

인지 부하 이론에 기초한 PDA 기반 학습 프로그램 설계 연구

김동식[†] · 권숙진^{†*}

요 약

본 연구는 인지 부하 이론에서 도출된 설계 원리를 적용하여 PDA를 활용한 학습 프로그램을 개발하는데 목적이 있다. 인지 부하 이론에 따르면, 학습 프로그램은 학습자의 활성기억고 내의 인지 부하를 최적화하도록 설계되어야 한다. 최적화란 학습자의 활성기억고 내에 있는 인지 부하 중에서 학습에 효과적인 인지 부하를 높이거나 비효과적인 인지 부하를 낮춘 상태이다. 본 연구에서는 비효과적인 인지 부하 중 하나인 외재적 인지 부하를 낮추는 양식, 중복, 주의 분산, 멀티미디어, 해결된 예 원리를 적용하여 PDA 기반 학습 프로그램을 개발함으로써 효과적인 모바일 학습 프로그램을 위한 가능성을 탐색해보았다.

키워드: 인지 부하 이론, PDA 기반 학습 프로그램, 외재적 인지 부하

Designing Handheld Learning Tool Based On Cognitive Load Theory

Dongsik Kim[†] · Sukjin Kwon^{†*}

ABSTRACT

The purpose of the study is to develop handheld learning tool based on design principles drawn from cognitive load theory. To optimize learner's cognitive load, the learning program should be developed for maximizing the effective load and(or) minimizing ineffective load. The principles, which were applied to developing the learning program, for minimizing the extraneous cognitive load, one of the ineffective loads, are modality, redundancy, split-attention, multimedia, and worked-out example. In this study, we will show possibilities for designing an effective mobile learning program.

Keywords: Cognitive Load Theory, PDA, Handheld Learning Tool, Extraneous Load

1. 연구의 필요성 및 목적

이동 기기는 차세대 이러닝 매체 중 하나로, 그 대표적 속성에는 이동성, 접근용이성, 즉시성,

유연성 등이 있다[5, 6]. 차세대 이러닝에서 사용될 수 있는 이동 기기 중 하나인 PDA(Personal Digital Assistants)는 비교적 작은 크기로 인하여 휴대하기 쉽고 간편하다는 장점이 있어서 학습자에게 언제, 어디서나 학습할 수 있는 기회를 제공한다. 또한 학습자는 자신의 필요에 따라서 PDA를 통하여 학습 자원(학습 내용, 사람)에 접근이 가능하며, 그에 대한 즉시적인 상호작용, 즉

[†] 비 회 원: 한양대학교 교육공학과 교수

^{††} 준 회 원: 한양대학교 교육공학과 박사과정(교신저자)

논문접수: 2006년 10월 15일, 심사완료: 2006년 12월 26일

* 본 논문은 2006년 '2단계 BK21 사업'의 지원을 받아 연구되었음

내용-학습자, 학습자-동료 또는 교수자와의 상호 작용이 가능하다. 또한 개인의 목적에 맞게 또는 과제의 성격에 따라 PDA를 계산기, 워드 프로세서, 데이터베이스 등과 같이 다양한 용도로 융통적으로 사용할 수 있다.

이와 같은 속성은 PDA의 교육적 잠재성을 높여줄 수 있다. PDA의 교육적 활용을 위하여 많은 연구가 진행되고 있는데, 그 중 화면 설계 연구의 대부분은 화면의 제한된 크기에 초점을 두고 있는 편이다. 작은 크기로 인하여 내용이 일정 이상이 되면 스크롤링이 많아지기 때문에 사용자의 불필요한 인지적 노력을 최소화하기 위하여 적절한 글자 크기와 메뉴 설계에 대한 연구가 이루어지고 있다[1, 7]. 그런데 이러한 연구들과 더불어 학습 내용을 어떻게 제시할지에 대한 교수 설계 전략에 관한 연구도 함께 이루어져야 하나 아직까지는 거의 없는 실정이다. PDA를 기반으로 한 학습 프로그램을 개발할 때 학습자가 학습 내용을 인지 구조에서 처리하도록 지원하기 위하여 불필요한 인지적 노력을 줄이고, 필요한 인지적 노력을 최대한 집중할 수 있도록 해야 한다[8]. 이런 시각에서, 첫째, 인지부하 이론(Cognitive Load Theory)에 근거하여 PDA 기반 학습 프로그램 설계에 필요한 전략을 도출하고, 둘째, 그 전략에 기초한 학습 프로그램을 예시적으로 개발하고자 하였다.

