

중등학교 수학과 웹 기반 교수학습 자료 개발 연구¹⁾

박 달 원 · 김 승 동²⁾

I. 서 론

A. 교육 패러다임의 변화

세계는 정보통신 기술의 발달로 종래의 국경 개념이 사라지고 하나의 지구촌으로 통합되고 있으며, 개별 국가는 다른 국가들과 상호 의존성을 유지하는 생존 전략을 추구하고 있다.

인터넷이란 그물망처럼 연결된 전세계의 컴퓨터 터미널과 전송선을 이용하여 서로 다른 정보를 주고받는 체제를 의미한다. 그리고 인터넷 학습이란 서로 다른 교수-학습사회를 전자적으로 연결하여 정보획득과 지식창출을 도와주는 수단이다.

인류 역사상 시대변화에 따라 교육의 내용은 바뀌었어도 가르치는 사람과 배우는 사람이 직접 얼굴을 서로 마주하는 전통적인 교육방식에는 큰 변화가 없었다. 즉, 같은 시간에 같은 장소에 모여 같은 교재를 가지고 같은 내용을 동일한 교사의 강의와 설명을 들으면서 학습하는 것은 현재에도 각급 학교의 교실에서 흔히 볼 수 있는 모습이다. 그러나 각종 대중매체의 발달과 컴퓨터의 등장으로 교육하는 방법에도 변화의 물결이 밀어닥치고 있다.

특히, 컴퓨터와 통신의 발전은 기존의 교육방식에 급격한 변화를 가져오고 있다. 정보화 사회를 맞이하여 각 학교와 가정에까지 컴퓨터가 널리 보급되면서 웹을 이용한 각종 정보검색은 우리 생활을 질적으로 변화시키고 있다.

전자게임, 전자우편, 인터넷을 통한 정보검색, 프로그래밍 등에 익숙해진 학생들이 흥미를 느낄 수 있는 새로운 교육 패러다임의 변화를 교사들이 주도적으로 이끌어 갈 수 있도록 제도적인 개혁과 교사들의 자율연수가 선행되어야 할 것이다.

B. 구성주의의 실현

구성주의에서는 학습을 실제 세계에 대하여 학습자가 경험하는 것을 스스로가 인식하는 방식에 따라 개인 내부에서 지식을 재구성해 가는 능동적이고도 적극적인 과정이며, 이러한 과정을 통해서 지식이 확장·변형되며 지속적인 학습이 이루어진다고 보고 있다.

Janassen(1995)은 구성주의적 학습환경의 본질로서 상황적, 사회적, 구성적, 성찰적, 능동적, 역동적, 발전적 측면을 강조한다. 즉, 구성주의적 학습환경은 주변 환경이나 현실 세계와의 상호작용을 요구한다는 점에서 상황적 특성을 지니고 있고, 다른 학습자들과의 사회적 상호작용을 통해 지식 및 기술을 지적으로 탐색해야 한다는 점에서 사회적 특

1) 본 연구는 1998년도 학술진흥재단 연구비의 지원에 의하여 연구되었음

2) 공주대학교 수학교육과

성을 지니고 있으며, 학습자가 자신이 다루는 정보로부터 의미를 구성하고 자신에게 내적 타당성을 갖도록 하며 필요할 경우 이를 조정할 수 있어야 한다는 점에서 구성적 특성을 지니고 있다. 그리고 학습자가 주체가 되어 결정한 학습목표를 성취하기 위해 지속적인 성찰을 시행한다는 점에서 의도적이고 성찰적 특성을 갖고 있고, 유의미한 학습을 위해 학습자의 적극적인 참여를 요구한다는 점에서 능동적 특성을 갖고 있으며, 학습이 진행되는 과정에서 나타나는 요구 및 기타 변화에 부응할 수 있도록 학습형태가 구성되어야 한다는 점에서 역동적이고 발전적인 특성을 갖는다는 것이다.

구성주의 학습이론이 상호작용의 측면에서 웹 기반 교육에 주는 시사점으로는

첫째, 웹 기반 교육체제 설계시 인지적 상호작용의 활성화를 위하여 하이퍼텍스트/하이퍼미디어 환경에서 활용되는 교수설계원리들이 적절히 반영되어야 한다는 점이다. 하이퍼미디어는 통합된 정보전달 시스템 내에 텍스트, 그래픽, 애니메이션, 이미지, 음성, 동화상 등과 같은 여러 가지 다양한 종류의 자료 및 정보들이 결합되어 있는 진보된 학습환경으로서, 학습자 자신의 통제에 따라 진행되는 비계열적이고 비순차적인 학습을 기본원리로 하고 있다.

