

학습부진아 연산능력향상을 위한 모바일 어플 설계 및 구현

최효정* · 전우천**

서울선사초등학교*, 서울교육대학교 컴퓨터교육과**

요 약

본 연구의 목적은 학습 부진아의 연산능력 향상을 위한 스마트 폰 기반 모바일 어플 시스템을 설계 및 구현 하는 것이다. 본 시스템의 특징은, 첫째, 학습자의 수준에 맞는 개별화된 학습이 이루어지는 스마트폰기반 시스템이다. 둘째, 학습자들의 동기를 지속시키기 위하여 즉각적인 피드백이 제공된다. 셋째, 연산능력은 꾸준한 연습을 통하여 향상시킬 수 있다는 것에 중점을 둔 지속적이고 반복적인 학습이 가능한 시스템이다.

구현된 본 교육시스템을 초등학교 6학년 수학 학습 부진아에게 적용시킨 결과는 다음과 같다. 첫째, 본 시스템을 활용하여 연산학습을 하는 것에 흥미를 느꼈으며 학습에 대한 내재적 동기가 유발되었다. 둘째, 연산속도가 빨라지고 연산의 정확도가 높아지는 등 학습자의 연산능력이 향상되었다.

키워드: 모바일 어플, 스마트폰, 학습부진아, 연산능력

Design and Implementation of a Mobile Application to Improve Arithmetical Operations for Low Achievers

Hyo-Jung Choi* · Woochun Jun**

Seoul Sunsa Elementary School*,

Dept. of Computer Education, Seoul National University of Education**

ABSTRACT

The purpose of this paper is to develop and implement a mobile application system to improve arithmetical operations for low achievers. The proposed system has the following characteristics. First, the system provides individual study for low achievers based on their different study levels. Second, instant feedback can be provided to students for maintaining study motivation. Third, the system enables students to study arithmetical operations in persistent and repetitive manner. This is due to that, in the literature, arithmetical operation capacity can be increased by persistent and repetitive practices.

The proposed system is applied to mathematics low achievers and the following results are obtained. First, interests and intrinsic motivation are increased through use of the proposed system. Second, arithmetical operation speed is increased. Also, accuracy of arithmetical operation is improved. Thus, it is concluded that arithmetical operation capacity of low achievers is improved using the proposed system.

Keywords : Mobile Application, Smart Phone, Low Achiever, Arithmetical Operation

교신저자 : 전우천(서울교육대학교 컴퓨터 교육과)

논문투고 : 2012-11-28

논문심사 : 2012-11-29

논문완료 : 2013-03-18

1. 서론

1.1 연구의 필요성 및 목적

모든 학생들은 자신의 능력과 수준에 맞는 교육을 받을 권리가 있다. 그러나 대다수의 초등학교는 다인수 학급으로 학습자의 수준에 맞는 수준별·개별화 학습을 실현하기에 많은 어려움을 가지고 있다. 따라서 일반적인 학급에서는 개별화 학습보다 일제식 학습이 이루어지고 있는 경우가 많다. 그로인해 해당학년의 성취기준에 도달하지 못한 학생은 수업에 대한 이해도가 현저히 떨어지며 학년이 올라갈수록 학습부진이 심각해진다.

특히 국어과목의 읽기와 쓰기, 수학과목의 연산 부분에서 부진이 발생 되면 이후 학습 진행이 불가능해질 뿐 아니라 다른 교과목까지도 자연스럽게 학습부진이 발생하게 될 가능성이 매우 높다. 따라서 읽기(Reading), 쓰기(Writing), 연산능력(Arithmetic)은 오래 전부터 3R이라 일컬으며 기초·기본 교육이자 학습자들이 일상생활을 영위하는데 필수적인 교육으로 인식되어지고 있다. 따라서 학습부진아를 비롯한 모든 학습자들에게 3R과 같이 기본이 되는 학습능력을 길러주는 것은 교사들의 지대한 임무이다.

3R 중 연산능력은 수학학습의 가장 기초가 되는 능력이다. 수학은 교과 특성상 계통성과 위계성을 가지고 있다. 이에 따라 다른 교과와 달리 수학과 교육과정은 단계형으로 이루어져 있으며 선수학습이 하나라도 결손되면 후속학습에 지대한 영향을 미친다. 선수학습에 대한 이해 없이 학습자는 새로운 학습을 시작할 수 없으며 학습 부진이 누적되는 악순환이 반복된다. 따라서 선수학습 결손 부위를 학습위계에 따라 체계적인 방법으로 보충하는 것이 필요하다.

학교 현장에서는 이러한 학습 부진아의 문제를 해결하기 위하여 많은 노력을 기울이고 있다. 부진아 지도의 가장 효과적인 방법은 개별화 지도인데 학교에서 부진아들을 1:1 맞춤 수업을 하기에는 시간적, 경제적으로 많은 제약이 따른다. 따라서 학습 부진아들의 효과적인 개별화지도를 위한 교육시스템 개발이 필요하다.

이러한 필요성에 따라 최근까지 교육 분야에서는 시간에 관한 제약 없이 인터넷이 가능한 환경에서 학

습자들이 개별화 학습을 할 수 있는 e-learning에 관한 연구가 활발하게 진행되었다. 하지만 이제는 스마트폰을 기반으로 하는 스마트러닝에 관심을 가져야 할 때이다. 방송통신위원회의 자료에 따르면 2012년 5월 국내 스마트폰 가입자는 27,558,349명으로 휴대전화 가입자의 약52.12%를 차지하며 매달 100만명씩 늘어나고 있다고 한다. 이러한 추세에 따르면 2012년 하반기에는 전체 가입자의 국내 스마트폰 보급률이 79%에 이를 것으로 내다보고 있다[15].

스마트 폰을 활용하여 학습을 할 경우 시간과 공간의 제약 없이 언제 어디서든 나만의 개별화 학습이 가능하다. 또한 스마트폰은 휴대성이 좋으며 별도의 매체를 구입하는 것이 아니라 학습자들이 사용하고 있는 스마트 폰을 활용하는 것이므로 학습자들에게 친숙한 학습 환경을 제공한다.

