

내용기반 비디오 검색을 위한 MPEG-7 비주얼 디스크립터 분석

The Analysis of Visual Descriptors for Content-based Video Retrieval

김 성 희(Seong-Hee Kim)*

초 록

본 논문의 목적은 멀티미디어 내용을 표현하기 위해 제정된 MPEG-7 비주얼 디스크립터를 설명하고 분석하기 위한 것이다. MPEG-7의 비주얼 디스크립터는 컬러, 모양, 질감, 모션으로 구성되어 있으며 이들 각각의 요소들에 대해 예제 및 응용분야와 더불어 자세히 설명하고 있다. 마지막으로 본 연구에서는 이들 비주얼 디스크립터에 대한 전반적인 응용분야를 기술하고 있다. 이러한 비주얼 디스크립터들은 다양한 모양의 멀티미디어 내용을 인간의 개입 없이 자동으로 풍부하고 상세하게 표현할 수 있으며 내용 표현의 일관성을 유지하게 함으로써 멀티미디어 검색의 성능을 향상시킬 뿐 아니라 시스템간의 상호운영성을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

ABSTRACT

The main purpose of this paper is to explain and analyze visual descriptors of MPEG-7 for representing multimedia content. This study describes MPEG-7 visual descriptors that are made of color, shape, texture, and motion using some examples and application areas in detail. As a result, those visual descriptors can represent the rich and deep features in multimedia contents domain. Also, the use of those descriptors will increase the retrieval effectiveness as well as the interoperability among systems through the consistency of the content representation.

키워드: MPEG-7, 내용기반 검색, 비디오 검색, 비주얼 디스크립터
MPEG-7, Content-based retrieval, video retrieval, visual descriptor

* 중앙대학교 문헌정보학과 부교수(seonghee@cau.ac.kr)
논문접수일자 2005년 11월 14일 논문심사일자 2005년 11월 25일 게재확정일자 2005년 12월 13일

1. 서론

인터넷의 확산, 디지털 방송의 등장 그리고 대용량 저장매체의 저 비용생산으로 멀티미디어 데이터양이 기하급수적으로 증가함에 따라 멀티미디어데이터의 내용을 효과적으로 표현, 저장, 검색, 전송을 가능하게 하기 위한 필요성이 대두되었다.

멀티미디어정보 중에서 사용자가 필요로 하는 내용의 정보를 시각화 기법으로 찾기 위해서는 기존의 키워드 기반 정보검색 방법만으로 검색하면 많은 문제가 발생한다. 기존의 문자 기반 검색기법은 단순히 문자만을 중심으로 분석하고 색인하기 때문에 효율적으로 멀티미디어 데이터를 검색하기 위해서는 내용기반검색 방법이 요구되고 있다.

또한 최근 다양한 디지털 기기들의 발달과 이들의 대중적 보급으로 디지털 이미지나 비디오의 제작이나 저장 등의 활용이 일반화 되고 있다. 또한 인터넷의 전 세계적인 확산은 멀티미디어의 양적 팽창을 돕는데 큰 역할을 하고 있다. 멀티미디어 데이터의 양적/ 질적 팽창은 검색기술의 필요성을 한층 부각시키는 결과를 가져오게 되었다. 이러한 이유로 세계적으로 원하는 데이터를 쉽고 정확하게 찾으려는 연구들에 대한 활발한 진행이 이루어지고 있는 상황이다. 효율적인 검색을 위하여 반드시 이루어져야 할 기반적 요소가 바로 데이터의 적절한 표현이라 하겠다. MPEG-7은 그 정식 명칭인 “멀티미디어 콘텐츠 표현에 관한 인터페이스”에서 알 수 있듯이 검색을 위한 콘텐츠 표현의 규격을 만드는데 그 목적을 두고 있다 (Chang 2001). 이러한 멀티미디어 메타데이

터의 국제 표준인 MPEG-7 표준화 활동이 활발히 이루어짐과 함께, 메타데이터를 이용한 멀티미디어 콘텐츠 서비스가 멀티미디어 환경에서 중요한 응용 분야로 자리매김할 것으로 예상된다.

따라서 본 논문에서는 멀티미디어 내용을 효율적으로 표현함으로써 내용기반 검색을 향상시킬 수 있도록 MPEG-7 비주얼 디스크립터 (visual descriptor)를 분석하고 그 응용분야를 제시하고자 한다. 본 논문에서 다루는 내용으로는 먼저 내용기반검색 및 내용기반 검색시스템을 기술하고 MPEG-7에 대해 간략하게 소개하고자 한다. 이어서 방대한 MPEG-7 내용 중 비디오 내용 기술을 위한 비주얼 디스크립터를 컬러(color), 질감(texture), 모양(shape), 움직임(motion) 등으로 구분해서 분석한 후 그 응용분야에 대해 살펴보고자 한다. 이러한 연구는 방대한 동영상 정보의 자동적인 분류 및 검색을 가능하게 하고, 기존의 문자기반 방식의 문제점을 해결하고, 또한 주관적인 해석을 배제하여 동영상 데이터에 대한 일관적인 접근이 가능한 내용기반 검색시스템 개발에 기초 자료를 제공할 수 있을 것이다.

2. 이론적 배경

2.1 내용기반검색시스템

현재 미국의 경우 내용기반 이미지 및 비디오 검색시스템은 크게 상업용, 연구용으로 구분되어 약 70여개의 시스템이 있는 것으로 조사되었다. 이들 중에서 현재 여러 연구기관이

나 대학 등에서 개발된 대표적인 내용기반검색 시스템들에 대하여 간략히 설명하고자 한다. 이는 내용 검색시스템 개발자들과 연구자들에게 실제 개발된 검색시스템에 대한 정보를 공유함으로써 내용기반검색시스템에 대한 길잡이를 주고자 하는데 그 목적이 있다.

