

HCI 관점에서 어포던스 이론에 근거한 디지털교과서 사용자 인터페이스 개선 연구

황윤자[†] · 성은모^{††}

요 약

본 연구의 목적은 학습자가 디지털교과서를 보다 능동적으로 학습하고 자기주도적으로 사용할 수 있도록 사용성과 관련된 어포던스(행동유도성)의 문제점을 파악하고 이를 개선하고자 하는데 있다. 이를 위해 초등학교 4학년 학생 10명이 과업을 통해 관찰 및 면담을 통해 어포던스 문제점을 살펴보고 그에 맞게 실질적으로 인터페이스를 개선하였다. 이러한 개선을 통해 학습자들이 정보를 바로 지각, 이해 할 수 있도록 하여 학습자가 디지털교과서라는 낯선 디지털 환경에서도 학습자들이 적절하게 행동이 유도 될 수 있을 것이며 디지털교과서로 어떠한 환경에서도 학습자들이 직접 조작하고 상호작용하는 학습 체험을 경험하고 의미 있는 학습으로 연계될 수 있을 것이다.

주제어 : 어포던스, 행동유도성, 사용성, 디지털교과서, 사용자 인터페이스, HCI

A Study about Improvement of Digital Textbook Interface based on Affordance Theory in the Context of HCI

YunJa Hwang[†] · EunMo Sung^{††}

ABSTRACT

The purpose of this study was to identify problems of usability and to improve an interface in the digital textbook for learner's leading to self-directed learning. To address those goals, the theory of affordance, which was related to affordance as leading to behavior, was applied for analyzing the user interface of digital textbook. Also, 10 students, 4th grade elementary school, were participated in the study. Participants were reported affordance's problems of digital textbook through Human Computer Interaction. As a result, some affordance's problems of the digital textbook were found out as follow; difficulty of page clicking, too small touch button, confusing the button, and, need to specific guidance. Based on the result, some suggestions were recommended to improve usability of digital textbook.

Keywords : Affordance, Usability, Digital textbook, User Interface, HCI(Human Computer Interaction)

† 정 회 원: 단국대학교 공학교육혁신센터 연구교수

†† 정 회 원: 한국청소년정책연구원 부연구위원(교신저자)

논문접수: 2015년 11월 13일, 심사완료: 2016년 3월 10일, 게재확정: 2016년 3월 17일

* 본 논문은 2014년 교육부의 지원(정책연구과제 2014-6)을 받아 한국청소년정책연구원에 의해 수행되었으며, 디지털교과서 활용 행태 및 사용자에게 미치는 영향 분석'연구의 일부분을 수정·보완하였음.

1. 서론

최근 정보통신 기술의 발전과 더불어 스마트기기의 보급은 사회 전반에 영향을 미치고 있으며, 교육현장에서도 스마트기기를 이용한 디지털교과서의 활용 교육과 같은 스마트교육 환경의 확산이 이루어지고 있다. 교육부에서는 2011년 10월에 발표한 ‘스마트교육 추진 전략 실행 계획’을 발표하여 학생들이서책형교과서와 연계하여 디지털교과서와 다양한 교수학습 자료를 활용하게 되면 교실수업에서는 학생의 흥미와 참여를 높일 수 있고, 학생들은 자기주도적 학습 능력을 키울 수 있다고 밝혔다[1].

초창기 디지털 교과서는 일반 교과서를 페이지 그대로 전자책에 옮기고 필요한 곳에 멀티미디어 콘텐츠가 삽입 되는 방식의 사용자 인터페이스를 가짐으로써 제대로 된 디지털 교과서로서의 가능성을 제대로 담아내지 못했으나[2] 최근의 디지털 교과서는 스마트 기기용이 상용화 되어 다양한 기능이 부가된 교육용 콘텐츠를 제공하고 있다.

‘스마트교육 추진 전략 실행 계획’에서 디지털 교과서의 문제점으로 사용자 편의 등을 고려한 디지털교과서의 개발이 미흡하다고 하여 향후 사용자의 편의성 및 활용성을 고려한 디지털교과서의 개발이 필요하다고 보았다[3]. 디지털교과서는 학습을 지원하기 위한 다양한 기능을 가지고 있으므로 그것이 실제로 학습자들이 사용하기 편리하도록 제공되어 있는지를 사용성과 관련하여 살펴볼 필요가 있다.

학습자가 이러한 디지털교과서를 능동적으로 학습하고 사용할 수 있도록 사용성과 관련된 어포던스(affordance)의 문제점을 파악하고자 한다. 어포던스란 사용자의 행위유발성, 행동유도성을 의미하는 것으로, 사용성(usability)을 통해 객체의 속성이 주체의 행동을 유발시키는 것을 말한다[4]. 이 용어는 행동유도성, 행동유인력, 유발성, 제공성 등으로 번역되어 활용되거나 원어의 우리말 표기인 ‘어포던스’ 그대로 활용되고 있다. 관련 연구에서는 어포던스로 표시되는 경우가 많아 본 연구에서도 원어의 우리말 표기인 ‘어포던스’로 사용한다.

