

e-Pub 표준 기반 e-교과서의 구조 설계

김소영^o 남동선 손원성 이경호 임순범

숙명여자대학교, ㈜한글과컴퓨터, 경인교육대학교, 연세대학교, 숙명여자대학교
sykim712@naver.com, speeno@nate.com, sohnws@gmail.com, khlee@cs.yonsei.ac.kr,
sblim@sm.ac.kr

Structure design of e-textbook based on e-Pub standard

So-Young Kim^o, Dong-Sun Nam, Won-Sung Sohn, Kyung-Ho Lee, Soon-Bum Lim

Sookmyung Women's University, Hancm Inc. Gyeongin National University of Education,
Yonsei University, Sookmyung Women's University

요 약

최근 주목을 받고 있는 디지털교과서를 위해 제안되었던 대부분의 연구 결과는 플래시 기반으로 구성되거나, 전용 클라이언트를 설치해야 하는 등 교과서의 본질에 충실하지 못한 문제를 가지고 있었다. 본 논문에서는 교과서의 본질에 충실하고, 학교에서는 물론이고 집에서 사용 가능한 e-교과서 구현을 위해 전자책 표준 가운데 전 세계적으로 가장 널리 사용 중인 e-Pub 표준을 적용하고자 하였다. XML 기반의 e-Pub 표준 적용을 위해 초등학교 국어, 영어, 수학 교과서를 분석하였으며, 과목 별로 상이한 구조 표현을 위해 최소한의 요소(element)를 정의함으로써, 저자 별, 과목 별 구조적 특성을 자유롭게 반영할 수 있도록 하였다.

1. 서론

최근 인터넷이 보편화되고, 태블릿 PC와 같은 IT 기기가 발전함에 따라, 정부부처 및 교육기관을 중심으로, 초중고생의 교과서를 디지털화 하려는 움직임이 활발히 진행되고 있다. 그러나 그 동안 연구·제안되었던 대부분의 디지털 교과서는 플래시 기반으로 구성되거나, 전용 클라이언트를 설치해야 하는 등, 교과서의 본질에 충실하지 못한 문제를 가지고 있다. 이에 따라 교육과학기술부에서는 '2010년 교과서 선진화 방안'을 통해 CD 형태의 e-교과서를 제공함으로써 학생들의 '무거운 책가방'을 해소하고, 이를 시작으로 향후 IT 기술의 발달함에 따라 개인용 모바일 형태의 e-교과서로도 발전할 수 있을 것이라고 발표하였다.

본 논문에서는 교육과학기술부의 방침에 따른 e-교과서 제작을 위해 초등학교 교과서의 구조를 분석하고, 전자책 표준인 e-Pub을 적용해봄으로써, 전자책으로써의 e-교과서의 발전 가능성을 모색하고자 한다.

2. 관련 연구

2.1 전자책 문서 표준의 개발 및 관련 연구

대표적인 전자책 문서 표준에는 IDPF의 e-Pub, IEC/TC100의 IEC 표준, 한국전자출판협회의 EBKS 표준 등을 들 수 있다.

그 중 가장 널리 사용되고 있는 De facto 표준은 국제 디지털 출판 포럼(IDPF)의 오픈 e-book 포럼에서 정의한 e-Pub 표준으로, 크게 OCF, OPF, OPS로 구성되며, XHTML, XML, CSS 등 다양한 기존 표준을 참조하고 있다[1].

현재 KS X 6100 표준으로 제정되어 있는 한국 전자책 문서 표준(EBKS)은 한국전자출판협회에서 한국전자책컨소시엄을 결성하여 개발한 표준으로, 문서에 대한 명확한 논리 구조를 정의함으로써, 전자책 콘텐츠에 대한 정확한 교환을 목적으로 한다.

IEC 표준은 IEC/TC100에서 2006년 e-book/e-publishing을 담당하는 TA(Technical Area)10을 설립하여 제정한 것으로, 콘텐츠의 생성과 배포에 대한 개념 모델을 정의하고 있으며, 크게 Submission Format, Generic Format, Reader's Format으로 구성된다.

2.2 디지털 교과서 및 이러닝 표준화 관련 연구

이러닝에서의 표준화는 이러닝을 인터넷 상에서 구현하게 하는 정보통신 소프트웨어와 관련된 기술 표준을 의미하는 것으로서, KEM과 IMS 프로젝트가 대표적이다.