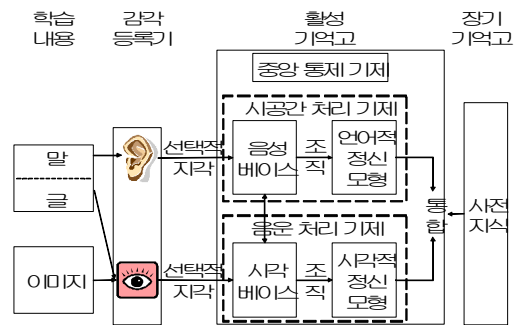
2. 선행 연구 검토

2.1. 인지 부하와 학습

전문가와 초보 학습자의 차이 중 하나는 장기 기억고에 저장되어 있는 지식의 양과 활성기억고에서 한번에 처리될 수 있는 지식의 양에 있다[9, 10]. 전문성이 개발될수록 학습자의 장기기억고에는 지식이 조직적으로 구조화되어 스키마가 형성되고, 형성된 스키마는 반복적 숙련 과정을 통하여 활성기억고에서 자동적으로 처리되기 때문이다. 학습의 목표는 이러한 스키마 생성(schema construction)과 자동화(schema automation)에 있으며, 교수 설계 측면에서 학습 프로그램은 이를

지원하도록 설계되어야 한다.

효과적인 학습 프로그램은 학습자의 인지 구조에 근거하여 학습 내용을 설계해야 한다. 이를 위하여 교수 설계 영역에서 인지 부하 이론이 활발하게 연구되고 있다[2-4]. 인간의 인지 구조는 감각등록기, 활성기억고, 장기기억고로 이루어져 있다. 활성기억고는 (그림 1)에서 보는 바와 같이 이미지, 글(printed word)과 같은 정보를 처리하는 시공간 처리기체(visual-spatial sketch), 내레이션과 같은 말(spoken word)을 처리하는 음운 처리 기체(phonological loop), 두 기체를 제어하는 중앙통제 기체(central executive)로 이루어져 있다고 한다[11]. 의식적인 일체의 인지 활동이 일어나는 활성기억고는 감각등록기로 들어온 정보를 처리하기 위한 용량과 시간이 제한되어 있다.



(그림 1) 인지 구조와 정보 처리 과정

다시 말하면, 활성기억고에서는 동시에 많은 정보를 오랫동안 처리할 인지적 여력이 한정되어 있기 때문에 제시된 학습 정보를 처리할 수 있는 공간을 할애해줄 수 있도록 학습 정보를 설계해야 한다. 그렇지 않으면 제시된 정보는 제대로 처리가 되지 않은 채, 학습자의 활성 기억에 잠시 머물고 지나갈 뿐 학습이 일어날 수가 없는 것이다. 따라서 학습자의 활성기억고에 처리될 수 있도록 학습 정보를 설계해야 할 것인가에 대한 문제를 다루고 있는 이론이 인지부하 이론(Cognitive Load Theory)이다[12-14].

이런 시각에서 학습 프로그램 특히, 이동 기기를 기반으로 한 학습 프로그램은 인지부하 이론에서 제시한 원리에 기초한 개발이 필수불가결하다고 본다. 이동성, 즉시성, 접근성이라는 이동 기기의 특성으로 인하여 학습자가 처리해야 할

정보의 양이 다른 기기에 비하여 많아졌고, 이로 인하여 불필요한 인지 부하가 발생할 가능성이 높아졌기 때문이다. 인지 부하란 사용자가 학습 프로그램을 통하여 제공되는 내용을 처리하는데 있어서 자신의 인지 자원을 어느 정도 쏟았는지를 나타내는 인지적 노력의 정도 또는 활성기억고에서 일어나는 부담의 정도를 말한다. 인지부하 이론에서는 인지 부하를 본유적(germane), 외재적(extraneous), 내재적(intrinsic) 등 세 가지 유형으로 구분하고 있다.

본유적 인지 부하는 학습자의 스키마 생성과 자동화에 직접적으로 영향을 주는 바람직한 인지 부하이며, 어느 정도 높아지도록 해야 한다[13, 15]. 반면 감소시켜야 하는 불필요한 인지 부하로, 교수 설계자의 잘못된 설계 방법으로 인하여 발생하는 외재적 인지부하와 주어진 학습 과제 그 자체의 복잡성으로 인하여 발생하는 내재적 인지 부하가 있다. 본 연구에서는 교수 설계 측면에서 외재적 인지부하를 최소화할 수 있는 원리를 적용하여 효과적인 학습 프로그램을 개발하고자 한다.

