



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](#)

교육학석사 학위논문

비디오 모델링 기반 수학 연산  
증강현실 프로그램이 지적장애  
학생의 수학 학습에 미치는 효과

2022년 2월

서울대학교 대학원  
협동과정 특수교육전공  
채창희

비디오 모델링 기반 수학 연산  
증강현실 프로그램이 지적장애  
학생의 수학 학습에 미치는 효과

지도교수 김 동 일

이 논문을 교육학 석사 학위논문으로 제출함  
2022년 2월

서울대학교 대학원  
교육학과 협동과정 특수교육전공  
채 창 회

채창회의 석사 학위논문을 인준함  
2022년 2월

위 원 장     김 창 대     (인)

부위원장     신 윤 정     (인)

위     원     김 동 일     (인)

## 국문초록

본 연구의 목적은 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램이 중학교 1학년 지적장애학생의 연산능력과 수학학습태도에 미치는 영향을 살펴보는 것이다. 본 연구의 목적을 위하여 인천 소재 M중학교 3명을 대상으로 하였으며 대상자간 중다기초선 설계를 적용하였다. 실험 도구는 ‘BASA 수학나침반: 수학연산편 (김동일, 2020)을 기반으로 연구자가 증강현실 앱을 통해 비디오 모델링 기법을 접목한 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램을 개발하였으며 전문가 3인에 의해 내용타당도를 검증받았다. 중재는 연구자 1인으로 학생과 1:1로 8주 동안 주1~3회, 회기 당 약 45분씩 총 14 회기를 실시하였으며, 방과 후 학생이 재학 중인 학교 특수학급 교실에서 중재를 실시하였다. 연산능력 측정을 위한 검사도구는 B ASA-MATH검사와 연산 수행평가지이며 학습태도를 평가하기 위한 검사도구는 수학학습태도검사이다. 중재의 유지효과를 알아보기 위해 중재가 끝난 1주 후 유지검사를 3회 실시하였다. 프로그램 내용타당도는 평균 96.00%이었고, 중재충실도는 평균 96.67%, 사회적 타당도는 교사는 93.33%, 학생은 95.56%로 나타났다. 대상 A~C의 수학 연산능력 변화를 시각적 분석을 통해 분석하였으며 그래프를 통해 나타내었다. 또한 PND, NAP, Tau-U값을 산출하여 효과크기도 함께 살펴보았다.

본 연구의 주요 결과는 다음과 같다. 첫째, 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램은 중학교 지적장애 학생들의 정확한 연산의 수행과 유창성에 효과적이었다. 기초선 조건 대비 중재 조건에서 대상 학생들의 수학 연산능력이 향상하였으며 이는 통계적으로도 유의하였다. 학생 A~C의 수학 연산능력의 중재 효과 크기는 학생마다 다소 차이가 있으나 전반적으로 중재 기간뿐만 아니라 유지 기간에도 효과가 지속하였다. 둘째, 비디오 모델링 기반

곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램은 중학교 지적장애 학생들의 수학 학습태도 향상에 효과적이었다. 특히 학생 A는 교과에 대한 태도, B는 교과에 대한 학습습관, C는 교과에 대한 자아개념 영역에서 가장 큰 변화를 보여 연구 대상 3명 모두 모든 영역에서 고르게 향상된 모습을 보였다.

본 연구의 결과는 지적장애를 대상으로도 비디오 모델링 중재가 효과가 있으며, 최신 IT 기술과 전통적인 증거기반 비디오 모델링 중재의 결합을 통해 지적장애 중학생의 연산능력과 수학학습태도에 긍정적인 영향을 끼쳐 교육현장에서도 증거기반실제로써 증강현실 기반 비디오 모델링 중재의 활용 가능성을 제시했다는 점을 시사한다.

**주요어 :** 비디오 모델링, 증강현실, 지적장애 학생, 곱셈, 나눗셈, 연산능력, 수학학습태도

**학 번 :** 2020-20243

# 목 차

I. 서론 .....	1
1. 연구의 필요성 및 목적 .....	1
2. 연구문제 .....	7
3. 용어의 정의 .....	7
가. 지적장애 .....	7
나. 증강현실 .....	8
다. 비디오 모델링 .....	8
II. 이론적 배경 .....	9
1. 지적장애 .....	9
가. 지적장애의 정의 .....	9
나. 지적장애 특성 .....	9
다. 지적장애와 연산능력 .....	10
라. 지적장애와 수학학습태도 .....	11
2. 증강현실 .....	12
가. 증강현실의 특성과 유형 .....	12
나. 증강현실의 교육적 활용 .....	14
3. 비디오 모델링 .....	15
가. 비디오 모델링의 개념과 특성 .....	15
나. 1인칭 시점 비디오 모델링 .....	16
다. 비디오 촉진 .....	17
III. 연구방법 .....	18
1. 연구 대상 .....	18
가. 연구 대상 선정 .....	18

나. 연구 대상 특성 .....	19
<b>2. 연구 설계 .....</b>	<b>21</b>
<b>3. 연구 도구 .....</b>	<b>22</b>
가. 대상 선정 도구 .....	22
나. 수행 수준 검사도구 .....	23
다. 실험도구 .....	26
<b>4. 연구 절차 .....</b>	<b>33</b>
가. 실험 기간 .....	33
나. 실험 장소 .....	34
다. 중재자 특성 .....	34
라. 실험 절차 .....	34
<b>5. 자료 수집 및 결과 처리 .....</b>	<b>36</b>
가. 연산능력의 변화 자료 수집 및 처리 .....	36
나. 수학학습태도의 변화 자료 수집 및 처리 .....	39
다. 프로그램 타당도 평가 .....	40
라. 중재 충실도 평가 .....	40
마. 사회적 타당도 .....	41
<b>IV. 연구결과 .....</b>	<b>42</b>
<b>1. 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램이</b> <b>지적장애학생의 수학 연산능력에 미치는 효과 .....</b>	<b>42</b>
가. BASA-MATH 검사 결과 .....	42
나. 곱셈 나눗셈 연산 수행평가지 결과 .....	49
<b>2. 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램이</b> <b>지적장애학생의 수학학습태도에 미치는 효과 .....</b>	<b>51</b>
가. 학생 A .....	54
나. 학생 B .....	56
다. 학생 C .....	58

3. 사회적 타당도 .....	60
V. 논의 및 제언 .....	62
1. 연산능력의 변화 .....	62
2. 수학학습태도의 변화 .....	63
3. 연구의 제한점 및 제언 .....	67
참고문헌 .....	70
부록 .....	86
Abstract .....	113



## 표 목 차

〈표 III-1〉 연구 대상 학생들의 일반적인 특성 .....	19
〈표 III-2〉 연구 대상 학생들의 학습 특성 .....	20
〈표 III-3〉 연산 수행평가지의 문항 구성과 문항 수 .....	24
〈표 III-4〉 수학학습태도 검사 하위요인별 문항 및 문항 수 .....	26
〈표 III-5〉 증강현실 마커 제작 방법 .....	28
〈표 III-6〉 증강현실(AR) 기술을 활용한 교육 콘텐츠의 유형 .....	29
〈표 III-7〉 수학나침반: 수학연산편의 영역별 학습주제 ....	30
〈표 III-8〉 (두 자릿수) X (한 자릿수) 문제 과제 분석 예시 .....	31
〈표 III-9〉 실험 기간 및 회기 수 .....	33
〈표 IV-1〉 BASA-MATH 수학유창성 점수 .....	44
〈표 IV-2〉 대상학생별 수학유창성 수행수준 분석 .....	46
〈표 IV-3〉 각 학생별 수학학습태도 점수 변화 .....	52
〈표 IV-4〉 수학학습태도 검사의 하위 요인별 점수 변화 .....	53
〈표 IV-5〉 학생 A의 수학학습태도 하위 영역별 점수 변화 .....	54
〈표 IV-6〉 학생 B의 수학학습태도 하위 영역별 점수 변화 .....	57
〈표 IV-7〉 학생 C의 수학학습태도 하위 영역별 점수 변화 .....	59

## 그림 목 차

[그림 II-1] Milgram(1994)의 증강현실 정의 .....	13
[그림 III-1] UniteAR 앱 작동 원리 .....	27
[그림 IV-1] 수학유창성 점수 변화 .....	45
[그림 IV-2] 대상학생들의 각 단계별 형성평가 결과 .....	50
[그림 IV-3] 학생별 수학학습태도 점수의 변화 .....	52
[그림 IV-4] 하위 요인별 점수 변화 .....	53

# I. 서론

## 1. 연구의 필요성 및 목적

수학은 우리의 삶과 매우 밀접한 관련이 있다. 예를 들어, 평소에 우리가 쉽게 접하고 자주 이용할 수 있는 시간을 보는 것, 물건을 사고 거스름돈을 받는 것, 여행 목적지에 도착하기 위한 시간을 계산하는 것, 그리고 키나 몸무게를 재는 것 등 평범한 하루를 보내는 동안 수학을 사용하는 여러 상황과 마주하게 된다. 즉 우리는 단위 계산, 시간 관리, 그리고 돈의 효율적인 관리와 같은 매일 반복되는 일상에서 다양한 활동에 수학적 능력을 쓰고 있다(Cihak & Foust, 2008). 미 학술원에서 발표한 ‘Mathematical Science in 2025’에서도 의학·일기예보·커뮤니케이션·인터넷 등 우리 실생활과 밀접한 관계가 있는 여러 분야에서 수학이 핵심역할을 하고 있다는 분석의 보고서를 냈다. 학문으로서 수학 역시 그 활용도가 매우 높다. 수학은 논리적 사고를 함양하고 문제해결 능력을 기를 수 있어(교육부, 2015a) 자연과학, 공학은 물론이고 경제학, 사회학, 심리학, 의학, 언어학에 이르기까지 응용될 수 있어 모든 학문의 기초 역할을 한다(허민, 1998). 또한 수학은 직업 세계의 기초이다. 문제해결력, 논리적인 사고력, 의사결정 등은 직종에 상관없이 중요한 자질이며 이 능력 없이는 제대로 과제를 수행하기 힘들기 때문이다(Mathematical Science in 2025). 이처럼 수학은 실용적이며 가치가 큰 중요한 학문이라고 볼 수 있다.

하지만 이러한 중요성에도 불구하고, 초등학교 고학년이나 더 상급학년으로 갈수록 수학교육과정의 내용이 어려워지면서 수학에 대한 자신감과 흥미가 떨어지고 불안을 느끼게 된다(Ashcrafte, Krause, & Hopko, 2007). 특히 계통적인 측면과 추상적이고 형식적인 특성 때문에 수학은 비장애 학생뿐만 아니라 장애를 가진 학생들에게도 재미없고 어려운 과목으로 인식될 가능성이 높다(박경은, 정은영, 2016). 대부분의 장애 학생

들은 수학과 학습에 있어 어려움을 보이는데(이필상, 2019), 특히 체계성과 위계성이 강한 특성(신현기, 2004), 숫자, 상징, 기호와 같은 추상적인 내용을 처리하는 사고 발달에 제한(송준만 외, 2012; Heward, 2013) 등이 그 원인으로 지목받고 있다. 그래서 장애학생들은 수학을 매우 어려운 교과로 인식하고 기피하며, 그 결과 학업 성취수준에서 비장애 학생들과 가장 큰 격차를 보인다(김은주, 2002). 지적장애 학생들 역시 수 감각 학습, 추상적 개념 습득, 그리고 수학 개념 간의 관련성 이해에 어려움을 겪기 때문에 수학을 교육하는 것은 쉽지 않다(이나미, 최윤희, 2011).

일반적으로 학교에서 지적장애 학생에게 적용될 수 있는 교육과정은 크게 2가지로 구분된다. 첫 번째는 일반교육과정에 해당되는 공통교육과정 및 선택중심 교육과정이고, 두 번째는 특수교육 기본교육과정이다. 전자는 비장애 학생들과 동일하게 적용되는 교육과정이고, 후자는 공통교육 및 선택중심교육과정을 적용하기 힘든 지적장애 학생을 대상으로 발달 수준으로 고려하여 편성 및 적용된다(교육부, 2015b). 2015 개정 특수교육 기본교육과정에서는 수학과에 대해 ‘생활 주변의 여러 현상과 사물을 수학적으로 탐구하면서 수학의 기본적인 개념 이해와 기능 습득을 통해 실생활의 문제를 합리적으로 해결하는 태도와 능력을 기르는 교과로 수학을 배움으로써 학생들은 실생활에서 마주치는 여러 문제를 해결하는 경험과 독립적으로 생활할 수 있는 능력을 갖출 수 있다’고 서술하고 있다(교육부, 2015b). 즉, 지적장애 학생의 경우 기초적인 수학 과제에 어려움이 있어 자신의 삶을 능동적으로 살아가는데 제약을 가질 수 있기 때문에(Test, Howell, Burkhardt, & Beroth, 1993), 2015 개정 특수교육 기본교육과정에서는 지적장애 학생들에게 고차원적인 지식보다는 실제 삶에서 필요한 연산능력과 같은 실용적인 수학적 지식을 제공하여 궁극적으로 성인이 되어 독립적으로 생활할 수 있는 능력도 갖출 수 있을 것으로 보았다.

수학의 여러 영역 중 연산 능력은 실생활에서 꼭 필요한 기술이다. 수학의 본질적인 원리를 이해하고 목표에 도달하기 위해서는 반드시 선행되어야 할 능력이기도 하다(Zisimopoulos, 2010). 하지만 지적장애 학생들의 경우 연산 기호, 수와 양의 연관성을 이해하는데 어려움을 보이고(김정권, 이희동, 김홍주, 1986), 주의집중 시간이 짧고, 단기기억 결함(송준

만 외, 2012)과 같은 지적장애 학습 특성으로 수학을 가르치기가 쉽지 않다. 적절한 연산 기술을 활용하기 어려운 지적장애 학생은 반복되는 실패를 경험하여 학습된 무기력과 수학학습에 있어 부정적인 태도를 갖게 한다(Haylock, 1991). 연산과 같은 적절한 수학 기술을 구사하지 못하는 지적장애 학생들은 수학적 문제 해결 및 추론 과제에서도 낮은 수행 결과를 보이고, 비슷한 특성을 지닌 학습장애 학생들에 비해서도 더 낮은 과제 수행력을 보인다(Parmar & Cawley, 1994).

이러한 상황을 해결하기 위해 효과적인 중재에 대한 연구가 활발히 이루어져야하고, 이를 바탕으로 지적장애학생의 수준에 맞는 높은 질의 교수가 제공되어야 할 것이다. 여러 선행연구들을 통해 지적장애 학생들을 대상으로 연산 관련 프로그램을 적용하여 연산 능력을 향상시키고자 하는 노력이 있었고 효과적이었음을 알 수 있었다(명문영, 2014; 조지은, 2016; 한은실, 2017; 김효진, 2019). 특히 최근 스마트 기기의 보급이 활발하게 이루어지면서 스마트교육은 장애학생이 겪고 있는 학습 몰입도와 주의집중 문제를 해결할 수 있는 방안으로 고려되고 있다(이태수, 류재연 2017). 2015 개정 특수교육 기본교육과정 수학과 교수·학습 방법을 살펴보면 ‘학생의 수준과 능력 등을 고려하여 탐구·개별·협력 학습, 직접교수법, 보조공학, 컴퓨터 보조학습, 도구 및 매체 활용 학습 등을 적절하게 선택하여 적용한다’고 기술하고 있다. 또한 교수·학습 자료를 개발할 때 학생의 흥미 및 동기, 학습양식 등의 개인차를 고려하고 동영상 등을 활용하여 학습활동에 흥미를 유발과 경험을 확대할 수 있도록 강조하고 있다(교육부, 2015b). 수학 학습을 할 때 기술(technology)의 사용은 필수적이며 효과가 좋다(Meilan, Robert, Benjamin, & Rasmiyeh, 2015). 특히 학습자의 지능지수가 낮을수록 동적인 학습 자료에 구성된 활동 중심의 학습을 필요로 한다(김민선, 2008). 태블릿과 같은 스마트 모바일 장치는 학교에서 점점 빈번하게 사용되고 있으며, 모바일 기술과 장치의 높은 보급률로 인해 스마트기기를 활용한 학습이 미래 트렌드를 주도할 것으로 보고 있다(Shraim & Helen, 2015). 이러한 트렌드에 맞추어 교육부도 2018년부터 초등학교, 중학교에 디지털교과서를 보급하고 있으며 가상현실(VR), 증강현실(AR)과 같은 디지털 신기술을 접목시킨 실감형 콘텐츠를 제공하여 학습 효과를 높일 수 있도록 노력하고 있다

(교육부, 2018). 이처럼 학교 교육 역시 학습의 효과를 증진 시킬 수 있는 진보된 학습 매체의 도입 필요성을 인식하여 증강현실, 가상현실 등을 접목하는 교수·학습 방안과 학습 콘텐츠 개발에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다(김병학 외, 2019). 증강현실(AR)이란 실제 환경을 바탕으로 필요한 정보와 사물을 컴퓨터 그래픽으로 합성하여 현실과 겹쳐져 보이는 기술이다(Azuma, 1997; 김진숙, 2009; 손현진, 2012). 증강현실은 현실과 가상을 결합하여 상황별 현장학습 경험과 현실 세계의 정보 탐색 모두 제공할 수 있는 잠재력뿐만 아니라 기술이 현실과 지식 간의 맥락을 매개할 수 있는 도구로 사용될 수 있다는 점에서 교육적 활용에 대한 관심이 높아지고 있다(Wong, Milrad, & Specht, 2015). 교육 분야에서 증강현실은 성찰, 통합, 질문, 태도, 비판적 사고, 학습목표와 같은 전통적 교육의 주요 요소를 촉진시킬 뿐만 아니라, 전통적인 공간에서 벗어나 학습자 중심적이고 유연한 공간을 제공할 수 있는 특징도 있다(Munnerley et al., 2014). 다수의 연구는 교육현장에서 증강현실 기법이 긍정적인 영향을 주고 있음을 나타내고 있다(유명현, 김재현, 구요한, 송지훈, 2018; 김우리, 옥민욱, 2019; 남선희, 이정민, 2020). 증강현실 교육 프로그램의 장점은 학습자로 하여금 능동적인 학습 태도와 참여(김창복, 김경, 2011), 학습 동기와 흥미를 높이고(김서진, 이예경, 2018), 학습 몰입을 촉진시키며(정연화, 이정민, 2015), 학업성취를 높여준다(이윤우, 한경근, 2018). VR(가상현실), AR(증강현실), MR(혼합현실)기반 학습 효과에 대한 메타분석 연구에서 AR 개별 효과 크기가 .994로 셋 중에서 가장 크게 나타나 학습 성과를 높이는데 기여하는 것으로 나타났다(유명현 외, 2018).

특수교육 분야에서도 장애학생의 효과적인 교수·학습을 위해 AR, VR, 3D프린팅과 같은 4차 산업혁명 시대의 핵심 공학 기술을 이용한 교육을 위한 논의가 이루어지고 있으며(한경근, 2017; 김용욱, 2019), 특히 이 중 AR과 VR의 교육적 활용에 대해 큰 관심을 보여왔다(김우리, 옥민욱, 2019). AR은 VR 사용 시 사용자가 느낄 수 있는 비현실감의 단점을 보완하여 향상된 현실감을 제공할 수 있고(Azuma, 1997), VR을 오래 사용했을 경우 사용자가 느낄 수 있는 답답함과 피로감이 줄어들 수 있다는 장점이 있다(Bellani, Fornasari, Chittaro, & Brambilla, 2011). 실제 환경에

덧입혀진 AR의 3D가상현실은 장애학생의 집중도와 흥미를 높여 학습 효과 증진에 도움이 줄 수 있는 것으로 보고 하였다(노경희, 지형근, 임석현, 2010).

위에 언급한 것처럼 국내외 특수교육 분야에서 AR과 VR 등을 활용한 스마트교육에 대한 연구의 관심이 높아지고 있다. 먼저 국외를 살펴보면, VR교육의 경우 자폐성 장애 학생의 사회적 상황과 주의집중에 적응을 돕고(Standen & Brown, 2006), 자폐성 장애인의 사회적 이해를 돕기 위한 교수 환경 구축하거나(Mitchell, Parsons, & Leonard, 2007), 장애인의 대인관계나 의사소통과 같은 직업생활을 위한 교육 지원 프로그램 개발을 위해 적용해보았다(Smith et al., 2014). AR교육의 경우 미국에서 Jonathan, Max, Mattj, Jarosz, & Yang(2019)은 시각적 손상이 있는 사람들을 위해 ‘Head-mounted augmented reality device’ 를 개발하여 저시력을 가지고 있는 사람들을 대상으로 실험한 결과 실험집단이 통제집단보다 보행 경로 분석에서 더 높은 비율로 지름길을 선택하는 결과를 보여 주었다. McMahon, Cihak, Wright, & Bell(2015)의 연구에서는 지적장애와 자폐성 장애를 가지고 있는 대학생들을 대상으로 과학 용어를 증강현실 기법을 적용해 가르쳤을 때 두 장애 유형 학생들 모두 과학 관련 어휘 습득에 효과적으로 나타났다. Kellems et al.(2020)는 7명의 특정학습장애 중학생을 대상으로 수학 교과목의 덧셈과 뺄셈, 곱셈과 나눗셈, 비율과 단위, 그리고 변화율 계산의 영역에 증강현실 기법을 적용한 결과 실험대상 학생 모두 중재를 받은 이후 향상된 결과를 보였다.

국내의 경우 이태수와 류재연(2014)는 증강현실 기반 언어 교육 프로그램을 개발하여 76명의 초등학교 2학년 학습장애 학생의 학습태도와 언어 능력에 미치는 영향을 연구한 결과 증강현실을 적용한 교육을 받지 않은 집단보다 통계적으로 유의한 차이를 보여 언어능력과 학습태도 향상에 효과적으로 사용될 수 있음을 밝혔다. 이태수와 이동원(2015)은 40명의 초등학교 2학년 지적장애 학생 대상으로 과학교과목의 성취 및 흥미도를 연구한 결과 통제집단보다 수업 흥미도와 과학적 내용지식에 통계적으로 유의한 향상을 보였다고 보고했다. 이병희, 김성렬, 서현두, 유하나(2009)는 시공간 보행 능력향상에 증강현실 기반 운동 프로그램이 효과적일 수 있음을 연구하였으며, 이병희, 정진화, 유재호, 박대성(2011)은 뇌성마비

아동의 보행 능력과 발목관절 근력에 긍정적일 수 있음을 살펴보기도 하였다. 또한 최재인, 김경래, 김태영(2013)은 발달장애 학생이 다양한 상황을 안전하게 반복 훈련할 수 있도록 증강현실 기술을 기반으로 한 프로그램을 개발하여 상황 대처 능력이 향상되고 인지 속도가 빨라졌음을 보고하였다.

본 연구 중재 프로그램의 이론적 근거가 될 비디오 모델링 관련 선행연구들을 살펴본 결과 여러 연구들에서 다양한 장애학생들을 대상으로 통계적으로 유의하게 목표 기술들이 향상된 결과를 보였다(김수연, 권주석, 2019; 김성운, 유성중, 2019; 이나운, 허유성, 2015; 김영준, 강영심, 2013; 전경애, 이성용, 2013; 정소정, 강영심, 2016). 이성용, 김진호(2019)가 실시한 비디오 모델링 관련 메타분석 결과 중재의 PND 값이 99.5%, 유지와 일반화의 PND값이 100% 중재 효과가 큰 것으로 나타났다. 또한 국내 지적장애 대상 비디오 모델링 연구들을 분석한 연구에 따르면 비디오 모델링이 단일대상연구에서 증거기반실제로 활용될 수 있음을 밝혔고, 특히 증강현실이나 가상현실 기법이 지적장애학생들의 교수적 목표에 적합한 실제와 흡사한 경험을 전달할 수 있으며 비디오를 시청하는데 주의집중과 흥미를 높이는데 탁월한 효과가 있음을 보고하였다(안예지, 이미지, 2020).

지금까지 국내외 선행연구의 결과를 종합해보면 장애학생 대상 증강현실 기법을 활용한 중재가 목표행동 형성에 긍정적인 영향을 준다고 볼 수 있다. 하지만 안예지, 이미지(2020)의 국내 지적장애 대상 연구에서 비디오 모델링 중재목적을 분석한 결과 일상생활기술과 신체운동기술, 의사소통기술 등이 순으로 가장 많았으며 읽기, 쓰기, 수학, 교과내용 학습하기 등의 학업기술을 대상으로 수행된 연구는 단 한편도 수행되지 않았음을 밝혔다. 또한 최신 IT 기술과 비디오 모델링 중재의 결합이 주목받고 있는 가운데 2015~2020년에 비디오 모델링 연구물의 수가 줄었다는 점을 지적하며 증거기반실제로써 AR 또는 VR 기반 비디오 모델링 중재의 활용 가능성이 충분히 검토될 수 있도록 연구들이 더 활발하게 이뤄져야 함을 강조하며 한계점으로 밝혔다. 장애 아동 대상 증강현실과 가상현실 기반 중재 연구의 동향을 살펴본 김우리, 옥민욱(2019) 연구에서는 특수교육 분야에서 장애학생의 학업성취와 학습태도에 대한 증강현



실과 가상현실의 효과를 알아보는 연구의 수가 부족함을 지적했고, 연구 대상 학생들의 장애유형과 중재 교과가 매우 제한적이었음을 한계점으로 제시하였다. 실제로 살펴본 증강현실 중재 관련 선행연구들에서는 연구 대상이 유아 및 초등학생으로 한정되어 있었고(김병건, 2019; 이태수, 류재연, 2014), 중재 영역이 과학(김정수, 이태수, 2018; 이태수, 2017), 언어(조지숙, 2019; 이태수, 류재연, 2014; 박희준, 2020; 김영익, 권순복, 권순우, 김현진, 2020), 사회성(김병건, 2019), 보조공학기기(이병희, 김성렬, 서현두, 유하나, 2009; 이병희, 정진화, 유재호, 박대성, 2011)에 초점이 맞춰져 있었다.

이에 본 연구는 선행연구에서 한계점으로 지적했던 부분들을 보완하여 중학교 지적장애 학생을 대상으로 모델링 기반 증강현실 프로그램의 수학 영역 중재에 대한 효과를 알아보고자 하였다.

## 2. 연구 문제

앞서 제시한 연구의 필요성과 목적을 바탕으로 본 연구에서는 비디오 모델링 기반 증강현실 프로그램의 중재 효과에 대해 알아보고자 다음과 같이 연구문제를 설정하였다.

연구문제 1. 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램이 중학교 지적장애 학생의 곱셈과 나눗셈 연산 능력을 향상시키는가?

연구문제 2. 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램이 중학교 지적장애 학생의 수학학습태도를 향상시키는가?

## 3. 용어의 정의

### 가. 지적장애

「장애인 등에 대한 특수교육법」 시행령 제 10조 특수교육대상자 선정

기준에서 지적장애는 “지적 기능과 적응행동상의 어려움이 함께 존재하여 교육적 성취에 어려움이 있는 사람”이다. 본 연구에서 지적장애 학생은 K-WISC IV/IV 검사결과 69이하에 속하면서 적응행동검사(사회성숙도)결과 74 이하인 학생을 대상으로 하였다.

## 나. 증강현실(Augmented Reality)

본 연구에서는 Azuma(1997)의 증강현실 정의를 참고하였다. Azuma(1997)는 증강현실을 이음새(seamless) 없이 자연스러운 전환적 인터페이스로 현실과 가상 세계 간의 연결을 통해 보다 향상된 몰입감과 현실감을 사용자에게 제공하는 기술이라고 정의하였다. 즉, 현실세계를 바탕으로 가상세계의 정보를 제공하는 것으로 본 연구에서는 모바일 기기(스마트폰 및 태블릿 PC)의 앱을 활용하여 구현하였다.

## 다. 비디오 모델링(Video Modeling)

비디오 모델링은 Bandura의 관찰학습 이론을 근거로 하며 목표 기술(target skill)을 녹화한 짧은 비디오를 시청한 후, 내용을 모방하도록 하는 교수 방법이다(Alberto, Cihak, & Gama, 2005; Bandura & Walters, 1977). 본 연구에서는 증강현실 앱을 통해 특정 시점에서 녹화된 비디오에서 송출되는 목표 기술 행동을 관찰하는 것을 말한다.