교육학술정보원에서 개발한 KEM은 국내에서 유통되는 교육 정보의 메타데이터 표준을 정함으로써 서로 다른 서비스 제공자 및 시스템 간의 상호 호환을 가능하게 하기 위해 제정되었다. KEM 메타데이터로 정의된 교육 정보는 자료의 상호 교환뿐만 아니라 체계적이고 빠른 검색과 추출을 보장해 줄 수 있다는 장점이 있다.

IMS 프로젝트는 1997년 EduCom NLII (National Learning Infrastructure Initiative)로부터 시작된 기업체와 연구 기관, 정부 기관 간의 합동 프로젝트로써, 다양한 교육 관련 서비스들이 상호 운용성을 가지도록, 교육 분야 자료의 기술을 위한 메타데이터 및 기술 측면의 요구 사항들을 연구, 개발하여 널리 보급하기 위한 사업이다. IMS는 회원 기관으로서 교육기관, 기업, 정부기관 등을 망라하고 있으며, ADL, ARIADNE, AICC, Dublin Core, CEN/ISSS, IEEE, W3C, NIST 등과 같은 협력하여 규격을 개발한다[2][3].

본 연구는 한국교육학술정보원의 전자책 포맷 표준화 방안 연구 과제에 의해 수행되었음.

2.3 선행 사례

디지털교과서의 선행 사례는 2008년 교육부가 추진한 ‘디지털교과서 원형 개발 사업’이 대표적이다. 국가/국제 표준인 XML, KEM, SCORM을 준수하면서도 교과별 특성에 최적화된 콘텐츠 개발을 목표로하였으나, 시범 사업에서 개발된 대부분의 콘텐츠는 XML 형식의 포맷은 차용하지만, 실제 내용은 플래시 기반으로 구성되는 한계가 있었다.

2006년 ‘수학 전자교과서’라는 이름으로 개발된 수학교과목은, 시범 사업과 함께 ‘수학 디지털교과서’로 명칭을 변경하고 새로운 플랫폼에 맞는 콘텐츠로 수정되어 운영되고 있다. 수학 교과목의 특성을 실현할 수 있는 독특한 기능을 제공한다는 것이 특징이다[4].

3. e-교과서의 요구 사항 및 교과서 분석

3.1 e-교과서의 요구 사항

그 동안 연구되었던 디지털교과서가 널리 보급되지 못한 데에는 디지털교과서의 방향 및 요구사항에 시스템 환경이 충분히 뒷받침되지 못했기 때문이다. 이에 따라 교육과학기술부에서는 CD 형태의 e-교과서를 제공함으로써, 학생들의 무거운 책가방 해소에 중점을 두고자 하였다. 따라서 e-교과서는 다음 세 가지 요구사항을 만족해야 한다.

첫 번째로, **e-교과서는 플랫폼 독립적이어야 한다.** 교과서는 학교에서는 물론이고, 집에서도 동일한 환경으로 사용 가능해야 한다. 따라서 e-교과서는 특정 플랫폼에 제한되지 않으며, 중립성 및 호환성을 보장하여, 학생들이 학교에서나 집에서나 쉽게 교과서를 접할 수 있도록 개발되어야 한다.