2.2. 인지 부하 이론에 기반을 둔 학습 프로그램 설계 원리

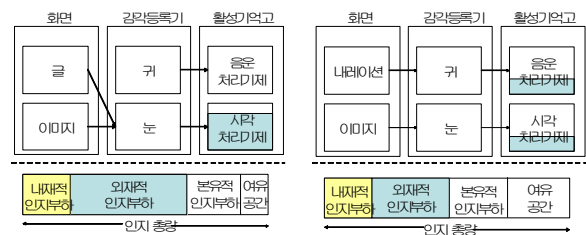
학습 내용의 유형은 활성기억고가 이를 처리하는 방법에 따라 크게 시공간 자료와 청각 자료로 구분될 수 있다. 시공간 자료에는 애니메이션, 그래픽, 글이 있으며, 청각 자료에는 내레이션이 대표적이다. 이러한 유형의 내용들을 학습자의 활성기억고에서 효율적으로 처리되도록 하기 위하여 인지부하 이론에 기반을 두어 학습 프로그램을 설계하는데 필요한 원리를 도출하였다.

학습 프로그램을 개발할 때 인지부하 이론에 기초하여 외재적 인지부하를 낮추기 위한 설계 원리는 다음과 같다[12, 16]. 단일 처리 기체에 두 개 이상의 서로 다른 또는 동일한 정보를 처리할 때 발생하는 인지 부하를 고려해야 한다는 양식(modality) 원리와 중복(redundancy) 원리가 있다. 둘째, 물리적으로 통합되지 않은 정보가 제공됨으로 발생하는 인지 부하를 고려해야 한다는 주의 분산(split attention) 혹은 근접(contiguity)

원리가 있다. 셋째, 그림을 글로 또는 글을 그림으로 전환할 때 발생하는 인지 부하를 고려해야 한다는 멀티미디어(multimedia) 원리가 있다. 마지막으로 수단-목표 분석과 같은 초보자의 문제 해결 전략을 사용함으로 발생하는 인지 부하를 고려해야 한다는 해결된 예(worked-out example)의 원리가 있다[9].

2.2.1. 양식원리

양식 원리는 시각 자료만으로 학습 내용을 구성하기 보다는 학습해야 할 내용은 시각적으로, 나머지 부분은 청각적으로 표현하는 것이다. 동일한 양식으로 정보를 제공하여 한 쪽 처리기체에 인지부하를 높이기보다 서로 다른 양식으로 표현하여 두 개의 처리 기체로 부하를 분산시키는 방법이다. 예를 들어, 사용자가 PDA에서 시각 정보를 탐색하는 경우 양식 원리를 적용한다면, 시공간 기체와 음운 기체가 함께 활성화되도록 청각 정보를 제공받을 수 있다. 이 원리가 적용되지 않는 경우는 다음과 같다. 전문가의 경우 시각 정보만으로 충분하기 때문에 오히려 청각 정보의 제공은 인지 부하를 높일 수 있다. 만약 시각 정보와 청각 정보가 함께 제공된다면 불필요한 정보를 제공하는 것이기 때문에 다음의 중복 원리가 적용된다.



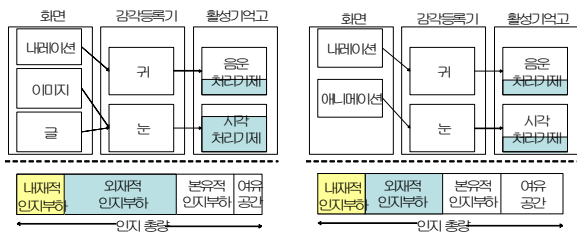
(그림 2) 양식 원리 적용 전(좌)과 후(우)의 인지 부하 차이

2.2.2. 중복 원리

제공되는 정보가 다양한 양식으로 표현되는 것은 효과적이다. 그러나 동일한 내용을 같은 또는 다른 양식으로 제공하는 것은 사용자의 인지 부하를 높일 수 있다는 것이 중복 원리이다. 이 원리가 적용되지 않는 경우도 있다. 애니메이션, 비

4 한국컴퓨터교육학회

디오, 사진, 삽화와 같은 시각 자료가 제시되지 않은 경우, 시각 자료가 있는 경우에 사용자가 이를 처리할 충분한 시간을 가진 경우, 마지막으로 사용자가 청각 자료를 처리하는데 익숙하지 못한 장애아나 능력이 낮은 경우 동일한 내용을 같은 또는 다른 양식으로 중복해서 제공해 줄 수 있다[4].



