

수와 연산 학습을 위한 클래스기반 학습 애플릿 개발

김민정*, 민미경**, 김갑수***

요약

수학과의 학습은 학습자가 구체적인 조작을 통해서 개념을 학습한다. 그러나 웹에서 구현되는 대부분의 콘텐츠들은 정적이며 학습자와의 상호작용에 제약이 많다. 이런 제약 조건을 극복하고 학생들의 인지적인 단계에 적합한 동적인 상호작용을 위한 콘텐츠 개발이 필요하다. 이에 본 연구에서는 초등수학에서 수와 연산 영역의 교육과정 분석하였다. 이를 기반으로 객체지향설계원리를 이용하여 학습 애플릿에 필요한 "수 클래스"를 설계하고 구현하였으며, 구현된 "수 클래스"를 기반으로 클래스기반 "수와 연산 학습 애플릿"을 개발하였다. 클래스기반 '수와 연산 학습 애플릿'은 초등학교 수학과와 '수와 연산' 영역 교육과정을 토대로 학습 주제를 선정하였으며, 각 학습 주제에 따라 소단위 프로그램으로 제작하였다. 이 학습 애플릿은 자유로운 조작과 탐구활동을 통해 수와 연산의 개념과 원리를 학습할 수 있도록 한다. 이것은 학생들의 동적인 상호 작용을 강화한다.

Development of Class-Based Learning Applet on Numbers and Number Operations

MinJeong Kim* , MeeKyung Min**, Kapsu Kim***

Abstract

Students develop mathematical concepts through concrete operations in the area of mathematics. However, most of the learning contents provided on the web are not interactive and limit interactions with learners. To overcome the limitations, there have been needs to develop learning contents to support active interactions with students according to their cognitive levels. In this study, the curriculum of numbers and number operations in elementary mathematics was analyzed. Based on the object-oriented design principle, "Number Classes" on numbers and number operations were designed and implemented. A class-based learning applet was developed with theses "Number Classes". It was developed in small unit programs based on learning themes of mathematics in elementary schools. With this learning applet, the active explorations through easy operations will help students to learn concepts and principles of numbers and number operations. It will strengthen active interactions of students with computer.

Keywords : 수, 연산, 학습, 클래스, 객체지향, 애플릿

1. 서론

초등학교 수학과와 학습은 초등학생의 인지 수준에 따라, 주로 생활 주변 현상이나 구체적 사실을 학습 소재로 하는 구체적 조작 활동을

통하여 그 원리나 법칙을 학생 스스로 발견하고 해결할 수 있는 기회를 제공하여야 한다. 따라서 초등학생들이 수와 연산의 여러 개념과 원리를 제대로 이해하기 위해서는 구체적인 조작물이나 시각적인 표상이 제공되어야 한다. 그러나 실물로써 구체물을 제공하는 것은 현실적으로 많은 제약이 따르므로 하나의 대안으로 컴퓨터 프로그램을 고려해 볼 수 있다. 컴퓨터가 가지고 있는 그래픽·시뮬레이션 등의 시각적 기능과 신속한 처리 능력, 접근의 용이성, 조작의 편리함 등은 실물을 활용한 조작 활동에서의 비효율성을 줄이고 학습자가 역동적으로 수학 개념을 탐

※ 제일저자(First Author) : 김민정
접수일자:2007년06월27일, 심사완료:2007년06월28일
* 서울구암초등학교 교사
yulban@paran.com
** 서경대학교 컴퓨터과학과 교수(교신저자)
*** 서울교육대학교 컴퓨터교육과 교수

구할 수 있는 학습 환경을 제공해 줄 수 있다. 그리고 학습자 중심의 개별 학습을 가능하게 하여 학습자가 자신의 수준에 맞는 학습을 스스로 할 수 있는 기회를 제공하며 컴퓨터 프로그램의 시각적인 효과는 학습에 대한 흥미도를 높일 수도 있다. 특히 수학과와 연산 영역의 경우 각 단계별로 수의 종류와 범위 제한을 통하여 간단한 하나의 학습 프로그램으로 초등학교 수학과와 전 단계의 연산을 다룰 수 있어 학습자의 능력에 따라 역동적인 학습을 가능하게 한다[11].

따라서 컴퓨터를 활용한 수학 학습에 관한 다양한 연구가 이루어지고 있으며 다양한 교육용 소프트웨어도 개발되고 있다. 컴퓨터를 활용한 수학 학습 프로그램은 다양한 형태가 있는데 최근에는 웹을 기반으로 한 코스웨어와 플래시를 이용한 교수 학습 자료를 많이 제작하고 있다. 수학 학습 프로그램의 한 종류인 CD-ROM으로 제작된 프로그램은 학습자가 쉽게 구할 수 없다는 단점이 있다. 그리고 웹 상의 접근이 가능한 코스웨어나 멀티미디어 교수 학습 자료는 특정 학습 주제에 국한되어 있거나 학습자가 구체물을 조작하고 그 변화를 통하여 개념과 원리를 이해하기 어려운 경우가 대부분이다. 그에 반해 자바 애플릿은 학습자가 웹을 통해 쉽게 접근하여 모델화한 구체물을 통하여 수 개념과 연산의 원리를 학습할 수 있고, 사용자의 입력과 그에 따른 반응을 통해 실시간 상호작용이 가능하다는 장점을 가지고 있으며 소프트웨어에 대한 비용이 들지 않고 업데이트가 용이하다. 인터넷에는 수학교육 관련 자바 애플릿 사이트가 있지만 초등학생의 인지 수준에 적합한 것은 찾아보기 힘들며, 대체로 단편적인 학습 요소에 대한 애플릿을 모아둔 것에 불과하다[4].

