

MPEG-7과 KEM 기반의 동영상 검색 시스템 모델 및 프로토타입의 개발

최현종[†]

요 약

이러닝이 확산되면서 동영상 자료가 교육의 중요한 매체로 자리매김하고 있지만, KEM은 동영상에 포함된 다양한 사건과 객체의 정보를 표현하기에 한계가 있다. 하지만 MPEG-7이 발표되면서 멀티미디어에 내포된 다양한 사건과 객체 정보를 의미적으로 또는 기술적으로 표현하는 것이 가능해졌다. 이에 본 연구는 멀티미디어에 포함된 다양한 사건과 객체 정보를 KEM과 함께 검색할 수 있도록 두 개의 메타데이터를 통합하는 검색 시스템 모델을 제안하였다. 이를 위해 두 개의 메타데이터를 통합할 수 있도록 온톨로지를 설계하였고, 의미 검색의 유용성을 위해 교과 지식 온톨로지를 추가하였다. 에듀넷에 저장된 몇 개의 동영상 자료를 별도로 저장하여 검색 시스템의 프로토타입을 개발하여 검색해 본 결과, 의도된 검색 결과를 볼 수 있었다.

주제어 : MPEG-7, KEM, 온톨로지, 검색시스템

Development of Prototype and Model about the Moving Picture Searching System based on MPEG-7 and KEM

HyunJong Choe[†]

ABSTRACT

Moving picture has become the important media in education with expanded e-learning paradigm, but Korea Educational Metadata has limitation about representing information of lots of events and objects in moving picture. Announcing the MPEG-7 specification the information of lots of events and objects in it can be presented in terms of semantic and structural description of moving pictures. In this paper moving picture searching system model that integrates two metadata specifications, such as KEM and MPEG-7, is proposed. In this model one ontology to combine two metadata specifications is designed, and the other ontology about knowledge of a subject matter is added to search efficiently in searching system. As some moving picture data from Edunet were selected and stored in our server, our prototype of searching system using MPEG-7 and KEM shows the results that we are expected.

Keywords : MPEG-7, KEM, Ontology, Searching System

[†] 정 회 원: 서원대학교 컴퓨터교육과 조교수(교신저자)
논문접수: 2009년 02월 17일, 심사완료: 2009년 04월 16일

1. 서 론

멀티미디어 기술은 저장, 재생, 압축 등 관련 기술의 빠른 발전과 미디어의 사회, 문화적 역할이 계속 증가함에 따라 우리 사회 전반에 걸쳐 매우 광범위하게 사용되고 있다. 특히 이러닝 및 유러닝이 확산되면서 멀티미디어는 교육의 중요한 매체로 사용되고 있으며, 그 중요성과 활용도 또한 계속 증가하고 있다.

문자, 소리, 이미지, 동영상 등의 다양한 멀티미디어 데이터들이 기하급수적으로 축적되면서 빠르고 효율적인 접근, 검색, 저장 등의 기술적 중요성이 점차 더 커지고 있어 멀티미디어의 다양한 정보를 표현하기 위한 정의 언어(definition language)와 스키마가 필요하게 되었다. 이를 위해 MPEG(Motion Picture Expert Group)는 멀티미디어 정보를 표현하고 도구를 제공하는 MPEG-7을 발표하였다[12]. MPEG-7은 '멀티미디어 콘텐츠 표현에 관한 인터페이스'로 검색을 위한 콘텐츠 표현의 규격을 만드는데 그 목적이 있으며, 상호호환성의 문제를 해결하기 위한 멀티미디어 데이터의 메타데이터 표현에 대한 표준이기도 하다[13].

MPEG-7이 발표된 이후 많은 연구들이 진행되어져 왔는데, 주로 멀티미디어 데이터의 기술적 기술(technical description)에 대한 연구와 의미적 기술에 대한 연구로 구분할 수 있다. 기술적 기술이란 데이터가 가지고 있는 기술적 특성, 즉 이미지의 해상도와 같은 것이고 의미적 기술이란 이미지가 가지고 있는 의미, 즉 나비와 꽃과 같이 사람이 인지할 수 있는 추상적 표현이다. 이런 차이를 의미적 차이(semantic gap)이라고 하는데, 이는 멀티미디어 검색에 있어 매우 중요한 요소로 아직까지도 많은 연구가 진행되고 있다[14]. MPEG-7에서는 이런 문제의 해결을 위해 MPEG-7 기술 구조(multimedia description scheme)를 정의하여 멀티미디어 생성에 관한 정보, 기술적 정보를 담은 저급 수준의 정보, 멀티미디어에 담긴 사건을 설명하는 고급 수준의 정보를 표현하고 있다.

