

XML/RDF와 SMIL에 기반한 멀티미디어 교육 컨텐츠 검색

최병욱[†] · 류정우^{††} · 조정원^{†††}

요 약

대량의 멀티미디어 교육 컨텐츠의 재사용과 그 효과적인 관리를 위해서는 원하는 컨텐츠를 빠르고 정확하게 검색하는 방법을 제공할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 대량의 멀티미디어 교육 컨텐츠에 대한 새로운 검색 방법을 제안한다. 교육 컨텐츠의 호환성을 확보하기 위해, XML을 기반으로 한 멀티미디어 동기화 표준언어인 SMIL을 이용하여 교육 컨텐츠에 사용되는 멀티미디어 요소의 통합과 동기화를 표준화된 방법으로 구현하였다. 또한 SMIL 교육 컨텐츠에 교육용 메타데이터인 IEEE LOM을 XML 기반의 RDF 형태로 부여하였다. 본 논문에서는 2단계의 검색 방법을 통해 보다 정확한 검색 기법을 제시한다. 1단계에서는 메타데이터를 이용한 검색으로서 원하는 컨텐츠를 검색하고, 2단계에서는 1단계에서 찾은 컨텐츠에 대해 SMIL의 시간 정보를 이용하여 컨텐츠의 세부적인 내용을 검색하도록 설계하였다. 또한 사용자가 각각의 검색 결과들을 이용하여 새로운 교육 컨텐츠로 재구성하고, 이를 학습에 이용하도록 함으로써 사용자 주도적인 학습이 가능하도록 하였다.

Multimedia Learning Contents Retrieval Based on XML/RDF and SMIL

Byung-Uk Choi[†] · Jung-Woo Ryu^{††} · Jung-Won Cho^{†††}

ABSTRACT

In this paper, we propose the new approach with which user is able to retrieve the massive volume of learning contents in the multimedia learning system. In order to secure the compatibility of learning contents, we apply the SMIL on the basis of XML, so that the integration and the synchronization of multimedia components can be available to realize in the mode of standardization. We also implement the multimedia learning contents represented by the RDF on the IEEE LOM. We present the two step-retrieval method to get precise results. In the first step, user can find with high speed and ease whatever contents user wants to take a look through metadata in the system. The second step is followed that by using the time information of SMIL, user can retrieve the interest synchronous parts in the result of the first step. This innovative retrieval approach applied in the multimedia learning system is highly expected to make a meaningful contribution to implement the principles of self-directed learning in the learning environments, where user can use and revise the retrieval results for their own learning purpose and make further the active knowledge-reconstruction.

1. 서론

[†] 정회원: 한양대학교 전자전기컴퓨터공학부 교수
^{††} 준회원: 한양대학교 정보통신대학원 석사과정
^{†††} 준회원: 한양대학교 전자통신전파공학과 박사과정
* "이 논문은 2001년도 한국학술진흥재단의 지원에 의해
여 연구 되었음" (KRF 2001-042 C00193)
논문접수: 2002년 6월 9일, 심사완료: 2002년 7월 17일

인터넷과 정보통신기술의 발달로 웹을 이용하는 가상교육시스템에 대한 연구가 활발하게 진행되어 많은 교육기관에서 그 적용 범위를 확대해 나가고 있다. 정보화 시대의 새로운 교육환경으

로 인식되는 가상교육은 자율성, 시공간 초월성, 양방향성, 수요자 중심으로 대표되는 교육패러다임이다[1][2].

인터넷이 고속화 되어감에 따라 웹을 통한 디지털 정보의 표현이 텍스트 위주에서 오디오, 비디오 및 이미지를 포함하는 멀티미디어 데이터로 급격히 변화하고 있는데, 이런 멀티미디어 데이터들을 교육에 사용하면 단순 텍스트를 이용한 교육에 비해 월등한 교육 효과를 기대할 수 있다. 현재 많은 가상교육시스템에서 멀티미디어를 이용한 교육콘텐츠의 활용을 활발히 진행하고 있지만 특정한 표준 없이 각각의 시스템에만 개별적으로 적용되는 어플리케이션을 이용하는 경우가 대부분이다. 이런 경우 호환성에 있어 문제가 발생하고, 멀티미디어 교육콘텐츠간의 재활용성도 떨어지게 된다. 그리고 방대한 양의 멀티미디어 컨텐츠가 저장되었을 경우 이를 효율적으로 관리할 수 있는 기술이나, 학습자가 수많은 컨텐츠들 중에서 원하는 내용만을 찾아 볼 수 있게 하는 검색 기술도 아직까지는 미비한 실정이다. 그리고 기존에 개발된 멀티미디어 교육콘텐츠들은 C, C++, JAVA와 같은 프로그래밍 언어를 사용해서 각 미디어간의 시간적, 공간적 동기화를 구현하고 있는데, 이는 제작단계에서부터 어려운 프로그래밍 기술이 필요하게 되고, 이렇게 제작된 교육콘텐츠에 대한 관리도 복잡해지는 경우가 많았다. 더구나 데이터베이스에 저장된 교육콘텐츠에 대해 강의제목이나 강사이름, 또는 교과단위 정도의 검색 기능밖에 제공하지 못하고 있는 상황인데, 만일 사용자가 어떤 강의의 특정 부분만을 빨리 찾아서 보길 원한다면, 그런 요구에 대해 적절히 대처할 방법이 제시된 바는 없었다.

멀티미디어 검색을 위해 연구되고 있는 내용기반 검색 기술들은 사용자에게 직관적인 검색 방법을 제시할 수 없고, 그 사용성에 있어서도 키워드 질의 같은 일반적인 방법들을 쓸 수 없다는 단점을 가지고 있기 때문에 교육콘텐츠 검색에 적용하기에는 문제가 있다. 이미지 검색의 경우 색상(color)이나 형태(shape) 등과 같은 저수준(low-level)의 특징정보(feature)를 가지고 검색을 하거나, 이미지 자체를 가지고 질의(Query by Example)를 해서 유사한 이미지를 검색하는 방

식이 대부분이다. 동영상의 경우에도 장면(shot)이 바뀌는 부분 정도나 어떤 물체가 어느 방향으로 움직이는 영상을 찾아 달라고 하는 정도의 질의 형태만을 제공할 수밖에 없는 단순한 검색에 머물러 있는 실정이다[3][4].

