



저작자표시 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.
- 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

- 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](#) 

석사학위논문

메타버스 기반 SW 교수-학습
모델 연구

제주대학교 대학원

융합교육소프트웨어학과

문 준 성

2022년 8월



메타버스 기반 SW 교수-학습 모델 연구


지도교수 김성백

문준성


이 논문을 이학 석사학위 논문으로 제출함

2022년 6월

문준성의 이학 석사학위 논문을 인준함

심사위원장 김인일 

위 원 박찬정 

위 원 김성백 

제주대학교 대학원

2022년 6월

<국문초록>

메타버스 기반 SW 교수-학습 모델 연구

문 준 성

제주대학교 대학원 융합교육소프트웨어학과

지도교수 김 성 백

최근 ‘메타버스(metaverse)’라는 용어가 재조명받으며 많은 사람의 관심을 받고 있다. ‘메타버스’는 1992년 처음 등장한 용어로 가상을 의미하는 ‘메타(meta)’와 우주를 뜻하는 ‘유니버스(universe)’를 합성한 신조어이다. COVID-19로 인하여 온라인을 통한 외부와의 연결을 뜻하는 ‘온택트(On-tact)’ 사회가 등장하며 많은 활동이 오프라인에서 온라인으로 전환되었다. 이러한 온택트 사회가 발달하면서 다양한 메타버스 플랫폼이 등장하며 생활, 교육 등의 분야를 중심으로 메타버스에 관한 관심과 활용이 높아지고 있다. 특히 ‘새로운 사회적 소통의 공간’, ‘창작과 공유를 가능하게 하는 높은 자유도’, ‘가상 환경에서의 새로운 경험 제공 및 높은 몰입도’ 라는 세 가지 특징을 보여줌으로써 교육에서 활용이 커지고 있다.

4차 산업혁명에서 요구되는 창의·융합형 인재를 양성하기 위해 SW 교육이 필요하다. 이에 따라 2015 개정 교육과정에서는 정보·컴퓨터 과목을 필수화하였으며, 인공지능 국가전략에서는 초·중·고 학생의 컴퓨팅 사고력 강화를 위하여 SW·AI 학습 기회를 대폭 확대한다고 밝히며 SW 교육의 중요성을 강조하였다. 그러나 SW 교육을 위한 적절한 교수-학습 방법을 개발하고 적용하기에는 어려움이 따르며 이에 관한 교육 프로그램도 충분치 않은 실정이다. 또한, SW 교육을 통하여 학습되어야 할 추상화, 자동화의 관점을 벗어나 단순히 지식을 전달하거나 프로그래

명 실습을 하는데 교육이 그치는 경우도 많다.

본 연구는 메타버스 기반의 SW 교수-학습 모델 및 프로그램을 개발하고 적용하여 교육적 효과를 검증하는 것이다. 이를 위한 연구 개발 과정은 다음과 같다.

첫째, 기존 연구 사례를 분석하여 메타버스 플랫폼을 활용하기 위한 교수-학습 모델을 개발하였다. 교수-학습 모델은 각각 추상화 및 알고리즘을 학습하기 위한 소통 중심 모델(C-UMC)과 프로그래밍 실습을 하기 위한 공유 중심 모델(S-DMM)로 메타버스의 특징 중 소통(Communication)과 공유(Sharing)를 중심으로 SW 교육의 학습 효과를 높이고자 하였다.

둘째, 개발한 교수-학습 모델을 전문가 집단을 통한 델파이 조사를 통해 타당성이 있음을 보였다. 델파이 조사는 총 2회를 진행하였으며 전문가의 의견을 반영하여 수정 및 보완 절차를 거쳐 본 연구에서 제안하는 교수-학습 모델을 정리하였다.

셋째, 메타버스 기반 SW 교육 프로그램을 학교 현장에서 적용하고 분석하였다. 프로그램 참여 대상은 고등학생 26명으로 총 6시간(2시간 × 3 차시)을 진행하였다. 학습자의 변화를 측정하기 위하여 SW 기초 교육 효과성 측정 도구를 사용하였으며 사전, 사후 조사를 진행하여 대응표본 t-검정을 시행하였다. 효과 분석 결과 'SW 인식', 'SW 태도', '메타버스 인식'에서는 유의미한 결과가 적은 것에 비해 컴퓨팅 사고를 측정하기 위한 '분해', '패턴 인식', '추상화', '알고리즘'에서 통계적으로 유의미한 결과를 확인하였다.

본 논문에서는 메타버스 기반 SW 교수-학습 모델 및 프로그램을 개발하고 효과를 입증하였다. 본 연구의 결과로 도출된 교수-학습 모델이 SW 교육에 적용된다면, SW 교육 프로그램의 학습 효과를 높이며 SW 교육의 핵심 학습 요소인 컴퓨팅 사고력을 향상을 가져올 것으로 기대한다.

<차 례>

I. 서론	1
1. 연구 목적 및 필요성	1
2. 연구 내용 및 방법	2
II. 이론적 배경	3
1. 메타버스	3
1) 메타버스의 개념	3
2) 메타버스의 유형	4
3) 메타버스의 정의	6
2. SW 교육	7
1) SW 교육의 개념	7
2) SW 교육의 목적	7
3) SW 교수-학습 모델	8
3. 메타버스 기반 SW 교육	12
1) 메타버스 플랫폼	12
2) 교육적 활용 효과	13
3) 국내·외 선행 연구 사례	15
III. SW 교수-학습 모델 및 프로그램 개발	17
1. 연구 방향 및 과정	17
1) 목적 및 개발 방향	17
2) 연구 개발 과정	19

2. SW 교수-학습 모델 및 프로그램	21
1) 메타버스 기반 교수-학습 모델	21
2) 교수-학습 모델 개발	22
3) SW 교육 프로그램 개발	31
IV. 연구 결과	34
1. 교육 모델 검증	34
1) 검증 방법	34
2) 1차 델파이 결과	37
3) 2차 델파이 결과	44
2. 프로그램 적용 결과	46
1) 프로그램 적용 방법	46
2) 사전·사후 조사 결과	46
V. 결론	51
[참고 문헌]	53
[ABSTRACT]	57
[부록]	60
부록 1. 교육 모델의 적절성 - 소통 중심 모델(C-UMC)	60
부록 2. 교육 모델의 적절성 - 공유 중심 모델(S-DMM)	62
부록 3. 사전·사후 설문 조사	64

〈표 차례〉

〈표 II-1〉 메타버스 4가지 유형 구분	5
〈표 II-2〉 메타버스 4가지 유형의 대표 서비스	5
〈표 II-3〉 국내 정보 교육 성취 기준(2015 개정 교육과정)	8
〈표 II-4〉 SW 교육 교수-학습 모델 5가지(KERIS, 2015)	9
〈표 II-5〉 의사소통형 메타버스 플랫폼 특징 비교	13
〈표 III-1〉 재구성 중심 모델(UMC)과 시연 중심 모델(DMM)	23
〈표 III-2〉 UMC 모델의 단계별 세부 내용	24
〈표 III-3〉 DMM 모델의 단계별 세부 내용	25
〈표 III-4〉 본 연구에서 제시하는 교육 모델(C-UMC, S-DMM)	25
〈표 III-5〉 소통 중심 모델(C-UMC)	27
〈표 III-6〉 공유 중심 모델(S-DMM)	29
〈표 III-7〉 세부 프로그램 - 소통 중심 모델(C-UMC)	31
〈표 III-8〉 세부 프로그램 - 공유 중심 모델(S-DMM)	32
〈표 IV-1〉 델파이 조사 참여 전문가 집단	34
〈표 IV-2〉 응답자 수에 따른 내용 타당도 비율(CVR)의 최솟값(Lawshe, 1975) ·	36
〈표 IV-3〉 1차 델파이 조사 분석 결과	37
〈표 IV-4〉 소통 중심 모델(C-UMC)	40
〈표 IV-5〉 공유 중심 모델(S-DMM)	42
〈표 IV-6〉 1, 2차 델파이 조사 분석 결과	44
〈표 IV-7〉 2차 델파이 조사 분석 결과	45
〈표 IV-8〉 사전·사후 검사 기술 통계	47
〈표 IV-9〉 사전·사후 검사 대응표본 t-검정 결과	49

<그림 차례>

[그림 Ⅱ-1] ASF의 메타버스 4가지 유형과 분류 기준	4
[그림 Ⅱ-1] 학습의 원추 이론(Dale, 1946)	14
[그림 Ⅲ-1] 연구 개발 과정	19
[그림 Ⅲ-2] 메타버스 기반 SW 교수-학습 모델	20
[그림 Ⅲ-3] ZEP 공식 사이트에서 제공하는 캡처 화면	22
[그림 Ⅲ-4] ZEP 가상교실 설계	22
[그림 Ⅲ-5] 세부 프로그램 적용 화면	33
[그림 Ⅳ-1] 1, 2차 델파이 조사 분석 결과 그래프	44
[그림 Ⅳ-2] 사전·사후 검사 평균값 그래프	48

I. 서론

1. 연구 목적 및 필요성

COVID-19로 인하여 온라인 중심의 활동이 확산되며 디지털 세계로의 변환을 가속화시켰다. 오프라인에서만 이루어지던 많은 활동들이 제한되자 온라인 환경으로 점차 확장되며 다양한 변화가 이루어졌다. 이러한 디지털 세계의 전환으로 인하여 보다 나은 디지털 세계를 구축하기 위한 여러 기술이 활용되고 있다. 특히, 가상 세계에서 자신의 아바타를 활용하여 다양한 온라인 활동을 경험할 수 있는 ‘메타버스’에 관한 관심이 증대되고 있다.

‘메타버스’라는 용어는 1992년 처음 등장한 용어로 가상을 의미하는 ‘메타(meta)’와 우주를 뜻하는 ‘유니버스(universe)’의 합성한 신조어이다. 이 용어에 대한 정의는 아직 전문가들조차 일치되지 않은 상태로 정립되어 가는 과정이라고 볼 수 있다. 최근에 다양한 메타버스 플랫폼이 등장하며 생활, 교육 등의 여러 분야로 확장되고 있는 모습을 볼 수 있다. 특히 ‘새로운 사회적 소통의 공간’, ‘창작과 공유를 가능하게 하는 높은 자유도’, ‘가상 환경에서의 새로운 경험 제공 및 높은 몰입도’ 라는 세 가지 특징을 중심으로 교육에서 활용되고 있다.

현재 4차 산업혁명에서 요구되는 인재를 양성하기 위해 SW 교육의 중요성이 강조되고 있다. 2015 개정 교육과정부터 창의·융합형 인재를 양성하기 위하여 정보·컴퓨터 과목을 필수화하고 있다. 또한, 인공지능(AI) 국가전략(2019)에서 초·중·고 학생의 컴퓨팅 사고력 강화를 위하여 SW·AI 학습 기회를 대폭 확대한다고 밝히며 SW·AI 교육의 중요성을 말하고 있다. 이는 미래 사회가 추구하는 인재를 SW·AI 기술을 이해할 뿐만이 아니라 실생활을 컴퓨팅 사고의 관점에서 바라보고 이해할 수 있는 능력을 갖춘 사람을 뜻한다고 할 수 있다. 이에 따라, 앞으로의 교육에서는 미래 인재 양성을 위해 질 높은 교육을 위한 방안과 함께 컴퓨팅 사고력을 기를 수 있는 다양한 교육 방법 및 콘텐츠에 대한 모색이 필요하다.

그러나 실제 학교 현장에서는 SW 교육을 위하여 적절한 교수-학습 방법을 개발하고 적용하기에는 어려움이 따르며 이에 관한 교육 프로그램도 충분하지 않은

실정이다. 초·중등 SW 교육 실태조사에 따르면, 초등 교사 468명 중 401명(85.7%)과 중등 교사 275명 중 248명(90.2%)이 SW 교육을 위해 다양한 교수-학습 방법이 개발되어야 한다고 응답하였다(이환철 외, 2015). 또한, SW 교육은 단순한 지식을 전달하는 것에 그치지 않고 주어진 문제를 해결하며 컴퓨팅 사고력을 증진하는 것에 목적을 둔다. 이에 학습자가 적극적으로 참여할 수 있도록 하고, 학습자와 교수자, 학습자와 학습자 간 상호작용하며 협력하는 수업이 이루어질 필요가 있다.

이러한 상황에서 현재까지 이루어진 기존 연구의 한계점을 살펴보면 다음과 같다. 첫째, SW 교육을 위한 다양한 교수-학습 모델이 개발될 필요가 있다. 둘째, 메타버스 기반 교수-학습 모델에 관한 연구가 아직 부족한 실정이다. 셋째, 메타버스를 활용한 SW 교육 프로그램에 관한 연구가 미미하다.

이에 관하여 본 연구에서는 메타버스 기반 SW 교수-학습 모델을 개발하고 이에 관한 타당도를 입증하고자 하였으며 메타버스 기반 SW 교육 프로그램을 적용하고자 하였다. 메타버스 기반 SW 교수-학습 모델은 기존 온라인 환경의 장점을 유지하면서 메타버스 환경의 특징인 ‘공유’와 ‘소통’을 중심으로 학습자의 학습 효과를 높일 수 있도록 하였다. 또한, 교수자와 학습자, 학습자와 학습자 간의 사회적 연결을 통해 경험을 공유하며, 시공간을 초월한 가상공간이라는 경험 제공을 통하여 학습자의 흥미와 몰입도를 높여 능동적 참여를 이끌고자 하였다.

2. 연구 내용 및 방법

본 연구는 메타버스 기반 SW 교수-학습 모델 및 프로그램을 개발하여 학습자의 학습 효과를 높이고자 하였다. 이를 위해, 메타버스 기반 교수-학습 모델을 개발하였으며 전문가 델파이 조사를 통해 타당도를 검증하였다. 또한, SW 교육 프로그램을 현장에서 적용하여 효과성을 검증하였다. 이에 관한 내용은 다음과 같다.

첫째, 메타버스 기반 SW 교수-학습 모델을 개발한다.

둘째, 전문가 델파이 조사를 통해 SW 교수-학습 모델의 타당도를 검증한다.

셋째, SW 교수-학습 모델을 적용한 SW 교육 프로그램을 개발한다.

넷째, SW 교육 프로그램을 적용하여 효과를 분석한다.

II. 이론적 배경

1. 메타버스

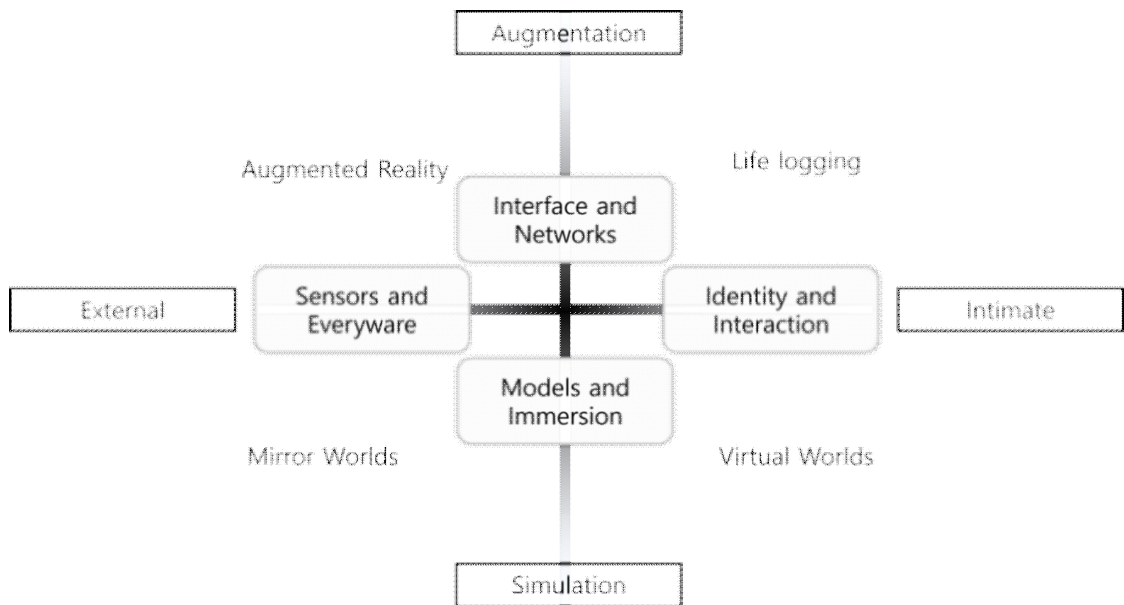
1) 메타버스의 개념

메타버스(Metaverse)는 1992년 미국 소설가 닐 스티븐슨의 ‘스노우 크래쉬(Snow Crash)’라는 SF 소설에서 처음 사용된 용어이다. 초월, 가상을 의미하는 메타(Meta)와 세계, 우주를 뜻하는 유니버스(Universe)의 합성어로 소설 속 등장인물들이 3차원 가상 세계에서 아바타로 활동을 하는데 이 가상 세계의 이름을 ‘메타버스’라 부른다. 여기서 ‘아바타’ 또한 ‘스노우 크래쉬’에서 처음 사용된 용어로 가상 세계에서 자신을 대변할 수 있는 캐릭터를 뜻한다. 본래 힌두교에서 사용하는 개념으로 ‘인간과 소통하기 위하여 지상으로 하강한 신’이라는 의미를 뜻한다. 이처럼 메타버스란 가상 세계 속에서 나만의 또 다른 캐릭터를 갖고 다른 사람과 소통을 하며 활동을 하는 것이라 해석할 수 있다.

메타버스는 SF 영화를 시작으로 IT 기업까지 지속적인 관심을 받고 있다. 2009년 제임스 카메론 감독의 ‘아바타’는 가상 세계는 아니지만 현실 세계 속 자신의 ‘아바타’를 움직인다는 설정으로 아바타의 의미를 나타냈으며, 2018년 스티븐 스틸버그 감독의 ‘레디 플레이어 원’은 현실과 가상의 경계가 연결되는 실현가능한 미래를 보여주며 ‘오아시스’라는 가상 세계를 보여주었다. IT 기업과 관련해서는 2020년 10월에 열린 GTC (GPU Technology Conference)에서 엔비디아의 CEO 젠슨 황은 “메타버스의 시대가 오고 있다.(The Metaverse is coming.)”라고 말하며 메타버스의 시대를 선언하였다. 특히 “메타버스는 인간 아바타와 소프트웨어 에이전트가 상호작용하는 3차원 공간이며, 인터넷의 뒤를 잇는 가상현실 공간이다.”라고 얘기하며 메타버스를 인터넷 이후의 새로운 발전 기술로 얘기하였다. 또한, 메타버스를 이야기할 때 가장 많이 사용되는 게임과 관련하여 “메타버스는 게임 속 세상에 그치지 않는다.”라고 얘기를 하며 가상의 공간에서 게임만이 아닌 생활을 즐길 수 있고 현실 세계와도 연결된다는 점에 주목하는 것을 얘기하였다.