한편 스마트폰을 중심으로하는 모바일 어플은 PC기반의 어플보다 학습목표 측정(Objective Measures)과 더불어 주관적 측정(Subjective Measures)에서 우월하다는 연구가 제시되었다[14]. 본 연구에서는 수업목표 달성과 상호작용 제공, 사용의 용이성 및 사용자 만족도 면에서 모바일 어플의 유용성을 입증하였으며, 학습목표 측정을 위해 Performance, Number of Errors를 사용하였으며, 주관적 측정을 위해 5가지 세부척도 즉 Learnability, Efficiency, Ease of Use, User Satisfaction, Context Awareness 등을 이용하여 모바일 어플의 유용성을 조사연구를 통해 입증하였다.

본 연구에서는 이러한 스마트 폰의 장점을 바탕으로 시간·공간의 제약 없이 개별화 학습이 가능한 어플리케이션을 개발 및 구현하고자 한다. 본 어플리케이션은 학습 부진아들의 연산능력 향상에 목적을 둔 교육용 어플리케이션이며 학습자들의 동기를 지속시킬 수 있도록 즉각적인 피드백이 이루어지도록 하였다. 또한 연산능력은 충분한 연습을 통하여 향상시킬 수 있다는 것에 중점을 두어 일회성 학습이 아닌 지속적이고 반복적인 학습이 가능하도록 하였다.

2.2 연구 내용

본 논문의 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, 수학과 학습 부진아의 특성과 부진아 대상

교육시스템 개발의 기준을 조사한다.

둘째, 초등학교 수학 교육과정 중 연산 학습 내용을 분석하여 그 위계를 파악한다.

셋째, 기존의 수학 학습용 어플리케이션을 분석해 보고 장·단점을 파악한다.

넷째, 학습부진아들의 수학 연산능력 향상용 어플리케이션을 설계·구현한다.

다섯째, 초등학교 수학 학습부진아에게 본 교육시스템을 적용한다.

2. 이론적 배경

2.1 학습 부진아

2.1.1 학습부진아의 정의

학습부진아에 대한 개념은 매우 다양하게 정의되어 왔다. 관점에 따라 학습부진아를 정의하는 기준도 달라 아직까지 명확한 기준이 통용되고 있지는 않다. 따라서 현재 각 학교에서는 자체적인 기준으로 학습부진아를 관별하고 있는 실정이다. 학습부진아에 대한 다양한 정의를 살펴보면 다음과 같다.

박성익(1984)은 학습부진이란 ‘정상적인 학습을 할 수 있는 잠재 능력이 있으면서도 선수학습요소의 결손으로 인하여 설정된 교육 목표에 비추어 볼 때 수락할 수 있는 최저 학업 성취 수준에 도달하지 못한 자’라고 정의하고 있다[1].

이화여대 인간 발달 연구소(1972)에서는 학습부진아를 ‘지능은 보통이나 다른 어떤 요인에 의하여 학습을 가능성만큼 성취하지 못하고 있는 아동’으로 정의하고 있으며 일선 초등학교 교사들의 견해는 학습부진아를 지능은 정상인데 다른 요인에 의해 학업성적이 부진한 아동으로 본다[2].

교육부(1997)에서는 지능 발달 정도는 정상이나 읽고, 쓰고, 셈하기를 포함하여 각 교과가 요구하는 최소한의 학업성취 수준에 미달되는 자를 말하며, 학습지진아나 학습장애아를 제외한다고 정의하고 있다[3].

이화진(1999)은 학습부진에 대한 누구나 합의할 수 있는 개념이 없는 것으로 보고, 학교교육에서 학습부진아를 기초학습부진아와 기본학습부진아로 재정의하

고 있다. 기초학습부진아는 주로 전통적인 3R의 기능장애를 보이는 학생을 말하며, 기본학습부진아는 학습저성취아를 지칭하는 것으로 정의하고 있다[4].

이상 살펴본 바와 같이 학습부진아는 지능은 정상이나 어떤 요인에 인하여 각 교과와 최소 성취 기준에 미달하는 자로 학습부진의 원인이 되는 후천적인 요인을 제거하고 적절한 학습조건을 제공한다면 구제가 가능한 아동이라 할 수 있다.

2.1.2 학습 부진아의 일반적인 특성

가. 인지적 특성

(1) 지능수준: 학습부진아들의 지능은 정상아보다 평균적으로 다소 낮은 편이지만 정상범주의 지능에 속한다. 따라서 저지능이나 정신지체와 혼용하면 안 된다.

(2) 기억능력: Drews & Teahan에 의하면 학습부진 집단이 정상집단보다 단기기억력이 낮다고 한다. 즉 학습부진아들은 즉시적인 재생이 약하고 불필요한 자극에 영향을 받아 주의집중을 오래 못한다는 것을 의미한다[5].

(3) 사고력: 학습부진아들은 개념간의 관계, 논리적 전개, 인과관계를 밝히는데 있어서 빈약한 사고구조를 가지고 있는 경우가 많다.

나. 정의적 특성

학습부진아들에게 다음과 같은 정의적 특성을 발견할 수 있다. 다만 모든 학습 부진아들에게 이러한 특성이 나타나는 것은 아니다.

(1) 과잉행동: 학습부진아는 과잉행동의 특성을 많이 나타낸다. 가장 특징적인 과잉행동은 ‘집중력부족’, ‘인내력 부족’, ‘가만히 앉아 있지 못하는 것’ 등이다. 이는 학습부진아들의 낮은 학업성취의 원인이 되는 행동이다.

(2) 낮은 성취동기: 학습부진아들은 장기적인 목표를 세우고 이를 달성하기 위해 노력하기보다는 눈앞에 보이는 일에 대한 즉각적인 보상만을 추구하는 경향이 강하다. 따라서 학습에서도 즉각적인 효과가 나타나지 않았을 시 쉽게 좌절하여 포기해 버리는 경우가 많다.

(3) 사회적 부적응성: 학습부진아들은 누적적인 학습 실패 경험으로 인해 자아존중감이 낮으며 이로 인하여 다른 사람과 원만한 생활을 영위하지 못하는 경향이 크다.

(4) 학습태도: 학업 부진의 요인으로 학업에 대한 흥미 부족, 성적에 대한 무관심, 열등감, 노력부족 도전감 부족 등의 학습태도를 보인다.

