

증강현실 기반 모바일 앱을 활용한 수학 교수·학습 콘텐츠 개발과 구성주의적 수업방안

김 병 학 (경희대학교 교수)[†]
송 진 수 (경희대학교 교육대학원 학생)
박 예 은 (경희대학교 교육대학원 학생)
장 요 한 (경희대학교 교육대학원 학생)
정 영 훈 (경희대학교 교육대학원 학생)
안 진 희 (경희대학교 교육대학원 학생)
김 준 혁 (경희대학교 학생)
고 은 령 (경희대학교 학생)
장 인 경 (삼성전자 연구원)

제 4차 산업혁명 시대를 맞이하여 수학과 교수·학습에 ICT기술을 접목한 수업의 시도가 다양하게 이루어지고 있으며, 거꾸로 수업과 증강현실을 활용한 수업의 필요성과 효율성이 주목받고 있다. 이는 교육현장에서 거꾸로 수업과 증강현실을 활용한 수업 콘텐츠와 그 활용방안에 대한 수요의 증가로 이어지고 있다. 따라서 실제로 현장에 적용할 수 있는 수업 콘텐츠의 개발과 수업 방안에 대한 연구의 필요성이 커지고 있다.

이와 같은 관점에서 본 연구에서는 교수·학습 유형을 분류하고, 구성주의 수학 교육 원리와 증강현실 기반 모바일 앱을 활용한 거꾸로 교실 수업 방안과 교수·학습 유형별 수학 교수·학습 콘텐츠를 개발하고 교수·학습 현장에 적용할 수 있는 방안 및 수업지도안을 제시한다.

I. 서 론

최근 개정된 2015 개정 수학과 교육과정에서는 다양한 ICT 기술의 발전 등을 고려하여 수학적 지식, 기능, 경험을 실생활의 지식, 기능, 경험과 연결, 융합할 수 있는 창의·융합 역량과 적절한 공학적 도구나 교구를 이용하여 학습 자료와 정보를 효과적으로 처리하는 정보처리 역량 등을 강조하고 있다(교육부, 2015). 이러한 교육 방향에 발맞추기 위하여 학교 교육 역시 변화와 함께 학습의 효과를 증진 시킬 수 있는 진보된 학습 매체의 도입 필요성을 인식하여(남선영, 2008) 가상현실, 증강현실 등을 접목하는 교수·학습 방안과 학습 콘텐츠 개발에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다.

4차 산업혁명 시대에 접어든 현대 사회에서 수학 교육은 교사 중심의 수업보다 창의성 함양과 교사와 학생의 쌍방향 수업과 학생의 자기주도적 학습 활동을 지향하고 있다. 교사 중심의 학습 환경에서 능동적인 학습자로서의

* 접수일(2019년 1월 31일), 심사(수정)일(2019년 3월 6일), 게재확정일(2019년 6월 25일)

* ZDM분류 : U60

* MSC2000분류 : 97D40

* 주제어 : 증강현실, 모바일 앱, 교수·학습 콘텐츠

* 이 논문은 2017년 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(NRF-2017R1E1A1A03071005).

[†] Corresponding Author

학습 주체의 변화는 구성주의 수업과 궤를 같이 한다. 그 과정에서 학습자는 자신의 실제적 삶의 맥락 안에서 주체적으로 개인의 지식을 구성해야 하며, 교사는 지식 전달자가 아닌 ‘조력자’, ‘지원자’의 역할을 수행해야 한다. 그리고 이러한 지식의 구성 과정은 학습자들에게 자율성과 선택의 기회를 부여하며 학습자들의 흥미에 관심을 두는 인본주의적 시대적 요구에 부응한다. 구성주의 학습 환경의 핵심은 학습자중심 환경, 협동학습 환경, 실제적 성격의 과제를 통한 문제해결이다.

또한 다양한 ICT 기술이 개발되고 있으며 여러 선행연구를 통하여 공학적 도구를 활용한 수업의 교육적 효과가 입증(강희경, 2003; 김미화, 2011; 나귀수, 2000; 손태권, 2016; 이상윤, 2012; 장송이, 2017; 조완영, 권성룡, 2000)되고 있다. 예를 들어 인천소재 I 중학교 5개 반을 대상으로 다양한 공학적 도구를 활용하여 일차함수 단원의 수업을 진행한 강희경(2003)의 연구 내용을 보면, 계산기와 연결하여 실시간 자료 수집이 가능한 CBR(Calculator-Based Ranger)을 활용한 수업에서 학생들이 함수의 그래프 및 일차 함수의 그래프를 더 잘 판별해 내고, 그래프의 의미를 더 잘 해석할 수 있었으며 수업의 Video 분석 결과에서 실제로 학생들이 그래프에 대한 직관을 얻는 장면들을 관찰할 수 있었다고 보고하고 있다.

증강현실의 교육적 활용에 대한 선행연구(계보경, 2007; 김진수, 2009; 손현진, 2012; 송진수, 2017; 여선민, 2009)에 따르면, 증강현실은 감각적 몰입 유발, 직접조작에 의한 경험중심 학습, 맥락인식에 의한 학습 현존감 발생, 협력학습 환경 조화의 교육적 효과가 있다고 보고되었다. 예를 들어 증강현실에 기반한 도형영역의 학습효과에 대한 이상윤(2012)의 선행 연구에서는 서울 소재 M 초등학교 6학년 2학급을 선정하여 증강현실을 활용한 도형영역 수업을 진행한 결과 증강현실을 활용한 수업을 받은 학생 집단이 그렇지 않은 학생 집단보다 주의집중, 관련성, 자신감, 만족감 면에서 높은 통계 수치를 보였으며, 학업성취도 면에서도 증강현실을 활용한 수업을 받은 학생 집단이 유의미하게 더 높은 결과를 얻었음을 보고하고 있다. 또한 RME에 기반하여 증강현실, Cabri 등 가상조작도구를 활용해 수학교육의 효과를 관찰한 손태권(2016)의 연구에서는 6학년 도형 영역에서 가상조작도구를 활용한 RME기반 수학 학습이 일반적인 수학 학습보다 공간감각 향상에 유의미한 효과를 보였으며, 수학적 태도의 3가지 하위 요소인 교과에 대한 자아개념, 교과에 대한 태도, 교과에 대한 학습 습관에서 긍정적 학습 태도를 형성하였음을 보고하고 있다. 따라서 증강현실은 수업에 활용 가능한 공학적 도구의 하나로서 더욱 개발될 필요가 있지만, 아직 증강현실을 활용한 수학 수업 콘텐츠와 증강현실에 기반을 둔 모바일 앱을 활용한 수업방안에 대한 연구는 많지 않다.

이와 같은 관점에서 본 연구에서는 교육 현장에서 수학 수업에 활용할 수 있는 공학적 도구로서 증강현실 기반 모바일 어플리케이션(이하 ‘앱’이라 한다.)을 채택하였다. 선행연구에 의해서 학습효과가 크다고 밝혀진 거꾸로 수업, ICT 활용, 증강현실 활용 등에 대하여 본 논문에서는 첫째로, 증강현실 기반 모바일 앱(HP Reveal)을 활용한 거꾸로 교실 수업 방안과, 둘째로, 학습유형별 증강현실 기반 모바일 앱을 활용한 수학 교수·학습 콘텐츠 개발과 적용 방안에 대하여 연구하였다. 연구대상은 교육부 고시 2015 수학과 교육과정으로 초·중·고 교과(단원)에 대하여 거꾸로 수업과 증강현실 기반 모바일 앱을 활용한 수학 교수·학습 지도안과 적용 방안을 연구하였다. 연구 절차는 학습내용 성취기준과 교수·학습 방법 및 유의사항에 따라 증강현실을 활용한 수학 교수·학습 유형을 ‘개념이해형’, ‘수학문제해결형’, ‘실생활문제해결형’의 세 가지로 분류한 다음 유형별 콘텐츠를 개발하고 적용방안을 연구하였다. 교수·학습유형은 교육부 고시 2015 수학과 교육과정을 참조하여 교사가 어떤 방식의 증강현실 활용 수업을 계획하면 좋을지에 관한 기준을 제공하고자 하였다. III장에서 분류한 세 가지 유형을 바탕으로 IV장에서 증강현실 기반 모바일 앱(HP Reveal)을 활용한 거꾸로 교실 수업 방안을 제시하였으며, V장에서 교수·학습 유형별 증강현실 기반 모바일 앱을 활용한 수학 교수·학습 콘텐츠 개발과 적용 방안 등을 연구하였다.

II. 이론적 배경

1. 공학적 도구의 활용과 수학 교수·학습

수학교육에 활용하는 ‘공학적 도구’는 컴퓨터, 계산기, 모바일 기기 등의 하드웨어와 프로그램, 어플리케이션 등의 소프트웨어를 포함한다(NCTM, 2005). 수학교육에 활용할 수 있는 교육공학 도구로서 하드웨어로는 그래픽 계산기, 계산기, 컴퓨터가, 소프트웨어로는 Maple, Mathematica, Cabri-Geometry, Geometer’s SketchPad(GSP), EXCEL 등이 있다(김미화, 2011). 또한 장송이(2017)는 논문 ‘공학적 도구를 활용한 수학교육 연구동향분석’에서 계산기, 컴퓨터, 소프트웨어, GSP, GeoGebra, SageMath, Excel, Logo, 3D 프린팅, Cabri, Mathematica, 프로그래밍, 스프레드시트, MathCad, Technology, 두리틀, 웹 등이 현장에서 많이 사용되는 공학적 도구임을 조사하였다.

