

이기종 단말에서 e-러닝 콘텐츠의 메타데이터 맵핑에 관한 연구¹⁾

한금주⁰, 문남미
서울벤처정보대학교대학원
hangj33@hanmir.com⁰, mnm@suv.ac.kr

A Study about Metadata Mapping of E-Learning Contents on Diverse Digital Device

Han, Gum-ju⁰, Moon, Nam Mee
Dept. of Digital Media, SEOUL UNIVERSITY OF VENTURE & INFORMATION

요 약

정보통신 기술의 발전은 양방향의 참여 문화를 형성하고 있다. e-러닝의 환경도 웹 기반의 환경에서 모바일 환경과 방송과 융합된 네트워크 환경으로 변화되며, e-러닝도 학습자의 직접 참여를 요구하는 교수-학습 교수법을 제공하고 있다. 다양한 네트워크 환경에서 원하는 정보를 생성, 추출하고 다른 사람과 의사소통할 수 있어야 한다. e-러닝의 발전으로 복합적 사고와 고차원적인 인지 사고를 위해 학습자 주도의 개별적·자율적 학습, 협력적(collaborative) 학습을 제공할 수 있다. 즉, e-러닝의 웹 기반에서 발전하여 무선 네트워크 환경으로의 변화가 학습 환경도 시간적, 공간적으로 자유로울 수 있는 모바일 환경(mobile environment)에서 방송과 통신이 융합되고 나아가 유비쿼터스 환경(ubiquitous environment)으로 전환되고 있다. 본 논문에서는 e-러닝의 콘텐츠를 다양한 디지털 기기에 따라 재사용하고 재구성하여 제공할 수 있도록 메타데이터 맵핑 구조에 대해 연구하고자 한다.

1. 서론

정보통신 기술의 발전은 양방향의 참여 문화를 형성하고 있다. 정보통신 기술의 발달에 따라 e-러닝 학습 환경에서도 학습자가 직접 참여를 바탕으로 하는 교수-학습 경험을 제공하고 있다. 기존의 e-러닝은 시간과 공간적으로 제약 받았으나 모바일 환경으로 변화되면 학습자는 시간과 공간의 제약없이 학습을 계속 유지할 수 있다. 이는 다양한 네트워크 환경에서 학습을 진행하는 학습자를 위해 새로운 학습 형태로 학습을 제공한다[1]. 즉, e-러닝 교육 환경도 학습자에게 적합한 맞춤형 학습을 제공하기 위한 새로운 정보 환경으로 발전하여 모바일 환경(mobile environment)에서 언제, 어디서나, 다양한 네트워크와 디지털 기기를 지원할 수 있는 방송과 통신이 융합된 유비쿼터스 환경(ubiquitous environment)으로 전환되고 있으며, 이에 따른 e-러닝 환경도 멀티미디어를 지원할 수 있도록 변화되고 있다.

따라서 이러한 멀티미디어 환경에서 학습자가 원하는 콘텐츠를 제공하고 선택할 수 있는 정보를 제공하고 콘텐츠의 메타데이터와 인덱싱에 대한 필요성이 요구되고 있다. 멀티미디어 콘텐츠에 대한 구조 정보와 의미 정보를 기술할 수 있는 국제 표준 규격을 제공함으로써 다양한 콘텐츠의 메타데이터 정보를 이용하여 원하는 콘텐츠를 검색하고 선택하여 콘텐츠의 효율적인 접근과 사용 측면에서 상호호환성을 제공하고 있다[2]. 본 논문에서 멀티미디어 콘텐츠에 대한 복잡한 메타데이터를

생성하기 위해 e-러닝의 표준 규격인 SCORM의 메타데이터, IEEE LTSC의 LOM의 규격과 TV-Anytime 표준을 준수하여 메타데이터를 생성하며, 서로 다른 네트워크 환경에서도 맵핑할 수 있는 메타데이터 맵핑 방법을 제안한다.

