

특집 | 03

# 유비쿼터스 학습 환경을 위한 디지털교과서 서비스 전략에 대한 고찰

## 목 차

- 1. 서 론
- 2. 유비쿼터스 학습 환경
- 3. 디지털교과서 개발 사례
- 4. 유비쿼터스 학습 환경을 위한 디지털교과서 서비스 전략
- 5. 결 론

정의석  
(한국교육학술정보원)

## 1. 서 론

네트워크 환경과 IT기술이 발달되면서, 신기술을 교육환경에 접목해 학습 효과성과 편의성을 증진시키려는 시도가 꾸준히 진행되어오고 있다. 국내 교육환경도 1990년 중반부터 “Anytime, Anywhere”라는 모토 아래, 시간과 공간의 장벽을 넘어 새로운 학습 서비스 제공의 장점을 내세운 e러닝 환경이 널리 확산되기 시작했다. 하지만 e러닝 환경이 다양한 학습자원을 네트워크로 연결해 주어, 학습자에게 다양하고 많은 학습 자료를 제공 해주었지만, 단지 학습자료의 정적인 연결과 커뮤니케이션이 없는 단절된 환경으로 진정한 학습이 일어나기에는 많은 한계가 있어 왔다. 또한 “인터넷과 연결된 컴퓨터를 통해서면 언제, 어디서나...” 라는 물리적, 공간적 제한 또한 여전히 존재하고 있다. 학습은 단편적으로 일어나지 않고 통합적이고 비선형(non-linear)적으로 일어나기 때문에, 학습 환경은 학습자 지향적으로 개인화되고 적응적(adaptive), 적시적(just-in-time), 역동적, 연속적, 통합적으로 학습자에게 전달해주는 방향으로

로 발전해야 한다.

현재 유비쿼터스 기술의 교육적 활용이 이를 가능하게 하는 또 하나의 대안으로 부각 되면서, 국내 학습 환경이 e러닝 환경에서 유비쿼터스 학습 환경으로 빠르게 진화하고 있다. 지금까지는 교육을 받기 위해서 학습자가 직접 학습 장소에 찾아가서, 그 학습 환경에 적응해야만 했으나, 유비쿼터스 학습 환경은 사물(Thing)이 지능화되어 상호 커뮤니케이션을 통해 학습 환경이 각 개인의 학습자 특성에 맞게 구성된다는 점에서 기존의 교육 패러다임과는 매우 큰 차이가 있다.

또한 기존 e러닝 환경에서는 훈련(Training)이 뛰어졌지만, 유비쿼터스 학습 환경에서는 진정한 학습이 일어날 수 있다.

학교에서 일어나는 모든 교수·학습 활동은 교과서를 중심으로 이루어진다. 교과서는 교육과정의 학습목표를 달성하기 위한 가장 중요한 도구로써, 급변하는 국가·사회적 요구와 교수자·학습자의 요구를 신속하게 반영할 수 있고, 학습자의 문제해결력과 고차원적인 사고를 신장할 수 있는 형태로 진화해야 한다. 하지만 지금의 서책형교과서는 평면적이고 정적인 구조로,

한정된 내용만을 담을 수 있어 시·공간적으로도 많은 제약이 있어, 도래한 유비쿼터스 학습 환경에서는 기존 서책형교과서의 한계를 뛰어넘어, 학습자에게 풍부한 학습경험과 지식을 제공해 주는 새로운 개념의 미래형 교과서가 요구되고 있다. 이런 의미에서 교육과학기술부(MEST)와 한국교육학술정보원(KERIS)이 2007년도부터 본격적으로 추진해온 디지털교과서 사업은 공교육에서 유비쿼터스 학습 환경 정착을 위해 매우 중요한 위치에 있다고 할 수 있다. 따라서 본고에서는 현재 진행되고 있는 국내 디지털교과서 개발 사업을 살펴보고, 유비쿼터스 학습 환경에서 디지털교과서가 서비스되기 위한 전략에 대해 고찰해 보았다.

## 2. 유비쿼터스 학습 환경

### 2.1 유비쿼터스 컴퓨팅

IT 기술 발달에 따라 ICT 패러다임은 전산화, 정보화, 지식화, 그리고 유비쿼터스화로 진화 되어 왔다.

〈표 1〉 ICT 패러다임의 변화

구분	전산화	정보화	지식화	유비쿼터스화
시대	80년대	90년대	90년대 말~ 2000년대 중반	현재 ~
대상	수작업 (work)	정보흐름 (Process)	지식수준 (Stock, Level)	사물(Things)
목표	자동화	자유로운 정보 수-발신	지식공유	기능최적화
환경	폐쇄성 (Server-to-Client)	개방성 (PC-to-PC)	투명성 (B-to-C, B-to-B)	사람+컴퓨터+ 사물통합 (Thing-to-Person)
도구	전산기 (OA)	정보시스템 (MIS)	지식관리시스템 (KMS)	유비쿼터스 컴+넷 (Ubiquitous Com+Net)
주요 분야	데이터 입/출력 관리	정보자원 관리	지식관리	공간(환경과 사물) 관리

80~90년대에는 주로 아날로그의 물리공간을 디지털화 하는데 중점을 두었고, 90대 후반에 들어서면서부터 사람의 손이 덜 가면서 바로 활용될 수 있는 지식화로 변화해왔다. 2000년대 중반

에 들어서면서 물리 공간(전산화, 정보화)과 사이버공간(지식화)이 융합되어 있는 Ubiquitous 환경으로 진화되면서 지능화된 컴퓨터들과 공간, 인간, 정보가 하나로 통합되어, 자율적으로 인간의 작업능력과 지식의 공유를 실현해 주고 있다.

