 확인하고자 하였다. 이를 위해 D 중학교 2학년 8개 학급 184명의 학생을 대상으로 자기효능감, 인공지능에 대한 태도의 실험 연구를 진행하였다. 또한, 각 집단의 학생들과 면담을 실시하여 수업의 성과와 학생들의 인식 조사를 실시하였다.

본 연구의 실험설계는 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> 연구의 실험 설계 모형

	사전 검사	실험 처치	사후 검사
G1	O1	X1	O2
G2	O3	X2	O4

G1 : 실험집단

G2 : 통제집단

O1, O3 : 사전 검사(자기효능감, 인공지능에 대한 태도 검사) - 동질성 확인

X1 : 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 수업

X2 : 인공지능 기반 메이커 수업

O2, O4 : 사후 검사(자기효능감, 인공지능에 대한 태도 검사)

제 2 절 연구 대상

본 연구의 대상은 서울시에 소재한 D 중학교 2학년 8개 학급 학생들을 대상으로 하며 실험집단 4개 학급 92명과 통제집단 4개 학급 92명으로 총 184명이다. 실험집단과 통제집단 모두 인공지능 도구를 활용한 수업에 대한 경험이 있으며 엔트리와 같이 블록형 프로그래밍 언어를 사용하는 프로그래밍 수업에 대한 경험이 있다. 연구 대상자의 구성은 다음 <표 3-2>와 같다.

<표 3-2> 연구 대상

집단	학년	학급수	학생수(명)
실험집단	2	4	92
통제집단	2	4	92
계		8	184

제 3 절 연구 절차

본 연구의 절차는 다음의 <표 3-3>과 같다.

<표 3-3> 연구 절차

연구 과정 \ 연구 기간(월)	9	10	11	12	1	2	3	4	5
연구 주제 선정 및 대상 설정	○	○							
선행연구 분석	○	○							
교육 효과성 분석 요소 설정 및 검사 도구 선정		○	○						
수업 프로그램 구성		○	○						
사전 검사 실시			○						
수업 프로그램 적용			○	○					
사후 검사 실시			○	○					
통계 처리 및 분석					○	○			
연구 결과 분석 및 해석						○	○		
연구 정리							○	○	○

제 4 절 검사 도구

본 연구에서는 자기효능감, 인공지능에 대한 태도에 대한 측정 도구를 적용하였다.

1. 자기효능감

자기효능감 검사 도구는 이영광 외(2017)의 자기효능감 척도 개발 연구에 따른 자기효능감 척도 최종문항을 활용하였다. 개발된 자기효능감 검사 도구는 3가지 하위영역으로 구성되어 있고 영역 중 부정적 효능감에 5개 문항, 긍정적 효능감에 5개 문항, 사회적 효능감에 2개 문항으로 구성되어 있다. 본 연구에서는 수업 프로그램의 특성에 맞게 사회적 효능감을 제외한 두 개의 하위요인인 부정적 효능감과 긍정적 효능감에 대해 알아보하고자 <표 3-4>와 같이 총 10문항의 최종문항 구성으로 검사를 실시하였다. 측정 기준은 Likert형 7점 척도로 측정하며 부정적 효능감의 신뢰도 Cronbach's α 계수는 0.889, 긍정적 효능감의 신뢰도 Cronbach's α 계수는 0.822로 비교적 검사 도구로써 높은 신뢰도를 보여 설문지의 신뢰성이 잘 확보된 것으로 확인되었다. 검사 문항은 <표 3-5>와 같이 구성되었다.

<표 3-4> 자기효능감 검사 도구

하위 영역	문항 번호	문항 수
부정적 효능감	1~5	5문항
긍정적 효능감	6~10	5문항

<표 3-5> 자기효능감 검사 문항

하위 영역	질문 문항
부정적 효능감	나는 어려운일에 부딪히는 것을 피한다.*
	나는 인생에서 부딪히는 거의 모든 문제들을 다룰 능력이 없는 것 같다.*
	예기치 못한 문제가 일어나면 나는 잘 대처할 수 없다.*
	새로운 어떤 일을 배우려고 시도할 때 처음 해보고 안될 것 같으면 바로 포기한다.*
	내 문제점은 일을 해야 할 때 그 일을 시작할 수 없다는 점이다.*
긍정적 효능감	나는 자신감이 있다.
	어떤 일을 처음에 잘못했더라도 나는 될 때까지 해본다.
	나는 계획을 짤 때 계획 그대로 할 수 있다고 확신한다.
	실패는 나로 하여금 더 열심히 노력하도록 만든다.
	나는 뭔가 할 일이 있을 때 바로 그 일을 시작한다.

* 역 채점 문항

2. 인공지능에 대한 태도

인공지능에 대한 태도 검사 도구는 김성원 외(2020a)가 개발한 중학생의 인공지능에 대한 태도 검사 도구 개발 연구에 따른 역량 척도 문항들을 사용하였다. 검사 도구에는 역량의 하위요인으로 5개 영역이 있지만 수업 프로그램의 특성에 맞게 <표 3-6>과 같이 인공지능의 사회적 영향, 인공지능과 상호작용 2개 영역의 총 8개 문항을 활용하여 최종 문항을 구성하여 검사를 실시하였다. Likert 5점 척도로 측정하며 하위 영역의 인

공지능의 사회적 영향의 신뢰도 계수 Cronbach' s α 는 0.772, 인공지능과 상호작용 신뢰도 계수 Cronbach' s α 는 0.751로 신뢰도 수준이 0.7 이상의 신뢰성을 확인하여 검사 도구로 선정하였다. 검사 문항은 <표 3-7>과 같이 구성되었다.

<표 3-6> 인공지능에 대한 태도 검사 도구

하위 영역	문항 번호	문항 수
인공지능의 사회적 영향	11~14	4문항
인공지능과 상호작용	15~18	4문항

<표 3-7> 인공지능에 대한 태도 검사 문항

하위 영역	질문 문항
인공지능의 사회적 영향	기술이 발전하여 인공지능이 사람처럼 행동하게 되면, 인간에게 나쁜 일이 생길 것 같다.*
	미래 사회는 인공지능에 의해 지배될 것이라는 생각이 든다.*
	만약 인공지능이 감정을 가진다면, 나는 불안할 것 같다.*
	인공지능이 어린이에게 나쁜 영향을 미칠 수 있을까 봐 걱정된다.*
인공지능과 상호작용	인공지능을 대하는 것은 아주 긴장된다.*
	다른 사람 앞에서 인공지능을 조작하고 사용하는 일은 긴장된다.*
	인공지능이 무엇인가를 판단 내린다는 것은 생각만 해도 끔찍하다.*
	인공지능을 사용하는 직장에 일하게 되면 불안할 것 같다.*

* 역 채점 문항

제 5 절 분석 방법

1. 사전-사후 검사

본 연구는 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육이 자기효능감, 인공지능에 대한 태도에 미치는 영향을 검증하기 위해 구성된 교육 프로그램을 적용 전과 후 학생들에게 자기효능감, 인공지능에 대한 태도의 사전-사후 검사를 실시하였다. 집단 간 프로그램 투입 후 사전-사후 변화를 보기 위해 독립표본 t-검정을 사용하였으며 집단 내 사전-사후 변화를 보기 위해 대응표본 t-검정을 사용하였다.

2. 면담

본 프로그램 적용 이후 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육이 자기효능감, 인공지능에 대한 태도에 미치는 영향을 심층적으로 알아보기 위하여 개인 면담을 실시하였다. 개인 면담 결과 본 프로그램에 대한 만족도도 자세히 분석할 수 있었으며 프로그램의 피드백에 도움을 받을 수 있었다.

제 4 장 연구 결과

제 1 절 교육 프로그램 개발 및 적용

1. 교육 프로그램 개발

본 연구를 위한 프로그램 수업 모형으로 김성애(2020)의 피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 기반 메이커 교육모형을 활용하여 수업에 적용하기 위한 교육 프로그램을 개발하였다. 학교 현장에서 교육 프로그램을 적용하기 위해 현실적인 수업 시간의 조정을 통해 본 연구의 교육 프로그램을 구성하여 총 12차시의 프로그램으로 구성하였다. 분석한 선행연구에서 김성애(2020)는 인공지능 교육을 위해 피지컬 컴퓨팅 활용 메이커 교육모형을 개발하였으며 사전 텅커링(Pre-tinkering), 기술적 문제해결 과정이 적용된 텅커링(Tinkering), 사후 텅커링(Post-tinkering)으로 총 3단계로 수행된 교육모형에 기반하여 [그림 4-2]와 같이 교육 프로그램을 구성하였다. 연구에서 강조한 학생의 인지적 과부하를 줄이기 위해 중학생 수준에서 학생들이 다루기 쉬운 피지컬 컴퓨팅 도구와 인공지능 도구를 활용하여야 한다는 점에 착안하여 본 연구에서도 중학생의 수준에 맞는 도구를 선정 및 활용하였다.

본 연구에서는 블록형 코딩 프로그램을 할 수 있는 마이크로비트와 산출물이 동작할 수 있도록 서보모터를 사용하였으며 인공지능 도구로는 피지컬 도구와 연동이 간편하고 학생들이 배운 경험이 있는 엔트리 프로그램을 활용하여 학생들의 인지적 과부하를 줄여 수업 참여 시 피지컬 컴퓨팅 도구 및 프로그래밍 언어 활용에 대한 부담을 줄일 수 있도록 하였다. 또한 현실적인 수업 시수 적용을 위해 사용 경험이 있는 프로그램

활용, 반구조화된 문제 상황 제시, 모둠활동, 온라인을 통한 작품 공유 및 피드백으로 수업 시수를 조절하여 구성하였다.

