

# 학습장애학생의 문장제 문제 해결 능력향상을 위한 WOE기반 스마트러닝 시스템의 개발 및 적용

최유진\*, 전우천\*\*

## 요약

문장제 문제는 단순한 수학적 수식으로 구성된 연산문제와는 달리 언어적으로 표현된 문제 안에서 수학적 내용을 찾아 그것을 수식으로 표현하는 과정을 필요로 한다. 이는 고차원적인 인지적 전략을 요구하며 학습자는 수학적 사고력과 추론능력, 이해력, 언어와 읽기 등을 고루 활용해야 한다. 하지만 대부분의 학습장애학생들은 문장제 문제를 해결하는데 어려움을 겪고 있다. 본 연구에서는 학습장애학생이 인지적 과부하를 적게 받으면서 인지적 전략을 학습할 수 있으며 또한 학생들에게 전문가의 예시를 단계적으로 제시하는 WOE (Work-Out Examples: WOE) 기반 스마트러닝 학습시스템을 제시한다.

본 시스템의 특징은 다음과 같다. 첫째, WOE를 순차적으로 따라하면서 학습자는 인지적 부하 없이 자연스럽게 문제해결전략을 습득할 수 있다. 둘째, 학습자의 학습 동기를 높이고 흥미를 유발시킨다. 셋째, 시공간을 초월한 학습이 가능하기 때문에 학습자 스스로 학습을 조절하는 자기주도적 학습능력이 향상될 수 있다.

본 시스템의 적용결과는 다음과 같다. 첫째, 학습장애학생의 수준에 맞는 학습 단계가 제공되고 지속적인 피드백이 있기 때문에 학습자의 개별화학습이 가능하였다. 둘째, 학습자들이 학습내용을 자연스럽게 습득함으로써 문장제 문제해결능력이 향상되었다. 셋째, 학습과정에서의 성공경험으로 인하여 학습에 대한 자신감 및 학습동기가 향상되고 긍정적인 자아개념이 형성되었다.

## Development and Application of a WOE-based Smart Learning System for Improving Written Problem Ability of Students with Learning Disabilities

Yujin Choi, Wochun Jun

### Abstract

Students with learning disabilities need special education programs. In the traditional class, those students may not be satisfied with their studies. Thus, it is important to provide individualized class for those students. Classes using smart devices may give one of the solutions for individualized class.

Unlike the typical mathematical problems, written problems require students to use various cognitive strategies, mathematical reasoning, inference ability, and so on. In this sense, written problems are good tools to develop the logical minds for students with learning disabilities. In this paper, a WOE-based smart learning system is proposed to help those students develop learning abilities.

The proposed system has the following characteristics. First, students can learn naturally problem-solving abilities by following the work-out examples given from experts. Second, the proposed system can invoke motivation and interests of students using attractive icons and guidance rules provided with smart phone. Third, the proposed system can provide self-directed study for those students.

The proposed system is applied for some students with learning disabilities. The following results are obtained. First, the individualized study can be possible since the system can provide continuous feedbacks and level-differentiated classes. Second, students can increase written problem solving abilities with natural understanding of study contents from smart phone. Finally, satisfaction, study motivation, and self-concept of students are increased through their successful experience during study processes.

Keywords: Learning Disability, WOE, Smart Learning, Problem Solving Ability, Written Problem

## 1. 서론

### 1.1 연구의 배경 및 필요성

우리나라의 학습 시스템 상황은 한명의 교사와 여러 명의 학생으로 구성된 일대 다의 다인 수 학습급으로 구성되어있다. 그러므로 학생의 수준에 맞춘 학습 내용이라기 보다는 중간수준의 난이도에 맞추어진 일제수업형태가 이루어지고 있으며 이런 상황에서 개별적인 학습은 불가능하다고 할 수 있다. 우리나라 교육과정이나 교과서는 구성주의 학습에 초점을 맞추고 협동학습이나 문제해결학습 등을 통하여 학생들에게 개인적 학습을 하려고 노력하고 있으나, 학습장애학생에게는 수업 내용을 따라가기 힘들고 이 또한 현실적으로 개별화수업이 이루어진다고 말하기 어렵다. 이런 상황에서 학습장애학생의 학습 결손과 결손의 누적은 더욱 심해지고 학습장애학생과 일반 학생들과의 격차는 점점 심해지고 있다.

학습장애학생의 학습결손을 줄이기 위하여 개별적인 학습이 필요한데 이것을 대신해줄 수 있는 것이 바로 스마트폰 기반 학습이다. 스마트폰을 기반으로 하는 교육용 어플리케이션은 많은 학습자들의 편의와 학습능력을 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다. 또한 스마트폰이 가지고 있는 양방향성을 이용한다면 언제 어디서나 학습자의 학습 내용을 피드백을 해주는 것이 가능하다. 이렇게 스마트 기기를 이용하면 학습자 개인에 초점을 둔 개별화 교육이 가능하다.