2. 디지털 환경 변화와 표준화

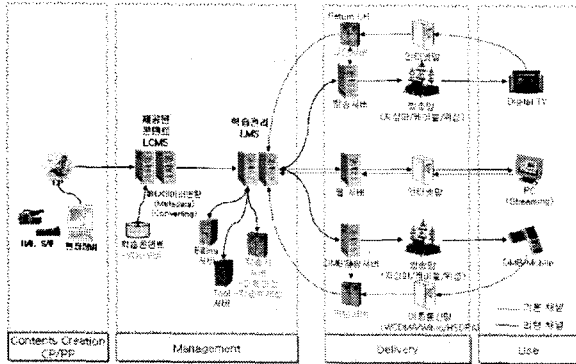
e-러닝의 학습 환경이 웹 기반에서 뿐 아니라 학습자의 다양한 디지털 환경인 모바일 환경과 방송과 통신이 컨버전스(융합, convergence)된 환경에서 멀티미디어를 제공받으려 하는 요구에 대한 효과적인 적응 기술이 필요하게 되었다. 이러한 멀티미디어 표현에 대한 효과적인 기술 표준을 제공하기 위해 MPEG 등의 기술 표준이 방송 프로그램 정보의 효율적인 제공 및 활용이 가능하게 되었다.

디지털 환경의 변화에 따라 학습자가 직접 참여하고 학습자에게 적용하는 맞춤형 학습을 지원할 수 있도록 발전하고 있다. 학습자에게 적합한 학습을 지원하기 위해 현재 제공되고 있는 웹 기반의 학습 콘텐츠를 다른 네트워크 환경과 디지털 기기에서도 활용할 수 있도록 하기 위해 학습 콘텐츠의 메타데이터를 맵핑하여 재사용할 수 있으며, 학습자의 학습 활동이 끊임없이(seamless) 이루어질 수 있으며, 교수자의 측면에서도 학습자의 학습 활동을 추적하여 학습자에게 보다 적합한 과정으로 피드백(feedback)을 제공할 수 있다.

학습자의 학습 환경의 변화는 웹 기반의 학습에서 무선의 모바일 환경이 지원되므로 이에 따른 교수방법도 지원되어야 한다. 학습자의 양방향 통신이 가능하므로 게임 기반의 학습과 시뮬레이션 기법을 지원하여 학습자의 학습동기를 부여하고 학습의 과정에서 자신의 역할을 수행하면서 학습 목표에 도달할 수 있도록 한다.

1) 본 연구는 2005년도 서울시 산학연 협력사업 중 "서울형 미래도시산업 육성 지원사업 - e-Learning 분야" 과제 연구비의 의해 연구됨

본 논문에서는 디지털 환경의 다양화에 따른 메타데이터 맵핑을 위해 제안하는 시스템 구조는 콘텐츠 제공자(content provider)에 의해 제공된 콘텐츠를 편집하여 다른 디지털 학습 환경에서 콘텐츠의 메타데이터를 맵핑하여 하나의 콘텐츠를 다양한 디지털 환경에서 재사용하고 재구성하여 학습자에게 제공할 수 있는 시스템을 구성한다. 방송과 통신 환경에서 상호작용하여 학습자의 학습 활동을 저장하고, 추적하여 학습자에게 적합한 학습 과정을 제공할 수 있는 상호작용이 가능한 시스템을 기반으로 구성한다. 디지털 환경에서 시스템의 구성은 다음과 같다[그림1.참조].



[그림 1] 디지털 환경에서의 시스템 구조

2.1 디지털 환경의 변화

유/무선 통신 및 방송망의 통합융합 환경에서 인프라의 종류 (Fiber, Cable, LAN, WLAN, Wibro, HSDPA 등)가 광범위하므로 각각의 다른 네트워크 환경의 특성, 즉 전송 특성에 적응적인 전송이 가능해야 한다. 인프라 뿐 아니라 각각의 인프라에서 사용되는 디지털 단말기도 기존의 방송에서 사용된 TV, 셋톱박스(set-top box)에서 벗어나 PC, 다양한 디지털 매체로 PDAs, cellular/smart phones, PC tablets, hand-held computers 등의 이동 데이터 단말, 이동 통신 단말 등 다양한 종류를 가지게 되었다. 각각의 단말 성능의 이종 단말 환경을 수용하여 단말별 특성에 적합한 방송/통신 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 실제로 다양한 인프라와 다양한 단말이 공존하는 상황의 IP 기반 인프라에서는 단대단(E2E: End-to -End) 사이의 인프라별, 또는 단말별 전송 에러 특성의 변화폭이 크다. 따라서 안정적이고 끊임없는 서비스를 제공하는 기술이 필수적이며, 대역폭의 변화에 적응가능한 서비스 기술이 필요하다. 즉, 통합융합 환경에서 학습자가 원하는 학습 콘텐츠를 이질적 네트워크를 통해 다양한 단말에서 시간과 장소에 제한받지 않고 보장된 품질로 끊임없이 서비스하기 위한 기술이 요구된다. 이러한 기술에 따라 학습 콘텐츠를 제공하는 서비스 환경에서 콘텐츠 제공자는 One-Source Multi-Use(OSMU)의 효율성을 보장하며 학습자의 측면에서 단말기의 종류에 관계없이 끊임없는 학습 콘텐츠를 제공 받을 수 있다[3].

