

DiTV 서비스를 위한 MHP 기반의 SCORM 콘텐츠 트랜스코딩 시스템

임승현[†], 이시화^{**}, 황대훈^{***}

요 약

최근 e-러닝 산업 및 기술에서 큰 화두는 디지털 융합화 현상이라고 할 수 있으며, 이러한 융합화 시대를 향한 진화의 핵심적인 요구사항은 OSMU(One Source Multi Use)이다. 그러나 기존 웹 기반의 e-러닝 환경에 존재하는 수많은 학습 콘텐츠 및 그에 따른 자원들을 이기종 환경에 제공하기 위해서는 그 환경에 맞게 새로 제작해야 된다는 시간적 비용적 문제가 대두되고 있다. 이에 본 논문에서는 다양한 학습 방식을 접목할 수 있고, 보다 실생활에 근접한 DiTV용 t-러닝 학습환경에의 적용을 위하여 SCORM 기반의 e-러닝 콘텐츠를 MHP 기반의 DiTV 콘텐츠로 변환하여 상호운용성, 재사용성 및 고이용성 등을 가능하게 하는 자바 기반의 SCORM 콘텐츠 트랜스코딩 시스템을 설계 및 구현하였다. 이 시스템을 통해 PC에 익숙하지 못한 사람들을 DiTV 앞에서 더욱 편한 학습의 기회를 제공할 수 있을 것으로 기대된다.

MHP-based SCORM Contents Trans-Coding System for DiTV Service

Seung-Hyun Im[†], Si-Hwa Lee^{**}, Dae-Hoon Hwang^{***}

ABSTRACT

Recently, digital convergence, whose core demand is OSMU (One Source Multi Use), has been the main topic in e-learning domain and industry. However, the existing web learning content and the new resource developed to provide contents to different learning environment must be processed to adapt the new learning settings, which causes the cost and time problem. So in this paper we design and implement a Java based SCORM content transcoding system which can transcode the SCORM-based learning content into MHP-based DiTV content in order to adapt t-learning environment using DiTV, which is closer to our real life. Using this system which has ability of inter-operation, reuse, highly-use, the problem mentioned above can be solved well. Moreover, it is possible for a learner who is not familiar with computer to study using DiTV instead of PC.

Key words: DiTV(디지털 양방향 TV), SCORM(SCORM), TV-Anytime, Transcoding(트랜스코딩), MHP(MHP), OpenMHP(OpenMHP)

1. 서 론

최근 정보통신 분야를 포함한 모든 산업 및 영역에서 디지털 융합화(digital convergence) 현상이 두

드러지고 있다. 이러한 융합화 시대를 향한 진화의 핵심적인 요구사항은 OSMU(One Source Multi Use)이다. 이는 상호운영성, 재사용성 및 고이용성, 확장성 등의 원칙을 충족하는 표준화를 위한 활동의

※ 교신저자(Corresponding Author) : 황대훈, 주소: 경기도 성남시 수정구 북정동 산 65번지 경원대학교 새롭관 5-14호(461-701), 전화: 031)750-5327, FAX: 031)757-6715, E-mail: hwangdh@kyungwon.ac.kr

접수일: 2006년 11월 3일, 완료일: 2007년 3월 22일

[†]준회원, (주)유니텍 근무

(E-mail: songpa@sun.ms98.net)

^{**}준회원, 경원대학교 전자계산학과

(E-mail: leesihwaman@hanmail.net)

^{***}중신회원, 경원대학교 소프트웨어대학 인터넷미디어학과

※ 이 연구는 2006년도 경원대학교 지원에 의한 결과임.

산물이자 또한 그 출발점이기도 하다[1].

현재 e-러닝 표준화 과정에서 주목받고 있는 SCORM은 미 국방성과 백악관 과학기술 사무소가 e-러닝의 현대화와 표준을 위해 설립한 ADL이 개발한 모델이며, 현재 미 정부, 기업, 대학 등에서 사실상의 표준으로 받아들여지고 있다. 이러한 e-러닝 표준화의 목적은 웹상에 존재하는 공유 가능한 학습자원을 학습자 요구에 따라 실시간으로 조합하여 학습자 디바이스 환경에 구애받지 않고 언제 어디서나 학습을 제공하기 위함이다[2].

본 논문에서는 DiTV 기반의 양방향 학습을 지원하는 t-러닝(t-learning)을 목표로 하였다. t-러닝은 주로 가정에서 PC가 아니라 디지털 TV 또는 셋톱박스(Set-Top Box) 등과 같은 디지털 기기들을 활용하여 비디오 학습자원에 대한 양방향 접속을 통하여 학습을 가능하게 하는 것이다[3].

