

회전체 학습 어플리케이션 개발 및 활용

장지웅, 김갑수
서울교육대학교 교육대학원 컴퓨터 교육과

Development and Application of the Learning Application of the Rotating Object

Chiwoong Chang, Kapsu Kim

Dept. of Computer Education, Seoul National University of Education.

요 약 스마트 기기를 활용한 회전체 학습 어플리케이션은 3D 그래픽과 터치 기능을 이용하여 조작감과 실재감을 높일 수 있으며 기존의 회전체 학습 콘텐츠가 가졌던 제약들을 극복할 수 있다. 본 연구는 초·중등 수학교육의 학습 내용을 바탕으로 ‘회전 클래스’를 설계하고, 설계한 클래스와 안드로이드 API, OpenGL ES를 활용하여 안드로이드 기반의 스마트 기기에서 구동되는 학습 어플리케이션을 개발한다. 회전체 학습 어플리케이션은 학습자의 스마트 기기에서 구동되기 때문에 일반적인 학습 환경에서 사용가능하며, 학습자가 손쉽게 다양한 평면도형을 회전시켜 회전체를 만들어 관찰할 수 있어 도형과 관련된 초·중등 교육과정에서 다양하게 활용할 수 있다.

주제어 : 회전체, 어플리케이션, 학습 콘텐츠, 실재감, 활용도, 스마트 기기

Abstract The learning application of the rotating object utilizing smart devices, it is possible by using the touch functionality and 3D graphics to enhance the realism and operational feeling, and to overcome the limitations of learning content existing. In this study, I designed a "rotation class" based on the learning contents of elementary and middle mathematics education and developed the learning application which driven by smart Android-based device by using Andoroid API class and the OpenGL ES Because this application is driven by the smart devices, learners easily can make the rotated objects and observe them. It can be utilized in various for elementary and middle education.

Key Words : 3D, the rotating object, Application, a Sense of reality, Learning contents

1. 서론

오늘날의 초등학교 수학교육은 Piaget의 조작적 구성주의 이론에 근거하여 구체물을 조작하는 활동에 기초하여 수학적 개념과 원리를 학습할 것을 중요하게 생각하고 있다. 이러한 생각들은 스마트폰과 태블릿 PC와 같은

스마트 기기들의 보급과 함께 스마트 기기에 활용할 수 있는 콘텐츠와 어플리케이션의 개발로 이어지고 있다.

최근의 스마트 기기에는 CCD, 터치 센서, 가속도 센서, GPS 등의 각종 센서들뿐만 아니라 고해상도 및 3D 그래픽 화면도 고속 처리가 가능한 중앙처리장치와 그래픽처리장치(GPU)가 장착되어 있다. 예전에는 고성능의

Received 10 March 2014, Revised 4 April 2014

Accepted 20 June 2014

Corresponding Author: KapSu Kim (Dept. of Computer Education)

Email: kskim@snu.ac.kr

ISSN: 1738-1916

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

PC나 전용 게임 기기에서만 즐길 수 있었던 3D 게임도 스마트 기기를 가지고 실행 가능하게 되었다.

그러나 아직까지 수학교육의 많은 영역에서 교수자 및 학생들이 활용할 수 있는 스마트 기기용 콘텐츠와 어플리케이션은 매우 부족한 상황이다. 이전까지 개발되었던 학습 어플리케이션들은 대부분 PC를 기반으로 개발되었기 때문에 스마트 기기에서는 사용할 수 없다. 2013년 7월현재 초·중·고등학생의 69.1%가 스마트폰을 보유하고 있는 상황에서 이러한 스마트 기기들을 학습 상황에 적절히 활용하려면 스마트 기기용 학습 콘텐츠 및 어플리케이션의 개발이 무엇보다 먼저 이루어져야 한다.

기존의 수업 현장에서는 회전체를 학습하는 데 나무젓가락과 같은 회전축에 다양한 평면도형 종이를 오려 붙여 손바닥 사이에 넣고 비벼 돌리거나 회전체와 관련된 동영상 콘텐츠 및 플래시나 자바 애플릿을 활용한 CAI 및 WBI 프로그램 등이 활용되고 있다. 하지만 나무젓가락 비벼 돌리기는 학습 교구를 만드는데 많은 시간이 소요되며, 회전 잔상에 의해 보이는 회전체가 잘 보이지 않는다는 문제점이 있다. 동영상 콘텐츠 및 플래시나 자바 애플릿을 활용한 학습 콘텐츠들은 직사각형과 삼각형, 반원 등으로 만들어진 몇 개의 회전체만 체험할 수 있고, 관찰자의 시점이 고정되어 있거나 제한되어 있어 자유롭게 관찰하는 것이 불가능하다. 또한 기존의 학습 프로그램들은 PC에서만 구동되므로 학습자 모두가 개별적으로 자유롭게 회전체를 탐색하려면 컴퓨터실을 사용해야 한다는 제약이 있어 활용도가 낮은 상황이다.