## II. 이론적 배경

### 1. 지적장애

#### 가. 지적장애 정의

지적장애의 정의는 시대가 변화하면서 여러 차례 변화를 겪어 왔다. 미국 지적장애 및 발달장애 협회(American Association on Intellectual Developmental Disabilities) 11차 정의에서 지적장애를 ‘지적 기능과 실제적, 사회적, 개념적 적응기술로 표현되는 적응행동에 있어서의 심각한 제한으로 특정 지어지며, 18세 이전에 시작된다(AAIDD, 2010)’고 정의 내리고 있다. 우리나라의 경우 현재 「장애인 복지법」 시행령 제2조 장애인의 기준과 유형에서는 지적장애인을 ‘정신 발육이 항구적으로 지체되어 지적 능력의 발달이 불충분하거나 불완전하고, 자신의 일을 처리하는 것과 사회생활에 적응하는 것이 상당히 곤란한 사람’으로 정의하고 있다. 이는 즉, 18세 전에 정신이 불완전하게 발달되고 평균 이하의 지능으로 사회생활에서의 적응과 신변 관리가 곤란한 상태에 있는 경우를 말한다. 「장애인 등에 대한 특수교육법」 시행령 제 10조 특수교육대상자 선정 기준에서는 지적장애를 ‘지적 기능과 적응행동상의 어려움이 함께 존재하여 교육적 성취에 어려움이 있는 사람’으로 정의하고 있다.

#### 나. 지적장애 특성

지적장애 학생들은 일반적인 발달을 보이는 또래들과 비슷하게 기본적인 사회적, 정서적, 생리적 요구를 가지고 있지만(신중호, 김동일, 신현기, 이대식, 2008) 지적장애 학생들만 가지고 있는 일반적인 특성들이 있다. 특성들을 살펴보면 첫째, 주의집중 지속 시간이 짧으며, 자극의 변별이 어렵고, 여러 자극에 대한 자발적 주의집중력이 떨어진다는(조인수, 2005). 이러한 주의집중의 문제 때문에 여러 가지 학습 문제가 생기는데, 비장애 학생들에 비하여 처리 속도가 늦고 학업성취가 낮은 편이며, 수학,

쓰기, 읽기와 같은 교과에 결함이 나타난다(김주영, 박찬웅, 2013). 둘째, 지적장애를 가진 학생들은 부정적인 결과나 실패를 예측하므로 자신감이 결여되어 있고, 낮은 동기 및 자아개념을 갖고 있다(김남순, 2003; 조인수, 2005). 즉 지적장애 학생은 과제수행에서 반복된 실패한 경험을 겪으면서 학습된 무기력을 느끼게 되기 때문에 학습 동기유발에 어려운 측면 있다. 이러한 실패 경험으로 실패에 대한 기대가 형성되어 성공을 성취하려고 하기 보다는 오히려 실패하지 않는데 급급하게 되며, 아주 작은 성취에도 안주해 버리고 그들의 능력으로 할 수 있는 목표임에도 수행하지 않는 경향을 보이게 된다(조인수, 2005). 셋째, 학습과 발달영역 뿐만 아니라 일상생활을 보내는 데에도 큰 어려움을 겪게 된다(전보성, 김문섭, 2010). 정신연령이 동일한 일반 아동과 지적장애 아동을 비교했을 때, 지적장애 아동이 과제에 대한 처리 속도가 느리고, 가변적이며, 비대칭적인 향상을 보인다(여광웅, 조인수, 2005). 이는 인지 발달에 있어서 비장애 학생들과 비슷한 순서와 단계를 거쳐서 발달하지만 발달 속도에 있어서는 비장애 학생들보다 느리기 때문이다(신종호 외, 2008). 넷째, 지적장애 학생들은 의사소통 및 언어 능력의 결함으로, 말더듬, 음성장애, 음운장애 음운장애 등이 나타날 수 있다. 그리고 늦은 언어발달 속도와 지체된 의사소통능력은 사회생활 전반에 어려움을 야기할 수 있다(김남순, 2003; 조인수, 2005).

위에서 언급한 지적장애 여러 특성으로 인해 지적장애 학생들은 학교에서 적응과 학습에 어려움을 겪고 있다. 지적장애 학생들의 특성에 맞는 학습 지원은 다음과 같다. 첫째, 다양한 도구를 활용한 동기유발과 실패를 줄일 수 있도록 수업이 구성되어야 할 것이다. 둘째, 지적장애 학생에 대해 교수를 할 때에는 몇 가지 차원에서만 차이가 있는 자극을 제시하고, 초기에 주의집중을 방해하는 외부요인들을 제거해야 한다. 셋째, 시간이 지남에 따라 과제의 난이도를 증가시키고, 적절한 자극들과 부적절한 자극들을 구별하기 위한 의사결정 규칙을 학생에게 가르쳐야 할 것이다(신종호 외, 2008).

## 다. 지적장애와 연산능력

연산은 수학과에서 많은 비중을 차지하며 핵심적으로 다루어지는 영역이다. 연산과 관련된 구성요소는 ‘연산 자체를 개념화하고 다양한 기호 체계 이해하기’, ‘적절한 전략을 사용하여 연산이 필요한 맥락 이해하기’, ‘구체물 없이 연산 전략을 통합적으로 사용하기’이다(Slavit, 1999; 김성준, 2013). 또한 수학은 논리성, 계통성, 추상성을 기반으로 일상생활에 필요한 기초지식을 습득하고 문제해결능력과 태도를 기르는 데 중점을 두는 교과로, 연산과 가장 관계 깊은 수학의 특성은 추상성이라고 할 수 있다(김영임, 김은경, 2010; 박윤진, 2011).

하지만 지적장애 학생은 지적능력의 결함 때문에 상징, 숫자, 연산 기호 등 추상적인 개념을 이해하기 힘들뿐만 아니라 더 나아가서 이를 표상, 정보조작, 그리고 적절한 전략을 선택하여 유창하게 계산하기와 같은 기초적인 연산에서 어려움을 보인다(김영임, 김은경, 2010). 문장제 문제에서도 연산이 이야기 유형에 포함되어 언어적 이해를 요구하는 경우가 많아 다양한 맥락에서 연산 능력을 활용하는 것이 제한적인 지적장애 학생은 문제를 해결하는데 어려움을 겪는다(이태수, 홍성두, 2007).

또한 지적장애 학생은 정확도와 처리 속도가 요구되는 수학의 특성으로 문제 해결에 어려움을 겪고, 연산의 기본원칙을 제대로 숙지하지 못하기 때문에 연산 기술 습득에서 어려움을 보인다(신현기, 2006). 그리고 연산 문제 중에서도 성질 이해 과제와 교환 법칙 이해 과제에서는 높은 성공률을 보이지만, 결합법칙과 분배법칙 이해 과제에서는 낮은 성공률을 보이는 특성이 있어(최지영, 방정숙, 2011), 지적장애학생에게 연산을 지도할 때에는 단순히 연산의 기계적 절차를 외우도록 하는 것이 아니라, 지적장애학생의 특성을 고려하고 연산의 원리를 이해할 수 있는 구체적인 전략과 활동을 포함하여 교수해야 한다(김영임, 김은경, 2010; 최혜승, 김의정, 2009).

## 라. 지적장애와 수학학습태도

수학적 태도는 학자에 따라 조금씩 그 해석을 달리하고 있다. 수학에 대한 태도를 Sandman(1974)은 수학의 가치, 수학에 대한 즐거움과 불안, 수학교사에 대한 지각, 수학 학습에 대한 동기성 등으로 이야기 하고,

Fennema-Sherman(1976)은 수학에 대한 자신감, 수학의 유용성, 수학 학습자에 대한 부모 및 교사의 태도, 수학 학습에 대한 동기성을 포함시키고 있다. 수학학습태도 검사 도구를 개발한 한국교육개발원(1992)에서는 교과에 대한 ‘자아개념’, ‘태도’, ‘학습습관’ 영역의 3가지로 정의하고 있다. 각 하위 요인들을 살펴보면 교과에 대한 ‘자아개념’은 ‘우월감-열등감’과 ‘자신감’으로 구성되어 있고, ‘태도’는 ‘흥미’, ‘목적의식’, ‘성취동기’로 구성되며, ‘학습습관’은 ‘주의집중’, ‘자율학습’, ‘학습기술 적용’의 세부항목으로 구성되어 있다. 수학NCTM(National Council of Teachers of Mathematics, 2000)에서는 수학적 태도를 수학적 성향이라고 언급하며 단순한 태도와 함께 긍정적으로 사고하며 행동하는 경향, 수학 문제를 풀고 아이디어를 교환하고 토론하기 위해 수학을 하는 자신감, 수학 교과에 대한 가치를 이해하여 흥미를 갖는 것으로 보았다. 즉, 수학적 태도는 학습자의 인지적인 영역이 아닌 정의적 영역에 해당된다고 볼 수 있으며, 많은 선행연구들에서 학습자의 수학학습태도를 개선시키기 위한 연구들이 진행되고 있었다. 이는 수학학습태도가 많은 영향력을 행사하고, 수학 학습능력을 강화시키는 등 중요한 역할을 하고 있기 때문이라 볼 수 있다(강문희, 1999).

따라서 본 연구에서는 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램을 활용한 수학학습이 중학교 지적장애학생의 수학학습태도 형성에 미치는 영향을 한국교육개발원(1992)에서 구분한 교과에 대한 자아개념, 태도, 학습습관 영역을 중심으로 알아보았다.

## 2. 증강현실

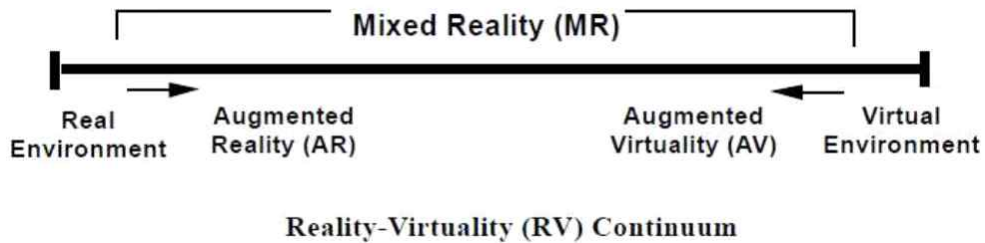
### 가. 증강현실의 특성과 유형

#### 1) 증강현실의 개념

증강현실의 개념은 연구자에 따라 그 정의가 조금씩 다르지만 Ronald Azuma가 1997년에 증강현실 특징을 정의하면서 증강현실 분야가 학문적

체계를 갖추게 되었다. Azuma(1997)는 증강현실(Augmented Reality)이 이음새(seamless) 없이 자연스럽게 느낄 수 있는 전환적 인터페이스를 통해 현실세계와 가상세계 간의 연결을 이루어 사용자에게 제공함으로써 보다 향상된 몰입감과 현실감을 제공하는 기술이라고 정의를 내리고, 증강현실이 이루어지기 위해서는 현실과 가상 이미지의 결합, 실시간 상호작용, 3차원 공간이 필요하다고 보았다(Azuma, 1997). Milgram & Kishino(1994)는 다음 [그림 II-1]처럼 현실세계와 가상세계의 환경은 연속되어 있으며 융합해서 만들어낸 세계를 혼합현실(Mixed Reality)라고 하였다.

[그림 II-1] Milgram(1994)의 증강현실 정의



Milgram(1994)는 증강현실을 이음새 없는 인터페이스를 통해 자연스러운 현실과 가상세계가 연결된 자유로운 탐색인 넓은 접근법(Broad Approach)과 학습자가 테크놀로지를 활용하여 현실세계를 보는 제한된 접근법(Restricted Approach)으로 구분하였다. 스트라베이스(2010)는 증강현실이 가상현실과 달리 현실세계를 기반으로 현실 세계 위 가상 정보 요소를 덧붙여 자연스러운 상호작용을 위해 실시간 동작이 가능해야함을 강조했다. 즉 종합해보면 증강현실은 현실세계를 바탕으로 한 가상 정보를 제공하는 기술이고, 실시간으로 진행되는 상호작용을 통해 실제 환경의 실재감과 현실감을 향상시키는 기술이라고 정의내릴 수 있다.

## 2) 증강현실 유형

증강현실의 유형으로는 다음 세 가지가 있다. 첫 번째로, GPS 기반 증강현실 기술은 모바일 기기에 내재된 GPS를 통해 수집된 위치 정보를

바탕으로 일반적인 증강정보를 제공하는 형태이다(Cheok et al., 2004; Cheng & Tsai, 2012). 두 번째로, 마커(Marker)를 통한 증강현실은 가장 오래되고 일반적인 방법으로 이를 통해 콘텐츠를 구현하는 경우에는 해당 마커를 인식할 수 있는 프로그램이 구축되어 있어야 하며, QR코드의 형태가 주로 사용되고 있다(한송이, 2019). 마지막 세 번째로 증강현실 기술 구현의 한계를 해소하고자 최근 들어 많은 관심을 받고 있는 투과형 디스플레이 기반 증강현실로 실제 환경에 가상으로 생성한 정보를 혼합하여 정보의 사용성과 효율성을 극대화 하는 차세대 정보처리 기술이다(Azuma, 1997; Piekarski & Thomas, 2002; 한송이, 2019).

## 나. 증강현실의 교육적 활용

증강현실 기반 수업은 현실 세계 위에 가상의 정보를 추가적으로 제공하여 다른 교육 매체들이 줄 수 없는 풍부한 학습 환경과 높은 현장감을 전달할 수 있다(Carmignian & Furht, 2011; Caruso & Cugini, 2009). 또한 학습자로 하여금 몰입도와 흥미를 유발하여 학습동기를 증진시키기 때문에 능동적인 학습을 가능하게 하여 정의적 만족감을 제공한다(Yuen, Yaoyuneyong, & Johnson, 2011; Phan & Choo, 2010; Ludwig & Reimann, 2005). 임철일, 한송이(2019)는 지금까지 연구된 증강현실 기반 교육 사례를 체험형, 실습형, 협동형, 소통형 4가지로 분류하였다. 첫 번째로 체험형은 실제 교육 현장에서 스마트폰 및 태블릿pc와 같은 테크놀로지를 활용하여 가상의 정보를 증강의 형태로 확인할 수 있는 유형이다. 유적지와 같이 주변에 존재하지 않는 과거의 모습을 모바일 기기로 재현하는 것이 여기에 속한다. 두 번째로 실습형은 고위험, 고비용의 문제로 반복적인 실습이 필요한 분야에서 사용되는데 주로 반복적인 실습이 필요한 의학 분야나 건축과 같은 수학 분야에서 활용되고 있다. 세 번째로 협동형은 고가의 기기보다는 태블릿PC와 모바일 기기 등을 사용하여 다수의 학습자가 서로 협업하며 학습과제를 해결하는 것으로 학교에서 많이 활용되고 있다. Dunleavy, Dede, & Mitchell(2009)의 연구 결과에 따르면 학습자가 서로 협업해서 학습과제를 해결했을 때 높은 만족감, 몰입감이 더해지는 것을 확인하였다. 네 번째로 소통형은 학습자와 증강현실의 큰



텐츠 간의 상호 교류 환경을 조성하여 학습자의 적극적인 참여를 유도 방식이다. 협동형과 마찬가지로 학교에서 많이 사용되며 전문적인 지식을 요구하는 고등교육보다는 초·중·고등학교의 언어와 수학과 같은 과목에서 주로 사용되며 마커기반 증강현실과 팝업북(Pop-up book)형태 또는 마커가 삽입된 플래쉬카드(Flashcard) 등이 주를 이루고 있다(임철일, 한송이, 2019).

### 3. 비디오 모델링(Video Modeling)

#### 가. 비디오 모델링의 개념과 특성

비디오 모델링은 Bandura의 관찰학습 이론을 근거로 하며 목표 기술(target skill)을 녹화한 짧은 비디오를 시청한 후, 내용을 모방하도록 하는 교수 방법이다(Alberto, Cihak, & Gama, 2005; Bandura & Walters, 1977). 모델링의 유형으로는 바람직한 목표 기술을 수행하는 자신의 모습을 관찰하는 자기 모델링, 형제, 또래 친구, 성인과 같은 주변 사람들이 목표 기술을 수행하는 모습을 관찰하는 타인 모델링, 증강현실처럼 자신 또는 특정인 시점에서 녹화된 비디오에서 송출되는 목표 기술 행동을 관찰하는 비디오 모델링으로 구분된다(정은혜, 임경원, 전병운, 2012). 다른 모델링 유형과 달리 비디오 모델링은 동일한 내용을 반복하여 관찰할 수 있으며, 장소와 시간에 구애받지 않고 복습할 수 있고 다양한 교수가 일관되게 중재를 제공할 수 있다는 장점 때문에 매우 효과적인 전략으로 평가된다(이성용, 오자영, 2012; Charlop-Christy, Le, & Freeman, 2000). 또한 시각적 자극을 통해 지적장애인의 주의집중 향상, 성공적인 수행을 바탕으로 한 긍정적 자아개념 향상 및 독립적 수행을 촉진할 수 있다(Bellini & McConnell, 2010; Dowrick, 1999). 여러 선행연구들에서 비디오 모델링 중재가 지적장애인에게 긍정적인 영향을 미친다고 보고하고 있었으며(박지윤, 강영심, 2015; 신현희, 최연우, 김수진, 김경미, 2014; 이나운, 허유성, 2015), 연보라, 이성용(2017)이 실시한 2011년부터 2016년까지 발간된 19편의 학술논문을 대상으로 한 장애학생 대상 비디오 모델링 메타분석 결과 중재, 유지 및 일반화의 PND값이 90%

이상으로 중재 효과가 큰 것으로 나타났다.

비디오 모델링의 중재대상이 되는 목표행동에는 제한이 거의 없으며 적용 목표기술로서는 특정기술 습득, 자신감 증대, 이미지 향상, 실패에 대한 불안 감소, 학급에서 습득한 기술의 일반화 등이 있다(Dowrick, 2003). Dowrick(2003)은 비디오 자기모델링의 중재 6단계를 개념화, 촬영 전, 촬영, 촬영 후, 시청, 그리고 평가로 제시하였으며, 이들 각 단계들은 독립적이기 보다는 연속적이면서 통합적인 과정으로 이해하는 것이 적합하다고 했다. Dowrick의 자기 모델링 중재 6단계에 따르면 개념화 단계에서는 문제 정의와 목표 설정까지의 과정이 이루어지며, 촬영 전 단계는 촬영에 대한 계획안 수립과 구상도 또는 이미지를 그려 어떻게 접근할 것인지에 대한 과정이 포함된다. 개념화와 촬영 전 단계가 끝나면 촬영 단계가 진행되고 촬영 후에는 비디오를 분할하여 1차적으로 완성한 후 시간 계획에 따라 시청 및 평가 단계를 거쳐 완성된다. 본 연구에서는 Dowrick(2003)의 비디오 자기 모델링 6단계를 고려하여 본 연구에 맞게 1인칭 시점 비디오 모델링 자료로 제작하였다.

## 나. 1인칭 시점 비디오 모델링

비디오 모델링의 유형은 모델의 대상에 따라 구분할 수 있다. 또래가 행하는 경우 비디오 또래 모델링, 학습자가 모델이 된다면 비디오 자기 모델링 등으로 구분할 수 있다. 시점 비디오 모델링의 경우 1인칭이나 3인칭의 시점에서 특정 과제를 수행하는 것을 촬영한 영상을 보고 따라하는 것을 의미한다(박은혜, 한경근, 2017). 즉, 1인칭 시점에서 시연하는 모델의 손이 등장하거나 상대방과 상호작용하는 모습이 등장한다면 1인칭 시점의 비디오 모델링으로 볼 수 있다(McCoy et al., 2007). 이는 구글(Google)이 운영하는 동영상 공유 서비스 유튜브(Youtube)의 유튜버(Youtuber)들이 특정 방법과 기술을 소개하거나 자신의 일상을 보여주기 위해서 콘텐츠를 제작할 때 많이 사용하는 방법이다. 1인칭 시점 비디오 모델링은 다음과 같은 장점이 있다. 첫째, 특성이 다른 대상자들의 개별화된 요구에 맞는 시점에서 영상 제작이 가능하고 장소 및 시간에 구애 받지 않고 언제든지 사용할 수 있다(Delano, 2007). 둘째, 특정 기술을 행

하는 손과 문제만 관찰하는데 이는 중요하지 않은 주변 환경들을 제한하고 중요한 부분에만 주의를 기울여 목표 행동을 완수하는데 효과적일 수 있다(Tetreault et al., 2010). 특정 기술을 행하는 모델의 대상 특성을 결정할 필요가 없기 때문에 중재자의 관점에서도 용이할 수 있다(Hine et al., 2006).

#### **다. 비디오 촉진(Video Prompting)**

비디오 모델링은 가족, 또래, 학습자 등 한 명의 모델이 목표행동을 수행하는 전체 과정을 중단 없이 보여주기 때문에 영상 전체를 본 후 학습자가 과제를 수행해야 한다(Cannella-Malone et al., 2006). 하지만 비디오 촉진의 경우 비디오 클립을 활용하여 목표 행동을 개별 단계로 분리하여 한 번에 하나씩 보여주는 비디오 모델링의 변형이다(Kellems et al., 2020). 비디오 촉진의 경우 학습자가 목표 행동에 대해 과제분석된 각 단계별로 나누어진 과제의 한 단계만을 보고 다음 단계로 넘어가기 전 해당 단계의 수행할 기회를 얻을 수 있다는 측면에서 다르다고 볼 수 있다(Sigafoos et al., 2005). 비디오 촉진에서 각 단계의 비디오 클립은 해당 단계의 수행이 능숙해질 때까지 학습자가 반복적으로 시청할 수 있으며, 이는 전체 비디오를 보여주는 비디오 모델링보다 학습 과정과 개인의 독립성 면에서 더 효과적인 것으로 입증되었다(Cannella-Malone et al., 2011).

### Ⅲ. 연구 방법

비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램이 중학교 지적장애 학생의 수학 연산능력과 수학학습태도에 미치는 효과를 알아보기 위하여 이 장에서는 다음과 같은 연구방법을 이용하였다. 연구의 모든 절차는 서울대학교 생명윤리위원회(Seoul National University Institutional Review Board: SNUIRB)의 승인을 받아 진행되었다(IRB No. 2110/001-016).

#### 1. 연구 대상

##### 가. 연구 대상 선정

본 연구의 대상 학생은 인천시 남동구 소재의 M중학교에 재학 중인 지적장애 중학생 3명으로 선정하였다. 중학생을 연구 대상으로 선정하게 된 이유는 다음과 같다. 2015 개정 특수교육 기본 교육과정 수학과에서는 중1~3학년부턴 수와연산 영역에서 곱셈의 기초부분을 배우기 시작하며 학교급별 목표로 중학교에서 곱셈의 기초와 관련된 실생활 문제해결을 활용할 것을 명시하고 있다(교육부, 2015b). 대상 학생은 특수학급의 교사들에게 즉시 중재가 필요한 학생으로 추천받은 후 연구자의 관찰, 대상 선정 검사도구 결과, 그리고 배제준거 기준 등을 통해 선정하고 부모의 동의를 받아 연구를 실행하였다. 선정기준은 다음과 같다.

- 1) K-WISC-IV/V검사 결과 합산점수가 특수교육지원센터 진단적 분류기준인 70미만인 학생
- 2) 사회성숙도 검사 결과 SQ(사회지수) 74점 이하 또는 적응행동검사 결과 표준점수가 70미만인 학생
- 3) 생활연령이 13~15세인 학생
- 4) BASA-MATH 선별검사에서 곱셈과 나눗셈 능력 수준이 유사한 학생
- 5) 학교 수업 외 수학학원 또는 수학 보충학습을 받지 않는 학생
- 6) 다른 신체적 장애(시각, 청각, 신체적 결함)를 중복으로 갖지 않은 학생

- 7) 학부모가 본 연구 참여에 동의한 학생
- 8) 연구자와 이해관계가 없는 학생

## 나. 연구 대상 특성

### 1) 연구 대상의 일반적인 특성

학생 3명의 연구 대상에 대한 기본적인 정보 및 일반적인 특성은 해당 학교 담임교사 및 특수교사와의 면담을 통해 수집되었으며, 일반적인 특성은 다음 <표 III-1>과 같다.

<표 III-1> 연구 대상 학생들의 일반적인 특성

	학생 A	학생 B	학생 C
성별	남	남	남
학년	중1	중1	중1
생활연령	14	14	14
K-WISC-IV	68	52	46
적응행동검사 (사회성숙도)	57.84	43.28	51.09
가정환경	가족은 부모님과 여동생 1명으로 구성되어 있음. 사업을 하고 계신 부모님의 영향으로 비교적 원만한 가정형편으로 자녀의 학교생활에 관심이 많음. 방과 후 국어, 수학, 영어 학습지와 학원을 다니고 있었으나 코로나1	부모님과 중학생인 형 1명이 있음. 부모님 두 분 다 맞벌이를 하고 계시며 자녀들에게 많이 신경써주지 못해 형과 보내는 시간이 많음. 가정 형편이 좋지 않아 학교 외 학원이나 학습지를 하고 있지 않으며 방과 후	주 양육자는 조부모로 두 분 다 일을 하고 계셔서 C의 학교생활과 학업에 신경을 못 쓰고 계심. 가정 형편이 어려운 편이며 사교육 없이 방과 후 집에서 게임이나 핸드폰을 하며 시간을 보냄.

	9로 인한 접촉에 대한 불안으로 잠깐 쉬고 있음.	집에서 게임과 핸드폰을 하며 대부분의 시간을 보냄.	
행동특성	수업시간에 적극적으로 참여하는 편임. 앞에 나서서 발표하고 질문하기를 좋아하여 가끔 수업에 방해되는 말을 하거나 순서나 규칙을 어기는 모습도 종종 관찰됨.	주의집중력이 부족하여 교사의 말에 바로 반응하지 못하고 2~3회 이상 반복해서 말을 해야 반응을 보이는 경우가 많음. 고집이 센 편이고 자신이 좋아하는 활동 외에는 잘 참여하지 않는 모습을 보임.	소극적이고 조용한 성격으로 자신의 요구나 감정을 적극적으로 표현하지 못함. 또래 및 다른 사람들과의 관계에서 수동적인 태도를 보이며, 수업 시간에는 성실한 태도로 참여함.

## 2) 연구 대상의 학습 특성

학생 3명의 연구 대상에 대한 학습 특성은 해당 학교 담임교사 및 특수교사와의 면담을 통해 수집되었으며, 학습 특성은 다음 <표 III-2>와 같다.

<표 III-2> 연구 대상 학생들의 학습 특성

	학생 A	학생 B	학생 C
학습 수행수준	구구단을 암기할 수 있으며 세 자릿수 받아 올림이 있는 덧셈, 받아 내림이 있는 뺄셈	두 자릿수 받아 올림이 있는 덧셈, 받아 내림이 있는 뺄셈을 할 수 있으며, 구구	받아 올림이 없는 덧셈, 뺄셈은 세 자릿수까지 가능하지만 받아 올림과 내림이 있는

	<p>까지 가능하지만 수행 수준 편차가 있음. (두 자릿수) X (한 자릿수) 정도 곱셈은 가능하지만 자릿수 오류가 있으며 나눗셈은 거의 수행하지 못함.</p>	<p>단을 암기할 수 있지만 계산상 오류가 많은 편임. 곱셈과 나눗셈 관련 문제를 거의 접해보지 않았으며 시작하는데 두려움을 가지고 있음.</p>	<p>경우 거의 계산에서 제외하고 푸는 오류가 있음. 아직까지 덧셈과 뺄셈 계산 시 반구체물 단계에 머물러 있어 반구체물을 그래서 계산하는 모습을 보임.</p>
--	---	---	---

## 2. 연구 설계

본 연구는 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램이 중학교 지적장애 학생의 연산 능력 및 수학학습태도에 미치는 효과를 알아보기 위한 것으로, 독립변인은 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 교육 프로그램이며, 종속변인은 중학교 지적장애 학생의 곱셈과 나눗셈 연산 능력과 수학학습태도이다. 중재는 주 1~3회, 1회에 2회기씩, 그리고 1회기 당 45분 동안 총 14회기의 중재를 실시하였다.

곱셈 나눗셈 연산 능력과 수학학습태도에 대한 중재 프로그램의 효과를 알아보기 위해 단일대상연구 방법 중 대상자간 중다기초선설계를 사용하였다. 학생별로 각기 다른 기초선 기간(3회기, 6회기, 11회기)과 중재 14회기, 유지 3회기를 진행하였다. 먼저 학생 A의 기초선 자료가 3회기 이상 연속해서 안정적으로 나타날 시 중재를 투입하였고, 마찬가지로 학생 A의 중재 후 안정적으로 개선된 반응을 3회기 이상 보일 시, 학생 B의 중재가 시작되었다. 같은 방법으로 학생 B가 개선된 반응을 안정적으로 3회기 이상 나타났을 때 학생 C에 대한 중재를 실시하였다.

유지단계에서는 연구 대상 학생들이 중재가 끝난 이후에도 중재로 인한 수학 연산 수행력이 지속적으로 유지되는지 평가하기 위하여 중재가 끝난 1주 후 각 학생별로 3회의 유지검사를 실시하였다.

