

PDA기반의 사칙연산학습 운영시스템 설계 및 개발

정광식[†] · 손경아^{††}

요 약

정보통신 기술의 발달로 다양한 교수매체가 등장함에 따라 교수매체에 적합한 콘텐츠 제공이 학습의 중요한 요소로 주목받고 있는 가운데, 특히 PDA와 같은 이동통신 학습 환경에 대한 학습자 요구가 꾸준히 증가하고 있다. 본 논문은 초등학생들의 수학 학습(사칙연산)을 보조하기 위한 이동 학습단말기로서의 PDA 매체를 이용한 학습콘텐츠 설계 기법, 즉 학습 콘텐츠 내에서의 학습 시퀀싱 모델과 학습 콘텐츠사이의 학습 시퀀싱 모델을 설계하였다. 그리고 이를 PDA에서 구현하고, 이를 지원해주는 학습운영시스템을 설계하고 개발하였다. 또한 PDA를 학습 보조 단말기로 활용할 수 있는 실질적인 학습 서비스를 구현하였다. 대한 요약은 기술하시면 됩니다.

주제어 : 이동학습단말기, 학습콘텐츠 설계, 학습운영시스템 개발

Design and Development of Arithmetic Operating Learning Management System based on PDA

KwangSik Chung[†] · KyungA Son^{††}

ABSTRACT

As Information communication technology develops, requirements for new educational media and new contents gets bigger and bigger. Especially PDA is required for educational media on m-learning environment. We design and implement intra-educational contents sequencing model and educational contents sequencing model between educational contents for PDA as educational supplementary media for m-learning environment, and LMS supporting PDA. And we balanced the work load of PDA and LMS and constructed practical service platform for using PDA as educational supplementary device.

Keywords : PDA(Personal Digital Assistant), Learning Contents Design, Learning Management System Development

[†] 정 회 원: 한국방송통신대학교 컴퓨터과학과(교신저자)
^{††} 정 회 원: 한국방송통신대학교 디지털미디어센터 책임연구원
 논문접수: 2008년 09월 29일, 심사완료: 2009년 03월 27일
 * 본 논문은 2008년 한국방송통신대학교의 학술연구비 지원으로 수행되었음

1. 서 론

정보통신 기술의 발달은 다양한 교수학습 매체의 활용을 통한 학습자 중심의 학습 환경 구축을 가능하게 한다. 이 중 인터넷을 기반으로 상호작용이 가능한 이러닝 학습 환경, 즉 원격교육은 다양한 형태의 학습 콘텐츠 제공이 가능하고 하나의 콘텐츠를 기본으로 다양하게 변형되거나 변화되어 학습자에게 제공된다는 점에서 더욱 주목받고 있다. 최근에는 다양한 교수매체간의 콘텐츠 공유를 위해 학습 콘텐츠의 표준들이 정의되고 있는데, 특히 이동학습단말기를 이용한 학습 모델이 개발되어 사용되고 있다. 하지만 이동학습단말기를 이용한 학습 환경은 학습운영시스템에 대한 병목 현상과 통신 대역폭의 제약 등의 약점으로 인해 학습 콘텐츠 및 학습운영 모델에 있어 새로운 변화를 필요로 하고 있다. 학습 운영 시스템의 병목 현상 및 과부하는 이동할 수 있는 이동학습단말기가 한 지역으로 집중되면서 발생할 수 있다. 또한 이동 통신 환경의 제약 사항인 낮은 대역폭도 학습 콘텐츠의 흐름에 큰 영향을 미친다. 따라서 이동 학습콘텐츠 및 운영에서는 이동 학습 환경의 제약 사항을 고려하여 모델이 설계되어야 한다.

이동학습 단말기로 주로 사용되고 있는 PDA는 제한된 하드웨어 자원을 가지고 있다. 즉, 작은 크기의 화면, 낮은 대역폭과 잦은 두절상태의 위험을 갖는 통신환경, 낮은 사양의 CPU 및 메모리와 같은 제한적인 하드웨어 장비는 기존의 유선에서 제공되는 학습 콘텐츠의 설계 및 관리 기법의 적용을 어렵게 만든다. 따라서 본 논문에서는 PDA를 학습 보조 단말기로 활용할 수 있는 방안을 연구하고, 이동통신단말기인 PDA를 기본 학습 단말기로 하는 경우 이러한 제한적인 상황에서 PDA가 제공하는 학습 환경에 적용 가능한 학습 콘텐츠를 설계하고 개발하였다. 학습내용은 사칙연산으로써 학습내용 세분화 전략과 학습 목표들간의 상관관계를 고려한 변화과정을 정의하였고 이를 기반으로 학습 시퀀싱 모델이 적용되었다. 또한 PDA와 같은 이동통신 단말기는 안정적인 정보통신 환경의 제공이 불가능하므로 통신 단절

상태에서의 학습 환경을 고려한 초보적인 사칙연산 학습 운영시스템을 설계하고 개발하였다.

2. 이론적 배경

2.1 원격교육에서의 교수매체

원격교육은 교수자와 학습자 또는 학습자간에 지리적으로 분리되어 있으며, 교수전달에 있어서 전자적 기재나 인쇄자료에 의존하는 교수학습 상황을 언급하는 것으로써[1][2], 가르치는 사람과 배우는 사람 사이의 시간적, 공간적 거리가 있는 정규 교육 및 비정규 교육을 총칭하는 개념이다. 지리적인 거리로 인해 원격교육은 학습자와 교수자와의 직접적인 대면이 어려운 교육방식이며, 학습자는 학습매체와 보다 직접적으로 상호작용하게 된다. 따라서 원격교육의 질적 발전과 개선은 어떠한 교육매체를 어떻게 활용하는가와 매우 밀접한 관계를 가지고 있다. 이 때문에 원격교육기관에서는 기존의 면대면 교육방법에서 활용되는 여러 가지 교수학습 방법뿐만 아니라 모든 교육매체를 선정, 활용하는 방법을 전략적으로 적용해야 할 필요가 있다[3].

