

초등학교 수학과 도형 영역의 학습 RIA의 개발

유태호⁰, 김갑수
서울도림초등학교⁰, 서울교육대학교 초등컴퓨터교육과
ythcap@naver.com⁰, kskim@snue.ac.kr

A Development of Rich Internet Application in the Space Figure of Elementary Mathematics

Tae Ho You⁰, Kab Su Kim
Seouldorim Elementary School, Seoul National University of Education

요 약

초등학교 수학과 도형 학습은 매우 추상적인 분야로 직관적인 이해를 돕기 위해 다양한 구체적인 조작이 요구되는데, 그 중에서 컴퓨터를 활용한 도형 학습은 학생들의 구체물을 이용한 학습의 한계를 극복할 수 있는 장점이 있다. 특히 Flex와 Flash를 이용하면 입체도형의 가상물의 제작 및 동적인 학습은 물론 사용상의 제약이 적어서, 공간의 한계를 극복할 수 있다. 본 연구에서는 초등학교 수학과 제 7차 교육과정의 입체도형 영역을 분석하여 학습요소를 추출하고 플래시의 드로잉 메서드를 바탕으로 학습요소별로 속성과 메서드를 정의하고 클래스를 설계하여 입체도형 객체를 생성하고 플렉스의 컴포넌트로 구성된 학습 어플리케이션의 틀을 설계하여 입체도형 객체가 플렉스의 어플리케이션 내에서 사용이 가능하도록 설계 개발하였다. 본 연구가 갖는 의의는 첫째, 초등학교 수학과 수준에 맞는 속성과 메서드를 갖도록 개발한 입체도형 객체를 활용하여 학습자의 입체도형에 자유로운 탐구활동 기회를 제공하여 보다 직관적이고 구체적으로 도형학습을 할 수 있도록 돕는다. 둘째, 플렉스를 활용함으로써 학습자의 쉬운 접근을 돕고 학습 어플리케이션 틀을 활용하여 기존에 개발되어 있는 수학과 플래시 파일들을 활용한 다른 수학과 영역의 학습 어플리케이션 설계 및 개발의 시간과 노력을 단축시키는데 있다.

1. 서 론

제 7차 교육과정 수학과 지도내용 중 도형 영역에는 기존의 평면도형, 입체도형 외에 공간 감각이라는 새로운 소영역을 넣어서 도형 영역을 강조하고 있다. 도형 영역을 강조하는 추세에 발맞춰 학교 현장에서 다양한 도형의 원리와 감각을 길러주기 위해 구체물과 반구체물을 수업에 다양하게 도입할 필요가 있다. 실제로 학교 현장에서도 학생의 구체적인 조작을 위해서 다양한 구체물을 활용하고 있으나, 이를 통해서 학생들은 도형 전반에 관한 원리나 감각을 귀납적으로 익히기에는 구체물이 한정되어 있어 매우 제한적이라고 할 수 있다. 주어지는 구체물을 관찰할 뿐 제작 및 변형에 대해서는 상당한 제한점이 있다.

이러한 도형학습의 제한점을 극복하기 위해서 컴퓨터 프로그램의 활용을 고려할 수 있

다. 이미 다양한 컴퓨터 프로그램의 활용을 통해서 도형영역에 관련한 학습 프로그램 및 모듈이 개발되어 있지만, 대부분의 학습 프로그램은 평면도형에 관련한 내용이 주류를 이루고 있다. 이러한 평면도형 영역과 관련한 많은 연구들은 다양한 학습 프로그램 방식으로 개발되고 있는데, 프로그램에 대한 개발 방향은 좀 더 사용자가 접근하기 편리하고 쉽게 조작할 수 있는 방향으로 개발이 이뤄지고 있다.