읽기, 쓰기, 연산 능력은 사람이 살아가는데 있어 가장 기본적으로 요구되는 능력으로 모든 학습 능력의 기본이다. 특히 학습장애학생들의 공통된 특징으로는 읽기 능력이 부족하다는 것이다. 읽기능력의 부족은 다른 교과목의 성취에도 나쁜 영향을 미친다. 문장제 문제는 최소한 두 개의 정보를 담고 있으며, 일상생활과 관련된 상황이 구두 또는 질문으로 제시되는 계산문제를 의미한다[14]. 학습장애학생들이 문장제 문제를 해결하지 못하는 가장 큰 이유 중 하나가 바로 문제 자체를 이해하지 못한다는 것이다. 또한, 어렵게 문제를 이해했다고 해도 문제해결전략을 세우지 못해서 문제를 해결하지 못하는 경우가 많은

것으로 나타났다. 많은 학습장애학생들이 ‘문제가 무슨 소리 인지 모르겠다.’, ‘무엇을 구해야 할지 모르겠다.’라고 하는 것은 바로 문제를 이해하는 능력과 문제해결능력의 부족에서 오는 것이다.

본 논문에서는 학습장애학생을 위한 WOE 기반 스마트러닝 시스템을 제시한다. 본 시스템은 WOE에 기반을 두며, WOE는 학습자가 해결해야 할 문제 상황과 전문가가 문제를 해결한 상황, 그리고 전문가가 문제를 해결하기까지의 방법과 이유를 구체적으로 기술한 것을 말한다. WOE기반 스마트러닝 시스템은 인지적 부하를 최소화하면서 자연스럽게 문제해결전략을 습득할 수 있는 방법이다. 스마트 폰을 기반으로 하기 때문에 학습자는 시간과 공간의 제약을 받지 않고 흥미를 유발하면서 학습할 수 있다. 동시에 학습장애학생을 위한 개별화 학습이 가능하다. 학습자는 WOE기반 스마트러닝 시스템을 활용하여 문장제 문제해결능력을 향상시키고 학업적 성취 경험을 통해 학습동기를 갖게 된다. 이러한 결과는 긍정적인 자아형성이라는 결과를 가져올 수 있다.

### 1.2. 연구의 목적

본 연구의 목적은 다음과 같다.

첫째, 학습장애학생들에 대한 개별적인 학습이 이루어지지 않는 상황에서 WOE기반 학습시스템을 적용하여 진단평가를 통한 학생들의 수준에 맞는 개별화된 학습과 충분한 연습문제, 그리고 형성평가와 피드백을 제공한다. 이를 통하여 학습장애학생들의 수준에 맞는 개별화 수업이 이루어질 수 있도록 한다.

둘째, 학습장애학생들의 학습 부진의 가장 큰 원인인 인지적 전략을 세우는 방법의 학습을 본 WOE기반 학습시스템을 통하여 이루어지게 한다. 학생들은 문제를 읽어도 문제의 뜻을 이해하지 못하고 문제를 해결하는 문제해결전략을 세우지 못한다. WOE를 제시하여 학생들이 단계적으로 문제해결 전략 및 요소를 자연스럽게 습득할 수 있도록 한다.

셋째, 학습장애 학생들이 개별화된 학습과 인지적 전략의 습득을 통하여 학습의 성공 기회를 가질 수 있게 하고 이를 통하여 학습장애 학생의 성취감 및 긍정적 자아개념 형성을 도모한다. 인지적 전략을 익히는 것은 학생의 자기주도적 학습 능력을 향상시키는 것과 연결되며, 성공적인 문제 해결의 경험은 학생의 자신감을 향상시킬 수 있다.

※ 제1저자(First Author) : 최유진,  
접수일:2012년 2월 24일, 수정일:2012년 3월 15일,  
완료일:2012년 03월 23일  
\* 서울영경초등학교  
\*\* 서울교육대학교(교신저자)  
wocjun@snu.ac.kr

## 2. 이론적 배경

### 2.1. 학습장애학생

학습장애에 관한 국제합동위원회 (National Joint Committee on Learning Disabilities/NJCLD)의 정의에 따르면, 학습장애란 듣기, 말하기, 읽기, 쓰기, 추론하기 또는 수학적 능력을 습득하고 사용하기에 심각한 장애가 나타나는 이질적인 장애군을 통틀어 일컫는 말이다[13]. 학습장애는 중추신경 기능의 불균형이 원인인데 이러한 불균형은 선천적 장애나 임신 또는 출산 당시 태아가 받은 충격이나 영양·식품 첨가물, 유해물질 흡입, 대기오염 등 인간에게 해로운 환경에서 비롯된 것으로 보인다. 하지만 아직 명확한 원인을 규명하지 못하고 있는 상태이다. 장애현상은 일생을 거쳐 일어날 수 있는데 자기조절 행동, 사회적 지각 및 사회적 상호작용 문제들이 학습장애와 함께 일어날 수 있다.