이런 문제점들을 개선하기 위해 본 논문에서는 멀티미디어 교육콘텐츠를 제작하는데 있어서 XML(eXtensible Markup Language)[5] 기반의 멀티미디어 동기화 언어인 SMIL(Synchronized Multimedia Integration Language)[6]의 사용을 제안하고, 이렇게 제작된 대량의 교육콘텐츠들 중에서 사용자가 원하는 컨텐츠를 효과적으로 검색하여 학습할 수 있는 새로운 검색 방법을 제시하고자 한다.

논문에서는 SMIL로 구현된 교육콘텐츠에 더블린 코어(Dublin Core Metadata) 메타데이터[7]와 IEEE LOM(Learning Object Metadata)[8]을 RDF(Resource Description Framework)[9]형태로 부여하고 데이터베이스로 구축하여 검색에 사용하였다. 그리고 메타데이터 기반으로 검색된 결과 컨텐츠들에 대해 SMIL의 시간 정보들을 가지고 세부적인 내용까지 검색할 수 있도록 하여, 수많은 교육콘텐츠들 중에서 사용자가 원하는 컨텐츠를 찾아내고, 다시 각 결과 컨텐츠에서 필요한 부분만을 빠르고 정확하게 찾을 수 있도록 시스템을 설계하였다.

2. 관련 연구

본 논문에서는 멀티미디어 요소들로 이루어진 교육콘텐츠들에 대한 효과적인 검색 방법론을 제시하고 있는데, 이와 관련된 기존의 멀티미디어 요소들의 검색에 대한 대표적인 연구로 카네기멜론 대학의 *Informedia multimedia retrieval project*[10]를 들 수 있다. 이 연구에서는 CNN 뉴스의 캡션(caption)을 이용하여 동영상에 대한 내용기반(content-based) 검색 방법을 제시하고 있는데, 음성인식 기술 및 이미지처리 기술을 사용하여 동영상 내의 캡션을 추출하고, 이렇게 추출된 정보를 인덱스 정보로 데이터베이스에 저장하여 사용자의 질의에 대해 결과 동영상을 보여

주는 방식으로 이루어져 있다. 그러나, 캡션 추출 성능이 전체 시스템의 성능에 큰 영향을 미친다는 단점을 가지고 있다.

이밖에, 캠브리지 대학에서 수행한 *The Video Mail Retrieval (VMR) projects*[11]는 영상 메일이나 전화 메시지에서 음성인식을 이용하여 정보들을 추출하는 방법[12]을 사용하고 있다. 또, 이와 비슷한 방법으로 IBM의 *CueVideo*나 Compaq의 *SpeechBot*[13] 연구의 경우도 음성인식 기술을 이용하여, 동영상 내의 정보를 추출하고 검색에 사용하는 방법을 제시하고 있는데, 이들 음성인식 기술을 이용한 방법들은 그 기술적인 한계 때문에 성능면에 있어서는 별로 효율적이지 못한 결과를 보여 주고 있다.

본 논문에서는 이와는 달리 교육컨텐츠 내에 이미 포함되어 있는 캡션과 텍스트 정보, 시간 정보를 종체적으로 이용하여 사용자 질의에 맞는 결과를 보여주는 시스템을 제안한다.

여러 멀티미디어 요소들을 유기적으로 결합하고 동기화를 구현한 연구로는 버클리 대학의 *BMRC Lecture Browser*[14] 시스템이 있다. 이 시스템에서는 프로그래밍 기법을 이용하여 강의 동영상과 강의 슬라이드의 동기화를 구현하고 있는데, 이렇게 구현된 강의 컨텐츠에 대한 검색 기능이 전혀 고려되어 있지 않았다.

본 논문에서는 교육용 메타데이터를 이용해서 대량의 교육컨텐츠에 대한 검색 방법을 제시하고 있다. 메타데이터는 그 자체가 디지털 정보에 대한 관리와 검색을 위한 기술이기 때문에 메타데이터를 이용한 검색 방법은 많은 연구가 이루어져 왔다. 주로 대량의 정보를 저장하고 있는 전자 도서관 분야에서 활발히 연구되어 이용되고 있는데, 교육컨텐츠만을 위한 메타데이터 개발과 검색 방법은 최근에 활발히 논의되고 있는 분야이다[1]. 인터넷과 가상교육시스템의 발전으로 폭발적으로 늘어나고 있는 교육정보들을 효과적으로 관리, 검색, 재활용하기 위한 요구에서 시작되어진 이들 연구들은 앞으로 기반기술들의 표준화 작업과 활용성을 증대하는 방법의 개발 등이 필요할 것이다.

3. SMIL을 이용한 교육컨텐츠

3.1. SMIL

SMIL은 단순히 멀티미디어 요소를 동기화 하는 방법만을 제공하는 것이 아니라, 좀 더 다양한 서비스를 제공하기 위해서 만들어진 언어로 단일 미디어가 가진 단순 정보에 다양한 매체를 동적으로 조합하여 제공함으로 보다 많은 정보를 사용자에게 전달할 수 있게 한다. 뉴스 영상이나 교육용 강의 영상에 텍스트를 삽입함으로 캡션처리를 해 줄 수 있기 때문에 단순히 영상만을 통해 얻는 정보량에 비해 훨씬 많은 정보를 얻을 수 있을 것이다. 그리고 뮤직비디오에 대한 가사 제공도 가능하며, TV 영상처럼 공지사항을 보여 줄 수도 있다. 이미지나 플래시 애니메이션 등을 삽입함으로 배너광고 효과를 볼 수 있으며, 동영상이 아닌 단순한 그림 몇 것으로도 동적인 프레젠테이션용 슬라이드쇼 구현도 가능하다.

또한 SMIL은 XML 기반의 언어이므로 데이터 처리 등 XML이 가지는 여러 가지 장점을 살릴 수도 있다. 특히 SMIL로 만들어진 컨텐츠들은 XML 기반의 모바일 인터넷 마크업 언어들과도 호환될 수 있기 때문에 모바일 인터넷 상에서도 동적인 멀티미디어들을 볼 수 있다. 앞으로 SMIL을 이용한 기술은 각종 멀티미디어 컨텐츠를 인터넷상에서 보다 화려하게 재생할 수 있는 첨단 기술로서 부각될 것이다.

위의 예시는 본 논문에서 구현된 가상교육 컨텐츠의 SMIL 문서인데, 다른 XML 어플리케이션들의 문서구조와 마찬가지로 <? xml

version="1.0" ?>로 시작하는 XML 선언부가 있고, 모든 SMIL 엘리먼트(element)와 그 컨텐츠는 루트(root) 엘리먼트 즉, <smil>...</smil> 엘리먼트 안에 포함되게 된다.