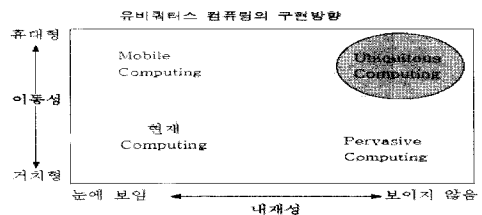
유비쿼터스란 용어는 사용자가 장소에 상관없이 자유롭게 네트워크에 접속할 수 있는 환경을 뜻하며, 1980후반에 마크와이저가 물리적인 현실세계에 컴퓨터가 단절 없이 결합되면서, '유비쿼터스컴퓨팅' (ubiquitous computing), '보이지 않는 컴퓨팅' (invisible computing), '사라지는 컴퓨팅'(disappear computing)이라는 유비쿼터스 컴퓨팅의 기본적인 개념을 제안했다. 유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 세상 속 사물(Thing)에 스며들어, '언제, 어디서나 사물(지능화된 컴퓨터)에 액세스할 수 있게 해준다.

〈표 2〉 현재 컴퓨팅과 Ubiquitous 컴퓨팅 비교

구분	현재의 컴퓨팅	Ubiquitous Computing
주체(중심)	기계	사람
컴퓨팅 기기의 역할	제한적 역할(계산/제어/통신)	자기완결형(센싱, 계산/제어, 통신, 판단, 인터페이스)
인간의 역할	컴퓨터를 위한 센서, 인터페이스제공, 모든 의사결정자	최종 의사결정자
목적	효율성	효율성+심층성+쾌적성

\* 출처 : 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 교육의 미래 모습, KERIS

유비쿼터스 컴퓨팅은 궁극적으로 '언제, 어디서나, 자연스러운' 컴퓨팅을 구현하는 것을 목표로 이동성과 내재성이 모두 발달되는 형태로 진화될 것이다.



\* 출처 : Communications of the ACM, 2002,12

(그림 1) Ubiquitous 컴퓨팅의 구현 방향

## 2.2 유비쿼터스 학습 환경

유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 교육에 적용 되면서 e러닝에 이어 또 한 번의 패러다임 변화가 일어나고 있다. 물리적 공간, 사이버 공간을 뛰어넘어 생활 속에서 언제, 어디서나 학습자 수준에 맞는 적용형 학습을 할 수 있는 환경이 점차 현실화 되고 있는 것이다. 교육환경의 진화 과정을 살펴보면, 디지털화 - 통합화 - 분산화 - 맞춤화 단계에 이른다. 궁극적으로는 적응적 개인화 맞춤 서비스를 제공해 주는 방향으로 진화하고 있다.

유비쿼터스 기술의 교육적 활용 사례는 미국 MIT 미디어 연구소의 '생각하는 사물(think that think)', UCLA 대학의 "스마트 유치원(smart kindergarten) 프로젝트, EU의 유비캠퍼스(UbiCampus), 중국 청화대학교의 "스마트 교실" 등이 대표적이다.

하지만, 지금까지의 사례는 단순히 모바일 장비를 통해 학습 자료를 주고 받는 수준에 머물고 있다. 유비쿼터스 학습 환경이 기존의 환경에 비해 월등히 뛰어난 점은 지능화된 사물(Thing)들이 수많은 학습자들의 학습 스타일과 수준들을 기억하고, 이에 맞는 학습 환경을 제공해 줄 수 있는 것이다. 이를 통해 유비쿼터스 학습 환경 속에서 통합적이고 비선형(non-linear)적으로 일어나는 적응적 학습(Adaptive Learning)환경 제공이 가능하고, 유비쿼터스 컴퓨팅 기술의 이점과 모바일 단말기(노트북, 휴대폰, PDA 등)의 유연성을 적응적 학습과 결합해, 학습자가 환경적인 제약 없이 오로지 학습에만 몰두할 수 있게 된다.

특히, 유러닝 학습 환경에서는 이기종 시스템(H/W와 S/W를 포함)들 간의 일치(harmonization)와 상호운용성을 확보하고, 시스템이 사용자(교수자/학습자)들의 학습맥락과 학습환경을 인지(Context awareness)해, 사

용자들이 교수학습 스타일에 맞는 학습환경을 적응적(adaptive), 적시적(just-in-time), 발견적(heuristic)으로 제공해 주어야 한다.

적응적 학습은 학습자들의 학습 스타일(학습 상황, 학습 수준, 학습 선호 등)에 따라 학습 방법들을 적용해, 더 효과적이고 효율적으로 풍부한 지식과 경험을 개인 맞춤식으로 제공해 줄 수 있다.

적응적 학습 환경 구성을 위해, 학습자의 학습 행동을 관찰(모니터링)하고, 그 결과를 저장·분석하고, 학습자의 요구사항과 선호도를 이해해 이에 맞는 학습 자료와 환경을 적응적으로 제공해 줘야 한다. 적응적 학습이 학습자가 원할 때, 즉시적으로 개인화된 지식을 제공해주기 위해서는 유비쿼터스 학습 환경이 필요하다.