이러한 학습장애의 개념은 학습부진과 비슷한 개념으로 이해되거나 같은 개념으로 알고 있는 경우가 많다. 하지만 둘은 엄연히 다르며, 발생요인 또한 상당한 차이를 보이고 있다. 위에서 언급한 것처럼 학습장애는 내재적인 원인에 의해 학습적으로 결손이 생길 수밖에 없는 상태를 말한다. 반면 학습부진은 내재적인 원인이 아니라 정상적인 지능지수를 가지고 있고 신경계의 이상이 전혀 없으나 학습결손의 누적과 그 학습 결손에서 오는 정서적 문제 (우울증, 불안증, 강박증)나 사회 환경적 요인 (가정불화, 빈곤, 결손가정, 스트레스) 때문에 학업 성취가 떨어지는 경우를 의미한다[7]. 학습부진의 경우 이러한 환경적·정서적 요인들이 제거되거나 치료적 개입을 통해 교정되면 정상적인 학습능력과 학업성취를 보인다. 반면에 학습장애는 특정 인지장애, 즉 주의집중, 지각, 기억, 사고 등에 장애가 있거나 혹은 미소한 뇌기능의 장애로 인한 전반적인 학습수행 또는 특정영역에서의 뒤떨어짐을 의미하며 특수학습장애 (Specific Learning Disorders)라고도 불리고 장애로 분류된다[4].

본 논문에서 학습장애학생 선별한 준거는 다음과 같다. 3월 초에 실시하는 기초학력평가 결과 성취도가 60% 이하인 학생 중에서 K-WISCIII 지능검사 결과 지능지수가 85이상 100이하에 해당하고, 정신지체, 정서·행동장애, 감각장애 등의 다른 장애나 가정불화, 폭력, 학교생활부적응, 문화적 기회 결핍 등의

외재적 요인에 해당하지 않는 학생을 의미한다[11].

### 2.2. 문장제 문제

문장제 문제란 ‘문장으로 표시된 문제’로서 Written Problem, Verbal Problem, Word Problem 등과 같이 표현되며 최소한 두 개의 정보를 담고 있으며 일상생활과 관련된 상황이 구두 또는 질문으로 제시되는 계산 문제이다[5]. 또한 논리적이고 분석적인 사고를 요구하는 문제로서, 산술적 처리 기능과 언어적 기능을 동시에 요구한다. 그러므로 사용된 낱말에 대한 명확한 표상을 얻지 못한 학생은 적절한 해결 전략을 구성할 수 없고, 문제 해결에 실패하게 된다[1].

아래 <표 1>과 같이 연산문제는 단순히 수학적 수식이나 기호로 이루어진 형태이지만 문장제 문제는 문장 속에 숨겨진 수학적인 개념을 찾아 그것을 수식으로 변환하는 과정을 요구한다. 공식 학습과 기호 해석 훈련만으로도 연산문제를 해결할 수 있다면 문장제 문제를 해결하기 위해서는 단순한 계산뿐 아니라 수학개념, 언어와 읽기, 추리와 평가기술, 이해력을 고루 활용해야 한다.

<표 1> 연산문제의 문장제 문제의 형태 비교

연산 문제	□-3=6
문장제 문제	승희의 생일 케이크에 촛불이 켜져있습니다. 승희가 촛불을 모두 끄려고 했지만 3개만 꺼지고 말아 6개가 남았습니다. 승희는 올해 몇 살 인가요?

### 2.3. 문제해결능력

문제해결능력 (Problem Solving Ability)이란 학습자가 문제를 해결하는 과정에서 적용하는 문제 이해능력, 주어진 조건과 구하려는 것 사이의 관계를 파악하여 해결 계획을 수립하는 능력, 연산 능력, 구한 것을 확인하는 검증 능력 그리고 일반화 능력, 수학적 개념과 원리·법칙을 발견하고 이를 이용하여 응용 문제를 창의적으로 해결하는 능력 등 포괄적인 의미를 포함하고 있다. 따라서 문제해결은 정확성, 신속성, 적용성이 요구되며 문제해결에 따른 깊이 있는 사고를 활용해야 한다[6].

문제해결능력이란 문제 해결의 과정에서 문제를 발견하고 그에 맞는 해결계획을 수립하며, 그 계획을 실천한 후 검증을 해보는 단계별 활동을 수행할 수 있는 능력이다. 넓은 의미에서 모든 학습을 할 때 문제해결능력이 이용된다고 할 수 있다. 새로운 문제에

당면했을 때 느끼는 의혹 및 곤란을 제거하는 작업은 문제해결을 위한 활동으로서, 문제 해결을 위한 문제 해결능력은 자기학습능력으로 확장될 수 있다[3].

