

# 증강현실기반 도형영역 학습 객체 개발 및 적용

이상윤\* · 김갑수\*\*

서울매원초등학교\* · 서울교육대학교 컴퓨터 교육과\*\*

## 요약

본 연구는 초등수학 도형영역의 문제점을 해결하기 위한 방안의 하나로 초등학교 6학년 수학과 도형영역을 중심으로 현실세계에 가상 객체를 부가하여 학생 스스로 탐구하는 학습, 원리나 개념을 스스로 발견하게 하는 학습 객체를 만들었다. 본 연구에서 제안한 방법으로 서울 소재 M 초등학교 6학년 2급 학급을 선정하여 증강현실을 활용한 도형영역의 수업이 학생들의 학업성취도에 어느 정도의 영향을 미치는지 확인하기로 하였다. 그 결과 실험집단의 학습자들은 통제집단의 학습자보다 수업 흥미도 및 수업 만족도, 학업성취도에서 통계적으로 높게 나타났다. 이는 증강현실 도형 학습이 학습자에게 수업참여에 적극성을 가지게 하고, 도형 관련 개념 형성 및 학업성취도 관련이 있음을 알 수 있다.

키워드 : 도형, 증강현실, 학습 객체, 학업성취도

## A Development and Application of the Learning Objects of Geometry Based on Augmented Reality

SangYoon Lee\* · Kapsu Kim\*\*

Seoul Maewon Elementary School\* ·

Seoul National University of Education, Department of Computer Education\*\*

## ABSTRACT

In this study, our primary areas of mathematical shapes as a way to solve the problem of sixth grade math and geometry around the area in addition to the real world, the virtual objects to explore on their own learning, heuristic principles and learning concepts are developed. To this end, second-class sixth grade in Seoul class M is selected and the area of Augmented Reality class shapes students' academic achievement sure to affect how much agreed. experimental study was developed and then applied to the actual class content across pre and post implementation evaluation, and subsequent academic achievement levels were compared and analyzed. As a result, learners in the experimental group and control group than the class of interested students and class satisfaction, a statistically higher achievement. Learning on augmented reality, which shapes have the gumption to participate in classes, and concepts related to shape the formation and indicates that academic achievement is related.

Keywords: Shapes, augmented reality, learning object, academic achievement

---

교신저자 : 김갑수(서울교육대학교 컴퓨터교육과)

논문투고 : 2012-11-15

논문심사 : 2012-11-15

논문완료 : 2012-12-20

## 1. 서론

초등학교 2009 개정 수학과 교육과정은 수와 연산, 도형, 측정, 확률과 통계, 문자와 식, 규칙성과 함수의 여섯 영역으로 나누어진다. 이 중 도형영역이 차지하는 비율은 약 27%로 수와 연산 영역만큼 중요시되고 있다. 초등수학 도형영역의 과정은 구체물로부터 모양을 찾고 이를 도형으로 발전시켜, 도형의 성질을 탐구하고 그 성질 사이의 관계를 규명하는 것이라 할 수 있다[3,4].

이에 학생들은 도형영역의 학습을 통하여 생활 주변의 구체물을 추상화하여 학습의 대상으로 삼아야 한다. 그러나 추상화 능력의 부족함으로 인해 도형영역을 어려워하는 실정이다. 더불어 van Hiele의 이론에 따르면, 기하학과 관련된 사고 과정이 존재하고, 이에 적절한 학습을 통하여 순차적인 수준 향상이 이루어지게 되는데, 이에 반하는 학습, 즉 학생의 사고 수준이 맞지 않는 학습 과제가 주어져 결손이 생기고 이를 보충하지 않고 다음 학습 수준으로 이행하는 경우 도형학습에 대한 어려움이 더해진다고 한다[14].

이러한 초등수학 도형영역의 문제점을 해결하기 위하여 많이 연구되어지고 있는 내용 중 하나는 탐구형 소프트웨어의 활용이다. 탐구형 소프트웨어 활용 기하학습과 관련된 여러 선행연구의 결과들을 살펴보면, 구체물로부터 도형의 특성을 추상화하는 과정에 도움을 주며, 더불어 도형의 특성을 탐구를 위하여 효과적으로 이용할 수 있음을 시사하고 있다.

본 연구는 학생 스스로 탐구하는 학습, 원리나 개념을 스스로 발견하게 하는 학습, 다양한 학습자료들의 활용에 주안점을 두고 있다. 이를 위하여 본 연구에서는 증강현실(AR)을 활용하고자 한다. 증강현실(AR)은 추상적인 수학 내용을 시각화하여 수학을 보다 쉽게 접근할 수 있게 해준다. 또한, 형식적인 증명이나 개념학습의 전 단계에서 그래픽이나 애니메이션, 시뮬레이션을 통한 직관적·탐구적 활동은 수학의 역동적이고 발생적인 측면을 부각시킬 수 있다. 이러한 장점을 가지고 있는 증강현실(AR)을 활용한 수업을 실제 교육현장에서 적용하여 효과를 직접 검증해보고자 한다. 기존의 학습자료와 교과서를 이용한 수업과 증강현실을 기반으로 한 수업은 학업성취도에서 차이가 나타날 것으로 가정하였다. 본 연구는

증강현실(AR)을 기반으로 초등수학 도형영역 수업이 학업성취도에 미친 영향을 분석하고 효과를 검증하는 것을 목적으로 한다.