따라서 본 연구에서는 수학과 수와 연산 영역을 분석하여 이를 바탕으로 초등학생의 인지 수준에 적합한 수와 연산 영역의 자바 클래스를 구성하고 그 계층구조를 설계하고자 한다. 그리고 이를 바탕으로 초등학교의 수학과 학습에 맞는 자바 클래스를 구현하고자 한다. 이는 향후에 구조화된 클래스 라이브러리를 활용하여 수와 연산 영역에 관련된 자바 애플릿 및 교육용 소프트웨어를 제작할 때 시간과 노력을 줄여 효율적 프로그래밍을 하기 위함이다.

아울러 본 연구에서는 수학과 수와 연산 영역

에 대하여 학습자의 특성에 적합하고 체계적인 접근이 가능한 자바 학습 애플릿을 제작하고자 한다. 이는 기존의 수학 학습 프로그램의 문제점을 보완하여 학습자가 구체적인 조작활동을 통하여 귀납적으로 수의 개념과 연산의 원리를 학습하도록 하는 목적을 가진다.

2. 초등학교 수와 연산 영역의 학습

2.1 수와 연산 학습과 구체물의 활용

Piaget에 의하면 초등학교 학생들의 인지 단계는 구체적·조작적 사고기이므로 아이들은 현실 상황에서의 직접적인 관찰이나 구체물이나 반구체물을 이용한 구체적 조작 활동을 통해서만 사고가 가능하다. 따라서 수학적 지식을 구성하는 방법 또한 학생들이 수학적 경험을 하고, 탐구하는 활동을 하며 문제를 조사하고 분석하여 해결하는 경험을 바탕으로 생각해서 이루어지도록 권장하고 있다.

초등학교 학생이 수학적 경험을 통해 지식을 구성하는 방법이 주로 구체적 조작 활동을 통하여 이루어진다는 점을 감안하여, 새로운 개념이나 내용의 학습 지도 과정에 가능한 구체적 조작 활동을 해보일 수 있거나 학생 스스로 실험해 볼 수 있는 도구를 활용하는 것이 매우 바람직하다. 따라서 기존의 시청각 기자재 외에도 수학 활동이나 수학적 사고 실험을 구체적으로 해 볼 수 있도록 고안된 교육용 프로그램의 활용을 적극 권장할 필요가 있다[1].

초등학교 학생들의 수학 학습에서 수와 연산 영역의 학습은 추후 수학 학습에 중요한 기초가 된다. 특히 수와 연산의 감각 발달은 학생들에게 수의 다양한 표상 방법 및 수 체계 사이의 관계를 이해하도록 하고, 연산의 의미와 상호간의 관련성을 이해하도록 한다. 또한 다양한 계산 방법의 추구 등을 통한 사고의 유연성을 길러 수학적 사고력을 얻을 수 있게 한다. 이러한 수와 연산의 감각 발달은 다양한 모델을 사용한 구체적 조작 활동, 자신의 생각을 표상하는 활동, 활발한 의사소통이 전개될 수 있는 활동 중심의 교수·학습으로 전개될 때 효과적으로 발달될 수 있다[7].

초등학교의 수학과 학습에 있어서 다양하고

흥미로운 그래픽과 동영상, 애니메이션 등의 멀티미디어 요소와 학습자가 쉽게 자료를 찾아갈 수 있는 인터넷의 하이퍼미디어 기능, 그리고 직관 및 구체물 활동을 통하여 모델을 만들고 개념을 약속하는 과정으로 구성된 수학 학습 프로그램은 학생들의 학습에 대한 흥미를 높여 아동들이 창의적이며 자기주도적인 학습을 할 수 있으며 그 과정을 통하여 수와 연산의 올바른 개념을 형성할 수 있다[10].

2.2 기존의 수와 연산 학습 프로그램의 문제점 및 개선 방향

수와 연산 학습 프로그램 개발을 위한 클래스 개발의 필요성은 기존 수학과와 수와 연산 학습 프로그램의 분석을 통해 명확하게 설명될 수 있다. 이론적 배경을 통해 보았듯이 초등학교 수학과와 학습은 현실 상황에서 직접적으로 관찰하거나 구체물이나 반구체물을 이용한 구체적 조작 활동을 통해서만 사고가 가능하나 구체물이나 시각적 자료는 그 시간적 공간적 제약으로 인하여 부분적인 활용에 그치고 있는 실정이다. 이러한 학습 환경에 따른 한계를 극복하기 위한 수단으로 제기되고 있는 것이 컴퓨터이다. 그래서 초등학교들이 흥미를 가질만한 다양한 교육용 소프트웨어와 교수 학습 자료가 개발되어 왔다.

그 중에서 초등 수학 교육에 해당하는 프로그램은 주로 Flash를 이용한 웹 저작물이나 CD-ROM 자료가 많다. 본 연구와 같이 자바 언어로 제작된 프로그램은 주로 중등 수학 교육 위주였으며 체계성이나 통합성이 없이 단순히 애플릿을 항목별로 탑재해 놓은 것에 불과하다. 초등 수학 교육에 해당하는 프로그램의 경우에는 대체로 단편적인 학습 요소에 대한 애플릿으로 구성되어 있었고 그것도 한두 가지 주제에 대한 애플릿만이 탑재되어 있다.