이에 본 연구에서는 학습자들의 스마트 기기를 활용하여 간단한 손가락 조작만으로도 누구나 쉽게 사용할 수 있는 회전체 학습 어플리케이션을 개발하고자 한다. 개발한 학습 어플리케이션은 학습자들의 스마트 기기를 이용하므로 교실 환경에서도 활용도가 높으며, 학습자는 자신이 원하는 모양의 다양한 회전체들을 자유롭게 만들어 보는 데에서 흥미를 느끼고 자기 주도적으로 회전체를 학습할 수 있다. 또한 3D 그래픽을 활용하여 실재감을 높이고, 터치기능을 활용하여 자유로운 조작 및 관찰 시점 변경이 가능하도록 하여 구체적 조작물로서 수업에 적극 활용될 수 있도록 한다.

본 논문의 2장에서는 본 연구와 관련 있는 이론을 설명하고, 3장과 4장에서는 각각 본 연구의 개발 내용과 수업 현장에서의 활용에 대해서 설명하며, 5장은 본 연구의

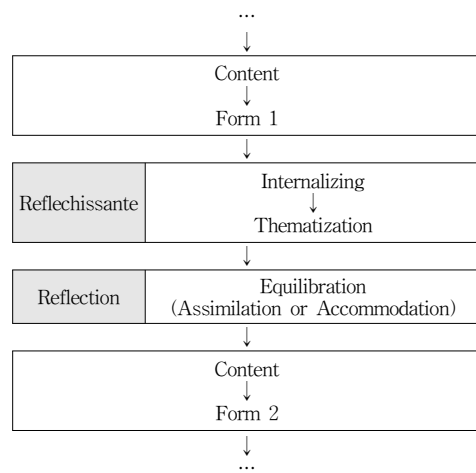
결론이다.

2. 이론적 배경

2.1 조작적 구성주의

구성주의 이론에 따르면 지식은 수동적으로 받아들여지는 것이 아닌 학습자에 의해 능동적으로 구성되는 것이다. 이러한 관점에서 보면 수학교육의 목적은 학습자에게 수학적 지식을 능동적으로 구성할 수 있게 하는 것이라고 할 수 있다.

이러한 생각은 르네상스 정신과 함께 시작하여 20세기 Dewey를 거쳐, 오늘날까지 초등학교 수학에 커다란 영향을 미치고 있다. Dewey의 실용주의에 이어 지식을 형성하는 과정을 과학적으로 체계화한 Piaget의 조작적 구성주의는 현대 수학교육의 이론적 토대가 되고 있다.[1]



[Fig. 1] A process of reflective abstraction

Piaget는 사람의 인지구조가 감각 운동적 행동의 단계로부터 시작하여 구체적조작의 단계, 가설 연역적 조작의 단계까지 발달한다고 보고, 동화-조절과 함께 반영적 추상화를 통하여 논리-수학적 지식이 구성된다고 보았다. [Fig. 1]과 같이 반영적 추상화는 가장 처음 단계인 경험적 추상화로부터 발생하여 정신 활동을 통한 표상의 과정을 거쳐 마지막 반성의 단계로 이루어진다고 보았다.

이러한 반영적 추상화에 따른 수학-학습 지도를 흥진 끈은 단순히 행동 및 조작으로만 수업이 그치는 것이 아닌 행동, 조작을 학습자에게 내면화 하여 반성에 이르도록 하는 수업 방식으로, 반영된 새로운 개념은 이전의 개념을 포함하면서 더 발전된 형식으로 구성이 되도록 유도하는 것이라고 말한다.[2]

2.2 기존의 회전체 학습 프로그램 분석

2.2.1 기존의 회전체 교구

2007 초등학교 교육과정 6-나 수학 교과서에는 다양한 평면도형 종이를 오려서 나무젓가락 끝에 붙여 손바닥 사이에 넣고 비벼 돌리는 방법을 제시하고 있다.[3,4,5] 실제로 이 방법을 수업 시간에 활용하면 상당한 시간을 교구를 만드는 데 할애하게 될 뿐만 아니라 손바닥으로 비벼 돌려야 하므로 일정한 모양의 회전체로 보이지 않는다.

시중에는 위와 같은 평면도형을 붙인 나무젓가락을 일정하게 회전시키기 위한 교구도 개발되어 있다. 회전체 탐구 놀이 세트라는 이름으로 판매되고 있지만 조립하는데 추가적인 시간이 필요하며 구입비용도 소요된다.

