

# 스마트 패드 기반 학습 프로그램에서 멀티미디어 학습에 관한 인지이론적 원리의 적용가능성 탐색: 멀티미디어 원리와 개인차 원리를 중심으로

Exploring the Applicability of the Cognitive Theory of Multimedia Learning for  
Smart Pad Based Learning with a Focus on Principles of Multimedia and  
Individual Differences

김보은\*, 이예경\*\*  
(주)유비온\*, 서강대학교 교육대학원\*\*

Bo Eun Kim(popsie77@hanmail.net)\*, Yekyung Lee(ylee5@sogang.ac.kr)\*\*

## 요약

본 연구는 학습을 위한 멀티미디어 활용에 대한 설계 원리 중 멀티미디어 원리와 개인차 원리가 스마트 패드 기반 콘텐츠에서도 적용되는지 살펴보았다. 이를 위해 텍스트 기반 콘텐츠와 멀티미디어 원리(텍스트+이미지)를 적용한 콘텐츠를 각각 개발하고, 학습자들을 사전지식이 높은 집단과 낮은 집단으로 분류한 다음, 각 집단을 양분하여 두 종류의 스마트 패드용 콘텐츠를 학습하게 하였다. 각 집단의 인지부하 정도와 학업성취도를 측정된 결과, 멀티미디어 원리와 개인차 원리는 인지부하에 유의한 효과를 가져오지 못하였으나, 학업성취도 차원에서는 모두 유의한 효과를 가져왔다. 이러한 연구결과는 PC 모니터보다 제한된 스마트 패드의 화면 크기, 이미지의 성격, 그리고 학습목표의 성격 등에 기인한 것으로 보여지며, 향후 스마트 패드용 콘텐츠 개발에 있어 시사점을 제공할 수 있다.

■ **중심어** : | 모바일 러닝 | m-러닝 | 매체사용 원리 | 멀티미디어 원리 | 개인차 원리 | 인지부하 | 학업성취도 |

## Abstract

The purpose of this study is to verify the cognitive theory of Multimedia learning in a Smart Pad environment. Specifically, the viability of the multimedia principle and individual difference principle was tested for this study. To accomplish this, participants were divided into two groups based on their prior knowledge level (high/low), and members of each group were given one of two Smart Pad based programs, one text-based and the other text and image based. Results indicate that the use of images and the interaction between image use and prior knowledge did not have a significant effect on cognitive load levels. However, there were significant effects on learning achievement. This study implies that when developing Smart Pad based learning content, the small screen size compared to PC monitors, types and functions of images, and learning objectives should be considered.

■ **keyword** : | Mobile Learning | Multimedia Principle | Individual Difference | Cognitive Load | Learning Effectiveness |

\* 이 연구는 2010년도 서강대학교 교내연구비 지원에 의한 연구임(201010005.01).

접수번호 : #111007-010

접수일자 : 2011년 10월 07일

심사완료일 : 2011년 12월 12일

교신저자 : 이예경, e-mail : ylee5@sogang.ac.kr

## I. 서론

정보화 기술의 급속한 발달로 스마트 기기가 급속히 보급되고 있다. 모바일 성능을 갖춘 스마트 기기 중 하나인 아이패드에는 발매 2개월 만에 327만 개가 판매되었으며, 2011년에는 2천8백만 개가 판매될 것으로 예상된다[1]. 이와 같은 추세 속에서 스마트 기기를 이용한 모바일 러닝이 주된 학습 방법으로 이용될 가능성이 매우 커졌으며, 미국 등지에서는 이미 교과서의 보조도구로써 아이패드(iPad)를 비롯한 스마트 기기의 이용이 꾸준히 증가하고 있다[2]. 그 결과, 기존의 PC 기반 러닝 환경에 급격한 변화가 오고 있으며, 이에 따라 새로운 매체에 적용 가능한 콘텐츠가 신속히 개발되고 있다.

그런데, 변화하는 첨단 매체에 적응해 나가기 위해 새로운 콘텐츠를 개발할 경우, 학습 원리에 기반한 개발보다 첨단 기기의 기능에 중점을 둔 ‘기술 중심적’ 개발이 이루어질 가능성이 크다는 것이 문제점으로 대두되고 있다[3][4]. 기술 중심적 개발이란, 매체 특유의 속성, 학습자 특성, 학습내용, 그리고 학습이론을 바탕으로 학습효과를 극대화하기보다, 새로운 매체의 첨단 기능을 활용하거나 매체의 사용 자체에 목적을 둔 콘텐츠 개발 방식을 뜻한다. 기존 매체의 콘텐츠를 새로운 매체로 그대로 옮기는 식의 기술 중심적 접근은 학습효과에 부정적 영향을 끼칠 가능성이 매우 크다. 기술 중심적 접근 방식이 새로운 매체가 등장할 때마다 교수 설계 및 연구 분야에서 발견되는 특성임을 감안한다면, 스마트 기기용 콘텐츠 개발이 급속히 진행되는 요즘 학습이론에 의거한 학습자 기반 접근이 더욱 필요함을 알 수 있다. 그 이유는 콘텐츠가 탑재되는 플랫폼마다 내용 제시 방법과 학습자와의 상호작용 방식이 달라지게 되어 학습자에게 유의미한 학습을 제공하는 방식 또한 달라질 수 있기 때문이다[3]. 즉, 기존 매체에서 통용되었던 학습설계 원리가 새로운 매체의 등장에 따라 그 적용 가능성이 재검토될 필요가 있다. 모바일용 학습 콘텐츠에서의 멀티미디어 활용에 관한 기존 연구들은 새로운 디자인 원리나 활용방안을 제시하고는 있으나 [5][6], 그러한 환경에서 이미지, 동영상, 애니메이션 등의 학습설계 원리나 효과성을 사용 환경 또는 사용자

특성에 따라 분석하지 않았다는 한계를 지니고 있다.

본 연구에서 그 적용 가능성을 검증하고자 하는 학습설계 원리는 멀티미디어 정보를 효과적으로 제시하는 방식과 관련된 멀티미디어 원리와 개인차 원리이다. 멀티미디어 원리란 학습내용을 언어적 방법(텍스트, 나레이션)과 시각적 방법(이미지, 동영상)으로 함께 제시할 때 학습효과가 상승한다는 원리이며, 개인차 원리는 개인의 사전지식 수준이나 시각적 능력 등의 요인에 따라 멀티미디어 사용의 효과가 달라짐을 의미한다[7][8]. 그런데 이러한 원리들은 매체 보편적 특성을 지닐 수 있는 반면, 정적인 상태에서 주로 PC 모니터를 통하여 이루어지는 학습을 중심으로 처방된 원리이기 때문에 스마트 패드 등의 모바일 환경에 적용하였을 경우, 학습에 투입되는 인지적 노력의 양이나 학업 성취도에 다른 영향을 끼칠 수 있다.

