

사이버 수학멘토링 시스템 설계에 대한 연구

조 한 혁 (서울대학교)
송 민 호 (서울대학교 대학원)
진 만 영 (서울대학교 대학원)

본 논문에서는 멘토와 학습자 사이에 멘토링이 원활하게 이루어질 수 있도록 돕는 사이버 수학멘토링 시스템의 설계를 다룬다. 온라인과 오프라인 활동을 고려하여 학생들의 흥미, 참여와 학습 동기를 유도하는 다양한 장치들에 대하여 이론적 배경을 살펴보고, 그러한 장치들을 사용하여 설계된 사이버 수학 멘토링 시스템을 소개한다. 그리고 이러한 사이버 수학멘토링 시스템이 학습자와 멘토, 예비수학교사 및 현직교사에게 주는 의미에 대하여 논한다.

1. 서론

정보화 시대로 넘어오면서 많은 투자를 통하여 학교에 대한 정보화 작업이 이루어졌다. 그 결과 2007년에는 학생 2명당 컴퓨터 1대씩 보급된 학교도 나타나게 되었고 (교육인적자원부, 2007), OECD 국가 중 우리나라는 학생 한 명당 0.27대의 컴퓨터가 학교에 보급되어서 미국과 호주에 이어 3번째로 컴퓨터 보급률이 높은 국가이다. 반면 우리나라는 수업 중 컴퓨터를 사용하지 않거나 조금 사용하는 비율은 90%(OECD 평균은 57%)로 OECD 국가 중 제일 높게 나타났다 (Programme for International Student Assessment, 2005). 이것은 컴퓨터의 보급이 교육적인 요구에 의해서 이루어진 것이 아니라 시대적 흐름에 따라 이루어진 것이라는 점을 의미한다. 즉, 어떻게 컴퓨터를 교육에 활용할 것인지에 대한 충분한 논의 없이 최신 테크놀러지에 대한 막연한 기대감으로 무리하게 도입된 것이다. 정보화 시대로 접어들면서 컴퓨터를 각 학교에 보급하기 위해서 엄청난 투자를 했음에도 불구하고 기대만큼 교육에 큰 변화를 주지 못하였고, 이런 현상은 컴퓨터에 국한된 예는 아니다. 지금까지 교육 현장에 보급된 최첨단 테크놀로지에는 필름 영화, 라디오, 텔레비전, CAI 등이 있었고 이러한 테크놀로지들은 교육에 일대 혁신을 갖다 줄 것처럼 서둘러 투자하여 학교현장에 도입되었으나 인간의 인지를 고려한 인간 중심의 테크놀로지가 아닌 학습자가 요리법과 같이 테크놀로지의 주어진

-
- * 접수일(2009년 4월 2일), 심사(수정)일(2009년 4월 21일), 게재확정일자(2009년 4월 28일)
 - * ZDM분류 : U73
 - * MSC2000분류 : 97C80
 - * 주제어 : 사이버 수학멘토링, 마이크로월드, 환경 설계
 - * 이 논문은 거창군 - 서울대학교 사범대학 학관 협력사업 (mentor.snu.ac.kr)의 결과입니다.

기능만을 익히고 연습하는 테크놀로지 중심으로 도입되었기 때문에 교육에 큰 영향을 끼치지 못하였다(Mayer, 2005; Cuban, 1986).

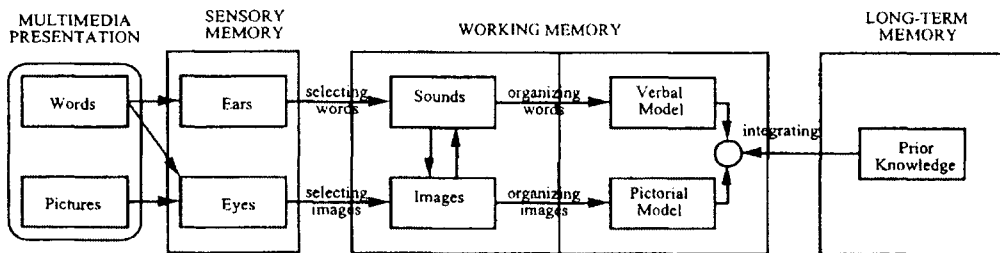
그러나 컴퓨터에 대한 학생들의 친밀감은 대단히 높게 나타나서 대부분의 경우 다양한 경로를 통하여 이미 컴퓨터를 활용하고 있다. 결국 컴퓨터를 이용한 교육은 그 형식과 방법에 따라 충분히 학생들에게 쉽게 다가갈 수 있도록 도울 수 있으며, 나아가 수학에 대한 흥미도를 높일 수 있는 매개체의 역할을 할 수 있을 것이다. 본 연구에서는 멘토와 학생 사이에 사이버 멘토링이 원활하게 이루어질 수 있도록 돕고, 나아가 학생들이 수학에 대하여 흥미를 가질 수 있는 인터넷 환경의 설계에 관하여 살펴보고자 한다. 또한 온라인과 오프라인 활동을 구분하고 학생들의 참여를 유도하는 다양한 장치들에 대한 배경을 살펴보고, 그러한 장치들을 사용하여 설계된 사이버 수학멘토링 시스템을 소개한다. 그리고 이러한 사이버 수학멘토링 시스템이 학생과 예비수학교사 및 현직교사에게 주는 의미에 대하여 논한다.