학습자가 디지털 교과서의 특성을 잘 이해하고

이를 적절히 사용할 수 있도록 학습자의 어포던스에 방해가 되는 요소 즉, HCI(Human Computer Interface)적 접근을 통해 어떠한 경로와 과정을 겪는지, 학습을 하면서 어떤 어려움을 겪는지 파악하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 디지털 교과서

2.1.1 디지털 교과서의 개념과 기능

1990년 중반부터 이루어진 디지털교과서의 초기 연구들은 교과서의 개념이 아니라 컴퓨터 보조수업(CAI)의 확장 개념으로 보았으며, 전자교과서라는 용어로 사용되었다[5]. 계속해서 전자교과서라는 명칭을 사용하다가 2007년 3월 교육인적자원부에서 디지털교과서 상용화 추진 계획을 발표하면서 ‘서책형 교과서를 디지털화하여, 서책이 가지는 장점과 아울러 검색, 내비게이션 등의 부가편의 기능, 그리고 애니메이션, 3D 등 멀티미디어, 학습지원 기능을 구비하여 편의성과 학습 효과성을 극대화한 디지털 학습교재’로 정의하였으며 이를 기점으로 디지털교과서라는 용어가 통용되기 시작되었다[6]. 교육부의 스마트교육 추진 전략 실행계획에서 ‘기존 교과 내용(서책형 교과서)에 용어사전, 멀티미디어 자료, 평가 문항, 보충·심화학습 내용 등 풍부한 학습 자료와 학습 지원 및 관리 기능이 부가되고 교육용 콘텐츠 오픈마켓 등 외부자료와의 연계가 가능한 학생용 교재’로 정의하였다. 이와 같은 정의는 정책의 대상으로서 디지털 교과서를 교육 과정을 반영하며 멀티미디어 자료의 제공뿐만 아니라 검색 및 상호작용 기능을 제공하여 교수 학습을 지원하는 하나의 체제로 보고 있다는 것을 나타낸다[1].

디지털교과서의 주요 기능은 <표 1>과 같이 1) 학습지원 및 촉진기능, 2) 상호작용 및 다양한 정보자원과의 연계기능, 3) 학습 주자료 기능, 4) 학습관리, 도구 기능으로 나뉘볼 수 있다[3].

<표 1> 디지털교과서의 주요 기능

학습지원, 촉진기능	<ul style="list-style-type: none"> 멀티미디어 기능: 이미지, 사진, 동영상, 애니메이션 등 멀티미디어 자료 통합 제공 참고자료 기능: 자기주도적 학습에 필요한 참고자료 하이퍼링크 기능: 자기주도적 학습에 필요한 다양한 연계 학습사전기능: 각종 용어사전 기능
상호작용 다양한 정보자원과의 연계기능	<ul style="list-style-type: none"> 정보자원과의 연계 기능: 에듀넷, 국가지식데이터베이스 연계 정치/경제/사회/문화기관이 소유한 학습용 콘텐츠 연계 상호작용 기능: 웹을 통한 전문가, 외부기관과의 상호교류
학습 주자료 기능	<ul style="list-style-type: none"> 교과서 기능: 필기, 메모, 책갈피, 페이지 넘기 등 기존 교과서 기능
학습관리, 도구 기능	<ul style="list-style-type: none"> 평가도구 기능: 디지털교과서 체제 내·외부 평가도구 연계 수준별 보충/ 심화학습 자료 제공 학습관리시스템 기능: 학습자 포트폴리오 관리 학습자 학습 진도/수준진단

첫째, 서책형교과서에 있는 기본적인 학습 내용 이외에도 동영상, 애니메이션, 파노라마 등 다양한 멀티미디어 자료를 제공하고, 하이퍼링크나 사전 기능을 통해 학습자가 별도의 참고서 없이도 디지털교과서를 통해 학습을 할 수 있도록 학습 지원 및 촉진기능을 제공하고 있다.

둘째, 디지털교과서는 다양한 학습 자원들과 연계가 가능하며, 에듀넷이나 국가지식 데이터베이스와 같은 사회 각 기관이 보유하고 있는 학습용 콘텐츠와 연계하여 보다 폭 넓은 학습 자료를 활용할 수 있게 한다.

셋째, 디지털교과서는 기존의 서책형교과서가 가지고 있는 기능들을 모두 포함하고 있어 학습의 주자료의 기능을 하며, 디지털교과서 본문에 필기를 하거나 메모, 하이라이트, 책갈피 등을 할 수 있다.

넷째, 디지털교과서에는 형성평가, 총괄평가의 성격을 가진 다양한 유형들의 문제들이 포함되어 있어 학습자가 학습한 내용을 확인할 수 있도록 하며, 수준별 문제를 제공하고 있다

2.2 어포던스

2.2.1 어포던스 개념 및 유형

어포던스란 생태심리학자인 Gibson(1979)에 의해 만들어진 용어로, 사용자의 행위유발성, 행동

유도성을 의미한다. 어포던스는 객체와 주체 간의 상호작용에 의해 객체가 주체에게 행위를 유발하게 하는 속성을 의미한다[7]. Gibson(1979)는 환경으로부터 제공되는 어포던스는 지각의 신념, 기억, 재현, 추론과 같은 직접적으로 지각되는 내부 조작으로 지각되는 것이라 하였다[8].