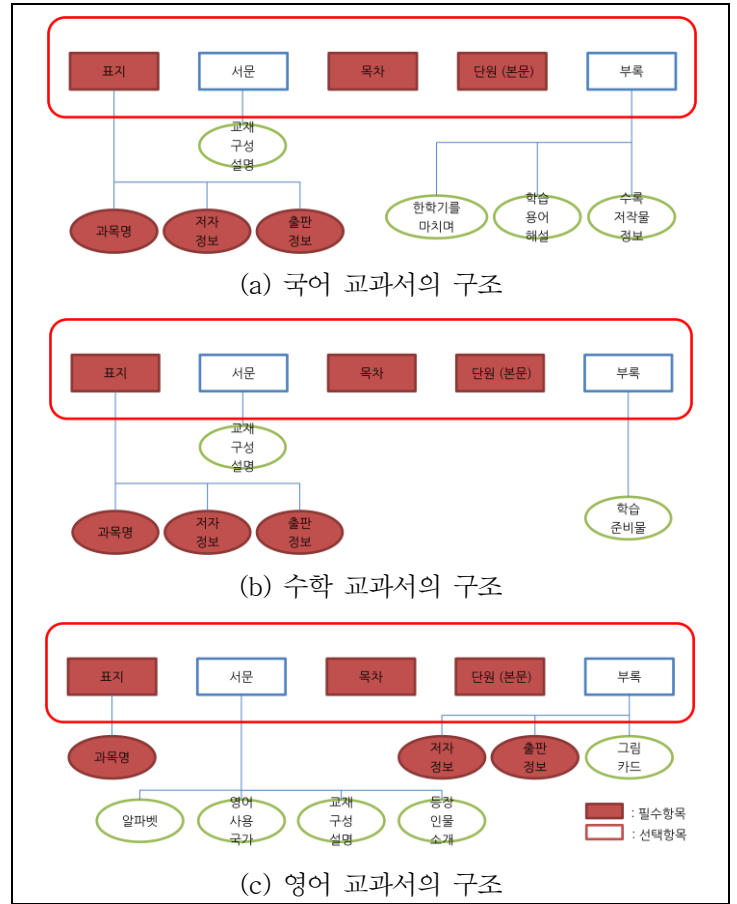
두 번째로, **e-교과서는 서책형 교과서의 보조 수단이 아닌, 교과서의 또 다른 형태로 제공되어야 한다.** 즉, 서책형 교과서의 내용과 구조는 그대로 유지된 채, 서책형 교과서에서 구현할 수 없는 멀티미디어적 요소들이 추가 보완됨으로써, 교재용 도서로서의 목적에 부합하는 것이 바람직한 e-교과서의 형태이다.

마지막으로, **본문 내용의 검색 및 색인이 가능하도록 구성되어야 한다.** 이러한 콘텐츠를 비롯하여 플래시 기반으로 구현된 일부 디지털교과서는 학생들이 원하는 내용을 찾아볼 수 없다는 단점이 있다. 서책형 교과서에서 학생이 직접 쪽수 및 색인을 이용하여 정보를 찾아갈 수 있듯이, e-교과서에서는 학생이 본문 내용을 검색하고 색인 할 수 있는 기능이 제공되어야 한다.

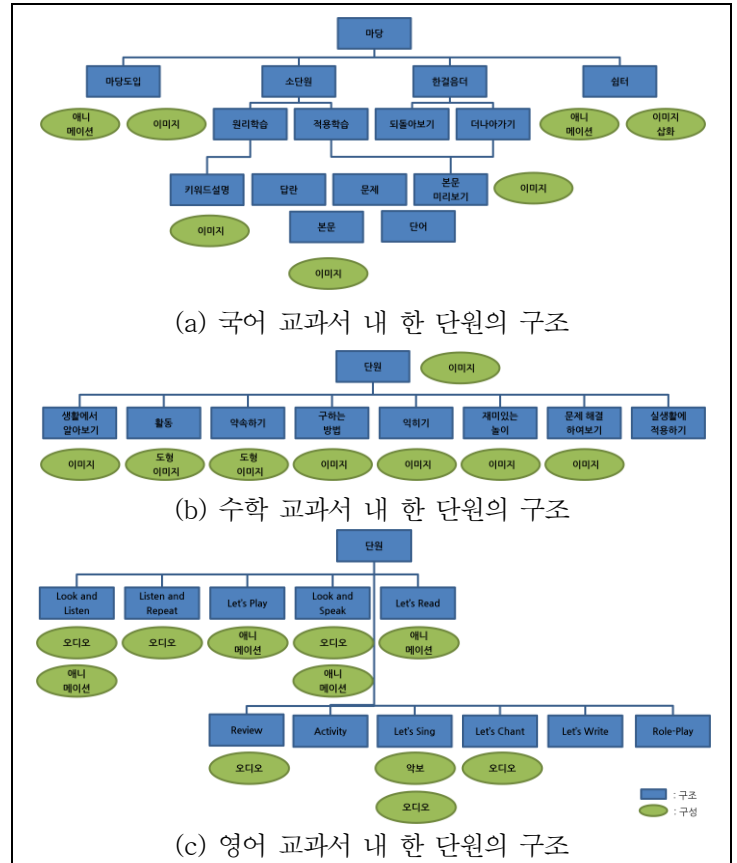
3.2 교과서 구조 분석

본 논문에서는 교과서의 구조를 분석하기 위해 초등학교 6학년 국어, 수학, 영어 교과서를 사용하였다.