수학교육에서 공학적 도구 활용의 필요성과 관련하여, 조완영·권성룡(2000)은 아동이 단순한 계산 기능을 넘어 문제해결력, 추론능력, 의사소통능력과 같은 고등 사고 기능을 길러야하며 이 때 컴퓨터 공학이 반복적이고 복잡한 산술계산을 대신해 줌으로써 더 많은 시간을 고등 사고 기능 학습에 투자할 수 있게 해준다고 하였다. 이와 유사한 맥락으로 2015 개정 수학과 교육과정(교육부, 2015)에서는 ‘계산 능력의 배양을 목표로 하지 않는 교수·학습 상황에서의 복잡한 계산 수행, 수학의 개념, 원리, 법칙의 이해, 문제 해결력 향상 등을 위하여 계산기, 컴퓨터, 교육용 소프트웨어 등의 공학적 도구를 이용할 수 있게 한다’고 명시하고 있다.

강희경(2003)은 수학 교육에서 공학적 도구를 도입하는 목적은 수학 내용이 아니라 수학 방법과 관련된 문제임을 지적한다. 나귀수(2000)는 공학적 도구가 수학 교육의 방법론에 기여하는 측면에 대하여 ‘학생들의 실제 경험과 수학의 연결’, ‘수학적 대상과 관계의 구체화’, ‘수학의 다양한 표현 체계의 연결’, ‘사고력 중심의 수학교육 추구’의 네 가지 관점에서 그 효과를 제시하고 있다.

이와 같은 선행연구 결과를 바탕으로, 최근 많은 발전을 거듭하고 있는 공학적 도구를 활용한 수학 교수·학습 연구가 필요하다.

2. 증강현실과 수학 교수·학습

증강현실(Augmented Reality, AR)은 실제 환경을 바탕으로 하며, 필요한 사물이나 정보를 컴퓨터 그래픽으로 합성하여 현실과 겹쳐져서 보이는 기술이다(계보경, 2007; 김진숙, 2009; 손현진, 2012; 송진수, 2017; 여선민, 2009). 가상현실은 현실에서 존재하지 않는 환경과 상황을 사용자가 기기를 통해 경험하는 것이고, 증강현실은 현재 존재하는 환경을 바탕으로 기기를 통해 사용자가 필요로 하는 정보를 보여주는 형태이다. 이러한 특성으로 인하여 증강현실은 사람들에게 현실감 있고 직관적인 상호작용을 제공할 수 있다.

4차 산업혁명 시대를 맞이하여 그 필요성이 증가하고 있는 증강현실을 활용한 수학 수업에서는 학생들이 학습활동과 관련된 객체에 대한 직접적인 조작이 가능하여 참여의 활성화 및 능동적인 학습을 유발할 수 있으며, 학습 내용을 입체적으로 조작함으로써 인과성에 대한 파악을 돕고 심층적 이해를 증대시킬 수 있다. 이러한 과정을 통해서 학습 내용을 구성하는 정보 및 지식을 스스로 조직화하여 학습자가 능동적으로 지식을 구성하는 구성주의적 학습을 할 수 있게 된다(남선영, 2008). 또한 학습자가 수학이 다른 여러 분야 및 실생활과 밀접한 관련이 있음을 인식할 수 있으며 다양한 학습 활동을 통해서 산업현장에서의 문제 또는 실험실에서의 현상을 수학적으로 모델링 하여 해법을 제시하고 주어진 문제와 현상에 적용할 수 있게 될 것이다. 따라서 증강현실 기술을 활용한 수학 수업은 학습 동기 유발과 성취도 향상에 효과적인 새로운 수업 방식이 될 수 있다.

3. 거꾸로 수업

거꾸로 수업(flipped learning)은 학생이 수업에 참여하기 전에 교사가 미리 핵심적인 교과 지식과 내용으로 제작한 동영상 강의를 컴퓨터나 태블릿을 활용하여 수업 내용을 학습한 후, 실제 교실에서 학생은 교사가 제시한 과제를 수행하거나 동영상으로 배운 내용을 기반으로 하여 토의와 토론 활동, 문제해결 활동, 모듈별 프로젝트 활동, 질의응답 등의 다양한 개별화 수업을 진행하는 것이다. 이러한 수업 모형은 ‘플립드 러닝’, ‘반전학습’, ‘역전학습’, ‘거꾸로 학습(교실)’ 등의 용어로 사용되며 그 수업 방식은 교육의 실제와 이론의 측면에서 많은 관심을 받고 있다(이진경, 2017).

거꾸로 수업은 수업 시간에 교사가 수업 내용을 가르치는데 할애하는 시간을 줄이고, 학생들이 학습된 내용을 잘 이해하고 있는지 확인하고 학생이 준비한 질문 내용을 설명하는 시간의 비중을 높일 수 있다. 또한 교사가 내준 문제를 해결하지 못한 학생을 개별적으로 도와줄 수 있으며 교사가 내준 문제를 잘 해결한 학생에게는 심화 과제를 주어 발전학습을 가능하게 할 수 있다.

4. 구성주의

교육에서의 구성주의는 학습자가 스스로 자신의 경험으로부터 자기만의 지식을 구성한다는 이론이며, 수학교육에서의 구성주의는 학생 스스로 새로운 갈등국면에 대처하여 문제를 해결하기 위한 구성활동을 통해서 해결의 실마리를 밖에서 구하지 않고, 자신 속에서 찾아 스스로 학습해 나갈 수 있도록 환경을 설정하는 것이다. 개인에 의하여 자주적으로 구성되어지는 것이므로 교수-학습의 과정은 교사 혼자만의 책임이 아니다. 학습의 주체는 학생이 되어야 하며 교사는 학생들 사이의 의사소통, 협동 학습 등을 도와주면서 학생들의 활동을 장려할 수 있도록 수업을 조직하여야 한다(김영임, 2004; 신현성, 1993).

구성주의에는 조작적 구성주의, 급진적 구성주의 등이 있다. 수학적 지식은 인간의 조작 활동에 그 근원을 두고 있으므로 수학 수업에서 수학적 지식의 발생적 근원이 되는 조작적 활동을 강조해야 한다. 또한 수학적 지식 구성의 과정은 반영적 추상화의 과정이므로 자신의 조작 활동을 사고의 대상으로 의식화하여 반성하는 활동 역시 강조해야 한다. 급진적 구성주의에 따르면 각각의 주체는 그들 자신의 방식으로 그들 자신을 둘러싼 환경에 적응하기 위해 그들 자신의 경험을 조직한다. 각각의 주체는 개별적이고 주관적인 자신의 이해의 세계의 중심이다. 또한 지식의 주관적 측면을 강조하고 학생 개개인이 보유한 방식으로 그들 자신의 지식을 구성하도록 하는 교육을 지지한다.

또한 구성주의 수학 교수·학습 원리는 학생중심적 개별화의 원리, 발문중심적 상호작용의 원리, 의미지향적 활동의 원리, 반영적 추상화의 원리가 있다(신현성, 1993).

구성주의 학습 환경의 핵심은 학습자중심 환경, 협동학습 환경, 실제적 성격의 과제이다. 기존 학습 환경에서 주어진 지식을 흡수하는 수동적인 입장에서 학습자에서 적극적이며 자율적인 지식의 형성자로서의 학습자의 변화를 의미한다. 따라서 모든 학습 환경도 이런 적극적이고 자율적인 학습자의 생각과 지식, 그리고 능력을 적극 발휘시킬 수 있도록 조성되어야 한다. 구성주의에서의 협동학습은 복잡한 과제를 서로 나누어 가짐으로 인해 인지적 부담을 줄이는 의미보다 서로 나누어 학습한 부분에 대한 그룹간의 공유를 반드시 전제로 한다. 이를 통해 주어진 과제에 대하여 사람들마다 얼마나 다양한 생각과 견해를 지니고 있는지를 배울 수 있다.

구성주의에서 학습이 이루어지는 배경으로 매우 중요한 역할을 하는 또 하나의 원칙은 ‘실제적 성격의 과제 중심 학습’이다. 이것은 상황성을 바탕으로 한 실제적 과제가 학습자들이 학교의 영역 밖에서 만나게 되는 문제들을 해결해 감에 있어서 그 문제의 성격이 유사하기 때문에 자신의 문제라는 주인의식을 가질 수 있으며, 적극적으로 해결해 가려는 의지를 부여하고 자기 주도적으로 학습하게 되는 상황을 만들어 낸다(황우경, 2009).

Ⅲ. 증강현실 기반 모바일 앱을 활용한 수업에서 성취기준과 교수·학습 방법 및 유의사항에 따른 교수·학습 유형

이 장에서는 성취기준과 교수·학습 방법 및 유의사항에 따른 교수·학습 유형을 제시한다. 증강현실 기반 모바일 앱을 활용하여 수학 수업에서 적용할 수 있는 교수·학습 콘텐츠를 성취기준과 교수·학습 방법 및 유의사항에 따라 세 가지 교수·학습유형으로 분류한다. 첫째, 성취기준과 교수·학습 방법 및 유의사항이 “안다”, “이해한다” 등으로 학생들이 개념을 알고 이해하는 교수·학습유형인 ‘개념이해형’, 둘째, 성취기준과 교수·학습 방법 및 유의사항이 “해결할 수 있다”와 같이 개념을 학습한 후 관련된 수학문제를 해결하는 학습 유형인 ‘문제해결형’, 셋째, 성취기준과 교수·학습 방법 및 유의사항이 “활용할 수 있다”와 같이 학습한 개념들을 활용하여 실생활 문제를 해결하는 ‘실생활문제해결형’이다. 각 유형에 대해 적용방안과 주의해야 할 점에 대해 살펴본다.

1. 개념이해형

개념이해형은 증강현실 기반 모바일 앱을 활용하여 처음 배우는 개념에 대하여 설명하고 학생이 쉽게 이해할 수 있도록 돕는 교수·학습 유형이다. 개념이해형은 성취기준과 교수·학습 방법 및 유의사항이 “설명할 수 있다”, “안다”, “이해한다”, “표현할 수 있다” 등으로 제시된 단원의 수업에 적용할 수 있는 교수·학습 유형으로서, 앱을 통한 시각적인 형상을 제시하여 직관적으로 개념을 이해하도록 도와준다. 이 교수·학습 유형을 활용하면 새로운 개념에 대하여 쉽게 이해할 수 있고 학생들이 스스로 배우고자 하는 학습 의욕이 높아지며 능동적인 학습을 할 수 있다. 이러한 관점에서 브루너의 구성주의 수업이론을 연계하면 학습효과를 높일 수 있고 개념에 대한 이해와 구성이 가능해질 것이다. 따라서 교사는 학습내용과 관련이 깊은 교육 자료를 선정해야 한다.