2.2 디지털 환경 변화에 따른 교수법의 변화

통신과 방송이 융합되고 다양한 디지털 단말기를 사용하는 학습자의 다양한 학습 환경에 적응하여 성공적인 학습을 지원하

기 위해 정확한 학습목표와 학습자의 학습 활동을 효율적인 관리하여 학습자와 상호작용하는 양방향 학습을 지원한다. 학습 환경의 변화에 따라 학습 콘텐츠 개발자는 네트워크 환경의 변화와 디지털 매체의 변화에 따른 학습 전략을 수정하여 다양한 교수법(Learning Pedagogy)을 찾아야 한다. 단순히 학습 자료를 제공받아 학습을 하는 e-러닝에서의 교수법에서 다양한 단말기에서 학습이 가능하게 되었으므로, 양방향 학습 환경에 적합한 교수법으로는 게임 기반 학습법, 시뮬레이션 학습법 등을 적용한다. 학습자의 이력(history)과 학습 활동을 추적하여 학습자의 효율적인 학습과 끊임없는 학습이 가능하도록 한다. 학습자가 학습을 하고자 할 때 지원하는 교수법은 탐구 학습(inquiry learning), 정보 수집, 지식설계, 문제 해결 방법과 상호작용과 협력학습을 지원할 수 있어야 한다. 이러한 교수법을 지원하기 위해 학습 콘텐츠의 메타데이터를 활용하여 다양한 디지털 기기에서도 학습 콘텐츠를 맵핑하여 활용할 수 있도록 하여야 한다[4].

2.3 표준 규격

다양한 네트워크 환경에서 다양한 디지털 단말기에서의 학습이 가능하도록 지원하기 위해 이미 만들어진 콘텐츠를 재사용하고 재구성하기 위해 메타데이터를 활용한다. 교수자나 학습자의 환경에 관계없이 제공하거나 원하는 학습을 구성하여 지원할 수 있어야 한다. 이러한 지원을 위해 콘텐츠의 메타데이터를 사용하여야 한다. 본 논문의 시스템 구조에서는 방송 환경에서는 TV-anytime, 웹 기반에서는 SCORM, 모바일 환경에서는 Pocket SCORM을 표준 규격으로 한다. 모바일 환경에서는 Pocket SCORM을 표준 규격으로 사용하여 웹에서의 SCORM 규격과 맵핑하여 활용할 수도 있다.

2.3.1 TV-Anytime

"TV-Anytime"(TVA) Forum은 저장매체를 갖는 단말, 즉 PDR(Personal Digital Recorder) 또는 PVR(Personal Video Recorder) 환경에서 원하는 AV 콘텐츠를 원하는 시간에 선택, 소비할 수 있는 Anytime 서비스를 위한 규격 제정을 목표로 발족된 표준 기구이다. TV-Anytime에서의 메타데이터는 사용자가 원하는 콘텐츠를 사용자가 직접 또는 사용자를 대신한 에이전트(agent)가 쉽게 탐색, 선택할 수 있도록 하기 위한 콘텐츠와 관련된 기술(description) 정보이다. Phase1, 2로 구성되며, TVA-1는 주 방송 프로그램은 단 방향의 방송채널로 전송되고 양방향 네트워크를 통해서 추가적인 메타데이터를 획득할 수 있는 환경에서, PDR을 중심으로 메타데이터를 이용한 AV 데이터의 탐색(search)-선택(selection)-획득(acquisition)-소비(consumption)의 콘텐츠 서비스를 가능하게 한다[5][6]. 본 논문에서는 TV-anytime의 Phase 1의 메타데이터 규격을 맵핑 목표로 한다.

