

이미지 및 비디오 메타데이터에 관한 연구

A Study on Metadata for Images and Videos

임은주, 중앙대학교 문헌정보학과 대학원, eunju@wm.cau.ac.kr

김성희, 중앙대학교 문헌정보학과 교수, seonghee@cau.ac.kr

Im Eun-Ju, Dept. of Library & Information Science in Chung-ang University
Kim Seong-Hee, Professor Dept. of Library & Information Science in Chung-ang University

<초록>

이미지와 비디오가 효율적으로 검색되고 이용되기 위해서는 메타데이터가 구조적으로 기술될 필요가 있다. 본 논문에서는 메타데이터 구축 체계의 기반으로 MPEG-7과 Plateau, ViMod에 대해 분석하였다. MPEG-7에서는 저작 및 생산, 이용, 콘텐츠의 구조적, 개념적 측면 등과 같은 다양한 관점에서 시청각 정보가 기술된다. Plateau는 다양한 응용 분야에 적합하도록 모델링 하였기 때문에 모델이 간단명료하고 응용분야에서는 전문성을 띠고 있으나 범용성이 부족하다는 단점이 있다. ViMod는 질의의 특성을 질의의 확실성, 질의의 차원성, 데이터 의존성 관점에서 정지영상과 비디오 영상으로 분류하고 그 하위 레벨을 내용 의존적인 영상과 내용 독립적인 영상으로 분류하였다.

1. 서론

최근 비약적인 멀티미디어 기술의 발전과 함께 수많은 정보들이 디지털화되고 있으며, 다양한 디지털 입력 장치와 저장 장치의 발달로 인해 많은 양의 멀티미디어 콘텐츠가 만들어지고 있다. 또한 인터넷의 확산은 멀티미디어의 양적 팽창을 돕는 데 큰 역할을 하고 있다. 따라서 찾고자 하는 데이터를 인터넷상이나 데이터베이스에서 효율적으로 검색할 수 있는 시스템의 필요성이 증대되고 있다.

특히 멀티미디어 콘텐츠에서 중요한 역할을 하는 매체는 비디오라고 할 수 있는데, 이는 비디오가 가장 정보 전달력이 강하기 때문이다. 비디오 데이터는 영상 데이터뿐만 아니라 음성 데이터, 문자 데이터 등이 유기적으로 조직되어 있어 정보의 내용이 풍부할 뿐 아니라

가장 대중적인 매체이기도 하다.

이미지, 비디오 등의 멀티미디어의 검색 방법에는 크게 주석기반 검색과 내용기반 검색의 두 가지 방법이 있다. 주석기반 검색은 각 이미지를 수작업 형태나, 자동화 형태를 통하여 서술하는 방식으로 주로 키워드를 이용한 검색 방법을 사용하고 있다. 여기에서 키워드는 데이터베이스 내의 각각의 이미지나 비디오를 구분하기 위한 단서가 되는 단어를 말한다. 이 방법은 사람이 키워드를 직접 만들어야 하므로 주관적일 수 있고, 많은 시간을 요한다는 단점을 가지고 있다. 키워드 생성을 자동화하는 방법 등이 연구되고 있지만 아직은 예러 발생률이 높은 편이다. 내용기반 검색은 이러한 주석기반 접근 방법의 단점을 극복하기 위하여 개발된 것으로, 이미지 데이터에서 내용 구성 요

소들을 자동으로 분리하고, 분리된 구성요소들의 원시적 특징(색상, 질감, 모양)을 자동 추출하여 데이터베이스화하여 검색을 실시하는 방법이다. 이 방법은 키워드와 관계없이 이미지가 가지고 있는 시각적 특징만을 이용하여 검색을 실행한다. 즉 이미지 내에 포함된 구성요소가 가지고 있는 색상(color), 모양(shape), 질감(texture) 등의 이질적 특징 값을 사용하여 질의 이미지와 목표 이미지간의 유사도를 계산하는 방식으로 유사 이미지를 찾게 된다. 자동화된 특징 추출은 대용량 멀티미디어 데이터 처리에 알맞은 방식이긴 하지만 의미적 접근 방법보다는 시각적 특징에 의존하기 때문에 자연 현상을 그대로 옮겨놓은 이미지의 경우 의미적 모호성을 구분하기가 어려울 수 있다. 즉, 의미적으로는 전혀 다른 물질이지만 색상이나 질감 등이 유사한 경우를 얼마든지 발견할 수 있다. 이러한 단점에도 불구하고 내용기반 검색 방법을 이미지나 비디오를 검색하는 핵심적 방법으로 연구하고 있는 이유는 내용기반 검색이 갖는 객관성과 처리 효율성 때문이라고 할 수 있다.