(그림 3) 중복 원리 적용 전(좌)과 후(우)의 인지 부하 차이

2.2.3. 주의 분산 또는 근접 원리

주의 분산 또는 근접 원리는 사용자가 물리적으로 분리되어 있는 유의미한 내용을 미리 물리적으로 통합하여 제공하면 인지적으로 조직하거나 통합함으로써 발생하는 불필요한 인지 부하를 낮출 수 있다는 것이다. 초보 사용자의 경우 PDA에서 제공된 학습 내용과 이를 설명하는 내용이 시공간적으로 분산되어 있다면 통합에 따른 인지부하가 발생할 수 있으나 전문가의 경우 오히려 중복된 정보를 제공받는 것이기 때문에 중복 원리가 적용되어 인지 부하를 발생시키므로 하나를 제거하는 것이 오히려 효과적이다.

주의 분산 원리가 적용된 화면의 예는 다음과 같다. 첫째, 스크롤로 인하여 한 화면 내에서 그림과 그림을 설명하는 문자가 서로 분리되거나 질문과 그에 대한 피드백이 서로 다른 화면으로 분리된 경우이다. 사용자는 그림에 대한 설명을 보기 위하여 스크롤을 해야 하거나 질문과 피드백 화면을 왔다 갔다 해야 하기 때문에 인지 부하가 발생한다. 따라서 한 화면 내에서 관련 정보를 함께 인식할 수 있도록 제공하고, 질문과 그에 대한 정답과 정확도를 제공하는 피드백 화면을 함께 제공해야 한다. 둘째, 부가적 자료를 링크로 제공하였을 때 그 자료를 제공한 초기 화

면을 완전히 덮는 경우이다. 사용자는 초기에 제공된 정보를 기억하고 있어야 하기 때문에 인지 부하가 발생하므로 전체 화면을 덮지 않도록 해야 한다. 마지막으로 지시사항과 그에 대하여 취해야 할 행동을 함께 제공해야 한다.

2.2.4. 멀티미디어 원리

학습의 관점에서 다양한 형태의 내용, 즉 멀티미디어로 제공하는 것이 효과적이다. 멀티미디어는 학습자가 내용을 처리하는데 있어서 적극적으로 참여하도록 유도하기 때문이다[17]. 그러나 다음의 멀티미디어 원리에 따라 학습 프로그램이 설계되지 않으면 사용자에게 인지부하를 줄 수 있다.

멀티미디어 원리는 시공간 기제에서 처리되는 글 또는 음운 기제에서 처리되는 말만 사용하기보다 시공간 기제에서 처리되는 정적(사진, 그래프, 차트, 삽화) 또는 동적 그래픽(애니메이션, 비디오)을 함께 제공해야 한다는 것이다. 그래픽은 다음과 같이 다양한 목적으로 사용될 수 있다. 첫째, 학습 내용(사실, 개념, 과정, 절차, 원리)을 그래픽으로 표현하는 경우이다. 사실을 설명하기 위하여 삽화 넣기, 개념에 대하여 정의하거나 예를 들거나 비유할 때 그래픽으로 보여주기, 과정이나 절차를 표로 나타내기, 원리가 적용되는 다양한 맥락을 그래픽으로 보여주기 등이 있다. 둘째, 그래픽을 조직자(organizer)로 활용하는 경우이다. 그래픽 조직자란 학습자가 학습해야 할 내용을 잘 포섭할 수 있도록 학습자의 사전 지식과 학습 내용 간의 관계를 그래픽으로 보여주는 것이며, 그 예로 컨셉맵이 있다. 셋째, 비가시적 내용을 그래픽으로 표현하여 눈으로 특정 현상이나 관계를 확인할 수 있는 경우이다. 마지막으로 그래픽 인터페이스를 사용하는 것으로, 이는 내용 자체를 그래픽으로 표현하는 경우이다.

2.2.5. 해결된 예 원리

해결된 예는 해당 분야의 전문가의 정신 모형으로, 전문가가 문제를 해결하는데 사용한 영역 지식과 이 지식을 언제, 왜, 어떻게 활용하는지에

대한 원리 정보를 담고 있다[4]. 학습자는 문제 해결 학습에 필요한 해당 영역의 지식, 전략, 방법이 부재하기 때문에 문제 해결 활동보다는 이들을 탐색하는 데에 불필요하게 인지적 노력을 할애한다. 해결된 예를 제공한다면 학습자는 문제 해결 학습과 상관없는 시행착오를 줄이게 되어, 자신의 인지적 자원을 문제 해결 활동에 집중할 수 있게 된다.

