

# 교육기술과 전자출판 기술의 융합

## - EDUPUB 추진 현황과 발전 가능성 연구

김현영, 조용상\*, 임순범  
숙명여자대학교, 한국교육학술정보원\*

### 요약

<sup>1</sup>단행본, 소설, 잡지, 만화 등 다양한 형태의 전자출판물에 공통적으로 적용 가능한 표현 기술과 콘텐츠 유통을 위한 패키징 기술로 구성된 표준인 EPUB3가 국제표준기구인 ISO/IEC에서 국제표준으로 채택됨에 따라 시장 표준이 공적 표준으로 통합되는 현상이 전자출판 분야에서도 뚜렷이 나타나고 있다.

본고에서는 전자출판 표준인 EPUB3을 교과서 등 교육용 교재, 참고서, 학습서 등 교육 분야에 확대 적용하기 위하여 온라인 평가 서비스, 학습용 소프트웨어 연계, 교육용 메타데이터 활용 등 이질적인 기술 들 간의 융합이 어떻게 이루어져야 하는지에 대한 방향을 제시한다. 이러한 노력은 지난 2013년부터 국제 표준화 단체인 IDPF(International Digital Publishing Forum), IMS Global Learning Consortium, World Wide Web Consortium이 구성한 EDUPUB Alliance를 통해 구체화되고 있다. 따라서 향후 어떠한 구체적인 주제의 논의가 국내에서도 필요한지 알아본다.

또한 디지털 교과서와 학습 교재는 모바일 및 온라인 학습환경에서 다양하게 활용될 수 있으며, 학습자가 생성하는 학습 데이터를 체계적으로 수집하고 분석한다면 학습결과를 향상시키는 데 큰 기여를 할 수 있을 것으로 기대한다.

## I. 서론

아마존의 'Kindle'이라는 전자책 전용 단말기는 현재 전자책 시장을 형성하는데 가장 큰 기여를 한 것으로 평가 받는다. 주로 단행본을 전자책으로 서비스하는데 사용되었던 단말기였기 때문에 다양한 멀티미디어를 요구하는 교육용 교재에 적용하는 데는 한계가 있었다. 그러나 잡지와 만화 같은 멀티미디어 요

소와 다양한 레이아웃을 요구하는 출판물을 전자책으로 발간하기 위해 HTML5를 기반으로 발전한 전자출판 표준인 EPUB3을 IDPF가 발표하면서 전자출판 기술을 채택한 디지털 교과서 모형이 세계적으로 주목 받기 시작했다. 국내에서는 디지털 교과서에 EPUB3을 부분적으로 적용하면서 인터랙티브한 교과서 모형을 일찍이 제시한 바 있는데, 국제 표준화 단체와 기구에서도 같은 맥락에서 디지털 교과서 기능에 대한 요구사항 정의와 기술적인 포맷 관련 표준을 활발히 개발 중에 있다.

전자출판 기술과 교육 기술의 공통적인 특징은 웹 기술을 기반으로 한 응용 분야라는 것이다. 반면 두 기술 간의 대표적인 차이점은 전자출판 기술은 콘텐츠 표현과 유통을 위한 패키징 기술의 비중이 가장 크고 중요한 반면, 교육 기술은 콘텐츠의 표현 유형이 다양하기 때문에 하나의 표준 보다는 유형별 다양한 표준을 허용한다는 차이점이 있다. 콘텐츠와 서비스 플랫폼 간의 통신 유형과 빈도 관점에서도 전자출판 분야는 최소화하는 방안을 채택하는 반면, 교육 분야는 이용 현황을 추적하거나 데이터 통신을 활발히 하는 편이어서 차이를 보이고 있다. 이러한 차이점은 최근 들어 오히려 두 기술 간 융합을 촉진하기 위한 긍정적인 장점으로 작용 중인데, EDUPUB 이라는 융합 표준 개발 과정을 통해 그 특징들을 발견할 수 있다.

본고에서는 전자출판과 교육 기술 간 융합을 위해 고려될 수 있는 특성과 모형을 제시하고, 관련 표준화 활동이 어떻게 추진되고 있는지에 대한 현황을 정리한다. 이를 위해 2장에서는 먼저 새로운 형태의 전자출판 표준인 EPUB3의 특징을 살펴보고, 3장에서는 EPUB3과 다양한 교육 기술이 어떻게 융합될 수 있는지에 대한 가능성과 모형들을 살펴본다. 마지막으로 본고에서 살펴본 두 분야의 기술 간 융합이 가져올 활용 가능성 및 전망에 대한 결론을 제시하며 끝을 맺는다.

## II. 전자출판표준 EPUB3 개요

### 1. EPUB3 특징 및 전자출판 표준의 변화

<sup>1</sup>본 연구는 한국교육학술정보원의 지원을 받는 '전자출판표준(EPUB3) 개정 및 EDUPUB 프로젝트 현황 조사' 연구 결과로 수행되었음

교보문고와 인터파크 등 국내에서 접할 수 있는 대부분의 전자책은 소설이나 자기계발서 같은 단행본이다. 이러한 현상은 다른 나라들도 마찬가지인데, 미국의 대표적인 전자책 유통 서비스인 아마존도 단행본이 주류를 이룬다. 일본의 경우 만화시장이 매우 비중이 높아서 단행본과 함께 전자책의 주류를 이루기도 한다. 그러나 스마트폰과 태블릿 등 모바일 혁명이라 할 수 있는 스마트 디바이스의 급성장으로 전자출판 기술에도 큰 변화의 요구가 제기되기 시작했는데, 멀티미디어에 대한 수용과 세련된 레이아웃을 표현할 수 있는 표준화 수요가 2011년 전후로 두드러지게 나타났다.

단행본을 위한 전자출판 표준은 EPUB2가 널리 채택되어 사용되었는데, 앞서 소개한 IDPF가 개발한 표준이 전자책 유통사와 솔루션 기업들이 하나 둘씩 채택하면서 서서히 시장표준으로 자리잡게 되었다. IDPF는 새로운 표준화 수요를 충족시키기 위해 매우 적극적으로 표준화 활동을 추진해 왔는데, 비교적 빠른 기간 내에 HTML5를 기반으로 한 EPUB3 개발을 완료되었는데, 2010년에 개발에 착수해서 2011년 10월에 첫 번째 버전이 발표되었다. 지난 2014년 6월에는 부분 개정판이 발표되기도 하였다.

