SCORM-ACAP 상호운용 기반의 T-Learning 콘텐츠 및 운용환경 개발

*배일환 **이범진 ***문남미

서울정보통신대학원대학교

*airsanjuk@naver.com

Development of Content and Running Environment based on SCORM-ACAP Interoperability

*Bae, Il-Hwan **Lee, Bum-Jin ***Moon, Nam-Mee

Seoul Information Technology University

요약

최근 IT를 포함한 모든 산업 및 기술 영역에서는 표준화 활동을 기반으로 하여 융복합화(Convergence) 현상이 두드러지고 있다. 이는 또한 e-Learning 산업 및 기술에서도 큰 화두이다. 현재 e-Learning 표준화에서 시장에서 주도권을 행사하고 있는 것은 ADL의 SCORM 규격이다. 데이터방송 영역에서는, 북미에서 지상파와 케이블TV간 콘텐츠 호환성 확보를 위해 ATSC와 케이블랩(CableLabs)이 공동 연구 중인 ACAP을 통해서 지상파-케이블 공통 표준화가 진행 중이다.

이에 본 논문은 e-Learning 산업 및 기술에서의 융복합화의 일 영역으로 그리고 방송통신융합서비스의 일환으로 인터넷 기반 학습 환경과 TV 기반 학습 환경에서의 학습 콘텐츠 (및 코스웨어) 상호운용성에 대해 연구하였다. 이를 위하여 인터넷 기반의 e-Learning의 사실상의 표준으로 받아들여지고 있는 SCORM 규격과 DTV 환경 기반의 데이터방송 지상파-케이블 공통 규격인 ACAP간의 상호운용 API 개발을 통하여, SCORM 규격과 ACAP 규격의 상호운용성을 가능하게 하는 학습 콘텐츠 및 T-Learning 운용환경을 연구·개발하였다.

1. 서론

현재 e-Learning의 사실상의 표준(de facto standard)은 '-ilities'로 총칭되는 상호운용성(interoperability), 재사용성(reusability), 확장성(extensibility) 등의 원칙을 충족하고 있는, 미 국방부 산하의 e-Learning 표준화 연구기구인 ADL(Adavanced Distributed Learning Initiative)의 SCORM (Sharable Content Object Reference Model) 규격이다. SCORM은 학습자원 메타데이터(Meta-data), 코스웨어 패키징(Packaging) 및 전달, 학습계열화(Sequencing), 실시간 운영환경(Rumtime Environment)과 관련한 정보 모델, 데이터 모델, API 및 XML 바인딩(binding) 규격을 포함하고 있다.[8]

데이터방송에서는, 지상파와 케이블TV간 콘텐츠 호환성 확보를 위해 북미에서 ATSC(Advanced Television Systems Committee)와 케이블랩(CableLabs)이 공동 연구중인 통합 표준안이 ACAP (Advanced Common Application Platform)이다. 이는 2004년 내 표준 확정을 목표로 작업이 진행 중이다.[14] 국내에서는 이미 ACAP 미들웨어가 삼성전자, LG전자 등에 의해 개발되었으며, On-Air Test 또한 KBS, KT, 삼성전자가 시행 중이다. 본 방송은 2004년 말부터 실시할 예정이다. KBS는 T-Commerce, T-poll, T-mobile 공중파 서비스를, 삼성전자는 양방향 셋톱박스(SetTop Box) 수신을, KT는 IP망을 이용한 리턴채널을 담당할 예정이다. 이러한 발빠른 국내 벤더(vendor)들의 대응은 국내 지상파 데이터방송의 막을 올리는 역할을 하고 나아가 미국 시장의 선점 효과를 가질 수 있을 것으로 본다.[13]