효율적인 검색을 위해 반드시 필요한 요소 중 하나가 검색 대상의 데이터를 어떻게 기술(description)하는가의 문제이다. 특히 내용기반 검색 시스템에서는 이미지나 비디오의 내용을 바탕으로 특징을 추출하기 때문에 어떠한 특징을 추출한 것인지는 매우 중요한 문제이다.

본 연구에서는 이미지와 비디오 검색의 효율성을 높이기 위한 방법으로 메타데이터를 제시하고자 한다. 검색을 하기 위한 과정 중 가장 기초가 되는 작업은 데이터를 기술하여 조직화하는 것이기 때문이다. 메타데이터는 데이터에 관한 데이터, 혹은 전자자원을 기술하는데 사용되는 데이터 요소로서, 최근에는 주로 네트워크 자원의 레코드란 제한적인 의미로 사용되기도 한다. 즉, 메타데이터는 데이터에 관한 구

조화된 데이터로서, 자원과는 독립적으로 존재하면서 다양한 접근점과 네트워크 주소를 포함한 레코드라 할 수 있다.

멀티미디어 기술을 위한 표준으로 현재 대표적인 것은 MPEG-7이다. 본 연구에서는 MPEG-7을 바탕으로 하여 다른 메타데이터들과 비교 분석하여 이미지와 동영상 검색에 필요한 메타데이터 요소들을 추출하고자 한다.

2. 이론적 배경

2.1 이미지 및 비디오 개요

데이터 처리 용어로는 숫자 데이터(numerical data)와 문자 데이터(character data)를 정형 데이터(formatted data)라고 한다. 숫자와 문자 데이터를 제외한 텍스트, 이미지, 오디오, 비디오 등의 새로운 데이터들을 비정형 데이터(unformatted data)라고 한다.

일반적으로는 텍스트, 그래픽, 이미지, 애니메이션, 오디오, 비디오 등의 새로운 형태의 데이터를 멀티미디어 데이터(multimedia data)라고 한다. 멀티미디어 데이터라는 말은 비정형 데이터를 각각, 또는 이들의 조합을 의미하는 뜻으로 광범위하게 사용되고 있다.

- 텍스트(text) : 여러 라인에 걸친 많은 문자들로 구성된 데이터

- 그래픽(graphics) : 선, 원, 사각형 등 라인아트(line art) 형태로 드로잉(drawing)된 데이터. 예를 들어, 지도(map), 2/3차원 도면(2D/3D drawings), 3차원 가상현실 이미지(virtual reality image) 등. 동의어로 벡터 그래픽(vector graphics)이란 말이 사용된다.

- 이미지(image) : 픽셀(pixel)들의 2차원 행렬 형태로 구성된 데이터. 예를 들어, 사진이나 페이팅 프로그램으로 작성한 그림 등. 동의어

로 비트맵(bitmap), 픽셀맵(pixel map), 래스터 그래픽(raster graphics)이란 말이 사용된다. 비디오에 대비해 정지 이미지(still image)라고도 한다.

- 오디오(audio) : 귀로 들을 수 있는 청각 데이터. 예를 들어, 음성, 비음성, 음악 등. 동의어로 사운드란 말이 사용된다.
- 애니메이션(animation) : 원래는 만화영화를 뜻하나, 현재는 일련의 컴퓨터 그래픽을 이용해 움직이는 효과를 보여주는 데이터를 통칭한다. 예를 들어, 홈페이지 상의 움직이는 아이콘, 만화영화 등.
- 비디오(video) : 캠코더나 영화 카메라로 캡처한 데이터. 예를 들어, 개인적으로 촬영한 비디오나 영화 등. 이미지에 대비해 동영상(moving image 또는 motion image)이라고도 한다. 동영상을 동화상이라고도 한다.(나연복 2000)