비슷한 기간에 국내에서는 전자출판 표준화 포럼(ODPF: Open Digital Publication Forum)을 통해 EPUB2와 EPUB3가 거의 동시에 단체표준으로 채택되어 현재 단행본 시장과 잠재적인 디지털 교과서 및 잡지 시장을 지원하는 노력이 기울어졌다. 특히 교육부의 디지털 교과서 사업을 지원하기 위해 EPUB3은 국가 표준(KS X 6070)으로 제정되면서 새로운 기준점을 제시하기도 하였다. 디지털 교과서는 국내 개인 컴퓨터 운영체제의 다수를 차지하는 윈도우 환경과 안드로이드와 애플로 양분되는 모바일 환경에서 활용할 수 있는데, 이러한 다양한 이용환경을 제공하게 된 배경 중 한가지는 콘텐츠 표준으로 EPUB3을 채택할 수 있었기 때문이다.

EPUB 표준이 중요한 의미를 갖는 다른 이유 중 한가지는 개방형 표준이라는 특징인데, 아마존이 독자 포맷을 사용하는 반면, 반스앤노블 등 나머지 시장 참여자들이 개방형 표준인 EPUB을 채택하면서 시장의 균형적인 발전과 효율성 제고가 이루어졌다는 점은 높이 평가받고 있다. 소비자들은 아마존뿐만 아니라 다른 곳에서도 전자책을 손쉽게 접할 수 있게 되었고, 이용환경이 보편화되면서 콘텐츠의 종류와 양도 급증하면서 시장의 성장을 이끌었다는 것이다. 다시 말해 표준을 통해 시장의 진입장벽을 낮추고 효율성을 높이면서 시장의 규모를 키울 수 있었다는 평가를 내릴 수 있다.

시장의 빠른 성장은 소비자의 눈높이를 높이면서 새로운 수요를 촉발하게 되었는데, 멀티미디어 및 인터랙티브 특성이 필

수적인 동화, 잡지, 교재 등은 모바일 콘텐츠인 앱북(Native APP BOOK) 형태로 발전되는 양상을 보이게 되었으며, 멀티미디어 표현, SVG(Scalable Vector Graphics) 지원, 자바스크립트 기반의 애니메이션과 사용자와 콘텐츠 간 상호작용 지원, CSS(Cascading Style Sheets)3 기반의 반응형 레이아웃 표현, 접근성 개선 등 풍부한 사용자 경험이 새로운 요구사항으로 등장하게 되었다. 이러한 요구사항이 대부분 EPUB3 개발과정에 반영되어서 현재의 디지털 교과서 개발에 적용되기 시작한 것이다. 지금까지 개략적으로 설명한 EPUB2에서 발전된 EPUB3의 주요한 기능과 전체적인 구조를 아래 <표 1>을 통해 살펴본다

표 1. EPUB2에서 발전된 EPUB3의 주요 특징

기능	의미 및 효과
CSS3	줄 바꿈(Line Break), 하이픈 등에 대한 섬세한 제어, 오른쪽에서 왼쪽으로, 또는 왼쪽에서 오른쪽으로 등의 쓰기 텍스트를 사용 가능
다중 스타일 시트	다중 스타일 시트(Multiple Style Sheet)를 사용 가능하며, 가로 레이아웃과 세로 레이아웃을 다이내믹하게 구현 가능
OTF & WOFF	사용자 시스템에 설치되어 있지 않지만, EPUB에 내장된 서체(Open Type Font 및 Web Open Font Format)지원, PDF에서처럼 다양한 서체 활용이 가능
SVG	SVG(Scalable Vector Graphic) 파일 자체를 지원할 뿐 아니라 콘텐츠 내 벡터 그래픽 지원. SVG 요소를 사용하는 경우, 페이지 로딩 시간을 감소시켜, 좀 더 가볍게 처리 가능
Metadata	글로벌 유통이 가능하도록 메타데이터 다양한 옵션 처리. 일본어 출판물에 대체 로마 스크립트 표현을 포함 가능
epubtype	X-HTML 형식의 요소들은 시멘틱 의미를 포함 가능 콘텐츠를 그룹화하고 요구사항 기반으로 정의할 수 있는 부가 정보 처리 가능
epubtrigger	멀티미디어 객체를 컨트롤하기 위한 사용자 인터페이스 정의 액션에는 show/hide, play/pause/resume, mute/unmute 등을 포함
<binding>	비표준 미디어 타입에 대한 스크립트 기반의 핸들러를 제공
XHTML5	HTML5에서 정의된 의미, 구조 및 프로세싱 등의 표준 규격을 명시하지 않는 한 지원
MathML	MathML 임베딩 지원 수식을 그래픽/이미지 형태가 아닌 텍스트로 표시함으로 STM 출판에 기여
Scripting	자바 스크립트 언어를 사용하여 스크립팅 처리, 상호작용(Interactivity)에 대한 지원
Audio,Video	HTML5 멀티미디어 요소의 특성을 지원
Media Overlay	텍스트-음성 변환 기능으로, 발음 어휘(PLS Pronunciation Lexicons), 인라인 SSMML 음소, CSS 음성 등을 제공. 동기화 된 텍스트와 오디오의 표현을 위한 SMIL(Synchronized Multimedia Integration Language) 사용

EPUB3는 전자문서나 전자출판물의 유통과 배포를 위한 표준으로서 개별적인 기능을 수행하는 5개의 하위 규격으로 구성되어 있다. 각 하위 규격의 특성은 다음과 같이 정리할 수 있다.

- ① EPUB Publications 3.0: 출판물 수준의 의미 및 출판물 적합성 요구사항에 대한 정의
- ② EPUB Content Documents 3.0: 출판물의 문맥(Context)에서 사용된 XHTML, SVG, CSS 등의 프로파일 정의
- ③ EPUB Open Container Format (OCF) 3.0: 파일 포맷으로, 관련된 리소스 세트를 단일 파일(ZIP) EPUB에 캡슐화한 처리 모델
- ④ EPUB Media Overlays 3.0: 텍스트와 오디오 동기화를 위한 프로세싱 모델 및 포맷에 대한 정의
- ⑤ EPUB Canonical Fragment Identifier (epubcfi): 프래그먼트 식별자의 사용을 통해 EPUB내의 임의의 콘텐츠를 참조하기 위한 표준화 된 방법 정의

EPUB으로 표현되는 콘텐츠는 확장자 '.epub'이라는 MIME 타입으로 유통되며, 실질적인 파일의 구조는 아래 <그림 1>과 같이 정의된다.