이에 본 연구에서는 Flash와 flex를 활용하여 프로그램을 설계하고 개발하고자 한다. Flash 무비와 Flex 어플리케이션도 Java와 마찬가지로 Flash Player(Flash 가상머신)가 설치되어 있어야 하지만 Java 가상머신과 달리 매우 적은 용량에 ActiveX 형태로 설치가 빠르고 간편하고, 거의 PC환경에 설치되어 있는 까닭에 친숙하고 편리하게 느껴질 수 있다. 또한 Flash로만 작성된 날개의 플래시 무비들이

Flex 어플리케이션에 묶여 하나의 통합적인 환경을 제공함으로써 학생들이 컴퓨터 조작에 필요한 시간을 단축시켜 학습 효율을 높인다.

Flash의 최대 장점은 웹 연동성으로 언제 어디서나 웹이 연결된 곳이라면 웹 브라우저를 이용하여 별도의 프로그램 없이 학생들이 쉽게 접근할 수 있어 현장에서 쉽게 활용이 가능하다. 또한 개발한 입체도형 Flash 무비들을 활용하여 초등학생 수준에 적합한 학습 RIA(Rich Internet Application)를 제작하고자 한다. 이 어플리케이션은 학생들의 자유로운 탐색을 통한 귀납적이고 직관적인 사고가 초등학생 인지 수준에 맞춰 쉽고 흥미로운 학습이 이뤄지게 하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 초등 도형 학습의 컴퓨터 활용에 대한 도형 학습 이론

1) Van Hiele의 기하 학습 수준이론

Van Hiele의 기하 학습 수준이론은 기하 학습의 수학화를 학습하는 방법적, 단계적 기초 이론이다. 이 이론에 의하면 학생들의 기하 학습 수준을 5개의 수준으로 나누는데, 학습함에 있어서 학생들은 $n-1$ 수준을 통과하지 않고 n 수준에 도달할 수 없으며, 수학적 사고는 모든 수준을 차례로 거쳐 발달한다고 하였다. 각 수준별로 관계 짓고 추리하는 과정이 달라 수준이 다르면 서로를 이해할 수 없다고 하였고, 이는 교사와 학생 간에 자주 발생하여 수학에서의 도형지도를 어렵게 한다고 하였다.

즉, Van Hiele의 기하 학습 수준이론을 통해 보듯이 학생들에게 추상적인 도형개념을 기하학습 수준이 다른 교사가 학생들에게 설명하고 이해하도록 돕는다는 한계가 있음을 알 수 있다. 따라서 학생들의 구체적인 조작을 통해 경험적인 지식을 얻도록 도와줄 도구가 필요하다는 것이다.[1]

2) Piaget의 공간 개념 발달 이론

학생의 도형이해에 관한 Piaget의 연구는 아동의 공간 개념 발달과 관련하여 심리학적 인 접근의 중심을 이룬다. 그는 학생의 공간

개념의 발달을 위상적 공간 개념에서 출발하여 사영적 공간 개념, 유클리드적 공간 개념으로 발달한다고 지적하였다.[1]

이러한 피아제의 연구를 통해 조작이라는 것은 행동의 조정과 내면화의 산물인 가역적 사고의 통합과정으로서 초등학교에서의 도형 교육은 활동적인 방법으로 접근해야 함을 알 수 있다.[2]

2.2 기존 도형 학습 프로그램의 분석

본 연구에서 설계하고 개발한 도형 학습 어플리케이션은 기존의 도형 학습 프로그램과 비교하면 그 필요성을 조금 더 명확하게 설명할 수 있다. 도형 학습 프로그램은 앞에서 언급한 바와 같이 초등학교 수준에서의 구체적인 조작활동의 보조도구로서 활용성이 높기에 많이 개발되어 왔다.