매체(Media)는 라틴어에서 유래된 용어로 '사이'를 뜻하며 송신자와 수신자 간의 정보를 전달하는 모든 것을 의미하는 광의적 개념의 의사소통 통로이다[4]. 비디오, TV, 인쇄자료, 컴퓨터 등이 모두 매체 의미에 포함되며, 이들 매체가 교수 목적으로 활용될 때 교수매체라 한다. 교수매체는 교사가 효과적이고 효율적인 수업지도를 위하여 사용하는 시청각 기자재로서 칠판, 모형, 실물, 차트, 게시판, 사진, 테이프, 영화, 필름스트립, OHP, 슬라이드 등 매우 다양하며, TV, 라디오와 같은 대중 전달 매체도 특정 수업을 위한 교수매체로 활용되고 있다[4]. 이러한 매체들은 정보통신기술의 발달에 많은 영향을 받아 최근에는 위성통신, 인터넷, DMB, IPTV, Mobile, PDA, TPC 등 다양한 형태들로 발전하고 있고 그 교육적 활용 가능성에 대한 기대가 커지고 있다. 교수매체의 유형은 분류 목적에 따라 다음 <표 1>과 같이 매우 다양하게 분류될 수 있다[5].

<표 1> 교수매체의 유형별 분류

기준	내 용
감각 기관	<ul style="list-style-type: none"> 시각: 실물화상기, OHP, LCD프로젝터, 슬라이드, 사진, 차트 등 청각: 라디오, 녹음테이프, 레코드판 등 시청각: TV, 영화, 비디오테이프 등
빛의 투사 여부	<ul style="list-style-type: none"> 투사: 실물화상기, OHP, 슬라이드, 영화 등 비투사: 실물, 모형, 전시물, 그래프, 사진 등
처리 데이터 성질	<ul style="list-style-type: none"> 아날로그: TV, 라디오, OHP, 실물화상기, 슬라이드, 녹음기 등 디지털: 컴퓨터, 디지털TV, DVD, CD, 디지털카메라 등
시대적 발전 과정	<ul style="list-style-type: none"> 1세대: 칠판, 모형, 차트, 그림, 도표 등 2세대: 교과서, 인쇄물 등 인쇄매체 3세대: 슬라이드, 영화, 라디오, 녹음기, TV 등 대량 전달매체 4세대: 프로그램 학습, 언어실습장치, 티칭 머신, CAI 등 교육자동화
원격 전송 가능 여부	<ul style="list-style-type: none"> 원격교육: 라디오, TV, 인공위성 TV, 인터넷 등 근거리교육: 원격교육매체를 제외한 대부분의 매체
상호 작용성 여부	<ul style="list-style-type: none"> 양방향: 컴퓨터, 상호작용 비디오, 멀티미디어, 양방향 TV 등 일방향: 양방향 매체를 제외한 대부분

이 중에서 원격전송 가능여부 측면의 교수매체들은 TV, 오디오, 인터넷뿐 아니라 정보통신기술의 발달로 PDA, Mobile, IPTV, DMB 등으로 더욱 다양화 되고 있다. 이들 매체들은 국내 원격교육기관에서 복합적으로 활용되고 있는데 동영상 을 포함하는 TV매체, 음성강의를 제공하는 오디오매체, 인터넷 기반의 웹 매체, 이동 단말 학습 도구로서의 PDA 매체 등으로 매우 다양하다. 이들 매체가 지닌 장점과 단점을 원격교육 측면에서 살펴보면 다음 <표 2>와 같다.

<표 2> 원격교육 매체의 장점과 단점

종류	장점	단점
TV 매체	<ul style="list-style-type: none"> 기술발달에 따른 상호 작용성 도입 등 첨단화·전문화 시청각 자료 제시로 학습내용 전달효과 우수 매체 접근성이 높고 친숙한 매체 	<ul style="list-style-type: none"> 제작과정 복잡, 비용효율성 낮음 이동 중 학습 어려움 시공간의 제약 일방향성정보제공
오디오 매체	<ul style="list-style-type: none"> 비용효율성 높음 이동 중 학습 가능 반복학습 용이, 상세설명 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 시각자료 제시 불가 일방향성정보제공
웹 매체	<ul style="list-style-type: none"> 자기주도적 학습으로 학습효과 우수 학습시간 제약 없이 다량의 정보전달 및 반복학습 가능 TV 대비 비용효율성 우수 상호작용으로 적극적인 학습활동 가능 멀티미디어 학습 자원 활용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 전문인력 필요 많은 개발비용 TV 대비 화질과 음질 낮음 컴퓨터 환경 요구
PDA 매체	<ul style="list-style-type: none"> 장소의 제약없이 끊임 없는 학습 콘텐츠 제공 가능 학습자의 환경에 적절한 학습 콘텐츠의 동적 제공 가능 틈새 시간을 활용한 학습 가능 상호작용 지원 가능 멀티미디어 학습 자원 활용 가능 	<ul style="list-style-type: none"> 제한된 학습 단말 기기의 자원으로 인한 제한적인 학습 콘텐츠 제공 전문인력 필요 많은 개발비용 TV 대비 화질과 음질 낮음 다양한 형태의 학습 모델에 대한 동적인 학습 콘텐츠 제공 필요

2.2 교수매체와 학습운영시스템

원격교육에서 사용되는 교수매체로 학습 콘텐츠를 개발하고 운영하기 위해서는 매체가 지니는 특성을 고려하여야 한다. 교수매체는 학습자 자신의 선행경험을 새로운 학습에 통합하도록 도울 뿐만 아니라 추상적인 개념의 학습을 촉진할 수

있기 때문에 교수가 수업에 매체를 어떻게 활용하느냐가 성공적인 학습을 위한 가장 중요한 요소가 될 수 있다[5]. 따라서 학습내용에 적합한 교수매체를 선정하고 콘텐츠로 개발하여 학습시스템에서 운영되어야 한다. 이러한 측면에서 각 매체별로 적합한 콘텐츠 분야와 학습운영시스템을 살펴보면 다음과 같다[6].