EPUB3로 표현된 전자출판물은 앞서 설명한 오픈 컨테이너 포맷 (OCF)으로 패키지화되어 있으며, 패키지는 ZIP 파일 구조 내에서 3가지 루트 수준의 하위 구조를 가진다.

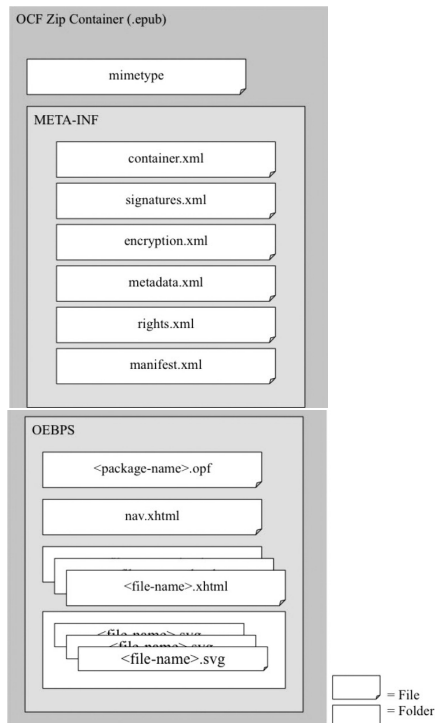


그림 1. EPUB3 기반의 콘텐츠 구조도 ©IMS GLOBAL

① mime-type 파일은 'application/epub+zip' 문자열을 포함하고 첫 파일이어야 한다

② META-INF 폴더:

- container.xml[필수] - 각 임베디드 출판물에 대한 시작 포인트를 명시하고, 컨테이너 내에 포함된 EPUB 출판물의 미디어 타입, 접근 경로 등을 명시한다
- metadata.xml[선택] - 컨테이너에 대한 메타 데이터를 저장한다.
- manifest.xml[허용] - 오픈 컨테이너 포맷 (ODF)에서 규정된 컨테이너 내용의 매니페스트

③ OEBPS 폴더:

- 패키지 문서(\*.opf)는 EPUB 출판물에 대한 서지 및 구조적 메타 데이터를 정의하고 있으므로 전자출판물을 처리하고 표시하는 방법에 대한 정보의 주요 원천이다.
- XHTML 문서들은 HTML5 규격 문서들의 집합체이며, 리소스 폴더에는 이미지, 비디오, CSS 등의 파일들이 위치한다.

위에서 확인할 수 있듯이, HTML5, CSS3, SVG, 멀티미디어 등 다양한 웹 표준들로 구성된 EPUB3가 풍부한 표현력과 사용성을 지원하면서 국내 디지털교과서 개발도 EPUB3를 채택하는 방안에 대한 논의가 구체화 되었다. 이러한 노력의 일환으로 2012년 12월 한국교육학술정보원에 의해 발의된 EPUB3가 국가표준(KS X 6070)으로 제정되었고, 이후 디지털교과서에 대한 개발도 EPUB3를 기반으로 한 교육 서비스 기술을 접목하는 방안이 논의되고 있다. 우선 고려 중인 교육 서비스 표준으로는 IMS Global이 개발한 표준을 들 수 있는데, 학습용 소프트웨어와 서비스 플랫폼 간의 연동을 돕는 LTI(Learning Tools Interoperability) 및 온라인 시험과 문제은행을 지원하는 QTI(Question and Test Interoperability)를 들 수 있다. 이와 같은 융합 시도는 2011년부터 꾸준히 제기되어 왔는데, 세계적인 주목을 끌기 시작한 시점은 2013년경이다.

## 2. 국내에서 시작된 전자출판과 교육 기술 간 융합 노력

국내 전자출판 표준 관계자들의 노력은 단지 EPUB3를 도입하는 것에 그치지 않고 새로운 성장 가능성에 더 많이 비중을 두었다고 평가할 수 있다. 대표적인 예가 앞서 소개한 전자출판 표준과 교육 서비스 간 융합 노력인데, 아래 [그림 2]는 지난 2년 간 EPUB3와 QTI 및 LTI 간 물리적 융합을 시도한 사례를 설명한 것이다.

LMS(Learning Management System) 및 LCMS(Learning Contents Management System)등과의 연동 없이 디지털 교과서 내부에서 평가문항 표현, 정답 입력 및 처리를 정의하기 때

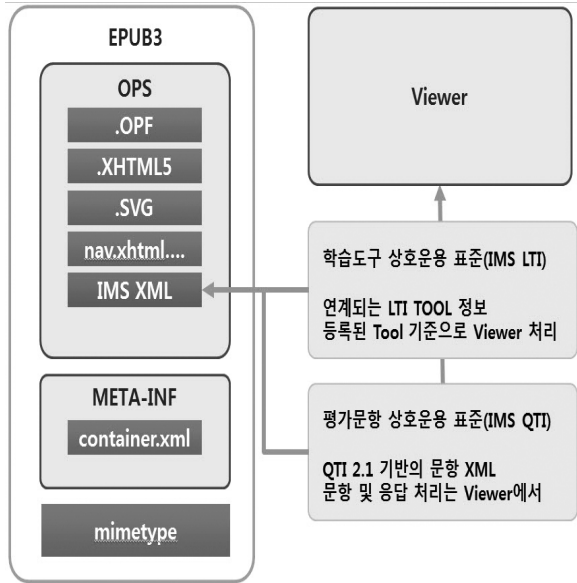


그림 2. EPUB3-LTI/QTI 물리적 융합 구조도 ©김현영

문에EPUB3 기반 콘텐츠 내부에 모든 교육 서비스가 임베딩되어야 한다는 점이다. 모바일 콘텐츠로서 전자책의 형태로 교육 서비스가 흡수되는 모양이지만, 장점은 네트워크가 끊어진 상황에서도 안정적으로 콘텐츠가 표현될 수 있다는 장점도 있다.