1) VisualSEEK 시스템

Columbia University at New York 에서 개발한 최초의 종합적인 검색시스템으로 이미지영역 칼라, 모양, 공간적 위치 및 키워드에 의한 검색을 제공한다. 자동으로 이미지들을 웹에서 획득하여 적당한 카테고리로 분류하고 이들은 알맞은 키워드로 저장된다. 검색을 할 때 분류된 카테고리 안에서만 검색하도록 정의되어 있으며, 피드백 기능을 제공한다.

2) MARS 시스템

Illinois 대학에서 만든 이미지검색시스템으로 사용자 피드백 기능을 강화한 시스템이다. 사용자의 피드백은 각 특징에 대한 가중치 값을 조절하는데 사용되며, 이러한 가중치 조절을 통하여 각기 다른 방식의 유사도 측정이 이용된다.¹⁾

3) Blobworld 시스템

종합적이고 복합적인 컬러영역을 검색 기술을 응용하여 University of California at Berkley 에서 만든 시스템이다. 칼라처리 기술에 기반

을 둔 검색시스템으로 영역별 검색기술도 제공한다.²⁾

4) QBIC 시스템

IBM에서 개발한 이미지검색시스템으로 가장 널리 알려진 제품이다. 키워드에 의한 검색 및 칼라, 질감, 모양 등의 특징 조합을 이용한 검색을 지원한다. 현재 흑백 이미지의 검색과 비디오 스토리보드 생성 등의 추가 기능이 첨부되어 있다. 검색 질의 방식으로는 팔레트에서의 선택, 예제기반검색, 모양검색 등이 제공되고 있다.

5) Photobook 시스템

MIT 에서 개발한 초반 콘텐츠 기반이미지 검색의 대표적 시스템으로 모양, 질감 등 여러 종류의 특징을 사용하여 이미지를 검색한다. 이 시스템의 특징은 사용자가 적절한 특징을 선택하여 검색에 사용할 수 있다는 것이다.³⁾

6) Virage 시스템

이 시스템은 질의(query) 인터페이스나 특정 이미지들을 위한 추가적 모듈에 대한 확장이 용이 하도록 제작되었다. 현재 Altavista 의 AV Photo Finder에서 사용 중이며 콘텐츠를 유사도를 이용한 이미지 검색에 사용되고 있다. 또한 Videologger 제품에는 비디오 데이터의 관리에 관한 기술들이 추가되어 있다.⁴⁾

1) <http://jadzia.ifp.uiuc.edu:8001/>.

2) <http://elib.cs.berkeley.edu/photos/blobworld>

3) <http://whitechapel.media.mit.edu/vismod/demos/photobook>

4) www.virage.com

위에 열거한 시스템 이외에도 Synapse Surfimage, Netra, Informedia, PicHunter 등 최근 들어 내용기반검색시스템의 개발이 전세계적으로 활발히 진행되고 지속적으로 그 결과물들이 발표되고 있다. 이러한 검색시스템들에 대한 검색 성능의 평가는 정확한 판단 기준을 정하기가 어렵다. 이는 검색 결과를 객관적으로 증명할 만한 어떤 척도가 미비하기 때문이다. 사용자의 검색 결과물에 대한 피드백을 이용하여 시스템의 가치를 재조정하는 방식에 대한 연구가 계속적으로 수행되는 이유는 검색 결과의 평가가 이용자마다 다르게 나타날 수 있기 때문이다 (Kulkarni, et al., 1999)

현재까지 개발된 여러 검색시스템들은 데이터를 표현하는데 각각의 특징 값들을 사용하여 검색을 수행하였다. 그러나 이러한 데이터 표현의 불일치성은 하나의 데이터에 대해서도 서로 다른 표현으로 나타나게 되므로, 데이터 표현에 대한 불필요한 중복성을 유발시킨다. 이러한 표현에 대한 이질감을 극복하여 동일한 데이터 표현으로 나타내게 하고자 하는 것이 바로 MPEG-7 표준화의 목적이라 하겠다.

2.2 선행연구

그동안 MPEG-7의 표준화와 맞물려 MPEG-7의 효율성과 이를 이용한 검색시스템들에 대한 연구가 발표되어 왔다. Johnson(2001)은 그의 논문에서 멀티미디어와 MPEG-7의 관계에 대하여 설명하고 있다. 각 비주얼 디스크립터들에 대한 연구로 Jeannin(2001) 등은 Motion Activity와 Motion Trajectory 디스크립터를 이용한 응용 시나리오를 보였으며,

Bober(2001)는 Contour Shape 디스크립터와 어플리케이션에 대하여 설명하였고, Messing(2001) 등은 컬러(color)와 지역 공간 정보를 이용한 검색 응용에 대하여 제시하였다. MPEG-7 기술을 이용한 실제 시스템 개발에 관련된 연구들도 최근 발표되고 있다. Echigo(2001) 등 IBM과 NTT의 연구원들은 모바일 폰에서의 개인 휴대폰 전송에 적합하게 요약한 비디오 전송에 관한 연구를 제시하였으며, Ebrahimi(2001) 등은 근래에 표준의 활용성이 증가할 것으로 예상되고 있는 응용분야인 물체추적, 가상현실 또는 가상 디스플레이 등의 분야를 위한 MPEG-7 카메라에 대하여 소개하였다. 이들은 MPEG-7이 활용될 수 있는 각각의 응용분야에 대한 좋은 제안들을 하고 있으나, 표준의 어떤 항목을 사용하여 시스템 개발에 실제적으로 적용할 것인지에 대한 분석과 내용은 부족하다. 이는 현재 MPEG-7표준이 실제 사용을 위한 표준화 프로파일링 단계에 머물러 있어 예상 가능한 각각의 응용분야를 위한 적합한 구조가 정의되어 있지 않기 때문이다. 또한 국내에서 아직까지 MPEG-7의 비주얼 디스크립터만을 대상으로 전체적인 분석을 한 연구는 없다.