2. 이론적 배경

일반적으로 학생들이 과학 실험을 대하는 태도와 수학 학습을 대하는 태도는 상당히 다르게 나타난다. 전자에 대해서는 제대로 이해하지 못한 상황에서도 실험 자체에 흥미를 가지고 호감을 표시하는 반면, 후자에 대해서는 모든 내용을 이해하고 결과를 도출한 경우에도 자신이 진행한 과정에 대하여 확신이나 별다른 흥미를 나타내지 않으며 대부분의 경우 수동적으로 내용을 받아들이는 태도를 보인다. Nemirovsky(2004)는 학생들은 수동적으로 보여 지는 화면을 응시하는 것보다 행동과 조작으로 이루어지는 행위에 의해 더욱더 자극받게 되고, 수식이나 그림으로는 파악할 수 없었던 의미 있는 문제들에 관하여 의식하고 탐구할 수 있는 계기가 되는 연구가 이루어지고 있음을 이야기하였다. 즉, 학생이 수학에 흥미를 가지려면 수학적 대상이나 현상에 대하여 스스로 조작해보고 탐구할 수 있는 실험 환경이 요구된다. 이러한 실험 환경은 직접적으로 조작할 수 있는 다양한 교구뿐만 아니라 컴퓨터를 이용하는 '컴퓨터와 수학교육'의 관점에서 접근할 수 있다. '컴퓨터와 수학교육' (조한혁, 2003; Cho, 2004; 김화경, 2006)은 컴퓨터와 함께 수학교육을 연구하는 분야로, 물리적 구성을 통한 정성적 구성을 강조하는 구성주의(constructionism)를 이론적 배경으로 한다. 나아가 구성주의는 물리적 구성을 위한 놀이 공간을 필요로 하고, 이 공간을 컴퓨터에 구현한 것이 마이크로월드(microworld)이다. 본 연구에서는 학생들의 수학적 호기심을 유발하기 위한 멘토링 시스템의 예로 입체도형과 전개도라는 수학적 대상을 행동의 관점에서 간단화한 거북띠 마이크로월드를 도입하였다. 거북띠 마이크로월드는 Papert(1980)가 고안한 거북 기하 마이크로월드에 기반을 둔 것으로써 '가자'와 '돌자'와 같은 거북 행동으로 띠를 만들고, 이 띠를 접는 활동을 통하여 입체도형을 보다 쉽게 접근할 수 있도록 고안된 마이크로월드이다. 또한 스도쿠나 소코반과 같은 언어기반 게임을 도입하여 학습자의 흥미를 유발하고자 한다. 김화경(2006)은 마이크로월드에서 언어적 표현은 인터넷을 통한

의사소통을 보다 쉽게 하고, 구성 절차를 파악할 수 있도록 해 주고, 오류 수정을 가능하게 하며, 나아가 환경 설계자의 환경 수정을 보다 손쉽게 한다고 말하고 있다. 즉, 스토쿠나 소코반이 단순한 게임의 단계를 넘어서서 언어기반 환경을 통하여 수학적 전략 탐색 및 선택 (mathematical decision)과 같은 수학적 사고를 유도할 수 있으며, 또한 게시판 등의 인터넷 의사소통 수단을 통하여 자신의 작품을 소개하고 타인과 공유하는 사회적 의사소통 수단이 될 수 있다.

이러한 마이크로월드와 같이 사이버 수학멘토링 시스템을 위해서 설계되는 많은 부분들은 다중매체에 속한다. 따라서 다중매체의 특징을 파악한 후 학습자들이 다중매체를 통한 정보를 받아들이는 방법에 대해서 파악하고 있어야 학습자들에게 효율적으로 정보를 전달할 수 있다. 다중매체의 인지적 이론은 이원적 경로(dual channel), 제한적 용량(limited capacity)과 능동적 처리(active processing)¹⁾를 가정한다. 이원적 경로는 인간이 정보를 청각적(auditory)/언어적(verbal) 경로와 시각적(visual)/그림적(pictorial)적 경로로 받아들인다는 것, 제한적 용량은 인간이 한 번에 받아들일 수 있는 정보의 양은 제한되어 있다는 것, 능동적 처리는 인간이 정보를 받아 들이 것과 더불어 정보를 능동적으로 인식하고 조작하고 통합한다는 것을 의미한다. 이러한 가정 하에 Mayer는 다중매체 학습에서 <그림 1>과 같은 흐름을 제시하였다.



<그림 1> 다중매체 학습 인지 이론

다중매체 인지 이론에 의하면 인간은 정보(information)를 언어적(verbal) 요소와 시각적(visual) 요소로 받아들인 후 감각 기억, 작동 기억과 장기 기억을 통해 새로운 지식을 구성한다. 여기서 감각 기억은 외부 정보를 받아들이는 곳이고 작동 기억은 받아들여진 정보를 지식으로 구성해 주는 핵심적인 곳으로서 언어적 정보와 시각적 정보가 서로 관계를 맺고 사전 지식과 통합된 후 새로운 지식이 구성되는 곳이다. 이렇게 구성된 기억은 장기 기억에 저장된다. 장기 기억은 작동 기억과 다르게 많은 지식이 장기간 머무는 곳이다. 하지만 장기 기억이 이용되기 위해서는 작동 기억으로 옮겨져야 한다.

다중매체의 이원적 경로에 의해서 학습자에게 정보를 언어적인 요소와 시각적 요소들을 독립적으로 제공해 주기 보다는 동시에 제공해 주는 것이 학습에 효과적이고 제한적 용량에 의해서 학습자에

1) 이원적 경로는 Paivio와 Baddeley의 Dual Coding theory의 영향을 받았고, 제한적 용량은 Baddeley의 working memory와 Sweller의 cognitive load theory의 영향을 받았다.

