문제해결 능력신장을 위한 교수-학습 시스템 설계

-문제 푸는 방법 찾기 단원 중심-

박소영[0] · 고병오
공주교육대학교 컴퓨터교육과
cynimoon@hotmail.com, bokoh@gjue.ac.kr

The Design of Instruction & Learning System to improve the ability to solve problems

So-yeong Bak, Byung-oh Goh
Dept. of Computer Science Education, Gongju National University of Education

요 약

수학적 지식과 능력을 활용하여 생활 주변의 여러 가지 문제를 해결하는 능력의 신장이야말로 수학교육의 목표이자, 수학 학습의 근본적인 이유가 된다. 그러나 문제해결 능력이 가장 많이 필요한 문장제 문제해결과, 문제 푸는 방법 찾기 단원을 학생들은 해결하기 어려워한다. 다른 단원보다 명확하게 식을 찾을 수 있는 연산 문제들과 다르고, 책에 제시되어 있는 방법을 쉽게 사용을 하지 못하며. 그 문제의 의미를 이해하지 못한다. 그래서 문제를 푸는데 즐거움을 느끼지 못한다. 이에 본 연구는 문제 푸는 방법 찾기 단원을 중심으로 문제해결 능력 신장을 위한 교수·학습 시스템 설계를 목적으로 학습의 과정별, 특성별, 연계별 학습 내용을 고려하여 학년 통합, 내용 통합하여 재구성하였다. 그리고 교수-학습 모듈, 평가 모듈, 상호작용 모듈로 시스템을 구성하였다. 시공간의 제약을 극복하여 학습자들의 수준에 적합한 개별화 학습을 제공하고, 웹을 이용한 문제 만들기 활동을 통하여 학습에 자신감을 기르고, 또한, 자기주도적 학습 능력을 향상시키는 계기가 될 수 있을 것으로 기대된다.

1. 서론

수학적 지식과 능력을 활용하여 생활 주변의 여러 가지 문제를 해결하는 능력의 신장이야말로 수학교육의 목표이자, 수학 학습의 근본적인 이유가 된다. 그러나 생활 속에서 수학적 지식과 능력을 활용하는데 여전히 많은 어려움을 느끼고 있다. 그뿐만 아니라 문제해결 중심의 수학교육은 오래전부터 수학 교육의 중요한 위치를 차지하고 있다. 이에 우리의 수학교육도 문제해결 능력을 신장시키고자 다양한 해결 전략을 구체적으로 제시하고 사용하도록 강조해 왔음에도, 문제해결은 현장의 학생들에게는 어렵게 다가온다. 특히, 문제해결 능력이 가장 많이 필요한 문장제 문제해결을 어렵게 생각하고, 문제 푸는 방법 찾기 단원을 학생들은 가장 해결하기 어려워한다.

이렇게 중요한 부분임에도 학생들은 항상 학기말이 되어 마지막에 남은 문제 푸는 방법 찾기 단원이 나오면 방학이 다가온다는 설렘보다는 또 어려운 단원이 돌아왔다는 생각에 수학 시간만 되면 조용한 교실이 된다. 문제 푸는 방법 찾기 단원을 심화 단계 수준으로 보고 해결하려고 하지 않고 포기를 먼저 하는 경우가 많다. 이런 현상의 이유는 다음과 같다.

첫째, 다른 단원보다 명확하게 식을 찾을 수 있는 연산 문제들과 달라서 계산을 정확히 하는 많은 학생조차도 문제 푸는 방법 찾기 단원의 해결을 어려워한다. 풀이 방식을 떠올려 숫자를 대입하여 문제 푸는 것에 익숙한 학생들은 식이 생각나지 않으면 문제를 너무 쉽게 포기하고 만다. 특히 주어진 정보를 사용하여 수학과 관련된 생활의 문제를 연관지

어 해결하는 각 단원의 문장제 문제는 다른 문제를 해결할 때보다 문항 통과율이 낮다.

둘째, 제시되어 있는 방법을 쉽게 사용을 하지 못한다. 문제 푸는 방법 찾기 단원의 우리는 알고 있고 페이지마다 명확하게 그 문제의 해결법으로 제시되는 방법이 있지만 학생들은 또 어려운 방법이 나왔다고 정도로 생각하고, 해결 후 다시 그 문제에 관련된 것에 적용의 어려움을 겪는다.

셋째, 문제의 의미를 이해하지 못 한다. 이는 읽기 능력의 부족을 원인으로 들 수 있다. 낮은 언어 능력이나 문제에서 사용된 언어에 대한 친근감의 부족이 문제의 이해를 방해하는 것은 사실이다. 물론 읽기 능력이 뛰어난 아이들도 어려움을 겪기 때문에 모든 학생에게 적용할 수는 없지만 문제의 의미를 이해하지 못하는 학생들이 더 문제 해결에 어려움을 겪게 된다.