2) 메타버스의 유형

미국의 미래 가속화 연구재단(ASF : Acceleration Studies Foundation)에서는 2006년 메타버스 로드맵을 발표하며 메타버스는 복잡한 개념이라는 설명과 함께 4가지 유형을 제시하였다. 아래의 [그림 1]에서는 두 개의 축을 기준으로 하여 4가지 유형을 구분하였는데 하나는 증강(Augmentation)과 시뮬레이션(Simulation)이고, 다른 하나는 내부(Intimate)와 외부(External)이다. 여기서 증강(Augmentation)은 사용자가 인식하는 현실 세계에서 새로운 기능을 추가하는 기술을 말하며, 시뮬레이션(Simulation)은 사용자 또는 객체 간 상호작용을 위하여 현실을 모방한 가상의 새로운 환경을 제공하는 기술을 말한다. 내부(Intimate)란 아바타와 온라인 프로필 등의 방법으로 메타버스에서 사용자의 정체성과 행동에 초점을 맞춘 기술을 말하며 외부(External)란 사용자를 중심으로 외부 세계에 대한 정보와 제어 방법과 관련된 기술을 말한다.



[그림 II-1] ASF의 메타버스 4가지 유형과 분류 기준

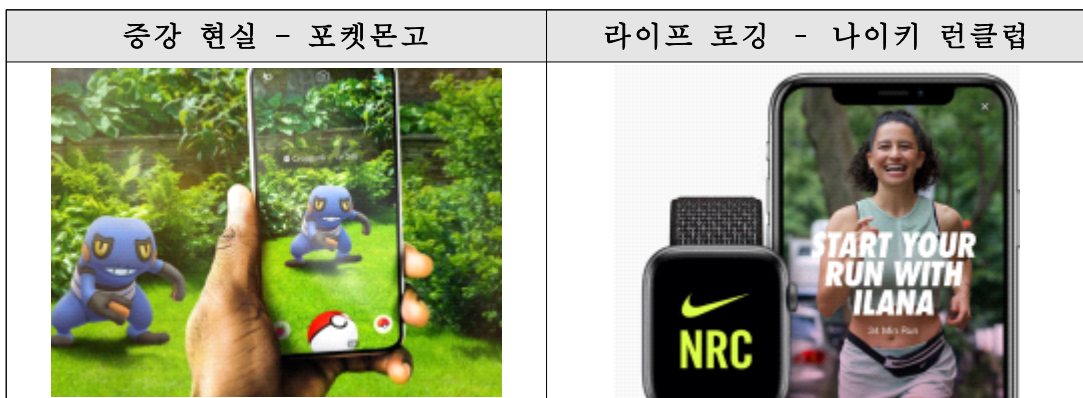
4가지 유형은 증강 현실(Augmented Reality)과 라이프 로깅(Life Logging), 거울 세계(Mirror Worlds), 가상 세계(Virtual Worlds)로 구분한다. 이에 대한 정의와 특징, 대표 서비스를 정리하면 아래의 <표 II-1>과 같다.



<표 11-1> 메타버스 4가지 유형 구분

구분	정의	대표 서비스
증강 현실	사용자가 일상에서 인식하는 현실 공간에 가상의 사물 또는 인터페이스 등을 겹쳐 보이게 하여 상호 작용하는 환경	포켓몬고, 스노우 등
라이프 로깅	사용자에 대한 신체, 감정, 경험, 움직임과 같은 일상적인 경험과 정보를 기록하고 재현 또는 공유하는 기술	나이키 런 클럽, 삼성헬스, 인스타그램 등
거울 세계	현실 세계를 가능한 사실적으로 구현하며 외부 환경 정보 등을 추가하여 확장·통합된 환경	구글어스, 업랜드 등
가상 세계	디지털 기술과 데이터를 활용하여 현실 세계를 일부 반영하여 구축한 가상 세계	마인크래프트, 로블록스, 제페토 등

증강 현실은 현실 세계에서 가상의 사물이나 인터페이스 등을 보이게 하는 기술로 대표적으로 ‘포켓몬고’가 있다. 라이프 로깅은 사용자의 경험과 정보 등을 기록하고 보여주는 것으로 대표적인 서비스로 웨어러블 기기와 페이스북 360 등이 있다. 거울 세계는 현실 세계를 디지털 세계로 구현하여 통합하는 환경을 얘기하며 대표적으로 ‘업랜드’가 있다. 가상 세계는 가상의 디지털 공간을 얘기하며 대표 서비스로는 마인크래프트, 로블록스 등이 있으며 온라인 RPG 게임도 가상 세계로 해석할 수 있다.

<표 11-2> 메타버스 4가지 유형의 대표 서비스



거울 세계	가상 세계
	

3) 메타버스의 정의

ASF는 메타버스의 4가지 유형과 분류 기준을 제시하여 메타버스의 개념에 대하여 정의하였지만 여러 유형이 명확히 구분되어 사용되기보다는 점차 통합적으로 사용이 되는 모습을 보이며 경계가 허물어지는 모습을 볼 수 있다. 일부 메타버스를 소개한 내용에서 가상 세계를 메타버스와 동일한 개념으로 간주하는 사례도 있으며, VR이나 AR 기술이 사용되는 것만을 메타버스로 구분하는 사례도 있다.

본 연구에서는 메타버스를 ‘아바타가 소통하는 가상 세계’로 정의하였다. 여기서 아바타는 ‘자신을 나타낼 수 있는 프로필 또는 캐릭터’를 얘기하며 메타버스 환경에서 자신을 나타낼 수 있는 정보 등을 보여주거나 직접 활동할 수 있는 것을 얘기한다. 소통의 경우 ‘타인과의 소통’, ‘아바타와의 소통’, ‘메타버스와의 소통’으로 3가지 관점에서 살펴보았다. 우선 ‘타인과의 소통’은 메타버스 환경에서 직접 또는 간접적으로 타인에게 영향을 주고받으며 상호작용하는 것을 얘기한다. ‘아바타와의 소통’은 현실 세계의 자신이 아바타를 제어·관리 한다는 관점에서 프로필 또는 캐릭터를 변경한다거나 내가 원하는 특정 행동을 수행할 수 있도록 소통하는 것을 말한다. 마지막으로 ‘메타버스와의 소통’은 주어진 메타버스 환경에서 나의 데이터를 기록·공유·전달하거나 메타버스 내의 데이터를 조작·변경하거나 제공된 데이터를 통해 메타버스 환경과 내가 서로 어떠한 일을 수행하였을 때 서로 영향을 주는 것을 말한다. 이러한 정의는 다양하게 해석될 수 있는 메타버스를 보다 통합적으로 바라보았다는 점과 사용자를 주체로 하여 타인, 아바타, 메타버스 환경과 소통하는 것으로 바라보았다는 특징을 갖고 있다.

2. SW 교육

1) SW 교육의 개념

SW 교육은 컴퓨터가 이해하는 방식으로 표현하여 컴퓨터를 문제 해결을 위한 도구로 사용할 수 있도록 하는 것을 의미한다. 기존에는 정보통신기술 교육에서의 컴퓨터의 이론과 워드프로세서와 같은 응용 프로그램을 단순히 활용하였던 교육이었다. 그러나 단순 활용 교육에서 점차 확장되어 컴퓨팅 사고력(CT, Computational Thinking)을 바탕으로 문제를 해결하는 역량을 키우기 위한 것으로 변화하였다.(교육인적자원부, 2015).

SW 교육은 1971년 2차 교육과정에 컴퓨터 관련 내용 및 과목이 최초로 도입이 된 이후 2007년 ‘정보’로 명칭을 통일하였다. 이후, 2015 개정 교육과정까지 정보기술의 발전으로 인해 핵심기술들의 발전이 가속화되면서 교육과정 및 내용이 개편되고 있다. 이에 따라, 2015 개정 교육과정에서 ‘정보’ 교과가 필수로 지정되며 기존 ICT 소양 및 활용 교육의 관점에서 컴퓨팅의 기본적인 개념과 원리를 기반으로 일상생활 속에서의 문제를 해결하기 위한 문제 해결력을 기르고 지식 위주보다는 수행 위주의 SW 교육을 통해 학습자가 스스로 컴퓨팅 사고력의 중요성을 인식할 수 있도록 교육 관점을 확장하였다(성정숙, 김현철, 2015). 이에 허희옥 외 3인(2021)은 미래 정보과 교육과정을 위한 빅 아이디어를 제안하며 이해 중심 교육과정을 고려한 정보과의 빅 아이디어를 도출하고 지식, 기능, 태도와 가치를 제시하였다.

2) SW 교육의 목적

SW 교육은 컴퓨팅 사고력 증진과 일상생활 속의 문제를 해결하기 위한 문제해결력 증진을 교육 목적으로 하고 있다. 특히, 단순히 프로그래밍 기술을 습득하는 것이 아니라 SW의 기본 원리를 통해 컴퓨팅 사고력과 논리력을 배우고, 이를 바탕으로 창의적 문제해결력 능력을 증진하는 데 목적이 있다(2015 개정교육과정).

국내에서의 SW 교육 관련 성취 기준을 살펴보자면 다음의 <표 II-3>과 같다. 초등학교 5~6학년에서 이수하는 실과 과목에서는 주로 기본 개념과 프로그래밍 과정의 체험, 피지컬 컴퓨팅의 이해를 다루고 있다. 중학교 정보 교과에서는 컴퓨터 과학의 기본 개념과 원리에 따라 문제를 추상화하고 해결 방법을 설계하며, 프로그

래밍을 통해 소프트웨어로 구현하는 능력을 기를 수 있도록 하고 있다. 고등학교에서는 더욱 확장하여 복잡한 문제 해결을 위한 정보기술활용능력과 컴퓨팅 사고력, 협력적 문제해결력을 강조하고 있다.

<표 II-3> 국내 정보 교육 성취 기준(2015 개정 교육과정)

영역	중학교	고등학교
정보 문화	정보 사회의 특성과 직업, 소프트웨어의 가치, 개인 정보 보호, 저작권 보호, 디지털 저작물, 소프트웨어 사용권, 사이버 윤리	정보 과학, 정보 과학 직업군, 정보보호 제도 및 방법, 정보 공유, 정보보안, 소프트웨어 저작권, 사이버 윤리
자료와 정보	아날로그, 디지털, 자료 수집·분류·관리·공유, 정보의 구조화	부호화, 빅 데이터, 자료 수집, 자료 분석, 정보의 시각화, 데이터베이스
추상화와 알고리즘	문제 분석, 핵심요소 추출, 알고리즘의 개념, 알고리즘의 중요성, 알고리즘 표현 방법	문제 분석, 현재 상태, 목표 상태, 핵심요소 추출, 문제 분해, 모델링, 순차/선택/반복 구조, 알고리즘의 효율성
프로그래밍	프로그래밍 환경, 프로그래밍 과정, 입력, 처리, 출력, 변수, 연산, 순차/선택/반복 구조, 소프트웨어 개발	텍스트 기반 프로그래밍, 변수, 자료형, 연산, 파일 입출력, 중첩 제어 구조, 배열, 함수, 소프트웨어 개발
컴퓨팅 시스템	하드웨어, 소프트웨어, 컴퓨팅 시스템의 동작 원리, 피지컬 컴퓨팅, 센서 입력, 동작/제어 프로그램, 결과 출력	운영체제 역할, 자원 관리, 네트워크, IP, 피지컬 컴퓨팅 시스템 설계 및 구현

3) SW 교수-학습 모델

교수-학습 모델이란 수업의 실재를 기술하기 위하여 수업의 주요 특징을 요약해 놓은 설계도 또는 계획으로 수업 현상을 기술하고 설명할 수 있으며, 수업의 주요 특징을 간추려 체계화시켜 놓은 형태를 뜻한다. 복잡한 수업 현상이나 수업 사태를

특징을 중심으로 단순화시킨 형태이며 수업 현상을 구성하는 변인 간의 관계를 단순화시킨 형태를 의미한다(KEIRS, 2015). 효과적인 수업을 전개하기 위해 어떠한 교수 방법과 전략을 적용할 것인가를 계획하고, 구상하는 과정을 교수 설계라고 한다. 이를 위하여 수업 목표를 달성하는 것에 있어 필요한 수업체제의 제반 구성요소들이 상호 유기적으로 작용할 수 있도록 설계가 필요하다.

SW 교육의 성공적인 현장 적용을 위해서는 SW 교육에 맞는 교수-학습 모델이 필요하다. SW 교육 교수-학습 모델은 행동주의, 인지주의, 구성주의적 관점을 고려하여 학습 목표 영역인 지식, 기능, 태도 중 기능 영역을 중심으로 수업 모델을 개발하되, 기능 이외에 지식 및 태도 영역이 포함될 필요가 있다. 이에 김진숙 외 10인(2015)은 SW 교육 교수-학습 모델 개발 연구에서 SW 교육의 목표로서 컴퓨팅 사고력과 구성요소, 교육과정 및 교재의 내용 분석에 근거하여 총 5가지의 교수-학습 모델을 개발하였다.

<표 II-4> SW 교육 교수-학습 모델 5가지(KERIS, 2015)

구분	절차	설명
시연 중심 모델 (DMM 모델)	시연 (Demonstration)	교사의 설명과 시범, 표준 모델 제시
	모방 (Modeling)	학생 모방하기, 질문과 대답
	제작 (Making)	단계적, 독립적 연습, 반복활동을 통한 기능 습득
재구성 중심 모델 (UMC 모델)	놀이 (Use)	학습자 체험 활동, 관찰과 탐색
	수정 (Modify)	교사가 의도적으로 모듈 및 알고리즘을 변형하여 제시
	재구성 (reCreate)	놀이와 수정 활동을 확장하여 자신만의 프로그램 설계/제작

구분	절차	설명
개발 중심 모델 (DDD 모델)	탐구(Discovery)	탐색과 발견을 통한 지식 구성
	설계(Design)	알고리즘의 계획 및 설계
	개발(Development)	프로그래밍 언어로 구현 및 피드백
디자인 중심 모델 (NDIS 모델)	요구분석 (Needs)	주어진 문제에 대한 고찰과 사용자 중심의 요구분석
	디자인 (Design)	분해와 패턴 찾기, 알고리즘의 설계
	구현 (Implementation)	프로그래밍과 피지컬 컴퓨팅으로 산출물 구현
	공유 (Share)	산출물 공유와 피드백을 통한 자기성찰
CT 요소 중심 모델 (DPAA(P) 모델)	분해 (Decomposition)	컴퓨터가 해결 가능한 단위로 문제 분해
	패턴인식 (Pattern Recognition)	반복되는 일정한 경향 및 규칙의 탐색
	추상화 (Abstraction)	문제 단순화, 패턴인식으로 발견한 원리 공식화
	알고리즘 (Algorithm)	추상화된 핵심원리를 절차적으로 구성
	프로그래밍 (Programming)	컴퓨터가 이해할 수 있는 언어로 구현 /실행

시연 중심 모델(DMM)은 직접 교수 방법과 관련된 교수-학습 모델로 교수자가 학생들에게 새로운 개념이나 기술을 설명 또는 시범을 보이면 교수자의 지시에 따라 학생들이 연습하여 이해 정도를 조사하고, 교수자의 지도로 계속 연습하도록 하

는 교수 형태이다. 이는 프로그래밍 언어의 문법, 실습 중심의 명령어 등을 지도할 때 유용한 모델로, 시연-모방-제작의 단계를 거치며 교수자가 모델이 되는 학습활동의 시연을 거쳐 학습자들이 질문과 대답을 통한 모방 그리고 반복적으로 단계적, 독립적 연습을 통하여 제작하는 활동 중심 모델이다.

재구성 중심 모델(UMC)은 발견학습법과 관련된 교수-학습 모델로 교수자의 역할은 학생들이 스스로 학습할 수 있도록 여건을 형성해주어 학생들이 기존의 원리나 법칙을 발견할 수 있도록 하는 방법이다. 다양한 사례를 중심으로 핵심 개념과 원리를 발견하고 제시된 사례의 수정과 재구성을 통하여 컴퓨팅 사고를 이끄는 모델로, 동기유발로 놀이를 통해 배우고자 하는 학습 모듈을 학생들이 탐색하고 사전에 준비된 모듈의 수정 과정을 통하여 기능과 개념을 이해한다. 놀이 활동 및 수정 활동과 연계된 일련의 재구성 활동을 통해 학생들이 컴퓨팅 사고의 전반적인 능력을 이해하게 된다.

개발 중심 모델(DDD)은 탐구 학습 방법과 관련된 교수-학습 모델로 지식의 개념이나 원리를 얻거나 확인하는 관찰이나 실험 활동을 포함하는 실제적인 활동, 지식을 응용하여 문제를 해결하는 활동을 주요 방법으로 사용한다. 개발 중심 모델은 소프트웨어 공학적인 측면에서 SW 개발의 전 과정을 이해하는 모델로, 개발하고자 하는 소프트웨어에 대한 기본적인 탐구과정과 함께 개발을 위한 기초 설계의 과정을 거쳐 자신만의 소프트웨어를 개발하게 지도하는 방법이다. 특히, 학습자가 개발의 과정을 주도한다는 점에서 재구성 중심 모델과 차이를 보인다.

디자인 중심 모델(NDIS)은 프로젝트 학습법과 관련된 교수-학습 모델로 학생들이 스스로가 문제의식을 느끼고 주제를 선정하는 단계에서부터 조사나 연구, 발표 및 평가에 이르기까지 학습의 전 과정에 걸쳐 참여하는 수업 모델이다. 교수자는 조력자의 임무를 수행하며 학생들과 활발한 피드백을 진행하고 의미 있는 학습 결과를 얻을 수 있도록 한다.