ACAP은 ACAP-J(ACAP Java Applications and Environment), ACAP-X(ACAP XHTML Applications and Environment), ACAP-C(ACAP Cable Subsystem)로 구성되어 있다. 그리고 ACAP 멀티미디어 콘텐츠는, ACAP-J (절차적) 어플리케이션의 JavaTV Xlet(s) 기반 및 ACAP-X (선언적) 어플리케이션의 XHTML, CSS, DOM 등을 사용한다. ACAP 모노미디어(mono-media) 콘텐츠는, 그래픽은 JPEG, PNG, MNG(ACAP-X only)를, 스트리밍 A/V(Streaming Video/Audio)는 MPEG-2 Transport Stream을, 비스트리밍 A/V(Non-Streaming Video/Audio)는 MPEG-2 Video "Drip" Format, MPEG-1 Audio Layers 1 and 2, audio/basic을 사용한다.[5]

본 논문은 인터넷 기반 학습 규격인 SCORM 규격과 데이터방송 규격인 ACAP 규격간의 학습 콘텐츠 상호운용을 현실화하기 위해 'SCORM-ACAP 기반의 T-Learning 서비스 모델 개발, 시스템 아키텍처 개발, API 개발, 운용 환경 개발, 콘텐츠 개발 등'에 대한 기술적 사항들을 제시한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저, T-Learning의 개념 및 쌍방향 데이터방송 기반의 여러 T-Learning 서비스 모델을 제시한다. 둘째, 이러한 T-Learning 서비스 모델을 가능하게 하기 위한 T-Learning 시스템 아키텍처를 제시한다. 셋째, T-Learning 아키텍처 구현의 기반 기술이 되는 T-Learning API 및 관련 응용들, 운용환경, 콘텐츠 등을 개발한다. 마지막으로, 향후 연구 과제를 도출한다.

2. T-Learning 개념 및 서비스 모델

가. T-Learning 정의

T-Learning이란 광의의 의미로 TV 기반의 학습(TV-based

Learning)을 총칭하여 일컫는다. 이는 아날로그 또는 디지털 TV를 매체로 하여 일방향 오디오 및 비디오(A/V) 방송 형태 또는 일방향 및 쌍방향 데이터방송 형태를 통하여 다양한 학습경험(learning experience)들을 전달하는 학습유형을 의미한다.

협의의 T-Learning은 DTV 기반의 쌍방향 학습(DTV-based interactive learning)을 말한다.[9] 협의의 T-learning은 주로 가정에서 PC가 아니라 DTV를 통해서 비디오 학습 자원(video-rich learning materials)에 대한 쌍방향 접속을 가능하게 해준다. TV를 통한 학습의 장점은, TV가 냉장고, 전자렌지 등과 같이 일상생활용 가전제품이기 때문에 사용하기가 쉽다는 점이다. 즉 PC 환경에서의 e-Learning과 달리 디지털 격차(digital divide)를 실질적으로 극복하고 평생학습(lifelong learning)을 현실적으로 가능하게 해 줄 수 있다. 그리고, 협의의 T-Learning은 다시 일반적인 데이터방송 환경의 T-Learning(Simple T-Learning), 쌍방향-맞춤형 학습을 제공하는 개인화 T-Learning(Personalized T-Learning), 유비쿼터스(ubiqitous) 환경과 결합된 미래형 T-Learning(Next T-Learning)으로 나눌 수 있다. 현재 본 논문에서 구현하고자 하는 T-Learning 유형은 쌍방향-맞춤형 학습을 제공하는 Personalized T-Learning이다.

나. T-Learning 서비스 모델

데이터방송 서비스 유형을 간단히 나눈다면, 연동형 서비스와 독립형 서비스, 단방향 데이터방송 서비스와 쌍방향 데이터방송 서비스, 동기식 데이터방송 서비스와 비동기식 데이터방송 서비스 등으로 구분해볼 수 있다. 또한 Peter J. Bate(2003)에 따르면, 디지털 TV의 형태에 따른 데이터방송 서비스모델을, 단기적으로 향후 5년 내에는 방송 일정에 따른 서비스 모델(Broadcast or scheduled TV mode)이 강세를 보일 것이고, 중장기적으로 향후 10년까지는 개인화된 서비스 모델(Personalized TV mode)이 확대, 심화될 것으로 예상된다.[9]

본 논문에서는 이러한 데이터방송 유형 및 추세에 근거하여, T-Learning 서비스 모델을 다음의 [표 1]과 같이 정의하였으며, 본 논문의 구현 대상으로는 "② Personalized TV mode→ii. 쌍방향 서비스 모델→3형 : VOD + Synchronized 쌍방향 데이터" 서비스 모델을 삼았다.