온라인 평가 기술 외에 가장 주목한 교육 서비스 기술은 학습용 소프트웨어를 활용하는 것인데, 이를 위해 IMS Global의 LTI 표준이 고려되었다. LTI는 학습용 소프트웨어를 제공하는 도구 제공자(Tool Provider)와 소프트웨어를 이용하는 도구 사용자(Tool Consumer) 간의 통신 규약을 정의한 표준이다.

LTI 표준에서 Tool Consumer는 Tool Provider가 생성한 공유암호(shared secret), 사용자 키, 시작 URL 등을 활용하여 소프트웨어를 플랫폼에 설치하지 않고도 실제 사용자들이 학습 활동을 시작할 수 있게 한다. Tool Consumer는 실제 사용자의

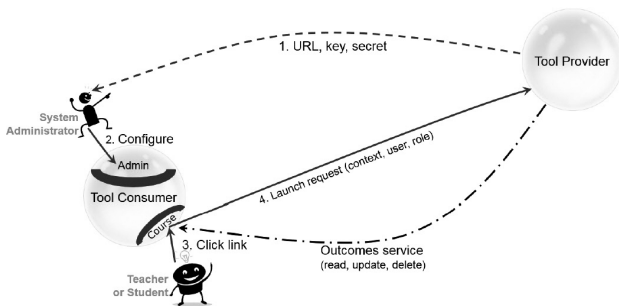


그림 3. LTI 표준의 데이터 흐름도 ©IMS GLOBAL

메일주소, 이름 등 다른 표준에서 정의한 실행 파라미터를 전달하는 것을 승인(또는 거부)할 수 있도록 구성할 수 있다. Tool Provider는 Tool Consumer에게 학습자의 점수(Grade)를 회신해주는 결과 서비스(Outcome Service)를 이용해서 일관된 학습자 데이터 관리를 할 수 있다.

그 외에 최근 학습 데이터 수집 및 분석을 위한 표준에 대한 관심이 급증하고 있는데 대표적인 표준으로 IMS Caliper를 들 수 있다. IMS Caliper는 학습활동 중에 생성되는 데이터를 수집하는 방법에 대한 다양하고 세분화된 권장 사항을 제공함으로써 학습 측정 및 분석(Learning Measurement and Analytics)을 지원하는 표준이다.

IMS Caliper의 가장 주된 특징은 다양한 학습활동에 대한 데이터 속성을 명시적으로 정의한 학습활동 측정 프로파일(Learning Metric Profile)과 학습자에 의해 생성되는 데이터를 수집하는 센서 API로 구분된다. 학습 활동 중에는 독서, 과제 수행, 온라인 평가, 온라인 토론 참가, 메시지, 협업 활동 등 매우 다양한 행동들이 포함될 수 있는데, IMS Global은 이러한 다양한 활동들을 20가지 유형으로 분류하여 측정할 수 있도록 각 유형별 데이터 속성을 정의하고 있다. 표준화된 형태로 노출되는 학습 데이터들은 센서 API라고 불리는 데이터 수집기에 의해 수집된 후, 분석을 위한 데이터 가공과 분석 단계로 이어진다. 일단 표준화 관점에서는 체계적으로 데이터를 수집하는 것까지만 범위로 한정하고 있으며, 이후 워크플로우인 데이터 가공 및 분석은 제품이나 서비스의 경쟁 부분으로 보고 있다. <그림4>는 지금까지 설명한 데이터 측정 프로파일에 따라 노출된 데이터가 API에 의해 수집되고 저장되는 흐름을 표현한 것이다.

### III. EDUPUB 프로젝트 개요

EDUPUB은 교육을 의미하는 'EDUcation'과 출판을 의미하는 'PUBlication'의 합성어로 받아들여지고 있다. 명확하게 그

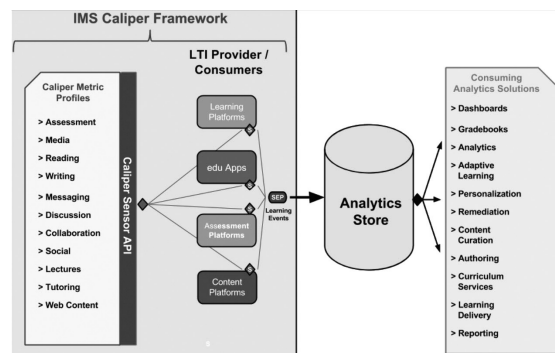


그림 4. IMS Caliper Framework ©IMS GLOBAL



의미를 정의했다기 보다는 지난 2013년 10월 워크숍 개최를 위한 키워드로 사용한 것인데, 참석자들에 의해 계속 사용되면서 이제는 고유명사처럼 불리고 있다. 첫 워크숍 이후 국제 표준화 단체로 구성된 EDUPUB Alliance는 먼저 EDUPUB의 기본 모델을 위한 고려사항을 4가지로 요약하고 있다. (1) 기존 교육 서비스 표준인 IMS 표준들(QTI, LTI, Caliper)을 통합하며, (2) 융합 서비스를 위해 EPUB 표준을 넘어 추가적인 기능(annotations, widget API, discrete entities)을 활용한다. 또한 (3) EPUB3기반의 교육 의미론적 확장(Education-semantic-enhanced) 프로파일을 개발하며, (4) 이를 Radium 소프트웨어(EPUB3 rendering engine을 위한 오픈소스 프로젝트)에 적용하여 빠른 시간 내에 시장에 공급한다

이 네 가지 방향성을 토대로 2014년 한 해 EDUPUB Alliance에서 우선 추진한 항목은 다음과 같이 정리할 수 있다.

- ① 교육활동을 구조적으로 설명할 수 있는 Semantic vocabulary 정의
- ② 교육환경 및 접근성을 고려한 패키지 수준의 메타데이터 설계
- ③ 마크업과 API를 위한 Widget
- ④ EPUB내부에 포함시킨 학습 엔터티 관련 마크업 및 패키지를 위한 Discrete entity 정의
- ⑤ 사용자 데이터를 위한 User annotation 정의
- ⑥ 접근성 제공 방안 마련

지금까지 EDUPUB으로 이해되는 표준화 노력에 대한 이해를 돕기 위해 각 상세 규격을 분석하면서 추가적인 논의 항목이나 고려할 내용을 정리한다.