CT 요소 중심 모델(DPAA(P))은 문제해결학습법과 관련된 교수-학습 모델로 학습자 스스로 문제를 파악하고 분석하여 실행하는 모델이다. 이는 교수자가 의도적으로 CT 요소를 파악하거나 제시하는 것에 어려움이 따르고 학습자 또한 이러한 컴퓨팅 사고의 핵심적인 내용과 절차, 요소를 이해하는 데 어려움이 있어 이해를 돕고자 개별적으로 분리한 모델이다. CT 요소 중심 모델은 KS3와 구글에서 제

시한 4단계 모듈 전략(분해-패턴인식-추상화-알고리즘(프로그래밍))을 전제로 하여 현실에서 주어진 문제를 해결한다는 관점을 갖고 있다.

3. 메타버스 기반 SW 교육

1) 메타버스 플랫폼

기존 메타버스 플랫폼을 활용한 교육은 가상 현실(VR)과 증강 현실(AR)을 바탕으로 만들어진 콘텐츠가 주로 사용되었다. 하지만 COVID-19로 인한 비대면 방식의 원격 수업이 필요해짐에 따라 의사소통형 메타버스 플랫폼이 교육 현장에서 널리 활용되면서 메타버스 플랫폼을 활용한 교육의 의미가 과거와는 다르게 확장되었다. 의사소통형 메타버스 플랫폼은 화상회의 플랫폼에 메타버스 요소가 결합된 플랫폼으로 대표적으로 ZEP, 게더타운(Gather Town) 등이 있다. 이는 기본적인 화상회의 기능이 담겨 있어 음성과 화상, 채팅 등을 통해 서로 소통할 수 있으며 자신의 화면 또는 온라인 환경을 이용한 자료 등을 공유할 수 있는 특징이 있다.

의사소통형 메타버스 플랫폼은 마치 게임을 하듯이 메타버스 공간에서 자신이 나타내는 아바타를 사용하여 활동할 수 있다. 주요 특징으로는 유연한 화상 대화를 위한 기능과 다양한 콘텐츠 활용이 가능하다는 점이다. 기존 줌(Zoom), Webex 등의 화상 회의 플랫폼과 다르게 가상 세계에서 사용자가 움직이며 상호작용할 수 있는 특징이 있다. 타 사용자와 대화하기 위해서는 같은 구역으로 설정된 공간으로 가거나 가까운 위치로 이동하여 소통 활성화가 되어있어야 한다. 만약, 원하지 않으면 멀리 떨어지거나 다른 공간에서 머무를 수도 있다. 이러한 특징으로 강의식 수업이 아닌 토론식 수업 등에서도 다양하게 활용되는 모습을 볼 수 있다. 또한, 맵을 자유롭게 제작하여 여러 오브젝트를 배치할 수 있다. 실제 환경과 비슷한 모습으로 맵을 꾸며 보다 학습자의 높은 몰입을 이끌어낼 수 있으며, 실제 환경에서 받는 공간적 제약을 벗어나 자유로운 환경을 구성할 수 있다. 이를 활용하여 다양한 콘텐츠를 배치할 수 있다. 교수자는 학습자에게 학습 자료를 제공하거나 미션이나 퀴즈를 제공하기 위하여 NPC를 배치할 수 있다. 이때, 이미지, 영상 등의 다양한 멀티미디어를 활용할 수 있으며 구글 클라우드, Colab 등과 같은 공유 환경 등을 배치할 수 있다. 이를 통해, 학습자는 보다 다양한 학습 자료를 경험할 수 있으며,

메타버스 내에 제공된 콘텐츠를 시·공간적 제약에서 벗어나 자유롭게 활용할 수 있다는 특징이 있다. 이러한 의사소통형 메타버스 플랫폼의 특징을 요약하자면 다음과 같다.

<표 II-5> 의사소통형 메타버스 플랫폼 특징 비교

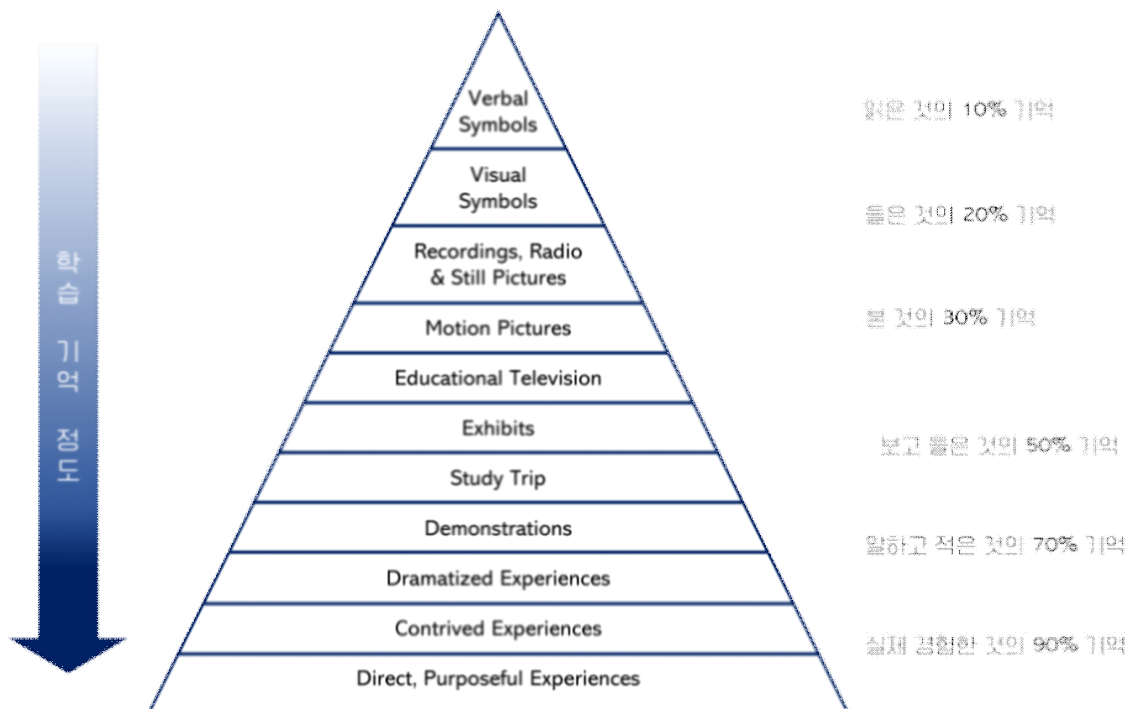
구분	ZEP	게더타운	코스페이스스
유연한 화상 대화	O	O	△
멀티미디어 활용 가능 여부	O	O	O
맵 커스터마이징	O	O	O
자체 스크립트 사용 가능 여부	O	X	X
환경	2D	2D	3D
요금	무료	부분 무료	부분 무료

메타버스 플랫폼은 실제 환경에서 경험할 수 없는 학습 내용을 제공하거나 게이미피케이션을 적용하여 학습자의 흥미와 몰입도를 높이려는 방법으로 사용된다. 교육 현장에서 활용되는 메타버스 플랫폼의 경우 대부분이 메타버스 유형 중 가상 세계에 속하고 있다. 이는 실제 환경에서 경험할 수 없는 학습 내용을 제공하거나 게이미피케이션을 적용하여 학습자의 흥미와 몰입도를 높이려는 방법으로 볼 수 있다. 대표적으로는 로블록스와 마인크래프트를 볼 수 있다.

2) 교육적 활용 효과

본 연구에서는 메타버스 플랫폼을 활용하여 교육 효과를 높이고자 하였다. 메타버스 플랫폼은 공감과 모방을 통하여 자신의 아바타에게 몰입할 수 있다는 효과가 있다. 이탈리아의 신경 심리학자 리졸라티(Giacomo Rizzolatti)는 원숭이가 다른 사

람의 행동을 보기만 해도, 자신이 움직일 때와 흡사하게 반응하는 ‘거울 뉴런’이 있다는 것을 발견하였다. 이후 인간에게도 원숭이와 비슷한 매커니즘이 있다는 것이 뇌파 연구를 통해 확인되었다(Buccino et al., 2001; Fediga et al., 1995). 이러한 거울 뉴런의 존재는 심리학에서 타인에 대한 공감과 모방을 통한 교육이 사람에게 가능한 이유로 꼽는다. 또한, 학습의 원추(Cone of Learning)이론에 따르면 학습 방법에 따라 기억하는 정도가 다른데 단순히 읽을 때에는 배운 내용의 10%만을 기억하지만 실제로 행동하는 경우에는 90%를 기억한다고 하였다(Dale, 1946). 이러한 관점에서 메타버스를 활용한 교육은 몰입형 상호작용이 촉진되는 학습 환경을 제공하기 때문에 높은 교육 효과를 기대할 수 있다.



[그림 II-1] 학습의 원추 이론(Dale, 1946)

메타버스 기반 교육은 기존 교육 방법에서 확장하여 메타버스 환경 내에서 게이미피케이션을 보다 원활하게 적용할 수 있다는 장점이 있다. 게이미피케이션은 비게임적 상황에 게임 메커닉스와 게임적 사고를 적용함으로써 참여자들을 몰입시키고 문제를 해결하도록 하는 것을 말한다(Deterding, Dixon, Khaled, & Nacke, 2011). 이는 게임이 아닌 맥락에 게임 디자인 요소를 이용하는 것을 특징으로 한다.

메타버스 내에서 리더보드, 보상, 규칙, 퀘스트 등을 통해 규칙과 학습자의 데이터를 표현할 수 있으며, 학습자가 플레이하는 과정에서 나타나는 일련의 행동과 그에 대한 기록, 소통, 공유를 할 수 있다. 또한, 교수자는 직접 학습 환경을 설정하고 제시하며 학습자에게 재미와 학습 요소를 느낄 수 있게 환경을 조성할 수 있다. 이러한 게이미피케이션 프레임워크의 적용을 통해 게이미피케이션이 흥미 위주의 학습 과정에서 그치는 것이 아니라 양방향 소통, 공유의 전략으로서 사용되는 것을 뜻한다. 특히, 메타버스 환경을 이용한 지속적인 상호작용과 소통을 통해 교육적 활용 방안을 제시하였다. 이러한 교육적 활용은 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다. 첫째, 목표를 향한 도전, 경쟁과 협동이라는 흥미 요소를 통해 학습 동기 유발과 학습 유지 전략에 효과적이다. 둘째, 온라인 환경 내에서 학습자간의 상호작용을 극대화시킬 수 있어 협동 학습의 적용이 쉽다. 셋째, 학습자가 가진 인지적, 초인지적 능력을 극대화시킬 수 있으며, 자기조절학습전략을 활용하는 효과적인 수업 환경이 된다. 넷째, 반복과 순환의 비선형적 관계 내에서 선택을 반복하며 사고의 확장을 경험하게 되고, 이는 창의적 사고의 바탕으로 작용한다. 다섯째, 기존의 학습을 보조하는 수단이 아닌 교과별 내용 학습을 위해서도 사용이 가능하다(구덕희, 2000).

3) 국내·외 선행 연구 사례

메타버스 플랫폼의 교육적 활용은 교육의 효과를 높이려는 방법으로 다양한 국내·외 연구 사례가 증가하고 있다. 본 연구에서는 메타버스의 교육적 활용과 함께 가상 세계에서의 게이미피케이션을 적용한 연구 사례를 살펴보았다.

먼저, 국외 사례에서는 Nowlan, Hartwick, & Aray (2018)에 따르면 가상 세계에서 아바타를 통한 협업적 학습 환경은 다른 학습자와의 상호작용을 통해 학습 참여를 높이고, 실수를 통한 학습이 가능한 환경으로 고차원적인 기술을 익히는 데 효과적이라고 하였다. 또한, 메타버스를 활용한 가상 학습 환경이 e-learning에 많이 활용되고 있으며 실제 세계 학습 작업을 가상 세계로 확장하는 Virtual learning model을 제시하며 교육의 효과를 높이고자 하였다. Kuznetcova & Glassman (2020)은 가상 세계에서의 학습은 학습자가 수동적으로 지식을 전달받는 방식에서 벗어나 자유로운 환경에서 타 학습자와 자유롭게 생각을 공유할 수 있어 학습자의 비판적 성찰 능력이 향상됨을 확인하였다. Tamaim et al.(2011)은 학습자가 자신의

아바타로 가상공간에서 다양한 탐험을 할 수 있으며 학습자 간 및 가상공간의 객체와의 상호작용을 하는 모습을 확인하였다. Schlemmer & Marson (2013)의 연구에서는 메타버스와 디지털 게임의 교육에 대한 사용을 제시하며 새로운 학습자에게 제공할 수 있는 교육으로 메타버스를 활용한 몰입형 학습 I-learning을 제안하였다. Melendez Araya & Hidalgo Avila (2018)은 학습자가 메타버스 환경에서 상호 작용하며 대인관계 기술과 의사소통 전략을 개발하는 모습을 볼 수 있었다. 이러한 상호작용으로 학생들로 구성된 커뮤니티가 만들어지며 협업할 수 있는 환경을 조성하였다는 점에 의의가 있다.

메타버스 플랫폼을 활용한 국내 연구 사례에서는 이명숙(2021)은 메타버스 플랫폼을 기반으로 해커톤 수업에 적용한 사례를 제시하며 학습자의 참여도나 몰입도, 상호작용, 학습 동기를 높이고 학습에 대한 흥미를 끌어올렸다. 임태형 외 3인(2021)은 메타버스 플랫폼을 활용하여 고등학생 진로교육 프로그램을 운영하여 학생들의 만족도와 수요도가 높은 것을 확인하였으며 추가로 메타버스 환경에서 학습자의 활동을 촉진하기 위한 전략과 활용 방법에 대한 추가 연구가 필요하다고 제시하였다. KERIS(2021)에서 발표한 ‘메타버스(Metaverse)의 교육적 활용:가능성’과 한계 에서는 메타버스가 새로운 사회적 소통의 공간이며 창작과 공유를 가능하게 하는 공간으로 학생들의 사회적 연결이 가능하고 학습 과정에서 학생의 자율성을 확대할 수 있다고 제시하였다. 고현주(2022)는 메타버스 플랫폼을 활용하여 학습 몰입도를 높이기 위한 교육적 방안으로 플립러닝을 활용하였다. 이때 교사 중심의 수업에서 학생 중심의 수업으로 방향을 변화시키고, 메타버스 플랫폼 내에서의 의사소통 기능을 활용하여 학생들 간의 상호작용을 극대화 시켰다. 손정명 외 2인(2022)은 메타버스 기반 협동 SW 교육 프로그램을 적용하여 협력적 의사소통 능력 향상에 효과적임을 확인하며 블렌디드 러닝을 통한 SW 교육의 가능성을 확인하였다. 문준성(2021)은 학습 환경을 메타버스로 구성하여 게이미피케이션을 적용하여 컴퓨팅 관점의 추상화를 학습할 수 있도록 교육 프로그램을 개발하여 아바타와의 소통, 타인과의 소통, 학습 환경과의 소통을 통하여 학습 경험을 이끌 수 있도록 제시하였다.

Ⅲ. SW 교수-학습 모델 및 프로그램 개발

1. 연구 방향 및 과정

1) 목적 및 개발 방향

본 연구는 메타버스 기반 SW 교수-학습 모델 및 프로그램을 개발하고 이를 실제 현장에서 적용하는 것을 목적으로 한다. 이에 따른 세부 목적은 다음과 같다.

- (1) 메타버스 기반 교수-학습 모델을 개발한다.
- (2) 메타버스 기반 SW 교육 프로그램을 개발한다.
- (3) 실제 학교 현장에서 개발한 프로그램을 적용하고 효과를 분석한다.

SW 교육의 효과를 높이기 위해서는 학습 주제에 맞는 적절한 교수-학습 모델이 필요하다. 이환철 외 8인(2015)이 조사한 초·중등 SW 교육 실태조사에 따르면, 초등 교사 468명 중 401명(85.7%)과 중등 교사 275명 중 248명(90.2%)이 SW 교육을 위해 다양한 교수-학습 방법이 개발되어야 한다고 응답하였다. 이는 학교 현장에서도 SW 교육과 관련한 교수-학습 방법의 필요성을 보인다. 또한, 정인기(2015)는 학습자들에게 컴퓨팅 사고를 증진하는 방법으로 이전의 SW 교육과는 다른 다양한 학습 방법이 필요하다고 말하며 교수-학습 방법 및 평가 방법을 제안하였다.

이에 따라 국내에서는 SW 교육을 위한 다양한 교수-학습 방법 및 모형을 적용한 선행 연구가 있다. 한선관(2017)은 컴퓨팅 사고 신장을 위한 놀이 중심 SW 교육 교수-학습전략을 사용하여 직접교수법보다 효과적이며 컴퓨팅 사고에 긍정적인 결과를 가져온 것을 확인하였다. 전수진(2017)은 컴퓨팅 사고력을 신장시키기 위하여 개발 중심 모형(DDD)을 적용하여 학습자의 자신감을 향상시키고 학습 동기를 유지시켰다. 김영직(2019)는 애자일(Agile) 개발 방식인 TDD(테스트 주도 개발)를 적용한 학습 모형을 제안하고 모형의 적절성을 검증하였다. 이학경 외 2인(2020)은 공동체 역량의 신장을 고려하여 팀 공유정신모형 개념을 활용한 SW 교육 방법을 적용하여 효과성을 검증하였다. 박소라(2021)는 SW 교육 학습에 대한 동기 부여

및 흥미도 향상을 위하여 게이미피케이션과 함께 켈러의 ARCS 모형을 수업 설계 모형으로 선정하여 교육적 활용 효과에 대한 긍정적인 평가를 받았다. 이러한 연구는 SW 교육을 위한 교수-학습 방법을 설계하고 적용하여 교육 효과를 이끌어냈음을 확인할 수 있다.

SW 교육은 학습자들에게 단순한 지식을 전달하는 것에 그치지 않고 서로 협업하여 주어진 문제를 해결할 수 있도록 하는 과정을 통해 컴퓨팅 사고를 함양하는 교육이다(이철현, 2017). 이를 위해 SW 교육은 학습자가 적극적으로 참여할 수 있도록 하고, 학습자와 교수자, 학습자와 학습자 간 상호 작용하며 협력하는 수업이 이루어질 필요가 있다.