대상자간 중다기초선설계는 최소 3명 이상의 대상자가 동일한 상황에 대해 동일한 목표행동을 보이고 중재에 비슷하게 반응할 것을 생각하고

중재를 진행하여 여러 명에게 효과가 있다는 것을 입증하는 연구 설계이다. 특히 수학처럼 학습 되어버리는 경우 반전될 수 없는 성질을 지니고 있기 때문에, 독립변인인 중재 프로그램의 효과성을 증명하기에 효과적이며 중재의 적용 시점을 달리하여 대상자의 변화가 오직 중재를 통해서만 달라졌음을 증명할 수 있다(이소현, 박은혜, 김영태, 2000).

### 3. 연구 도구

#### 가. 대상 선정 도구

##### 1) 아동용 개인 지능 검사(K-WISC-IV)

한국 웨슬러 아동 지능검사 4판(Korean-Wechsler Intelligence Scale for Children-IV)은 아동의 인지 능력을 평가할 수 있는 개인지능검사 도구로 만 6세에서 만 16세 11개월까지의 아동을 대상으로 가장 널리 사용되고 있다. 전반적인 지능을 나타내는 전체 IQ 지수와 함께 총 4가지 지표와 15개의 소검사로 구성되어 있다. 4가지 지표는 언어이해, 지각추론, 작업기억, 처리속도로 구성되어 있으며 각 지표별 소검사로 언어이해 지표를 검사하는 공통성, 어휘, 이해, 상식, 단어추리, 지각추론 지표를 측정하는 토막 짜기, 공통그림찾기, 행렬추리, 빠진 곳 찾기, 작업기억 지표를 측정하는 숫자, 순차연결, 산수, 그리고 처리속도 지표를 측정하는 기호쓰기, 동형 찾기, 선택이 있다.

##### 2) 적응행동검사(사회성숙도 검사)

사회성숙도 검사는 Doll의 Vineland 사회성숙도 검사를 기반으로 번역되어 사용되고 있는 김승국, 김옥기(1995)의 사회성숙도 검사도구를 사용하였다. 사회성숙도 검사는 0~30세까지의 2,200명의 자료를 기초로 표준화되었으며, 사회화(socialization), 이동(locomotion), 의사소통(communication), 자기관리(self-direction), 자조(self help), 작업(occupation)의 6개 영역 총 117문항으로 구성되어 있다. 사회적 연령을



환산하고 사회적 지수를 산출하여 검사 결과가 산출된다. 검사 대상은 출생부터 성인까지 폭 넓게 사용될 수 있으며, 사회적 지수(Social Quotient)는 사회적 연령(SA)을 생활 연령으로 나누고 100을 곱하여 구할 수 있다. 본 검사를 통해 아동에 대한 기초 자료를 수집할 수 있으며, 환경 및 문화적인 수준과 장애 영향 평가 도구로도 사용할 수 있다. 사회성숙도 검사 도구의 신뢰도는 .80이다.

## 나. 수행 수준 검사도구

### 1) 기초학습기능 수행평가체제: 수학검사(BASA-MATH)

기초학습기능 수행평가체제: 수학 검사(김동일, 2006)는 학생의 기초적인 수학연산능력을 측정하기 위해 개발된 국내 최초의 표준화된 검사도구이다. 이는 교육과정중심측정(CBM: Curriculum Based Measurement)의 원리에 따라 1회의 학업성취 결과를 측정하는 것뿐만 아니라 프로그램 투입에 따른 아동의 진전도를 난이도가 유사한 다양한 검사지를 통해 자주 확인할 수 있어 학습 성장을 민감하게 반영하는 지표를 제공한다. 또한 시간이나 비용이 적게 들고 간편하기 때문에 자주 실시할 수 있으며, 해당 집단에서 학생의 상대적 위치와 부진한 부분에 대한 구체적인 정보를 제공한다. 진전도 검사를 반복적으로 실시하여 중재의 효과를 평가하고 교수계획을 수정하며 학생의 수학 성취의 변화과정을 모니터링 하는 데에도 사용할 수 있다. 이 검사는 우리나라 초등학교 1-3학년 수학과 교육과정 중 연산 영역을 분석하여 개발된 것으로 학년단계의 검사도구와 통합단계의 검사도구로 구성되어 있다. I단계는 1학년 교육과정, II단계는 2학년 교육과정, III단계는 3학년 교육과정을 중심으로 제작되었다. 교육과정의 내용을 전체적으로 반영할 수 있는 통합단계는 1,2,3학년에서 다루어지는 덧셈·뺄셈·곱셈·나눗셈 사칙 연산 문제들로 구성되어 있으며 ‘DIGIT’ 방식으로 채점된다. 검사결과 백분위가 15% 이하인 경우 한 학년 아래 단계의 검사를 실시하여 백분위를 확인할 수 있다. 신뢰도 검증을 위해 평정자간 일치도와 반분신뢰도법을 사용하여 내적 일관성을 검증한 결과 100% 평정자간 일치를 보였으며, 반분신뢰도계수

.73-.93으로 양호한 수준의 내적 일관성을 보였다(김동일, 2006).

본 검사 도구는 중재 시작 전과 후에 사전-사후검사 도구이자 수학유창성을 측정하기 위한 진전도 검사 도구로 동시에 사용되었다. BASA-MATH의 기초평가는 기초선 단계와 중재가 끝난 후 유지 검사로 사용되었으며, 통합단계 1, 2, 3 순서로 총 3회 실시하였다. BASA-MATH의 형성평가는 중재에 대한 반응성을 측정하기 위하여 각 단계가 끝났을 때 2차시 마다 한 번씩 총 7번 실시하였다.

## 2) 곱셈 나눗셈 연산 수행평가지

BASA 사전 검사 결과를 바탕으로 대상 학생들의 현재 수준과 중재 목표를 결정하여 중재 기간에 연산 수행능력의 변화를 측정하기 위해 반복적인 측정과 진전도 분석이 가능한 연산 수행평가를 제작하였다. 각 중재 단계의 지도내용과 중재 목표를 고려하여 10문항으로 구성된 3종의 동형검사지를 ‘BASA와 함께하는 수학능력 증진 개별화 프로그램 수학과 침반: 수학연산편(김동일, 2020)’을 기초로 하여 제작하였다. 연산 수행평가는 제작 후 수학 교사 경력 10년 이상인 교사 2인으로부터 검사의 내용 타당도 검증을 받았다. 구체적인 문항의 구성은 <표 III-3>과 같으며, 곱셈 나눗셈 연산 수행평가지 예시는 <부록 1>에 제시되어 있다. 곱셈 나눗셈 연산 수행평가는 1회기 마다 중재의 정리 단계에서 해당 목표 수행 여부를 확인하기 위해 실시되었다.

<표 III-3> 연산 수행평가지의 문항 구성과 문항 수

단계	차시	문항 구성	영역	문항수
1	1	올림이 없는 (두 자릿수)X(한 자릿수)	곱셈	10
	2	올림이 있는 (두 자릿수)X(한 자릿수)		10
2	3	올림이 없는 (세 자릿수)X(한 자릿수)	곱셈	10
	4	올림이 있는 (세 자릿수)X(한 자릿수)		10

3	5	올림이 한 번 있는 (두 자릿수) $\times$ (두 자릿수)	곱셈	10
	6	올림이 여러 번 있는 (두 자릿수) $\times$ (두 자릿수)		10
4	7	내림이 없는 (몇 십) $\div$ (한 자릿수)	나눗셈	10
	8	내림이 있는 (몇 십) $\div$ (한 자릿수)		10
5	9	나머지가 없는 (두 자릿수) $\div$ (한 자릿수)(1)	나눗셈	10
	10	나머지가 없는 (두 자릿수) $\div$ (한 자릿수)(2)		10
6	11	나머지가 있는 (두 자릿수) $\div$ (한 자릿수)(1)	나눗셈	10
	12	나머지가 있는 (두 자릿수) $\div$ (한 자릿수)(2)		10
7	13	나눗셈 계산 결과 확인하기(1)	나눗셈	10
	14	나눗셈 계산 결과 확인하기(2)		10

### 3) 수학학습태도 검사

한국교육개발원(1992)에서 정의적 영역 평가를 위해 개발한 수학학습태도 검사를 사용하여 곱셈, 나눗셈 증강현실 프로그램이 대상 학생의 정의적 측면에 미치는 효과를 살펴보았다. 이 검사는 수학 교과에 대한 자아개념·태도·학습습관의 3가지 영역을 측정하며 8가지 하위 요인별 5 문항씩 총 40문항으로 구성되어 있다. Likert식 5점 평정 척도로 각 문항이 구성되어 있으며 학생은 각 문항을 읽고 자신과 가장 유사한 항목을 선택하도록 해서 측정할 수 있다. 각 문항의 점수는 5점씩 200점 만점으로 계산되며 부정적 문항의 경우 역배점 방식으로 환산하여 계산된다. 본 검사의 영역에 따른 하위 요인별 문항 구성과 Cronbach's  $\alpha$ 의 영역별 신뢰도는 다음 <표 III-4>와 같다.

본 연구에 사용되는 수학과에 대한 학습태도 검사 도구는 여러 선행연

구(박미자, 2004; 권덕용, 2007; 김은삼, 2015)에서 효과적으로 활용되었기 때문에 사용되었다. 수학학습태도 검사지는 <부록 2>에 제시되어 있다.

<표 III-4> 수학학습태도 검사 하위요인별 문항 및 문항 수

영역	하위요인	문항번호	문항수	Cronbach's $\alpha$
교과에 대한 자아개념	우월감-열등감	1,9,17,25,33	10	.89
	자신감	4,12,20,28,36		
교과에 대한 태도	흥미	2,10,18,26,34	15	.84
	목적의식	5,13,21,29,37		
	성취동기	7,15,23,31,39		
교과에 대한 학습습관	주의집중	3,11,19,27,35	15	.80
	자율학습	6,14,22,30,38		
	학습기술 적용	8,16,24,32,40		
전체			40	.91

#### 다. 실험 도구: 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램

##### 1) 비디오 모델링 기반 증강현실 연산 프로그램 교수의 구성 근거

본 연구에서 사용된 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램은 ‘BASA와 함께 하는 수학능력 증진 개별화 프로그램 수학 나침반 시리즈’ 중 수학나침반: 수학연산편(김동일, 2020)을 기반으로 연구자가 증강현실 앱을 통해 비디오 모델링 기법을 접목한 프로그램을 일컫는다.

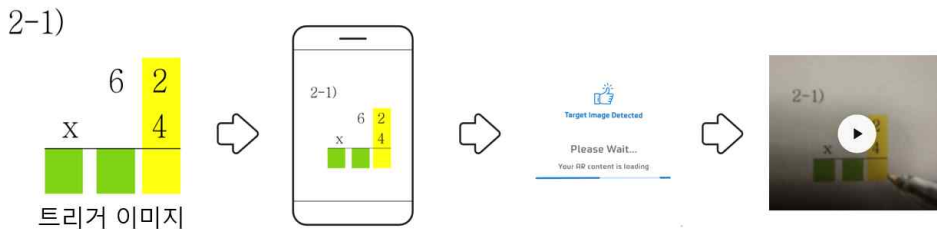
먼저 수학나침반: 수학연산편(김동일, 2020)의 경우, 국내외 수학 연산 관련 선행연구를 분석하여 초등학교 수학 교육과정(수학 교과서, 수학

익힘책)을 바탕으로 기본적인 내용을 중심으로 구성하였다. 수학 학습에 어려움이 있는 학생들의 수학적 능력을 향상시키는 데 효과가 입증된 중재를 증거기반 중재라 정의내릴 수 있다. 선행연구(김동일, 이대식, 신종호, 2016)에 따르면 수와 연산 영역에서 사실적 지식을 가르치는데 효과성이 높은 직접교수, 놀이활동, 또래 교수인데 이러한 방법들을 바탕으로 활동을 구성했다. 또한 간단한 연산 문제뿐만 아니라 실제 상황에서 접할 수 있는 수학 문제를 해결하기 위한 절차적 지식을 가르치는데 효과적인 인지·메타인지 전략, 수학 문제 만들기 활동, 도식 기반 표상 전략 등 효과적인 지도 방법들을 바탕으로 활동을 구성하였다. RTI 교수법을 적용하였기 때문에 진전도를 확인한 후 학습속도가 예상목표보다 느리거나 빠를 때 학습목표나 학습방법을 수정할 수 있다.

## 2) 증강현실 기반 앱 소개

본 연구에서 사용되는 증강현실 앱은 ‘bosoninnov’에서 개발한 ‘UniteAR’이다. 스마트폰 및 태블릿PC와 같은 모바일 기기에서 다운로드 한 후 간단히 등록만 하면 쉽게 사용할 수 있어 자신의 모바일 기기로 증강현실을 제작할 수 있다. ‘UniteAR’ 앱을 실행시켜 트리거 이미지(재생이 시작되는 그림)에 모바일 기기의 카메라를 비추면 마커 시킨 자료(동영상, 이미지, 텍스트)가 화면에 나타나는데 이를 간단하게 그림으로 나타내면 [그림 III-1]과 같다.

[그림 III-1] UniteAR 앱 작동 원리



이때 첫 번째 그림의 경우 (두 자릿수) X (한 자릿수) 푸는 과정을 보여 주는 영상을 재생하기 위한 트리거 이미지가 된다. 해당 트리거 이미지 위에서 ‘UniteAR’ 을 실행하면 앱을 통해 사용자가 미리 마커 시킨 자료인 (두 자릿수) X (한 자릿수)의 세로셈 풀이 영상이 뜨게 된다. 보다 자세한 과정은 [부록 3], [부록 4]에 제시되어 있다.

설치 방법은 간단하게 받을 수 있는데 안드로이드 운영체제를 사용하는 경우 Play 스토어에서, IOS 운영체제를 사용하는 경우 앱스토어에서 각각 ‘UniteAR’ 을 검색해서 다운받을 수 있다. 가입버튼을 누르고 가입을 한 후 앱을 활용할 수 있는데 증강현실 마커 제작 방법을 IOS 운영체제를 기준으로 정리하면 <표 III-5>와 같다.

<표 III-5> 증강현실 마커 제작 방법

순서	제작방법
1	앱에서 제공하는 오픈 자료를 사용할 경우에는 AR GALLERY를 클릭하고, 직접 만들 경우에는 왼쪽 상단 메뉴 버튼을 누르면 Create AR창이 나타난다.
2	Create AR창을 클릭하면 파란색으로 뜨는 팝업 메뉴인 ADD new Project를 클릭한다.
3	Browse 메뉴를 클릭하면 자신의 모바일 기기에 있는 Photo Library에 접근할 수 있거나, 촬영을 할 수 있다.
4	카메라 화면이 나오면 트리거 이미지를 촬영한다. 빛의 밝기, 자료의 복잡성이나 선명도에 영향을 받으므로 자료 선택에 주의해야한다
5	트리거 이미지를 촬영하고 나서 My Projects에서 해당 트리거 이미지에 View Project를 클릭한다. 하단 부분에 Video, Image 등을 클릭하면 미리 촬영한 마커자료를 입힐 수 있다. 두 손가락을 이용하여 이동, 회전, 확대, 축소 등을 하며 적당한 위치로 나타날 증강현실 화면을 위치시킨 후 오른쪽 상단부의 save 버튼을 누른다.
6	만들어진 Project의 이름을 적고 저장하고 홈 화면으로 다시 돌아가서 트리거 이미지가 잘 작동하는지 확인한다.

한송이, 임철일(2019)은 증강현실(AR) 기술을 활용한 교육 콘텐츠의 유형을 크게 체험형, 실습형, 협동형, 소통형으로 나누었고 이들의 특성은 다음 <표 III-6>과 같다.

〈표 III-6〉 증강현실(AR) 기술을 활용한 교육 콘텐츠의 유형

유형	특징	장점	단점
체험형	장소를 새롭게 구현하거나 실제 세계에 가상정보를 증강하여 정보표현	높은 실재감, 현장감, 몰입감 제공	일회성 체험으로 이뤄짐
실습형	반복적인 실습을 통한 교육이 필요할 때 활용	장기적인 실습 가능	학교 현장에서 활용 어려움
협동형	다수의 학습자가 협업하여 과제를 해결하는 방식	집단 학습을 통한 학습 집중도가 높음	학습보다 게임 요소에 치중 가능성
소통형	콘텐츠와 학습자가 서로 소통하며 참여를 유도	QR코드와 같은 마커활용으로 다양한 활동 가능	학습자 스스로 학습할 수 있는 능력이 요구됨

교육 프로그램으로써 ‘UniteAR’는 비디오 모델링을 기반으로 학생의 오류 유형에 맞게 올바른 계산식을 사용하여 문제를 해결할 수 있게 교육하는 프로그램이다. ‘UniteAR’을 활용한 곱셈, 나눗셈 증강현실 프로그램은 증강현실 교육 콘텐츠 유형 중 ‘소통형’ 유형에 속하며 다양한 트리거 이미지와 마커를 활용하여 학습자의 오류 분석 및 스스로 학습할 수 있도록 유도할 수 있다.

### 3) 곱셈, 나눗셈 증강현실 프로그램 구성 및 제작과정

#### (1) 곱셈, 나눗셈 증강현실 프로그램 구성

본 연구에서는 지적장애 학생에게 효과적인 교수법이라고 알려진 비디오 모델링(박지윤, 강영심, 2015; 신현희 외 2014; 이나운, 허유성, 2015)의 원리가 적용된 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램을 ‘BASA와 함께하는 수학능력 증진 개별화프로그램 수학나침반: 수학연산편(김동일, 2020)’을 기반으로 구성하였다. 해당 교재는 수학 연산 능력의 향상을 위해 다양한 문제 구성으로 되어 있고 프로그램 개요에 맞춰 지도할 수 있다는

장점을 가져 본 연구에 활용되기 적합하다고 판단되었다. 개념에 대한 교수를 먼저 하고 난 후 세로셈 푸는 과정을 비디오 모델링 기반 증강현실 프로그램을 활용하여 <표 III-7>과 같이 14차시 분량으로 구성하였다.

<표 III-7> 수학나침반: 수학연산편의 영역별 학습주제

단계	차시	중재목표	영역	활동내용
1	1	두 자릿수와 한 자릿수의 곱셈을 할 수 있다.	곱셈	(두 자릿수) $\times$ (한 자릿수)
	2			
2	3	세 자릿수와 한 자릿수의 곱셈을 할 수 있다	곱셈	(세 자릿수) $\times$ (한 자릿수)
	4			
3	5	두 자릿수와 두 자릿수의 곱셈을 할 수 있다.	곱셈	(두 자릿수) $\times$ (두 자릿수)
	6			
4	7	내림이 없는 몇 십 $\div$ 한 자릿수의 계산을 할 수 있다.	나눗셈	(몇 십) $\div$ (한 자릿수)
	8			
5	9	나머지가 없는 두 자릿수 $\div$ 한 자릿수의 계산을 할 수 있다.	나눗셈	(두 자릿수) $\div$ (한 자릿수)
	10			
6	11	나머지가 있는 두 자	나눗셈	(두 자릿수) $\div$ (한 자릿수)



	12	릿수 ÷ 한 자릿수의 계산 원리를 알고 계 산할 수 있다.		+ 나머지
7	13	나눗셈 결과를 확인 할 수 있다.	나눗셈	(두 자릿수)÷(한 자릿수) + 나머지의 계산이 맞는 지 확인하기
	14			

(2) 곱셈, 나눗셈 증강현실 프로그램 제작 과정

가) 과제 분석

과제분석은 복잡한 목표와 기술을 달성하기 위해 필요한 기술들을 확인하여 측정 및 관찰 가능한 하위 단계와 기술들로 나누는 것이다(Morreau & Anderson, 1986; Carter & Kemp, 1996). 비디오 모델링 목표행동의 과제분석을 위해 중재 시 주교재로 사용될 ‘BASA와 함께하는 읽기능력 증진 개별화 프로그램 읽기나침반: 수학연산편(김동일, 2020)’의 3단계 곱셈, 4단계 나눗셈 중 차시를 선정하였다. 해당되는 학습 목표는 3단계 곱셈에서는 두 자릿수와 한 자릿수의 곱셈, 세 자릿수와 한 자릿수의 곱셈, 두 자릿수와 두 자릿수의 곱셈, 4단계 나눗셈에서는 몇 십과 한 자릿수의 나눗셈, 나머지가 없는 두 자릿수와 한 자릿수의 나눗셈, 나머지가 있는 나눗셈 두 자릿수와 한 자릿수의 나눗셈, 나눗셈 결과 확인하기로 선정하였다. 각 학습 목표를 달성하기 위해 수학 나침반 교재에 있는 문제들을 과제로 선정한 후 과제분석 절차를 거쳐 하위기술로 나누어 세분화하였다. 과제 분석 개발에 현직 중학교 수학 교사로 근무하고 있는 전문가 2인을 통해 분석 과정을 엄격히 준수하여 필요한 모든 단계가 명확하게 구성되어 있는지 확인하였다. 과제분석 내용의 예시는 다음 <표 III-8>과 같다.

<표 III-8> (두 자릿수) X (한 자릿수) 문제 과제 분석 예시

단계	과제분석
1	문제와 등식을 확인한다.
2	첫 번째 수의 등식에 일의 자릿수를 찾아 밑줄을 긋는다.
3	두 번째 수의 등식에 일의 자릿수를 찾아 밑줄을 긋는다.
4	밑줄이 있는 일의 자릿수끼리 곱한 후 답란의 일의 자리에 쓴다.
5	첫 번째 수의 등식에 십의 자릿수를 찾아 동그라미 한다.
6	두 번째 수의 등식에 일의 자릿수를 찾아 동그라미 한다.
7	동그라미 되어 있는 수끼리 곱한 후 답란의 십의 자리에 쓴다.

#### 나) 비디오 모델링

비디오 모델링은 과제분석한 내용으로 구성된 각 단계 비디오를 연구 참여자가 시청하고 행동을 모방하는 것을 말한다(Bellini & Akullian, 2007). 과제분석 단계를 거친 후 각 단계를 연구자가 모델링하는 과정을 녹화하여 비디오 모델링 과제분석 동영상을 제작하였다. 편집은 컴퓨터에서 ‘iMovie’를 사용하였으며, 단계에서 과제 수행을 원활하게 돕기 위해 음성 안내도 추가하였다. 비디오 모델링 과제분석 동영상은 먼저 전체 부분을 녹화하고 ‘iMovie’를 활용하여 과제분석 단계별로 편집 후 분할하여 제작하였다. 학생들이 풀이 과정에서 모르는 것이 생겼을 때 전체를 시청하지 않고 특정 부분만 보고도 문제를 해결할 수 있도록 개별 단계로 나누어 구성하였다.

#### 다) UniteAR app

‘UniteAR’ 앱은 사용 방법만 익히면 누구나 증강현실 자료를 제작할 수 있다. 트리거 이미지와 마커 영상 자료를 중첩시켜 간편하게 현실과 가상을 연결하는 증강현실 자료를 만들 수 있다. 앞서 과제분석과 영상 녹화과정을 통해 만들어진 전체 비디오 모델링 영상과 과제분석된 각 단계별 분할된 영상 모두 스마트폰 및 태블릿PC의 ‘UniteAR’ 앱에 업로드 된 후 마커 영상 자료를 재생하기 위한 트리거 이미지 판과 연결시킨다. ‘UniteAR’ 앱으로 비디오 모델링 과제분석 동영상을 활성화하기 위해서 학생이 스스로 스마트폰 및 태블릿PC를 슬라이드하여 잠금 해제하

고 ‘UniteAR’ 앱을 열어 해당되는 트리거 이미지 위에 스마트폰 및 태블릿PC를 올려놓아야 한다. 해당되는 마커 영상이 트리거 이미지를 통해 활성화되고 나서 우측 하단에 있는 전체 화면을 클릭하여 전체 화면으로 전환한다. 본 연구에 참여하는 학생 3명 모두 기초선 측정 시 증강현실 프로그램을 활용하는 방법을 연구자의 지도 아래 훈련하여 습득하였다.

#### 라) 트리거 이미지 판

‘UniteAR’ 앱을 활용하여 비디오 모델링 과제분석 동영상을 실행하는 데 필요한 트리거 이미지를 모아 학습자료 형태로 만들었다. 트리거 이미지 판의 구성은 해당되는 문제의 번호와 해당 문제의 이미지가 배치되는데 이를 통해 학습자는 모든 과정을 순서대로 보고 과제를 수행할 수 있다. 다음으로 트리거 이미지 속 문제에 자릿수마다 색깔을 다르게 표시하고 단계별 구분된 클립 영상들 속 자막과 색상을 서로 연결함으로써 학습자가 원하는 부분만 쉽게 찾아볼 수 있도록 구성하였다.

## 4. 연구 절차

### 가. 실험 기간

본 연구는 3명의 연구 대상 학생들이 소속되어 있는 M중학교에서 일대일 개별교수의 형태로 2021년 9월 1일부터 11월 29일까지 14주 동안 이루어졌다. 실험처치는 매주 1-3회, 8주간 총 14회기에 걸쳐 실시했다. 구체적인 내용은 다음 <표 III-9>와 같다.

<표 III-9> 실험 기간 및 회기 수

구분	기간	회기
대상 아동 선정 및 프로그램 준비	2021.9.1 - 9.10.	대상자 선정을 위한 사전 검사 실시
기초선	2021.9.13. - 10.21.	대상별 회기 수 다름

		(학생 A:3, B:6, C:11)
중재	2021.9.27. - 11.18.	14
유지	2021.11.4. - 11.29.	3

## 나. 실험 장소

편안한 분위기에서 실험이 이루어질 수 있도록 방과 후 A, B, C 학생이 속한 특수학급 교실에서 연구자가 직접 중재를 실시하였다. 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)와 관련하여 연구 참여자와 연구자의 안전을 위하여 손 소독제, 체온계, 물티슈 등을 배치하고 발열체크, 손 소독, 마스크를 착용하고 거리를 확보한 후 수업을 진행하였다. 학생의 책상에는 수업에 필요한 필기도구와 교재, 스마트폰 및 태블릿PC, 트리거 이미지판을 배치해 놓았으며, 학생과 교사가 1:1로 진행될 수 있도록 조용한 공간에서 진행되었다.

## 다. 중재자 특성

중재 실시자는 만 35세 남성이며, 2021년 3월 1일 기준으로 교육경력 7년의 중등특수 1급 정교사 자격증을 소지한 연구자 1인이다. 서울대학교 특수교육연구소 소속 석사과정 연구생으로 경계선 지능, 느린 학습자, 난독증, 학습부진 학생 등을 대상으로 한 중재 연구, 스마트 교육 관련 공모전 및 공개수업, 그리고 발달장애인 대상 교재 개발 등 다수의 연구에 참여하였다.

## 라. 실험 절차

### 1) 기초선

대상 학생들의 곱셈과 나눗셈 연산 능력을 알아보기 위해 중재를 제공하지 않은 상태에서 기초선 자료를 수집하였다. 기초선 기간 동안 검사

환경의 변인을 동일하게 유지하기 위하여 같은 시각과 장소에서 검사를 실시하였다. 기초선 자료 수집을 위해 기초학습기능 수행평가체제: 수학 검사(BASA-MATH)의 기초평가를 검사도구로 사용하였다. 기초선 검사는 전부 연구자와 학생 간 1:1로 실시되었으며 대상자간 중다기초선 설계 방법에 따라 학생 A, B, C는 모두 각자 다른 기초선 측정 기간을 거쳤다. 기초선 안정 여부는 과제 수행률이 연속 3회기 동안 15% 이상의 상승률을 보이지 않을 때까지 측정되었다. 수학과에 대한 학습태도검사는 중재 시작 전, 중재 종료 후에 각각 1번씩 실시하였다.

## 2) 증강현실 프로그램 사용 훈련 단계

학생이 스스로 증강현실 프로그램 앱을 사용할 수 있도록 중재가 본격적으로 시작되기 전 증강현실 프로그램 사용 방법에 대해 설명하였다. 사용방법 훈련은 Adams & Engelmann(1996)이 제시한 ‘Model-Lead-Test’ 과정에 기반하여 연구자와 학생이 1:1로 진행하였다. ‘Model-Lead-Test’ 과정대로 연구자가 학생에게 앱을 사용하는 방법과 스마트폰 및 태블릿PC를 사용하여 장착된 카메라로 목표물을 스캔하는 방법을 모델링 하였으며, 그 후 학생이 독립적으로 활동할 수 있도록 보조하였다. 만약 학생이 스마트폰 및 태블릿PC 사용과 앱을 활용하는데 문제를 보일 경우 정확한 사용법을 다시 제시하였으며 위와 같은 과정을 반복적으로 실시하여 연구 대상 모든 학생들이 독립적으로 앱을 활용하여 스캔하는 방법을 배울 때까지 진행하였다.