Images	photographs, prints, maps, manuscripts, documents, drawings, paintings, movie stills, posters
Audio	songs, music, plays, interviews, oral histories, radio programs, speeches, lectures, performances, language recordings
Video/Film	full feature films, documentaries, news clips, anthropological/expedition

	footage, home movies, animation
Graphics	3D models, decorative designs and patterns, simulated walk-throughs of buildings, archeological sites, VRML
Multimedia	presentations, slide shows, SMIL files, QuickTime VR

표 1 Overview of Multimedia Type(Hunter 2002)

2.2 이미지 및 비디오 메타데이터의 유형

메타데이터에 대한 관심이 대두되고 있는 데에는 크게 두 가지 요인이 있다. 하나는 복잡한 멀티미디어 정보를 효율적으로 관리하게 위한 방안으로서 메타데이터를 사용한다는 것이고, 다른 한 가지는 이종의(heterogeneous) 시스템들 사이에서 야기되는 데이터의 불일치(inconsistency)문제를 해결하기 위한 방법으로서 메타데이터를 사용한다는 것이다. 이러한 메타데이터는 기존의 전통적인 데이터가 아닌 이미지나 비디오 등과 같은 멀티미디어 데이터에 대해 내용 기반 검색을 가능하게 한다.

비디오 데이터는 특성상 논리적, 계층적으로 구조화된 문서의 형태를 하고 있으며 시청각(audio-visual), 시공간(spatio-temporal) 정보뿐만 아니라 의미적(semantic) 정보를 포함하고 있기 때문에 비디오의 응용에 따른 사용자의 질의 요구를 분석하고 질의 유형을 파악하여, 사용자의 질의에 적절히 응답할 수 있도록 메타데이터를 분류하고 모델링 하는 작업이 필요하다. 모든 비디오 데이터는 자체에 대한 정보를 메타데이터를 통해 표현하고, 사용자는 어떠한 질의를 수행하더라도 메타데이터를 통하여 실제 데이터에 접근하기 때문에 메타데이터

는 사용자와 비디오 데이터를 연결하는 매개자 역할을 수행한다. 그러므로 효율적인 메타데이터의 구축은 비디오 데이터베이스의 성능을 향상시키고 활용도를 높일 수 있다.(임성은 2001)

멀티미디어 자원과 관련된 메타데이터는 다음의 5가지 카테고리로 분류할 수 있다.

- 서지 메타데이터 (Bibliographic metadata) - 멀티미디어 자원의 창작/생산(시간, 장소), 창작과 관련된 개인이나 기관(프로듀서, 디렉터, 캐스트), 자원의 주제 정보와 관련된 메타데이터이다. 제목, 초록, 주제, 장르 등이 이 메타데이터에 속한다.
- 형식 메타데이터(Formatting metadata) - 멀티미디어 자원의 포맷, 인코딩, 저장매체와 시스템의 사양 등에 관한 정보를 포함한다. 각각의 매체 유형에 따라 조금씩 다른 형식 메타데이터를 가진다.
- 구조 메타데이터(Structural metadata) - 멀티미디어 자원의 시간적, 공간적, 시공간적 세그먼트(씬, 샷, 프레임, 이미지 영역)와 이러한 세그먼트들 간의 관계를 다루는, 구조적 분해에 대한 메타데이터이다.
- 내용 메타데이터(Content metadata) - 멀티미디어 자원에 기록되어 있는, 혹은 설명하고 있는 실제적인 내용에 대한 색인을 다룬다. 내용 메타데이터는 사람, 객체, 장소나 사건을 묘사하는 자연어에서부터 컬러 히스토그램이나 볼륨과 같은 저수준 오디오, 비디오 특성에 이르기까지 매우 다양하다.
- 사건과 저작권 메타데이터(Events and rights metadata) - 이 메타데이터는 자원의 life history를 설명한다. 입수와 재배포에서부

터 reformatting, 편집, 재포장, 배포, 메타데이터 속성, 사용, 저작권 동의에 이르기까지의 모든 것을 포함한다.(Hunter 2002)

3. 기존의 이미지 및 비디오 메타데이터

3.1 이미지 메타데이터

더블린 코어는 현재 가장 범용적인 메타데이터이며, 대표적인 메타데이터이기도 하다. 아직 표준으로 지정되지는 않았지만 사실상 국제 표준처럼 널리 사용되고 있으며, 공식적인 표준화 작업이 단계적으로 진행중이다.