2.1.3 수학 학습 부진

가. 수학 학습 부진의 원인

수학과 교과 특성에서 오는 학습 부진의 원인을 다양한 문헌에서 조사·정리하여 보았다.

수학은 다른 과목에 비해 위계성이 엄격한 계통성을 지닌 교과로 선수학습이 결손되면 내용이 연결되지 않는다. 따라서 선수학습의 결손으로 인하여 학습 부진이 가장 많이 발생한다[5]. 또한 서술양식에 있어서 수학은 기호화·숫자화 되어 있어 내용을 이해하기에 상당한 논리적 사고가 요구된다[6]. 그러므로 수학적 형식, 개념을 추상화, 일반화, 특수화 하는 학습습관이 결여되어 있거나 논리적 사고력이 부족하다면 수학 학습 부진이 발생할 수 밖에 없다.

나. 수학 학습 부진아 지도 방법

이상과 같은 수학과 학습부진아의 발생 원인적 측면을 고려해 볼 때 수학과 학습부진아의 지도를 위해서 김영태(2002)는 다음과 같은 지도 방법을 제시하였다[7].

(1) 자기의 학습 속도나 능력에 맞게 과제를 숙달할 수 있도록 복잡한 내용이나 단계를 피하고 성취 가능한 최저 수준의 학습에서 높은 수준의 학습으로 접근시켜야 한다.

(2) 학습에 관련된 다양한 자극을 받도록 해 주어야 한다.

(3) 집중력이 약한 부진아들에게 흥미유발, 집중력을 유지시킴으로써 학습 의욕을 심어 줄 수 있는 방법을 모색하는 것이 필요하다.

(4) 수학은 계열성이 매우 엄격한 교과이므로 선수학습 요소를 추출, 분석하여 선수학습 요소를 지도한다.

(5) 학습 부진아 수준에 맞는 힌트나 암시를 제공하여 성공적인 경험과 적극적이고 긍정적인 태도를

형성할 수 있도록 한다.

(6) 연습문제를 반복하여 제시하며 충분한 시간을 제공한다.

(7) 학습해야 할 내용을 세밀하게 파악하여 학습이 용이하도록 한다.

2.2 선행 연구 분석

최근 수학학습 장애학생을 대상으로 연산능력을 향상시키기 위한 선행 연구는 다음과 같다.

김용욱(2011)은 중재반응모델을 이용하여 수학학습 장애학생들에 적용하여 그 유용성을 검증하였다. 구체적으로 중재반응모델의 다단계 연산중재가 수학학습곤란 학생의 연산능력 향상과 더불어 수학학습 위험학생 선별에 효과적임을 조사연구를 통해서 제시하였다[11]. 본 연구에서는 수학학습장애 선별을 위해서 2단계의 모델을 제시하였다. 즉 1단계에서는 전체학생을 대상으로 성취도 검사를 통해 선별하고, 2단계에서는 소집단교수를 통해서 “이중불일치”검사를 통해 수학학습장애 위험학생을 선별하는 모델이다.

김선미(2006)은 수학학습장애의 구구단 암기와 곱셈 연산능력 향상을 위하여 멀티미디어의 프로그램을 제작하여 경기도 6개의 특수학급의 수학 장애아 8명의 대상에게 수학교과 시간을 활용하여 프로그램을 적용한 후 개인별 연산능력 및 과제 수행 시간을 분석하였다. 그 결과 구구단 프로그램을 적용했을 때 대상아동 모두 구구단을 암기하였으며, 또한 ‘곱셈구구’ 프로그램의 적용은 모든 대상에게서 곱셈 연산 능력의 향상을 가져왔다. 또한 ‘곱셈구구’ 프로그램의 적용은 과제 수행 시간 측정에서 시간 단축 효과를 보였다[12].

[11]의 연구에서는 구체적인 연산능력 향상을 위한 방법이라기 보다는 학교기반의 중재반응모델을 통한 개략적인 방법론을 제시하였다. 한편 [12]의 연구에서는 수학연산능력의 향상을 위해 곱셈만을 위한 방법론을 제시하였으며, 특히 구구단 암기능력을 중심으로 연구결과를 제시하였다.

2.3 학습부진아용 교수시스템 설계 방향

학습부진아를 위한 교수시스템의 개발은 일반적인

교수시스템의 개발의 주요 요소뿐 아니라, 학습부진아의 특성을 고려해야 한다는 점에서 일반 교수 시스템과 다른 요소들을 포함하고 있다.

한성희는 컴퓨터 시스템을 사용한 특수아동의 보조수업이 가지는 독특한 특성을 아래와 같이 열거하고 있다[8].

첫째, 수업이 효과적으로 개별화 될 수 있으며 아동 스스로 진도를 조절하게 할 수 있다.

둘째, 동기유발이 잘 되고 학습에 대한 두려움을 없애고 도전감을 불러일으키는 학습 환경이 제공된다.

셋째, 학습동기가 증진될 수 있다. 대부분의 아동은 컴퓨터와 더불어 학습활동을 하고 싶어하는데 그렇게 하면 더 활동적으로 학습을 하게 된다.

넷째, 교육과정 내용이 모듈로 제시될 수 있고 위계적 순서로 조직화 될 수 있다.

다섯째, 아동의 주의집중 수준이 높아지게 된다.

여섯째, 효과적인 훈련 및 연습이 제공될 수 있다.

일곱째, 빈번하고 즉각적인 피드백을 제공할 수 있다.

여덟째, 아동이 자신의 학습을 조절하게 할 수 있으므로 아동이 자기 평가를 더 좋게 할 수 있다.

아홉째, 아동의 성취도에 대한 상세한 기록이 쉽게 저장되고 언제나 확인해 볼 수 있으므로 교사가 아동의 학습을 진단하거나 촉진하는 데 도움이 된다.

이상 살펴본 바는 특수아동에 대한 컴퓨터 보조수업의 특성을 열거하고 있지만, 일반적인 학습부진아의 학습지도에서도 컴퓨터보조수업의 활용이 바람직하다는 점을 알 수 있다.

Nueman(1986)은 학습부진아를 위한 학습 시스템 설계의 준거를 다음과 같이 제언하고 있다[13].

첫째, 학습부진아의 실수에 대해 이유를 깨달을 수 있도록 과정을 보여주고, 학습자의 실수를 교정해 주어야 한다.