본 연구에서는 수학교과에서 증강현실을 활용한 도형영역의 수업이 학생들의 학업성취도에 어느 정도의 영향을 끼치는지를 확인하기 위하여 증강현실 콘텐츠를 활용한 도형영역 수업 설계 전략을 도출하고 그것을 바탕으로 수업 지도안을 개발하였으며, 실험 연구에서는 개발한 콘텐츠를 실제 수업에 적용한 후 사전·사후에 걸친 학업성취도 평가를 실시하고 그에 따른 성취수준을 비교 분석하였다. 또한, 학업성취도 관련 변인에 확인하기 위하여 Keller(1983)[16]의 동기 설계 모형(ARCS)를 활용하여 미커트식 5단계 척도에 따라 검증하였다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1 공간감각

NCTM(1989)[19]은 공간감각(spatial sense)이란 자기 주위의 상황과 그 상황에서의 물체에 대한 직관적인 느낌이라고 정의하였다. 이 공간감각은 공간에 대한 비형식적 지도에 의해 획득되는 감각적인 측면을 중요시 하는데 이에 대해 Richardson(2008)는 도형과 도형들 사이의 관계, 도형의 성질을 인식하는 것은 공간을 지각하는 것과 기하의 개념을 형성하는 것이 동시에 이루어지기 때문에 공간지각을 증진하는 것과 기하 개념의 학습은 상호보완적이라고 하였다[3,4].

피아제(Piaget)는 학생의 공간개념의 발달을 다음과 같이 3단계로 구분하였다. 위상적(topological) 공간개념은 물체의 크기, 기하학적 모양, 각 등의 관계에는 착안하지 않고, 형상, 원근, 위치 등의 관점에서 대상 물건의 성질을 추상화하는 단계이다. 위상적 형태들은 고정되어 있지 않고, 그것을 늘이거나 줄임으로써 다른 형태로 변형된다. 그러므로 막힌 모양, 예를 들어 사각형, 원, 삼각형과 같은 모양들은 위상적으로 모두 같은 모양이다. 위상적 공간개념 발달의 가장 초보적인 단계로 3세에서 7세 사이에 형성된다. 사영적(projective) 공간개념은 사물을 그 자체에 의한 것으로만 생각하지 않고, 그 공간의 어떤 다른 위

치와의 관계에 의해 생각하는 것이다. 사영적 공간개념은 한 물건을 방향을 바꾸어서 바라볼 경우 실제로 보이는 크기와 모양은 변화하지만, 여전히 같은 물건으로 인식할 수 있다. 사영적 공간개념은 물체들 어떤 관점에서 서로 결합시킬 수 있는 발전된 단계로 5세에서 10세 사이에 형성된다. 유클리드적(Euclid) 공간개념은 물체를 사영적으로 지각하는 것에서 머물지 않고, 수평과 수직이라는 완벽한 조직으로 위치화하면서 거리, 크기, 각도, 평행 등의 개념이 형성되는 단계이다. 학생들이 유클리드적 인식을 하게 되면 밀기, 돌리기, 뒤집기 등의 이동을 할 때 위치는 변하지만, 크기, 모양, 각도 등의 특성이 변화하지 않고 보존된다는 특징을 이해하게 된다.

공간감각 능력의 하위 변인에 대한 연구에서 Mcgee(1979)[18]는 공간적 능력을 구성하는 요인을 크게 공간 시각화, 공간 방향화로 구분하였다. 공간 시각화 능력이란 그림 상으로 제시된 대상물을 머릿속으로 조작하거나 회전하거나 방향을 바꾸는 능력으로 주어진 물체를 심상에 의하여 회전시키거나 재배열 혹은 조합시키는 능력을 뜻한다. 공간 방향화란 공간적 패턴 안에 있는 요소의 배열을 이해하고, 제시된 공간 형상의 방향을 변화시켜도 혼동하지 않는 능력을 뜻한다.

Lohman(1979)[17]은 Mcgee[18](1979)의 두 가지 요인에 공간관계를 추가하여 공간 방향, 공간 시각, 공간 관계의 세 가지 요인으로 공간 능력인 구성한다고 설명하였다. 공간 관계는 주로 심적 회전이라 할 수 있는데, 하나 혹은 그 이상의 시각화된 대상물을 빠르고 정확하게 머릿속으로 회전하는 능력이다. 공간 시각은 종이접기나 전체적인 형태를 완성시키기 위하여 한 대상물의 조각들을 머릿속으로 재배열하는 능력이다. 공간 방향은 주어진 대상물이나 일련의 대상물들이 실제로 그 대상물이 보여 지는 것과 다른 공간적 조망으로부터 어떻게 나타내어질 것인가를 상상하는 능력이다.

## 2.2 탐구형 소프트웨어

수학교육의 세계적 동향을 살펴보면, 과학기술의 발달에 따라 사회 구조가 정보화 시대로 변모함에 따라 수학 학습에서도 컴퓨터의 활용을 강조하고 있는 추세이다.

컴퓨터 탐구형 소프트웨어를 적절히 사용한다면 수학화, 비교적 복잡한 상황의 모델링과 시뮬레이션, 컴퓨터 상에서의 표현의 명료화, 다양한 수학적 표상 사이의 번역, 역동적인 도형들의 변화 탐구 등의 기회가 많아지고 학생들의 능동적인 수학적 의미 구성에 도움이 될 것이므로 의미 있는 수학 수업이 가능하다[9]. 탐구형 소프트웨어는 시각화를 용이하게 하기 때문에 도형을 대상으로 하는 기하학습에 유용하게 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 논리적 엄밀성이 수학의 중요한 특징이긴 하지만, 수학을 배우는 과정에서는 직관과 통찰을 바탕으로 점진적인 형식화를 이루도록 지도해야 하며 시각화는 직관과 통찰에 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다[8].

탐구형 소프트웨어를 활용한 평면기하 학습의 의의에서 맹종만[10](2001)은 탐구형 소프트웨어를 활용한 평면기하 학습의 의의에 대하여 다음과 같이 설명하고 있다. 첫째, 마우스 조작을 통해 도형의 모양이나 크기, 각도, 위치 등을 자유롭게 변형시킬 수 있기 때문에 능동적이고 자유로운 조작을 통하여 도형 사이의 기하학적인 관계를 유지하면서 도형을 탐구할 수 있는 기회를 갖도록 하고, 시각적으로 도형을 인지할 수 있도록 하며, 추론의 폭을 넓게 한다. 둘째, 평면도형의 성질을 정적인 상태의 인쇄 매체, 칠판에서의 강의 등을 통하여 지도할 때보다 더욱 확실하게 이해시킬 수 있다. 셋째, 평면도형의 성질을 탐구하는데 있어서도 평면도형의 성질이 학생에게 충분히 이해된 다음 연역적인 증명이 필요한데 이 때에도 탐구형 소프트웨어는 정확한 그림을 제공하여 증명이나 문제풀이에 필요한 정보를 제공한다. 넷째, 애니메이션 기능을 사용하여 평면도형의 성질을 연속적이면서 역동적으로 관찰할 수 있으며, 흔적 남기기 기능과 함께 사용하면 도형의 자취를 생생하게 보여줄 수 있어 학생의 흥미와 호기심을 자극하여 다양한 도형에 대한 탐구활동을 할 수 있다.