피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 기반의 메이커교육프로그램		
Pre-Tinkering (10+n시간)	Tinkering (10+2시간)	Post-Tinkering (8시간)
<ol style="list-style-type: none"> 1. 인공지능을 구현하기 위한 S/W 학습하기(4h) 2. 피지컬 컴퓨팅 도구를 제어하기 위한 S/W 및 H/W 학습하기(5h) 3. 인공지능 프로그래밍을 통해 피지컬 컴퓨팅 도구 제어하는 방법 학습하기(1h) 4. (Tinkering 활동 중 수사로 이루어짐) 필요로 하는 장비, 장치, 기기, 도구, 재료 등의 사용법 익히기(n h) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 문제 상황 이해하기(0.5h) 2. 해결해야할 문제 발견하고 정의하기(0.5h) 3. 문제 해결을 위해 필요한 피지컬 컴퓨팅 도구, 인공지능 알고리즘 생각하면서 아이디어 탐색하기(1.5h) 4. 적합한 아이디어 선정하기(0.5h) 5. 선정된 아이디어 구체화하기(1h) (설계도 및 순서도 작성하기) 6. 아이디어 실현하기(메이킹)(5h) 7. 완성된 작품이 제대로 구현되었는지 평가하기(1h) 8. (피드백) 제대로 구현되지 않은 경우 수정, 보완하기(2h) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 완성된 작품에 대한 공유와 나눔을 위한 활동 계획하기(1h)(온라인 공유, 오프라인 공유) 2. 공유와 나눔을 위한 AI케어 준비하기(1h) 3. 공유와 나눔을 위한 AI케어 진행하기(관람객은 개선사항 적어주기)(2.5h) 4. 공유와 나눔을 통한 의견 반영하여 작품 개선하기(2h) 5. 전체적인 활동에 대한 자기 성찰의 시간 가지기(1h) 6. 학습 환경 정리하기(0.5h)

[그림 4-2] 교육 프로그램(김성애, 2020)

통제집단에 적용하기 위한 코딩 중심 인공지능 교육 프로그램은 소프트웨어를 주로 활용한 수업 내용으로 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램과 같이 마이크로비트와 엔트리 프로그램을 사용하지만 마이크로비트 피지컬 컴퓨팅 도구와 서보모터와 같은 하드웨어를 활용하지 않고 마이크로비트 사이트 및 엔트리 사이트에서의 프로그래밍

작업으로 나오는 코딩 산출물을 목표로 하는 코딩 중심 인공지능 교육의 학습 프로그램 내용을 구성하였다.

본 연구의 교육 프로그램의 주제는 ‘비디오 감지 도구(인공지능 도구)와 마이크로비트(피지컬 컴퓨팅 도구)를 활용한 실생활 문제해결’로 학생들이 평소 우리 주변에서 불편하다고 느끼거나 관심 있어 했던 문제들을 다룰 수 있도록 주제를 선정하여 학생들의 공감과 수업 참여도를 높일 수 있도록 하였다. 실험집단에 적용하기 위한 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램의 과정은 <표 4-1>과 같으며 통제집단에 적용하기 위한 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램의 과정은 <표 4-2>와 같다. 종합하여 전체적인 두 교육 프로그램의 과정은 <표 4-3>과 같다.

<표 4-1> 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 교육

단계	차시	학습 내용
Pre-tinkering	1	피지컬 컴퓨팅 도구(마이크로비트) 소개 및 학습하기
	2	인공지능 원리 이해 및 인공지능 도구 (엔트리 비디오 감지 도구) 학습하기
Tinkering	3	문제 상황 확인 및 해결 아이디어 탐색하기
	4	아이디어 선정하기 및 구체화하기
	5	아이디어 실현하기 1 : 피지컬 컴퓨팅 도구 활용 인공지능 교육
	6	아이디어 실현하기 2 : 피지컬 컴퓨팅 도구 활용 인공지능 교육
	7	아이디어 실현하기 3 : 피지컬 컴퓨팅 도구 활용 인공지능 교육
	8	아이디어 실현하기 4 : 피지컬 컴퓨팅 도구 활용 인공지능 교육
	9	아이디어 실현하기 5 : 피지컬 컴퓨팅 도구 활용 인공지능 교육
	10	산출물 평가하기 및 피드백 : 작동 확인
Post-tinkering	11	온라인 공유를 통해 받은 피드백 내용으로 작품 개선하기
	12	전체적인 활동에 대한 자기 성찰의 시간 가지기

<표 4-2> 코딩 중심 인공지능 교육

단계	차시	학습 내용
Pre-tinkering	1	피지컬 컴퓨팅 도구(마이크로비트) 소개 및 학습하기
	2	인공지능 원리 이해 및 인공지능 도구 (엔트리 비디오 감지 도구) 학습하기
Tinkering	3	문제 상황 확인 및 해결 아이디어 탐색하기
	4	아이디어 선정하기 및 구체화하기
	5	아이디어 실현하기 1 : 코딩 중심 인공지능 교육
	6	아이디어 실현하기 2 : 코딩 중심 인공지능 교육
	7	아이디어 실현하기 3 : 코딩 중심 인공지능 교육
	8	아이디어 실현하기 4 : 코딩 중심 인공지능 교육
	9	아이디어 실현하기 5 : 코딩 중심 인공지능 교육
	10	산출물 평가하기 및 피드백 : 작동 확인
Post-tinkering	11	온라인 공유를 통해 받은 피드백 내용으로 작품 개선하기
	12	전체적인 활동에 대한 자기 성찰의 시간 가지기

<표 4-3> 전체적인 교육 프로그램 과정

	실험집단 수업	통제집단 수업
사전 검사	사전 동질성 검사(자기효능감, 인공지능에 대한 태도)	
1-12차시	피지컬 컴퓨팅 도구 활용 인공지능 교육	코딩 중심 인공지능 교육
사후 검사	사후 검사(자기효능감, 인공지능에 대한 태도)	

2. 교육 프로그램 적용

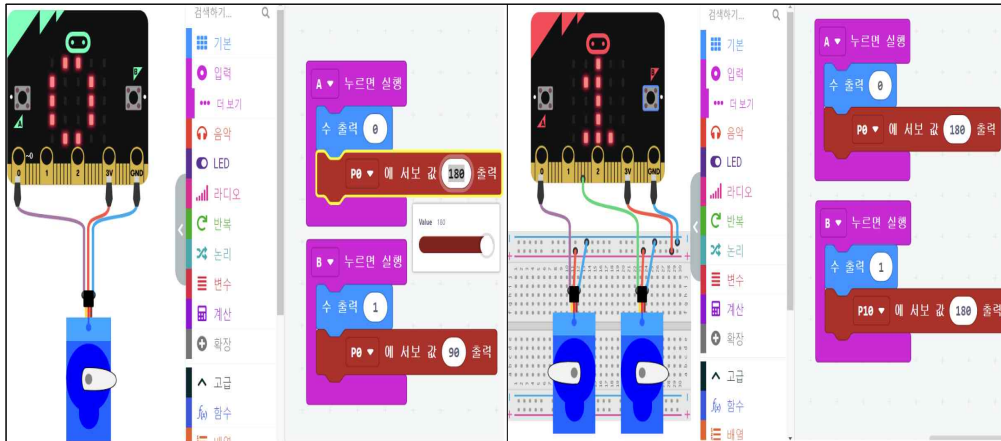
교육프로그램의 목표, 방법 및 내용은 <표 4-4>와 같이 설정하였다. 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육이 자기효능감, 인공지능에 대한 태도에 긍정적인 영향을 미치는 것을 프로그램의 목표로 설정하였으며 교육 프로그램에서는 피지컬 컴퓨팅 도구인 마이크로비트, 인공지능 프로그래밍과 비디오 감지도구 사용을 위해 엔트리를 활용하였다. 또한 수업에 따른 산출물의 온라인 공유 및 피드백을 위해 패들렛(Padlet)과 구글 잼보드(Jamboard)를 수업에서 사용하였다.

<표 4-4> 교육 프로그램의 목표, 방법, 내용

목표	사전 동질성 검사(자기효능감, 인공지능에 대한 태도)
교수·학습 방법 및 모형	김성애(2020)의 피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 수정 및 보완하여 사용
도구	엔트리, 마이크로비트, 서보모터, Padlet, Jamboard

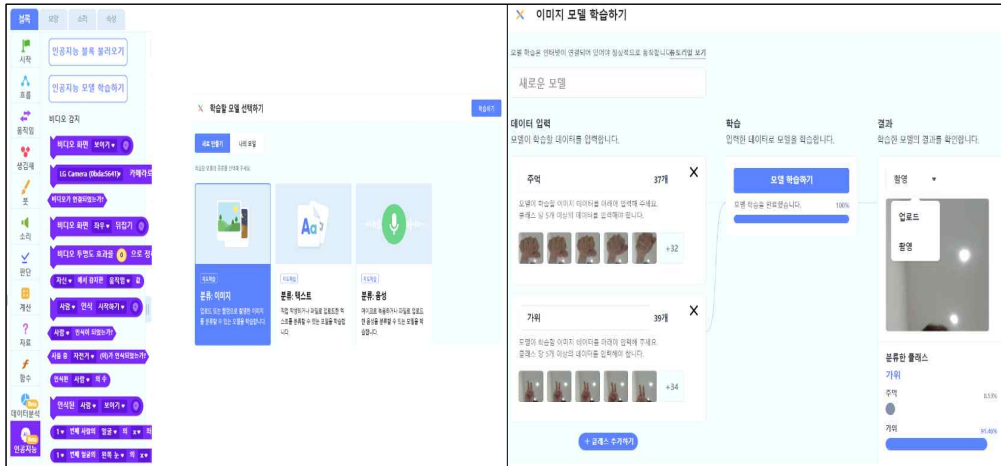
교육 프로그램은 총 12차시로 구성되어 있으며 수업 전·후에 사전-사후 검사를 실시하여 자기효능감, 인공지능에 대한 태도의 변화를 확인하였다.

사전 텅커링(Pre-tinkering) 단계 중 1차시에는 피지컬 컴퓨팅 도구인 마이크로비트에 대한 소개 및 기본적인 사용 방법에 대해 학습한다. [그림 4-3]과 같이 메이커 활동에서 학생들이 주로 사용할 서보모터를 마이크로비트로 동작 제어 방법을 안내하여 메이커 활동에서 학생들이 서보모터를 다양하게 활용할 수 있도록 진행한다.