Flash와 CD-ROM으로 구현된 자료는 그 수는 많으나, 학습자가 직접 구체적인 조작을 통해 자발적으로 개념을 형성하기가 어렵고 매 실행 때마다 같은 수의 연산이 반복적으로 이루어지게 되어 암기식 학습이 될 우려가 있다. 또한 수와 연산 영역의 계통성을 살리지 못하고 단편적인 학습 단계별 학습으로 이루어져 있다. 따라서 학습자가 구체적인 조작을 통해 개념을 형성할

수 있고 수학의 계통성을 살릴 수 있는 프로그램의 개발이 필요한 실정이다.

3. 수 클래스와 수와 연산 학습 애플릿의 개발

3.1 수 클래스와 수와 연산 학습 애플릿의 설계

3.1.1 수 클래스의 설계

초등학생의 인지 수준에 적합한 수와 연산 학습 프로그램을 설계하기 위한 클래스를 구성하고 그 계층구조를 정립하기 위해서는 우선 초등학교 수학과와 수와 연산 영역의 내용을 분석할 필요가 있다. 초등학교 수학과와 수와 연산 영역을 분석함으로써 초등학생이 학습해야 할 수와 연산 학습 요소를 추출할 수 있고 이는 수와 연산 요소별로 필요한 학습 요소를 통합적으로 정리할 수 있어 수와 연산 객체의 속성과 메소드 정의로 연결된다.

먼저 수학과와 수 영역 내용을 살펴보면 0과 자연수 영역은 한 자리 수에서부터 점차 십진기수법의 원리에 따라 단계별로 그 범위가 확장되어, 다섯 자리 이상의 큰 수까지 다루고 있으며 기본 개념은 '4-가'단계까지만 다룬다. 분수 영역은 '3-가'단계에서 등장하여 '6-가'단계까지 다룬다. 소수 영역은 소수 첫째 자리 수는 소수의 도입으로 '3-나'단계에서 다루고 자세한 부분은 '4-나'단계에서 다룬다. 소수의 경우 자연수의 십진기수법을 통하여 학습한 내용과 연계되므로 2개 단계에서만 다루고 있다.

다음으로 수학과 연산 영역의 내용을 살펴보면 크게 네 가지 영역인 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈으로 나눌 수 있으나, 각각의 원리를 알아보는 단원을 제외하고는 덧셈과 뺄셈, 그리고 곱셈과 나눗셈은 역연산의 관계에 있어 교육과정 상에서 함께 다루고 있다. 초등학교의 수준에서는 0과 자연수, 분수, 소수의 세 가지 수 영역에서 사칙연산을 모두 다루고 있으나, 각 단계별로 다루는 수의 범위가 다르며 수의 종류에 따라 단계성을 이루고 있다. 주로 0과 자연수의 연산을 먼저 다루고 이후에 분수와 소수를 학습하며, 각 수 영역별 연산을 먼저 다루고 여러 수 영역의 통합 연산을 다룬다. 초등학교의 수학과에서 다루는 수 영역은 모두 음수를 제외한 수를 다루

고 소수의 경우 소수 셋째 자리 수까지만 다루므로 특히 백셈과 나눗셈의 연산 영역을 다룰 때는 단계별 수의 범위 제한뿐만 아니라 연산 결과로 나타날 수도 고려해야 한다.

교육과정의 학습 내용 체계를 분석한 결과 수의 종류 및 연산의 종류에 따라 각 단계에서 계통성을 이루고 있음을 알 수 있다. 다시 말해 수

의 종류와 크기 등의 조건의 조절을 통해 하나의 메소드로 여러 단계의 동일 주제 학습이 가능하도록 구성되어 있다. 따라서 계통성을 이루고 있는 공통 학습 주제에 따라 학습 요소를 다시 정리하되 실제 학습 상황을 고려하여 <표 1>과 같이 세부 학습 요소로 정리하였다. 여기에서 학습의 단계는 고려하지 않았으며, 공통적인 주제는 같이 묶어 정리하였다.