### 1. Semantic structure for education

교육용 콘텐츠의 그룹 단위/섹션(Sectioning), 제목/단원명(Heading) 등에 대한 콘텐츠 모델을 정의하여, 예측가능하고 재생산성을 높이기 위한 표준이다. 표현의 풍부함과 접근성을 위해 확장된 구조를 가진 의미적 용어들을 정의하였다.

EDUPUB에서 정의한 어휘들은 일반적인 교재에 적용할 수 있도록 구조화되어 있으나 우리 교과서에서 가장 많이 사용하는 학습목표 및 학습 키워드 등을 정리한 목표 부분, 단원별 요약 학습 부분, 문제 유형에서도 진위형 문제, 순서 정하기 유형 등 몇 가지 추가해야 할 사항들이 있을 것으로 보인다.

### 2. Metadata for package level

교육용 융합 콘텐츠를 위한 패키지 메타데이터는 Schema.org의 교육 및 접근성 메타데이터를 활용하는데, EDUPUB 콘텐츠를 독립적으로 식별 가능하도록 패키지 파일 내부에 정의되었다.

- Sectioning
  - Front Matter
    - frontmatter
    - abstract
    - acknowledgments
    - copyright-page
    - dedication
    - foreword
    - halftitlepage
    - introduction
    - preface
    - seriespage
    - titlepage
  - Body Matter
    - bodymatter
    - chapter
    - part
    - qna
    - volume
- Learning Objectives
  - learning-objective
  - learning-objectives
  - learning-outcome
  - learning-outcomes
  - learning-resource
  - learning-resources
  - learning-standard
  - learning-standards
- Testing
  - answer
  - answers
  - assessment
  - assessments
  - feedback
  - fill-in-the-blank-problem
  - general-problem
  - hint
  - match-problem
  - multiple-choice-problem
  - practice
  - practices
  - question
  - true-false-problem

그림 5. Structured Profile 어휘 목록 ©IMS GLOBAL

```
<section epub:type="glossary">
<h1>Glossary of Key Terms and Acronyms</h1>
<dl>
<dt><dfn>ADA</dfn></dt>
<dd>Americans with Disabilities Act.</dd>
<dt><dfn>Affirm</dfn></dt>
<dd>When a higher court upholds the opinion of a lower court in an appeal.</dd>
...

```

그림 6. Structured Profile 중 glossary적용 예 ©IMS GLOBAL

### 3. Widget

EPUB Widget은 다른 EPUB 기반의 출판물에서 사용할 수 있도록 배포된 동적인 XHTML 컴포넌트이며, 해당 EPUB Widget을 사용할 수 있도록 처리한 EPUB 출판물을 'Destination EPUB'이라 칭한다. 이를 위해 마크업 및 API에 대한 규격 정의가 한창 진행 중이다.

```
<meta property="schema:accessibilityFeature">alternativeText</meta>
<meta property="schema:accessibilityFeature">printPageNumbers</meta>
<meta property="schema:accessibilityFeature">readingOrder</meta>
<meta property="schema:accessibilityFeature">structuralNavigation</meta>
<meta property="schema:accessibilityFeature">tableOfContents</meta>
<meta property="schema:typicalAgeRange">18+</meta>
<meta property="schema:interactivityType">mixed</meta>

```

그림 7. 확장된 Metadata적용 예 ©IMS GLOBAL

일반적인 학습 지원용 소프트웨어들이 어떤 형식의 데이터 교환을 하며, 교환을 위한 인터페이스 규격에 대해 국내 이해관계자들의 의견은 어떤지에 대한 조사가 필요하다. 학년별, 과목별 용어사전이나 백과사전은 디지털 교과서에 삽입하지 않고 교과서 외부의 위젯으로 관리하는 것이 가능할 것으로 보이며, Wikipedia 처럼 수시로 업데이트하면서 필요 시 교과서 내 단어와 실시간으로 연동하는 것도 가능할 것으로 보인다. 리치 미디어 표현 특성을 반영하여 해당 용어의 발음, 어원, 멀티미디어 자료, 관련 추천 사이트 목록 등도 활용할 수 있을 것이다.

이와 같은 형태로 우선 진행 중인 위젯 항목으로는 비디오, 오디오, 팝업, 이미지 갤러리, 다중 선택 문항(퀴즈), 텍스트 크기 조절, 스크롤 사이드바, 플래쉬카드, 탭, 아코디언 등 10개의 Widget API 제공하기 위하여 오픈소스 소프트웨어 개발이 진행 중이다.

```
<collection role="widget">
  <metadata>
    <dc:type>widget</dc:type>
    <dc:title>Gallery</dc:title>
    <dc:creator>WidgetInc</dc:creator>
    <dc:language>en</dc:language>
    <meta property="widget:version">1.0</meta>
  </metadata>
  ...
</collection>

<collection role="widget">
  <metadata>
    <dc:type>widget</dc:type>
    <dc:title>Gallery</dc:title>
    <dc:creator>WidgetInc</dc:creator>
    <dc:language>en</dc:language>
    <meta property="widget:version">1.0</meta>
  </metadata>
  <collection role="manifest">
    <link href="../components/WidgetInc/Gallery/gallery.html"/>
    <link href="../components/WidgetInc/Gallery/css/common.sample.css"/>
    <link href="../components/WidgetInc/Gallery/css/gallery.css"/>
  </collection>
  ...
  <link href="../components/WidgetInc/shared/js/external/captionator-min.js"/>
  ...
</collection>
<link href="../components/WidgetInc/Gallery/gallery.html"/>
</collection>
```

그림 8. Widget Integration 예 ©IMS GLOBAL

## 4. Discrete entity

Discrete Entity는 EPUB 형태로 재배포가 가능한 객체를 의미하는데, 출판물 내부에서 독립적인 개체(entity)로 어떻게 정의할 수 있을지, 이러한 개체의 사용권리 및 저작권 등을 어떻게 규정할 것인지, 원본과 처리 대상 사이에 개체를 어떤 방식으로 전달할 것인지 등에 대한 고민을 하고 있다.

## 5. User annotation

Annotation은 '사용자 주석'으로 이해할 수 있는데, 독서 또는 학습 중에 발생하는 사용자의 메모, 북마크, 노트, 하이라이트 등을 학생 간, 학생과 교사 간, 교사와 학부모 간 교환하기 위한 표준이다. W3C Open Annotation을 참고하여 표준화 작업을 진행하고 있으나 정보교환을 위한 핵심 포맷이 미정인 상태로 아직 논의를 진행 중이다. 대표적인 대안으로 협의 중인 것들은 RDF/XML, HTML5+RDFa, HTML <a> tag, JSON/JSON-DL 등이 있다.

