

# 수학 문장제 표상능력 향상을 위한 웹 기반 시스템의 설계

박정식\* · 고대곤\*\*

대구교육대학교 전산교육과

## 요 약

초등학생들은 수식보다 문장으로 나타낸 문제를 더 어려워한다. 이것은 수학적인 계산 기능보다도 문제 표상에 요인이 있는 것으로 생각할 수 있다. 수학 문장제 표상능력을 높이기 위해서는 문제의 요구를 정확히 이해하는 것이 요구된다. 이를 위해서는 멀티미디어 자료와 의사소통을 필요로 하는데, 웹은 멀티미디어 구현과 상호작용적 의사소통을 촉진할 수 있기 때문에 수학 문장제 표상학습을 위한 최적의 환경을 제공한다. 따라서 본 논문에서는 수학 문장제 표상능력 향상을 위한 웹 기반 시스템을 설계하여 초등학교 6학년을 대상으로 실험적으로 적용하였다.

## A Design of Web-Based System for Mathematical Word Problem Representation Ability Improvement

Jungsik Park\* · Daeghon Kho\*\*

Taegu National University of Education, Dept. of Computer Education

## ABSTRACT

Elementary school students feel more difficult the mathematical word problems than the numerical formula. I think that this reason isn't the ability of mathematical calculation but the problems representation. It is demanded exactly understanding about the requirements of problem for improving ability of the mathematical word problem representation. It is necessary that we take multimedia data and communication for this, because web advances multimedia materialization and promotes mutual communication, then it gives us with the most environment for word problem representation learning. According to, this thesis is designed web-based system to improve ability of the mathematical word problem representation, applied the sixth grade it experimentally.

## 1. 서론

컴퓨터와 정보통신기술의 급속한 발전은 사회 전반에 걸쳐 많은 영향을 주고 있으며 교육에도 많은 변화를 가져오고 있다. 지식정보사회에서는 문제해결에 필요한 정보를 획득하고 이를 처리하여 실제 활용할

수 있는 문제해결력이 과거 어느 때 보다 강조된다.

7차 교육과정의 초등학교 수학의 목표는 “수학의 초보적인 지식과 기능을 습득하고, 이를 생활에 활용하여 문제를 해결할 수 있는 능력과 태도를 기르게

한다.”라고 하여 역시 문제해결능력의 신장을 중시하고 있다[3]. 문제해결의 도구로서는 실생활과 관련된 문장제가 주로 사용되고 있으며, 문제 해결을 강조하기 위해서 수학 교과서에 “여러 가지 문제”라는 단원을 신설하였는데도 학습자들은 수식으로 표현된 것 보다 문장으로 나타낸 문제를 더 어려워하고 있으며 잘 해결하지 못한다[5, 8, 9]. 그 요인이 수학적인 계산 기능보다도 문제표상에 기인된다고 여겨진다.

문제 해결에서 중요한 것은 문제의 상황을 표상(Representation) 하는 것인데, Mayer[10]는 학습자가 지니고 있는 지식을 활성화시켜 문제가 지니고 있는 의미와 요구하는 바를 정확하게 이해하도록 하는 문제표상훈련이 효과적일 것이라고 하였고, 문장제 표상에 대한 이수희[8]의 연구에서는 문제표상능력은 문제회상능력과 관계 있으며, 문장제 유형이 결과형과 변화형이 비교형보다 회상율이 높고, 문제 제시 순서대로 표상을 한다는 것을 밝혔고, 최현수[9]의 연구에서는 문제표상능력이 문제해결력에 미치는 효과가 있고, 문제표상능력은 문제표상훈련으로 향상시킬 수 있음 밝혔다. 따라서 문장제 표상능력을 향상시킬 수 있는 시스템이 필요하다.

또한, 웹(Web)은 학생의 흥미 유발 및 자발적 참여와 아울러 시공간의 제약을 넘어 최신의 정보를 얻을 수 있고, 의사소통, 정보검색, 작품게시, 가상현실, 협동학습을 가능하게 함으로써 최근 교육적 활용이 활발해지고 있다[6]. 웹은 구성주의 학습 환경을 실현하기 위한 아주 좋은 매체로써 멀티미디어 구현과 상호작용적 의사소통을 촉진할 수 있기 때문에 문장제 표상학습을 위한 최적의 환경을 제공한다.

따라서 문제표상능력 향상을 위한 웹 기반 시스템을 수학 문장제에 적용시켜 가르칠 수 있다면 수학 문장제를 더 잘 해결할 수 있으며 수학과 문제해결력을 높일 수 있을 것이다. 그러나 지금까지 문장제 표상능력을 향상시키기 위한 웹 기반 시스템의 연구는 거의 찾아 볼 수가 없다.

제7차 교육과정에서는 모든 교과목의 수업에서 10% 이상 정보통신기술(ICT) 활용을 목표로 각 교과별 정보통신기술 활용 내용을 개발하여 교과서 편찬시 반영하도록 하기로 한 정책[3]은 문장제 표상능력 향

상을 위한 웹 기반 시스템의 필요성을 더욱 뒷받침해 준다.

본 연구에서는 수학 문장제 표상능력 향상을 위한 웹 기반 시스템을 설계하여 초등학교 6학년을 대상으로 수학 문장제 해결에 실험적으로 적용하여 효과가 있는지 알아보는 것이다.

## 2. 문장제 표상능력과 유형

문장제를 해결하는 과정에서 가장 중요한 요인은 문제를 이해하는 것이다. 이수희[8]는 문장을 이해한다는 것은 그 문장에 대한 표상(Representation)을 갖는 것이므로, 문제를 이해한다는 것은 그 문제를 머리속에서 어떻게 표상하느냐와 관련되므로 문제를 이해하는 것은 곧 그 문제를 표상하는 능력이라고 볼 수 있다.

문제표상은 문제의 요소들 사이의 주요 관계를 포함하는 인지적 구조를 형성하는 과정으로서 이해하는 것이 중요하다[5]. 학습자가 특정 문제 상황에 대하여 인지적 표상을 가지고 있을 때 그 학습자는 문제 상황을 이해하였다고 할 수 있다. 학습자의 인지적 표상을 측정하기 위한 방법으로는 문제회상능력과 질문생성능력이 있다. 문제회상능력은 문제의 중요한 수학적 관계를 회상해 봄으로써 문제 표상의 특성을 살펴보는 것이다. 학생이 해결한 원래 문제를 의미구조가 적절하게 회상하였다면 그 학습자는 문제 상황에 맞는 표상을 구성하였다고 본다.