2. 수학문제해결형

수학문제해결형은 수학 개념 학습 후 증강현실 기반 모바일 앱을 활용하여 이와 관련된 문제 해결을 돕는 교수·학습유형이다. 수학문제해결형은 성취기준과 교수·학습 방법 및 유의사항이 “계산할 수 있다”, “구할 수 있다”, “풀 수 있다”, “해결할 수 있다” 등으로 제시된 단원의 수업에 적용할 수 있는 교수·학습 유형으로서 개념을 학습한 후 관련된 수학문제를 해결하는데 앱을 통한 힌트를 제공함으로써 학생들의 문제해결력 및 사고력을 높인다. 이는 수업시간 외에도 학생들의 자율 학습에 유용하게 사용할 수 있다. 교사는 사전에 교과서 문제에 대한 힌트를 증강현실 앱 속에 구현하여 학습자가 문제 풀이에 어려움이 있을 시에 이를 참고하여 학습할 수 있도록 한다. 즉, 이 유형에 해당하는 증강현실 앱을 활용하면 교사 부재 시에도 학생들이 수학적 개념과 원리에 대한 이해를 바탕으로 수학 문제를 해결할 수 있도록 도움으로써 학습자의 자기 주도적 학습을 도울 수 있다. 그러나 직접적인 문제의 해답을 제시하면 오히려 오개념을 형성하거나 제공하는 힌트에만 얽매는 등 문제해결력이 저하될 수 있어 교사의 적절한 판단과 지도방법이 중요하다.

3. 실생활문제해결형

실생활문제해결형은 학습한 내용을 바탕으로 증강현실 기반 모바일 앱을 활용하여 실생활 관련 문제들을 해결함으로써 수학의 실용성 및 유용성을 인식할 수 있는 교수·학습유형이다. 실생활문제해결형은 실생활문제와

관련하여 성취기준과 교수·학습 방법 및 유의사항이 “활용할 수 있다”, “구체적인 예를 통해”, “유용성과 가치를 인식하게 한다”, “실제로” 등으로 제시된 단원의 수업에 적용할 수 있는 교수·학습유형으로서 앱을 실생활 관련 문제 해결을 위한 도구로 사용함으로써 학생들의 수학에 대한 학습 동기를 유발할 수 있다. 수업 진행 순서 측면에서 실생활문제해결형은 교사가 수학 개념 수업을 진행한 후 학습자가 실생활에서 일어날 수 있는 문제를 해결하는 활동을 수행하게 하거나, 학생들이 교사가 제시한 수학 개념과 관련된 활동을 먼저 수행한 다음 마무리 단계에서 실생활에서 활용된 수학 개념을 추론할 수 있도록 한다.

실생활문제해결형은 교사가 주도하는 학습 내용 전달보다 학습자의 직접적인 수학 활동 참여를 중심으로 하며, 학습자가 자신의 생각, 기존 지식, 교사의 안내 등을 통하여 자율적으로 지식을 구성할 수 있도록 한다. 이는 학습자의 흥미와 자발적인 수업 참여도를 증대하는 효과가 있다. 또한 실제 세계를 기반으로 한 증강현실 앱을 학습 자료로 사용하므로 일상생활과 수학 지식을 연결시켜봄으로써 관련 수학개념의 유용성을 인식하고 추론능력을 향상시킬 수 있다. 그리고 모두 중심의 프로젝트 수업 진행 시 학습자 간 협동학습 환경이 조성되어 개인이 각자 다양한 견해를 가지고 있음을 이해하고, 의사소통 능력을 배양할 수 있다. 이러한 실생활문제해결형의 특징은 구성주의적 학습 환경 조성에 유리하다.

IV. 증강현실 기반 모바일 앱 HP Reveal을 활용한 거꾸로 교실 수업방안


이 장에서는 증강현실 모바일 앱 HP Reveal을 활용한 적용방안 및 거꾸로 교실 수업 지도안을 제시한다. 제시된 수업방안을 참조하여 여러 단원에 적용하고, 모바일 앱 HP Reveal을 실제 수업에서 활용한다면 학생들의 학습 흥미와 이해도를 높이면서 자율적이고 능동적인 학습을 도울 수 있을 것으로 기대한다. 또한 학생들이 집에서 스스로 학습할 때 유용하게 사용할 수 있을 것이며, 학교에서 배운 교과서 내용 이해에도 도움이 될 것이다.

1. 증강현실 모바일 앱 HP Reveal

이 절에서는 증강현실 모바일 앱 HP Reveal을 소개한다. 이 앱은 사물이나 사람 얼굴 등의 특정 이미지에 증강현실로 띄울 이미지를 저장해 놓으면 특정 이미지를 인식할 때마다 저장해 놓은 이미지를 출력한다. 다시 말해, 스마트 폰이나 태블릿의 카메라를 사용하여 실제 이미지를 인식한 다음 그 이미지 상단에 애니메이션, 비디오, 3D 모델 및 웹 페이지 형식으로 나타나게 하는 것이다. 교사가 이 앱을 이용하여 교과서 이미지에 학습 콘텐츠를 저장해 놓으면 학생들은 앱을 활용하여 스스로 학습할 수 있다.

HP Reveal은 무료로 사용이 가능하고 스마트 폰이나 태블릿에서 쉽게 다운로드가 가능하며, 우리나라에서 이용되고 있는 대부분의 모바일 운영체제에서 사용 가능하다는 이점이 있다.

<표 IV-1> HP Reveal 앱 관련 정보

	앱 이름	HP Reveal
	제작사 (홈페이지)	HP Reveal (http://www.hpreveal.com/)
	다운로드 방법	Android(Play store), ios(App store)
	비용	무료

2. HP Reveal을 활용한 거꾸로 교실 수업지도안

이 절에서는 증강현실 모바일 앱인 HP Reveal을 이용하여 문제 중심 거꾸로 교실 과정을 바탕으로 수업 단계별 학습 활동 지도 계획을 작성하여 <표 IV-2>와 같이 제시한다. 거꾸로 교실의 전개 단계는 수업 전, 수업 중(수업 초기, 수업 중), 수업 후 등으로 각각 나누어 이루어진다.

<표 IV-2> 수학과 거꾸로 교실 활동지도 계획(송진수, 2017)

단 계	문제 중심 학습 단계	활동 영역	학습 활동 지도 계획
수업 전	학습문제 연구 시작을 위한 탐색	학습자료 준비 / 시청	- 강의 내용: 단원 내용에 관한 원리와 핵심 개념 - 강의 제작 방법: 교과서 내에 필요한 내용을 증강현실 모바일 앱을 통해 동영상 및 자료 제공 - 강의 시청 후: 퀴즈를 풀어 학습자의 강의 이해 정도를 확인하게 함
		강의 노트 작성	- 알게 된 것, 학습 중 이해가 되지 않는 것, 더 알고 싶은 것 등으로 구분하여 작성함 - 학습자의 수준에 따라 다르게 작성될 것임
		상호작용 공간 활용	- 강의 자료실, 퀴즈, 과제, 질의·응답 등을 위해 항상 접근 가능한 온라인 공간을 제공함
수업 중 수업 초기 수업 중	학습 문제에 대한 실험 및 결론	교실 외 학습활동 점검	- 퀴즈풀기를 통하여 수업에 대한 사전 지식을 점검함 - 사전 학습 내용을 상기시키기 위한 영상 시청 - 강의 노트 점검을 통한 학습문제 선정
		교실환경 구성	- 모듈 내, 모듈 간 원활한 의사소통 가능한 분화학습이 가능한 보조 환경, 교실을 제공함 - 학생들이 학습 자료에 접근할 수 있는 앱 사용 가능한 기기를 갖추
		팀/개별 구성	- 이전 수학 성적으로 다양한 학생들이 분포되도록 팀을 구성함 - 또래학습을 통하여 창의적 문제해결과 활발한 의사소통이 이루어지게 함
		학습 활동 수행	- 사전 학습을 통해 학습한 내용의 핵심 주제 및 내용 적용 활동을 함 - 문제 중심 학습, 협동학습, 동료 수업 등의 방법을 활용함
수업 후	학생 발달과 수행에 대한 평가	추가 학습 활동	- 팀별 선호에 따라 더 심층적인 학습을 할 수 있도록 기회를 제공함
		질의·응답·피드백	- 학습 내용의 핵심을 간략히 요약하고 내용 요소들 간의 관계를 구조화하여 정리함
		학습활동 평가	- 창의적인 활동 산출물이나, 수행과정에 대해 평가함
연구실		- 수업 중에 일어난 학생들의 학습에 대해 증강현실 앱을 이용하여 지속적으로 개선해나감	

다음으로 III장에서 분류한 세 가지 유형 중 대표적으로 수학기초문제해결형으로 적용가능한 중학교 1학년 ‘입체 도형의 성질’ 단원에 대해 모바일 앱 HP Reveal을 이용한 거꾸로 수업 1차시분의 수업 지도안을 제시한다. 입체 도형의 성질 단원은 학습목표에 ‘구할 수 있다’가 있으므로 수학기초문제해결형 교수·학습 유형으로 분류할 수 있으며, 전통식 수업 보다는 모바일 앱 HP Reveal을 이용하여 수업 내용에 대한 이해와 문제해결력을 향상시킬 수

있을 뿐만 아니라 거꾸로 수업 방식을 적용하면 수업 효과를 극대화 시킬 수 있을 것으로 생각되어 이 단원을 선정하였다.