해결된 예는 다음과 같이 설계될 수 있다[17]. 첫째, 연습 문제를 해결된 예로 제공하는 것이다. 이 때 해결된 예를 설계하기 위하여 전문가의 도움을 점차 줄이고, 사용자가 완성해야 하는 부분이 많아지는 완성 또는 소거 전략을 활용할 수 있다. 둘째, 해결된 예가 담고 있는 원리 정보를 설계할 때 주의 분산과 양식 원리를 적용할 수 있다. 주의 분산 원리를 적용한다면 상호 참조하는 정보를 통합시켜 제공하고, 양식 원리를 적용한다면 원리 정보를 단일 양식으로 제공하는 것보다는 다중 양식으로 제시해야 한다. 셋째, 해결된 예는 전이를 고려하여 설계해야 한다. 근전을 위해서 실제적인 예를, 원전을 위해서 다양한 예를 학습자에게 제공해주어야 한다. 넷째, 해결된 예에서 사용자가 이해한 내용이 무엇인지에 대하여 스스로 설명(self-explanation)해 볼 수 있도록 설계해야 한다. 그런데 이미 해결된 예에서 원리 정보를 제공하였다면 이에 대한 자기 설명을 하도록 하면 안 된다. 왜냐하면 동일한 정보가 두 번 제공되어 인지 부하가 발생하는 중복 원리가 적용되기 때문이다.

지금까지 살펴본 다섯 가지 설계 원리를 요약하면 <표 1>과 같다.

<표 1> 인지부하 이론에 기반을 둔 설계 원리

설계 원리	설명
양식	시각 정보를 제공할 때 부가적으로 청각 정보를 제공할 것
중복	중복된 내용을 동시에 제공하지 말 것
주의분산 (근접)	유의미하게 관련된 정보들끼리 물리적으로 근접하게 제공할 것
멀티미디어	시각 정보 또는 청각 정보에 대한 부가 설명을 그래픽으로 제공할 것
해결된 예	전문가의 영역 지식과 원리 정보를 담고 있는 예를 제공할 것

3. PDA 기반 학습 프로그램 개발 결과

3.1. 개발 환경

PDA 기반 학습 프로그램은 Macromedia Flash Content Development Kit for Pocket PC 인 Macromedia Flash 8 과 Flash Action Script 1.0을 이용하여 개발하였다. 개발 도구로서 플래시를 선택한 이유는 다음과 같다. 첫째, 플랫폼 독립성이다. 플래시 개발물은 다양한 플랫폼과 기기에서 동작이 가능하다. PC와 다르게, PDA를 포함한 모바일 환경은 다양한 플랫폼과 기기가 존재하는데, 이러한 환경에서 플래시는 범용적으로 작동될 수 있다. 둘째, 재사용성이다. 플래시 개발물은 개발자가 어떠한 미들웨어와 데이터베이스를 선택하는가와 상관없이, 손쉽게 데이터를 처리 할 수 있게 한다. 따라서 미들웨어나 데이터베이스가 변경되더라도 별도의 수정 없이 개발물을 손쉽게 재사용 할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 마지막으로, 용이성이다. 복잡한 프로그래밍을 하지 않아도 Action Script라는 자체 언어를 통해서 손쉽게 멀티미디어 콘텐츠를 제작할 수 있다.

프로그램을 개발한 환경은 <표 2>와 같다. 전체 화면 해상도는 240x320이며, 학습 내용이 제공되는 화면은 243x260이다. 개발물의 시험은 HP의 iPAQ4700에서 하였다.

<표 2> 개발 환경

브라우저	Microsoft Pocket Internet Explorer
Plug-in	Adobe Flash player 6 for pocketpc
OS	Windows Mobile 2003 2nd Edition
CPU	Intel PXA270 205Mhz
해상도	240X320 (243X260)

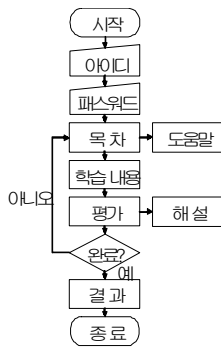
3.2. 개발 과정 및 결과

3.2.1. 개발 과정

개발팀은 4년 이상 경력의 PM 1명, 개발자 1명, 그래픽 디자이너 1명으로 구성되었다. 개발 일정은 분석, 설계, 개발, 평가 단계를 포함하여

7주가 소요되었다.