## 2.3 증강현실

증강현실은 실세계와 가상세계를 이음새 없이(seamless) 실시간으로 혼합하여 사용자에게 제공함으로써, 사용자에게 보다 향상된 몰입감과 현실감을

제공하는 기술이다[2,12]. Azuma(1997)[15]에 따르면 증강현실은 가상현실과 TV 영상과 같은 현실의 중간에 위치하는 기술로, 가상현실(VR)과 같이 가상성에 바탕을 두고 있으나, 가상현실이 컴퓨터가 구축한 가상공간 속에 사용자를 몰입하게 하는 기술인 반면, 증강현실(AR)은 사용자의 실제 환경에 가상의 정보를 더해줌으로써 실제감을 향상시키는 기술이다. 가상현실 기술이 실제 환경을 컴퓨터가 생생한 환경과 완전히 대체하는 것이라면 증강현실 기술은 사용자가 가지고 있는 기존의 실제 환경 정보를 유지한다는 점에서 차이점을 지닌다. (그림 1)은 실세계와 가상 세계의 연속성 상에서의 증강현실의 위치를 보여준다.



(그림 1) 실제 환경과 가상 세계 환경의 연속성

증강현실이 주목받는 이유는 실세계와 가상세계를 이음새 없이 실시간으로 혼합하여 사용자에게 제공함으로써, 사용자에게 보다 향상된 몰입감과 현실감을 제공함으로써 학습 장면에 대한 맥락인식을 높일 수 있다는 장점 때문이다[13].

학생이 관찰하고 있는 대상이나 장소에 대하여 부가적인 정보를 제공함으로써, 관찰자의 실제성을 높이고 학습활동을 촉진시킨다는 장점을 가지고 있기 때문이다. 이와 같은 맥락인식은 내용에 대한 상호작용을 높일 수 있기 때문에 교육적 측면에서 큰 효과가 있을 것으로 기대 된다[1].

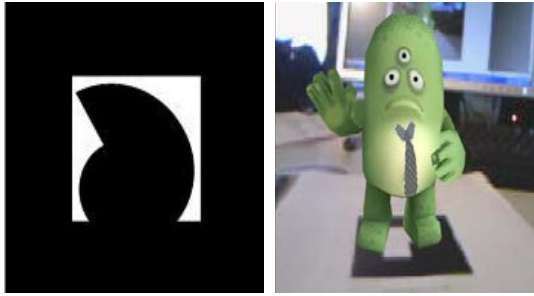
증강현실 기술은 현실 세계와 가상 세계를 섞어서 보여 주기 위해서는 특수한 디스플레이 장치가 필요하며, 이를 See Through Head Display(HMD)라고 한다. HMD는 머리에 쓰는 안경과 비슷한 디스플레이 장치로서, 사용자의 눈 바로 앞에 작은 LCD 모니터와 이의 영상을 광학적으로 확대하여 보여 줄 수 있는 광학 렌즈 및 케이싱으로 이루어진다.



(그림 2) See Through HMD를 이용한 증강현실

증강현실은 현실 영상과 가상의 그래픽을 겹쳐서 보여주게 되는데 이때 정확한 영상을 얻어 내기 위해서는 가상객체들이 2D 화면에서 원하는 자리에 그려져야 한다. 이를 정합(Registration) 문제라고 하는데, 이를 궁극적으로 풀어내기 위해서는 현실세계의 어떤 지점의 3차원 좌표가 필요하며, 이 좌표는 카메라를 기준으로 하는 좌표 값으로 사용되어야 한다. 문제는 카메라의 영상에서 현실 세계의 어떤 지점이나 물체에 대해 카메라 상태 3차원 좌표를 얻어내야 하는데, 3차원 좌표를 얻어내기 위해서는 2개의 카메라가 필요로 한다. 보통의 증강현실 시스템에서는 사용성을 위하여 한 개의 카메라만을 사용하는 경우가 많아 한 개의 카메라로 현실 세계의 3차원 위치를 파악하는데 어려움이 있다. 따라서 증강현실 연구자들이 마커(Marker)를 이용하여 이를 해결하고 있다. 마커는 컴퓨터 비전 기술로 인식하기 쉬운 어떤 물체를 의미하는 것으로, 예를 들어 검은 바탕의 똑바로 쓰인 평면 문양이나 특이한 색상을 갖는 기하학적인 물체를 생각할 수 있다[6,7]. 마커가 없는 경우 객체를 여러 방향과 거리에서 인식하는 것은 어려운 문제로 아직까지 남아 있으며, 특히 인식해야 할 객체 수의 증가, 손으로 가려지는 현상, 주변의 밝기 등에 의해 많은 영향을 받는 실정이다.

현재의 대부분의 증강현실 시스템은 마커를 이용하여 상대 좌표를 추출하고 이를 활용하여 정합을 하게 된다. 좀 더 쉬운 방법으로는 카메라에서 영상 속 물체의 2차원 좌표로 인식할 수 있는데, 이 경우 깊이를 모르기 때문에 그 물체 뒤로는 영상을 만들어 낼 수 없는 단점이 존재한다.