<표 IV-3> 수학과 거꾸로 수업 수학문제해결형 수업지도안

교과 (단원)	수학1 (V. 평면도형과 입체도형)		주제	기둥과 뿔의 부피와 겉넓이
학습내용 성취기준	입체도형의 겉넓이와 부피를 구할 수 있다.			
준비 자료	교과서, 지도서, 수업 지도안, 학습지 자료, 컴퓨터, 모바일 기기			
단계 (시간)	학습 요소	교수 · 학습 과정	수업 형태	<input checked="" type="checkbox"/> 지도상의 유의점 <input type="checkbox"/> 자료
도입 (7분)	전시 학습 확인	<ul style="list-style-type: none"> 퀴즈풀기를 통하여 ‘기둥과 뿔의 종류와 성질’ 등에 대한 사전 지식을 점검함. 수업에 대한 사전 지식이 부족한 학생들은 모바일 앱을 통해 한 번 더 교과서로 학습함. 	문답	<input type="checkbox"/> 모바일 기기
	학습 목표 제시	<ul style="list-style-type: none"> 본시의 학습 목표를 학생들에게 제시한다. 	전체 학습	<input type="checkbox"/> PPT
	동기 유발	<ul style="list-style-type: none"> 증강현실 이미지를 통해 본시 학습 내용에 대한 동기를 유발한다. 	전체 학습	<input type="checkbox"/> PPT
전개1 (10분)	내용 학습	<ul style="list-style-type: none"> HP Reveal을 활용하여 입체도형의 겉넓이와 부피를 구해보고 학습 노트를 작성한다. 학생들의 학습 노트 점검을 통하여 학습문제를 선정할 수 있게 한다. 	전체 학습	<input type="checkbox"/> PPT <input checked="" type="checkbox"/> 모둠 구성원들 간에 원활한 의사소통과 분화학습이 가능한 보조 환경을 교실 배열을 한다. <input checked="" type="checkbox"/> 학생들이 학습할 자료에 접근할 수 있는 모바일 기기를 갖추게 한다.
전개2 (20분)	활동 학습	<ul style="list-style-type: none"> 개별 및 팀별로 앱을 통하여 기둥과 뿔의 겉넓이와 부피에 대한 이해와 비교 활동을 한다. 개별 및 팀별 학습 활동 내용을 발표한다. 학습 활동 내용의 공통점과 차이점 등을 발견한다. 	모둠 학습	<input type="checkbox"/> 모바일 기기 <input checked="" type="checkbox"/> 문제 중심 학습, 협동학습, 동료수업 등의 구성주의 학습 방법을 활용한다. <input checked="" type="checkbox"/> 학생들의 활동에 대한 피드백, 적절한 발문 등을 통해 학습 과정을 안내한다.
정리 (8분)	내용 정리 및 피드백	<ul style="list-style-type: none"> 팀별 학습결과 및 선호에 따라 기둥과 뿔의 겉넓이와 부피에 대한 심화 학습 활동을 한다. 창의적인 활동 산출물, 수행과정에 대한 상호 피드백 등을 중심으로 평가한다. 	전체 학습	<input type="checkbox"/> PPT <input checked="" type="checkbox"/> 교사/학생(개인/팀) 수행에 대하여 상호 피드백을 주고 이를 다음 수업에 반영함. <input checked="" type="checkbox"/> 학생들의 피드백을 바탕으로 기존의 교과서에 적용된 증강현실 콘텐츠를 수정·보완하여 내용을 보충한다.

V. 교수·학습유형별 증강현실 기반 모바일 앱을 활용한 수학 교수·학습 콘텐츠 개발과 적용방안

이 장에서는 일반적인 학교 수학 수업에서 활용할 수 있는 증강현실 콘텐츠와 자료를 개발하고 이를 이용한

수학 수업 지도안을 제안한다. 2015 개정교육과정에 맞춰 증강현실 모바일 앱을 활용한 성취기준과 교수·학습 방법 및 유의사항에 따른 교수·학습 콘텐츠와 Adobe XD를 활용하여 만든 증강현실 모바일 앱의 디자인을 제안한다. 제안한 콘텐츠에서 사용되는 증강현실 모바일 앱을 개발하고 제시된 방안을 적용한다면 교사는 구성주의적 학습 환경을 조성할 수 있으며, 각 교수·학습유형에 맞는 목적을 달성할 수 있을 것이다.

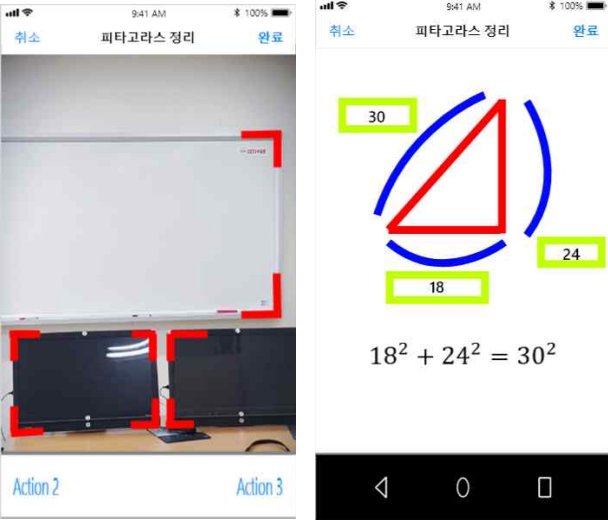
1. 개념이해형 수학 교수·학습 콘텐츠와 적용방안 및 수업지도안

이 절에서는 개념이해형 교수·학습유형에서 활용할 수 있는 몇 가지 교수·학습 콘텐츠와 그 적용방안 및 수업 지도안을 제시한다.

1) 교수·학습 콘텐츠와 적용방안 : 피타고라스 정리, 입체도형의 성질(전개도), 구분구적법

(1) 피타고라스 정리

<표 V-1> 개념이해형 수업 콘텐츠와 적용방안-피타고라스 정리

학 년	중학교 2학년
학습내용 성취기준	- 피타고라스 정리를 이해하고 설명할 수 있다.
교수·학습 방법 및 유의사항	- 피타고라스 정리의 역은 직관적으로 이해하게 한다.
1) 교사는 피타고라스 정리에 대하여 설명한다. 2) 학생은 핸드폰 카메라를 이용하여 교실 내 직각으로 보이는 사물 및 공간을 비추고 앱은 직각을 인식한다. 3) 학생이 앱에 인식된 여러 직각 중 하나를 선택하면, 앱은 그 직각을 가지고 있는 직각삼각형을 보여준다. 4) 앱은 선택된 직각삼각형에서 피타고라스 정리가 성립되는지 보여준다. 5) 앱을 이용하여 피타고라스 정리가 성립하는 삼각형은 직각삼각형을 확인한다.	
	

(2) 입체도형의 성질(전개도)

<표 V-2> 개념이해형 수업 콘텐츠와 적용방안-입체도형의 성질(전개도)

학 년	중학교 1학년
학습내용 성취기준	- 다면체의 성질을 이해한다.
교수·학습 방법 및 유의사항	- 간단한 입체도형의 단면을 관찰하는 활동과 전개도를 접어 간단한 입체도형을 만드는 활동을 통해 평면도형과 입체도형의 관계를 직관적으로 이해하게 할 수 있다.
1) 교사는 입체도형과 전개도 개념을 설명한다. 2) 교사는 다양한 입체도형이나 전개도를 제공하고, 학생은 모듈별로 공학적 도구를 이용하지 않고 전개도로 부터 해당 전개도로 만들어지는 입체도형이나, 입체도형으로부터 해당 도형의 전개도를 추론하여 본다. 3) 추측에 어려움을 겪거나 답을 확인할 때, 앱을 실행하여 원하는 문제의 입체도형 혹은 전개도를 비추어 본다. 4) 앱은 화면을 인식하여 전개도가 접혀 입체도형이 되는 과정이나 입체도형이 전개도로 펼쳐지는 과정을 보여준다. * 이 때 사용자가 다양한 방식으로 전개도를 펼칠 수 있도록 사전에 콘텐츠를 준비한다.	

(3) 삼각형의 외심과 내심

<표 V-3> 개념이해형 수업 콘텐츠와 적용방안-삼각형의 외심과 내심

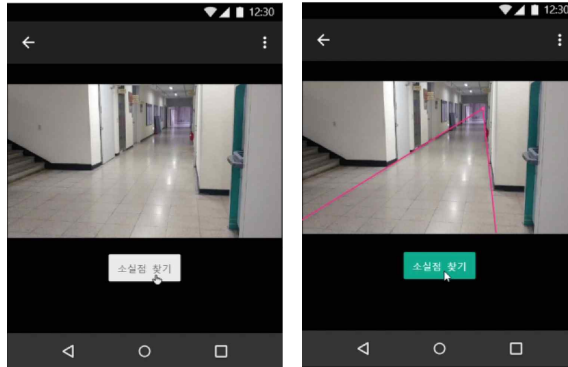
학 년	중학교 2학년
학습내용 성취기준	- 삼각형의 외심과 내심의 성질을 이해하고 설명할 수 있다.
교수·학습 방법 및 유의사항	- 공학적 도구나 다양한 교구를 이용하여 도형을 그리거나 만들어보는 활동을 통해 도형의 성질을 추론하고 토론할 수 있게 한다.
1) 교사는 삼각형의 외심과 내심의 정의에 대하여 설명한다. 2) 학생들은 세 명 이상의 모둠을 정하고, 삼각형을 이루도록 서서 앱을 실행한다. 3) 앱은 각 학생을 꼭짓점으로 인식하고 가상의 선분을 만들어 외심과 내심의 정의에 대하여 화면에 시뮬레이션으로 보여준다. 4) 학생은 외심과 내심의 정의 및 성질을 이해한다.	