<표 1> 수와 연산 요소와 세부 학습 요소

수와 연산 요소		세부 학습 요소
주제	수	
약속하기	0과 자연수	모형을 보고 수로 나타내기, 수를 보고 문자로 나타내기 문자를 보고 수로 나타내기 1, 10, 100, 1000, 만 이상의 자리 읽기/쓰기
	읽기/쓰기	모형을 보고 분수로 나타내기 분수 읽기/쓰기, 분수의 종류 알기 자연수의 나눗셈을 분수로 나타내기
	소수	모형을 보고 소수로 나타내기, 소수 읽기/쓰기
순서 대소 비교	0과 자연수	모형 이용하여 비교하기, 1, 10, 100, 1000의 자리 비교하기 큰 수 비교하기(단위별로)
	분수	그림으로 나타내어 비교하기 분자 비교하기, 분모 비교하기, 동분하기
	소수	그림으로 나타내어 비교하기, 정수부 비교하기 소수 첫째, 둘째, 셋째 자리 비교하기
덧셈	0과 자연수	덧셈식으로 나타내기, 모형 이용하여 더하기 1, 10, 100, 1000의 자리 더하기 받아올리는 수 더하기
	분수	덧셈식으로 나타내기, 그림으로 나타내어 더하기 분자끼리 더하기, 정수부끼리 더하기 분모 비교하여 동분하기, 받아올림 처리하기 분수 종류 파악하여 가분수는 대분수로 나타내기
	소수	덧셈식으로 나타내기, 그림으로 나타내어 더하기 소수 첫째, 둘째, 셋째 자리 더하기 정수부 더하기, 받아올림 처리하기
백셈	0과 자연수	백셈식으로 나타내기, 모형 이용하여 빼기 1, 10, 100, 1000의 자리 빼기 받아내리는 수 하위 자리에 더하기
	분수	백셈식으로 나타내기, 그림으로 나타내어 빼기 분자, 정수부끼리 빼기, 분모 비교하여 동분하기 분수 종류 파악하여 가분수는 대분수로 나타내기 받아내림 처리하기
	소수	백셈식으로 나타내기, 그림으로 나타내어 빼기 소수 첫째, 둘째, 셋째 자리, 정수부끼리 빼기 받아내림 처리하기
곱셈	0과 자연수	곱셈식으로 나타내기, 두 수 바꾸어 곱하기 최소수를 승수의 각 자리별로 곱하기 받아올림 처리하기
	분수	곱셈식으로 나타내기, 분자끼리 곱하기(자연수 포함) 분모끼리 곱하기, 가분수는 대분수로 나타내기 분자와 분모의 최대공약수 찾아 기약분수로 나타내기
	소수	곱셈식으로 나타내기, 소수를 자연수처럼 곱하기 소수점 이동하기, 받아올림 처리하기
나눗셈	0과 자연수	식으로 나타내기, 똑같이 나누어보기 몫 알아보기, 나눗셈 검산하기 외계수의 큰 자리 수부터 크기 비교하며 나누기
	분수	분수를 자연수로 나누기 나누는 수를 역수로 취하여 곱셈하기
	소수	모형 이용하여 나누기, 소수를 자연수의 나눗셈처럼 나누기 소수점 위치 이동하기, 소수를 분수로 바꾸어 나누기
기타	0과 자연수	약수/공약수/최대공약수, 배수/공배수/최소공배수
	분수	동분하기, 약분하기

1) 수 객체의 정의

객체는 각각의 객체가 포함하는 자료(속성)를 기술하는 부분과 객체가 나타내는 행동(메소드)을 기술하는 부분으로 표현된다. 따라서 수와 연산 객체를 정의하기 위해서는 수 개념 및 연산의 원리를 기초로 속성과 메소드를 규정해야 한다.

수와 연산의 개념 정의는 다음과 같다. 수는 셀 수 있는 사물의 많고 적음, 크고 작음, 순서, 위치 등을 표시하기 위해 사용되는 기호들이다. 그리고 연산은 수, 함수 등에서 일정한 법칙에 따라 결과를 내는 조작으로 여기에서는 초등학교 수학과 교육과정에서 다루는 사칙연산을 의미한다. 따라서 수와 연산의 객체는 수와 연산의 개념 정의에 따라 수의 크기와 관련된 요소들 속성으로 가지며, 이러한 속성에 접근하고 조작할 수 있는 연산을 메소드로 가진다.

교육과정 분석의 결과 수와 연산 영역에서 다루는 수의 범위가 제한적이고 실제 학습 상황에서 학습자가 다루는 수가 각 자리별로 이루어지므로 수와 연산 영역의 객체 규정도 학습 상황을 고려하였다.

0과 자연수 영역에서 '0'은 자연수는 아니지만 한 자리 자연수와 함께 다룰 수 있으므로 따로 두지 않고 한 자리 자연수에 포함하였다. 다섯 자리 이상의 자연수는 초등학교 단계에서는 수의 개념 학습만 다루고 연산은 다루지 않는다. 또한 다섯 자리 이상의 자연수는 읽을 때 네 자리씩 띄어 읽으므로 네 자리 자연수 객체를 활용할 수도 있으나, 더욱 분명하게 정의할 수 있도록 따로 구분하였다. 분수 영역은 분수의 종류에 따라 객체를 규정하였으며, 가분수의 경우 진분수와 형태가 유사하기 때문에 진분수와 함께 정의할 수도 있으나 기본 개념이 다르므로 따로 규정하였다. 소수 영역은 자연수 영역과 마찬가지로

지로 각 자리의 숫자에 따라 객체를 다르게 규정하였다.

클래스는 유사한 객체들의 공통된 특징들을 추상화한 것이다. 클래스는 그 클래스에 속한 모든 객체가 가질 속성과 실행해야 할 메소드를 정의한다. 그러므로 클래스를 만들기 위해서는 각 객체의 공통된 속성과 메소드를 분석하는 과정이 우선되어야 한다.

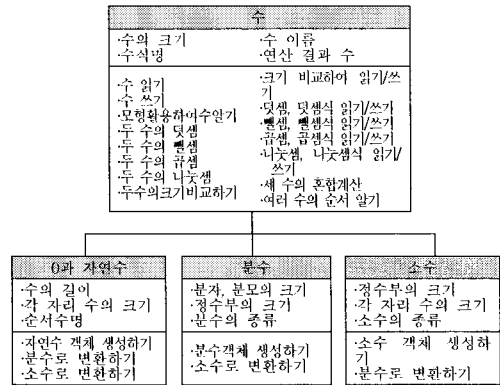
<표 2>는 교육과정을 기초로 객체들의 공통되는 속성과 메소드를 분석한 것이다. 세부적인 연산은 간략하게 제시하였으며 메소드 순서는 대상이 되는 수의 개수에 따라 제시하여 점선으로 구분하였으며 수의 개수가 같은 항목들 사이의 우선순위는 고려하지 않았다.