[그림 1]은 국어, 수학, 영어 교과서의 전체적인 구조를 도식화 한 것이다. 세 교과서는 크게 표지, 서문, 목차, 본문, 부록의 구조를 가지고 있다. 그러나 각 구조 별로 포함하고 있는 구성 요소 및 정보는 교재의 특성에 따라 다르며, 과목명, 저자 및 출판정보와 같이 세 교과서에서 공통적으로 가지고 있는 정보 또한 표현되는 위치가 서로 다르다는 것을 확인할 수 있다.



[그림 1] 과목 별 교과서의 전체 구조



[그림 2] 과목 별 단원의 구조

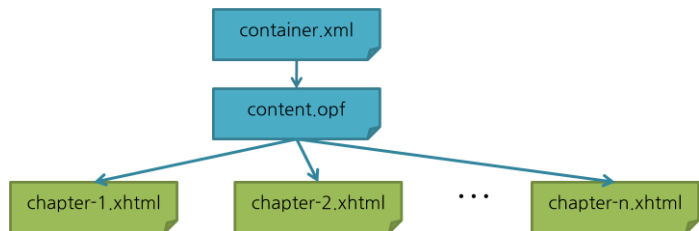
본문의 경우도 마찬가지다. 본 논문에서 정의 한 본문은 같은 구조를 가진 단원의 집합을 의미한다. [그림 2]에서 보듯이, 수학 교과서처럼 모든 구조가 동일한 레벨에 있는 경우도 있지만, 국어와 영어처럼 하나의 구조가 또 다른 구조를 포함하는 형태도 있으며, 각 구조에서 표현되는 구성 요소의 종류도 다양하다.

따라서 본 논문에서는 교과서에서 필수로 담고 있는 정보를 분석하여 정의하고, 교과서마다 달라지는 구조적 특성과 구성 요소들은 저자가 자유롭게 표현할 수 있도록 e-교과서 포맷을 설계하고자 한다.

4. e-Pub 표준 기반 e-교과서의 설계

4.1 e-Pub 표준

앞서 언급하였듯이, e-Pub 표준은 전 세계적으로 가장 널리 사용되고 있는 De facto 표준으로, 현재 출시되고 있는 다양한 전자책 단말기에서 e-Pub 포맷을 지원하고 있다. e-Pub 파일을 구성하는 3가지 사양(Specification) 중, Open Container Format(OCF) 1.0은, 물리적인 저장형태를 정의하는 것으로, zip 포맷을 따른다. Open Packaging Format(OPF) 2.0은 e-Pub을 구성하는 다양한 요소들의 유기적 관계를 정의한 것으로, 추가적인 구조 정보나 의미 정보를 포함하고 있다. 콘텐츠에 대한 목차 정보도 OPF 포맷에서 정의된다. Open Publication Structure (OPS) 2.0은 내용을 표현하기 위한 수단을 정의하는 포맷으로써, 콘텐츠 파일이 OPS 포맷에 해당된다. 3가지 공개 표준에 기반한 e-Pub 파일의 구조는 다음과 같다.



[그림 3] e-Pub 파일의 구조

container.xml 파일은 컨테이너 포맷인 OCF 부분이며, 뷰어에서 e-Pub 파일이 로딩될 때 가장 먼저 참조하게 되는 파일이다. 컨테이너 파일은 뷰어가 다음으로 참조할 content.opf 파일의 위치를 지정한다.

content.opf 파일은 패키지 포맷으로, 콘텐츠 파일들의 경로를 지정한다. 또한 출판 관련 메타데이터와 전체 파일 목록, 파일의 연관 관계, 기본적인 구조적 요소 등을 정의하고 있다. content.opf 파일에서 표현 가능한 정보는 <표 1>과 같으며, 이 정보는 e-교과서에서도 활용 할 수 있다.

<표 1> content.opf 파일에서 표현 가능한 정보

요소	정보	표현 가능한 상세 정보
meta	출판 정보 저자 정보	제목, 저자, 날짜, 출판사 등
manifest	파일 목록	전자책에 포함된 모든 리소스 정보

spine	목차	전자책의 뼈대가 되는 기본 구성 정보
reference	서문 부록	용어풀이, 서지정보, 저작권, 서문, 표 목차, 그림 목차, 노트 등

나머지 xhtml 파일은 콘텐츠 포맷인 OPS를 의미하며, 실제 콘텐츠 내용을 포함한다. content.opf 파일에서 모든 파일 목록을 가지고 있기 때문에 여러 파일에 내용을 나누어 표현할 수 있다.