이러한 관점에서 온라인 환경을 활용하여 SW 교육에 적용한 연구 사례가 있다. 양병석 외 2인(2016)은 초·중·고 온라인 SW 교육의 레파지토리와 평가모형을 살펴보고 소통이 가능한 시스템과 즉각적인 피드백을 주는 미션을 통해 학습자의 흥미를 이끄는 시스템이 필요하며 이를 통해 온라인 SW 교육이 SW 교육을 위한 효과적인 학습도로 정착될 수 있다고 제시하였다. 김상홍(2019)은 플립러닝 기반의 SW 교육을 적용하여 학습자에게 의사소통의 기회를 제공하여 자기 주도적 학습능력을 향상하게 시켰으며, 학습자가 자료를 만들어 공유하는 활동을 통해 몰입과 흥미를 이끌었다. 윤승배(2022)는 학습자의 학습 동기 부여 및 참여 유도의 어려움, 교수-학습 방법의 한계 등으로 인하여 실질적인 교육이 이루어지지 못하는 사례가 있으며 이를 위해 적절한 교수-학습 모델이 적용되어야 한다고 밝혔다.

본 연구에서는 메타버스 기반 SW 교육 프로그램을 개발하고자 한다. 온라인 환경을 활용한 SW 교육에서 더욱 확장된 메타버스 플랫폼을 활용한 SW 교육 관련 연구가 증가하고 있다. 이는 메타버스 플랫폼을 활용한 교육이 기존 온라인 환경의 장점을 유지하면서 메타버스 환경의 특징인 ‘공유’와 ‘소통’을 중심으로 학습자의 학습 효과를 높일 수 있기 때문이다. 교육부는 전국 4년제 대학 교원(2,881명) 및 학생(28,418명) 총 31,299명을 대상으로 원격 수업에 대한 인식, 활용, 경험 등에 대한 조사를 진행하였다. 조사 결과 교수자의 원격 수업 운영 시 체험형 과목(실기·실습·실험 등)에 따른 수업 운영이 45.7%, 학생의 학습 동기 부여 및 참여 유도 45.6%로 어려움이 있다는 평가가 높았다. 이러한 상황에서 윤승배(2022)는 기존 이 러닝에서 발생하는 학습자의 학습동기부여 및 참여 유도의 어려움, 교수-학습 방

법에 한계를 느껴 실질적인 교육이 이루어지지 못하고 있다고 제시하였다. 또한, 메타버스 플랫폼을 사용하여 교수자와 학습자, 학습자와 학습자간의 사회적 연결이 가능하여 경험을 공유할 수 있으며, 시공간을 초월한 ‘가상 공간’이라는 경험 제공을 통하여 학습자의 흥미와 몰입도를 높여 능동적 참여가 확대된다고 얘기하였다.

2) 연구 개발 과정

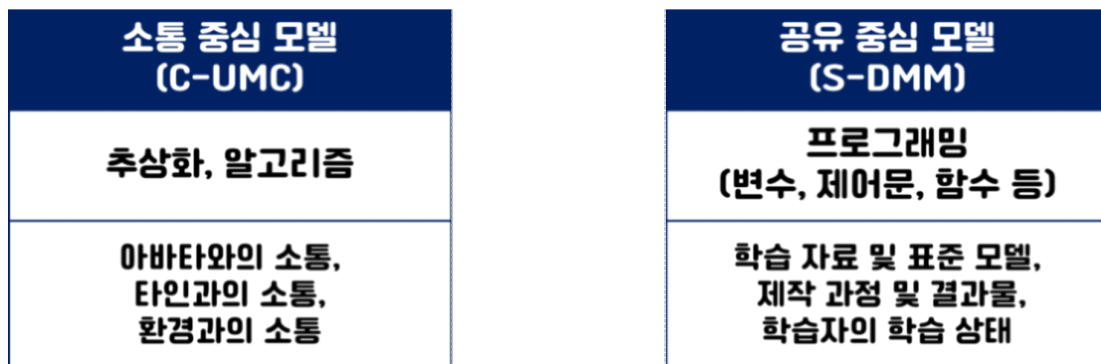
본 연구에서는 메타버스 기반 교수-학습 모델 개발, 교수-학습 모델 전문가 타당도 검증, SW 교육 프로그램 개발 및 적용, 자기 평가를 통한 효과 분석으로 크게 4 단계로 구분하여 연구를 수행하였다. 이에 관한 내용은 아래의 [그림 III-1]과 같다.



[그림 III-1] 연구 개발 과정

첫째, 메타버스 기반 교수-학습 모델 개발 단계에서는 연구 주제를 선정하고 이론적 배경과 선행 연구를 분석하는 과정을 거쳤다. 주요 키워드는 메타버스 기반 교육, SW 교수-학습 모델, SW 교육 프로그램 등이다. 교수-학습 모델을 개발하고 이를 적용하기 위한 메타버스 플랫폼을 선정하였다. 교수-학습 모델은 기존 SW 교수-학습 모델로 사용되는 UMC와 DMM 모델을 각각 소통 중심 모델 C-UMC, 공유 중심 모델 S-DMM으로 제시하였다. 둘째, 교수-학습 모델의 전문가 타당도

를 검증하였다. SW 교육 전문가 10인에 대하여 교수-학습 모델의 타당도를 총 2회에 걸쳐 조사하였다. 세부 활동 내용의 타당성 및 개선 사항을 도출하여 전문가 의견을 반영하여 모델을 수정하였다. 셋째, SW 교육 프로그램 개발 단계에서는 메타버스 환경을 활용하여 SW 교육 프로그램을 크게 두 분류로 나누어 개발하였다. 소통 중심 모델(C-UMC)에서는 학습자가 놀이 활동을 경험하며 알고리즘과 추상화를 익힐 수 있도록 학습 주제를 선정하였고, 공유 중심 모델(S-DMM)에서는 프로그래밍 실습 등을 모방·제작하며 프로그래밍 문법을 익힐 수 있도록 학습 주제를 선정하였다. 넷째, 본 연구에서 개발한 교육 프로그램은 실제 학교 현장에 적용하여 효과를 분석하였다. 교육 프로그램을 적용하기 전 SW 효과성 측정 도구를 사용하여 사전 조사를 진행하였다. 이후 사후 조사를 진행하여 동일 집단에서 사전·사후의 차이를 분석하기 위한 대응표본 t-검정을 하였다.



[그림 III-2] 메타버스 기반 SW 교수-학습 모델

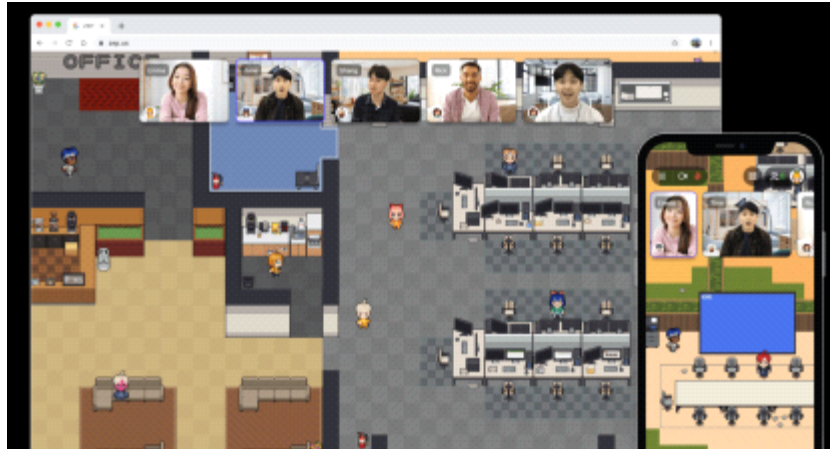
2. SW 교수-학습 모델 및 프로그램

1) 메타버스 기반 교수-학습 모델

본 연구에서는 메타버스 플랫폼을 활용한 교육의 장점을 활용하여 두 가지 유형의 교육 프로그램을 개발하였다. 한 가지 유형은 소통을 중심으로 한 교수-학습 모델을 사용한 추상화, 알고리즘을 학습하기 위한 프로그램이며, 다른 하나는 공유를 중심으로 한 프로그래밍 실습을 위한 교육 프로그램이다. 여기에서 추상화, 알고리즘은 단순하게 표현하고 이를 순서로 나타내는 것만이 아닌 실제 작업을 수행할 수 있도록 자동화를 고려한 과정으로 문제 분해, 패턴 인식, 모델링 등의 컴퓨팅 사고 요소를 학습하며 컴퓨팅 사고력을 증진을 목적으로 개발하였다. 또한, 프로그래밍 실습은 앞서 살펴보았던 추상화, 알고리즘을 바탕으로 프로그래밍 문법을 단순 암기식의 학습 방법에서 벗어나 실제 자신이 문제 해결을 위해 자동화하기 위한 실습으로 다양한 관점에서의 프로그래밍 실습을 학습하고 사고를 확장할 수 있도록 개발하였다.

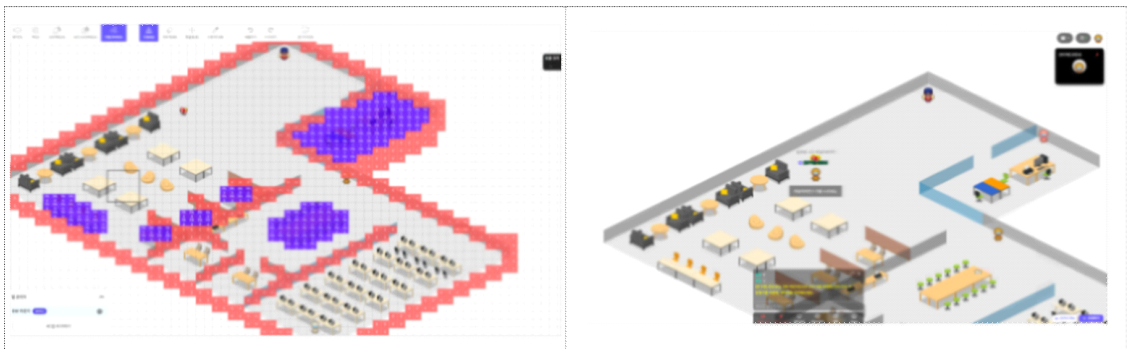
본 연구에서는 메타버스 플랫폼을 비대면 상황에서 실시하는 수업이 아닌 대면 상황에서 에듀테크로 사용하였다는 점에서 기존 메타버스 기반 교육과 차이점을 갖는다. 비대면 상황에서의 메타버스 플랫폼의 주요 목적은 영상 강의 등의 비대면 상황의 교육에서 발생하는 상호작용의 부재, 사회성 결여 등을 해결하기 위한 소통에 있다. 그러나 메타버스 기반 교육은 교수자가 새로운 학습 환경을 구성하고 이를 학습자가 자유롭게 사용할 수 있다는 점에서 특징을 갖고 있다. 특히 교수자가 학습자의 역할과 학습 환경의 구성 등을 어떻게 설계하는지에 따라 학습자 주도의 맞춤형 교육이 가능하며, 시·공간의 제약이 적어서 수업의 효율을 극대화할 수 있다는 장점이 있다.

본 연구에서 의사소통형 메타버스 플랫폼인 'ZEP'을 활용하였다. ZEP은 메타버스 기반 의사소통형 플랫폼으로 게임처럼 자신의 아바타를 이용하여 가상 환경에서 자유롭게 움직일 수 있는 특징이 있다. 또한, 카메라와 마이크, 채팅 기능을 이용하여 타인과 자유롭게 의사소통을 할 수 있으며, 다양한 오브젝트를 활용하여 여러 미디어로 상호작용을 할 수 있는 특징이 있다. 특히, ZEP 스크립트를 이용하여 독창적인 기능을 개발하고 적용할 수 있다는 장점이 있다.



[그림 III-3] ZEP 공식 사이트에서 제공하는 캡처 화면

메타버스 기반 교수-학습 모델을 효과적으로 적용하기 위하여 가상교실을 설계하였다. 전체 학습이 이루어지는 경우, 전체 학습자가 오른쪽 강의실로 이동할 수 있도록 수업 공간을 조성하였으며, 팀 협업이 필요할 경우 테이블마다 구성되어 있는 프라이빗 공간을 사용할 수 있도록 구성하였다. 또한, 가상교실 내에서 학습 콘텐츠를 확인하거나 협동 수업이 가능하도록 NPC를 배치하였다.



[그림 III-4] ZEP 가상교실 설계

2) 교수-학습 모델 개발

본 연구에서는 메타버스 기반 SW 교육 교수-학습 모델을 재구성 중심 모델(UMC)과 시연 중심 모델(DMM) 두 가지를 변형하여 적용하였다. 기존 교수-학습 모델의 설명은 다음의 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> 재구성 중심 모델(UMC)과 시연 중심 모델(DMM)

구분	학습 방법	절차	설명
재구성 중심 모델 (UMC 모델)	발견 학습법	놀이(Use)	학습자 체험 활동, 관찰과 탐색
		수정(Modify)	교사가 의도적으로 모듈 및 알고리즘을 변형하여 제시
		재구성 (reCreate)	놀이와 수정 활동을 확장하여 자신만의 프로그램 설계/제작
시연 중심 모델 (DMM 모델)	직접 교수법	시연 (Demonstration)	교사의 설명과 시범, 표준 모델 제시
		모방(Modeling)	학생 모방하기, 질문과 대답
		제작(Making)	단계적, 독립적 연습, 반복활동을 통한 기능 습득

재구성 중심 모델(UMC)은 발견 학습법을 SW 교육에서 적용하기 위하여 변형한 모델이다. 발견학습은 학생들이 기존의 원리나 법칙을 발견하고 이를 통해 새로운 정보를 찾고자 하거나 새로운 결론에 도달하기 위하여 정보를 탐구, 조작, 변환하는데 적용한다. 이를 위해서 교사는 학생들이 스스로 학습할 수 있도록 여건을 조성한다. 발견 학습법은 적극적인 학생이 성공의 즐거움을 맛볼 수 있어 자아실현을 촉진하고, 자기주도적 학습능력, 창의적 사고력, 귀납적 사고력 등의 고급 사고력이 향상되는 모습을 볼 수 있다.

재구성 중심 모델(UMC)은 놀이-수정-재구성의 단계로 구성되어 다양한 사례를 중심으로 핵심 개념과 원리를 발견하고 제시된 사례의 수정과 재구성을 통하여 컴퓨팅 사고를 이끄는 모델이다. 동기유발로 놀이를 통해 배우고자 하는 학습 모듈을 학생들이 탐색하고 사전에 준비된 모듈의 수정 과정을 통하여 기능과 개념을 이해한다. 또한, 재구성 활동을 통해 학생들이 컴퓨팅 사고의 전반적인 능력을 이해하게 된다. 이에 관한 재구성 중심 모델(UMC)의 단계별 세부 내용은 아래의 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> UMC 모델의 단계별 세부 내용

단계명	주요 방법	세부 내용
놀이(Use)	조작, 체험, 놀이, 활용, 탐색	학습 내용이 담긴 활동을 체험해보면서 이해하는 단계. 결과물을 가지고 놀아보며 친숙해지도록 하거나 직접 교수법을 이용하여 교사의 시범을 따라 간단한 활동을 제작해가며 작동시켜보도록 한다.
수정(Modify)	추가설계, 수정, 확장, 보완	간단히 제공된 학습 활동에 아이디어를 추가하거나 내용을 확장하여 설계한다.
재구성(reCreate)	재구성, 구현, 개발, 산출	학습한 기능이나 내용을 활용하여 자신만의 확장된 학습 활동을 설계하여 제작해본다.

시연 중심 모델(DMM)은 직접 교수법을 SW 교육에서 적용하기 위하여 변형한 모델이다. 직접 교수법은 기본적으로 전체를 부분으로 나눈 후 각 부분들을 차례대로 학습하면 전체를 이해할 수 있다고 가정한다. 교사가 대집단의 학생들에게 새로운 개념이나 기술을 설명하고, 교사의 지시에 따라라 학생들이 연습하여 이해 정도를 조사하고, 교사의 지도하에 계속 연습하도록 하는 교수 형태이다. 직접 교수법은 실제적인 학습을 강조한다. 학습 과제를 할당하고, 학생 각자에게 책임을 부여하여 그것을 완수하게 하는 방식으로 수업을 진행한다.

시연 중심 모델(DMM)은 시연-모방-제작의 단계로 구성되어있는 활동 중심 모델이다. 교사가 모델이 되는 학습활동의 시연을 거쳐 학습자들의 질문과 대답을 통한 모방, 그리고 반복적으로 단계적, 독립적 연습을 통하여 학습을 이끈다. 시연 중심 모델은 프로그래밍 언어의 문법, 실습 중심의 명령어 등을 지도할 때 유용하다. 특히 컴퓨터 과학의 핵심인 프로그래밍 활동에 적합한 모델로 가르치는 측면에서는 교사 중심 방법이지만 활동 측면에서는 질문과 대답을 중심으로 학생들의 모방과 제작 활동에 집중할 경우 학습자 중심의 모델로 활동을 구성할 수 있다. 이에 관한 시연 중심 모델(DMM)의 단계별 세부 내용은 아래의 <표III-3>과 같다.

<표 III-3> DMM 모델의 단계별 세부 내용

단계명	주요 방법	세부 내용
시연 (Demonstration)	설명 시범보이기 예시	가르치려고 하는 핵심 전략과 기능을 교사가 설명하거나 시연을 통해 학생들에게 소개한다.
모방 (Modeling)	따라하기 질문, 답변	교사의 시연 내용을 학생들이 그대로 따라 실습한다. 실습의 과정에서 질문을 통해 학습자들이 교사들의 시연을 모방한다.
제작 (Making)	만들기 반복활동	시연과 모방의 단계에서 배운 내용을 토대로 학생이 직접 만들어 보는 활동을 한다. 반복적으로 진행하되 단계적, 전체적인 활동을 학습자들이 전개한다.

메타버스 기반 수업을 설계하기 위하여 위에서 제시한 재구성 중심 모델(UMC)와 시연 중심 모델(DMM) 모델을 변형하여 제시하였다. 다음 <표 III-4>는 본 연구에서 제시하는 교육 모델이다.