TV매체는 동영상 자료를 제공하는 것으로 전문가 인터뷰, 응급처치, 현장탐방, 드라마타이즈를 통한 상황 설명, 문화 역사적인 시각 자료 등 다양한 영상 구성이나 시연이 필요한 콘텐츠에 적합하다. TV매체로 개발되는 강의는 일반적으로 참여 교수자, 강의진행방식, 구성작가 활용여부 등을 고려하여 단순구성, 종합구성, 다큐멘터리 구성으로 구분된다. 케이블TV나 위성방송을 통해 송출되는 TV강의 운영시스템은 대중매체이므로 학습 접근성이 뛰어나고 모두에게 친숙한 매체이다. 하지만 일방향으로 운영되므로 학습자의 참여가 제한적이고 시간과 공간의 제약이 있으면 이동 중 학습이 어렵다는 단점이 있다. 이를 보완하기 위해 최근에는 인터넷을 통해 TV강의를 제공하기도 한다.

오디오 매체는 음성중심의 매체이므로 어학과 같은 반복학습을 필요로 하는 콘텐츠에 적합하다. 오디오강의는 방송작가의 시나리오를 중심으로 청각 자료의 학습효과를 높이는데 주력하고 있다. 라디오 방송이나 카세트, MP3 등의 오디오 매체를 통해 제공되는 오디오 운영시스템은 친숙한 매체이지만 시각자료 제시가 어려워 정보 제공의 한계가 있다.

웹 매체는 인터넷을 기반으로 시간과 공간을 초월하여 교수와 학습자의 양방향 상호작용을 통해 다양한 교수학습 활동이 이루어지는 콘텐츠에 적합하다. 특히, 인터넷 자원과 디지털 테크놀로지를 활용하여 개방성, 융통성, 분산성을 가진 학습 환경을 제공하므로 누구나 원하는 시간에 원하는 장소에서 잘 설계된 학습자 중심의 양방향 학습을 가능하게 하는 학습방법[7]의 구현이 가능하다는 장점이 있다. 웹기반의 강의는 교수-학습 전략과 강의 운영에 따라 멀티미디어형, 튜토리얼형, 프로젝트형, 토론중심형, 시뮬레이션형 등으로 구분되기도 한다[8]. 이러한 웹강의는 학습

관리시스템(LMS)을 기반으로 운영되는데 학습 콘텐츠외에 부가적인 학습 자료가 제공되고 토론 등을 통해 상호작용이 가능하며 학습 진도 등의 학습관리가 이루어지는 장점이 있다. 최근에는 이러한 LMS가 널리 보급되어 사용되고 있으며 학습활동을 지원하는 다양한 기능들이 개발되고 있어 학습에 도움을 주고 있다[9][10].

웹을 기반으로 한 이러닝은 학습자가 원하는 시간에 원하는 장소에서 학습 가능하기는 하지만 유선으로 연결된 인터넷을 활용하여야 하므로 여전히 시간과 공간의 제약이 따를 수밖에 없다. 이러한 단점은 이러닝을 다양한 모바일 기기를 활용하는 엠러닝으로 학습 환경을 확대시켜 나가는 계기가 되었다. 즉 무선 인터넷을 기반으로 휴대폰, 노트북, PDA 등 휴대가 가능한 학습매체들을 활용하는 학습방법에 대한 관심이 증가하게 되었다. PDA 매체는 인터넷을 기반으로 하는 웹 매체와 유사한 효과를 가질 수 있으며, 유사한 학습효과를 갖는다. 하지만, 학습자의 이동성을 보장해주므로 학습자가 가지는 틈새시간에서조차도 학습 활동이 가능하다. 특히 학습자가 원한다면 장소나 시간에 관계없이 학습 활동을 가능하게 해준다. 또한 학습자의 학습 환경이 다양할 수 있으며, 학습 단말기가 갖는 자원의 다양성을 고려하여 동적으로 학습 콘텐츠를 제어하거나 개별화된 학습 콘텐츠의 제공이 지원되어야 한다. 이는 PDA 매체와 웹 매체와의 가장 큰 차이가 되며, PDA 매체를 이용한 학습 콘텐츠의 제공에서 반드시 해결해야 할 문제점이기도 하다.

PDA를 기반으로 한 콘텐츠 개발에 대한 연구로서는 PDA용 영어듣기교육 콘텐츠 개발하여 고등학교 듣기 평가에 적용하였거나 만화를 활용한 영어 어휘학습용 PDA 콘텐츠를 개발하여 초등학교 영어 학습에 적용하였으며 워드프로세서 학습용 모바일 콘텐츠를 개발하여 적용한 사례들이 있다[11][12][13]. 이들 연구의 결과는 모두 PDA용 콘텐츠가 휴대가 간편하고 이동 중에도 학습이 가능하여 시간과 공간의 제약을 벗어날 수 있었으며 새로운 학습에 대한 흥미로 인해 능동적으로 학습 참여 하는 등 효과적이라는 것이었다.

이러한 콘텐츠를 운영하기 위한 시스템 개발과 관련한 연구들로는 기존 원격 매체 저작도구들이

갖는 대역폭 문제와 디스플레이 크기에 따른 해상도 문제를 해결하여 가독성을 높인 PDA용 원격교육시스템 개발에 관한 연구와 PDA를 활용하여 자기주도적인 학습이 가능한 멀티미디어 학습 시스템을 설계하고 구현한 연구 등이 있다. 하지만 실제로 학습 현장에서 상시적으로 활용되지는 못하고 있는 실정이다[14][15][16].