분석 단계에서는 설계 원리를 적용할 학습 내용을 선정하기 위하여 기존 프로그램을 분석하였다. 현재 PDA용 프로그램으로 많이 개발되고 있는 것 중 하나인 영어 학습 프로그램을 채택하였다. 상용화된 기존의 어학 학습용 프로그램들을 분석하여 기본이 되는 화면 흐름도를 (그림 4)와 같이 하였다. 아이디와 패스워드를 입력하면 학습자에게 학습 내용의 목차와 프로그램 사용 방법에 대한 도움말을 제공한다. 학습자가 목차에서 원하는 내용을 선택할 수 있으며, 학습한 후 평가에 응할 수 있고, 평가를 완료하면 그에 대한 결과를 볼 수 있다. 이러한 화면 흐름도에 기반을 두어 설계 단계에서는 각 화면마다 인지부하 이론에 기초한 설계 원리들을 반영하였다. 개발단계에서는 이를 Flash와 Flash ActionScript로 구현하였다.



(그림 4) 화면 흐름도

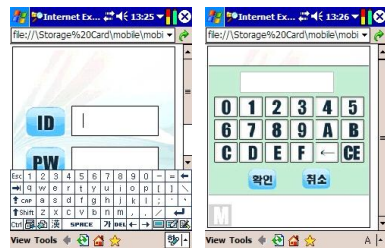
3.2.2. 개발 결과

(그림 5)는 개발된 영어 학습 프로그램을 PDA로 실행한 초기 화면이다. Start 버튼을 누르면 학습자의 아이디와 패스워드를 입력할 수 있는 화면으로 이동한다.



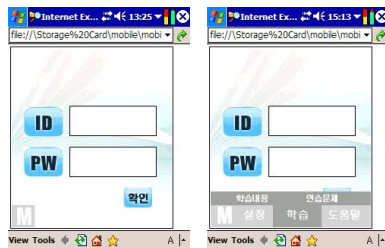
(그림 5) 초기 화면

학습자의 정보를 입력하는 화면은 (그림 6)과 같이 PDA에서 제공하는 기본 키보드 대신 그래픽 키보드로 지원하였다. 그래픽 키보드는 아이디와 패스워드 입력란 영역을 클릭하면 활성화되며, 학습자가 아이디와 패스워드를 입력하는 데 요구되는 최소한의 입력키로만 구성하여 선택이 용이하도록 하였다.



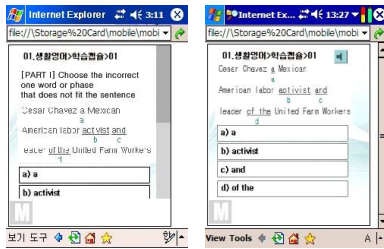
(그림 6) 기존 키보드 화면(좌)과 그래픽 키보드 화면(우)

또한 본 프로그램에서는 (그림 7)과 같이 버튼의 크기를 최소화하였다. 학습 화면과 함께 제공되는 진행과 입력 등에 필요한 메뉴들을 필요한 경우 활성화할 수 있도록 하여 학습자가 학습 내용에 인지적 노력을 최대한 쏟을 수 있도록 하였다.



(그림 7) 메뉴 활성화 화면

(그림 8)은 중복 원리를 적용한 화면이다. 동일한 학습 활동을 할 때 반복적으로 제공되는 지시문을 간략히 제공하고 필요한 경우 다시 제공될 수 있도록 하였다. 이와 같은 방식은 학습 내용에 직접적으로 관련된 요소만 제공하여 학습자들이 학습해야 할 내용에 보다 인지적 노력을 집중하도록 하였다.



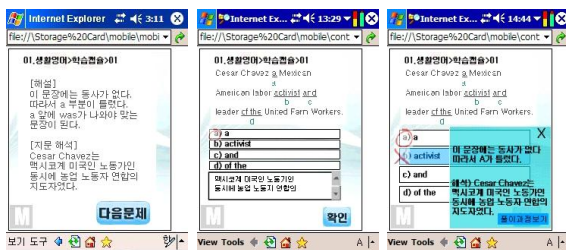
(그림 8) 중복 원리 적용 전(좌)과 후(우)

(그림 9)는 멀티미디어 원리를 적용한 화면이다. 텍스트 기반의 학습 내용만 제공되는 것이 아니라 이와 관련된 그래픽 정보, 즉 동영상도 함께 제공된다. 또한 학습자 스스로 시각 정보를 소거하여 청각 정보만 제공받으면서 학습한 내용을 기록할 수 있는 메모 기능을 추가하여 학습자가 학습 과정에 적극적으로 참여하도록 하였다.