한편, 초등학교 수학교과에서 문장제의 유형은 의미구조를 기준으로 분류하면 덧셈 뺄셈 문장제(14가지 유형), 곱셈 나눗셈 문장제(3가지 유형), 혼합형으로 나눌 수 있다고 한다[5].

덧셈 뺄셈 문장제에서 변화형은 어떤 사건이 어떤 양의 값을 변화시키는 역동적인 상황을 말한다. 양(집합)의 첨가( $3+5=?$ ), 감소( $8-5=?$ )로 나눌 수 있고, 미지수의 탐색위치에 따라 결과집합탐색형( $3+5=?$ ), 변화집합탐색형( $3+?=5$ ), 시작집합탐색형( $?+3=5$ )이 있고, 결합형은 두개의 양을 포함하는 안정적인 상황에서 두개 양이 분리(부분집합)되거나 결합(전체집합)하여 생각되는 문제이다. 비교형은 비교되는 두 개의 양과 그들 사이의 차이(비교량)를 포함한다.

위와 같이 문장제 표상능력과 유형에 관한 이론을 종합해보면, 문장제 해결의 주요 과정은 문제 관계의 구조를 이해하는 것이다. 문제해결과정에서 문제 상황을 이해하는 것은 매우 중요하다고 생각된다. 따라서 문제를 이해하는 것은 문제를 표상하는 능력이라고 할 수 있을 것이다. 이와 같은 관점은 학생들이 수식보다 문장제로 나타낸 문제를 더 어려워하는 것이 수학적 계산 기능보다도 문제 표상에 요인이 있는 것으로 생각할 수 있으며, 문제의 의미를 정확히 파악하고 이해할 수 있도록 하는 것이 본 연구에서 수행하고자 하는 문장제 표상능력이다.

또한, 본 연구에서는 초등학교 6학년 수학교과에 나오는 다양한 유형의 문장제 중에서 김진숙[5]이 분류한 문장제 유형을 참고하여 의미구조를 기준으로 문장제를 분류하여 가장 많은 비중을 차지하고 있는 결합형, 변화형, 비교형 문장제 중심으로 문장제 표상학습 시스템을 구성하고자 한다.

### 3. 문장제 표상학습

문제표상은 문제해결의 첫 번째 과정으로 문제자체가 요구하는 바를 정확히 파악하고 이해하는 과정이다. 학습자가 문제를 해결하기 위한 과정으로 내적표상과 외적표상의 과정을 거친다. 내적표상은 문제를 이해하기 위해서 외적으로 표현된 문제와 일치하는 사물과의 관계를 마음속에 그려보는 것을 의미한다. 외적표상은 문제를 해결하는데 있어서 그림을 그려본다거나, 식을 세워보는 방법 등으로 문제를 이해하고자 하는 것이다[9].

문제표상훈련은 학습자의 지식을 활성화시켜 문제가 지니고 있는 의미와 요구하는 바를 정확하게 파악하고 이해하도록 하는 훈련을 의미한다[10].

Mayer[10]는 문제해결과 관련한 학습형태로는 문제해석훈련(translation training)과 스키마훈련(schema training)이 있다. 문제해석훈련은 문제의 각 문장을 내적으로 표상해 나가는 과정을 훈련하는 것이고, 스키마훈련은 학습자가 정보를 통합하여 일관된 표상을 하도록 도와주는 훈련을 말한다. 문제해결과정에서 중요한 인지적 과정을 문제표상과정과 문제해결과정으로 나눌 때, 문제를 해석하고 이해하

고 통합하는 과정이 문제표상과정이고, 문제를 계획, 점검, 실행하는 과정이 문제해결과정이라 말하고 있다.

학습자가 문제를 해결하기 위해서는 각 문장을 기억표상을 통해 해석할 줄 알아야 하는데, 이 문장해석이 문제를 풀 때 실수를 낳는 원인이 된다. 문제를 해결하기 위한 훈련으로 문제해석과정을 문제 재진술하기, 목표인식하기, 문제를 그림으로 나타내기, 방정식으로 표현하기로 제시하였다.

스키마(schema)는 이해를 위해 사용되는 하나의 일반적 지식구조이다. 스키마는 들어오는 정보를 선택하여 선택된 정보를 의미 있게 통합, 조직해 넣는 일을 한다. 그런데 문제를 올바르게 표상하기 위해서는 문제의 문장을 올바르게 해석하는 것 이상의 과정이 필요로 하게 된다. 문제의 스키마를 형성하는 훈련을 위해 관련/비관련 요소 인식하기, 문제를 식으로 나타내기, 문제를 방정식으로 나타내기, 문제를 그림으로 나타내기 등을 제시하였다.

이상에서 살펴본 바와 같이 문제를 해결하기 위한 중요한 첫 단계는 문제표상의 단계로써 해결해야 할 문제가 무엇인가를 정확하게 인식하고 이해하는 것이 필요하다. 문제 해결에서 먼저 문제를 이해하지 않으면 안되며, 이해에 있어서 가장 중요한 것은 문제를 어떻게 표상하는가 하는 것이다. 동일한 문제라도 여러 가지 방법으로 표상이 가능하고 그 표상 방법에 따라 문제 해결이 쉬워지기도 하고 어렵게 되기도 한다.

### 4. 웹 기반 시스템의 상호작용적 설계 전략

학습자 중심의 웹 상호작용 설계 전략은 다음과 같다[4].

첫째, 학습자마다 다른 질문이나 투입행동에 대한 개별적인 피드백이 즉각적으로 제공되어야 한다. 웹의 게시판이나 질의, 응답코너 또는 전자우편을 통하여 제기될 수 있는 학습자들의 질문에 웹 수업 운영자의 신속한 피드백은 양자간 의사소통의 역동성을 촉진시킬 수 있고, 웹 환경은 시간적 제약에 없이 누구나 질문을 할 수 있는 기회가 제공된다는 측면에서, 학습자의 능동적 참여의 폭을 확장할 수 있는 장점이 있다. 또한 웹의 게시판이나 대화방 체제와 학

습자간의 양방향 의사소통의 채널로 활용할 수 있다.