3. PDA용 콘텐츠 설계 및 개발

3.1 콘텐츠 설계

본 논문은 PDA에 적합한 학습 콘텐츠를 설계하였다. 이동 학습매체에 적용 가능한 PDA용 학습 콘텐츠 설계에 적용한 전략은 다음과 같다 [16][17][18][19]. 첫째, PDA는 매체특성상 이동하면서 학습하여야 하므로 짧은 지식의 습득에 유용하다는 특징을 고려하여 학습내용을 간단하고 이해하기 쉬운 개념학습과 반복학습으로 선정하였다. 이에 따라 학습내용은 사칙연산의 개념과 평가를 통한 반복연습으로 하였다. 둘째, PDA가 가지는 화면의 크기를 고려하여 학습단위를 매우 구체적인 단위로 세분화하였다. 사칙연산은 4개의 연산자를 중심으로 양의 정수와 음의 정수를 연산하는 과정이므로 각 연산자와 정수들의 다양한 연산 학습으로 구성하였다. 셋째, PDA의 낮은 통신 대역폭을 고려하여 학습 진행과정을 체계적으로 정의하였다. PDA는 제한적인 하드웨어 자원으로 인해 학습자의 학습 환경에 적절한 학습 콘텐츠를 제공하고 이를 제어할 수 있는 기능이 필요하다. 따라서 학습과정과 결과에 대한 실행과정이 시퀀싱 모델로서 명확하게 제시하였고 학습운영에 따른 콘텐츠 제어가 가능하도록 하였다. 또한 PDA와 학습 관리 시스템간의 데이터양을 줄이고 사용자의 상호작용에 적절하게 대응하기 위해 수학과목의 사칙연산 학습에 대한 학습 시퀀싱 모델을 정의하였다.

이와 같은 콘텐츠 설계전략을 기반으로 본 연구에서 설계한 사칙연산 콘텐츠의 학습과정 절차는 다음과 같은 학습 시퀀싱 모델을 가지고 있다. 첫째, 사칙 연산자와 양의 정수, 음의 정수사이의 학습 순서 선후관계를 결정한다. 둘째, 학습순서

는 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈으로 하고 각 연산자별로 양의정수 연산, 음의 정수 연산, 양의정수와 음의 정수의 연산으로 학습한다. 셋째, 하나의 연산자와 정수로 학습이 이루어고 나면 같은 종류의 연산자와 정수로 평가를 하게 된다. 평가 결과 정답률이 50% 미만이면 보충학습 자료로 이전 학습내용을 반복하고 50%이상이면 다음 학습내용을 진행한다. 이러한 학습 시퀀싱 모델은 흐름을 위해 다음과 같은 규칙 정의가 필요하다.

첫째, 사칙연산은 다음과 같은 집합으로 정의될 수 있다. 사칙연산 = {뺄셈, 덧셈, 곱셈, 나눗셈}. 둘째, 사칙연산 집합의 각 연산자는 덧셈(두수의 합), 뺄셈(음수와 양수 혹은 음수와 음수의 합), 곱셈(덧셈의 덧셈), 나눗셈(곱셈의 역)으로 구성되고, 사칙연산 집합은 뺄셈, 덧셈, 곱셈, 나눗셈의 네 가지 연산자를 원소로 가지며, 각 연산자는 두 개의 피연산자를 갖는다. 피연산자 집합은 피연산자 = {양수, 0, 음수}와 같이 정의될 수 있다. 셋째, 사칙 연산자와 피연산자는 다음과 같은 순서쌍을 구성하며, 사칙연산의 순서쌍은 사칙 연산자를 단위로 하나의 Asset으로 정의된다. 따라서 각 사칙연산자의 순서쌍에 대한 평가가 이루어지며, 이 평가 결과와 Asset단위로 정의된 시퀀싱 모델에 따라 학습자는 자신에게 개별화된 학습 순서를 제공받는다.

- Asset1 = { (양수,덧셈,양수),(양수,덧셈,음수), (음수,덧셈,양수),(음수,덧셈,음수)}
- Asset2 = { (양수,뺄셈,양수),(양수,뺄셈,음수), (음수,뺄셈,양수),(음수,뺄셈,음수)}
- Asset3 = { (양수,곱셈,양수),(양수,곱셈,음수), (음수,곱셈,양수),(음수,곱셈,음수)}
- Asset4 = { (양수,나눗셈,양수),(양수,나눗셈,음수),(음수,나눗셈,양수),(음수,나눗셈,음수)}

그리고 각 Asset의 원소들 중 다음과 같은 동일원소 관계에 있는 원소가 존재한다.

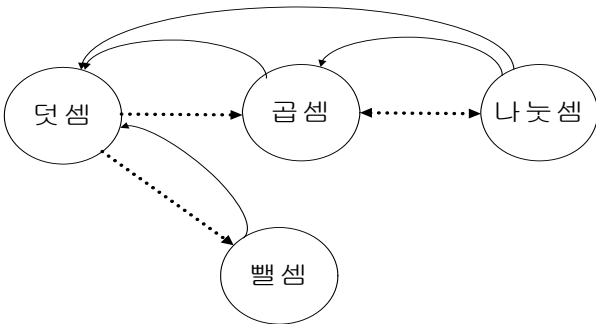
$$\begin{aligned} (\text{양수,덧셈,음수}) &= (\text{양수,뺄셈,양수}) \\ (\text{음수,덧셈,양수}) &= (\text{양수,뺄셈,양수}) \\ (\text{음수,덧셈,음수}) &= (\text{음수,뺄셈,양수}) \\ (\text{음수,덧셈,양수}) &= (\text{음수,뺄셈,음수}) \end{aligned}$$

결국 전체 사칙연산자들이 갖게 되는 Asset의 원소의 숫자는 12개이다. 그리고 사칙연산자의 정의로부터 다음과 같은 시퀀싱 모델을 <그림

5>와 같이 정의할 수 있다.