게 모든 정보를 한 번에 제공해 주는 것보다 순차적으로 나누어서 제공해 주는 것이 효율적이다. 이러한 다중매체 이론은 학습자에게 제공하는 학습내용이나 테스트 항목에 있어서 일종의 가이드라인 역할을 할 수 있다.

학습자에게 적합한 수준의 내용을 제시하고 테스트 문항을 통하여 학습을 유도하려면 무엇보다도 먼저 학습자에 대한 정확한 진단이 이루어져야 한다. 기존의 학생에 대한 평가는 대부분 지필시험이나 교사 면담에 의하여 결정이 된다. 하지만 사이버 수학멘토링 시스템은 인터넷 환경을 기반으로 하고 있으므로, 비록 현지 교사의 도움을 얻을 수는 있으나 기본적으로 컴퓨터 환경을 통한 진단이 이루어져야만 한다. 이를 위해서 CAT(Computer Adaptive Test)와 같은 문항반응이론을 적용할 수 있다. 여기서 중요한 사실은 학습자의 현 상태를 진단하기 위하여 어떠한 질문을 하여야 하는가이다. 이를 위해서는 수학 교과 내용에 관한 핵심적인 구조를 파악하고 있어야 하며 이를 기반으로 하여 문항제작을 하여야 한다. 또한 이러한 문항들은 단순히 테스트에 사용되는 수준을 넘어서서 멘토와 학습자간의 인터넷 전자철관을 이용한 처방에서도 활용될 수 있다.

인터넷에서는 한 번도 직접 만난 적이 없는 사람들과 정보를 교환하고 이메일과 메시지를 통하여 의사소통하는 것은 더 이상 새로운 사회 현상이 아니다. 또한 인터넷 상에서 블로그 등의 개인 공간을 통하여 다양한 정보를 제공하는 경우에서도 알 수 있듯이 일반인들도 정보 소비자가 아닌 각자의 전문성을 이용하여 정보 제공자가 되기도 한다. 또한 인터넷을 이용한 학습도 자연스럽게 발생하고 있고, 사이버 교육에 대한 관심이 많아지고 연구도 실시되고 있다. 사이버 교육이란 정보통신기술을 기반으로 생성되는 가상의 공간에서 교수-학습을 전개해 나갈 수 있도록 구성된 새로운 방식의 교육 패러다임이다(이종연, 1998). 사이버 교육은 다음과 같은 특징을 갖는다(권성호, 1998). 첫째, 다수 대 다수 커뮤니케이션이다. 둘째, 공간을 초월한 커뮤니케이션이다. 셋째, 시간을 초월한 커뮤니케이션이다. 넷째, 컴퓨터 매개 학습이다. 인터넷의 특징은 상호작용적 의사소통을 가능하게 한다는 것이다. 인터넷에서 학습자들은 다른 학습자나 교사, 혹은 다른 전문가들과 정보나 의견을 교환하고, 온라인 토론 등을 통해 창의적이면서도 활발한 상호작용을 할 수 있다. 게시판, 이메일, 실시간 토론 등을 통하여 학습자들은 기본적인 학습내용에서부터 자기 자신의 개인적 관점, 심지어 정서적인 측면에서도 솔직하게 상대방에게 의사를 전달하고 피드백을 받음으로써 기존의 컴퓨터 보조 학습을 기반으로 하는 학습과는 달리 역동적이면서도 다양한 의사소통을 할 수 있게 된다(백영균, 1999). 사이버에서의 의사소통은 상호간의 정보 전달로 해석 될 수 있고 이러한 정보는 글과 동영상 형태로 전달된다. 그리고 정보 전달이 교육적인 의미를 가지려면 전달하려는 정보의 특징과 학생들의 인지상태가 파악되어야 하고 학생에 대한 정확한 진단이 이루어져야 한다.