둘째, 학습자의 학습속도, 학습내용, 성적관리 등 다양한 상황에서 사용할 수 있도록 충분히 융통성이 있어야 한다.

셋째, 기본적인 반복 연습 프로그램을 제공하여야 한다.

넷째, 학습자의 실수에 대해 설명을 제공하여 실수를 수정해 주어야 한다. 학습자 스스로 학습 시스템을 사용하는 능력을 가질 수 있도록 설명적인 피드백

을 제공하여 학습에 대한 자신감과 자아개념을 길러주어야 한다.

다섯째, 다음 단계로 진행하기 전에 현재 각 단계의 활동 후 성공여부를 학습자에게 알려주도록 설계되어야 한다.

여섯째, 학습자가 목표를 성공적으로 수행하도록 지원하는 도움말 기능이 포함되어야 한다.

일곱째, 학습부진아는 게임 양식을 좋아하는데 게임에 내재한 경쟁은 학습부진아의 동기를 유발시킨다.

이상과 같이 학습부진아의 학습지도에 있어서 반복연습 프로그램과 학습자에게 다음 단계의 성공을 위한 동기를 부여할 수 있는 교육시스템의 개발 및 활용이 도움이 된다는 것을 알 수 있다.

이러한 이론을 참고하여 본 연구에서 개발한 학습부진아를 위한 연산능력 향상 교육시스템을 통하여 수확학습부진아의 연산 학습지도를 효과적으로 할 수 있도록 하였다.

3. 시스템의 설계

3.1 설계의 기본 방향

선행연구를 기초로 학습부진아의 특징을 고려하여 스마트폰 기반의 교육 시스템을 다음과 같이 설계하고자 한다.

첫째, 시스템의 기본 구성은 학습부진아의 특성을 고려하여 즉시적인 피드백이 제공될 수 있도록 한다. 본 교육시스템 설계의 가장 큰 목적 및 방향은 개별화된 학습이 가능하게 하는 것이다. 그러므로 학습자가 문제에 대한 답을 제시하는 즉시 피드백을 주어 자기주도 학습이 이루어지도록 한다.

둘째, 학습자의 흥미와 동기를 유발시킬 수 있고 스마트폰의 특징인 다양한 UI (User Interface)를 사용하여 학습자의 흥미를 유지시킬 수 있도록 한다. 학습부진아의 특성상 집중력이 낮고 쉽게 학습을 포기하는 경향이 있다. 따라서 스마트폰의 다양한 터치기능과 촉감의 자극이라는 장점을 활용하여 학습자들의 흥미를 유발하고 학습을 지속시키는 동기부여가 되도록 한다.

셋째, 학습자의 연산능력 향상을 위하여 충분한 연

습기회를 제공한다. 연산능력은 비슷한 유형의 문제를 반복하여 풀어보는 경험을 통해 길러진다. 따라서 동일한 문제가 제공되는 형식이 아닌 컴퓨터에서 랜덤으로 문제가 출제되도록 하여 충분한 반복학습이 이루어질 수 있도록 한다.

3.2 시스템 설계

3.2.1 시스템 설계 절차

스마트폰 기반 학습 프로그램의 설계와 구현은 분석 (Analysis), 설계 (Design), 개발 (Development), 실행 (Implementation), 평가 (Evaluation)의 세부 활동으로 분류되는 ADDIE모형에 기반을 두도록 한다[9].

학습부진아의 연산능력 향상을 위한 모바일 어플의 구현과 적용단계는 ADDIE 모형에 따라 <표 1>와 같은 세부 단계의 절차를 진행할 예정이다.

<표 1> 시스템 설계와 구현 단계

단계	세부단계	
분석	선행 연구 분석	· 스마트폰 기반 교육시스템 관련 연구 · 수학학습 어플리케이션 분석
	요구 분석	· 수학학습부진아를 담당하는 교사 및 학부모와의 인터뷰
	학습자 분석	· 수학 학습부진아에 관한 문헌 조사 · 진단평가 및 담당교사 인터뷰
	학습 내용 분석	· 교육과정에 나오는 연산 문제 분석 · 수학과 학습부진학생이 학습할 내용 선정
설계	학습내용 구조 설계	· 학습자 흐름도 구상
	학습단계 설계	· 단계형교육과정에 따른 연산 단계 설계
	학습의 흐름도 설계	· 진단평가-본학습-형성평가-학습완료의 단계로 학습의 흐름을 구상
	스토리보드 작성	· 실제 학습할 때 나타나는 화면 구상
	시스템 설계	· 전문가와의 면담
개발	앱등록	· 안드로이드용 마켓에 업로드
	오류 수정 및 보안	· 모의테스트 및 수정
실행	학습 적용	· 학습자에게 적용
평가	평가	· 학습지, 학생 면담

3.2.2 학습 내용 분석

초등학교 수학과 과정 중 연산에 관한 내용을 추출하여 학습 내용을 다음 <표 2>과 같이 분석해 보았다.

<표 2> 초등학교 연산 영역 내용 체계표

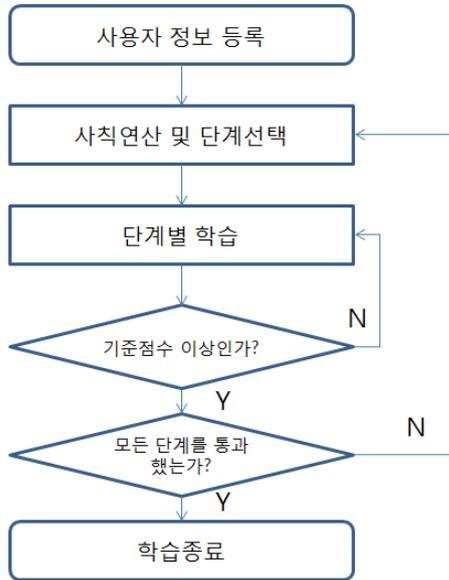
학년	내용
1학년	· 간단한 수의 덧셈과 뺄셈 · 두 자리 수의 덧셈과 뺄셈
2학년	· 두 자리 수의 덧셈과 뺄셈 · 세 자리 수의 덧셈과 뺄셈 · 곱셈
3학년	· 네 자리 수의 덧셈과 뺄셈 · 곱셈 · 나눗셈
4학년	· 자연수의 사칙 계산(혼합 계산) · 소수의 덧셈과 뺄셈
5학년	· 분모가 다른 분수의 덧셈과 뺄셈 · 분수의 곱셈과 나눗셈 · 소수의 곱셈과 나눗셈
6학년	· 분수의 나눗셈 · 소수의 나눗셈 · 분수와 소수의 혼합계산

분석한 표에 따르면 간단한 사칙연산은 1~3학년 과정에서 학습하게 된다. 만약 이 시기에 학습 결손이 생길 경우 4~6학년 연산영역에 있어 계속된 부진이 발생 될 수 밖에 없음을 알 수 있다.