덧셈 (→ 뺄셈) → 곱셈 → 나눗셈

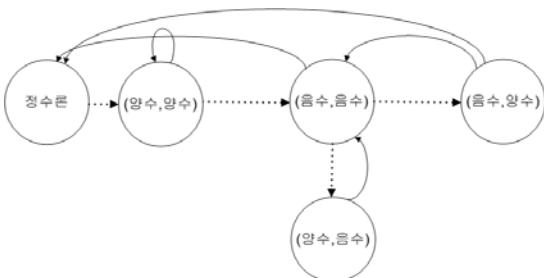
위에 정의된 시퀀싱 모델을 외부 시퀀싱 모델이라 한다. 외부 시퀀싱 모델은 Asset간의 상태 변화를 정의하며, 이것은 이동 학습단말기와 LMS간의 학습 콘텐츠 교환을 필요로 하며, 결국 통신량의 증가를 가져온다. <그림 1>에서 실선은 학습 평가에 대한 결과가 다음 학습 내용으로 전진할 수 없는 경우의 학습 상태 변화를 의미하며, 점선은 학습 평가에 대한 결과로 인해 학습 상태를 변화시키는(학습 진도가 전진되는) 것을 의미한다.



<그림 1> 사칙연산 시퀀싱 모델

사칙연산자 원소인 덧셈내에서는 피연산자와 연산자인 덧셈사이의 순서쌍에는 다음과 같은 내부 시퀀싱 모델이 정의된다. 내부 시퀀싱 모델은 이동학습단말기인 PDA가 LMS로부터 한번에 받은 학습 콘텐츠의 내부에서 발생하는 상태변화를 정의한다. 따라서 내부 시퀀싱 모델을 수행하는 PDA는 LMS와 통신하거나 추가 정보를 교환할 필요가 없다.

(양수, 덧셈, 양수) → (음수, 덧셈, 음수) → (양수, 덧셈, 음수) → (음수, 덧셈, 양수)

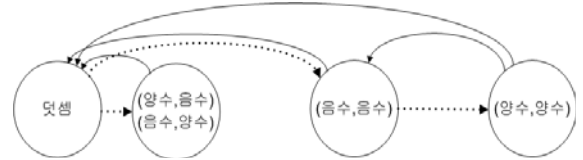


<그림 2> 덧셈 연산의 시퀀싱 모델

사칙연산자 원소인 뺄셈내에서는 피연산자와

연산자인 뺄셈사이의 순서쌍에는 다음과 같은 내부 시퀀싱 모델이 정의된다.

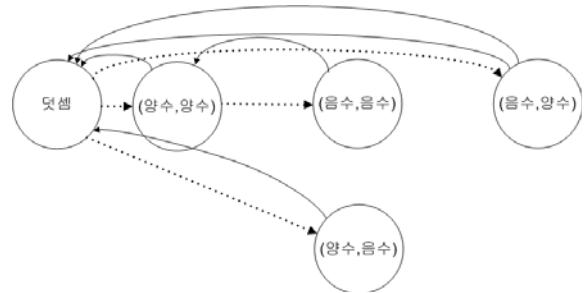
(양수, 뺄셈, 음수), (음수, 뺄셈, 양수) | (음수, 뺄셈, 음수) → (양수, 뺄셈, 양수)



<그림 3> 뺄셈 연산의 시퀀싱 모델

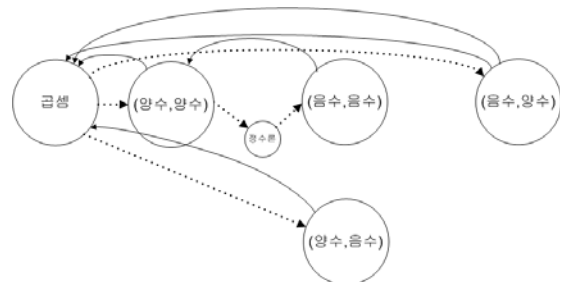
사칙연산자 원소인 곱셈내에서는 피연산자와 연산자인 곱셈사이의 순서쌍에는 다음과 같은 내부 시퀀싱 모델이 정의된다.

(양수, 곱셈, 양수) → (음수, 곱셈, 음수) → (양수, 곱셈, 음수), (음수, 곱셈, 양수)



<그림 4> 곱셈 연산의 시퀀싱 모델

(양수, 나눗셈, 양수) → (음수, 나눗셈, 음수) → (양수, 나눗셈, 음수), (음수, 나눗셈, 양수)



<그림 5> 나눗셈 연산의 시퀀싱 모델

이와 같은 사칙연산의 학습 시퀀싱 모델에 따라 구현될 콘텐츠의 학습내용은 총 12개 종류의 연산학습과 이와 관련된 평가문제이다. 연산학습은 각 연산자별로 양의 정수와 양의 정수, 양의 정수와 음의 정수, 음의 정수와 음의 정수가 결합되는 3가지 연산을 하게 되고 같은 유형으로 평가 문제를 풀게 된다. 평가 결과에 따라 다음 단

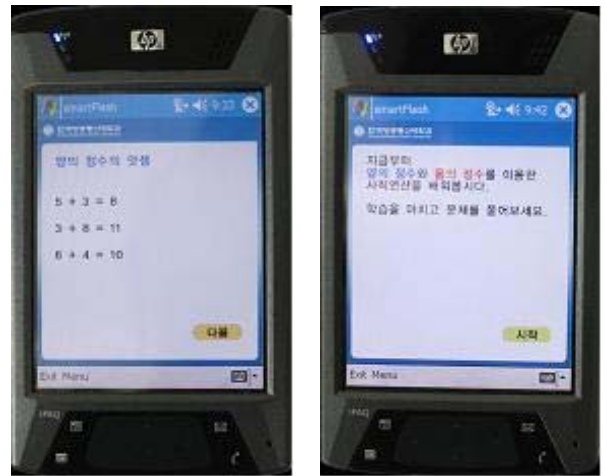
계의 학습내용이 개념학습과 반복학습으로 다르게 제시된다.