(그림 3) 마커인식으로 정합과 영상합성

증강현실 기술 구성에서 중요한 위치를 차지하는 것은 증강현실 기반의 콘텐츠를 만들 수 있는 저작 도구 및 API이다. 현재 콘텐츠 저작도구는 오픈소스인 AR Tool Kit을 이용하고 있는데, 이는 사용하기 쉬우나, 너무 단순한 마커 인식 방법의 한계를 벗어나기 어렵다. 이 도구의 단점을 극복한 것이 한국전자통신연구원(ETRI)에서 개발한 증강현실 학습 저작 도구이다[14]. 이 저작도구는 학습자 뷰어를 제공하고 있어 증강현실 현장 적용에 많은 장점을 갖는 저작 도구로 평가 되고 있다.

또한 최근 카메라가 장착된 모바일 기기의 등장으로 모바일 증강현실이 많은 각광을 받고 있으나 모바일 기기의 부족한 시스템 자원으로 인하여 아직 실시간으로 증강현실 콘텐츠가 실행되기 부족한 상황이지만 앞으로 새로운 형태의 상호작용 기법이 개발될 것으로 기대된다[5].

### 3. 증강현실 객체 개발 및 적용

#### 3.1 교육과정 분석

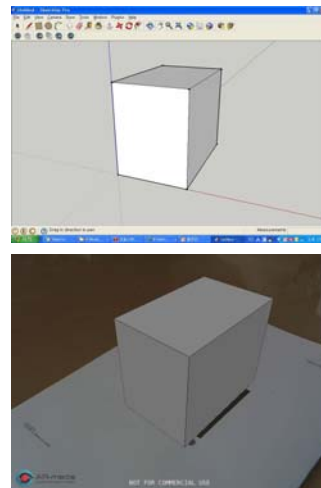
본 연구는 새롭게 개정 2009 수학과 교육과정의 6학년 1학기 교과서 중 효율적인 교수학습을 위해 증강현실 기반 도형영역을 효과적으로 사용하는 방안에 대한 것이므로, 교육과정에 제재별 주요 내용에서 증강현실 기반 도형영역을 구현할 수 있는 내용 요소를 추출하면 다음 <표 1>과 같다[3,4].

<표 1> 6학년 교육과정에서의 증강현실 기반 요소

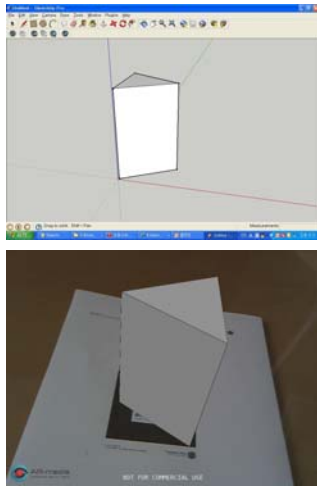
단원	주제	증강현실 구현으로 기대할 수 있는 효과
3. 각기둥과 각뿔	-입체도형과 각기둥 알아보기 -각뿔에 대해 알아보기 -각기둥과 원기둥의 전개도	다양한 입체도형의 형태와 구성요소를 직접 눈으로 확인함으로써 교사의 판서 및 탐구활동에 들이는 시간을 절약할 수 있으며, 학습자의 자기주도적인 탐구가 가능하여 교사와 학생, 학생과 학생간의 토론식 수업이 가능하다.
	4. 여러 가지 입체도형	-쌓기나무의 개수 -쌓기나무를 쌓은 규칙 찾기 -쌓기나무로 쌓은 모양의 위, 앞, 옆에서 본 모양 -입체도형의 위, 앞, 옆에서 본 모양 -생활 속 건축물의 위, 앞, 옆에서 본 모양

#### 3.2 증강현실 객체 개발

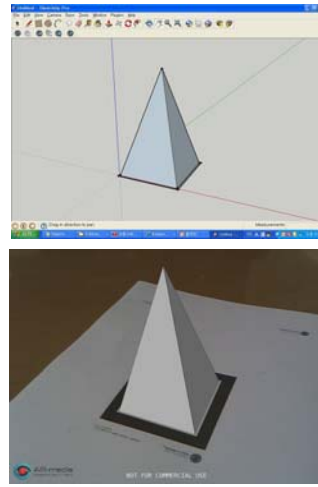
첫번째 각기둥 만들기이다. 입체도형의 분류 기준 가운데 위아래의 면이 서로 평행하고 합동인 다각형으로 이루어진 기둥 모양의 입체도형을 ‘각기둥’이라고 약속한다. 밑면의 모양에 따른 다양한 각기둥을 관찰하기 위하여 다음 (그림 4), (그림 5)와 같이 다양한 형태의 각기둥 모양을 제작하고, 만든 각기둥에서 밑면의 모양, 밑면과 수직인 면의 개수, 옆면의 수, 모서리, 꼭짓점, 높이 등을 직접 관찰하고 분류함으로써 그 공통성을 일상적인 용어로 명명하고 추상화할 수 있도록 한다.



(그림 4) 사각기둥



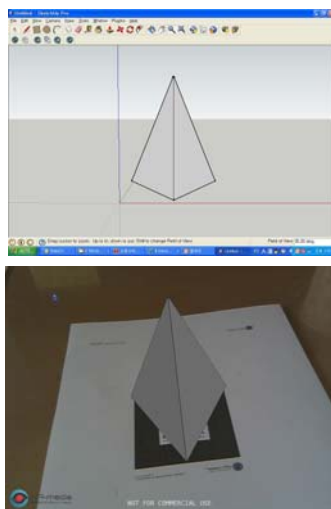
(그림 5) 삼각기둥



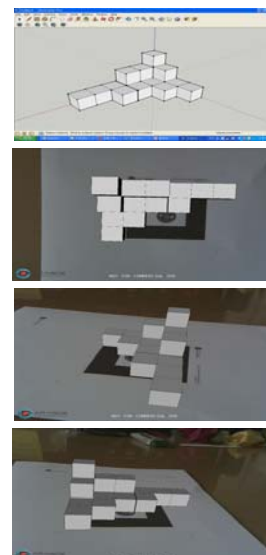
(그림 7) 사각뿔

두 번째는 각뿔 만들기이다. 각뿔은 밑면의 모양에 따라 밑면이 삼각형이면 삼각뿔, 사각형이면 사각뿔, 오각형이면 오각뿔이라고 약속한다. 밑면의 모양에 따른 다양한 각뿔을 관찰하기 위하여 다음 (그림 6), (그림 7)과 같이 다양한 형태의 각뿔 모양을 제작하고, 학생들이 다양한 각뿔을 관점에 따라 수집하고 분류함으로써 그 공통성을 일상적인 용어로 명명하고 추상화할 수 있다.