## 3) 중재

비디오 모델링을 기반으로 한 곱셈과 나눗셈 증강현실 프로그램은 7단계로 이루어져 있으며 각 단계는 2회기로 8주간 총 14회기의 중재로 구성되어 매주 1~3회, 1회당 45분 동안 이루어졌다. 연구자가 직접 중재를 실시하였으며 중재 전 교사용 지도안을 숙지하여 활동 안내와 설명이 자연스럽게 이루어질 수 있도록 하였다. 수업 과정은 활동 1에서 각 단계에 해당되는 개념 설명을 하고, 활동 2에서는 연구자와 함께 모델링 기

법을 적용하여 함께 풀어보기, 활동 3에서는 증강현실 프로그램을 활용하여 스스로 문제를 풀어보았다. 각 회기마다 활동이 모두 끝나고 정리 단계에서 학습목표를 습득했는지 연산 수행평가지를 통해 알아보고, 단계별 2차시마다 중재에 대한 효과가 있었는지 BASA-MATH의 형성평가로 진전도를 파악하였다.

#### 4) 유지

증강현실 프로그램을 통해 향상된 곱셈과 나눗셈 연산 능력이 중재 후에도 지속되는지 알아보기 위하여 유지 검사를 실시하였다. 유지 검사는 총 3회 실시되었으며 중재 종료일의 일주일 후부터 주 1회 3주 동안 기초선 단계에서 사용된 것과 같은 BASA-MATH의 기초평가를 사용하여 측정되었다.

### 5. 자료 수집 및 결과 처리

증강현실 프로그램이 중학교 지적장애학생의 곱셈, 나눗셈 연산 능력과 수학학습 태도에 미치는 효과를 검증하기 위하여 다음과 같이 자료를 수집한 후 결과분석을 하였다.

#### 가. 연산능력의 변화 자료 수집 및 처리

##### 1) 시각적 분석

기초선, 중재, 그리고 유지기간 동안 곱셈, 나눗셈 연산 능력 측정을 위하여 BASA-MATH와 연산 수행평가지 검사를 실시하고 그 결과를 각각 표와 그래프로 나타내어 응용행동분석에서 가장 빈번하게 사용하는 방법인 시각적 분석(Visual analysis)을 사용하여 변화를 확인하였다.

Copper, Heron, & Hward(2007)은 시각적 분석의 장점으로 다음과 같이 제시하였다. 첫째, 목표행동이 통계적 유의성을 보이지 않을 정도로 변화한 경우에도 사회적 유의성 측면에서의 변화가 충분히 탐지되기 때문

에 중요한 임상적 및 교육적 자료로 채택될 수 있다. 둘째, 사회적으로 유의미한 결과가 있는 독립변인들을 판별하기 위해 사용될 수 있다. 셋째, 중재의 효과 외에도 자료의 모든 측면을 면밀히 점검하여 변동성의 원인을 결정할 수 있다. 넷째, 통계적인 분석에 비해 좀 더 융통성 있는 방법이다. 개인별 자료 양상에 초점을 맞추기 때문에 개별적으로 융통성 있는 결과를 산출할 수 있다(이소현 외, 2000).

시각적 분석은 실험조건 내의 자료 분석과 실험조건 간의 자료 분석으로 나눌 수 있다. 선행연구(이소현 외, 2000; 신미경, 정평강 2018; Kratochwill et al., 2013; What Works Clearinghouse; 송푸름, 2020)에 따라 본 연구에서는 실험조건 내의 자료 분석은 ‘데이터의 수준’, ‘경향’, ‘변화율’ 세 가지로 분석하였고, 실험조건 간의 자료 분석은 독립변인과 종속변인간의 기능적 관계를 입증하기 위한 분석으로, ‘즉시성 효과’, ‘비중복 정도’, ‘비슷한 구간 내 데이터의 지속성’ 세 가지를 바탕으로 분석하였다.

실험조건 내 자료 분석에서의 첫 번째 정보인 ‘데이터 수준’은 구간 내 자료들의 전반적인 평균을 나타내는 것으로, 기초선, 중재, 그리고 유지 구간 내 자료들의 평균값과 범위를 말한다. 두 번째 ‘경향’은 기초선, 중재, 그리고 유지 구간 내에서 데이터의 변화 정도를 최적선의 기울기 값으로 나타내는 것으로 White와 Haring(1980)이 제시한 반분법(split-middle)을 통해 경향선을 그려 파악할 수 있다. 본 연구에서는 엑셀프로그램의 선형 추세선을 활용하여 경향선 값을 산출하였다. 셋째, ‘변화율’은 기초선, 중재, 그리고 유지 조건 내에서 데이터의 범위와 표준편차를 말하며, 본 연구에서는 Gast & Tawney(1984)가 제시한 각 조건에서 평균값을 기준으로 15% 이내에 데이터가 80% 이상 포함되어 있으면 안정적으로, 80% 미만으로 있을 때는 가변적이라고 기술하였다.

실험조건 간의 자료 분석에서는 먼저 첫 번째 정보인 ‘즉시성 효과’는 중재 구간의 마지막 세 데이터의 평균과 기초선의 마지막 세 데이터의 평균의 차이 값을 비교하여 그 차이로 나타내었다. 둘째, ‘비중복 정도’는 기초선과 중재구간 간 데이터가 어느 정도로 비중복되어 있는지 파악하여 변화의 효과정도를 산출하는 것으로 본 연구에서는 PND, NAP, Tau-U 값을 활용하였다. 세 번째로, ‘비슷한 구간 내 데이터의

지속성'은 기초선, 중재, 그리고 유지 기간의 행동이 어느 정도로 예측 가능하며, 안정적인 경향을 보이는지 분석하는 것으로 본 연구에서는 각 조건 내 '수준', '경향'을 분석하여 안정된 기초선 수준을 유지하는 지 알아보았다.

## 2) 비중복 자료 비율(Percentage of Non-overlapping Data: PND)

Scuggs, Mastropieri, & Casto(1987)가 단일대상연구의 효과 크기를 계산하기 위해 사용한 방법으로 가장 오래되었으면서도 아직도 많이 사용되고 있는 효과크기 중 하나이다(Maggin, Briesch, & Chafouleas, 2013). 이 방법은 가장 높은 기초선 자료점을 초과하는 중재 단계 자료점의 수를 계산하고, 이 수치를 중재 단계의 전체 자료점의 수로 나누어 계산하며, 대부분 쉽게 계산할 수 있으며 치료를 측정하기 좋은 방법이다(Scuggs, Mastropieri, 2001). 비율이 70% 이상이면 효과적인 중재로 볼 수 있고, 50~70% 이면 의문스러운 효과, 50% 이하이면 효과가 없는 것으로 볼 수 있다(Parker et al., 2011). 하지만 자료의 이상치(outlier)에 대한 민감성 문제와 PND 값 100%의 해석의 어려움 등의 한계(김은경, 2012)를 지녀 본 연구에서는 NAP와 Tau-U를 추가로 계산하였다.

## 3) 모든 쌍의 비중복(Non-overlap of All Pairs: NAP)

NAP는 기존 방법을 개선하기 위해 개발되었으며 단계 간 향상을 보여 주는 단계 A와 B 사이의 모든 쌍 비교의 백분율로 해석된다(Parker & Vannest, 2009). 즉, PND는 기초선의 경향에 따른 변화를 통제하지 못하며(신미경, 채수정, 정평강, 2018), IRD(향상을 차이)는 천장 효과의 문제(Parker, Vannest, 2009)를 나타내지만 NAP는 비회기적 접근이 가질 수 있는 바닥 및 천장효과에 대한 민감성의 문제를 통제하고 효과 크기의 변별력이 높다(김은경, 2012). NAP를 구하는 공식은  $(Pos + .5Xties) / Pairs$ 로 본 연구에서는 Vannest et al(2016)이 개발한 웹사이트(<http://www.singlecaseresearch.org/calculators/nap>)를 통해 값을 산출하였다. 효과 크기는 .93~1.0이면 큰 효과이며, 중간 효과는 .66-.92, 약한 효



과는 0-.65이다(Parker & Vannest, 2009).

#### 4) Tau-U

Parker(2011)에 의해 단일대상연구 자료 분석을 위한 새로운 지표로 제안되었으며, 중재 단계 간 비중복과 단계 내 경향을 결합하는 것이다. Tau-U는 기초선과 중재 조건 사이에 대상학생의 수행 향상 정도에 대한 통계적 유의성을 파악할 수 있으며, PND 값이 가지고 있는 기초선의 불안정한 추세를 통제할 수 있고, 신뢰구간과 p값과 같은 통계 효과 분석 자료를 제공하고 천장효과를 감소할 수 있다는 장점이 있다(Parker, Vannest, Davis, & Sauber, 2011). Tau-U 값을 구하는 공식은 S( '+' 의 총 개수에서 '-' 의 총 개수를 뺀 값)를 쌍대비교 총 수로 나눈 값이며 NAP처럼 웹사이트(<http://www.singlecaseresearch.org/calculators/tau-u>)에 점수 자료들을 입력해서 계산할 수 있다. 크기는 -1에서 +1의 범위 값으로 0.93-1.00을 큰 중재 효과, 0.66-0.92를 중간 중재 효과, 0.00-0.65를 작은 중재효과로 설명할 수 있다(Parker & Vannest, 2009)

### 나. 수학학습태도의 변화 자료 수집 및 처리

증강현실 프로그램이 수학학습태도에 미치는 효과는 사전-사후 설계에 따라 중재 전·후에 수학과에 대한 학습태도 검사를 실시하여 나타난 점수를 표와 그래프로 결과를 분석하였다. 수학학습태도 검사는 40문항으로 되어 있으며 5점 척도이기에 전체 점수는 200점이지만 하위 영역별 문항 수에 차이가 있기 때문에 각 점수를 100점으로 환산하여 결과를 분석하였다. 사전검사와 사후검사의 변화 정도는 아래와 같이 변화율을 계산하였다.

$$\text{변화율(\%)} = \frac{(\text{사후검사}-\text{사전검사})}{\text{사전검사}} \times 100$$

## 다. 프로그램 타당도 평가

본 연구가 비디오 모델링에 기반한 증강현실 수학 연산 프로그램임을 확인하기 위해서 전문가 타당도 평가를 실시했다. 김은삼(2014)이 직접교수 프로그램 타당도를 확인하기 위해 만든 프로그램 평가 척도를 특수교육전공 박사과정 1인의 자문을 받아 비디오 모델링 기반 증강현실 프로그램 요소 등을 고려하여 수정하였다. 내용 타당도 측정을 위한 프로그램 평가 척도는 [부록 5]에 제시되어 있다. 본 프로그램 내용 타당도 측정에는 특수교육전공 박사과정 2인, 중학교 수학교육전공 교사 1인이 연구에 대한 연구자의 설명을 듣고 본 수학 연산 교수에서 사용하는 교사용 지도안, 교재, 증강현실 트리거 이미지 판, 연산 수행평가지, 그리고 각 단계별 학습목표를 참고하여 평가한 결과 96.00%였다. 곽샘 나눗셈 증강현실 프로그램 지도안 예시는 [부록 6]와 [부록 7]에 있다.

## 라. 중재 충실도 평가

본 연구가 계획대로 중재를 충실히 제공하는지 알아보기 위해 중재충실도 평가를 실시하였다. 중재충실도 체크리스트는 김은삼(2015)이 제작한 중재충실도 평가를 활용하여 특수교육전공 박사과정 1인의 자문을 받아 본 연구에 맞게 수정하였다. 중재 충실도를 측정하기 위해 학생의 동의를 받고, 녹화된 수업 내용을 바탕으로 중재가 충실히 진행되었는지 평가하였다. 중재 충실도는 각 학생마다 중재 14회기의 30%인 4회기 실시하였다. 중재충실도 평정은 중재에 대한 설명을 들은 특수교육전공 대학원 석사학위 소지자 2인이 연구자가 중재하는 모습을 비디오로 촬영한 것을 보며 중재가 과정과 절차에 맞게 이루어지는지를 평가하였다. 평가 요소는 중재 수행과 관계있는 10개 항목을 각각 3점 척도로 평가하고 백분율로 산출하였다. 중재충실도 결과 학생 A의 중재충실도는 95.00%, 학생 B의 중재충실도는 95.00%, 학생 C의 중재충실도는 100%로 전체 평균은 96.67%로 나타났다. 중재 충실도 체크리스트는 <부록 8>에 제시되어 있다.

## 마. 사회적 타당도

본 연구에서 중재 목표와 결과가 수학 연산능력 및 수학학습태도에 미치는 효과와 중재 절차의 적절성, 그리고 실행 가능성에 대해 특수교사, 연구 대상자 3명을 대상으로 사회적 타당도 검사를 실시하였다. 사회적 타당도 검사는 송푸름(2020)이 즉시세기 기반 수감각 교수의 사회적 타당도를 확인하기 위해 개발한 문항을 사용하였다. 교사용과 학생용으로 나누어져 있으며, 영역은 중재 필요성 및 목표, 중재를 통한 종속 변인의 효과성 등 3점 리커트 척도로 5문항으로 구성되어 있다. 교사용과 학생용 모두 중재가 끝난 후 설문을 실시하였고 추가적으로 프로그램에 대한 간단한 인터뷰도 함께 진행하였다. 교사용과 학생용 설문지는 각각 [부록 9], [부록 10]에 제시되어 있다.

## IV. 연구 결과

본 연구는 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램이 중학교 지적장애 학생의 수학 연산능력과 수학학습태도에 미치는 영향을 알아보고자 하였으며 그 결과는 다음과 같다.

### 1. 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램이 지적장애학생의 수학 연산능력에 미치는 효과

#### 가. BASA-MATH 검사 결과

비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램이 수학 연산능력에 미치는 효과를 알아보기 위하여 중학교 1학년 지적장애학생을 대상으로 대상자간 중다기초선 설계를 사용하여 기초선, 중재, 유지의 결과를 분석하였다. 중재의 효과를 측정하기 위하여 1차시마다 곱셈 나눗셈 연산 수행평가지와 2차시마다 BASA-MATH 수학 유창성 검사를 실시하였다.

기초선 기간 동안 각 학생은 학교 수학교과 시간 외에 추가적인 기초학습이나 다른 수학 사교육 등에 참여하지 않은 채 BASA-MATH 기초평가 검사만 받았다. 중재 기간에는 대상 학생마다 8주간 주 1~3회씩 총 14회기의 중재를 실시하였다. 유지검사는 마지막 중재 종료 후 일주일 간격으로 기초선과 동일한 조건에서 총 3회 실시하였다. 본 연구에서는 독립변인 변화의 시각적 제시를 위해 이소현 외(2000)의 그래프 작성 기준에 따라 그래프를 나타내었다. 또한 실험결과의 시각적 분석을 위해 조건 내 분석(데이터 수준, 경향, 변화율)과 조건 간 분석(즉시성 효과, 비중복 정도, 비슷한 구간 내 데이터의 지속성)을 실시하였으며 비중복 정도는 PND, NAP, Tau-U 값을 제시하였다. NAP와 Tau-U의 경우 효과크기를 나타내는 Z 점수, 유의확률과 90% 신뢰구간(CI)이 동일하기 때문에 Tau-U값으로 1번만 표기하였다. 또한 유의확률을 제외하고 모든 데이터는 소수점 둘째 자리까지 나타냈다.

## 1) 수학 유창성 변화

본 연구에서 정의하는 수학 유창성은 “연산의 속도와 정확성”이다(홍성두 외, 2006). BASA-MATH 수학 유창성 검사의 수행 수준은 <표 IV-1>에 제시되어 있으며 총점의 변화는 [그림 IV-1]의 그래프를 통해 나타내었다. 기초선, 중재, 유지 기간의 각 자료점의 수(평균, 표준편차 등)와 경향, 즉시성효과, 데이터 비중복에 관한 분석 결과는 <표 IV-2>와 같다. 연구 대상자들의 수학유창성 변화 양상을 살펴볼 때, 참가자 3명 모두 중재기간 동안 수학유창성이 향상되었다.

### (1) 학생 A

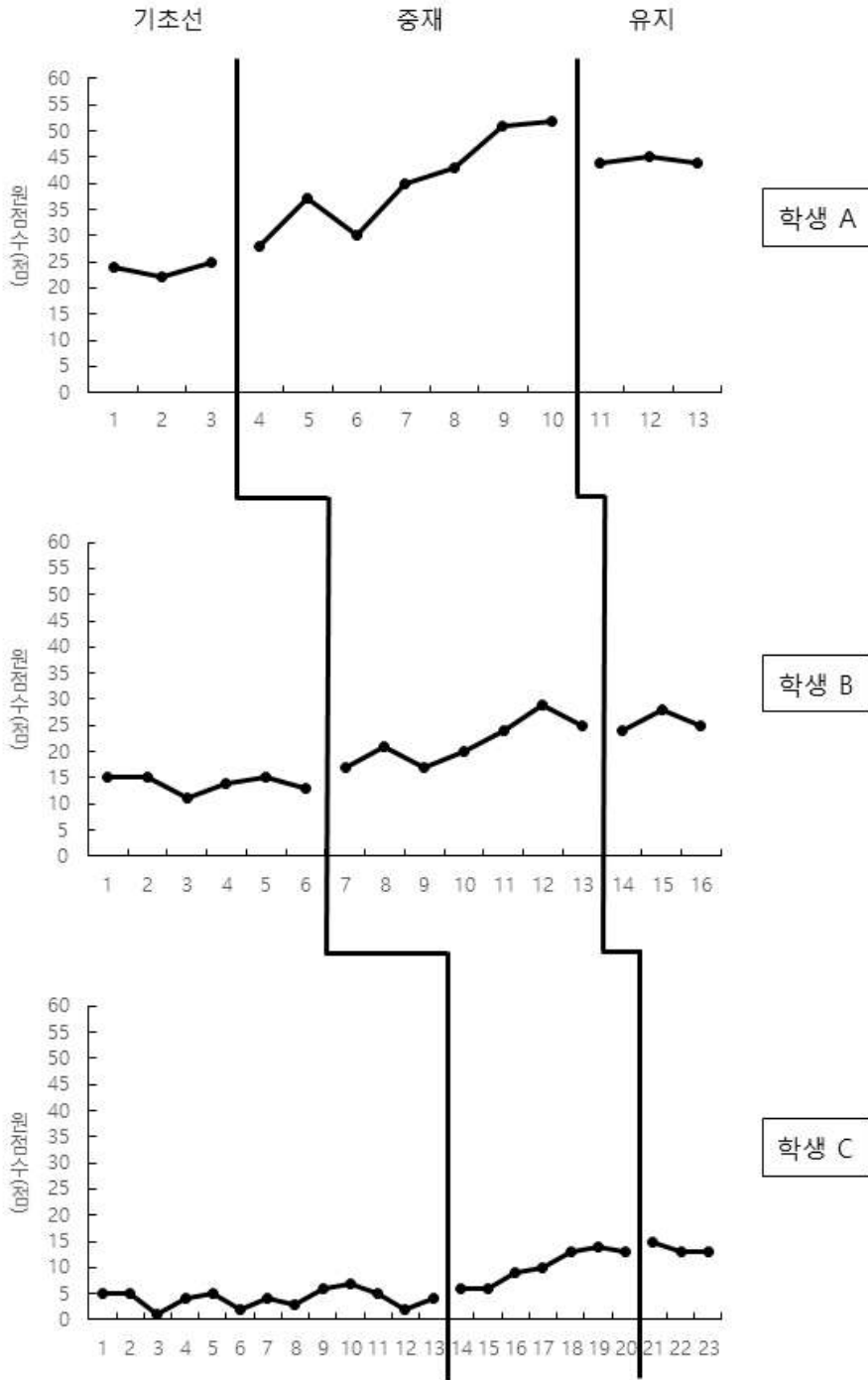
기초선 구간에서 학생 A의 BASA-MATH 검사 총점은 평균 23.67(범위 22~25, 표준편차=1.53)이고 경향선 기울기가 0.5로 살짝 증가하는 방향이지만 모든 데이터가 안정성 범위 내에 있어 조건 내 변화율이 안정적인 것으로 나타나 중재를 투입하였다. 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램 적용 후 즉시성 효과는 8.00으로 중재 투입 후 BASA-MATH 검사 총점이 세 학생 중 가장 크게 나타났다. 중재 조건에서 학생 A의 평균은 40.14(범위 28~52, 표준편차 9.37)로 기초선과 비교했을 때, 평균 16.47점 향상되었다. 학생 A의 수행 수준의 변화율은, 조건 내 데이터의 80% 미만인 57.14%만 안정성 조건 범위 내에 있으므로, 가변적이며, 경향선 기울기가 4.04로 전반적으로 증가하는 추세를 보였다. 즉 중재를 2회 실시할 때마다 학생 A의 BASA-MATH 검사 총점은 4.04 증가하는 경향을 나타냈다.

실험 조건 간 분석 중 ‘비중복 정도’를 살펴보면, 기초선과 중복되는 자료가 없기 때문에 PND값=100%, NAP와 Tau-U값=1.00으로 효과크기가 매우 큰 수준이고(Parker et al., 2009), 통계적으로도 유의미한 수치인 것으로 나타났다(CI 90%= [0.313, 1.00],  $p < .05$ ). 유지 기간에는 평균 44.33(범위 44~45, 표준편차=0.58)로 일관된 경향(기울기=0)을 보여 조건 내 변화율은 안정적으로 나타났으며, 기초선에 비해서 평균 20.66점 향상

〈표 IV-1〉 BASA-MATH 수학유창성 점수

	학생A	학생B	학생C
	24	15	5
	22	15	5
	25	11	1
		14	4
		15	5
		13	2
기초선			4
			3
			6
			7
			5
			2
			4
	28	17	6
	37	21	6
	30	17	9
중재	40	20	10
	43	24	13
	51	29	14
	52	25	13
	44	24	15
유지	45	28	13
	44	25	13

[그림 IV-1] 수학유창성 점수 변화



<표 IV-2> 대상학생별 수학유창성 수행수준 분석

분석		학생A	학생B	학생C	
수준	기초선	평균	23.67	13.83	4.08
		중위수	24.00	14.50	4.00
		범위	22~25	11~15	1~7
		표준편차	1.53	1.60	1.71
		경향	0.50	-0.20	0.20
	중재	평균	40.14	21.86	10.14
		중위수	40.00	21.00	10.00
		범위	28~52	17~29	6~14
		표준편차	9.37	4.41	3.34
		경향	4.04	1.68	1.46
	유지	평균	44.33	25.67	13.67
		중위수	44.00	25.00	13.00
		범위	44~45	24~28	13~15
		표준편차	0.58	2.08	1.15
		경향	0	0.50	-1.00
즉시성효과		8.00	4.33	3.33	
PND	중재	100%	100%	71.44%	
	유지	100%	100%	100%	
NAP	중재	1.00	1.00	0.96	
	유지	1.00	1.00	1.00	
Tau-U	중재	Tau	1.00*	1.00**	0.93**
		Z	2.39	3.00	3.36
		P	0.0167	0.0027	0.0008
		CI 90%	0.313<>1	0.452<>1	0.478<>1
	유지	Tau	1.00*	1.00*	1.00**
		Z	1.96	2.32	2.62
		P	0.0495	0.0201	0.0087
		CI 90%	0.162<>1	0.292<>1	0.373<>1

\* p < .05, \*\* p < .01



되었다. PND값=100%, NAP, Tau-U값은 1.00으로 효과가 유지되는 것으로 나타났다(CI 90%= [0.162, 1.00],  $p < .05$ ).

## (2) 학생 B

학생 B의 BASA-MATH 기초선 검사 총점은 평균 13.83(범위 11~15, 표준편차=1.60)으로 기초선 조건 내 경향은 소폭 감소하는 방향(기울기=-0.20)에 모든 데이터가 안정성 범위 내에 있어 조건 내 변화율이 안정적인 것으로 나타났다. 학생 A의 독립변인에 대한 효과가 3회기 이상 안정적으로 나타나 학생 B에게 중재를 투입하였다.

중재 조건에서 즉시성 효과는 4.33점이며 학생 B의 평균은 21.86(범위 17~29, 표준편차=4.41)로 기초선 조건과 비교했을 시, 평균 8.03점 향상되었다. 학생 B의 기울기는 1.68점으로 증가하는 경향으로 나타났으며, 이는 학생 B에게 중재가 2회 실시될 때마다 BASA-MATH 검사 총점이 1.68점 증가한 것으로 나타났다. 중재 조건 내 변화율은 조건 내 데이터의 80% 미만인 57.14%만 안정성 조건 범위 내에 있으므로 가변적인 것으로 보였다.

조건 간 분석을 통해 ‘비중복 정도’ 값을 살펴보면, 기초선과 중첩되는 자료가 없어 PND값=100%, NAP값=1.00으로 효과크기가 매우 큰 수준이며, Tau-U값 역시 1.00으로 효과크기가 통계적으로도 유의미한 수치인 것으로 나타났다(CI 90%= [0.452, 1.00],  $p < .01$ ). 유지 기간에는 평균 25.67(범위 24~28, 표준편차=2.08)으로 소폭 향상하는 경향(기울기=0.5)이며, 조건 내 변화율은 안정적이었다. 기초선에 비해서 평균 11.84점 향상되었고, PND값=100%, NAP, Tau-U값=1.00으로 효과가 유지되는 것으로 나타났다(CI 90%= [0.292, 1.00],  $p < .05$ ).

## (3) 학생 C

학생 C의 BASA-MATH 기초선 검사 총점은 평균 4.08(범위 1~7, 표준편차=1.71)로 기초선 구간 내 경향은 다소 증가하는 방향(기울기=0.20)을 보

였으며, 변화율은 평균값을 기준으로 61%로 나타나 80%의 자료가 15% 범위 내에 들어가지 못해 가변적인 것으로 나타났다. 하지만 이소현 외 (2000)와 Richards et al.(1997)의 연구에 따르면 이 수치는 표준화된 방법은 아니므로 자료의 안정성과 평균 수준에 영향을 미치는 회기 간 길이, 행동의 특성, 종속변인의 친숙도 등을 고려한 상황에서 자료의 안정성을 결정해야 한다고 명시하고 있다. 회기 간 길이가 학생 A와 B보다 길고 특별한 문제 행동 없이 연산 문제에 대해 익숙해진 모습을 보였기에 안정된 것으로 판단하였다. 학생 B의 독립변인의 효과가 3회기 이상 안정적으로 나타나고 같은 구간 내 학생 C의 기초선이 안정된 것으로 판단되었기에 학생 C에게 중재를 투입하였다. 학생 C의 즉시성 효과는 평균 3.33점이며, 중재 조건 동안 학생 C의 평균은 10.14(범위 6~14, 표준편차=3.34)이고 경향 기울기가 1.46으로 양의 방향으로 증가하였다. 즉 학생 C에게 중재가 2회 실시될 때마다 학생 C의 BASA-MATH 검사의 총점은 1.46점 증가한다고 볼 수 있으며, 안정성 범위 내 데이터의 비율이 28%로 중재 조건 내 변화율은 양의 방향으로 가변적인 것으로 나타났다. 조건 내 분석을 통해 비중복 정도를 살펴보면, 기초선과 중첩되는 데이터가 2개 존재했지만, PND값=71.44%, NAP값=0.96으로 매우 효과적인 것으로 나타났으며, tau-U값은 0.93으로 효과크기가 통계적으로도 유의미한 수치인 것으로 나타났다(CI 90%= [0.478, 1.00],  $p < .01$ ). 유지 기간에는 평균 13.67(범위 13~15, 표준편차=1.15)으로 소폭 감소하는 경향(기울기=-1.00)을 나타냈으며, 조건 내 변화율은 안정적이었다. 기초선에 비해서 유지 검사 결과 평균 9.59점 향상되었고, PND값=100%, NAP와 Tau-U값 모두 1.00으로 효과가 유지되는 것으로 나타났다(CI 90%= [0.373, 1.00],  $p < .01$ ).