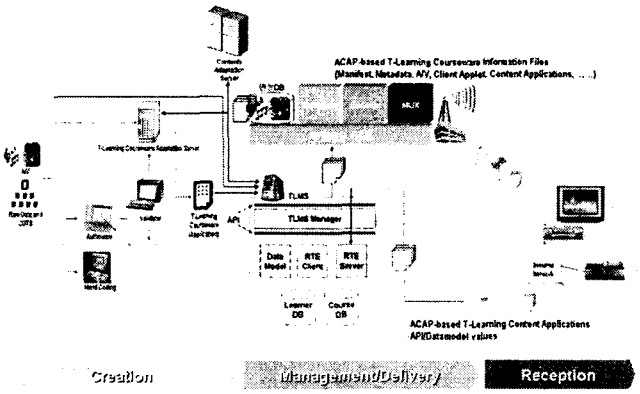
[표 1] T-Learning 서비스 모델

① Scheduled/Broadcasting TV mode
i. 일방향 서비스 모델
- 1형 : only A/V
- 2형 : A/V + Asynchronous 일방향 데이터
- 3형 : A/V + Synchronized 일방향 데이터
ii. 쌍방향 서비스 모델
- 1형 : A/V + tracking application
- 2형 : A/V + Asynchronous 쌍방향 데이터
- 3형 : A/V + Synchronized 쌍방향 데이터
② Personalized TV mode
i. 일방향 서비스 모델
- 1형 : 일방향 데이터
- 2형 : VOD + Asynchronous 일방향 데이터
- 3형 : VOD + Synchronized 일방향 데이터
ii. 쌍방향 서비스 모델
- 1형 : 쌍방향 데이터
- 2형 : VOD + Asynchronous 쌍방향 데이터
- 3형 : VOD + Synchronized 쌍방향 데이터

3. T-Learning 시스템 아키텍처

T-Learning 시스템 아키텍처는 크게 생산부, 관리/전송부, 수신부로 나눌 수 있으며, 그 전체적인 개요도는 [그림 1]과 같다.

- **생산부(Creation Phase)**: 콘텐츠 개발에 해당하는 시스템들의 그룹이다. 기존의 방송용 A/V, 인터넷에 산재해 있는 다양한 Raw data들, 인터넷 기반으로 e-Learning 서비스를 시행하고 있는 상용기성콘텐츠(COTS: commercial off-the-shelf) 등을 활용하여 SCORM-ACAP 기반의 콘텐츠 어플리케이션으로 적응화(Adaptation) 또는 신규 개발하는 과정이다.
- **관리/전송부(Management/Delivery Phase)**: 데이터방송 서비스 시스템은 생산부에서 만들어진 SCORM-ACAP 기반의 T-Learning Courseware를 전송한다. 또한 TL(M)S(T-Learning System or T-Learning Management System)는 셋탑박스(STB) 미들웨어에서 구동되고 있는 Client 어플리케이션과 커뮤니케이션을 수행하고 코스 정보, 학습자 추적 정보 등을 관리한다.
- **수신부(Reception Phase)**: T-Learning을 위한 셋탑박스 미들웨어 시스템은 콘텐츠 뷰어, 타임 핸들링, 동기화, 디스플레이 정책 수행, 리턴 채널을 통한 TLS와의 커뮤니케이션, SCORM-ACAP API 등을 포함한다.



[그림 1] T-Learning 시스템 전체 아키텍처

4. T-Learning 환경 구현

본 논문에서는 [그림 1]의 T-Learning 시스템 아키텍처에 근거한 T-Learning 환경을 구현하기 위하여, 다음과 같은 주요 기술들을 개발하였다.