도형학습에서의 컴퓨터 활용에 관한 선행연구를 살펴보면 초등학교 수학교육에서는 PASS2000, Flash를 활용한 CAI 및 WBI 프로그램에 대한 연구가 많고, 중등학교 수학교육에서는 Mathematica, GSP 등의 소프트웨어와 자바 애플릿을 활용한 CAI 및 WBI 프로그램에 대한 연구가 많다.[3]

입체도형에 대한 도형 학습 프로그램에는 Poly, Wingeom, Cabri 3D 등이 있다. 입체도형에 대한 다양한 학습요소를 가지고 있는 훌륭한 프로그램이지만, 다양한 기능으로 인해서 초등학생들이 사용하기에는 너무 전문적이고 사용하기에 어려운 단점이 존재한다. 또한 데스크탑 어플리케이션으로 프로그램의 설치가 필요하고 비용에 대한 부담도 존재한다. 입체에 대한 개념이 부족한 초등학생에게 직접 입체도형을 생성해서 조작하는 활동은 위와 같은 프로그램들이 학습의 수단이 아니라 학습의 목적으로 변질될 우려가 있다.

인터넷 상에 다양한 플래시 입체도형 학습 프로그램들이 존재하는데 이러한 학습 프로그램들은 대부분 정해진 화면, 짜여진 스토리 내에서만 조작이 가능하여 주어진 문제에 대한 답을 찾기 위한 도구이지 학생들이 자유롭게 탐구하여 귀납적으로 입체도형에 대한 생각을

정리할 수 있도록 돕는 도구가 아니다. 플래시는 시작부터가 2D 애니메이션에서 시작해서인지 대부분의 학습도구 역시 애니메이션한 프로그램이 주류를 이루고 있다. 하지만 구체적 조작이 되지 않는 플래시 학습은 자바 애플릿보다도 질이 낮고 학습의 효과를 낮추게 된다.

본 연구에서 개발한 플래시와 플렉스를 활용한 도형 학습 프로그램은 앞에서 제시한 도형 학습 프로그램들의 한계를 보완하고 초등 학생에 적합한 학습 어플리케이션을 제작하고자 하는 목적을 가진다. 본 연구에서 플래시와 플렉스를 통해서 입체도형 학습 프로그램을 개발하였을 경우 다음과 같은 이점이 있다.

첫째, 웹상에서도 자유로운 활동이 가능하며 학습자의 반응에 따라 상호작용이 가능하도록 구현할 수 있다.

둘째, 시점이 고정되어 있는 3D 구현이 아니라 학습자의 조작에 의해서 실제 렌더링된 입체물을 조작함으로써 다양한 시점에서 확인할 수 있어 구체물을 대신하는 수업을 진행할 수 있다.

셋째, 입체도형별로 단편적인 학습을 진행하는 것이 아니라, 하나의 규격화된 모듈 내에서 교육과정 체계에 맞게 정리된 플래시 파일들이 실행될 수 있게 설계하여 보다 체계적인 입체도형 학습 프로그램을 개발할 수 있다.

2.3 Flash 액션스크립트에서의 3D의 구현

Flash 상에서 3D 오브젝트를 만드는 방법은 크게 4가지로 나뉘볼 수 있다.

첫째, 핸드 트레이싱이다. 외부 3D 프로그램을 이용하여 렌더링을 거쳐 만든 오브젝트들을 Flash로 импорт 시켜서 이 그림들을 바탕으로 Flash의 드로잉 툴을 이용하여 그림을 그리는 것이다. 많은 시간과 노력이 필요하다.

둘째, 비트맵 트레이싱이다. 외부 렌더링을 거쳐 만들어진 오브젝트를 импорт 해 와서 modify 메뉴의 Bitmap trace로 옵션을 적당히 조절 레스터 이미지를 벡터이미지화 하는 작업이다. 전자보다는 수월한 작업이지만 그림의 손상과 엄청난 용량은 해결하기 어렵다.

셋째, swift3D나 Vecta3D를 이용하여 이미

지를 벡터화하는 방법이다. 전자보다는 이미지의 손상이 적고 수고가 적어지지만 엄청난 용량은 어찌할 수 없다.