그러나 기존 웹 기반의 e-러닝 환경에 존재하는 수많은 학습콘텐츠 및 그에 따른 자원들을 이기종 환경에 제공하기 위해서는 그 환경에 맞게 새로 제작해야 된다는 시간적 비용적 문제가 대두되고 있다. 이에 본문에서는 SCORM 기반의 e-러닝 콘텐츠를 t-러닝 서비스를 위하여 MHP 기반의 DiTV 콘텐츠로 변환하기 위한 자바 기반의 콘텐츠 트랜스코딩 시스템을 설계 및 구현하였다. 이를 위하여 SCORM의 메타데이터는 TV-Anytime의 메타데이터로, SCORM의 학습객체를 포함한 학습 콘텐츠는 MHP 기반의 자바 Xlet 프로그램으로 각각 변환하는 트랜스코딩 시스템을 설계하고 이를 구현하였다.

2. 관련 연구

2.1 SCORM

e-러닝 표준화 부분에서 가장 주목받고 있는 것은 ADL(Advanced Distributed Learning)의 표준화 모델인 SCORM(Sharable Content Reference Model)이며, 이는 기존 e-러닝 관련 단체인 AICC, IMS, IEEE/LTSC(Learning Technology Standards Committee) 등의 규정을 포괄하고 있기 때문에 미 정부, 기업, 대학 등에서 가장 폭넓게 인정받고 있다[4].

SCORM 모델은 크게 Book 1, Book 2, Book 3의 구성체계를 가지며, 이 중 본 논문의 연구와 밀접한 관계를 가지고 있는 Book 2 (Content Aggregation

Model)에는 메타데이터, 패키징 등과 같은 학습콘텐츠에 대한 기술의 표준을 설명하고 있으며, 자세한 설명은 다음과 같다[5,6].

2.1.1 SCORM 패키지

그림 1의 SCORM 패키지(package)는 학습에 필요한 자원과 객체, 맥락 등의 구성요소들을 엮어주는 견고한 컨테이너로서 콘텐츠 패키징 규격은 비즈니스 로직과 워크플로우를 적용하여 디지털 자원을 엮어주는 역할을 한다[7].

패키지는 시스템끼리 주고받을 수 있는 콘텐츠 유닛(contents unit)이며, 코스 하나를 패키지로 만들 수도 있고, 코스 여러 개를 묶어서 패키지를 만들 수도 있다. 패키지를 교환할 때의 편의를 위하여 관련 파일을 하나로 묶거나 압축하여 사용하기도 한다.

콘텐츠 패키지 안에는 학습자원들뿐만이 아니라 패키지 전체를 대표하여 설명할 수 있는 파일이 하나 더 첨부되어야 한다. 그 파일은 애플리케이션이 해석할 수 있는 형식을 가지며, 그 안에는 코스에 대한 설명, 콘텐츠 구조, 관련 학습자원 및 서비스 등이 기술된다[7].

2.1.2 SCORM 메타데이터

SCORM 메타데이터(metadata)는 학습객체(LO: Learning Object)의 속성을 상세히 기술하고 있는데, 이는 검색을 용이하게 하며 새로운 교수/학습 맥락에서 콘텐츠를 재사용할 경우 해당 학습객체의 교육과 관련한 특성을 상세하게 기술해 놓음으로서 교수 맥락의 혼란을 피할 수 있게 할 목적으로 작성하는 것이다[7].

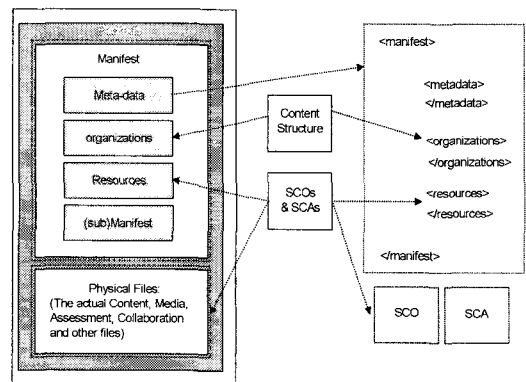


그림 1. SCORM 패키지

SCORM 메타데이터는 학습객체의 속성을 9개의 범주로 정의하고 있는데, 대부분류 카테고리 항목에는 모든 레벨의 콘텐츠들이 필수로 기술해야 하는 범주가 있고 어떤 항목은 선택적인 범주들로 교수 설계자나 콘텐츠 제작자의 판단에 따라 기술 여부를 결정하는 항목들로 구성되어 있다.

본 논문에서는 이러한 SCORM의 메타데이터를 TV-Anytime 메타데이터로 변환하여 변환된 콘텐츠에 기존 패키지의 상세한 정보를 변환하여 활용이 가능 하게 함에 있다.

2.2 TV-Anytime

1999년 발족된 민간 표준화 기구인 TV-Anytime 포럼은 디지털 방송에 대한 포괄적인 기술을 표준화하고 있으며, 비즈니스 모델, 시스템, 전송 인터페이스, 콘텐츠 참조, 메타데이터, 저작권 관리와 보호의 4가지 워킹그룹이 운영되고 있다[8]. 이 포럼은 방송사, 망사업자, 제조업체, 연구기관 등 40여 개의 기관이 참여하고 있다. 이를 통해 표준화된 규격은 북미의 ATSC(Advanced Television Systems Committee), 유럽의 DVB(Digital Video Broadcasting), 일본의 ARIB(Association of Radio Industries and Businesses) 등에 의해 각 지역 표준으로 채택되고 있다[8].