<표 2> 객체의 공통 속성 및 메소드

객체	속성과 메소드	수 이름	
0과 자연수	속성	수 이름 수 순서 이름 수식명 연산결과 자연수	
	메소드	일의 자리 수	·자연수 모형 옮기기
		십의 자리 수	·분수로 변환하기
		백의 자리 수	·소수로 변환하기
		천의 자리 수	·크기 비교하여 읽기/쓰기
		·자연수 객체 생성하기	·덧셈, 덧셈식 읽기/쓰기
		·0, 자연수 읽기/쓰기	·뺄셈, 뺄셈식 읽기/쓰기
		·순서수 읽기	·곱셈, 곱셈식 읽기/쓰기
		·두 자연수 크기 비교하기	·나눗셈, 나눗셈식 읽기/쓰기
		·두 자연수의 덧셈	·여러 자연수의 순서 알기
·두 자연수의 뺄셈	·새 자연수의 혼합계산		
분수	속성	·분자 ·분모 ·대분수의 정수부 ·분수의 종류 ·분수 모형 옮기기 ·분수 읽기 ·분수 쓰기	
	메소드	·분수 객체 생성하기	·크기 비교하여 읽기/쓰기
		·두 분수 크기 비교하기	·덧셈, 덧셈식 읽기/쓰기
		·두 분수의 덧셈	·뺄셈, 뺄셈식 읽기/쓰기
		·두 분수의 뺄셈	·곱셈, 곱셈식 읽기/쓰기
		·두 분수의 곱셈	·나눗셈, 나눗셈식 읽기/쓰기
		·두 분수의 나눗셈	·여러 분수의 순서 알기
		·분수와 자연수의 혼합계산	·분수와 자연수의 혼합계산
		·분수의 혼합계산	·분수와 소수의 혼합계산
		·소수와 자연수의 혼합계산	·소수 이룸
소수	속성	·수식명 ·연산결과 소수	
	메소드	·소수 한 자리 수	·소수 모형 옮기기
		·소수 두 자리 수	·분수로 변환하기
		·소수 세 자리 수	·소수 객체 생성하기
		·소수 자연수부	·소수 읽기/쓰기
		·소수 객체 생성하기	·소수 모형 옮기기
		·소수 읽기/쓰기	·분수로 변환하기
		·두 소수 크기 비교하기	·크기 비교하여 읽기/쓰기
		·두 소수의 덧셈	·덧셈, 덧셈식 읽기/쓰기
		·두 소수의 뺄셈	·뺄셈, 뺄셈식 읽기/쓰기
·두 소수의 곱셈	·곱셈, 곱셈식 읽기/쓰기		
·두 소수의 나눗셈	·나눗셈, 나눗셈식 읽기/쓰기		
·여러 소수의 순서 알기	·소수와 자연수의 혼합계산		
·새 소수의 혼합계산	·소수와 분수의 혼합계산		

2) 클래스 구성과 계층 설계

<표 2>에서는 교육과정을 바탕으로 수와 연산 객체들의 공통적인 속성과 메소드를 분석하였다. 여기에서 자연수, 분수, 소수는 “모형 활용하기, 읽기, 쓰기, 크기 비교하기, 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈, 연산 읽고 쓰기, 순서 알기, 혼합 계산”의 공통적인 메소드를 가지고 있다는 점을 확인할 수 있다. 따라서 유사한 특징을 가지고 있는 세 종류의 수를 추상화하여 클래스를 구성할 수 있다. (그림 1)에서는 객체를 추상화하여 구성된 클래스의 계층구조를 나타내었다.



(그림 1) 수와 연산 클래스의 계층 구조

초등학교 수학과와 모든 수의 연산에서의 공통적인 요소를 모아 「수」 클래스를 구상하였으므로 수와 연산 클래스의 계층구조에서 「수」 클래스를 최상위 클래스로 규정한다.

0과 자연수는 학습의 과정에서 함께 나타나므로 같은 클래스 내에 포함된다. 그리고 「0과 자연수」, 「분수」, 「소수」 클래스가 모두 「수」 클래스를 상속한다.

3.1.2 수와 연산 학습 애플릿 설계

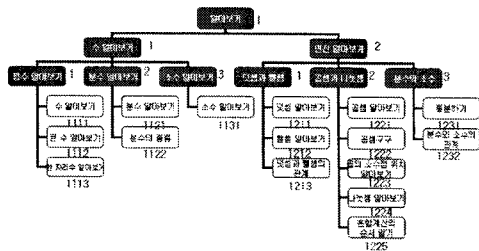
1) 학습 애플릿 개발의 주안점

수와 연산 학습 애플릿은 학생들의 수준을 고려하여 구체적이며 자유로운 조작 활동을 통해 개념을 형성할 수 있는 방향으로 개발한다. 또한 초등학교 수학과와 수와 연산 영역은 수의 종류와 크기 등의 조건의 조절을 통해 하나의 메소드로 여러 단계의 동일 주제 학습이 가능하도록 구성되어 있다. 따라서 수의 종류 및 범주 통합적으로 구성하여 수와 연산 학습을 통합적으로

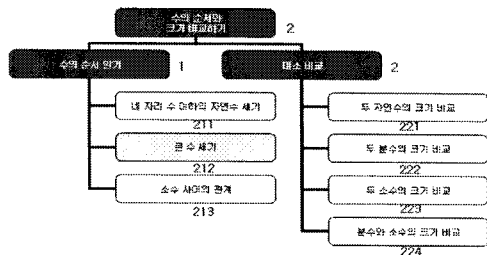
수행할 수 있는 통합 학습 주제를 선정하고 그 중에서 구체적 조작을 통한 개념 형성이라는 목적에 부합하는 학습 애플릿 구현 주제를 선정하여 개발하였다. 이 때, 중복되거나 기초 개념을 형성할 수 있는 주제를 통한 학습을 바탕으로 학습자의 논리적 사고력을 통하여 개념을 발전시킬 수 있는 주제는 제외하였다.