함께 고려되어야 하는 것들은 단일 주석이 아닌 주석들의 집합에 대한 공유 및 번들링, 타겟 독자층에 따른 공유 정도, 공유 옵션 등을 설정하는 부분에 대해서도 추가적인 협의가 필요하다.

```
<collection role="distributable-object">
  <metadata>
    <dc:title>Learning Object 1</dc:title>
    <dc:identifier>urn:uuid:5856b480-e1be-11e3-8b68-0800200c9a66</dc:identifier>
    <dc:creator>Object Author</dc:creator>
    <dc:language>en</dc:language>
    <meta property="schema:typicalAgeRange">9-11</meta>
    <meta property="schema:accessibilityFeature">mathml</meta>
  </metadata>
  <collection role="manifest">
    <link href="images/mathml01.gif" media-type="image/gif"/>
    <link href="css/epub.css" media-type="text/css"/>
    <link href="css/mathml.css" media-type="text/css"/>
  </collection>
  <link href="xhtml/chapter01.xhtml#learningobject01"/>
</collection>
```

그림 9. Discrete Entity 예 ©IMS GLOBAL

## 6. Accessibility

마지막으로 모든 학습사용자들을 대상으로 하기 위한 접근성에 대한 논의이다. 즉, 학습자의 기호 및 장애 정도에 따라 적절

```
{
  "@context": "http://www.w3.org/ns/oa.json",
  "@type": "Annotation",
  "annotatedAt": "2014-01-14T01:28:22-0500",
  "annotatedBy": {
    "@id": "http://example.com/people/shepazu",
    "name": "Shepazu",
    "@type": "Person"
  },
  "hasBody": [
    {
      "chars": "Annotations are at the Web's core."
    }
  ],
  "@type": "Tag",
  "chars": [
    "web",
    "standards",
    "annotations"
  ]
},
  "hasTarget": "http://example.com/sourcedoc.html"
}
```

그림 10. Annotation JSON format 예 ©IMS GLOBAL

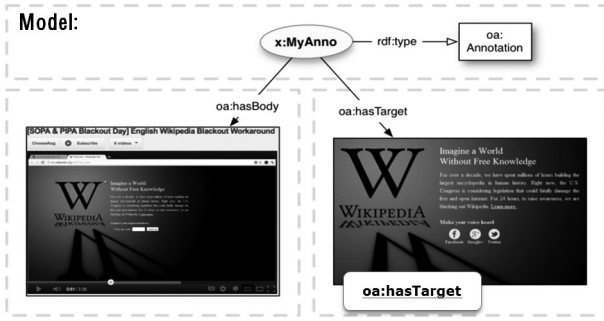


그림 11. Annotation Model ©W3C

한 학습물을 검색하고 이를 활용할 수 있도록 지원하는 표준을 개발하기 위한 노력을 기울이고 있다.

EDUPUB의 접근성 표준화 노력은WCAG2(Web Content Accessibility Guidelines) 가이드라인에 부합하는 수준을 목표로 설정하고 있으며, MathML 및 Tactile 그래픽을 활용할 수 있도록 고려한다. Closed Caption을 통해 이미지/동영상/오디오 등에 대한 대체 텍스트 서술 등도 고려되어야 한다.

MathML 규격으로 수식을 처리하여 Cloud 서비스를 요청하면 일반 브라우저에서도 표현될 수 있도록 이미지 형식(SVG, PNG) 및 A11Y(Accessibility) 지원 기능도 제공한다.

국내에서는 EPUB에 대한 접근성 연구가 상당히 미약하여 EDUPUB Alliance에 추가적인 제안을 하기는 어렵지만, 선진국의 경우처럼 모든 학습자를 위한 서비스가 되기 위하여 현재 EDUPUB에서 논의되고 있는 수준이라도 빠짐없이 챙겨보고 현재 상황에서 어떤 것들을 진행할 수 있는지, 또는 도입할 수 있는 오픈소스 프로젝트는 존재하는 지 등에 대한 검토가 필요하다.

## 7. EDUPUB의 개념적 아키텍처

<그림 15>는 교육 기술과 전자출판 기술을 활용한 전체 EDUPUB아키텍처와 활용 시나리오를 설명한 것이다.

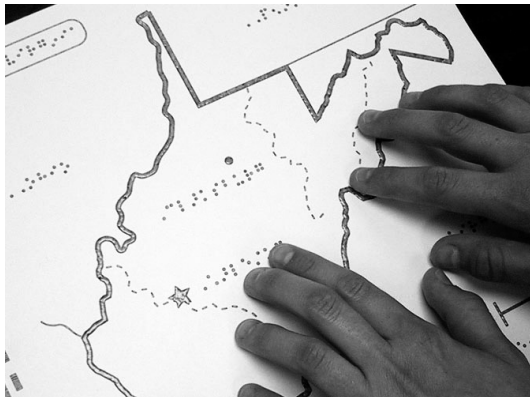


그림 12. Tactile 그래픽 ©Laser Line

```
<span itemscope="" itemtype="http://schema.org/Book">
<meta itemprop="accessMode" content="textual"/>
<meta itemprop="accessMode" content="visual"/>
<meta itemprop="accessibilityFeature"
content="LongDescription"/>
<meta itemprop="accessibilityFeature"
content="structuralNavigation"/>
<meta itemprop="accessibilityFeature"
content="MathML"/>
<div class="adaptationLinks">
<span itemscope itemtype="http://schema.org/Book">
<meta itemprop="isAdaptationOf"
content="https://www.bookshare.org/browse/book/679044"
/>
<meta itemprop="bookFormat" content="Ebook/DAISY3"/>
<meta itemprop="accessMode" content="auditory"/>
<meta itemprop="accessibilityFeature"
content="structuralNavigation"/>
<a itemprop="url" href="https://someurl">Audio</a>
</span>
```

그림 13. Accessibility metadata에 ©IMS GLOBAL

이 아키텍처 기반의 학습 시나리오는 3가지로 나눌 수 있다. (1) 단독 학습은 특정 관리시스템이나 써드 파티 서비스와 없이 전자책 리더만을 통해 데이터를 처리하는 시나리오이며, (2) 기관 학습은 전자책을 단독이 아닌 더 큰 범위의 관리 기관이나 교육환경 내의 구성 요소로 처리하는 것을 말하는데, 학습 플랫폼, 문제은행, 학사관리 시스템, 학습 분석 등 기관 규모의 다양한 서비스와 함께 사용하는 것을 의미한다. (3) 마지막 시나리오는LTI를 활용해서 원격의 콘텐츠에 접근할 때 전자책 리더 소프트웨어를 사용하는 것이다. 이 때 사전에 정의된 사용자키와 공유 암호를 활용한 인증 프로세스를 거쳐 써드파티 도구를 호출한다.