#### (4) 비슷한 구간 내 데이터의 지속성

학생 A, B, C의 기초선 구간 내 데이터의 지속성의 경우 A와 B는 음의 방향으로 모든 데이터가 안정적이었으며 C의 경우 양의 방향으로 소폭

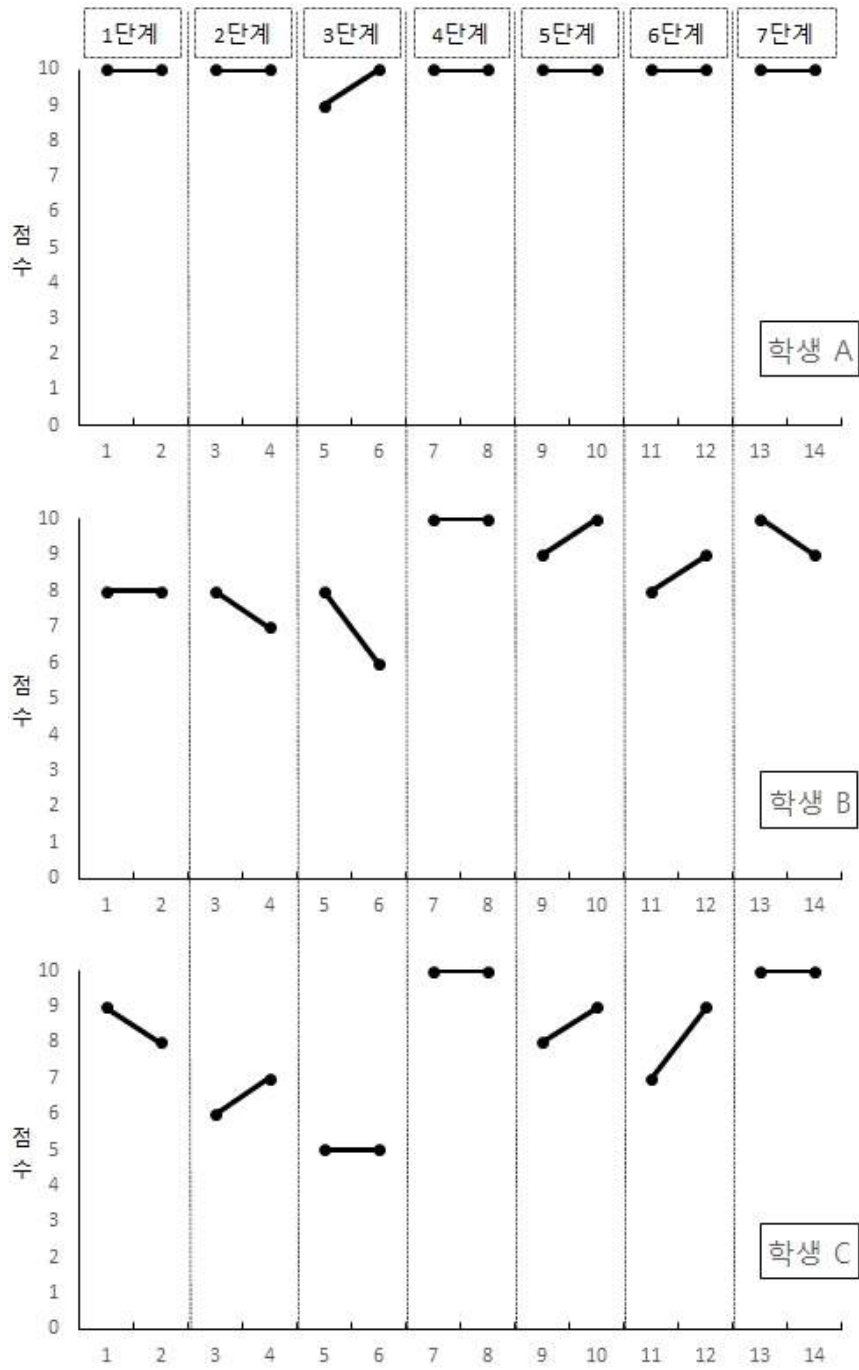
증가하는 추세였지만 회기 간 길이, 행동의 특성, 종속변인의 친숙도 등을 고려했을 때 수용 가능한 수준으로 안정적으로 보였다. 중재 구간 내 데이터의 지속성의 경우 학생 A, B, C 모두 양의 방향으로 증가하는 가변적인 추세를 보여 독립변인에 대한 효과를 보이는 것으로 나타났다. 유지 구간 내 데이터의 지속성을 살펴보면, 학생 세 학생 모두 데이터가 안정적이었으며 독립변인에 대한 효과를 유지하는 것으로 볼 수 있었다.

## 나. 곱셈 나눗셈 연산 수행평가지 결과

본 연구에서는 수학나침반 교재의 구성을 따라 (두 자릿수 X 한 자릿수), (세 자릿수 X 한 자릿수), (두 자릿수 X 두 자릿수)의 곱셈 3단계와 (몇 십 ÷ 한 자릿수), (나머지가 없는 두 자릿수 ÷ 한 자릿수), (나머지가 있는 두 자릿수 ÷ 한 자릿수), (나눗셈 계산 결과 확인하기)의 나눗셈 4단계로 총 7단계로 나누어 각 단계별 2회기씩 지도하였다. 연산 수행평가지는 학생들이 그날의 중재 목표를 달성하였는지 평가하기 위한 형성평가로 매 회기별 중재 후 실시되었다. 총 10문항이며, 각 문항은 1점으로 점수를 계산하였다. 각 단계별 연산 수행평가지 점수의 변화는 [그림 IV-2]과 같다.

그 결과 학생 A의 경우 모든 형성평가에서 10점이나 9점을 획득하여 회기별 목표를 거의 완벽하게 달성하였음을 보여주었다. 또한 수학연산 수행평가지는 BASA-MATH 검사와 다르게 시간제한이 있는 검사는 아니었지만, 회기가 거듭될수록 과제를 완수하는데 체감되는 시간이 짧아져 속도면에서도 향상을 보인 것으로 생각된다.

학생 B의 경우 모든 형성평가에서 점수대가 6~10점 분포하였다. 단계별로 살펴보면 곱셈 단계에서는 6~8점을 획득하여 낮은 성취를 보였는데 특히 (두 자릿수 X 두 자릿수)에서 가장 낮은 점수인 6점을 획득했다. 나눗셈 단계에서는 8~10점을 획득했고 틀린 문제들도 단순 뺄셈 오류로 인해 감점된 것으로 나타나 회기별 목표를 거의 달성하였음을 보여주었다. 낮은 성취를 보였던 결과는 중재 초반에 학생 B의 학습된 무기력으로 수업에 잘 집중하지 못했고, (두 자릿수 X 두 자릿수)에서 자릿수 맞추기, 받아 올림 오류로 인한 것으로 보인다. 하지만 고무적인 것은 중



[그림 IV-2] 대상 학생들의 각 단계별 연산 수행평가지 결과

재가 계속되면서 나눗셈 단계부터는 정답률이 높아지는 결과를 보여주었다.

학생 C의 경우 모든 형성평가에서 점수대가 5~10점으로 분포하여 세 학생 중 가장 낮은 성취를 나타냈다. 단계별로 살펴보면 곱셈 단계에서는 5~9점을 획득하였고 학생 B와 마찬가지로 (두 자릿수 X 두 자릿수)에서 가장 낮은 점수인 5점을 획득했다. 나눗셈 단계에서는 7~10점을 획득하여 중재목표를 달성한 회기도 있었으며 곱셈 단계와 비교했을 때 비교적 높은 점수를 받았다. 이러한 결과를 학생이 풀었던 연산 수행평가지기를 통해 자세히 살펴보면 곱셈과정에서 구구단을 잘못 암기했거나, 받아올림을 수를 써놓고 반영하지 않는 오류, 자릿수 오류, 덧셈 과정에서 오류 등으로 인한 것으로 보인다. 학생 C의 경우 다른 두 학생과는 다르게 아직 반구체물 단계에 머물러 있어 덧셈과 뺄셈 계산 시 동그라미를 그려서 활용하는 모습을 보여주었는데 그 과정에서 오류가 발생한 것도 있었다. 학생 B와 마찬가지로 중재 초반에는 낮은 성취를 보였지만 나눗셈 단계에 들어서면서부터 비교적 향상된 점수 결과를 보였다.

단계 중 (두 자릿수 X 두 자릿수)에서 학생들은 가장 많은 오류를 보였다. 이는 다른 곱셈의 단계보다 여러 과정을 거치고 받아올림이 여러 번 있기 때문에 자릿수 맞추기가 힘들어지게 되고 그 과정에서 덧셈의 오류도 같이 나타나게 되었다. 더불어 학습 과정에서는 색깔 힌트와 자릿수를 맞추기 위한 보조선이 사용되었는데 형성평가에서는 이러한 과정이 생략되고 문제만 제공되었기 때문에 이와 같은 결과가 나타난 것으로 보인다. 세 학생 모두 중재 후반부로 갈수록 중재 초반보다 향상되는 모습을 보여 중재 목표 달성에 근접한 것으로 생각된다.

## 2. 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램이 지적장애학생의 수학학습태도에 미치는 효과

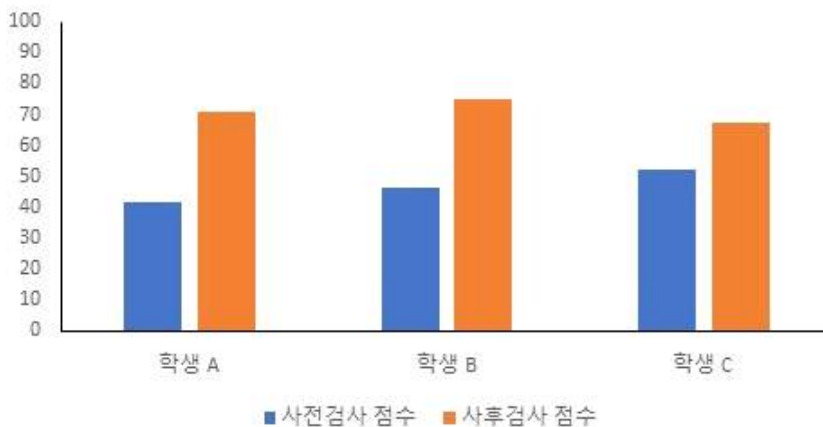
비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램이 지적장애학생의 수학학습태도에 미치는 효과를 알아보기 위해 수학학습태도 검사지를 이용하여 중재 실시 전과 후에 연구 대상 3명에게 검사를 실시하였다. 학생이 이해하기 어려운 문항은 연구자가 풀어서 설명을 해준 후 문항에

체크를 하도록 하였다. 수학학습태도 검사의 총점은 200점이지만 이해하기 쉽도록 100점으로 환산하여 제시하였다. 수학학습태도 점수 변화의 결과는 <표 IV-3>, [그림 IV-3]과 같다. 학생 A의 경우 사전 41.50점에서 사후 71.00점으로 71.08%의 변화율을 보여 세 명 중 가장 큰 향상이 있었다. 학생 B의 경우 사전 46.50점, 사후 75.00점으로 61.29%의 향상을 보였으며, 학생 C는 사전 52.00점에서 사후 67.50점으로 29.80%의 향상 정도를 나타냈다. 전체 대상 학생들의 검사 점수로 보았을 때 평균 54.06% 정도의 향상이 있었다.

<표 IV-3> 각 학생별 수학학습태도 점수 변화

(총점: 100점)

	사전검사 점수	사후검사 점수	변화율(%)
학생 A	41.50	71.00	71.08
학생 B	46.50	75.00	61.29
학생 C	52.00	67.50	29.80
평균	46.67	71.17	54.06

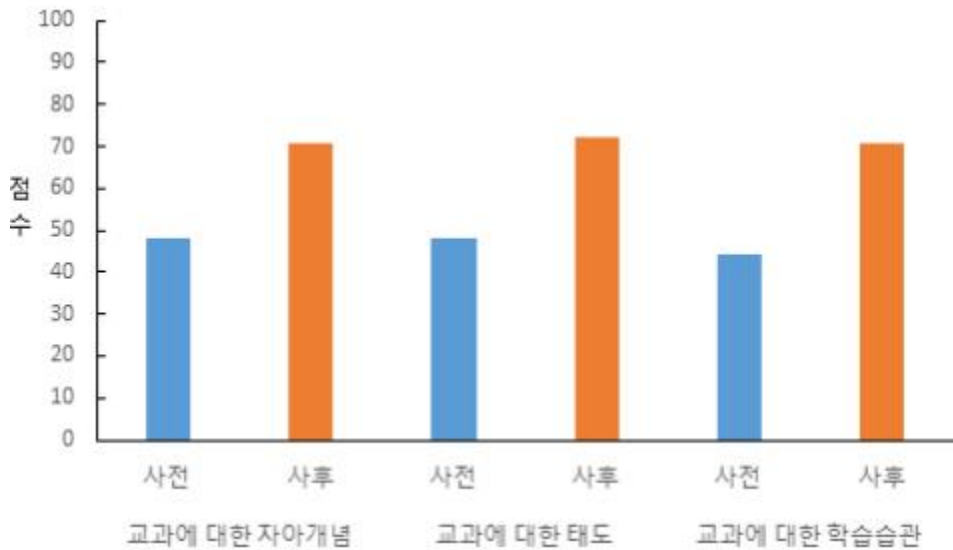


[그림 IV-3] 학생별 수학학습태도 점수의 변화

수학학습태도를 3개 하위 요인별로 분석하여 살펴본 결과는 <표 IV-4>, 그림 [IV-4]와 같다.

<표 IV-4> 수학학습태도 검사의 하위 요인별 점수 변화

	교과에 대한 자아개념			교과에 대한 태도			교과에 대한 학습습관		
	사전	사후	변화(%)	사전	사후	변화(%)	사전	사후	변화(%)
학생A	54.00	70.00	29.63	33.33	73.33	120.00	41.33	69.33	67.75
학생B	48.00	74.00	54.17	50.66	76.00	50.00	41.33	74.66	80.64
학생C	42.00	68.00	61.90	60.00	66.66	11.10	50.66	68.00	34.23
평균	48.00	70.67	48.57	48.00	72.00	60.37	44.44	70.66	60.87



[그림IV-4] 하위 요인별 점수 변화

교과에 대한 자아개념 영역의 총점은 50점이고 교과에 대한 태도 영역과 교과에 대한 학습습관 영역의 총점은 각각 75점이지만, 각 영역별 점수를 비교하기 위하여 100점으로 환산하여 제시하였다.

교과에 대한 자아개념 영역은 학생 3명의 평균점수가 사전검사에서 48점이었으나 사후검사에서 70.67점으로 48.57%의 향상을 보였다. 교과에

대한 태도 영역은 평균점수가 사전검사에서 48.00점이었으나 사후검사에서 72.00점으로 60.37%의 향상을 나타내었다. 교과에 대한 학습습관 영역은 평균점수가 사전검사에서 44.44점이었으나 사후검사에서 70.66점으로 60.87% 향상되었다.

이처럼 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램은 지적장애학생의 수학학습태도에 긍정적인 효과를 미쳤음을 알 수 있다. 학생마다 효과 차이는 있지만 전체 평균을 살펴보면, 교과에 대한 학습습관(변화율=60.87%)에 가장 큰 효과를 보인 것으로 나타났으며, 다음으로 교과에 대한 태도(변화율=60.37%), 교과에 대한 자아개념(변화율=48.57%) 순으로 나타났다. 수학학습태도에서의 변화를 연구 대상별로 살펴보면 다음과 같다.

### 가. 학생 A

학생 A의 수학학습태도 사전검사와 사후검사의 하위 영역별 점수의 변화는 <표 IV-5>와 같다.

<표 IV-5> 학생 A의 수학학습태도 하위 영역별 점수 변화

영역	하위요인	사전	사후	변화율(%)
교과에 대한 자아개념 (50점)	우월감-열등감	14	17	21.43
	자신감	13	18	38.46
교과에 대한 태도 (75점)	흥미	11	16	45.45
	목적의식	7	21	200.00
	성취동기	7	18	157.14
교과에 대한 학습습관 (75점)	주의집중	17	20	17.65
	자율학습	6	15	150.00
	학습기술 적용	8	17	112.50



학생 A의 경우 교과에 대한 자아개념 영역에서 사전검사 결과 27점이었으나 사후검사에서 35점으로 향상되었다. 하위요인에서는 자신감이 38.46%로 변화율이 가장 높았으며 우월감-열등감(21.43%) 순으로 나타났다. 자신감 요인 관련 ‘나는 수학공부를 잘해서 칭찬을 받을 수 있다.’는 문항에서 ‘보통이다’로 응답하였지만 사후검사에서는 ‘항상 그렇다’로 응답하였으며, 우월감-열등감 요인 관련 ‘나는 앞으로 수학과목에서 좋은 성적을 올릴 수 있다’는 문항에서 ‘전혀 그렇지 않다’로 응답했지만 사후검사에서는 ‘대체로 그렇다’고 응답하여 우월감과 자신감이 향상되었음을 알 수 있었다.

교과에 대한 태도 영역은 사전검사 결과 25점에서, 사후검사 55점으로 학생 A의 세 가지 영역 중 가장 크게 향상된 영역이었다. 하위요인별로 살펴보면 목적의식(200.00%)과 성취동기(157.14%)에서 특히 큰 향상이 있었다. 목적의식 요인 관련 문항인 ‘나는 수학공부를 지금보다 더 하려고 한다’에서 ‘전혀 그렇지 않다’고 응답하였으나 사후검사에서는 ‘항상 그렇다’고 응답하였으며, 성취동기 관련 ‘나는 수학시험을 본 후에 점수를 빨리 알고 싶다’는 문항에 ‘전혀 그렇지 않다’고 응답하였으나 사후검사에서는 ‘항상 그렇다’고 긍정적으로 답하였다. 흥미 요인 관련 문항에서는 ‘수학공부를 열심히 할수록 재미있고 수학시간이 많았으면 좋겠으며 기다려진다’고 응답하여 수학 교과에 대한 태도가 긍정적으로 변화하였음을 알 수 있었다.

교과에 대한 학습습관 영역은 사전검사에서 31점이었으나, 사후검사에서 52점으로 두 번째로 높게 향상된 영역이었다. 특히 자율학습(150.00%)과 학습기술 적용(112.50%)에 큰 향상이 있었는데, ‘나는 수학시간에 배운 것을 복습 한다’ 등 자율학습 요인 관련 문항에서 사전에 ‘전혀 그렇지 않다’로 응답했으나 사후에 ‘대체로 그렇다’로 응답하여 향상된 결과를 나타냈다. ‘나는 수학시간이 끝난 후 그 시간에 배운 것들을 머릿속에 정리해본다’ 등 학습기술 적용관련 문항에서도 ‘전혀 그렇지 않다’에서 ‘대체로 그렇다’로 응답하여 교과에 대한 학습습관이 긍정

적으로 달라졌음을 알 수 있었다.

학생 A의 경우 3명의 연구 대상 중에서 연산능력과 수학학습태도 둘 다 가장 많이 향상된 학생이었다. 중재 초반 연구자와 상담에서 수학은 제일 재미없고 지루하며 어려운 과목이라고 응답하였지만 중재가 계속될 수록 본인의 향상되는 실력에 흥미가 생기고 중재 시 모르는 것이 있으면 연구자에게 바로 질문하며 물어볼 만큼 적극적으로 참여하는 태도를 보였다. 수학학습태도 검사지의 ‘교과에 대한 태도 영역’에서 가장 큰 변화가 있었는데 문항들을 구체적으로 살펴보면 ‘수학시험을 본 후에 점수를 빨리 알고 싶다’, ‘나는 수학공부를 지금보다 더 하려고 한다’고 응답 하였다. 이러한 결과는 학생 A가 곱셈 나눗셈 형성평가에서 계속해서 높은 점수를 획득한 것과 관련이 있는 것으로 보이는데, 중재에서 계속된 높은 점수 획득이 학생의 흥미, 목적의식, 그리고 성취동기에 좋은 영향을 미친 것으로 생각된다.

## 나. 학생 B

학생 B의 수학학습태도 사전검사와 사후검사의 하위 영역별 점수의 변화는 <표 IV-6>과 같다.

학생 B의 교과에 대한 자아개념 영역의 경우 사전검사에서 24점이었으나 사후검사에서 37점으로 향상되었다. 하위요인들에서 자신감의 변화율이 가장 높았으며(66.67%), 우월감-열등감(41.67%) 순으로 나타났다. 특히, ‘나는 수학에 소질이 있는 것 같다’는 문항에 ‘전혀 그렇지 않다’에서 ‘대체로 그렇다’고 응답하였고 ‘나는 수학시험에서 좋은 점수를 얻을 수 있다’와 ‘나는 수학공부만큼은 잘 할 수 있다’는 문항에 ‘전혀 그렇지 않다’에서 ‘항상 그렇다’고 응답하여 수학에 대한 우월감과 자신감이 향상되었음을 알 수 있었다.

교과에 대한 태도 영역의 경우 사전검사에서 38점이었으나 사후검사에서는 57점으로 향상되었다. 하위요인들을 살펴보았을 때 목적의식(69.23%)의 변화율이 가장 높았으며 흥미(63.64%), 성취동기(21.43%) 순으

〈표 IV-6〉 학생 B의 수학학습태도 하위 영역별 점수 변화

영역	하위요인	사전	사후	변화율(%)
교과에 대한 자아개념 (50점)	우월감-열등감	12	17	41.67
	자신감	12	20	66.67
교과에 대한 태도 (75점)	흥미	11	18	63.64
	목적의식	13	22	69.23
	성취동기	14	17	21.43
교과에 대한 학습습관 (75점)	주의집중	16	20	25.00
	자율학습	5	16	220.00
	학습기술 적용	10	20	100.00

로 나타났다. 목적의식 요인의 경우 가장 크게 향상하였는데 특히, ‘나는 수학공부를 많이 하고 싶다’는 문항에 ‘전혀 그렇지 않다’에서 ‘항상 그렇다’고 응답하여 가장 변화가 뚜렷한 문항이었다. 흥미 요인에서는 ‘수학공부를 열심히 할수록 재미있는 것 같다’는 문항에 ‘대체로 그렇지 않다’에서 ‘항상 그렇다’고 응답하였으며, 성취동기 요인의 경우 ‘나는 수학시험을 본 후에 점수를 빨리 알고 싶다’는 문항에 ‘전혀 그렇지 않다’에서 ‘대체로 그렇다’고 응답하였다.

교과에 대한 학습습관 영역은 사전검사 31점에서 56점으로 학생 B의 세 영역 중 가장 큰 향상이 있었던 영역이었다. 하위요인별로 살펴보면 자율학습(220%), 학습기술 적용(100%), 주의집중(25%) 순으로 나타났다.

‘자율학습’ 요인의 ‘나는 누가 시키지 않아도 스스로 수학 공부를 한다’ 문항과 ‘학습기술 적용’ 요인의 ‘나는 수학시간에 배운 것을 확실히 알고 넘어간다’, ‘주의집중’ 요인의 ‘나는 수학시간에 선생님 말씀을 열심히 듣는다’는 문항들에 ‘전혀 그렇지 않다’에서 ‘대체로 그렇다’로 응답하여 점수가 증가한 것을 볼 수 있었다.

학생 B는 중재 초반에 연구자와 상담에서 곱셈과 나눗셈을 배운 적이 없으며, 중재 영역을 덧셈과 뺄셈으로 바꾸면 안 되는지 물어봤을 만큼 곱셈과 나눗셈을 어려워하는 것으로 보였다. 그런 탓인지 중재 과정에서 학습된 무기력이 나타나고 주의집중이 잘 되지 않는 모습이었지만 중재가 계속되면서 프로그램에 점점 익숙해지고 배웠던 내용들을 잘 적용하는 모습을 보였다. 학생 B의 경우 교과에 대한 학습습관 영역에서 가장 높은 변화를 나타냈는데, 특히 ‘나는 수학시간에 다른 생각을 많이 하지 않는다’, ‘나는 수학공부를 시작하면 끝까지 열심히 한다’ 고 응답하였다. 이러한 결과는 학습 초반에 집중하지 못하던 모습에서 후반부로 갈수록 주의집중 시간이 향상되고 배웠던 학습 기술을 일반화하여 적용하는 모습에 따라 나타난 것으로 보인다. 그 밖에도 학생 B는 자신감과 목적의식에서도 큰 향상이 있었는데 구체적으로 ‘나는 수학시간에 좋은 점수를 얻을 수 있고 수학공부만큼은 잘 할 수 있다’, ‘나는 수학공부를 많이 하고 싶다’ 고 응답하며 중재 전과는 다른 모습을 볼 수 있었다.

#### 다. 학생 C

학생 C의 수학학습태도 사전검사와 사후검사의 하위 영역별 점수의 변화는 <표 IV-7>과 같다.

학생 C의 경우, 교과에 대한 자아개념 영역이 사전검사 21점에서 사후검사 34점으로 세 영역 중 가장 큰 향상을 보였다. 하위 요인별 살펴보면 우월감-열등감 요인의 변화율이 77.78%로 가장 높았으며, 자신감(50%) 요인 순이었다. 우월감-열등감 요인에서는 ‘나는 수학을 잘하는 편이다’ 는 문항에 ‘전혀 그렇지 않다’ 에서 ‘보통이다’ 로 응답하여 점수가 향상했으며, 자신감 요인에서는 ‘나는 앞으로 수학과목에서 좋은 성적을 올릴 수 있다’ 는 문항에 ‘대체로 그렇지 않다’ 에서 ‘대체로 그렇다’ 로 응답하였다.

교과에 대한 태도 영역의 경우 사전검사에서 45점이었으나 50점으로 소폭 향상되었다. 하위요인별로 변화율을 살펴보면 성취동기(15.38%), 흥미

<표 IV-7> 학생 C의 수학학습태도 하위 영역별 점수 변화

영역	하위요인	사전	사후	변화율(%)
교과에 대한 자아개념 (50점)	우월감-열등감	9	16	77.78
	자신감	12	18	50.00
교과에 대한 태도 (75점)	흥미	14	16	14.29
	목적의식	18	19	5.56
	성취동기	13	15	15.38
교과에 대한 학습습관 (75점)	주의집중	17	19	11.76
	자율학습	10	16	60.00
	학습기술 적용	11	16	45.45

(14.29%), 목적의식(5.56) 순으로 나타났다. 성취동기 요인 관련 ‘나는 수학시험을 본 후에 점수를 빨리 알고 싶다’ 문항에 ‘전혀 그렇지 않다’에서 ‘대체로 그렇다’고 응답했으며, 흥미 요인에서는 ‘나는 수학시간이 지루하다’ 문항에 ‘항상 그렇다’에서 ‘전혀 그렇지 않다’고 응답하여 교과에 대한 흥미 및 성취동기로 태도가 향상되었음을 알 수 있었다.

교과에 대한 학습습관 영역은 사전검사에서 38점을 받았지만 사후검사 에서 51점으로 향상되었다. 하위요인에서는 자율학습 요인이 60%로 변화율이 가장 높았으며, 학습기술 적용(45.45%), 주의집중(11.76%) 순으로 나타났다. 자율학습 요인에서는 ‘나는 누가 시키지 않아도 스스로 수학 공부를 한다’는 문항에 ‘대체로 그렇지 않다’에서 ‘대체로 그렇다’고 응답했으며, 학습기술 적용 요인에서는 ‘나는 수학공부를 시작하면 끝까지 열심히 한다’ 문항에 ‘전혀 그렇지 않다’에서 ‘대체로 그렇다’고 응답하여 점수가 많이 증가한 것을 볼 수 있었다.

학생 C는 중재 전 수학 교과에서 상당히 낮은 성적을 보였고, 중재 결과도 수학연산과 수학학습태도에서 세 학생 중 향상 수준이 가장 낮았다. 이러한 결과로 인해 연구 대상 세 학생 중 수학학습태도 검사 변화

율이 가장 낮게 나온 것으로 보이며, 점수가 크게 향상되지 못했기 때문에 교과에 대한 태도에서 소폭 향상되는데 그친 것으로 해석된다. 중재 시에도 학생 A, B와는 다르게 아직까지 덧셈과 뺄셈에서 반구체물 단계에 머물러 있어 계산 시 시간이 더 걸리고 오류가 빈번하게 나타나는 모습을 보였다. 하지만 시간이 오래 걸리더라도 끝까지 푸는 모습은 중재 후반부로 갈수록 속도가 빨라지고 오류가 줄어 형성평가에서 정답률이 높아지는 결과를 가져왔고 이러한 결과가 학생 C의 자신감을 높여주고 교과에 대한 자아개념 영역에 영향을 미친 것으로 생각된다. 특히 구체적으로 살펴보면 수학학습태도에서 ‘교과에 대한 자아개념’ 영역에서 가장 큰 향상을 보였는데, ‘나는 수학시험에서 좋은 점수를 얻을 수 있다’와 ‘나는 수학 공부를 잘 할 수 있다’고 응답하며 중재 이후 수학교과에 대한 자신감이 향상된 모습을 볼 수 있었다.