SMIL에서 멀티미디어 요소의 공간적인 배치 정보는 <head>부분의 <layout> 엘리먼트와 <region> 엘리먼트를 사용해서 표현하는데, 여기에서는 각 미디어의 위치와 미디어간의 상하계층 관계 및 배경 색상 등을 지정할 수 있다. 그리고 미디어간의 시간적인 동기화 정보의 표현은 <body> 엘리먼트 안에서 <par>와 <seq>엘리먼트를 이용해서 정의한다. <par>엘리먼트는 미디어의 병렬 재생을 정의하고, <seq>엘리먼트는 미디어의 순차적 재생 정보를 표현한다.

위의 예시에서 표현 된 <par>와 <seq> 정보를 그림으로 나타내면 (그림 1)과 같다. <par>...</par>엘리먼트 안에 있는 <video>, <audio>, <text>, <textstream>엘리먼트들은 0초부터 동시에 같이 시작되어 308초 동안 재생된다. 그리고 <seq>...</seq>엘리먼트 사이에 있는 엘리먼트들은 '이미지1'이 170초부터 나타나서 50초 후인 220초에 사라지고 '이미지2'가 220초부터 88초 동안, 즉 308초에 끝나게 되는 것이다.

(그림 1) SMIL 문서의 도식화

SMIL 문서는 그 자체가 텍스트 형태로 된 엘리먼트들의 집합이기 때문에 일반적인 텍스트 에디터에서도 저작이 가능하다. 하지만 텍스트 에디터 같은 경우 직관적인 사용자 인터페이스를 제공하지 못하기 때문에 많은 SMIL 관련 회사에서 직관적이고 편리한 메뉴와 미리 보기 를 통한 WYSIWYG(What You See is What You Get)방식의 사용자 인터페이스를 제공하는 SMIL 저작 도구를 개발하고 있는 추세이다. 이를 이용하면 멀티미디어 교재를 작성할 때 개발자나 교수자들은 SMIL 태그들을 알지 못하더라도 SMIL 문서 작성이 가능하게 될 것이다. (그림 2) 는 Oratrix

(그림 2) GRINS Pro Editor for SMIL 2.0

사에서 개발한 WYSIWYG 방식의 GRINS Pro Editor for SMIL 2.0의 모습이다[15].

SMIL은 비록 공개된 표준안이지만, 아직까지는 인터넷 브라우저들이 SMIL을 완벽하게 지원하고 있지 않기 때문에 SMIL의 내용을 보려면 특별한 재생기가 필요하다. 현재 많이 사용되고 있는 재생기로는 Oratrix사의 GRINS(GRaphical iNterface to SMIL)와 RealNetwork사의 RealOne Player가 있다[15][16]. 앞에서 제시한 SMIL 문서를 RealOne Player에서 실행시키면 (그림 3)과 같이 사용자에게 보여 진다.

(그림 3) SMIL 문서의 재생

3.2. SMIL기반 가상교육 컨텐츠

일반적인 웹기반 가상교육 컨텐츠들을 보면 대부분 텍스트 위주로 구성되어 있고, 비록 동영상이나 이미지 및 오디오 등을 교육용으로 사용하더라도 각 요소는 서로 분리되어 있어 정교한 프로그래밍이 없이는 다른 요소들과 동기화 되어 상호작용 하도록 구현하기가 어려웠다. 교육컨텐츠 개발업체에서 그런 멀티미디어 구성요소간의 통합과 동기화를 구현했다 하더라도 프로그램적

으로 개발된 것들이기 때문에 개발업체 고유의 포맷을 사용하는 경우가 대부분이라 서로 다른 교육컨텐츠간에 호환성은 기대하기가 어려웠다.

하지만 웹기반 멀티미디어 마크업 언어의 표준인 SMIL을 이용하면 가상교육 컨텐츠 개발자들은 강의용 동영상, 오디오, 이미지 및 강의 텍스트 등 웹 상에서 보여지는 교육컨텐츠의 표현이나 상호작용을 위한 멀티미디어 요소들을 특별한 프로그래밍 기술 없이도 쉽게 통합하여 동기화할 수 있고 국제적인 표준에 맞춘 컨텐츠이기 때문에 어떤 시스템과도 호환, 재사용될 수 있다. 그리고 SMIL 문장들은 단순하여 텍스트편집기로도 입력할 수 있기 때문에 누구라도 쉽게 제작할 수 있다.

이런 SMIL의 특징들을 이용하면 교육 컨텐츠를 보다 쉽게 저작할 수 있고, 그런 저작의 단순화는 대조적으로 높은 교육적 효과를 얻을 수 있을 것이다. 그리고 학습자는 좀 더 세련된 멀티미디어 교육컨텐츠를 통해 교육 효과의 극대화를 가져올 수 있을 것이다.

4. 교육컨텐츠의 메타데이터

4.1. 교육컨텐츠를 위한 메타데이터

메타데이터란 말은 데이터에 관한 데이터, 혹은 정보자원을 기술하는데 사용되는 데이터요소로서, 사용자들의 효과적인 자원사용에 도움을 줄 수 있는 지적인 요소로 정의할 수 있다.

교육컨텐츠에 대한 메타데이터 표준화는 이미 국제적인 관심사로서, 다수의 국가에서 수년 전부터 그 표준화를 위한 국가적인 전소시엄이 구성되어 연구를 진행하여 왔다. 현재 인터넷상에 존재하는 수많은 교수, 학습 자료를 교육활동에 적극 활용하기 위해서는 개별적으로 중복 제작되고 있는 이를 교육컨텐츠를 통합적으로 공유하고 재사용 할 수 있는 공동활용체계가 필요하며, 이를 위해서는 이러한 교육컨텐츠를 기술하기 위한 표준 메타데이터의 개발이 절실히 요청되고 있는 실정이다.

해외의 경우, 이미 많은 교육관련 기관들이 교육컨텐츠 기술을 위한 메타데이터를 개발하여 교육용 컨텐츠 서비스를 운영해오고 있다.

현재 교육분야에서 국제적인 합의에 도달하기 위하여 메타데이터 표준에 관한 연구를 수행하고 있는 기관으로는 더블린코어(DCMI)의 Education Working Group[17]과 IEEE LTSC(Learning Technology Standardization Committee)의 LOM Working Group 등이 있다.