하지만 이러한 능력들은 자연스럽게 습득되는 것이 아니고 훈련을 통해 학습될 수 있다. 문제를 탐색하거나 그것을 수식으로 변환하는 방법, 해결하고 결과를 처리하는 방법 등 여러 가지를 익혀야 한다. 여러 학자들의 논문에 의하면 학습전략 훈련은 학습자의 긍정적 자아개념과 학습태도 형성에 도움을 주는 것으로 나타났다. 그러므로 학습속도가 느린 학습장애 학생들의 문제해결능력 습득과 긍정적 자기효능감 형성을 위해 반복적인 훈련이 필요하다[9].

## 2.4. WOE

WOE는 학습자가 해결해야 할 문제 상황과 전문가가 문제를 해결한 상황, 그리고 전문가가 문제를 해결하기까지의 방법과 이유를 구체적으로 기술한 것을 말한다. 즉, 문제와 비슷한 상황이 해결되어지는 방법을 보여주는 것을 의미한다. 초보자인 학습자에게 WOE형태의 과제를 제시하면, WOE 자체가 문제 해결에 필요한 스키마 (Schema)의 역할을 하게 된다. 학습자는 전문가의 문제해결을 모방하면서 학습하게 되고, 문제 해결을 위한 불필요한 탐색을 하지 않게 된다. 이 과정을 통해 학습자의 인지 부하는 적절한 상태로 유지되며 초보자의 문제 해결을 도와주고 촉진시킨다[2].

WOE는 Sweller에 의해서 고안되었다[8]. 그 시작점은 어떻게 하면 학습자의 시행착오와 인지적 노력을 줄이고 문제 해결에 필요한 인지구조를 획득하여, 학습자의 문제 해결을 촉진하는 것이었다. Sweller의 많은 학자들의 연구에 따르면 학습자는 WOE로 제시되는 정보를 통해 문제 해결에 필요한 스키마를 학습 과정에서 형성하며, 학습자의 문제해결능력 향상에 도움을 주는 것으로 나타났다[8].

## 2.5. 스마트 러닝

스마트 러닝이라는 개념은 스마트폰의 폭발적인 활용으로부터 시작된 개념이다. 스마트 러닝은 스마트 기기를 이용한 학습을 지칭하는 것을 넘어 교육의 패러다임에 큰 변화를 가져오고 있다. 스마트 러닝에 대한 확실한 개념 정의가 되어있지 않은 상황이지만 스마트 러닝에 대한 교육수요와 관심은 증가하고 있다.

스마트 러닝의 개념은 도구적인 측면에서는 스마트

폰, 스마트TV, 스마트탭 같은 멀티디바이스 (Multi Functional Device)를 사용한다. 멀티디바이스의 특징은 기기 사용의 주목적이 정해져있는 것이 아니라 사용목적에 제한을 받지 않는다는 점이다. 환경적 측면에서는 3D및 가상현실이 일상화되는 환경으로서 대용량 통신이 가능하며 매우 빠른 속도로 정보에 손쉽게 접근할 수 있고 교육의 도구였던 컴퓨터는 생활의 일부분이 된다. 학습의 측면에서는 기존 교육이 Teaching 중심이었다면 학습활동의 주체가 학습자로 이동하여 Learning이 중심이 되게 된다. SNS를 통해 학습자와 교수자간의 쌍방향 통신이 가능하게 되고, 학습자 중심의 시간과 공간의 제약을 벗어난 학습이 이루어지는 것을 의미한다. 스마트 러닝의 기존의 u-러닝과 구분되는 가장 큰 차이점은 바로 학습을 가능하게 하는 기기보다는 보다 학습자의 시선에 맞춰 학습자 중심으로 이루어지는 교육이라는 것이다[12].

## 2.6. 선행 연구

스마트 폰과 교육용 어플리케이션에 관한 선행연구들은 많지 않다. 특히 장애학생을 대상으로 하는 연구는 거의 없는 실정이다.

기존 스마트러닝에 관련된 연구들의 특징을 살펴보면 첫째는 대부분이 안드로이드 기반 어플리케이션이라는 점이다. 애플의 앱스토어가 훨씬 그 시장이 큰데도 대부분의 연구가 안드로이드 기반 어플리케이션에 대해 다룬 이유는 국내에서 애플사의 스마트폰을 이용하는 사람은 많지만 애플사의 맥북 이용률은 저조하기 때문이다. 대부분의 사람들이 MS사의 윈도우를 OS로 하는 PC를 사용하기 때문에 아이폰 기반의 어플리케이션을 만드는 것이 불가능했기 때문이라고 생각된다.

둘째는 교육용 어플리케이션에 관한 연구 대부분이 어학 학습에 관련된 것이라는 점이다. 어플리케이션 마켓에서도 비슷한 상황이 연출되는데 대부분의 교육용 어플리케이션은 어학학습용이고 가끔 수학학습용 어플리케이션이 있기는 하지만 단순한 수학적 계산능력 향상이나 반복훈련의 내용을 담고 있는 것이 많았다. 단순 계산능력 향상을 위한 어플리케이션 외에 수학 학습을 위한 것은 유명한 강사의 강의에 관한 어플리케이션으로 중·고등학생을 위한 것 밖에 없었다.