세 가지 학습 시나리오에서 추론해 볼 수 있듯이 발생하는 학습 분석 지원 프로세스는 다양한 시스템과 콘텐츠를 활용하면서 생성된 데이터를 수집하고 분석 서버의 저장소에 적절한 형

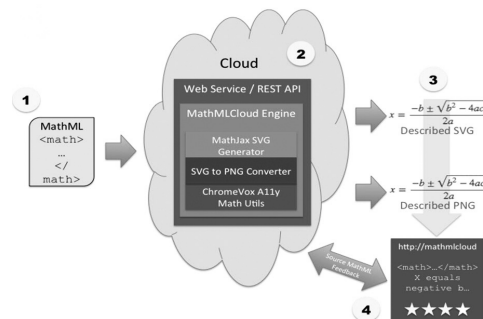


그림 14. MathML을 위한 클라우드 서비스 흐름도 © Benetech

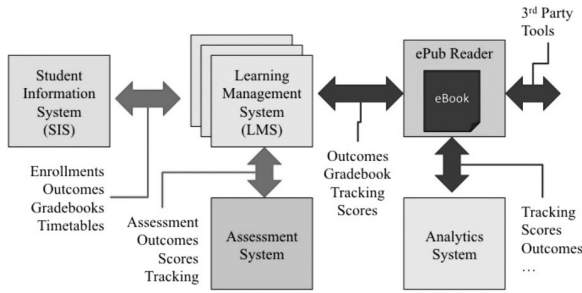


그림 15. EDUPUB 개념적 아키텍처 ©IMS GLOBAL

태로 데이터를 처리할 수 있어야 한다. 데이터 수집은 앞서 설명한 바와 같이 IMS Sensor API를 통해 이루어진다. EPUB3 기반의 전자책 리더와 데이터 분석을 위한 Caliper API 간 연동을 위하여, 먼저 전자책 리더가 Tool Provider로 동작할 수 있어야 하며, LTI Context(사용자ID, ContextID) 및 Caliper Context(LTI 호출 파라미터도 함께)가 설치된 Caliper sensor로 전달한다. 또한 Caliper Reading Sensor가 전자책 리더에 설치하여야 위에 설명한 워크플로우가 정상적으로 작동할 수 있다. <그림 16>과 <그림 17>은 이 워크플로우와 Caliper context를 준비하는 단계를 설명한 것이다.

일반적으로 전자책 리더는 사용자 주석처리와 같은 콘텐츠와 독립적인 고유 기능을 제공하면서 동시에 콘텐츠와 사용자 간 상호작용을 처리할 수 있는 처리 코드 및 콜백 기능도 제공한다. 다양한 학습 활동을 측정하기 위한 데이터 모델이라고 할 수 있는 적절한 Caliper Metric 프로파일을 사용함으로써 애플리케이션 개발자는 기존의 이벤트 처리 코드와 통합적으로 관리할 수 있다.

다양한 학습 활동 중에서 디지털 교과서를 포함한 전자책과 관련된 활동 데이터가 Caliper Metric 프로파일에 정의되고 있는

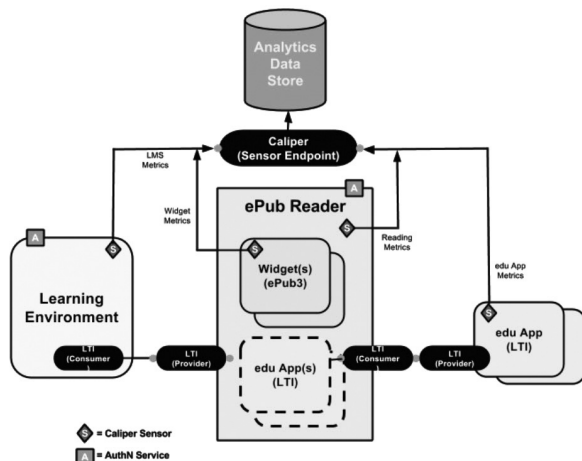


그림 16. EDUPUB 아키텍처 모델 내 학습 분석 ©IMS GLOBAL

```
var loadEbook = function (packageDocumentURL)
{
    readium.openPackageDocument(
        packageDocumentURL,
        function(packageDocument){

            // Initialize the Radium Caliper Sensor for this LTI Session
            // We now have a fresh context for the sensor for each book

            if (window.LTI) {

                // Extract required Caliper and LTI context

                var host = LTI["session"].caliper.serviceurl;
                var apiKey = LTI["session"].caliper.apikey;
                var personId = LTI["session"].user.id;
                var courseId = LTI["session"].context.id;

                // Initialize the Radium Sensor
                RadiumSensor.initSensor(apiKey,
                    host,
                    courseId,
                    personId,
                    packageDocument.getMetaData()
                );

            }

        }
    );
};
```

그림 17. Caliper Context 준비 단계 ©IMS GLOBAL

데, 대표적인 예가 Reading metrics이다. 이 측정 프로파일은 디지털교과서와 참고도서를 활용하면서 자동으로 생성되는 페이지 탐색, 독서 시간 등의 데이터를 수집 및 분석할 수 있도록 정의된 것이다. 또 다른 예로 Annotation metrics는 전자책 리더에서 생성되는 하이라이트, 노트, 북마크, 마킹 등과 같은 사용자가 직접 생성하는 데이터를 수집하기 위한 데이터 모델로 이해할 수 있다. 그 밖에도 전자책에 포함되거나 링크된 멀티미디어 활용 정도에 대한 데이터도 측정 대상이 되는 Media metrics는 이미지, 오디오, 비디오 등 전자책에 내재된 임베디드 미디어 요소에 대한 데이터 모델이며, Assessment metrics는 전자책에 포함된 퀴즈와 간단한 시험과 같은 평가문항을 활용한 사용자 데이터를 처리하기 위한 모델이다. 이상 언급한 데이터들이 전자책을 활용하면서 교육 서비스 관점에서 의미있게 활용될 수 있는 정보들이며, 융합 서비스의 관점에서 이들 데이터가 개별 학습자를 더 정확하게 이해하고 부족한 부분을 보충해 줄 수 있는 부가적인 추론 정보를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