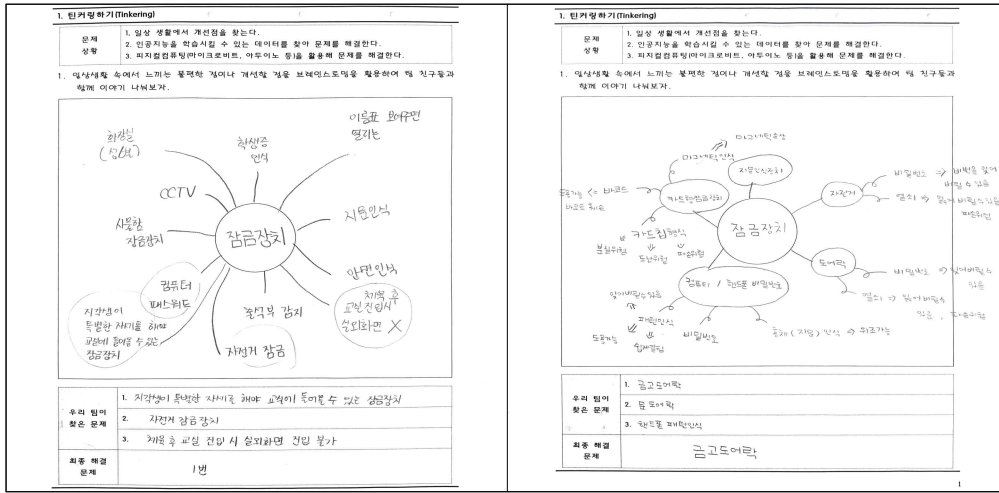
[그림 4-3] 마이크로비트로 서보모터 제어하기

2차시에는 머신러닝(Machine Learning) 중 지도학습에 대한 학습을 엔트리 프로그램의 인공지능 도구(비디오 감지 도구)를 활용하여 이해하고 실습하는 시간을 가진다. [그림 4-4]와 같이 블록 기반 프로그래밍 언어를 사용할 수 있는 엔트리에서는 인공지능 도구를 추가하여 프로그래밍 작업이 가능하다. 이미지 분류를 위해 주먹과 가위의 두 가지의 주제를 설정한 뒤 각 주제에 맞는 이미지를 촬영 및 투입하여 지도학습을 시켜 인공지능 모델을 만들어본다. 학생들은 자신이 투입한 이미지를 토대로 제시된 이미지를 분류하는 인공지능 모델을 직접 만들어보며 모델의 성능을 높이기 위해 어떤 방법이 중요한지 모둠원과 이야기하는 시간을 갖고 지도학습에는 데이터의 정확성과 많은 양의 데이터의 투입이 중요하다는 것을 학습한다.

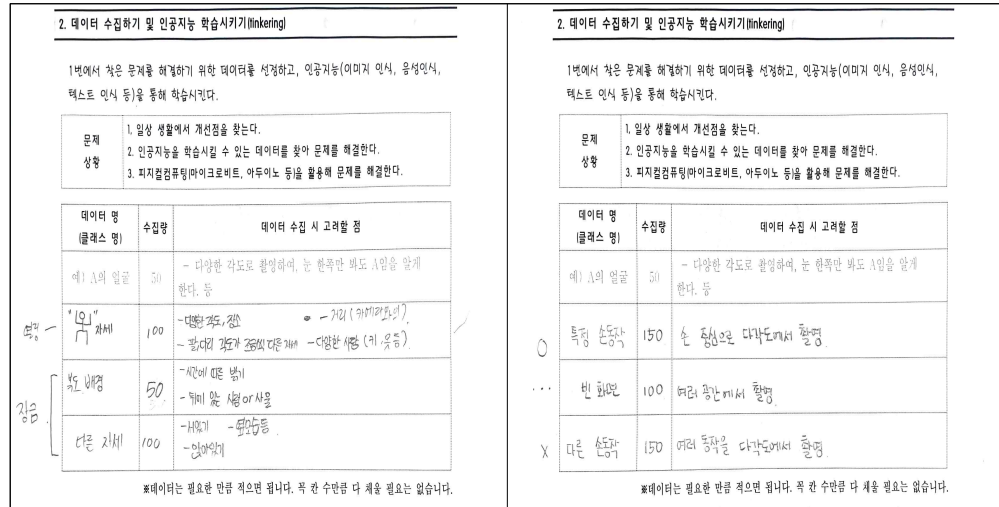


[그림 4-4] 인공지능 도구 사용하기

다음으로 텅커링(Tinkering) 단계로 진행이 되며 3차시에 실생활 문제를 찾고 문제의 해결 방안에 대해 모둠원과 상의하며 아이디어를 탐색한다. 아이디어 산출을 위해 아이디어 발산 기법 중 [그림 4-5]와 같이 마인드맵(Mind map)을 활용하여 다양한 문제해결 방안에 대해 모둠원과 이야기해볼 수 있는 시간을 가진다. 또한 문제를 해결하기 위해 [그림 4-6]과 같이 인공지능의 이미지 분류 기능을 활용할 수 있도록 안내하며 인공지능 모델 생성에 있어서 이미지 데이터의 양과 정확성에 대한 유의점을 다시 강조하며 학습 결과가 명확하게 나올 수 있도록 모델을 수정 및 보완하여 완성할 수 있도록 안내한다.

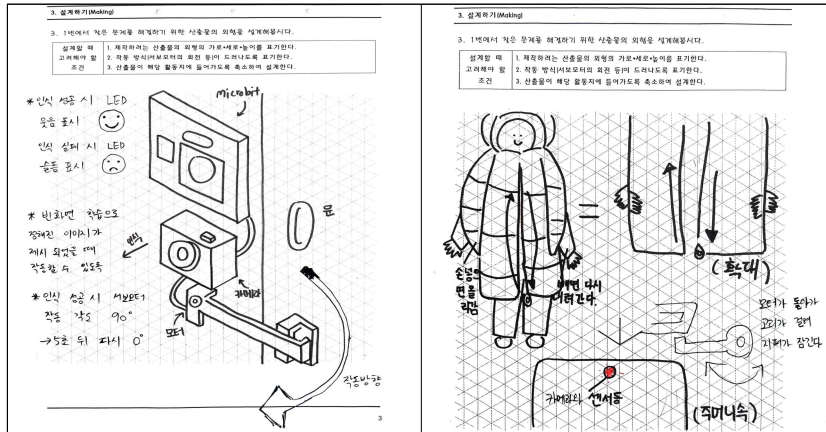


[그림 4-5] 마인드맵을 통한 아이디어 산출



[그림 4-6] 인공지능 모델 생성 준비

4차시에는 문제해결을 위한 아이디어를 최종 선정하고 아이디어를 구체화하기 위한 외형을 [그림 4-7]과 같이 설계할 수 있도록 한다. 설계 시 고려해야 할 조건으로는 제작하려는 산출물의 치수 표현과 서보모터의 회전 방향 및 각도와 같이 산출물의 작동 이해를 돕기 위해 설명을 함께 작성할 수 있도록 한다.



[그림 4-7] 외형 설계하기

5차시에서 9차시까지 5개의 차시에서 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용한 메이커 활동을 진행하며 피지컬 컴퓨팅 도구로는 마이크로비트를, 인공지능 활용을 위해 엔트리의 인공지능 도구 중 비디오 감지 도구를 활용할 수 있도록 한다. [그림 4-8]과 같이 엔트리의 인공지능 도구를 사용하여 모듈별로 문제를 해결하며 카메라에 입력되는 이미지를 인식하고 구별하여 서보모터가 작동하게 되는 프로그램이다.

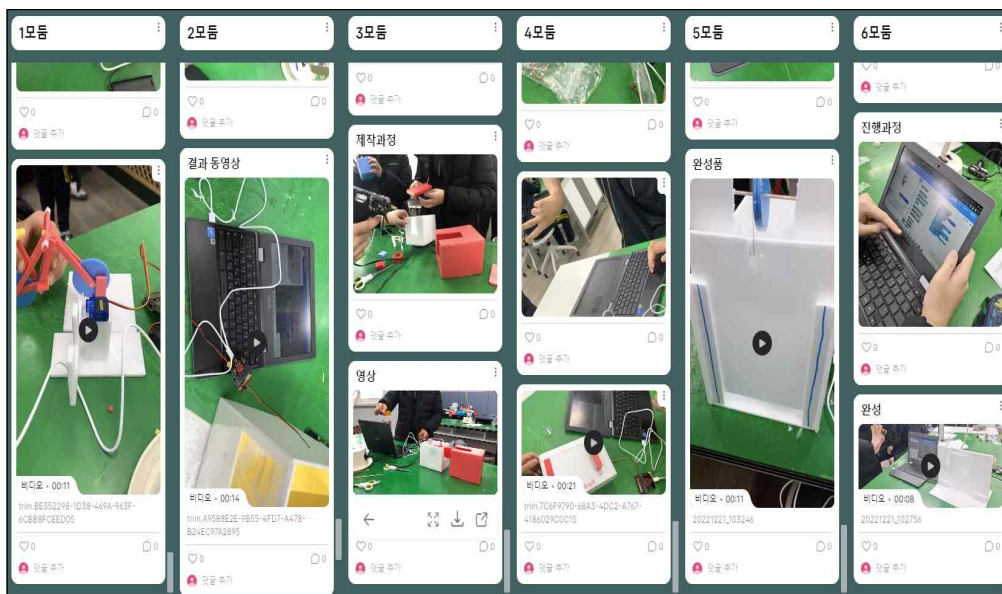


[그림 4-8] 엔트리 인공지능 도구 사용

10차시에는 모듈에서 제작한 산출물이 제대로 작동하는지, 보완할 점은 없는지 자기 평가를 통해 모듈원과 함께 자기 모듈 작품의 피드백을 실시한다. 주로 피지컬 컴퓨팅 도구와 노트북 사이의 연결에 대한 문제로 작동하지 않는 경우가 있으니 연결이 제대로 되었는지 확인할 수 있도록 한다.