유비쿼터스 학습 환경이 적응적 학습을 지원해주기 위해서는 다음과 같은 요구 사항을 만족해야 한다.

- 모든 사물들이 상호간 네트워크를 통해 연결되어, 원활한 커뮤니케이션이 이루어져야 한다.
- 사용자가 시스템 사용에 어려움이 없어야 한다.
- 모든 사물들이 지능화되어 상황을 인지하고, 그 상황에 적응해야 한다.

## 3. 디지털교과서 개발 사례

### 3.1 디지털교과서 개발 사업

교육과학기술부와 한국교육학술정보원은 유비쿼터스 학습 환경에 적합한 미래형 교과서인 디지털교과서를 개발해오고 있다. 디지털교과서의 개념은 지속적으로 변화해 왔다. 처음에는 형태적, 기능적 측면에 초점을 맞춘 "전자교과서"라고 불리워지다, 2007년부터 교과서의 교수·학습적 측면의 상호작용 기능이 강조되면서 디지털교과서라는 용어가 사용되기 시작했다. 디지털교과서의 개념적 정의를 명확히 내리는 게 힘들지만, 정의석(2008)은 디지털교과서는 학습내

<표 3> 디지털교과서 VS e-Book VS 서책형교과서

구분	디지털교과서	e-Book	서책형 교과서
자료 유형	○ 텍스트+이미지+멀티미디어(동영상, 애니메이션, 사운드 등)	○ 텍스트 + 이미지 + 사운드	○ 텍스트 + 그림
자료 구조	○ 삽입, 재구조, 삭제 가능한 동적인 개방형 구조	○ 일부부분만 변형 가능	○ 변형 불가능한 폐쇄형 구조
자료 연계	○ 외부 자료와 연계 가능	○ 외부 자료와 연계가 어려움	○ 외부 자료와 연계 불가능
내용 전달 매체	○ 범용 단말기(TPC,PC,PDA 등)	○ 전용 단말기	○ 인쇄 매체
학습 방법	○ 양방향 학습	○ 단방향 학습	○ 단방향 학습
접근성	○ 온/오프라인에서 모두 접근가능	○ 온/오프라인에서 모두 접근가능	○ 오프라인에서 접근 가능
재사용성 및 확장성	○ 재사용 및 확장 가능	○ 재사용 및 확장이 어려움	○재사용 및 확장이 불가능함
사용 환경	○ 유비쿼터스 학습 환경	○ 이러닝 환경	○ 전통적인 교실 학습 환경
사용 중심	○ 사용자(학생, 교사)중심	○ 공급자 중심	○ 공급자 중심
학습 방법	○ 협력 및 참여형 학습	○ 자기주도적 학습	○ 강의 중심 학습

용을 제시하고 교수학습을 촉진하는 지원·관리 기능을 갖고 있으며, 학습자가 스스로 학습활동에 참여해, 새로운 지식을 생성하고 확장할 수 있는 개방형 구조의 교과서라고 정의 내렸다. 이를 기반으로 본고에서 디지털교과서는 "시·공간에 구애받지 않고 교육과정의 학습목표를 달성하기 위해 사용되는 지능화된 개방형 구조의 디지털 학습교재"라고 유비쿼터스 학습 환경 관점에서 재정의의 내린다.

본격적으로 디지털교과서를 개발한 것은 한국 교육학술정보원(KERIS)을 중심으로 2004년에 초등 5학년 사회, 과학 교과를 웹기반, CD-ROM, PDA 기반으로 만든 것이다. 이후, 2007년에 교육인적자원부에서 발표한 "디지털교과서 상용화 방안"에 따라, 한국교육학술정보원이 중심이 되어, 초등학교 5학년 6개 교과(국어, 영어, 수학, 과학, 사회, 음악)와 초등 6학년 4개 교과(국어, 수학, 사회, 과학)가 우선 개발되어 전국 112개 초등학교에 실험 적용되고 있으며, 2009년 현재 중학교 1학년 교과(영어, 과학), 초등학교 4학년 교과(과학, 사회) 개발이 진행되고 있다.

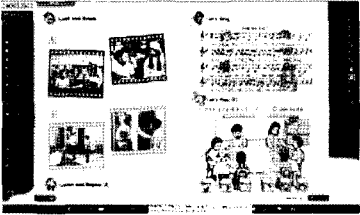
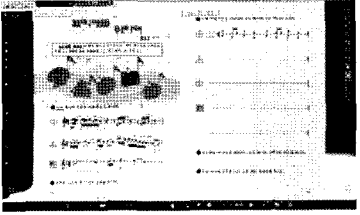
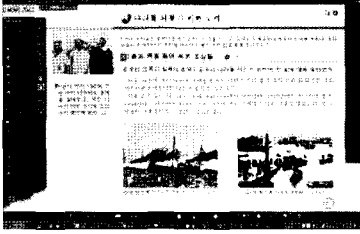
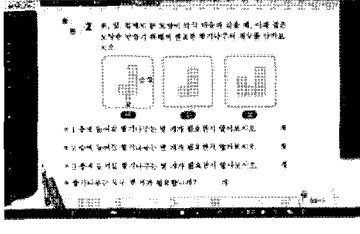

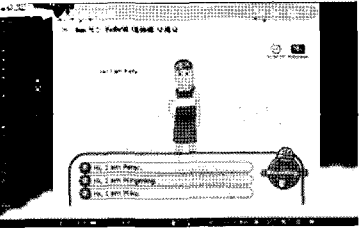
이와 더불어 효과성, 법, 제도 연구 등 다양한 정책연구와, 112개교 연구학교를 중심으로 현장 적합성 검증이 동시에 진행되고 있다.