2.3.2 SCORM과 Pocket SCORM

현재 e-러닝의 표준으로 사용되고 있는 SCORM의 규격은 DC(Dublin Core), IEEE LTSC의 LOM, ARIADNE의 표준 기반이다. SCORM 규격의 메타데이터를 모바일 환경에서도 사용할 수 있도록 Pocket SCORM으로 제안되고 있는 규격을 사용하여 학습자에게 지원할 수 있다. 다양한 모바일 기기(mobile device)를 사용하는 학습자가 증가하면서 e-러닝 환경도 학습

자의 환경에 맞도록 변화되고 있다. 이러한 변화에 대응하여 SCORM 표준에서 모바일 환경에 맞도록 Pocket SCORM을 제안하여 표준으로 채택하고 있다[1][2].

Pocket SCORM은 모바일 환경에서 SCORM 기반의 환경을 사용하기 위한 대안으로 사용되고 있으나, Pocket SCORM RTE는 완전한 ADL SCORM RTE는 아니다. 현재 PC 기반인 SCORM에서 Pocket PC로 변환되고 있으며, Pocket SCORM Run-Time Environment(RTE)의 프로토타입 버전이다. 웹 기반과는 달리 모바일 기기로의 변환될 때 제약이 있으므로 웹 기반의 환경과는 연결 구조(Connection Mechanism), 코스웨어 입/출력(Courseware Import and Export), 학습 기록 버퍼링(Learning Records Buffering) 등을 고려한다[표 1 참조][1].

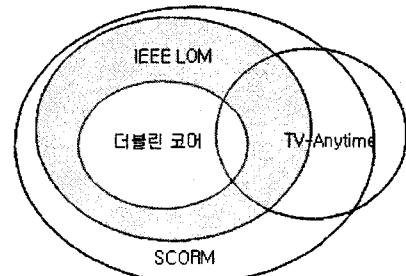
연결 구조(connection Mechanism)	네트워크 범위 이외에는 오프라인상태, 오프라인에서 학습 환경 지원
코스웨어 import/export	오프라인 상태에서 적재(import)후 학습, 온라인 상태에서 LMS에 학습 활동 export
학습 기록 버퍼 기능	학습자 기록 탐색, 저장 가능

[표 1] Pocket SCORM에서의 고려사항

SCORM의 API와 Pocket SCORM API는 컴퓨팅 능력, 기억장치 등의 제약이 있으므로 XML Web Service로 구현되고 있는 추세이다. 또한 화면 크기 등의 제한으로 UI(user interface)에서 로그인한 후 학습 과정을 확인한다. 학습자에게 코스를 표현하는 방식에서 SCORM과 큰 차이를 보여준다. 지식기반코스 구조(knowledge based course structure)와 선형기반 구조(linear based structure)로 표현하며, 학습자의 로드(load)선택에 따라 imsmanifest.xml 파일을 정의하여 코스 구조를 구성하여 보여준다[1].

2.3.3 교육적 메타데이터 관계

교육적 메타데이터는 교육 콘텐츠의 기술(description), 패키징(packaging), 전달(delivery)을 설계하여 명시하는 것이다. 메타데이터의 목적은 교수자, 학습자가 교육 자원을 쉽게 찾아 활용할 수 있도록 하는 것이다. 교육 메타데이터 규격은 IEEE LOM, 더블린 코어, SCORM에서의 규격과 TV-anytime의 규격을 맵핑하여 사용한다[그림 2 참조][7].



[그림 2] 메타데이터의 관계

3. 메타데이터 맵핑을 위한 제안

메타데이터 생성은 학습 콘텐츠의 재사용과 재구성이 가능하며 다양한 디지털 기기에 제약없이 학습자에게 콘텐츠를 제공한다. 이러한 상호작용하는 학습을 지원하기 위해 메타데이터를

활용한다. 메타데이터를 활용하기 위해 지식을 설계하고 그에 따른 메타데이터를 구성하여야 한다. TV-Anytime의 교육 메타데이터에서 일반 정보와 기술 정보를 XML 문서로 작성한다. SCORM 메타데이터는 LOM의 문서를 참고로 한다.[그림 3 참조][그림 4 참조].