다음으로 사후 텅커링(Post-tinkering) 단계에서는 작품 공유 및 모듈별 자기 성찰을 실시한다. 11차시에는 온라인을 통해 학생들은 모듈별로 제작한 작품을 [그림 4-9]와 같이 패들렛(Padlet)을 활용하여 공유하고 [그림 4-10]와 같이 구글 잼보드(Jamboard)를 활용하여 동료 평가 및 피드백을 서로 제공하는 시간을 갖는다.

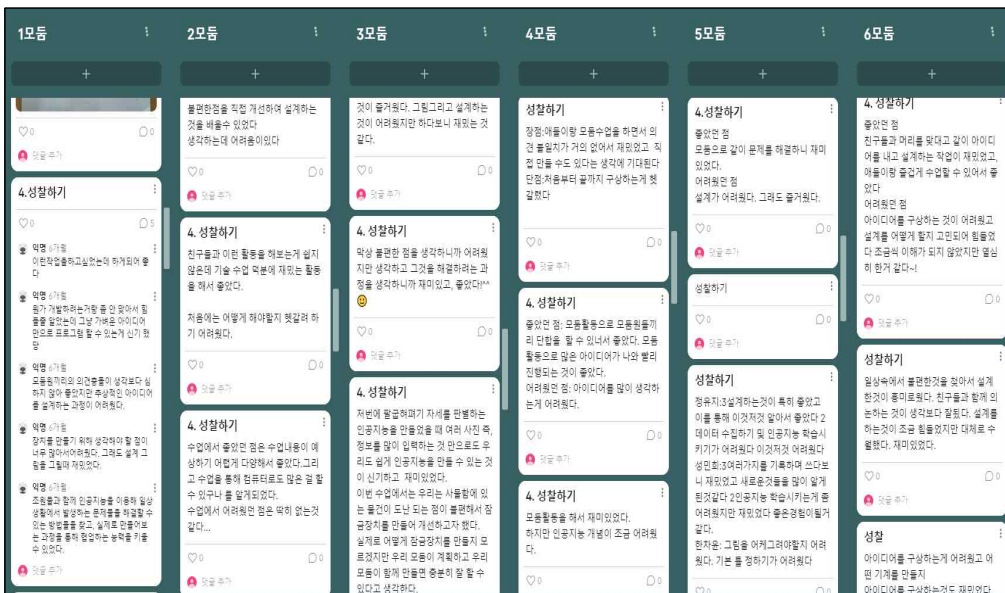
마지막으로 12차시에는 프로젝트 수업에서 각자 자기 성찰하는 시간을 통해 자기반성 및 수업의 마무리를 [그림 4-11]과 같이 온라인으로 실시한다.



[그림 4-9] 패들렛(Padlet) 활용 작품 공유



[그림 4-10] 구글 잼보드(Jamboard) 활용 동료 평가 및 피드백



[그림 4-11] 패들렛(Padlet) 활용 자기 성찰

제 2 절 프로그램 적용 결과

본 연구는 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램이 중학생의 자기효능감, 인공지능에 대한 태도에 미치는 영향(효과)를 검증하기 위한 목적을 가지고 있다. 이를 위해 중학교 2학년 실험집단, 통제집단을 각각 선정하였고 실험집단은 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용한 인공지능 기반 메이커 수업 프로그램을 적용하였으며 비교집단은 인공지능 기반 메이커 수업에 피지컬 컴퓨팅 도구를 제외한 수업으로 진행하였다.

1. 사전 검사 분석

피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램이 중학생의 자기효능감, 인공지능에 대한 태도에 미치는 영향을 알아보기 위해 프로그램을 투입하기 전 통제집단과 실험집단의 동질성 여부를 알아보기 위해 실시한 독립표본 t-검정 결과는 <표 4-5>과 같았다.

<표 4-5> 사전 동질성 검사 결과

구분	집단	N	평균	표준편차	t	p
자기효능감	통제	92	4.38	1.07	-1.138	.256
	실험	92	4.57	1.15		
인공지능에 대한 태도	통제	92	3.10	1.00	-0.648	.518
	실험	92	3.18	0.71		

자기효능감, 인공지능에 대한 태도 사전 검사에서 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 적용한 실험집단의 자기효능감, 인공지능에 대한 태도 평균은 각 4.57, 3.18이고 피지컬 컴퓨팅 도구를 제외한 통제집단의 자기효능감, 인공지능에 대한 태도 평균은 각 4.38,

3.10으로 나타났다. 실험집단의 각 변인들의 평균이 통제집단의 각 변인들의 평균보다 높게 나타났으나 유의 확률이 모두 .05보다 크게 나타나 통계적으로 유의미한 차이가 나지 않았다. 이에 두 집단(실험집단, 통제집단)의 자기효능감, 인공지능에 대한 태도 검사 결과 동질 집단임이 확인되었다.

하위 영역별 사전검사 결과를 분석한 결과인 <표 4-6>에서 각 하위영역 유의 확률이 0.05보다 모두 높은 것을 확인하여 두 집단이 동질 집단이라는 것을 보여주고 있다. 피지컬 컴퓨팅 도구 활용 프로그램을 적용한 실험집단과 피지컬 컴퓨팅 도구 활용 프로그램을 적용하지 않은 통제집단 사이 평균값이 약간의 차이들을 보이지만 통계적으로 유의미한 차이가 나타나지 않았기에($p>0.05$) 두 집단은 동질 집단으로 확인되었다.

<표 4-6> 하위 영역 사전 검사 분석

구분	하위영역	집단	N	평균	표준편차	t	p
자기 효능감	부정적 효능감	통제	92	4.87	1.15	-1.341	.182
		실험	92	5.10	1.16		
	긍정적 효능감	통제	92	3.89	1.22	-0.762	.447
		실험	92	4.03	1.33		
인공지능에 대한 태도	인공지능의 사회적 영향	통제	92	2.77	1.22	-1.420	.158
		실험	92	3.00	0.89		
	인공지능과 상호작용	통제	92	3.43	1.01	0.428	.669
		실험	92	3.37	0.79		

2. 집단 간 사후 검사 분석

피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 학생들에게 적용 후 실험집단과 통제집단의 자기효능감, 인공지능에 대한 태도의 독립표본 t-검정 실시 내용은 <표 4-7>과 같다.

<표 4-7> 집단 간 사후 검사 분석 결과

구분	집단	N	평균	표준편차	t	p
자기효능감	통제	92	4.38	0.96	-4.462***	<.001
	실험	92	4.93	0.69		
인공지능에 대한 태도	통제	92	3.10	0.92	-3.117**	.002
	실험	92	3.44	0.45		

피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 적용한 실험집단의 자기효능감, 인공지능에 대한 태도 평균은 각각 4.93, 3.44이며 피지컬 컴퓨팅 도구를 제외한 통제집단의 자기효능감, 인공지능에 대한 태도 평균은 각 4.38, 3.10으로 나타났다. 두 집단의 평균을 비교해보면 실험집단이 자기효능감, 인공지능에 대한 태도 모두 더 높은 결과를 보였으며 각 변인인 자기효능감($t=-4.462$, $p=0.000$), 인공지능에 대한 태도 ($t=-3.117$, $p=0.002$) 모두 유의 확률이 $p<.05$ 수준이기에 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 따라서 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용한 수업 프로그램이 그렇지 않은 수업 프로그램보다 자기효능감, 인공지능에 대한 태도에 효과가 있다고 볼 수 있다.

2-1. 집단 간 자기효능감 하위 영역별 비교 결과

피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 중학생에게 적용하였을 때 자기효능감의 2가지 하위영역인 부정적 효능감과 긍정적 효능감에 얼마나 영향을 미쳤는지 분석한 결과는 <표 4-8>과 같다.

<표 4-8> 집단 간 자기효능감 사후 검사 분석 결과

구분	하위영역	집단	N	평균	표준편차	t	p
자기효능감	부정적 효능감	통제	92	4.70	1.11	-4.806***	<.001
		실험	92	5.37	0.73		
	긍정적 효능감	통제	92	4.06	1.01	-3.143**	.002
		실험	92	4.49	0.85		

하위영역의 부정적 효능감과 긍정적 효능감 모두에서 평균이 높게 나왔으며 두 하위영역의 유의 확률 또한 모두 $p < .05$ 수준으로 유의한 차이를 보였다. 이를 세부적으로 분석한 내용은 다음과 같다.

첫째, 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 적용한 실험집단과 비교집단의 부정적 효능감의 변화를 확인하기 위해 독립표본 t-검정을 실시한 결과 평균이 실험집단은 5.37, 통제집단은 4.70으로 실험집단이 통제집단보다 0.67 더 높았으며 유의 확률 또한 0.05보다 낮게 나와 유의미한 차이를 보였다($t = -4.806, p < .05$). 즉, 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램은 부정적 효능감에 영향을 준 것으로 볼 수 있다.

둘째, 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 적용한 실험집단과 비교집단의 긍정적 효능감의 변화를 확인하기 위해 독립표본 t-검정을 실시한 결과 평균이 실험집단은 4.49, 통제집단은 4.06으로 실험집단이 통제집단보다 0.43 더 높았으며 유의 확률 또한 0.05보다 낮게 나와 유의미한 차이를 보였다($t = -3.143, p < .05$). 즉, 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램은 긍정적 효능감에 영향을 준 것으로 볼 수 있다.

2-2. 집단 간 인공지능에 대한 태도 하위 영역별 비교 결과

피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 중학생에게 적용하였을 때 인공지능에 대한 태도의 2가지 하위영역인 인공지능의 사회적 영향과 인공지능과 상호작용에 얼마나 영향을 미쳤는지 분석한 결과는 <표 4-9>과 같다.

<표 4-9> 집단 간 인공지능에 대한 태도 사후 검사 분석 결과

구분	하위영역	집단	N	평균	표준편차	t	p
인공지능에 대한 태도	인공지능의 사회적 영향	통제	92	2.81	1.11	-3.099**	.002
		실험	92	3.22	0.60		
	인공지능과 상호작용	통제	92	3.40	0.95	-2.198*	.029
		실험	92	3.65	0.59		

하위영역의 인공지능의 사회적 영향, 인공지능과 상호작용 모두에서 평균이 높게 나왔으며 두 하위영역의 유의 확률 또한 모두 $p < .05$ 수준으로 유의한 차이를 보였다. 이를 세부적으로 분석한 내용은 다음과 같다.