이러닝에 사용되는 멀티미디어는 가장 광범위

하게 사용되는 학습 객체(learning object)의 하나로 MPEG-7과 같은 메타데이터 체계에 의해 표현된다. 현재 우리나라에서는 초중등 및 고등교육의 메타데이터로 KEM(Korea Educational Metadata)이 사용되고 있고, 외국은 IMS의 LOM, DC 등이 사용되고 있다. KEM은 세계적으로 가장 많이 사용되고 있는 LOM을 확장하여 개발한 메타데이터로 9개의 분류(category)에 약 50여개의 표현 요소를 가지고 있다[1]. 따라서 학습 객체 메타데이터로서 갖추어야 할 개략적 설명 요소를 모두 가지고 있다. 하지만, 멀티미디어 데이터 중에서 동영상 데이터는 하나의 소리, 또는 이미지 데이터와 달리 하나의 데이터에 여러 다양한 사건들이 연속적으로 표현되어 있다. 예를 들어 등교하는 학생의 동영상에는 학생이 승강장에 걸어가는 모습, 버스를 타고 가는 모습, 버스에 내려 학교로 걸어가는 모습 등 여러 사건과 객체가 표현되어 있는데, KEM은 하나의 객체만을 표현하는 메타데이터이기 때문에 위의 예로 든 동영상의 경우 등교하는 모습이라는 대표적인 정보로 표현할 수 밖에 없다.

동영상의 경우 하나의 학습 객체로 표현하는 것보다 동영상을 사건별로 나누어 각 부분을 특성있는 정보로 별개로 분할하여 표현하면 자료의 중복성을 최소화하면서 저장과 검색의 효율성을 기할 수 있다. MPEG-7은 멀티미디어를 부분(segment)으로 나누어 메타데이터로 표현할 수 있기 때문에 이에 적합한 규격이다. 하지만, 현재 학습객체 메타데이터로 사용되고 있는 KEM과는 별개의 규격이다. 따라서 두 개의 서로 다른 메타데이터를 그대로 활용하면서, 서로 통합하는 방법을 찾을 수 있다면 기존의 시스템과 메타데이터를 그대로 활용하면서 동영상 자료를 좀 더 정확하게 검색하여 사용할 수 있게 된다.

또한 동영상을 특정 사건을 기준으로 나누기 위해서는 특정 사건을 통용되는 용어(common vocabulary)로 기술해주어야 하는데, 이를 위해 해당 도메인 지식이 필요하다. WordNet과 같은 광범위한 데이터베이스[15]를 사용할 수 있지만, 본 연구에서는 도메인 지식 온톨로지를 사용하고 자 한다. 이를 통해 사용자에게 주제어의 동의어, 속성, 상·하위 개념간의 관계를 제시해줄 수 있

어 유의미한 검색을 할 수 있도록 한다[2].

이에 본 연구는 MPEG-7과 KEM이 통합된 동영상 검색 시스템의 모델을 제안하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 2장에서는 배경 연구로 MPEG-7, KEM, 온톨로지 및 관련 연구를 살펴보고, 3장에서는 MPEG-7과 KEM 기반의 동영상 검색 모델에 대해 살펴본다. 4장에서는 제안한 모델에 따라 개발된 프로토타입에 대해 기술하고, 5장에서는 결론을 통해 향후 연구 방향을 살펴보고 끝을 맺는다.

2. 배경 연구

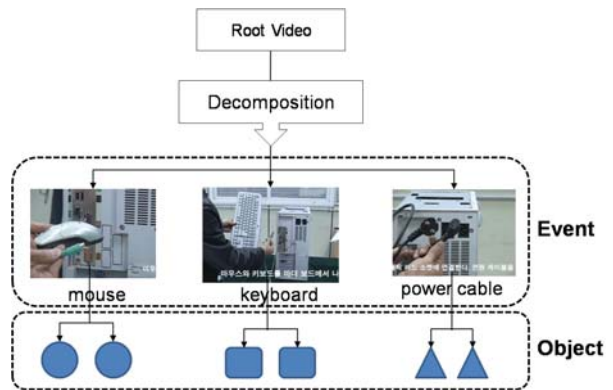
2.1 멀티미디어의 메타데이터

멀티미디어의 대표적인 메타데이터 표준으로 MPEG-7이 있다. MPEG-7은 이전에 발표되었던 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4와 같이 멀티미디어의 인코딩(encoding)을 다루지 않고, 콘텐츠의 의미를 표현하는데 중점을 둔 표준안이다. 이를 위해 메타데이터를 구조적으로 기술하고 의미 정보를 기술하기 위한 규약과 형식을 제공하고 있는데, 중요한 부분은 다음과 같다[16].

<표 1> MPEG-7의 주요 부분

주요 부분	설명
MPEG 7 Systems	MPEG 7 기술을 위한 시스템 도구들
MPEG 7 Description Definition Language	MPEG 7을 기술하기 위한 구문 정의 언어
MPEG 7 Visual	영상 정보 기술을 위한 도구
MPEG 7 Audio	음성 정보 기술을 위한 도구
MPEG 7 Multimedia Description Schemes	멀티미디어 정보 기술을 위한 도구
MPEG 7 Reference Software	MPEG 7 표준을 적용한 전형적인 소프트웨어
MPEG 7 Conformance	MPEG 7의 적용을 테스트하기 위한 방법과 절차
MPEG 7 Extraction and Descriptions	기술 도구의 사용에 대한 비공식적 문서
MPEG 7 Profiles	표준안 프로파일과 사용에 대한 안내
MPEG 7 Schema Definition	기술을 위한 스키마

이 중에서 특히 멀티미디어의 정보를 기술하는 도구가 되는 MPEG-7 기술 구조는 멀티미디어를 제작하는데 필요한 메타 정보, 저작권과 같은 사용 정보, 인코딩과 같은 저장 매체로서의 정보를 비롯하여 매체의 구조적 및 개념적 관점의 정보를 모두 포괄하고 있다. 멀티미디어의 구조적 관점(structural aspect)은 <그림 1>로 설명할 수 있는데, 이 그림은 하나의 동영상이 특정 사건(event)인 마우스를 연결하는 부분, 키보드를 연결하는 부분, 전원선을 연결하는 부분으로 각각 분리되는 구조를 표현한 것이다.