더블린 코어 메타데이터는 기본적으로 텍스트 유형의 정보를 기술하기 위해 개발되었기 때문에 이미지나 비디오 정보의 기술에는 한계가 있을 수 있다. 더블린 코어를 이용하여 이미지나 동영상 정보의 메타데이터를 기술할 때 발생하는 가장 큰 문제는 15개의 핵심 요소를 가지고는 이미지나 동영상의 정보를 충분히 기술하기 어렵다는 것이다. 특히 시각 정보 기술은 불가능하다. 비록 여러 가지 워크숍을 통해 이미지, 사운드, 동영상 등의 비텍스트(non-textual) 정보를 기술하는 더블린 코어의 가능성에 대한 논의가 이루어지고 있지만 기본적으로 하위 요소와 스키마를 이용한 15가지 요소의 확장에만 초점을 맞추고 있다. 이것은 실제 컨텐츠의 내용보다는 서지 정보를 기술하는 것에 더 가깝다.(Hunter 1999)

기술이 불가능한 시각 정보는 더블린 코어 메타데이터 요소를 확장시켜 시각정보 표현을 위한 요소를 추가시킴으로써 가능할 수 있다. 그러나 더블린 코어의 확장 문제는 민감한 사안이며, 확장의 방식으로 제안된 더블린 코어 공식 한정어 역시 기본적인 목적을 요소의 확장(expansion)에 두는 것이 아니라 요소 의미의 한정(qualification)에 두고 있다. 한정이란 요소의 의미를 여러 가지 측면으로 제한함으로써

그 의미를 정확하게 하는 것일 뿐 새로운 의미를 추가시킬 수 있는 것은 아니다. 따라서 이미지나 비디오 정보를 기술하는데 있어 더블린 코어가 가지는 부족한 점을 한정 매커니즘으로 해결할 수 있는 것은 아니다.(김진아 2001)

CDWA나 VRA Core Categories와 같은 시각 자원 관련 메타데이터들이 개발되었지만, 범위가 너무 광범위하고 카테고리화 핵심 요소만을 다루고 있어 이미지나 비디오와 같은 디지털 시각 자원의 복잡한 시각적 특징들을 기술하기에는 더블린 코어와 마찬가지로 한계가 있다.

이상을 요약하면, 텍스트 형식의 정보자원을 위주로 개발되었으며, 확장 매커니즘이 제한적인 더블린 코어는 이미지나 동영상의 서지 정보 및 의미 정보의 일부를 기술할 때에는 적합하지만, 시각 정보의 기술에는 한계를 가진다. 따라서 이미지나 비디오의 정보 메타데이터 기술을 위해 다른 메타데이터 체계에 의한 보완이 요구된다고 할 수 있다.

3.2 비디오 메타데이터

(1) MPEG-7

MPEG-7은 동영상 전문가 그룹인 MPEG(Moving Picture Experts Group)에서 개발 중인 ISO/IEC(International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission) 표준으로 공식 명칭은 '멀티미디어 콘텐츠 기술을 위한 인터페이스(Multimedia Content Description Interface)'이다.

MPEG은 디지털 오디오 및 동영상의 코딩과 관련된 표준을 개발하기 위해 1988년에 설립된 ISO/IEC 워킹그룹으로, 그동안 동영상 관련 국제표준인 MPEG-1(1992), MPEG-2 (1995), MPEG-4(1999)를 개발한 바 있다. 기존의 MPEG 표준이 주로 시청각 정보의 코딩 및 데이터 압축을 목표로 했다면, MPEG-7은 멀티미디어 정보를 기술하기 위한 공통의 인터페이

스 표준화에 초점을 두고 있다. 다시 말해 MPEG-7은 콘텐츠 자체를 표현하는 것이 아니라 콘텐츠에 대한 정보, 즉, 메타데이터를 표현한다는 점에서 기존의 표준들과 다르다. 기존의 MPEG 표준들이 멀티미디어 콘텐츠를 이용할 수 있도록 해주었다면, MPEG-7은 필요한 멀티미디어 콘텐츠의 검색을 가능하게 해준다는 의미를 가진다.

MPEG-7에서는 저작 및 생산, 이용, 콘텐츠의 구조적, 개념적 측면 등과 같은 다양한 관점에서 시청각 정보가 기술된다. 이와 같은 내용을 기술하기 위해서 MPEG-7에서는 기술자, 기술 체계, 기술 정의 언어를 내용 기술을 위한 도구로 사용하므로, 결국 이 세 가지 도구가 MPEG-7의 표준화 대상이 된다고 할 수 있다. 각각의 용어에 대한 간략히 설명하자면 다음과 같다.