<표 III-4> 본 연구에서 제시하는 교육 모델(C-UMC, S-DMM)

구분	절차		주요 학습 내용
소통 중심 모델 (C-UMC)	놀이(Use)	소통 (Communication)	추상화 및 알고리즘
	수정(Modify)		
	재구성(reCreate)		
공유 중심 모델 (S-DMM)	시연(Demonstration)	공유 (Sharing)	프로그래밍 (변수, 제어문, 함수 등)
	모방(Modeling)		
	제작(Making)		

본 연구에서 제시하는 소통 중심 모델(C-UMC)과 공유 중심 모델(S-DMM)은 기존 모델로 제시된 재구성 중심 모델(UMC)과 시연 중심 모델(DMM)에서 메타버스의 특징 중 소통(Communication)과 공유(Sharing)를 중심으로 변형하였다는 특징이 있다.

재구성 중심 모델(UMC)은 주어진 놀이 활동을 체험하며 자연스럽게 익힌 학습 내용을 토대로 수정 단계와 재구성 단계를 거친다. 여기서 ‘소통’은 놀이 활동에 참여하는 자신의 아바타에 몰입하는 모습, 타 학습자와 경쟁, 협력 등을 하는 모습, 놀이 활동을 할 수 있도록 주어진 메타버스 환경과 상호작용하는 모습으로 이해할 수 있다. 이에 따라서 메타버스 환경에서 적용한 UMC 모델은 아바타와의 소통, 타 인과의 소통, 환경과의 소통을 통해 학습할 수 있음을 보인다.

시연 중심 모델(DMM)은 교수자가 시연하는 표준 모델 또는 시범을 모방하고 제작하며 학습이 이루어진다. 여기서 ‘공유’는 교수자가 제공하는 표준 모델 또는 시범 등의 교수자 경험, 학습자의 학습 상태, 타 학습자와의 실시간 의견 공유 등 메타버스 환경에서 이루어지는 전체적인 공유를 의미한다. 이를 활용하여 교수자는 학습 주제 및 내용에 따라 학습자에게 어느 정도의 공유를 할 것인지 전체적인 환경을 조성할 수 있으며 이는 학습자 또는 교수자 중심의 수업을 공유 수준에 따라 조정할 수 있음을 의미한다.

소통 중심 모델(C-UMC)은 ‘소통’을 중심으로 학습자의 놀이, 제작, 재구성 활동을 진행한다. 학습자는 자신의 모습을 투영한 아바타에 몰입하여 놀이 활동에 참여한다. 이때, 타 학습자와의 의사소통을 통해 협력, 경쟁 등을 경험하며 동기 부여를 얻는다. 이러한 놀이 활동을 할 수 있는 환경은 교수자가 메타버스를 활용하여 구성된다. 이후, 교수자가 제공한 학습활동에 아이디어를 추가하거나 내용을 확장하며 일부 학습활동 내용을 수정한다. 학습자는 활동 내용을 수정하기 위하여 타 학습자와 채팅 등의 소통을 통해 상호작용하며 확장된 학습활동을 직접 제작하여 재구성한다. 학습자는 재구성한 학습활동을 교수자 또는 타 학습자와 의견을 공유하고 아바타나 재구성된 학습 환경과의 입체적인 소통을 통해 지식을 확장할 수 있다.

공유 중심 모델(S-DMM)은 ‘공유’를 중심으로 시연, 모방, 제작 활동을 진행한다. 시연 단계에서 교수자는 메타버스 환경을 사용하여 학습자에게 다양한 자료를 활용하여 학습 내용을 시연하거나 표준 모델을 제시한다. 모방 단계에서 학습자는

교수자가 제시한 학습 자료를 모방하며 자신의 결과물을 실시간으로 공유한다. 공유된 결과물은 교수자 또는 타 학습자의 피드백을 받을 수 있으며 다양한 방법으로 제한 없이 시도될 수 있다. 제작 단계에서는 제작된 결과물을 메타버스 환경을 활용하여 진행 과정, 해결 방법의 활용 등을 포함한 학습자의 상태를 리더보드를 통해 공유한다. 이를 통해, 학습자는 다양한 결과물에 관한 오류 검출, 교정과 함께 여러 피드백을 받을 수 있다.

이에 관한 본 연구에서 제시하는 모델의 단계별 세부 내용은 다음 <표Ⅲ-5, 6>과 같다.

<표 Ⅲ-5> 소통 중심 모델(C-UMC)

단계명	세부 내용	소통 중심
놀이 (Use)	<ul style="list-style-type: none"> 교수자는 메타버스 환경을 활용하여 현실 세계에서 준비하기 어려운 다양한 콘텐츠를 체험할 수 있도록 제공한다. 학습자는 학습 내용과 관련된 주어진 놀이 활동을 메타버스 내의 아바타에 몰입하여 체험할 수 있다. 교수자는 학습자의 적극적인 참여를 이끌기 위하여 미션, 경쟁, 보상 등의 게이미피케이션 요소를 제공한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 학습자는 콘텐츠가 제공된 '환경과의 소통'을 통해 학습 내용을 이해할 수 있다. 학습자는 메타버스 내의 자신의 모습을 투영한 '아바타와의 소통'을 통해 몰입하여 학습 활동을 체험할 수 있다. 학습자는 메타버스에서 시·공간적 제약을 보완하여 함께 소통할 수 있는 '타인과의 소통'을 통해 팀 프로젝트, 경쟁 등의 상호작용을 할 수 있다.

단계명	세부 내용	소통 중심
수정 (Modify)	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 교수자가 의도적으로 준비한 지식과 개념이 담긴 놀이 활동을 주어진 메타버스 환경을 활용하여 간단한 아이디어를 추가하며 변형한다. • 학습자는 수정 활동에서 복잡한 문제를 단순하게 만드는 데 필요한 방법과 문제를 해결하기 위한 순서 등을 이해할 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 교수자가 제공한 활동을 수정하기 위하여 메타버스 내 그룹별 상호작용을 통하여 타인과 소통을 자유롭게 할 수 있다. • 학습자는 자신의 아바타와 직접 소통하며 수정한 활동을 이해하고 이에 따른 문제 해결을 위해 필요한 방법을 아바타의 관점으로 생각할 수 있다.
재구성 (reCreate)	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 앞서 놀이 단계와 수정 단계에서 사용된 활동을 자신의 생각을 반영하여 확장 또는 재구성한다. • 학습자는 체험 활동을 재구성하며 패턴을 인식하거나 자동화를 위한 추상화 과정을 이해할 수 있다. • 교수는 학습자가 재구성하는 체험 활동을 메타버스 내에서 실시간으로 확인하며 피드백을 제공할 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 재구성한 체험 활동을 메타버스 환경 내에서 교수자, 타 학습자와 실시간으로 소통하여 피드백을 제공하거나 받을 수 있다. • 학습자는 재구성된 다양한 체험 활동에서 아바타나 제시된 환경 등의 입체적인 소통을 통해 자신의 지식을 확장할 수 있다. • 학습자는 교수가 제공하는 실시간 체험 활동 시간, 기록, 점수 등의 다양한 정보를 리더보드를 통해 확인할 수 있다.

<표 III-6> 공유 중심 모델(S-DMM)

단계명	세부 내용	공유 중심
시연 (Demonstration)	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 학습 내용에 관한 교수자의 설명과 시범 표준 모델을 메타버스 환경을 활용하여 제공 받는다. • 교수는 메타버스의 특징을 활용하여 문서, 이미지, 영상, 파일 등의 다양한 콘텐츠를 학습자에게 제공할 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 교수자가 제공하는 설명과 시범 표준 모델을 시·공간 제약 없이 활용할 수 있도록 공유 받을 수 있다. • 교수는 학습자의 질문을 자동 기록하며 자주 하는 질문과 주요 질문 등을 공유하여 실시간으로 도움을 줄 수 있다.
모방 (Modeling)	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 제작 시 메타버스에서 자유롭게 질문하거나 공유된 자료 등을 보며 다양한 모방을 시도할 수 있다. • 학습자는 질문과 답변을 통하여 활동을 이해하며 모방 단계를 통해 자연스럽게 프로그래밍 문법을 이해한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 자신이 제작한 표준 모델의 모방 모델을 타 학습자와 공유하여 다양한 모델을 접하고 이에 관하여 피드백을 제공하거나 받을 수 있다. • 학습자는 제공된 설명과 표준 모델을 메타버스 환경 내에서 제한 없이 반복하며 시도할 수 있다.

단계명	세부 내용	공유 중심
<p>제작 (Making)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 시연과 모방의 단계에서 배운 내용을 토대로 직접 프로그램을 제작한다. • 학습자는 제작 과정에서 프로그래밍을 통한 자동화 능력을 이끄는 과정에 집중하기 위하여 자신과 타 학습자의 프로그램을 검토한다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 메타버스 환경을 활용하여 자신이 제작한 프로그램과 제작 과정을 실시간으로 공유하고 타 학습자의 프로그램을 공유받으며 다양한 사례를 접할 수 있다. • 학습자는 자신이 제작한 프로그램의 오류 검출/교정 등에 관한 내용을 교수자에게 실시간으로 공유받을 수 있다. • 학습자는 자신과 타 학습자의 피드백을 함께 공유하며 검토, 기록 등의 더욱 개별적인 피드백을 얻을 수 있다.

3) SW 교육 프로그램 개발

본 연구에서는 SW 교육 프로그램의 효과를 높이기 위하여 메타버스 기반 SW 교수-학습 모델을 적용한 교육 프로그램을 개발하였다. 교육 대상은 SW 교육과 메타버스에 관심은 있지만 SW 관련 교육의 경험이 적은 특성화 고등학교 1, 2학년 학생 32명을 대상으로 하였다. 학습 주제는 알고리즘 이해(제어 구조), 프로그래밍 실습(제어문)으로 각각 소통 중심 모델(C-UMC)와 공유 중심 모델(S-DMM)을 적용하였다. 세부 내용은 아래의 <표 III-7, 8>과 같다.

<표 III-7> 세부 프로그램 - 소통 중심 모델(C-UMC)

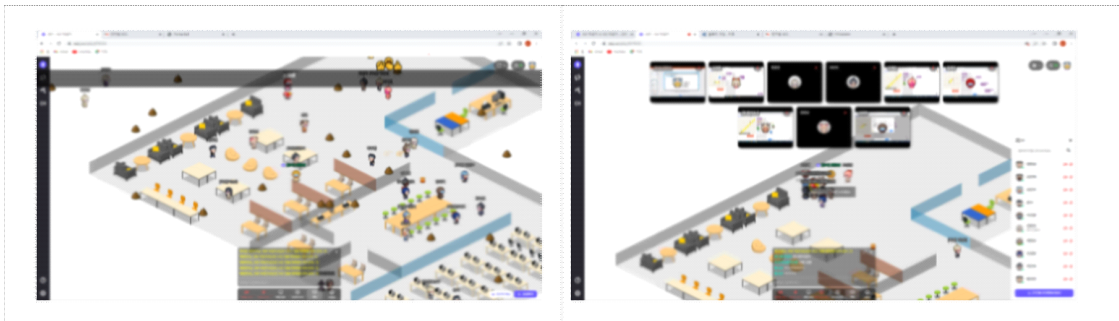
학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> ■ 알고리즘의 제어 구조(조건 제어)를 체험할 수 있다. ■ 제어 구조를 사용하여 나만의 알고리즘을 재구성할 수 있다. 	
단계	학습 내용	활용 도구 및 유의점
1단계 놀이	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 메타버스 환경에서 알고리즘 체험하기 - 메타버스 환경 체험하기 - 수수께끼를 통한 조건 분기 체험하기 : 조건 분기에 따른 다양한 문제 해결 방법 이해하기 - 제시된 미로 탈출하기 	<ul style="list-style-type: none"> - 메타버스 환경에 익숙해질 수 있도록 충분한 시간을 제공함 - 다양한 문제 해결 방법을 이해할 수 있도록 실시간 소통함 - 리더보드 등의 게이미피케이션 요소를 추가함
2단계 수정	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 알고리즘 표현 및 확장하기 - 미로 탈출 방법 단순화하여 표현하기 : 글, 그림 등을 통하여 미로 해결 방법 표현하기 - 타 학습자와 미로 문제 및 탈출 방법에 관하여 소통하기 : 미로 탈출 방법을 단순화하고 이에 따른 	<ul style="list-style-type: none"> - 미로 해결 방법을 표현할 수 있도록 메타버스 환경을 안내함 - 자신 또는 타 학습자의 미로 해결 방법에 대하여 피드백을 공유함

학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> ■ 알고리즘의 제어 구조(조건 제어)를 체험할 수 있다. ■ 제어 구조를 사용하여 나만의 알고리즘을 재구성할 수 있다. 	
단계	학습 내용	활용 도구 및 유의점
	<ul style="list-style-type: none"> 규칙 찾기 - 미로 확장하기 <li style="padding-left: 20px;">: 기존 미로에서 나만의 스테이지를 추가하여 미로를 확장하기 	
3단계 재구성	<ul style="list-style-type: none"> ▶ 알고리즘 재구성하기 - 팀 프로젝트 미로 제작하기 <li style="padding-left: 20px;">: 자신이 기존 확장하였던 미로를 주어진 팀 맵에서 팀원과 실시간으로 협업하여 미로 추가하기 <li style="padding-left: 20px;">: 자신의 팀이 제작한 미로 탈출을 위한 해결 방법을 서로 공유하기 - 다른 팀의 미로 탈출하기 <li style="padding-left: 20px;">: 미로를 직접 탈출할 팀원과 탈출 방법을 표현할 팀원으로 구분하여 다른 팀의 미로 참여하기 <li style="padding-left: 20px;">: 실시간 기록, 점수 등을 확인하며 높은 점수를 획득하기 위하여 주어진 시간 내에 더 많은 미로 참여하기 	<ul style="list-style-type: none"> - 팀 인원을 3~4인으로 구성하여 메타버스 환경에서 미로를 제작할 수 있도록 작업 환경을 제공함 - 추상화(미로 탈출 방법을 표현하는 팀원)와 자동화(직접 탈출하는 팀원) 과정을 이해할 수 있도록 안내함

<표 III-8> 세부 프로그램 - 공유 중심 모델(S-DMM)

학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> ■ if 조건문의 기본적인 사용 방법을 이해할 수 있다. ■ if 조건문을 사용하여 프로그램을 제작할 수 있다. 	
단계	학습 내용	활용 도구 및 유의점
1단계 시연	<ul style="list-style-type: none"> ▶ if 조건문 소개하기 - 교수자의 설명과 시범 표준 모델이 담긴 NPC 찾기 	<ul style="list-style-type: none"> - 메타버스 환경에서 학습 내용에 관한 콘텐츠를 제시함

학습 목표	<ul style="list-style-type: none"> ■ if 조건문의 기본적인 사용 방법을 이해할 수 있다. ■ if 조건문을 사용하여 프로그램을 제작할 수 있다. 	
단계	학습 내용	활용 도구 및 유의점
	- 제공된 콘텐츠 및 실습 환경 참여하기	
2단계 모방	<ul style="list-style-type: none"> ▶ if 조건문 모방하기 - if ~ else 문 사용하기 <ul style="list-style-type: none"> : M1. 끝자리로 짝수와 홀수를 구분하는 프로그램 제작하기 : M2. 연산자를 사용하여 짝수와 홀수를 구분하는 프로그램 제작하기 - if ~ elif ~ else 문 사용하기 <ul style="list-style-type: none"> : M1. 양수, 음수, 0을 구분하는 프로그램 제작하기 : M2. 'Up & Down' 프로그램 제작하기 	<ul style="list-style-type: none"> - 미션 해결을 위하여 메타버스 환경 내에 힌트를 제공함 - 학업 성취를 확인하기 위하여 각 단계별 미션을 제공함 - 학습자는 화면 공유를 하여 실시간으로 피드백을 제공받음
3단계 제작	<ul style="list-style-type: none"> ▶ if 조건문을 사용하여 프로그램 제작하기 - 일상생활 속 볼 수 있는 조건문 프로그램 제작하기 <ul style="list-style-type: none"> : 자신의 일상생활 속에서 발생하는 조건 분기를 프로그램으로 제작하기 - 제작한 프로그램 공유하기 <ul style="list-style-type: none"> : 제작한 프로그램을 공유하여 의견 공유하기 	<ul style="list-style-type: none"> - 학습자가 주도적으로 프로그램을 제작하여 자동화 능력을 이끄는 데 집중함 - 메타버스 환경을 활용하여 자신이 제작한 프로그램을 공유함



[그림 III-5] 세부 프로그램 적용 화면

IV. 연구 결과

1. 교육 모델 검증

1) 검증 방법

본 연구는 메타버스 기반 SW 교수-학습 모델을 검증하기 위하여 교수-학습 모델의 적절성에 관하여 델파이 조사를 진행하였다. 교수-학습 모델의 적절성에서는 소통 중심 모델(C-UMC)과 공유 중심 모델(S-DMM)에서 제시하고 있는 단계에 따라 개발한 모델의 목적에 부합하여 학습이 이루어질 수 있는지에 관한 적절성을 확인하였다.

본 검증은 전문가 10인을 구성하여 1차 설문 후 설문 내용을 반영하여 2차 설문을 진행하였다. 전문가 10인은 SW 교육 경력 5년 이상의 현직 정보 교사 7인과 박사 과정 연구원 2인, 교수 1인으로 구성된 집단으로 e-mail을 통해 델파이 과정을 거쳤다. 설문은 리커트 5점 척도를 적용하였으며, 문항에 대한 타당도 여부는 수렴도, 합의도, 내용 타당도로 판단하였다.