- SCORM 코스구조 정보모델 확장
- T-Learning Contents (Courseware) 패키지 샘플 개발
- SCORM-ACAP 기반의 T-Learning APIs 및 T-Learning Client Applications 개발
- T-Learning System 개발

가. SCORM 코스구조 정보모델 확장

SCORM 규격은 코스구조(Course Structure)의 정보를 imsmanifest.xml이라는 파일에 기록, 저장한다. 그리고 이 정보 구조를 담고 있는 XML 파일과 관련 스키마 파일들, Control 파일들, 실제 학습 자원들을 함께 패키징 한다. 본 논문에서는 T-Learning 코스 정보 운용을 위하여 SCORM 코스 정보 파일의 정보모델을 [표 2]와 같이 추가 확장하였다.

[표 2] T-Learning 정보모델 확장

Attribute	Value Type
resource.tl:tlearningType	한정어: scheduled, personalized
resource.type	한정어: tvcontent
resource.tl:displayTime	timeinterval (second, 10, 2)

구현 사례는 다음과 같다.

```
<?xml version="1.0" standalone="no" ?>
<manifest>
                        ..... 생략 .....,,,
 <resources>
  <resource adlcp:scormType="sco" tl:tlearningType="personalized"
type="tvcontent" tl:displayTime="PT3H5M">
   <file/>
  </resource>
 <resources>
</manifest>
```

나. T-Learning Contents (Courseware) 패키지 샘플 개발

T-Learning 콘텐츠 패키지는 SCORM 기반의 e-Learning 콘텐츠 패키지와 유사하다. 차이점은 T-Learning Courseware Adaptation Controller 등 까지 포함하고 있다는 점이다.

본 논문에서는, ACAP-J JavaTV Xlet을 이용해서 기존의 e-Learning 콘텐츠를 핸드코딩을 통해서 변환하였다. T-Learning 콘텐츠를 개발한 이후 수정한 imsmanifest.xml 파일과 각종 응용들 등을 포함하여 SCORM 패키징 규격에 준하여 T-Learning 콘텐츠 패키지 샘플을 개발하였다. 콘텐츠 사례는 [그림 2]에서 확인할 수 있다.

[그림 2] T-Learning 콘텐츠 샘플 (시연 모습)

다. SCORM-ACAP 기반의 T-Learning APIs 및 T-Learning Client Applications 개발

T-Learning 콘텐츠 패키지가 방송 전송 환경을 통해서 STB에 전달되면, 다음과 같은 작업 프로세스가 수행된다.

- 메인 Xlet이 실행된다.
- T-Learning Courseware Adaptation Controller가 실행된다.
  - imsmanifest.xml 파일로부터 코스 정보를 해석하여, 정보모델을 구성한다.
  - 프리젠테이션 응용이 실행된다. 이 응용은 정보모델에 저장한 데이터를 활용하여 사용자가 이용할 수 있는 코스 트리(course tree)를 구성한다.
- 콘텐츠가 론칭(launch)된다.
  - 서버와 통신을 하는 콘텐츠, 즉 TLO(T-Learning Object)는 통신 어플리케이션을 이용하여 TLS와 통신을 한다.
- 모든 코스가 종료되고 메인 Xlet이 종료된다.

1) T-Learning Courseware Adaptation Controller: Manifest Control(MC) APIs 구현

T-Learning Courseware Adaptation Controller는 메인 Xlet이 실행되면서, imsmanifest.xml 파일로부터 코스 정보를 해석한다.

[표 3] 주요 MC APIs

APIs	설명
SCORMPackageHandler()	패키지 처리 관리
findManifest()	Manifest 파일 추출
processManifest()	Manifest 파일 처리
processContent()	Manifest 파일 내 Item 처리
processResource()	Manifest 파일 내 Resource 처리
updateItemList()	Item List를 정보모델에 지정

2) T-Learning Courseware Adaptation Controller: Information Model Control(IMC) APIs 구현

imsmanifest.xml 파일로부터 추출된 코스 정보를 바탕으로, 정보모델을 구성한다.

[표 4] 주요 IMC APIs

APIs	설명
InformationModelHandler()	정보모델 처리 응용
OrganizationSetValue()	Organization 속성 설정
OrganizationGetValue()	Organization 속성 추출
ItemSetValue()	Item 속성 설정
ItemGetValue()	Item 속성 추출
ResourceSetValue()	Resource 속성 설정
ResourceGetValue()	Resource 속성 추출
getItemCount()	Item 개수 추출
getItemNodeID()	Item 노드의 아이디 추출
getItemNodeLevel()	Item 노드의 레벨 추출

3) T-Learning Courseware Adaptation Controller: UI APIs 구현

UI API들은 정보모델의 데이터를 이용해서 UI(사용자 트리)를 구성한다.