세 번째는 쌓기나무 만들기이다. 쌓기나무 단원은 쌓기나무를 쌓은 모양을 보고 개수를 구하며 각 방향에서 본 모양을 추측하고 확인해 보는 활동으로 구성되며, 쌓기나무 뿐만 아니라 여러 가지 입체도형과 실생활에서의 건축물 및 예술품을 다양한 방향에서 바라보았을 때의 모양의 변화를 이해하도록 되어있다. 이러한 활동을 위하여 (그림 8)과 같이 쌓기 나무를 제작하여 학습자가 공간의 개념을 이해할 뿐만 일상생활에서 공간적인 문제를 해결하고 결정할 수 있도록 한다.



(그림 6) 삼각뿔



(그림 8) 쌓기나무를 위, 앞, 옆에서 본 모습

네 번째는 생활 속의 건축물 만들기이다. 쌓기나무, 입체도형을 통해 공간을 예측하고 시각적으로 표현해본 연습을 통해 직육면체의 건물뿐만 아니라 생활 속에서 찾을 수 있는 다양한 기하학적 건축물과 예술품 등을 참고 자료로 제공한다. 실제 건축물을 보고 학생들의 예측을 확인해 보는 것이 가장 좋은 방법이나 현실적으로 불가능하므로 (그림 9)와 같은 가상의 건축물을 제작하여 건축물의 위, 앞, 옆에서 본 모양을 예측하고 확인하도록 한다.

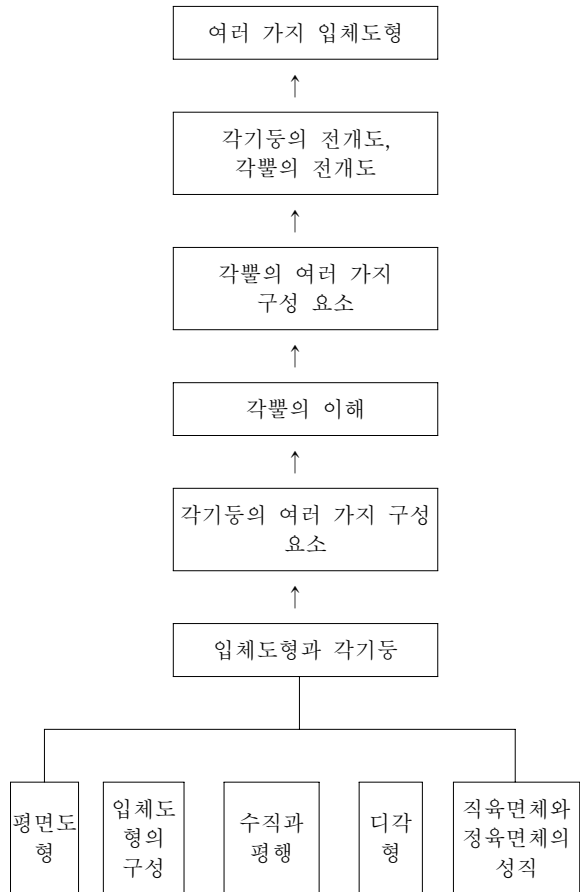


(그림 9) 건축물을 위, 앞, 옆에서 본 모습

### 3.3 증강현실 객체 적용

각기둥과 각뿔 단원 적용 단원에서는 여러 가지 기준에 따라 구체물을 분류해 봄으로써 평면도형과 입체도형의 특징을 이해하게 한다. 입체도형 가운데 기둥 모양의 입체도형을 찾아 각기둥의 개념을 이해하고, 옆면이 모두 삼각형인 입체도형을 찾아 각뿔을 알 수 있게 한다. 또한 학생들이 직접 각기둥과 각뿔을 만들어 보는 활동을 통하여 각기둥과 각뿔의 구성요소를 알고 서로 비교할 수 있게 한다.

이를 위하여 (그림 10)과 같은 학습 흐름 속에 <표 2>의 단원 지도 계획을 수립하였다.

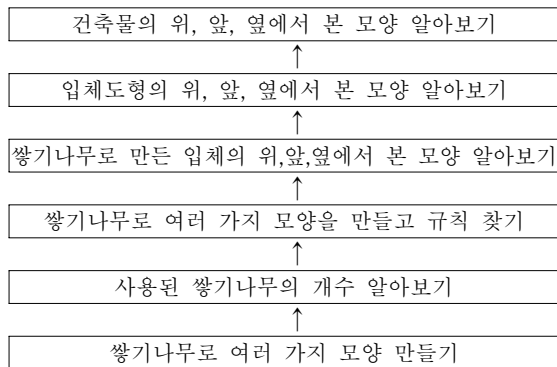


(그림 10) 각기둥과 각뿔 학습의 흐름

<표 2> 각기둥과 각뿔의 전개

단원	차시	주제	수업 내용 및 활동	증강현실
3. 각기둥과 각뿔	1	합체도형과 각기둥	여러 가지 도형을 기준에 따라 분류해 보고, 입체도형을 이해한다.	★
	2-3	각기둥	여러 가지 모양의 각기둥을 만들어 보고, 각기둥의 구성요소를 이해한다.	★
	4-5	각뿔	여러 가지 모양의 각뿔을 만들어 보고, 각뿔의 구성요소를 이해한다.	★
	6	각기둥의 전개도	각기둥의 전개도를 이해하고, 여러 가지 방법으로 그려 본다.	
	7	각뿔의 전개도	각뿔의 전개도를 이해하고, 여러 가지 방법으로 그려 본다.	
	8	단원평가	입체도형의 이름을 확인하고, 각기둥과 각뿔의 구성 요소를 확인한다.	
	9	탐구 활동	입체도형과 각기둥의 구성 요소를 확인하고, 다지며 익힌다.	