<표 IV-1> 델파이 조사 참여 전문가 집단

구분	직책	전공	경력
전문가 1	교수	컴퓨터공학	15년 이상
전문가 2	연구원(박사 과정)	컴퓨터교육	5~10년
전문가 3	연구원(박사 과정)	컴퓨터교육	5~10년
전문가 4	고등학교 교사	컴퓨터교육	5~10년
전문가 5	고등학교 교사	컴퓨터교육	5~10년
전문가 6	고등학교 교사	컴퓨터교육	5~10년
전문가 7	고등학교 교사	컴퓨터교육	5~10년
전문가 8	고등학교 교사	컴퓨터교육	5~10년
전문가 9	고등학교 교사	컴퓨터교육	5~10년
전문가 10	고등학교 교사	컴퓨터교육	5~10년

델파이 조사의 타당도는 전문가 집단의 의견 수렴 정도와 합의 정도를 뜻하는 수렴도와 합의도를 통해 검증할 수 있다(이종성, 2001). 수렴도는 델파이 조사에 참여한 전문가의 의견이 일치하는지 확인하기 위한 분석 방법으로 의견이 일치할수록 0에 가까운 값을 가지며, 합의도는 의견이 일치할수록 1의 값을 갖는다. 수렴도의 산출 공식은 아래의 (1), (2)와 같다(강용주, 2008).

$$\frac{Q_3 - Q_1}{2} \text{ ----- (1)}$$

$$1 - \frac{Q_3 - Q_1}{Mdn} \text{ ----- (2)}$$

※ Q_1 : 25백분위수, Q_3 : 75백분위수, Mdn : 중앙값

안정도는 반복되는 설문 과정에서 전문가 집단의 설문 응답의 차이가 적어서 응답의 일치성이 높은 경우 안정도가 확보되었다고 본다. 안정도는 변이계수(Coefficeient of Variation)를 통해 측정하며, 변이계수가 0.5 이하인 경우 추가 설문이 필요 없으며, 0.5~0.8인 경우 비교적 안정적임을 뜻하고, 0.8 이상인 경우 추가적인 설문이 필요하다고 판단한다. 변위 계수의 산출 공식은 (3)과 같다(노승용, 2006).

$$\frac{SD}{M} \text{ ----- (3)}$$

※ SD : 표준편차, M : 산술평균

내용 타당도는 평가항목이 측정하고자 하는 내용을 잘 반영하고 있는지를 평가하는 것으로 본 연구에서는 Lawshe(1975)가 제안한 내용 타당도 비율(Content Validity Ratio : CVR) 산출 공식(4)을 적용하였다.

$$CVR = \frac{N_e - \frac{N}{2}}{\frac{n}{2}} \quad \text{----- (4)}$$

(4)에서 N 은 전체 응답자 수이며, N_e 는 타당하다고 응답한 응답자의 수이다. 위 공식을 살펴보면, 전체 인원이 타당하다고 응답을 할 때 CVR 수치는 1이 되는 것을 확인할 수 있다. 또한, 응답자의 숫자에 따라 CVR 임계치 값을 제시하는데 이는 전문가의 수가 많을수록 CVR 수치가 작아지는 특징을 갖고 있다.

<표 IV-2> 응답자 수에 따른 내용 타당도 비율(CVR)의 최솟값
(Lawshe, 1975)

No. of Panelists	Min. Value
5	.99
6	.99
7	.99
8	.75
9	.78
10	.62
11	.59
12	.56
13	.54
14	.51
15	.49
20	.42
25	.37
30	.33
35	.31
40	.29

2) 1차 델파이 결과

본 연구에서 사용한 교육 모델의 적절성을 확인하기 위한 설문 내용과 전문가 설문 의견을 정리하였다. 1차 델파이 조사 분석 결과 내용 타당도(CVR) 비율의 평균이 기준 값(0.62)을 만족하였으며 수렴도와 합의도는 각각 0.36, 0.16으로 타당성을 확인하였다. 또한, 안정도 값은 0.15로 일치성이 높아 안정도가 확보되었음을 확인하였다. 1차 델파이 조사 분석 결과와 주요 피드백은 다음과 같다.

<표 IV-3> 1차 델파이 조사 분석 결과

구분	평균	수렴도	합의도	안정도	CVR
기준 값	5점 척도	0.5이하	0.75 이상	0.5 이하	0.62이상
1차 결과	4.08	0.35	0.82	0.16	0.63

① 소통 중심 모델(C-UMC) 주요 의견

(1단계)

- “놀이 단계에서 메타버스를 통해 학습 자료에 몰입했는가를 중심으로 확인할 필요가 있음. 이후 단계에서 알고리즘을 관찰하고 탐색하는지 평가할 수 있을 것으로 보임.”
- “기존 UMC 모델에서는 놀이를 통한 경험을 바탕으로 관찰, 분석할 수 있는 시간이 있지만 현 모델에서는 제시되어있지 않음.”

(2단계)

- “소통 중심 모델에서 추상화 과정, 알고리즘에 이해에 관한 지식과 기능을 이해하는지 여부를 평가할 필요가 있음.”
- “전체적인 활동에서 메타버스 환경의 강점을 살릴 수 있는 교수-학습활동이 필요함.”

(3단계)

- “재구성된 환경에서의 체험 활동을 통해 지식을 확장할 수 있다는 의미가 전달될 필요가 있음”
- “공유와 협업 환경을 보다 강조하기 위하여 재구성 작업 환경을 협업과 연관

깃고 최종으로 재구성된 작품을 공유와 연관하여 강조하면 좋을 듯함.”

(소통)

- “메타버스 내 환경을 어떻게 활용할지 가이드라인이 제시되었으면 함, 일반적으로 어디서든 적용이 가능해보이지만 메타버스의 특징점이 더 드러났으면 함.”
- “절차 부분에서는 놀이와 수정, 재구성을 소통과 함께 제시하였지만 해당 문항에서는 소통을 별도 분리하여 제시가 되어 있어 정리가 모호한 듯함”

② 공유 중심 모델(S-DMM) 주요 의견

(1단계)

- “온·오프라인 환경을 통해 제공받은 설명보다 온라인 환경을 통해 제공받을 수 있는 학습 환경 또는 클라우드 문서 등과 같은 공유 파일을 제시할 필요가 있음”
- “세부 내용 설명에서 교수 학습 내용이나 방법에 관한 내용보다 기능적인 내용이 주를 차지함. 교수-학습활동을 중심으로 메타버스의 강점을 강조할 필요가 있음”

(2단계)

- “일반적인 모방 과정에서 문법적 이해가 어려울 수 있음. 모방 과정에서 해낼 수 있는 작은 활동이 제공될 필요가 있음.”
- “세부 내용을 공유에 집중하기보다 학습 활동에 집중하여 제시할 필요가 있음.”

(3단계)

- “제작 단계 이전에 프로그램을 수정하거나 작성해볼 과정이 따로 필요하다고 생각함. 시연과 모방에서 어떠한 활동을 하는지에 대하여 언급할 필요가 있음”
- “학습자 자신이 직접 설계하고 구현해보는 단계에서 메타버스의 강점이 드러날 수 있는지에 대한 의문이 있음.”

(공유)

- “메타버스 기반 교육에서 학습과 관련한 데이터를 분석하여 학습을 성찰하고 개선할 수 있는 부분에 관한 내용이 포함될 필요가 있음.”

- “본 연구에서 전달하고자 하는 내용을 정확히 하여 교육 모델에 관한 세부 내용을 제시할 필요가 있음.”

1차 델파이 과정에서 내용 타당도 비율이 기준 값(0.62)보다 낮거나 합의도가 낮은 문항을 중심으로 전문가 서술형 의견을 반영하여 교수-학습 모델을 수정하였다.

첫째, 본 연구에서 제시한 모델에 관한 세부 내용과 특징을 보다 명확히 제시하기 위하여 세부 내용과 주요 학습 방법으로 구분하여 제시하였다. 세부 내용은 단계에서 이루어지는 학습자의 주요 절차와 교수-학습 방법을 제시하였으며, 주요 학습 방법은 세부 단계에서 사용되는 학습 방법을 키워드의 형태로 제시하였다.

둘째, 소통 중심 모델(C-UMC)에서 메타버스 환경의 특징을 강조하기 위하여 모델에 관한 설명을 수정 및 보완 하였다. 1단계에서는 기존 UMC 모델에서 제시하는 주요 학습 방법인 ‘조작’, ‘체험’, ‘놀이’, ‘탐색’을 중심으로 세부 내용을 보완하여 메타버스 환경을 활용한 학습 내용에 관한 사례 체험(조작), 아바타를 통한 놀이 활동 몰입(체험, 놀이), 놀이 활동의 경험을 통한 패턴 인식 또는 알고리즘 관찰(탐색)을 수정하였다. 2단계에서는 수정 활동에서 학습자가 교수자가 제공한 간단한 프로젝트에 아이디어를 추가하거나 내용을 확장한 후 메타버스 환경을 활용하여 타 학습자 또는 교수자와 소통할 수 있음을 제시하였다. 이를 통해 수정 활동에서 의견을 공유하며 지식을 확장할 수 있으며 다양한 자료(실행 코드, 사례 제시)를 통해 개별적인 피드백 또는 전체적인 안내를 받을 수 있다. 3단계에서는 앞서 1, 2단계에서 진행하였던 놀이, 수정 활동에서 확장된 재구성 활동을 위하여 체험 활동을 재구성하며 패턴을 인식하거나 자동화를 위한 추상화를 이해할 수 있다. 이때, 학습자는 작업 환경을 공유하며 실시간으로 협업할 수 있으며, 타 학습자의 작품을 직접 경험하며 입체적인 소통이 가능함을 추가하여 제시하였다.

셋째, 공유 중심 모델(S-DMM)에서 교수-학습 방법에 관한 설명을 추가하여 제시하였다. 기존 DMM 모델은 시연-모방-제작 단계를 사용하여 학습자가 반복적으로 단계적, 독립적 연습을 통하여 프로그래밍 실습을 학습할 수 있는 교사 중심의 모델이다. 이를 질문과 대답을 중심으로 학습자가 모방 활동과 제작 활동에 집중할 수 있도록 메타버스 환경을 활용하는 교수-학습 방법 내용을 추가로 제시하였다. 1단계에서는 교수자가 다양한 자료(영상, 클라우드 문서)를 활용한 표준 모델을 제

시하여 학습자가 제한 없이 이용할 수 있도록 하였으며, 2단계에서는 학습자가 모방을 통해 자연스럽게 프로그래밍 문법을 익히며 전체 학습자의 질문과 답변을 실시간으로 확인하여 지식을 확장할 수 있도록 하였다. 3단계에서는 메타버스 환경을 이용하여 전체 학습자의 프로그램을 실시간으로 공유(클라우드 환경, 화면 공유)하며 개별적인 피드백 또는 전체 피드백을 받으며 오류 검출, 교정 등을 교수자 또는 타 학습자에게 받을 수 있음을 추가로 제시하였다.

이에 관한 내용은 1차 델파이 조사 결과를 반영한 교육 모델은 아래의 <표 IV-4와 -4, 5>와 같다.

<표 IV-4> 소통 중심 모델(C-UMC)

단계명	세부 내용	소통 중심 활동
놀이 (Use)	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 교수자가 의도적으로 구성한 메타버스 환경에서 학습 내용과 관련된 다양한 사례(알고리즘, 프로그램 모듈 등)를 체험한다. • 학습자는 메타버스 내 자신의 아바타에 몰입하여 주어진 놀이 활동을 경험한다. • 학습자는 놀이 활동에서 자연스럽게 제시된 패턴을 인식하거나 알고리즘을 관찰하고 분석한다. • 학습자는 교수자가 제공한 미션, 경쟁, 보상 등의 게이미피케이션 요소로 인하여 놀이 활동에 적극적으로 참여하게 된다. • 학습자는 메타버스 환경에서 타 학습자와 함께 소통하며 협동 플레이를 하며 상호작용할 수 있다. 	<p>아바타와 소통하여 놀이 활동에 몰입</p> <p>협동 플레이 등 타인과의 소통</p>
수정 (Modify)	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 교수자가 제공한 간단한 프로젝트에 아이디어를 추가하거나 내용을 확장하여 설계한다. (스테이지 확장, 변수 추가 등) • 학습자는 수정 활동에서 복잡한 문제를 단순하게 만들기 위해 필요한 방법과 문제를 해결하기 위한 	

단계명	세부 내용	소통 중심 활동
	<p>순서 등을 이해한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 메타버스 환경에서 자신과 타 학습자의 수정 활동을 확인하며 의견을 공유하는 등의 자유로운 소통이 가능하다. • 학습자는 실시간으로 교수자에게 질문할 수 있으며, 교수는 다양한 자료(실행 코드, 사례 제시 등)를 통해 개별적인 피드백(1:1 대화) 또는 전체 안내(1:N 방송)를 제공할 수 있다. 	<p>실시간 소통을 통한 피드백 공유</p>
<p>재구성 (reCreate)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 앞서 놀이 단계와 수정 단계에서 사용된 활동을 자신의 생각을 반영하여 확장 또는 재구성한다. • 학습자는 체험 활동을 재구성하며 패턴을 인식하거나 자동화를 위한 추상화 과정을 이해하며 자신의 지식과 기능을 구축한다. • 학습자는 교수가 제공하는 실시간 체험 활동 시간, 기록, 점수 등의 다양한 정보를 리더보드를 통해 확인하며 동기 부여를 얻는다. • 학습자는 재구성 활동에서 작업 환경을 타 학습자와 함께 공유하며 메타버스 환경에서 실시간으로 협업한다. • 학습자는 재구성한 자신의 작품을 공유하고 타 학습자의 작품을 직접 경험하며 입체적으로 소통하여 지식을 확장한다. 	<p>그룹 별 상호작용을 통한 타인과의 자유로운 소통</p>

<표 IV-5> 공유 중심 모델(S-DMM)

단계명	세부 내용	공유 중심 활동
<p>시연 (Demonstration)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 학습 내용에 관한 교수자의 설명과 시범 표준 모델을 메타버스 환경을 활용하여 다양한 콘텐츠(영상, 클라우드 문서 등)를 제공 받는다. • 학습자는 교수자가 제공하는 설명과 시범 표준 모델을 메타버스 환경을 통해 시·공간 제약 없이 활용할 수 있다. • 교수는 학습자의 질문을 자동 기록하며 자주 하는 질문과 주요 질문 등을 공유하여 실시간으로 도움을 줄 수 있다. 	<p>다양한 콘텐츠를 통한 설명 및 시범 표준 모델 공유</p>
<p>모방 (Modeling)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 제작 시 메타버스에서 자유롭게 질문하거나 공유된 자료 등을 보며 다양한 모방을 제한 없이 시도할 수 있다. • 학습자는 질문과 답변을 통하여 활동을 이해하고 교수자를 모방하며 자연스럽게 프로그래밍 문법 사용부터 알고리즘의 모듈을 이해한다. • 전체 학습자의 질문과 교수자의 답변은 메타버스 내에서 실시간으로 확인할 수 있으며 이를 통해 다양한 질문을 접하며 지식을 확장한다. • 학습자는 자신이 제작한 표준 모델의 모방 모델을 타 학습자와 서로 공유하여 다양한 모델을 접하고 이에 관하여 피드백을 제공하거나 제공받을 수 있다. (클라우드 환경, 화면 공유 등) 	<p>표준 모델 및 모방 모델을 공유를 통한 지식 확장</p>

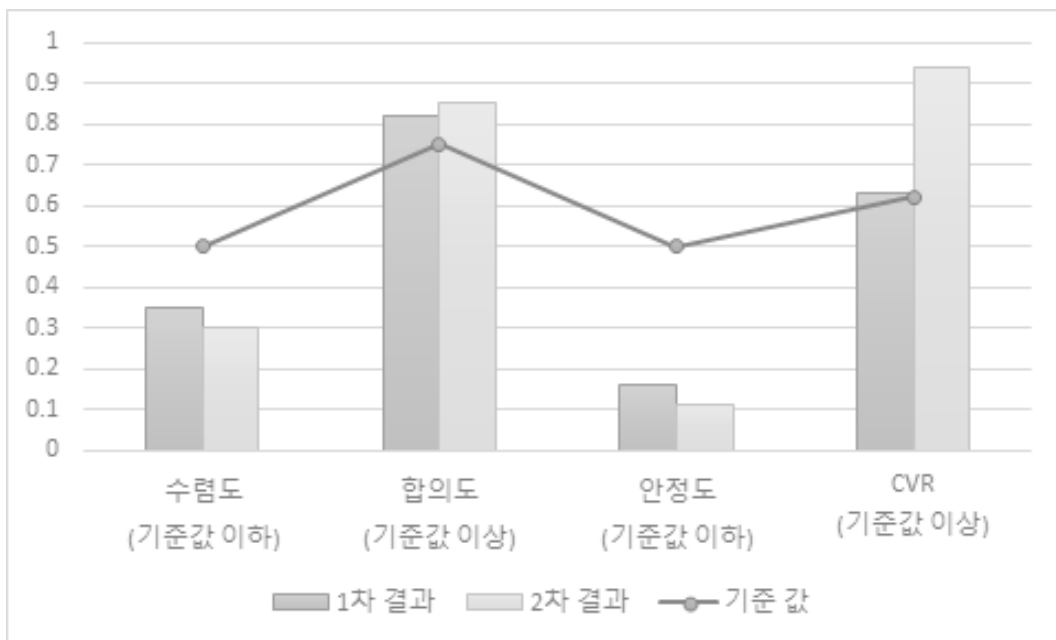
단계명	세부 내용	공유 중심 활동
제작 (Making)	<ul style="list-style-type: none"> • 학습자는 시연과 모방의 단계에서 배운 내용을 토대로 주도적으로 직접 프로그램을 제작하여 프로그래밍을 통한 자동화 능력을 이끄는 과정에 집중한다. • 학습자는 메타버스 환경을 활용하여 자신이 제작한 프로그램과 제작 과정을 실시간으로 공유(클라우드 환경, 화면 공유 등)하며 타 학습자의 제작 활동을 경험한다. • 학습자는 자신이 제작한 프로그램의 오류 검출, 교정 등을 교수자에게 실시간으로 다양한 자료(실행 코드, 사례 제시 등)를 통해 개별적인 피드백(1:1 대화) 또는 전체 안내(1:N 방송)를 받을 수 있다. • 학습자는 제작 과정에서 반복 활동을 통해 단계적으로 프로그램을 제작할 수 있으며 이를 위해 메타버스 환경에 공유된 1, 2단계의 학습 자료를 제한 없이 활용할 수 있다. 	<p>오류 검출, 교정 등의 실시간 피드백 공유</p> <p>프로그램 제작 과정 공유</p>

3) 2차 델파이 결과

1차 델파이 조사를 반영하여 2차 델파이 조사를 시행하였다. 2차 델파이 조사 분석 결과 내용 타당도(CVR) 값은 0.94로 기준 값(0.62)을 만족하였으며, 수렴도와 합의도는 각각 0.30, 0.85로 타당성을 확인하였다. 또한, 안정도 값은 0.11로 일치성이 높아 안정도가 확보되었음을 확인하였다. 2차 델파이 조사 분석 결과는 다음과 같다.