Norman(1998)은 Gibson의 개념을 보다 처방적인 형태로 발전시켜 사물이 제공할 수 있는 어포던스에 대한 지침을 제공하였다. Norman은 어포던스를 행동과 지각의 차원으로 분류하여 실제적 어포던스(real affordance)와 지각된 어포던스(perceived affordance)로 구분하였다[8]

또한 Hartson(2003)은 Gibson과 Norman을 바탕으로 HCI 설계를 적용할 수 있도록 구체적이며 체계적으로 어포던스를 <표 2>와 같이 물리적, 인지적, 감각적 어포던스로 나눠 제시하였다[9]. Gibson이 사용한 원래의 어포던스는 물리적 어포던스로, Gibson의 어포던스에 대한 지각 정보와 Norman의 지각된 어포던스를 인지적 어포던스라고 하였으며, 보고 듣고 느끼는 것과 같은 감각적인 설계 특징을 감각적 어포던스라 하였다. 인지적, 감각적, 물리적 어포던스로 3가지 어포던스 유형의 설계요소를 보다 구체적으로 제시하였다

<표 2> Harson의 어포던스 유형(2003)

유형	설명	예시
물리적 어포던스	사용자들이 인터페이스로 물리적인 행위를 할 수 있도록 돕는 디자인 속성	사용자들이 정확하게 클릭할 수 있도록 충분한 크기의 버튼
인지적 어포던스	사용자에게 어떠한 것에 대해 알리도록 돕는 디자인 속성	사용자들이 그것을 클릭하면 어떤 일이 일어날지 알려주는 버튼
감각적 어포던스	사용자들이 어떤 것을 감각적으로 지각할 수 있도록 돕는 디자인 속성	쉽게 읽을 수 있는 만큼 충분히 큰 크기의 글씨

본 연구에서는 디지털교과서를 유형별로 구체적으로 살펴보기 위해 Hartson(2003)이 제시한 유형 분류에 근거하여 살펴보고자 하였다. 디지털교과서에 맞게 어포던스의 유형을 <표 3>과 같이 재정의 하였다.

<표 3> 본 연구의 디지털교과서의 어포던스 유형

유형	정의
물리적 어포던스	학습자가 디지털교과서의 인터페이스를 인지하는대로 물리적 행동을 취할 수 있도록 돕는 디자인 속성
인지적 어포던스	학습자는 디지털교과서를 직접 조작하여 행동으로 옮기기 전에 해당 정보에 대한 이해, 인식, 판단을 하도록 돕는 디자인 속성
감각적 어포던스	학습자가 디지털교과서의 구성요소에 대해 시각, 청각, 촉각 등의 감각을 통해 지각할 수 있도록 돕는 디자인 속성

2.3 선행연구 분석

사용편의성은 학습자가 디지털교과서를 얼마나 편리하게 사용하고 있는가의 측면으로, 사용편의성을 고려하여 설계된 디지털교과서는 학습자의 만족도를 높일 수 있다[7]. 디지털교과서는 학습을 지원하기 위한 다양한 기능들을 지니고 있지만, 그것이 실제로 학습자들이 사용하기 편리하도록 제공되고 있는지의 여부를 살펴봄으로써 디지털교과서의 기능이나 인터페이스 등이 통해 학습을 수행하는데 도움이 되고 불편한지 사용편의성 즉, 사용성을 파악할 수 있다.

디지털교과서의 사용성과 관련된 선행연구들을 살펴보면 다음과 같다. 송해덕과 박형주(2009)는 어포던스 이론의 관점에서 디지털 교과서의 사용편의성에 영향을 주는 요인을 상호작용적 멀티미디어, 인터페이스 디자인, 인지적 조작, 물리적 조작의 네 가지 요인으로 추출해 보았으며[7], 임철일 외(2009)는 디지털교과서의 플랫폼에 대한 학습자 및 교사 중심의 사용성을 평가하기 위한 요소로는 사용자 기대, 사용자 통제, 학습 지원(혹은 교수 지원), 상호작용, 사용자 지원 및 보편적 접근성, 기술적 안정성 있다고 보았다[10].

임희준 외(2014)는 디지털교과서에 대한 학습자의 사용편의성에 대해 설문을 실시한 결과, 사용자 기대, 사용자 통제, 학습 지원에서 비교적 긍정적인 응답을 얻었고, 기술적 안정성에서 비교적 낮은 사용편의성을 확인하였다. 특히 사용자가 기대 영역의 버튼과 아이콘의 발견 용이성, 쉬운 사용성, 정확한 명칭에 대한 사용편의성이 가장 높게 나타났다. 또한 에러 발생 시에 도움말이 제공되지 않고, 처음 사용 시 도움말 기능이 제공되지

않았다는 도움말과 관련된 부분에서 불만족스러운 인식을 보였으며, 기술적인 안정의 측면에서 매우 낮은 사용편의성을 보였다[11].

조일현 외(2010)는 영어 디지털교과서를 활용하여 학습한 중학생 8명에게 디지털교과서의 사용성이 높은 기능과 낮은 기능, 학습유용성 평가를 면담을 통해 실시하였는데, 독해 지문 읽어 주는 학습 활동은 높은 사용성과 학습유용성을 보였으며, 학습 안내는 사용성은 높으나 학습유용성이 떨어졌다. 사용성이 높으면서 학습 유용성도 높은 디지털교과서 기능 및 활동은 ‘본문 해석 보여주기/가리기’, ‘들어보고 읽기’, ‘나만의 사진’, ‘들어보기의 속도조절’, ‘크게 읽어보기’와 같이 언어 연습과 직접적으로 관련된 학습 활동 부분이었다. 사용성은 높지만 학습 유용성이 낮은 디지털교과서 기능 및 활동은 ‘학습 안내’, ‘도입 질문’, ‘퀴즈’, ‘주제 하이라이팅 하기/문단 및 구조화하기’, ‘자동 퀴즈 채점 결과 보여주기’였다[12].