DCMI Education Working Group에서는 교육 컨텐츠의 기술을 위하여 교육분야라는 특수성을 반영하고, 학교교육에서부터 직업교육과 평생교육에 이르기까지 다양한 교육분야의 자료를 기술하는데 적용할 수 있는 메타데이터 요소들을 제시하고 있다.

IEEE의 LTSC는 1996년에 조직되어 5개의 그룹(일반, 학습자 관련, 컨텐츠 관련, 데이터와 메타데이터, 학습관리시스템)으로 분류되는 다양한 학습기술과 관련된 표준을 제정하고 있는 단체이다. 교육분야의 디지털 자원이 급속도로 증가되고 있는 상황에서, 그에 대한 정보나 메타데이터 없이는 자원의 관리와 검색에 많은 어려움이 있기 때문에 IEEE LTSC는 이러한 문제를 해결하고자 IMS, ARIADNE, AICC, ADL SCORM 등 교육컨텐츠 메타데이터를 개발하는 많은 기관들과 함께 LOM을 만들게 되었다. LOM은 다양한 형태의 교육컨텐츠에 필요한 최소한의 속성만을 정의함으로써 폭 넓은 적용성과 확장성을 갖도록 한 교육용 메타데이터이다[18][19][20].

LOM은 교육 자료의 기술을 위한 메타데이터 요소들을 의미에 따라 9가지 범주로 나누어 계층적으로 구조화함으로써 DC Education 과는 차별화하고 있다. 9가지 범주에는 General, Lifecycle, Meta-metadata, Technical, Educational, Rights, Relation, Annotation, Classification 이 있으며, 특히 Educational 범주의 요소들이 교육 분야의 특징을 잘 반영하고 있는 부분이다. <표 1>은 LOM의 요소들을 간략하게 정리한 것이다.

4.2. RDF

RDF는 웹 상에서 존재하는 정보자원에 대한 메타데이터를 XML 형태로 표현하는 기술이다 [9].

<표 1> LOM (Learning Object Metadata)

기본적인 RDF 데이터 모델은 세 개의 객체 유형으로 구성된다. 첫번째 객체 유형으로 '자원'을 들 수 있는데, RDF 형식으로 기술할 수 있는 모든 것을 자원이라고 한다. 예컨대 SMIL 문서인 "http://mlab.hyu.ac.kr/educontent.smil"과 같이, 자원은 웹 문서 전체가 될 수도 있고, 또는 문서 자원에 포함된 특정한 미디어 요소나 XML 엘리먼트와 같이 웹 문서의 일부분일 수도 있다. 아울러 가상교육시스템 전체와 같이 자원은 교육컨텐츠 전체의 집합일 수 있다. 자원에는 URL과 앱커 ID가 합쳐져서 설정된 URI(Uniform Resource Identifiers)가 부여된다[21].

두번째 객체 유형인 '특성'은 자원을 기술하기 위해 사용된 특정한 관점, 특징, 속성, 관계를 나타낸다. 각 특성은 특정한 의미를 가지며, 허용되는 값, 특성이 기술하는 자원의 유형, 다른 특성과의 관계를 정의한다.

끝으로 '구문'이라는 객체 유형이 있는데, 이는 특정 자원과 지정된 특성, 그리고 그 특성의 값을 XML 형태로 서술한 것이다.

RDF 데이터 모형은 메타데이터를 정의하고 사용하기 위한 추상적이고 개념적인 구조로서, 실제로 메타데이터를 교환하고 작성하기 위해서는 구체적인 구문이 필요하다. 이를 위해서 RDF에서는 XML을 사용한다.

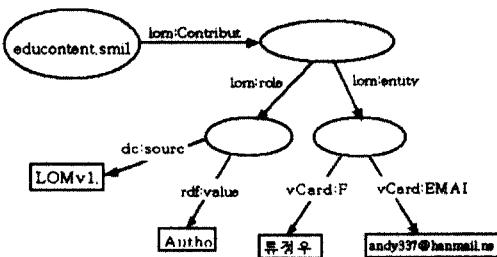
RDF는 메타데이터마다 그 의미를 정의하도록 규정하고 있는데, 이것은 상이한 분야에서 사용되는 여러 요소의 의미를 명확히 규정하여 데이터 교환시 생기는 문제들을 없애기 위함이다. 예컨대 "author"라는 속성유형은 적용분야마다 그 의미가 다를 수 있고, 다양한 분야에서 상이한 사물에 대해 동일한 속성유형이 사용될 수도 있다. 이런 문제를 해결하기 위해 RDF에서는 XML *namespace*를 사용하여 속성유형의 의미를 분명히 규정함으로써 메타데이터를 일관되게 입력하고 교환할 수 있도록 하고 있다[22][23].

또한 RDF 구문이 서로 다른 표준에 속한 메타데이터 요소들을 조합할 수 있는 구조이기 때문에, 메타데이터 시스템의 개발자는 그들의 목적에 가장 적합한 요소들을 여러 표준으로부터 선택하여 자신의 메타데이터 시스템에 재사용 할 수 있다. 이렇게 특정 메타데이터 표준에서 이미 정의된 요소의 집합을 *namespace*를 이용하여 표현하고, 여러 *namespace*를 참조하여 자신의 실

행 목적에 맞는 메타데이터 요소들을 추출하여 새로운 메타데이터 집합을 만든 것을 어플리케이션 프로파일이라고 한다.

본 논문에서는 SMIL 교육컨텐츠에 적합한 메타데이터 요소를 정의하기 위해 IEEE LOM을 기반으로 해서 DC 메타데이터의 source, relation 요소와 W3C의 인물정보 교환용 메타데이터인 vCard의 요소를 결합한 어플리케이션 프로파일을 구현하였다.

예를 들어 논문에서 구현한 교육컨텐츠를 저작한 인물을 IEEE LOM의 "Contribute"요소의 "role" 속성에 "Author" 유형으로 표현하는 경우, LOMv1.0에서 규정한 role 유형을 더블린코어의 source 요소를 이용해 참조하고 그 값을 Author라고 지정해 준다. 그리고 그 Author에 대한 부수적인 속성유형인 "Formal Name", "EMAIL"을 기술한다. 그러나 이들 요소의 의미가 IEEE LOM에서는 규정되어 있지 않기 때문에 이를 기술하기 위해 인물정보 교환용 메타데이터인 vCard를 namespace를 이용해서 표현하였다. (그림 4)는 논문에서 구현한 RDF 구문을 그림으로 표현한 것이다.



(그림 4) RDF 구문의 도식화

(그림 4)를 XML/RDF 구문으로 표현하면 다음과 같다.