TV-Anytime 포럼에서 정의하는 메타데이터는 사용자 또는 사용자를 대신한 에이전트(agent)가 콘텐츠를 쉽게 탐색, 선택할 수 있도록 하기 위한 콘텐츠 관련 정보로서, 이 메타데이터는 4가지 하위개념의 메타데이터로 구성되어 있다[9].

Content description 메타데이터는 제목, 시놉시스, 장르, 언어, 배역 등의 프로그램에 관한 상세 정보와 감독, 배우, 제작자, 작가 등의 출연진 및 제작진의 정보를 표현한다. Instance Description 메타데이터는 프로그램에 대하여 방송되는 특정 인스턴스에 대한 정보를 나타내며, Consumer 메타데이터는 방송 내용물 측면보다는 이를 소비하는 사용자에 대한 메타데이터를 표현한다. 끝으로 Segmentation 메타데이터는 방송 프로그램의 부분 연속 구간을 지칭하는 세그먼트(segment)에 대한 메타데이터를 표현한다.

2.3 SCORM과 TV-Anytime 메타데이터 비교

SCORM의 메타데이터와 TV-Anytime의 메타데

이터는 추구 목적이 달라 XML 엘리먼트의 이름은 다르지만 대부분 의미가 일치한다[10]. 예를 들어 학습객체의 제목을 나타내는 SCORM 엘리먼트인 /lom/general/title 태그는 TV-Anytime의 /Segmentation/ BasicSegmentDescriptionType/Title 과 일치한다. 또한 SCORM의 역할을 나타내는 엘리먼트인 /lom/lifecycle/contribute/role 태그의 경우에는 TV-Anytime의 /Consumer/CreationPreferences/Creator/Role 과 일치한다.

이와 같이 SCORM과 TV-Anytime의 대응하는 엘리먼트를 변환함에 따라 두 표준 사이의 상호운용성을 보장할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 SCORM 메타데이터를 통해 변환된 학습 콘텐츠를 기술하고, 콘텐츠 페이지 간의 내비게이션 제어를 위한 SMC(State Management Class)의 생성이 가능하도록 시스템을 설계 및 구현하였다.

2.4 MHP

MHP는 1996년 EBU(European Broadcasting Union)에서 제안하였으며, 1997년 DVB CM(Commercial Module) 내에 DVB-MHP 특별위원회가 결성되면서 본격적으로 활동을 시작하였다[4]. DVB-MHP는 가정용 단말기인 STB(Set-Top Box), TV, PC와 같은 주변장치에서 홈쇼핑, EPG의 인터랙티브 애플리케이션이 모두 작동될 수 있도록 제작 및 방송할 수 있는 공통의 API(Application Programming Interface)를 정의함에 따라 가정용 디지털 네트워크를 수용하는 모든 수신기에서 향상된 방송(Enhanced Broadcasting)과 양방향 서비스, 인터넷 액세스 등의 서비스가 가능하도록 하는 것을 목표로 하고 있다. 이중에서 프로그램 관련 방송은 양방향 채널이 필요 없지만, 대화형 방송과 인터넷 액세스 부분은 양방향 채널과 인터넷 서비스 방송 서비스 간의 연계가 반드시 필요하다[11].

MHP 아키텍처 표준의 핵심은 하드웨어와 독립적인 자바 기반의 가상기계(Java virtual machine)를 사용한다는 점이다. 따라서 MHP 응용 프로그램을 구현하기 위해서는 다양한 기능을 제공하는 MHP API들을 사용하며, 이는 자바 가상기계 상에서 작동하는 응용 프로그램과 MHP 단말기와의 인터페이스를 제공한다[12].

MHP 응용프로그램은 자바 가상기계에서 실행이

되며, 여기에서 실행되는 응용 프로그램은 자바 Xlet 이라고 한다. Xlet 모델은 셋톱박스에서 애플리케이션의 라이프사이클을 제어하는 역할을 하며, Xlet 라이프 사이클은 Loaded, Paused, Active, Destroyed 와 같은 네 가지 상태의 변이로 생명주기 모델이 이루어진다. 자바 Xlet은 TV 등 가전제품을 대상으로 하고 있기 때문에 PC에서 결과를 검증하려면 별도의 에뮬레이터(emulator)가 필요하다[13].

본 연구에서는 SCORM 기반의 학습 콘텐츠를 자바 Xlet으로 트랜스코딩하였고, 이에 따라 그 결과를 MHP 표준을 지원하는 에뮬레이터에서 검증하였다. 이를 위해 적용할 수 있는 다양한 에뮬레이터가 있으나[14], 본 논문에서는 OpenMHP를 이용하여 콘텐츠 트랜스코딩 결과를 검증하였다.