임철일 외(2009)는 학생과 교사에게 디지털교과서의 사용성에 대한 설문조사를 진행하였는데, 교사와 학생 모두 비교적 인터페이스 영역에서 사용성이 편리하다고 하였고, 교수-학습지원 영역에서는 비교적 사용성이 낮은 것으로 응답하였다. 구체적으로 인터페이스 영역 중에 메뉴와 버튼 기능이해에 대해 높은 편의성을 보였고, 사용자의 필요에 따른 적응성을 묻는 문항에 대해서는 비교적 낮은 사용편의성을 보였다. 낮은 사용성을 나타낸 교수-학습 영역에서는 오류나 학습에 대한 도움말 제공, 학습 속도, 순서, 분량 통제 및 관리가 낮은 사용성을 보였다[10].

장애원과 김보연(2012)은 국내 디지털교과서 사용성 평가를 위해 현재 시스템 상태의 시작화 평가 항목, 현실세계와의 부합성 평가, 일관성과 표준성 평가, 오류 방지 설계 평가 항목, 사용자의 인지능력 고려정도, 시스템 유연성, 심미성과 간결성 평가를 실시한 결과, 버튼/아이콘/텍스트의 혼재, 부자연스러운 페이지 넘김, 제한적인 화면 확대, 교과서로서 기능, 표준성 등에 문제가 있었다[13].

선행연구에서는 살펴본 것처럼 디지털교과서의 인터페이스 측면서의 사용성에 관한 연구가 많았으며 효과적으로 학습도구로 받아들여지기 위해

서는 지속적인 인터페이스의 개선이 필요할 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서도 디지털교과서에서 학습자들이 각 기능들을 편리하고 적절히 사용할 수 있도록 인터페이스 측면에서 어포던스라는 HCI(Human Computer Interface)적 접근을 통해 물리적, 감각적, 인지적 어포던스로 나눠 보다 기존의 연구보다 구체적이고 실제적으로 학습자의 어포던스에 방해가 되는 요소를 찾아 이를 제거하고자 하였다.

3. 연구방법

3.1 연구대상 및 절차

<표 4> 연구에 참여한 학습자의 프로파일

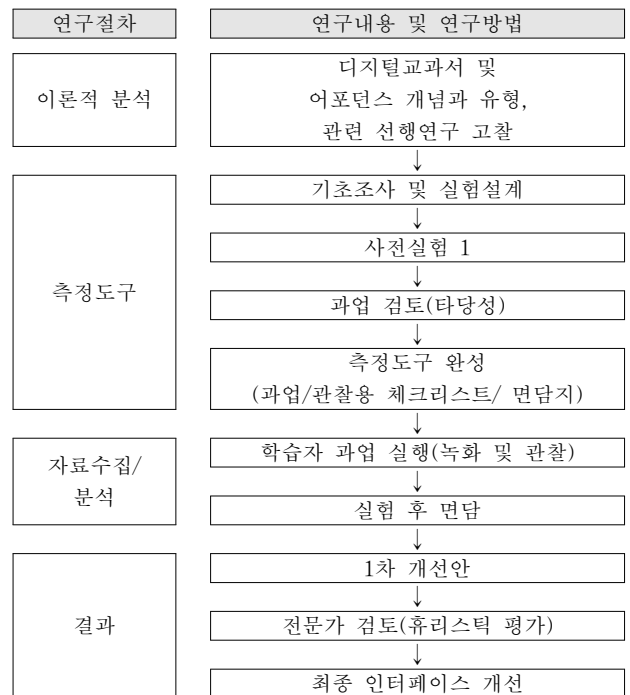
구분	사용 경험	성별	휴대폰	휴대폰 사용용도
학습자 1	없음	남	있음	전화통화/ 주로 PC활용
학습자 2		남	있음	전화통화/게임/ 채팅
학습자 3		남자	없음/ PC사용	전화통화/ 주로 PC사용
학습자 4		여	있음	전화/채팅/웹검색, 사진 찍기
학습자 5		여	있음	전화통화/채팅/ /단어 및 사전 검색
학습자 6	있음	여	있음	전화통화/검색/ 채팅/게임
학습자 7		여	있음	전화통화/영어사전
학습자 8		남	없음/ 갤럭시탭	동영상/ 게임
학습자 9		남	없음	PC로 동영상/ 게임
학습자 10		남	있음	전화통화/ 검색/사진/사진/ 채팅/게임

본 연구에서는 디지털교과서를 사용하고 있는 초등학교 3-4학년 대상 중에 어느 정도 기기를 다룰 수 있는 초등학교 4학년으로 결정하였다. 디지털 교과서를 경험 유무에 상관없이 보편적으로 어포던스에 문제가 되는 것을 찾아보기 위해 초등학교 4학년 학생 10명(처음 경험해보는 학생 5명, 현재 연구학교에서 사용해본 경험이 있는 학생 5명)으로 구성하였다. 디지털 교과서를 사용해본 경험이 없는 학습자들은 경기도 Y지역의 학교의 학부모 커뮤니티를 이용하여 섭외하였고 디지

털 교과서를 경험해 본 학생들은 연구 초등학교에 요청하여 섭외하였다. 연구에 참여한 학습자의 프로파일은 <표 4>와 같다.

처음 디지털 교과서를 접해 본 초등학교 학습자 5명 중에 디지털교과서에 대해 알고 있는 학습자는 1명이었다. 디지털교과서를 사용하고 있는 Y초등학교 학습자들은 디지털교과서를 수업시간에만 활용하였고, 학습자 1명만이 4학년 1학기에 디지털교과서로 배우기 전에 미리 집에서 디지털교과서를 다운받아 사용해 본 경험이 있었다.