개발된 디지털교과서 모습은 (그림 2)와 같다. 해외 주요 사례로 2000년 초반에 개발된 싱가포르의 EduPAD, 미국의 GoReader, 프랑스의 Cybook, 말레이시아의 Malay Book 등이 있다. 2009년 현재 미국 캘리포니아주에서는 비용절감 등의 사회적 이점에 초점을 두고 e-Book 형태의 디지털교과서가 출판사를 중심으로 개발되고 있다. 하지만 이들 대부분 하드웨어 중심으로, 단순히 서책형교과서를 디지털화해서, 일방적인 서비스에 초점이 맞춰져 있다.

이상 디지털교과서의 해외사례 조사를 통해 다음과 같은 시사점을 얻을 수 있다.

첫째, 단순히 기존 서책형 교과서를 디지털화하지 말고, 교수학습 기능, 상호작용 기능, 통합 기능을 강화하여 디지털교과서를 개발할 필요가 있다.

둘째, 단말기 중심의 디지털교과서 개발보다는 교과의 특성을 최대한 살려, 사용자 중심의

구분	디지털교과서 화면	
고정형 디지털교과서 (초등5, 9개 과목)	 <p data-bbox="477 527 655 550">-초등학교 5학년 영어과-</p>	 <p data-bbox="916 527 1094 550">-초등학교 5학년 음악과-</p>
자유형 디지털교과서 (초등6, 4개 과목)	 <p data-bbox="488 813 646 836">초등학교 6학년 사회과</p>	 <p data-bbox="930 813 1087 836">초등학교 6학년 수학과</p>
수준별 영어 디지털교과서	 <p data-bbox="504 1103 628 1126">수준별 영어 2단계</p>	 <p data-bbox="943 1103 1067 1126">수준별 영어 4단계</p>

(그림 2) 디지털교과서 화면

디지털교과서가 개발되어야 한다.

마지막으로 디지털교과서 특성에 맞는 교육기  
저에 기반 한 교수설계, 교수 전략, 디지털교과  
서 기능이 설계 및 개발되어야 한다.

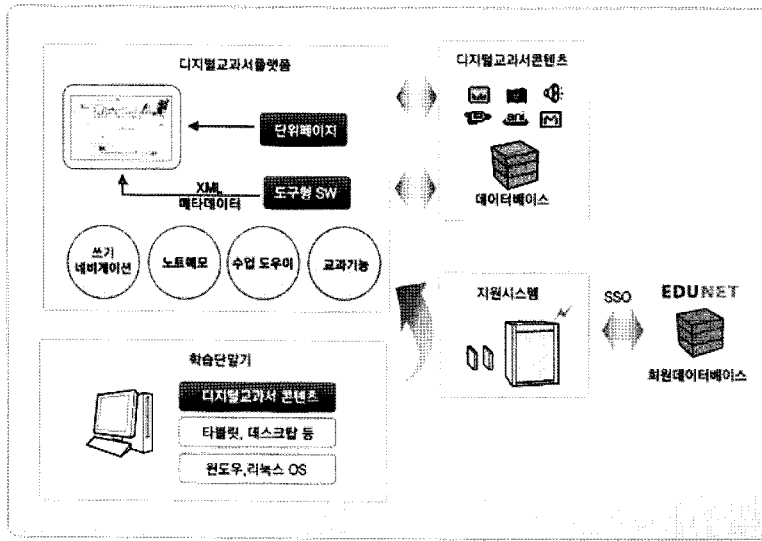
### 3.2 디지털교과서 서비스

디지털교과서의 서비스 구성 요소는 (그림 3)  
과 같이 크게 4가지로 구성되어 있다.

- 디지털교과서 플랫폼 : 뷰어, 기본기능(펜쓰  
기, 노트, 메모 등), 부가 기능(하이퍼링크  
등), 교과 기능(음성인식, 맵틀 등)
- 디지털교과서 콘텐츠 : 수업에 필요한 다양한  
멀티미디어 요소 자료, 학습자/학습정보 DB

- 디지털교과서 지원시스템 : 학습관리시스템  
(LMS), 학습콘텐츠관리시스템(LCMS), 평  
가도구, e-포트폴리오 등
- 학습단말기 : 태블릿 PC 및 데스크톱 PC 지원  
(윈도우/리눅스)

디지털교과서 플랫폼은 온/오프라인에서 모두  
안정적으로 서비스되기 위해 C/S구조와 웹기능  
을 연동해 서비스 되고 있으며, 최대한 일치  
(harmonization)와 상호운용성(interoperability)  
을 확보하기 위해 웹표준(XML), SCORM2004  
등 관련 표준을 준수하여 개발되었다. XML기반  
디지털교과서는 내용(Content), 서식(Style), 구  
조(Structure)를 독립적으로 생성, 관리할 수 있



(그림 3) 디지털교과서 서비스 구성도

어 구조화된 데이터로 만들 수 있고, SCORM 2004의 패키징 규격을 수용해, 디지털교과서의 시퀀싱을 동적으로 생성하고, 재구성과 확장성을 최대한 보장해주고 있다[1].