### III. 결론

거슬러 올라가면 2007년부터 시작된 교육부의 디지털 교과서 사업 덕분에 다른 나라보다 먼저 전자출판과 교육 기술 간 융합의 가능성을 고민할 수 있었다. 그러나 서로 분리된 시장으로 인식되던 전자출판 분야와 교육 분야의 협력, 특히 산업계의 신 기술 수용과 투자를 이끌어내기에는 불확실한 면들이 당시에는



많았기 때문에 다소 관망하는 사이 글로벌 컨소시엄들이 그 테마를 선점하는 현상이 전개되고 있다. 그 현상을 단적으로 보여주는 것이 속도감 있게 전개되고 있는 EDUPUB Alliance이다. 일반적으로 컨소시엄 간 협력을 논의하기 위해서는 길게는 5년 짝아도 3년여의 시간이 소요되는데, EDUPUB Alliance의 경우에는 첫 번째 워크숍에서 바로 액션 아이템이 도출되고 불과 1년 남짓 운영된 현 시점에서 애플리케이션을 구현할 수 있을 정도의 프로파일과 소프트웨어 코드들이 제작되고 있는 것을 보면 놀라울 정도로 빠르게 추진되고 있는 것이다.

EDUPUB Alliance에 참여 중인 주요 기업들의 면면만 보더라도 시장의 흐름을 예측할 수 있는데, Google, O'Reilly, Pearson, VitalSource, CourseSmart, Blackboard 전자출판과 교육 분야의 대표적인 글로벌 기업들이 적극적으로 참여 중이며 심지어 규격 개발을 주도함과 동시에 자사 제품 및 서비스를 개발하고 있어서 앞으로 국내 디지털 교과서 서비스에도 큰 영향을 미칠 것으로 전망된다.

국내 디지털 교과서는 EPUB3 패키징 규격을 따르면서 HTML5, JavaScript 등의 멀티미디어 표현 및 사용자 상호작용을 지원하는 형태로 구성되어 있다. 이는 앞서 소개한 '단독 학습' 유형으로 멀티미디어 자료들을 포함하여 문항풀이, 외부 학습도구 연결 등 총체적인 학습 활동을 학습자의 단말기에 모아서 맞춤형 학습을 지원하는 EDUPUB 플랫폼의 초기 모델로 평가할 수 있다. 따라서 현재 모델을 클라우드 서비스 모델과 온라인 및 오프라인 환경에서 병행해서 사용할 수 있는 하이브리드 모델 등으로 발전 방안을 고민해야 할 시점이다.

EDUPUB Alliance의 활동과 방향성을 공유하면서 리더십을 확보하기 위해서는 정부와 공공기관, 교과서 출판사, 이러닝 기업 등이 미래의 불확실성에 대한 위험을 최소화하기 위해 공동의 노력과 오픈소스 소프트웨어를 활용한 기술 공유 노력을 본격적으로 추진할 필요가 있다.

## 참고 문헌

[1] <http://idpf.org/epub/201>  
 [2] [http://www.idpf.org/epub/20/spec/OPS\\_2.0.1\\_draft.htm](http://www.idpf.org/epub/20/spec/OPS_2.0.1_draft.htm)  
 [3] <http://www.idpf.org/epub/301/spec/epub-publications.html>  
 [4] <http://mpsltd.wordpress.com/2011/05/25/epub-3-vs-epub-2-0-2/>  
 [5] [http://www.imsglobal.org/edupub/EPUB3QTILTICaliper\\_BestPracticesv8.pdf](http://www.imsglobal.org/edupub/EPUB3QTILTICaliper_BestPracticesv8.pdf)  
 [6] <http://idpf.org/epub/profiles/edu/spec/>

[7] <http://www.idpf.org/epub/widgets/>  
 [8] <https://github.com/IDPF/widgets>  
 [9] <http://www.openannotation.org/spec/core/>  
 [10] <http://www.idpf.org/epub/do/>  
 [11] <http://www.idpf.org/accessibility/guidelines/>  
 [12] <https://www.gh-accessibility.com/services/tactile-graphics>  
 [13] <http://tinyurl.com/mathml-cloud-edupub>  
 [14] <http://www.imsglobal.org/IMSLearningAnalytics-WP.pdf>  
 [15] [http://www.w3.org/community/openannotation/wiki/Sopa\\_Basic](http://www.w3.org/community/openannotation/wiki/Sopa_Basic)  
 [16] <https://www.gh-accessibility.com/services/tactile-graphics>  
 [17] <http://www.slideshare.net/gcapiel/math-ml-cloud-sun-2014>

## 약 력



김 현 영

1988년 서울대학교 이학사  
 1990년 한국과학기술원 이학석사  
 2014년~현재 ㈜피플앤스토리 서비스본부장  
 2014년~현재 숙명여자대학교 박사과정  
 관심분야: 전자책, 디지털교과서, 문서표준, 데이터 과학



조 용 상

1995년 한림대학교 경영학사  
 2001년 성균관대학교 공학석사  
 2009년 성균관대학교 공학박사  
 2011년~2013년 스마트미디어 분야 국가표준 코디네이터 (국가기술표준원)  
 2002년~현재 한국교육학술정보원 책임연구원  
 관심분야: 디지털 콘텐츠 상호운용성, 데이터 수집 및 분석, 접근성 기술, 정보기술 표준



임 순 범

1982년 서울대학교 이학사  
 1983년 한국과학기술원 공학석사  
 1992년 한국과학기술원 공학박사  
 1997~2001년 건국대학교 컴퓨터학과 교수  
 2001년~현재 숙명여자대학교 멀티미디어학과 교수  
 관심분야: 컴퓨터 그래픽스, 웹/모바일 멀티미디어 응용, 디지털 방송, 전자출판(폰트, 전자책, XML 문서), User Interface