<그림 1> 비디오 데이터의 구조적 트리

<그림 1>과 같이 특정 사건으로 구분하여 부분 영상으로 나누게 되면 하나의 동영상 정보는 여러 개의 정보로 나뉘어 계층적 구조 형태로 표현된다[17]. 이 때 각 시점은 이미지 정보 또는 비디오의 샷(shot)에 대한 정보가 포함된다. 이 정보는 일반적으로 해상도, 컬러, 부분 영상의 시작과 끝 시간과 같은 데이터의 기술적, 물리적 정보와 “교사가 마우스를 본체에 연결한다.” 라는 개념적 정보가 함께 포함될 수 있다.

2.2 학습 객체 메타데이터와 교과 지식의 표현

학습 객체는 학습 자료의 객체 지향과 컴포넌트(component) 기반 프로그래밍에 그 기반을 두고 있는 개념으로 학습 콘텐츠 구성을 위한 작은 학습 컴포넌트로 정의할 수 있다[18]. 학습 객체의 메타데이터로 국내에서는 KEM 3.0이 초·중·고등교육에 사용되고 있다[1]. 이 메타데이터는 국내에서 유통되는 교육 정보(학습 객체)의 메타데이터 표준으로 서로 다른 교육 정보 서비스 제공

자 및 이기종 시스템간의 메타데이터 상호 호환을 가능하는데 그 목적이 있다[3]. KEM 3.0은 IEEE 1484.12.1-2002 LOM을 기초로 개발되어 General, Rights, LifeCycle, Relation, Meta-metadata, Annotaion, Technical, Classification 의 9개 분류에 약 50여개의 표현요소를 가지고 있으며 XML 형태로 저장된다. 멀티미디어의 기술적 정보가 표현되는 분류는 Technical 영역으로 그 영역에 대한 세부 표현요소는 <표 2>와 같다.

<표 2> KEM의 Technical 표현 요소

표현 요소	설 명
Format	자원의 데이터 유형
Size	자원의 크기
Location	접근 위치 문자열
Requirement	사용하기 위한 조건
InstallationRemarks	설치하기 위한 다른 기술적 조건
Duration	자원의 실행 시간

<표 2>에 제시된 바와 같이 KEM의 표현요소는 <그림 1>에 표현된 여러 개의 부분 영상 정보를 표현하지 못하고, 단일 정보만을 표현할 수 있다.

멀티미디어의 표현 정보에서 개념적 관점의 정보를 표현하는 방법은 온톨로지로 가능하다. 온톨로지(ontology)는 원래 전통적인 철학 분야에서 일반적으로 사용되던 용어로 공유된 개념화(shared conceptualization)에 대한 정형화되고 명시적인 명세(formal and explicit specification)라고 정의할 수 있다[19]. 온톨로지는 개념과 개념간의 관계들로 구성된 사전으로 어느 특정 도메인에 관한 지식이 계층적이면서 속성들로 표현하고 있으며, 이를 확장할 수 있는 추론 규칙이 포함되기도 한다. 따라서 이러닝 연구 분야에서 많이 연구되고 있는 지능형 교육 시스템의 경우 도메인 온톨로지(domain ontology)로 시스템에 지식을 표현하는 방법이 제시되고 있다[20][21].

이러닝에서 도메인 지식에 해당되는 것으로 교과 지식이다. 예를 들어 종,속,과,목,강,문,계로 이루어진 생물의 분류 체계에 대한 지식은 규범적이기 때문에 다른 교과의 지식보다 용이하게 설계할 수 있지만 국어, 영어와 같은 언어적 지식

은 지식 자체를 계층화, 구조화, 객관화하기 쉽지 않기 때문에 온톨로지로 표현하기 쉽지 않다. 또한 온톨로지 언어로 표현되었다고 하더라도 표현된 지식이 주관적이지 않고 많은 전문가들이 서로 동의하는 공유된 지식이나 라는 문제점이 있다. 하지만 최근 온톨로지 언어가 웹 언어처럼 OWL의 경우와 같이 표준화되어 가고 있고 이를 처리할 처리 언어가 많이 개발됨으로 해서 수학, 컴퓨터와 같은 몇몇 교과를 대상으로 교과의 지식을 온톨로지로 표현하는 시도가 이루어지고 있다[2][4][5].