<표 4> 디지털교과서 플랫폼 개발 환경

구분	윈도우 기반	공개S/W 기반
서비스 환경	Windows XP/Vista 지원 .NET Framework	Linux 기반 전용 운영체제 Qt Framework
개발언어	C#, JAVA, JSP	C++, JAVA, JSP
서비스방식	윈도우 기반의 전용 뷰어 Client-Server + 웹 에듀넷과 SSO 연계	공개S/W 기반의 전용 뷰어 Client-Server + 웹 에듀넷과 SSO 연계
자료포맷	XAML ,Html+CSS	SVG ,Html+CSS

교사와 학습자들은 수업 시 디지털교과서를 통해 의사소통을 하며, 이를 통해 발생된 교수·학습 활동의 이력정보는 디지털교과서 지원시스템(LMS, LCMS, 평가 기능 포함)에 자동 저장된다. 지원시스템에 저장된 유의미한 교수·학습 이력 정보들은 e-포트폴리오로 관리되는 기능도 제공하고 있다.

### 3.3 디지털교과서 인프라 구축 현황

교육과학기술부는 디지털교과서의 현장 적합성 검토와 최적의 디지털교과서 서비스 환경 제공을 위해 2007년도부터 디지털교과서 연구학교를 지정·운영 중에 있다.

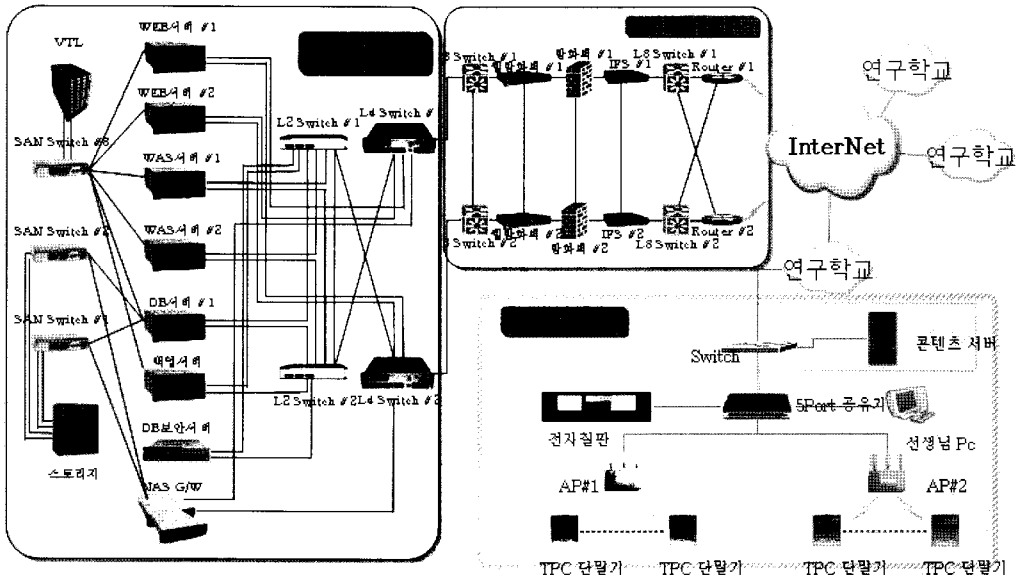
<표 5> 디지털교과서 연구학교 운영현황

년도	Linux기반 학급	Windows기반 학급	비고
2007년	-	5개교	병권학교 1개교 포함
2008년	8개교	15개교	8개교 중복
2009년	24개교	68개교	92개교
총계	32개교	88개교	112개교

또한, 최적의 환경에서 디지털교과서가 서비스되기 위해 첨단 인프라, 디지털교과서 콘텐츠, 디지털교과서 시스템, 네트워크망을 구축하였다.

<표 6> 연구학교 인프라 구축 내역

구분	인프라	시스템	콘텐츠	네트워크
구축 내역	- 단말기(TPC) - 전자출판 - 콘텐츠 서버 - 기타(충전함, 웹캠 등)	- 플랫폼 - 지원시스템 - OS(윈도우/리눅스)	- 5학년 6개 과목 - 6학년 4개 과목	- 무선네트 워크 (802.11g/n)



(그림 4) 디지털교과서 서버 및 네트워크 구성도

디지털교과서가 서책형교과서에 비해, 가장 큰 장점 중의 하나가 수시로 교과서 내용을 업데이트하고, 재구성 할 수 있다는 것이다. 이를 위해, 현재 각 학교마다 디지털교과서 콘텐츠 서버를 구축하여, 주기적으로 디지털교과서 중앙서버와 통신을 통해, 최신 디지털교과서를 유지하고 있다.

### 3.4 디지털교과서 서비스 현황 분석

디지털교과서 연구학교(대전 탄방초, 전북 용흥초)를 대상으로 디지털교과서 서비스 환경에 대한 만족도 조사(학생 192명, 교사 35명 대상)를 실시한 결과, 학생들은 디지털교과서에 대해 80%(매우만족 35.9%, 만족 44.1%), 교사들은 72.8%(매우만족 27.1%, 만족 45.7%) 만족하고 있었다.

하지만, 디지털교과서 서비스 환경에 대한 불만족도 존재하고 있다. 우선 학급인프라 측면에서는 학습 단말기의 불안전성과 배터리 수명 문제, 무선 인터넷의 불안전성에 대해 많은 불만을 표시하였다.