2.3 MPEG-7

MPEG-7은 국제 표준화 기구인 ISO 와 IEC의 연합기술위원회 산하의 MPEG에서 Multimedia Content Description Interface라는 이름으로 멀티미디어 데이터의 내용기반 검색을 위한 내용 표현 방식에 관한 국제 표준화 작업이다. MPEG-7의 목적은 멀티미디어정

보에 대한 기술을 표준화하는 것이다. 기술을 표준화한다는 것은 멀티미디어정보를 기술하기 위한 표준 디스크립터(descriptor)를 제공하고, 디스크립터와 디스크립터들간의 관계를 정의하는 방법을 표준화하는 것을 의미한다. 최근 들어 여러 분야에서 시청각 정보의 생산과 이용이 활발해지면서, 효율적인 시청각 정보 검색 도구가 부족하다는 문제에 직면하게 되었는데, MPEG-7은 이에 대한 해결책으로 멀티미디어정보에 대한 기술 방식을 표준화시킴으로써 멀티미디어정보의 효율적이고 신속한 검색을 가능케 하고자 한다.

이전의 MPEG 표준들은 저장매체에 동화상 및 오디오 정보를 저장 및 검색하기 위한 MPEG-1, 디지털 텔레비전 방송을 위한 MPEG-2, 인터넷 및 이동통신에서 사용되는 멀티미디어 응용인 MPEG-4와 같이 동화상 또는 오디오 정보를 압축하거나 전송하기 위한 것이 목적이었다. 이에 비해 MPEG-7은 멀티미디어 데이터를 서술하기 위한 표준으로 제안되었다. 1996년 10월 멀티미디어 내의 시청각 데이터 콘텐츠를 서술하기 위한 표준을 만들기 위한 MPEG-7 그룹이 결성되었고, 이후 평가와

실험 모델을 거쳐 2001년 9월에 표준이 되었다.

MPEG-7은 콘텐츠 자체를 표현하는 것이 아니라 콘텐츠에 대한 정보, 즉, 메타데이터를 표현한다는 점에서 기존의 표준들과 다르며, 기존의 MPEG 표준들이 멀티미디어 콘텐츠를 이용할 수 있도록 해주었다면, MPEG-7은 필요한 멀티미디어 콘텐츠 검색을 가능하게 해준다는 의미를 가진다. 2001년 제정된 MPEG-7 표준 버전 1은 크게 7개의 파트로 구성되어 있다(Manjunath, et al., 2002).

표 1은 MPEG-7 표준의 전체적인 구성부분이다.

표 1에 나타난 MPEG-7 표준 문서를 접하게 되면 대부분의 많은 표준에서도 그렇듯이 그 내용이 방대하고 초보자가 접하기에는 한계가 있다는 것을 알 수 있다. 이는 표준에 특성상 가능한 많은 분야를 포함해야 하기 때문에 발생한 것이다. 이러한 방대한 내용은 실제 시스템 개발자로 하여금 혼란을 야기할 수도 있다. 현재 표준화 회의에서는 실제 사용에 관한 가이드를 주기위하여 Part-8로 'Extraction and Use of MPEG-7 Descriptions'를 두고 있다. 따라서 여기서는 이상의 7개 파트 중에서 내용

(표 1) MPEG-7 표준의 구성

내용	
Part-1 : System	콘텐츠와 디스크립터들 간의 동기화를 위한 효율적인 전송과 저장에 관한 부분, 관리와 지적 재산권 보호 등도 포함되어있다.
Part-2 : DDL (Description Definition Language)	새로운 디스크립터 스키마를 표현하기 위한 언어
Part-3 : Visual	비주얼 정보의 표현과 표현 스키마에 대한 부분
Part-4 : Audio	오디오 정보의 표현과 표현 스키마에 관한 부분
Part-5 : MDS (Generic Entities and Multimedia Description Schemes)	일반적인 멀티미디어 표현과 표현 스키마에 관한 부분
Part-6 : Reference Software	표준에 포함되어 있는 소프트웨어에 관한 부분
Part-7 : Conformance Testing	MPEG-7 표현과 터미널에 대한 적합성 테스트에 대한 부분

기반 이미지 및 비디오검색과 관련이 있는 Part-3에 대한 내용만 다룰 것이다.

3. MPEG-7 visual descriptors 분석

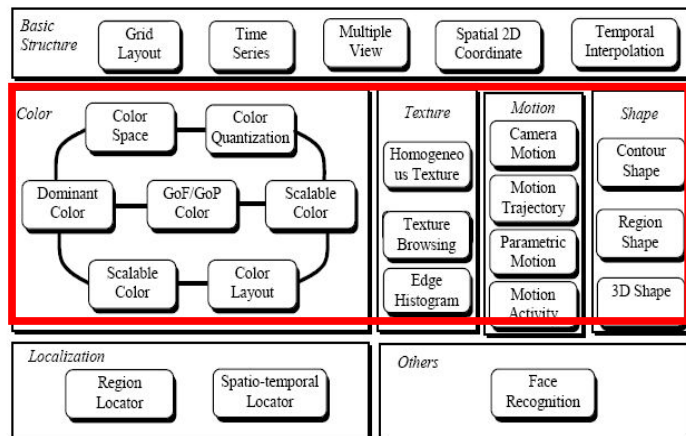
MPEG-7은 멀티미디어 데이터의 내용에 대한 표현 방법을 다루는 것으로서 크게 음성이나 음향정보를 포함한 오디오 데이터에 대한 내용기반 검색, 사진이나 그래픽을 포함한 정지영상 데이터에 대한 내용기반검색 그리고 비디오를 포함한 동영상 데이터에 대한 내용기반 검색으로 구분할 수 있다. 여기서는 이상의 내용 중에서 음향정보를 제외한 비주얼 디스크립터들만을 분석하는 것을 목적으로 하였다.

먼저 MPEG-7에서 디스크립터(Descriptor)는 기술하고자 하는 데이터의 특징을 표현하기 위해 사용되며 구문과 의미가 정의되어 있

다. 데이터의 특징이란 이용자에게 의미 있을 만한 데이터의 특징을 말한다. 예를 들어, 이미지를 기술하기 위해 '색상'이라는 특징을 사용한다면 이를 표현하기 위한 디스크립터로는 색상 히스토그램, RGB 벡터, 문자열 등이 있을 수 있고, 디스크립터의 값은 RGB=(255, 255, 255) 혹은 colorstring="red"와 같은 식으로 표현될 수 있다.