첫째, 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 적용한 실험집단과 비교집단의 인공지능의 사회적 영향의 변화를 확인하기 위해 독립표본 t-검정을 실시한 결과 평균이 실험집단은 3.22, 통제집단은 2.81로 실험집단이 통제집단보다 0.41 더 높았으며 유의 확률 또한 0.05보다 낮게 나와 유의미한 차이를 보였다($t = -3.099$, $p < .05$). 즉, 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램은 인공지능의 사회적 영향에 영향을 준 것으로 볼 수 있다.

둘째, 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 적용한 실험집단과 비교집단의 긍정적 효능감의 변화를 확인하기 위해 독립표본 t-검정을 실시한 결과 평균이 실험집단은 3.65, 통제집단은 3.40

으로 실험집단이 통제집단보다 0.25 더 높았으며 유의 확률 또한 0.05보다 낮게 나와 유의미한 차이를 보였다($t=-2.198, p<.05$). 즉, 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램은 인공지능과 상호작용에 영향을 준 것으로 볼 수 있다.

3. 집단 내 사전-사후 검사 분석

3-1. 실험집단 사전-사후 검사 결과

피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램이 학습자들에게 어떤 영향을 주었는지 확인하기 위해 실험집단 내 사전-사후 검사를 진행하였다. 실험집단 내 사전-사후 검사는 <표 4-10>과 같다.

<표 4-10> 실험집단 내 사전-사후 검사 분석 결과

구분	시기	N	평균	표준편차	t	p
자기효능감	사전	92	4.57	1.15	-2.985**	.004
	사후	92	4.93	0.69		
인공지능에 대한 태도	사전	92	3.18	0.71	-2.812**	.006
	사후	92	3.44	0.45		

첫째, 실험집단 내 사전-사후 검사 분석 결과에서 자기효능감은 사전 검사 평균은 4.57, 사후 검사의 평균은 4.93으로 사후 검사 평균이 사전 검사 평균보다 0.36 높게 나타났으며 유의 확률은 0.004로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($t=-2.985, p<.05$).

둘째, 실험집단 내 사전-사후 검사 분석 결과에서 인공지능에 대한 태도는 사전 검사 평균은 3.18, 사후 검사의 평균은 3.44로 사후 검사 평균이 사전 검사 평균보다 0.36 높게 나타났으며 유의 확률은 0.006으로

통계적으로 유의미한 차이를 보였다($t=-2.812$, $p<.05$).

1) 실험집단 내 자기효능감 하위영역별 비교 결과

피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램의 적용에 따른 실험집단 내 자기효능감 사전-사후 검사는 <표 4-11>와 같다.

<표 4-11> 실험집단 내 자기효능감 사전-사후 검사 분석 결과

구분	하위영역	시기	N	평균	표준편차	t	p
자기효능감	부정적 효능감	사전	92	5.10	1.16	-2.094*	.039
		사후	92	5.37	0.73		
	긍정적 효능감	사전	92	4.03	1.33	-3.113**	.002
		사후	92	4.49	0.85		

부정적 효능감에 대한 사전 검사 평균은 5.10, 사후 검사 평균은 5.37로 사후 검사 평균이 0.27 더 높게 나타났으며 유의 확률은 0.039로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($t=-2.094$, $p<0.05$). 긍정적 효능감에 대한 사전 검사 평균은 4.03, 사후 검사 평균은 4.49로 사후 검사 평균이 0.46 더 높게 나타났으며 유의 확률은 0.002로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($t=-3.113$, $p<0.05$).

2) 실험집단 내 인공지능에 대한 태도 하위영역별 비교 결과

피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램의 적용에 따른 실험집단 내 인공지능에 대한 태도 사전-사후 검사는 <표 4-12>과 같다.

<표 4-12> 실험집단 내 인공지능에 대한 태도 사전-사후 검사 분석 결과

구분	하위영역	시기	N	평균	표준편차	t	p
인공지능에 대한 태도	인공지능의 사회적 영향	사전	92	3.00	0.89	-1.993*	.049
		사후	92	3.22	0.60		
	인공지능과 상호작용	사전	92	3.37	0.79	-2.772**	.007
		사후	92	3.65	0.59		

인공지능의 사회적 영향에 대한 사전 검사 평균은 3.00, 사후 검사 평균은 3.22로 사후 검사 평균이 0.22 더 높게 나타났으며 유의 확률은 0.049로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($t=-1.993$, $p<0.05$). 인공지능과 상호작용에 대한 사전 검사 평균은 3.37, 사후 검사 평균은 3.65로 사후 검사 평균이 0.28 더 높게 나타났으며 유의 확률은 0.007로 통계적으로 유의미한 차이를 보였다($t=-2.772$, $p<0.05$).

3-2. 통제집단 사전-사후 검사 결과

피지컬 컴퓨팅 도구를 제외한 코딩 중심 인공지능 교육 프로그램이 학습자들에게 어떤 영향을 주었는지 확인하기 위해 통제집단 내 사전-사후 검사를 진행하였다. 통제집단 내 사전-사후 검사는 <표 4-13>와 같다.

<표 4-13> 통제집단 내 사전-사후 검사 분석 결과

구분	시기	N	평균	표준편차	t	p
자기효능감	사전	92	4.38	1.07	0.028	.978
	사후	92	4.38	0.96		
인공지능에 대한 태도	사전	92	3.10	1.00	-0.021	.984
	사후	92	3.10	0.92		

첫째, 통제집단 내 사전-사후 검사 분석 결과에서 자기효능감은 사전 검사 평균과 사후 검사의 평균 모두 4.38로 사전-사후 검사 평균이 거의 변화가 없었으며, 유의 확률은 0.978로 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($t=0.028$, $p=0.978$).

둘째, 통제집단 내 사전-사후 검사 분석 결과에서 인공지능에 대한 태도는 사전 검사 평균과 사후 검사의 평균 모두 3.10으로 사전-사후 검사 평균이 거의 변화가 없었으며, 유의 확률은 0.984로 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($t=-0.021$, $p=0.984$).

1) 통제집단 내 자기효능감 하위영역별 비교 결과

피지컬 컴퓨팅 도구를 제외한 코딩 중심 인공지능 교육 프로그램에 따른 통제집단 내 자기효능감 사전-사후 검사는 <표 4-14>와 같다.

<표 4-14> 통제집단 내 자기효능감 사전-사후 검사 분석 결과

구분	하위영역	시기	N	평균	표준편차	t	p
자기효능감	부정적 효능감	사전	92	4.87	1.15	0.991	0.324
		사후	92	4.70	1.11		
	긍정적 효능감	사전	92	3.89	1.22	-0.976	0.332
		사후	92	4.06	1.01		

부정적 효능감에 대한 사전 검사 평균은 4.87, 사후 검사 평균은 4.70으로 사전 검사 평균이 0.17 더 높게 나타났으며 유의 확률은 0.324로 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($t=0.991$, $p=0.324$). 긍정적 효능감에 대한 사전 검사 평균은 3.89, 사후 검사 평균은 4.06으로 사후 검사 평균이 0.17 더 높게 나타났지만 유의 확률은 0.332로 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($t=-0.976$, $p=0.332$).

2) 통제집단 내 인공지능에 대한 태도 하위영역별 비교 결과

피지컬 컴퓨팅 도구를 제외한 코딩 중심 인공지능 교육 프로그램에 따른 통제집단 내 인공지능에 대한 태도 사전-사후 검사는 <표 4-15>과 같다.

<표 4-15> 통제집단 내 인공지능에 대한 태도 사전-사후 검사 분석 결과

구분	하위영역	시기	N	평균	표준편차	t	p
인공지능에 대한 태도	인공지능의 사회적 영향	사전	92	2.77	1.22	-0.210	0.834
		사후	92	2.81	1.11		
	인공지능과 상호작용	사전	92	3.43	1.01	0.215	0.830
		사후	92	3.40	0.95		

인공지능의 사회적 영향에 대한 사전 검사 평균은 2.77, 사후 검사 평균은 2.81로 사후 검사 평균이 0.04 더 높게 나타났지만 유의 확률은 0.834로 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($t=-0.210$, $p=0.834$). 인공지능과 상호작용에 대한 사전 검사 평균은 3.43, 사후 검사 평균은 3.40으로 사전 검사 평균이 0.03 더 높게 나타났으며 유의 확률은 0.830으로 통계적으로 유의미한 차이가 없었다($t=-0.215$, $p=0.830$).

4. 면담 결과

교육 프로그램 후 학습자 대상 면담을 실시하였다. 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램에 자기효능감, 인공지능에 대한 태도의 긍정적 영향을 정량적 연구로 확인하였으나 구체적으로 효과성을 탐색하기 위해 진행되었다.

학생들의 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육에서 기존의 수업과 차이점에 대해 학생 모둠별로 자율적인 문제 선정과 프로젝트로 진행되는 문제 해결 과정에서 다양한 데이터를 다루는 경험에 대해 언급하였고 과제 수행에 대한 노력이 긍정적으로 변화했다는 의견도 있었다.

학습자 K: 제가 생각한 문제를 다룰 수 있어서 좋았어요. 전에 했던 수업에서는 선생님이 정해진 데이터로만 했지만 제가 선택한 문제에 필요한 데이터를 찾아서 학습시키고 원하는 동작이 나오는 것이 너무 재밌었어요.

학습자 L: 예전 수업에서는 코딩이 없어서 편했는데 할 수 있는 동작이 정해져 있어서 유치했어요. 이번에는 우리가 정한 동작을 만들 수 있다는 것이 좋았어요.

학습자 C: 제가 친구들과 함께 맡은 문제라고 생각하니 더 책임감이 느껴졌어요. 원하는 작동이 되는 코딩이 잘 되지 않아서 어려웠을 때 너무 힘들었는데 작동이 제대로 되었을 때 기분이 너무 좋았어요. 작품을 안 만들었으면 쉬운 동작을 하는 코딩만 하고 끝났을 것 같아요.