3.2.3 설계

가. 내용구조

본 시스템의 사용 흐름도는 다음 (그림 1)과 같다. 사용자는 최초 학습 시 사용자 등록을 하게 된다. 사용자 이름을 등록하고 학습을 시작하면 자신이 학습한 단계가 자동으로 저장된다. 따라서 학습 중간에 어플리케이션을 종료하더라도 다음 실행 시 이어서 학습할 수 있으며 하나의 스마트폰으로 여러 학습자가 이용이 가능 하다.



(그림 1) 학습자 사용 흐름도

사용자 이름으로 로그인한 뒤에는 사칙연산 및 학습 단계를 선택할 수 있다. 최초학습 시에는 덧셈-뺄셈-곱셈-나눗셈 단계별로 학습을 진행하여야 한다. 단계별 학습이 끝나면 총점에 따라 목표도달여부가 결정되며 일정 수준에 도달하지 못하게 되면 다시 그 단계를 학습하게 된다. 모든 단계를 통과하면 학습은 종료된다.

나. 상세 설계

설계의 특징은 다음과 같다.

첫째, 즉시적인 피드백을 제공한다. 문제를 해결하는 도중 맞는 경우 긍정적 피드백, 틀린 경우 교정적 피드백을 즉시 제공한다.

둘째, 사용자의 흥미를 높이기위해서 텍스트보다는 배경음악과 그래픽 화면을 이용한 멀티미디어 위주의 인터페이스를 제공하였다.

셋째, 실력향상을 확인하기 위해서 단계별로 문제 해결하는 데 걸리는 시간을 제공하였다.

다. 학습내용 선정 및 학습 단계 설계

학습자가 학습하게 될 내용을 다음 <표 3>과 같이 설계하였다.

<표 3> 학습 내용 및 단계

연산 종류	단계	학습내용
덧셈	1	일의 자리 덧셈
	2	받아 올림이 없는 덧셈
	3	받아 올림이 있는 덧셈
뺄셈	4	일의 자리 뺄셈
	5	받아 내림이 없는 뺄셈
	6	받아 내림이 있는 뺄셈
곱셈	7	일의 자리 곱하기 일의 자리(구구단)
	8	십의 자리 곱하기 일의 자리
	9	백의 자리 곱하기 일의 자리
나눗셈	10	일의 자리 나누기 일의 자리
	11	십의 자리 나누기 일의 자리
	12	백의 자리 나누기 일의 자리

4. 시스템의 구현

4.1 시스템 개발환경

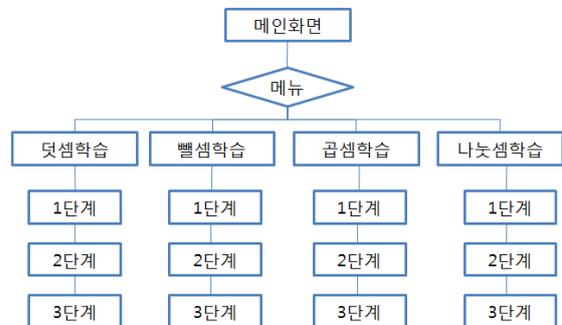
안드로이드 기반 연산 학습용 어플리케이션을 개발하기 위해 사용된 소프트웨어와 하드웨어의 환경은 <표 4>와 같다.

<표 4> 개발 환경

	구분	사양
S/W	운영체제	Windows7
	언어	Java
	개발키트	안드로이드 SDK
	실행프로그램	이클립스
H/W	CPU	2.1GHz 듀얼코어 Intel Core i3프로세서
	메모리	3GB

4.2 메뉴구조

실제 시스템이 구현되는 메뉴구조는 (그림 2)와 같다.



(그림 2) 메뉴구조

시스템을 구동시키면 메인화면이 나타난다. 메인화면은 시스템이 로딩되는 동안 나타나는 화면으로 본 시스템의 이름이 나온다. 시스템 로딩이 끝나면 자동으로 사용자 등록 화면으로 넘어가게 된다. 본 시스템을 처음 사용하는 학습자는 자신의 이름을 등록하고 기존 사용자의 경우는 자신의 이름을 터치하면 메뉴화면이 나온다.

메뉴화면에서 원하는 학습을 선택할 수 있다. 학습은 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 순으로 이루어지게 되며 각 연산별로 3단계씩 구성되어 있다. 이전 단계를 통과하지 못한 학생은 다음 단계로 넘어갈 수 없지만 통과한 단계를 다시 학습하는 것은 가능하다. 처음 학습하는 경우는 덧셈 1단계부터 시작하게 된다.

각 연산별 학습은 총 20문제로 이루어져 있으며 정답률이 15문제 이상일 경우 다음 단계로 통과할 수 있다. 각 연산별 3단계씩 총 12단계를 통과하면 학습 종료화면이 나오며 학습이 끝나게 된다.

4.3 구현 내용

4.3.1 메인화면

스마트 폰에서 본 시스템을 실행하면 (그림 3)과 같이 메인화면이 나타난다. 메인화면은 시스템이 로딩되는 동안 나타나는 화면이다. 학생들의 학습에 대한 부담감을 경감시키고 흥미를 부여하기 위하여 시스템 명을 '수학의 신'으로 정하였다. 시스템 로딩이 끝나면 자동으로 사용자 등록화면으로 넘어간다.