[표 5] 주요 UI APIs

APIs	설명
XletUIHandler()	Xlet UI 구성을 관리
setUI()	UI를 지정함
indexPageInit()	메뉴 페이지 초기화
makeIndex()	메뉴 구성
setTitle()	각 메뉴의 제목 지정
indexPagePaint()	메뉴 페이지 구성
indexPageShow()	메뉴 페이지 보여줌
indexPageButtonClick()	버튼 클릭 event 내용 지정
destroy()	페이지 종료
keyPressed()	리모콘 버튼 내용 지정
moveFocus()	리모콘 상하좌우 버튼 이동
changeComponent()	새로운 페이지 디스플레이
resizeTV()	AV 동영상 크기 조절
getImage()	이미지를 불러옴
fontAssign()	글자 폰트 지정
colorAssign()	전체적인 색 지정

4) T-Learning Courseware Adaptation Controller: 구현 사례

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
```

```
import javax.tv.xlet.*;
import org.havi.ui.*;
public class XletMain implements Xlet {
  public void destroyXlet(boolean unconditional) throws
  XletStateChangeException {}
  public void initXlet(XletContext ctx) throws XletStateChangeException
  {
    //manifest 정보 추출
    public SCORMPackageHandler sph = new
    SCORMPackageHandler();
    sph.findManifest();
    sph.processManifest();
    sph.processContent();
    sph.processResource();
    sph.updateItemList();
    //정보모델 구현
    public InformationModelHandler imh = new
    InformationModelHandler();
    imh.OrganizationSetValue();
    imh.ItemSetValue();
    imh.ResourceSetValue();
    //UI 구성
    public XletUIHandler xuih = new XletUIHandler();
    xuih.setUI();
    xuih.indexPageInit();
    xuih.makeIndex()
      //UI내 학습트리 구성
      imh.OrganizationGetValue();
      imh.ItemGetValue();
      imh.ResourceGetValue();
      imh.getItemCount();
      imh.getItemNodeID();
      imh.getItemNodeLevel();
    }
    xuih.setTitle();
    xuih.indexPagePaint();
    xuih.indexPageShow();
    xuih.indexPageButtonClick();
    xuih.destroy();
    xuih.keyPressed();
    xuih.moveFocus();
    xuih.changeComponent();
    xuih.resizeUI();
    xuih.getImage();
    xuih.fontAssign();
    xuih.colorAssign();
  }
  public void pauseXlet();
  public void startXlet();
  public static void main(String[] args) {}
}
```

5) TLO와 TLS간의 Communication 관련 APIs 구현

리턴채널을 통해서 TLS와 통신을 하는 콘텐츠가 있을 수 있다. 이것은 학습자의 학습경험과 관련한 정보를 서버에 저장, 기록, 관리하기 위해서이다. SCORM에서는 이러한 통신을 하는 객체를 SCO(Sharable Content Object)라고 한다. 본 논문에서는 T-Learning 특정적인 SCO이기에 이를 TLO (T-Learning Object)라고 정의하였다. Xlet의 학습트리 상에 학습자가 특정 목차를 클릭하게 되었을 때 해당 콘텐츠가 TLO라고 한다면, 그 콘텐츠는 서버와 통신을 하기 위해서 아래의 API들을 활용하여야 한다.

[표 6] 주요 Communication APIs

APIs	설명
ClientSocket()	서버와의 통신 관리. 접속 시작.
close()	접속 종료
readLine()	데이터 읽기
writeToServer()	데이터 저장

구현 사례는 다음과 같다.

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.tv.xlet.*;
import org.havi.ui.*;
import javax.tv.service.selection.*;
import javax.tv.media.*;
import javax.tv.graphics.AlphaColor;
import org.havi.ui.event.HRcEvent;
import java.io.IOException;
import org.dvb.dsmcc.*;
import org.dvb.dsmcc.DSMCCObject;
import java.text.SimpleDateFormat;
import java.util.Date;
import java.util.Locale;
public class TLOContent extends XletApp implements Runnable,
ObjectChangeEventListner {
  //통신모듈 실행
  public ClientSocket() cs = new ClientSocket();
  cs.readLine();
  cs.writeToServer();
  cs.close();
}
```