둘째, 학습자들의 사회적 상호작용을 돕기 위해서 웹에서 제공하는 다양한 상호작용 도구를 활용하여 협동학습 환경을 구성해야 한다는 점이다. 구성주의에서는 각 개인들이 구성한 지식은 타인들과의 상호작용 속에서 그 타당성이 검토되어 지식으로 형성되므로 타인과의 사회적 상호작용을 통해서 관점을 공유하며 자신의 관점을 검토하려는 노력은 매우 중요하다(박인우, 1996).

셋째, 인지적·사회적 상호작용 모두를 활성화시키기 위하여 학습자들로 하여금 '다양한 정보원'을 활용하여 학습활동을 수행할 수 있도록 해야 한다는 점이다. 주어진 학습 과제나 문제를 여러 가지 상이한 관점에서

해석하도록 적극적인 탐색활동을 유도하기 위해서는 해당 과제와 관련된 다양한 자료 및 정보들을 활용할 수 있어야 한다. 웹 환경에서는 학습자가 자신이 문제해결에 필요하다고 생각하는 정보라면 전 세계 어느 곳에 위치한 정보라도 손쉽게 얻을 수 있기 때문에 학습자들의 창의력과 상상력을 자극함으로써 다양하면서도 새로운 문제해결안들이 도출될 수 있게 된다(임정훈, 1999).

웹을 이용한 교육이 활성화 되면, 기존의 교육방식과는 달리 언제 어디서나 각자 선택한 학습 주제에 따른 멀티미디어 자료를 사용하여 생동감 넘치는 교육이 이루어질 수 있다. 즉, 수천년동안 지속된 교실 안의 닫힌 교육을 컴퓨터 네트워크상에 존재하는 가상 학교의 사이버교실에서 열린 교육으로 바꾸기 위하여, 웹이라는 새로운 환경이 가장 현실적인 교육도구중의 하나로서 등장하게 된 것이다.

C. 정보화시대의 기초학문 수학

1984년 34세의 젊은 나이에 '제한된 번사이드' 문제를 증명해 수학의 노벨상인 필즈상을 수상한 현대수학의 거장 러시아 출신의 에뎀 켈마노프 예일대 교수는 1999년 3월 12일 우리나라 고등과학원에서 가진 기자회견에서 "모든 과학의 공통언어인 수학의 학문적 가치가 어느 때보다 정보화시대에 더 중요해지고 있다"고 강조했다. 또한, "생물복제나 전자상거래 보안, 선물 주식시장의 분석, 악성바이러스 연구 등도 고급 수학의 바탕이 없으면 불가능하다"며 "오늘날 미국의 부강도 수학과 과학에 꾸준히 투자해왔기 때문에 가능했다"고 하였다. 그는 특히 "미국에서 수학자들이 가장 많이 일하는 곳이 국가정보기관과 JP모건 같은 금융사라는 점을 눈여겨보여 한다"고 지적했다.

이와 같이, 정보화시대에서 수학의 중요성은 아무리 강조하여도 지나치지 않을 것이

다. 이러한 수학의 중요성을 학생들 스스로 깨닫고 능동적으로 학습에 참여할 수 있는 계기를 마련해야 할 몫은 우리 수학인이 해야 할 몫으로 남아 있다.

II. 교수학습 자료의 개발

인터넷 학습자료의 발달은 컴퓨터 네트워크의 발전과 교육적 활용에 있다. 컴퓨터 네트워크가 교육에 활용된 형태는 다음과 같이 크게 세 가지로 구분된다(Harasim, 1995). 첫째는 면대 면(face to face)교육이나 원격 교육 등에서 하나의 보조적 매체로 컴퓨터 네트워크를 활용하는 형태이며, 둘째는 컴퓨터 네트워크가 교사를 대신해 전체 교육의 주된 매체로 활용되는 형태이며, 셋째는 컴퓨터 네트워크를 이용한 지식정보의 교환 및 활용이다.

이러한 네트워크의 발달은 학습의 형태를 보다 자유롭게 만들고 있다. 따라서 인터넷을 이용한 학습은 종래의 교육용 소프트웨어 보다 상호작용이나 학습자들의 자기주도적 능력이 더 많이 요구되고 있다.