학습자 P: 시작할 때는 막막했는데 패들렛에 작성되는 글들이 많아지면서 더 잘하고 싶다는 생각이 많이 들었어요. 친구들이랑 쉬는시간에도 어떤 자료가 좋을지 이야기도 해봤어요.

또한 인공지능을 활용한 문제해결 프로젝트로 인공지능에 대한 인식이 긍정적으로 변화했다고 답변하였다.

학습자 B: 인공지능이 어떻게 판단을 내리는지 경험해볼 수 있었어요. 전에는 인공지능이 무섭다는 생각이 많았는데 어떤 식으로 작동이 되는지 알고 나니 사람에게 좋게 사용될 수 있을 것 같아요.

학습자 I: 인공지능은 어렵고 힘든 것이라 아무나 쓸 수 없다는 생각이 많았는데 생각보다 간단했어요. 우리 주변에 정말 많이 쓰인다고 알게 되었어요.

학습자 K: 인공지능을 사용해서 범죄가 많이 있다고 해서 안 좋다고 생각했었는데 인공지능으로 사회의 범죄를 잡아내는데 사용하고 싶어요.

일부 학생들의 경우 얼굴 사진과 같이 개인정보 유출에 대한 문제를 언급하기도 하였다.

학습자 C: 저희 얼굴 사진 티처블머신 사이트에 올리면 사진 저장되면 어떡해요? 다른 사람들도 보면 싫은데..

학습자 P: 이미지 올릴 때 아무 사진 사용해도 괜찮은거예요? 저작권 침해 문제 생기는 거 아닌가요?

이렇게 답변한 학생들에게 개인 정보 보호를 위한 방법에 대해 추가적인 질문을 제시하였고 해당 학생들은 인공지능 윤리 문제에 어떤 생각이 있는지 알아보고자 질문하였다. 이 질문에 학생들 모두 사용이 가능한 데이터 입력에 대한 답변과 개인정보가 포함되지 않은 데이터를 사용해야 한다는 답변을 하였다. 또한 이와 관련해 윤리교육이 필수라는 의견도 있었다.

학습자 H: 얼굴말고 누군지 알아볼 수 없는 사진을 사용해요. 주먹, 가위, 보처럼 손 모양 사진은 누군지 알아볼 수 없잖아요.

학습자 B: 무료 이미지 사이트가 있어서 저작권에 문제가 없는 사진만 사용하면 문제가 없지 않을까요? 주인이 허락한 사진이니까 괜찮을 것 같아요.

학습자 I: 아무 생각 없이 (인공지능 도구를 사용) 했으면 많이 불편했을 것 같아요. 윤리교육이 중요하다고 생각했어요.

수업 프로그램이 모두 학습으로 진행되어 좋은 점의 질문에 대한 답변으로는 아이디어 구상과 어려운 문제해결에 도움이 되었다고 답변하였다.

학습자 M: 아이디어를 말했을 때 저와 생각이 비슷한 모둠원이 저의 의견을 더 좋게 만들어줘서 좋은 결과를 만들었던 경험이 좋았습니다. 제가 모둠 대표가 아니었지만 더 열심히 해야겠다는 생각을 많이 하게 됐어요.

학습자 L: 저는 코딩을 너무 못해서 혼자였다면 문제를 해결하지 못했을거예요. 윤 좋게도 코딩 역할을 맡은 친구가 제가 말하는 동작을 쉽게 코드로 만들어줘서 좋았어요.

추가적으로 수업에서 어려웠던 점에 대한 질문에 대한 답변으로는 피지컬 컴퓨팅 도구 활용 경험이 적어 문제해결에 도구를 적용하는 것이 힘들었다는 의견, 인공지능을 활용한 문제해결 주제 자체가 생소했다는 의견, 코딩이 어려웠다는 의견, 좋아하는 모둠원이 있었으면 좋았겠다는 의견 등이 있었지만 교육 프로그램의 진행에 따라 어려웠던 점이 어느 정도 해소되어 문제가 없었다고 답변하였다. 기타 의견으로는 산출물의

온라인 공유로 자기 모듈의 결과물을 선보일 기회가 있어서 기분이 좋았다는 의견과 댓글 달기를 통해 친구들에게 피드백을 서로 주고받아 다른 생각에 대해 알게 되는 기회를 가져 좋았다는 의견도 있었다.

이상의 면담 결과를 종합하여 학생들의 대답을 분석해본 결과 자기효능감, 인공지능에 대한 태도에 간접 또는 직접적으로 영향을 받은 것을 확인할 수 있었다.

제 5 장 결론 및 제언

제 1 절 결론

변동성, 불확실성, 복잡성이 특징인 미래사회의 문제를 해결하기 위해서 미래 사회가 요구하는 역량 함양이 가능한 교육이 필수적으로 요구되고 있는 현실이다. 이에 피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 구성하고 학습자에게 적용하여 자기효능감, 인공지능에 대한 태도에 미치는 영향을 확인 및 분석하여 인공지능 교육의 활성화에 도움이 되고자 한다.

본 연구는 인공지능 교육을 접하는 중학교 학생들에게 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 적용하여 자기효능감, 인공지능에 대한 태도 변화에 대해 알아보고자 하는 목적으로 실시되었다. 이를 위해 교육 프로그램은 김성애(2020)의 피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 기반 메이커 교육모형을 사용하였으며 서울 소재 D중학교 2학년 8개 반을 실험집단 및 통제집단으로 설정하여 총 12차시의 프로그램을 적용하였다. 교육 프로그램에 따른 학생들의 변화를 확인하기 위해 사전-사후 검사지를 실험집단 및 통제집단 모두 수업 전-후에 실시하고 프로그램이 다 끝난 뒤 면담을 진행하여 변화를 분석하였다. 통계는 SPSS 프로그램을 활용하여 독립표본 t-검정과 대응표본 t-검정을 실시하였으며 면담은 교육 프로그램에 대한 인식과 수업에 대한 효과성을 파악하여 심층적으로 분석하였다. 본 연구의 결과를 종합하면 다음과 같다.

첫째, 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육은 학습자의 자기효능감에 긍정적 영향을 미친다. 통제집단은 교사가 수업 시간에 활용하는 인공지능 도구 및 문제 해결을 위한 메이킹 활동이 대부분 코딩을 통한 메이커 교육으로 진행되었지만 실험집단은 문제 해결 과정에서 직

접 디자인을 구상하고 재료를 선정하였으며, 원하는 동작을 하는 작품을 만들기 위해 코딩도 적용하는 메이커 교육으로 문제해결을 위한 다양한 도전과 성공 경험이 자기효능감에 긍정적 영향을 준 것으로 보인다. 실험집단의 경우 학생들의 코딩 능력뿐만 아니라 디자인을 구상하고 재료를 가공하며 작품을 완성하는 일련의 과정에서 스스로의 과제 수행에 대해 생각해 볼 수 있는 기회가 많았기에 부정적 효능감이 떨어지고 긍정적 효능감이 높아지는 긍정적인 영향을 미친 것으로 해석된다. 또한 프로그램 내용 중 마지막 차시에 진행했었던 온라인을 통한 작품 공유 및 피드백에서 실험집단의 경우 통제집단에 비해 공유하기 위한 자료의 종류가 많고 작품이 다양하여 피드백이 전체적으로 활발하게 일어난 것을 통해 자기효능감에 직접 및 간접적으로 영향을 주었음을 알 수 있었다.

둘째, 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육은 학습자의 인공지능에 대한 태도에 긍정적인 영향을 미친다. 학생들은 엔트리의 인공지능 도구를 활용하여 실생활 문제를 해결하는 과제를 수행하였으며 실생활의 다양한 분야에 인공지능이 활용되는 사례에 대해 알아보았다. 또한 사례 확인에서 그치지 않고 인공지능을 활용하여 문제를 해결하기 위한 산출물을 직접 제작하였다. 따라서 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용하여 실제적인 산출물을 다뤄보면서 인공지능에 대한 이해도를 높이고 인공지능을 활용하는 것에 대한 긍정적인 영향을 받은 것으로 보인다.

추가적으로 진행된 면담과 함께 종합하였을 때 교육 프로그램에 따른 자기효능감, 인공지능에 대한 태도의 변화에 직접 및 간접적으로 긍정적인 영향을 주었음을 알 수 있었다.

본 연구에서는 피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 적용하고 이 프로그램이 중학생의 자기효능감, 인공지능에 대한 태도에 유의미한 영향을 주었다는 것을 양적 및 질적 연구를 통해 총체적으로 검증하였다. 학생들에게 제시된 프로그램의 과제는 실생활 문

제를 피지컬 컴퓨팅을 활용한 인공지능 도구를 사용하여 해결하도록 제시되었으며 중학교 학생들에게 긍정적인 영향을 미친다는 점에서 의의가 있다. 본 연구를 토대로 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육의 활성화와 함께 미래사회에 필수 역량 함양에 있어서 학습자들에게 긍정적인 영향을 미치기를 기대한다.

제 2 절 제언

본 연구로 얻게 된 결과와 제한점을 토대로 제언 및 후속 연구 제시 내용은 다음과 같다.

첫째, 현실적인 수업 적용을 위해 프로그램 시수 구성에 대한 고려가 필요하다. 우선 본 연구는 메이커 교육의 특성상 피지컬 컴퓨팅 도구 및 인공지능 도구의 활용 등과 같이 필수적으로 충분한 수업 차시가 확보되어야 하는 점에 따라 교수자는 현실적으로 구성된 수업 시수가 적용된 프로그램으로 구성해야 한다. 이를 위해 타 교과와의 융합 수업, 반구조화된 문제 제시로 교육 프로그램의 충분한 시수 확보가 필요하다.

둘째, 본 연구는 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 교육 프로그램을 서울 소재 D 중학교 2학년 전체를 대상으로 한 교육으로 학년별 및 수준별 대상을 달리하여 추가적인 후속 연구를 진행할 필요가 있다. 학년별 및 수준별 따라 피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 기반 메이커 프로그램을 적용하였을 때 자기효능감, 인공지능에 대한 태도를 비교 및 분석하는 연구가 필요하다.