여기서 RDF에서 정의 된 요소와 특정 메타데이터의 요소가 각각 "rdf", "rdfs", "lom", "dc" 그리고 "vCard"라는 형식의 *namespace*로 선언되어 URI를 통해 참조되고 있다.

RDF 스키마는 자원들의 특성을 선언하는 기법을 제공하고 이들 특성과 다른 자원간의 관계를 규정하는 역할을 한다[24][25].

다음은 본 논문에서 구현한 SMIL 교육컨텐츠를 위한 LOM-RDF 스키마의 일부분을 보여주는 것이다. 그림에서 제시한 스키마에서 RDF에서 정의된 핵심 요소들은 *namespace*인 <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>를 참조하고 접두어 'rdf'를 사용한다.

그리고 RDF 스키마에서 정의된 핵심 스키마 요소는 'rdfs'라는 접두어를 붙이고, <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>라는 URI를 참조하여 식별하게 된다.

RDF 스키마 구조 방식은 자바(java)와 같은 객체지향 프로그래밍 언어의 구조 방식과 유사하다. rdfs:Class는 객체지향 프로그래밍 언어에서의 Class 개념과 비슷한데, RDF 클래스는 웹 페이지나 사람, 문서유형, 데이터베이스나 추상적인 개념과 같은 거의 모든 것을 표현하기 위해 정의될 수 있다. 논문에서는 IEEE LOM 요소들을 클래스로 정의하였다. 이들 클래스 자체는 대개 계

총구조로 조직되는데, 예를 들어 위의 스키마에서 보면 "Title"이라는 클래스는 "General"의 하위클래스이다. RDF 스키마에서는 이와 같은 클래스간의 관계를 기술하기 위해 rdfs:subClassOf를 사용한다.

rdfs:Resource는 하위 자원이 참조하는 상위자원을 정의하는데 사용된다. 즉, 위의 LOM-RDF 스키마에서 "Title"이라는 하위 자원이 참조하는 상위 자원이 "General"임을 명시해 주기 위해 rdfs:Resource를 사용하고 있는 것이다.

rdf:Property는 자원의 특성을 정의해 주기 위해 사용한다. 그리고 rdfs:subPropertyOf은 하나의 특성이 다른 특성의 하위특성이라는 것을 명시하기 위해 사용된다. 만약 어떤 특성 P2가 이보다 더 일반적인 또 다른 특성인 P1의 하위특성인 subPropertyOf이고, 그리고 자원 A가 B값을 가진 P2 특성을 가지고 있다면, 이것은 자원 A도 B값을 가진 P1 특성을 가진다는 것을 의미한다.

또한 RDF 스키마는 어떤 특성에 대해 타당한 값의 유형에 대해 제약조건을 기술할 수 있다. 예를 들어 클래스 "Contribute"의 하위 클래스인 "Role"은 특별히 정해진 특성만을 가지도록 선언할 수 있다. 위의 LOM-RDF 스키마에서는 LOMv1.0에서 특별히 규정한 Author, Publisher, Editor, ... 등의 특성만을 가질 수 있도록 설계하였다. 이때 rdfs:domain은 특별히 규정된 특성이 사용될 수 있는 클래스를 지시하기 위해 사용되고, rdfs:range는 그 특성의 종류를 정의하기 위해 사용된다.

끝으로 rdfs:comment는 자원을 육안으로 판독할 수 있는 정보를 제공하기 위해 사용된다.

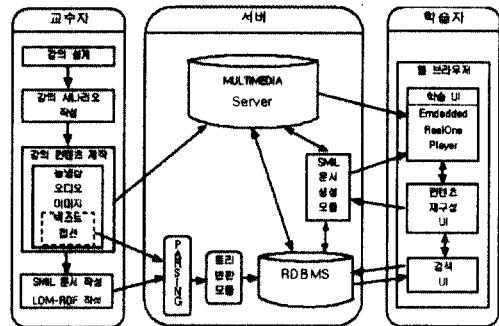
5. SMIL 교육컨텐츠 검색 시스템

5.1. 전체 시스템 구성

본 논문에서 구현한 SMIL 기반 멀티미디어 교육시스템은 ASP, JavaScript로 프로그래밍 하였고, 사용자 브라우저는 MS Internet Explorer 와 RealOne Player를 사용하였다. 테스트를 위한 멀티미디어 서버는 RealServer를 사용하였고,

RDBMS는 MS-Access, 웹서비스 모듈은 MS IIS Professional을 이용하였다.

전체 시스템 구성은 교수자측과 서버측, 학습자측의 세 가지로 나누어진다.



(그림 5) 가상 교육 시스템의 구성

우선 교수자측에서는 강의구성을 설계하고 강의 시나리오를 작성하게 된다. 그리고 그 강의 시나리오에 따라 동영상, 오디오, 텍스트, 이미지 등 멀티미디어 교육컨텐츠를 제작하고, 시나리오를 바탕으로 캡션을 생성한다. 캡션과 강의 텍스트는 XML 기반으로 된 RealText 포맷을 이용하였다. RealText는 RealNetwork사에서 제안한 시간 단위로 텍스트를 기술할 수 있는 마크업 언어로, 본 논문에서 제시하는 시간 단위 세부 검색 방법의 핵심 정보로 사용하게 된다. 이렇게 생성된 멀티미디어 컨텐츠는 SMIL을 이용해 통합 및 동기화를 구현하게 된다. SMIL 문서를 작성할 때는 텍스트 에디터를 사용하거나 WYSIWYG 방식의 GRINS Pro Editor for SMIL 2.0 같은 저작 도구를 사용하게 된다.

위와 같은 일련의 과정을 통해 제작된 교육컨텐츠에 대해서 교육용 메타데이터를 작성하게 되는데, 이때 본 논문에서 설계한 SMIL 교육컨텐츠를 위한 LOM-RDF 스키마를 기반으로 LOM-RDF 문서를 작성하게 된다. 이 LOM-RDF 문서가 전체 교육컨텐츠들에 대해 통합 검색을 하게 해주는 핵심 인덱스가 되는 것이다.

다음은 "Snakes: Active Contour Model"이라는 제목을 가진 SMIL 강의 컨텐츠에 대한

LOM-RDF 문서의 일부이다.

컨텐츠를 검색하고 실시간으로 재생할 수 있는 웹브라우저와 Embedded RealOne Player로 구성된다. (그림 6)은 본 논문에서 설계한 SMIL 기반 멀티미디어 교육컨텐츠의 실행 모습이다.