MPEG-7 비주얼 디스크립터는 크게 각 디스크립터들의 표현의 기반을 제공하는 기본 구성(Basic Structure)과 칼라, 질감, 모양, 움직임, 영역 그리고 얼굴 등의 모양으로 구성되어 있다. MPEG 7의 비주얼 디스크립터의 종류는 그림 1과 같다. 이상의 디스크립터 중에서 내용기반검색을 위한 대표적인 특징인 칼라, 텍스처, 모양, 움직임(그림 1에서 굵은선 참조) 등을 기준으로 해서 분석하고자 한다.

그림 1에서 보는바와 같이 내용기반검색을



(그림 1) MPEG-7 visual descriptors⁵⁾

5) MPEG-7 Text of 15938-3 2001 FDIS Information Technology Multimedia Content Description Interface <ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N4358> Sydney.

위한 비주얼 디스크립터는 color, shape, texture, motion으로 구분되며 이에 대한 각 하위 디스크립터는 표 2와 같다.

3. 1 Color Descriptor

내용 기반 이미지 검색의 관점에서, 컬러는 이미지들로부터 정보를 추출하는데 있어 매우 중요한 속성으로 히스토그램을 이용한 영상검색의 응용에 많이 이용되고 있으며 영상의 기하학적인 변화, 즉 축척(scale), 방향(orientation), 원근(perspective)에 비교적 강하다는 속성은 컬러공간(Color Space), 컬러 양자화(Color Quantization), 지배색(Dominant Color), 스케일러블 컬러(Scalable Color), 컬러 레이아웃(Color Layout), 컬러구조(Color Structure), 컬러히스토그램(GoF/GoP color histogram)

등 7가지 컬러 디스크립터가 있다.

(1) Color Space Descriptor; CSD

Color space(색상공간)은 다른 디스크립터 즉, dominant color, color histogram 등과 함께 사용하여 특정 어플리케이션에서 색상공간을 정의한다. 현재 정의된 color space는 RGB, YUV, HSV(hue-saturation-value), HMMD(Hue, Max, Min, Diff), mono chrome 과 RGB에 대한 변환(linear transformation)이 있다. RGB와 YUV는 컴퓨터나 비디오에서 사용되는 색상공간으로 현재 default color space로 되어 있다. HSV와 HMMD는 검색에서 월등히 좋은 결과를 보여주고 있다. 현재 HMMD는 Color structure 디스크립터의 default color space로 되어있으며 나머지 디스크립터에서는 HSV가 사용된다. Monochrome color space는 흑백영상을 처리할 수 있도록 한다.

(표 2) MPEG-7비주얼 디스크립터의 종류

요소	요소
컬러 (Color Descriptor)	Color Space(CSD)
	Color Quantization
	Dominant Colors(DCD)
	Scalable Color(SCD)
	Color Layout(CLD)
	Color Structure(CSD)
	GoF/GoP Color
질감 (Texture Descriptor)	Edge Histogram(EHD)
	Homogeneous Texture(HTD)
	Texture Browsing(TBD)
모양 (Shape Descriptor)	Region Shape
	Contour Shape
	Shape 3D
움직임 (Motion Descriptor)	Camera Motion
	Motion Trajectory
	Parametric Motion
	Motion Activity

(2) Color Quantization

이 디스크립터는 색상공간의 quantization 을 정의하며 linear, non-linear quantizers와 look-up tables을 지원한다. Quantizers가 만들어내는 bin의 개수는 필요에 따라 조정될 수 있으며 이로 인하여 다양한 응용 분야에 커다란 유연성을 준다. 비선형 양자화(non-linear quantizer)의 경우 bin의 너비(width)도 조정 가능하다. 색상 양자화 디스크립터는 응용에서 의미를 갖기 위해서는 다른 디스크립터와 함께 사용되어야 한다.

(3) Dominant Color Descriptor: DCD

Dominant color 는 어느 특정 색상이나 적은 수의 색상이 이미지 전체 또는 일부 지역에서 충분히 dominant해서 이미지의 특징(feature)을 대표할 수 있을 때 사용되는 디스크립터이다. 일부 영역에서의 색상 특징 추출을 위하여 color quantization을 사용한다. 지역별로 각각의 quantized 된 색상의 수가 계산되고 전체 디스크립터에서의 confidence measure가 정의되며 유사도 검색에 사용된다.

(4) Scalable Color Descriptor: SCD

색상의 compact descriptor인 이 디스크립터는 63bits로 구성되었으며 이 비트는 색상 히스토그램에서 Harr transform coefficients를 이용한 binary quantization에 의하여 얻어진다. 이 방법은 색상 히스토그램의 질적인 표현을 나타낸다. 두 이미지간의 유사도는 디스크립터간의 Hamming distance이며 따라서 계산의 속도가 매우 빠르다. 이 디스크립터는 많은 저장 공간을 필요치 않기 때문에 저장 공간

을 많이 필요하지 않는 응용에 적합하다. 한편 유사도 계산이 매우 간단하여 대용량 데이터베이스에서도 적용이 용이하며 디스크립터가 매우 작기 때문에 streaming 등이 관련된 응용에 활용될 수 있다.

(5) Color Layout Descriptor: CLD

Color Layout 은 색상의 공간적인 분포(spatial distribution of color)를 나타낸다. 단지 64bits의 bin 개수로 이미지가 갖는 색상의 공간적인 분포를 표현할 수 있으며 유사도 계산도 매우 단순하여 매우 빠른 검색기능을 제공한다. 또한 자연 영상 이미지나 스케치 이미지를 쿼리로 사용할 수 있다. 디스크립터는 8x8 icon의 DCT 계수를 포함하며 8x8 grid layout에서의 dominant color의 집합을 정의한다. Coefficients의 개수는 가변 해상도(resolution scalability)를 제공한다.