OpenMHP는 Axel Technologies사와 TUCS (Turku Centre For Computer Science)에서 지원하는 자유 개방형 소스 프로젝트로서, OpenMHP의 기술적인 목적은 DVB-MHP의 표준이 요구하는 전송 방식, 화면표시, 데이터 전송 등과 같은 클래스들을 구현함에 있다[14].

3. 시스템 구조 및 설계

본 장에서는 SCORM 기반의 e-러닝 콘텐츠를 MHP 기반의 t-러닝 콘텐츠로 변환하기 위한 콘텐츠 트랜스코딩 시스템을 제안한다. 이 시스템은 크게 SCORM 콘텐츠 패키지 분석 모듈(SCORM Package Analysis Module), 메타데이터 트랜스코딩 모듈(Metadata Transformation Module), 콘텐츠 페이지 렌더링 모듈(Contents Page Rendering Module), 리소스 리파지터리(Resource Repository), 그리고 Xlet 응용프로그램 생성 모듈(Xlet App. Generation Module)로 구성되어 지며, 처리과정은 그림 2와 같다.

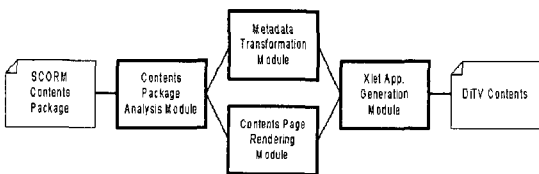


그림 2. DiTV를 위한 SCORM 콘텐츠 트랜스코딩 시스템의 전체 구조

3.1 콘텐츠 패키지 분석 모듈

콘텐츠 패키지 분석 모듈은 SCORM 콘텐츠 패키지를 입력받아 이를 분석하고 다양한 유형의 데이터를 추출한다. 이 모듈은 SCORM 패키지에서 메타데이터, 콘텐츠 페이지, 물리적 파일(physical file) 등을 추출하여 관련 모듈에게 전달하거나 리파지터리에 저장하는 역할을 하며, 다음 모듈에 전달한다.

SCORM 패키지는 Zip 파일 형태로 패키징되어 있으며, Extract 메소드로 언패킹(unpacking) 할 수 있다. Extract 메소드는 경로가 포함된 패키지 파일 이름, 추출될 파일, 추출될 경로를 파라미터로 입력받아 필요한 파일들을 추출하며, 패키지 안에 있는 파일들의 리스트를 조회하는 기능을 지원한다.

본 논문에서 구현한 언패킹 모듈 중 일부는 SCORM 2004 Sample Run-Time Environment Version 1.3.3의 웹 서비스의 패키지 핸들러의 일부를 시스템에 적합하게 수정하였으며, SCORM 패키지 분석을 위한 알고리즘은 그림 3과 같다.

```

Procedure Package_Unpacking_Analysis_Module
// Algorithm for SCORM Package Analysis

Input : SCORM Package File
Output : Manifest, Content Page, Physical files

repeat {
  if (File == Manifest)
    Extract Manifest
    Call Metadata_Extraction_Module(Manifest)
  elseif (File == Content Page)
    Extract Content Page
    Call Content_Page_Rendering_Module(Content Page)
  else Store File
} until (EOF)
  
```

그림 3. SCORM 패키지 분석 알고리즘

이 분석 모듈에서 수행하는 중요한 기능 중의 하나는 메타데이터의 추출이다. 이 기능의 수행은 Metadata_Extraction_Module(Manifest)에 의해서 처리된다. 이 모듈에서는 분석된 SCORM 패키지를 통하여 매니페스트(manifest) 파일을 추출하며, 추출된 매니페스트의 일부는 다음 모듈에서 상태관리 클래스를 생성하기 위해 사용된다. 메타데이터를 추출하는 LocateMetadata 메소드는 SCORM 패키지에서 XML로 작성된 메타데이터 부분을 찾아 대상 폴더로 파일을 생성하는 메소드의 역할을 수행한다.

이와 같은 메타데이터 추출에 사용되는 알고리즘은 그림 4와 같다.

```

Procedure Metadata_Extraction_Module
// Algorithm for Metadata Extraction

Input : Manifest File
Output : Metadata

repeat {
  if (element == Metadata)
    Extract Metadata until last
    Call Metadata_Transformation_Module(Metadata)
  elseif (element == Organization)
    Extract Organization until last
    Call SMC_Module(Organization)
} until (EOF)
    
```

그림 4. 메타데이터 추출을 위한 알고리즘

3.2 메타데이터 변환 모듈

SCORM과 TV-Anytime은 다른 기관에서 나온 표준이기 때문에, 이 두 표준 사이의 태그 상의 차이를 고려하여 같은 기능을 가지는 태그끼리 변환하는 변환 모듈을 구성하여야 한다. SCORM 메타데이터를 TV-Anytime 메타데이터로 변환할 때 Fully automated converter와 Configurable converter 등 2가지 기술로 변환할 수 있는데, 본 논문에서는 Configurable converter 변환기법을 이용하였다. 이는 사용자가 변환규칙에 대한 설정을 할 수 있으며 적합한 XSL을 이용하여 향후 두 표준이 업그레이드 되더라도 XSL 파일을 업데이트 해줌으로써 만족하는 결과를 얻을 수 있기 때문이다.