본 연구에서 이 두 가지 원리를 중점적으로 다루고자 한 이유는 스마트 패드 같은 모바일 기기가 휴대하기 쉽다는 장점이 있는 반면, PC 화면에 비하여 화면 크기가 작고 PC와 다른 환경에서 사용되기 때문이다. 이러한 특성은 한 번에 제시할 수 있는 정보의 양에 많은 제약이 가하게 되어, 결국 학습자에게 불필요한 인지적 부담을 가중시킬 수 있다. 즉, 모바일 기기의 화면 구성에 있어서 언어적 정보와 시각적 정보의 제시 방식이 학습에 영향을 주는 중요한 요인이 될 수 있다[9][10]. 뿐만 아니라, 개인차의 사전지식 유무에 따라 텍스트와 이미지 사용이 학습에 도움이 될 수도, 혹은 오히려 방해가 되는 경우가 있을 수 있으므로[8], 모바일 환경에서 멀티미디어 원리와 개인차 원리의 영향을 확인할 필요가 있다. 기존 학습설계 원리의 적용 가능성을 본다는 것은 그 원리가 새로운 플랫폼에서도 여전히 학습에 도움이 되는지를 확인하는 것을 의미하는데, 그것을 확인하는 대표적 요인으로서 인지부하(cognitive load)와 학업 성취도의 두 가지를 들 수 있다. 인지부하란 과제를 해결하는 데 투입되는 인지적 노력을 의미하며, 과제가 어렵거나 제시방식이 효과적이지 않을 경우 인지부하가 증가한다[11]. 학습내용의 잘못된 제시 방식 때문에 인지부하가 증가하면 학습에 방해가 된다. 학업 성취도는 학습목표의 도달정도를 의미하며 학습내용의

효과성을 측정할 수 있는 객관적 자료로 활용될 수 있다.

따라서, 본 연구의 목적은 스마트 패드 기반 모바일 기기 학습환경에서 멀티미디어 원리와 사전지식에 따른 개인차 원리의 적용 가능성을 검증하고자 하는 것이며, 구체적인 연구문제는 다음과 같다.

첫째, 스마트 패드 기반 모바일 학습환경에서 멀티미디어 사용 여부(멀티미디어 원리)가 인지부하에 영향을 미치는가?

둘째, 스마트 패드 기반 모바일 학습환경에서 멀티미디어 사용 여부(멀티미디어 원리)가 학업성취도에 영향을 미치는가?

셋째, 스마트 패드 기반 모바일 학습환경에서 사전지식 정도와 멀티미디어 사용 여부 간의 상호작용(개인차 원리)이 인지부하에 영향을 미치는가?

넷째, 스마트 패드 기반 모바일 학습환경에서 사전지식 정도와 멀티미디어 사용 여부 간의 상호작용(개인차 원리)이 학업성취도에 영향을 미치는가?

## II. 이론적 배경

### 1. 모바일 학습환경의 특성

모바일 기기를 위한 교수설계가 기존 PC 환경에서의 교수설계와 차별화되는 주요 특징으로서 작은 화면 크기와 이동성을 들 수 있다. 크기가 제한된 작은 화면에서 텍스트를 읽을 경우 지면으로 읽는 경우보다 가독성이 떨어지며, 이미지의 크기와 정교함에 제약이 가해질 뿐만 아니라, 자판과 마우스의 부재로 인하여 학습자-기기 간 상호작용에 한계가 따르기 때문에 화면설계가 달라질 필요가 있다[9]. 즉, 화면 크기가 달라짐에 따라 새로운 방식으로 화면 사용성을 생각할 필요가 있다.

모바일 기기의 이동성은 모바일 기기를 통한 정보 접근과 정보 습득 성향에 영향을 끼친다. 우선 학습자는 모바일 기기로 정보를 받을 경우 PC를 사용할 경우보다 다운로드 시간에 대한 인내심이 약해진다[12]. 물론

다운로드 지연시간은 기술의 발달과 요금제도의 변화에 따라 개선될 것으로 보여지나, 아직은 이미지의 종류와 수, 그리고 사용 빈도를 정하는 데 있어 고려 대상이 된다. 둘째, 모바일 기기의 이동성은 학습자가 한 번에 큰 덩어리의 글을 읽기에 매우 불편한 환경을 조성한다. 즉, 잦은 스크롤링, 혹은 페이지 네비게이션으로 인하여 발생한 추가적인 신체적·인지적 노력이 내용을 이해하는 데 방해가 될 수 있다. 또한 야외에서 화면을 볼 경우 화면이 반사되는 경향이 있어 학습내용을 읽기가 더욱 어려워질 수 있다[12].

모바일 기기는 휴대성과 기기의 보편적 확산, 그리고 비교적 낮은 기기 비용 등의 요인으로 인하여 학습에 매우 유용하게 활용될 가능성이 있다. 그러나, 앞서 살펴본 바와 같이 화면 크기의 제한과 이동성으로 인하여 텍스트와 이미지의 균형된 활용방식을 설계하는 데 있어 지속적 연구가 필요하다.

## 2. 멀티미디어 학습설계 원리

### 2.1 인지이론적 기반

Mayer[7]가 제안한 멀티미디어 학습설계 원리는 인간의 인지에 대한 이중 부호화 가정과 인지과부하에 기반한다. 이중 부호화의 가정은 인지적 정보처리이론의 작동기억[13] 이론에 근거한다. Baddeley[13]에 의하면, 작동기억에는 시각 및 공간적 정보들을 처리하는 시공간 메모장(visuo-spatial sketch pad), 말과 글의 언어적 정보를 저장하고 코딩하는 음운 고리(phonological loop), 그리고, 저장 기능은 없고 표상체제와 상관없이 특정 자극에 집중하는 것을 지원하는 중앙통제 기제(central executive)가 존재한다. 즉 언어는 청각적(말) 혹은 시각적(글) 자극으로, 그림은 시각적 자극으로서 감각기억고를 통과하고, 작동기억고에서 언어적 정보와 시각적 정보는 사전지식과 통합되어 학습자에게 유의미하게 기억된다[7].

그런데, 외부의 다양한 자극들은 모두 감각기억고에 들어오지 못하고 선택적으로 들어오게 되며 아주 짧은 순간만 저장된다. 작동기억고는 감각기억고보다 정보를 처리하는 시간은 길고 새로운 정보와 사전지식 간의 통합을 위해 활발히 매개역할을 하지만, 한 번에 처리

할 수 있는 정보의 양이 감각기억고보다 훨씬 적다[14]. 작동기억고의 처리용량 제한으로 인하여 학습 자료의 제시양식과 관련이 깊은 외생적 인지부하가 발생하게 된다[15]. 외생적 인지부하는 과제와 직접적 연관이 없는 요소들 때문에 정보를 처리하는 작동기억의 역량을 불필요하게 소모하는 결과를 가져와 학습 자료 처리의 비효율성과 낮은 수준의 기억 및 전이를 유발한다[7]. 예를 들어, 이미지를 통하여 설명되어야 할 절차-원리를 텍스트로만 제시할 경우 외생적 인지부하가 발생할 수 있으며, 또한 텍스트와 이미지의 동시 사용이 사전 지식이 많은 학습자에게는 오히려 외생적 인지부하를 더욱 유발시킬 수도 있다. 즉, 학습 자료 제시 방식에 의한 외생적 인지부하를 최소화하고 학습내용을 작동기억고에서 효과적으로 처리하는 것을 돕는 텍스트와 이미지의 활용 원리가 학습 콘텐츠 개발에 필요하다 [11].