2.2.2 기존의 회전체 학습 프로그램의 한계

회전체 학습과 관련된 기존의 프로그램들을 살펴보면 그래픽 동영상 콘텐츠, 플래시나 자바 애플릿을 활용한 CAI 및 WBI 프로그램 등이 있다.[6,7,8] 기존의 회전체 학습 프로그램들의 특징을 살펴보면 [Table 1]과 같다.

3D Max나 Sketch-up 등을 이용하여 만든 동영상 콘텐츠는 평면도형이 1바퀴 회전할 때 그리는 자취가 회전체가 되는 과정을 보여주지만 시점이 고정되어 있고, 직사각형과 삼각형, 반원 등으로 만들어진 몇 개의 회전체만 체험할 수 있다.

플래시와 자바 애플릿으로 만들어진 학습 프로그램들은 대부분 PC에서는 구동되지만 스마트 기기에서 제대로 작동되지 않았다. 플래시로 만든 학습 프로그램은 회전체를 바라보는 사용자의 시점을 바꾸는 기능이 부분적으로 포함되어 있지만 자바 애플릿으로 만든 학습 프로그램은 사용자의 시점이 고정되어 있다.

자바애플릿으로 만든 학습 프로그램에는 학습자가 자유롭게 그린 평면도형을 회전시켜 만들어지는 회전체를

확인할 수 있는 기능 포함되어 있지만 다각형에 한해서 가능할 뿐 원이나 타원 같이 곡선을 포함한 평면도형은 불가능하였다.

(Table 1) Comparison of the features of the existing learning programs

Features	Movie clip	Flash animation	Java applet
using 3D graphic	○	○	○
Running on computers	○	○	○
Running on smart phones	○	×	×
Changing viewpoint	×	△	×
Drawing various shapes	×	×	△

(○: available, △: partly available, ×: unavailable)

2.2.3 개선 방향

초등학교에서 학습에 사용되는 어플리케이션은 과학 속도계산 학습[9]과 식물의 한 살이 학습[10] 등이 있고 많이 사용되고 있다. 이들의 공통적인 특징은 자기주도적으로 학습할 수 있게 한 것이다. 본 연구의 학습 소재인 동영상이나 플래시로 제작한 회전체 학습 프로그램은 학습자가 자유롭게 조작하면서 탐색하기보다는 미리 만들어진 무비를 보는데 그치는 수준이므로 학습자의 자기주도적인 학습이 어렵다. 또한 기존의 플래시나 자바 애플릿으로 만들어진 회전체들은 대부분 정해진 한 시점에서만 관찰이 가능하거나 마우스 클릭을 통해 부분적으로만 바꿀 수 있어 사용자의 자유로운 조작이 허용되지 않아 불편하였으며 입체감도 떨어져 실재감이 덜했다.

본 연구에서는 기존 개발된 자료들의 분석을 통해 얻어진 위와 같은 문제점들을 보완하고 스마트 기기에서 구동하기에 적합한 회전체 학습 프로그램을 개발하여 활용하고자 한다.

3. 회전체 학습 어플리케이션 개발

3.1 개발 방향과 절차

3.1.1 개발 방향

첫째, 안드로이드 기반의 스마트 기기에서 사용 가능하도록 한다.

둘째, 3차원 공간에 입체도형으로 나타내어 실재감을 높인다.

셋째, 기존 학습 프로그램에 비해 보다 유연하고 편리한 인터페이스를 제공하여 자유로운 시점에서 관찰가능하게 하고 학습자의 흥미를 유발하여 학습효과를 높인다.

넷째, 사용자가 자유롭게 그린 평면도형에 대한 회전체도 확인할 수 있는 기능을 제공한다.

3.1.2 개발 절차

위에서 제시한 개발 방향에 맞춰서 객체 지향 프로그래밍의 원리에 따라 회전체 클래스와 안드로이드용 학습 어플리케이션을 설계하기 때문에 구글 API[11]을 이용한다.

첫째, 2007 개정[3] 및 2009 개정 초·중등 수학과 교육과정과 교과서[4,5]를 분석하여 회전체와 관련된 구체적인 학습 요소를 추출한다.

둘째, 추출한 회전체 요소와 학습 요소를 바탕으로 회전체 객체의 속성과 메서드를 정의한다.

셋째, 정의한 속성과 메서드와 관련하여 안드로이드 API에서 제공하는 클래스들을 활용하여 ‘회전체 클래스’를 설계한다.

넷째, 안드로이드 API 가이드에 따라 ‘회전체 클래스’를 활용하여 안드로이드 기반의 스마트 기기에서 실행되는 ‘회전체 학습 어플리케이션’을 개발한다.