넷째, 플래시 상에서 점과 선을 이용하여 가상의 벡터 이미지를 만들어 내는 것이다. 외부의 프로그램이 필요 없고 Flash자체로 제작이 가능하다.

본 연구에서는 넷째 방법을 이용하여 가상의 3D 개체를 구현하는 것으로 Flash상에서 3D를 구현하였다.

2D전용프로그램인 Flash에서 3D 구현을 위한 x, y, z축의 설정은 수학에서의 그것과는 다르다. z축이 존재하지 않기에 z의 값은 `_xscale`, `_yscale`의 값으로 대신한다는 것이다. 평면의 모니터 상에서 똑같은 물체가 크기가 다를 경우 작은 물체는 더 뒤쪽에 있는 것으로 보이고 큰 물체는 앞에 놓여 있는 것으로 보인다. 이처럼 단순히 크기의 조절만으로도 원근감을 줄 수 있으며, 이는 `_xscale`, `_yscale`로 대신할 수 있다.

3. 입체도형 클래스와 학습 RIA의 개발

입체도형과 관련한 이론배경에 기초하여 초등학생 수준에 적합하고 입체도형 학습 효과를 높일 수 있는 도형학습 프로그램을 설계 개발 하였다. 입체도형 학습의 한계점이었던 다양한 입체도형에 대한 조작 및 탐구활동이 가능하게 하여 학생들의 학습 효과를 높이는 데 설계의 중점을 두었다. 특히나 학습과정 중에서 교수자와 학습자와의 상호작용을 높일 수 있도록 노력하였으며, 학습의 과정이 RIA를 통해 기존의 학습 프로그램보다 조금 더 빠른 반응과 개별화된 탐구학습이 가능하도록 설계하였다. 본 연구에서는 Flash와 Flex를 개발도구로 활용하였다.

3.1 개발 방향과 절차 및 도구

이번 연구는 기존의 프로그램들의 한계를 보완할 수 있는 Flash와 Flex를 이용하여 학습 프로그램을 개발한다. 단 초등학교 수학과 입체도형 영역에서 다루고 있는 직육면체, 정육면체, 각뿔, 원기둥, 원뿔 등으로 한정한다.

개발 방향은 다음과 같다.

첫째, Flash를 활용하여 표준 웹 환경에서는 기존의 학습 프로그램들에 비해서 별도의 어플리케이션 설치 없이도 접근이 가능하도록 하여 학습자가 보다 편리하고 빠르게 학습 프로그램에 접근할 수 있도록 환경을 제공한다.

둘째, 표준 웹 환경에 비해 유연하고 다양한 인터페이스를 제공하여 학습자의 학습 시간을 절약하고, 학습자의 흥미를 유발하여 학습효과를 높인다.

셋째, 학습 주제별 단위 학습이 가능하도록 하되 학습 주제별 전환이 보다 편리하게 구성하여 한 화면에서 학습의 주제가 전환되고 복수의 학습주제를 동시에 학습하도록 하여 학습 주제별로 학습자가 비교하면서 학습이 가능하도록 학습 환경을 제공한다.

개발의 절차는 플렉스를 활용하여 플래시 파일들을 통합하여 실행하면서 도형 관련 요소들을 학습할 수 있는 어플리케이션을 개발한다. 위에서 제시한 개발 방향에 맞춰서 입체도형 영역의 입체도형 클래스와 플래시 파일을 개발한다.

클래스 개발 단계의 절차는 객체 지향 분석과 설계의 원리에 따르고 다음과 같다.

첫째, 교육과정의 입체도형 영역의 내용 체계를 단계별, 제재별로 분석하여 객체로 구현할 입체도형 학습 주제를 선정한다.

둘째, 입체도형 학습 주제와 관련된 플래시 액션스크립트 클래스와 메서드를 분석한다.

셋째, 정리된 학습주제를 바탕으로 각 객체의 속성과 메서드를 각각의 무비클립으로 정의하여 생성한다.