## 2.2 멀티미디어 원리와 개인차 원리

Mayer[7]에 의하면, 교수자 혹은 학습 프로그램의 역할은 학습자로 하여금 새로운 정보를 활발하게 처리하게 하는 인지적 조력자이다. 인지적 작용의 중요한 요소 중 하나는 학습 자료의 시각적 및 언어적 표상을 구성하고 그 둘을 통합시키는 것이다. 일반적으로 학습될 내용이 멀티미디어, 즉 언어적 방식과 시각적 방식으로 함께 제공될 때, 학습효과가 증가한다.

Mayer와 Gallini[8]의 연구에 의하면, 브레이크 시스템에 대한 텍스트와 이미지를 함께 제공하는 경우와, 텍스트만 제공한 경우를 비교했을 때, 두 가지 정보를 함께 제공받은 학습자들이 전이를 요구하는 과제에서 더욱 많은 수의 의견을 제시할 수 있었다. 동일한 학습 내용에 대해 애니메이션과 나레이션을 함께 제시한 경우와 나레이션만 제공한 경우를 비교했을 때도 역시 전자의 경우 문제해결 과제에 있어 학습자들이 더 많은 해결책들을 제시할 수 있었다[16]. 이미지 사용의 효과성은 텍스트와 함께 학습내용 간의 관계를 이미지로 제시한 프로그램을 경험한 학습자들이 텍스트 기반 프로그

그램을 경험한 학습자보다 학습 모듈간 연계를 더 효과적으로 지으며, 지식을 통섭적으로 활용하는 경향을 보인다는 것이 연구를 통해 밝혀진 바 있다[17].

Butcher[18]에 의하면, 현상을 간결하고 단순하게 표현한 이미지가 사실적 이미지보다 사실적 지식 습득에 더욱 효과적이었으며, 다양한 지식을 통합하는 데 긍정적인 영향이 있음을 밝혔다.

멀티미디어 학습에 있어 개인차 원리란, 사용자의 사전지식 정도와 공감각적 능력에 따라 멀티미디어 학습 원리가 다르게 작용함을 의미한다[8]. 특히, 사전지식 정도는 멀티미디어 원리에 영향을 미치는 것으로 알려져 있는데, 사전지식 정도가 높은 학습자보다 낮은 학습자에게 멀티미디어 원리가 더욱 강하게 작용한다. 멀티미디어 학습에 있어 개인차가 발생하는 것은, 사전지식 정도가 높은 학습자가 텍스트를 읽거나 나레이션을 듣는 동안 그 내용을 시각적으로 표상화하기가 용이한 반면, 사전지식 정도가 낮은 학습자는 언어적 자료만으로 내용을 시각적으로 표상하기가 더욱 어렵기 때문이다[19].

멀티미디어 원리와 사전지식 수준 간의 상호작용적 관계는 “전문성 역전 현상”(Expertise reversal effect)을 통하여 설명될 수 있다[20]. 전문성 역전 현상이란 이미지의 사용이 사전지식 수준이 낮은 학습자의 학습 효과를 높일 수 있는 것과는 달리, 사전지식 수준이 높은 학습자에게 인지적 부담을 오히려 가중시킬 수 있음을 의미한다. 숙련된 학습자는 자신의 정교한 인지적 구조(스키마)를 통하여 새로운 정보를 쉽게 이해하여 적은 인지부하로 작동기억고를 효율적으로 사용할 수 있는데, 이때 이미지를 제공하는 것은 이러한 효율적 인지과정에 방해가 되어 인지부하를 증가시킨다는 것이다.

인지부하 이론, 멀티미디어 원리, 그리고 개인차 원리가 학습 프로그램 설계에 제공하는 시사점은 다음과 같다. 우선, 언어적 정보와 시각적 정보를 효과적으로 함께 제시할 경우, 두 가지 정보를 동시에 떠올리고 통합하는 데 따른 인지부하를 감소시켜주는 효과를 가져올 수 있다. 그러나 텍스트와 이미지를 비롯한 멀티미디어 자료를 동시적으로 활용하는 것이 항상 효과적인 것은

1. 잘못된 교수설계로 인한 자료 제시, 혹은 학습활동 양식에 의하여 발생하는 인지부하(extraneous load)[15]를 의미한다.

아니며, 제시한 방식과 사용자의 인지적 특성에 따라 외생적 인지부하를 오히려 높여 학습을 방해할 수 있다.

### 3. 모바일 학습환경과 멀티미디어 학습설계 원리

학습내용을 언어와 시각적인 방법으로 동시에 제시하는 것이 효과적이라는 인식은 이제 많이 보편화 되었으나, 여전히 어떤 환경에서, 어떤 종류의 시각적 자료를 언제, 누구에게 사용하는 지에 대해서는 연구가 더 필요하다[7]. 이러한 맥락에서, 모바일 학습의 경우, PDA 등의 소형 화면에서의 이미지 제시에 대한 연구들이 진행되어 왔다.

화면 크기에 따라 절차 위주의 수행 수준을 비교한 Byrd와 Caldwell[21]에 의하면, PDA, 스마트폰, 그리고 소형 PC 모니터의 크기가 수행시간에 유의한 영향을 끼치기는 하나, 인지부하와 오류율에는 유의한 효과를 가져오지 못하였다. 세 가지 화면 크기와 멀티미디어 원리, 그리고 어휘학습효과 간의 관계를 분석한 Kim과 Kim[9]의 연구에 의하면, 큰 화면에서 이미지가 포함된 프로그램으로 학습할 경우 어휘학습이 효과적으로 이루어진 반면, 소형 화면에서는 이미지 사용이 학습효과에 거의 기여하지 못하였음이 밝혀졌다. 한편, Churchill[22]은 화면이 작아질 경우 정보를 가능한 시각적으로 표현하고, 색상의 다양성을 자제하는 등의 화면설계 원리들을 제시하였다.

태블릿 PC 환경에서 시각적 정보에 대한 학습자의 심리적 반응을 조사한 Kim, Sundar, 그리고 Park[23]은 동일한 동영상을 이동전화기(3.5" iPhone 4)와 태블릿 PC로 제시했을 때, 전자의 경우에는 이동성, 그리고 후자의 경우에는 오락성(흥미)에 대한 심리적 기대가 더욱 컸음을 보여 주었다. 모바일 학습의 플랫폼에 따라 학습자의 기대와 만족감이 달라질 수 있다는 것은 학습시 제공되는 멀티미디어 자료에 대한 태도도 플랫폼에 따라 달라질 수 있음을 시사한다.