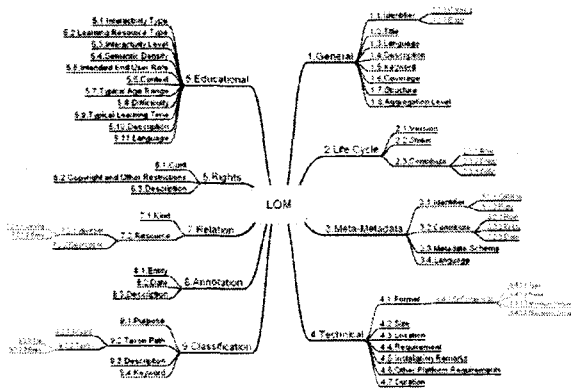
3.1 메타데이터 구조

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<EducationalMetadata
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance" >
  <GeneralInformation>
    <Title>English skill with reading</Title>
    <Description>English skill with reading will help students learn and apply the basic principles of effective composition</Description>
    <Category>English language learning</Category>
    <Language>English</Language>
    <Version>Fifth edition</Version>
    <Duration>45 minutes</Duration>
    <AgeRange>15-20 years old</AgeRange>
    <Keywords>English, language, reading skills</Keywords>
    <Level>Collogue level</Level>
  </GeneralInformation>
  <TechnicalInformation>
    <Format>Video, audio, text</Format>
    <IntendedCourse>students- special learner</IntendedCourse>
    <EducationalType>Lecture, exercise</EducationalType>
    <Classification>Level 3 intermediate</Classification>
    <AggregationLevel>lesson</AggregationLevel>
    <Prerequisite>Intermediate graduated</Prerequisite>
    <Relation>English lessons, grammar</Relation>
  </TechnicalInformation>
</EducationalMetadata>
```

[그림 3] TV-Anytime의 교육 메타데이터[7]

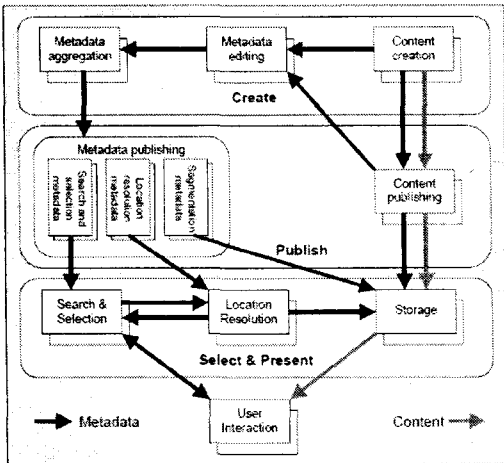
3.1 메타데이터 맵핑

학습과정에서의 메타데이터 구축은 프로세스로 진행을 하며 큰 항목에서 세부적인 메타데이터 구축으로 확장한다. 메타데이터를 구축하기 위해 SCORM에서의 큰 분류는 SCORM의 CAM에서 9개의 범주를 갖는다: General, Lifecycle, Meta-metadata, Technical, Educational, Rights, Relation, Annotation, Classification. 모바일에서의 메타데이터 구축도 SCORM 규격의 POCKET SCORM을 기반으로 한다[그림 4 참조][8][9][10][11].



[그림 4] SCORM 메타데이터 구조[8]

TV-anytime의 메타데이터는 콘텐츠 기술 메타데이터(Content Description Metadata), 개체 기술 메타데이터(Instance Description Metadata), 사용자 메타데이터(Consumer Metadata), 세그멘테이션 메타데이터(Segmentation Metadata)로 분류하여 설계한다[그림 7 참조]. TV-anytime에서 메타데이터와 콘텐츠의 생성, 게시, 선택과 표현의 과정으로 진행된다[그림 5 참조][5][6][12].

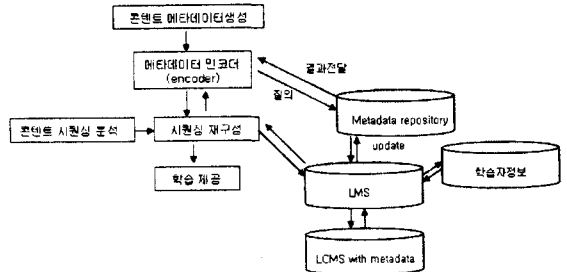


[그림 5] TV-Anytime에서 메타데이터와 콘텐츠의 흐름

메타데이터의 구조에서 프로그램에 대한 정보를 구성할 수 있다. 프로그램의 정보를 찾아 e-러닝의 SCORM CAM의 메타데이터와 맵핑하여 같은 기능의 메타데이터를 찾아 활용한다. SCORM CAM에서는 manifest의 메타데이터 부분에서 Content Aggregation, Content Organization, Activities, SCOs, Assets의 메타데이터를 기술한다[8,10,11].