(4) 소실점

<표 V-4> 개념이해형 수업 콘텐츠와 적용방안-소실점

학 년	고등학교 3학년
학습내용 성취기준	- 평면도형과 입체도형의 모양은 관찰하는 시각에 따라 다르게 보일 수 있음을 이해한다. - 미술작품에서 평면 및 입체와 관련된 수학적 원리를 이해한다.
교수·학습 방법 및 유의사항	- 미술작품 속에 활용된 수학적 원리와 관련하여 원근법, 소실점, 왜상, 착시 등을 다룰 수 있다.
1) 교사는 수업 시간 전에 학교 복도 등 생활 주변에서 평행한 두 선이 포함된 풍경을 촬영하도록 안내한다. 2) 교사는 학교 주변 사진을 준비하고, 학생은 사진 속의 평행한 두 선이 육안으로 어떻게 보이는지 토론한다. 3) 교사는 소실점의 정의와 소실점이 생기는 원리를 설명하고, 수평선, 기선, 기점, 시점 등 관련 개념과 그 관계를 지도한다. 4) 모듈별로 각자 준비해 온 사진, 영상 등을 관찰하며 증강현실 모바일 앱을 활용하여 소실점의 위치를 찾아보고, 촬영자의 위치 등을 예상하여 그림으로 나타내어 본다.	

5) 모듈별로 토론한 내용을 발표하며 다른 학생들의 의견을 들어본다.



2) 수업지도안

(1) 피타고라스 정리

<표 V-5> 개념이해형 수업지도안-피타고라스 정리

교과 (단원)	수학 (V-1-1. 피타고라스 정리)		주제	(1) 피타고라스 정리
학습내용 성취기준	피타고라스의 정리를 이해하고 설명할 수 있다.			
준비 자료	교과서, 지도서, 수업 지도안, 학습지 자료, 컴퓨터, 모바일 기기			
단계 (시간)	학습 요소	교수·학습 과정	수업 형태	<input checked="" type="checkbox"/> 지도상의 유의점 <input type="checkbox"/> 자료
도입 (10분)	진시 학습 확인	· 지난 시간에 학습한 본문의 내용을 문답을 통해 확인한다.	문답	
	학습 목표 제시	· 본시의 학습 목표를 학생들에게 제시한다.	전체 학습	<input type="checkbox"/> PPT
	동기 유발	· 동영상 자료를 통해 본시 학습 내용에 대한 동기를 유발한다.	전체 학습	
전개1 (10분)	내용 학습	· 피타고라스 개념을 도입한다. $\triangle ABC$ 가 직각삼각형일 때, $a^2 + b^2 = c^2$	전체 학습	<input type="checkbox"/> 교과서, 모바일 기기, 학습지 자료 <input checked="" type="checkbox"/> 직각을 찾는 데에 어려움이 없도록 도움을 준다.
전개2 (20분)	활동 학습	· 증강현실 앱 이용방법을 지도한다. (교실 내에서 직각으로 보이는 사물을 비추어 클릭하면 앱은 직각을 인식하고 선택된 직각삼각형에서 피타고라스의 정리가 성립하는지 보여준다.) · 학습지 자료에 조별로 찾은 직각삼각형을 기입하고 발표하는 시간을 갖는다. · 눈에 보이는 삼각형을 앱을 통해 세 번의 길이가 $a^2 + b^2 = c^2$ 를 만족하는지	모둠 학습	

		조사한다. 만족할 때는 직각삼각형이고, 그렇지 않을 때는 직각삼각형이 아님을 확인하도록 한다.		
정리 (5분)	내용 정리 및 피드 백	<ul style="list-style-type: none"> 피타고라스 정리와 그 역에 대하여 다시 한 번 정리하여 설명한다. 다음 차시에는 피타고라스 관련 활용문제 풀 것을 예고한다. 	전체 학습	<input checked="" type="checkbox"/> 피타고라스 정리를 이해하였는지 확인한다. <input checked="" type="checkbox"/> 피타고라스 정리의 역을 이해하였는지 확인한다.

(2) 소실점

<표 V-6> 개념이해형 수업지도안-소실점

교과 (단원)	실용수학 (II-1-2. 미술작품에서의 수학적 원리)		주제	(2) 미술작품에서의 수학적 원리
학습내용 성취기준	미술작품에서 평면 및 입체와 관련된 수학적 원리를 이해한다.			
준비 자료	교과서, 지도서, 수업지도안, 학습지 자료, 미술작품, 컴퓨터, 모바일 기기			
단계 (시간)	학습 요소	교수 · 학습 과정	수업 형태	<input checked="" type="checkbox"/> 지도상의 유의점 <input type="checkbox"/> 자료
도입 (7분)	전시 학습 확인	· 지난 시간에 학습한 본문의 내용을 문답을 통해 확인한다.	문답	
	학습 목표 제시	· 본시의 학습 목표를 학생들에게 제시한다.	전체 학습	<input type="checkbox"/> PPT
	동기 유발	· 미술작품을 통해 본시 학습 내용에 대한 동기를 유발한다.	전체 학습	<input checked="" type="checkbox"/> 소실점이 사용되는 미술작품들을 보여줌으로써 소실점이 사용되는 사례를 보여준다. <input type="checkbox"/> 미술작품
전개1 (15분)	내용 학습	· 소실점의 정의와 수평선, 기선, 기점, 시점 등의 개념을 설명한다.	전체 학습	<input type="checkbox"/> 교과서 <input type="checkbox"/> 미술작품
전개2 (20분)	활동 학습	· 학생들이 증강현실 앱을 사용하여 미술작품에서 소실점을 찾는 활동을 통해 '소실점의 정의'에 대한 수평선, 기선, 기점, 시점 등의 개념을 적용해 보도록 한다.	모둠 학습	<input type="checkbox"/> 모바일 기기 <input type="checkbox"/> 미술작품
정리 (8분)	내용 정리 및 피드 백	<ul style="list-style-type: none"> 본시의 학습 목표 달성을 학습지를 통해 확인한다. 질의·응답·피드백을 통해 학생들의 이해를 도와준다. 	전체 학습	<input type="checkbox"/> 학습지 자료 <input checked="" type="checkbox"/> 학생들의 활동에 대한 피드백, 적절한 발문 등을 통해 학생들이 깊이 이해할 수 있도록 한다.

2. 수학기초해결형 수학 교수·학습 콘텐츠와 적용방안 및 수업지도안

이 절에서는 수학기초해결형 교수·학습유형에서 활용할 수 있는 몇 가지 교수·학습 콘텐츠와 그 적용방안 및 수업지도안을 제시한다.

- 1) 교수·학습 콘텐츠와 적용방안 : 정적분의 활용, 입체도형의 겹넓이와 부피, 정사영
- (1) 정적분의 활용

<표 V-7> 수학기초해결형 수업 콘텐츠와 적용방안-정적분의 활용

학 년	고등학교 2학년
학습내용 성취기준	- 입체도형의 부피를 구할 수 있다.
교수·학습 방법 및 유의사항	- 정적분과 급수의 합 사이의 관계를 지도할 때 공학적 도구를 이용할 수 있다.

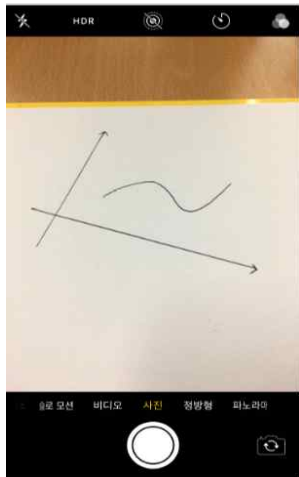
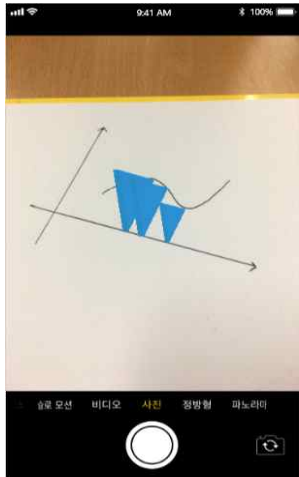
1) 교사는 적분법을 활용하여 함수의 정적분을 구하는 방법을 설명한 후, 교과서 등을 활용하여 정적분을 통해 부피를 구하는 문제를 제공한다.

2) 학생은 문제를 해결하는 과정에서 주어진 영역의 부피를 적분하는 과정을 상상하기 어려운 경우, 앱을 실행하여 문제의 그림을 비추고 적분할 도형의 모양을 입력한다.

* 이 때 스스로 적분 과정을 추측해보지 않고 바로 앱을 사용하지 않도록 지도한다.

3) 학생은 앱에 구현된 적분 과정을 보고 입체도형의 부피를 적분하는 과정을 이해한다.

4) 학생은 주어진 수학 문제를 해결한다.