<표 7> 만족도 조사결과

(단위 : 설문자 수)

구분	매우 만족	만족	보통	불만족	매우 불만족	합계	
학생	플랫폼	70	91	30	1	0	192
	콘텐츠	66	85	39	2	0	192
	TPC	75	79	36	1	1	192
	학급 인프라 환경	65	84	31	10	2	192
교사	플랫폼	9	17	8	1	0	35
	콘텐츠	11	17	7	0	0	35
	TPC	8	16	10	1	0	35
	학급 인프라 환경	10	14	11	0	0	35

시스템 측면에서는 디지털교과서 플랫폼의 불안전성과 잦은 에러 등에 불만을 표시하였다.

마지막으로 서비스 측면에서는 디지털교과서의 설치 및 업그레이드의 작업시간 등 디지털교과서 접근성과 각 사물(학습자, 교수자, 단말기, 전자칠판, 무선네트워크 등)들 간의 의사소통에 불만족을 나타내고 있다.

## 4. 유비쿼터스 학습 환경을 위한 디지털교과서 서비스 전략

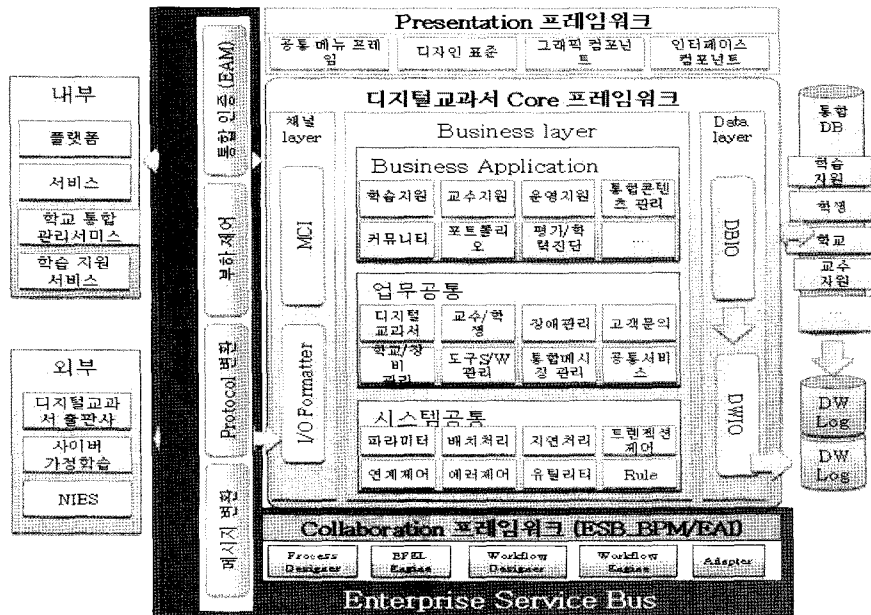
지금까지 디지털교과서 사업과 연구학교에서의 서비스 환경을 살펴보았다. 본 절에서는 유비쿼터스 학습 환경을 위한 디지털교과서 서비스 방안을 제시하고자 한다.

유비쿼터스 학습 환경에서 학습자는 자신이 원할 때, 스스로 자신을 위한 학습 환경을 만들어 가고, 더 나아가 새로운 지식을 생산하고 이를 공유하길 원하고 있고, 교수자는 단편적인 지식전달자가 아닌, 학생들에게 풍부한 경험을 전달해주고, 문제해결력을 키워줄 수 있는 조력자로서의 역할을 원하고 있다. 이를 수용하기 위해서는 유비쿼터스 학습 환경에서의 디지털교과서 서비스 모델이 필요하다.

첫째, 디지털교과서는 다양한 단말기를 통해 서비스가 되어야 한다. 현재 제공되는 디지털교과서는 태블릿PC(TPC)에서 최적으로 실행될 수 있도록 개발되어 있어, 학습자에게 다양한 학습 환경을 제공해주는데 많은 제약이 있다. 궁극적으로는 다양한 단말기(PDA, 핸드폰, PC 등)에 맞는 최적의 콘텐츠와 실행환경을 통해 디지털교과서가 서비스 되어야 한다. 또한 기능화된 단

말기들이 학습자의 학습 상황을 인지하고, 학습자와 의사소통하면서 학습자가 원하는 단말기에 최적화된 형태로 디지털교과서가 제공되어야 한다. 여기에서 기능화란, 학습자가 무엇을 원하는지(What)와 언제 원하는지(When)를 해석해서, 학습자의 상황을 인지하는 것을 말한다. 이를 위해서는 학습 단말기들의 프로파일 정보가 디지털교과서 시스템에 전달되고, 시스템은 이를 해석해, 단말기에 최적화된 형태로 디지털교과서가 적응적으로 제공되어야 한다. 또한 디지털교과서 시스템이 학습자의 학습 행동을 관찰(모니터링)하고, 그 결과를 저장·분석하고, 학습자의 요구사항과 선호도(Preference)를 이해해 이에 맞는 학습 자료와 환경을 적응적으로 제공해 줘야 한다.