한편, Sharples, Taylor, 그리고 Vavoula[24]는 소프트웨어 개발자와 공학자들이 유아·초·중등 및 성인교육 등 다양한 학습 요구를 수용할 수 있는 모바일 학습 디자인 원리를 제시하였는데, 이들이 제시한 원리는 멀티미디어 자료 활용 방식에 관한 구체적 지침보다는 개념

적 차원에서의 접근의 성격이 더욱 강하다. 모바일 기기를 통한 증강현실 활용 학습에 관한 연구들 역시 [5][6] 멀티미디어 학습의 새로운 가능성들을 제시하고는 있으나 학습설계 원리에 대한 시사점을 심도있게 다루지는 않았다.

정리하면, 기존의 연구들은 주로 인터페이스 디자인의 기술적 관점에서 다루어진 경향이 있어[22], 학습자 특성, 혹은 학습효과에 주는 시사점을 찾기 힘들다는 한계가 있다. 또한, 기존 모바일 기기보다 화면크기와 용도가 다양해진 태블릿 PC(스마트 패드)에서의 연구 역시 아직 많이 진행되지 않아 아이패드를 비롯한 다양한 플랫폼에서 멀티미디어를 효과적으로 활용하는 지식이 아직은 부족한 실정이다[22].

## III. 연구방법

### 1. 연구대상

본 연구는 대학교 재학 이상의 성인 90명을 대상으로 실시되었다. 실험 참가자들은 대학생(56.57%)과 직장인(43.33%)으로 구성되었으며, 남성(53.33%)의 비율이 다소 높았다. 연령을 보면 21-30세(63.33%)와 31-41세(25.56%)에 해당되는 학습자들이 대다수를 차지하였으며, 나머지는 20세 이하(7.78%)와 41세 이상(3.33%)의 순으로 참가하였다. 실험 참가자들의 스마트기기 사용 시간은 주로 일 평균 1시간 미만(50%)이었으며, 주 사용 목적은 인터넷 검색(47.78%) 및 타인과의 대화(26.67%)인 반면, 학습 목적(3.33%)으로는 거의 사용되고 있지 않은 것으로 나타났다.

### 2. 실험 도구

#### 2.1 실험 자료의 개발

본 연구를 위해 마케팅 기본 학습과정 중 브랜드의 개념, 효과, 브랜드 자산 개념, 그리고 브랜드 평가의 내용을 중심으로 30분 내외의 스마트 패드용 학습 프로그램이 개발되었다. 또한, 실험 참가자들을 사전지식 수준에 따라 분류하기 위하여 사전 평가가 학습 이전에 실시되었다. 사전 평가는 마케팅 이론의 기본 개념을

문는 총 6개 문항으로 구성되었다(예: ‘마케팅믹스의 4P는 무엇인가?’). 사전 평가 약 2-7일 후 실험 참가자들이 프로그램을 학습한 다음 사후 평가를 실시하였으며, 사전·사후 평가, 그리고 학습 프로그램은 모두 관련 분야 전문가의 검증과정을 통하여 그 타당성이 검증되었다. 학습내용 및 세부 활동 내역을 정리하면 [표 1]과 같다.

표 1. 학습내용 및 세부활동

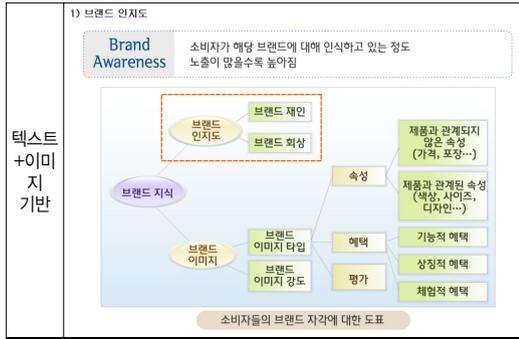
학습 단계	세부 활동 내역	특이사항
학습 전 (Prologue)	-Intro -Goal -Focus on Case -Keyword	동일하게 구성
학습 중 (Expert Report)	1. 브랜드의 개념 2. 브랜드의 효과 3. 브랜드 자산의 개념 4. 브랜드 자산의 평가방법	텍스트 기반 / 텍스트+이미지 기반
학습 후 (Epilogue)	Review	텍스트 기반 / 텍스트+이미지 기반

본 연구에서 사용된 학습 프로그램은 멀티미디어 원리의 적용 가능성을 실험하기 위해 동일한 내용을 텍스트 기반과 텍스트와 이미지 기반 형태로 제작되었으며, 후자의 경우 장식적, 표상적, 조직적, 그리고 설명적 이미지들이 모두 활용되었다[7]. 멀티미디어 원리가 언어적 정보와 시각적 정보의 개별적, 혹은 동시 사용을 뜻하는 것인데, 구체적으로 본 연구에서 언어적 정보로는 텍스트를, 그리고 시각적 정보로는 이미지를 사용하였다. 나레이션(언어)과 애니메이션(시각) 등 다양한 제시방식도 사용될 수 있었으나, 학습내용과의 적절성과 효율성을 고려하여 텍스트와 이미지가 선택되었다.

두 가지 형태의 학습 프로그램을 대표하는 화면 예를 제시하면 [표 2]와 같다. 각 프로그램은 4개 주제로 구성되었으며, 약 30분에 걸쳐 학습할 수 있도록 제작되었다.