### 3. 시스템 설계 방향 및 내용

#### 3.1. 설계의 기본 방향

앞에서 언급한 이론과 선행연구를 바탕으로 학습장애 학생의 특징을 고려하여 WOE가 제공된 스마트폰 기반의 프로그램을 다음과 같이 설계하고자 한다.

첫째, 시스템의 기본 구성은 학습장애학생의 특징을 고려하여 WOE가 제공될 수 있도록 한다. 프로그램 설계의 가장 큰 목적 및 방향은 개별화된 수업이 가능하게 하는 것이다. 그러므로 학습장애학생의 수준과 상황에 맞는 적절한 난이도의 문제와 함께 그에 상응하는 WOE가 제공되어 학습자의 문장제 문제 해결능력을 신장할 수 있도록 한다.

둘째, 진단 검사 및 적절한 형성평가 항목을 만들어 학습자가 자신의 수준을 알고 그에 맞춰 학습할 수 있도록 한다. 진단평가 및 형성평가는 학습자가 스스로 자신의 수준을 평가할 수 있는 기준이 되며 이를 통하여 학습자는 개별화된 학습뿐 아니라 자기주도적 학습능력을 기를 수 있다. 또한, 형성평가를 통해 자신의 수준을 확인하고 그 다음 단계로 나아가는 과정을 통하여 학습자가 성취감을 맛볼 수 있는 기회를 제공 한다.

셋째, WOE를 단계별로 제시하여 학습자의 인지적 과부하를 막고 자연스럽게 그 능력이 향상되도록 한다. WOE를 제시하는 가장 큰 이유는 학습자의 인지적 과부하를 줄이면서 동시에 학습자가 문제를 해결하는 방법을 쉽고 빠르게 습득하도록 하는 것이다. 하지만 무조건적인 WOE의 제시는 학습자의 발전을 저해할 것이라고 예상된다. 그러므로 WOE를 모두 제시하는 단계에서 부분적으로 제시하는 단계, 그리고 WOE가 없는 단계로 프로그램을 구성하여 학습자의 문제해결능력을 향상시키는 적절한 발판(Scaffolding)을 제공한다.

넷째, 학습자의 흥미와 동기를 유발시킬 수 있고 스마트폰의 특징인 다양한 사용자 인터페이스를 사용하여 학습의 흥미를 유지할 수 있도록 한다. 학습장애학생의 특성상 집중시간이 짧고 오랜 시간 흥미를 유지하지 못한다. 그러므로 스마트폰의 다양한 터치기능과 촉감의 자극이라는 장점을 활용하여 학생들의 흥미를 유발하고 학습의 재미를 가질 수 있게 한다.

다섯째, 학습자가 문제해결전략을 완전히 습득할 수 있도록 연습기회를 충분히 제공한다. 문제해결능력은 한 번에 습득되는 것이 아니고 반복적인 연습과

훈련을 통해 얻을 수 있다. 그러므로 연습문제를 충분히 제공하여 반복적인 연습을 통해 학습자가 문제해결전략을 완전히 자신의 것으로 만들 수 있도록 한다.

#### 3.2. 시스템 설계

스마트폰 기반 학습 프로그램의 설계와 구현은 분석 (Analysis), 설계 (Design), 개발 (Development), 실행 (Implementation), 평가 (Evaluation)의 세부 활동으로 분류되는 ADDIE모형에 기반을 둔다[10].

학습장애학생의 문제해결능력 향상을 위한 WOE기반 스마트러닝 시스템의 구현과 적용단계는 ADDIE의 모형에 따라 <표 2>와 같이 세부 단계의 절차를 진행할 예정이다.

<표 2> 프로그램 설계와 구현 단계

단계	세부단계	
분석	선행 연구 분석	· 학습장애 학생 관련 연구 · 문장제 문제 해결방법 지도에 관한 연구 · . . .의 효과에 관한 연구 · 스마트폰 기반 학습 프로그램 관련 연구
	요구 분석	· 학습장애 학생을 담당하는 교사 및 학부모와 인터뷰
	학습자 분석	· 학습장애학생에 관한 문헌 조사 · 진단평가 및 담당교사 인터뷰
설계	학습내용 분석	· 교육과정에 나오는 문장제 문제 분석 · 학습장애학생이 학습할 단원 및 학년 선정
	학습내용 구조 설계	· 학습자의 흐름도 구성
	학습단계 설계	· . . .의 문제해결 단계를 기본으로 한 발문
	학습의 흐름도 설계	· . . .의 제시 정도를 구성
	스토리 보드 작성	· 실제 학습할 때 나타나는 화면을 구성
개발	데이터베이스 설계	· 전문가와의 면담
	앱 등록	· 앱스토어에 업로드
실행	오류 수정 및 보안	· 모의 테스트 및 수정
	학습 적용	· 적용
평가	평가	· 학습지, 학생 면담