<표 IV-6> 1, 2차 델파이 조사 분석 결과

구분	평균	수렴도	합의도	안정도	CVR
기준 값	5점 척도	0.5이하	0.75 이상	0.5 이하	0.62이상
1차 결과	4.08	0.35	0.82	0.16	0.63
2차 결과	4.28	0.3	0.85	0.11	0.94



[그림 IV-1] 1, 2차 델파이 조사 분석 결과 그래프

<표 IV-7> 2차 델파이 조사 분석 결과

구분		M	Md	수렴도	합의도	안정도	CVR	
소 통 중 심 모 델	1 단 계	Q1-1	4.30	4.00	0.38	0.81	0.11	1.00
		Q1-2	4.00	4.00	0.00	1.00	0.11	0.80
		Q1-3	4.30	4.00	0.38	0.81	0.11	1.00
	2 단 계	Q2-1	4.10	4.00	0.00	1.00	0.13	0.80
		Q2-2	4.20	4.00	0.00	1.00	0.10	1.00
		Q2-3	4.60	5.00	0.50	0.80	0.11	1.00
	3 단 계	Q3-1	4.40	4.00	0.50	0.75	0.11	1.00
		Q3-2	4.10	4.00	0.00	1.00	0.13	0.80
		Q3-3	4.20	4.00	0.00	1.00	0.10	1.00
공 유 중 심 모 델	1 단 계	Q1-1	4.20	4.00	0.00	1.00	0.10	1.00
		Q1-2	4.40	4.00	0.50	0.75	0.11	1.00
		Q1-3	4.40	4.00	0.50	0.75	0.11	1.00
	2 단 계	Q2-1	4.20	4.00	0.38	0.81	0.14	0.80
		Q2-2	4.30	4.00	0.50	0.75	0.15	0.80
		Q2-3	4.30	4.00	0.38	0.81	0.11	1.00
	3 단 계	Q3-1	4.40	4.00	0.50	0.75	0.11	1.00
		Q3-2	4.40	4.00	0.50	0.75	0.11	1.00
		Q3-3	4.30	4.00	0.38	0.81	0.11	1.00
전체 평균		4.28	4.06	0.30	0.85	0.11	0.94	

2. 프로그램 적용 결과

1) 프로그램 적용 방법

본 연구에서는 메타버스 기반 SW 교수-학습 모델을 기반으로 SW 교육 프로그램을 개발하여 학습자에 유의미한 영향을 미치는지 확인하기 위하여 실제 학교 현장에서 프로그램을 적용하여 사전·사후 조사를 시행하였다. 프로그램 참여 대상은 제주도 소재 H고등학교 학생 1, 2학년 26명을 대상으로 SW 교육에 관심이 있는 학생을 모집하여 총 6시간(2시간 × 3차시)으로 C-UMC(소통 중심 모델) 4시간, S-DMM(공유 중심 모델) 2시간에 걸쳐 진행되었다.

본 연구에서는 프로그램의 적용으로 인한 학습자의 변화를 측정하기 위하여 SW 기초 교육 효과성 측정 도구(홍성연 외 4인, 2021)를 사용하였다. 본 측정 도구는 대학에서 비전공자를 대상으로 한 SW 기초교육의 효과성 측정을 위한 도구로 'SW 인식', 'SW 태도', '컴퓨팅사고력', 'SW문해력'의 4개 영역과 25개 측정지표, 46개 문항으로 구성되어있다. 본 설문 문항의 신뢰도는 0.890 ~ 0.978로 모든 영역에서 높은 일치도를 확인하였다. 본 연구에서는 46개의 문항에서 고등학교 학생에게 적합하도록 문항 내용을 일부 삭제하였으며, '메타버스 인식'에 관한 문항을 추가하여 총 26개 문항으로 재구성하였다.

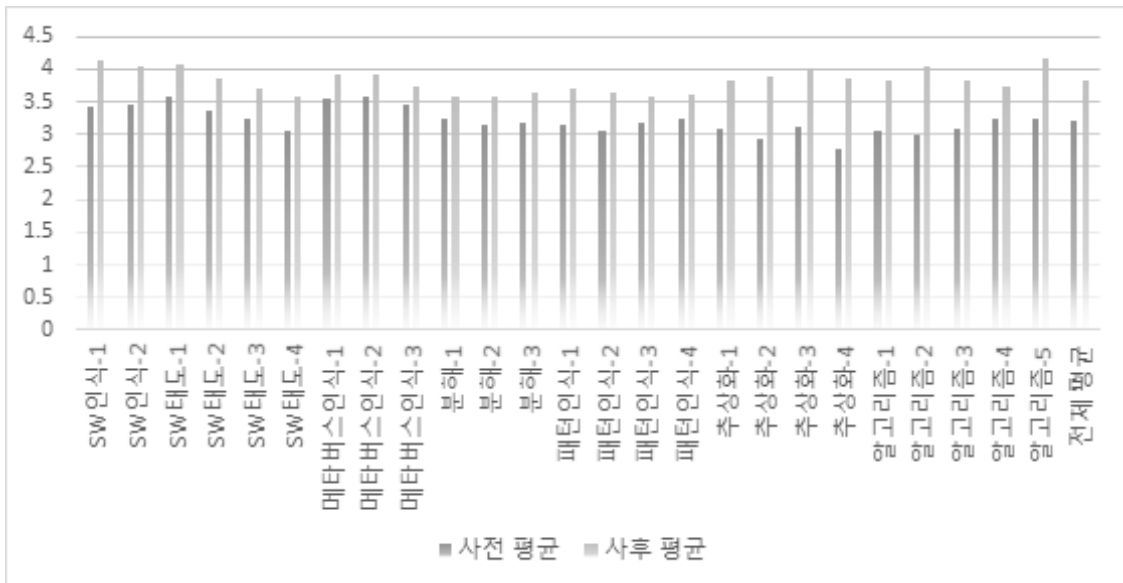
2) 사전·사후 조사 결과

본 연구에서 제시한 메타버스 기반 SW 교육 프로그램을 적용한 후 학습자의 SW 효과성을 측정하기 위해 사전·사후 검사를 시행하였다. 검사의 결과는 다음 <표 IV-7>과 같다.

<표 IV-8> 사전·사후 검사 기술 통계

구분	문항	사전		사후	
		M	SD	M	SD
SW 인식	나는 SW 교육은 나의 일상생활 문제를 해결하는 데 도움이 될 것으로 생각한다.	3.42	1.15	4.12	0.85
	나는 SW 교육이 타 교과목을 학습하는 데 도움이 될 것으로 생각한다.	3.46	1.22	4.04	0.81
SW 태도	나는 앞으로 SW를 계속 배우고 싶다.	3.58	1.12	4.08	0.87
	나는 SW 수업을 통해 SW에 관한 관심이 커졌다.	3.35	1.00	3.85	0.72
	나는 주어진 문제의 해결 방법을 논리적으로 설명하는 데 자신이 있다.	3.23	0.93	3.69	0.82
	나는 컴퓨팅 사고를 적용하여 문제를 해결하는 데 자신이 있다.	3.04	0.90	3.58	0.63
메타 버스 인식	나는 메타버스 수업을 통해 메타버스에 대한 관심이 커졌다.	3.54	0.97	3.92	0.78
	나는 메타버스 수업을 다른 학생들에게 추천하고 싶다.	3.58	1.01	3.92	0.62
	나는 앞으로 메타버스 환경을 활용하여 다양한 교과목을 배우고 싶다.	3.46	0.89	3.73	0.71
분해	나는 복잡한 문제나 활동을 내가 해결할 수 있는 수준으로 나눌 수 있다.	3.23	0.70	3.58	0.69
	나는 복잡한 문제를 조건에 따라서 나누어 생각할 수 있다.	3.15	0.82	3.58	0.84
	나는 분해된 문제를 단계적으로 해결하여 궁극적으로 최종적인 문제를 풀 수 있다.	3.19	0.83	3.65	0.87
패턴 인식	나는 복잡한 문제들 안에서 적용되는 규칙이나 패턴들을 발견할 수 있다.	3.15	0.82	3.69	0.67
	나는 단순하게 나누어진 문제들에서 공통점 또는 규칙성을 발견할 수 있다.	3.04	0.90	3.65	0.62
	나는 유사한 문제들은 유사한 방법을 사용하여 해결할 수 있다.	3.19	0.73	3.58	0.49
	나는 문제에서 반복적인 패턴을 찾아낼 수 있다.	3.23	0.80	3.62	0.56

구분	문항	사전		사후	
		M	SD	M	SD
추상화	나는 문제의 해결에 필요하지 않은 요소들을 제거할 수 있다.	3.08	0.78	3.81	0.79
	나는 문제를 바라보는 관점에 따라 핵심요소를 파악할 수 있다.	2.92	0.78	3.88	0.64
	나는 복잡한 사물이나 현상에서 핵심적인 특성을 중심으로 간략하게 표현할 수 있다.	3.12	0.70	4.00	0.55
	나는 유사한 문제들을 하나의 공통 문제 유형으로 정리할 수 있다.	2.77	0.85	3.85	0.46
알고리즘	나는 복잡한 일을 효율적으로 처리하기 위하여 절차나 과정을 순서대로 정리할 수 있다.	3.04	0.81	3.81	0.48
	나는 문제 해결 과정에서 반복되는 부분을 찾아 정리할 수 있다.	3.00	0.78	4.04	0.81
	나는 조건에 따라 달라지는 절차를 나누어 생각할 수 있다.	3.08	0.78	3.81	0.56
	나는 복잡한 문제를 해결하기 위해 먼저 그 문제의 해결 단계나 절차를 생각할 수 있다.	3.23	0.64	3.73	0.44
	나는 문제를 어떻게 해결할 수 있는지에 관한 순서를 표현할 수 있다.	3.23	0.75	4.15	0.53
전체 평균		3.21	0.87	3.81	0.67



[그림 IV-2] 사전·사후 검사 평균값 그래프

사전, 사후 조사에서는 전체 평균값이 각각 3.21, 3.81임을 확인하였다. 이에 관하여 사전·사후 조사에서 유의미한 차이가 있는 것을 확인하기 위하여 대응표본 t-검정을 시행하였다. 대응표본 t-검정은 문항마다 사전 조사 결과와 사후 조사 결과를 비교하여 분석 결과를 도출하였다. 각 문항별 사전·사후 분석 결과는 다음과 같다.

<표 IV-9> 사전·사후 검사 대응표본 t-검정 결과(**p<.001)

구분	문항	M	SD	t	p
SW 인식	SW인식-1	-0.69	0.838	-4.215***	<.001
	SW인식-2	-0.58	0.857	-3.434	0.002
SW 태도	SW태도-1	-0.50	0.648	-3.934***	<.001
	SW태도-2	-0.50	0.812	-3.138	0.004
	SW태도-3	-0.46	0.706	-3.333	0.003
	SW태도-4	-0.54	0.706	-3.889***	<.001
메타 버스 인식	메타버스인식-1	-0.38	0.752	-2.606	0.015
	메타버스인식-2	-0.35	0.745	-2.368	0.026
	메타버스인식-3	-0.27	0.533	-2.573	0.016
분해	분해-1	-0.35	0.629	-2.807	0.010
	분해-2	-0.42	0.703	-3.070	0.005
	분해-3	-0.46	0.582	-4.045***	<.001
패턴 인식	패턴인식-1	-0.54	0.647	-4.244***	<.001
	패턴인식-2	-0.62	0.752	-4.170***	<.001
	패턴인식-3	-0.38	0.637	-3.077	0.005
	패턴인식-4	-0.38	0.697	-2.813	0.009
추상화	추상화-1	-0.73	0.827	-4.503***	<.001
	추상화-2	-0.96	0.916	-5.354***	<.001
	추상화-3	-0.88	0.766	-5.892***	<.001
	추상화-4	-1.08	0.796	-6.897***	<.001

구분	문항	M	SD	t	p
알고리즘	알고리즘-1	-0.77	0.815	-4.811***	<.001
	알고리즘-2	-1.04	0.958	-5.525***	<.001
	알고리즘-3	-0.73	0.874	-4.261***	<.001
	알고리즘-4	-0.50	0.707	-3.606	0.001
	알고리즘-5	-0.92	0.688	-6.838***	<.001

각 문항별로 사전·사후 검사 결과를 대응 표본 t-검정으로 분석한 결과, ‘SW인식-1’, ‘SW태도-1, 4’, ‘분해-3’, ‘폐턴인식-1, 2’, ‘추상화-1, 2, 3, 4’, ‘알고리즘-1, 2, 3, 5’에서 통계적으로 유의미한 $p < .001$ 을 확인하였다.

이러한 분석 결과를 바탕으로 교육 프로그램의 적용이 ‘분해’, ‘폐턴인식’, ‘추상화’, ‘알고리즘’ 영역에서 유의미한 차이를 이끌어냄을 검증하였다. 이는 ‘컴퓨팅 사고력’ 영역에서 주로 유의미한 효과를 보였으며 특히 ‘추상화’와 ‘알고리즘’에서 높은 학습 효과를 보인 것을 확인할 수 있다.

이에 반해, ‘SW 인식’, ‘SW 태도’, ‘메타버스 인식’ 영역에서는 유의확률(p)이 낮은 수치를 확인할 수 있었다. 이는 설문 대상이 SW와 메타버스에 관심이 많아 SW 교육에 대한 인식과 태도, 메타버스에 대한 인식이 교육 프로그램을 적용하기 전부터 높은 수치를 갖고 있었다고 해석할 수 있다.

V. 결론

본 연구에서는 메타버스 플랫폼을 활용한 SW 교육의 효과를 높이기 위하여 ‘소통’과 ‘공유’를 중심으로 학습 내용에 따른 SW 교수-학습 모델 및 프로그램을 개발하고 이를 현장에 적용하여 교육적 효과를 검증하였다.

본 연구의 구체적인 개발 과정은 다음과 같다.

첫째, 메타버스 기반 SW 교수-학습 모델을 개발하기 위하여 메타버스 플랫폼, SW 교수-학습 모델, SW 교육 프로그램 등에 관한 선행연구 분석을 진행하였다. 메타버스를 기반으로 한 다양한 교육 프로그램 연구 사례를 통하여 메타버스 기반 교육의 효과를 확인하였다.

둘째, 메타버스 플랫폼을 활용한 교육 프로그램 적용을 위하여 추상화 및 알고리즘을 학습하기 위한 소통 중심 모델(C-UMC)과 프로그래밍 실습을 위한 공유 중심 모델(S-DMM)을 개발하였다. 기존 연구에서 제시한 교수-학습 모델을 선정하여 메타버스 주요 특징인 ‘공유’와 ‘소통’을 중심으로 교수-학습 방법을 제시하였다.

셋째, 본 연구에서 개발한 교육 모델의 타당성을 검증하기 위하여 전문가 집단의 델파이 조사를 통해 타당성을 입증하였다. 전문가 집단은 SW 교육 경험이 5년 이상으로 선정하였으며 총 2회의 델파이 조사를 거쳐 타당도 검사를 진행하였다. 델파이 조사 분석 결과에서 안정도, 수렴도, 합의도, 타당도가 만족함을 확인하였다.

넷째, 개발한 교수-학습 모델을 적용하기 위하여 메타버스 기반 교육 프로그램을 개발하였다. 메타버스 플랫폼은 의사소통형 플랫폼인 ‘ZEP’을 사용하였으며, 소통 중심 모델(C-UMC) 4시간, 공유 중심 모델(S-DMM) 2시간으로 추상화와 알고리즘에 관한 내용과 프로그래밍 실습을 위한 교육 프로그램을 구성하였다.

다섯째, 학교 현장에서 고등학교 학생을 대상으로 프로그램을 적용하고 효과를 분석하였다. 프로그램 참여 대상은 고등학생 1, 2학년 학생 26명으로 SW 교육에 관심이 있는 학생을 모집하여 진행하였다. 학습자의 변화를 측정하기 위하여 SW 기초 교육 효과성 측정도구를 사용하였으며 사전, 사후 조사를 진행하여 대응표본 t-검정을 실시하였다. 효과 분석 결과 컴퓨팅 사고 영역 중 ‘분해’, ‘패턴인식’, ‘추상화’, ‘알고리즘’에서 통계적으로 유의미한 결과를 확인하였다.

본 연구의 시사점은 다음과 같다.

첫째, 메타버스 기반 다양한 SW 교육 프로그램이 개발될 필요가 있다. 본 연구에서는 메타버스를 활용하여 교수-학습 모델을 개발하였다. 이에 메타버스가 갖고 있는 특징인 ‘소통’과 ‘공유’를 중심으로 학습 내용을 ‘추상화’, ‘알고리즘’과 ‘프로그래밍’으로 나누어 교수-학습 모델을 제시하였다. 이처럼 메타버스 플랫폼을 활용하여 학습 내용에 따라 다양한 교육 프로그램이 개발된다면 학습자의 흥미와 몰입도를 이끌고 다양한 학습 자료를 사용하여 학습 효과를 높일 수 있을 것이다.

둘째, 메타버스 기반 SW 교육 프로그램은 컴퓨팅 사고력 신장에 유의미한 효과가 있다. 실제 학교 현장에서 적용한 결과 ‘SW 인식’, ‘SW 태도’, ‘메타버스 인식’에서는 다소 낮은 유의미한 결과를 확인할 수 있었다. 그러나 컴퓨팅 사고 영역 중 ‘분해’, ‘패턴인식’, ‘추상화’, ‘알고리즘’의 문항에서 유의미한 결과를 확인할 수 있었다. 특히, ‘추상화’와 ‘알고리즘’ 문항에서는 높은 유의 확률(p)을 보이며 본 연구에서 적용한 교육 프로그램의 학습 내용(추상화, 알고리즘)에 관한 효과를 입증할 수 있었다.

향후 후속 연구에서는 메타버스 플랫폼을 활용한 세부적인 학습 내용에 따른 교수-학습 모델 및 교육 프로그램을 추가로 개발하고 지속적으로 개선하여 교육현장에서 적용하는 것을 목표로 한다. 이를 통해 학습자의 학습 효과를 높일 수 있을 것으로 기대한다.