맵핑 과정에서 메타데이터를 학습자의 디지털 기기 환경에 맞도록 적용화하는 과정이 요구되며, 메타데이터를 대체할 수 있는 일정 시간에 대해 조절하도록 설계시 고려되어야 한다. 메타데이터를 찾아 시퀀싱을 재구성할 수 있도록 LMS와 맵핑하여 설계한다. LMS는 콘텐츠에 대한 정보와 학습자 정보, 메타데이터 저장소 등을 제어할 수 있는 기능을 가질 수 있도록 설계한다.

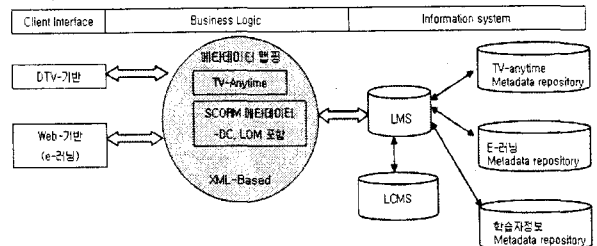
MPEG-2에서 제공하는 기술자(descriptor)를 이용하여 메타데이터의 위치를 찾을 수 있으며, TV-Anytime에서 제공된 시퀀싱을 학습자의 환경에 따른 e-러닝(웹 기반 또는 모바일 환경)으로 변환하여 제공할 수 있다. 이 과정에서 발생하는 모든 정보는 LMS를 통해 LCMS, 학습자 정보 저장소에 저장되며, 학습 활동을 지원할 수 있다[그림 6 참조].



[그림 6] 메타데이터 생성, 분석과 저장

학습자 정보에 관한 메타데이터는 TV-Anytime 규격에는 있으므로 학습자 정보에 대한 메타데이터 규격을 IEEE LTSA LOM 규격을 활용하고 있다. e-러닝 실행환경에서 학습자의 학습 활동에 관련된 속성은 SCORM 규격에서 지원하는 CMI 속성을 활용하여 학습자의 학습 활동 정보를 기록한다.

[그림 7]에서는 메타데이터를 맵핑하는 과정을 학습자 환경의 클라이언트 인터페이스(client interface), 실제로 학습자에게 제공할 e-러닝을 구성하기 위해 콘텐츠의 메타데이터를 맵핑하는 과정의 business Logic, 메타데이터 맵핑을 위해 필요한 LMS, LCMS, 메타데이터 저장소 등으로 구성한다[13].



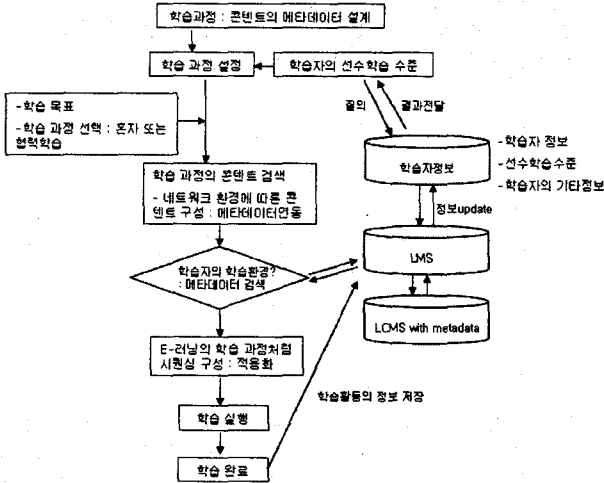
[그림 7] 메타데이터 맵핑 단계

학습자에게 적합한 학습과정을 구성하여 그에 맞는 콘텐츠를 지식 설계 과정을 거쳐 구성한다. 지식 설계 과정에서 학습자의 학습 주제, 요구, 교수의 지식 설계, 정보의 수집과 관찰, 학습을 진행하면서 상호작용, 학습 평가 등의 과정으로 학습을 완료한다. 학습자의 네트워크 환경에 관계없이 학습자에게 끊임없는 학습 과정을 지원하기 위해 메타데이터의 표준 규정과 탐색과정이 필요하다[그림 8 참조]

TV-기반에서 웹기반으로 변환하는 과정에서 학습자의 정보와 학습 콘텐츠의 정보를 정확하게 탐색하여 분석하고 구성할 수 있는 설계가 요구된다. 메타데이터의 구성이 서로 다르므로 메타데이터의 구현시 트리 구조를 이용하여 분기 단계를 설계한다. 탐색 과정에서 트리 구조로 메타데이터를 추적할 수 있으며, 상황(context-aware)에 따라 메타데이터의 삽입, 추가, 삭제 등을 용이하게 할 수 있다[그림 9 참조].

메타데이터 맵핑을 위해서 네트워크 환경에 따른 표준화된 메

타데이터가 필요하다. 이때 표준화된 메타데이터를 구성하여 맵핑할 수 있도록 하며, 새로운 메타데이터를 삽입, 삭제, 탐색 과정을 볼 수 있도록 트리 구조를 구성한다[8]



[그림 8] 학습 상황의 검색에 따른 학습과정-메타데이터검색

TV-Anytime Metadata			
Content Description Metadata -Program Information -Group Information -Credits Information -Program Review	Instance Description Metadata -Program Location -Service Information	Consumer Metadata -Usage History -User Preference	Segmentation Metadata -Segment Information -Segment Group Information