## 4. 시스템의 구현

### 4.1. 시스템 개발 환경

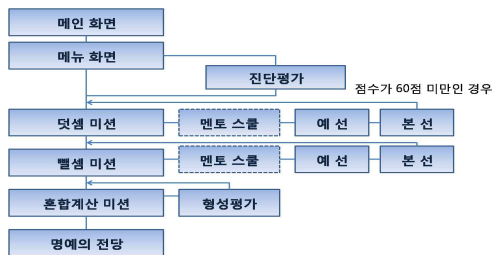
본 논문에서 시스템 개발을 위해 사용한 소프트웨어와 하드웨어 환경은 다음 <표 3>과 같다. 아이폰과 아이패드에서 구현되는 시스템을 개발하는 것을 목표로 하여 MAC OSX 운영체제에서 실행하도록 하였다.

<표 3> 개발 사양

구분	사양	
S/W	운영체제	Mac OS X
	언어	Objective-C
	개발키트	Xcode
	실행 프로그램	UIKit
	데이터베이스	SQLite
H/W	CPU	ARMv7 듀얼 코어 1.3GHz, 1GB 프로세서
	메모리	1GB

### 4.2. 메뉴 구조

시스템을 구동시키면 메인화면이 나타난다. 그리고 학습을 선택할 수 있는<그림 1>과 같은 메뉴화면으로 넘어가게 된다.



(그림 1) 메뉴 구조

학습은 뎃셈, 뿔셈, 혼합계산의 순으로 이루어지게 되며, 이전 단계를 학습하지 않은 학생은 다음단계로 넘어갈 수 없다. 하지만 학습한 단계는 다시 학습하는 것은 가능하다. 메뉴화면에서 학생이 학습을 선택하면 처음 학습하는 학습자의 경우 바로 진단평가로 넘어가게 된다. 진단평가 결과는 학생 정보와 함께 저장되며 일정 수준 이상의 점수는 멘토스쿨 즉, 완

성된 WOE가 제공된 문제를 거치지 않고 완성효과가 적용된 WOE 문제부터 해결하게 된다. 각 미션의 연습문제에서 60점 미만일 경우 미션에 실패하게 되며 그 미션은 처음과정 (멘토스쿨)부터 다시 돌아가서 학습하게 된다. 학생이 학습한 내용은 저장되며, 이전 학습에 이어 학습을 할 수 있다. 모든 단계의 학습이 끝나면 수확스타가 되어 명예의 전당에 이름을 기록하고 학습이 끝나게 된다.

## 5. 시스템의 적용

### 5.1. 적용대상

본 연구는 서울○○초등학교 4학년 수학학습장애 학생 2명을 대상으로 하였다. 이 대상 학생들을 선별하는 방법은 수학 진단평가에서 60점 미만을 받은 학생들 사이에서 지능지수가 85~100사이이며 외제적 요인에 해당하지 않는 학생을 대상으로 하였다. 선정된 학생의 특성은 <표 4>과 같다.

<표 4> 적용대상 학생 특성

구분	내용	비고
학생명	A학생	여학생
학교/학년	서울○○초등학교, 4학년	
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 주의가 산만하며 자신감이 결여되어 있고, 수업시간에 집중하지 못함.</li> <li>· 단순계산은 할 수 있으나 문제가 길거나 문장으로 구성되어 있으면 해결하지 못함.</li> <li>· 일주일에 한 번씩 심리치료를 받으러 다님.</li> </ul>	
교과진단평가	수학 48점	
구분	내용	비고
학생명	B학생	남학생
학교/학년	서울○○초등학교, 4학년	
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 문제를 풀고자 하는 열의가 있고 수학을 좋아한다고 말하지만 지능이 조금 낮아 문제 이해 능력이 남들보다 부족함.</li> <li>· 한 곳에 오래 앉아있지 못할 정도로 집중력이 떨어지고 산만함.</li> <li>· 어렸을 때 간질을 앓아 후천적으로 지능이 낮음.</li> </ul>	
교과진단평가	수학 44점	

5.2. 검사도구

5.2.1 지능검사

학습장애 학생의 지적능력을 알아보기 위해 K-WISC-III를 활용하였다. K-WISC-III검사는 언어성 검사와 동작성 검사로 구분되는데 WISC검사는 만 6세부터 만 16세 1개월 된 아동까지의 지능을 임상적으로 평가할 수 있는 검사도구이다. 언어성 검사는 상식, 공통성, 산수, 어휘, 이해, 숫자 등 6개 영역으로 구성되어 있으며 동작성 검사는 빠진 곳 찾기, 차례 맞추기, 모양 맞추기, 토막 짜기, 기호쓰기, 동형 찾기, 미로 등 7개 영역으로 구성되어 있다.