(6) Color Structure Descriptor

Color-Structure는 정지영상에서 색상을 이용한 이미지 검색을 목적으로 한다(image-to-image matching). Color-structure 는 지역(local)색상 구조 정보를 히스토그램에 접목시킨 것이다. 특징 정보 추출에서 각 픽셀의 색상 정보를 독립적으로 추출하는 것이 아니라 이웃 한 픽셀의 색상 정보를 함께 고려한다. Color-structure 는 일반적인 히스토그램에 비하여 성능이 좋다고 한다.

(7) GoF/GoP color histogram

GoF/GoP color histogram 은 한 장의 이미지가 갖는 색상 히스토그램에서 비디오 세그먼트

트가 갖는 여러 장의 이미지 모음이 갖는 색상 히스토그램까지 확장될 수 있다. 추가적인 2bit 가 히스토그램 타입이 average, median, intersection을 나타내기 위하여 사용된다. Average histogram은 모든 프레임의 히스토그램 값을 평균한 것이다. Median histogram은 모든 구간의 히스토그램의 median을 나타낸다. Median histogram은 반올림의 오류 등을 줄일 수 있다. Intersection histogram은 모든 구간에서 가장 덜 공통적인 색상 특성을 나타낸다. 주의할 것은 intersection histogram과 scalable measure를 위한 histogram intersection과는 다르다는 것이다. Measure에 있어서는 다른 히스토그램과 같은 방법을 사용한다.

3. 2 Texture Descriptors

질감 디스크립터와 관련된 것은 Edge Histogram, Texture Browsing, Homogeneous Texture 세 가지이다.

(1) Edge Histogram

에지 히스토그램은 방향성 에지 종류와 비방향성 에지 하나로 이미지가 갖는 에지의 공간적 분포를 표현한다. 에지 히스토그램 디스크립터는 이미지가 갖는 에지 분포를 갖기 때문에 사용자가 생각하는 주관적인 물체에 입각한 자연영상의 이미지 검색이 가능하다.

(2) Homogeneous Texture

이미지가 갖는 질감은 매우 중요한 시각적 특징(feature)이며 비슷한 패턴을 대용량의 이미지 데이터베이스에 검색하는 중요성이 크

다. 여기서 이미지는 어떤 특정 패턴의 연속 또는 모자이크라 볼 수 있으며 어느 특정 부분의 패턴을 이용하여 이미지 데이터를 색인 할 수 있다. 예를 들어 항공사진으로부터 사용자는 주차장만을 골라서 색인할 수 있다. 주차장에 정렬된 자동차는 하나의 패턴으로 볼 수 있으며 이를 검색할 수 있는 것이다. 두 종류의 질감 디스크립터가 WD에 추천되었다. 이들 두 디스크립터의 계산은 Scale 과 Orientation 선택 kernels을 이용하여 필터링을 한다. 첫 번째 디스크립터는 구조(structured ness), 방향성(directionality), coarseness(scale) 등에 근거한 질감의 perceptual characterization과 관련이 있다. 이 디스크립터는 질감의 type application 과 coarse classification 를 브라우징 하는데 매우 유용하다. 이 디스크립터를 texture browsing descriptor라고 부른다. 두 번째 디스크립터는 정확한 탐색과 검색을 위한 양적인 표현을 제공한다. 이 디스크립터를 homogeneous texture descriptor라고 부른다. 합쳐서 이 두 디스크립터는 이미지가 갖는 homogeneous texture 영역을 나타낼 수 있는 방법을 제공한다.

(3) Texture Browsing

질감의 type application을 browsing하는데 유용하다. 디스크립터 사이즈는 12bits(maximum)이며 사람의 perceptual characterization에 근접한 structured coarseness와 directionality를 제공한다. 계산방법은: (1) 이미지를 orientation과 scale tuned filter를 사용하여 필터링한다. 필터링된 결과로 두개의 주된 질감 방향을 결정한다. Dominant orientation

과 함께 필터링된 이미지의 projection을 분석하여 이미지의 regularity와 coarseness를 결정한다. 2차 dominant orientation과 2차 scale feature는 옵션이다.

3. 3 Shape Descriptor

MPEG-7 표준에는 영역 모양 및 윤곽 모양 3D 모양의 3가지의 모양 요소가 있다.

(1) Region-based shape

본 형태 요소는 객체의 영역이 가지는 특징에 대하여 기술하고 있으며, 이미지의 사소한 변형에도 강력한 검색 능력을 보일 수 있도록 정의되어 있다.

객체의 형태는 그림과 같이 하나의 영역이나 몇 개의 영역으로 구성된다. 영역 형태는 형태를 이루는 모든 픽셀의 집합이므로 그림 2의 (a)와 (b) 같은 간단한 형태뿐만 아니라 내부에 몇 개의 홀이나 가장자리와 접촉된 홀이 있는 (c), (d), (e)와 같은 복잡한 형태도 표현할 수 있다.

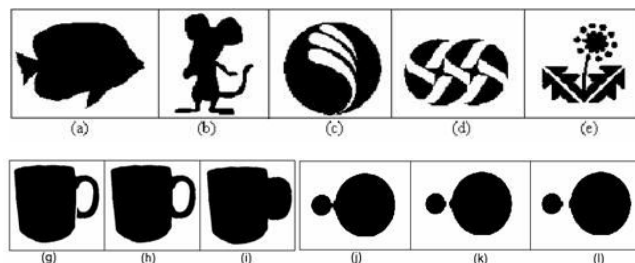
그림 2의 (g), (h), (i)는 똑같이 컵의 형태

에 대한 형태지만, 손잡이에 차이점이 있다. (g)는 손잡이 부분이 떨어진 부분이 있는데, (i)는 손잡이 부분이 완전히 까맣게 채워져 있다. 영역 형태 요소는 (g)와 (h)는 유사한 것으로 보지만, (i)의 경우는 손잡이 부분이 닫혀 있기 때문에 (g)와 (i)는 다른 이미지로 본다. 마찬가지로 (j), (k), (l)은 두 개의 원이 분리되는 과정의 동영상 시퀀스를 보여주고 있는데, 영역 형태를 가지고 유사도를 측정할 경우 세 이미지의 유사도는 매우 높다. 이미지에서 검은 픽셀이 있는 곳은 1에, 흰 배경은 0에 대응하기 때문이다.