1. General -identifier -title -language -description -keyword -coverage -structure -aggregation level	2. LifeCycle -version -Status -contribute 3. Meta-metadata -Identifier -Contribute -Metadata schema -language	IEEE LQM의 학습자 정보 이용	4. Technical -format -size -location -requirement -installation remarks -other platform requirement -Duration 5. Educational 9. classification
6. Rights	7. relation		
8. annotation			
SCORM Metadata			

[그림 9] TV-anytime과 SCORM의 메타데이터 분류

4. 결론 및 향후과제

유/무선 통신 및 방송망의 통방융합 환경에서 다양한 디지털 단말기에서의 학습이 가능하도록 지원하기 위해 이미 만들어진 콘텐츠를 재사용하고 재구성하기 위해 메타데이터를 활용한다. 통방융합 환경에서 학습자에게 원하는 학습 콘텐츠를 이질적 네트워크를 통해 다양한 단말에서 시간과 장소에 제한받지 않고 보장된 품질로 끊임없이 서비스를 제공하게 되었다. 이러한 기술의 발달로 학습 콘텐츠 서비스 환경에서 콘텐츠 제공자는 One-Source Multi-Use(OSMU)의 효율성을 보장하며 학습자의 측면에서 단말기의 종류에 관계없이 끊임없는 학습 콘텐츠를 제공 받을 수 있다.

본 논문에서는 메타데이터의 맵핑의 전체적이고 개략적인 구성을 제안하고 있으며, 향후 과제로 TV-anytime의 메타데이터가 SCORM의 메타데이터와 좀더 효율적으로 맵핑할 수 있는 정

의를 기술하여야 한다. 또한 다양한 디지털 기기에서 학습자에게 보다 효과적인 학습을 제공하기 위한 적극적인 교수법을 지원할 수 있는 지능형 학습 시스템을 위한 연구가 필요하다.

참고 문헌

[1] Nigel H. Lin, Timothy K. Shih, Hui--haung, L.J.Lin, Pocket SCORM. 24th ICDCSW'04, IEEE, 2004.
 [2] Heather A. Katz, Stephen Worksham, Streaming mLearning Objects via Data Resolution and Web Services to Mobile Devices Design Guidelines and System Architecture Model.
 [3] 배성준, 정순홍, 김재근, 통방융합 유비쿼터스 콘텐츠 서비스 기술, TTA Journal No.105. 2005.
 [4] 조미현 외. e-learning 콘텐츠 설계. 교육과학사. 2004.
 [5] TV-Anytime Forum, <http://www.tv-anytime.org>
 [6] TV-anytime Specification SP003 Part A, "Metadata Schemes," 2003.
 [7] Masood Ghaneh, System Model for T-learning Application Based on Home Servers(PDF), Broadcast Technology, no.19, summer, 2004.
 [8] <http://www.imslobal.org/metadata/>
 [9] Weiqin Chen and Riichiro Mizoguchi, Communication Content Ontology for Learner Model Agent in Multi-agent Architecture, <http://www.ei.sanken.osaka-u.ac.jp/aied99/a-papers>
 [10] ADL SCORM 2004. <http://www.adlnet.org/scorm>, 2004.
 [11] ADL SCORM 2004 3rd Edition Impact Summary. <http://www.adlnet.org/scorm>, 2006.
 [12] 손유미, 류지웅, 김운철, 내용기반 MPEG-7 메타데이터 저작 도구의 설계 및 구현,
 [13] Zheng Yin, Zhengfang Xu, and Abdulmoteleb El Saddik, Study of Metadata for Advanced Multimedia Learning Objects, CCECE2003-CCGEI2003, IEEE, 2003.