두 표준 사이의 메타데이터 변환을 위한 처리과정은 그림 5와 같다.

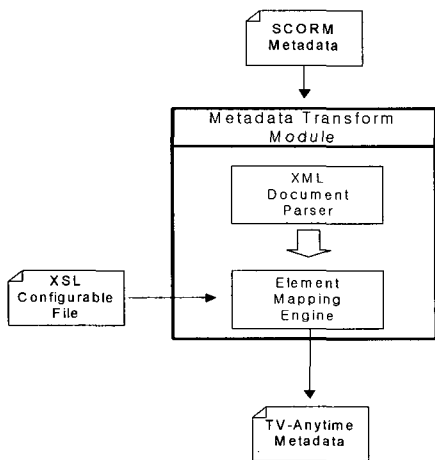


그림 5. 메타데이터 변환 모듈의 구조

여기에서 XML 문서 파서(XML Document Parser)는 유효성 검사가 끝난 XML 문서를 입력으로 받아들여 이를 파싱하여 파싱 결과를 DOM (Document Object Model) 트리 형태로 표현하는 역할을 한다.

3.2.1 엘리먼트 매핑 엔진

추출된 SCORM 메타데이터의 DOM 트리에 변환 규칙을 적용하여 TV-Anytime 메타데이터로 변환하기 위해서는 XSL 파일이 적용되어야 하며, 그 과정에서 XSLT를 이용한 엘리먼트 매핑엔진(Element Mapping Engine)을 통하여 변환된다. 변환을 위해서는 우선, 대상 엘리먼트와 결과 엘리먼트를 지정하고 XSLT의 특정한 변환 엘리먼트로의 변환 규칙을 XML 코드로 작성한 후 이를 저장하여 엘리먼트 매핑엔진으로 전달한다.

엘리먼트 매핑엔진은 XML 문서 파서에서 생성한 DOM 트리과 변환규칙을 가지고 있는 XSL 설정 파일을 입력받아 변환규칙을 로드한다. 그후 DOM 트리의 메타데이터를 엘리먼트 단위로 검색하여 XSL의 변환규칙에 맞게 변환하는 과정을 반복하여 결과 트리를 생성하며, 이를 기반으로 TV-Anytime 메타데이터를 생성하게 된다.

표 1은 본 연구의 결과로 만들어진 SCORM 메타데이터 엘리먼트와 TV-Anytime 메타데이터 사이의 매핑되는 엘리먼트의 XPath의 일부를 나타낸 것이다.

3.2.2 메타데이터 변환 결과

다음 그림 6은 본 연구의 결과로 생성된 메타데이터의 예를 나타낸 것으로서, SCORM의 /lom/general/title에 해당하는 (a)는 TV-Anytime의 (A)로 변환되었으며, /lom/general/description에 해당하는 (b)는 (C)로 변환되었다. 그리고 /lom/general/keyworld에 해당하는 (c)는 (D)로 변환되었으며, lom/lifecycle/contribute/date에 해당하는 (d)는 (B)로 각각 변환되었다. 마지막으로 lom/lifecycle/contribute/role에 해당하는 (e)는 (E)로 변환된 것을 확인할 수 있다.