본 연구의 구체적인 절차와 방법은 [그림 1]과 같다. 먼저, 기초조사 및 실험 설계를 통해 실험에서 사용될 적합한 매체를 선택하고 사전조사(Pilot Test)를 통해 과업 및 인터뷰지의 측정도구 개발, 전문가 검토를 통한 과업 확인, 과업 및 인터뷰지의 측정 도구 최종 완성, 현장에서 학습자 과업 실행한 후에 학습자 면담을 실시하여 유형별로 어포던스의 문제점을 분석하였다.



[그림 1] 연구절차 및 방법

어포던스의 문제점을 개선하기 위해 파워포인트로 활용하여 1차적인 프로토타입(low-fidelity)을 설계하였다. 1차적인 프로토타입은 3인의 전문가 평가를 받았다. Nielsen에 의하면 전문가 평가

는 무조건 많은 전문가 평가보다는 3인에서 5인이 비용대비 가장 적절하다고 하여 디지털교과서에 대해 잘 알고 있는 UI관련 HCI 전문가 3명에게 평가를 받았다[14]. 전문가는 3년 이상의 HCI에 대한 지식(HCI 및 모바일 앱 콘텐츠 개발 경력 3년 이상)을 가지고 있는 전문가로 선정하였다. 전문가는 HCI에 대해 잘 알고 있는 전문가 평가를 위해 물리적, 감각적, 인지적 어포던스로 나눠 각각의 문제점에 대한 피드백을 받고 이를 반영하여 최종적으로 인터페이스를 개선하였다.

3.2 연구도구

3.2.1 매체 및 학습 내용

먼저 아이패드 mini 2를 사용하여 디지털교과서 뷰어를 다운로드받아 사용하였다. 먼저, 교과서 다양한 활동이 있어서 어포던스를 좀 더 많이 활동을 살펴볼 수 있는 과학 교과로 결정을 하였다. 학습자의 흥미 등을 고려하여 실험 당시에 이미 배운 내용보다는 학습자들이 실험 당시에 배우고 있었던 과학 단원 ‘4. 지구와 달’의 소단원 ‘01. 우리의 지구’를 선택하여 관련 과업(task)을 결정하였다.

3.2.2 과업 안내서

사전조사를 통해 디지털교과서에서 3가지 유형별 어포던스에 문제가 되는 요소를 1차적으로 찾아본 것은 <표 5>와 같다.

<표 5> 사전조사를 통한 유형별 디지털교과서 어포던스 방해 요소

유형	방해 요소
물리적 어포던스	· 터치와 같은 객체 조작의 어려움 · 메뉴, 버튼, 아이콘 등의 일관성 있는 조작여부 · 버튼의 크기
감각적 어포던스	· 도움말 메뉴를 찾는데 어려움(시간)
인지적 어포던스	· 도움말 메뉴의 설명 · 버튼의 혼동 · 버튼과 아이콘 등의 정보제시

디지털교과서의 어포던스를 분석하기 위해 과업은 배울 내용(목표) 확인, 도움말 확인, 하이라

이트, 노트, 일부 텍스트 복사, 퀴즈 풀기, 다른 페이지 이동하기, 복사한 내용 커뮤니티(워드랑)에 올리기 등으로 총 8가지로 구성하였다. 처음 디지털교과서를 경험하는 초등학교 4학년은 커뮤니티 기능을 할 수 없으므로 커뮤니티 올리기를 제외하고 7가지 과업으로 정하였다.

3.2.3 관찰 및 면담

디지털교과서의 과업에 관한 어포던스를 살펴보기 위해 과업의 성공 및 실패 여부, 과업을 실행하는 동안 각 단계에 잘못된 행동 횟수, 특별한 행동의 기록 등을 기록할 수 있는 관찰용 체크리스트 양식을 만들었다. 관찰용 코딩 양식은 자신이 보여고 하는 것과 그 과정에 있던 것을 기록하여 아주 중요한 행동이나 상호작용하는 것을 볼 수 있다[14]. 또한 과업과정을 녹화하여 녹화한 동영상은 여러 번 반복 청취하여 관찰용 코딩양식에 기록하고 이를 분석하였다.

면담지는 학습자들이 7-8가지 과업을 하면서 행동 유도성에 방해가 되는 기능 및 요소, 많이 사용하는 기능, 과업을 하면서 가장 어려웠던 점, 개선사항 및 바라는 점 등으로 질문지를 구성하였다. 반구조화된 인터뷰지를 가지고 학습자들에게 인터뷰를 하였고 인터뷰를 하면서 녹음을 실시하였다.

4. 연구결과

4.1 어포던스의 문제점

학습자들이 디지털교과서로 과업을 실행하는 동안, 관찰용 체크리스트를 가지고 학습자 각 과업의 성공 및 실패 여부, 과업을 실행하는 동안 각 단계에 잘못 행동한 횟수, 행동 기록 등을 기록하고 이를 분석한 물리적, 감각적, 인지적 어포던스의 문제점은 다음과 같다.

4.1.1 물리적 어포던스

첫째, 메뉴 조작의 어려움이 있었다. 학습자가 상단 메뉴나 하단 메뉴가 나타나 있을 때 단기 위해서는 메뉴에 해당하는 부분을 터치해야 메뉴

가 사라진다. 하지만 5명의 학습자들이 상단 메뉴를 닫기 위해서 대부분 해당부분을 터치하기 보다는 위로 드래그를 하거나 ‘<- 내서재’를 터치해 다시 상위 메뉴인 ‘상세보기’로 넘어간 경우도 있었으며 상단을 우연히 터치해서 닫는 경우가 있었다. 위쪽 상단의 메뉴 등을 볼 때는 위로 드래그 하거나 메뉴를 닫기를 할 수 있도록 기대된 대로 조작이 이루어 질 수 있도록 해야 한다.