(2) 입체도형의 겹넓이와 부피

<표 V-8> 수학문제해결형 수업 콘텐츠와 적용방안-입체도형의 겹넓이와 부피

학 년	초등학교 6학년
학습내용 성취기준	- 직육면체와 정육면체의 겹넓이를 구하는 방법을 이해하고, 이를 구할 수 있다. - 직육면체와 정육면체의 부피를 구하는 방법을 이해하고, 이를 구할 수 있다.
교수·학습 방법 및 유의사항	- 겹넓이와 부피를 구하는 방법에 대하여 다양한 추론을 하고, 자신의 추론 과정을 다른 사람에게 설명하게 한다.
<p>1) 입체도형의 겹넓이와 부피 개념을 학습한 후, 교과서 등을 활용하여 입체도형의 겹넓이와 부피 관련 문제를 제공한다.</p> <p>2-1) 학생이 앱에 문제에서 제시된 도형을 입력하면 앱은 직육면체나 정육면체 등 입체도형의 전개도와 해당 전개도가 겹쳐 직육면체나 정육면체가 되는 과정을 보여준다.</p> <p>2-2) 학생이 앱에 문제에서 제시된 도형을 입력하면 앱은 직육면체나 정육면체 등 입체도형의 부피를 한 모서리의 길이가 1cm인 정육면체를 쌓아서 보여준다.</p> <p>* 이 때 스스로 전개도에서 입체도형이 만들어지는 과정, 부피를 구하는 방법을 추측해보지 않고 바로 앱을 사용하지 않도록 지도한다.</p> <p>* 학생에게 다양한 방식으로 펼쳐진 전개도를 제시할 수 있도록 사전에 콘텐츠를 준비한다.</p> <p>3) 학생은 주어진 수학 문제를 해결한다.</p>	

(3) 정사영

<표 V-9> 수학문제해결형 수업 콘텐츠와 적용방안-정사영

학 년	고등학교 3학년
학습내용 성취기준	- 정사영의 뜻을 알고 이를 구할 수 있다.
교수·학습 방법 및 유의사항	- 공간좌표의 개념과 성질을 이용하여, 공간도형에 대한 문제를 해결할 수 있게 한다.
<p>1) 교사는 정사영 개념을 설명한 후, 교과서 등을 활용하여 정사영 관련 문제를 제공한다.</p> <p>2) 학생은 문제 해결 과정에서 어려움을 겪거나 답을 확인할 때, 앱을 실행하여 원하는 문제의 그림을 비추어 본다.</p> <p>* 이 때 스스로 정사영을 추측해보는 과정 없이 바로 앱을 사용하지 않도록 지도한다.</p> <p>3) 앱은 문제를 인식한 다음 문제에 나타난 그림을 입체적으로 구현하여 빛의 방향과 정사영의 위치를 제시한다.</p> <p>4) 학생은 주어진 수학 문제를 해결한다.</p>	

2) 수업 지도안 : 정적분의 활용

<표 V-10> 수학문제해결형 수업지도안-정적분의 활용

교과 (단원)	미적분 (Ⅲ-2-3. 정적분의 활용)		주제	(3) 입체도형의 부피	
학습내용 성취기준	적분법을 통하여 입체도형의 부피를 구할 수 있다.				
준비 자료	교과서, 지도서, 수업 지도안, 학습지 자료, 모바일 기기				
단계 (시간)	학습 요소	교수·학습 과정	수업 형태	<input checked="" type="checkbox"/> 지도상의 유의점 <input type="checkbox"/> 자료	
도입 (7분)	전시 학습 확인	· 지난 시간에 학습한 본문의 내용을 문답을 통해 확인한다.	문답		
	학습 목표 제시	· 본시의 학습 목표를 학생들에게 제시한다.	전체 학습		
	동기 유발	· 동영상 자료를 통해 본시 학습 내용에 대한 동기를 유발한다.	전체 학습	<input type="checkbox"/> 동영상 자료 <input checked="" type="checkbox"/> 증강현실 앱을 통하여 힌트를 얻어 문제를 푸는 학생의 동영상을 보여준다. <input checked="" type="checkbox"/> 학생들이 앱에 과도하게 의존하지 않도록 지도한다.	
전개1 (15분)	내용 학습	· 적분법을 이용하여 부피를 구하는 방법에 대해 설명한다. · 구체적인 예제를 통해 적분법을 이용하여 부피를 구하는 과정을 소개한다.	전체 학습	<input type="checkbox"/> 교과서	
전개2 (20분)	활동 학습	· 적분법을 이용하여 입체도형의 부피를 구하는 문제를 제공한다. · 증강현실 앱을 활용하여 문제에 대한 힌트를 얻을 수 있도록 안내하고 주어진 수학 문제를 해결하도록 한다.	전체 학습	<input type="checkbox"/> 모바일기기, 학습지 자료 <input checked="" type="checkbox"/> 학생의 학업성취도 수준을 고려하여 지도한다. <input checked="" type="checkbox"/> 스스로 적분 과정을 추측해보는 과정 없이 바로 앱을 사용하지 않도록 지도한다.	
정리 (8분)	내용 정리 및 피드백	· 학생들의 학습 수준에 따라 적분법을 이용하여 입체도형의 부피를 구하는 자율학습 과제를 제시하고 문제 해결에 어려움이 있을 경우 모바일 앱을 활용하여 학습하도록 한다.	전체 학습	<input type="checkbox"/> 모바일기기 <input type="checkbox"/> 학습지 자료	
		· 각 문제에 대한 힌트가 수학 성취도 수준별로 적절했는지 학습지를 통해 평가하고 이를 다음 수업자료에 반영한다.	전체 학습		

3. 실생활문제해결형 수학 교수·학습 콘텐츠와 적용방안 및 수업지도안

이 절에서는 실생활문제해결형 교수·학습유형에서 활용할 수 있는 몇 가지 교수·학습 콘텐츠와 그 적용방안 및 수업지도안을 제시한다.

1) 증강현실 교수·학습 콘텐츠와 적용방안 : 각의 크기, 삼각비, 이차곡선

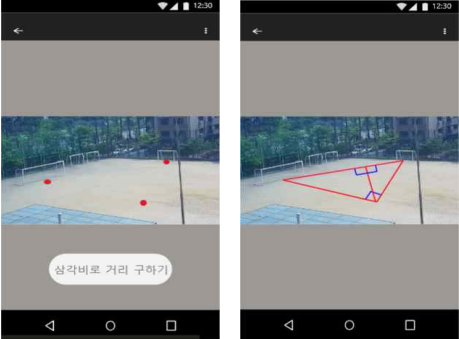
(1) 각의 크기

<표 V-11> 실생활문제해결형 수업 콘텐츠와 적용방안-각의 크기

학 년	초등학교 4학년
학습내용 성취기준	- 각의 크기의 단위인 1도(°)를 알고, 각도기를 이용하여 각의 크기를 측정하고 어렵할 수 있다.
교수·학습 방법 및 유의사항	- 실제로 재거나 어렵하는 측정 활동을 통하여 시간, 길이, 들이, 무게. 각도에 대한 양감을 기르게 한다.
1) 교사는 각의 크기의 단위인 1도(°)와 각도기를 이용하여 각의 크기를 측정하고 어렵하는 방법을 설명한다. 2) 모듬을 구성한 다음, 넓은 공간(교실, 운동장)을 활용하여 다양한 사물 및 인체(미끄럼틀, 그네, 철봉, 손가락 사이 등)에 존재하는 각의 크기를 어렵해본다. 3) 학생은 모바일 앱을 활용하여 정확한 각의 크기를 측정한다. 4) 학생은 어렵하였던 각의 크기와 차이가 있는지 알아보고 활동 결과를 탐구한다. 5) 학생은 주변의 각의 크기가 다른 다양한 사물 및 인체에 대한 성질을 토의한다.	

(2) 삼각비

<표 V-12> 실생활문제해결형 수업 콘텐츠와 적용방안-삼각비

학 년	중학교 3학년
학습내용 성취기준	- 삼각비를 활용하여 여러 가지 문제를 해결할 수 있다.
교수·학습 방법 및 유의사항	- 삼각비를 활용하여 직접 측정하기 어려운 거리나 높이 등을 구해보는 활동을 통해 그 유용성을 인식하게 한다.
1) 교사는 삼각비 개념을 설명한다. 2) 모듬을 구성한 다음, 모듬별로 운동장에서 한 학생이 운동장 양 끝에 있는 축구 골대를 바라보았을 때의 각과 거리를 앱을 이용하여 측정한다. 3) 모듬별로 측정값을 기록한 다음, 삼각비의 표를 이용하여 축구 골대 사이의 거리를 추측하여 보고 실제 거리와 비교하여 본다. 4) 학생은 삼각비를 활용하여 멀리 떨어진 두 물체 사이의 거리를 구할 수 있음을 이해하고 관련 문제를 해결한다.	
	

(3) 이차곡선

<표 V-13> 실생활문제해결형 수업 콘텐츠와 적용방안-이차곡선

학 년	고등학교 3학년
학습내용 성취기준	- 포물선의 뜻을 알고, 포물선의 방정식을 구할 수 있다. - 타원의 뜻을 알고, 타원의 방정식을 구할 수 있다. - 쌍곡선의 뜻을 알고, 쌍곡선의 방정식을 구할 수 있다.
교수·학습 방법 및 유의사항	- 이차곡선과 그 접선이 실생활에 활용되는 다양한 예를 제시함으로써 그 유용성과 가치를 인식하게 한다.

1) 교사는 이차곡선이 실생활에 활용되는 다양한 예시(파라볼라 안테나, 자동차의 전조등, 신장결석 파쇄기, 원자력발전소의 냉각탑)를 제시한다.
2) 학생은 모바일 앱을 활용하여 이차곡선 모양의 도형에 빛을 비추면 어떻게 빛이 나아가는지 확인한다.
3) 모둠을 구성하여 모둠마다 각각의 예시에 어떠한 이차곡선의 성질이 적용되는지 탐구하여 본다.
4) 학생은 이차곡선이 실생활에 적용되는 다양한 예시를 통해, 이차곡선의 유용성과 가치를 인식한다.

2) 수업지도안

<표 V-14> 실생활문제해결형 수업지도안-삼각비

교과 (단원)	수학 (VI. 삼각비)		주제	삼각비
학습내용 성취기준	삼각비를 활용하여 여러 가지 문제를 해결할 수 있다.			
준비 자료	교과서, 지도서, 수업 지도안, 학습지 자료, 컴퓨터, 모바일 기기			
단계 (시간)	학습 요소	교수·학습 과정	수업 형태	<input checked="" type="checkbox"/> 지도상의 유의점 <input type="checkbox"/> 자료
도입 (7분)	전시 학습 확인	· 지난 시간에 학습한 본문의 내용을 문답을 통해 확인한다.	문답	
	학습 목표 제시	· 본시의 학습 목표를 학생들에게 제시한다.	전체 학습	<input type="checkbox"/> PPT
	동기 유발	· 사진 자료를 통해 본시 학습 내용에 대한 동기를 유발한다.	전체 학습	<input checked="" type="checkbox"/> 실생활의 다양한 부분에서 삼각비가 사용됨을 지도한다.
전개1 (10분)	내용 학습	· 삼각비 개념을 설명한다.	전체 학습	<input type="checkbox"/> PPT <input checked="" type="checkbox"/> ebsmath의 영상을 활용하여 삼각비의 발생 기원을 이야기하고 삼각형의 닮음비로부터 삼각비의 개념을 도입하여 학습한다.
전개2 (20분)	활동 학습	· 운동장으로 이동하여 앱을 이용해 학생과 두 골대 사이의 각과 거리를 측정할 수 있도록 지도한다. · 삼각비를 활용하여 두 골대 사이의 거리를 구해보고 실제 거리와 비교해볼 수 있도록 한다. · 활동 결과를 발표하는 시간을 갖는다.	모둠 학습	<input type="checkbox"/> 모바일 기기 <input checked="" type="checkbox"/> 둔각의 경우 예각의 합으로 나타낼 수 있음을 알려준다. <input checked="" type="checkbox"/> 삼각비 표를 이용하여 계산할 수 있도록 지도한다.