여러 가지 입체도형 단원 적용 단원에서는 쌓기나무를 쌓은 모양을 보고 개수를 구하며 각 방향에서 본 모양을 추측하고 확인해 보는 활동을 한다. 쌓기나무 뿐만 아니라 여러 가지 입체도형과 실생활에서의 건축물 및 예술품을 다양한 방향에서 바라보았을 때의 모양의 변화를 이해하도록 한다. 이러한 활동을 통해 학습자는 공간의 개념을 이해할 뿐만 아니라 일상생활에서 공간적인 문제를 해결하고 결정할 수 있다. 이를 위하여 (그림 11)와 같은 학습흐름에 <표 3>의 단원지도계획을 수립하였다.



(그림 11) 여러 가지 입체도형의 학습의 흐름

<표 3> 각기둥과 각뿔의 수업

단원	차시	주제	수업 내용 및 활동	증강현실
4. 여러 가지 입체도형	1	쌓기나무의 개수	쌓기나무로 만든 모양을 보고 개수를 나타낼 수 있는 방법을 탐구한다.	★
	2	쌓기나무의 모양 및 개수	쌓기나무로 만든 모양을 보고 사용된 쌓기 나무의 개수를 구한다.	★
	3	쌓기나무의 규칙	규칙적으로 쌓은 쌓기나무를 보고 규칙을 찾는다.	★
	4	쌓기나무의 위, 앞, 옆 모양	쌓기나무를 쌓은 모양의 위, 앞, 옆에서 본 모양을 예측하고 확인한다.	★
	5	입체도형의 위, 앞, 옆 모양	여러 가지 입체도형의 위, 앞, 옆에서 본 모양을 예측하고 확인한다.	★
	6	생활 속의 건축물, 위, 앞, 옆 모양	생활 속 건축물과 예술품의 위, 앞, 옆에서 본 모양을 예측하고 확인한다.	★
	7	단원평가	쌓기나무로 쌓은 모양과 관련된 문제 해결을 통해 공간 감각을 익힌다.	
	8	탐구활동	쌓기나무로 쌓은 입체모양의 문제를 예측하고 해결한다.	
	9	문제해결	생활 속에서 쌓기는 어떻게 활용되는 지 확인하고 다지며 익힌다.	

4. 검증

4.1 개요

본 연구에서 연구대상은 서울특별시 소재 M초등학교 6학년 2개 학급 56명을 선정하였다. 전체 학생 56명 중 남학생이 32명이고, 여학생이 24명으로 구성되었다. 반별 인원은 각각 28명으로 남학생 16명, 여학생 12명으로 동일하며 참여자 모두는 증강현실 기반 학습 환경을 처음 경험하는 학생들이다.

검사도구는 학업성취도 검사와 학업성취도 관련 변인 검사를 실시하였다. 학업성취도 검사는 사전·사후 검사로 총 2회에 걸쳐 실시되었으며, 사전검사는 학생들의 도형영역에 대한 개념을 확인하기 위하여 5학년 수학과 도형영역 20 문항을 출제하고, 사후검사는 6학년 1학기 도형영역 3단원 각기둥과 각뿔, 4단원 여러 가지 입체도형에서 20 문항을 출제하여 동료 교사 4명과 함께 검토 후 사용하였다. 학업성취도 관련 변인 검사는 Keller(1983)[16]의 학습동기 설계 이론수학과



도형영역에 대한 학생들의 주의력(Attention), 관련성(Relevance), 자신감(Confidence), 만족감(Satisfaction)을 측정하기 위하여 5점 척도의 20문항으로 구성되었다. 송상호[11]의 선행 연구 분석을 토대로 4가지 구성요소에 해당하는 문항을 각각 5문항씩 개발하였다.

분석방법은 학업성취도와 학습동기의 변인 간에 개념 획득과 원리 이해 및 적용에 상호관련성이 확보되지 않아 각 하위변인별로 T 검증을 실시하였다. 또한 연구의 분석을 위하여 SPSS 12.0 프로그램을 사용하였다.

4.2 학업성취도관련 사전 검사

실험집단과 통제집단 간의 학습능력을 확인하기 위해 5학년 1, 2학기 도형 관련 영역에서 20 문항을 추출하여 사전평가를 실시하였다. 각 문항은 5점씩 총 100점을 만점으로 이루어진다. 이에 연구대상에 대한 사전검사의 결과를 제시하면 <표4>와 같다.

<표 4> 집단별 사전검사 점수 검증

구 분	집단간	학생 수	평균	표준편차	t	p
사전평가	실험집단	28	86.48	5.54	1.301	.201
	통제집단	28	87.78	9.09		

<표 4>를 분석한 결과 사전 평가에서는 실험집단의 평균 점수가 86.48점으로 나타났으며, 통제집단의 평균 점수는 87.78점으로 나타났다. 두 집단 간의 평균 차이는 1점 가량이고, 이를 독립표본 t검증을 통하여 통계적으로 확인한 결과 t값은 1.301이며, 이로 인해 95%의 신뢰구간에서 p값이 .201로 유의수준 .05보다 높게 나타났다. 따라서 실험집단과 통제집단의 사전평가 결과의 평균차이는 통계적으로 귀무가설이 성립 되었다고 말할 수 있다.

4.3 학업성취도 관련 변인검사

학업성취도 관련 변인 검사는 Keller(1983)[16]의 학습동기 설계 이론수학과 도형영역에 대한 학생들의 주의력(Attention), 관련성(Relevance), 자신감(Confidence),

만족감(Satisfaction)을 측정하기 위하여 5점 척도의 20문항으로 구성되었고, 100점 만점으로 채점되었으며 신뢰도는 .80이다. 이 검사의 구성요소별 문항과 신뢰도는 <표 5>와 같다.