3. 사이버 수학 멘토링 시스템 설계

사이버 수학 멘토링 시스템의 설계에서 중점을 둔 것은 학습자 중심의 설계, 다중매체 중심의 설

계와 연구자 중심의 설계이다. 첫째, 학습자 중심(learner-centered)의 설계의 관점에서는 학습자(learner)와 사용자(user)를 구분해야 할 것이다. 사용자는 자신이 필요로 해서 컴퓨터 프로그램을 사용하는 사람으로서 동기 부여가 명확히 되어 있어서 사용자 스스로가 시스템 설계에 맞추어서 활동할 수 있는 반면, 학습자는 컴퓨터 프로그램 사용의 동기 부여가 되어 있지 않기 때문에 능동적인 활동이 부족하다. 다시 말해, 사용자는 필요에 의해서 컴퓨터 프로그램을 이용하는 사람이고 학습자는 자신의 의지와는 상관없이 컴퓨터 프로그램을 이용하는 사람이다. 그렇기 때문에 학교에서 학생들을 대상으로 하는 컴퓨터 프로그램은 사용자 중심이 아닌 학습자 중심의 프로그램 설계를 해야 할 것이다. 이를 위해서 다양한 장치의 고안이 필요한데, 대표적인 것으로 학습자의 소속감과 유대감을 고취시키는 사이버 담임제와 같은 활동 커뮤니티의 구성이 있을 수 있다. 또한 방학중 캠프와 같은 오프라인 활동을 통하여 멘토와 학습자, 학습자와 학습자 간의 관계를 강화하여 자발적인 참여를 유도할 수 있을 것이다. 둘째, 다중매체 중심(multimedia-centered)의 설계는 컴퓨터 프로그램 설계에 있어서 중요한 것은 특정 기능의 추가가 아닌 학습자들의 인지를 파악하는 것이다. 다중매체의 인지적 이론에 근거하여 정보를 언어적, 시각적으로 파악하여 언어적 중심의 음성과, 시각적 중심의 그림 정보를 학습자들에게 제공해 줄 수 있게 하였다. 그리고 이러한 설계의 핵심 목표는 학습자에게 수학 학습에 관한 흥미를 고취시키고, 참여 동기를 부여하고자 함에 있다. 이를 위해서는 수학 구조를 내재한 마이크로월드에서의 활동을 통하여 수학적 개념을 습득할 수 있도록 시스템이 설계되었다. 또한 학습자 수준에 적합한 문제를 제시하여 적절한 긴장감을 유지하면서 동시에 학습의욕을 고취시킬 수 있는 테스트 시스템을 구축하였다. 셋째, 연구자 중심(researcher-centered)의 설계는 진단 처방 시스템과 관련되어 있다. 학습자의 현재 상태를 진단하고 처방하려면 학습자에게 부족한 개념이 어느 부분에 있는지 명확하게 가려낼 필요가 있다. 이를 위해서는 우선 수학 지식의 핵심 구조를 파악하여야 하며 이러한 연구를 바탕으로 하여 진단 도구를 개발하여야 할 것이다. 또한, 그러한 연구는 학습자의 정확한 진단을 가능하게 할 뿐만 아니라 처방에 있어서도 유용하게 작용할 수 있다. 그리고 강력한 컴퓨터 시스템의 기능이 학생들의 사고를 가로막는 현상도 발생하기도 하기 때문에 컴퓨터 시스템의 강력한 기능이 강력한 학습의 발생을 의미하지는 않는다. 모든 것을 컴퓨터가 해결한다면 학생은 텔레비전을 시청하고 있는 것과 다를바 없을 것이다. 어떤 기능을 언제 제공해 주냐는 것은 연구자에게 달려있는 것이기 때문에 컴퓨터 시스템 설계자 혼자만의 생각에 의존하는 것 보다 소프트웨어의 설계와 발전은 연구자와 밀접하게 연관되어 있어야 한다(Clements & Battista 2000; Sarama & Clements, 2008).

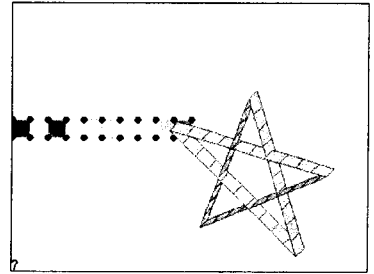
4. 사이버 멘토링 시스템 설계의 실제 예

본 장에서는 앞에서와 같은 이론적 배경에 따라 실제로 개발된 시스템의 여러 요소들 중에서 수학 친밀도를 높이기 위해 고안된 마이크로월드, 다중매체와 인터넷 의사소통을 구현한 게시판 및 전

자질판, 학습자 참여도를 높이기 위한 여러 활동들에 대하여 소개하고자 한다. 또한 이러한 시스템을 이용하여 실제로 이루어지고 있는 사이버 수학멘토링 시스템을 소개한다.

가. 수학 친밀도를 높이기 위한 마이크로월드

앞에서 소개한 이론적인 배경에 따라 학생들의 수학 친밀도를 높이기 위하여 학생들이 직접 조작하고 관찰, 탐구할 수 있는 마이크로월드 환경을 사이버 수학멘토링 시스템에 접목하였다. 여기에 사용된 마이크로월드는 거북 띠 마이크로월드²⁾로써 <그림 2>와 같이 가상의 정사각형 칸으로 나누어진 긴 띠를 이용하여 마치 거북이가 그림을 그리듯이 띠를 만들고 접는 활동을 통하여 다양한 입체도형을 만들고 조작할 수 있는 마이크로월드이다. 거북 띠 마이크로월드는 거북 기하 마이크로월드에서 거북의 움직임에 착안하여 이를 입체도형으로 확장시킨 결과이다. 보통 입체도형은 다루기가 어려워 일반적인 형태에 대한 탐구만 이루어지고 있으며 입체도형을 수학적인 대상으로 바라보는 조합론적이나 대칭군의 관점은 간단한 오일러 정리를 제외하고는 중등교육과정에서는 도입하지 못하고 있는 실정이다. 하지만, 거북 띠 마이크로월드는 입체도형의 성질을 가지면서 동시에 그 구성은 2차원의 평면 성질을 유지하고 있기 때문에 초등학교 학생들도 손쉽게 다룰 수 있는 좋은 소재가 된다. 이는 평면적인 도형에서 입체도형으로 넘어갈 때 매개체의 역할을 할 수 있다는 것을 의미한다.



<그림 2> 거북 띠로 만든 별

이러한 거북 띠 마이크로월드를 통한 탐구 활동은 다음과 같이 교수학적 상황론에 입각하여 구성하였으며 학생들과 함께 활동하였다. 교수학적 상황론은 학생들이 지식을 소유할 수 있도록 하는 상황을 단계별로 마련하는 것에 핵심을 두고 있는데, 이를 위하여 다음의 네 가지 단계로 나누어서 구성하였다.

(1) 행동 단계

띠의 개념에 대한 설명으로부터 시작하여 학생들이 띠를 직접 접어봄으로써 각도의 개념을 현상 속에서 익힌다. 처음에는 각도를 달리하며 띠를 접어보는 활동을 통하여 띠와 접기 개념을 익히고, 여러 예제를 직접 만들어보고 인터넷 환경에서의 조작 활동을 통하여 학생들이 띠 개념을 정확히 이해할 수 있도록 한다. 암묵적으로 학생들은 띠를 접는 나름대로의 원시적인 기본 전략을 세울 수 있게 된다.