다음으로 서버측 시스템 구성에 대해 설명하면, 먼저 교수자에 의해 제작된 교육컨텐츠를 데이터베이스에 저장하게 되는데, 이때 동영상, 오디오, 강의 텍스트, 이미지, 캡션 같은 멀티미디어 요소들은 멀티미디어 서버에 파일형태로 저장한다. 멀티미디어 교육컨텐츠의 효과적인 검색, 그리고 사용자의 컨텐츠 재구성과 활용을 위주로 시스템을 구축하기 위해 파일시스템을 사용하는 멀티미디어 서버를 적용하였는데, 이는 데이터베이스에 저장된 컨텐츠를 파일변환 해서 전송하는 것보다 파일시스템에서 직접 실시간으로 전송할 수 있기 때문에 성능면에서 더 효율적이다.

RDBMS에는 SMIL 문서에 정의한 미디어들의 URL과 시간 정보, 그리고 LOM-RDF 메타데이터들을 파싱해서 트리 구조로 나온 결과들을 트리 변환모듈을 통해 저장하게 된다[26][27]. 이때 LOM-RDF 데이터들은 전체 교육컨텐츠들에 대해 검색을 하기 위한 인덱스로 사용하게 된다. 그리고 세부 컨텐츠 검색을 위해 XML문서로 제작되어 있는 캡션 문서와 강의 텍스트도 파싱 과정과 변환모듈을 통해 데이터베이스에 저장 되게 된다. 데이터베이스에 저장 될 때 시간 정보도 함께 저장함으로써 세부 검색 단계에서 시간적으로 동기화 된 미디어들을 같이 검색하고 처리할 수 있게 하였다.

학습자는 세부 검색을 통해 얻은 결과들을 가지고 새로운 컨텐츠를 재구성하여 실행할 수 있는데, 이는 서버측의 SMIL 문서 생성 모듈에서 처리하게 된다.

끝으로 학습자측의 시스템은 멀티미디어 교육

(그림 6) SMIL 기반 교육 컨텐츠

전체 사용자 인터페이스를 살펴보면, 먼저 상단에 LOM-RDF 메타데이터 정보가 보여지게 된다. 이는 교육컨텐츠를 실행시킬 때 데이터베이스에 저장된 메타데이터를 실시간으로 불러와서 ASP 프로그램이 HTML 형태로 변환 시켜 웹페이지 내에 보여주게 된다.

강의 컨텐츠의 재생 시간 부분은 SMIL 문서에서 정의된 시간 정보를 받아와서 보여 주게 된다.

그 다음으로 교육컨텐츠의 핵심인 SMIL 컨텐츠 재생부분인데 이는 학습자의 웹브라우저 내에 SMIL 재생기를 플러그-인(Plug-in) 형태로 삽입(Embedded) 시켜서 구현하였다.

SMIL 컨텐츠는 강의 동영상과 텍스트, 그리고 오디오 정보를 시작화하는 캡션, 강의 전체 내용을 브라우징 할 수 있는 네비게이터(navigator)로 구성되어 있다. 그리고 필요에 따라 강의 텍스트 부분에 이미지가 보여 지기도 한다. 특히 오디오 정보를 시작화한 캡션은 교육적 정보 전달에 있어 효과적인 역할을 할 수 있다.

끝으로 사용자 인터페이스 제일 하단에 재생, 정지, 일시정지, 슬라이드 바 같은 컨트롤 버튼들을 두어서 학습자가 능동적으로 교육 컨텐츠를 브라우징 할 수 있게 하였다.

5.2. 논문에서 제안하는 검색 방법론

(그림 7) 검색 방법 순서도

본 논문에서 제안하는 SMIL 멀티미디어 교육 컨텐츠를 검색하는 방법은 크게 두 단계로 이루어진다. 먼저 첫번째 단계로 LOM-RDF 메타데이터에 기반한 교육컨텐츠 통합 검색을 실행하는 것이다. 수많은 교육 컨텐츠들 중에서 학습자가 보고자 하는 특정 내용을 찾기 위해서는 우선 교육컨텐츠 전체에 대한 선별과정이 필요하다. 이런 과정이 없으면 엄청난 양의 검색 결과를 사용자에게 제시하는 상황이 생길 수도 있기 때문이다. 이를 수행하기 위해 학습자는 LOM에 기반한 검색 질의를 하게 된다. (그림 8)은 1단계 검색을 하기 위한 사용자 인터페이스의 모습이다.

(그림 8)의 사용자 인터페이스에서 보는 바와 같이 교육컨텐츠를 정의하는 키워드나 설명, 제목 등 일반적인 검색을 실행할 수도 있고, 교육 컨텐츠의 생성날짜, 저작자 같은 정보로 검색을 할 수도 있다. 더구나 찾고자 하는 컨텐츠가

(그림 8) LOM기반 검색 사용자 인터페이스

동영상이나 오디오, 이미지 같은 교육컨텐츠를 이루는 하위 미디어 요소일 경우 그들의 파일 포맷을 가지고 질의를 할 수도 있다.

특히 본 검색 시스템은 교육컨텐츠라는 특정 분야에 적용되는 검색 시스템이기 때문에 일반적인 검색 시스템과 달리 교육적인 관점의 질의도 가능하다. 즉, 찾고자 하는 교육컨텐츠에 대해 강의, 세미나, 또는 시험문제나 숙제 등으로 탐색 범위를 지정해 줄 수도 있고, 아울러 교육컨텐츠의 학습 난이도 구분에 따른 질의도 가능하다.

LOM에는 교육컨텐츠의 저작권에 대한 정보도 포함되어 있는데, 이를 검색에 적용하여 사용자는 저작권 유무에 따른 컨텐츠 선별도 가능하다.

그리고 찾고자 하는 교육컨텐츠의 분류항목을 가지고 검색을 할 수도 있다. 예를 들어 “고등학교 교과 과정”의 “수학” 과목에서 특정 교육컨텐츠를 찾아 달라고 할 수도 있는 것이다.

(그림 9)는 “image”라는 키워드를 가지고 질의를 했을 때 전체 교육컨텐츠에서 3개의 결과 컨텐츠를 찾아서 사용자에게 보여주는 모습이다.

(그림 9) LOM 기반 통합 검색 결과

이렇게 찾은 교육컨텐츠를 사용자는 바로 선택해서 실행시키거나, 결과 컨텐츠 중에 자신이 원하는 컨텐츠들을 선택해서 2단계 검색을 진행 할 수 있다.