3.2 회전체 클래스 설계

3.2.1 초·중등 수학과 교육과정 분석

[Table 2]와 같이 2007 개정 교육과정에서 6-나의 원기둥과 원뿔 단원에서 다루었던 회전체에 관한 내용이 2009 개정 교육과정에서는 중학교 1학년의 내용과 통합되었다. 현재 사용되고 있는 교과서에서 다루는 주요 학습 내용은 [Table 3]과 같다.

<Table 2> Contents related with the rotating object in the national curriculum [3,4,5]

National Curriculums	Contents (grades)
2007 Revision	Students understand the rotating object. (6-나)
2009 Revision	Students know meaning of the rotating object and understand it's features. (7)

<Table 3> Contents related with the rotating object in the textbook

Shape	Contents
The rotating object	<ul style="list-style-type: none"> ◦ understanding the rotating object ◦ making a sphere by rotating a half circle ◦ knowing and understanding a sphere's components ◦ checking for cut section in various directions of cylindrical things ◦ checking for the rotating object by rotating various plane figures

3.2.2 회전체 객체 정의

객체는 상태를 나타내는 속성(attribute)와 행동 양식을 나타내는 메서드(method)로서 정의된다. 회전체 객체를 정의하기 위해서는 회전체의 개념 정의를 기초로 속성과 메서드를 규정지어야 한다. 회전체의 개념 정의는 다음과 같다.

회전체는 평면도형을 한 직선을 축으로 하여 한 번 돌려 얻는 입체도형으로 정의한다. 이때 축으로 사용한 직선을 회전축이라고 한다.

이와 같은 회전체의 개념 정의에 기초하여 회전체는 그 모양과 크기와 관련된 요소들을 속성으로 가지며, 이러한 속성에 접근하고 변형시킬 수 있는 연산을 메서드로 가진다.

따라서 초·중등 수학과 교육과정에서 추출한 회전체 요소와 회전체 요소별로 정리한 학습 요소를 바탕으로 초·중등 수준의 도형 객체를 새롭게 정의할 수 있다. 각 도형 객체마다 필요한 속성과 메서드를 분석하였고, 이는 [Table 4]와 같다.

<Table 4> Attributes and methods of the object of the rotating object

Object	Attributes and Methods	
The rotating object	Attributes	<ul style="list-style-type: none"> ◦ shape of a plane figure ◦ color ◦ transparency ◦ position of the cut section
	Methods	<ul style="list-style-type: none"> ◦ creating the rotating object by rotating a plane figure ◦ changing color ◦ changing transparency ◦ cutting and restoring

3.2.3 회전체 클래스 설계

앞에서 분석한 초·중등 수학 수준의 회전체 객체를

바탕으로 회전체 클래스를 다음 [Table 5]과 같이 구성하였다.

<Table 5> Attributes and methods of class of the rotating object

객체	Attributes and Methods	
The rotating object	Attributes	<ul style="list-style-type: none"> ◦ vertices of a plane figure ◦ vertices of the rotating object ◦ color ◦ transparency ◦ position of the cut section
	Methods	<ul style="list-style-type: none"> ◦ creating vertices of the rotating object ◦ drawing the rotating object ◦ deleting the rotating object ◦ changing color ◦ changing transparency ◦ cutting and restoring

3.3 인터페이스 개발

3.3.1 인터페이스 개발의 주안점

본 연구에서 설계한 학습 어플리케이션의 주안점은 안드로이드 기반의 스마트 기기를 활용하여 누구나 손쉽게 평면도형을 그려 회전체를 생성하고, 간편한 조작으로 회전체를 자유롭게 관찰할 수 있도록 하여 학습의 효과 및 활용도를 높이는 것이다. 기존 회전체 학습 프로그램이 지녔던 조작의 어려움, 관찰 시점 변경의 제약 등을 개선하여 학습자가 자기 주도적인 탐색활동을 통해 회전체를 보다 직관적으로 이해할 수 있도록 개발한다.

3.3.2 어플리케이션 사용자 시나리오 분석

초·중등 수준의 학습자가 간편하게 조작할 수 있는 인터페이스를 설계하기 위해 분석한 어플리케이션 사용자 시나리오는 다음과 같다.

첫째, 스마트 기기에서 아이콘을 터치하여 학습 어플리케이션을 구동한다.

둘째, 화면에 중앙에 회전축과 함께 오른쪽에는 평면도형을 그릴 수 있는 도화지 영역이, 왼쪽에는 그리기 단추 모음이 표시되면서 간단한 사용 안내 메시지를 잠시 동안 표시한다.

셋째, 학습자가 그리기 단추 모음에서 평면도형을 선택하면 도화지 영역에 해당 도형이 표시된다. (단, 자유형을 터치했을 경우에는 평면도형 영역에 학습자가 자유롭게 그릴 수 있다.)

넷째, 학습자는 그려진 평면도형을 손가락으로 쓸어 넘겨 회전축 중심으로 평면도형을 회전시킨다.