정리 (8분)	내용 정리 및 피드백	<ul style="list-style-type: none"> · 질의응답을 통해 학생들의 활동에 대한 피드백을 제공한다. · 삼각비에 대하여 다시 한 번 정리하여 설명하고, 학생들이 삼각비의 가치와 유용성을 인식하게 한다. 	전체 학습	<input type="checkbox"/> PPT
------------	----------------------	---	----------	------------------------------

VI. 결론 및 제언

최근 급격한 발전을 거듭하고 있는 ICT기술을 수학과 교수·학습에 접목하려는 시도가 다양하게 이루어지고 있으며, 거꾸로 수업과 구성주의적 수업, 가상현실 및 증강현실을 활용한 수업의 필요성과 효율성이 주목받고 있다. 이는 교육현장에서 수업 콘텐츠와 그 활용방안에 대한 수요의 증가로 이어지고 있다. 또한 전통적인 주입식 및 교사 중심 수업에서 학생의 자기주도적 학습과 교사와 학생의 쌍방향 학습을 통해 학생들의 창의성 함양을 지향하고 있다. 이를 반영하여 수학과 교육과정 개발은 단순히 교과서를 통하여 학생 개인이 수학적 지식, 기능, 경험 등을 획득하는 데에 그치지 않고, 실생활과 교과 내용을 연결하여 학습함으로써 실생활 문제 상황을 기반으로 학생들 간 협력학습을 강조하고 있다. 또한 정보통신기술의 발전에 따라 학습 과정에서 적절한 공학적 도구나 교구를 이용하도록 권장하고 있다. 특히 가상현실과 증강현실을 활용한 수업은 학습 공간에서 학습자의 실제적인 조작 활동을 유도하므로 학습자 중심의 수업을 구성할 수 있으며, 학습자를 둘러싼 실세계를 기반으로 수학적 지식, 기능, 경험을 획득할 수 있는 학습 환경을 조성하므로 실생활에서 수학 교과 내용의 활용 방법을 이해하고 응용하는 데에 도움이 된다. 그리고 수업에 대한 학습 기록 보관에 용이하고 수업 내용에 대한 피드백을 시·공간의 제약 없이 즉각적으로 주고받을 수 있어 교사-학습자 간, 학습자-학습자 간 협동학습 환경을 조성하는 데에 유리하다.

이와 같은 관점에서 본 연구에서는 2015 개정 초·중·고등학교 수학 교과서 내용에 적용할 수 있는 증강현실 기반 모바일 앱을 활용한 수학 교수·학습 콘텐츠와 이를 활용한 구성주의적 수업방안을 교수·학습유형별로 개발하였다. 모바일 증강현실 구현 앱인 'HP Reveal'를 활용하여 교과서 내용에 적용할 수 있는 거꾸로 교실 수업 방식의 활동 지도 계획을 제시하였으며, 세 가지로 분류된 학습 콘텐츠 유형 중 대표적으로 수학문제해결형 수업에서 적용할 수 있는 수업 콘텐츠와 거꾸로 교실 수업 방식의 수업지도안을 제시하였다. 구체적으로 중학교 1학년 수학 교과서 내용인 '평면도형과 입체도형' 단원에서 '기둥과 뿔의 부피와 겉넓이'에 대하여 거꾸로 수업에 맞추어 1차시 분의 수업 지도안을 제시하였다. 그리고 2015 개정교육과정에 맞춰 증강현실 모바일 앱을 활용한 교수·학습 유형별 교수·학습 콘텐츠와 Adobe XD를 활용하여 만든 증강현실 모바일 앱의 디자인을 제안하고 수업지도안 및 적용방안에 대하여 연구하였다. 교수·학습유형별로 콘텐츠를 개발하고 수업 지도안을 제시한 단원은 다음과 같다. 개념이해형 수업에서는 '피타고라스 정리(중학교 2학년)', '입체도형의 겉넓이와 부피(초등학교 5학년)', '소실점(고등학교 3학년)', '삼각형의 외심과 내심(중학교 2학년)', '정사영(고등학교 3학년)' 수업에서 활용할 수 있는 콘텐츠를 개발하였으며, 그 중 '피타고라스 정리' 단원의 수업 지도안을 제시하였다. 수학문제해결형 수업에서는 '정적분의 활용(고등학교 2학년)', '입체도형의 성질-전개도(중학교 1학년)', '정사영(고등학교 3학년)' 수업에서 활용할 수 있는 콘텐츠를 개발하고, 그 중 '정적분의 활용' 단원의 수업 지도안을 제시하였다. 실생활문제해결형 수업에서는 '각의 크기(초등학교 4학년)', '삼각비(중학교 3학년)', '이차곡선(고등학교 3학년)' 수업에서 활용할 수 있는 콘텐츠를 개발하였으며, 그 중 삼각비 단원의 수업 지도안을 제시하였다.

본 연구에서 제시한 증강현실 모바일 앱 기반 교수·학습 콘텐츠와 적용방안을 활용한다면 다음과 같은 교육적 효과를 기대할 수 있다.

첫째, 제 4차 산업혁명 시대의 수학 교육에서 중요시되고 있는 창의성을 함양할 수 있으며 교사와 학생의 쌍방향 수업방안을 구성할 수 있다.

둘째, IV장에서 제안한 교수·학습유형에 따른 HP Reveal와 거꾸로 교실 수업방식을 활용한다면 학생들이 스스로 학습하기 위해 필요한 수학 학습에 대한 직관적 이해와 흥미를 높일 수 있고, 모바일 앱을 활용하여 교실 수업 시간 이외에도 언제 어디서나 수학 교육 학습 환경을 구성할 수 있다. 또한 학습자 중심 환경, 협동 학습 환경을 조성하여 주어진 지식을 흡수하는 수동적인 입장의 학습자에서 자율적인 지식 형성자로의 변화를 유도할 수 있으며, 학생들의 학업 성취감뿐만 아니라 창의력 증진에도 도움이 될 것이다.

셋째, 세 가지 유형으로 제시한 교수·학습 콘텐츠를 참고하여 교사는 필요시 적절한 유형을 선택하고 교육 현장에 적용하여 학생들의 수준에 따라 수업을 구성할 수 있으며, 이를 통하여 각 교수·학습유형별 교육적 효과를 기대할 수 있다.

넷째, 증강현실 모바일 앱을 활용한 교수·학습 콘텐츠를 이용한 수업을 통해 교사는 학습자 중심 환경을 구성할 수 있으며, 학생들이 개인 수준에 따라 자기주도적으로 지식을 구성할 수 있도록 조력자의 역할을 수행하는 등의 구성주의 수학 교수·학습을 실천할 수 있다. 또한 학생들은 실제적 발달수준에서 잠재적 발달 수준에 도달할 수 있도록 돕는 비계와 직관적인 경험을 제공받을 수 있다. 그리고 상황성을 바탕으로 한 실제적 과제를 통하여 학교의 영역 밖에서 만나게 되는 문제들을 해결함으로써 자신의 문제라는 주인의식을 가질 수 있으며, 적극적으로 해결해 가려는 의지를 갖고 자기 주도적으로 학습하는 상황을 만들어 낼 수 있다.

본 연구 결과와 교육적 기대 효과를 바탕으로 증강현실 기반 모바일 앱을 활용한 수학 교수·학습 콘텐츠 개발과 수업방안 연구의 활성화를 위하여 다음과 같이 제안한다.

첫째, 본 연구에서는 학생들의 효과적인 수학 수업을 위해 증강현실 앱을 활용한 학습 콘텐츠를 개발하였으나 증강현실 앱이 실제로 구현되는지 확인하지 못하였다. 후속연구에서는 증강현실 앱을 개발할 수 있는 관련 전문가의 조언을 얻어 현재의 기술로 실현가능한 콘텐츠로 수정 및 보완하여 연구한다면 실제로 구현할 수 있으며 효용가치가 높은 콘텐츠와 수업지도안을 작성할 수 있을 것이다.

둘째, 본 연구에서는 증강현실 앱을 활용하여 각 유형별로 콘텐츠와 적용방안 및 수업지도안을 제시하였으나 실제 현장에서 적용하지 못하였기 때문에 교육적 효과가 많을 것이라고 일반화하기에는 무리가 있다고 판단된다. 후속연구에서는 본 연구에서 개발한 콘텐츠와 수업지도안을 바탕으로 다양한 학년과 단원에 대해 콘텐츠를 개발하고 연구한 후 수업 시연을 거친다면 보다 효과적인 교육 방안을 얻을 수 있을 것이다.

셋째, 본 연구에서 개발한 콘텐츠를 수업에 적용하기 위해서 교사들은 수업 전 증강현실 앱에 대해 충분히 숙지하여야 하고 실제 학습자의 수준에 맞게 수업을 구성하여야 한다. 따라서 교사들은 증강현실 앱을 이용한 다양한 콘텐츠들을 능숙하게 활용할 수 있도록 준비하고 증강현실 앱에 익숙하지 않은 교사들에 대해 증강현실 매체 활용 연수 프로그램 등이 이루어져야 한다.