교육컨텐츠는 그 특성상 짧게는 몇 분, 길게는 1시간이 넘는 내용들로 이루어지게 되는데, 이런 컨텐츠 내에서 사용자가 원하는 내용을 일일이 확인하며 찾는 것이 아니라 검색 시스템을 통해 그 내용이 하나의 컨텐츠 재생 시간동안 언제 나오는지를 바로 확인할 수 있다는 것이 본 논문에서 제시하는 핵심 아이디어가 되는 것이다. 그리고 사용자가 원하는 내용이 나오는 각각의 미디어에 대한 세부 검색도 가능한데, 예를 들어 “A”라는 1시간 분량의 교육컨텐츠에 포함된 동영상 중에서 “B”라는 내용이 나오는 부분을 찾아 달라 는 검색 요구도 수용할 수 있다. 이는 교육컨텐츠가 SMIL을 이용해 시간 단위로 각 미디어들을 유기적으로 결합해 놓고 있기 때문에 가능하다. 더욱이 교육컨텐츠에 대한 검색이기 때문에 일반 컨텐츠보다 사용자의 질의에 대해 원하는 결과를 뽑아낼 확률이 높다. 특정 질의가 컨텐츠 내에서 등장할 때, 이는 그 질의에 대한 내용을 설명하고 있을 확률이 높다는 가정에서 출발한 것이다. 다음 (그림 10)은 사용자가 1단계 검색결과에서 선택한 교육컨텐츠를 실행한 모습이다.

사용자는 LOM 검색에서 찾은 결과 컨텐츠를 선택해서 바로 학습할 수 있고, 교육컨텐츠를 실행하면서 그 컨텐츠에 대한 SMIL 기반 세부 검색을 수행할 수 있다.

· (그림 10) 검색 된 교육 컨텐츠의 실행

(그림 10)에서 보는 것처럼 현재 컨텐츠 내에서 사용자가 원하는 내용이 언제 나오는지 검색 결과를 통해 직관적으로 확인하고, 결과 부분만을 선택해서 실행할 수 있다. 이렇게 함으로써 사용자는 그 컨텐츠 전체를 탐색하지 않고 원하는 내용을 찾아 볼 수 있는 것이다.

다음 (그림 11)은 사용자가 1단계 검색에서 찾은 결과들 중에 선택한 교육컨텐츠들을 가지고 다시 2단계 세부검색을 하기 위한 사용자 인터페이스 모습이다.

· (그림 11) 검색 된 결과에 대한 세부 검색

사용자는 LOM기반 검색으로 수많은 교육컨텐츠들 중에서 원하는 교육컨텐츠들을 찾았고, 이 결과를 가지고 다시 찾고자 하는 내용이 어느 컨텐츠에서 언제 나오는지 확인하기 위해 세부적으로 2단계 검색을 수행하는 것이다. 이 때도 교육컨텐츠들에 포함된 하위 미디어에 대한 검색도 가능하다.

(그림 12)는 2단계 교육컨텐츠 세부 검색 결과를 보여주는 것이다. 교육컨텐츠 통합 검색에서 찾은 결과 중에 3개의 컨텐츠를 선택해서 그들에 대해 다시 질의를 한 후 나온 결과인데, 각 컨텐츠에서 사용자가 질의한 내용이 나오는 시간에 대한 정보를 함께 보여 주게 된다. 사용자는 이 검색 결과를 보고 단일 컨텐츠의 일부분만을 선택 재생할 수 있다.

그리고 사용자가 스스로 원하는 컨텐츠들을 재 구성해서 하나의 컨텐츠를 다시 만들 수가 있는데, 그림에서 보이는 것처럼 검색 결과 목록에서 재구성 하고자 하는 컨텐츠 부분들을 선택해서

6. 결 론

본 논문에서는 SMIL을 이용해 제작된 웹 기반 멀티미디어 교육콘텐츠에 대한 효율적인 검색 방법론을 제시하였다.

XML기반의 웹용언어인 SMIL을 이용함으로써 멀티미디어 교육 컨텐츠 저작에 있어 다른 가상 교육시스템과의 호환성을 확보할 수 있는 표준적인 방법을 제공할 수 있었다. 그리고 특별한 기술적 요구 없이 동영상, 오디오, 이미지, 텍스트, 캡션 등의 미디어 요소들을 유기적으로 통합하여 동기화할 수 있으며, 이렇게 구현된 SMIL 교육 컨텐츠 내에 시간 정보를 포함하고 있으므로 이 정보를 이용해서 시간 단위의 세부적인 컨텐츠 검색을 가능하게 할 수 있었다.

그리고 본 논문에서 제시하는 검색의 대상들이 교육콘텐츠라는 특성을 가지고 있기 때문에 이들 컨텐츠들을 효과적으로 검색하기 위해 교육용 메타데이터인 IEEE LOM과 더블린코어 메타데이터를 사용하고 있다. 이들 메타데이터를 교육컨텐츠에 부여함으로써 각 교육콘텐츠들이 가질 수 있는 고유한 특성들을 잘 정의할 수 있었고, 이 메타데이터 정보에 기반하여 수많은 멀티미디어 교육콘텐츠들 중에서 사용자가 원하는 컨텐츠만을 바로 검색하여 찾아볼 수 있게 하였다. 이렇게 검색된 컨텐츠를 사용자가 바로 확인하여 학습할 수 있도록 했으며, 나아가 SMIL의 시간 정보를 이용한 세부검색을 할 수 있도록 시스템을 구현하였는데, 사용자는 1시간 이상 되는 멀티미디어 교육콘텐츠 내에서도 원하는 학습내용을 바로 탐색하여 볼 수 있으므로 교육 컨텐츠를 학습하는데 있어 시간을 절약할 수 있고, 학습 효율을 높일 수 있다.

또한 각 미디어에 대한 단독 검색이 가능하고, 검색된 미디어와 동기화된 다른 미디어도 찾을 수 있기 때문에 멀티미디어 검색도 가능하다. 이는 기존의 내용기반 멀티미디어 검색 방법들보다 사용자에게 좀더 직관적인 정보를 제공할 수 있다.

본 논문에서는 사용자가 직접 컨텐츠를 재구성 할 수 있는 방법도 제시하고 있는데 이를 이용하

(그림 12) 세부 검색 결과와 컨텐츠 재구성

서버측으로 전달하게 된다. 그러면 서버에 있는 SMIL 문서 자동 생성 모듈이 선택된 교육콘텐츠들의 SMIL 정보와 시간 값을 받아서 새로운 SMIL 문서를 실시간으로 조합, 자동 생성하게 된다. 그리고 이렇게 생성된 새로운 SMIL 컨텐츠를 사용자에게 전송해서 실행시키게 되는 것이다.