1998년도 공주대학교 수학교육과에서 개발하여 인터넷으로 서비스하고 있는 중학교 수학과에 대한 교수학습 자료를 시작으로 중등학교 수학과에 대한 교수학습 자료는 기하급수적으로 늘어나고 있으며, 교사와 학생들은 자유롭게 인터넷을 사용하여 정보의 바다로부터 교수학습 자료를 이용하고 있다. 아직도 다수의 학생들은 가정에서 인터넷을 자유롭게 사용하지 못하고 있는 실정이지만, 곧 모든 학생들이 자유롭게 인터넷을 사용할 수 있는 시기가 곧 다가올 것으로 보고 있다.

A. 웹 기반 수학과 교수학습의 유형

이제는 웹을 위한 교수학습 자료가 교수학적인 원리에 의하여 개발 연구되어질 시기가 되었다고 볼 수 있다. 웹 기반 교수학습 자

료를 유형별로 분류하면 다음과 같다.

1. 자료제시형 학습

학습내용, 평가문제, 수업지도안, 파워포인트 자료 등 수학교육과 관련된 다양한 교수학습 자료를 인터넷으로 제공하여, 학습자가 인터넷망을 통해 게시된 자료를 활용하는 형태를 의미한다. 따라서 자료는 학습자의 편리를 위하여 분야별로 잘 정리되고, 검색이 용이할 수 있도록 자료의 데이터베이스 구축이 완벽하게 이루어져야 한다.

자료제시형의 경우 교사와 학습자의 자료 검색 수준에 따라 활용도의 차이가 나타나기 때문에 교사와 학습자의 검색기술과 활용방법에 대한 교육이 선행되어야 한다.

2. 상호작용형 학습

상호작용 학습은 컴퓨터와 학습자, 통신망을 이용한 교사와 학습자, 학습자간의 학습 형태에 따라 아래와 같이 구분할 수 있다.

(1) 프로그램 상호작용형 학습

자바스크립, 자바, GSP 등을 이용하여 개발된 프로그램들은 웹 상에서 학습자와 컴퓨터간의 상호작용에 의하여 학습이 가능하다. 또한, 서버에 학습프로그램을 설치하여 학생 스스로 웹을 통하여 학습할 수 있는 형태가 있다. 이 경우 원격으로 학생들의 성적이나 학습진도상황을 진단하여 학생들의 학습을 관리할 수 있다.

(2) 대인 상호작용형 학습

교사와 학생 또는 학생과 학생이 컴퓨터 통신망을 이용하여 학습하는 형태를 말한다.

이 경우 실시간으로 교사와 학생, 학생과 학생을 연결하여 학습하는 방법과 교사가 인터넷을 통해 문제나 토론의 주제를 제시하고 학생들이 문제를 해결하거나 토론한 결과를 인터넷에 게재하는 형태가 있다. 실시간으로 연결하는 경우에는 공간의 자율성은 있으나 시간의 제약을 받을 수 있다는 단점이 있으

며, 교사와 학생들의 질의 응답이 실시간으로 이루어질 수 있다는 장점이 있다. 그러나 후자의 경우는 시간과 공간에 제약을 받지 않고 활용할 수 있다는 편리한 점이 있다.

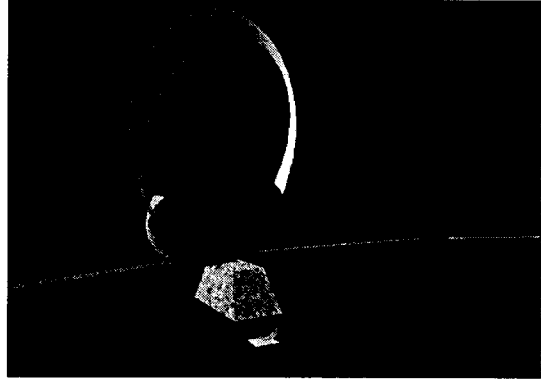
B. 미래의 가상현실 학습

정보통신망의 발달로 인터넷의 속도는 상당히 고속화될것으로 판단된다. 현재 한국통신, 하나로통신, 데이콤 등 많은 회사들이 통신망의 확장에 크게 기여하고 있을 뿐만 아니라 오히려 가정에서 사용하는 인터넷의 속도가 학교나 공공기관의 인터넷속도보다 빨라지는 경우가 발생하고 있다.