둘째, 구성주의적 관점에 기초하여 협력학습의 토대를 확보할 수 있도록 소집단 단위의 토론장을 제공하고 운영자는 이 토론의 과정을 안내하고 수시로 자극, 격려하도록 해야 한다. 웹 사용자가 원하는 정보를 미리 계획되어진 순서에 관계없이 비직선적, 비순차적으로 접근할 수 있도록 허용하는 환경이므로 다양한 하이퍼링크를 활용하여 관련 정보에의 비순차적인 접근을 융통성 있게 허용해야 한다.

셋째, 개인차에 따라서는 웹 환경에 낯선 학습자도 있을 수 있으므로 사용자가 주어진 체제의 모든 기능을 쉽게 작동할 수 있고 그 활용법을 익힐 수 있도록 도움말을 제시하는 등의 사용자에게 친근한 환경을 구성하는 설계적 배려가 따라야 한다. 색상, 구조, 배치 등 화면설계의 시각적, 심미적, 동기유발적 측면을 염두에 두고 설계해야 한다.

넷째, 웹 기반 교수 학습의 과정에서 학습자의 적극적인 참여를 전제로 가장 뛰어난 상호작용의 측면은 학습자들 각자의 학습활동을 서로 공유하고, 반성적 사고를 통한 비판을 경험할 수 있다. 서로의 과제물이나 보고서 등을 공유, 토론의 기회를 가짐으로써 건설적 발전을 위한 상호 자극의 계기가 될 수 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 학습자 중심의 상호작용적 설계 전략에 관한 이론을 종합해보면, 개인차, 협력학습, 적극적 참여, 학습활동 공유, 학습과제 제시로 요약할 수 있다. 따라서 본 시스템에서는 상호작용(게시판, 교사, 학생), 협동학습(정보공유), 즉각적인 정보제공(검색도구), 실제와 유사한 환경이 되도록 학습자 중심의 상호작용적 문장제 표상학습 시스템 설계하고자 한다.

## 5. 문장제 표상학습 시스템의 설계

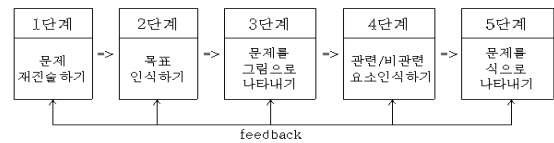
### 5.1 문장제 표상학습 모형

구성주의 교수 학습 원리로는 체험학습, 경험학습, 협동학습, 팀활동, 반추활동, 실제적인 상황 등으로 요약할 수 있다[1]. 학습자는 하나의 정보나 지식, 사물들을 다양한 관점에서 해석하며, 그 해석은 상황 의존적이라는 주장을 바탕으로 다양한 해석의 가능

성을 허용하면서 사례와 문제상황이 풍부하게 제시되는 환경을 구상할 수 있을 것이다. 교사는 아동 스스로가 수학적 지식을 자연스럽게 구성해나갈 수 있도록 학습의 장을 마련해 주는 것이 무엇보다도 중요하다고 본다.

따라서, 수학 문장제를 해결하기 위한 중요한 첫 단계는 문제표상의 단계로써 해결해야 할 문제가 무엇인가를 정확하게 인식하고 이해하는 것이 필요하다. 문장제 표상학습과 구성주의적 교수 학습 원리를 기반으로 본 시스템에 적용될 문장제 표상학습 모형은 Mayer[10]의 문제해석훈련과 스키마훈련을 기초로 다음과 같이 제시하고자 한다.

문제 재진술하기, 목표 인식하기, 문제를 그림으로 나타내기, 관련/비관련 요소 인식하기, 문제를 식으로 나타내기 5단계로 문장제 표상학습 모형을 구성하였다. 구체적인 내용을 정리하여 제시하면 <그림 0>과 같다.



<그림 1> 문장제 표상학습 모형

수학 문장제를 해결하기 위해서는 먼저 문제를 정확히 이해하는 것이 필요하다.

1단계인 문제 재진술하기에서는 학습자가 문제를 다시 진술하여 문제의 의미를 정확하게 파악하는 단계이다.

예시) 한 사람이 하루에 470개의 물건을 만드는 공장에서 165명이 6월 한 달 동안 매일 만든 물건은 모두 몇 개인가?

- 한 사람이 하루에 물건을 몇 개 만드는가?
- 공장에는 몇 명이 있는가?
- 6월 한 달은 몇 일인가?

2단계인 목표 인식하기에서는 문제에서 구하려고 하는 것이 무엇인지 파악하는 단계이다.

예시) 한 변에 길이가 10cm인 정사각형의 넓이는 2배인 직사각형을 만들려고 한다. 이 직사각형의 가로는 40cm로 한다면 세로는 몇 cm로 해야 하는가?

- 이 문제에서 구하려고 하는 것은 무엇인가?

3단계인 문제를 그림으로 나타내기에서는 문제에 포함되어 있는 정보 및 관계를 그림으로 나타내어 해결의 실마리를 찾아내는 단계이다.

예시) 한 변에 길이가 10cm인 정사각형의 넓이는 2배인 직사각

형을 만들려고 한다. 이 직사각형의 가로는 40cm로 한다면 세로는 몇 cm로 해야 하는가?

- 이것을 그림으로 나타내어라.

4단계인 관련/비관련 요소 인식하기에서는 문제를 해결하는 데에 필요한 요소와 필요 없는 요소를 찾아내는 단계이다.

예시) 한 변에 길이가 10cm인 정사각형의 넓이는 2배인 직사각형을 만들려고 한다. 이 직사각형의 가로는 40cm로 한다면 세로는 몇 cm로 해야 하는가?

- 이 문제를 해결하는데 필요한 것은?

- 이 문제를 해결하는데 필요 없는 것은?

5단계인 문제를 식으로 나타내기에서는 문제에 주어진 조건들 사이의 관계를 나타내는 식을 세우는 표상훈련 단계이다.

예시) 한 변에 길이가 10cm인 정사각형의 넓이는 2배인 직사각형을 만들려고 한다. 이 직사각형의 가로는 40cm로 한다면 세로는 몇 cm로 해야 하는가?

- 이 문제를 식으로 나타내어라.

또한, 학습자의 표상능력에 따라 단계적인 표상, 그림으로 표상, 단계와 그림으로 표상할 수 있도록 한다.