2) 통합 학습 주제 선정

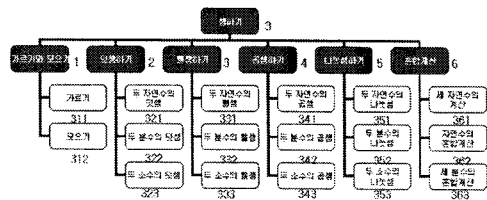
수와 연산 통합 학습 주제 선정은 기본적으로 초등학교 수학과 7차 교육과정에 근거하여 '1-가'단계부터 '6-나'단계의 수와 연산 영역을 분석한 결과 40개의 통합 학습 주제를 선정할 수 있었으며 선정된 통합 학습 주제의 구성도는 (그림 2), (그림 3), (그림 4)와 같다.



(그림 2) 학습 애플릿 구성도 1



(그림 3) 학습 애플릿 구성도 2



(그림 4) 학습 애플릿 구성도 3

상단의 파란색으로 나타낸 부분은 대주제이며 아래쪽의 노란색으로 나타낸 부분이 통합 학습 주제이다. 우측과 하단의 숫자는 주제의 번호이다. 학습 주제는 크게 3가지로 분류하여 수와 연산의 개념의 학습 주제, 크기 및 순서의 학습 주제, 셈하기 학습 주제로 분류하였다. 수와 연산의 개념을 학습하는 주제는 '알아보기'라고 하여 수의 개념, 연산의 개념을 학습할 수 있는 주제이다. 수 알아보기는 수의 종류인 0과 자연수, 분수, 소수의 개념을 학습할 수 있는 주제로 구성하였고, 연산 알아보기는 사칙연산의 개념을 학습할 수 있는 주제로 구성하였다. 각각 세부 주제별로 구성도로 나타내었다. 크기 및 순서의 학습 주제는 수의 개념 중에서도 크기를 비교하거나 두 수 사이의 관계를 알아보는 주제들로 구성하였다. 셈하기의 경우에는 덧셈과 뺄셈의 기초가 되는 가르기와 모으기, 그리고 각 수의 종류별 사칙연산으로 주제를 구성하였다.

3.2 수 클래스와 수와 연산 학습 애플릿의 구현

3.2.1 수 클래스의 구현

수 클래스 계층 설계에 따라 수 클래스를 구현하였고, 새롭게 구현한 클래스들이 가지는 속성과 메소드에 대한 명세를 간단히 제시하고자 한다. 각각의 새로운 수 클래스에 부여된 이름은 <표 3>과 같다.

<표 3> 수 클래스의 이름

클래스	이름
수 클래스	EsNumber
0과 자연수 클래스	EsInteger
분수 클래스	EsFraction
소수 클래스	EsDecimal

3.2.2 클래스의 정의

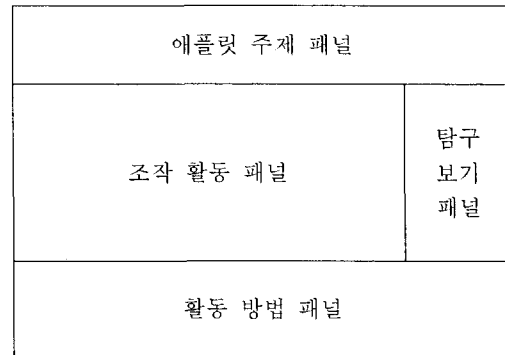
수 클래스는 0과 자연수 클래스, 분수 클래스, 소수 클래스의 추상 클래스이다. 하위 클래스에서 공통적으로 나타나는 부분을 추상화한 클래스이므로 각 서브 클래스의 공통 메소드와 각 수 체계로의 변환 등의 메소드가 제공되어야 한다. 0과 자연수 클래스는 수 클래스의 하위 클래스로 모든 속성과 메소드를 상속받아 0과 자연수 클래스에 적합하게 정의하여 사용한다. 분수 클래스는 수 클래스의 하위 클래스로 모든 속성

과 메소드를 상속받아 분수 클래스에 적합하게 정의하여 사용한다. 소수 클래스도 수 클래스의 하위 클래스로 모든 속성과 메소드를 상속받아 소수 클래스에 적합하게 정의하여 사용한다. 0과 자연수 클래스의 명세는 <표 4>와 같다.