다음 (그림 13)은 재구성 된 SMIL 교육콘텐츠를 실행시키는 모습이며 사용자 인터페이스의 왼쪽에 사용자가 재구성한 컨텐츠 목록이 나타나고 현재 어떤 컨텐츠가 재생되고 있는지 보여주게 된다.

이처럼 두 단계 검색 과정을 통해 사용자가 원하는 내용에 대한 접근의 효율성을 높이고, 사용자 중심의 컨텐츠 재구성을 할 수 있게 함으로써 보다 능동적인 학습 효과를 얻을 수 있다.

(그림 13) 재구성 된 컨텐츠의 실행

여 사용자 주도적인 학습을 가능하게 할 수 있다.

본 논문에서는 XML 문서를 저장하는데 있어서 관계형 데이터베이스를 사용하고 있다. 이는 XML 문서를 파싱하여 데이터베이스에 저장할 수 있도록 변환하는 과정을 필요로 하게 되는데, 향후 연구를 통해 데이터베이스도 순수 XML 데이터베이스로 사용할 수 있도록 할 계획이다. 그리고 논문에서 제안하는 SMIL 교육컨텐츠를 저작할 수 있는 자동화 된 저작도구에 대한 연구도 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 이용호(2001). 국가 표준 교육정보 메타데이터 형식 개발 연구. 한국교육학술정보원(KERIS).
- [2] ICT 활용 멀티미디어 교육자료제작지침 V1.1. 한국교육학술정보원(KERIS), 2001.
- [3] J. Ashley and M. Flickner(1995). The Query by Image Content (QBIC) System. *Proc. ACM Sigmod Conf.* ACM Press, pp. 475.
- [4] J. S. Boreczky and L. A. Rowe(1996). A comparison of video shot boundary detection techniques. *J. Electronic Imag.*, vol. 5, no. 2, pp. 122-128.
- [5] Tim Bray(1998). Extensible Markup Language (XML) 1.0. W3C Recommendation.
- [6] Jeff Ayars(2001). Synchronized Multimedia Integration Language (SMIL 2.0) Specification. W3C Recommendation.
- [7] Dublin Core Metadata Element Set, Version 1.1. Dublin Core Metadata Initiative (DCMI), 1999.
- [8] IEEE(2001). Draft Standard for Learning Object Metadata. IEEE P1484.12/D6.1.
- [9] Ora Lassila and Ralph R. Swick(1999). Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification. W3C Recommendation.
- [10] H. D. Wactlar, A. G. Hauptmann, and M. J. Witbrock(1996). Informed : News-on-demand experiments in speech recognition. *DARPA Speech Recognition Workshop*.
- [11] S. E. Johnson, P. Jourlin, G. L. Moore, K. Sparck Jones, and P. C. Woodland(1999). The Cambridge University spoken document retrieval system. *Proc. IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech, and Signal Processing*.
- [12] M.G. Brown(1996). Open-Vocabulary Speech Indexing for Voice and Video Mail Retrieval. *Proc. ACM Multimedia*, ACM Press, pp. 307-316.
- [13] J-M. Van Thong(2000). SpeechBot: A Speech Recognition-Based Audio Indexing System for the Web. *Proc. 6th RIAO Conf.* pp. 106-115.
- [14] Lawrence A. Rowe and Jose Maria Gonzalez(2000). A lecture Browser and Production System. Berkeley Multimedia Research Center.
- [15] GRINS Player for SMIL 2.0, GRINS Pro Editor for SMIL 2.0. Oratrix (<http://www.oratrix.com/>)
- [16] RealOne Player. Real Networks (<http://www.realnetworks.com/solutions/leadership/realone.html>)
- [17] Mason, J. and Stuart Sutton(2000). Education Working Group: Draft Proposal. Dublin Core Metadata Initiative.
- [18] IMS(2001). Learning Resource Meta-Data Information Model. Version 1.2.1
- [19] ARIADNE(1999). Educational Metadata Recommendation. Version 3.0.
- [20] ADL(2001). Sharable Content Object Reference Model(SCORM). Version 1.2.
- [21] T. Berners-Lee, R. Fielding, L. Masinter(1998). Uniform Resource Identifiers (URI): Generic Syntax. W3C Recommendation.

- [22] W3C(1999). URIs for W3C namespaces. (<http://www.w3.org/1999/10/nsuri>)
- [23] W3C(1999). Namespaces in XML. W3C Recommendation.
- [24] Dan Brickley and R.V. Guha(2000). Resource Description Framework(RDF) Schema Specification. W3C Candidate Recommendation (<http://www.w3.org/TR/rdf-schema>)
- [25] Tim Berners-Lee(1998). What the Semantic Web can represent. W3C
- [26] R. Bourret(2000). XML and Databases. tech. report, Technical Univ. Darmstadt.
- [27] M.F. Fernandez(2001) Publishing Relational Data in XML: The SilkRoute Approach, *IEEE Data Eng. Bull.*, vol. 24, no. 2, pp. 12-19.

최 병 육

1973 한양대학교
전자공학과(공학사)
1978 일본 경용의숙대학
전기공학과(공학석사)
1981 일본 경용의숙대학 전기공학과(공학박사)
1986 미국 Univ. of Maryland 방문교수
1997 미국 Univ. of Virginia 방문교수
2000 한양대학교 정보통신대학원 원장
1981~현재 한양대 전자전기컴퓨터공학부 교수
2000~현재 한양대학교 총무처장
관심분야: 영상처리, 멀티미디어 공학, 웹 기반 시스템
E-Mail: buchoi@hanyang.ac.kr

조 정 원

1996 인천대학교
정보통신공학과(공학사)
1998 한양대학교
전자통신공학과(공학석사)
1999~현재 한양대학교 전자통신전파공학과
박사과정
관심분야: 멀티미디어 정보검색, 자연 언어 처리,
웹 기반 시스템
E-Mail: bigcho@ihanyang.ac.kr

류 정 우

2000 인하대학교
선박해양공학과(공학사)

2000~현재 한양대학교 정보통신대학원
정보통신공학과 석사과정
관심분야: 웹 기반 교육, XML, JAVA, 모바일,
SMIL, MPEG-4
E-Mail: andy337@hanmail.net