### 3. 사회적 타당도

본 비디오 모델링 기반 증강현실 프로그램의 사회적 타당도를 평가하기 위해 Horner 외(2005)가 제안한 단일대상연구의 질적 지표와 국내 수학 중재 선행연구들의 특성들을 기반으로 송푸름(2020)이 개발한 사회적 타당도 문항을 본 연구에 맞게 수정하여 활용하였다. 교사용의 경우 중재가 이루어지기 전 연구 대상의 특수학급 담임교사에게 실시하였으며, 학생용의 경우 중재를 실시한 학생 3명에게 모든 중재가 끝난 후 설문을 실시하였다. 검사 결과는 교사용의 경우 전체 응답 점수를 만점으로 나누어 후 100을 곱하였으며, 그 결과 사회적 타당도는 93.33%로 나타났으며, 학생용의 경우 전체 응답 점수를 만점으로 나누어 후 100을 곱한 후 분석한 결과, 95.56%의 사회적 타당도가 나타났다. 설문 외에도 중재 종료 일주일 후 유지기간에 학생 A, B, C와 특수교사 1인을 대상으로 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램에 대해 어떻게 생각하는지 간단한 인터뷰를 1회 실시하였다. 먼저 특수교사의 경우 특수학급에서 중재가 이루어지는 모습을 자주 관찰하였기 때문에 그를 대상으로 인터

뷰를 먼저 진행했다. 특수교사는 학생 A, B, C의 곱셈, 나눗셈 연산 수행 정도가 많이 향상된 것에 대해 상당히 만족감을 나타냈다. 학생 A의 경우 수학 시간에 잦은 계산 실수가 있었지만 그 오류 빈도가 확연히 줄었으며, 학생 B의 경우 학생 C에게 경쟁의식을 느껴 프로그램에 더 열심히 참여하게 되고 그 결과 자신감이 향상된 것으로 보인다고 응답하였다. 학생 C는 수학 시간을 싫어하는 학생이었는데 흥미가 생긴 것으로 보이며, 본 프로그램에서 활용했던 문제집과 알려주었던 계산 방법을 활용하여 문제를 푸는 모습이 학교 수업시간과 가정에서도 관찰되었다고 이야기했다.

프로그램 시작 시 학생들과 라포 형성을 위해 상담을 진행하였을 때 학생들은 모두 수학이 가장 싫어하는 과목이며 그 중에서 곱셈과 나눗셈이 가장 어렵다고 응답했다. 하지만 중재 이후 수학학습태도 검사에서 나타난 것처럼 학생들은 향상된 실력에 자신감과 흥미가 생겼다. 학생 A는 “곱셈, 나눗셈 계산 과정에서 푸는 순서가 헷갈렸던 적이 많았는데, 실수가 많이 줄었고, 무엇보다 핸드폰으로 모르는 문제를 찍어서 바로 볼 수 있어서 좋았어요. 다른 과목도 이렇게 배우면 재밌을 것 같아요.” 라고 이야기하며 자신의 계산과정에서 실수가 줄어든 것에 대한 뿌듯함과 더불어 모르는 문제가 있을 때 바로 볼 수 있는 비디오 모델링 프로그램에 대한 긍정적인 부분 및 일반화의 가능성을 언급했다. 학생 B는 “핸드폰으로 찍고 보고 푸는 것이 재밌었어요. 곱셈, 나눗셈은 어려워서 문제를 푼 적이 없었는데, 문제도 많이 풀고 정답도 맞춰서 칭찬을 많이 들어서 좋았어요.” 라고 대답했다. 학생 B는 프로그램 초반 수학에 대한 잦은 실패로 위축되고 주눅이 들었던 것에 반해 프로그램 종료 시점에는 곱셈, 나눗셈 문제에 대한 자신감을 나타냈다. 학생 C는 “수학은 내가 가장 싫어하는 과목이었는데 선생님과 공부하고부터 자신감도 생기고 수학이 조금은 재밌어졌어요. 핸드폰으로 찍어서 보면서 푸니 도움이 많이 되었어요.” 라고 향상된 자신감과 증강현실 프로그램에 대한 만족감을 표현했다. 이처럼 본 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램은 학생과 교사에게 만족할만한 결과를 가져다주면서 긍정적인 영향을 주었음을 설문과 인터뷰를 통해 알 수 있었다.

## V. 논의 및 제언

본 연구는 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램이 지적장애 학생의 수학 연산능력과 수학학습태도에 미치는 효과를 확인하고 그 적용가능성을 검토하고자 하였다. 이를 위해 곱셈과 나눗셈 연산에 어려움을 보이는 중학교 1학년 학생 3명을 대상으로 단일대상 연구의 대상자간 중다기초선설계를 사용하여 14회기의 중재 프로그램을 적용하였으며, BASA-MATH, 곱셈 나눗셈 연산 수행평가지, 그리고 수학학습태도 검사를 이용하여 연산능력과 수학학습태도의 변화를 확인하였다. 그 결과 지적장애학생의 수학 연산능력에서 유의미한 향상과 수학학습태도에 긍정적인 영향을 미칠 수 있음을 확인하였다. 이상의 결과에 대한 구체적인 논의는 다음과 같다.

### 1. 연산능력의 변화

비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램 교수는 중학교 1학년 지적장애학생의 수학 연산능력을 유의하게 향상하는데 긍정적인 영향을 주는 것으로 나타났다. 연구 대상 학생들은 기초선 및 중재기간 초반에는 덧셈인데 뺄셈을 하거나, 뺄셈인데 덧셈을 하는 잘못된 방법으로 문제를 해결하는 오류, 연산방법은 맞지만 계산을 잘못하는 계산상의 오류, 받아 올림을 하지 않거나, 하더라도 계산에서 제외하는 받아 올림 오류, 답을 잘못된 자리에 쓰는 자릿값의 오류를 보이고 유창성이 떨어져 2분의 시간 동안 몇 문제 풀지 못하는 현상 등을 보였다. 이는 지적장애학생들이 지적능력의 결함과 연산 기호와 같은 추상적인 개념을 이해하기 힘들어 기초연산에서의 어려움을 보인다(김영임, 김은경, 2010)는 선행연구와 정확도와 처리속도가 요구되는 수학의 특성으로 문제 해결에 어려움을 겪고 연산의 기본원칙을 제대로 숙지하기 못해 연산 기술 습득



에서 어려움을 보인다(신현기, 2006)는 선행연구와 유사한 모습이었다. 하지만 중재가 계속될수록 연산기호를 먼저 파악하고 과제분석 순서대로 문제를 풀고, 자릿수를 맞추기 위해 색깔 힌트, 자릿수 보조선, 그리고 도형 기호 등을 활용하여 받아 올림과 자릿수에 맞게 문제를 해결하는 등의 향상된 모습을 나타냈다. 이는 지적장애 학생에게 연산을 지도할 때 단순히 기계식 암기보다 지적장애의 특성을 고려한 구체적인 전략과 활동을 포함하여 교수하는 것이 효과가 좋다는 선행연구(김영임, 김은경, 2010; 최혜승, 김의정, 2009)의 결과와 일치한다. 학생 A, B, C에서 나타난 연산능력 변인의 효과크기를 비교하면, 기초선 대비 중재 기간의 Tau-U값은 학생마다 효과크기의 차이가 존재하긴 했지만 학생 A와 B는 1.00(A= $p < .05$ , B= $p < .01$ ), 학생 C는 .96( $p < .01$ )으로 효과크기가 큰 것으로 나타났으며 유지 기간에도 기초선 대비 Tau-U 값이 세 학생 모두 1.00으로 나타났다.

지적장애 학생의 수학 연산능력의 긍정적인 변화는 국내 지적장애학생에게 연산 능력을 향상시키고자 한 선행연구(명문영, 2014, 조지은, 2016, 한은실, 2017; 김효진, 2019), 비디오 모델링 중재의 효과크기가 크다는 선행연구(이성용, 김진호, 2019), 증강현실 교육 프로그램이 학업성취를 높여주고(이윤우, 한경근, 2018; 유명현 외, 2018) 지적장애학생들의 교수적 목표에 적합한 실제와 흡사한 경험을 전달할 수 있다는 선행연구(안예지, 이미지, 2020)와 맥을 같이 한다. 또한 특정학습장애 중학생을 대상으로 증강현실 기법을 적용한 중재 후 연산능력이 향상된 결과를 보인 국외 선행연구(Kellems et al., 2020)와 상통하는 결과로 국내 지적장애 중학생에게도 증강현실 기법을 적용한 중재가 연산능력에 향상을 가져올 수 있었다는 결과를 제시했다는 점에서 의의가 있다.

## 2. 수학학습태도의 변화

연구 대상별로 차이는 있었지만 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램은 중학교 1학년 지적장애 학생의 수학학습태도를 유의하

게 향상시키는 것으로 나타났다. 연구 대상 학생 3명은 수학학습태도 사전-사후 검사 결과 각각 71.08%, 61.29%, 29.80%의 변화율을 보였으며, 수학학습태도 검사의 하위 영역 중 교과에 대한 자아개념, 교과에 대한 태도, 그리고 교과에 대한 학습 습관 세 영역에서 모두 향상을 나타냈다. 이와 같은 결과는 증강현실 교육 프로그램이 학습동기와 흥미를 높이고(김서진, 이예경, 2018), 학습 몰입을 촉진시키며(전영화, 이정민, 2015), 학습자로 하여금 능동적인 학습 태도와 참여를 유도할 수 있다(김창복, 김경, 2011)는 선행연구의 결과들과 일치한다.

비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램이 중학교 1학년 지적장애학생의 수학학습태도에 긍정적인 영향을 미치는 요인들은 다음과 같이 두 가지 제시해볼 수 있다.

첫째, 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램은 1인칭 시점에서 과제를 수행하는 것을 촬영한 비디오 모델링 자료를 스마트폰 및 태블릿 PC와 함께 활용했다. 1인칭 시점 비디오 모델링 중재는 학생들이 가지고 있는 개별적 요구에 맞춘 시점에서 다양한 교수 제공이 가능하고 학교, 가정, 그리고 지역사회 등 장소와 관계없이 언제든지 활용할 수 있는 장점이 있으며, 증강현실 기법은 복잡한 장비가 없어도 스마트기기의 앱을 활용하여 쉽게 비디오 제작 및 시청이 가능하다는 장점이 있다. 학생은 활동1과 2에서 이미 배웠던 내용을 활동3의 비디오 영상을 통해 반복해서 복습하고 숙달하게 됨에 따라 반복된 실패에 대한 두려움을 감소시키고 성취 수준이 향상되면서 성공에 대한 경험을 느낄 수 있었다. 특히, 비디오 모델링은 목표행동이 촬영된 모든 단계의 전체 영상을 중단 없이 보고 난 후 다시 처음부터 끝까지 모방해야 하고

(Cannella-Malone et al., 2006), 영상 재생을 위한 특별한 장비도 필요하다. 하지만 스마트폰 및 태블릿 PC의 앱을 활용한 증강현실 기법은 특별한 장비 없이 비디오 촉진(video prompting) 방식으로 목표 행동을 개별 단계로 나누어 비디오 클립으로 구성한 다음 학습자 개개인에 맞게 특정 단계가 능숙해질 때까지 반복적으로 수행하여 긴 비디오 시청이 힘든 장애인들도 활용할 수 있다(Cannella-Malone et al., 2006; Banda et al.,

2011). 그렇기 때문에 개개인마다 수행 정도에 차이가 있는 학생들은 모르는 특정 부분만 시청하여 어느 부분이 잘못되어 있는지 즉각적인 피드백을 통해 확인할 수 있기 때문에 이후의 실패 가능성을 감소시켰다. 이러한 측면은 교과에 대한 자아개념 및 태도에 긍정적인 영향을 미쳤을 것이다. 지적장애 학생들의 경우, 반복되는 실패를 경험하며 학습된 무기력과 수학학습에 있어 부정적인 태도를 갖고 있다(Haylock, 1991). 중재 도입 전 연구자와 상담에서 학생들은 수학을 가장 싫어하는 과목이며 어렵게 느껴진다고 대답했으며, 사전 검사와 중재 초반에도 연산 문제 해결 시 본인이 쓴 정답을 확신하지 못하는 모습을 보이고 조금만 어렵다고 느껴지면 금방 포기하는 모습이 나타났다. 그러나 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램에 점점 적응하고 모르는 문제에 대한 반복적인 학습을 통해 숙달되고 점수가 향상되면서부터 성적을 빨리 확인하고 싶어 하는 등 교과에 대한 흥미, 자신감, 성취동기 등이 향상되는 모습들을 보여주었다. 이는 단순히 수학학습태도 검사 결과에서만 드러난 것이 아니라, 연구를 옆에서 관찰했던 특수교사로부터도 들을 수 있었다. 특수교사는 평소에 세 학생 모두 실패기대감이 커서 풀 수 있는 문제도 일단 ‘모르겠어요’, ‘어려워요’, ‘못해요’ 말들을 반복하며 항상 자신감이 부족한 모습이었는데, 본 프로그램을 통해 특수학급 수업 뿐만 아니라 통합학급 수업에서도 적극적으로 참여하는 등의 학습태도 면에서 긍정적인 변화를 이야기하였고, 학생들 역시 수학이 제일 싫은 과목에서 재미있는 과목으로 바뀌었다고 하였다. 이러한 결과는 수학적 연산 능력 향상만큼이나 상당히 중요한 결과라고 볼 수 있다.

둘째, 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램은 칭찬과 보상과 같은 강화물과 색깔 및 도형 힌트, 자릿수 보조선과 같은 시각적 단서 등을 함께 활용하였다. 특히 모든 활동에 칭찬과 보상과 같은 강화물을 제공하였고 언어 및 신체적 촉구를 제공하였다. 또한 자릿수와 받아 올림 오류를 줄이기 위해 일의 자리, 십의 자리, 백의 자리에 세로선을 그어 힌트를 제공하거나 같은 자릿수에 있는 수끼리 색깔과 도형으로 표시하는 활동을 통해 학생이 목표 수행을 할 수 있도록 도왔고 이는 실

제로 학생의 목표를 완수하는데 도움이 되었다. 이러한 결과는 낮은 인지적 능력 때문에 독해력에 의존한 학습이 어려운 지적장애 학생들에게는 시청각적 자료를 통해 효과적인 중재를 할 수 있다는 안예지, 이미지(2020)의 연구와 비디오 모델링 중재가 축구 및 강화와 같은 다른 절차들과 함께 중재 패키지로 적용되었을 때 더 효과가 있다는 전은지(2020)의 선행연구와 일치한다. 이와 같은 방법들은 학생들의 주의집중과 학습 기술 활용에 도움이 되었고, 실제로 특수교사는 학생 C가 가정과 학교에서 본 프로그램을 통해 배웠던 방법을 계속해서 적용하여 학습하고 있다고 사후 인터뷰에서 응답하였다.

이와 같이 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램은 기술(technology)의 사용이 학생의 학습에 대한 동기와 흥미를 향상시키는데 효과적이라고 보고한 선행연구 결과(Okolo, 1992; Ok & Bryant, 2016)와 일치하며, 증강현실 기법의 사용이 장애학생들의 낮은 학습 동기, 흥미, 및 몰입도의 증진을 돕고, 흥미와 동기는 학업 관련 태도에 큰 영향을 미치며, 이는 결국에 학업 향상을 가져온다는 선행연구(Tokan & Imakulata, 2019)의 결과와 일치한다. 그리고 국내 증강현실 기반 중재연구에서 증강현실 기반 중재가 학습태도 향상에 효과적인 것으로 나타난 김우리, 옥민욱(2019) 연구와 장애학생에게 효과적이라고 알려진 교수전략들을 증강현실과 함께 활용하여 장애학생의 학습태도향상에 긍정적인 영향을 준 것은 공학 사용 자체가 학생의 학습에 영향을 미치는 것이 아니라 공학 기반 중재 프로그램에 사용된 효과적인 교수전략들이 영향을 미친다는 Vrasidas & Glass(2010)의 선행연구 주장과도 일치한다. 따라서 본 프로그램을 통해 비디오 모델링 기반 증강현실 중재가 지적장애학생의 수학 교과에 학습태도가 긍정적으로 변화하였다는 점은 지적장애 학생의 교육에 증거기반 실제로서 유용하게 활용될 수 있다는 중요한 시사점을 제공해준다.

### 3. 연구의 제한점 및 제언

본 연구의 제한점과 그에 따른 후속 연구에 대한 제언은 다음과 같다. 첫째, 본 실험의 연구 대상은 인천의 M중학교 1학년 지적장애 학생 3명을 대상으로 단일대상연구설계 중 대상자간 중다기초선설계를 적용하여 진행하였기 때문에 그 결과를 일반화하기에는 무리가 있는 것으로 보인다. 비디오 모델링 중재는 학생 개개인의 필요에 의해 제작되기 때문에 단일 대상 연구 방법이 적합하지만(정은혜 외, 2012), 그 효과성을 일반화시키기 위해서는 본 프로그램을 보다 다양한 학교급과 다른 장애유형 및 다수의 조건을 지닌 학생들을 대상으로 효과를 검증하는 연구가 이루어져야 할 것이다.

둘째, 비디오 모델링 기반 증강현실 프로그램을 적용하였지만, 활동 1에서 교수적 설명과 활동2의 일반적인 모델링 중재, 그밖에 강화와 촉구 등 다른 절차들과 함께 적용하여 교수하였기 때문에 증강현실 프로그램 단독의 효과라고 보기에는 어렵다. 하지만 그럼에도 불구하고 본 연구에서는 비디오 모델링이 단독으로 활용될 때보다 강화와 촉구와 같은 여러 중재 전략이 함께 사용되었을 때 더 효과가 있다는 선행연구(Ezzeddine, DeBar, & Reeve, 2020; 전은지, 2020)와 증강현실 기반 중재와 전통적인 중재를 함께 사용하는 것이 증강현실 기반 중재만을 사용하는 것보다 장애학생의 학업 성취 및 학습 태도 향상에 더 효과적이라고 보고한 선행연구(이태수, 류재연, 2014; Bryant et al., 2015)로 인해 해당 방식을 활용하였다. 후속연구에서는 다른 중재들과 비교하는 연구를 통해 단독 효과만을 알아볼 수 있을 것이다.

셋째, 본 연구는 시간 확보의 어려움으로 중재 후 유지 검사 기간까지 1주의 시간만을 두고 체크하였다. 즉, 유지 검사에서도 큰 효과를 보인 것으로 나타났지만, 단기간의 유지 효과만 측정되었기 때문에 해석에 주의가 필요하다. 보다 더 정확한 검사 결과를 위하여 지연된 사후검사 및 일반화 검사를 통해 수행 수준이 유지되는지 후속 연구가 이루어져야 할 것이다.

넷째, 본 연구에서는 대상자 확보의 어려움으로 종속변인을 다양한 수학 영역 중 곱셈과 나눗셈의 연산 능력만으로 한정하였다. 곱셈과 나눗셈 영역의 연산 능력만을 종속변인으로 한정하였기 때문에 과제의 난이도가 달라지는 다른 수학 영역에서도 해당 교수의 효과가 일반화되는지 알아볼 필요가 있다. Kellems et al(2020)는 비디오 모델링 기반 증강현실 중재가 덧셈과 뺄셈, 비율과 단위, 그리고 변화율을 가르칠 때에도 효과가 있음을 보고 하였다. 추후 방정식, 도형 등 수학의 다양한 다른 영역들에도 해당 학생들의 수행 수준이 유지되는지 연구가 진행되어야 할 것이다.

다섯째, 코로나바이러스감염증-19(COVID-19)와 같은 팬데믹 상황에 따라 유동적으로 대처하지 못하였다. 중재기간 동안 학교에서 감염자 발생으로 연구 대상 학생들이 밀접접촉자로 구분되어 자가 격리에 들어가면서 예정된 날짜와 시간에 중재를 실시하지 못한 경우도 있었다. 비디오 모델링은 시간과 장소에 구애받지 않고 반복학습이 가능하며, 다양한 교수자가 일관성 있게 중재를 실시할 수 있다는 장점이 있기 때문에 증강현실 앱의 간단한 조작법만 익힌다면 가정에서도 실시할 수 있을 것이다. 향후 연구에서는 비디오 모델링과 증강현실 기법 등을 활용하여 온라인 환경에서도 지적장애 학생들의 수학연산능력을 향상시킬 수 있는 연구가 진행되어야 할 것이다.

본 연구의 의의는 다음과 같다. 첫째, 기존의 지적장애 대상 비디오 모델링 연구들이 일상생활기술 영역을 중심으로 이루어졌고 수학과 같은 교과내용 학습과 관련된 연구들의 수가 부족했으나 본 연구에서는 지적장애학생들을 대상으로 수학교과 학업 기술 영역을 대상으로 비디오 모델링 중재 연구를 시도하였다는 점이다. 둘째, 특수교육 분야의 스마트 교육과 관련된 연구들에서 학업 성취 및 학습 태도와 관련된 AR 및 VR의 연구물의 수가 부족하고 읽기, 과학과 같은 특정 과목에 중재가 집중 있었으나, 본 연구에서는 상대적으로 연구의 수가 부족한 수학 교과에 AR 기반 중재를 실시하여 그 효과를 제시하였다는 점이다. 셋째, 본 연구의 결과는 기존의 비디오 모델링 중재에 가장 큰 효과를 보인다

고 알려진 자폐 범주성 장애 외에 지적장애 대상으로도 비디오 모델링 중재가 효과가 있으며, 특히 최신 IT 기술과 전통적인 증거기반 비디오 모델링 중재의 결합을 통해 지적장애 중학생의 연산능력과 수학학습태도에 긍정적인 영향을 끼쳐 교육 현장에서도 증거기반실제로써 비디오 모델링 기반 증강현실 중재의 활용 가능성을 제시했다는 점에 의의가 있다.

## 참 고 문 헌

- 강문희 (1999). 수학 학습에 있어서 쓰기 활동이 수학 학습 태도 및 학습 성취에 미치는 효과. 이화여자대학교 석사학위논문.
- 곽금주, 오상우, 김청택 (2011). **한국 웹슬러 아동지능검사-4판**. 서울: 학지사.
- 교육부 (2015a). **수학과 교육과정**. 교육부 고시 제 2015-74호. [별책 8]. 세종: 교육부.
- 교육부 (2015b). **2015 특수교육 교육과정(수학)**. 세종: 교육부.
- 교육부 (2018). “미래교육의 첫발, 디지털교과서와 소프트웨어교육실시”, 4월 2일. 조간보도자료.
- 권덕용 (2007). 놀이 활동을 이용한 수학학습이 수학 학습부진아의 연산 능력과 수학적 태도 변화에 미치는 효과, **학습장애연구**, 4(2), 71-91.
- 김남순 (2003). 정신지체아동의 직업교육, 훈련의 발전 방안. **지적장애연구**, 5(1), 241.
- 김동일 (2006). **기초학습기능 수행평가체제: 수학검사(BASA-MATH)**. 서울: 학지사.
- 김동일, 이대식, 신종호 (2016). **DSM-5에 기반한 학습장애아동의 이해와 교육**. 서울: 학지사
- 김동일 (2020). **BASA와 함께하는 수학능력 증진 개별화 프로그램 수학 나침반 2-2 수학 연산편**. 서울: 학지사.
- 김문섭, 전보성 (2010). 대인, 사회적 기능 중심의 전환교육프로그램이 지적장애학생의 지역사회 적응기술에 미치는 효과. **청소년학연구**, 17(2), 363-390.
- 김민선 (2008). Skemp이론을 활용한 수학놀이 수업이 경도 정신지체아동의 수 연산 학습에 미치는 효과. 단국대학교 특수교육대학원 석사학위논문.
- 김병건 (2019). 증강현실 기반 중재가 경도 자폐성장애 유아의 지역사회 영역활동에 미치는 효과. **유아특수교육연구**, 19(4), 49-69.
- 김병학, 송진수, 박예은, 장요한, 정영훈, 안진희, 김준혁, 고은령, 장인경 (2019). 증강현실 기반 모바일 앱을 활용한 수학 교수·학습 콘텐츠



- 츠 개발과 구성주의적 수업방안. **한국수학교육학회 E-수학교육 논문집**, 33(3), 207-229.
- 김서진, 이예경 (2018). 증강현실 활용 독서가 역사 독서 몰입, 흥미 및 지식 습득에 미치는 영향. **디지털융복합연구**, 16(10), 453-463.
- 김성운, 유성중 (2008). 상대빈도에 따른 비디오 자기모델링 피드백 제공이 정인지체 중학생의 블링수행에 미치는 영향. **한국체육학회지**, 48(6), 625-633.
- 김수연, 권주석 (2019). 비디오 자기 모델링을 활용한 공감훈련 프로그램이 지적장애중학생의 사회적 기술에 미치는 효과. **지적장애연구**, 21(1), 1-20.
- 김승국, 김옥기. (1995). **사회성숙도 검사**. 서울: 중앙 적성출판사.
- 김영익, 권순복, 권순우, 김현진 (2020). 증강현실 기반 언어중재가 지적장애 아동의 주의집중력과 뇌파 변화에 미치는 영향. **특수교육재활과학연구**, 59(4), 227-254.
- 김영임, 김은경 (2010). Touchmath원리와 직접교수를 활용한 어머니의 수학지도가 지적장애 아동의 덧셈 연산 수행에 미치는 효과. **특수교육 저널: 이론과 실천**, 11(3), 279-304.
- 김영준, 강영심 (2013). 스마트폰 어머니 모델링 중재패키지가 지적장애 학생의 라면조리기술에 미치는 효과. **특수교육학연구**, 48(3), 89-110.
- 김영표, 신현기 (2008). 장애학생의 수학적 문장제 문제해결에 관한 교수방법의 중재 효과: 메타분석. **특수교육 저널** 9(1), 413-437.
- 김우리, 옥민옥 (2019). 장애 아동의 학습을 위한 증강현실 및 가상현실 기반 중재연구 분석: 학업 성취와 학습 태도를 중심으로. **학습장애연구** 16(3), 51-72.
- 김원경, 조홍중, 허승준, 추연구, 윤치연, 박중휘, 이필상, 김일명, 문장원, 서은정, 유은정, 김자경, 이근민, 김미숙, 김종인 (2008). **최신 특수교육학**. 서울: 학지사.
- 김은경 (2012). 아스퍼거 장애학생의 사회적 의사소통 중재에 대한 메타분석과 단일대상연구 효과 크기적절성 검토. **특수교육연구**, 19(1), 321-359.

- 김은삼 (2015). 초등학교 수학 학습부진학생을 위한 덧셈 뺄셈 직접교수 (DI) 프로그램의 적용가능성 탐색. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 김은주, 김동일, 박경숙, 안수경 (2002). **한국장애학생의 학업성취도 분석 연구**. 국립특수교육원.
- 김효진 (2019). 수학-음악 통합교육과정 운영이 지적장애초등학생의 수 개념과 연산능력에 미치는 효과. 부산대학교 대학원 석사학위논문.
- 김정권, 이희동, 김홍주 (1986). **특수아의 산수지도**. 서울: 형설출판사.
- 김정수, 이태수 (2018). 증강현실 기반 과학과 STEAM 프로그램이 지적장애 학생의 과학과 학습 동기 및 학습 몰입도에 미치는 효과. **학습자중심교과교육연구**, 18(12), 199-218.
- 김주영, 박찬웅 (2013). 지적장애학생과 일반학생의 주의집중에 따른 동시 및 순차처리 특성 비교. **지적장애연구**, 15(1), 1-17.
- 김진숙 (2009). 교실수업 적용을 통한 증강현실 콘텐츠의 교육 효과 분석. **대한전자공학회 학술대회**, 808-809.
- 김창복, 김경 (2011). 증강현실기반 체험학습이 유아동화 학습의 효과 및 수업활동에 미치는 영향. **열린유아교육연구**, 16(4), 449-468.
- 남선혜, 이정민 (2020). 국내 증강현실활용교육의 효과에 대한 메타분석. **교육정보미디어연구**, 26(1), 129-156.
- 노경희, 지형근, 임석현 (2010). 증강현실 콘텐츠 기반 수업이 학업성취, 학습흥미, 몰입에 미치는 효과. **한국콘텐츠학회논문지**, 10(2), 1-13.
- 명문영 (2014). 게임을 활용한 수학교육활동이 지적장애학생의 덧셈능력에 미치는 영향. 광운대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 박경옥, 백종남, 서선진, 이양원 (2016). 증강현실의 특수교육 적용 기대감과 현존감 요인에 대한 연구: 예비특수교사 대상으로. **특수교육저널** 17(1), 189-207.
- 박경은, 정은영 (2016). 청각장애학생의 수학교육 연구 동향: 최근 15년간을 중심으로. **한국수학교육학회**, 2016(3), 109.
- 박미자 (2004). 게임을 활용한 수학 학습이 아동의 학업성취와 수학적 태도에 미치는 영향 : 초등학교 3학년 수학과 수와 연산단원 중심으로. 고려대학교 교육대학원 석사학위논문.