2.3 관련 연구

먼저 멀티미디어와 MPEG-7, 온톨로지에 관한 연구를 살펴보자. MPEG-7이 제안되면서 이를 이용한 멀티미디어의 주석 표현 및 검색 시스템에 대한 연구가 이루어졌는데, 대부분 의미적 표현 및 검색의 효율성을 위해 온톨로지를 적용하였다. 안형근, 고재진(2007)의 연구에서는 MPEG-7 기반의 의미적 표현을 위해 메타데이터 모델을 제안하였고, 박경욱(2007)의 연구에서는 이미지의 주석 시스템에 온톨로지를 적용하였다[6][7]. 이성우 외(2006)와 김병준(2005)의 연구는 MPEG-7 검색에 온톨로지를 적용하여 검색 시스템을 개발하였다[8][9]. 광신길, 주경수(2005)의 연구는 KEM을 이용하여 MPEG-7 기반의 이미지 검색 시스템을 제안하였다[10]. 특히 이 연구는 본 연구에서 하고자 하는 KEM과 MPEG-7의 통합에 대한 초기 연구인데, MPEG-7에서 요구하고 있는 요구 사항에서 KEM에 표현된 요소들, 즉 주제어와 제작자와 같은 요소들을 추출하여 MPEG-7에 포함시켜 메타데이터를 작성하였다. 이 방법은 KEM에 표현된 정보를 일부 추출하여 MPEG-7에 이용한 연구로 MPEG-7 기반의 검색 시스템에는 유용한 방법이지만, KEM 기반의 검색 시스템이나 MPEG-7 기반의 검색 시스템 모두에 사용하지는 못한다.

Agosti, M. and N. Ferro (2007)는 그동안 연구된 이미지, 음성, 동영상 등 다양한 디지털 콘텐츠에 대한 다양한 연구 사례를 분석한 결과 많은 연구들이 너무 연주 주제에만 적합한 결과를 내

었다고 지적하고, 디지털 콘텐츠에 대한 설명은 의미를 표현하는 부분과 주석을 나타내는 부분이 함께 이루어져야 한다고 주장했다[22].

온톨로지 및 교과지식에 대한 관련 연구 역시 주로 정보의 표현, 검색에 관한 연구들이 많은데, 송단(2005)은 멀티미디어 객체들 간의 시공간적 관계 표현 및 이들의 표현을 매칭시키기 위한 방법으로 온톨로지를 적용하였다[11].

김성순 외(2005)의 연구는 문화재 온톨로지를 OWL로 구축하여 문화재 검색 시스템에 적용하였고[2], 김현주 외(2006)의 연구 역시 컴퓨터의 하드웨어 관한 지식을 온톨로지로 표현하여 이를 검색 시스템에 적용하였다[4]. 수학 교과 지식을 온톨로지 표현하여 KEM 검색 시스템에 적용한 연구도 있다[5]. Teo, C. B. and R. K. L. Gay (2006)는 이렇게 도메인 지식, 혹은 온톨로지를 이용하면 사용자가 필요한 정보를 효율적으로 찾을 수 있다고 했다[23]. 정보의 검색 부분만이 아니라, 온톨로지가 콘텐츠 제작에서도 효율적이라는 것을 KAON 프로젝트를 통해 설명한 연구도 있다[24]. 도메인 지식을 온톨로지로 만들어 연구에 사용한 외국의 경우를 살펴보면, Brusilovsky, P. (2004)는 C 언어 프로그래밍의 이러닝 콘텐츠 제작을 위해 C 언어 지식을 표현하였고[25], Kravcik, M. and D. Gasevic (2006)는 생태학의 정보를 온톨로지로 표현하여 이러닝 콘텐츠의 제작과 서비스에 사용하였다[26].

3. MPEG-7과 KEM 기반의 동영상 검색 모델

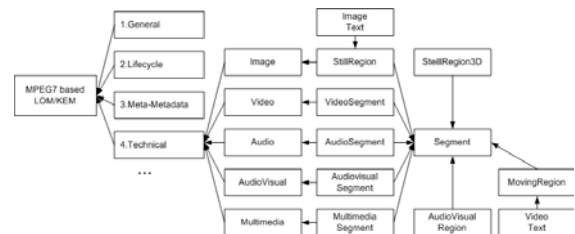
3.1 MPEG-7과 KEM을 통합한 동영상 정보의 표현

Jose (2002)는 동영상, 즉 멀티미디어의 의미적 표현을 위해서는 다음과 같은 세가지 데이터 모델이 필요하다고 하였다.