(2) 형식화 단계

학생들이 스스로 띠를 접어서 작품을 만들어보는 단계이다. 가장 간단한 정사각형을 어떻게 만들 수 있는가와 같은 질문에서 시작하여 몇몇 기본적인 도형을 학생들이 직접 만들어 본다. 그리고 이것을 응용해서 집 모양, 꽃 모양, 별 모양 등을 만들 수 있게 된다. 가능하다면 교재에서는 띠를 가

2) 본 연구에 사용된 거북 띠 마이크로월드는 다음의 주소에서 확인할 수 있다 : <http://javamath.snu.ac.kr>

지고 하는 기본적인 활동들에 대하여 칸, 접기 등의 통일된 용어를 사용하도록 유도하며 이를 통하여 수학적 언어를 통한 의사소통이 가능한 단계가 되도록 한다.

(3) 타당화 단계

형식화 단계에서 의식화하였지만 정당화를 하지 않은 규칙에 대하여 그 정당함의 근거를 찾는 단계이다. 예를 들어 가장 기본적인 도형인 정다각형모양을 띠로 만들 때, 일정한 규칙으로 띠를 접어야 한다는 규칙을 발견할 수 있다. 이것은 거북 기하 마이크로월드에서 거북이가 정다각형을 그리는 활동에서 거북의 '돌자' 값이 일정한 규칙을 가지는 것과 동일하다. 간단한 현상에서 출발하여 직접 만들면서 발견한 수학적 규칙은 멘토나 교사에게 확인을 받게 되며 이 과정에서 수학적 언어를 통한 의사소통이 더욱더 강화된다. 여기에서 말하는 수학적 언어란 일반적으로 수학교과과정에서 다루는 수학기호만을 뜻하는 것이 아니라 반복되는 규칙을 표현하는 일관된 용어이다.

(4) 제도화 단계

앞의 타당화 단계에서 자신이 발견한 수학적 규칙과 그 근거에 대하여 멘토나 교사가 다른 학생들이 알 수 있도록 공식적으로 인정해주는 단계이다. 이 단계에서 학생들의 성취감은 최고조에 이르게 되며 하나의 현상과 그 이면에 숨은 수학적 규칙에 대하여 자신의 것으로 내면화하는 계기가 된다. 똑같은 내용을 교사가 제시하는 것 보다 자신이 직접 현상을 발견하고, 규칙성을 찾아내고, 그 이유를 나름대로의 수학적 언어로 표현하는 과정은 일상생활에서의 경험을 수학화하는 중요한 활동이 된다.

거북 띠 마이크로월드와 같은 실험기반 마이크로월드 외에도 게임 기반 마이크로월드도 학생들의 친밀도를 높이는데 높은 효과를 가질 것으로 예상된다. 이를 위하여 스토쿠나 소코반과 같은 수학적 구조를 가진 게임을 선정하여 이를 마이크로월드에 접목하여 사이버 수학멘토링에 이용하고자 한다. 특히 스토쿠나 소코반과 같은 게임은 그 조작 순서를 언어로 표현할 수 있으며 언어 기반 마이크로월드가 가지는 장점은 앞의 이론적 배경에서 살펴본 바와 같다. 따라서 스토쿠나 소코반도 다양한 수학적 문제 상황을 만들어 낼 수 있으며, 또한 사용할 수 있는 여러 전략 도구들 중에서 적절한 도구를 선택하는 decision reasoning 의 관점에서 수학적 사고방식의 습득이라는 관점에서 접근할 수 있다. 이를 위하여 스토쿠나 소코반의 구조를 파악하여 언어기반 마이크로월드로 번역하는 설계가 이루어지고 있으며, 특히 소코반 게임의 경우에는 개발이 완료되어 적용단계에 있다.

나. 인터넷 의사소통을 위한 게시판 및 전자칠판

대부분의 경우 인터넷을 통한 수학학습을 하려할 때 가장 큰 걸림돌은 수식표현일 것이다. 본 연구에서 처음 설계된 게시판에서는 텍(Tex) 명령을 입력하여 그것을 수식으로 변환해주는 Xhtml의 기술을 이용하였다. 하지만, 이러한 방식은 별도의 프로그램이 설치되어야 수식이 제대로 표현되는 문제점이 있으며 또한 텍 명령에 익숙하지 않은 학생들이 사용하기에는 불편한 점이 보였다. 이러한

점을 보완하기 위하여 수식에 해당하는 이미지를 html 환경에서 즉석으로 생성하는 방식을 연구하게 되었고, 공개된 소프트웨어를 적용하여 이 문제를 해결할 수 있었다.

다중매체 인지 이론에 따르면 학습자는 다양한 형태의 요소로 정보가 제공될 때, 정보를 더욱더 효율적으로 습득할 수 있게 된다. 이를 위해서 음성 대화, 문자 대화 및 전자칠판이 동시에 가능한 환경을 설계하게 되었다. 여기에서 전자칠판은 <표 1>의 ②에 해당하는 것으로써, 멘토와 학습자가 각자의 컴퓨터에서 동일한 전자칠판으로 접속하여 실시간으로 답변을 주고 받는 시스템이다. 전자칠판에 수식을 쓰거나 그림을 그리며 동시에 음성으로 말하는 것은 다중매체 인지 이론에서 시각적 요소와 언어적 요소를 동시에 활용하는 예가 될 것이다. 또한 전자칠판에 문제 파일을 배경화면으로 지정할 수 있어 필요한 문제를 즉각적으로 공유할 수 있어, 보다 손쉬운 멘토링이 될 수 있도록 설계하였다.