**5.2 시스템 설계의 기본 방향**

나일주[6]는 웹이 학습자 중심적 환경, 협동 학습, 상호작용, 실제적 성격의 과제를 중요시하는 구성주의적 교수 학습 환경을 구현하기에 적합한 매체라고 하였다.

따라서 본 시스템에서는 선행연구인 김미량[4]의 학습자 중심의 웹 상호작용 설계 전략 기초로 상호작용성과 최적의 표상학습 환경을 설계하여 문제가 지니고 있는 의미와 요구하는 바를 정확하게 파악하고 이해하도록 하는 문장제 표상학습 시스템을 다음과 같은 방향으로 설계한다.

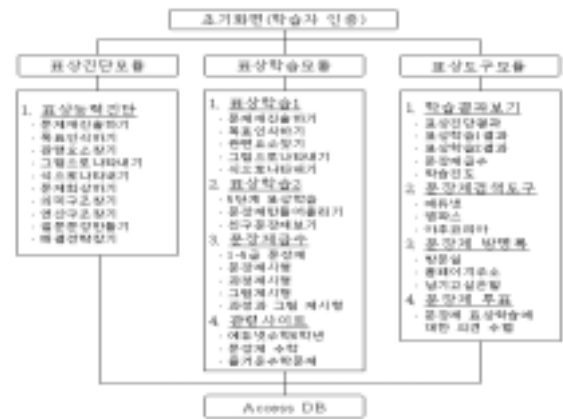
첫째, 문장제 표상능력을 향상시킬 수 있도록 한다. 둘째, 동료들과의 협력하여 학습 문제를 해결해 나갈 수 있도록 한다. 셋째, 상호작용적인 컴퓨터 특성을 최대한 활용한다. 넷째, 웹과 검색기의 이점을 학습에 최대한 활용하여 인터넷에 있는 다른 유용한 자료를 이용할 수 있도록 방향을 제시한다. 다섯째, 새롭게 주어지는 문제 상황에 대해 문제해결학습 능력이 전이될 수 있도록 실제상황과 관련지어서 문제해결방

법을 학습할 수 있도록 한다. 여섯째, 학습자의 다양한 반응에 가능한 한 다양한 응답을 설계한다. 일곱째, 학습자의 편리한 여행을 위해 상호 링크를 시켜 다른 메뉴로 갈 수 있도록 화면을 구성한다.

웹은 멀티미디어 구현과 상호작용적 의사소통을 촉진할 수 있기 때문에 표상능력을 향상시켜 문제해결력을 기를 수 있도록 최적의 문장제 표상학습 지원 시스템을 설계할 수 있다. 이것은 초등학교 6학년 학생이 Piaget의 인지발달단계에 따라 구체적 조작기에서 형식적 조작기로 넘어가는 시기에 해당됨으로 구체물을 제시하지 않고 언어를 통해서도 문장제 표상학습을 할 수 있기 때문이다.

**5.3 시스템의 전체구조**

학습자들은 수식보다 문장으로 나타낸 문제를 더 어려워한다. 이것은 수학적인 계산 기능보다도 문제 표상에 원인이 있기 때문이다. 따라서 문장제 표상학습 시스템(Word problem Representation Learning System : WRLS)은 표상능력을 향상시키고 사용자 접근의 용이성과 사용의 편리성을 확보하기 위하여 웹 기반으로 운영할 수 있도록 시스템의 기본구조를 다음 <그림 1>와 같이 크게 세 부분으로 전체구조를 설계하였다.



<그림 2> WRLS의 전체구조도

첫째, 표상진단모듈은 표상능력진단, 학습의 진척도를 DB에 저장하여 학습자에게 학습진행상황과 문장제 표상능력에 따라 표상학습과 문장제 급수 단계로 진행하도록 하였다. 둘째, 표상학습모듈은 표상학

습, 문장제 만들기, 문장제 급수 단계로 진행하도록 하였다. 표상학습은 Mayer[10]의 문장제 표상훈련 모형에 따라 문제 재진술하기, 목표 인식하기, 문제를 그림으로 나타내기, 관련/비관련 요소 인식하기, 문제를 식으로 나타내기 5단계로 내용을 구성하였고, 문장제 만들기는 6단계로 구성하여 DB와 연동하여 게시판에 올려 학생들간에 서로 자유로운 의사교환을 하면서 협력적으로 학습할 수 있는 장을 제공하였다. 문장제 급수는 30문제를 난이도에 따라 5단계로 구성되어 있으며, 제시 방법에 따라 문장제시형, 단계제시형, 그림제시형, 단계와 그림제시형으로 구성하였으며, 문장제로 구성된 외부 관련사이트를 구성하여 다양한 문장제를 경험할 수 있도록 하였다. 셋째, 표상도구모듈은 학습 도구로써 학습 활동을 촉진시키는 데 도움을 줄 수 있는 기능들로, 학생들 간에 문장제 표상능력을 확인할 수 있는 학습결과 게시판과 자료를 검색할 수 있는 검색도구를 마련하였다. 이러한 협력 활동에 관련된 도구들은 학습 내용은 독립적으로 문제 해결을 하는데 중요한 역할을 한다. 학습자들의 소감 및 충고도 얻을 수 있도록 방명록도 설계하였다. 또한, 학습자 확인, 표상학습, 문장제 만들기, 방명록, 학습결과보기는 각각 데이터베이스와 연동되도록 하였다. 이를 위한 구체적인 DB 테이블 구조는 다음 표와 같다.

<표 1> member : 학습자 확인 및 학습 진도 정보를 위한 테이블

필드명	자료형	내용
number	숫자(long)	학습자 등록 번호
irum	텍스트(10)	학습자 이름
pwd	텍스트(10)	학습자 암호
repre	텍스트(5)	문장제 표상능력(10점)
train	텍스트(5)	문장제 표상학습1(30점)
make	텍스트(5)	문장제 표상학습2(6점)
step	텍스트(5)	문장제 급수(5급)
zindo	텍스트(5)	학습 진도

<표 2> result : 문장제 표상학습 결과 정보를 위한 테이블

필드명	자료형	내용
bun	숫자(long)	학습자 번호
m1	텍스트(10)	문제재진술하기 정오
m2	텍스트(10)	목표인식하기 정오
m3	텍스트(10)	관련요소찾기 정오
m4	텍스트(10)	그림으로나타내기 정오
m5	텍스트(10)	식으로나타내기 정오