지금까지 인터넷의 속도 때문에 개발하지 못한 3차원 가상현실기법을 이용한 연구가 시작되고 있다. 특히 공주대학교 과학교육연구소는 수학, 물리, 화학, 생물, 지구과학 분야에 대한 사이버 학습자료개발에 진입하였으며 사이버과학관을 2000년 5월 25일 개통하는 등 웹 기반교수학습 자료의 새로운 장을 만들고 있다.

가상현실 학습에서 학생들은 삼차원 사이버공간을 이용한 학습을 통하여 학습에 필요한 물질, 인적 자원의 한계를 극복하고 열린 학습과 구성주의를 실현하는 것을 목적으로 한다. 다시 말하면, 교사와 학생들이 대학교의 교수와 연구자들과 의사소통을 할 수 있을 뿐만 아니라, 가상현실속에서 주어진 문제를 해결하여 문제해결력을 높일 수 있고 특히, 삼차원 가상공간상에서 문제를 스스로 만들고 해결하는 창의력 신장을 위한 획기적인 프로그램이 연구개발 될 것이다.

학생들은 3차원 가상현실에서 스스로 개념을 터득하고 문제를 해결하는 등 수학교육의 혁신을 가져올 것으로 판단된다.

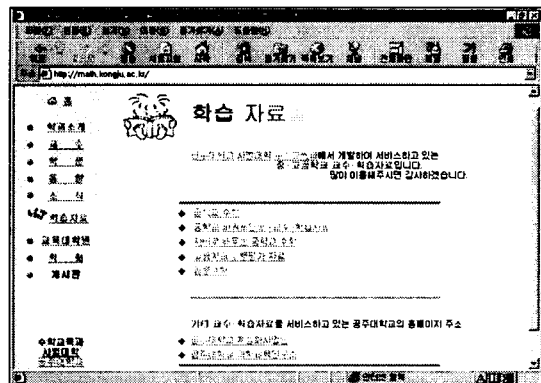


<그림 1> 3D에서의 피비우스의 띠

C. 개발의 실제

중등학교 수학과에 대한 교수학습 자료는 1997년도부터 3차년도에 걸쳐 개발 연구되었으며, 개발된 자료는 인터넷으로 서비스하고 있다(<http://math.kongju.ac.kr>).

1. 학습자료의 목록

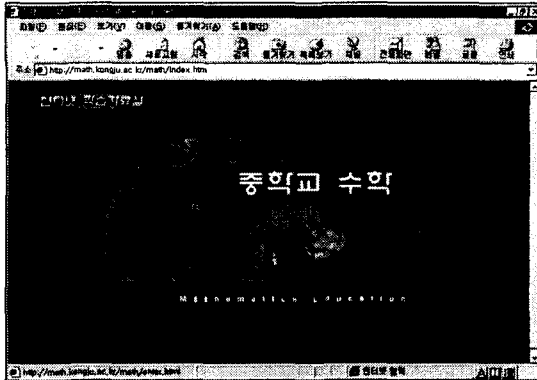


<그림 2> 학습자료실 초기화면

<그림 2>는 공주대학교 수학교육과 홈페이지의 학습자료실의 초기화면이다. 그동안 개발된 중학교 수학과 파워포인트-교수학습자료, 자바로 배우는 중학교 수학, 고등학교

수행평가 자료, 공통수학 등에 대한 자료의 목록을 보여주고 있다.

2. 중학교 수학



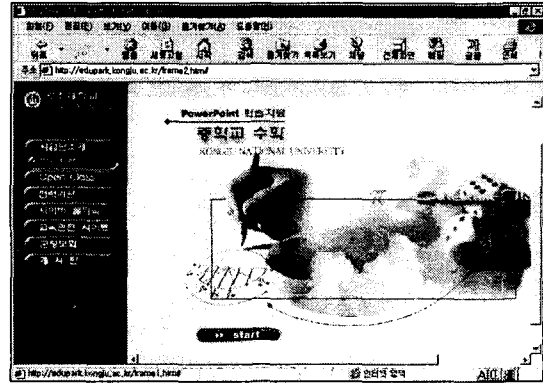
<그림 3> 중학교 수학 초기화면

중학교 1, 2, 3학년 수학에 대한 교수학습 자료는 다음과 같이 구성되어있다.