표 2. 두 가지 학습 프로그램 예시

예시 1	
텍스트 기반	<p>1) Calkins, tim 교수의 설명</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>동일한 제품에 대해 브랜드의 차이만 주었을 때 소비자들이 생각하는 가치의 차이를 평가하였습니다.</li> </ul> <p>“0.3캐럿의 다이아몬드가 박혀있는 18K금 귀걸이의 적정가격은 얼마인가?”</p> <p>위의 질문에 대한 소비자가 생각하는 적정가격은 다음과 같습니다.</p> <p>1. 브랜드가 없을 때 : 평균 550달러 2. 티파니 제품이라면? : 평균 873달러 3. 월마트 제품이라면? : 평균 81달러</p>
텍스트+이미지 기반	<p>1) Calkins, tim 교수의 설명</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>동일한 제품에 대해 브랜드의 차이만 주었을 때 소비자들이 생각하는 가치의 차이를 평가함</li> </ul> <p>“0.3캐럿의 다이아몬드가 박혀있는 18K금 귀걸이의 적정가격은 얼마인가?”</p> <p>소비자가 생각하는 적정가격</p> <p>평균 550달러      평균 873달러      평균 81달러</p> <p>브랜드 없을 때      티파니 제품이라면?      월마트 제품이라면?</p>
예시 2	
텍스트 기반	<p>1) 브랜드 자산의 평가방법</p> <p>[Brand valuation] 브랜드 가치 평가(brand valuation)란 브랜드의 전체적인 재무적 가치를 예측하는 것입니다. 브랜드 자산의 평가방법의 종류에는 시장가치 평가법과 수익 프리미엄 계산법과 소비자 기반 가치 평가법이 있습니다. 먼저 시장가치 평가법과 수익 프리미엄 계산법에 대해 살펴보도록 하겠습니다.</p> <p>시장가치 평가법 → 추가 총액에서 자산을 뺀 나머지를 브랜드 자산으로 계산하는 방법</p> <p>수익프리미엄 계산법 → 브랜드 충성도에서 발생하는 프리미엄 가격을 바탕으로 수요와 연계해서 계산하는 방법 -식1: 프리미엄 가격 X 수요 = 프리미엄 수익 -식2: 프리미엄 수익 - 수익 = 브랜드 가치</p>
텍스트+이미지 기반	<p>1) 브랜드 자산의 평가방법</p> <p>브랜드의 전체적인 재무적 가치를 예측하는 것</p> <p>Brand valuation</p> <p>브랜드 자산의 평가방법의 종류에는 시장가치 평가법과 수익 프리미엄 계산법과 소비자 기반 가치 평가법이 있습니다. 먼저 시장가치 평가법과 수익 프리미엄 계산법에 대해 살펴보도록 하겠습니다.</p> <p>시장가치 평가법      수익 프리미엄 계산법</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>추가 총액에서 자산을 뺀 나머지를 브랜드 자산으로 계산하는 방법</li> </ul> <p>추가 총액      자산      브랜드 자산</p>
예시 3	
텍스트 기반	<p>1) 브랜드 인지도</p> <p>[Brand Awareness] -소비자가 해당 브랜드에 대해 인식하고 있는 정도 -노출이 많을수록 높임</p> <p>브랜드 지식에는 브랜드 인지도와 브랜드 이미지가 있습니다.</p> <p>(1) 브랜드 인지도 - 브랜드 개관 - 브랜드 회상</p> <p>(2) 브랜드 이미지 - 브랜드 이미지 타입 - 브랜드 이미지 강도</p> <p>이들 브랜드 이미지 타입은 다시 색상-형태-문자로 나눌 수 있으며, 색상은 다시 제품과 관계되지 않은 색상(가격, 포장, 제품과 관계된 색상(의상, 사이즈 디자인)으로 나눌 수 있습니다. 형태는 기능성 형태-심미적 형태-제품의 형태로 나눌 수 있습니다.</p>



[표 2]의 예시 1에서 텍스트+이미지 기반 학습 프로그램에 사용된 이미지는 인지도가 다른 두 브랜드를 대표하는 이미지, 즉 표상적 이미지이다(예: Tiffany 대 Walmart). 예시 2에서 사용된 이미지는 브랜드의 시장 가치 평가를 측정하는 데 필요한 개념과 원리를 이해하기 쉽게 하는 설명적 이미지이다. 마지막으로, 예시 3의 이미지는 개념간의 관계를 표현한 조직적 이미지이다.

### 2.2 측정도구

본 연구에서는 스마트 패드 기반 학습에서 멀티미디어 원리와 개인차 원리의 효과를 측정하기 위하여 인지부하와 학습성취도를 측정하였다. 인지부하 정도는 설문문을 통하여 학습자들이 과제를 수행하면서 느끼는 스트레스를 측정하였으며, 류지현과 임지현[25]의 인지부하 측정 설문도구를 활용하였다. 이 도구는 신체적 노력(학습과제 수행에 수반된 신체적 피로나 활동의 양), 정신적 노력(문제 이해와 해결에 투입했다고 지각한 정신활동의 양), 과제 난이도(학습내용에 대한 이해 수준의 정도), 자기평가(문제해결 후에 느끼는 성취감 정도), 그리고 자료 설계의 적절성(학습 자료 설계가 학습자의 이해에 미치는 영향 정도)의 5 개 요인으로 구성되었으며, 7점 척도로(‘전혀 아니다’ 1점-‘매우 그렇다’ 7점) 학습자의 인지부하 정도를 측정할 수 있도록 개발되었다. 측정치가 높을수록 인지부하 정도가 높음을 의미한다. 각 요인은 4개 문항으로 구성되었다. 인지부하 측정 도구의 신뢰도 계수(Cronbach  $\alpha$ )를 측정한 결과, 양호한 것으로 평가되었다(범주별: .76-.92, 전체: .81).

학습성취도는 학습내용의 습득 정도를 평가하는 사

후 평가를 실시함으로써 측정하였다. 사후 평가지는 총 5 개 문항으로 구성되었으며, 학습 프로그램의 핵심적인 학습목표 달성 여부를 측정하였다. 각 문항에 정답을 맞힐 경우 1점으로 계산되어 총 5점까지 획득할 수 있었다. 학습내용의 특성상 평가 문항은 주로 기본적인 개념 습득과 이해 여부를 묻는 것으로 구성되었다. 사후 평가는 학습이 종료된 후, 지필고사 형태로 제공되었다.

### 2.3 실험설계 및 절차

#### 2.3.1 실험설계 및 분석

본 연구에서 실험은 2x2 요인설계 방식에 따라 진행되었다. 독립변인은 멀티미디어 원리(이미지 사용 유무)와 사전지식 수준(높은-낮은 수준)이었고, 종속변인은 인지부하 정도와 학습성취도였다. 독립변인과 종속변인 간의 관계를 규명하기 위하여 이원변량분석법을 실시하였으며, 멀티미디어 원리의 적용 효과와 멀티미디어 원리와 개인차 원리 간의 상호작용 효과를 분석하였다. 사전지식 수준의 효과는 통계분석을 통하여 도출되기는 하였으나, 독립적인 의미보다 멀티미디어 원리와 상호작용적 관계 속에서 이해되어야 하기에 개인차 원리의 독립적 효과는 연구결과에서 다루지 않았다.

#### 2.3.2 실험절차

실험 참가자들은 사전 평가를 통하여 사전지식 수준을 평가받은 후, 사전지식이 높은 집단( $M=3.69$ ,  $SD=1.07$ )과 낮은 집단( $M=.98$ ,  $SD=.81$ )으로 구분되었다. 사전지식에 따른 집단 구분은 중앙값을 중심으로 상위와 하위 집단으로 구분하는 방법을 사용하였다.

이후에 각 집단의 구성원을 무선으로 두 개 집단으로 나누어 한 집단에겐 텍스트 기반의 스마트 패드용 콘텐츠를 제공하고, 다른 집단에겐 텍스트와 이미지 기반의 스마트 패드용 콘텐츠를 제공하였다. 마지막으로, 모든 집단을 대상으로 사후 평가와 인지부하 설문을 실시하여 학습성취도와 인지부하 정도를 측정하였다.