- 기술자(descriptor, D) : 기술자는 멀티미디어 데이터의 내용상의 구별되는 특징(feature)을 표현하기 위한 기본이 되는 기술이다. 기술자는 특정 표현을 위한 구문(syntax)과 의미(semantics)를 정의한다. 컬러 히스토그램, 주파수의 평균 등이 기술자의 예이다. 다음의 표는 MPEG-7의 비주얼 기술자의 개요이다.

Color Descriptor	- Color Space
	- Color Quantization
	- Dominant Colors
	- Scalable Color
	- Color Layout
	- Color Structure Descriptor

	- GoF/GoP Color
Texture Descriptor	- Homogeneous Texture Descriptors
	- Texture Browsing
	- Edge Histogram
Shape Descriptor	- Region Shape
	- Contour Shape
	- Shape 3D
Motion Descriptor	- Camera Motion
	- Motion Trajectory
	- Parametric Motion
	- Motion Activity

표 2 MPEG-7 비주얼 기술자의 개요

- 기술 체계(description scheme, DS) : DS는 멀티미디어 객체와 이들이 표현하는 영역 전체에 대한 모델이다. 이는 하나의 주어진 기술에서 사용될 수 있는 기술자의 종류와 기술자간이나 기술구조간의 관계를 규정한다. 즉 DS는 구성 요소 사이의 관련성에 대한 구조와 의미를 정의하며 D와 DS를 동시에 구성 요소에 포함할 수 있다. 기술자가 특징을 표현하는 반면 기술 체계는 전체적인 기술 구조를 표현한다. 예를 들면, 영화는 장면(scene)과 샷(shot)으로 구성되는데 장면에서는 텍스트 기술자, 샷에서는 컬러, 움직임 및 오디오 기술자를 만들 수 있다.

- 기술 정의 언어(Description Definition Language, DDL) : DDL은 MPEG-7의 핵심부분으로 기술에 관련된 확고한 기반을 제공하여

사용자가 자기 자신의 DS와 D를 표현할 수 있도록 한다. DDL은 DS와 D를 조직적으로 표현하기 위한 구문 규칙을 정의하며 기존의 DS를 변경하고 확장하는 것을 허용한다. 따라서 기술정의언어는 시청각 정보를 모형화한 결과를 표현하는 스키마 언어라고 할 수 있다. 현재 MPEG-7에서는 XML 스키마 언어를 기술정의언어로 하되, 시청각 정보의 기술에 적합하도록 XML 스키마 언어의 부족한 부분을 확장, 보충하도록 권고하고 있다. (박용기 외 2002)

(2) Plateau

미국 Berkeley대학에서 개발한 주문형 비디오 시스템(VOD:Video-On-Demand)인 Plateau 시스템은 수백시간 분량의 비디오 데이터를 근거리 통신망(LAN)이나 인터넷을 통해 사용자들에게 제공하고, 지역적으로 서로 다른 위치에 저장된 비디오를 지역 비디오 파일 서버에 저장해 두었다가 재생시키는 분산 주문형 비디오 시스템이다. 주문형 비디오 시스템에서는 많은 양의 비디오 데이터베이스 중에서 원하는 비디오의 위치를 효율적으로 찾아서 제공하는 것이 중요한 문제점으로 대두되고 있다.

Plateau 시스템은 스키마의 중요 정보로서 사용자가 요청하는 질의 유형을 만족시키기 위해 4가지 인덱스형 (Bibliographic, Structural, Object, Keyword)을 제공하며, 인덱스들은 POSTGRES DBMS에 저장되고 물리적 저장장치에 저장된 비디오, 오디오 데이터의 위치를 가리키는 포인터를 가진다. Plateau는 다양한 응용 분야에 적합하도록 모델링 하였기 때문에 모델이 간단명료하고 응용분야에서는 전문성을 띠고 있으나 범용성이 부족하다는 단점이 있다.