넷째, 자신감이 부족하다. 고학년까지 오면서 해결하기 어렵다는 경험의 축적으로 문제가 쉬워도 재미있다는 생각을 하지 못하게 되었다. 그래서 처음부터 이 단원은 어렵다는 생각을 하여 의욕이 떨어지게 된다.

다섯째, 문제를 푸는데 즐거움을 느끼지 못한다. 한 문제의 해답을 다른 여러 가지 방법을 찾는데서 얻을 수 있는 즐거움을 알지 못하고 해답이 나오는 과정이 복잡하다는 생각만 하게 된다.

본 논문에서 문제점을 해결하려는 방법으로 다음과 같이 제시하고자 한다.

첫째, 문제에 맞게 적절하게 전략을 적용할 수 있는 단계별 학습이 필요하다. 학생이 아무리 교과서에서 편한 전략을 선택하여 해결하라고 선택권을 제공하여도 쉽게 접근을 못 한다. '나는 못해'라고 결론을 지어 버리는 것 같다. 그래서 기본 학습을 해결 할 수 없는 아이들은 보충 단계가 필요하다. 한 가지 전략조차 적용하기 어려운 아이들에게 다른 전략을 제시하는 것보다는 좀 더 쉽게 그 전략을 사용할 수 있게 도와주는 보충학습 단계가 제시되어야겠다. 또한, 심화학습 단계에서는 다른 학생과 문제 만들고 해결하는 학습을 통해 이 전략을 사용할 수 있는 문제를 만들고, 다양한 문제를 접하여 생각의 폭을 확대할 수 있겠다.

둘째, 문제해결을 어려워하는 학생에게 시공간의 제약을 극복하여 문제해결력을 높이는 웹을 활용한 활동이 필요하다. 웹을 활용한 학습 활동은 다른 매체보다 전달되는 정보들의 상호작용성에서 우수하고, 정보나 자료를 수시로 수정 보완할 수 있어 교육적 효과가 크기 때문에 시공간의 제약을 극복하고 학습자의 흥미와 지적 호기심을 만족시키며 학습의 효과를 높일 수 있다.

셋째, 문제 만들기 활동을 하게 한다. 학생들에게 선생님들이 하는 일과 같은 경험을 하여 문제 푸는 방법 찾기 단원에 대한 중압감을 벗어나 자신감을 느끼게 하고, 이와 같은 활동을 통해 지식에 대한 이해를 더욱 깊고 넓게 할 수 있다. 또한, 수학에 관련된 생각을 이끌어내고 적용하는데 자신이 학습한 요소들을 활용하게 되므로 이들의 관계를 밝히고 발전시키는 데 필요한 수학적인 사고력을 향상시켜 줄 수 있을 것이다. 그러나 이를 실제 수업 시간에 할애된 학습 시간으로는 활동하기 부족하므로 이를 위한 웹상에서의 시스템 개발이 필요하다.

이러한 필요성에 의해 Polya의 문제해결 과정을 기초로 학습자들의 상호작용적인 면을 접목시켜 수학과의 문제해결 방법 찾기 단원에 대해 웹상에서의 문제해결 능력신장을 위한 교수·학습 시스템을 설계한다.

2. 이론적배경

본 절에서는 문제 정의와 문제해결, 그리고 웹 기반 학습과 스캐폴딩에 대해 서술한다.

2.1 문제

Polya는 "문제를 푼다는 것은 알려지지 않

는 방법을 숨겨진 결과에서 찾는 일이다. 간단한 문제에서 결과를 찾는 방법이 즉각적으로 구해지지 않으면 결과를 얻는 방법을 의식적으로 적용해 가면서 문제를 풀어야 한다. 문제를 푼다는 것은 즉석에서 구해지지 않는 길을 찾는 일이며, 어려움 없이 결과를 구하는 일이며, 함정을 피해서 가는 길을 구하는 일이며, 즉각적으로 얻어지지 않는 결과를 적절한 방법에 의하여 얻는 일이다."라고 문제해결을 설명하고 있다[1].

2.2 문제해결

문제해결이란 문제를 해결하고자 어떤 정보를 이용하여 사고하는 과정·기능을 의미하며, 여기서 기능이란 단순한 조작을 의미하는 것이 아니라 사고력과 창의력을 바탕으로 하는 인지적 조작을 의미한다고 볼 수 있다.

Polya는 문제해결 과정을 문제에 대한 이해, 계획의 작성, 계획의 실행, 반성의 4단계로 나누고, 각 단계에서 일어나기를 기대하는 사고 과정을 발문과 권고의 형태로 다음과 같이 제시하고 있다[2].

첫째, 문제에 대한 이해의 구체적 장면으로는 미지의 것, 주어진 것, 조건은 무엇인가? 주어진 조건은 미지의 것을 구하는 데 충분한가? 불충분한가? 과다한가? 모순이 되는가? 그림을 그리고 적절한 기호를 이용할 수 있는가? 조건의 각 부분을 세분하여 쓸 수 있는가?