#### IV. 연구결과

집단별 인지부하 및 학업성취도의 평균(표준편차)이 표 3에 제시되어 있다. 인지부하를 가장 많이 느낀 집단은 사전지식이 높고 멀티미디어 원리를 적용하지 않은(텍스트) 콘텐츠로 학습한 집단(M=4.44)이었고, 학습 이후 가장 높은 학업성취도를 보인 집단은 사전지식 수준이 높고 멀티미디어 원리를 적용한(텍스트+이미지) 콘텐츠로 학습한 집단(M=3.73)이었다.

표 3. 인지부하와 학업성취도의 평균 및 표준편차

집단	N	인지부하	학업성취
High PK / T	20	4.44 (.72)	3.70 (1.26)
Low PK / T	24	4.08 (.40)	2.46 (.72)
High PK / T+1	22	4.43 (.46)	3.73 (1.16)
Low PK / T+1	24	4.21 (.54)	3.23 (1.04)

(사전지식: PK, 텍스트: T, 이미지: I)

인지부하 측정도구의 세부 영역별 평균값은 다음과 같다(표 4). 전체적으로 자료설계에 대한 인지부하 정도가 다소 높았으며, 신체적 노력에 의한 인지부하량은 상대적으로 적은 것으로 드러났다.

표 4. 인지부하 영역별 평균

집단	영역	신체적 노력	정신적 노력	과제 난이도	자기 평가	자료 설계
High PK / T		2.65	5.05	4.89	4.58	5.01
Low PK / T		4.16	4.68	3.72	3.63	4.20
High PK / T+1		3.08	4.64	4.85	4.35	5.20
Low PK / T+1		3.51	4.34	4.34	3.99	4.86
전체		3.39	4.66	4.42	4.11	4.80

인지부하 측정치의 변량분석 결과(표 5)에 의하면, 멀티미디어 원리 적용은 인지부하에 유의한 영향을 끼치지 못하였으며( $F=.31, p=.58$ ), 사전지식의 정도와 멀티미디어 원리 적용 간의 상호작용에 의한 유의한 효과 역시 찾지 못하였다.

표 5. 사전지식 정도와 멀티미디어 원리 적용 변량분석 결과 (인지부하 정도)

변량원	자승합	자유도	평균자승	F	p
MM	.088	1	.09	.31	.58
PK	1.85	1	1.85	6.52	.012
MM*PK	.12	1	.28	.42	.52

$\alpha.05$

학업성취도에 있어서 멀티미디어 원리 적용, 그리고 사전지식의 정도와 멀티미디어 원리 적용 간의 상호작용에 의하여 유의한 효과가 나타났다(표 6). 이러한 결과는 멀티미디어 원리와 두 변인간 상호작용이 인지부하 정도에 유의한 영향을 미치지 않은 결과와 상반된다.

표 6. 사전지식 정도와 멀티미디어 원리 적용 변량분석 결과 (학업성취도)

변량원	자승합	자유도	평균자승	F	p
MM	13.77	1	13.77	14.70	.00
PK	5.25	1	5.25	5.60	.02
MM*PK	12.83	1	12.83	13.70	.00

$\alpha.05$

학습자의 사전지식 정도와 멀티미디어 원리간의 상호작용이 학업성취도에 미치는 영향을 표로 제시하면 다음과 같다(그림 1). 텍스트와 이미지를 동시에 제시하는 것이 사전지식 정도가 높은 집단보다 사전지식 정도가 낮은 집단의 학업성취도 향상에 있어 더 큰 영향을 끼쳤음을 알 수 있다.

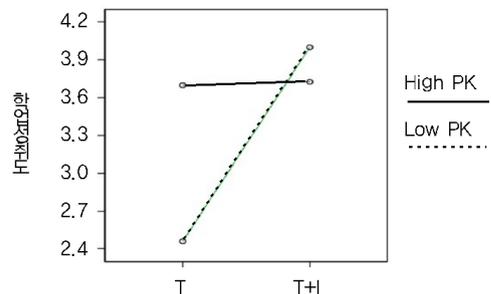


그림 1. 사전지식 정도와 멀티미디어 원리 간의 상호작용

## V. 결론 및 논의

본 연구는 모바일 학습 플랫폼 중 스마트패드 환경에서의 멀티미디어 원리와 개인차 원리의 적용 가능성을 조사하였다. 연구 결과, 인지부하에 있어 멀티미디어 원리의 적용, 그리고 멀티미디어 원리 적용과 사전지식 수준 간의 상호작용(개인차 원리)에 의한 유의한 효과가 나타나지 않았다. 반면, 학업성취도에 있어서는 멀티미디어 원리의 적용, 그리고 멀티미디어 원리 적용과 사전지식 간 상호작용의 유의한 효과를 발견할 수 있었다. 스마트패드 환경에서의 멀티미디어 원리의 적용 가능성과 학습자 사전지식 수준의 영향을 인지부하와 학업성취 차원에서 다음과 같이 논의할 수 있다.

### 1. 스마트패드 환경에서 멀티미디어 원리와 학습자 사전지식 수준이 인지부하에 미치는 영향

멀티미디어 원리에 의하여 이미지가 포함된 콘텐츠로 학습한 집단의 인지부하 정도가 텍스트 기반 콘텐츠로 학습한 집단의 인지부하 정도보다 낮아야 함에도 불구하고 유의한 차이가 나타나지 않은 것은, PC 환경에 익숙한 학습자들이 스마트패드 환경에서 이미지를 파악하는 데 드는 인지적 노력이 상대적으로 많이 투입되었기 때문이라고 보여진다. 화면 크기가 작아질 때 주의집중과 시각적 인지 과정에 어려움이 따르고[10][26], 화면 제한에 따라 이미지가 단순화되거나 이미지에 대한 설명이 함축적으로 이루어져 외생적 인지부하가 증가할 수 있다[27]. 즉, 이미지 내용 파악에 따른 외생적 인지부하의 증가로 인하여 이미지가 포함된 콘텐츠와 포함되지 않은 콘텐츠에 대한 학습자들의 인지부하 정도가 유사해졌을 가능성이 있다.

화면 크기 외에도, 학습자의 사전지식 유무에 따라 사용된 이미지가 서로 다른 영향을 끼쳤을 수 있다. 본 연구에서 사용된 이미지는 장식적 이미지, 표상적 이미지, 조직적 이미지, 그리고 설명적 이미지이다. 이 중 조직적 이미지와 설명적 이미지는 학습내용의 구조와 내용간의 추상적 관계를 보여줌으로써 인지적 구조망(스키마, schema) 형성에 기여하는 이미지이다. 스키마 형성을 위한 이미지를 이해하는 과정에서 사전지식 수준

이 낮은 학습자는 사전지식 수준이 높은 학습자보다 내용 간의 추상적 관계를 파악하는 데 어려움을 겪는다[28]. 인지부하에 있어 개인차 원리, 즉 사전지식 수준이 낮은 학습자에게 있어 이미지 사용으로 인한 인지부하 감소 효과가 나타나지 않은 것은, 이미지 사용으로 인하여 인지부하가 감소된 정도가 스키마 형성을 위한 이미지의 부정적 효과에 의하여 상쇄되었을 가능성에 기인한 것이라 보여진다.