3.3 콘텐츠 페이지 렌더링 모듈

콘텐츠 페이지 렌더링 모듈(Contents Page Rendering Module)은 SCORM 콘텐츠 패키지 분석 모듈

표 1. 매핑되는 엘리먼트

SCORM	TV-Anytime	설명
/lom/general/title	/ProgramInformationType /BasicDescription/Title	타이틀
/lom/general/language	/ProgramInformationType /BasicDescription/language	사용언어
/lom/general/description	/SegmentInformationType /Description/Synopsis	설명
/lom/general/keyworld	/SegmentInformationType /Description/key word	키워드
/item[@identifier]	/SegmentInformationType [@segmentId]	아이템 번호
lom/lifecycle/contribute/role	/Creator/Role	작성자의 역할
lom/lifecycle/contribute/date	/ProgramInformationType /BasicDescription/CreationCoordinates /CreationDate	작성 일자
/lom/technical/format	/SegmentationInformationType /ProgramRef	콘텐츠 포맷
...

```
<?xml version="1.0"?>
<manifest identifier="MANIFEST"
  xmlns="http://www.imsglobal.org/xsd/imscp_v1p2"
  xmlns:imsmd="http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_v1p2"
  xmlns:adlcp="http://www.adlnet.org/xsd/adl_cp_rootv1p1"
  xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
  xsi:schemaLocation="http://www.improject.org/xsd/imscp_rootv1p1p2
    http://www.imsglobal.org/xsd/imsmd_rootv1p2ol_imsmd_rootv1p1.xsd
    http://www.adlnet.org/xsd/adlcp_rootv1p1 adlcp_rootv1p2.xsd">
<schema=ADL SCORM</schema>
<schemaVersion>1.4</schemaVersion>
<imsmd:lom>
  <imsmd:general>
    <imsmd:title>
      <imsmd:langstring Lang="euc-kr">포토샷 강좌</imsmd:langstring>
    </imsmd:title>
    <imsmd:description>
      <imsmd:langstring Lang="euc-kr">
        포토샷 강좌 편집 툴
      </imsmd:langstring>
    </imsmd:description>
    <imsmd:keywords>
      <imsmd:langstring Lang="euc-kr">포토샷 강좌</imsmd:langstring>
      <imsmd:langstring Lang="euc-kr">포토샷 101</imsmd:langstring>
      <imsmd:langstring Lang="us-en">SCORM 1.4</imsmd:langstring>
    </imsmd:keywords>
    <imsmd:lifecycle>
      <imsmd:contribute>
        <imsmd:date>2005/11/03</imsmd:date>
        <imsmd:role>editor</imsmd:role>
      </imsmd:contribute>
    </imsmd:lifecycle>
  </imsmd:general>
</imsmd:lom>
</metadata>
```

(㉠) SCORM Metadata

```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE xsva_sva_metadata SYSTEM "http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" xsi:schemaLocation="urn:tv:metadata:
  ETS1-v1.2.xsva_metadata.xsd">
<programDescription>
  <ProgramInformationTable>
    <ProgramInformation>
      <Title>포토샷 강좌</Title>
      <CreationDate>2005/11/03</CreationDate>
      <CreationCoordinates>
      </CreationCoordinates>
    </ProgramInformation>
  </ProgramInformationTable>
  <SegmentDescription>
    <SegmentInformationType>
      <Description>
        <Synopsis>포토샷 강좌 편집 툴</Synopsis>
        <Keywords>포토샷 101</Keywords>
        <Keywords>SCORM 1.4</Keywords>
      </Description>
      <Creator>
        <Role>Editor</Role>
      </Creator>
    </SegmentInformationType>
  </SegmentDescription>
```

(㉡) TV-Anytime Metadata

그림 6. 생성된 TV-Anytime 메타데이터

에서 제공하는 콘텐츠 구조 및 관련 학습자원을 포함하는 콘텐츠 페이지를 렌더링 소스로 트랜스코딩하는 기능을 가진다. 트랜스코딩된 렌더링 소스는 차후 Xlet 응용프로그램 생성 모듈에서 Xlet 파일을 생성하는데 사용된다. 이를 위하여 콘텐츠 페이지 파싱, 콘텐츠 페이지 렌더링 소스 생성, SMC(상태관리 클래스) 생성의 3가지 과정을 거친다. 그림 7은 콘텐츠 페이지 렌더링 모듈의 처리구조를 나타낸 것이다.

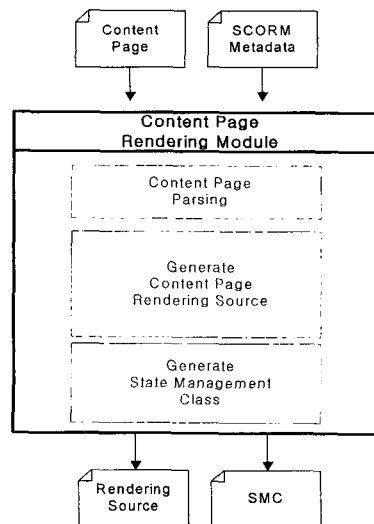


그림 7. 콘텐츠 페이지 렌더링 모듈의 구조


```

Procedure SMC Module
// Algorithm for State Management Class

Input : UI(User Interaction)
Output : Page Path

do {
  receive UI
  if (UI == Next)
    if (curPage != end or subPage != end)
      return next page path
    elseif (subPage != end)
      return next sub page path
    elseif (UI == Prev)
      if (curPage != first or subPage != first)
        return prev page path
      elseif (subPage != first)
        return prev sub page path
    elseif (UI == subDown)
      if (curPage == hasSub)
        return sub page down path
    elseif (UI == subUp)
      if (curPage == hasSub)
        return sub page up path
  } while (power-on)
  
```

그림 10. SMC 알고리즘

또는 서브페이지가 처음 페이지인지를 판단하여 처음 페이지가 아닐 경우 이전 페이지의 경로를 출력하며, 서브페이지 일 경우 이를 다시 판단하여 이전 페이지 경로를 출력한다. 또한 학습자가 subDown이나 subUp 버튼을 눌렀을 경우 현재 페이지가 서브페이지인지 여부를 판단하여 이전 페이지나 다음 페이지를 출력할 수 있도록 내비게이션 한다.