둘째, 계획 작성의 구체적 장면으로는 자료와 미지인 것 사이의 관계를 찾아보아라. 즉각적으로 그러한 관계를 발견할 수 없다면, 보조 문제를 고려하여야 할 것이다. 궁극적으로 풀이에 대한 계획을 작성해야 한다. 전에 유사한 문제를 풀어본 적은 없는가? 관련된 문제를 아는가? 유사한 문제를 풀었을 때 사용한 필요한 정리를 알고 있는가? 문제를 다른 말로 표현할 수 없는가? 정의로 되돌아가서 생각하여라. 만약 문제가 해결되지 않으면 이와 관련된 쉽고 비슷한 문제, 일반적인 문제, 특수한 문제, 유추적인 문제는 없는가? 문제 일부분은 풀어질 수 있는가? 일부의 조건은 버리거나 또는 관련된 조건을 취할 때 문제는 풀어질 수 있는가? 주어진 조건은 모두 사용되었는가? 문제에 들어있는 본질적 개념은 모두 고려되었는가?

셋째, 계획의 실행의 구체적 장면은 풀이 계획을 실행하고, 각각의 단계를 점검하라. 각 단계가 올바른지 명확히 알 수 있는가? 그것이 옳다는 것을 증명할 수 있는가?

넷째, 반성 단계에서의 구체적 장면은 결과를 점검 할 수 있는가? 논증 과정을 점검할 수 있는가? 이론의 근거를 가지고 설명할 수 있는가? 결과를 다른 방법으로 이끌어 낼 수 있는가? 결과나 방법을 어떤 다른 문제에 활용할 수 있는가?

이와 같은 Polya의 전략에 근거하여 단계적인 해결과정을 지도하여 이해를 명확히 하고 주어진 문제를 있는 그대로 풀려 하지 말고 조건 일부를 바꿔 본다든가, 문제의 관점이나 표현을 달리하여, 자신의 문제를 쉽게 재구성해 봄으로써 여러 가지 수학적인 요소와 개념을 좀 더 깊이 이해할 수 있고, 단순화한 문제의 해결과정으로부터 알아낸 원리를 이용, 쉽게 알 수 있는 것부터 미지의 것으로 발전시켜 가는 전략을 적용하여 문제요소 사이의 관련성 파악 및 그들을 자유자재로 표현하고 연출할 수 있는 능력이 필요하다고 하겠다[3].

이 시스템에서는 Polya의 전략에 문제를 만드는 것을 적용하여 설계하고자 한다. 학생들은 문제를 읽는 순간부터 사고하고 그것을 이해하는 활동을 시작한다. 그러기 위해 학생들은 계획을 세우려 하고, 이 과정 속에서 문제를 더 잘 이해할 필요성을 느낀다. 일단 계획이 형성되면 시도해보거나, 또는 불가능함을 알게 될 수도 있다. 불가능함을 알게 되면 다음 활동은 새로운 계획을 세우는 것인데 그 문제에 대한 새로운 이해를 위해서 이전 단계로 되돌아가며, 작업 중인 문제와 관련된 새로운 문제를 만들게 된다. 이와 같은 문제 만

들기는 Polya의 '반성'단계와 관련된다.

2.3 웹 기반 학습과 스캐폴딩

지식을 구성하는 방법도 학생들에게 수학적인 경험을 제공하고 이를 분석하여 해결하는 경험을 바탕으로 생각함으로써 이루어지도록 도와주어야만 한다. 선생님은 학생들끼리 아이디어들을 교환함으로써 서로 배우는 그룹별로 토론하는 학습에 관심을 기울여야 한다. 또, 선생님은 학생들이 수학에 대한 긍정적인 태도를 가지도록 도와주어야 한다[4].

Doyles는 '학습자에게 가치 있고 유용하다고 여겨지는 지식, 기능, 성향의 내면화에 앞서는 선생님과 학습자 간의 사회적 상호작용이며 학습의 모호함을 감소하고 성장할 기회를 증가시키는 교육적 활동이다.'라고 정의하고 있고, Wood, Bruner, Ross(1976)는 '처음에는 학습자의 능력을 넘어서는 과제 요인을 통제하여 학습자로 하여금 능력 안의 범위에 있는 요인에 집중하여 과제를 완수할 수 있게 하는 것'이라고 정의하고 있다. 도움을 주는 과정에서 학습자의 인지 발달에 따라 학습자 자신이 학습에 더 많은 책임을 갖도록 자극하면서 점차 도움을 줄여가는 조절적 기능이 스캐폴딩 학습 설정의 핵심이 된다[5].

Guzdial 과 Kehoe(1998)의 연구에 의하면 75명의 대학생을 대상으로 하이퍼미디어 학습 환경에서 스캐폴딩 교수전략이 기술공학에 관한 지식습득에 효과적인가를 검증하는 연구를 수행한 결과 스캐폴딩 교수 전략 실험처치 집단이 문제완성도와 지식습득에 있어서 높은 점수를 받았다[6].