<표 5> 학업성취도 관련 변인검사의 구성요소별 문항 및 신뢰도

구성 요소	문 항 내 용	신뢰도
주의 집중 중 (A)	수업의 도입 부분에 주의집중을 유발하는 흥미로운 것이 있었다.	.883
	수업이 나의 호기심을 자극하였다.	
	수업내용이 재미있어서 이런 내용에 대해 더 공부하고 싶었다.	
	수업시간에 반복되는 내용이 너무 많아서 때때로 나에게 지겨움을 가져다 주었다.	
관련성 (R)	수업시간에 반복되는 내용이 너무 많아서 때때로 나에게 지겨움을 가져다 주었다.	.779
	선진기자재를 사용하여 사이트를 찾아본 부분이 나의 이목을 끈다.	
	수업시간의 내용에 대한 그림과 예가 있었다.	
	수업을 성공적으로 마치는 것이 중요하다고 생각했다.	
자신감 (C)	수업내용의 대부분을 이미 알고 있어서 나의 요구와 관련이 없었다.	.637
	수업내용과 다른 과목의 유사한 내용을 관련시킬 수 없었다.	
	수업시간의 내용이 나의 관심사와 관련이 있다.	
	이 수업내용에서 내가 무엇을 배워야 하는지 알게 되었다는 자신감을 느꼈다.	
만족도 (S)	수업에 나오는 문제들이 너무 어려웠다.	.754
	수업내용을 공부해 감에 따라 그 내용을 배울 수 있다고 자신했다.	
	제시된 자료가 본인의 학습 속도에 맞추어 학습할 수 있도록 구성되었다.	
	수업내용을 공부하면서 다음 시험을 잘 볼 수 있으리란 자신감을 느꼈다.	
만족도 (S)	수업을 마치면서 만족스러운 성취감을 얻었다.	.754
	수업내용이 즐겁고 같은 주제에 대하여 더 많은 것을 알고 싶다.	
	수업이 끝난 후 나의 노력에 대한 보상을 받았다는 느낌을 받았다.	
	배운 내용을 충실히 공부했기 때문에 이와 연관된 시험에서 좋은 점수가 나올 것 같다.	
	개선된 수업방법을 통해 공부하는 것은 즐거웠다.	

4.4 증강현실 도형 수업이 학업성취도 결과분석

실험집단의 학업성취도를 평가하기 위하여 20문항의 성취도 문항지를 사용하였고, 이는 초등학교 6학년 수학과 '3. 각기둥과 각뿔'과 '4. 여러 가지 입체도형'에서 도형관련 평가 항목을 추출하였다. 각 문항은 5점씩 총 100점을 만점으로 이루어졌다. 증강현실 도형 학습을 활용한 반과 일반적 강의식 수업으로 이루어진 반의 평가 결과는 아래<표 6>과 같다.

증강현실 도형학습 프로그램을 처치한 후 실험집단과 통제집단의 수학과 도형학습에 대한 학업성취도 평가 결과를 측정한 결과 실험집단의 평균은 88.65점이며, 통제집단의 평균은 79.57점이다. 두 집단의 평균 차이는 9점 가량이며, 이를 t검증을 통해 확인해본 결과 t값은 3.214로 높게 나타났고, 이에 따른 p값이 .005로 이는 유의수준 .05보다 작게 나타났다. 이를 통하여 사후 평가결과 실험집단과 통제집단의 평균차이는 유의미하게 나타남을 확인할 수 있다. 따라서 증강현실 도형학습이 처치된 학생 수업 집단이 전통적 강의식 도형학습이 처치된 학생 수업 집단보다 학업성취도가 높다고 할 수 있으며, 이를 통계적으로 확인할 수 있었다.

<표 6> 집단별 사후검사점수 검증

구분	집단간	학생수	평균	표준편차	t	p
사후 평가	실험집단	28	88.65	3.76	3.214	.005
	통제집단	28	79.57	10.45		

4.5 증강현실 도형 수업이 학업성취도 변인분석

학습동기 촉진을 위한 증강현실 기반 수학과 도형 학습 콘텐츠 활용 수업은 학습동기에 어떠한 영향을 미치는지 알아보기 위하여 실험집단과 통제집단을 대상으로 학습동기를 측정하여 아래 <표 7>과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

<표 7> 학습동기 구성요소 검증

구분	집단간	학생 수	평균	표준편차	t	p
주의집중 (A)	실험집단	28	3.40	0.632	4.330	.000***
	통제집단	28	2.40	0.632		
관련성 (R)	실험집단	28	3.53	1.060	2.085	.046*
	통제집단	28	2.87	0.640		
자신감 (C)	실험집단	28	3.40	0.737	4.000	.000***
	통제집단	28	2.33	0.724		
만족도 (S)	실험집단	28	3.00	0.655	3.500	.002**
	통제집단	28	2.07	0.799		

\*\*\*p < .001

위의 표를 분석한 결과 실험집단과 통제집단 사이의 학습동기 구성요소들은 각각 주의집중 .000, 관련성 .046, 자신감 .000, 만족도 .002의 p값을 가지고 있음을 확인할 수 있다. 이로 인해 95%의 신뢰구간에서 각 구성요소의 p값은 유의수준 .05보다 높게 나타났다. 본 분석의 결과 학습동기 촉진을 위한 증강현실 기반 수학과 도형영역 콘텐츠의 적용 유무에 따라 학습동기의 구성요소인 주의집중, 관련성, 자신감, 만족감에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 또한, 학습동기 촉진을 위한 증강현실 기반 수학과 도형영역 콘텐츠는 주의집중에 대한 설명력이 가장 높았으며, 자신감, 만족도, 관련성의 순이었다. 이는 본 연구의 목적인 증강현실 기반 수학과 도형영역 콘텐츠의 적용 유무에 따라 집단별 차이가 실제적으로 존재한다는 것을 의미한다.