3.4 Xlet 응용프로그램 생성 모듈

Xlet 응용프로그램 생성 모듈(Xlet Application Generation Module)은 콘텐츠 페이지 렌더링 소스, 그리고 기타 리소스를 입력받아 지정된 컴파일러를 부르는 Method를 포함하는 모듈이다.

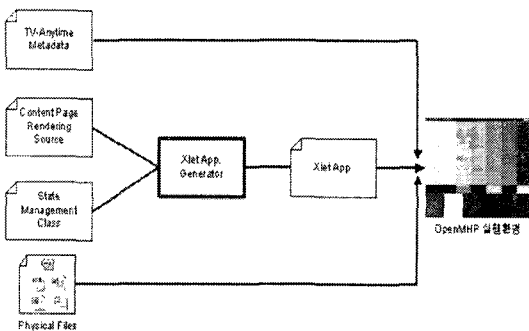


그림 11. Xlet 응용프로그램 생성 모듈의 처리과정

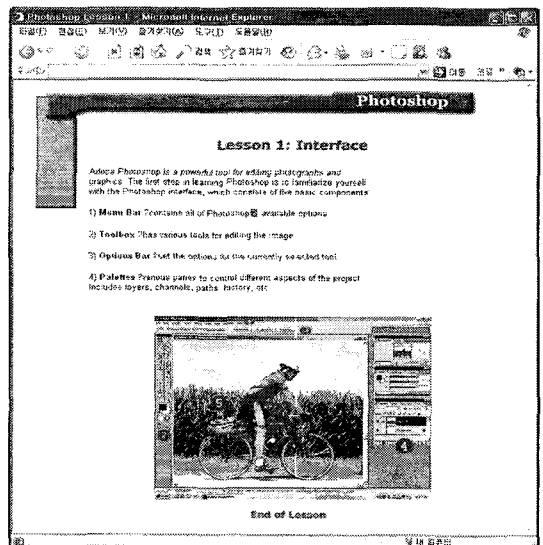
이를 위하여 그림 11와 같이 콘텐츠 페이지의 렌더링 소스와 TV-Anytime 메타데이터 및 페이지 간의 이동제어를 위한 SMC를 입력받고, 초기의 콘텐츠 패키지 분석 모듈에서 인패킹된 물리적 파일들을 변환하여 바이너리 형태의 Xlet 응용프로그램을 생성한다.

4. 연구결과의 실행 및 검증

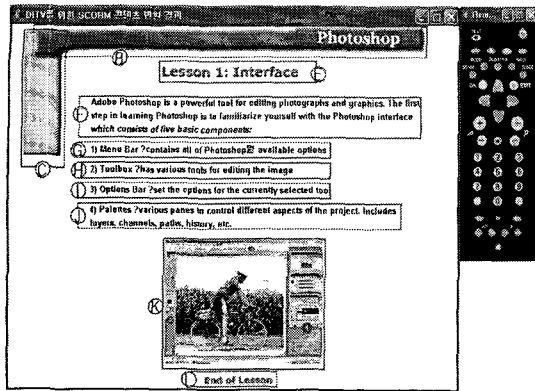
본 논문에서는 J2SE(Java 2 Platform Standard Edition) SDK 1.4.2 버전에 포함되어 있는 자바 컴파일러를 사용하였으며 PJEE(Personal Java Emulation Environment) 3.1의 라이브러리와 OpenMHP의 라이브러리를 사용하여 컴파일하였다. PJEE는 PJAE(Personal Java Application Environment)에서 실행되는 환경을 지원하는 라이브러리를 포함하고 있다.

그림 12는 DiTV를 위한 SCORM 콘텐츠 트랜스코딩 시스템에 의한 변환 결과로서, (ㄱ)의 SCORM 콘텐츠를 본 논문에서 제안하는 시스템의 처리과정에 의해 (ㄴ)의 DiTV용 콘텐츠로 트랜스코딩된 결과를 OpenMHP 에뮬레이터를 통해 표현한 것이다.

그림 9의 Java 렌더링 소스가 렌더링 알고리즘을 통해 트랜스코딩된 결과를 (ㄴ)의 화면을 통해 확인할 수 있는데, 그림 9 (ㄴ)에서의 (B), (E), (K), (L) 부분이 그림 12 (ㄴ)의 ㉠, ㉡, ㉢, ㉣, ㉤ 부분으로 트랜스코딩 되었음을 알 수 있다.



(ㄱ) 트랜스코딩 전의 SCORM 콘텐츠



(-) OpenMHP를 이용한 트랜스코딩 결과

그림 12. SCORM 콘텐츠와 DiTV 콘텐츠

5. 결 론

현재 우리나라는 e-러닝의 활성화와 더불어 DiTV의 급속한 보급에 따라 t-러닝 시장의 활성화 및 가능성이 점증하고 있다. 따라서 기존의 e-러닝을 위한 SCORM 콘텐츠를 DiTV용 콘텐츠로 트랜스코딩 하여 현재 서비스 중이거나 계획단계에 있는 지상파 DTV나 위성 멀티미디어방송에 적용함에 따라, t-러닝 서비스의 활성화를 기대할 수 있으며 다양한 t-러닝 콘텐츠의 제공을 통해 국내 e-러닝 콘텐츠 수요의 양적 확대를 기대할 수 있다.