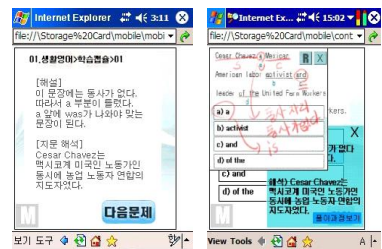
(그림 9) 멀티미디어 원리 적용 화면

(그림 10)은 정답 및 해설이 제공되는 화면에 주의 분산 원리를 적용한 예이다. 원리가 적용되기 전의 화면은 학습자가 문제를 풀고 난 후 확인 버튼을 눌렀을 때 제공되는 부가 정보에 의하여 기존의 화면이 완전히 가려지게 된다. 이는 학습자의 주의를 분산시켜 외재적 인지 부하를 높일 수 있다. 주의 분산 원리를 적용한 후의 화면은 정답 및 해설 화면을 문제 화면과 함께 제공하여 학습자의 외재적 인지 부하를 낮출 수 있다.



(그림 10) 주의 분산 원리 적용 전(좌)과 후(중, 우)

(그림 11)은 정답 및 해설을 제공하는 화면에 해결된 예와 양식 원리를 적용한 화면이다. 문제 해결에 대한 일반적인 안내가 아닌 전문가가 문제 해결에 사용한 지식, 방법, 전략 등에 대한 정보를 제공하였다. 또한 양식 원리를 적용하여 해결된 예를 시각 정보와 청각 정보로 함께 제공하였다.



(그림 11) 해결된 예와 양식 원리 적용 전(좌)과 후(우)

4. 결론 및 향후 연구 과제

PDA와 같은 이동 기기 사용이 점차적으로 보편화되고 있으며, 이를 교육 현장에 보급하기 위한 연구와 개발이 활발하게 진행되고 있다. 그러나 학습자에게 다양한 방법으로 학습할 수 있는 기회를 증가시키기 위한 혁신의 보급도 중요하지만 이와 함께 기기가 가지고 있는 고유의 특징을 활용하여 학습자에게 실질적으로 학습의 효과를 제공하는 이론 기반의 연구도 함께 이루어져야 한다.

본 연구에서는 PDA를 통한 효과적인 학습이 이루어지기 위해서 PDA의 한정된 화면 크기, 이동 기기의 이동성, 즉시성과 같은 특징을 고려해야 할 뿐만 아니라 학습자의 인지 부하를 최소화할 수 있는 학습 프로그램의 화면의 설계가 필수 불가결하다는 전제에서 PDA 화면을 설계할 때 어떻게 인지부하를 최적화할 수 있는지를 프로그램으로 개발하였다. PDA 학습 프로그램 개발에 학습 활동의 과정에서 학습자의 활성기억에 불필요하게 발생하는 외재적 인지 부하를 낮추는데 가장 기본적인 원리인 양식, 중복, 주의분산, 멀티미디어, 해결된 예 원리를 적용하여 그 적용가능성을 타진해보았다.

추후 연구에서는 여기에서 확인된 원리뿐만 아니라 좀 더 다양한 원리의 적용을 시도해야 할 것이다. 우선 인지 부하 이론 측면에서 학습자의 인지 부하를 최적화하는 방법으로 외재적 인지 부하뿐만 아니라 본유적 인지부하에 대한 연구도 최근 들어 활발하게 이루어지고 있다. 본유적 인지 부하는 외재적 인지부하와 달리 스키마 생성과 자동화에 직접적으로 영향을 미치는 효과적인 인지 부하이기 때문이다.

둘째, PDA 또는 이동 기기가 구현할 수 있는 환경의 특징 중 하나로 무선 통신을 통하여 사람과 사람, 사람과 사람의 상호작용이 활발하게 일어나는 협동적 학습 환경과 관련된 원리를 고려할 수 있겠다[8]. 구성원들이 협력 학습을 통하여 공동의 지식을 구축하기 위한 다양한 활동을 지원하는데 필요한 원리 탐색과 그의 구현가능성 등을 모색해보아야 한다.