셋째, 학습자 수준에 맞는 다양한 학습 도구를 활용한 프로그램 적용에 따른 영향 분석이 필요하다. 본 연구에서는 현실적인 수업 시수 운영 및 학습자 수준에 따른 원활한 수업 진행을 위해 인지적 과부하를 줄일 수 있도록 엔트리와 같은 블록 기반 코딩 프로그램과 마이크로비트 교구와 같은 피지컬 컴퓨팅 도구를 활용하였다. 하지만 텍스트형 코딩 프로그램 및 다양한 인공지능 도구 활용으로 폭넓고 다양한 문제해결 방안을 통해 학습자의 변화를 확인해 볼 필요가 있다.

참고문헌

- 김근재 (2019). **피지컬 컴퓨팅 도구를 활용한 메이커 교육 수업 모형 개발**. 국내석사학위논문. 서울대학교 대학원.
- 장지은 (2017). **오스벨의 유의미 학습이론 기반 피지컬 컴퓨팅 시뮬레이터 개발**. 국내석사학위논문. 고려대학교 교육대학원.
- 이창윤, 안재현, 서태균 (2018). 메이커 교육을 위한 피지컬 컴퓨팅 교구에 관한 탐색적 연구. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집**, 22(1), 157-160.
- 김용익 (2018). 메이커교육 이론의 초등실과 적용 가능성 탐색. **실과교육연구**, 24(2), 39-57.
- 엄기순 (2016). **인지부담 감소를 위한 피지컬 컴퓨팅 도구 개발 및 중등 정보교육에의 적용**. 국내석사학위논문. 고려대학교.
- 강인애, 윤희진 (2017). 메이커교육의 평가를 위한 평가를 및 요소 탐색. **한국교육공학회 학술대회발표자료집**, 2017(1), 21-21.
- 강인애, 김홍순 (2017). 메이커 교육(Maker education)을 통한 메이커 정신(Maker mindset)의 가치 탐색. **한국콘텐츠학회논문지**, 17(10), 250-267.
- 강인애, 김명기 (2017). 메이커 활동 (Maker Activity)의 초등학교 수업 적용 가능성 및 교육적 가치 탐색. **학습자중심교과교육연구**, 17(14), 487-515.
- 강인애, 김양수, 윤희진 (2017). 메이커 교육(Maker Education)을 통한 기업가정신 함양: 대학교 사례연구. **한국융합학회논문지**, 8(7), 253-264.
- 민선희 (2018). **초등학생의 컴퓨팅 사고(Computational Thinking) 증진을 위한 피지컬 컴퓨팅 수업 개발 및 적용 연구**. 국내박사학위논문. 이화여자대학교 대학원.

- 박혜성 (2017). 정보교사가 인식하는 피지컬 컴퓨팅 교육에 있어서의 문제점 분석. 국내석사학위논문. 고려대학교 교육대학원.
- 최현순 (2006). 문제해결 발명프로그램이 초등학생의 자아효능감에 미치는 효과. 국내석사학위논문. 경인교육대학교 교육대학원.
- 유현상, 이철현 (2015). 학습부진아를 위한 로봇활용 STEAM 교육이 과학흥미와 자기효능감에 미치는 영향. 실과교육연구, 21(1), 17-33.
- 이정수, 정영란 (2014). 중학생의 과학에 대한 태도, 과학 동기 학습 및 자기 조절 학습 전략과 과학 학생성취도의 구조적 관계 분석. 한국과학교육학회지, 34(5), 491-497.
- 이현정 (2015). 수학 교과 중심의 STEAM 교육을 적용한 입체도형 단원 수업이 학습자의 자기효능감 및 수학적 태도에 미치는 영향. 국내석사학위논문. 고려대학교 교육대학원.
- 김아영 (2004). 자기효능감과 학습동기. 교육방법연구, 16(1), 1-38.
- 이영광, 지은구 (2017). 자기효능감척도 개발 연구. 한국사회과학연구, 36(1), 5-31.
- 윤혜진 (2018). 디자인사고 기반 메이커교육 모형 개발. 국내박사학위논문. 경희대학교 대학원.
- 박민규, 한규정, 신수범 (2021). 국내 인공지능 교육에 대한 연구 현황 분석. 정보교육학회논문지, 25(5), 683-690.
- 남상유, 박승보 (2022). 중학생을 위한 인공지능 교육내용 설계 및 분석. 인공지능연구 논문지, 3(1), 13-20.
- 김갑수 (2014). 컴퓨터 프로그래밍 언어 교육에서 자기 효능감 척도 개발 및 적용. 정보교육학회논문지, 18(1), 111-120.
- 서승석 (2010). NLP집단상담프로그램이 초등학교 아동의 자아존중감과 자기효능감에 미치는 효과. 국내석사학위논문. 울산대학교.
- 박주연 (2023). SW비전공자의 컴퓨팅 사고와 인공지능 경험에 따른 인공지능에 대한 태도 분석. 컴퓨터교육학회 논문지, 26(1), 33-41.
- 김성원, 이영준 (2020a). 중학생의 인공지능에 대한 태도 검사 도구 개발.

- 컴퓨터교육학회 논문지, 23(3), 17-29.
- 김성원, 이영준 (2020b). 인공지능 교육 프로그램을 통한 중학생의 인공지능에 대한 태도 변화. **한국컴퓨터교육학회**, 24(2), 207-209.
- 이태림 (2023). **피지컬 컴퓨팅 도구 활용 메이커 교육 프로그램이 컴퓨팅 사고력에 미치는 영향**. 국내석사학위논문. 서울교육대학교 교육전문대학원.
- 이동열 (2022). 인공지능 교육 프로그램 개발 및 적용을 통한 인공지능 역량·태도·인식 변화 분석. **한국인공지능교육학회 학술대회**, 124-124.
- 김은경 (2022). **Moral machine을 활용한 인공지능 윤리교육이 초등학생의 인공지능에 대한 태도와 이미지에 미치는 영향**. 석사학위논문. 한국교원대학교.
- 이영호 (2019). 블록형 프로그래밍 언어 기반 인공지능 교육이 학습자의 인공지능 기술 태도에 미치는 영향 분석. **정보교육학회논문지**, 23(2), 189-196.
- 조연수 (2022). **인공지능을 융합한 과학 수업이 중학생들의 인공지능에 대한 태도 및 데이터 리터러시 역량에 미치는 효과**. 석사학위논문, 이화여자대학교 대학원.
- 한정윤 (2020). AI 프로젝트 수업에서 프로그래밍 언어 활용 수준 및 프로젝트 흥미에 따른 AI에 대한 태도 및 효능감 변화. **정보교육학회논문지**, 24(4), 391-400.
- 최일훈, 소금현 (2022). 인공지능 기반 도구를 활용한 미세먼지 환경교육 프로그램이 초등학생의 환경감수성과 자기효능감에 미치는 영향. **초등과학교육**, 41(3), 468-479.
- 이성혜, 한정윤 (2020). 학습자의 SW 및 AI 흥미, 프로그래밍 언어 활용 수준과 AI 자기효능감, AI 학습 지속 의사 간의 관계. **컴퓨터교육학회 논문지**, 23(6), 51-58.
- 심효영 (2023). 인공지능 기술을 활용한 미래디자인교육 프로그램 개발과

- 적용: GAN 알고리즘을 중심으로. **상품학연구**, 41(2), 43-49.
- 백수현, 유지원 (2022). 초등학교 인공지능 수업에서 학습성과에 대한 성별과 학습태도 간 상호작용 효과. **컴퓨터교육학회 논문지**, 25(3), 49-60.
- 김태령, 한선관 (2021). 비대면 온라인 환경에서 SW기반 메이커교육의 효과성 비교: 자기효능감, 학습동기, 흥미도의 관점에서. **정보교육학회논문지**, 25(3), 571-578.
- 김성애 (2020). 피지컬컴퓨팅을 활용한 인공지능(AI) 기반 메이커 교육프로그램 개발. **한국기술교육학회지**, 20(3), 76-95.
- 이한중, 김영식 (2020). 인공지능 교육 플랫폼을 활용한 피지컬 컴퓨팅 융합 초등학교 인공지능(AI)교육 자료 개발. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집**, 24(2(A)), 167-170.
- 김보정, 이호준, 성지현, 박정범 (2022). AI융합 메이커 수업을 위한 TDMSI모형 개발 및 적용. **인공지능연구 논문지**, 3(3), 46-53.
- 이아영, 이영석 (2023). 인공지능 교육을 위한 피지컬 컴퓨팅 캠프 프로그램 운영 사례 연구. **지능정보융합과 미래교육**, 2(1), 13-20.
- 강신조 (2023). 초등학생 인공지능 융합 메이킹 활동 프로그램이 창의 융합 마인드 셋에 미치는 효과. 국내석사학위논문. 충남대학교 교육대학원.
- 이동형 (2022). 피지컬 컴퓨팅 기반 AI 교육 프로그램 개발 및 교육 효과성 분석, 석사학위논문. 경인교육대학교.
- 전우천 (2021). 인공지능교육을 위한 피지컬 컴퓨팅 교육의 현황과 과제. **정보과학회지**, 39(9), 20-26.
- 한선관, 류미영 (2016). **컴퓨팅 사고력을 위한 소프트웨어 교육**. 경기: 생능출판사.
- 홍수빈 (2014). EPL을 활용한 융합인재교육(STEAM)이 문제해결력에 미치는 영향. 국내석사학위논문 경인교육대학교.
- 박재연, 마대성 (2018). EPL 교육을 위한 연역적 및 귀납적 교수·학습방