이에 본 논문에서는 SCORM 기반의 e-러닝 콘텐츠를 MHP 기반의 DiTV 콘텐츠로 트랜스코딩하기 위한 자바 기반의 콘텐츠 트랜스코딩 시스템을 설계 및 구현하였다. 이 시스템을 통하여 SCORM 기반의 콘텐츠를 DiTV 콘텐츠로 트랜스코딩 함으로써 PC에 익숙하지 못한 사람들을 DiTV 앞에서 더욱 편안한 학습의 기회를 가질 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 본 논문에서 자바를 기반으로 하는 시스템을 구현함으로써 플랫폼이나 운영체제에 상관없이 자바 프레임워크가 설치된 곳에서는 어디에서든지 응용프로그램을 사용할 수 있다. 또한 XSLT를 이용하여 메타데이터를 변환함으로써 향후에 향상되는 표준을 XSLT 모듈의 수정으로 지원이 가능하게 하고, 콘텐츠 페이지를 각각 렌더링 하여 DiTV 셋톱박스에 최적화된 응용프로그램으로 리소스를 최대한 활용할 수 있는 장점을 가지고 있다.

참 고 문 헌

- [1] 이진천, "디지털 컨버전스(Digital Convergence)," *대한설비공학회*, 제35권 제9호, pp. 61-62, 2006.
- [2] 김희배, 곽던훈, 박인우, 이인숙, 송상호, *e-러닝 세계화 발전 방안(주요 이슈 및 전망)*, 한국교육학술정보원, 2006.
- [3] Arianna Imberti Dosi and Benedetta Prario, "New Frontiers of T-Learning: the Emergence of Interactive Digital Broadcasting," *Learning Services in Europe*, pp. 4831-4836, 2004.
- [4] Gord Mackenzie, *SCORM 2004 Primer(A Painless Introduction to SCORM Version 1.0)*, McGill, pp. 1-25, 2004.
- [5] Advanced Distributed Learning(ADL), <http://www.adlnet.org/>.
- [6] Philip Dodds and Schawn E. Thropp, *Sharable Content Object Reference Model (SCORM) 2004 2and Edition Overview*, ADL, 2004.
- [7] ADL, *Sharable Content Object Reference Model (SCORM) Content Aggregation Model (CAM) Version 1.3.1*, 2004.
- [8] TV-Anytime Forum, <http://www.tv-anytime.org>.
- [9] *TV-Anytime Specification Series : S-3 on Metadata (Normative)*, <http://www.tvanytime.org>.
- [10] Marria Frantzi, Nektarios Moumoutzis and Stavros Christodoulakis, "A Methodology for the Integration of SCORM with TV-Anytime for Achieving Interoperable Digital TV and e-Learning Applications," *IEEE CS*, pp. 636-638, 2004.
- [11] The Cost of MHP in television receiver, <http://www.mhp.org>.
- [12] John Jones, "DVB-MHP/Java TV Data Transport Mechanisms," *Australian Computer Society*, Vol. 10, pp. 115-121, 2002.
- [13] Bar.t C. Jon, C. Bill F. Linda K, David. R, James V, and TaoY, *Java TV API Technical Overview. The Java TV API White paper Version 1.0, Release Candidate D*, 2000.
- [14] Teemu Pakarinen and Niklas Hagström, *The OpenMHP Environmet, Arvid-Publications 2004: DRAFT version*, www.arivd.tv, 2004.



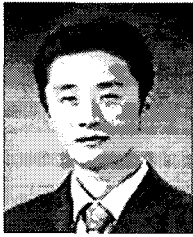
임 승 현

2004년 경원대학교 전자계산학과 졸업
2006년 경원대학교 전자계산학과 석사과정 졸업
2007년 현재 (주)유니텍 근무
관심분야 : e-Learning, AJAX, 시뮬레이션



황 대 훈

1997년 동국대학교 수학과(학사)
1983년 중앙대학교 전자계산학과(석사)
1991년 중앙대학교 전자계산학과(박사)
1983년~1985년 한국산업경제기술연구원(KIET) 연구원
1987년~현재 경원대학교 교수
2004년~2006년 한국멀티미디어학회 부회장
관심분야 : e-러닝, Semantic Web, 유비쿼터스 컴퓨팅



이 시 화

2005년 서울보건대학 컴퓨터정보과 졸업
2005년 블루M 개발실 연구원
2007년 현재 경원대학교 전자계산학과 석사과정
관심분야 : e-Learning, Context-Aware, Semantic Web