(그림 3) 메인화면

4.3.2 사용자 등록화면

사용자 등록화면은 (그림 4)와 같이 상단의 사용자 입력창과 등록버튼으로 이루어져 있다. 본 시스템을 처음 사용하는 학습자는 반드시 사용자 이름을 등록하고 학습을 시작하여야 한다. 사용자 등록이 이루어지면 학습을 중간에 멈추더라도 학습한 단계가 자동으로 저장된다. 따라서 시간이 지나더라도 언제든 학습이 연계된 학습이 이루어질 수 있다.

기존의 등록된 사용자는 본 화면의 하단에 나타나는 사용자 이름 리스트 중 자신의 이름을 선택하여 기존의 학습을 이어서 할 수 있다. 사용자 리스트에는 사용자 이름과 최종 학습한 단계가 명시된다.



(그림 4) 사용자 등록화면

4.3.3 메뉴화면

메뉴화면에서는 (그림 5)와 같이 사칙연산과 학습 단계를 선택할 수 있다. 덧셈-뺄셈-곱셈-나눗셈 순으로 학습을 하도록 하기 위하여 학습을 처음 시작할 시에는 덧셈 1단계 버튼만 활성화 되도록 설계하였다. 각 사칙연산별로 3단계로 이루어져있으며 순차별 학습을 위하여 앞 단계를 통과하여야만 다음 단계버튼이 활성화 된다. 사칙연산 학습을 모두 통과하게 되면 (그림 6)과 같이 모든 학습단계 버튼이 활성화 되므로 그 후에는 자신이 원하는 학습단계를 선택할

수 있도록 하여 부족한 부분의 집중적인 연습이 가능하도록 하였다.



(그림 5) 첫 학습화면



(그림 6) 모든 학습이
활성화된 화면

5. 시스템의 적용

본 시스템을 서울 강동구에 소재하고 있는 ○○초등학교 수학 학습 부진아 학생들을 대상으로 적용하였다. 학습부진아를 판별하는 공통적인 기준 및 도구는 현재까지 존재하지 않으므로 ○○초등학교 자체에서 정한 기준을 따랐다. ○○초등학교에서는 3월 교과학습 진단평가에서 국어, 수학에서 60점 미만의 점수를 가진 학생들을 교과학습부진아로 선별하여 부진

아교육을 실시하고 있는 중이다. 본 교육시스템의 목적이 사칙연산능력의 향상임을 고려하여 적용대상을 사칙연산을 하는 방법은 알고 있으나 계산 속도가 느리고 미숙한 2명의 학생으로 정하였다.

5.1 적용 대상 및 특성

연구 대상으로 정한 2명의 학생의 특성을 담임선생님, 학부모, 개별 면접 등을 통하여 다음 <표 5>와 같이 조사하였다. 학생의 이름은 익명으로 처리하였다.

5.2 적용도구

5.2.1 사전평가지

연구대상의 연산능력을 알아보기 위하여 사전 평가지를 개발하였다. 개발된 평가지는 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 4영역으로 이루어져있다. 사전 평가지 1은 덧셈과 뺄셈 영역이며, 사전평가지 2는 곱셈과 나눗셈 영역이다. 사전평가지 1, 2모두 영역별 15문제씩 총 30문제로 이루어져있다. 문제의 구성은 본 시스템의 효과를 알아보기 위하여 본 시스템의 단계별 내용과 동일하다. 각 단계별 내용에 해당되는 문제를 5문제씩 출제하였다. 연산의 정확도 뿐만 아니라 연산속도 향상을 목적으로 하는 본 시스템의 특성을 적용하여 연구대상자가 문제를 푸는 데 걸린 시간도 스톱워치를 사용하여 측정하였다.

<표 5> 연구대상의 특징

이름	학년	성별	진단평가 점수	학습부진상황
A	6	남	48점	<ul style="list-style-type: none"> 수학과 전 영역에 대한 학습결손의 누적이 심각하여 현재 수학 교과 수업에 대한 이해도가 매우 낮다. 연산하는 방법은 알고 있으나 마음이 급하고 대충 문제를 풀려는 경향이 있어 계산 실수가 잦다. 간혹 사칙 연산하는 방법을 종종 잊기도 하는데 이러한 경우 매우 간단한 문제도 풀어내지 못한다.
B	6	여	35점	<ul style="list-style-type: none"> 지능이 다른 학생에 비하여 다소 낮은 편이어서 학습에 대한 이해도가 부족하고 노력에 비해 학습 성과가 미비하다. 학습의욕이 높고 신중한 성격으로 계산 실수는 거의 없는 편이나 문제를 푸는데 시간이 오래 걸린다. 배운 내용을 며칠이 지나면 잊어버린다. 자존심이 강하여 다른 친구들에게 자신이 공부를 못하는 것을 들리고 싶어 하지 않으며 교사가 설명해 주는 것을 싫어한다.

5.2.2 사후평가지

본 연구에서 개발한 교육시스템이 연구대상자의 연산능력향상에 얼마나 영향을 끼쳤는지 알아보기 위하여 사전 검사지와 유사한 내용과 난이도로 사후 평가지를 제작하였다. 사전 평가지와 동일하게 답안의 정확도와 문제풀이에 걸린 시간을 평가방법으로 사용하였다.

5.2.3 연산능력향상 시스템

본 연구에서 개발한 교육시스템을 적용하였다. 스마트폰기반 교육시스템의 특징을 살려 스마트폰(갤럭시S2)에 본 시스템을 탑재시켜 활용하였다.

5.3 적용결과

2012년 5월 28일~6월 10일까지 총 3주에 걸쳐 하루 20분 이상 본 시스템을 적용하여 보았다.

5.3.1 사전검사와 사후검사 결과 비교

A와 B학생 모두 사전검사 보다 사후검사에서의 점수가 높았으며 연산속도가 빨라졌다. 자세한 사전 검사와 사후검사 결과 비교는 <표 6>와 같다.

사전검사에서 A학생의 경우 덧셈과 곱셈영역의 문제는 양호하게 풀어냈으나 뺄셈 3단계 내용인 받아 내림이 있는 뺄셈 문제는 전혀 풀어내지 못하였다. 또한 나눗셈 3단계인 백의 자리 나누기 일의 자리 문제의 정답률이 50%에도 못 미치는 결과를 보였다. 그 외에도 문제의 난이도와 상관없이 매우 간단한 문제에서도 실수를 보이는 등 연산의 정확도가 낮은 편이었다.