이 요소의 특징으로는 사이즈가 작아서 추출과 매칭이 빠르다는 것이다. 이 요소의 데이터 사이즈는 17.5 byte로 고정되어 있다. 특징 추출과 매칭 과정은 간단하고, 동영상 데이터 프로세싱의 트래킹 형태에 적합하다.

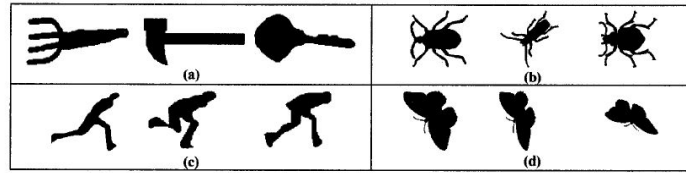
(2) Contour Shape

Contour-based shape descriptor는 contour에 기반한 물체의 모양을 기술한다(curvature scale-space representation). Contour-based shape descriptor의 특징은:

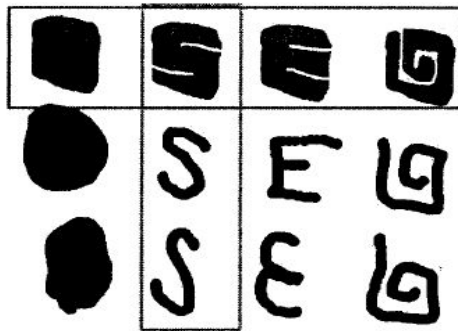


(그림 2) Region-based shape descriptor 6)

6) ISO/IEC JTC1/SC29/WG11/N2725, 1999. *Overview of the MPEG-4 Standard*, [2005-03-25] <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm>.



(그림 3) contour shape descriptor를 이용한 검색 예 7)



(그림 4) region모양과 contour 모양의 유사도8)

- 유사도 기반 검색
- human visual perception 반영
- robust to non-rigid motion, partial occlusion of the shape, perspective transformation
- compact

다음은 실제 검색 결과 예이다(그림 3).

region-based shape 요소와 contour shape 요소의 차이점은 그림 4에서 더 정확히 드러난다. 가로는 영역 모양이 비슷한 그룹이고, 세로는 윤곽 모양이 비슷한 그룹이다(Bober 2001).

(3) 3차원 모양(Shape 3D)

멀티미디어 기술의 발달과 함께 가상 세계는

현실성이 증가되었고 3차원 모양은 오늘날 정보 시스템에서 일반적인 특징이 되었다. 일반적으로 3차원 객체의 모양은 다양한 각도에서 찍은 2차원 모양의 모양을 바탕으로 만들어지며, 다각형의 그물로 표현된다. 따라서 2차원 모양은 3차원 객체의 여러 각도에서의 모양 중 하나이다. 3차원 객체 사이의 유사도를 측정하기 위해서는 여러 개의 2차원 모양의 이미지들의 그룹을 비교하면 된다.

3. 4 Motion Descriptors

움직임 요소에는 Camera Motion, Object Motion Trajectory(객체 움직임 궤적), 파라메트릭(parametric) 객체 움직임 및 Motion

7) Bober, op. cit.

8) Bober, op. cit.

Activity(움직임 정도)의 4가지 요소가 있다.

(1) Camera Motion

카메라의 움직임으로부터 발생한 motion에 대하여 기술한다. 이를 위하여 기본적인 카메라 움직임을 지원한다: fixed, panning(horizontal, rotation), tracking(horizontal transverse movement/traveling), tilting(vertical rotation), booming(vertical transverse movement), zooming(change of the local length), dollying(translation along the optical axis) and rolling(rotation around the optical axis)(그림 5).

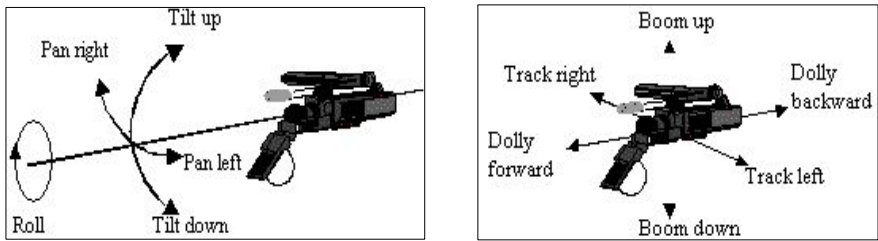
Camera 작동은 비디오의 색인/검색 프레임 워크에서 매우 중요하다. 비디오에서 카메라가 정지된 상태에서 촬영한 것과 움직이는 가운데 촬영한 것은 시간적 공간적 측면에서 의미적으로 다를 수 있다. 비디오 세그먼트의 global motion을 기술하면 사용자로 하여금 카메라의 움직임에 기반 한 질의를 할 수 있도록 해준다. 예를 들어 close up 은 카메라의 줌인(zooming) 움직임이고 풍경 장면은 pan을 이용하여 보여줄 수 있다.

(2) Object Motion Trajectory

이 디스크립터는 한 물체가 어느 두 지점을 얼마의 속도로 지나가는가를 기술한다. 속도는 두 지점을 지정하면 계산을 통하여 알 수 있다. 이는 물체 기반 비주얼 데이터베이스의 유용성을 보여주며 보다 세부적인 응용을 가능하게 해준다. Motion trajectory는 많은 functionality를 갖는다. 예를 들어 surveillance에서 어떤 물체의 trajectory가 위험하다고 판단되면 알람을 울릴 수가 있다(예: 금지된 구역을 빠른 속도로 지나간 경우).

(3) Parametric Object Motion

Parametric model은 임의의 물체(foreground or background)에 대하여 지정된 시간 인터벌사이의 영역(group of pixels)으로 정의된다. 이렇게 하여 물체의 움직임은 단지 몇 개의 parameter로 표현될 수 있을 만큼 compact하게 된다. 결과적으로 아주 단순한 물체의 움직임(simple translation, rotations and zooming)에서부터 복잡한 움직임(combination of elementary motions)까지 표현할 수 있다.