- 이론적 배경 : 대단원에 대한 이론적 배경에 대하여 설명하고 있다.
- 학습내용 : 집합, 수와식, 방정식과 부등식, 함수, 확률과 통계, 도형 영역으로 구분하여 학습내용을 요약하였다.
- 평가문제 : 학년별 중단원별로 상, 중, 하 수준으로 되어있고 한글로 만들어진 파일을 전송받을 수 있도록 되어있다.
- 용어사전 : 용어에 대한 간단한 설명을 하고 있다.
- 정보검색 : 수학자료에 대한 정보에 대한 검색이 용이하게 검색엔진을 링크하고 있다.
- 수학이야기 : 학년별 중단원별로 관련있는 흥미 있는 이야기를 발굴하여 보여주고 있다.

3. 파워포인트 교수학습 자료

중학교 1, 2, 3학년에 대한 파워포인트 교수학습 자료를 개발하여 서비스하고 있다. 플러그인을 사용하여 웹 상에서 직접 사용할 수 있으며, 전송받아 사용할 수 있게 하였다.

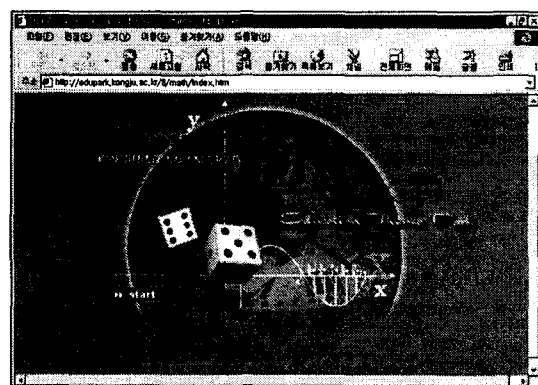


<그림 4> 파워포인트 교수학습자료 초기화면

파워포인트 교수학습 자료는 쉽게 수정하여 사용할 수 있기 때문에 많은 교사들이 이용하고 있다.

4. 자바로 배우는 중학교 수학

자바는 SUN Microsystems에서 개발된 프로그램환경으로 최근 WWW의 새로운 확장으로 주목받고 있다. 자바는 C++와 비슷한 문법구조를 가지고 있으며, 가상기계 (Virtual Machine)이라고 하는 인터프리터 (Interpreter)에서 수행된다. 따라서 가상기계를 제공하는 모든 컴퓨터에서 자바 프로그램을 수행시킬 수 있다.

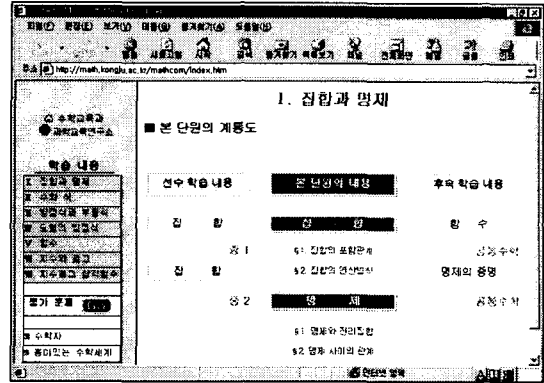


<그림 5> 자바로 배우는 중학교 수학 초기화면

현재 가장 많이 사용되는 웹브라우저인 넷스케이프, 익스플로어는 자바 프로그램중의

한 형식인 애플릿을 실행 시킬 수 있는 기능을 제공한다(장진관 1999).

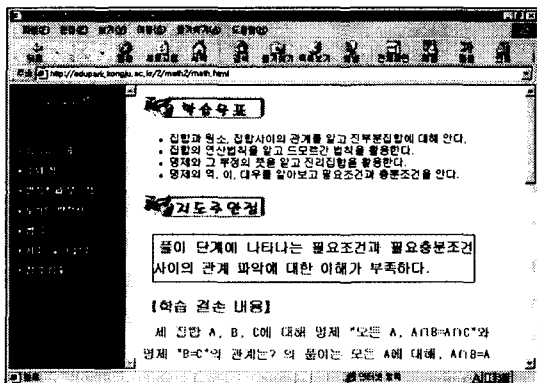
수학분야에서의 자바의 활용은 앞으로 크게 기대되어진다. 본 연구를 수행하면서 자바언어를 연구하는데 많은 시간이 필요하였다(박달원, 1999). 교사의 설명만으로는 부족한 어려운 수학적 개념을 자바를 이용하여 프로그래밍 한다면 학생은 웹상에서 스스로 개념을 쉽게 이해하는 데 크게 도움을 받을 것이다.