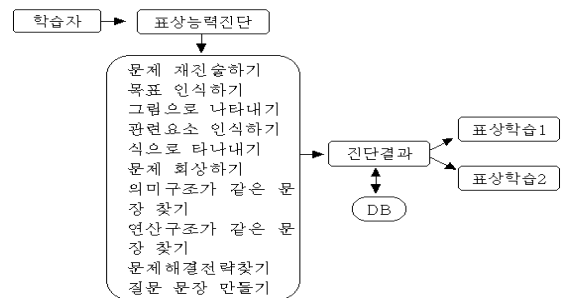
<표 3> tbFree1~tbFree6 : 문장제 표상학습2 정보를 위한 테이블

필드명	자료형	내용
number	숫자(long)	학습자 번호
subject	텍스트(50)	문장제 제목
writer	텍스트(20)	문장제 작성자
email	텍스트(40)	작성자 전자메일
regdate	날짜(L)	문장제 작성 날짜
visited	숫자(long)	문장제 조회 횟수
passwd	텍스트(10)	작성자 암호
content	메모(255)	문장제 내용

### 5.4 표상진단모듈

WRLS의 표상진단모듈은 학습자의 문장제 표상능력을 10개의 표상진단 문제를 통하여 표상능력을 진단하여 결과를 DB에 저장하고 학습자의 표상능력에 따라 표상학습1(5단계 표상학습)이나 표상학습2(문장제 만들기)로 진행하도록 설계하였다.

그리고 표상능력진단은 문제 재진술하기, 목표 인식하기, 문제를 그림으로 나타내기, 관련/비관련 요소 인식하기, 문제를 식으로 나타내기, 문제 회상하기, 의미구조가 같은 문장 찾기, 연산구조가 같은 문장 찾기, 문제해결전략 알아보기, 질문 문장 만들기 로 <그림 2>과 같이 설계하였다.

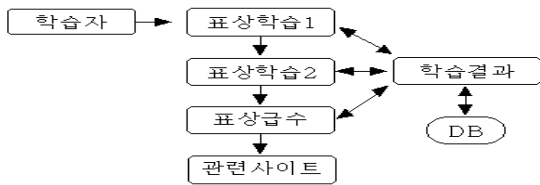


<그림 3> WRLS의 표상진단모듈

### 5.5 표상학습모듈

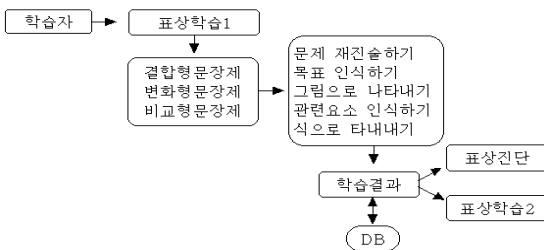
WRLS의 표상학습모듈은 표상학습1(5단계 표상학습), 표상학습2(문장제 만들기), 문장제 급수, 관련사이트 단계로 진행하도록 <그림 3>와 같이 설계하였다. 이것은 학습내용을 순차적으로 진행해 나갈 수도 있고 비순차적인 접근도 가능하도록 하였다. 문장제

관련사이트는 문장제로 구성된 외부 관련사이트를 링크시켜 다양한 문장제를 경험할 수 있도록 하였다.



<그림 4> WRLS의 표상학습모델

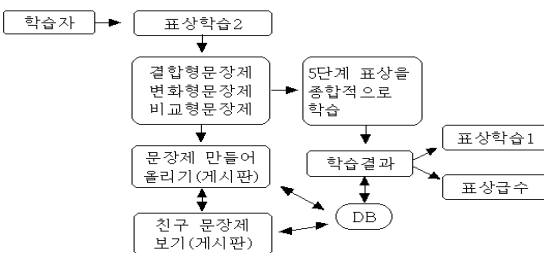
표상학습1은 Mayer[10]의 문장제 표상훈련 모형에 따라 문제 재진술하기, 목표 인식하기, 문제를 그림으로 나타내기, 관련/비관련 요소 인식하기, 문제를 식으로 나타내기 5단계로 내용을 구성하였다.



<그림 5> WRLS의 표상학습1

그리고 학습결과를 DB에 저장하여 학습결과에 따라 표상능력진단이나 표상학습2로 진행되도록 <그림 5>와 같이 설계하였다.

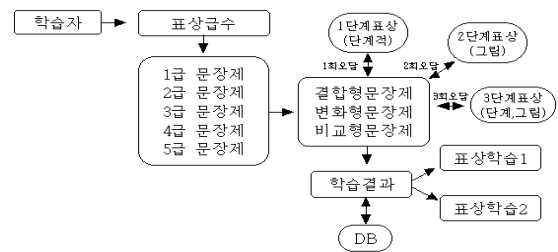
표상학습2는 5단계의 표상학습을 종합적으로 학습하고, 조건에 맞게 다양한 문장제를 만들어 DB와 연동된 게시판에 올려 학생들간에 서로 자유로운 의사교환을 하면서 협력적으로 학습할 수 있는 장을 제공하기 위하여 <그림 5>과 같이 설계하였다.



<그림 6> WRLS의 표상학습2

문장제 급수는 30문제를 난이도에 따라 5급으로 구성하였으며, 제시 방법에 따라 단계제시형(1회오답), 그림제시형(2회오답), 단계와 그림제시형(3회오

답)으로 단계적인 표상에 도움이 되도록 <그림 6>과 같이 설계하였다.

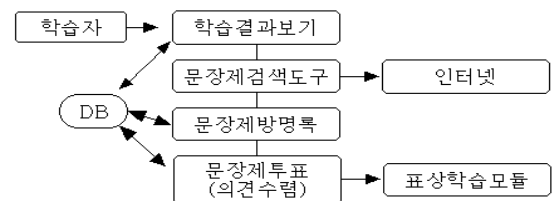


<그림 7> WRLS의 표상급수

### 5.6 표상도구모듈

WRLS의 표상도구모듈은 학습 활동을 촉진시키는데 도움을 줄 수 있는 기능들로서 학생들간에 문장제 표상능력을 확인할 수 있는 학습결과 게시판과 자료를 검색할 수 있는 검색도구를 마련하였다. 이러한 협력활동에 관련된 도구들은 학습 내용과는 독립적으로 문제해결을 하는데 중요한 역할을 한다.