<표 1> 문자 대화, 음성 대화 및 전자칠판

오른쪽 포물선은 이차함수 $y=a(x-p)^2+q$ 의 그래프이다. 이 포물선의 식을 구하여라. 또, 이 함수의 지역을 구하여라.

꼭짓점 $P(-2, -1)$
 $y = a(x+2)^2 - 1$
 $Q(0, -5)$ 대입

① 문자 대화 (언어적 요소)
 ② 인터넷 전자칠판 (시각적 요소)
 ③ 음성 대화 (언어적 요소)

기존에 제작된 인터넷 상의 다양한 학습 자료들을 활용하기 위해서, 전자칠판에 일부 영역을 할애하여 인터넷 학습자료를 등록할 수 있는 시스템이 요구된다. 이것은 멘토가 필요에 따라 학습자에게 해당 학습자료를 보여주고 이를 조절하며 설명하는 기능으로써 사이버 수학멘토링 시스템이 다양한 학습자료의 허브 역할을 할 수 있는 발판이 될 것이다.3)

3) 이러한 시스템은 현재 계속해서 발전되고 있으며 학습 효과를 높이기 위한 다양한 부가 장치가 함께 설계 및 개발되고 있다.

다. 학습자 참여도를 높이기 위한 활동

사이버 수학멘토링이 기본적으로 인터넷 기반의 활동이라는 점은 공통된 참여 소재 또는 인간관계 없이는 제대로 된 활동이 될 수 없음을 의미한다. 여기에서는 학생들의 소속감과 유대감을 높이기 위하여 학생들이 참여할 수 있는 몇 가지 활동을 소개하고자 한다.

(1) 사이버 담임제

학생들의 소속감을 높이기 위하여 사이버 담임제를 실시하였다. 멘토 1인에 10~15명의 학생을 배정하여 멘토 중심으로 학생들이 활동할 수 있도록 하였다. 이러한 사이버 담임제의 효과로는 학생이 가지는 사이버 선생님에 대한 느낌이 여러 명이 아닌 한 사람에게 고정된 느낌을 준다는 점이다. 즉, 멘토링 대상이 멘토집단이 아닌 특정인에게 소속되어있고, 그러한 특정인에게 소속된 주변의 또래 집단과의 교류를 통하여 자신의 소속감을 재확인할 수 있는 것이다. 사이버 담임은 정기적인 강연을 통하여 학생들의 질문에 대한 답변을 체계화하는 동시에 학생들과의 인간적인 교류를 지속함으로써 단순히 학습 상담이 아닌 멘토링이 될 수 있도록 한다.

(2) 오프라인 캠프 활동

오프라인 캠프 활동은 다양한 탐구 활동을 통한 학생들의 학습 참여 및 학생들과 멘토들 사이의 인간적인 유대감을 강화시키고자 하는 목적으로 시행되었다. <그림 3>은 실제로 이루어진 오프라인 캠프 활동을 보여준다. 지역 기관의 협조를 얻어 총 9개 중학교 70여명의 학생을 대상으로 2박 3일의 일정으로 실시되었다. 실제로 이러한 활동의 전후를 비교해보면 학생들의 사이버 멘토링 참여율이 많이 달라진 것을 알 수 있었다.



<그림 3> 오프라인 캠프 활동

(3) 사이버 수학매거진 발행

사이버 수학멘토링이 인터넷 기반이라는 점은 강점인 동시에 취약점이 될 수 있다. 가장 큰 취약점은 시스템 밖에서 학생의 활동에 관여할 수 없다는 점이다. 이를 보완하기 위해서는 지역교사의 도움이 절실히 요구된다. 사이버 수학매거진은 지역교사에게 적절한 교과 보조 학습자료의 역할을 할 수 있으며, 동시에 학생들에게 수학멘토링을 이용하게 하는 동기를 부여할 수 있다. 본 연구에서는 특정 학년이나 단원에 치우치지 않는 탐구형태의 자료를 개발하여 제공하였으며, 동시에 교과과정에서 벗어나지 않도록 조정하여 실제로 지역교사가 학습자료로 활용할 수 있도록 설계하였다.

(4) 이동통신기기의 활용

앞의 (3)에서도 보았듯이 사이버 수학멘토링에서는 무엇보다도 학생들의 적극적인 참여가 요구된다. 이를 위해서는 학생들의 참여를 위한 다양한 활동이 요구되고, 그러한 활동에 대하여 즉각적인 피드백이 주어져야 한다. 예를 들어 학생들이 질문을 하였을 때, 빠른 답변은 학생들의 참여율을 높이는데 많은 도움이 될 것이다. 이를 위하여 학생들이 질문을 하거나 멘토들이 답변을 하였을 때, 상대방에게 실시간 문자메세지를 통하여 즉각적으로 그 사실을 전달하도록 하였다. 이를 통하여 빠른

피드백이 가능하도록 하였으며, 실제로 이러한 실시간 문자메세지의 사용은 학생들의 질문 빈도수를 높이고 답변이 등록되는데 걸리는 시간을 단축하는 효과를 보였다.