참 고 문 헌

- 강희경 (2003). 테크놀로지를 활용한 중학교 수학 일차 함수의 이해, 이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Kang, H. K. (2003). *Understanding of Linear Function Using Technology in the Middle School Mathematics*, A Thesis for Degree of Master, The Graduate School of Education, Ewha Womans University.
- 계보경 (2007). 증강현실(Augmented reality) 기반 학습에서 매체특성, 현존감(presence), 학습몰입(flow), 학습효과와의 관계 규명, 이화여자대학교 대학원 박사학위논문.
- Kye, B. K. (2007). *Investigation on the relationships among media characteristics, presence, flow, and learning effects in*

- augmented reality based learning*, A Thesis for Degree of Doctor, The Educational Technology Graduate School, Ewha Womans University.
- 고은령·김병학·박동주·안진희·이소윤·이예지 (2016). 증강현실을 활용한 수학교육 콘텐츠 개발 사례, 2016 국제수학 영재교육 학술대회 프로시딩, 48-51.
- Go, E., Kim, B., Park, D., Ahn, J., Lee, S. & Lee, Y. (2016). The development cases of mathematical education contents in augmented reality, *Proceedings of 2016 International Conference of The Korean Mathematical Education*, 48-51.
- 교육부 (2015). 2015 개정 고등학교 교육과정 해설, 교육과학기술부 고시 제2015-74호.
- Ministry of Education (2015). *2015 Revision of High School Curriculum*, Ministry of Education report 2015-74.
- 김미화 (2011). 중등 수학과 교과서에서 공학적 도구 활용의 변화 분석, 전북대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Kim, M. H. (2011). *The analysis on the trend of using technology in secondary mathematics textbooks in Korea*, A Thesis for Degree of Master, The Graduate School of Education, Chonbuk National University.
- 김병학·박예은·장요한·김준혁·고은령 (2017). 중등 수학에서의 증강현실 콘텐츠 개발 사례와 적용 방안, 2017 수학교육관련학회 연합학술대회 프로시딩, 601-608.
- Kim, B., Park, Y., Jang, Y., Kim, J. & Go, E. (2017). The development cases of augmented reality contents and their applications in school mathematics, *Proceedings of 2017 International Conference of Joint Societies for Mathematics Education : KSME, KSESM, NIE*, 601-608.
- 김병학·박예은·장요한·김준혁·고은령·장인경 (2018). 증강현실 기반 어플리케이션을 활용한 수학 교수학습 콘텐츠 개발 및 적용방안, 2018 한국수학교육학회 춘계학술대회 및 정기총회 프로시딩, 165-168.
- Kim, B., Park, Y., Jang, Y., Kim, J., Go, E. & Jang, I. (2018). Development of Teaching - Learning Contents Using Applications based on Augmented Reality in Mathematics Education, *Proceeding of 2018 Annual Conference of The Korean Society of Mathematical Education*, 165-168.
- 김영임 (2004). 수학교육에 대한 철학적 연구 : 객관주의와 구성주의 중심으로, 홍익대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Kim, Y. I. (2004). *A Study on the Philosophy of Mathematics Education : Focused on Objectivism and Constructivism*, A Thesis for Degree of Master, The Graduate School of Education, Hongik University.
- 김진숙 (2009). 증강현실 기반 실감형 학습 콘텐츠 활용 수업의 교육적 효과 분석 연구, 한국교육학술정보원, 연구보고 RR 2008-8.
- Kim, J. S. (2009). *An Empirical Study on the Educational Effects of the augmented reality-based Real-life Learning Content Utilization Class*, Korea Education and Research Information Service, Research Report 2008-8.
- 나귀수 (2000). 수학교육에서 컴퓨터 활용에 대한 소고, 학교수학, **2(1)**, 97-110.
- Na, G-S. (2000). A Study on the Computer-Usage in the Mathematics Education, *School Mathematics* **2(1)**, 97-110.
- 남선영 (2008). 증강현실기반 수학교육과정의 체험학습 모델, 동국대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Nam, S. Y. (2008). *An Experiential Learning Model Based On Augmented Reality For the Math. Curriculum*, A Thesis for Degree of Master, The Graduate School of Education, Dongguk University.
- 박동주 (2016). 증강현실을 활용한 교수·학습 지도 연구, 경희대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Park, D. J. (2016). *A study on the teaching-learning plan by using Augmented Reality*, A Thesis for Degree of Master, The Graduate School of Education, Kyung Hee University.
- 손태권 (2016). 가상조작 도구를 활용한 RME기반 수학학습이 초등학생의 공간감각 및 수학적 태도에 미치는 효과, 대구교육대학교 교육대학원:초등수학교육전공 석사학위논문.
- Son, T. K. (2016). *The Effects of the Mathematics Study based RME Theory with Virtual Operation Tools on Spatial Sense and Mathematical Attitudes in Elementary School*, A Thesis for Degree of Master, The Graduate School of Education, Daegu National University of Education.

- 손현진 (2012). 증강현실 콘텐츠를 활용한 수학적 교수·학습 지도안 연구, 경희대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Sohn, H. J. (2012). *A study on the teaching-learning plan based on mathematization by using Augmented Reality contents*, A Thesis for Degree of Master, The Graduate School of Education, Kyung Hee University.
- 송진수 (2017). 증강현실을 활용한 거꾸로 교실 교수·학습방안 연구, 경희대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Song, J. S. (2017). *A Study on Teaching and Learning Methods of Flipped Classroom Using Augmented Reality*, A Thesis for Degree of Master, The Graduate School of Education, Kyung Hee University.
- 신현성 (1993). 교육학개론, 경문사.
- Shin, H-S. (1993). *An Introduction to Education*, Kyung Moon Sa Press.
- 여선민 (2009). 증강현실 기반 콘텐츠 활용 수업의 효과성 분석, 원광대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Yeo, S. M. (2009). *An Effect Analysis of Instruction Using Contents Based on Augmented Reality*, A Thesis for Degree of Master, The Graduate School of Education, Won Kwang University.
- 이상윤 (2012). 증강현실 기반 도형영역 학습 효과 분석, 서울교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Lee, S. Y. (2012). *An Analysis of the Effects of Augmented Reality Based Instruction on academic achievement from Geometry in mathematics*, A Thesis for Degree of Master, The Graduate School of Education, Seoul National University of Education.
- 이진경 (2017). 플립러닝의 교수학습자료 개발을 위한 인지적 지원 도구 개발 연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- Lee, J. K. (2017). *Study on the development of cognitive support tools for developing flipped learning materials*, A Thesis for Degree of Doctor, The Graduate School, Seoul National University.
- 장송이 (2017). 공학적 도구를 활용한 수학교육 연구동향 분석 : 국내 학술지 게재 논문을 중심으로, 진주교육대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Jang, S. Y. (2017). *Analyzing Trend of Mathematics Education Research Using Technology : Focusing on Domestic Journals of Mathematics Education*, A Thesis for Degree of Master, The Graduate School of Education, ChinJu National University of Education.
- 조완영·권성룡 (2000). 컴퓨터공학의 도입을 위한 수학교육연구의 방향, 수학교육, **39(2)**, 179-186.
- Cho, W. & Kwon, S. (2000). Directions for Future Research for Introducing Computer Technology into Mathematics Education, *J. Korea Soc. Math. Ed. Ser. A: The Mathematical Education*, **39(2)**, 179-186.
- 황우경 (2009). 구성주의 수학교육을 위한 학습원리 연구, 경희대학교 교육대학원 석사학위논문.
- Hwang, W. K.(2009). *A Study on Mathematics Education for Learning Principle Based on Constructivism*, A Thesis for Degree of Master, The Graduate School of Education, Kyung Hee University.
- NCTM(2005). *Technology-Supported Mathematics Learning Environments 67th Yearbook*. VA: National Council of Teachers of Mathematics.

On Developments of Teaching-Learning Contents and Constructivist Teaching Methods Using Mobile Applications Based on Augmented Reality in Mathematics Education

Kim, Byung Hak[†]

Department of the Applied Mathematics and Institute of Natural Sciences,
Kyung Hee University, Yongin 17104, Korea
Email : bhkim@khu.ac.kr

Song, Jinsu

Graduate School of Education, Kyung Hee University, Yongin 17104, Korea
Email : o0valley0o@naver.com

Park, Ye Eun

Graduate School of Education, Kyung Hee University, Yongin 17104, Korea
Email : dulsl7@naver.com

Jang, Yo Han

Graduate School of Education, Kyung Hee University, Yongin 17104, Korea
Email : jangyh0723@gmail.com

Jeong, Young Hun

Graduate School of Education, Kyung Hee University, Yongin 17104, Korea
Email : lnoblyl@khu.ac.kr

Ahn, Jin Hee

Graduate School of Education, Kyung Hee University, Yongin 17104, Korea
Email : dkswlsgml7@khu.ac.kr

Kim, Jun Hyuk

Department of the Applied Mathematics, Kyung Hee University, Yongin 17104, Korea
Email : skjun95@naver.com

Go, Eunryeong

Department of the Applied Mathematics, Kyung Hee University, Yongin 17104, Korea
Email : 929fig@khu.ac.kr

Jang, In Kyung

Samsung Electronics, Korea
Email : dkwmzk1016@naver.com

In the era of the Fourth Industrial Revolution, various attempts have been made to incorporate ICT technology into mathematics teaching and learning, and the necessity and efficiency of classroom instruction using flipped learning, virtual reality and augmented reality have attracted attention. This leads to an increase in demand for instructional contents and their use in education. Therefore, there is a growing need for the development of instructional contents that can be applied in the field and the study of teaching methods.

In this point of view, this research classifies the types of teaching-learning, presents the flipped learning instruction and mathematics contents by teaching-learning types using constructivist mathematics education principles and augmented reality-based mobile applications.

These methods and lesson plans can provide a useful framework for teaching-learning in mathematics education.

* ZDM Classification : U60

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97D40

* Key words : Augmented reality, Mobile apps, Teaching and learning contents

* This research was supported by the National Research Foundation of Korea(NRF-2017R1E1A1A03071005).

† Corresponding author