- 박윤진 (2011). 정보의 순차처리와 동시처리 훈련이 지적장애아동의 연산 및 측정 능력에 미치는 영향. **특수교육교과교육연구**, 6(1), 39-60.
- 박은혜, 한경근 역 (2017). **중도장애학생의 교육**. 서울: 시그마프레스. [원서: Fredda, B., John, M., & Martha E. S. (2016). Instruction of students with severe disabilities. Upper Saddle River, NJ: Pearson.]
- 박지윤, 강영심 (2015). 비디오 자기모델링 중재가 지적장애학생의 지하철 이용기술 수행에 미치는 효과. **특수교육학연구**, 50(3), 1-21.
- 박진영, 최혜승(2011). Lattice 곱셈 방법이 정신지체 학생의 곱셈연산능력에 미치는 영향. **특수교육 교과교육연구**, 4(2), 19-35
- 박희준 (2020). 자폐스펙트럼 장애의 언어중재에 대한 증강현실의 응용. **코기토**, (91), 27-49.
- 손현진 (2012). 증강현실 콘텐츠를 활용한 수학적 교수·학습 지도안 연구. 경희대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 송준만, 강경숙, 김미선, 김은주, 김정효, 김현진, 이경순, 이금진, 이정은, 정귀순 (2012). **지적장애아 교육**. 서울: 학지사.
- 송푸름 (2020). 즉시세기 기반 수감각 교수가 초등학교 수학학습장애 위험학생의 수감각과 수세기에 미치는 영향. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 스트라베이스 (2010). **일본광고업체 Dentsu가 제시한 모바일앱 성공공식**. 서울: 스트라베이스.
- 신미경, 정평강 (2018). 단일대상 메타분석 연구를 위한 그래프 추출 컴퓨터 프로그램의 신뢰도, 타당도, 사용성 평가. **특수교육**, 17(3), 185-207.
- 신종호, 김동일, 신현기, 이대식 (2008). **정신지체**. 서울: 시그마프레스.
- 신현기 (2004). **정신지체아 교수 방법론**. 서울: 교육과학사.
- 신현기 (2006). 특수아 수학과 교육의 이론과 실제. **교원교육**, 22(2), 75-95.
- 신현희, 최현우, 김수진, 김경미 (2014). 성인 지적장애인에 대한 비디오 모델링 훈련이 식사준비에 미치는 영향: 단일사례연구. **특수교육재활과학연구**, 53(2), 375-385.
- 안예지, 이미지 (2020). 질적지표를 활용한 국내 지적장애 대상 비디오모

- 델링 중재 특성 분석. **지적장애연구**, 22(4), 195-220.
- 여광응, 조인수 (2005). **개별화 교육 프로그램과 기본 교육과정 교과별 지도**. 경산: 대구대학교 출판부.
- 연보라, 이성용 (2017). 장애학생의 비디오 모델링과 비디오 자기모델링에 대한 국내 실험연구 메타 분석: 단일대상연구를 중심으로. **특수·영재교육저널**, 4(2), 1-19.
- 유명현, 김재현, 구요한, 송지훈 (2018). VR, AR, MR 기반 학습의 효과에 관한 메타분석. **교육정보미디어연구**, 24(3), 459-488.
- 윤영신, 최승숙 (2016). 장애유아 수학교육에 관한 동향 연구. **유아특수교육연구**, 16(3), 55-75.
- 이나미, 최윤희 (2011) **지적장애아교육**. 서울: 청목출판사.
- 이나운, 허유성 (2015). 비디오 자기모델링이 초등 지적장애 학생의 의사소통 맥락에서 높임법 사용에 미치는 영향. **이화여자대학교 특수교육연구소**, 14(2), 31-55.
- 이대식 (2009). 초등학교 교사들이 인식한 중재-반응(RTI) 접근법의 적용가능성. **특수아동교육 연구**, 11(1), 221-235.
- 이병희, 김성렬, 서현두, 유하나 (2009). 뇌성마비아동의 시공간적 보행능력에 미치는 증강현실기반 운동 프로그램의 임상적 유용성 연구. **특수교육재활과학연구**, 48(4), 211-230.
- 이병희, 정진화, 유재호, 박대성 (2011). 증강현실기반 운동 프로그램이 경직형 뇌성마비아동의 발목 관절 근력 및 보행능력에 미치는 영향. **특수교육재활과학연구**, 50(4), 437-455.
- 이성용, 김진호 (2019). 비디오 모델링이 지적장애 초등학생의 물건 구매기술에 미치는 효과. **지적장애연구**, 21(4), 59-85.
- 이성용, 오자영 (2012). 비디오 모델링이 지적장애학생의 생활가전제품 작동기술에 미치는 효과. **특수교육학연구**, 47(3), 121-139.
- 이소현, 박은혜, 김영태. (2000). **단일대상연구**. 서울: 학지사.
- 이윤우, 한경근 (2018). 보편적 학습설계 원리를 적용한 증강현실 학습컨텐츠 기반의 중학교 지리 통합수업이 통합학급 학생들의 학업성취도와 수업참여에 미치는 영향. **한국 지체·중복·건강장애교육학회**, 61(1), 285-312.

- 이태수 (2017). 증강현실 기반 안내된 탐구학습활동이 학습장애 학생의 과학학습에 미치는 효과. **통합교육연구** 12(2), 251-271.
- 이태수, 류재연 (2014). 증강현실 기반 언어교육프로그램이 학습장애 학생의 언어능력 및 학습태도에 미치는 영향. **학습장애연구** 11(1), 31-52.
- 이태수, 이동원 (2015) 증강현실 기반 중재와 개념적 의미지도가 정신지체 학생의 과학과 학습과 흥미도에 미치는 효과. **학습자중심교과교육연구** 15(4), 421-441.
- 이태수, 홍성두 (2007). 문장제 문제에 대한 일반아동과 저성취아동 및 수확학습장애아동의 중재반응 특성 비교 분석. **정서·행동장애연구**, 23(1), 187-210.
- 이필상 (2019). 2015 개정 특수교육 기본 교육과정 수학과 지도에 관한 특수교사의 경험적 인식 연구. **특수교육교과교육연구**, 12(4), 49-70.
- 임철일, 한송이 (2019). 증강현실 기반 수업설계 원리 개발 연구. **교육공학연구**, 35(스페셜), 455-489.
- 정대영 (2007). 학습장애의 정의와 진단적 평가기준의 법적 규정을 위한 대안 탐색. **특수아동교육연구**, 9(1), 257-285.
- 장상현, 계보영 (2007). 증강현실 콘텐츠의 교육적 적용. **한국콘텐츠학회지** 5(2), 79-85.
- 전경애, 이성용 (2013). 휴대용멀티미디어플레이어를 활용한 비디오 자기 모델링이 지적장애 학생의 학교 도서관 이용 기술에 미치는 효과. **특수교육연구**, 20(1), 181-204.
- 전은지 (2020). 1인칭 관점 비디오모델링 중재가 발달지연 유아의 놀이 행동 증가에 미치는 효과. 서울대학교 대학원 석사학위논문.
- 정소정, 강영심 (2016). 비디오 또래모델링이 지적장애학생의 밥짓기 기술에 미치는 효과. **특수교육학연구**, 51(2), 47-70.
- 정연화, 이정민 (2015). 증강현실 활용 탐구학습의 효과성분석: 중등과학 수업을 중심으로. **교육정보미디어연구**, 21(4), 521-542.
- 정은혜, 임경원, 전병운 (2012). 자폐성 장애아동의 비디오 모델링 연구 동향. **정서·행동장애연구**, 28(4), 109-141.
- 조인수 (2005). **정신지체아교육**. 경산: 대구대학교 출판부.

- 조지숙 (2019). 경도지적장애 청소년의 다시 말하기에 나타난 언어표현력 연구: 소리내어 책읽기와 증강현실 책읽기를 중심으로. 대구대학교 대학원 석사학위논문.
- 조지은. (2016). 계산기 앱을 활용한 기능적 수학 교수가 지적장애성인의 예산범위 내 물건구매 기술에 미치는 효과. 이화여자대학교 교육대학원 특수교육전공 석사학위논문.
- 최재인, 김경래, 김태영 (2013). 발달 장애인을 위한 증강현실 기반 상황 훈련 시스템. **멀티미디어학회논문지**, 16(5), 629-636.
- 최지영, 방정숙 (2011). 초등학생들의 범자연수 연산의 성질에 대한 이해 분석. **수학교육학연구**, 21(3), 239-259.
- 최혜승, 김의정 (2009). 구체적-반구체적-추상적 수준 순서의 명시적 교수가 정인지체 학생의 덧셈 수행능력에 미치는 효과. **지적장애연구**, 11(2), 21-47.
- 한경근 (2017). 인공지능 테크놀로지 시대의 중도·중복장애학생 교육을 위한 제언. **지체중복건강장애연구**. 60(3), 47-65.
- 한국교육개발원 (1992). **교육의 본질 추구를 위한 수학교육 평가체제 연구(Ⅱ): 수학과 평가도구 개발**. 서울: 한국교육개발원.
- 한송이, 임철일 (2019) 증강현실 기반 수업설계 원리 개발 연구. **한국교육공학회** 35(2), 455-489.
- 한송이 (2019). 증강현실 기반 수업설계 원리 개발 연구. 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 한은실 (2017). 비디오 모델링 과제분석이 지적장애 고등학생의 수학적 개념을 포함한 포장기술에 미치는 영향. 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- 허민 (1998). 수학 교육의 목적과 수학사. **한국수학사학회지** 11(1), 58-67.
- 현은령, 임한빛, 유민영 (2020). 지적 장애학습자를 위한 증강현실(AR) 기술 활용 화폐교육 모바일 애플리케이션 개발- 2015 기본 교육과정 고등학교 ‘수학’ 교과를 중심으로. **한국디자인문화학회지** 26(1), 547-558.
- Adams, G. L., & Engelmann, S. (1996). *Research on direct instruction: 25 years beyond DISTAR*. Educational Achievement Systems, 319 Ni

- ckerson Street, Suite 112, Seattle, WA 98109.
- Alberto, Paul A, Cihak, David F & Gama, Robert I. (2005). Use of static picture prompts versus video modeling during simulation instruction. *Research in developmental disabilities, 26*(4), 327-339.
- Ashcraft, M. H., Krause, J. A., & Hopko, D. R. (2007). Is math anxiety a mathematical learning disability. *Why is math so hard for some children, 329-348.*
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments, 6*(4), 355-385.
- Bandura, A., & Walters, R. H. (1977). *Social Learning Theory.*
- Banda, D. R., Dogoe, M. S., & Matuszny, R. (2011). Review of video prompting studies with persons with developmental disabilities. *Education and Training in Autism and Developmental Disabilities, 4*(4), 514-527.
- Bellini, S., & Akullian, J. (2007). A meta-analysis of video modeling and video self-modeling interventions for children and adolescents with autism spectrum disorders. *Exceptional children, 73*(3), 264-287.
- Bellani, M, Fornasari, L, Chittaro, L, Brambilla, P. (2011). Virtual reality in autism: state of the art. *Epidemiology and psychiatric sciences, 20*(3), 235-238.
- Bellini, Scott & McConnell, Luke L. (2010). Strength-Based Educational Programming for Students with Autism Spectrum Disorders: A Case for Video Self-Modeling. *Preventing school failure, 54*(4), 220-227.
- Bloom, M., Fischer, J & Orme, J. G. (2003). *Evaluating practice: guidelines for the accountable professional.* Boston: Allyn and Bacon.
- Bryant, B. R., Ok, M., Kang, E. Y., Kim, M. K., Lang, R., Bryant, D. P., & Pfannestiel, K. (2015). Performance of fourth-grade students with learning disabilities on multiplication facts comparing teacher-mediated and technology-mediated interventions: A preliminary investigation. *Journal of Behavioral Education, 24*(2), 255-272.

- Brill, L. M. (1994). *Virtual reality*. Berkely, CA: Funworld.
- Cannella-Malone, H., Fleming, C., Chung, Y., Wheeler, G. M., Basbagill, A. R., & Singh, A. H. (2011). Teaching daily living skills to seven individuals with severe intellectual disabilities: A comparison of video prompting to video modeling. *Journal of Positive Behavior Interventions, 13*(3), 144-153.
- Cannella-Malone, H., Sigafos, J., O' Reilly, M., de la Cruz, B., Edrisinha, C., & Lancioni, G. E. (2006). Comparing video prompting to video modeling for teaching daily living skills to six adults with developmental disabilities. *Education and Training in Developmental Disabilities, 41*(4), 344-356.
- Carmigniani J & Furht B. (2011). "Augmented reality: an overview," in Handbook of augmented reality, *Springer*, pp.3-46.
- Carter, M., & Kemp, C. R. (1996). Strategies for task analysis in special education. *Educational Psychology, 16*(2), 155-170.
- Caruso, G & Cugini, U. (2009). Augmented reality video see-through HMD oriented to product design assessment. *In International Conference on Virtual and Mixed Reality* (pp. 532-541). San Diego, CA.
- Charlop-Christy, Marjorie H, Le, Loc & Freeman, Kurt A. (2000). A Comparison of Video Modeling with in Vivo Modeling for Teaching Children with Autism. *Journal of autism and developmental disorders, 30*(6), 537-552.
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology, 22*(4), 449-462.
- Cihak, David F. & Foust, Jennifer L. (2008). Comparing Number Lines and Touch Points to Teach Addition Facts to Students With Autism. *Los Angeles, CA: SAGE Publications. 23*(3), 131-137.
- Cooper, J. O., Heron, T. E., & Heward, W. L. (2007). *Applied behavior analysis*.
- Council, National Research, Sciences, Division on Engineering and Physi



- cal, Application, Board on Mathematical Sciences and Their (2025). *Committee on the Mathematical Sciences in Washington*, D.C: National Academies Press.
- Delano, M. E. (2007). Video modeling interventions for individuals with autism. *Remedial and Special Education*, 28(1), 33-42.
- Dimitrios A. Zisimopoulos (2010). Enhancing Multiplication Performance in Students with Moderate Intellectual Disabilities Using Pegword Mnemonics Paired with a Picture Fading Technique. *Journal of Behavioral Education*, 19(1), 117-133.
- Don D. McMahon, David F. Cihak, Rachel E. Wright & Sherry Mee Bell (2015). Augmented Reality for Teaching Science Vocabulary to Postsecondary Education Students With Intellectual Disabilities and Autism. *Journal of Research on Technology in Education*. 48(1), 38-56.
- Dowrick, Peter W. (1999). A review of self modeling and related interventions. *Applied & preventive psychology*, 8(1), 23-39.
- Dunleavy, M., Dede, C. & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22.
- Ezzeddine, E. W., DeBar, R. M., Reeve, S. A., & Townsend, D. B. (2020). Using video modeling to teach play comments to dyads with ASD. *Journal of applied behavior analysis*, 53(2), 767-781.
- Fennema, E. & Sherman J. (1976). *Fennema-Sherman mathematics attitude scales*: Instruments designed to measure attitudes toward the learning of mathematics by females and males, *Journal for Research in Mathematics Education*.
- Fredrick-Dugan, A., Test, D., & Varn, L. (1991). Acquisition and generalization of purchasing skills using calculator by students who are mentally retarded. *Education and Training in Mental Retardation*, 28(1), 381-387.

- Fuchs, L. S & Fuchs, D. (2007). A model for implementing responsiveness to intervention. *Teaching Exceptional Children*, 39, 14-20.
- Gast, D. L., & Tawney, J. W. (1984). Multiple baseline designs. In J. W. Tawney & D. L. Gast (Eds). *single subject research in special education* (pp. 226-268)
- Haylock, D. (1991). *Teaching Mathematics to Low Attainer*, 8-12. London: Paul Champion Publishing Ltd.
- Heward, W. L.(2013). Exceptional children: An introduction to special education (10th ed). *Upper Saddle River*. NJ: Pearson Education.
- Hine, J. F., & Wolery, M. (2006). Using point-of-view video modeling to teach play to preschoolers with autism. *Topics in Early Childhood Special Education*, 26(2), 83-93.
- Huang Jonathan, Kinateder Max, Dunn Matt J, Wojciech Jarosz, Xing-Dong Yang (2019). An augmented reality sign-reading assistant for users with reduced vision. *PLoS One; San Francisco* 14(1), e0210630 -e0210630.
- Jacobson, I. (1993). Object-oriented software engineering: a use case driven approach. *Pearson Education India*.
- Johnson, D. A., Rose, E. D., Rushton, S., Pentland, B. & Attree, E. A. (1998). Virtual reality: a new prosthesis for brain injury rehabilitation. *Scottish medical journal*, 43(3), 81-83.
- Kellems Ryan O, Eichelberger Carrie, Cacciatore Giulia, Jensen Mikaela, Frazier Brynn, Simons Kalee, Zaru, Mai (2020). Using Video-Based Instruction via Augmented Reality to Teach Mathematics to Middle School Students With Learning Disabilities. *Journal of learning disabilities*, 53(4), 277-291.
- Khitam Shraim, & Helen Crompton(2015). Perceptions of Using Smart Mobile Devices in Higher Education Teaching: A Case Study from Palestine. *Contemporary Educational Technology*, 6(4), 301-318.
- Kratochwill, T. R., Hitchcock, J. H., Horner, R. H., Levin, J. R., Odom,

- S. L., Rindskopf, D. M., & Shadish, W. R. (2013). Single-case intervention research design standards. *Remedial and Special Education, 34*(1), 26-38.
- Ludwig, C. & Reimann, C. (2005). Augmented reality: Information at focus. Cooperative Computing & Communication Laboratory. (Vol.4, No.1, 2005).
- M. J. Smith, E. J. Ginger, K. Wright, M. A. Wright, J. L. Taylor, L. B. Humm, D. E. Olsen, M. D. Bell, & M. F. Fleming (2014). Virtual reality job interview training in adults with autism spectrum disorder. *Journal of Autism and Developmental, 44*(1), 2450-2463.
- Maggin, D. M., Briesch, A. M., & Chafouleas, S. M. (2013). An application of the What Works Clearinghouse standards for evaluating single-subject research: Synthesis of the self-management literature-base. *Remedial and Special Education, 34*, 44-58.
- Mastropieri, M., Scruggs, T., & Shiah, R, (1997). Can computers teach problem-solving strategies to students with mild mental retardation? *Remedial and Special Education, 18*(1), 157-165.
- McCoy, K. & Hermansen, E. (2007). Video modeling for individuals with autism: A review of model types and effects. *Education and Treatment of Children, 30*, 183-213.
- Meilan Zhang, Robert P. Trussell, Benjamin Gallegos, & Rasmiyeh R. Asam(2015). Using Math Apps for Improving Student Learning: *An Exploratory Study in an Inclusive Fourth Grade Classroom. TechTrend, 59*(2), 32-39.
- Milgram, P. & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems, 77*(12), 1321-1329.
- Morin, V. A., & Miller, S. P. (1998). Teaching multiplication to middle school students with mental retardation. *Education and Treatment*

- of Children, 21*(1), 22-36.
- Morreau, L., & Anderson, F. E. (1986). Task analysis in art: Building skills and success for handicapped learners. *Art Education, 39*(1), 52-55.
- Munnerley, D., Bacon, M., Fitzgerald, R., Wilson, A., Hedberg, J., Steele, J., & Standley, A. (2014). *Augmented Reality: Application in Higher Education*. Australia: Office for Learning and Teaching.
- National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- Nesbitt-Vacc, N., & Cannon, S. (1991). Cross-age tutoring in mathematics: Sixth graders helping students who are mentally handicapped. *Education and Training in Mental Retardation, 26*(1), 89-97.
- Ok, M. W., & Bryant, D. P. (2016). Effects of a strategic Intervention with iPad Practice on the Multiplication fact performance of 5th grade students with learning disabilities. *Learning Disability Quarterly, 39*(3), 146-158.
- Okolo, C. M. (1992). The effect of computer-assisted instruction format and initial attitude on the arithmetic facts proficiency and continuing motivation of students with learning disabilities. *Exceptionality, 3*, 195-211.
- P. J. Standen, & D. J. Brown. (2006) Virtual reality and its role in removing the barriers that turn cognitive impairment into intellectual disability. *Virtual Reality, 10*(1), 241-252.
- P. Mitchell, S. Parsons, & A. Leonard. (2007). Using virtual environments for teaching social understanding to 6 adolescents with autistic spectrum disorders. *Journal of Autism and Developmental Disorders, 37*(1), 589-600.
- Pan, Z., Cheok, A. D., Yang, H., Zhu, J. & Shi, J. (2006). Virtual reality and mixed reality for virtual learning environments. *Computers &*

- Graphics*, 30(1), 20-28.
- Parker, R. I., & Vannest, K. (2009). An improved effect size for single-case research: nonoverlap of all pairs. *Behavior Therapy*, 40(4), 357-367.
- Parker, R. I., Vannest, K. J., Davis, J. L., & Sauber, S. B.(2011). Combining non-overlap and trend for single case research: *Tau-U*. *Behavior Therapy*. 42, 284-299.
- Parmar. R. S., & Cawley, J. F.(1994). Structuring word problems for diagnostic teaching: Helping teachers meet the need of children with mild disabilities. *Teaching Exceptional Children*, 26(4), 6-21.
- Phan, V. T., & Choo, S. Y. (2010). Augmented RealityBased Education and Fire Protection for Traditional Korean Buildings. *International Journal of Architectural Computing*, 8(1), 75-91.
- Podell, D. M., Tournaki-Rein, N., & Lin, A. (1992). Automatization of mathematics skills via computer-assisted instruction among students with mild mental handicaps. *Education and Training in Mental Retardation*, 27(3), 200-206.
- Piekarski, W., Smith, R. & homas, B. H. (2004). Designing backpacks for high fidelity mobile outdoor augmented reality. In P roceedings of Mixed and Augmented Reality, *International Symposium*, 280-281. I EEE.
- Richard, S. B., Taylor, R. L., & Ramasamy, R. (1997). Effects of subject and rater characteristics on the accuracy of visual analysis of single subject data. *Psychology in the School*, 34, 355-362.
- Sandknop, P. A., Schuster, J. W., Wolery, M., & Cross, D. P. (1992). The use of an adaptive device to teach students with moderate mental retardation to select lower priced grocery items. *Education and Training in Mental Retardation*, 27(1), 219-229.
- Sandman, R. (1974). The mathematics attitude inventory: Instruments and user's manual. *Journal for Research in Mathematics Education*, 11(2), 148-149.

- Scruggs, T. E., Mastropieri, M. A., & Casto, G. (1987). The quantitative synthesis of single subject research: Methodology and validation. *Remedial and Special Education, 8*, 24-33.
- Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (2001). How to summarize single-participant research: Ideas and applications, *Exceptionality, 9*, 227-244.
- Shraim, K., & Crompton, H. (2015). Perceptions of Pedagogical Affordance of Smart Mobile Technology. *The Eurasia Proceedings of Educational and Social Sciences, 2*, 165-172.
- Sigafoos, J., O'Reilly, M., Cannella, H., Upadhyaya, M., Edrisinha, C., Lancioni, G. E., Hundley, A., Anderews, A., Garver, C., & Young, D. (2005). Computer-presented video prompting for teaching microwave oven use to three adults with developmental disabilities. *Journal of Behavioral Education, 14*(3), 189-201.
- Slavit, D. (1999). The role of operation sense in transitions from arithmetic to algebraic thought. *Educational Studies in Mathematics, 37* (1), 251-274.
- Test, D. W., Howell, A., Burkhart, K., & Beroth, T. (1993). One-more-than technique as a strategy for counting money for individuals with moderate mental retardation. *Education and Training in Mental Retardation, 28*(1), 232-241.
- Tetreault, A. S., & Lerman, D. C. (2010). Teaching social skills to children with autism using point-of-view video modeling. *Education and Treatment of Children, 33*(3), 395-419.
- Thurman, R. A. & Mattoon, J. S. (1994). Virtual Reality: Toward Fundamental Improvements in Simulation-Based Training. *Educational Technology, 34*(8), 56-64.
- Tokan, M. K., & Imakulata, M. M. (2019). The effect of motivation and learning behaviour on student achievement. *South African Journal of Education, 39*(1), 1-8.
- Vrasidas, C., & Glass, C. V. (Eds.). (2010). Preparing teachers to teach

- with technology. Current perspectives on applied information technologies. Greenwich, CT: *Information Age Publishing*.
- Van Luit, JE, & Naglieri, JA. (1999). Effectiveness of the MASTER program for teaching special children multiplication and division. *Journal of Learning Disabilities* 32(2), 98-107.
- Vannest, KJ., Parker, R.I., Gonen, O., & Adiguzel, T. (2016). *Single Case Research: web based calculators for SCR analysis*(Version 2.0) [Web-based application]. College Station, TX: Texas A&M University. Retrieved Tuesday 26th November 2019. Available from [singlecaseresearch.org](http://singlecaseresearch.org).
- Vaughn, S., & Roberts, G. (2007). Secondary interventions in reading: Providing additional instruction for students at risk. *Teaching Exceptional Children*, 39(1), 40-56.
- What Works Clearinghouse. (2011). *Procedures and standards handbook* (Version 2.1).
- White, O. R., & Haring, N. G. (1980). *Exceptional teaching* (2<sup>nd</sup> ed.). Columbus, OH: Merrill.
- Wong, L. H., Milrad, M., & Specht, M. (Eds.) (2015). *Seamless learning in the age of mobile connectivity*. Singapore: Springer.
- Yuen, S. C. Y., Yaoyuneyong, G. & Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange (JETDE)*, 4 (1), 11.
- Zisimopoulos, D. A. (2010). Enhancing multiplication performance in students with moderate intellectual disabilities using pegword mnemonics paired with a picture fading technique. *Journal of Behavioral Education*, 19(2), 117-133.

<부록 1> 수학연산 평가지

1. 올림이 없는 두 자릿수 X 한 자릿수

다음 곱셈식을 계산해 봅시다.

1)

$$\begin{array}{r} 21 \\ \times 4 \\ \hline \end{array}$$

2)

$$\begin{array}{r} 13 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

3)

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$$

4)

$$\begin{array}{r} 41 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

5)

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$$

6)

$$\begin{array}{r} 43 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

7)

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

8)

$$\begin{array}{r} 31 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$$

9)

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 4 \\ \hline \end{array}$$

10)

$$\begin{array}{r} 32 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$



## 2. 올림이 있는 두 자릿수 X 한 자릿수

다음 곱셈식을 계산해 봅시다.

1)

$$\begin{array}{r} 17 \\ \times 4 \\ \hline \end{array}$$

2)

$$\begin{array}{r} 29 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$$

3)

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 8 \\ \hline \end{array}$$

4)

$$\begin{array}{r} 16 \\ \times 5 \\ \hline \end{array}$$

5)

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 5 \\ \hline \end{array}$$

6)

$$\begin{array}{r} 46 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$$

7)

$$\begin{array}{r} 58 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

8)

$$\begin{array}{r} 79 \\ \times 6 \\ \hline \end{array}$$

9)

$$\begin{array}{r} 63 \\ \times 5 \\ \hline \end{array}$$

10)

$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 4 \\ \hline \end{array}$$

### 3. 올림이 없는 세 자릿수 X 한 자릿수

다음 곱셈식을 계산해 봅시다.

1)

$$\begin{array}{r} 122 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$$

2)

$$\begin{array}{r} 134 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

3)

$$\begin{array}{r} 321 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$$

4)

$$\begin{array}{r} 123 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

5)

$$\begin{array}{r} 231 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$$

6)

$$\begin{array}{r} 212 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$$

7)

$$\begin{array}{r} 423 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

8)

$$\begin{array}{r} 312 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$$

9)

$$\begin{array}{r} 242 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

10)

$$\begin{array}{r} 341 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

#### 4. 올림이 있는 세 자릿수 X 한 자릿수

다음 곱셈식을 계산해 봅시다.

1)

$$\begin{array}{r} 119 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$$

2)

$$\begin{array}{r} 207 \\ \times 4 \\ \hline \end{array}$$

3)

$$\begin{array}{r} 324 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$$

4)

$$\begin{array}{r} 215 \\ \times 4 \\ \hline \end{array}$$

5)

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$$

6)

$$\begin{array}{r} 128 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

7)

$$\begin{array}{r} 318 \\ \times 3 \\ \hline \end{array}$$

8)

$$\begin{array}{r} 206 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

9)

$$\begin{array}{r} 136 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

10)

$$\begin{array}{r} 229 \\ \times 2 \\ \hline \end{array}$$

## 5. 올림이 한 번 있는 두 자릿수 X 두 자릿수

다음 곱셈식을 계산해 봅시다.

1)

$$\begin{array}{r} 12 \\ \times 15 \\ \hline \end{array}$$

2)

$$\begin{array}{r} 14 \\ \times 52 \\ \hline \end{array}$$

3)

$$\begin{array}{r} 24 \\ \times 13 \\ \hline \end{array}$$

4)

$$\begin{array}{r} 43 \\ \times 25 \\ \hline \end{array}$$

5)

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 18 \\ \hline \end{array}$$

6)

$$\begin{array}{r} 19 \\ \times 14 \\ \hline \end{array}$$

7)

$$\begin{array}{r} 26 \\ \times 19 \\ \hline \end{array}$$

8)

$$\begin{array}{r} 23 \\ \times 25 \\ \hline \end{array}$$

9)

$$\begin{array}{r} 56 \\ \times 13 \\ \hline \end{array}$$

10)

$$\begin{array}{r} 73 \\ \times 17 \\ \hline \end{array}$$

## 6. 올림이 여러 번 있는 두 자릿수 X 두 자릿수

다음 곱셈식을 계산해 봅시다.