라. 온라인 진단 평가 시스템

본 연구에서는 학습자에게 적절한 학습 자료를 제시하고, 효과적인 멘토링을 위해서는 학습자에 대한 정확한 진단이 먼저 이루어져야 한다고 판단하였다. 이를 위하여 직접 온라인 진단 평가 시스템을 설계하였으며 기본적인 형태의 개발이 완료되었다. 모든 문항을 게시판 형태로 저장할 수 있도록 하였으며 다중매체를 활용할 수 있도록 설계하였다. 또한 문항별 풀이 시간, 답변에 따른 반응 문항설정, 분류화된 주제별로 임의 문항 출제 등의 설계가 이루어졌다. 하지만 앞서서도 밝혔듯이, 진단 평가 시스템에서 가장 중요한 사항은 무엇을 물어볼 것인가, 즉 문항개발에 있다. 이는 지식에 대한 수학적 구조를 파악하고 이를 문항으로 변환하는 작업을 요하는 것으로 다른 여러 연구에서 이루어지고 있으며 이러한 연구 결과를 바탕으로 하여 문항을 개발하고 이를 진단 평가 시스템에 적용하여야 할 것이다. 여기에서 의미있는 점은 진단 평가 시스템 개발자가 문항 평가 연구에 참여하고 있고, 이러한 사실은 진단 평가 시스템이 보다 의미있는 다양한 결과를 도출할 수 있도록 지속적인 보완과 수정이 이루어져 설계에 반영될 수 있다는 점이다.

마. 사이버 수학멘토링 시스템 운영

본 장에서 소개되는 사이버 수학멘토링 시스템은 지역소재 9개 중학교 학생 100여명을 대상으로 운영되고 있는데, 지역 유관기관과의 협력을 통하여 이루어지고 있으며 학교 교사를 통하여 대상 학생을 선별하고, 대학교 학부학생 6명 및 대학원생 3명이 멘토의 역할을 하고 있다.

사이버 수학멘토링 시스템은 3단계로 이루어져 있다. 1단계는 질문을 하는 단계로써 인증받은 학생이 홈페이지에 질문글을 게시함으로써 이루어진다. 이때, 학생이 질문글을 게시하였다는 내용이 해당 학생의 담임멘토에게 실시간 문자메세지로 전송된다. 2단계는 답변 단계로써 멘토가 학생의 질문에 대하여 적절한 대답을 해주거나, 관련 자료를 찾아서 제시하게 된다. 이때, 우선적으로 질문을 하는 학생의 담임 멘토가 답변을 하게 되며, 답변이 등록되면 질문을 한 학생에게 답변이 등록되었음을 실시간 문제메세지로 알려주게 된다. 3단계는 실시간 전자상담으로써 게시글로 답변이 곤란한 내용이거나 생활상담, 강연 등과 같이 실시간으로 상호작용이 필요한 경우에 이루어진다. 특히 실시간 전자상담은 학생과 멘토가 각각 글을 쓰거나 그림을 그릴 수 있는 전자칠판을 공유하여 사용함으로써 상담의 효과를 극대화하고 있으며 다양한 강연 등을 통하여 그 효율성을 높일 수 있다.

학생 선별은 학교 교사를 통하여 학기 초에 이루어지며 선발된 학생의 이용 기간은 다음 학기 초에 활동정도에 따라 한 학기 더 연장될 수 있다. 특별히 멘토링 활동을 활발히 한 학생은 방학 중에 있는 오프라인 수학 캠프에 참여할 수 있는 기회를 주게 된다. 오프라인 수학 캠프는 학생과 멘토들 사이의 면대면 활동으로 이루어지며 해당 지역으로 멘토들 및 강사가 방문하여 이루어진다. 오프라

인 수학 캠프는 다양한 수학 활동으로 구성되었으며 학생들과 멘토들 사이의 정신적인 유대감을 강화하여 이후에 보다 활발한 멘토링 활동이 이루어질 수 있도록 하는데 도움을 준다.

5. 사이버 수학멘토링의 의의

사이버 수학멘토링은 기본적으로 학교 교육에 대한 보완의 의미를 가지고 있다. 즉, 교육과정을 대체하여 이루어질 수 있는 것이 아니며 현행 학교 교육이 가지는 공공성에 의해 이루어지지 못하는 부분을 찾아서 보완하는 역할을 수행하여야 할 것이다. 그러한 의미에서 사이버 수학멘토링은 학생, 현직교사 뿐만 아니라 예비수학교사들에게 의의를 가질 수 있다. 우선 학생에게는 자신의 학습 능력이나 개인적인 특성에 맞춰서 학습에 관한 피드백을 받을 수 있다. 이것은 진단 처방 시스템을 통하여 학생의 현재 학습 상황을 판단하고, 적절한 답변 및 자료를 제시함으로써 이루어질 수 있다. 또한 학생의 질문 및 활동에 관한 정보, 멘토들의 의견이 멘토들 사이에서 공유됨으로써 보다 자세하고 정확한 진단이 이루어질 수 있도록 설계하였다. 이러한 정보는 학생에 대한 학습 상담 및 생활 상담에 많은 도움을 줄 수 있을 것이다. 또한 현장 교사와의 연계를 통하여 상호보완적으로 학생에게 접근할 수 있을 것이다. 현직 교사는 멘토링 시스템에서의 다양한 자료를 바탕으로 실제 수업이나 교육과정 구성에 도움을 얻을 수 있다. 이것은 사이버 수학멘토링이 기본적으로 학습 상담 자료를 축적하여 하나의 상황에 대하여 적용할 수 있는 유형별 자료 검색이 가능하도록 구성되었기 때문이다. 즉, 다양한 상황이나 개념 설명에 관하여 학생에게 설명하기 위해서 필요한 관련 자료들을 모아 소개함으로써 교육에 도입할 수 있는 활용성을 높인다. 그리고 교사들도 직접 사이버 수학멘토링에 참여함으로써 현장에서의 풍부한 경험으로 바탕으로 여러 지역의 학생들에게 도움을 줄 수 있으며, 또한 시간적, 공간적 제약으로 인하여 할 수 없었던 학습자 개개인의 특성을 고려한 접근을 시도해 볼 수 있다. 또한 예비수학교사는 사범대학이 가지는 사회적 위치를 고려하여 봉사활동으로써 멘토 역할을 수행함으로써 지역사회에 기여할 수 있다. 그리고 대학에서의 교직 과정과 실제 학습 상담 및 강연을 진행하는 경험을 연결하여 보다 효율적인 교직 과정 이수가 이루어질 수 있는 계기가 될 것이다. 또한 정규 수업이 아닌 방과후 활동과 같은 형식의 학습 상담 및 강연을 진행하며 다양한 경험을 쌓아서 교사가 되었을 경우를 대비할 수 있는 기회가 될 것이다.