다섯째, 손가락으로 계속 쓸어 넘길수록 회전 속도는 증가하며, 일정한 회전 속도에 도달하면 회전체가 생성된다.

여섯째, 학습자는 생성된 회전체를 한 손가락으로 움직이면서 돌려보거나, 두 손가락을 벌리거나 오므려 확대 또는 축소할 수 있으며, 세 손가락으로 이동시키면서 자유롭게 관찰한다.

일곱째, 스마트 기기의 되돌아가기 버튼을 클릭하면 처음화면으로 되돌아간다.

3.3.3 어플리케이션 사용자 인터페이스 개발

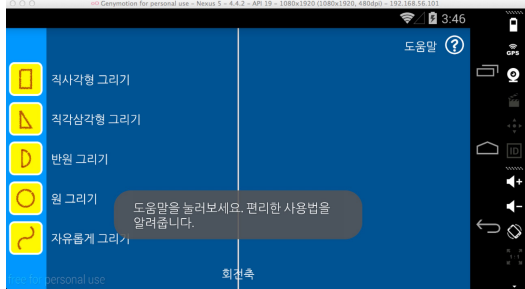
회전체 학습 어플리케이션 사용자 시나리오 분석에 따라 학습자 입장에서 간단하면서 직관적으로 조작할 수 있는 사용자 인터페이스를 설계하고자 하였다.

사용자 인터페이스 설계는 [Table 6]과 같고, 개발된 회전체 학습 어플리케이션의 화면은 [Fig. 2]와 같다.

<Table 6> Design of the user interface

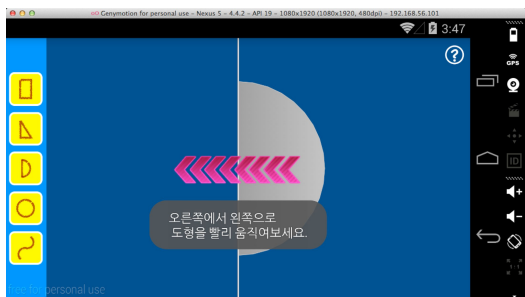
Functions	User interfaces	Action
Drawing a plane figure	press the button of rectangle	Drawing a rectangle
	press the button of triangle	Drawing a triangle
	press the button of half circle	Drawing a half circle
	press the button of circle	Drawing a circle
	press the button of user drawing	User drawing freely
Rotation of the plane figure	swipe the screen using one finger	Rotating the plane figure. More swipe fastly, more rotate fastly. Creating the rotating object when speed of rotation reach the maximum speed.
	push the screen with one finger	Decreasing rotation speed
Observation of the rotation object	drag the screen with one finger	Changing viewpoint
	pinch in or out the screen with two fingers	Zooming in or out
	press the button of magnifier	Drawing with surfaces or lines or points.
	press the button	Changing size of the

	of pivot axis	pivot axis
	press the button of transparency	Changing transparency
	press the button of cutting	Cutting in various direction and showing cut section. Restoring the first state.

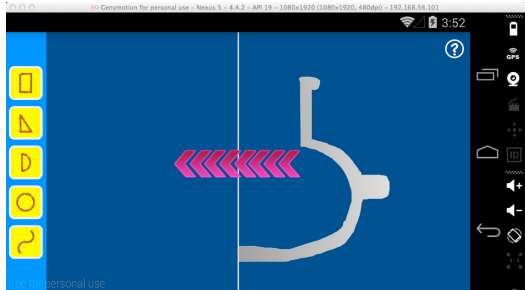


[Fig. 2] The initial screen of the leaning application of the rotating object

화면 중앙의 회전축을 기준으로 오른쪽에는 평면도형을 그릴 수 있는 도화지 영역을 배치하였고, 왼쪽 단추를 눌러 도화지에 몇 가지 평면도형을 그릴 수 있다. 예를 들어 ‘반원 그리기’를 눌렀을 때 [Fig. 3]과 같이 반원을, ‘자유롭게 그리기’를 눌렀을 때 [Fig. 4]와 같이 학습자가 원하는 대로 다양한 모양의 도형을 그릴 수 있다.