- 시공간 구조(spatio-temporal structure) : 데이터가 가지고 있는 특정 시간과 장소에 대한 정보를 포함하고 있는 데이터 모델
- 오디오와 비디오 특성(audio and visual features) : 크기, 해상도, 컬러 등과 같이 MPEG-7 기술 구조의 오디오 비주얼 특성을 기술하는 데이터 모델

- 의미적 구조(semantic structure) : 데이터가 가지고 있는 의미 정보를 추상화하여 표현하는 데이터 모델

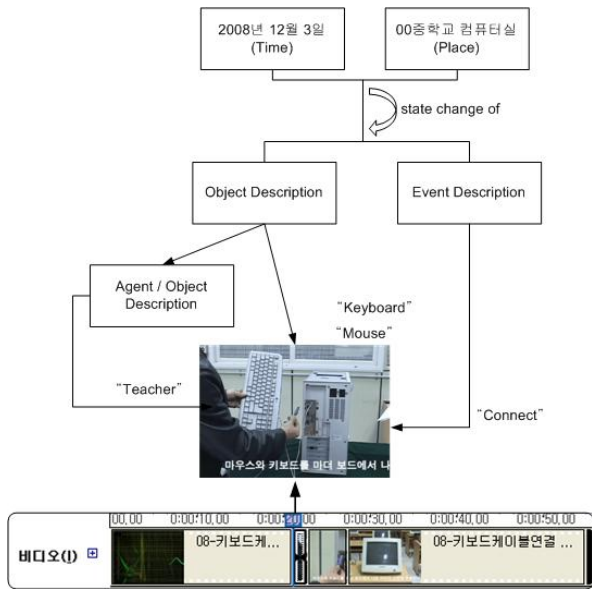
오디오와 비디오 특성에 대한 데이터 모델은 물리적인 기본 정보로 KEM과 MPEG-7을 통합하여 표현될 수 있다. KEM에서는 멀티미디어에 대한 정보를 'jpg', 'avi'와 같이 매체의 확장자로만 표현하기 때문에 KEM과 MPEG-7 기술 구조를 통합하면 오디오와 비디오의 기술적 특성을 자세하게 저장할 수 있다.



<그림 2> MPEG-7과 KEM의 통합 클래스

<그림 2>는 MPEG-7의 멀티미디어 세그먼트 메타데이터 클래스 정보를 KEM의 메타데이터 요소에서 네 번째인 Technical 메타데이터 클래스에 통합한 클래스 계층도이다. <표 2>와 같이 KEM의 Technical 요소에는 기술적인 조건과 자원에 대한 기술적 특징을 설명하는 요소들이 서술되는데, MPEG-7의 멀티미디어 세그먼트 정보가 이 요소가 포함될 수 있다. 즉 MPEG-7의 멀티미디어 세그먼트 정보에는 5개의 하위 요소(이미지, 비디오, 오디오, 오디오비디오, 멀티미디어)가 포함되어 있는데 이 정보가 KEM의 형식(format) 요소에 표현된다. 이 때 KEM의 format 요소는 데이터 형식이 문자열(character string)이기 때문에 MPEG-7의 세그먼트 정보인 클래스 이름을 매핑시켜주어야 한다.

시공간 구조와 의미적 구조의 표현은 온톨로지에 의해 표현될 수 있다. <그림 3>은 동영상 자료의 특정 시점에 대한 정보를 시공간적 구조와 의미적 구조로 구조화한 것이다. <그림 3>에서 제시된 동영상은 마우스와 키보드, 모니터, 전원을 본체에 연결하는 동영상으로 세 개의 키 프레임(key frame)으로 나누어진 부분 영상들로 구성된다. 이 중에서 첫 번째 부분 영상인 마우스와 키보드를 연결하는 부분의 정보를 표현한 것이다.



<그림 3> 동영상 자료의 시공간과 의미적 구조
동영상 자료의 첫 번째 부분 영상에 대한 자료의 표현은 다음과 같다.

- 시공간적 구조 : 2008년 12월 3일 00중학교 컴퓨터실
- 의미적 구조 : 교사가 키보드와 마우스를 연결한다.

세 개의 부분 영상으로 구성되어 있기 때문에 각기 다른 세 개의 시공간적 구조와 의미적 구조의 메타데이터를 가지고 있다. MPEG-7에서는 행위자(agent), 사건(event), 시간(time), 장소(place)라는 네 가지 구성요소로 시공간적 구조와 의미를 표현하고 있다. <그림 3>을 네 가지 구성요소로 표현하면 다음과 같다.

- 행위자(agent) : 교사
- 사건(event) : 키보드와 마우스를 연결한다.
- 시간(time) : 2008년 12월 3일
- 장소(place) : 00중학교 컴퓨터실

또한 예제 동영상의 경우 "키보드와 마우스 연결, 모니터 연결, 전원 연결"이라는 세 가지 부분 영상으로 나뉠 수 있으므로 이 영상에 대한 시간적 순서를 정의할 필요가 있다. 세 개의 부분 영상에 대한 메타데이터는 다음과 같은 규칙으로 표현되고, 이 정보는 세 부분 영상의 시간적 순서를 온톨로지의 추론을 통해 유추될 수 있다.

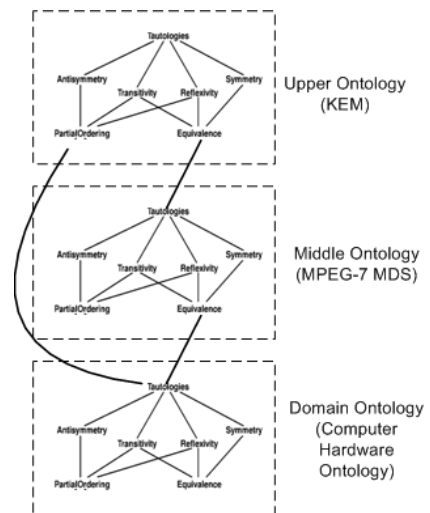
- 키보드와 마우스 연결은 모니터 연결보다 이

전이다. = { keyboard & mouse, monitor, before }
● 모니터 연결은 전원 연결보다 이전이다. = { monitor, power, before }

위와 같이 상대적 순서로 부분 영상의 순서를 저장할 수도 있지만, 동영상과 부분 영상의 실행 시간, 시작시간과 종료시간을 MPEG-7 기술 구조를 사용하여 저장할 수도 있다.