멀티미디어 원리의 효과와 멀티미디어와 사전지식 수준 간 상호작용의 유의한 효과가 나타나지 않은 또 다른 이유로 측정도구의 성격을 들 수 있다. 본 연구에서 사용한 인지부하 설문도구는 사용자가 느끼는 주관적 인지부하 정도를 간접적으로 측정하는 것이었다. 주관적 판단에 기반한 설문 결과는 학습자의 정서적 상태, 과제 난이도와 내용의 성격에 대한 학습자 태도 등 다양한 요인에 의하여 좌우될 수 있어[29] 순수하게 인지부하 정도를 정확하게 측정하는 데 한계가 따를 수 있다.

### 2. 스마트패드 환경에서 멀티미디어 원리와 학습자 사전지식 수준이 학업성취에 미치는 영향

멀티미디어 원리와 개인차 원리가 인지부하에 유의한 영향을 미치지 못한 결과와 달리, 학업성취도에 유의한 영향을 미친 것은 흥미로운 연구결과라 할 수 있다. 학업성취도 차원에서 다른 연구결과가 도출된 것은, 인지부하 정도를 묻는 설문도구가 학습자의 주관적 판단을 묻는 것이고, 학업성취도 측정 도구는 학습효과성을 측정하는 객관적 도구이기 때문으로 보여진다. 본 연구에서 나타난 인지부하와 학업성취도 결과 간의 차이는 피험자의 주관적 판단을 묻는 설문도구와 학습효과를 객관적으로 측정하는 평가도구 간의 차이가 존재할 수 있다는 선행연구들과 일맥상통한다[30]. 즉, 인지부하 정도에 대한 학습자 인식은 인지부하의 순수한 양만 측정하는 것이 아니라 학습자의 감정 상태와 태도 등의 영향을 받을 수 있어, 학업성취도 측정과 그 결과가 다를 수 있다. 학업성취도 차원에서 멀티미디어 원리가 적용되고, 멀티미디어 원리와 개인차 원리 간 상호작용이 존재하는 이유에 대해 다음과 같이 설명할 수

있다.

PC 환경보다 작은 화면 크기로 인하여 이미지 내용을 파악하는 데 투입되는 인지적 노력이 커지기는 하였으나, 간결하게 제작된 이미지들이 사실적 지식 습득과 간단한 개념 이해에 긍정적 영향을 끼쳤을 것으로 보인다[30]. 또한, 본 연구에서 사후 평가도구로 사용된 학업성취도 검사지 역시 지식 습득과 개념 이해에 초점이 맞추어져 있어, 이미지가 포함된 콘텐츠를 사용한 학습자들에게 유리하게 작용한 측면이 있었을 것이다.

학습자 사전지식 수준과 멀티미디어 적용 간의 상호작용 효과는 [그림 1]에서 볼 수 있듯이, 사전지식 수준이 낮은 학습자들에게 이미지 제시가 큰 영향을 미쳤던 반면, 사전지식 수준이 높은 학습자들에게는 효과가 거의 없었던 것으로 드러났다. 즉, 이미지 사용이 사전지식 수준이 낮은 학습자들의 지식 습득과 개념 이해에는 도움이 되지만, 사전지식 수준이 높은 학습자들에게 이미지 사용은 불필요한 것일 수 있다. 숙련된 학습자는 텍스트 내용에 대한 스키마가 잘 형성되어 있어 텍스트만으로 내용을 이해할 수 있다. 그런데 이러한 학습자에게 이미지를 추가적으로 제공할 경우, 제한된 작동기억을 불필요하게 소모하게 하여 학습에 아무런 효과를 가져오지 못하거나 부정적 효과를 가져올 수 있다. 이와 같은 현상을 ‘전문성 역전 현상’(Expertise reversal effect)이라고 부르며[20], PC 환경보다 화면크기와 이미지 제시에 제한이 따르는 환경에서도 적용가능하다는 것을 본 연구를 통하여 알 수 있었다.

### 3. 연구의 시사점 및 제한

연구의 시사점으로, 첫째, 적절한 이미지 사용이 대체로 사전지식 수준이 낮은 학습자에게 유리하겠으나, 스마트 패드 환경에서 인지부하를 증가시킬 가능성이 있다는 것이다. 스마트 패드는 화면 크기에 제약이 있을 뿐만 아니라, 교통수단을 통한 이동 과정, 야외 환경 등 소음과 주의분산 요소가 많은 환경에서 주로 사용되기 때문에 이미지 내용을 파악하는 데 PC 환경에서보다 더 많은 인지적 노력을 들일 필요가 있을 것이다. 따라서, 스마트 패드용 학습 콘텐츠 개발시 이미지 내용 파악이 손쉽도록 이미지를 간결하게 제작하는 방안을 고

려해 볼 수 있다. 다만, 간결한 이미지가 사실적 지식과 개념 이해의 학습효과 증대에 더 적절한 대신, 고차원적 사고력을 요구하는 학습과 사전지식 수준이 높은 학습자의 학습에 반드시 효과적이지만은 않다는 것 역시 고려해야 할 것이다.

둘째, 사전지식 수준이 높은 학습자들에게 일어날 가능성이 있는 전문성 역전 현상을 방지하기 위하여 이미지 제시를 선택 사항으로 제공하거나, 필요한 경우에만 해당 이미지를 쉽게 보게 하는 도구를 프로그램에 포함시킬 필요가 있다.

셋째, 인지부하 정도에 대한 학습자들의 인식은 실제 학업성취도와 상반된 양상을 띠 수 있으므로, 콘텐츠에 대한 학습자 만족도 실시 등의 설문결과가 부정적인 것으로 드러나도 학업성취도를 함께 분석함으로써 실질적 학습효과성을 파악할 필요가 있다. 학습자가 콘텐츠에 대하여 느끼는 인지부하 정도가 학습효과성과 무관한 것은 아니며, 교수설계자가 이러한 학습자 반응을 존중해야겠으나, 학업성취도와 비교하여 향후 수정 방향을 조정해 나갈 필요는 있을 것이다.

마지막으로 연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 본 연구는 멀티미디어 학습과 관련된 원리로서 반복성 효과, 주의분산 효과 등 다양한 원리들이 존재함에도 불구하고 멀티미디어 원리와 개인차 원리에 연구 초점을 맞추었기 때문에 다양한 학습원리와의 상호작용적 관계를 분석하는 데 한계가 따랐다. 둘째, 콘텐츠의 내용과 학습평가가 주로 지식습득과 개념이해에 한정되어 있어 원리의 적용, 통합적 사고, 창의적 사고 등 고차원적 학습목표를 지향하는 콘텐츠에 본 연구 결과를 적용하기 어려울 것이다. 마지막으로, 이미지 성격과 간결성·정교성에 따라 다양한 학습효과를 분석하지 못하여 모바일 환경의 특성과 학습자 수준을 고려한 최적의 이미지 제작 방식을 제시하는 데 제약이 있었다. 따라서 향후 연구는 다양한 멀티미디어 관련 학습이론, 학습목표, 그리고 이미지 유형을 반영하여 모바일 학습환경에서의 멀티미디어 활용에 관한 이론 발전에 기여할 필요가 있을 것이다.