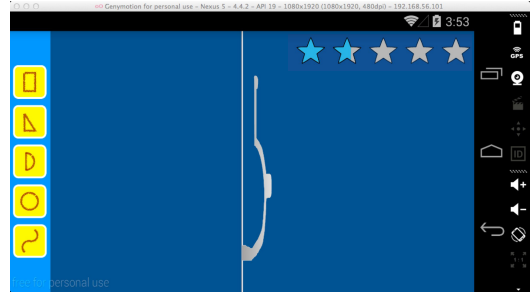


[Fig. 3] Drawing half circle



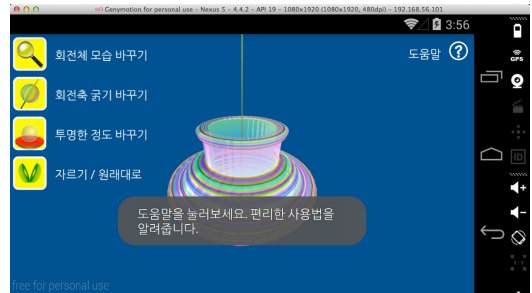
[Fig. 4] User can draw various shapes

학습자가 평면도형을 손가락으로 쓸어 넘기면 평면도형은 회전하기 시작하며 오른쪽 상단에는 회전 속도를 알려주는 별점수가 표시된다. 사용자가 계속해서 쓸어 넘길 경우 회전 속도는 빨라지지만 아무 것도 하지 않으면 느려진다. 사용자가 화면의 같은 곳을 누르고 있으면 멈춤 기능이 작동돼 회전 속도는 급격히 줄어든다.



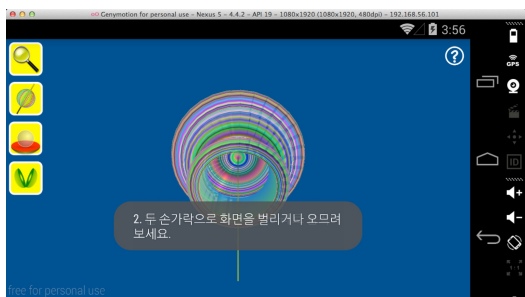
[Fig. 5] Rotating of a plane figure

회전 속도가 빨라져 별점수가 모두 차게 되면 [Fig. 6]과 같이 회전체가 생성된다. 이때 학습자는 평면도형이 회전하면서 점차 회전체의 모양으로 변화되는 모습을 관찰할 수 있다.



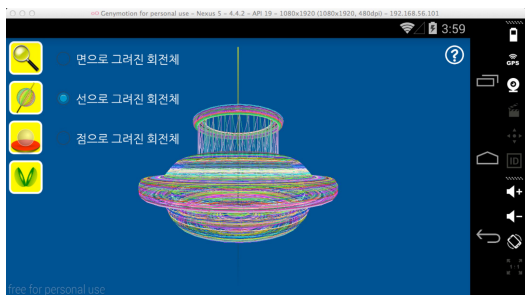
[Fig. 6] Creating the rotating object

학습자는 [Fig. 7]과 같이 스마트 기기에서 일반적으로 사용되는 한 손가락, 두 손가락, 세 손가락 조작 방법을 그대로 사용하여 생성된 회전체의 각도를 조정하거나 확대/축소 또는 이동을 할 수 있다.

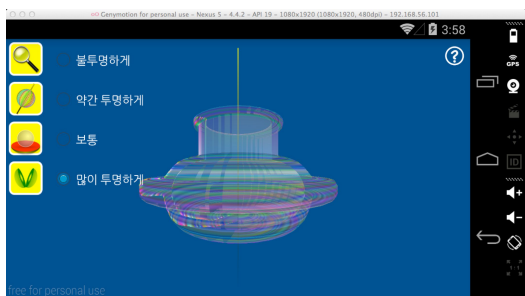


[Fig. 7] Changing viewpoint freely by touching and swiping the screen with one or two fingers

또한 [Fig. 8], [Fig. 9]와 같이 선이나 점으로 그려진 회전체의 모습으로 바꾸거나 회전체의 투명도를 변경하여 회전체 내부나 회전시켰던 평면도형의 모습을 관찰할 수 있다.

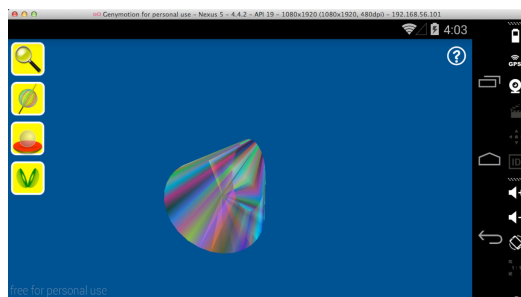


[Fig. 8] Drawing with lines



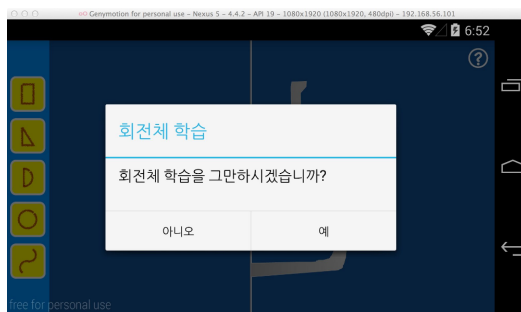
[Fig. 9] Changing transparency

[Fig. 10]처럼 학습자가 원하는 방향으로 회전체 절단해 볼 수 있는 기능도 지원된다. 이때 회전과 확대/축소 기능을 이용하여 그 단면과 내부를 자유롭게 관찰할 수 있다.