스캐폴딩이 매우 효과적인 교수전략으로 알려져 있기는 하지만 교실환경에서 그것의 적용이 제한되었던 것이 사실이다. 따라서 개별화 학습이 가능한 컴퓨터 학습 환경에서 스캐폴딩을 적용해야 한다는 공학적인 접근이 시도되고 있다[7].

이에 웹 기반으로 개발한 본 시스템에서 학생들이 학습을 성공적으로 해결하면서 앞 단계로 나아갈 때 점차 도움을 줄여가 학습자가 성장할 기회를 증가시키고자 한다.

3. 제 7차 교육과정 분석 및 재구성

학년별 문제 푸는 방법 찾기 단원을 분석한 후 이를 토대로 문제 해결에서 학생들이 각 단계의 문제에서 구체적인 해결 전략을 적절히 사용하도록 학습할 수 있는 웹을 기반으로 한 시스템을 만들도록 재구성하고자 한다.

3.1 제 7차 교육과정 학년별 교과서 문제 푸는 방법 찾기 단원 분석

초등학교 1학년부터 6학년까지 전 학년에 걸쳐 문제 푸는 방법 찾기 단원과 관련된 내용을 추출하면 <표1>과 같다[8].

<표1>7차 교육과정 문제 푸는 방법 찾기 단원 내용 구성표

단계	단원	차시별 내용 및 제시 전략
1-가	없음	
1-나	8. 문제 푸는 방법 찾기	1/7. 덧셈식만들기 2/7. 덧셈식만들기 3~4/7. 뺄셈식만들기 5/7. ㅡ 가 있는 식 만들기 6/7. 잘 공부했는지 알아보기 7/7. [심화]재미있는 놀이, 문제 해결, 식에 알맞은 문제 만들기
2-가	6. 식 만들기와 문자 만들기	1/7 . 어떤 수를 □로 나타내기 2/7 . 덧셈식에서 □의 값 구하기 3/7 . 뺄셈식에서 □의 값 구하기 4/7 . 식에 알맞은 문제 만들기 5/7 . 잘 공부했는지 알아보기 6/7 . 재미있는 놀이, 문제 해결 7/7 . 심화 과정
2-나	7. 문제 푸는 방법 찾기	1/10. 문제를 보고 식 만들기 2/10. 덧셈식에서 미지항 구하기 3/10. 뺄셈식에서 미지항 구하기 4/10. 곱셈식에서 미지항 구하기 5/10. 표를 만들어 문제 해결하기 6/10. 거꾸로 생각하여 문제 해결하기 7/10. 거꾸로 생각하여 문제 해결하기 8/10. 재미있는 놀이, 문제 해결 9/10. 잘 공부했는지 알아보기, 다시 알아보기 10/10. [심화] 식에 알맞은 문제 만들기
3-가	없음	
3-나	8. 문제 푸는 방법 찾기	1/6. 규칙 찾아 문제 해결하기 2/6. 예상하고, 확인하여 문제 해결하기

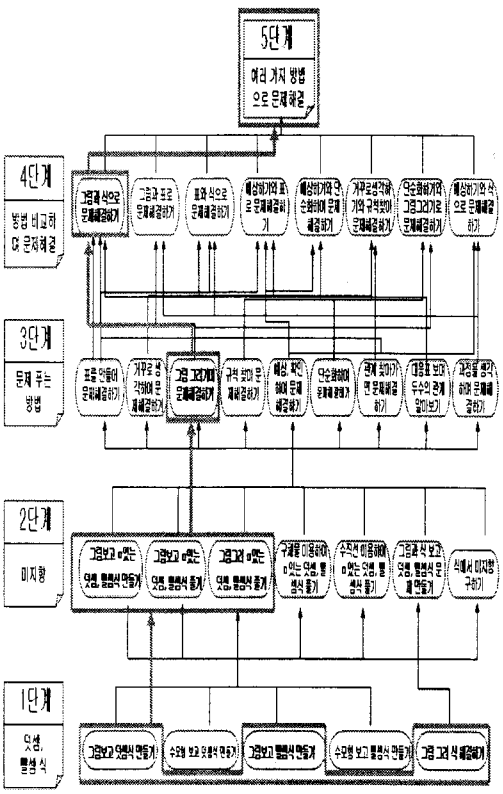
		3/6. 문제 해결 과정 설명하기 4/6. 재미있는 놀이, 문제 해결 5/6. 수준별 학습 6/6. 수준별 학습
4-가	8. 문제 푸는 방법 찾기	1-2/5 단순화하여 문제 해결하기 3/5 규칙찾기 4/5 재미있는 놀이 5/5 잘 공부했는지 알아보기
4-나	8. 문제 푸는 방법 찾기	1/6. 두 수 사이의 관계 알아보기 2/6. 여러 가지 방법으로 문제 풀기 3/6. 재미있는 놀이, 문제 해결 4/6. 더 잘해보기(1) 5/6. 더 잘해보기(2) 6/6. 수준별 학습
5-가	8. 문제 푸는 방법 찾기	1/5. 여러 가지 방법으로 문제 풀기 (1)-그림, 표 2/5. 여러 가지 방법으로 문제 풀기 (2)-거꾸로, 규칙 3/5. 여러 가지 방법으로 문제 풀기 (3)-예상, 간단히 4/5. 재미있는 놀이, 문제 해결 5/5. 잘 공부했는지 알아보기
5-나	8.문제 푸는 방법 찾기	1/6. 여러 가지 방법으로 문제 풀고, 문제 푸는 방법 비교하기 (1)-식, 그림 2/6. 여러 가지 방법으로 문제 풀고, 문제 푸는 방법 비교하기 (2)-예상 확인, 표 3/6. 여러 가지 방법으로 문제 풀고, 문제 푸는 방법 비교하기 (3)-직접, 식 4/6. 재미있는 놀이, 문제 해결 5-6/6. 수준별 학습
6-가	9. 문제 푸는 방법 찾기	1/7. 표 만들기 방법으로 문제를 풀어보기 2/7. 식을 만들거나 그림을 그려서 문제를 풀어보기 3/7. 거꾸로 풀기로 문제를 풀어보기 4/7. 모양 그림 그리기, 단순화하기 방법으로 문제를 풀어보기 5/7. 재미있는 놀이, 문제 해결 6-7/7. 잘 공부했는지 알아보기
6-나	8. 문제 푸는 방법 찾기	1/7. 그림을 그리거나 식을 만들어 문제를 해결하고 비교 선택하기 2/7. 예상과 확인의 방법과 표를 이용하여 문제를 해결하고 비교 선택하기 3/7. 거꾸로 풀기와 식 만들어 풀기로 문제 해결하고 비교 선택하기 4/7. 문제를 여러 가지 방법으로 해결하고 비교해 보기 5/7. 재미있는 놀이, 문제 해결 6~7/7. 수준별 학습