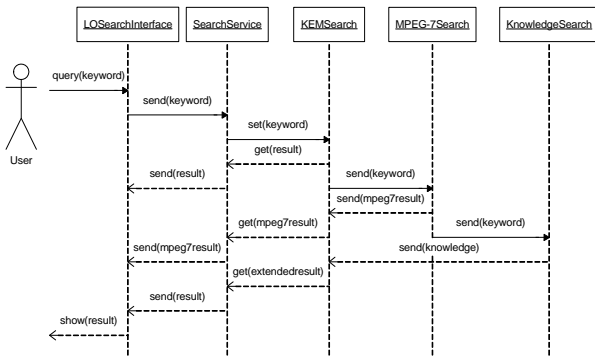
3.2 온톨로지의 계층 구조

멀티미디어 자료의 오디오와 비디오 특성, 시공간 및 의미적 정보는 MPEG-7 기술 구조를 기반한 온톨로지에 저장될 수 있는데, <그림 2>와 같이 KEM의 Technical 요소를 확장하여 온톨로지를 통합해야 하므로 KEM 온톨로지가 상위 온톨로지, MPEG-7 온톨로지가 중간 온톨로지에 위치한다. 도메인 온톨로지는 교과지식 온톨로지가 위치하는데 본 연구에서는 컴퓨터 하드웨어 온톨로지를 예로 제시하였다. 도메인 온톨로지는 중간 온톨로지를 통해 지식을 서비스할 수도 있지만, 상위 온톨로지에 관련 지식을 서비스할 수도 있다. 세 계층의 온톨로지 계층 구조는 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 온톨로지의 계층 구조

세 계층의 온톨로지를 적용한 멀티미디어 검색 시스템의 검색 서비스에 대한 UML 시퀀스 다이어그램은 <그림 5>와 같다.

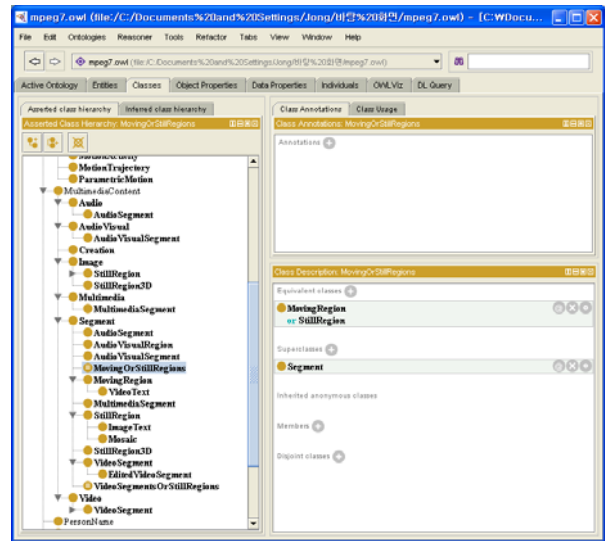


<그림 5> 시스템의 UML 시퀀스 다이어그램

사용자가 찾고자 하는 동영상과 관련된 주제어를 검색어로 입력한다. 검색 시스템은 인터페이스를 통해 검색어를 입력받고, 이를 검색 서비스 모듈에게 전달한다. 검색 서비스 모듈은 온톨로지 계층에 이 검색어를 전달하는데, 첫 번째 계층인 KEM 검색 모듈에서 주어진 검색어로 검색하여 그 결과를 반환한다. KEM 검색과 동시에 주어진 검색어는 두 번째 계층인 MPEG-7 검색 모듈에서 동영상의 오디오와 비디오의 세부적 특성, 시공간과 의미적 구조에 관한 정보를 검색할 수 있다. 세 번째 계층은 도메인 지식 검색 모듈로 주어진 주제와 연관된 지식인 관련 용어 및 속성, 연관된 주제어 등을 추출하여 이를 KEM 검색 모듈에 전달하여 좀 더 의미있는 KEM 검색이 되도록 한다. 최종 검색 결과는 검색 서비스 모듈을 통해 인터페이스 계층이 필터링하여 사용자에게 그 결과를 보여준다.