3.2 콘텐츠 개발

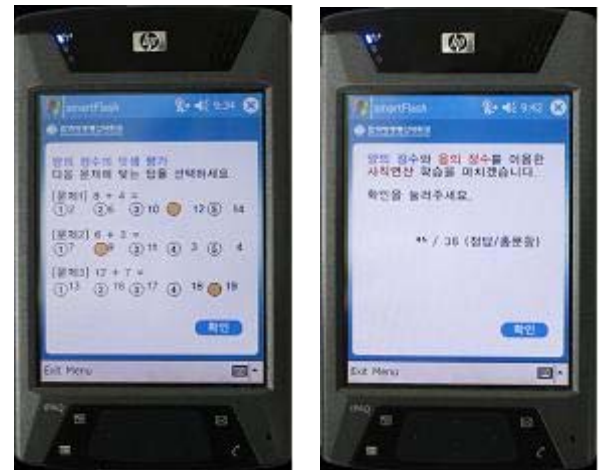
본 연구에서 개발한 콘텐츠는 PDA 학습 단말기를 통해 제공될 학습 자료이므로 콘텐츠 파일 크기가 학습 운영에서 중요한 요소가 된다. 일반적으로 학습 단말기로서의 PDA는 작은 크기의 화면, 낮은 대역폭과 잦은 두절상태의 위험을 갖는 통신환경, 낮은 사양의 CPU 및 메모리 등 제한적인 하드웨어 자원을 가지고 있기 때문이다. 원격교육 매체를 통해 개발되는 콘텐츠는 매체에 따라 매우 다양한 파일 형식과 크기를 가지게 된다. 디지털로 변환된 TV 매체강의인 경우 30분 강의가 100Mb 정도이고 오디오 매체강의의 경우 30Mb 정도 된다. 그러나 웹 매체강의의 경우에는 인터넷을 기반으로 멀티미디어 요소를 어떻게 활용하느냐에 따라 파일의 크기는 매우 다르게 생성된다. 일반적으로 웹 콘텐츠를 개발할 때 파일 크기측면에서 가장 효율적인 형태는 플래시 프로그램 사용하는 것이다. 플래시 프로그램은 다양한 저작 기법에 비해 개발물의 용량이 적어 웹상에서 상호작용을 통한 콘텐츠 개발에 유용하게 활용되는 프로그램이다. PDA 매체강의의 경우에도 하드웨어적인 학습 환경과 파일 크기 특성을 고려할 때 플래시 프로그램으로 콘텐츠를 개발하는 것이 효율적일 것이다. 따라서 본 연구에서는 이러한 점들을 고려하여 학습자들이 PDA 환경에서 학습이 가능한 플래시 기반 콘텐츠를 개발하였다.

콘텐츠 개발 절차는 우선 사칙연산 학습에 필요한 학습내용을 작성하고 이를 본 논문에서 제시한 학습 시퀀싱 모델에 따라 작은 화면에서 학습이 가능한 학습단위로 분할하여 구성하였다. 이와 같이 설계된 학습내용을 플래시 프로그램을 적용하여 PDA 학습단말기에 운영 가능한 콘텐츠로 개발하였고 학습내용 진행 및 학습 평가에 오류가 없는지를 검토하였다. 이러한 과정을 통해 개발된 콘텐츠는 <그림 6>과 같은 콘텐츠 초기화면과 연산자 학습화면, <그림 7>과 같은 학습내용과 관련된 학습평가 화면과 학습종료 화면

등으로 구현되었다.



<그림 6> 콘텐츠 초기화면과 학습화면



<그림 7> 평가화면과 종료 화면

4. 학습운영시스템 설계 및 개발

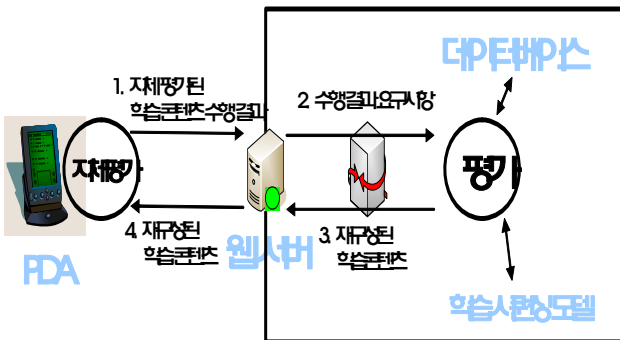
4.1 시스템 설계 및 개발

PDA를 통한 학습은 온라인 상태와 오프라인 상태에서 모두 가능하며, 온라인 상태에서 학습자는 PDA를 통해 학습 운영시스템(LMS)으로부터 독립적인 학습 콘텐츠를 다운로드하면서 학습을 시작한다. 독립적인 학습 콘텐츠는 본 논문에서 제안된 PDA에 적합하게 설계된 학습 콘텐츠로 하나의 Asset에 대한 자체 평가 모델과 학습 콘텐츠를 동시에 갖는다. PDA를 이용해 학습된 학습 콘텐츠는 학습자에 의해 최종적으로 평가되며, 그 결과가 학습 운영 시스템에게 전달된다. 콘텐츠 내부 시퀀싱 모델 규칙에 따라 학습 완료된 학습

콘텐츠의 다음 학습 콘텐츠가 결정되며, PDA에서 학습 운영 시스템에게 전달되는 내용은 다음에 학습되어야 할 학습 콘텐츠에 대한 질의가 된다.

자체 평가된 학습콘텐츠의 수행결과에 따른 다음 학습 콘텐츠 질의를 받은 학습 운영 시스템은 수행결과를 저장하여 학습자의 학습 히스토리를 구성하고 다음 학습콘텐츠를 데이터베이스에서 검색하여 PDA에게 전달한다. 이때 외부 시퀀싱 모델 규칙을 따라 학습 콘텐츠가 재구성되며 재구성된 학습 콘텐츠는 내부 시퀀싱 모델 규칙과 평가 모델을 갖는다.