(3) ViMod

ViMod는 미국 Michigan 대학에서 개발된 뉴스제작을 위한 메타데이터 모델로서

Xenomania와 같은 시각 정보관리 시스템에서 사용되고 있다. ViMod는 질의의 특성을 질의의 확실성, 질의의 차원성, 데이터 의존성 관점에서 정지영상과 비디오 영상으로 분류하고 그 하위 레벨을 내용 의존적인 영상과 내용 독립적인 영상으로 분류하였다.

4. 결론

이미지와 비디오가 효율적으로 검색되고 이용되기 위해서는 메타데이터가 구조적으로 기술될 필요가 있다. 본 논문에서는 메타데이터 구축 체계의 기반으로 MPEG-7과 Plateau, ViMod에 대해 분석하였다. MPEG-7은 저작 및 생산, 이용, 콘텐츠의 구조적, 개념적 측면 등과 같은 다양한 관점에서 포괄적으로 시청각 정보를 기술하도록 한다. Plateau는 응용 분야에 적합하도록 모델링 하였기 때문에 모델이 간단명료하고 응용분야에서는 전문성을 띠고 있으나 범용성이 부족하다는 단점이 있다. ViMod는 질의의 특성을 질의의 확실성, 질의의 차원성, 데이터 의존성 관점에서 정지영상과 비디오 영상으로 분류하고 그 하위 레벨을 내용 의존적인 영상과 내용 독립적인 영상으로 분류하였다.

비디오를 비롯하여 멀티미디어라는 매체가 가지는 우수한 정보 전달 능력을 고려할 때, 앞으로 각종 영역에서 멀티미디어 정보가 차지하는 비중 및 중요성은 계속해서 높아질 것이고, 이에 따라 비디오 정보에 효과적이고 효율적으로 접근할 수 있는 대안들에 대한 연구는 앞으로도 활발히 진행될 것이다.

참고문헌

신동일, 신동규. 2002. 멀티미디어 데이터베이스 개론. 서울: 인터비전.
 최윤철, 고건. 2002. 멀티미디어 배움터. 서울: 생능출판사.
 박용기 외. 2002. 디지털 멀티미디어 개론. 서

울: 교보문고.
 나연목. 2000. 멀티미디어 개론. 서울: 생능출판사.
 김우생, 김진웅, 임문철. 1998. MPEG-7 표준화 및 내용기반 검색. 『전자공학회지』, 25(8)
 김성희. 2004. 내용기반 이미지 및 비디오 검색 시스템 성능분석에 관한 연구. 『한국비블리아』, 15(2)
 김진아, 김태수. 2001. 동영상 정보의 메타데이터 구축에 관한 연구. 『한국정보관리학회지』, 18(4).
 김현술. 2001. 『색상, 형태 및 질감 정보를 이용한 내용 기반 영상 검색에 관한 연구』. 박사학위논문, 연세대학교, 전기전자공학과.
 민인식. 2000. 『메타데이터를 이용한 UAV 동영상 검색시스템에 관한 연구』. 석사학위논문, 국방대학교, 전산정보전공.
 임성은. 2001. 『XML 기반 비디오 메타데이터 모델링 및 구현』. 석사학위논문, 이화여자대학교 과학기술대학원, 컴퓨터학과.
 Hunter, J. and Iannella, R.. 1998. *The Application of Metadata Standards to Video Indexing*. [cited 2005.08.12].
 <<http://archive.dstc.edu.au/RDU/staff/jane-hunter/ECDL2/final.html>>
 Hunter, J. and Armstrong, L.. 1999. *A Comparison of Schemas for Video Metadata Representation*. WWW8, Toronto, May 10-14. [cited 2005.08.12].
 <
<http://archive.dstc.edu.au/RDU/staff/jane-hunter/www8/paper.html>>
 Hunter, J. 2002. *Combining the CIDOC/CRM and MPEG-7 to Describe Multimedia in Museums*. Museums on the Web, Boston, April.

[cited 2005.08.12].
<<http://archive.dstc.edu.au/RDU/staff/jane-hunter/MW2002/paper.html>>

- Rowe, L.A., Boreczky, J.S. and Eads C.A.. 1994. "Indexes for User Access to Large Video Databases". *Proc. of the IS&T/SPIE Symposium on Electronic Imaging Science and Technology, Conf. on Storage and Retrieval for Image and Video Databases II*, San Jose, CA, Feb.
- Jain R. and Hampapur A.. 1994. "Metadata in Video Databases," *SIGMOD Record*, 23(Dec),