또한, 학습자들의 소감이나 충고도 들을 수 있도록 방명록과 문장제 투표도 <그림 7>과 같이 설계하였다.



<그림 8> WRLS의 표상도구모듈

### 5.7 시스템의 구현

#### 5.7.1 시스템 환경

컴퓨터 통신의 발달로 학습자들에게 더 많은 상호작용 활동을 제공하는 학습자에 중심을 둔 구성주의 교육관에 기초한 웹 기반 시스템의 개발이 강조되고 있다[2]. 따라서 학습자의 능동적이고 적극적인 참여를 전제로 반성적 사고, 실제적인 활동을 통한 상황학습, 협동학습, 문제해결학습을 가능하게 해주는 시스

템을 구성해야 한다.

IIS(Internet Information Server)는 Web과 FTP, Gopher 서비스를 동시에 제공하는 것이 가능하며, ASP(Active Server Page) 등과 같은 프로그래밍 솔루션도 제공하는 장점이 있다. 또한 ASP는 스크립트 언어를 이용하여 서버측에서 실행될 수 있는 프로그램을 개발할 수 있게 해주고, ADO(ActiveX Data Objects)라는 기술을 이용하여 Web에서 데이터베이스의 데이터를 조회, 수정할 수 있게 해 준다. 따라서 WRLS은 IIS와 ASP를 이용하여 구성하였다.

<표 4>는 WRLS의 웹서버 구축을 위한 구체적인 시스템 환경이다.

<표 4> WRLS의 시스템 환경

구분	사양
운영체제	Windows NT 4.0
웹서버	IIS 4.0
DBMS	Access
제작환경	HTML, ASP, VBscript MS Visual InterDev 6.0
웹 브라우저	Internet Explorer 4.0 이상

### 5.7.2 학습자 확인

WRLS는 <그림 8>와 같이 학습자 확인과 동시에 DB에 등록하고 DB에 저장된 학습 결과에 따라 표상학습이 진행된다. 이것은 지난번에 문장제 표상학습 결과에 따라 학습자의 표상능력 수준에 맞게 학습을 진행할 수 있게 하기 위해서이다.



<그림 9> WRLS의 학습 결과에 따른 진행 화면

메뉴는 항상 나타나 있으므로 언제든지 다른 학습 상황이나, 학습 도구 장면으로 이동할 수 있다. 이것

은 구성주의 학습이론에 의한 자기 주도적 학습이 가능하도록 하고, 학습자와 상호 작용을 증대시키기 위한 것이다.

또한, 지난번에 학습한 결과에 따라 학습을 진행되도록 하였다. 이것은 프로그램에서 학습을 통제하기도 하고 학습자 자기 주도적으로 학습을 진행할 수도 있다.

### 5.7.3 문장제 표상능력 진단

학습자의 표상능력을 진단하는 곳으로 문제 재진술하기, 목표 인식하기, 문제를 그림으로 나타내기, 관련/비관련 요소 인식하기, 문제를 식으로 나타내기, 문제 회상하기, 의미구조가 같은 문장 찾기, 연산구조가 같은 문장 찾기, 문제해결전략 알아보기, 질문 문장 만들기로 구성되었다.

<그림 9>은 문장제 표상능력 진단화면이다. 10개의 표상능력 진단 문제가 난수에 의해 무작위로 제시되며, 언제든지 표상능력진단결과를 볼 수 있고, 표상능력을 DB에 저장하여 표상능력에 따라 표상학습이 진행된다.



<그림 10> WRLS의 표상능력 진단 화면

### 5.7.4 문장제 표상학습1

학습자가 문장제 표상학습을 하는 곳으로 Mayer[10]의 문제표상훈련 모형에 따라 문제 재진술하기, 목표 인식하기, 문제를 그림으로 나타내기, 관련/비관련,요소 인식하기, 문제를 식으로 나타내기로 구성되어 있다.



<그림 10>은 문장제 표상학습1은 5단계의 탭으로 구성되어 있으며, 학습자는 원하는 단계를 선택하여 학습할 수 있고, 순차적으로 진행이 되도록 되어 있으며, 6문제 30항목으로 구성되어 있다. 제시 순서는 난수를 발생하여 무작위로 제시되며, 언제든지 학습 결과를 볼 수 있다.



<그림 11> WRLS의 표상학습1 화면

6문제를 모두 풀면 표상학습 결과가 DB에 저장되고 문장제 만들기로 진행한다. 또한, 표상학습 결과에 따라 표상학습2나 표상진단모듈로 진행한다.

**5.7.5 문장제 표상학습2**

문장제 표상학습2는 6문제로 구성되어 DB와 연동하여 문장제 게시판에 올려 학생들간에 서로 자유로운 의사교환을 하면서 협력적으로 학습할 수 있는 장을 제공한다. <그림 11>는 문장제 표상학습2 화면이다.



<그림 12> WRLS의 표상학습2 화면

게시판은 이용자들이 정보를 공유하는 장이며, 문장제를 만들어 올리는 곳이므로, 또래 집단끼리 자료를

를 비교할 수 있다. 학습하는 가운데 의문점에 대하여 질문하거나, 필요한 자료가 있으면 요구할 수도 있고, 질문에 답하고, 자료에 대한 정보를 올릴 수 있다. 또한 관리자에게 부탁할 수도 있고, 관리자가 이용자에게 대한 부탁의 글도 올릴 수 있다.



<그림 13> WRLS의 표상학습 게시판

<그림 13>은 문장제 게시판 화면이다. 여기서는 제목을 클릭하면 친구들이 만든 문장제를 볼 수 있으며, 질문과 답변을 할 수 있도록 링크되어 있다.

**5.7.6 문장제 표상학습 급수**

문장제 표상학습 급수는 <그림 13>와 같이 30문제를 난이도에 따라 5단계로 구성되어 있다.



<그림 14> WRLS의 표상학습 급수 화면

이것은 학습자의 표상 능력에 따라 제시 방법이 단계제시형(1회오답), 그림제시형(2회오답), 단계와 그림제시형(3회오답)으로 진행된다. 이것은 표상능력이 높은 학습자, 즉 문제를 잘 이해한 학습자는 단계와 그림의 도움 없이 문제를 해결할 수 있고, 표상능력이 낮은 학습자는 단계, 그림, 단계와 그림 순으

로 단계적인 표상 도움을 받으며 자기 주도적으로 문제를 해결할 수 있도록 하기 위해 구성하였다.