B학생의 경우 덧셈, 뺄셈, 곱셈 영역에서는 비교적 양호한 성적을 보였으나 나눗셈영역에서의 오답률이 높았다. 또한 문제의 난이도가 높아짐에 따라 정답률도 낮아지는 일반적인 결과를 띄었다. B학생은 A학생에 비해 연산속도가 매우 느렸지만 연산의 정확도는 높은 편이었다.

사전 검사 결과 A와 B 학생 모두 연산능력 향상을 위한 학습이 필요함이 드러났다. 두 학생이 사전 검사지를 푸는데 걸린 시간은 9분 41초, 15분 10초로 일반적인 또래 학생이 같은 문제를 푸는 데 걸린 시간 (약 3분) 보다 약 3배, 5배의 시간이 걸린 것으로 보아 두 학생 모두 연산속도를 향상 시켜야 할 필요성이 있는 것으로 보였다. 또한 A학생은 평소에도 사칙연산 하는 방법을 순간 잊어버리는 현상을 보이므로 반복연습을 통해 사칙 연산법을 내재화 시키는 것이 필요하다고 생각되며 B학생은 연산속도 향상에 중점을 두어야 하는 것으로 보인다.

사후 검사에서 A학생은 정답률 약 88%로 사전검사

<표 6> 사전검사와 사후검사 비교

		A학생		B학생	
		사전검사	사후검사	사전검사	사후검사
덧셈	1단계	4	5	5	5
	2단계	3	4	5	5
	3단계	4	4	4	5
뺄셈	1단계	5	5	5	5
	2단계	4	5	5	4
	3단계	0	4	3	5
곱셈	1단계	5	5	5	5
	2단계	4	5	5	5
	3단계	4	3	4	5
나눗셈	1단계	4	5	4	5
	2단계	4	4	4	4
	3단계	2	4	2	3
총점		44/60	53/60	51/60	58/60
걸린시간		9분 41초	8분 13초	15분 10초	11분 58초

의 정답률인 73%보다 15%증가하였다. 문제를 빨리 풀려고 하는 A학생의 특성 상 문제푸는데 걸린 시간은 큰 차이가 없지만 1문제도 맞히지 못했던 뺄셈 3단계 학습내용을 사후검사에서는 5문제 중 4문제를 맞추었다. 따라서 본 프로그램을 활용한 학습으로 받아 내림이 있는 뺄셈하는 방법을 숙지하게 된 것으로 보인다.

B학생은 A학생과 반대로 꼼꼼하고 차분한 성격으로 사후검사에서 96%의 정답률을 보였다. 이는 85%의 정답률을 보였던 사전검사에 비해 11% 증가한 수치이다. 아는 문제에 있어서는 실수가 거의 없는 B학생의 특성상 크게 정답율이 증가하지는 않았지만 문제 푸는 시간이 3분 12초 줄어든 것으로 보아 B학생의 연산속도가 증가했음을 알 수 있다.

5.3.2 면담 내용

학습이 모두 끝난 후 A와 B학생을 대상으로 심층 인터뷰를 진행하였다.

A학생은 스마트폰을 활용한 학습에 흥미를 느꼈으나 문제의 난이도가 올라감에 따라 지루해하였다. 또한 학습 초기에는 스마트폰 사용이 미숙하여 버튼을 잘못 눌러 학습이 원활하게 이루어지지 않았다. 평소 컴퓨터 게임을 즐겨하는 A학생은 본 교육시스템에서 좀 더 자극적인 요소가 있기를 바랬다. 하지만, 종이로 공부하는 것보다 본 교육시스템을 활용하는 것이 더 재미있다고 말하였으며 학습에 있어 도움이 된다고 하였다. 자세한 내용은 <표 7>과 같다.

B학생 역시 스마트폰을 이용한 학습에 매우 큰 흥미를 느꼈다. 스마트폰이 없는 B학생은 스마트폰을 마음껏 만질 수 있다는 것만으로 학습 첫 날부터 본 교육시스템에 긍정적인 반응을 보였다. 또한 자존심이 강하여 교사가 1:1지도를 싫어하는 B학생은 이 교육시스템을 활용하면 스스로 공부할 수 있다고 좋아하였다. B학생과의 자세한 면담내용은 <표 8>과 같다.

<표 7> A학생과의 면담내용

문항	질문	응답
1	본 교육시스템이 학습에 도움이 되었나요?	네. 그런데 처음에는 재미있었는데 단계가 올라가면서 점점 어려워지니 머리가 아파요. 나중엔 좀 재미없었어요. 하지만, 수학 공부에는 확실히 도움이 되는 것 같아요.
2	본 교육시스템을 사용하여 학습하기 편했나요?	네, 사용하기 편리하게 만들어진 것 같아요. 그런데 답을 잘못 눌렀을 땐 좀 짜증났어요.
3	본 교육시스템을 향후에도 계속 이용할 생각이 있나요?	네. 심심할 때마다 하면 재밌을 것 같아요. 그런데 다른 게임처럼 소리도 나고 대결도 할 수 있으면 좋겠어요.
4	본 교육시스템을 사용하여 학습한 소감을 말해주세요.	일단, 스마트폰으로 공부를 하니깐 종이에 문제 푸는 것보다 훨씬 재미있었어요. 그런데 문제가 조금 더 쉬웠으면 좋겠어요. 그리고 문제 수도 너무 많아서 좀 지루해요. 단계를 통과 못했을 때 다시 20문제를 풀어야 되니깐 하고 싶은 생각이 사라져요.

<표 8> B학생과의 면담내용

문항	질문	응답
1	본 교육시스템이 학습에 도움이 되었나요?	네. 이거 하면서 문제 푸는 실력이 좀 는 것 같아요.
2	본 교육시스템을 사용하여 학습하기 편했나요?	네, 스마트폰을 사용해서 공부하니 재미있었어요. 공부하는데 딱히 어려운 점은 없었어요. 저 혼자서도 공부할 수 있어 좋아요.
3	본 교육시스템을 향후에도 계속 이용할 생각이 있나요?	네. 학교에서 쉬는시간 이나 점심시간에 하면 좋을 것 같아요. 아니면 집에서 할 일 없을 때 하거나 학원차 기다릴 때 이거 하면 공부에 도움도 되고 재미도 있을 것 같아요.
4	본 교육시스템을 사용하여 학습한 소감을 말해주세요.	재밌었어요. 또 수학 실력도 늘어서 기분이 좋아요. 친구들도 제가 스마트폰으로 공부하는 거 보고 신기해 했어요. 앞으로도 계속 하고 싶어요.