둘째, 학습자들이 디지털교과서를 설치, 사용하는데, 아무런 불편함이 없어야 한다. 학습자들은 자신이 원할 때, 언제, 어디서나 쉽게 자신만의 디지털교과서 서비스 환경을 제공받아야 한다. 또한 디지털교과서는 개방화, 경량화된 형태로 서비스 되어야 한다. 이를 위해서는 단편적으



(그림 5) 제안된 SOA 기반 디지털교과서 서비스 아키텍처[5]



로 흩어져있던 디지털교과서 기능들이 서비스 중심으로 모이고, 유연한 통합 아키텍처인 SOA 기반의 디지털교과서 시스템이 구현되어야 한다. 디지털교과서를 통해 발생한 학습이력 정보들은 단일화된 저장소에 저장되어, 사용자들은 위치, 환경에 상관없이 사용할 수 있게 되어, 학교 수업시간에 디지털교과서를 통해 학습한 정보와 맥락이 방과 후 학습, 집에서의 학습까지 연결되어 서비스될 수 있다.

셋째, 시맨틱(Semantic) 기술이 접목되어 디지털교과서가 적응적(adaptive), 적시적(just-in-time)으로 학습자에게 제공되어야 한다. 의미 있는 학습 맥락과 동떨어진 지식을 배우는 것은 불완전하고 무용지물이다. 학습자원의 의미와 학습자원들 간의 의미적 연관성이 구조화되어 디지털교과서 온톨로지가 구축되고, 에이전트가 의미를 인식하고, 학습맥락에 맞는 디지털교과서 내용이 제공되어야 한다. 시맨틱 기술 적용 시 디지털교과서 구현의 이점은 <표 8>와 같다.

<표 8> 시맨틱 기술 적용 시 디지털교과서 구현의 이점

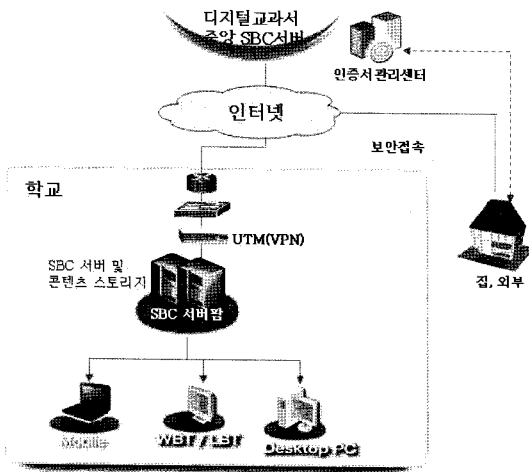
구분	시맨틱 열거반 디지털교과서
전달(Delivery)	제공된 디지털교과서 요소자료들을 학습스타일, 단말기 특성에 맞게 재구성하여 전달할 수 있다.
응답 (Responsiveness)	예견되지 않은 학습 환경에도 즉시적으로 응답할 수 있다.
접근(Access)	언제, 어디서나 접근 가능하고, 지식에 대한 접근이 의미적으로 정의된 탐색에 의해 더욱 확장될 것이다.
균형(Symmetry)	학습이 통합적으로 이루어 진다.
형태(Modality)	동적인 학습 환경을 만들어 낸다.
권한(Authority)	교수자 뿐만 아니라 학습자들이 학습자료를 새로이 생성할 수 있다.
개인화 (Personalization)	학습스타일에 맞는 개인화된 디지털교과서를 만들 수 있다.
적응형/맞춤형 (Adaptivity)	학습자 수준에 맞는 적응적 학습 환경을 구성할 수 있다.

디지털교과서 온톨로지를 구축함으로써 학습자가 원하는 정보를 검색해주고, 만약 학습자가 어떤 주제에 대해 더 추가적인 설명을 요구한다면, 주어진 주제의 예들이 설명하고 있는 학습자원을 찾는 추론까지도 할 수 있다[2].

넷째, 단순한 C/S 기반의 디지털교과서 서비스 구조를 탈피해야 한다. 전통적인 C/S 서비스 구조는 일방적으로 제공되는 기능을 학습자가 수동적으로 다운로드 받는 구조이다. 이런 구조에서는 디지털교과서 확장 및 운영에 많은 제약이 있다. 학습자들은 최신 디지털교과서 내용을 유지하기 위해, 항상 디지털교과서 중앙서버와 통신을 해야 하기 때문에, 디지털교과서 콘텐츠의 설치 및 업데이트에 많은 노력과 어려움이 있다. 또한 디지털교과서에 포함되어 있는 다양한 기능과 멀티미디어자료 실행을 위해 고사양의 단말기가 필요하다. 이를 해결하기 위해서는 클라우드 컴퓨팅 기술이 접목되어, SBC(Server Based Computing)<sup>1)</sup>기반의 디지털교과서 서비스 환경 구축이 필요하다. SBC기반의 디지털교과서는 모든 실행과 연산, 관리, 통제가 서버에서 이루어지기 때문에 사용자들은 아무런 시스템, 기술적 제약 없이 디지털교과서를 사용할 수 있게 된다.

다섯째, 언제, 어디서나 학습자가 디지털교과서를 사용하기 위해서는 24시간 안정적이고 끊김이 없는(Seamless) 서비스가 제공되어야 한다. 유비쿼터스 학습 환경의 가장 중요한 사항은 각 사물(Thing)-사용자들 간의 조화와 원활한 의사소통 이다. 이를 위한 기본 환경은 안정적이고 빠르게 인터넷에 접속할 수 있는 네트워크 환

1) SBC (Server Based Computing)란 사용자 Application이 각각의 Client PC에서 수행 되는 것을 모두 Server에서 이루어 지게 하는 솔루션으로, 사용자의 모든 Application의 수행은 중앙의 Server에서 이루어 지며, 사용자는 사용자 단말기 화면을 통하여 그 결과만을 볼 수 있도록 구성된 시스템 환경임



(그림 6) 제안된 SBC 기반 디지털교과서 서비스 아키텍처[5]

경이 구축되어야 한다. 전국적인 커버리지와 이동성, 전송속도를 보장하는 네트워크 구축이 필요하다.