4.2 e-Pub 표준의 적용

교과서를 e-Pub 표준으로 적용하기 위해서는, 구성 요소와 정보를 표현하기 위해 메타데이터를 정의하여야 한다. 그러나 e-Pub 파일 자체적으로 OPF와 OCF 포맷을 통해 책으로써 기본적으로 표현되어야 하는 데이터들을 정의하고 있으므로, 본 논문에서 제안하는 e-교과서에서는 e-Pub의 구성 요소를 최대한 활용함과 동시에, 교과서에 맞는 구조는 XML을 이용하여 별도 정의하였다.

우선 모든 교과서에서 기본으로 표현하고 있는 책의 제목, 저자, 출판사 등과 같은 출판 관련 정보는 e-Pub에 정의된 metadata를 사용하였다.

```
<metadata xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.0">
  <dc:Title>국어 읽기 6-1</dc:Title>
  <dc:Creator>김소영</dc:Creator>
  <dc:Date>2010.04.09</dc:Date>
  <dc:Publisher>숙명여대</dc:Publisher>
</metadata>
```

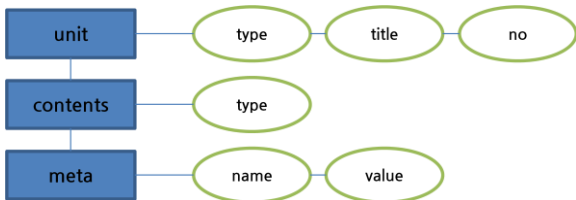
e-Pub은 목차를 표현하기 위해 manifest와 spine을 정의하고 있다. manifest에서는 e-Pub 파일에 포함된 모든 세부 파일 목록을 정의한다. 이렇게 정의된 파일 목록은 spine에서 책의 순서, 즉 목차의 형태로 정리된다. spine에서는 itemref 요소를 통해 정의된 순서대로 목차를 구성하며, linear 속성을 통해 목차에서 보이지 않게 구성하는 것도 가능하다.

```
<manifest>
  <item id="intro" href="intro.xhtml" media-type="application/xhtml+xml"/>
  <item id="c1" href="chapter-1.xhtml" media-type="application/xhtml+xml"/>
  <item id="etc" href="etc.xhtml" media-type="application/xhtml+xml"/>
  <item id="cover" href="cover.png" media-type="image/png"/>
</manifest>
<spine toc="ncx">
  <itemref idref="cover" linear="no"/>
  <itemref idref="intro" />
  <itemref idref="c1" />
  <itemref idref="etc" />
</spine>
```

e-Pub에서 정의된 요소 중 또 하나는 reference 이다. reference 요소는 서문 또는 부록에 포함될 수 있는 다양한 정보를 type 속성을 이용하여 정의한 것으로, 용어풀이, 저작권, 표 목차, 그림 목차 등을 표현할 수 있다.

```
<reference type="glossary" title="용어풀이" href="dictionary.xhtml" />
<reference type="acknowledgements" title="교재구성설명" href="acknowledgements.xhtml" />
<reference type="copyright-page" title="저작권" href="copyright.xhtml" />
```

다양한 구조를 가지는 교과서의 본문은 과목이나 저자의 특성에 따라 유연하게 구조를 정의할 수 있어야 한다. 따라서 본 논문에서는 구조와 내용을 유연하게 정의할 수 있도록, 구조는 unit이라는 하나의 요소로, 내용은 contents라는 또 하나의 요소로 정의하도록 하였다. 각 요소를 구분하는 정보는 type이라는 속성으로 정의하되, 하나의 구조가 다른 구조를 내포할 수 있도록 함으로써, 최소한의 요소 정의를 통해 자유로운 구조 설계가 가능하도록 하였다.