6. 결론 및 향후 연구과제

본 연구의 목적은 학습 부진아들의 연산능력 향상을 위한 모바일 어플기반 교육 시스템을 설계하고 구현하는 것이다.

이러한 목적을 달성하기 위하여 학습부진의 원인과 학습부진아의 특성, 학습부진아용 모바일 어플 교육시스템 설계방향, 어플리케이션 및 스마트폰 운영체제에 관한 이론을 고찰하였으며 초등학교 연산영역에 대한 내용을 분석하여 교육시스템 내용요소를 추출하였다. 또한 기존 선행연구와 마켓이나 앱스토어에 등록된 연산학습용 어플리케이션의 장·단점을 분석하여 설계전략을 수립하였다. 이러한 요소를 토대로 전체 시스템 흐름도와 메뉴 구조도, 학습 단계별 콘텐츠를 설계 및 구현하였다. 본 교육시스템의 특징은 다음과 같다.

첫째, 스마트폰을 기반으로 한 본 교육시스템은 언제, 어디서나 학습이 가능한 장점이 있다. 또한 휴대성이 좋아 항상 소지하고 다닐 수 있으며 단계별 학습 시간이 길지 않은 편이어서 자투리 시간을 활용한 학습이 가능하여 효율성이 뛰어나다.

둘째, 본 교육시스템은 학습자들의 연산능력 향상을 위하여 연산의 정확도와 연산 속도 향상에 중점을 두었다.

본 교육시스템을 적용한 결과는 다음과 같다.

첫째, 본 시스템을 활용한 연산학습에 대하여 흥미를 가지게 되었으며 학습동기가 유발 되었다.

둘째, 학습 부진아들의 연산능력이 향상되었다. 본 시스템을 활용하여 다양한 문제를 반복적으로 연습한 결과 연산의 정확도와 연산 속도 모두 향상되었으며 연산문제에 대한 거부감이 줄어들게 되었다.

본 연구와 관련하여 향후 과제는 다음과 같다.

첫째, 학습자의 흥미와 관심을 끌 수 있는 디자인을 사용하여야 한다. 학습자에게 흥미를 줄 수 있도록 학습 화면의 배경색, 폰트종류, 글씨 크기 등을 변화시키고 적절한 사운드를 삽입하는 것이 필요하다.

둘째, 학습 방법을 다양화 하고 학습내용의 범위를 넓혀야한다. 본 교육시스템의 학습 방법은 4지 선다형의 객관식 문제를 푸는 것이다. 주관식 문제, 게임형 학습 등을 도입하여 다양한 방법으로 학습이 이루어

어지도록 하여 학습자의 흥미를 유지시켜야 한다. 또한 사칙연산을 활용한 혼합계산까지 학습 내용의 범위를 넓혀 학습자에게 폭넓은 학습경험의 기회를 제공하여야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 박성익 외 2인(1984), **학교 학습부진 학생을 위한 프로그램 개발 연구**, 연구보고서, 한국교육개발원.
- [2] 이화여대인간발달연구소(1972), **중학교의 학습지진 학생 지도를 위한 실험적 연구**, 이화여자대학교 인간발달 연구소.
- [3] 교육부(1997), **학습부진아 교육 지원 대책 자료**, 교육부.
- [4] 이화진(1995), **CAI 프로그램을 이용한 수학 보충 학습지도 효과에 관한 연구**, 이화여자대학교 대학원 석사논문.
- [5] 박성익(1989), **학습부진아교육**, 한국교육개발원.
- [6] 문혜영(2003), **수학 학습 부진의 원인 분석**, 성신여자대학교 교육대학원 석사논문.
- [7] 김영태(2002), **학습부진아의 학습동기 증진을 위한 교수 시스템 설계 및 구현**, 부산교육대학교 교육대학원 석사논문.
- [8] 한성희(1992), **특수교육과 컴퓨터기술**, 제9회 한국특수교육학회 심포지움, **한국특수교육의 발전과제**, 도서출판 특수교육.
- [9] 조미현 외(2006), **e-learning 콘텐츠 설계**. 서울: 교육과학사.
- [10] 이지선(2011), **학습자 요구 분석에 따른 스마트폰 어휘 학습용 어플리케이션의 구현**, 신라대학교 교육대학원 석사논문.
- [11] 김용욱 외 3인(2011), **수학 학습곤란 아동의 연산능력 향상과 학습장애 위험학생의 선별을 위한 학교기반 중재반응모델 개발에 대한 연구**, **특수교육저널: 이론과 실천**, 12-1, 229-260.
- [12] 김선미(2006), **학습장애아의 수학 연산능력 향상을 위한 멀티미디어 자료 개발 및 적용에 대한 연구**, 경원대학교 교육대학원 석사학위논문.
- [13] Neuman, D.(1986), *Learning Disabled Students and Microcomputer Courseware: A Qualitative*

Study of Student' and Teachers' Interactions with Instructional Dimensions. Unpublished Doctoral Dissertation, Ohio State University, Columbus, OH. USA.

- [14] Ryan, C. and Gonsalves, A.(2005), The Effect of Context and Application Type on Mobile Usability: An Empirical Study, *ACSC '05 Proceedings of the 28th Australasian conference on Computer Science, Vol. 38.* 115-124
- [15] www.kcc.go.kr, 유·무선 가입자 통계현황, 방송통신위원회, 2012.

저 자 약 력



최 효 정

2007년 서울교육대학교 졸업
2012년 서울교육대학교 대학원 컴퓨터
교육과 졸업
2013년-현재 선사초등학교 교사
관심분야 : 스마트 교육
E-mail : be_happy0109@hanmail.net



전 우 천

1985년 서강대학교 졸업
1987년 서강대학교 대학원 졸업(석사)
1997년 Univ. of Oklahoma 졸업(박사)
1998년-현재 서울교육대학교 컴퓨터
교육과 교수
관심분야 : 장애인 정보화 교육, 정보
통신 윤리
E-mail : wocjun@snue.ac.kr