마지막으로, 인지 부하 이론에 근거하여 설계된 프로그램이 학습자에게 실제로 비효과적인 인지 부하를 낮추는데 기여하였는지 인지 부하 감사를 통하여 검증해야 한다. 검사 결과를 바탕으로 설계 연구 패러다임[18]에 기초하여 '설계원리-적용-효과 분석-개선된 설계 원리의 탐색' 등의 주기적 반복을 통하여 안정된 PDA 기반 프로그램을 개발하고자 선행 연구에서 도출된 설계 원리를 수정해야할 필요가 있다.

참 고 문 헌

- [1] 권오재(2005). PDA의 정보 표시부에 표시되는 문자 크기와 생리적 부담. *감성과학* 8(4), 321-332.
- [2] 김동식 · 권숙진 · 정효정 · 임익수(2006). 인지 부하 이론, PDA, 학습 프로그램 프로토타입 개발. *컴퓨터교육학회 · 정보교육학회 공동학술대회* 10(2), 356-360.
- [3] 김희수 · 염시창 · Schallert, D.(2002). 하이퍼 텍스트 보조 학습에서 사전지식, 작동기억 및 하이퍼텍스트 탐색 도구 유형이 학업성취도에 미치는 효과. *교육공학연구* 18(1), 79-108.
- [4] 조일현 · 서순식 · 임병춘(공역: 2006). e-러닝 과 교수과학. Clark, R. C. and Mayer, R. E., 아카데미 프레스. e-Learning and the Science of Instruction.
- [5] 한국교육학술정보원(2005). u-러닝 시작하기: u-러닝 기초 연수과정 교육자료 TM 2005-14.
- [6] W. J. Bobrowsky, M. Curtis, K. Luchini, C. Quintana, and E. Soloway, "Exploring the affordances of handheld computers," Paper presented at the ICLS, Seattle, WA. 2002.
- [7] K. Babaria, S. Giacoppo and U. Kuter, (2001). "Single item search and selection in hand-held devices: A pilot study on the effects of font size & menu design," Retrieved 10.Oct, 2006, from <http://www.cs.umd.edu/class/fall2001/cmsc838s/rust.doc>
- [8] K. Luchini, C. Quintana and E. Soloway, "Evaluating the impact of small screens on the use of scaffolded handheld learning tools," Paper presented at the AERA Annual Meeting, 2004.
- [9] G. R. Morrison and G. J. Anglin, "Research on Cognitive Load Theory: Application to e-Learning," *ETR&D*, vol. 53, pp. 94-104, 2005.
- [10] J. J. G. van Merriënboer and P. Ayres, "Research on Cognitive Load Theory and its design implication for e-Learning," *ETR&D*, vol. 53, pp. 5-13, 2005.
- [11] A. D. Baddley and R. H. Logie, "Working memory," in *Models of working memory*, A. Miyake and P. Shah, Eds. NY: Cambridge University Press, 1999, pp. 28-61.
- [12] P. A. Kirschner, "Cognitive Load Theory," *Learning and Instruction*, vol. 12, pp. 1-10, 2002.
- [13] J. Sweller, J. J. G. van Merriënboer, and F. Paas, "Cognitive Architecture and Instructional Design.," *Educational Psychology Review*, vol. 10, pp. 251-296, 1998.
- [14] J. J. G. van Merriënboer, P. A. Kirschner,

and L. Kester, "Taking the load off a learner's mind," Educational Psychologist, vol. 38, pp. 5-13, 2003.

- [15] J. J. G. van Merriënboer, Training Complex Cognitive Skills. Eaglewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications, 1997.
- [16] R. Clark, F. Nguyen, and J. Sweller, Efficiency in Learning. San Francisco, CA: Pfeiffer, 2006.
- [17] R. E. Mayer and R. Moreno, "Nine ways to reduce cognitive Load in Multimedia Learning," Educational Psychologist, vol. 38, pp. 43-52, 2003.
- [18] A. L. Brown, "Design Experiments," The Journal of Learning Sciences, vol. 2, pp. 141-178, 1992.



김 동 식

1980 부산대학교 교육학과
(교육학 학사)
1990 미국 플로리다 주립대
(교육공학 석사 및
Ph.D.)

1993~현재 한양대학교 교육공학과 교수
관심분야: 웹기반 학습, CSCL
E-Mail: kimdsik@hanyang.ac.kr



권 속 진

1999 한양대학교 교육공학과
(이학사)
2001 한양대학교 교육공학과
(교육학석사)

2004~현재 한양대학교 교육공학과 박사수료
관심분야: CSCL(W), Ubiquitous Learning
E-Mail: sukjinkwon@gmail.com