최종 평가 단계(Asset간 학습 콘텐츠의 교환이 필요한 경우)에 도달하기 전까지는 내부 학습 시퀀싱 모델을 따라 학습자에게 학습 콘텐츠가 제공된다. 따라서 PDA 학습기기는 학습 콘텐츠에 내재된 내부 학습모델 시퀀싱을 따라 학습이 진행될 경우, LMS와 부가적인 통신을 하거나 부가적인 콘텐츠를 필요로 하지 않는다. 만일 최종 평가 단계에 도달하면, PDA에서 외부 학습모델 시퀀싱을 필요로 하고 평가 결과에 따라 적합한 학습콘텐츠를 LMS에게 요청한다. 이 경우에 PDA와 LMS사이 질의와 이에 대한 학습콘텐츠 제공을 위한 통신이 발생하게 된다. 이러한 학습운영시스템의 구조도는 <그림 8>과 같다. 학습운영 시스템에서 PDA가 온라인상태일 경우에 웹서버로부터 콘텐츠를 제공받는다. 이 때에 웹서버는 아파트 서버를 기반으로 구현되었으며, 데이터베이스는 MySQL을 통해 구현되었다. 그리고 PDA에서 실행되는 학습 콘텐츠는 플래시를 기반으로 설계되고 구현되었으며, PDA는 HP사의 iPAQ hx4700에서 구동된다.



<그림 8> 학습운영시스템 구성도

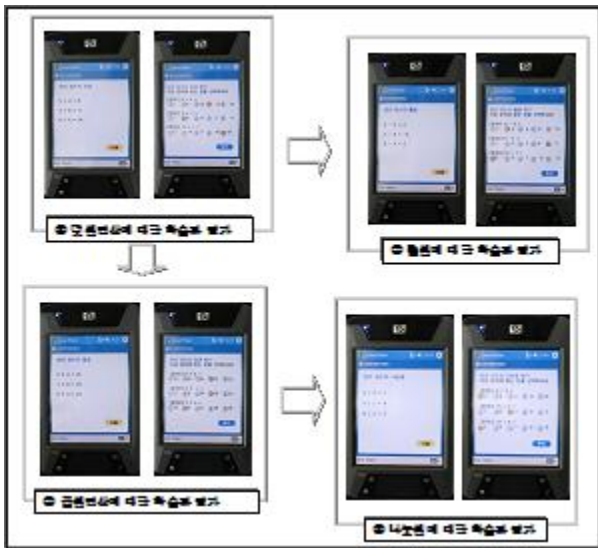
4.2 학습 운영 시나리오

중앙에 학습의 시작은 학습자의 로그인으로부터 시작된다. 온라인 상태에서 PDA를 통해 로그인한 학습자는 자신의 학습 진도에 맞는 학습 콘텐츠를 다운받고 학습을 시작한다.

온라인 상태에서의 학습을 살펴보면, 학습자는 항상 학습운영 시스템과의 로그인 상태를 유지한다. 따라서 내부 시퀀싱 모델에 따른 다양한 학습 평가 문제를 다운받을 수 있다. 즉, 학습 평가 문제를 완료하고 이에 대한 학습 평가 결과를 다음 학습 콘텐츠에 대한 질의값으로 변형하여 학습운영 시스템에 송신한다. 학습운영 시스템에 의해 수신된 학습자의 학습 평가 결과는 다음 학습 콘텐츠를 결정지으며, 만일 결정된 학습 콘텐츠가 이미 PDA에 있으면, PDA는 학습운영 시스템으로부터 학습 콘텐츠를 다운받지 않고 학습자는 학습을 시작한다. 따라서 학습자는 학습운영 시스템과 통신을 최소화 하며, 학습 단말기와 학습 관리 시스템의 업무로드를 양분화하여 접속 단절시에도 제한적인 학습이 이루어질 수 있다.

오프라인 상태에서의 학습을 살펴보면, PDA는 학습운영 시스템과의 통신 없이 자치적으로 학습 시퀀싱을 결정하고, 수행한 학습을 평가한다. 따라서 PDA는 학습 콘텐츠 내부에 적용되어 있는 내부 시퀀싱 모델을 수행한다. 내부 시퀀싱에 따라 최종 학습 평가 결과에 도달하게 되면, PDA는 학습평가 결과를 저장하고 학습 운영 시스템과 통신할 수 있는 상태를 기다린다. 학습운영 시스템과 통신이 가능해지면 학습 평가 결과를 학습 운영 시스템에 보내고 학습운영 시스템으로부터 다음 학습 콘텐츠를 다운받는다.

<그림 9>의 사칙연산 학습시나리오에는 <그림 1>에 나타난 사칙 연산 시퀀싱 모델에 따른 학습활동을 실제 PDA를 이용한 학습으로 구현한 예를 보여준다.



<그림 9> 사칙연산 학습시나리오

<그림 10>의 사칙연산 학습평가 시나리오는 <그림 2>에 나타난 양의 정수 및 음의 정수간의 덧셈 연산학습 시퀀싱 모델에 따른 실제 PDA를 이용한 학습으로 구현한 예를 보여준다.



<그림 10> 사칙연산 학습평가 시나리오

5. 결론 및 제언

PDA와 같은 이동통신 환경에서의 학습요구를 충족시키기 위해서는 작은 화면 크기, 낮은 통신 대역폭, 학습활동 및 관리의 한계성 등의 제약 조건을 극복하여야 한다. 이를 위해 본 논문에서는 이동 학습단말기로서의 PDA 매체를 이용한 학습

콘텐츠 설계 기법, 즉 학습 콘텐츠내에서의 학습 시퀀싱 모델과 학습 콘텐츠사이의 학습 시퀀싱 모델을 설계하였고, 이를 PDA에서 구현하고, 이를 지원해주는 학습운영시스템을 설계하고 개발하였다. 본 연구를 통해 PDA의 학습 보조 단말기로서의 활용 방안을 제시하였으며, 이에 대한 예로 초보적인 사칙연산 학습 콘텐츠를 설계하고 이에 대한 학습 서비스를 구축하였다.