초등학교 문제 푸는 방법 찾기 학습은 <표1>에서처럼 덧셈과 뺄셈 식 만들기에서 출발하여 2학년 과정에서 미지항의 개념이 도입되어 점진적으로 문제 푸는 전략이 적용되어 문제 푸는 방법 비교하여 해결하기, 다양한 방법으로 해결하기로 연계되어 학습이 이루어진다.

3.2 재구성 및 내용의 연계

4학년 수학 나단계를 살펴보면 <표1>과 같이 문제 푸는 방법 찾기 단원에서 2차시에서 여러 가지 방법으로 문제를 풀어보게 되어 있다. 이전 학년부터 차근히 학습이 되어 온 학생들과 달리 이 문제들을 해결하기 어려운 학생들에게는 4학년 수학 나단계의 1차시를 보아도 2차시의 문제들은 해결하기 어렵다.

본 연구에서는 학습의 과정별, 특성별, 연계별 학습 내용을 고려하여 학년 통합, 내용 통합하여 재구성하였다. 이를 통하여 학습자가 지닌 지식을 활성화 시켜 문제가 가진 의미를 정확히 파악하게 된다. 그리고 문제를 풀기 위한 계획을 작성하여 이를 실행, 반성하도록 하는 학습과정을 통해 문제해결력을 기기를 수 있을 것으로 기대된다. <표1>을 바탕으로 [그림1]과 같이 크게 5단계로 재구성하였다.



[그림1] 문제 푸는 방법 찾기 학습 연계표

1) 1단계 - 덧셈, 뺄셈식

기본이 되는 간단한 덧셈, 뺄셈식에서의 문제를 해결하면서 그림, 수모형을 통해 문제를 풀 수 있도록 한다.

- 그림보고 덧셈식 만들기
- 수모형 보고 덧셈식 만들기
- 그림보고 뺄셈식 만들기
- 수모형 보고 뺄셈식 만들기
- 그림 그려 식 해결하기

2) 2단계 - 미지항

미지항이 있는 문제를 푸는 방법을 알고 이를 다양하게 적용해 나가며 문제를 해결할 수 있도록 한다.

- 그림보고 ㅁ있는 덧셈, 뺄셈식 만들기
- 그림보고 ㅁ있는덧셈, 뺄셈식 풀기
- 그림그려 ㅁ있는 덧셈, 뺄셈식 풀기
- 구체물 이용하여 ㅁ있는 덧셈, 뺄셈식 풀기
- 수직선 이용하여 ㅁ있는 덧셈, 뺄셈식 풀기
- 그림과 식 보고 덧셈, 뺄셈식 문제 만들기
- 식에서 미지항 구하기

3) 3단계 - 문제푸는 방법

표, 거꾸로 생각하기, 그림, 규칙 찾기, 예상하고 확인하기, 단순화, 관계 찾기 등 문제 해결을 위해 필요한 문제 푸는 방법을 학습하도록 한다.