**5.7.7 문장제 관련 사이트**

학생들이 다양한 문장제를 경험하도록 개방적으로 관련 사이트를 모아놓은 곳이다.

그밖에 문장제 표상학습 결과 보기에서는 같은 또래 학습자 집단의 문장제 수준을 서로 비교하여 볼 수 있도록 게시판을 구성하였다. 이것은 웹에서 학습자들 간의 상호작용을 증가시키면서, 그들이 보다 많은 생각들을 공유하면서 문제들을 해결해 나가도록 도움을 주고자 마련한 게시판이다.

학습 도구로써 학습 활동을 촉진시키는 데 도움을 줄 수 있는 검색도구와 학습자들의 소감 및 충고들을 수 있도록 방명록과 문장제 표상학습을 한 후 학습자들이 어떻게 생각하는지 다양한 의견을 수렴하는 문장제 전자투표도 마련하였다. 이것은 게시판 기능을 활용하여 학습자의 다양한 의견을 즉시 수렴하여 문장제 표상학습 시스템에 반영할 수 있도록 하였다.

**6. 문장제 표상학습 시스템의 적용**

**6.1 적용 대상 및 내용**

본 연구의 적용 대상은 대구시내 초등학교 6학년 학생 64명을 대상으로 무작위로 A집단 15명, B집단 15명, C집단 17명, D집단 17명으로 4집단을 구성하여 WRLS를 문장제 해결에 실험적으로 적용하여 그 효과를 측정하였다.

실험전후 변인통제가 가능한 학교에서 실험집단을 구성하여 기초학력을 평가하기 위하여 A, B, C, D집단에 동일한 준비도 검사와 교내 학력고사로 학습자의 기초 학력을 평가하였다.

문장제 표상학습은 1차시분을 실험집단 A, D에 투입하고 전통적인 학습은 통제집단 B, C에 투입하였다. 그 후 평가를 실시하여 실험 결과 분석을 하였다.

**6.2 검사 도구**

실험집단과 통제 집단의 수업 처치 전 성취수준 검사 도구는 수학과 준비도 검사와 학력고사 결과를 사용하였고, 수업 처치 후 성취수준 검사 도구는 해당 차시의 내용으로부터 10문항을 출제하였고, 출제는 6학년 수학과 담당교사가 하였다.

성취수준에 대한 사전, 사후 검사는 모두 1문항당 10점씩 100점을 만점으로 채점하였다. 이들 실험 결과 분석은 SPSS/PC+ 9.0의 F검정(ANOVA)을 사용하였다.

**6.3 적용 결과 및 분석**

문장제 표상학습의 성취도와 전통적인 학습의 성취도간의 F검증(ANOVA) 결과 <표 5>와 같이 자유도 1, F 값 5.040, 유의도 .033으로  $p < .05$  수준에서 두 집단간에 통계학적 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 5> A(표상학습), B(전통학습)집단간의  
학업성취도 차이 검증  
 $< .05$

구분	N	M	SD	df	F	Sig.
A집단 (표상학습)	15	79.33	7.03	1	5.040	.033
B집단 (전통학습)	15	71.33	11.87			

전통적인 학습의 성취도와 문장제 표상학습의 성취도간의 F검증(ANOVA) 결과 <표 6>과 같이 자유도 1, F 값 5.026, 유의도 .032으로  $p < .05$  수준에서 두 집단간에 통계학적 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 6> C(전통학습), D(표상학습)집단간의  
학업성취도 차이 검증  
 $< .05$

구분	N	M	SD	df	F	Sig.
C집단 (전통학습)	17	70.58	11.44	1	5.026	.032
D집단 (표상학습)	17	78.82	9.92			

전체 실험 대상자에 대한 문장제 표상학습의 성취도와 전통적인 학습의 성취도간의 F검증(ANOVA) 결과 <표 7>과 같이 자유도 1, F 값 10.323, 유의도 .002로서  $p < .05$  수준에서 두 집단간에 통계학적 유

의미한 차이가 있는 것으로 나타났다.

<표 7> A, D(표상학습)와 B, C(전통학습) 집단간의 학습성취도 차이 검증  
 $p < .05$

구분	N	M	SD	df	F	Sig.
A, D집단 (표상학습)	32	79.06	8.56	1	10.323	.002
B, C집단 (전통학습)	32	70.93	11.46			

이상에서 살펴본 바와 같이 전통적인 학습에서의 성취도와 WRLS에서의 성취도의 차이 검증 결과 두 집단간에 성취도는 통계학적  $p < .05$  수준에서 유의미한 차이가 있는 것으로 나타났다. 연구결과 전통적인 학습보다는 WRLS로 학습하는 것이 학습자의 문장제 학업성취도 향상에 도움이 되는 것으로 보여진다. 이것은 <표 5><표 6><표 7>에서 문장제 표상학습과 전통적인 학습의 SD(Standard Deviation)을 비교해 볼 때, 문장제 표상학습에서 학습자의 성취도는 전통적인 학습에서의 학습자 성취도보다 균등한 분포를 보인다. 이는 문장제 표상학습은 학습집단 전체에 대한 성취도를 균등하게 향상시킬 수 있다고 볼 수 있기 때문이다.

인간은 들은 것은 20%, 본 것은 30%, 보고 들은 것은 50%, 실제로 해본 것은 90%를 기억한다고 한다. WRLS은 시각, 청각, 언어적 요소를 통합하여 여러 감각을 통해 정보를 전달할 수 있을 뿐 아니라 다양한 방법으로 상호작용을 제공하므로 학습효과를 증진시킬 수 있다. 따라서 상호작용적 문장제 표상학습환경에서는 학습자로 하여금 학습에 대한 강하고 긍정적인 동기를 유발시켜 학습효과를 높이고 지속시킬 수 있게 한다는 문병상[7]과 고대곤[2]의 연구 결과를 뒷받침해 준다.

학생들이 수학 문장제를 읽고 중요한 부분인 관계어나 핵심 단어 또는 수를 먼저 작동 기억내에 저장하여 처리하고 나머지 정보는 모두 삭제해 버리거나 무시해 버리기 때문에 오류수가 많이 일어난다. 본 연구에서는 전통적인 학습에서의 성취도(M70.93)보다 WRLS에서의 성취도(M79.06)가 훨씬 높게 나타난 것으로 보아 WRLS가 체계적인 문제표상을 통해 문제를 해결하므로 표상능력 향상에 도움을 준 것으로 해석된다.