6) 기타 APIs 구현

STB에서 실행되는 콘텐츠와 AV 동영상과의 동기화를 이루기 위해 서버에서 AV 동영상의 시작 시간 등의 정보를 받아야 한다. AVTimeHandler()는 이러한 정보를 추출하는 데 사용되는 API로서 서버에 접속하여 AV 동영상이 시작 된 시간과 현재 서버의 시간으로 AV 동영상이 얼마나 진행되었는지 파악하며 AV 총 시간도 추출한다. getAVStartTime(), getCurrentTime(), getAVTotalTime() 등의 함수를 가지고 있다.

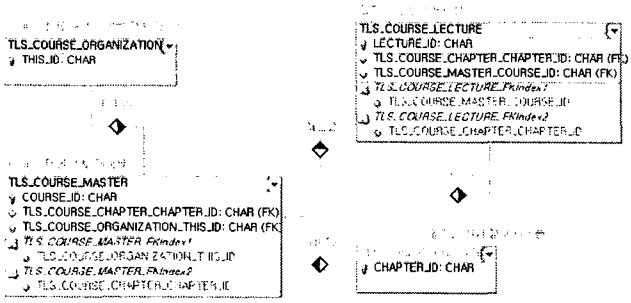
그리고, State Management API는 이전의 호출의 결과로 생긴 에러 상태 코드를 반환하거나 그 에러에 대한 설명 정보 및 해결방안 정보를 제공한다. 이것은 xletGetLastError() 및 xletGetErrorString()을 포함하고 있다.

라. T-Learning System 개발

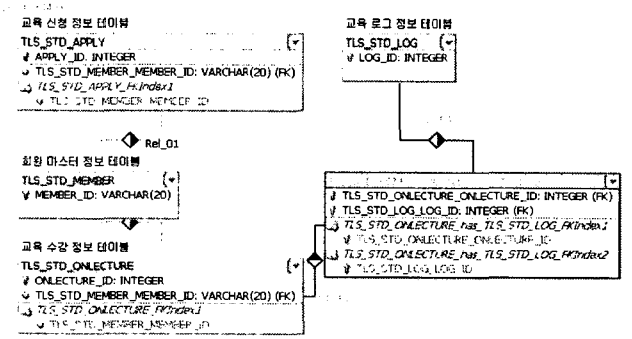
T-Learning System(TLS)는 1) 코스 매니저, 2) 커뮤니케이션 어댑터 서버, 3) 학습정보 저장소 등으로 구성되어 있다.

- 코스매니저(Course Manager)의 주 기능은 코스 관리, 강의 관리, T-Learning manifest XML 파일 파싱 및 캐싱이다.
- 커뮤니케이션 어댑터 서버(Communication Adapter Server)는 이벤트를 처리하는 모듈(Event Listner), 데이터모델 처리기(Datamodel Handler), 리턴 데이터 처리기(Return Data Handler) 등이 해당된다. 이들은 SCORM 규격의 cmi 데이터 모델에 근거하여 처리된다.
- 학습정보 저장소는 크게 (1) 코스 정보 저장소와 (2) 학습자 정보 저장

소로 나뉜다. 그 주요 정보 테이블은 [그림 3]과 [그림 4]에서 확인할 수 있다.



[그림 3] 코스 정보 관리를 위한 ERD



[그림 4] 학습자 정보 관리를 위한 ERD

5. 향후 연구과제

지금까지 인터넷 기반 학습 규격인 SCORM 규격과 데이터방송 규격인 ACAP 규격간의 학습 콘텐츠 상호운용을 현실화하기 위해 'T-Learning 개념 정의, T-Learning 서비스 모델 정의, 시스템 아키텍처 개발, API 개발, API 관련 응용들 개발, TLS 개발, 콘텐츠 개발 등'에 대한 내용들을 기술하였다. 이를 통해서, 방송통신융합서비스의 일환으로 웹기반 e-Learning과 DTV 환경의 데이터방송 서비스간의 융합의 가능성을 확인하였다. 이는 또한 표준화 기술 규격들을 바탕으로 한 연구로써 향후 T-Learning이 진화방향에 대해 시사하는 바가 크다 하겠다.