[Fig. 10] Cutting the rotating object in various direction and observing cut section

학습자는 [Fig. 11]과 같이 언제든지 스마트기기의 되돌아가기 단추를 클릭하여 회전체 학습 어플리케이션을 종료할 수 있다.



[Fig. 11] End of the application

4. 회전체 학습 어플리케이션 활용

개발된 회전체 학습 어플리케이션을 보다 쉽게 활용할 수 있도록 수학과 교육과정의 학습 주제에 따른 활용 방안은 다음과 같다.

4.1 2007-초등학교 6학년 (2009개정-중학교 1학년) 수학과 활용

초등학교 교육과정 수학과 6학년 도형 영역에서 회전체와 관련된 학습내용 및 회전체 학습 어플리케이션의 활용은 [Table 7]과 같다.

〈Table 7〉 Application to Math of 6 or 7 graders[3,4,5]

Grade	Chapter	Learning contents	Application of the app.
6-1 (2007 revision) or 7-1 (2009 revision)	2. Cylinder and Cone	◦ knowing and understanding a sphere's components	○
		◦ understanding the rotating object	○
		◦ making a sphere by rotating a half circle	○
		◦ checking for cut section in various directions of cylindrical things	○
		◦ checking for the rotating object by rotating various plane figures	○

(○: available, △: partly available, ×: unavailable)

초등학교 6학년 수학과 원기둥과 원뿔 단위에서는 회전체 학습 어플리케이션을 활용하여 원기둥, 원뿔, 구의 모습을 3차원 입체의 형태로 다양한 시점에서 관찰할 수 있어 학생들의 흥미와 학습 효과를 높이는 학습 자료로 활용될 수 있다.

기존의 6학년 수학 교과서에서는 회전체 학습활동으로 직각삼각형, 직사각형, 반원, 원 등의 기본 평면도형과 꽃병 모양 등의 평면도형을 종이로 오려 나무젓가락에 붙이고 손바닥으로 비벼 돌려 보고, 이때 생기는 모양에 대하여 예상, 확인하는 활동이 제시되어 있다. 하지만 이를 대신하여 회전체 학습 어플리케이션을 활용하면 종이로 오려서 평면도형을 만들어 붙이는 시간을 절약할 수 있기 때문에 학습자는 기본 평면도형 외에도 다양한 평면도형에 대해서도 회전체를 만들어 자유롭게 탐색해 볼 수 있다.

또한 나무젓가락을 돌렸을 때 잔상에 의해 생기는 회전체는 거의 눈에 보이지 않기 때문에 회전체에 대한 관찰이 어려웠던 학습자는 회전체 관찰 보다는 손바닥으로 나무젓가락을 똑바로 돌리기 위해 애쓰게 된다. 하지만 회전체 학습 어플리케이션을 활용하면 보다 다양한 회전체를 만들어보고 자유롭게 관찰할 수 있다.

4.2 초등학교 5-6학년군 미술과 활용

초등학교 교육과정 미술과 5-6학년군 표현 영역에서

회전체와 관련 있는 성취 기준과 회전체 학습 어플리케이션의 활용은 [Table 8]과 같다.

〈Table 8〉 Application to Art of 5,6 graders

Grade	Section	Achievement standards	Application of the app.
5, 6	Expression	◦ knowing and navigating plane, three-dimensional, visual representation of various features and effects of representation format	△
		◦ understanding plastic elements and principles, and applying them to the representation	△

(○: available, △: partly available, ×: unavailable)

초등학교 5-6학년 군에서는 찰흙이나 지점토를 이용한 그릇 만들기를 통해 평면, 입체 등의 표현 형식의 특징이나 대칭과 같은 조형 원리의 특징을 이해할 수 있다. 회전체 학습 어플리케이션은 학습자의 2차원 스케치를 곧바로 입체화시켜 확인할 수 있으므로 회전체 모양의 미술 작품을 구상하는 과정에서 활용될 수 있다.

5. 결론

초·중등학교 수학교육에서 회전체는 구체적 조작을 통한 직관적 이해를 바탕으로 학습하는 것이 효과적이다. 학생들이 자신이 갖고 있는 스마트 기기를 활용하여 실제감이 높은 3D 회전체를 생성해보고 자유로운 조작과 탐색활동을 통해 학습 효과를 높일 수 있다.

개발된 회전체 학습 어플리케이션은 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

첫째, 기존의 PC용 학습 프로그램과 달리 스마트 기기들에서 구동되므로 학생들이 가진 스마트 기기를 활용하면 컴퓨터실이 아닌 교실 환경에서 사용할 수 있다.