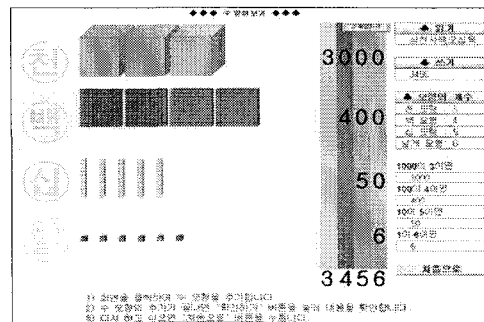
<표 4> 0과 자연수 클래스의 속성과 메소드

속성	명세
public int thousand, hundred, ten, one	각 자리 수의 크기
public String operationName	수식명
public String thisNumberName	수 이름
public EsInteger result	연산 결과로 나타날 수
public String thisOrderName	수의 순서명
메소드	명세
public EsInteger(int thousand, int hundred, int ten, int one)	네 자리 자연수 객체 생성
public EsInteger(int hundred, int ten, int one)	세 자리 자연수 객체 생성
public EsInteger(int ten, int one)	두 자리 자연수 객체 생성
public EsInteger(int one)	0, 한 자리 자연수 객체 생성
public EsInteger(EsInteger jo, EsInteger uk, EsInteger man, EsInteger one)	큰 수 객체 생성
public void readNumber(EsInteger i1)	0, 자연수 읽기
public void writeNumber(EsInteger i1)	0, 자연수 쓰기
public void addNumber(EsInteger i1, EsInteger i2)	두 자연수의 덧셈하기
public void readAddOp(EsInteger i1, EsInteger i2)	덧셈/덧셈식 읽기
public void writeAddOp(EsInteger i1, EsInteger i2)	덧셈/덧셈식 쓰기
public void subtractNumber(EsInteger i1, EsInteger i2)	두 자연수의 뺄셈하기
public void readSubtractOp(EsInteger i1, EsInteger i2)	뺄셈/뺄셈식 읽기
public void writeSubtractOp(EsInteger i1, EsInteger i2)	뺄셈/뺄셈식 쓰기
public void multipleNumber(EsInteger i1, EsInteger i2)	두 자연수의 곱셈하기
public void readMultipleOp(EsInteger i1, EsInteger i2)	곱셈/곱셈식 읽기
public void writeMultipleOp(EsInteger i1, EsInteger i2)	곱셈/곱셈식 쓰기
public void divideNumber(EsInteger i1, EsInteger i2)	두 자연수의 나눗셈하기
public void readDivideOp(EsInteger i1, EsInteger i2)	나눗셈/나눗셈식 읽기
public void writeDivideOp(EsInteger i1, EsInteger i2)	나눗셈/나눗셈식 쓰기
public int compareNumber(EsInteger i1, EsInteger i2)	두 자연수 비교하기
public void readCompare(EsInteger i1, EsInteger i2)	두 자연수 비교하여 읽기
public void writeCompare(EsInteger i1, EsInteger i2)	두 자연수 비교하여 쓰기
public EsFraction esFracValue(EsInteger i, int kindOfFraction)	분수로 변환하기
public EsDecimal esDecValue(EsInteger i1)	소수로 변환하기
public void variableOperation(EsInteger i1, EsInteger i2, EsInteger i3, int iInt j)	세 자연수의 혼합계산하기
public void order(EsInteger i1, EsInteger i2, EsInteger i3)	자연수의 순서 읽기

의 자유로운 탐색 결과를 보여주기도 하고 학습 애플릿에 따라 여러 유형의 학습을 선택하는 메뉴를 포함하기도 한다. 탐구 보기 패널은 학습 애플릿 주제에 따라 생략되기도 하며, 간단한 탐구 결과는 조작 활동 패널에 나타나도록 구성하였다. 구체적인 화면 구성은 다음 (그림 4)와 같고, 그 예는 (그림 5)와 같다.



(그림 5) 학습애플릿의 화면 구성 1



(그림 6) 학습애플릿의 화면 구성 2

3.2.3 학습 애플릿의 구현

수와 연산 학습 애플릿은 앞에서 선정된 주제 별로 구현한 하나의 단위 학습 프로그램이다. 각각의 애플릿은 공통적인 인터페이스와 화면으로 구성된다. 애플릿 주제 패널은 앞에서 선정한 학습 주제를 나타내고, 활동 방법 패널은 학습 애플릿의 사용 및 활동 방법을 안내한다. 조작 활동 패널은 실제 학습자가 여러 가지 수 모형을 생성하고 조작활동을 할 수 있게 만든 부분이다. 간단한 마우스 조작으로 자유롭게 수와 연산에 대한 탐구가 가능하며 탐구 결과는 우측의 탐구 보기 패널에 나타난다. 탐구 보기 패널은 학습자

각각의 학습 애플릿은 두 개의 클래스 파일로 구성된다. 하나는 화면의 전체적인 레이아웃과 애플릿 주제, 탐구 보기, 활동 방법 패널을 포함하는 것으로 'Applet[주제번호].class'라 명명하였다. 다른 하나는 실제 학습자의 조작이 이루어지는 캔버스를 포함하는 것으로 'Applet[주제번호]Canvas.class'라 명명하였다. 조작 활동 캔버스에 표현되는 여러 종류와 범주의 수 객체들은 앞서 구현한 '수 클래스'를 통하여 생성되며 학습자의 간단한 마우스 조작을 통하여 수의 개념과 연산의 원리를 학습할 수 있도록 제작하였다. 각 학습 애플릿의 조작 방법은 활동 안내 패널

을 통하여 제시하였으며 수의 범주에 관계없이 같은 연산 조작이 이루어질 수 있는 학습 주제들은 묶어서 하나의 애플릿으로 제작하여 모두 19개의 학습 애플릿을 제작하였다.

4. 결론

초등학교의 수학 학습은 초등학생의 인지수준에 따라 구체적인 조작을 바탕으로 이루어진다. 자바 애플릿은 수와 연산 영역 뿐 아니라 전 영역의 수학 학습에서 구체적인 조작을 통한 학습을 가능하게 하여 효율적인 학습을 이끌어낼 수 있으나, 현재 자바 애플릿으로 구성된 학습 자료가 많지 않은 실정이다.