- 법 비교연구. **정보교육학회논문지**, 22(5), 575-583.
- 전형기 (2018). **2015 개정 초등 교육과정의 SW교육을 위한 피지컬 컴퓨팅 교구 선정 도구 개발 및 적용**. 석사학위논문. 한국교원대학교.
- 서정은 (2023). **피지컬 컴퓨팅 활용 인공지능 교육이 중학생의 학습몰입, AI 윤리의식, AI에 대한 태도에 미치는 영향**. 국내석사학위논문. 중앙대학교 교육대학원.
- 이상봉, 배선아 (2007). 기술교육에서 창의적인 문제해결능력의 함양을 위한 수업설계. **실과교육연구**, 13(4), 77-98.
- 김재휘, 김동호 (2016). 컴퓨팅 사고력 향상을 위한 초등 피지컬 컴퓨팅 교육과정 개발. **정보교육학회논문지**, 20(1), 69-82.
- 서동수 (2006). **피지컬 컴퓨팅의 개념과 기술적 기초**. 한국디자인학회 국제학술대회 논문집, 270-271.
- 이동국 (2019). 메이커 교육의 효과에 대한 메타분석. **교육정보미디어연구**, 25(3), 577-600.
- 유예은, 강인애, 전용찬 (2018). 디자인씽킹 프로세스 기반의 메이커교육 프로그램을 통한 감성지능의 향상 연구: 대학교 사례를 중심으로. **한국융합학회논문지**, 9(7), 163-175.
- 윤희진, 강인애, 이수정 (2021). 디자인사고 기반 메이커교육 프로그램 사례연구: 체인지메이커(Changemaker)로서의 인식 함양을 중심으로. **열린교육연구**, 29(2), 211-237.
- 오수진, 백윤철, 권지은 (2019). 국내 메이커 운동의 교육 분야 활성화 방안 연구. **디지털융복합연구**, 17(11), 483-492.
- 김양수 (2017). **고등교육에서 메이커 교육을 통한 기업가정신 함양 연구**. 국내박사학위논문. 경희대학교 대학원.
- 김명선 (2022). **메이커 교육 수업모형을 활용한 업사이클 공예품 제작 프로그램 개발 연구**. 국내석사학위논문. 경희대학교 교육대학원.
- 황중원, 강인애, 김홍순 (2016). 메이커 페다고지(Maker Pedagogy)로서 TMSI 모형의 가능성 탐색: 고등학교 사례를 중심으로. **한국교육공학회 학술**

- 대회발표자료집, 2016(2), 166-176.
- 오보영, 김현석 (2022). 메이커교육에서 TBMSI 모형의 가능성 탐색: 중등교육 사례를 중심으로. **학습자중심교과교육연구**, 22(24),949-966.
- 정정은 (2023). **초등 통합학급에서 실시한 협력교수 기반 메이커교육 프로그램의 효과**. 국내박사학위논문. 이화여자대학교 대학원.
- 이재호, 이승훈 (2020). 초등 AI 교육 플랫폼에 대한 전문가 인식조사 연구. **정보교육학회논문지**, 24(5), 483-494.
- 김경태, 이철현 (2021). 마이크로비트 피지컬 컴퓨팅 교육이 초등학생의 창의적 문제해결력에 미치는 효과. **한국실과교육학회지**, 34(1), 85-111.
- 김갑수 (2019). 초등교사들을 위한 인공지능 교육 프로그램 개발 및 적용. **정보교육학회논문지**, 23(6), 629-637.
- 이규화 (2021). 중학생을 위한 인공지능 핵심 개념 기반의 교육 프로그램 개발. **한국기술교육학회지**, 21(1), 68-88.
- 김윤진 (2016). 딥러닝(deep learning)을 활용한 이미지 빅데이터(big data) 분석 연구. 박사학위논문. 중앙대학교.
- 한국교육과정평가원 (2020). **학교 교육에서 인공지능(AD)의 개념 및 활용** (연구자료 ORM 2020-21-3). 충북 진천: 한국교육과정평가원 교수 학습본부.
- 전인성, 김수환, 송기상 (2021). 국내 인공지능 교육 정책 동향 및 기관별 운영 현황 분석. **한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집**, 25(1), 99-102.
- 한선관 (2020). **인공지능과 교육, 무엇을 준비해야 하는가** (교육정책포럼 통권 325, ISSN 1739-4325). 충북: 한국교육개발원.
- 서울시교육청 (2021a). **인공지능 교육 연계 메이커 교육 교육자료 개발 보급**.
<https://enews.sen.go.kr/news/view.do?bbsSn=170332&step1=3&step2=1>에서 인출.
- 서울시교육청 (2021b). **AI 기반 융합 혁신미래교육 중장기 발전 계획 발표**.

<https://enews.sen.go.kr/news/view.do?bbsSn=170640&step1=3&step2=1>
에서 인출.

과학기술정보통신부 (2019). **인공지능 국가전략**.

<https://www.msit.go.kr/publicinfo/view.do?sCode=user&mId=63&mPid=62&pageIndex=&formMode=R&referKey=279%2C1&publictSeqNo=279&publictListSeqNo=1&searchMapngCd=&searchSeCd=&searchOpt=&searchTxt=&pageIndex2=1>에서 인출.

과학기술정보통신부 (2020). **전국민 AI·SW교육 확산 방안**.

https://hrstpolicy.re.kr/kistep/kr/policy/policyPlanKorDetail.html?board_seq=42305&board_class=BOARD01&rootId=2003000&menuId=2003102에서 인출.

교육부 (2022). **혁신을 불러일으킬 인공지능(AI) 교육의 중요성**.

<https://blog.naver.com/moeblog/222678882982>에서 인출.

교육부 (2021). **2022 개정 교육과정 총론 주요사항**.

<https://www.moe.go.kr/boardCnts/viewRenew.do?boardID=294&boardSeq=89671&lev=0&searchType=null&statusYN=W&page=1&s=moe&m=020402&opType=N>에서 인출.

교육부 (2020). **2020년 교육부 정부업무보고**.

<https://www.moe.go.kr/boardCnts/view.do?boardID=72713&lev=0&statusYN=W&s=moe&m=03&opType=N&boardSeq=79919>에서 인출.

O'Sullivan, D., & Igoe, T. (2004). *Physical computing: sensing and controlling the physical world with computers*. UK: Course Technology Press.

Peppler, K., Halverson, E., & Kafai, Y. B. (Eds.). (2016). *Makeology: Makerspaces as learning environments (Volume 1)* (Vol. 1). Routledge.

Bandura, A. (1977). *Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change*. *Psychological Review*, Vol 84-2, Mar 1977,

191-215.

- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Patrick, H., Hicks, L., & Ryan, A. M. (1997). *Relations of perceived social efficacy and social goal pursuit to self-efficacy for academic work*. *The Journal of Early Adolescence*, 17(2), 109-128.
- Sherer, M., Maddux, J. E., Mercandante, B., Prentice-Dunn, S., Jacobs, B., & Rogers, R. W. (1982). *The self-efficacy scale: Construction and validation*. *Psychological reports*, 51(2), 663-671.
- Allport, G. W. (1935). Attitudes, in C. Murchison (Ed.), *Handbook of social psychology* (pp. 798-844). Worcester, MA: Clark University Press.
- Urduan, T., & Pajares, F. (Eds.). (2006). *Self-efficacy beliefs of adolescents*. IAP.
- Fishbein, M., & Ajzen, I. (1977). Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research. *Philosophy and Rhetoric*, 10(2), 177-188
- Oskamp, S., & Schultz, P. W. (2005). *Attitudes and opinions*. Psychology Press.
- Dougherty, D. (2012). *The maker movement*. *Innovations*, 7(3), 11-14.
- Martinez, S. L., & Stager, G. S. (2013). Invent to learn: Makers in the classroom. *The Education Digest*, 79(4), 11.
- Hatch, M. (2013). *The maker movement manifesto: Rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers*. New York: McGraw Hill Professional.
- Anderson, C. (2013). *Makers*. Nieuw Amsterdam.
- Lang, D. (2013). *Zero to maker: Learn (just enough) to make (just*

about) anything. Maker Media, Inc..

Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating constructionism. *Constructionism*, 3(2), 1-11.

Loertscher, D. V., Preddy, L., & Derry, B. (2013). Makerspaces in the school library learning commons and the uTEC maker model. *Teacher Librarian*, 41(2), 48-51.

McCarthy, J., Minsky, M. L., Rochester, N., & Shannon, C. E. (2006). A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence, august 31, 1955. *AI Mag*, 27(4), 12-14.

Samuel, A. L. (1959). Machine learning. *The Technology Review*, 62(1), 42-45.

Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). *Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning*. Boston, MA: Center for Curriculum Redesign.

ABSTRACT

Effects of Physical Computing on Artificial Intelligence Education

- Focusing on middle school students' self-efficacy
and attitude toward artificial intelligence -

Hojun Lee

Department of AI-Integrated Education

The Graduate School

Seoul National University

It is essential to implement an educational system that develops basic capabilities and change responsiveness to respond to the future society characterized by volatility, uncertainty, and complexity. Accordingly, research is needed to verify the effectiveness of seeing positive changes in learners due to the development and application of various artificial intelligence education programs for effective artificial intelligence education required by future society.

The purpose of this study is to confirm the effectiveness of physical computing tools in artificial intelligence-based maker classes by comparing the results of general artificial intelligence-based maker classes that do not use physical computing tools and artificial intelligence-based maker classes that produce products using physical computing tools. In addition, by setting self-efficacy and attitude toward

artificial intelligence as variables to confirm the effect, it was intended to confirm the difference in learner capabilities that can respond appropriately according to the development of rapidly changing technologies.

In this study, an artificial intelligence-based maker education program using physical computing was applied and the effect of this program on middle school students' self-efficacy and attitude toward artificial intelligence was investigated. The challenge of the program presented to students was presented to solve real-life problems using artificial intelligence tools using physical computing, and entries and microbeats were used in consideration of the learner level to reduce the burden of using tools in learning. Quantitative and qualitative studies have confirmed that the application of educational programs to middle school students had a significant impact on self-efficacy and attitudes toward artificial intelligence. Through this, it was confirmed that artificial intelligence-based maker education using physical computing has a positive effect on middle school students.

The results of this study will help develop various educational programs for artificial intelligence education, and it is hoped that it will be helpful as basic data that positively affects middle school students' self-efficacy and attitudes toward artificial intelligence.

Keywords: Physical Computing, Artificial intelligence-based maker education, Self-efficacy, Attitudes toward AI

Student Number : 2021-22675