둘째, 메뉴와 이미지가 일관성 있지 않아 조作的 어려움이 있었다. 학습자들이 [해보기] 과업을 했을 때, 학습자들은 오른쪽 책모양의 아이콘을 터치를 해야 하지만 5명 학습자 모두 책모양의 아이콘을 터치하지 않고 [해보기] 이미지를 바로 터치하였다. 모두 1번 이상 [해보기] 이미지를 터치를 하다가 실행이 안되는 것을 알고 옆에 있는 책모양의 아이콘을 터치하였다. 일반적인 [탐구활동], [활동] 이미지는 위치가 왼쪽에 위치되어 있으나 [해보기]는 오른쪽에 위치되어 있어서 아이콘을 터치하는데 학습자들에게 혼동을 주었다. 따라서 학습자들에게 터치에 대한 혼동을 없애기 위해서는 일관성 있는 메뉴 이미지 배치가 필요하다.

셋째, 터치하기에 작은 아이콘이 있었다. 북마크를 하기 위해서는 오른쪽 상단의 책갈피 모양의 아이콘을 터치해야 한다. 관찰된 기록을 보면, 1명의 학습자를 제외하고 4명의 학습자는 2-3번의 오른쪽 상단의 작은 메뉴 아이콘을 터치하였다. 이러한 오류를 막기 위해서는 학습자가 바로 정확하게 메뉴 아이콘이 터치할 수 있도록 버튼의 크기를 수정할 필요가 있다.

넷째, 페이지 넘기기를 터치 시 객체 조作的 어려움이 있었다. 학습자들이 디지털교과서 페이지를 살짝 터치했을 때도 이전 페이지나 다음 페이지로 이동하는 경우가 많아 어포던스에 방해가 되었다. 학습자들이 해당 페이지를 보고 있을 때는 다른 페이지에 이동되지 않도록 페이지가 고정될 수 있는 기능이 필요하다.

4.1.2 감각적 어포던스

첫째, 도움말 기능을 찾기에 어려움이 있었다. 학습자들이 도움말 기능을 확인하기 위해 상단을

터치해야 한다. 처음 경험해 보는 학습자들은 5명 모두 도움말을 바로 찾지 못했다. 도움말 기능이 숨어 있어 대부분 도움말 기능이 어디 있는지 몰라서 여러 번의 다양한 곳을 터치해서 도움말 기능을 확인할 수 있었다. 관찰된 기록을 보면, 처음 사용해본 학습자의 경우, 1명의 학습자를 제외하고 4명의 학습자는 2-3번의 오른쪽 상단을 터치하고 나서야 도움말 기능을 확인할 수 있었다. 시각적인 관점에서 메뉴의 발견하기 쉽도록 제공해야 한다.

4.1.3 인지적 어포던스

첫째, 구체적인 도움말 설명이 필요하였다. 처음 디지털교과서를 사용할 때 도움말 기능을 활용하지 않고 교사에 의해 설명을 듣고 메뉴를 사용을 하였다. 디지털 교과서의 경험이 있는 학습자들은 도움말 기능은 자주 활용하지 않고 있으며 디지털교과서에 제공하는 기능이 많아 도움말 기능을 찾아보기 어려워하였다. 선택된 단어나 문장을 하이라이트나 복사하기 위해서는 해당 텍스트를 블록 지정 후에 좀 길게 터치해야 하지만 도움말 설명에는 ‘텍스트를 블록으로 지정 후 하이라이트 설명’ 또는 ‘선택된 문자를 복사합니다’로만 되어 있다. 경험이 있는 학습자 5명 중에 2명도 하이라이트 기능을 하는 방법을 몰라 도움말 기능을 찾아 관련 도움말 설명을 읽었지만 하이라이트 기능을 하지 못했다. 다른 2명은 2번 이상의 시도 끝에 과업에 맞게 하이라이트를 할 수 있었다. 학습자들에게 도움말에 ‘길게 터치’해야 한다는 구체적인 설명을 추가하여 인지적 어포던스에 방해가 되지 않도록 해야 한다.

둘째, [도움말] 닫기 버튼의 혼동이 있었다. 학습자들이 도움말 기능하고 나서 닫기 버튼을 터치 할 때, ‘<-’ 이미지와 ‘X 버튼’ 이미지가 같이 되어 있어서 혼동이 있었다. 도움말을 닫을 때 ‘X 버튼’ 이미지를 터치해야 하지만 사전조사와 마찬가지로 ‘<-’ 이미지를 터치하였다. 보통 ‘<-’ 이미지는 ‘이전가기’로 인식되는 경우가 많았다. 인터뷰에서도 학습자들이 ‘이전가기’로 착각하여 ‘X 버튼’ 터치하였다고 하였다. 따라서 왼쪽의 ‘이전가기’처럼 보이는 이미지를 변경하여 학습자들에

게 혼동을 주지 말아야 한다.

셋째, 학습자들이 학습내용을 확인하기 위해 동영상 버튼을 터치해야 하지만 그냥 지나치는 문제가 있었다. 동영상을 봐야한다는 단서를 제공해야하지만 아무런 설명 없어 그냥 지나치는 경우가 있었다. 동영상을 봐야한다는 안내 문구(단서)를 제공할 필요가 있다.