- 표를 만들어 문제해결하기
- 거꾸로 생각하여 문제해결하기
- 그림 그려가며 문제해결하기
- 규칙 찾아 문제해결하기
- 예상, 확인하여 문제해결하기
- 단순화하여 문제해결하기
- 관계 찾아가면 문제해결하기
- 대응표 보며 두수의 관계 알아보기
- 과정을 생각하며 문제해결하기

4) 4단계 - 방법 비교하며 문제 해결

여러 가지 문제 푸는 방법을 비교하여 다양한 문제를 해결할 수 있도록 하고 방법들 간의 비슷한 점과 다른 점은 인식하고, 자신에게 더욱 편리한 문제 푸는 방법을 찾아 활용하도록 한다.

- 그림과 표로 문제해결하기
- 그림과 식으로 문제해결하기
- 표와 식으로 문제해결하기
- 예상하기와 표로 문제해결하기
- 예상하기와 단순화하여 문제해결하기
- 거꾸로 생각하기와 규칙 찾아 문제해결하기
- 단순화하기와 그림그리기로 문제해결하기
- 예상하기와 식으로 문제해결하기

5) 5단계 - 여러 가지 방법으로 문제 해결

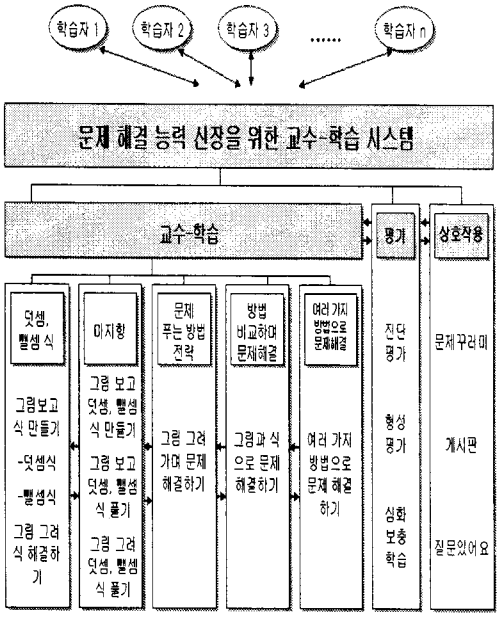
여러 가지 문제 푸는 방법을 알고 이를 활용하여 다양한 문제를 해결할 수 있도록 한다.

4. 시스템 설계

[그림1]과 같이 1단계에서 5단계까지에서 수평 연계가 깊은 내용끼리 묶어 학습자의 자기 주도적 학습 여하에 따라 학년의 벽을 넘을 수 있도록 구성하였다. 또한, 각 단계가 1~4개의 하위 단계만을 갖도록 재구성하여 학습의 부담을 줄이도록 <문제 해결 능력 신장을 위한 교수-학습 시스템>을 설계한다.

4.1 문제 푸는 방법 찾기 단원 학습 시스템 설계

본 연구에서는 학생들에게 지적 수준에 알맞은 문제를 제시하고, 호기심을 자극하는데 도움을 주고 이를 위한 사고 방법을 제공해주며, 이에 학습의 계열을 따라가며 자기 주도적인 학습을 함으로써 학습목표에 도달할 수 있게 하고자 시스템을 설계하였다. <문제 해결 능력 신장 교수-학습 시스템>의 구조도는 [그림2]와 같이 교수-학습 모듈을 중심으로 하며 이를 보완하고자 평가와 상호작용 모듈로 구성하였다.



[그림2] 문제 해결 능력 신장 교수-학습 시스템 구조도

4.2 교수-학습 모듈

진단평가 결과에 따라, 어느 단계의 학습이 필요한지 확인하여, [그림2]에서 보는 것처럼 학습자 수준에 맞는 학습 내용으로 이동한다. 각 단계에서의 학습은 실생활과 관련된 상황을 제시하여 학습자의 흥미를 유발하고, 다양한 애니메이션을 이용한다. Polya의 문제의 이해, 계획의 작성, 계획의 실행, 반성의 4단계를 중심으로 교수-학습이 진행되고 이와 함께 웹 게시판을 이용하여 문제 만들기 활동을 통하여 학생들이 문제를 더 잘 이해하게 하고자 한다.

1단계 덧셈, 뺄셈식에서는 우리의 실생활에서 일어나고 생길 수 있는 상황을 중심으로 그림을 보고 간단한 덧셈식, 뺄셈식을 만들고, 또 그림을 그려 덧셈식, 뺄셈식을 해결한다.

2단계에서는 덧셈, 뺄셈식에 미지항을 도입한다. 그림을 보고 □가 들어가는 덧셈, 뺄셈식을 만들고, 그림을 보고 □가 들어가는 덧셈, 뺄셈식을 해결하며,□가 들어가는 덧셈, 뺄셈식을 그림을 그려 해결한다. 이때 그리는 활동은 웹상에서 프로그램을 이용하여 그림을 그리고 저장할 수 있도록 하여 학습자들의 학습 결과를 언제든 확인할 수 있도록 한다.