## 참고 문헌

- [1] <http://www.independent.co.uk/news/business/news/apple-is-expected-to-sell--28-million-i-pads-in-2011-2077713.html>
- [2] 임정훈, "모바일 기반 스마트 러닝: 개념 탐색과 대학교육에의 적용 가능성," 한국교육정보미디어 학회 춘계학술대회, 2011.
- [3] <http://www.udel.edu/PR/UDaily/2008/jul/multimedia071107.html>
- [4] 박성익, "공공기관 교육용 콘텐츠의 학습효과 증진을 위한 디자인 전략," 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제3호, pp.444-453, 2010.
- [5] Q. Sun, C. Ardito, P. Buono, M. Costabile, R. Lanzilotti, T. Pederson, and A. Piccinno, "Experiencing the past through the senses: An m-learning game at archaeological parks source," IEEE Multimedia, Vol.15, pp.76-81, 2008.
- [6] 원강식, "증강현실을 이용한 복원영상의 박물관 교육분야 활용방안", 한국콘텐츠학회논문지, 제10권, 제6호, pp.205-212, 2010.
- [7] R. E. Mayer, *Multimedia Learning (2nd ed.)*. Cambridge University Press, 2009.
- [8] R. E. Mayer and J. K. Gallini, "When is an illustration worth ten thousand words?," J. of Educational Psychology, Vol.82, pp.715-726, 1990.
- [9] D. Kim and D. Kim, "Effect of screen size on multimedia vocabulary learning," British J. of Multimedia Learning, (Early view article) Article first published online: 2 Dec, 2010, DOI: 10.1111/j.1467-8535.2010.01145.x
- [10] M. Albers and L. Kim, "Information design for the small-screen interface: an overview of web design issues for personal digital assistants," Technical Communications, Vol.49, No.1, pp.45-60, 2001.
- [11] P. Chandler and J. Sweller, "Cognitive load theory and the format of instruction," Cognition and Instruction, Vol.8, No.4, pp.293-332, 1991.
- [12] B. Ballard, *Designing the Mobile User Experience*, John Wiley & Sons, 2007.
- [13] A. D. Baddeley, *Working Memory*. Clarendon, 1986.
- [14] A. D. Baddeley, "The episodic buffer: A new component of working memory?," Trends in Cognitive Science, Vol.4, pp.417-423.
- [15] A. D. Baddeley, *Human Memory*, Allyn & Bacon Publishing Company, 1999.
- [16] R. E. Mayer and R. W. Anderson, "The instructive animation: Helping students build connections between words and pictures in multimedia learning," J. of Educational Psychology, Vol.84, No.4, pp.444-452, 1992.
- [17] S. M. Fiore, H. M. Cuevas, and R. L. Oser, "A picture is worth a thousand connections: the facilitative effects of diagrams on mental model development and task performance," Computers in Human Behavior, Vol.19, No.2, pp.185-199, 2003.
- [18] K. R. Butcher, "Learning from text with diagrams: Promoting mental model development and inference generation," J. of Educational Psychology, Vol.98, No.1, pp.182-197, 2006.
- [19] R. E. Mayer, "Multimedia learning: Are we asking the right questions," Educational Psychologist, Vol.32, No.1, pp.1-19, 1997.
- [20] S. Kalyuga, P. Ayres, P. Chandler, and J. Sweller, "The expertise reversal effect," Educational Psychologist, Vol.35, No.1, pp.23-31, 2003.
- [21] K. S. Byrd and B. S. Caldwell, "From UMPCs to cell phones: How does diminishing screen real estate affect screen access and working memory?," Human Factors and Ergonomics

Society Annual Meeting Proceedings, Vol.53, No.15, pp.960-964, 2009.

[22] D. Churchill, "Conceptual model learning objects and design recommendations for small screen," Educational Technology & Society, Vo.14, No.1, pp.203-216, 2011.

[23] K. J. Kim, S. Sundar, and E. Park, "The effects of screen-size and communication modality on psychology of mobile device users," Proceedings of the 2011 annual conference extended abstracts on Human factors in computing systems, pp.1207-1212, 2011.

[24] M. Sharples, J. Taylor, and G. Vavoula, "A theory of learning for the mobile age," In R. Andrews & C. Haythornthwaite (eds.) "The Sage Handbook of E-learning Research," London: Sage, pp.221-247, 2007.

[25] 류지현, 임지현, "인지부하 측정을 위한 구인의 탐색 및 타당화," 교육정보미디어연구, 제15권, 제2호, pp.1-27, 2007.

[26] L. Chen, X. Xie, X. Fan, W. Ma, H. Zhang, and H. Zhou, "A visual attention model for adapting images on small displays," ACM Multimedia Systems Journal, Vol.9, pp.353-364, 2003.

[27] N. Maniar, E. Bennett, S. Hand, and G. Allan, "The effect of mobile phone screen size on video based learning," J. of Software, Vol.3, No.4, pp.51-61, 2008.

[28] M. Petre, and T. R. G. Greene, "Learning to read graphics: Some evidence that "seeing" an information display is an acquired skill," J. of Visual Languages and Computing, Vol.4, No.1, pp.55-70, 1993.

[29] R. Brünnen, J. L. Plass, and D. Leutner, "Direct measurement of cognitive load in multimedia learning," Educational Psychologist, Vol.38, No.1, pp.53-61, 2003.

[30] Y. Lee, "Learning outcomes of online

discussions: Looking into the relationship between vicarious interactions and higher order thinking," J. of Educational Technology, Vol.26, No.4, pp.191-221, 2010.

### 저 자 소 개

#### 김 보 은(Bo Eun Kim)

정회원



- 2011년 8월 : 서강대학교 교육대학원 교육공학 전공(교육공학 석사)
- 현재 : (주) Ubion 교수설계팀 팀장

<관심분야> : 이러닝 설계, 인터페이스 디자인, 사용성, 교육용 콘텐츠 개발

#### 이 예 경(Yekyung Lee)

정회원



- 1997년 2월 : 서울대학교 대학원 교육공학전공(교육학 석사)
- 2008년 5월 : 퍼듀 대학교 교육공학 전공(교육공학 박사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 서강대학교 교육대학원 교육공학-교육행정 융합전공 조교수

<관심분야> : 교수설계, 교육 콘텐츠 디자인, 인터페이스 설계, 사용성, 학습환경 설계, 상호작용적 학습