넷째, 설계에 따라서 학습 객체의 클래스별로 메서드를 구현하여 무비클립을 연결하여 주제별로 플래시를 제작한다.

플렉스 어플리케이션 개발 절차는 다음과 같다.

첫째, 구현되어 있는 플래시 학습 객체들을 체계적으로 활용할 수 있도록 플렉스의 컴포넌트들을 활용하여 어플리케이션의 형태를 디자인한다.

둘째, 플렉스의 컴포넌트들의 유기적인 연결과 작동을 위해서 액션스크립트 3.0을 활용하여 스크립을 작성한다.

셋째, 활용 목적을 제시하고 구체적인 활동 내용을 안내하는 주제별로 목록을 구성한다.

넷째, 구현한 학습 어플리케이션을 탑재한 웹 사이트를 구축함으로써 교육용 RIA로 활용한다.

3.2 입체도형 학습 객체의 개발

1) 초등학교 수학과 교육과정의 분석

초등학교 수학과 수준에서의 입체도형을 정의하기 위해서는 초등학교 수학과 내용의 분석이 필요하다. 교육과정 내용의 분석을 통해서 초등학교 수준에서 필요한 입체도형 학습 요소의 추출과 각 입체도형 요소들을 통합적으로 정리할 수도 있다. 또한 이러한 통합을 통해서 각 학습 객체에서 학습요소로서 활용될 속성과 메서드의 기본적인 근거가 된다.

2) 플래시에서의 도형 객체 정의

플래시는 그래픽 에디터를 내장하고 있으면서, 프로그래밍 언어인 액션스크립트까지 가지고 있어서 디자인과 프로그래밍 영역을 모두 포함하는 이중적인 도구이다. 그 중 무비클립은 오래 전부터 객체지향 프로그래밍의 개념을 따르는 오브젝트였다. 실제로 무비클립은 무비클립 심벌을 정의하는 과정과 사용하는 과정으로 나뉘지는데, 라이브러리에 존재하는 무비클립 심벌은 클래스라 하고, 그것을 스테이지에 가져와 사용하는 것을 인스턴스라고 할 수 있다. 또한 무비클립 심벌은 사용하는 속성과 메서드를 가지고 있기 때문에 객체지향 언어에서 사용하는 클래스로서의 역할이 확실함을 알 수 있다. 따라서 무비클립은 눈에 보이는 형태를 가지고 있는 클래스라고 할 수 있다. [4]

도형 객체를 무비클립 형태의 클래스로서 정의하기 위해서는 도형의 개념정의를 기초로 속성과 메서드를 규정지어야 한다. 도형의 개념은 다음과 같다.

기하학에서의 물체의 연구는 그 물체가 어떻게 이루어져 있는가, 무게 또는 빛같은 어떤

가 등에 관해서는 전혀 문제 삼지 않고, 다만 그 위치와 모양, 크기만을 생각하게 된다. 따라서 물체를 이와 같이 생각할 때 비로소 도형이라는 말을 쓰게 된다. 평면 위에 있는 도형은 평면도형, 공간에 있는 도형은 공간도형이라 한다. 또, 공간도형에서 위치와 모양, 길이, 폭, 두께를 가지는 것을 입체도형이라고 한다.[5]

이와 같은 입체도형 개념정의에 기초하여 위치 모양 크기등과 관련된 내용을 속성으로 정의하고, 이러한 속성들에 접근하고 변경할 수 있는 연산들을 메서드로 정의하면 도형학습 객체들을 정의할 수 있다. 또한 평면도형에서 더 나아가 공간에서의 길이, 폭, 두께의 속성을 추가하여 메서드를 작성한다.

초등학교 수학과 수준의 도형객체를 각 도형마다 필요한 속성과 메서드를 분석하여 정리하였는데 그 예시는 <표-1>과 같다.