4. 프로토타입의 개발

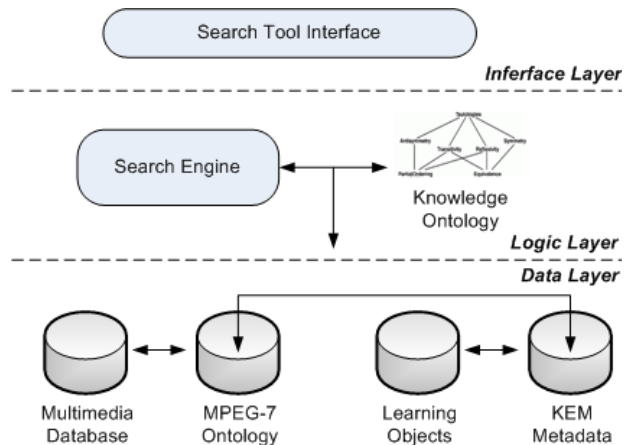
본 연구에서 제안한 KEM, MPEG-7, 도메인 지식 온톨로지 계층의 적용성을 실험하기 위해 멀티미디어 검색 시스템의 프로토타입을 개발하였다. KEM과 MPEG-7은 각 규격에서 제시한 대로 XML 형태로 메타데이터를 저장하였고, 단지 MPEG-7에는 KEM의 규격을 확장하여 연결하기 위해 이에 관한 연관 지식을 추가로 설계하였다. <그림 6>은 Protégé로 작성된 MPEG-7 온톨로지이다.



<그림 6> Protégé로 작성된 MPEG-7 온톨로지

도메인 지식으로는 김현주(2006)의 연구에 제시된 컴퓨터 하드웨어 온톨로지를 적용하였고, 이 온톨로지는 OWL로 설계되었다[4].

<그림 7>은 프로토타입으로 개발한 검색 시스템의 구조이다. 세 개의 온톨로지가 각각 로직 계층 및 데이터 계층에 위치해 있다.

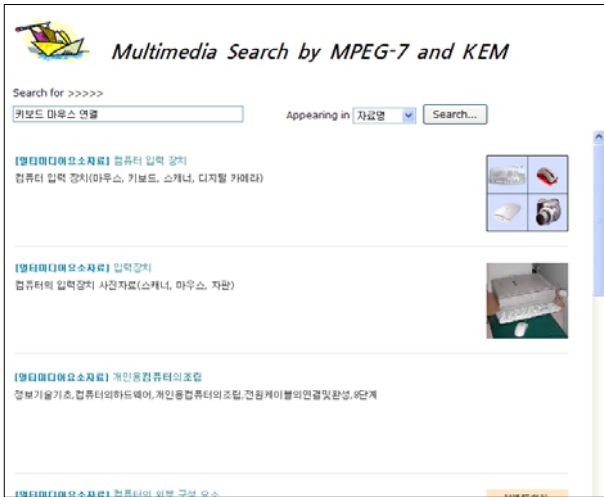


<그림 7> 프로토타입의 구조

학습객체는 KEM 메타데이터에 의해 관리되고, 동영상과 같은 멀티미디어 매체는 별도의 동영상 서버에 관리하는 경우가 많기 때문에 여기에서는 별도로 분리하였다. 멀티미디어 매체가 저장된 데이터베이스와 달리 멀티미디어 매체의 메타데이터인 MPEG-7 기반의 메타데이터(온톨로지)가 별도로 저장하고 있다. 이때 MPEG-7과 KEM은 서로 연관되어 검색이 이루어지고, 도메인 지식의 경우 온톨로지로서만 표현되고 저장, 관리되기 때문에 로직 계층에서 검색 엔진에 직접 연결되어 서

비스하게 된다.

온톨로지 검색 모듈은 Jena를 사용하였고, 개발된 프로토타입의 검색 화면은 <그림 8>과 같다.



<그림 8> 프로토타입의 검색 화면

검색어로 키보드, 마우스, 연결이라는 세 단어를 입력했을 때, 프로토타입은 키보드와 마우스라는 키워드로 우선 KEM을 검색한다. 이 때 연결이란 단어에 적당한 메타데이터를 찾지 못해 검색 시스템은 다시 세 개의 단어로 MPEG-7을 검색하게 되는데, 이 때 키보드와 마우스를 연결하는 부분 영상의 의미 정보를 검색하여 이와 관련된 동영상을 세 번째 검색 결과로 보여준다. 그리고 도메인 지식에 의해 키보드와 마우스의 상위 개념인 입력 장치라는 개념을 찾아 입력장치라는 포괄적인 개념으로 다시 KEM을 검색하여 입력장치에 해당하는 이미지를 찾아 첫 번째와 두 번째 결과로 표시하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 MPEG-7과 KEM 기반의 멀티미디어 검색을 위한 시스템 모델을 제안하고, 그 적용성을 확인하기 위해 프로토타입을 개발하였다. 이 시스템 모델은 KEM 기반의 검색과 MPEG-7 기반의 검색이 함께 이루어질 수 있도록 두 개의 메타데이터를 통합하였고, 의미 검색의 유용성을 위해 교과의 지식 온톨로지를 추가하였다. MPEG-7과 KEM의 통합을 위해 MPEG-7 온톨로지에 KEM과의 통합 지식을 설

계했는데, 필요하다면 별도의 통합 온톨로지를 설계할 수도 있다. 별도의 통합 온톨로지를 설계하면 이미 구축된 MPEG-7과 KEM 메타데이터를 그대로 사용할 수 있다는 장점이 있지만, 온톨로지 지식을 별도로 처리해야 한다는 단점도 가지고 있다. 추후 연구로 이 두 가지 방법에 대한 비교 연구가 필요하다. 또한 이러닝 검색 시스템에서 검색의 개인화를 위해서는 사용자의 선호(preference)가 중요한데, IMS에서 제안한 학습자 정보 메타데이터를 본 연구에 적용하여 개인화된 검색 서비스가 될 수 있는 시스템을 설계하고 개발하는 것이 추후 과제이다.