4.2 어포던스의 개선

4.2.1 물리적 어포던스 개선

첫째, 학습자들이 상단 메뉴와 하단 메뉴를 닫기 위해서 빈 공간을 터치할 때나 상단으로 드래그 할 때 모두 메뉴가 사라질 수 있도록 메뉴 조작의 어려움을 개선하였다. 또한 실험에서 학습자들에 따라 드래그를 하는 경우가 있으므로 터치와 상단으로 드래그 시 메뉴가 닫혀 진다면 학습자들이 메뉴 조작에 어려움이 줄어들 것이다.



[그림 2] 메뉴 닫기의 조작

둘째, 메뉴와 이미지를 일관성 있게 배치하였다. [해보기]의 메뉴, 이미지를 다른 [탐구활동], [활동]과 같이 왼쪽에 위치한 것처럼 왼쪽으로 배치하고 버튼 이미지를 밖이 아닌 안쪽으로 버튼 위치를 변경한다면 학생들의 혼동을 줄일 수 있다.



[그림 3] 일관성 있는 [해보기]의 이미지 배치

셋째, 페이지 터치 시 의도하는 대로 페이지가 넘길 수 있도록 수정하였다. 이전 페이지나 다음 페이지로 넘기기가 빈번히 일어나므로 페이지에 자물쇠 아이콘(잠금 표시)으로 해당 페이지만 볼 수 있게 하거나 옵션 기능에 터치 민감도를 조절할 수 있도록 하다면 학습자들이 페이지 터치 시 빈번하게 페이지 넘기기가 일어나지 않을 것이다.



[그림 4] 페이지의 잠금 제공

넷째, 터치하기에 충분한 크기의 아이콘을 제공한다. 북마크 기능을 하는 아이콘은 터치하기에 충분한 크기로 크기를 변경하거나 터치했을 때 큰 영역으로 바뀌어 학습자가 좀 더 쉽게 터치할 수 있도록 인터페이스를 개선하면 여러 번 터치하는 횟수를 줄일 수 있다.

4.2.2 감각적 어포던스 개선

감각적 어포던스를 개선하기 위해 도움말 기능을 바로 찾을 수 있도록 처음부터 상단에 위치할

수 있도록 하였다. 기존에는 메뉴들이 숨겨져 있어 학습자들이 도움말 기능이나 메뉴를 처음에 찾기 어려워 많은 시간이 걸렸다. 처음부터 화면에 보여주고 터치하면 사라질 수 있도록 한다면 학습자들이 쉽게 도움말 메뉴를 찾을 수 있을 것이다.



[그림 5] 도움말 메뉴 제시

4.2.3 인지적 어포던스 개선

첫째, 조작 버튼이나 메뉴에 관한 충분한 도움말(학습 안내)을 위해 도움말 문구를 추가하였다. 선택된 단어나 문장을 하이라이트나 복사하기 위해서는 ‘교과서 본문 텍스트를 블록 지정 하고 길게 터치한 후 [하이라이트] 선택하면 지정된 영역에 형광펜을 표시할 수 있습니다.’ 라는 도움말 문구를 추가하여 학생들이 바로 하이라이트 기능을 할 수 있도록 인지적 어포던스를 개선하였다.

둘째, 버튼의 혼동을 없앴다. ‘←’ 이미지와 ‘X 버튼’이 혼동이 있으므로 기존 이전 버튼은 ‘←’로 되어 있어서 ‘X’ 버튼을 삭제하였다.



[그림 7] 관련 동영상 단서 제공

셋째, 동영상에 대한 단서를 제공하였다. 동영상 단서가 없어 그냥 지나치는 경우를 없애기 위해 바로 밑에 [결과보기] 이미지가 보여주고 관련 동영상이 나와 학습자들이 관찰해서 해볼 수 있는 문구를 삽입하여 동영상으로 잘 확인 할 수 있도록 하였다.



[그림 8] 관련 동영상 단서 제공



[그림 6] 관련 동영상 단서 제공

5. 결론

디지털교과서 어포던스관련 선행연구에서는 학습 안내 등 학습에 도움을 주는 사용성과 학습 유용성을 중심으로 연구되거나 조작 기간들 간의 관련성, 피곤/스트레스/긴장경험, 온라인 활동 수행 상에 소모되는 시간의 양이나 버튼/아이콘/텍스트의 혼재, 부자연스러운 페이지 넘김, 제한적인 화면 확대 등 직접 조작에 관련된 물리적 어포던스를 중심으로 연구되었다[10][11][12][13] 본 연구는 디지털 교과서를 구체적이며 체계적으

로 물리적, 감각적, 인지적 어포던스로 나눠 낮은 디지털 환경에서도 학습자들이 적절하게 행동이 유도 될 수 있도록 방해 요소와 개선사항을 제시하였다.

디지털교과서의 어포던스를 분석한 결과, 물리적 어포던스에서는 페이지를 넘기는 객체 조작의 어려움, 터치하기에 작은 버튼의 크기가 있었으며 감각적 어포던스에서는 버튼의 이미지 배치의 일관성 문제가 있었다. 인지적 어포던스는 구체적인 도움말 설명 필요, 버튼의 혼동, 버튼의 정보제시(단서)에 학습자의 어려움이 있었다. 이러한 인터페이스 개선을 통해 학습자들이 정보를 바로 지각, 이해 할 수 있도록 하여 학습자가 디지털교과서라는 낮은 디지털 환경에서도 학습자들이 적절하게 행동이 유도 될 수 있을 것이며 디지털교과서로 어떠한 환경에서도 학습자들이 직접 쉽게 조작하고 상호작용하는 학습 체험을 경험하고 의미 있는 학습으로 연계될 수 있을 것이다.