(그림 5) Camera movements⁹⁾

9) <http://www.chiariglione.org/mpeg/standards/mpeg-7/mpeg-7.htm#E11E2>

parametric motion models 은 다음과 같은 분야에 이용될 수 있다.

- motion-based segmentation and estimation
- global motion estimation
- mosaicing
- object tracking

parametric motion model은 MPEG-4에서 이미 사용되었으며 MPEG-7 프레임워크에서는 motion은 비디오의 spatio-temporal 구조와 관계된 매우 연관된 feature이다. 이는 저장 및 비디오데이터 베이스 검색과 하이퍼링크(hyperlinking) 등의 MPEG-7 특정 응용에 이용될 수 있다.

(4) Motion Activity

비디오 sequence를 움직임에 따라slow sequence, fast paced sequence, action sequence 등으로 구분할 수 있다. 이렇게 비디오 세그먼트를 intensity of action에 기반 하여 표현할 수 있다. 예를 들어 high activity는 축

구에서 공을 넣는 장면, 농구에서의 득점 장면, 빠른 자동차 추격 장면 등이 될 수 있다. Low activity는 뉴스에서의 앵커 샷이나 인터뷰 장면 또는 정지 영상 등이 될 수 있다. 비디오 콘텐츠는 high activity에서 low activity까지를 다 포함할 수 있다. 따라서 이러한 움직임 정도를 정확하게 표현할 수 있는 descriptor가 필요하다. 이러한 움직임 정도의 응용영역으로는video re-purposing, surveillance, fast browsing, dynamic video summarization, content based querying등이 있다. 이를 이용하여 high activity는 천천히 볼 수 있다.

이상에서 MPEG-7 비주얼 디스크립터에 대해 살펴보았는데 이상의 내용의 종합하면 MPEG-7의 비주얼 요소는 크게 컬러, 질감, 형태, 움직임, 위치 요소로 나눌 수 있다 이들 각각의 요소 및 특징은 표 3과 같다.

이미지와 동영상 모두를 위한 컬러 요소에는 컬러 공간(Color Space), 컬러 양자화(Color Quantization), 지배 컬러(Dominant Color), 변환된 이진 히스토그램(Scalable Color), 컬러 배열(Color Layout), 컬러 구조(Color St-

(표 3) MPEG-7 요소 및 특징

적용	특성	요소	특징
이미지 및 동영상	컬러	Color Space (CSD)	•주요 컬러, 컬러 히스토그램과 같이 사용됨
		Color Quantization	•단독으로는 이용할 수 없으며, 다른 기술자와 결합하여 검색 효과를 가짐
		Dominant Colors(DCD)	•전체 이미지에서 객체나 부분 영역과 같은 지역적인 특징을 표현하는데 적당
		Scalable Color(SCD)	•컬러의 분포도를 이용한 유사도 검색
		Color Layout(CLD)	•컬러 요소 중 스케치 기반 질의 가능 •도용된 이미지의 검색
		Color Structure(CSD)	•이미지 대 이미지 매칭에 효과적 •자연 이미지의 검색에 효과적

(표 3) MPEG-7 요소 및 특징(계속)

적용	특성	요소	특징
이미지 및 동영상	질감	Edge Histogram (EHD)	• 균질/비균질한 질감 이미지의 검색에도 유용 • 거의 모든 이미지에 대해 검색성능이 높음
		Homogeneous Texture(HTD)	• 균질한 질감의 이미지 검색
	모양	Texture Browsing(TBD)	• 브라우징을 이용한 검색
		Region Shape	• 이미지의 사소한 변형에도 강한 검색 능력
		Contour Shape	• 영역 형태가 구분할 수 없는 지각적으로 유사한 형태를 검색함
Shape 3D	• 여러 각도에서의 2차원 형태를 이용하여 입체적인 형태의 객체 검색		
위치	Region Locator	• 이미지나 프레임 안에서의 객체의 위치 검색	
동영상	컬러	GoF/GoP Color	• 이미지 그룹에 대한 최소한의 공통 컬러특성을 추출
	움직임	Camera Motion	• 카메라 움직임에 따른 장면의 변화를 동영상의 색인과 검색
		Motion Trajectory	• 객체를 대상으로 한 객체 기반 검색 • 스포츠 비디오 데이터의 내용 기반 검색
		Parametric Motion	• 움직임 기반 영역 분할과 예측, 전체 화면의 움직임 예측 및 객체 추적
	Motion Activity	• 감시, 고속 브라우징, 동적인 동영상 요약, 콘텐츠 기반 검색	
위치	Spatio Temporal Locator	• 경로 검색 및 경로 탐지를 이용한 감시	

structure)가 있다. 질감 요소에는 에지 히스토그램(Edge Histogram), 동질 텍스처(Homogeneous Texture Descriptors), 텍스처 브라우징(Texture Browsing Descriptors)이 있으며, 형태 요소에는 영역 형태(Region Shape), 윤곽 형태(Contour Shape) 요소가 있다.

동영상만을 위한 비주얼 요소로는 우선 컬러에 GoF/GoP(Group of Frames/Group of Pictures) 요소가 있으며 동영상의 시간적 움직임을 위한 요소에는 카메라 움직임(Camera Motion), 객체 움직임 궤적(Motion Trajectory), 파라메트릭 객체 움직임(Parametric Motion), 움직임 정도(Motion Activity) 요소가 있다.

이러한 요소들은 바이오 영상, 비디오 샷 경계 검출, 도용된 이미지 검색, 스포츠 데이터의 내용 기반 검색 등 다양한 분야에 응용되어 사용될 수 있다.