참 고 문 헌

- [1] 손진곤 외(2005). **고등교육정보 및 저작권 관리를 위한 메타데이터(KEM v3.0) 연구**. 한국교육학술정보원 연구보고서.
- [2] 김성순 외(2005). 온톨로지를 이용한 지능형 문화재 정보 검색 시스템. **정보교육학회논문지**, 9(4), 571-581.
- [3] 문상수 외(2003). **교육정보 메타데이터 지침 해설서**. 한국교육학술정보원
- [4] 김현주 외(2006). 온톨로지를 적용한 e-Learning 학습 자료 검색 시스템. **컴퓨터교육학회논문지**, 9(6), 29-39.
- [5] 정성무 외(2006). **KEM 고도화를 위한 온톨로지 기반 시맨틱 웹 연구**. 한국교육학술정보원 연구보고서.
- [6] 박경욱(2007). **의미 추론 규칙들을 이용한 온톨로지 기반의 자동 이미지 주석 시스템**. 석사학위논문. 한양대학교.
- [7] 안형근, 고재진(2007). MPEG-7 기반 의미적 메타데이터 모델을 이용한 멀티미디어 주석 및 검색 시스템의 개발. **정보처리학회논문지**, 14-D(6), 573-584.
- [8] 이성우 외(2006). 시맨틱 웹과 MPEG7 메타데이터를 이용한 비디오 검색 시스템. **한국정보처리학회 춘계학술대회**, 165-168.
- [9] 김병준(2004). **MPEG-7 메타데이터 검색에서의 온톨로지 기반 질의 확장**. 석사학위논문. 충남대학교.

- [10] 박신길, 주경수(2005). KEM Ver 2.0을 이용한 MPEG-7 기반의 교육정보 이미지 검색시스템 설계. *한국정보처리학회 춘계학술대회*. 509-512.
- [11] 송단(2005). *도메인 지식 구축에 의한 의미적 비디오 이벤트 표현*. 석사학위논문. 조선대학교.
- [12] Moving Picture Experts Group (2001). *Overview of the MPEG-7 standard*. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N4509, Pattaya, Thailand.
- [13] Martinez, M. (2002). Overview of the MPEG-7 description tool, part 2. *IEEE Multimedia*, 83-93.
- [14] Tshhan Chen (2004). Low-level features to high-level semantics: Are we bridging the gap? *European Workshop on the Integration of Knowledge, Semantic and Digital Media Technologies*, London, UK.
- [15] WordNet (n.d.). WordNet® Database. <http://wordnet.princeton.edu/>
- [16] Martinez, M. (2004). MPEG-7 Overview. ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N6828, Palma de Mallorca.
- [17] Bertini, M. et al. (2005). Enhanced ontologies for video annotation and retrieval. *ACM SIGMM International Workshop on Multimedia*, Singapore.
- [18] Wiley, D.A. (2000). *Learning object design and sequencing theory*, Brigham Young Univ.
- [19] Gruber, T.R. (1995). Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing. *International J. of Human-computer studies*, 43(5), 907-928.
- [20] Sklar, E. and D. Richards (2006). The use of agents in human learning systems. *Proceedings of the fifth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems*. Hakodate, Japan.
- [21] Conlan, O., R. Power, et al. (2003). Next generation context aware adaptive services. *Proceedings of the 1st international symposium on Information and communication technologies*. Dublin, Ireland.
- [22] Agosti, M. and N. Ferro (2007). A formal model of annotations of digital content. *ACM Trans. Inf. Syst.* 26(1), 3-12.
- [23] Teo, C. B. and R. K. L. Gay (2006). A knowledge-driven model to personalize e-learning. *J. Educ. Resour. Computing*, 6(1), 3-15.
- [24] Tane, J., C. Schmitz, et al. (2004). Semantic resource management for the web: an e-learning application. *Proceedings of the 13th international World Wide Web conference*. NY, USA.
- [25] Brusilovsky, P. (2004). KnowledgeTree: a distributed architecture for adaptive e-learning. *Proceedings of the 13th international World Wide Web conference*, NY, USA.
- [26] Kravcik, M. and D. Gasevic (2006). Adaptive hypermedia for the semantic web. *Proceedings of the joint international workshop on Adaptivity, personalization the semantic web*. Odense, Denmark.



최 현 종

2001 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육학석사)
2005 한국교원대학교
컴퓨터교육과(교육박사)

2005~2006 서원대학교 교수학습센터전임연구원
2006~현재 서원대학교 컴퓨터교육과 조교수
관심분야: 컴퓨터교육, 이러닝, Semantic Web
E-Mail: blueland@sewon.ac.kr