본 논문에서 언급하지 못했거나, 향후 지속적으로 심화 연구되어야 하는 부분은 다음과 같이 정리하였다.

첫째, e-Learning 콘텐츠 및 정보의 T-Learning 콘텐츠 및 정보로의 자동 적응화(automatic Adaptation) 기술. 이것은 사용자 편의성 및 T-Learning 산업의 촉진을 위하여 반드시 수행되어야 하는 연구분야이다.

둘째, 본 논문에서는 SCORM v.1.2 기반의 정보 모델 및 데이터 모델을 활용하여 T-Learning의 기술적 검토를 수행하였으나, SCORM의 차기 버전들이 가지고 있는 학습 계열화(Sequencing) 정보를 어떻게 처리할 것인가에 대한 연구가 이뤄져야 한다.

셋째, Personalized TV 모드에서의 동적 콘텐츠 전달(dynamic content delivery) 방법에 대한 연구가 이뤄져야 한다. 이를 위하여 PVR(personal video recorder), Home Registry 등의 기술 환경이 선행되어야 할 것이다.

넷째, e-Learning의 Learning Management System (LMS)과 차별화된 T-Learning System (TLS)의 특화 기술에 대한 연구. 예를 들어서, TLS는 사용자 정보에 대한 관리가 (LMS와는 달리) 단독으로 수행될 수가 없다. 이 사용자 정보를 T-Commerce 서버(또는, T-Mall) 등과는 어떻게 공유할 것인가 등에 대한 고민들이 선행되어야 한다.

마지막으로, PC와 달리 TV는 학습자 혼자만이 이용하는 기기가 아니다. 그렇기 때문에 사용자 분석 기술 또한 확장되어 사용자 그룹 분석 기술에 대한 연구가 이루어져야 한다. 이는 향후 e-Learning에서 지능형 교수 시스템(ITS: Intelligent Tutoring System)으로의 진화가 이뤄지는 것과 함께 T-Learning에서의 지능형 학습 환경 실현을 위한 중요한 요소 기술이 될 것이다. 또한 이것은 PC 기반의 e-Learning ITS와의 차별 지점이기도 하다.

[참고문헌]

[1] ATSC, CableLabs(2003), "ATSC Candidate Standard: Advanced Common Application Platform (ACAP)", ATSC

[2] ETSI(2003), "ETSI TR 101 211: Digital Video Broadcasting(DVB); Guidelines on implementation and usage of Service Information(SI)", ETSI

[3] Jerry C. Whitaker(2001), "The Revolution in Digital Video 3E", Osborn Media Group

[4] ADL(2004a), "Sharable Content Object Reference Model 2004 2nd Edition", ADL

[5] Glenn Adams(2003), "Introduction to ACAP", ATSC

[6] Lorna M. Campbell(2003), "Introduction to Learning Technology Standards and CETIS", CETIS

[7] Randall House Associates, Inc.(2003), "What is SCORM?", Randall House Associates, Inc.

[8] Daniel R. Rehak(2002), "Putting ADL and SCORM into Practice", Carnegie Mellon University

[9] Peter J. Bate(2003), "A study into TV-based interactive learning to the home",pjb Associates

[10] 김효근, 문남미(2002), "T-Commerce 전략과 기술", 시그마인사이트컴

[12] 문남미, 배일환(2003), "e-Learning 동향", 한국소프트웨어진흥원

[12] 임채열, 김대진(2001), "디지털 방송 이해 및 실무" 한울아카데미

[13] ZDNet Korea, "정통부「데이터방송 표준 ACAP으로 통합 추진", 2003-10-31

[14] 이광기(2003), "ACAP 양방향TV 미들웨어 동향·전망", 한국정보통신기술협회