<표 1> 초등 도형객체의 속성과 메서드 예시

객체	속성과 메서드	
직육면체 / 정육면체	속성	<ul style="list-style-type: none"> • 육면체의 각 꼭지점의 위치(좌표) • 육면체의 각 꼭지점(점 객체) • 육면체의 각 모서리(선 객체) • 육면체의 종류(정육면체, 직육면체)
	메서드	<ul style="list-style-type: none"> • 육면체 객체 생성하기 • 육면체 객체 그리기 • 육면체의 각 꼭지점 위치 정하기 • 육면체의 각 꼭지점 좌표 구하기 • 육면체의 각 모서리 구하기 • 육면체의 각 모서리 길이 구하기 • 육면체의 각 면의 넓이 구하기 • 육면체의 겉넓이 구하기 • 육면체의 부피 구하기 • 육면체의 종류 타입 구하기

초등학교 수학과 교육과정에 근거하여 입체도형 요소와 학습요소를 바탕으로 교육과정 내용체계에 맞는 입체도형 학습 RIA를 개발하였다. 이는 기존 CAI나 WBI와는 달리 학생들의 자유로운 조작활동이 가능하면서 기존의 인터페이스에 비해 조금 더 직관적이고 유연한 UI를 구현하였다. 또한 학생들의 주제간 전환에 있어 기존의 학습 어플리케이션에 비해 전환속도가 빠르고 복수의 주제를 동시에 수행할 수 있다. 학습자와 교수자 사이에 상호작용이 가능하도록 상호 의견 교환이 가능한

대화창을 구현하여 원거리에서도 학습자가 충분한 학습효과를 거둘 수 있다.

학습내용은 수학과 도형영역 중에서 입체도형과 공간감각을 중심으로 선정하였고, 길이, 도형요소, 넓이, 부피 등의 입체도형과 관련된 것 들이다. 본 연구에서 구현한 입체도형 클래스들의 객체들은 초등학교 수학과 교육과정에서 필요한 속성과 메서드를 가지고 있다.

3.3 입체도형 클래스의 구성

본 연구에서 개발한 입체도형 객체들의 클래스의 구성은 초등학교 교육과정 내용에 알맞게 <표 2>와 같이 구성하였다.

<표 2> 입체도형 클래스의 구성

객체	클래스	상위 클래스	메소드
점	점	.	점 이동 및 회전
선	선	.	
삼각형 / 사각형	면	.	
삼각뿔 / 사각뿔 / 오각뿔 / 육각뿔	뿔	입체	
삼각기둥 / 사각기둥 / 오각기둥 / 육각기둥 / 정육면체 / 직육면체	기둥		
원뿔	원뿔		
원기둥	원기둥		

3.4 학습 어플리케이션의 개발

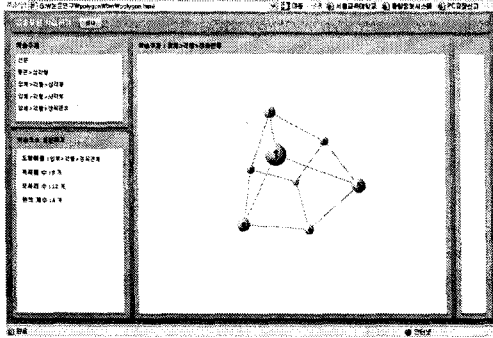
플래시 상에서 구현한 입체도형 객체들은 각각 독립적으로 실행이 가능한 단위 학습 프로그램이다. 플래시 내의 프레임에 액션스크립트로 인터페이스 메서드를 삽입하였기 때문에

<표 3> 학습어플리케이션 화면구성

학습 주제 목록	학습창 1 (개체 선택시 제시됨)	학습창 2 (1번창과 비교학습)
학습 요소 확인	학습 안내 창	

웹 브라우저나 Flash player를 활용하여 독립적으로 실행이 가능하다. 학생들의 탐구는 마우스의 움직임을 통해서 간단히 가능하며 학습요소 확인 컴포넌트에서 선택한 입체도형에 대한 학습 요소들을 확인할 수 있다. 전체적인 화면 구성은 <표 3>과 같고 개발된 RIA의

화면 예시는 <그림 1>과 같다.