<그림 7> 공통수학 초기화면

5. 고등학교 수학과 수행평가 자료

<그림 6>는 고등학교에서 사용할 수 있는 수행평가 자료를 개발하여 인터넷으로 서비스하고 있는 초기화면이다. 교육현장에는 수행평가자료가 부족한 편이기 때문에 본 자료는 유용하게 사용될 수 있을 것이다. 개발에 참여한 연구진은 공주대학교 사범대학 부속 고등학교 수학과 교사들이다.



<그림 6> 고등학교 수학과 수행평가자료 화면

6. 공통수학

공통수학에 대한 교수학습 자료를 집합과 명제, 수와 식, 방정식과 부등식, 도형의 방정식, 함수, 지수와 로그, 지수로그 삼각함수 등으로 나누어 학습내용 및 평가문제를 개발하여 서비스하고 있다.

Ⅲ. 개발된 교수학습 자료에 대한 평가

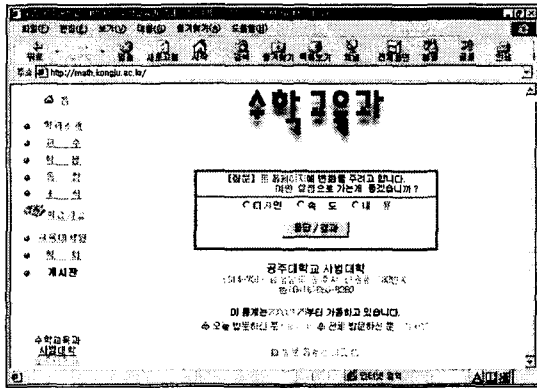
A. 각종 매스컴에 의한 평가

개발된 교수학습자료는 인터넷으로 서비스하고 있으나 그동안 개발된 자료에 대한 평가는 부분적으로 이루어 졌기 때문에 진정한 평가라고 볼 수 없었다. 그러나 본 교수학습자료가 포함된 공주대학교 과학교육구소의 홈페이지가 1999년 5월 26일 조선일보인터넷 대상 교육부분에서 우수작으로 선정되었으며, 개발된 자료를 서비스하고 있는 공주대학교 수학교육과 홈페이지는 2000년 3월 6일 한국교육신문이 선정하는 교과별 참고사이트에서 수학분야에 지정되었다. 또한, 2000년 4월 10일 중앙일보의 주요인터넷 교육사이트 지정되는 등 언론에서의 평가는 일단 긍정적인 것으로 나타났으며 심마니, 야후사 등에서 추천사이트로 선정되는 등 현재까지의 평가는 비교적 양호한 것으로 나타났다.

B. 홈페이지를 이용한 평가

각종 언론으로부터 긍정적인 평가를 받았지만, 개발된 자료에 대한 유지보수 또한 쉬운일이 아니다. 이를 위하여 개발된 자료에

대한 지속적인 평가가 필요하여, 2000년 2월 23일부터 홈페이지를 통하여 평가를 받고 있다.



<그림 8> 평가 초기화면

평가 내용은 디자인, 속도, 내용에 대하여 설문을 받고 있으며, 2000년 5월 25일 현재 31,462명이 홈페이지에 접속하였으며 평가에 응답한 사람은 총방문자의 2.62%인 824명이었다. 평가된 내용은 즉시 인터넷으로 공개되었다.

▼ 응답 결과 ▼

<질문> 본 홈페이지에 변화를 주려고 합니다. 어떤 설정으로 가게 좋겠습니까 ?			
디자인		331 명	40.16 %
속도		214 명	25.97 %
내용		249 명	30.21 %
무응답		30 명	3.64 %

※ 전체응답자 수 : 824 명

[뒤로 돌아가기]

<그림 9> 평가결과 화면

응답자 824명의 결과분석은 다음 <그림 9>와 같다. 응답자의 40.16%는 홈페이지의 디자인을 가장 먼저 개선하여야 한다고 응답하여 아마추어 수준의 디자인을 탈피한 고급 디자인을 다수가 원하고 있음이 나타났다.

또한, 홈페이지에 대한 내용이 30.1%, 속도가 25.97%으로 변화를 원하는 것으로 나타나고 있다.