본 연구에서는 초등학교 수학과 수와 연산 영역의 자바를 기반으로 한 학습 애플릿을 구현하기 위하여 수와 연산 객체와 클래스를 구현하였고 새롭게 구현한 수 클래스를 바탕으로 학생들의 자유로운 조작과 탐구활동을 통해 수와 연산의 개념과 원리를 학습할 수 있는 학습 애플릿을 개발하였다. 교육과정의 내용 체계를 분석하여 수의 범주 통합적으로 학습 주제를 선정하였으며 그 중에서 학습 애플릿으로 구현하기에 적합한 학습 주제를 다시 선정하고 학습 주제별 소단위 학습 프로그램으로 제작하였다.

본 연구에서 개발한 '수 클래스'는 초등학교 수학과와 내용 체계를 바탕으로 하여 구성되었으므로 초등학교 수학과 수와 연산 영역의 학습에 체계적으로 접근할 수 있고 향후 클래스의 재사용을 통하여 새로운 초등학교 수학과 수와 연산 영역의 프로그램 개발에 소요되는 시간과 노력을 단축시킬 수 있다.

'수와 연산 학습 애플릿'은 학습자의 자유로운 조작과 탐구활동을 통하여 수의 개념과 연산의 원리를 학습할 수 있도록 제작된 주제별 소단위 학습 프로그램으로 기대되는 효과는 다음과 같다.

첫째, 추상적인 수와 연산의 학습을 초등학생의 인지수준에 맞는 직관적인 방법으로 탐구할 수 있도록 도와준다.

둘째, 학습자 스스로 다양한 조작을 통하여 수의 개념과 연산의 원리를 발견할 수 있다.

셋째, 학습자가 웹상의 동적인 상호작용을 통

하여 수와 연산의 학습에 흥미를 가질 수 있으며 실물 사용의 비효율성을 줄일 수 있다.

참고문헌

- [1] 교육부 고시 제 1997-15호(1999), "초등학교 교육과정 해설(IV)", 교육부.
- [2] 교육부(2002), 초등학교 수학과 1-가, 1-나, 2-가, 2-나, 3-가, 3-나, 4-가, 4-나, 5-가, 5-나, 6-가, 6-나 교과서.
- [3] 남화선(2002), 이분모 분수의 연산 지도 프로그램 개발 연구, 석사학위논문, 서울교육대학교 교육대학원.
- [4] 노현경(2005), 초등학교 수학과 평면도형 영역의 자바 클래스와 애플릿 개발, 석사학위논문, 서울교육대학교 교육대학원.
- [5] 배종수(1999), 제 7차 교육과정을 중심으로 초등수학 교육 내용지도법, 서울:경문사.
- [6] 이미애(2002), 초등학교 수학 수업에서의 구체물 활용과 수학적 의사소통에 관한 연구(2학년 아동을 중심으로), 석사학위논문, 청주교육대학교 교육대학원.
- [7] 이은란(2001), 수-연산 감각 발달을 위한 학습 프로그램 개발 연구, 석사학위논문, 서울교육대학교 교육대학원.
- [8] 임광현(2001), 객체지향 분석과 설계, 도서출판대학사.
- [9] 임해경·강순자, 초등학교 수학교육에 있어서 컴퓨터의 활용을 위한 연구, 韓國數學教育學會誌 시리즈 C <初等數學教育>, 제 3권, 제 1호, 47-54.
- [10] 정선희(2003), 올바른 수와 연산 개념 형성을 위한 코스웨어 설계 및 구현, 석사학위논문, 진주교육대학교 교육대학원.
- [11] 조한혁·최경식·김민경(2005), 인터넷 상의 조작도구를 이용한 수학교육 프로그램 개발, 韓國數學教育學會誌 시리즈 E <數學教育 論文集>, 제 13집, 549-562.
- [12] <http://java.sun.com/j2se/1.4.2/docs/api/>
- [13] <http://www.edbydesign.com/learning/math/>
- [14] Sun microsystems(2002), Java™ Programming Language SL-275.



김민정

2002년 : 서울교육대학교 컴퓨터
교육과 졸업(학사)
2006년 : 서울교육대학교 컴퓨터
교육과 대학원 졸업(석사)

2002년~현재 : 서울구암초등학교 교사
관심분야 : 컴퓨터 교육, 디지털 콘텐츠



민미경

1987년 : 서울대학교 계산통계학과
졸업(학사)
1989년 : 서울대학교 대학원 전산
과학과 졸업(석사)
1993년 : 서울대학교 대학원 전산
과학과 졸업(박사)

2005년~2007년 : 미국 USC 대학교 Department of
Computer Science 교환교수
1994년~현재 : 서경대학교 컴퓨터과학과 교수
관심분야 : 데이터베이스, 디지털 콘텐츠, 컴퓨터 교육

김갑수



1985년 : 서울대학교 계산통계학과
졸업(학사)
1987년 : 서울대학교 대학원 전산
과학과 졸업(석사)
1996년 : 서울대학교 대학원 전산
과학과 졸업(박사)

1987년~1992년 : 삼성전자 정보통신연구소 연구원
1995년~1998년 : 서경대학교 전산정보학과 교수
1998년~현재 : 서울교육대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야 : 컴퓨터 교육, 소프트웨어 공학, 디지털 컨
텐츠, 저작도구, 원격 교육