본 연구는 스마트교육 현장에서 사용된 디지털 교과서를 실제 사용하는 학습자의 입장에서 어포던스 문제점을 살펴보고 실질적인 개선방향을 도출했다는데 의의가 있다고 하겠다.

차후 전국적으로 디지털교과서가 보급되기 전에 디지털교과서의 어포던스 평가를 통해 학습자들이 디지털교과서를 사용하면서 실질적으로 어떤 어려움을 겪는지 파악하고 이를 개선하여 학습자들이 디지털교과서를 능동적으로 학습하고 사용할 수 있는 학습자 중심의 디지털교과서로 개발되어야 한다. 또한 지각적인 장애를 가지고 있는 사용자나 특별한 제한 사항을 고려해야 한다. 문화적 차이가 있는 학습자, 시각, 청각 또는 운동장애 뿐만 아니라 그밖에 다른 장애를 가진 다양한 학습자가 존재하고 있으므로 이러한 다양한 학습자 특성을 고려한 디지털 교과서의 개발이 필요하다. 차후에 디지털교과서에서 이러한 학습자의 개별적 특징과 차이를 수용함으로써 다양한 요구를 인지하고 이를 반영할 수 있는 연구가 진행되어야 할 것이다.

사용자 인터페이스 측면의 어포던스 뿐만 아니라 교육적 기능을 추가한 교육적 어포던스[16]도 고려해 본다면 학습 효과성이 더욱 극대화 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 교육과학기술부(2011). **인재대국으로 가는 길 스마트교육 추진 전략 실행계획**. 세종: 교육과학기술부.
- [2] 김현정(2012). 스마트 교육을 위한 디지털 교과서의 콘텐츠 & UI 디자인 전략 - e-교과서와 애플 디지털교과서의 비교분석을 중심으로. **디지털디자인학연구**, 13(1), 161- 171
- [3] 교육부, 한국교육학술정보원(2014). **초등학교 교사를 위한 디지털교과서 활용가이드**. 세종: 교육과학기술부.
- [4] 황윤자, 안리미 (2014). 박물관 교육 모바일 애플리케이션 개선을 위한 어포던스 이론 적용 인터페이스 연구. **컴퓨터교육학회논문지**, 17(5), 25-43.
- [5] 광병선, 강숙희, (1997). **전자 교과서 개발 방안 연구**. 서울: 한국교과서연구소.
- [6] 한국콘텐츠진흥원(2012). 문화기술 (CT) 심층 리포트 이달의 이슈. **디지털 교과서의 진화, 최근 동향과 전망**. 1-42.
- [7] 송해덕, 박형주 (2009). 어포던스 관점에서 디지털 교과서 사용편의성에 영향을 미치는 요인분석 연구. **교육공학연구**, 25(3), 135-155.
- [8] Raudaskoski, S. (2003). The affordance of mobile applications. *Cost Action*, 269, 1-15.
- [9] Hartson, H. R. (2003). Cognitive, physical, sensory, and functional affordances in interaction design. *Behaviour & Information Technology*, 22(5), 315 - 338
- [10] 임철일, 송해덕, 이예정, 이영태 (2009). 디지털 교과서 플랫폼 사용성 평가도구 개발 및 적용에 관한 연구. **교육공학연구**, 25(4), 125-155.
- [11] 임희준, 신영준, 오필석, 권경필, 안성훈, 김종민, 박순홍(2014). **과학 디지털교과서를 활용한 효과적인 교수학습 연구**. 세종: 교육부·한국과학창의재단
- [12] 조일현, 허희옥, 최정임, 임규연, 김혜영, 노정민, 박혜진(2010). **중학교 영어 디지털교과서 사용성 연구: 회상자극기법을 중심으로**. 대구: 한국교육학술정보원.
- [13] 장재원, 김보연(2012). 국내 디지털 교과서의

사용성 평가 - 두산동아 중학교 1학년 영어 교과서를 바탕으로. **디지털디자인학연구**, 12(2), 429-438

- [14] Nielsen, J. (1994). Heuristic evaluation. *Usability inspection methods*, 17(1), 25-62.
- [15] 류지현, 김민정 (역) (2005). **S. Love의 모바일 HCI를 위한 연구방법론**. 서울: 학지사.
- [16] 황윤자, 김성미 (2014). 교육적 어포던스 증진을 위한 사용자 중심 설계 스마트 포트폴리오 프로토타입 개발. **학습과학연구**, 8(3), 87-109.



황 윤 자

2003 한양대학교
컴퓨터교육(교육학석사)
2013 한양대학교
교육공학과(교육학박사)

2014~현재 단국대학교 공학교육혁신센터 연구교수
관심분야: HCI, UDL, 스마트러닝, 공학교육
E-Mail: yjhwang@dankook.ac.kr



성 은 모

2009 서울대학교 교육학과
교육공학(교육학박사)
2012 University of California,
Santa Barbara
박사후 연구원

2012~현재 한국청소년정책연구원 부연구위원
관심분야: 교수체제설계, 학습공학설계, 학습 분석학, 스마트미디어 역량
E-Mail: ieuemo@gmail.com