3단계에서는 2단계에서 학습한 내용을 바탕으로 간단한 덧셈, 뺄셈식이 아닌 다양한 문제를 그림을 그려가며 해결한다. 이때 우리 주변에서 찾아 볼 수 있는 상황을 중심으로 다양한 문제를 경험할 수 있도록 한다. 이때 문제의 이해에서는 문제에 관련된 그림을 제시하여 학습자들의 이해를 돕고, 점차 제공되는 그림을 줄여나가서 결국 학습자 스스로 그림을 그려 문제를 해결하는 훈련을 하게 한다.

4단계에서는 3단계에서 학습한 그림 그려가며 문제해결하기와 식으로 문제해결하기 두 방법을 비교하며 문제를 해결한다.

5단계에서는 1단계에서 4단계까지 학습한 방법을 모두 활용하여 학습할 수 있도록 한다. 4단계에서의 학습이 3단계에서 학습한 방법 두 개를 활용하여 문제를 해결하는 것이었고, 이 단계에서는 학습자가 스스로 계획하고 실행, 반성까지 할 수 있도록 최소한의 안내만 하여 5단계에서는 미리 방법을 제시하지 않고 학습자가 학습했던 방법들을 스스로 선택하여 문제를 해결하도록 한다. 모든 단계를 이수하게 되면 이 5단계를 학습자가 자신 있게 해결할 수 있게 된다.

한 단계에서의 학습을 마치게 되면 평가 단계로 이동하게 된다. 형성평가에서 다음 단계로 진급이 결정되면 다음 단계로 이동하고 불가능하다고 판단될 경우 보충학습을 하고 이를 통해서도 학습이 어려울 경우, 이전 단계를 학습하게 된다.

형성 평가 전에 단계 내에서 문제 해결이 어려울 경우 웹 게시판을 이용하여 작업 중인 문제와 관련된 문제를 만들어 본다. 좀 더 쉬운 문제를 만들어 봄으로써 문제를 이해하려는 활동에 적극적으로 참여하게 되고, 이 과정 속에서 더 잘 제시된 문제를 이해하게 될 수 있다. 문제를 이해하게 되면 다시 이전의 학습으로 돌아와 학습하게 된다.

만약 관련된 문제를 만드는 것도 어려울 경

우 이전 단계의 학습으로 이동할 수 있다. 화면의 상단에 메뉴를 제시하여 언제든 하위 수준의 학습으로 이동하여 학습할 수 있게 하여 보충 학습이 이루어질 수 있게 한다.

4.3 평가모듈

평가 모듈에서는 진단평가, 형성평가로 구성한다.

진단평가는 기본학습에 필요한 필수 선수학습 요소를 추출하여 실시하고, 수준에 맞는 교육에 이루어지고자해 학습자의 능력에 따라 상위 또는 하위 단계로 이동할 수 있도록 구성한다. 이때 진단평가는 상황에 따라 오프라인에서 진행될 수도 있다.

형성평가는 기본 학습을 해결한 학습자가 해결할 수 있는 수준으로 구성하여 결과에 따라 심화 보충학습을 할 수 있게 하고, 다음 단계로의 진급 여부를 결정하게 된다.

심화 학습은 전략의 제시 없이 다양한 문제들로 구성하였으며 보충 학습은 기본 학습 화면과 거의 비슷하게 구성하였으나 전략을 채워 넣기 수준으로 낮추고, 작업 중인 관련된 문제를 만들어 볼 때도 예시를 제시하여 더욱 쉽게 해결할 수 있게 한다. 이때 보충학습에서의 학습이 어려울 경우 이전 단계로 이동하거나 다시 같은 단계를 학습하게 한다.

4.4 상호작용모듈

상호작용 모듈에서는 웹 게시판을 이용하여 문제꾸러미, 게시판, 질문있어요로 구성된다. 웹 게시판 기능을 제공하여 선생님과 학습자 간에 피드백을 할 수 있도록 구성하였다.

문제꾸러미에서는 문제를 만들어 서로 자유로운 의사교환을 하면서 협력적으로 학습할 수 있다. 학습자가 자신이 학습한 단계를 이수하게 되면 마지막 단계로 같은 단계를 수행하는 학생들과 모둠을 정하여 웹상에 자신이 이수한 수준의 단계의 문제를 스스로 만들고 같은 모둠의 다른 학생들이 해결해보는 과정을 통해 문제 해결 능력 신장을 하고, 학생들이 제시한 문제를 웹상에서 학생들이 문제가 바르게 만들어 졌는지, 오류는 없는지를 판단해주고, 해결했을 때 답이 오답인지, 정답인지도 서로서로 평가해 줄 수 있으며, 이때, 선생님이 감독하여 학생들이 바른 방향으로 게시판을 활용할 수 있도록 이끈다.

게시판은 학습자들이 정보를 공유하는 곳이다. 필요한 자료가 있으면 요구할 수도 있으며 자료에 대한 정보를 올릴 수도 있다. 또 관리자에게 부탁을 할 수도 있고, 관리자가 이용자들에 대한 부탁의 글도 올릴 수 있다.