따라서 WRLS는 문장제를 어려워하는 초등학생들

에게 웹 상에서 문장제 표상능력을 향상시켜 수학 문장제 해결력을 높이는 효과가 있었다.

## 7. 결론

초등학생들이 수식보다 문장으로 나타낸 문제를 더 어려워하는 것은 수학적 계산 기능보다도 문제 표상에 요인이 있는 것으로 생각할 수 있다. 문장제 표상능력을 높이기 위해서는 문제의 의미를 정확히 파악하고 이해하는 것이 요구된다. 이를 위해서는 멀티미디어 자료와 의사소통을 필요로 하는데, 웹은 멀티미디어 구현과 상호작용적 의사소통을 촉진할 수 있기 때문에 문장제 표상학습을 위한 최적의 환경을 제공한다. 따라서 본 연구에서는 수학 문장제 표상능력 향상을 위한 웹 기반 시스템을 설계하여 초등학교 6학년을 대상으로 실험적으로 적용하였다.

본 연구에서 제안된 시스템은 문장제 표상능력, Mayer[10]의 문장제 표상훈련, 학습자 중심의 웹 상호작용 설계전략 이론을 바탕으로 표상진단 모듈, 표상학습모듈과 표상도구모듈로 설계하였다. 표상진단 모듈은 문장제 표상능력과 학습 진척도를 진단하고, 표상학습모듈은 학습진단에 따라 단계적인 문장제 표상학습을 할 수 있는 모듈로 Mayer[10]의 문제표상훈련 모형에 따라 구현하였다. 그 과정은 문제 재진술하기, 목표인식하기, 관련/비관련 요소 인식하기, 문제를 그림으로 나타내기, 문제를 식으로 나타내기 단계로 하였다. 또한, 웹에서 학생간에 의사소통과 협동학습을 할 수 있도록 문장제 게시판을 마련하였고, 학습자의 능력에 따라 문장제시형, 단계제시형, 그림제시형, 단계와 그림제시형으로 문장제 표상능력을 확인할 수 있는 문장제 급수를 구성하였다. 학습도구모듈은 학습결과게시판, 검색도구, 방명록으로 구성하여 서로 정보를 교환하고 참고자료를 얻을 수 있고, 필요한 자료를 찾아가면서 학습해 나갈 수 있도록 설계해 보았다.

본 연구에서 설계한 WRLS를 대구시내 초등학교 6학년 학생 64명을 대상으로 실험적으로 문장제 해결에 적용한 결과 첫째, 문장제를 어려워하는 초등학생들에게 문장제 표상능력을 향상시켜 문장제 해결력을 높이는 데 효과가 있었다. 둘째, 기존의 제한된

환경에서의 문제해결활동에서 탈피하여 컴퓨터와 웹이란 도구를 사용하여 문장제 해결력을 높이기 위한 새로운 학습 방법을 모색하였다. 셋째, 위계성이 뚜렷한 수학과에서 학습자의 수준별 표상능력 진단을 통해 문장제 학습부진을 줄일 수 있었다. 넷째, 다양한 유형의 문장제를 데이터베이스로 구축하여 웹을 통해 공유함으로써 학생과 교사들에게 정보통신기술(ICT) 활용 학습을 제공하였다. 다섯째, 학습자의 표상능력에 따라 단계적인 표상 도움을 받을 수 있고 학생간에 의사소통과 협력학습을 할 수 있으므로 학생들이 학습에 활발히 참여하였다. 여섯째, 상호작용적 문장제 표상학습환경에서 학습자로 하여금 학습에 대한 강하고 긍정적인 동기를 유발시켜 학습효과를 높이고 지속시킬 수 있었다. 일곱째, ASP와 IIS를 이용한 시스템 구축으로 학교홈페이지에 연동하여 쉽게 이용할 수 있었다.

앞으로 연구해야 할 과제로는 첫째, 본 연구에서는 초등학교 6학년 학생을 대상으로 한 웹 기반 시스템이었으나, 동영상과 음성을 추가한 시스템으로 더욱 확장하여 다른 학년을 대상으로 한 웹 기반 시스템을 계속적으로 설계되어야 할 것이다. 둘째, 본 연구에서 제안된 WRLS의 효과성에 대하여 체계적인 적용과 검정의 과정이 충분하지 못하였다. 따라서 적용과 효과 검정에 대한 장기적이고 체계적인 연구가 후속 되어야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] 강인애 (1997), 왜 구성주의인가? : 정보화시대와 학습자중심의 교육환경, 도서출판 문음사.
- [2] 고대곤 (2000), ICT활용 수업모형개발연구 -7차 교육과정중심으로-, 대구교육대학교.
- [3] 교육부 (2000), 초등학교교사용지도서 수학2-1, 국정교과서주식회사.
- [4] 김미량 (1999), "학습자 중심 웹 기반 교수-학습의 설계전략과 상호작용성", 한국정보교육학회논문지 제3권 제1호, 15.
- [5] 김진숙 (1998), 초등학교 수학교과서 문장제에 대한 문제해결 관점에서의 연구, 이화여자대학교, 박사학위논문.
- [6] 나일주 (1999), 웹기반 교육, 교육과학사.
- [7] 문병상 (1999), 자기조절학습전략 훈련이 자기효능감과 수학 문장제 해결에 미치는 효과, 경북대학교, 박사학위논문.
- [8] 이수희 (1994), 산수문장제에 대한 아동의 문제해결능력과 문제표상능력에 관한 연구, 이화여자대학교, 석사학위논문.
- [9] 최현수 (1996), 문제표상훈련이 문제해결력, 태도, 학업성취에 미치는 효과, 교육학석사학위논문.
- [10] R. E. Mayer (1987), Learnable Aspects of Problem Solving. In D. Berger & K. Pezdek et.al (Ed.), Applications of Cognitive Psychology : Problem Solving, education and computing. Hillsdale, NJ : LEA.

고대곤

1989 연세대학교 인공지능전공 공학박사

현재 대구교육대학교 전산교육과 교수

관심분야 : 코스웨어, 인공지능, 컴퓨터교육

박정식

1999 대구교육대학교 대학원 전산교육과 석사과정

현재 대구두류초등학교 교사

관심분야 : WBI, 웹 서버 구축