[그림 4] 본문 표현을 위한 DTD 구성

[그림 4]는 본 논문에서 제안한 구조 표현을 위한 DTD를 도식화 한 것이며, 정의된 DTD에 따라 초등학교 6학년 국어 교과서 본문을 표현하면 다음과 같다.

```
<unit type="마당" no="1" title="삶과 이야기">
  <unit type="소단원" no="1" title="마음의 물결">
    <unit type="원리학습">
      <contents type="text">사건과 배경에 대하여 알아보시다.</contents>
      <meta name="author" value="문선이"/>
    </unit>
  </unit>
</unit>
```

단원에서 표현되는 가장 상위 구조는 ‘마당’이며, ‘마당’의 하위에는 ‘마당도입’과 ‘소단원’, ‘한 걸음 더’, ‘쉼터’의 구조를 가지고 있다([그림 2-a] 참고). 따라서 가장 상위 구조인 마당을 unit 요소를 사용하여 정의한 후, 하위에 소단원을 정의하였으며, 해당되는 내용은 contents 요소를 사용하여 표현하였다. XML로 작성된 교과서의 구조 및 내용은 추후 XSLT 변환을 통해 구조와 내용을 그대로 출력할 수 있다.

4.3 결과

본 논문에서 제안한 바와 같이 요소를 최소화하고, 상황에 따라 요소의 속성을 정의함으로써, 본문 표현뿐만 아니라 서문 또는 부록을 작성함에 있어서도 저자의 의도에 따라 자유롭게 구조를 정의할 수 있다.

이를 통해,

- e-Pub 표준 기반의 e-교과서는 서책형 교과서에서 표현되는 모든 구조와, 텍스트, 이미지 등의 내용을 그대로 표현할 수 있어 e-교과서의 요구사항인 교과서의 본질에 충실함을 확인할 수 있다.
- 또한, 모든 내용은 XML 기반으로 작성, 저장되기 때문에 내용 검색이 가능하며, 내용은 물론 구조까지 검색할 수 있다.
- e-Pub 표준을 기반으로 하기 때문에, 모든 콘텐츠가 XML 또는 HTML로 구성되어 있어 모든 웹 브라우저 상에서 교과서를 볼 수 있으므로 플랫폼 독립적이며, Adobe Digital Edition나 Sigil 등 무료로 배포되는 e-Pub 뷰어에서는 네비게이션 컨트롤이 가능하다는 점 또한 e-교과서의 요구사항을 만족한다고 할 수 있다.

본 논문에서 표현되지는 않았지만, e-Pub에서 제공하는 SVG 애니메이션을 적용하면 일반 서책형 교과서보다 더욱 흥미로운 교과서를 제작하는 것도 가능하다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 e-교과서 제작을 위해 교과서의 구조를 분석하고, e-Pub 표준을 적용하여 구조를 표현하였다. e-Pub은 이미 책으로써 가져야 할 기본적인 구조와 구성 요소를 정의하고 있어, e-교과서에서 가져야 할 기본적인 구조를 표현하는 데 표준을 충분히 활용할 수 있었으며, 과목 및 저자의 특성에 따른 구조의 변형 문제는 XML을 통해 최소한의 요소를 정의함으로써 어떤 상황에도 유연하게 표현할 수 있음을 확인하였다.

본 연구는 e-교과서의 콘텐츠를 e-Pub 표준에 맞게 표현하는데 중점을 두고 있다. 그러나 e-교과서가 실제 학교에서 널리 보급되고 사용되기 위해서는 e-Pub 기반으로 제작된 e-교과서에 대한 사용성 평가가 필요하며, 향후 학생 및 교사를 대상으로 한 평가 연구를 진행함으로써 e-교과서의 활용성과 효용성을 검증할 것이다.

6. 참고 자료

- [1] IDPF, ePub standards, <http://www.openepub.org>
- [2] IMS, "IMS Common Cartridge Profile v1.0," IMS GLC, 2007
- [3] 정영식, "디지털교과서 표준화 방안 연구", 한국교육학술정보원 연구보고서, 2008
- [4] 손병길, 서유경, 변호승, "국내외 전자교과서 사례 조사연구", 한국교육학술정보원 연구보고서 RR 2004-5
- [5] 유관희, 유재수, 이석재, "디지털교과서 표준화 현황," 정보과학회지 제26권 제6호, 2008.6
- [6] 손원성, 임순범, 남동선, "공개SW기반 디지털교과서 플랫폼에서의 표준 기반 저작 및 배포 포맷 적용방안", 정보처리학회지 제16권 제5호, p25-33, 2009.9