질문있어요를 통해서 의문점에 대해 질문하거나 학생이 단계의 이해나, 문제의 이해가 미흡할 때 선생님이나 다른 학생들에게 도움을 청할 수 있다.

5. 결론

본 연구는 지금까지 교실에서 단위 시간 동안에 진행됐던 틀에서 벗어나 누구나, 언제 어디에서라도 자기의 수준에 알맞은 학습할 수 있도록 구성하였다.

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 Polya의 문제해결 과정을 기초로 학습자들의 상호작용 면을 접목시켜 수학과의 문제해결 방법 찾기 단원, 웹상에서의 문제해결 능력신장을 위한 교수·학습 시스템 설계를 목적으로 하였고, 교수-학습 모듈, 평가모듈, 상호작용모듈로 구성하였다. 웹에서 게시판을 활용하여 문제를 스스로 만들어보고 해결하고, 학생 간의 의사소통과 협동학습을 할 수 있도록 마련하였다.

학생들이 문제 푸는 방법 찾기 학습을 수식보다 더 어려워하는 것은 그 요인이 연산 능력보다는 문제 푸는 방법 발견에 있다는 것에 초점을 맞추어 문제 푸는 방법 찾기 학습력을 높이려면 학생이 지닌 문제 푸는 방법을 파악하고, 부족한 부분을 보충하고, 작업 중인 문제와 관련된 문제를 만들어보는 과정을 거쳐 다음 단계로 나아가는 단계가 효과적일 것이

라는 이론에 따라 <문제 해결 능력 신장을 위한 교수-학습 시스템> 프로그램을 설계하였다.

본 연구에서 설계한 <문제 해결 능력 신장을 위한 교수-학습 시스템>에서 기대되는 효과는 다음과 같다.

첫째, 학습자들의 수준에 적합한 개별화 학습이 가능하다. 본 시스템은 시공간의 제약을 극복하여 학습자들의 성취 수준에 맞는 학습 내용을 제공하고. 학습을 할 수 있도록 해준다. 학습 내용이 학년의 제한 없이 제공되고, 학습자 스스로 선택할 수 있기 때문에 자신의 수준에 맞는 학습이 가능하다.

둘째, 웹을 이용한 문제 만들기 활동을 통하여 학습에 자신감을 기르고, 지식에 대한 이해를 보다 잘할 수 있다. 선생님 한 사람이 개별적으로 지도하고 확인하기 어려운 과정을 웹에서 학습자들의 상호작용을 통해 수학에 관련된 생각을 이끌어내고 적용하며, 수학적인 사고력을 향상시켜 줄 수 있을 것이다.

셋째, 자기주도적 학습 능력 신장이 가능하다. 한정된 시간이 아닌 필요로 한 시간에 학습을 할 수 있고 학생 스스로 문제를 만들어 보고, 자신이 필요한 단계로 판단, 이동할 수 있어 학생이 만족하는 자기 주도적 학습능력의 신장까지 증진시킬 수 있을 것이다.

앞으로 과제로는 본 시스템의 효율성 검증을 위하여

첫째, 본 연구는 설계한 시스템을 구현해야 한다.

둘째, 구현한 시스템을 실제 학습 현장에서 적용하고 구체적인 효율성에 대한 검증한 후 지속적으로 보완하여야 한다.

셋째, 문제 푸는 방법 찾기 단원의 모든 영역으로 확장하여 개발해야 할 것이다.

참고문헌

[1] Polya, g, "How to solve it" 2nd ed", Princeton University Press, N.j., pp.13-15, 1973.

[2] Polya, 우정호 역, "어떻게 문제를 풀 것인가?", 서울천재교육, 1996.

[3] 최정화, "문제 만들기를 활용한 수업에 관하여", 창림교육 제 31권 제 3호, pp.95-118, 1994.

[4] 박정식 외 2명, "웹 기반 수학 문장제 표상 능력 향상", 한국정보교육학회지, pp.186-195, 2000.

[5] 전희철 외 2명, "수준별 스캐폴딩을 적용한 초등 수학과 웹 기반 학습시스템 설계 및 구현", 한국컴퓨터교육학회, 2005.

[6] Guzdial,M. & Kehoe, C, "Apprenticeship-Based Learning Environment: A Principled Approach to Providing Software-Realized Scaffolding Through Hypermedia", Journal of Interactive Learning Research, 9(3/4), pp.289-336, 1998.

[7] Guzdial, M, Kafai, Y. B, "Learner-Centered System Design: HCI Perspective for the Future, Designing interactive systems: processes, practices, methods, & techniques" 0000141835권, AMC Press, pp.143-148, 1995.

[8] 교육인적자원부, "초등학교 교사용 지도서 수학", 대한교과서 주식회사, 2005.

[9] 신지혜, 고병오, "웹 기반 색책 학습 시스템 설계", 한국정보교육학회지 제 10권 2호, 2005.

[10] 김주봉, 박영희, "수학적 능력을 신장시키는 컴퓨터 게임의 탐색", 청주교육대학교 과학교육연구소 논문집 제 19집, pp.34-40, 1998.