[참고 문헌]

- 강용주 (2008). 텔파이 기법의 이해와 적용사례. 성남: 한국장애인고용공단 고용개발원.
- 계보경 외 (2021). 메타버스(Metaverse)의 교육적 활용 : 가능성과 한계. 한국교육학술정보원, 2021 KERIS 이슈리포트 연구자료, 21(3).
- 고현주 (2022). 메타버스 플랫폼 기반의 플립 러닝이 초등학생의 학습 몰입도에 미치는 영향. 석사학위논문, 대구교육대학교 교육대학원.
- 교육부 (2015). 2015개정 정보과 교육과정. 교육부.
- 교육부 (2015). 2015개정교육과정 총론. 교육부.
- 김경년 (2021). 거울뉴런(mirror neurons)의 이해 및 탐색: 상징적 상호작용론과 관계 및 교육학적 의미. 教育學研究, 59(8), 171-201.
- 김미용, 배영권 (2013). 스마트교육 수업 설계 모형 개발. 한국콘텐츠학회논문지, 13(1), 467-481.
- 김상균 (2021). 메타버스 새로운 기회. 서울:베가북스.
- 김상홍 (2019). 플립러닝기반 SW교육 효과성 분석. 교육논총, 39(2), 1-20.
- 김영직, 김성식 (2019). 컴퓨팅 사고력 기반 테스트 중심 문제해결 학습 모형 연구. 컴퓨터교육학회 논문지, 22(6), 43-55.
- 김진숙 외 (2015). SW교육 교수학습모델 개발 연구. 한국교육학술정보원.
- 노승용 (2006). 텔파이 기법(Delpi Technique): 전문적 통찰로 미래예측하기. 국토, 299, 53-62.
- 문준성, 김성백 (2022). 메타버스를 활용한 컴퓨팅 관점의 추상화 학습 콘텐츠 개발 연구. 컴퓨터교육학회 논문지, 25(1), 73-82.
- 박성진 외 (2018). 게이미피케이션 콘텐츠가 과학 수업에 미치는 영향. 현장과학 교육, 12(1), 75-84.
- 박혜란 (2022). ADDIE 모형을 적용한 수업 만족도 연구. 인문사회 21, 13(2), 1667-1678.
- 서동용 (2020). 교육부 일반대학 2020년도 1학기 원격수업 관련 설문조사 연구 결과. 교육부.

- 안미리 외 (2020). 국내 게임기반학습과 교육 게이미피케이션 설계연구에 대한 체계적 문헌분석. *교육정보미디어연구*, 26(3), 425-454.
- 양병석 외 (2016). 효과적인 초중고 SW 온라인 교육체계연구 - 레파지토리와 평가를 중심으로. *소프트웨어정책연구소*.
- 오연주 (2021). 메타버스가 다시 오고 있다 - 메타버스를 둘러싼 기술적·경제적·사회적 기회와 현안 -. *한국정보화진흥원, 스페셜리포트* 21(3).
- 윤승배 (2022). 효과적인 비대면 교육을 위한 LMS 연동 체험형 메타버스 플랫폼 연구. *박사학위논문, 한성대학교 대학원*.
- 이경은, 장동련 (2021). 메타버스 환경을 위한 참여형 브랜드드 게이미피케이션 연구 - 글로벌 브랜드 사례를 중심으로-. *브랜드디자인학연구*, 19(2), 277-289.
- 이영호, 구덕희 (2015). 백워드 설계 모형을 적용한 소프트웨어 교과의 교수설계에 관한 연구. *정보교육학회논문지*, 19, 409-418.
- 이종성 (2001). *텔파이 방법*. 서울: 교육과학사.
- 이지혜 (2019). 가상현실 기반교육 활성화 방안에 관한 연구. *한국디자인문화학회지*, 25(1), 357-366.
- 이철현 (2017). 컴퓨팅 사고력 기반 실생활 문제해결학습이 초등학생의 컴퓨팅 사고력 향상에 미치는 효과. *實科教育研究*, 23(4), 91-107.
- 이학경 외 (2020). 파이썬과 팀 공유정신모형을 활용한 SW교육 방법의 설계. *정보교육학회논문지*, 24(1), 1-10.
- 임태형 외 (2021). 메타버스를 활용한 고등학생 진로체험 프로그램 사용자 경험 분석. *학습자중심교과교육연구*, 21(15), 679-695.
- 장영록 외 (2015). 초중등 ICT-SW 교육 강화를 위한 실천방안 기획연구. *미래창조과학부*.
- 전용주 (2017). 새로운 교육과정의 소프트웨어 교육을 위한 컴퓨팅 사고력 기반 창의적 문제해결(CT-CPS) 수업모형의 개발 및 적용. *박사학위논문, 한국교원대학교, 경북*.
- 전용호 (2015). 구성주의 학습이론을 적용한 프로그래밍 언어교육에 관한 연구. *석사학위논문, 연세대학교, 서울*.

- 전수진 (2017). SW 교육에서의 컴퓨팅 사고력 기반 디자인 중심 모형(NDIS)의 효과분석. 컴퓨터교육학회 논문지, 20(2), 13-21.
- 정인기 (2015). 초등학교 소프트웨어 교육에서 ‘정보’ 영역의 성취 목표 및 교수-학습 방법에 관한 연구. 정보교육학회논문지, 19(4), 499-508.
- 하희정 (2017). SW코딩기반 메이커교육용 교수학습모형 개발. 석사학위논문, 경인교육대학교.
- 홍성연 외 (2021). 대학 소프트웨어 기초교육 효과성 측정도구 개발. 컴퓨터교육학회 논문지, 24(1), 37-46.
- Ariyadewa, P. D., Wathsala, W.V., Pradeepan, V., Perera, R.P.D.D.T., & Atukorale, D.A.S. (2010). Virtual Learning Model for Metaverses. International Conference on Advances in ICT for Emerging Regions (ICTer), 81-85.
- Beom, W. (2019). Analysis of realistic educational content policy trends and cases using VR and AR. National IT Industry Promotion Agency, Issue Report, 2019-15.
- KERIS (2021). 메타버스의 교육적 활용 : 가능성과 한계. 한국교육학술정보원.
- Kuznetcova, I., & Glassman, M. (2018). Rethinking the use of Multi-User Virtual Environments in education. Technology, Pedagogy and Education, 29(4), 389-405.
- Melendez Araya, N. M., & Hidalgo Avila, R. S. (2018). Collaborative learning through integration of environments real and virtual-immersive. International Conference of the Chilean Computer Science Society (SCCC), 1-8.
- Nowlan, N. S., Hartwick, P., & Arya, A. (2018). Skill assessment in virtual learning environments. IEEE International Conference on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications (CIVEMSA), Ottawa, ON, Canada, 1-6.
- Schlemmer, E., & Marson, F. (2013). Immersive Learning: Metaversos e Jogos

Digitais na Educação. Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI), 1-7.

Tamai, M., Inaba, M., Hosoi, K., Thawonmas, R., Uemura, M., & Nakamura, A. (2011). Constructing Situated Learning Platform for Japanese Language and Culture in 3D Metaverse. International Conference on Culture and Computing(Culture Computing), 20-22.

[ABSTRACT]

Studying a Metaverse-based Teaching-learning Model

Jun Seong Moon

Graduate School of Jeju National University
(Major in Software Convergence Education)

Supervised by Professor Seong Baeg Kim

Recently, a term ‘metaverse’ has been re-emerged and the attention is growing. The term, which first appeared in 1992, is a new word that combines two words of ‘meta’ meaning virtual and ‘universe’ meaning universe. Due to COVID-19, an ‘on-tact’ society, which means connection to the outside world through online, has emerged, and many activities have been switched from offline to online. As such an on-tact society develops, various metaverse platforms appear, and interest of metaverse is increasing, centered on fields such as living and education. In particular, its use in education is growing by revealing three characteristics: ‘a space for new social communication’, ‘high degree of freedom that enables creating and sharing’, and ‘providing new experiences and high level immersion in a virtual environment’.

SW education is necessary to cultivate creative and convergent talents that students should have in the era of the 4th Industrial Revolution. Accordingly,

information and computer course were made compulsory, beginning from the 2015 revised curriculum, and the National Strategy for Artificial Intelligence emphasized the importance of providing SW and AI learning opportunities to strengthen elementary, middle, and high school students' computational thinking skills.

However, it is difficult to develop and apply appropriate teaching-learning methods for SW education, and there are not enough educational programs yet. In addition, education is often limited to simply delivering knowledge or learning merely programming skills without focusing on abstraction and automation that should be learned through SW education.

This study aims to verify educational effects by developing and applying a metaverse-based SW teaching-learning model and program. The overall research and development process is as follows.

First, a teaching-learning model was developed to utilize the metaverse platform through the analysis of the existing research cases. The teaching-learning model is composed of both communication-oriented model (C-UMC) for learning abstraction and algorithms, and sharing-oriented model (S-DMM) for programming skills. It is intended to enhance the learning effect of SW education, focusing on communication and sharing among the characteristics that metaverse can provide effectively.

Second, the derived teaching-learning model was revealed to be valid by Delphi survey through a group of experts. Delphi survey was conducted two times, and the teaching-learning model proposed in this study was fine-tuned by collecting expert opinions.

Third, based on the derived teaching-learning model, a metaverse-based SW education program was applied and analyzed in a secondary school. The 26 high school students participated in the program for a total of 6 hours (2 hours × 3 sessions). In order to measure the change of learners, a SW basic education effectiveness measurement tool was used, and a t-test for response samples

was performed through a pre- and post-investigation. As a result of the effect analysis, statistically significant results were obtained in 'decomposition', 'pattern recognition', 'abstraction', and 'algorithm' related to the measurement of computational thinking, compared to less significant results in 'SW recognition', 'SW attitude', and 'metaverse recognition'.

The implications of this study are as follows.

First, in order to increase learners' interest and immersion, it is necessary to develop a metaverse-based SW teaching-learning model and a model-based education program.

Second, the proposed metaverse-based SW education programs have a significant effect on improving computational thinking.

In this paper, I developed and demonstrated the effectiveness of metaverse-based SW teaching-learning models and programs. If the teaching-learning model derived as a result of this study is applied to SW education, it is expected to increase the learning effect of the SW education and to improve computational thinking that is a key learning element of SW education.

[부록]

부록 1. 교육 모델의 적절성 - 소통 중심 모델(C-UMC)

소통 중심 모델(C-UMC)		응답				
		1	2	3	4	5
1 : 매우 그렇지 않다 ↔ 5 : 매우 그렇다						
1단계						
놀이	학습자는 주어진 놀이 활동을 메타버스 내의 아바타와 소통하며 보다 몰입하여 활동을 체험할 수 있다.					
	학습자는 제공된 체험 활동을 통해 알고리즘을 관찰하고 탐색할 수 있다.					
	학습자는 미션, 경쟁, 보상 등을 위하여 교수자 또는 타 학습자와 소통하며 상호작용할 수 있다.					
(수정 및 보완 의견)						
2단계						
수정	학습자는 교수자가 제시한 메타버스 환경과 소통하며 자신이 원하는 모습으로 모듈을 수정할 수 있다.					
	학습자는 수정 활동에서 프로그래밍의 문법이나 알고리즘의 이해에 관한 지식과 기능을 이해할 수 있다.					
	학습자는 교수자 또는 타 학습자와 실시간으로 소통하여 수정 활동에 관한 피드백을 제공하거나 제공 받을 수 있다.					
(수정 및 보완 의견)						
3단계						

소통 중심 모델(C-UMC)		응답				
		1	2	3	4	5
1 : 매우 그렇지 않다 ↔ 5 : 매우 그렇다						
재구성	학습자는 다양한 체험 활동을 통해 관찰한 알고리즘을 분해, 연결, 확장하여 자신만의 알고리즘을 설계할 수 있다.					
	학습자는 체험 활동을 재구성하며 패턴을 인식하거나 자동화를 위한 추상화 과정을 이해할 수 있다.					
	학습자는 재구성된 다양한 체험 활동에서 아바타나 제시된 환경 등의 입체적인 소통을 통해 자신의 지식을 확장할 수 있다.					
(수정 및 보완 의견)						
소통	학습자는 '아바타와의 소통'을 통해 몰입하여 학습 활동을 체험할 수 있다.					
	학습자는 '환경과의 소통'을 통해 제공된 콘텐츠의 놀이·수정·재구성 활동을 적극적으로 수행할 수 있다.					
	학습자는 메타버스 환경에서 시·공간적 제약을 벗어나 학습자와 교수자와 소통할 수 있는 '타인과의 소통'을 통해 팀 프로젝트, 경쟁, 피드백 제공 등의 상호작용을 할 수 있다.					
(수정 및 보완 의견)						

부록 2. 교육 모델의 적절성 - 공유 중심 모델(S-DMM)

공유 중심 모델(S-DMM)		응답				
		1	2	3	4	5
1 : 매우 그렇지 않다 ↔ 5 : 매우 그렇다						
1단계						
시연	학습자는 온·오프라인 환경을 통해 제공받은 설명이나 표준 모델을 제한없이 반복하여 학습할 수 있다.					
	교수자는 학습의 도움을 주기 위한 표준 모델을 제시하기 위하여 다양한 자료(학습지, 실습 파일 등)를 제공할 수 있다.					
	학습자는 자신을 포함한 전체 학습자의 주요 질문을 실시간으로 공유 받으며 지속적인 도움을 받을 수 있다.					
(수정 및 보완 의견)						
2단계						
모방	학습자는 메타버스 환경에서 자유롭게 질문하거나 공유된 자료 등을 보며 다양한 모방을 제한 없이 시도할 수 있다.					
	학습자는 모방 단계에서 프로그래밍을 실습하며 질문과 답변을 통해 자연스럽게 문법을 이해할 수 있다.					
	학습자는 자신 또는 타 학습자가 제작한 모방 모델을 서로 공유하여 다양한 모델을 접하면서 지식을 확장할 수 있다.					
(수정 및 보완 의견)						
3단계						

공유 중심 모델(S-DMM)		응답				
		1	2	3	4	5
1 : 매우 그렇지 않다 ↔ 5 : 매우 그렇다						
제작	학습자는 시연과 모방의 단계에서 배운 내용을 토대로 자신이 원하는 프로그램을 직접 제작할 수 있다.					
	학습자는 프로그래밍을 통한 자동화 능력과 SW 개발 역량을 함께 기를 수 있다.					
	학습자는 자신과 타 학습자의 프로그램을 서로 공유하며 오류 검출/교정 등을 실시간으로 피드백 받을 수 있다.					
(수정 및 보완 의견)						
공유	학습자는 '자신과의 공유'를 통해 자신이 모방하거나 제작한 프로그램을 공유하며 자신의 학습 상태를 진단할 수 있다.					
	학습자는 '타인과의 공유'를 통해 다양한 모델을 접하며 지식을 확장할 수 있다.					
	학습자는 '환경과의 공유'를 통해 실시간으로 공유되는 리더보드(점수, 랭킹, 현재 상태)를 통하여 보다 적극적인 참여 태도를 가질 수 있다.					
(수정 및 보완 의견)						

부록 3. 사전·사후 설문 조사

사전 설문 조사		응답				
		1	2	3	4	5
1 : 매우 그렇지 않다 ↔ 5 : 매우 그렇다						
SW	나는 SW 교육은 나의 일상생활 문제를 해결하는데 도움이 될 것이라 생각한다.					
인식	나는 SW 교육이 타 교과목을 학습하는데 도움이 될 것이라 생각한다.					
(선택) 위와 같이 생각하는 이유는 무엇입니까?						
SW 태도	나는 앞으로 SW를 계속 배우고 싶다.					
	나는 SW 수업을 통해 SW에 대한 관심이 커졌다.					
	나는 주어진 문제의 해결 방법을 논리적으로 설명하는데 자신이 있다.					
	나는 컴퓨팅 사고를 적용하여 문제를 해결하는데 자신이 있다.					
(선택) 위와 같이 생각하는 이유는 무엇입니까?						
메타 버스 인식	나는 메타버스 수업을 통해 메타버스에 대한 관심이 커졌다.					
	나는 메타버스 수업을 다른 학생들에게 추천하고 싶다.					
	나는 앞으로 메타버스 플랫폼을 활용하여 다양한 교과목을 배우고 싶다.					
(선택) 위와 같이 생각하는 이유는 무엇입니까?						
분해	나는 복잡한 문제나 활동을 내가 해결할 수 있는 수준으로 나눌 수 있다.					
	나는 복잡한 문제를 조건에 따라서 나누어 생각할 수 있다.					
	나는 분해된 문제를 단계적으로 해결하여 궁극적으로 최종적인 문제를 풀 수 있다.					
(선택) 위와 같이 생각하는 이유는 무엇입니까?						

사전 설문 조사		응답				
		1	2	3	4	5
1 : 매우 그렇지 않다 ↔ 5 : 매우 그렇다						
패턴 인식	나는 복잡한 문제들 안에서 적용되는 규칙이나 패턴들을 발견할 수 있다.					
	나는 단순하게 나누어진 문제들에서 공통점 또는 규칙성을 발견할 수 있다.					
	나는 유사한 문제들은 유사한 방법을 사용하여 해결할 수 있다.					
	나는 문제에서 반복적인 패턴을 찾아낼 수 있다.					
(선택) 위와 같이 생각하는 이유는 무엇입니까?						
추상화	나는 문제의 해결에 필요하지 않은 요소들을 제거할 수 있다.					
	나는 문제를 바라보는 관점에 따라 핵심 요소를 파악할 수 있다.					
	나는 복잡한 사물이나 현상에서 핵심적인 특성을 중심으로 간략하게 표현할 수 있다.					
	나는 유사한 문제들을 하나의 공통 문제 유형으로 정리할 수 있다.					
(선택) 위와 같이 생각하는 이유는 무엇입니까?						
알고리즘	나는 복잡한 일을 효율적으로 처리하기 위하여 절차나 과정을 순서대로 정리할 수 있다.					
	나는 문제 해결 과정에서 반복되는 부분을 찾아 정리할 수 있다.					
	나는 조건에 따라 달라지는 절차를 나누어 생각할 수 있다.					
	나는 복잡한 문제를 해결하기 위해 먼저 그 문제의 해결 단계나 절차를 생각할 수 있다.					
	나는 문제를 어떻게 해결할 수 있는지에 관한 순서를 표현할 수 있다.					
(선택) 위와 같이 생각하는 이유는 무엇입니까?						