6. 마치며

현재 사범대학을 중심으로 예비교사들에게 봉사활동을 의무적으로 이행하도록 하려는 움직임이 있다. 이러한 상황에서 예비교사들에게 앞으로의 교사활동에 대한 예행의 성격을 지닌 사이버 수학멘토링을 봉사활동으로 하게 한다면 상대적으로 소외된 지역학교의 학생들과 현직교사, 그리고 예비교사에게 많은 도움이 될 것이고, 예비교사의 봉사활동이 가지는 의미와도 부합하게 될 것이다.

본 연구에서는 사이버 수학멘토링 설계에 있어서 구성주의와 마이크로월드, 다중매체 인지이론, 문항반응이론, 사이버 교육에 관한 이론적 배경을 살펴보았다. 그리고 이러한 이론적 배경에 따라 실제로 개발되어 운영된 시스템의 여러 요소들 중에서 수학 친밀도를 높이기 위해 고안된 마이크로월드, 다중매체와 인터넷 의사소통을 구현한 게시판 및 전자칠판, 학습자 참여도를 높이기 위한 여러 활동들 및 이러한 내용을 바탕으로 실제로 설계된 멘토링 시스템에 대하여 소개하였다. 또한 이러한 각각의 요소들이 의미를 가지기 위하여 갖추어야하는 기본적인 요소들과 보완할 점에 관하여 알아보았으며 사이버 수학멘토링 시스템이 학생, 교사 및 예비수학교사들에게 가지는 의의에 대하여 살펴보았다.

한편, 본 연구에서 설계된 온라인 진단 평가 시스템은 평가와 관련된 제반사항에 대한 설계가 이루어졌음에도 불구하고 적절한 문항 연구가 이루어지지 않아 실제로 적용되지는 못하였다. 앞으로 이러한 부분에 있어서 중학교 수학교육과정에서 학생들이 많이 가지게 되는 오개념이나 오류를 분석하여 이를 체계적인 평가 문항으로 개발하고, 이를 사이버 수학멘토링 설계에 반영하는 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

- 권성호 (1998). 교육공학의 탐구. 서울; 양서원.
- 교육인적자원부·한국교육개발원 (2007). 교육통계분석자료집.
- 김화경 (2006). '컴퓨터와 수학교육' 학습-지도 환경에 관한 연구. 서울대학교 교육학 박사학위 논문.
- 백영균 (1999). 웹기반 학습의 설계. 서울: 양서원.
- 이종연 (1998). 사이버교육체계 구축 모형. 교육공학연구, 14(3), pp.301-330.
- 조한혁 (2003). 컴퓨터와 수학교육. 한국수학교육학회지 시리즈 A <수학교육> 42(2), pp.177-191, 서울: 한국수학교육학회.
- Cho, H., Kim, S., Han, H., Jin, M., Kim, H., & Song, M. (2004). Designing a Microworld for Mathematical Creative and Gifted Students, *Proceeding of 10th International Congress on Mathematical Education*, Copenhagen, Denmark.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (2000). *Designing Effective Software*. In L. D. English (Ed.), *Handbook of research in mathematics education*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Cuban, L. (1986). *Teachers and machines: The classroom use of technology since 1920*. New York: Teachers College Press.
- Mayer, R. E. (2005). *Cognitive Theory of Multimedia Learning*. In Mayer, R. E. the Cambridge handbook of multimedia learning. Cambridge, U.K.: Cambridge University Press.
- Nemirovsky, R. (2004). Introduction, PME Special Issue: Bodily activity and imagination in

mathematics learning, *Educational Studies in Mathematics* 57(3), pp.303-305.

Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*, Cambridge, Massachusetts: Perseus Publishing.

Programme for International Student Assessment. (2005). *Are students ready for a technology-rich world?: What PISA studies tell us*. Paris: OECD.

Sarama, J., & Clements, D. H. (2008). Linking research and software development. In Heid, K., Blume, G. W. *Research on Technology and the Teaching and Learning of Mathematics* 2. Cases, and Perspectives. USA: Information Age Publishing.

On the design of a cyber mathematics mentoring system

Cho, Han Hyuk

Seoul National University

E-mail : hancho@snu.ac.kr

Song, Min-Ho

Seoul National University, Graduate School

E-mail : mino@snu.ac.kr

Jin, Man Young

Seoul National University, Graduate School

E-mail : jin4489@snu.ac.kr

The purpose of this paper is to design a cyber mathematics mentoring system which is helpful for interactive mathematics mentoring among mentors and learners. We review theories about various technological tools that are related to students' interest, participation and motivation in the course of on-line and off-line activities, and we also research the effectiveness of such tools. Also we consider educational implications of the cyber mathematics mentoring system for pre-service teachers, in-service teachers, learners and mentors.

* ZDM Classification : U73

* 2000 Mathematics Subject Classification : 97C80

* Key Words : Cyber Mathematics Mentoring, Microworld, Design Environments