5.2.2. 교과학습 진단평가

한국교육과정 평가원에서 제작된 것으로 전국의 초등학교에서 3월에 실시한다. 초등학교 4학년의 경우 3학년에 학습한 내용을 평가하게 된다. 학생에게 통보되는 결과는 도달과 미도달로 구분해서 나오며 60점 미만일 경우 미도달이다. 교사에게는 학습자의 구체적인 점수가 통보되며 어떤 영역에서 부족한지 알 수 있도록 분석하여 결과를 제공한다.

5.2.3. 사전검사

사전검사의 내용은 덧셈과 뺄셈 문항 10개로 구성하였다. 10개의 문항 중 4개는 문장제 문항이 아닌 문제로 구성하였다. 그 이유는 본 연구를 진행함에 있어 기본적으로 학생이 기본적인 덧셈 뺄셈 능력을 가지고 있다는 전제하에서 시작한 것이기에 학습하는 학생이 기본적인 덧셈과 뺄셈을 할 수 있는지를 알아보는 것이 중요하였다. 그래서 문장제 문제가 아닌 문제를 학생이 해결할 수 있는지를 확인할 수 있도록 하였다.

5.2.4. 사후검사

사후검사는 학생이 어플리케이션을 이용하여 학습을 마친 후에 이루어진 검사로, 사후검사의 내용은 어플리케이션을 활용하여 주로 연습한 문장제 문제 유형 위주로 구성하였다. 사전검사에서는 기본적인 덧셈과 뺄셈 능력을 확인하기 위해서 문장제 문제가 아닌 단순 수식 문제가 제공되었으나 사후검사는 문장제 문제를 해결하는 능력을 살펴보는 것이므로 문장제 문제로만 구성하였다.

5.3. 연구 결과

학생 A, B 모두 사전검사에 비해 사후검사의 성적이 높았으며 두 학생의 사전·사후 검사는 다음 <표 5>와 같다.

<표 5> 사전·사후 검사 비교

학생	사전 검사 점수	사전검사 중 수식계산의 정답률	사전검사 중 문장제문제의 정답률	사후 검사 결과
A	7/12	6/6	1/6	7/10
B	4/12	4/6	0/6	7/10

사전검사에서 A학생의 경우 단순 수식 계산 문제는 매우 쉽게 해결하였을 뿐 아니라 다 맞추었다. 하지만 문장제 문제의 경우 한 문제를 제외한 모든 문항이 틀렸으며, 학생이 문장제 문제를 풀 때 식을 세우는 것은 하지만 단순히 나와 있는 숫자들을 더하거나 빼려는 경향을 보였다. 특히 문제를 읽고 필요한 식을 세우는 능력이 부족하여 풀고 나서 답이 없자 자신이 문제를 해결한 방법과 식을 지우려고 하였다.

B학생의 경우 또한 마찬가지로 수식계산에는 큰 문제가 없어보였다. 다만 받아내림이 있는 네 자리수의 뺄셈 계산에서 받아내림의 실수를 해서 틀린 것을 제외하고 단순한 수식으로 나타난 문제는 역시 쉽게 해결하였다. 하지만 역시 문장제 문제의 경우 식도 세우지 못하고 답을 임의로 적는 것을 볼 수 있었다.

사후검사에서 A학생의 경우 문제에서 필요한 조건을 찾아 식을 세우는 능력이 향상되었으며 문제에서 덧셈을 요구하는지 뺄셈을 요구하는지 이해하고 문제에 맞는 식을 세울 수 있는 능력이 향상되었다.

B학생의 경우 역시 문제를 읽고 이해하는 능력이 많이 향상되었다. 사전검사의 경우 문장제 문제는 계산을 한 흔적을 찾을 수 없었지만 문제에서 필요한 조건을 찾는 능력과 문제에서 요구하는 것을 찾는 능력 모두 향상되었다. 또한 문제에 어울리는 적절한 식을 세우는 능력 또한 많이 향상되었다.

6. 결론 및 향후 연구 과제

학습장애학생은 일반적으로 개인 내적인 결손, 즉 지각장애, 신경 체계의 역기능 및 뇌손상과 같은 기본적인 정보처리과정의 장애로 인해 학습에 부적응을 보이는 특성을 보인다. 특히 집중력이 일반 학생에 비해 낮고, 읽기 능력 특히 독해 능력이 떨어지는 경우가 많다. 그래서 수학문제 중에서도 문장으로 구성된 문장제 문제를 만나게 되었을 때 해결의 어려움을 느끼며, 문제해결전략을 세우는 능력이 부족하다.

따라서 본 논문에서는 학습장애 학생의 위와 같은 특성을 고려하여 학습장애 학생이 언제 어디서나 학

습할 수 있는 스마트폰 기반의 시스템을 설계하고 구현하여 적용하였다. 이와 같이 개발된 WOE기반의 시스템은 다음과 같은 특징을 갖는다.