1)

$$\begin{array}{r} 57 \\ \times 23 \\ \hline \end{array}$$

2)

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 76 \\ \hline \end{array}$$

3)

$$\begin{array}{r} 84 \\ \times 36 \\ \hline \end{array}$$

4)

$$\begin{array}{r} 75 \\ \times 26 \\ \hline \end{array}$$

5)

$$\begin{array}{r} 53 \\ \times 49 \\ \hline \end{array}$$

6)

$$\begin{array}{r} 46 \\ \times 32 \\ \hline \end{array}$$

7)

$$\begin{array}{r} 25 \\ \times 64 \\ \hline \end{array}$$

8)

$$\begin{array}{r} 56 \\ \times 32 \\ \hline \end{array}$$

9)

$$\begin{array}{r} 46 \\ \times 37 \\ \hline \end{array}$$

10)

$$\begin{array}{r} 68 \\ \times 95 \\ \hline \end{array}$$

## 7. 내림이 없는 몇 십÷몇

다음 나눗셈을 계산해 봅시다.

1)

$$4 \overline{) 80}$$

2)

$$2 \overline{) 60}$$

3)

$$3 \overline{) 90}$$

4)

$$2 \overline{) 40}$$

5)

$$7 \overline{) 70}$$

6)

$$5 \overline{) 50}$$

7)

$$4 \overline{) 40}$$

8)

$$3 \overline{) 60}$$

9)

$$3 \overline{) 30}$$

10)

$$2 \overline{) 80}$$

## 8. 내림이 있는 몇 십÷몇

다음 나눗셈을 계산해 봅시다.

1)

$$5 \overline{) 80}$$

2)

$$2 \overline{) 50}$$

3)

$$2 \overline{) 30}$$

4)

$$5 \overline{) 60}$$

5)

$$5 \overline{) 70}$$

6)

$$4 \overline{) 60}$$

7)

$$2 \overline{) 70}$$

8)

$$6 \overline{) 90}$$

9)

$$2 \overline{) 90}$$

10)

$$5 \overline{) 90}$$

## 9. 나머지가 없는 두 자릿수 ÷ 한 자릿수

다음 나눗셈을 계산해 봅시다.

1)

$$3 \overline{) 36}$$

2)

$$4 \overline{) 48}$$

3)

$$2 \overline{) 46}$$

4)

$$3 \overline{) 33}$$

5)

$$2 \overline{) 24}$$

6)

$$2 \overline{) 28}$$

7)

$$3 \overline{) 39}$$

8)

$$4 \overline{) 84}$$

9)

$$3 \overline{) 63}$$

10)

$$2 \overline{) 68}$$



## 10. 나머지가 없는 두 자릿수 ÷ 한 자릿수

다음 나눗셈을 계산해 봅시다.

1)

$$3 \overline{) 48}$$

2)

$$3 \overline{) 78}$$

3)

$$4 \overline{) 52}$$

4)

$$5 \overline{) 75}$$

5)

$$4 \overline{) 92}$$

6)

$$2 \overline{) 94}$$

7)

$$3 \overline{) 75}$$

8)

$$2 \overline{) 38}$$

9)

$$2 \overline{) 54}$$

10)

$$5 \overline{) 85}$$

### 11. 나머지가 있는 두 자릿수 ÷ 한 자릿수

다음 나눗셈을 계산해 봅시다.

1)

$$3 \overline{) 17}$$

2)

$$4 \overline{) 17}$$

3)

$$7 \overline{) 59}$$

4)

$$4 \overline{) 37}$$

5)

$$5 \overline{) 27}$$

6)

$$3 \overline{) 29}$$

7)

$$8 \overline{) 42}$$

8)

$$3 \overline{) 11}$$

9)

$$3 \overline{) 26}$$

10)

$$9 \overline{) 83}$$

## 12. 나머지가 있는 두 자릿수÷한 자릿수

다음 나눗셈을 계산해 봅시다.

1)

$$4 \overline{) 54}$$

2)

$$4 \overline{) 74}$$

3)

$$5 \overline{) 68}$$

4)

$$3 \overline{) 86}$$

5)

$$4 \overline{) 55}$$

6)

$$3 \overline{) 46}$$

7)

$$5 \overline{) 68}$$

8)

$$3 \overline{) 71}$$

9)

$$2 \overline{) 97}$$

10)

$$5 \overline{) 79}$$

### 13. 나눗셈 계산 결과 확인하기

나눗셈을 하고 계산이 맞는지 확인해 봅시다.

$$1) \quad 2 \overline{) 15}$$

$$( \quad ) \times ( \quad ) + ( \quad ) = ( \quad )$$

$$6) \quad 3 \overline{) 28}$$

$$( \quad ) \times ( \quad ) + ( \quad ) = ( \quad )$$

$$2) \quad 4 \overline{) 23}$$

$$( \quad ) \times ( \quad ) + ( \quad ) = ( \quad )$$

$$7) \quad 7 \overline{) 41}$$

$$( \quad ) \times ( \quad ) + ( \quad ) = ( \quad )$$

$$3) \quad 5 \overline{) 32}$$

$$( \quad ) \times ( \quad ) + ( \quad ) = ( \quad )$$

$$8) \quad 3 \overline{) 14}$$

$$( \quad ) \times ( \quad ) + ( \quad ) = ( \quad )$$

$$4) \quad 4 \overline{) 29}$$

$$( \quad ) \times ( \quad ) + ( \quad ) = ( \quad )$$

$$9) \quad 6 \overline{) 20}$$

$$( \quad ) \times ( \quad ) + ( \quad ) = ( \quad )$$

$$5) \quad 9 \overline{) 37}$$

$$( \quad ) \times ( \quad ) + ( \quad ) = ( \quad )$$

$$10) \quad 8 \overline{) 73}$$

$$( \quad ) \times ( \quad ) + ( \quad ) = ( \quad )$$

#### 14. 나눗셈 계산 결과 확인하기

나눗셈을 하고 계산이 맞는지 확인해 봅시다.

1)  $2 \overline{) 37}$

( ) x ( ) + ( ) = ( )

2)  $3 \overline{) 52}$

( ) x ( ) + ( ) = ( )

3)  $5 \overline{) 63}$

( ) x ( ) + ( ) = ( )

4)  $2 \overline{) 35}$

( ) x ( ) + ( ) = ( )

5)  $6 \overline{) 73}$

( ) x ( ) + ( ) = ( )

6)  $8 \overline{) 97}$

( ) x ( ) + ( ) = ( )

7)  $7 \overline{) 92}$

( ) x ( ) + ( ) = ( )

8)  $4 \overline{) 74}$

( ) x ( ) + ( ) = ( )

9)  $3 \overline{) 80}$

( ) x ( ) + ( ) = ( )

10)  $7 \overline{) 85}$

( ) x ( ) + ( ) = ( )

<부록 2> 수학학습태도 검사지

## 수학학습태도 검사지

문항	항상 그렇다	대체로 그렇다	보통 이다	대체로 그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
1. 나는 수학공부가 쉽다.					
2. 나는 수학 공부시간이 즐겁다.					
3. 나는 수학시간에 다른 생각을 많이 한다.					
4. 나는 수학공부를 잘해서 칭찬을 받을 수 있다.					
5. 나는 수학에 대해 더 많이 배우고 싶다.					
6. 나는 수학과목은 꼭 예습을 한다.					
7. 나는 수학시간에 배운 것을 응용해 보고 싶다.					
8. 나는 수학공부를 시험 때만 열심히 한다.					
9. 나는 수학에 소질이 있는 것 같다.					
10. 수학공부를 열심히 할수록 재미있는 것 같다.					
11. 나는 수학시간에 선생님 말씀을 열심히 듣는다.					
12. 나는 수학공부만큼은 잘 할 수 있다.					
13. 나는 수학시간이 끝났을 때 무엇을 배웠는지 잘 모르겠다.					
14. 나는 누가 시키지 않아도 스스로 수학 공부를 한다.					
15. 나는 수학시험을 본 후에 점수를 빨리 알고 싶다.					

문항	항상 그렇다	대체로 그렇다	보통 이다	대체로 그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
16. 나는 수학시간이 끝난 후 그 시간에 배운 것들을 머릿속에 정리해 본다.					
17. 나는 이만하면 수학을 잘하는 학생이라고 생각한다.					
18. 나는 수학시간이 지루하다.					
19. 나는 수학시간에 다른 학생들과 장난을 하지 않는다.					
20. 나는 수학시험에서 좋은 점수를 얻을 수 있다.					
21. 나는 수학이 앞으로 공부하는데 꼭 필요한 과목이라고 생각한다.					
22. 나는 수학시간에 배운 것을 복습한다.					
23. 수학공부는 선생님께 혼나지 않은 정도로만 하면 된다.					
24. 나는 수학시간에 배운 것을 확실히 알고 넘어간다.					
25. 나는 수학을 잘하는 편이다.					
26. 나는 수학이 기다려진다.					
27. 나는 수학시간에 바르게 앉아서 공부한다.					
28. 나는 수학공부를 잘 할 수 없다.					
29. 나는 수학공부를 많이 하고 싶다.					
30. 나는 수학시간에 발표하는 것을 좋아한다.					
31. 나는 다른 학생보다 수학공부를 더 잘하고 싶다.					
32. 나는 수학공부를 시작하면 끝까지 열심히 한다.					

문항	항상 그렇다	대체로 그렇다	보통 이다	대체로 그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
33. 나는 수학에 대해서 모르는 것이 많다고 생각한다.					
34. 나는 수학시간이 좀 많았으면 한다.					
35. 나는 수학시간이 언제 끝났는지 모를 때가 많다.					
36. 나는 앞으로 수학과목에서 좋은 성적을 올릴 수 있다.					
37. 나는 수학공부를 지금보다 더 하려고 한다.					
38. 나는 수학시간에 모르는 것이 있어도 질문하지 않고 그냥 넘어간다.					
39. 나는 수학공부를 잘하기 위해 계획을 세우고 노력한다.					
40. 나는 수학공부를 할 때 중요한 것은 요약해둔다.					



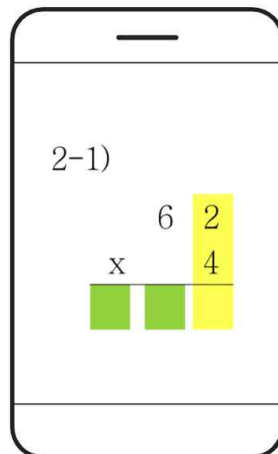
<부록 3>

(두 자릿수 X 한 자릿수)에서 일의 자리 수 곱을 모르는 경우

2-1)

$$\begin{array}{r} 62 \\ \times 4 \\ \hline \end{array}$$

**STEP 1** 'uniteAR' 앱을 켜고 해당되는 트리거 이미지 촬영

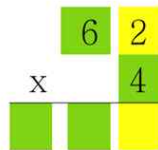


**STEP 2** (두 자릿수 X 한 자릿수) 중 일의 자리끼리 곱한 후 일의 자리에 쓰는 영상 재생

<부록 4>

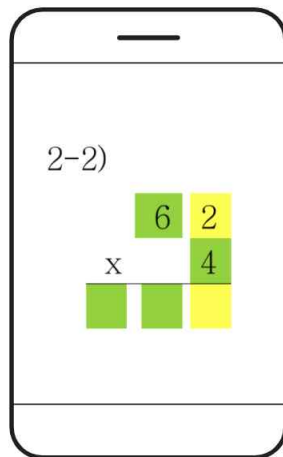
(두 자릿수 X 한 자릿수)에서 십의 자리 수 곱을 모르는 경우

2-2)



**STEP 1**

‘uniteAR’ 앱을 켜고 해당되는 트리거 이미지 촬영



**STEP 2**

(두 자릿수 X 한 자릿수) 중 십의 자리끼리 곱한 후 십과 백의 자리에 쓰는 영상 재생

<부록 5> 비디오 모델링 기반 증강현실 프로그램 평가 척도

**비디오 모델링 기반 증강현실 프로그램 평가 척도**

평가자:

평가기준	평가항목	1	2	3	4	5
1. 교육과정 부합성	현행 교육과정의 내용을 충실하게 반영하고 있는가?					
2. 학습 분량의 적절성	학습 분량이 전 차시에 걸쳐 고르게 구성되어 있는가?					
3. 내용 수준의 적정성	학습자의 수준에 맞는 학습 내용과 개념을 다루고 있는가?					
	어려운 개념이나 용어를 이해하기 쉽게 설명하고 있는가?					
4. 정확성	개념 및 이론이 정확하고 검증된 자료에 근거하고 있는가?					
5. 학습동기 유발	학습자의 흥미를 유발하고 호기심을 자극할 수 있는 내용이나 소재를 다루고 있는가?					
6. 효과성	학습요소(목표, 도입, 본문, 정리, 그림 등)가 유용하게 구성되어 있는가?					
7. 계열성	차시 간 계열성을 고려하고 있는가?					
	학습 내용 구성이 유기적으로 연결되어 있는가?					
8. 명료성	학습 단계별 안내 및 지시사항이 명확하고 이해하기 쉬운가?					
9. 증강현실 영역	증강현실 프로그램을 구현하는데 필요한 구성요소(증강현실 구현 기기, 마커, 트리거 이미지)를 모두 포함하고 있는가?					
10. 모델링 영역	Bandura의 관찰학습이론에 인지과정 4단계(주의집중, 파지, 재현, 동기화)에 기반하여 모델링 중재(관찰, 모방)가 이루어지고 있는가?					

1점: 전혀 그렇지 않다, 2점: 그렇지 않다, 3점: 보통, 4점: 그렇다, 5점: 매우 그렇다

<부록 6> 곱셈 나눗셈 모델링 기반 증강현실 프로그램 예시(곱셈)

1단계 2차시	중심내용	교수-학습활동	자료 (■) 및 유의점 (◆)	시간
주의과정	학습 동기 유발	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 간단한 인사</li> <li>➢ 지난 시간 복습 및 수업 분위기 형성</li> <li>- 지난 시간에 배웠던 올림이 없는 (몇십몇 X 몇) 복습하기</li> <li>➢ 동기유발</li> <li>- 한 봉지에 36개가 들어있는 젤리를 친구에게 4봉지 선물했을 때 총 젤리의 개수는?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ BASA 수학 나침반 교재</li> <li>◆ 증강현실 기법을 활용하지 않고, 일반 모델링 형태로 지도한다.</li> <li>◆ 같은 자릿수끼리 같은 색으로 표시하여 학습자의 이해를 돕는다.</li> <li>◆ 칭찬과 강화물을 통해 긍정적인 강화를 제공한다.</li> </ul>	3
	학습 목표 확인	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 학습목표 제시</li> <li>- 십의 자리와 일의 자리에서 올림이 있는 (몇십몇) X (몇)의 계산 원리와 계산 형식을 이해하고 계산할 수 있다.</li> </ul>		2
파지과정	<p>활동1: 선생님 설명 듣기</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 수 모형으로 (몇십몇) X (몇) 알아보기</li> <li>- 도입에 나온 상황을 수 모형을 통해 알아보고 곱셈식으로 나타내 본다.</li> <li>- 비슷한 유형의 문제를 수 모형을 통해 알아보고 곱셈식으로 나타내본다.</li> </ul>		5
재현과정	<p>활동2: 선생님과 함께 연습 하기</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ (몇십몇) X (몇) 세로 셈 계산 방법 알아보기</li> <li>- 36 X 4의 계산에서 일의 자리 수 6과 4를 곱하면 6 X 4 = 24이므로 일의 자리에 4를 쓰고 십의 자리에 올림한 수 2를 작게 쓴 후, 십의 자릿수 3과 4를 곱하면 12이므로 일의 자리에 올림한 2를 더하여 십의 자리에 4를 쓰고 백의 자리에 1을 쓰는 과정을 시범을 통해 보여준다.</li> <li>➢ 교사와 함께 연습하기</li> <li>- 교재에 있는 비슷한 유형의 (몇십몇) X (몇) 문제를 교사가 먼저 푸는 과정을 보여주고 학습자가 따라해보는 연습을 반복한다.</li> </ul>		10
동기과정	<p>활동3: 스스로서기</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 독자적으로 연습하기: 증강현실을 활용한 비디오 모델링</li> <li>- 학생에게 핸드폰, 트리거 이미지를 제공한다.</li> <li>- 활동3의 '스스로서기' 에서 모르는 문제가 있는 경우, 증강현실 프로그램 'uniteAR' 을 실행하도록 안내한다</li> <li>- 학생이 모르는 문제에 해당하는 트리거 이미지를 증강현실 프로그램이 실행되고 있는 핸드폰으로 비출 수 있도록 안내한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 학생이 영상 속에서 모르는 특정 부분만 시청할지 전체 내용을 다 볼지 선택할 수 있도록 미리 안내한다.</li> <li>◆ 학생 스스로 증강현실 매체를 조작하여 영상을</li> </ul>	20

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 증강현실 프로그램을 통해 재생되는 마커 영상을 시청하고(주의집중) 이 영상을 통해 문제 푸는 과정에 대한 설명을 들을 수 있도록 안내한다(과지)</li> <li>- 설명이 이해가 되지 않는 경우 영상을 반복해서 돌려 보면서 익힐 수 있도록(재현) 안내한다.</li> <li>- 설명을 듣고 난 다음 학생 스스로 모르는 문제를 다시 한번 풀어볼 수 있도록 안내한다(동기).</li> </ul>	<p>볼 수 있도록 지원한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ 칭찬과 강화물을 통해 긍정적인 강화를 제공한다.</li> <li>■ 'uniteAR' 앱이 설치되어 있는 아이패드 및 핸드폰, 마커 영상, 트리거 이미지 판</li> </ul>	
강화	정리	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ 마무리 하기</li> <li>- 교재에 있는 (몇십몇) X (몇) 문제를 함께 풀며 배운 내용 정리한다.</li> <li>➢ 평가하기</li> <li>- 형성평가를 통해 배웠던 내용을 이해하고 있는지 점검한다.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆일의 자리에서 올림한 수는 십의 자리에 작게, 십의 자리에서 올림한 수는 백의 자리에서 작게 쓰는 식으로 자릿수를 맞출 수 있도록 색깔힌트를 제공한다.</li> <li>◆ 칭찬과 강화물을 통해 긍정적인 강화를 제공한다.</li> <li>■ 형성평가, BASA 수학 기초평가</li> </ul>	5

<부록 7> 곱셈 나눗셈 모델링 기반 증강현실 프로그램 예시(나눗셈)

5단계 1차시	중심내용	교수-학습활동	자료 (■)및 유의점 (◆)	시 간
주의과정	학습 동기 유발	> 간단한 인사 > 지난 시간 복습 및 수업 분위기 형성 - 지난 시간에 배웠던 (몇십)÷(한 자릿수) 복습하기 > 동기유발 - 예린이와 친구들이 꽃게를 36마리 잡았는데, 세 주머니에 똑같이 나누어 담으려면 한 주머니에 몇 마리씩 담아야 할까요?		3
	학습 목표 확인	> 학습목표 제시 - 나머지가 없는 (몇십몇)÷(몇)의 계산 원리를 알고 계산할 수 있다.		2
파지과정	활동1: 선생님 설명 듣기	> 그림으로 (몇십몇) ÷ (몇) 알아보기 - 도입에 나온 상황을 그림을 통해 알아보고 곱셈식으로 나타내 본다. - O 36개를 똑같이 3묶음으로 묶어본다. - 36개를 3묶음으로 묶으면 한 묶음에 O가 12개 있음을 설명한다. - $36 \div 3 = 12$ 식으로 나타낼 수 있음을 설명한다.	◆증강현실 기법을 활용하지 않고, 일반 모델링 형태로 지도한다. ◆ 같은 자릿수끼리 같은 색으로 표시하여 학습자의 이해를 돕는다. ◆ 칭찬과 강화물을 통해 긍정적인 강화물 제공한다.	5
재현과정	활동2: 선생님과 함께 연습 하기	> 수 모형으로 (몇십몇)÷(몇) 알아보기 - 36 ÷ 3을 어떻게 계산하는지 수 모형으로 알아본다. - 십 모형 3개를 똑같이 3묶음으로 나누면 한 묶음에 십 모형 1개씩 나누어지고 일 모형 6개를 똑같이 3묶음으로 나누면 한 묶음에 일 모형 2개씩 나누어짐을 설명한다. > $36 \div 3$ 을 세로셈으로 계산해보기 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">                         1. 십의 자리 숫자 3에는 3이 1번 들어가기 때문에 몫의 십의자리에 1을 쓴다. 3의 아래에 3과 10을 곱한 값 30을 자리에 맞추어 쓴다.                          2. 36에서 30을 빼면 6이므로 일의 자리 숫자 6을 그대로 내려 쓴다.                          3. 6에는 3이 2번 들어가므로 일의 자리에 2를 쓴다. 6 아래에 3과 2를 곱한 값 6을 자리에 맞추어 쓴다.                          4. 6 빼기 6은 0이므로 0을 아래에 쓴다.                          5. 세로로 나눗셈을 계산할 때에는 나누어지는 수의 높은 자릿수부터 차례로 나누어 각 자리에 맞추어 몫을 써야 함을 설명한다.                     </div>	■BASA 수학 나침반 교재	10

<p>동기과정</p>	<p>활동3: 스스로서기</p>	<p>➢ 독자적으로 연습하기: 증강현실을 활용한 비디오 모델링</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 학생에게 핸드폰, 트리거 이미지판을 제공한다.</li> <li>- 활동3의 '스스로서기' 에서 모르는 문제가 있는 경우, 증강현실 프로그램 'uniteAR' 을 실행하도록 안내한다</li> <li>- 학생이 모르는 문제에 해당하는 트리거 이미지를 증강현실 프로그램이 실행되고 있는 핸드폰으로 비출 수 있도록 안내한다.</li> <li>- 증강현실 프로그램을 통해 재생되는 마커 영상을 시청하고(주의집중) 이 영상을 통해 문제 푸는 과정에 대한 설명을 들을 수 있도록 안내한다(과지)</li> <li>- 설명이 이해가 되지 않는 경우 영상을 반복해서 돌려 보면서 익힐 수 있도록(재현) 안내한다.</li> <li>- 설명을 듣고 난 다음 학생 스스로 모르는 문제를 다시 한번 풀어볼 수 있도록 안내한다(동기).</li> </ul>	<p>◆ 학생이 영상 속에서 모르는 특정 부분만 시청할지 전체 내용을 다 볼지 선택할 수 있도록 미리 안내한다.</p> <p>◆ 학생 스스로 증강현실 매체를 조작하여 영상을 볼 수 있도록 지원한다.</p> <p>■ 'uniteAR' 앱이 설치되어 있는 아이패드 및 핸드폰, 마커 영상, 트리거 이미지판</p>	<p>20</p>
<p>강화</p>	<p>정리</p>	<p>➢ 마무리 하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 교재에 있는 (몇십몇)÷(몇) 문제를 함께 풀며 배운 내용 정리한다.</li> <li>- <math>36 \div 3</math>의 계산 방법을 질문한 후 설명한다.</li> </ul> <p>➢ 평가하기</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 형성평가를 통해 배웠던 내용을 이해하고 있는지 점검한다.</li> </ul>	<p>◆ 몫을 쓸 때 십의 자릿수와 일의 자릿수의 색깔을 달리하여 자릿수를 맞출 수 있도록 색깔 힌트를 제공한다.</p> <p>◆ 칭찬과 강화물을 통해 긍정적인 강화를 제공한다.</p> <p>■ 형성평가, BASA 수학 기초 평가</p>	<p>5</p>

<부록 8> 중재 충실도 체크리스트

중재 충실도 체크리스트

수업일시	년 월 일		
중재회기	회	관찰자	

번호	평가내용	평정		
1	중재도구 및 중재 시 필요한 준비물(교재, 필기도구, 스마트폰 및 태블릿PC, 트리거 이미지 판 등)을 모두 갖추었는가?			
2	학생이 화면에 집중할 수 있는 물리적 환경(소음 및 다른 자극의 차단 등)을 조성하였는가?			
3	중재를 실시하기 전 학습목표를 제시하였는가?			
4	학생이 스마트폰 및 태블릿PC를 사용하여 증강현실 프로그램 앱을 활용하는 방법을 충분히 숙지하고 있는가?			
5	학습 속도가 적절한가?			
6	학생의 질문, 성취에 대해 충분한 피드백을 제공하고 있는가?			
7	학생의 활동 시간은 충분한가?			
8	과제분석 순서에 따라 과제수행이 독립적으로 이루어지고 있는가?			
9	학생의 활동에 대한 칭찬을 하는가?			
10	형성평가를 실시하였는가?			
계				

3점: 90%이상, 2점: 80%이상, 1점: 70%이상



<부록 9> 사회적 타당도 체크리스트 (교사용)

문항	매우 그렇지 않다	그렇지 않다	보통 이다	그렇다	매우 그렇다
	1점	2점	3점	4점	5점
1. 중학교 지적장애 학생(이하: 대상학생)에게 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램이 필요하다고 생각하십니까?					
2. 대상학생의 연산능력을 향상시키는 것이 중재 목표로 적절하다고 생각하십니까?					
3. 대상학생의 수학학습태도를 향상시키는 것이 중재 목표로 적절하다고 생각하십니까?					
4. 대상학생에게 비디오 모델링 기반의 교수가 필요하다고 생각하십니까?					
5. 본 프로그램은 방과 후 학생의 특수학급에서 진행하고자 합니다. 진행 장소가 적절하다고 생각하십니까?					
6. 본 프로그램은 주 1~3회, 1회당 45분씩 실시하고자 합니다. 해당 시간은 적절합니까?					
7. 본 프로그램은 주 1~3회 씩 8주 간 진행하여, 약 14회기 정도의 중재를 제공하고자 합니다. 해당 회기(기간)는 적절하다고 생각하십니까?					
8. 비슷한 어려움을 겪는 아동이 있다면 비디오 모델링 기반 증강현실 프로그램을 추천하시겠습니까?					
9. 비디오 모델링 기반 곱셈 나눗셈 증강현실 프로그램의 교구, 교재, 그리고 안내문(교수·학습 계획안)이 주어진다면 일반적인 중재자(교사, 학부모)들도 충분히 실행 가능할 수 있다고 생각 하십니까?					

<부록 10> 사회적 타당도 체크리스트(학생용)

문항	그렇다	보통이다	그렇지 않다
	3점	2점	1점
1. 수학을 어려워하는 학생에게 이 프로그램이 수학 실력을 좋게 하는 데 도움이 될까요?			
2. 이 프로그램을 통해 수학을 더 잘하게 되었나요?			
3. 선생님과 일주일에 1-3번, 8주간 공부했습니다. 이 시간이 적절했나요?			
4. 선생님과 공부한 장소는 적절했나요?			
5. 다른 친구에게도 이 프로그램을 추천하고 싶나요?			

## Abstract

# Effects of Using Video-Based Intervention via Augment Reality Program on Arithmetic Operation Skills and Attitude in Mathematics for middle school students with Intellectual Disabilities

Chae, ChangHee

Major in Special Education

Department of Education

The Graduate School

Seoul National University

Mathematics skills are useful and play important role in managing daily and vocational life. But due to a robust hierarchical characteristic, it is

difficult for students with intellectual disabilities(ID) to acquire mathematical concepts and appropriate strategies to solve math problems. It is needed studies of effective intervention to address this problem and help students with ID improve mathematical skills.

The purpose of this study was to examine the effectiveness of video-based intervention on arithmetic operation skills and attitude in mathematics for three middle school students with ID, using augmented reality (AR)-based program. For this study, three ID students aged 14 years who struggle with learning multiplication and division were selected as subjects. In order to examine the effectiveness of the intervention, the multiple baseline design across participants was used. The maintenance stage was added to baseline and intervention as well. The intervention was conducted over a total 8 weeks. A total of 14 sessions, 45 min per session, 1-3 per week were held in their classroom. To measure multiplication and division abilities, the standardized test of BASA-MATH(Kim, 2006) and worksheets made by the researcher were used. For measuring attitude in mathematics, a questionnaire developed by Korean Educational Development Institute(1992) was used. The validity of the worksheets and this program were verified by special education specialists and mathematics teachers. The intervention fidelity was 96.67%, and social validity was 93.33% for teachers and 95.56% for students. Visual analysis including the effect factor for PND, NAP, and Tau-U was used for each student's data graphed.

The results of this study are as follows. First, the video-based AR intervention program for middle school students with ID was effective in improving multiplication and division abilities. three students showed improvement in their capacity to solve multiplication and division problems. Second, the video-based AR intervention program was effective in improving attitude in mathematics. Although There were some differences in magnitude of intervention effects among areas, all three students showed improvement in attitude for mathematics. The results indicated a f

unctional relation between the video-based AR intervention program for middle school students with ID and arithmetic operation skills and attitude in mathematics. Based on the results, the implications, limitations, and suggestions for future were provided.

**keywords :** Video-modeling, Augment reality, Intellectual disabilities, Arithmetic operation skills, Multiplication, Division, Attitude in mathematics

*Student Number : 2020-20243*