전자우편을 통하여 본 홈페이지에 대한 관심을 나타내었는데, 가장 큰 관심은 자바로 만든 애플릿이었다. 웹 상에서 상호작용이 가능한 프로그램이기 때문에 수학교육에서 비교적 효과가 있다고 판단한 것이다.

그러나 자바언어는 C언어와 비슷하기 때문에 언어를 공부하고 프로그래밍까지 언어에 익숙하지 못한 사람은 적응하기가 쉽지 않다는 단점을 가지고 있다.

이와 같은 단점에도 불구하고 자바언어가 갖는 장점은 매우 크다고 볼 수 있다.

개발된 홈페이지의 내용을 개인의 홈페이지에 링크하는 경우가 많았으며, 내용 중 일부를 복사하여 개인홈페이지에 게시하고자 문의하는 경우도 있었다.

IV. 결 론

본 연구는 우리나라 중등수학과에 대한 인터넷 교수학습 자료가 충분하지 못한 적절한 시기에 시작하였기에 미래의 다양한 학습자료 개발을 위한 시금석 역할을 감당하였다고 판단된다.

특히 자바로 만든 애플릿은 인터넷을 통한 상호작용형 학습에 큰 영향을 주었으며 많은 교사들이 관심을 보인 분야이기도 하다.

이제는 인터넷을 활용한 교수학습에 어느 정도 정리를 해야할 시점에 이르렀다고 할 수 있다. 수많은 자료들이 기하급수적으로 늘어나고 있다. 많은 교사들과 교육과 관련 있는 회사들이 앞다투어 홈페이지를 개설하고 자료를 게시하고 있지만, 그 자료의 이용이 얼마나 효율적인지 살펴보아야 할 것이다.

웹 기반 교수학습 자료의 수준은 날로 향상되고 있다. 자료를 개발하는 저작도구의

발전으로 보다 쉽게 자료를 개발할 수는 있지만, 학생과 교사들의 수준에 적합한 교수학습 자료를 개발한다는 것은 결코 쉬운 일이 아니다.

따라서 교사와 프로그램 전문가들이 함께 참여하여 교수학습 자료를 개발해야 될 것이다. 콘텐츠 개발은 교사가, 프로그램은 전문가가 담당하는 것이 수준높은 교수학습 자료를 개발할 수 있을 것이다.

자동차를 운전하는 운전자가 꼭 자동차를 만드는 기술을 습득할 필요는 없다. 단지 간단한 수리를 할 수 있을 정도이면 운전하는 데에 큰 불편을 느끼지 못할 것이다.

따라서, 모든 교사들이 멀티미디어 교수학습 자료를 만드는 모든 기술을 가지고 있을 필요는 없다. 이러한 기술은 날마다 발전하고 있으며 분야가 방대하기 때문에 학생들을 교육하는 교사의 입장에서 두 가지 일을 병행한다는 것은 어려운 일이다. 교사에게는 개발된 자료를 학교의 실정에 알맞게 재구성할 정도의 기술이 필요할 뿐이다.

교사들은 개발될 자료에 대한 콘텐츠 개발과 컴퓨터를 활용하는 교수학습이론을 발전시켜 그 결과를 개발에 투입하여 교수학습 자료의 수준을 높이고 교육의 효과를 배가해야 할 것이다.

장진관(1999), 중학교 수학 학습자료 개발을 위한 Java 프로그래밍 설계 연구, 한국학 교수학회, 제 2권, 제 1호, 181-195

Harasim, L. Hiltz, S.R., Teles, & Turoff, M.(1995), Learning Networks : A Field Guide to Teaching Online, Cambridge, MA: MIT Press

Jonassen, D. H. (1995), Supporting communities of learner with technology : A vision for integrating technology with learning in schools. Educational Technology, 6, 31-38

참 고 문 헌

- 박달원의 2인(1999), Java로 배우는 중학교 수학과 교육매체 개발, 대한수학교육학회 지 학교수학, 제 1권, 제 1호, 235-243
- 박인우(1996), 학교교육에 있어서 구성주의 교수원리의 실현 매체로서 인터넷 고찰, 교육공학연구, 12(2), 81-103
- 임정훈(1999), 상호작용 관점에서 조망해 본 웹 기반 교육의 이론적 기저, 인터넷 기반 학습환경 구축 및 활용 방안 탐색, 공주대학교, 29-58