마지막으로, 디지털교과서 표준 체계 수립이 필요하다. 유비쿼터스 학습 환경의 가장 기본은 각 기기들 간의 원활한 통신 환경 구축이다. 이를 위해서는 표준을 통한 기기들 간의 일치와 상호운용성 확보가 매우 중요하다. 이를 통해 교수자-학습자간 상호작용이 일어나고, 발생된 교수 학습 이력정보는 시스템에 저장되어, 물리적/공간적 제약 없이 쉽게 활용될 수 있는 기반이 마련될 수 있다.

## 5. 결론 및 향후 과제

앞에서와 같이 국내에는 유비쿼터스 컴퓨팅 기술이 교육에 적용 되면서 e러닝에 이어 또 한 번의 패러다임 변화가 일어나고 있다. 학습자들이 주변 생활 속에서 물리적, 시간적 제약 없이 원하는 교육내용, 교육방법에 의해 학습을 하고, 이를 바로 생활 속에서 적용 할 수 있게 하는 것이 유비쿼터스 학습 환경의 기본 목표라고 할 수 있다. 유비쿼터스 학습 환경은 교육학적인 측면 뿐 아니라 언제 어디서나 접근할 수 있다는 유비

쿼터스적인 측면을 통해 학습의 효과를 보다 향상시킬 수 있고, 학습 환경의 유연성, 경량화, 확장이 용이해지는 이점이 있다.

본 고에서는 디지털교과서 사업과 서비스 환경을 살펴보고, 향후 유비쿼터스 학습 환경을 위한 디지털교과서 서비스 전략을 고찰하였다. 디지털교과서는 형태와 내용이 확장가능하고 재사용 가능한 유연한 구조로서, 유비쿼터스 학습 환경에서 적시적(just-in-time), 적응적(adaptive)으로 서비스 되고, 교수자·학습자의 다양한 교수·학습 욕구를 충족시켜 줄 수 있어야 한다.

이를 위해서는 다음과 같이

- 디지털교과서는 다양한 단말기를 통해 서비스가 제공 되어야 한다.
- 학습자들이 디지털교과서를 설치, 사용하는데, 아무런 불편함이 없어야 한다.
- 시맨틱(Semantic) 기술이 접목되어 디지털교과서가 적응적(adaptive), 적시적(just-in-time)으로 학습자에게 제공되어야 한다.
- 단순한 C/S 기반의 서비스 구조를 탈피해서, SBC(Server Based Computing)<sup>2)</sup>기반의 디지털교과서 서비스 환경 구축이 필요하다.
- 24시간 안정적이고 끊김 없는(Seamless) 서비스가 제공되어야 한다.
- 디지털교과서 표준 체계 수립이 필요하다.

이상, 기술적 측면에서 유비쿼터스 학습 환경을 위한 디지털교과서 서비스 전략을 도출하였고, 향후에는 교육적 관점에서 디지털교과서 콘텐츠 모델(지능형, 실감형, 모바일형) 설계 전략과 유비쿼터스 교육환경에 맞는 디지털교과서 교수·학습 방법에 대한 연구가 필요하다.

2) SBC(Server Based Computing)란 사용자 Application이 각각의 Client PC에서 수행 되는 것을 모두 Server에서 이루어 지게 하는 솔루션으로, 사용자의 모든 Application의 수행은 중앙의 Server에서 이루어 지며, 사용자는 사용자 단말기 화면을 통하여 그 결과만을 볼 수 있도록 구성한 시스템 환경임

### 참고문헌

- [1] 정광훈, 정의석,최주연,박태정,김성진(2009). 디지털교과서 플랫폼 현황 및 발전방향. 멀티미디어학회
- [2] 정의석,정광훈,송재신(2009). 디지털교과서 플랫폼 개선 방안 연구. 한국정보과학회
- [3] 엄남경,오병진,이상호(2006), 유비쿼터스 환경에서 u-러닝을 위한 교실 프레임워크 설계, 한국컴퓨터정보학회 논문지
- [4] 정의석, 한국정보통신기술협회(2007), 국내외 디지털교과서 개발 현황
- [5] 한국교육학술정보원(2009), 디지털교과서 서비스 환경 ISP 자료
- [6] Vicki.jonese, Jun H.Jo(2004), Ubiquitous learning environment: An adaptive teaching system using ubiquitous technology
- [7] Stephen J.H.Yang(2006), Context aware Ubiquitous Learning Environment for Peer-to-Peer Collaborative Learning

### 저자약력



#### 정의석

2004년 고려대학교 일반대학원 컴퓨터교육학과 석사  
 2007년 고려대학교 일반대학원 컴퓨터교육학과 박사 수료  
 2007년~현재 한국교육학술정보원 디지털교과서팀  
 선임연구원  
 2007년~현재 ISO/IEC JTC1 SC32(데이터관리)/  
 SC34(전자문서) KOREA 전문위원  
 관심분야 : Adaptive learning, 디지털교과서, 시뮬틱  
 learning, 교육정보표준  
 이 메 일 : Goodguy@keris.or.kr