본 논문에서 설계한 콘텐츠는 PDA 매체 특성을 고려한 학습 콘텐츠 설계로써, 작은 화면 크기로 인해 짧은 지식 습득이 적합하고 분단위의 학습을 위해 학습 단위의 세분화가 필요하며 학습자의 지식체계를 파악하기 위한 학습과정 설계 등의 설계전략을 포함하였다. 이러한 관점에서 선정한 학습내용은 간단하고 이해하기 쉬운 사칙연산 학습으로 선정하였고 4개의 연산자와 정수들의 학습과정으로 학습 시퀀싱 모델을 설계하였다. 학습 시퀀싱 모델은 연산자 학습에 대한 절차를 정의하였고 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈에 대한 규칙과 연산 순서를 정의하였으며 각 연산자들간의 상관관계를 정의하였다. 연산자 학습 후 평가를 통하여 그 결과에 따른 다음 단계의 학습내용을 제시하도록 하였다. 이러한 모델로 설계된 학습내용은 PDA의 작은 화면에서 학습이 가능하도록 분할하여 플래시 프로그램으로 개발하였고 실제 학습과 학습평가에 오류가 없는지를 자체적으로 검토하였다.

학습 콘텐츠 개발 후 실제 PDA 기반에서 학습자들에게 서비스가 가능하도록 학습운영시스템의 프로토타입을 개발하였다. 학습 시퀀싱 모델에서 제시한 절차대로 학습 운영 시나리오를 구현한 것으로서 연산자 학습 후 학습평가를 통해 다음 단계의 학습이 이루어지도록 구성되어 있다.

본 논문에서 제안된 학습 콘텐츠 시퀀싱 모델과 학습운영 시스템은 통신 두절 상태에서도 제한적인 학습 활동을 지속할 수 있으며, PDA와 학습운영 시스템간의 통신량을 최소화하여 불안정한 이동통신 환경에서의 학습활동을 지원해 줄 수 있다.

참고 문헌

[1] 염명숙, 조은순(2005). **인터넷 세대를 위한 원격교육활용론**. 서울:남두도서.

[2] Moore, M. G. & Kersley, G.(1996). *Distance Education : A system view*. 양영선, 조은순 공역(1998). **원격교육의 이해와 적용**. 서울:예지각.

[3] 안미리, 김선태, 손경아, 한태인, 김용, 고범석(2005). e-러닝 품질관리(QA) 종합계획 수립. **한국교육학술정보원 연구보고서 KR 2005-24**.

[4] 설양환, 권혁일, 박인우, 손미, 송상호, 이미자, 최욱, 홍기철(2002). **교육공학과 교수매체**. 서울:피어슨 에듀케이션 코리아.

[5] 백영균, 박주성, 한승록, 김정겸, 최명숙, 변승호, 박정환, 강신천(2006). **유비쿼터스 시대의 교육방법 및 교육공학**. 서울:학지사.

[6] 손경아, 장현주, 홍보영(2006). **방송대 강의매체 선정가이드**. 한국방송통신대학교 디지털미디어센터.

[7] Khan. B. H.(2002). *e-Learning Strategies*. 강명희 외(역)(2004). **이러닝(e-Learning) 성공 전략**. 서울:서현사.

[8] 손경아, 한안나(2006). 이러닝 환경에서 콘텐츠 저작시스템의 설계 및 개발. **교육정보미디어연구**. 12(4), 77-104.

[9] K. A. Son. (2005). *Case of Consulting on E-Learning Course in Korea National Open University*. The 19th AAOU Annual Conference.

[10] Rosenberg, M. J.(2001). *E-Learning: strategies for delivering knowledge in the digital age*, New York, NY: McGraw-Hill.

[11] 김지혜, 변태영, 배인한(2003). 워드프로세서 학습을 위한 PDA기반 모바일 학습 콘텐츠의 개발. **대구카톨릭대학교 자연과학논문집**. 1(2), 1-12.

[12] 성정은, 김영봉(2003). PDA용 영어듣기교육 콘텐츠 개발. **한국정보과학회 봄 학습발표논문집**. 30(1), 842-844.

[13] 전희철, 최수영(2008). 만화를 활용한 영어 어휘학습용 PDA 콘텐츠 개발에 관한 연구. **한국멀티미디어언어교육학회**. 11(1), 179-

212.

[14] 김치수(2004). 인터넷 소프트웨어 제작을 위한 PDA용 원격교육시스템 개발. **정보교육학회**. 8(1), 91-100.

[15] 이순기, 김창수, 심규박(2004). PDA기반 멀티미디어 학습시스템 설계 및 구현. **수산해양교육연구**. 16(2), 163-170.

[16] 한태인, 팍덕훈(2006). **이러닝 유러닝**. (주)한독산학협동단지.

[17] 강명희, 강인애, 송상호, 임철일, 조일현, 최수진, 허희옥(2007). **미래를 생각하는 이러닝 콘텐츠 설계**. 서울:서현사.

[18] 정광식, 손경아(2007). 이동통신단말기(PDA) 기반의 학습 콘텐츠 설계. **2007년 컴퓨터교육학회 하계학술대회**.

[19] 한국교육학술정보원(2003). **교육용 콘텐츠 개발방법론 해설서. KERIS 교육자료 TM 2003-9**.

정 광 식



1995 고려대학교 컴퓨터학과 (이학석사)
2000 고려대학교 컴퓨터학과 (이학박사)

2005~현재 한국방송통신대학교 컴퓨터과학과 교수

관심분야: e-러닝, m-러닝, u-러닝, 분산시스템
E-Mail: kchung0825@knou.ac.kr

손 경 아



1997 한양대학교 컴퓨터교육과 (교육학석사)
2002 한양대학교 교육공학과 (교육공학박사)

2003~현재 한국방송통신대학교 디지털미디어센터 책임연구원

관심분야: 교수설계 및 개발, 이러닝, 컴퓨터교육
E-Mail: kasohn@knou.ac.kr