둘째, 3D 그래픽을 활용하여 실제감을 높이고, 터치기능을 활용하여 자유로운 조작 및 관찰 시점 변경이 가능하도록 하여 구체적 조작물로서 수업에 활용될 수 있다.

셋째, 학습자는 자신이 원하는 모양의 다양한 회전체

들을 자유롭게 만들어 보는 데에서 흥미를 느끼고 자기 주도적으로 회전체를 만들고 탐색할 수 있다.

넷째, 손가락을 이용해 간편하게 평면도형을 그릴 수 있고, 이를 회전시켜 만들어지는 회전체를 곧바로 확인할 수 있으므로 학습 시간 동안 다양한 모양의 회전체를 만들고 탐색할 수 있다.

향후 연구 과제로는 첫째, 본 연구에서 개발한 어플리케이션은 초·중등 수준에 국한하여 회전체 학습 콘텐츠로서 개발되었으나 학습자가 실생활과 관련된 문제를 해결하는 과정에서도 유용하게 사용할 수 있는 도구로서 활용 방안 및 기능 개선이 필요하다. 둘째, 회전체 학습 어플리케이션은 안드로이드 기반의 스마트기기에서만 작동되며 낮은 버전의 안드로이드 OS에서는 실행되지 않을 수도 있다. 모든 스마트 기기에서 실행 가능한 형태로 제작될 필요가 있다. 셋째, 학습 효과를 높이기 위해 학습자가 개별적으로 생성한 회전체를 저장하고, 학습자 집단이 서로 공유할 수 있는 방안이 마련되어야 한다. 추후 본 연구에서 제시된 문제점들이 해결되고 기능이 개선된다면 학습 상황뿐만 아니라 실생활에서도 유용하게 활용될 수 있을 것이다.

REFERENCES

- [1] Woo, J. H., Radical Constructivism vs. Piaget's operational Constructivism in the mathematics education, 1994.
- [2] Jeong-Ho Woo, Jin-Kon Hong, Reflective Abstraction and Operational Instruction of Mathematics, The journal of educational research in mathematics, Vol.9 No.2, 1999.
- [3] Ministry of Education, 2007 National Curriculum Revision, 2007.
- [4] Ministry of Education, 2009 National Curriculum Revision, 2007.
- [5] Ministry of Education, Math Textbook 6-2, 2011.
- [6] Kapsu Kim, TaeHo You, Development of Rich Internet Application in the Three-Dimensional Shapes of Elementary Mathematics, Journal of The Korean Association of Information Education, Vol. 12, No. 4, 2008.

- [7] BaeJin Seoung, Kapsu Kim, A Development and Applications of Problem Solving Tool for Learning Geometry, Journal of The Korean Association of Information Education, Vol. 14, No. 3, 2010.
- [8] SangYoon Lee, Kapsu Kim, A Development and Application of the Learning Objects of Geometry Based on Augmented Reality, Vol. 16, No. 4, 2012.
- [9] Kapsu Kim, Ha-na Park, A Learning Module Development of Speed Measurement Application for Elementary Students, Journal of The Korean Association of Information Education, Vol. 17, No. 1, 2013.
- [10] Kapsu Kim, Hyosung Kim, Design and Implementation of Plant's Life Cycle Educational Application, Journal of The Korean Association of Information Education, Vol. 17, No. 3, 2013.
- [11] Google(2013), Android APIs 4.3 Reference, <http://developer.android.com/reference/packages.htm>

장지웅(Chang, Chi Woong)



- 2011년 2월 : 서울교육대학교 컴퓨터교육과(이학사)
- 2014년 3월 : 서울교육대학교 교육대학원 컴퓨터교육 재학
- 2011년 3월 ~ 현재 : 서울송중초등학교 교사
- 관심분야 : 정보영재교육, 컴퓨터프로그래밍교육, 로봇프로그래밍교육
- E-Mail : ideajjan@hanmail.net

김갑수(Kim, Kap Su)



- 1985년2월: 서울대학교 계산통계학과(이학사)
- 1987년2월: 서울대학교 계산통계학과전산과학(이학석사)
- 1996년2월: 서울대학교 계산통계학과전산과학(이학박사)
- 1987년 2월 ~ 1992년2월 : 삼성전자 정보통신연구소 연구원
- 1995년 3월 ~ 1998년8월 : 삼성전자 정보통신연구소 연구원
- 1998년 8월 ~ 현재 : 서울교육대학교 컴퓨터 교육과 교수
- 관심분야 : 소프트웨어 공학, 컴퓨터 교육, 정보영재교육, 이터닝
- E-Mail : kskim@snu.ac.kr