<그림 54>입체도형 학습 RIA 학습장면

4. 결론 및 향후 연구과제

초등학교 수학과 입체도형 학습은 상당히 추상적이어서 구체적 조작을 통해 직관적 이해를 바탕으로 학습하는 것이 발달단계상 적합한 초등학생에게 컴퓨터를 활용한 도형학습은 교실 수업 환경의 한계를 극복할 수 있다. 특히나 입체도형 학습 RIA의 경우 웹을 기반으로 하고 있어 그 활용성이 교수 학습 자료로서 뿐만 아니라 방과 후 학생들의 자기 주도적 학습 도구로서의 활용이 가능하다. 본 연구는 기존의 “초등학교 수학과 평면도형 영역의 자바 클래스와 애플릿 개발”(노현정, 2005)에서 다음과 같은 점을 발전시켰다.

<표 4> 선행 연구와의 비교분석

항목	노현정, 2005	본 연구
개발도구	Java SDK	Flex 2.0, Flash CS3 액션스크립트 2.0, 3.0
활용 매서드	Graphic 클래스 변용	MovieClip drawing 매서드 변용
학습영역	초등 평면도형 영역	초등 입체도형 영역 + 평면도형 일부
화면구성		창의 배치를 바꾸었지만 내용은 차용함
화면조작	팝업 메뉴로 조작	마우스의 움직임과 클릭만으로 조작 가능, 보다 직관적임
학습방법	주제별 학습	주제별 학습

본 연구에서 개발한 입체도형 학습 RIA는 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

첫째, 정해진 순서에 따른 보기만 하는 도

형학습이 아니라 학생 인지수준에 맞는 직관적 학습이 가능하다는 것이다.

둘째, 도형의 생성과 자유로운 조작을 통해서 입체도형의 성질을 스스로 탐구할 수 있다.

셋째, 학습 RIA는 웹상에서 별도의 프로그램의 설치 없이도 손쉽게 활용이 가능하다.

넷째, 구체물을 활용하는 학습의 비효율성을 줄이고 학생들의 학습에 대한 흥미를 높일 수 있다.

향후 본 연구에서 개발된 학습 RIA를 활용하여 교수학습 과정에 자료로서 그 효과를 검토하고 자기 주도적 학습에 얼마만큼의 효과가 있는지를 검토할 필요가 있다.

또한 플렉스로 제작된 학습 어플리케이션들은 기존에 제작되어 있는 플래시 자료들을 통합할 수 있는 것으로 도형영역 이외의 다른 영역에 대한 학습 어플리케이션 제작에 재사용이 가능하여 향후 개발의 시간과 노력을 단축시킬 수 있을 것으로 기대된다.

5. 참고문헌

- [1] 손희진, “초등학교 6학년 학생들의 입체도형에 대한 개념이해와 공간 감각에 대한 실태 분석”, 한국교원대학교 교육 대학원, 석사 학위 논문, 2007.
- [2] 강지형, 김수환, 라병소, 박성택, 이의원, 이정재, 정은실, “7차 교육과정에 의한 초등수학교육”, 동명사, 1999.
- [3] 이민희, “초등학교 수학과 도형영역의 클래스 계층구조”, 한국정보교육학회 2003년 동계학술발표논문집, 제8권, 제1호, pp.187-194, 2003.
- [4] 양주일, “플래시 MX2004 액션스크립트 2.0” 길벗, 2004.
- [5] 노현정, “초등학교 수학과 평면도형 영역의 자바 클래스와 애플릿 개발”, 서울교육대학교 교육대학원 석사학위 논문, 2005.
- [6] 김분영, “초등수학 도형 영역의 지도 내용 계열 분석”, 서울교육대학교 교육대학원 석사학위 논문, 2006.