5. 결론

본 연구에서는 수학교과의 도형영역에서 학생들의 공간감각 배양을 위하여 증강현실을 통해 추상적인 도형 영역의 내용을 시각화하여 도형과 공간 감각에 대해 보다 쉽게 접근할 수 있도록 구성하였다. 증강현실 콘텐츠의 교육적 적용은 전통적 교수·학습 방법과의 비교에서 학생들의 만족도와 학습효과의 면에서 매우 우수하였으며, 학습내용에 대한 간접적 효과뿐만 아니라 직접적 효과 역시 매우 높은 것으로 나타

났다. 이러한 증강현실 콘텐츠의 교육적 효과를 다음과 같다.

첫째, 실험집단의 학습자들은 통제집단의 학습자보다 주의집중, 관련성, 자신감, 만족감 면에서 통계적으로 높다는 것을 알 수 있다. 이는 증강현실 도형 학습이 학습자에게 수업참여에 적극성을 가지게 하고, 도형 관련 개념 형성에 도움을 받았음을 확인할 수 있다.

둘째, 사후 평가결과 실험집단과 통제 집단의 평균 차이는 유의미하다는 것을 확인할 수 있으며, 이를 통해 전통적 강의식 수업보다 증강 현실 도형 학습에 학생들의 학업성취도에 긍정적인 영향을 미치는 것을 확인할 수 있다.

본 연구 결과를 볼 때 증강현실 기법을 활용한 교육은 학생들에게 흥미를 유발시켜 교육내용에 대한 이해도를 높일 수 있으며, 학습 주제나 추상적 개념에 대한 몰입감을 증가시켜 학습에 대한 참여도를 증대시킬 수 있다.

앞으로의 연구는 본 연구에서 증강 현실을 좀 더 실감있는 콘텐츠를 개발하여 좀 더 높은 교육적인 효과를 검증하는 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 계보경(2007), 증강현실 기반 학습에서 매체특성, 현존감, 학습몰입, 학습효과의 관계 규명, 박사학위논문, 이화여자대학교, 5.
- [2] 계보경, 김정현, 류지현(2007), 증강현실의 교육적 이해, 한국교육학술정보원 이슈리포트, 7.
- [3] 교육과학기술부(2011), 초등학교 수학 교사용 지도서 6-1, 152-188.
- [4] 교육과학기술부(2011), 초등학교 수학 교사용 지도서 6-1, 190-191.
- [5] 구민재(2009), 증강현실(Augmented reality)을 이용한 학습 콘텐츠 개발에 관한 연구, 석사학위논문, 동국대학교, 10-14.
- [6] 김정현 외 6명(2005), 증강현실 기반의 체험학습형 학습콘텐츠 개발 및 현장 적용 연구, 한국교육학술정보원연구보고서, 8.
- [7] 류지현, 조일현, 허희옥, 김정현(2006), 증강현실 기반 차세대 체험형 학습 모형 연구, 한국교육학술정보원, 42.
- [8] 류현아(2003), 탐구형 소프트웨어 GSP를 활용한 기하학습 사례연구, 인천교육대학교 교육논총, 21, 299-323.
- [9] 류희찬, 조완영(1999), 수학적 창의성 신장을 위한 탐구형 소프트웨어의 활용, 한국교원대학교 수학교육연구소, 청람수학교육, 8, 127-181.
- [10] 맹종만(2001), 탐구형 기하 S/W 활용을 통한 도형 개념 형성 및 성질 탐구에 관한 연구, 석사학위 논문, 대구교육대학교.
- [11] 송상호(1999), 매력적인 수업설계: 주의집중, 관련성, 자신감 그리고 만족감. 서울: 교육과학사.
- [12] 오충원(2007), 증강현실을 이용한 지리 자료 시각화에 관한 연구, 지리학연구, 4-4, 534.
- [13] 이준석 외3(2009), 혼합현실기반 이터닝 기술동향, 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석, 24-1, 93-95.
- [14] 한태식(1991), 기하교육과 van Hiele이론, 한국수학교육학회지 수학교육 논문집, 9, 153-164.
- [15] Azuma, R. T(1997), A survey of augmented reality. In Presence: Teleoperators and Virtual Environment, 6-5, 355.
- [16] Keller, J. M., & Kopp, T. W.(1987). An application of the ARCS model of motivational design. In Reigeluth, C. M.(ed.). Instructional theories in action pp. 298-320. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- [17] Lohman, D.E(1979), Spatial Ability : A Review and Re-analysis of Correlation Literature Stanford Univ. technical report.
- [18] McGee. M.G(1979), Human spatial abilities :Psychometric studies and environmental genetic hormonal, and neurological influences, Psychological Bulletin. 86. 889-918.
- [19] NCTM(1989), Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics, Restion VA : N.C.T.M INC.

저 자 소 개



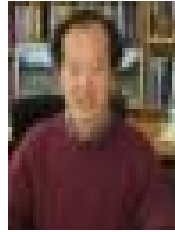
**이 상 윤**

2002.2 서울교육대학교 초등교육학과  
(학사)

2012.8 서울교육대학교 교육대학원  
초등컴퓨터교육전공(석사)

2002.~ 현재 매원초등학교 교사  
관심분야: 컴퓨터 교육, 정보영재, 애  
플리케이션 개발

E-mail: snue95@naver.com



**김 갑 수**

1985.2 서울대학교계산통계학과(학사)

1987.2 서울대학교 계산통계학과 전  
산학전공(석사)

1996.2 서울대학교 계산통계학과 전  
산학전공(박사)

1987.~1992. 삼성전자 사원-과장

1995.~1998. 서경대학교 전임강사-조  
교수

1998.~현재 서울교육대학교 컴퓨터  
교육과 조교수-교수

2001.~2012. 서울교육대학교 과학영  
재교육원 프로그램 개발 부장,  
원장 및 운영위원 역임

2012.~현재 서울교육대학교 과학영  
재연구교육센터장

관심분야: 컴퓨터 교육, 소프트웨어  
공학, 정보 영재, 이러닝

E-mail: kskim@snue.ac.kr