첫째, 학습장애 학생이 시공간의 제약을 받지 않는 개별화 학습이 가능하다. 스마트폰을 기반으로 하는 WOE기반 학습시스템은 스마트폰의 최대 장점인 이동성과 편리성을 이용하여 학생이 특별한 학습 공간이 아닌 어느 곳에서나 학습이 가능하도록 하였다.

둘째, 학습장애학생의 문제해결전략을 세우는 능력을 향상시킬 수 있다. 학습장애학생은 이 학습 시스템을 통해 Polya의 문제해결전략을 단계별로 학습할 수 있는 기회를 얻는다.

본 시스템의 적용 결과 얻은 결과는 다음과 같다.

첫째, 학습장애학생의 문장제 문제 해결능력이 향상되었다. 문장이 좀 길어서 해결할 수 없었던 문제를 읽고 단계별로 학습하는 능력이 향상되었으며 식을 세울 수 있는 능력이 생기게 되었다. 둘째, 학습장애 학생은 문제해결 경험을 통하여 학습 동기 및 요구가 향상되었고 긍정적 자아 형성에 도움이 되었다.

본 연구의 향후 연구과제는 다음과 같다.

첫째, 본 논문에서 개발한 어플리케이션의 경우 초등학교 3학년 정도의 수준이지만, 광범위한 학습자를 대상으로 하는 어플리케이션이 개발되어야 한다.

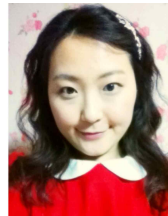
둘째, 본 논문에서 개발한 프로그램은 약간은 딱딱한 형식으로 진행되나, 게임의 형식을 이용하거나 스토리라인을 이용하여 학생들이 더욱 흥미를 유발할 수 있는 어플리케이션이 개발되어야 한다.

**참 고 문 헌**

[1] 강민승(2010). 중학생들의 일차함수에 관한 문장제 해결능력과 문제집 분석. 석사학위 논문. 숙명여자대학교 대학원.  
 [2] 김미선(2006). 비구조화된 문제에서 완성효과를 적용한 WOE가 학습자의 문제해결력에 미치는 영향. 석사학위 논문. 한양대학교 대학원.  
 [3] 김민지(2010). 문제해결력 신장을 위한 학습 지도 방안 연구. 석사학위 논문. 울산대학교 교육대학원.  
 [4] 김철호(2010). 학습 장애학생의 주의집중향상을 위한 m-ARCS 모형기반 모바일앵커프로그램 설계 및 구현. 석사학위 논문. 서울교육대학교 교육대학원.  
 [5] 노현옥·정은실(2005). 초등학교 수학 교과서에 나오는 자연수의 사칙 연산 문장제 분석. 수학교육연구, 28, 1-19.  
 [6] 손영례(2011). 3학년 학생들의 곱셈과 나눗셈 문장제

종류에 따른 문제해결능력. 석사학위논문. 한국교원대학교 교육대학원.  
 [7] 송연주(2010). 컴퓨터를 활용한 자기주도 학습이 수학과 학습 부진아의 학습태도와 학업성취도에 미치는 영향. 석사학위 논문. 건국대학교 교육대학원.  
 [8] 이유선(2010). WOE가 제시된 교육 프로그램이 정신 지체아동의 문장제 문제해결력에 미치는 영향. 석사학위 논문. 한양대학교 교육대학원.  
 [9] 정영식(2003). 학습전략 훈련이 시각장애 중학생의 자기효능감 및 학습태도에 미치는 영향. 석사학위논문. 경성대학교 교육대학원.  
 [10] 조미현 외(2006). e-learning 콘텐츠 설계. 서울: 교육과학사.  
 [11] 허승준(2010). 효과적인 통합교육을 위한 동영상 기반 앵커드수업 프로그램의 개발 및 적용:(2) 학습장애아동의 수학성취에 미치는 효과. 학습장애연구, 7(3), 43-61  
 [12] 현대경제연구원(2011). 스마트 러닝, 학습의 개념을 바꾼다. 지식경제, 봄, 41-65.  
 [13] National Joint Committee on Learning Disabilities (1990). Learning Disabilities: Issues on Definition.  
 [14] Nesher,P.(1982). The stereotyped nature of school word problems. For the Learning of Mathematics, 1(1), 41-48.

**최 유 진**



2008년: 서울교육대학교 졸업  
 2011년: 서울교육대학교 대학원 졸업 (석사)  
 2008년-현재: 서울염경초등학교 교사

<관심분야> 장애인 정보화 교육, 정보 통신 윤리

**전 우 천**



1985년: 서강대학교 졸업  
 1987년: 서강대학교 대학원 졸업 (석사)  
 1997년: University of Oklahoma 졸업 (박사)  
 1998년-현재: 서울교육대학교 컴퓨터교육과 교수

<관심분야> 장애인 정보화 교육, 정보 통신 윤리