MPEG-7은 특징의 추출이나 검색엔진에 관련된 부분은 포함하지 않으므로 여기에서 정의한 요소를 통해 멀티미디어를 기술하는 것에 그 목적이 있다고 할 수 있다. 본 논문에서는 각 요소에 대한 정의와 그 범위, 적용에 대해 연구하는 것에 그쳤지만 앞으로는 요소의 평가와 결합 알고리즘에 대한 연구 등이 더욱 활성화되어 내용 기반 멀티미디어 검색의 효율을 높일 것을 기대한다.

4. MPEG-7 visual descriptors 응용분야

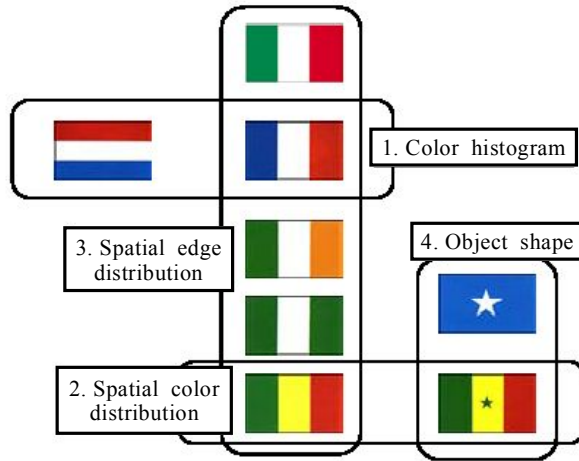
키워드 기반의 검색에서 사용자가 원하는 단어를 입력하여 웹 문서를 검색하듯이 MPEG7 기술을 이용하면 원하는 Color, Shape, Edge 등의 특징을 입력하는 것만으로 원하는 이미지 및 비디오를 검색할 수 있다

MPEG-7 은 멀티미디어정보를 검색하기 위한 다양한 모양의 표준화된 특징 표현 기술의 집합으로 “Multimedia Content Description Interface”이라 할 수 있다. Description은 멀티미디어정보의 내용상의 구별되는 특징(feature)을 표현하기 위한기본이 되는 기술이다. 여기서의 특징이란 색상(Color), 질감(Texture), 모양(Shape), 움직임(Motion) 등이 될 수 있다. 이러한 description을 이용해서 사용자가 원하는 멀티미디어정보를 빠르고 효과적으로 검색할 수 있다. 한편 Descriptor는 멀티미디어 데이터의 내용상의 구별되는 특징(이를 feature라 한다)을 표현하기 위한 기본이 되는 디스크립터이다. Descriptor 의 종류로는 비디오, 오디오 Descriptor로 대략 크게 나눌 수 있으며 비디오 descriptor 는 다시 칼라(color), 질감(texture), 모양(Shape), 움직임(Motion) 등으로 나눌 수 있다. 칼라(color) descriptor 는 이미지의 주요한 칼라 성분, 칼라 분포 등의 정보를 추출하여 특징을 표현하는 것으로 일반적인 이미지를 검색하는데 사용된다. 질감(texture) descriptor 는 가장자리의 공간분포, 이미지가 가지는 패턴의 정보, 방향성, 규칙성 등의 특징을 표현하는 것으로 일반적인 이미지의 검색에 사용되는데, 특히 섬유 디자인 등과 같이 일정

한 패턴을 가지는 이미지 검색에 적합하다. 모양(Shape) descriptor 는 이미지에 포함된 객체의 영역 또는 윤곽 정보를 추출하여 이를 기반으로 이미지를 검색하게 되는데, 객체가 배경과 구별되는 흑백 이미지에서 적용이 가능하다는 제약이 있다.

움직임(Motion) descriptor 는 카메라의 움직임으로 발생한 motion, motion 의 궤적, 활동도 등의 정보를 표현함으로써 이를 기반으로 물체 추적, 비디오 요약, 동영상 검색 등에 응용할 수 있다.

이상의 비주얼 디스크립터들을 이용하여 검색시스템을 개발에 응용이 가능한데 이는 기존의 검색시스템이 하나의 카테고리에 속하는 하나 혹은 몇 개의 디스크립터들로 구성될 수도 있고 여러 개의 디스크립터가 결합해서 개발될 수도 있다. 그림 6은 다양한 비주얼 디스크립터를 이용한 내용검색의 예이다. 즉, 이미지의 구조적인 특징을 이용해서 이미지를 검색하는 다양한 방법을 나타내주고 있다. 그림(1)은 이미지의 칼라히스토그램 특징을 이용함으로써 동일한 색상을 갖고 이미지를 검색할 수 있다. 여기서 칼라의 위치가 중요한 게 아니라 이미지에서 유사칼라의 양이 더 중요하다는 것을 알 수 있다. 다음 그림(2)는 공간컬러분포(spatial color distribution)를 이용한 검색인데 이는 동일한 칼라의 위치가 중요한 검색 예이다. 여기서 오른쪽아래에 추가된 오브젝트는 이런 유형의 검색에는 아무런 영향을 주지 않고 있다는 것을 알 수 있다. 또한 이 특징을 이용해서 spatial edge distribution 검색기법에서 검색 하는 것과 마찬가지로 유사한 에지(edge)나 외곽선(contour profiles)을 검색할 수 있다(그림 3).



(그림 6) 다양한 비주얼 디스크립터를 이용한 검색¹⁰⁾

여기서 칼리는 이런 유형의 검색에서 중요하지 않다. 마지막으로 그림(4)는 오브젝트 모양 검색의 예를 나타내고 있는데 여기서도 칼라나 에지 프로파일은 중요하지 않다.

위의 그림 3에서 알 수 있듯이 현재 MPEG 7에서는 여러 가지의 응용분야를 한 종류의 Descriptors와 Description Scheme으로 만족시킬 수는 없기에 응용분야에 맞추어 표준화하고 있다. 이들 응용분야와 관련하여 진행되고 있는 모델은 'Pull Model'과 'Push Model'로 구분할 수 있다.

우선 Pull Model이라 함은 local이나 네트워크에 위치한 DB로부터 원하는 자료를 제공하는 분야이고, Push Model은 콘텐츠 제공자로부터 자료가 제공될 때 이를 필터링(filtering)하여 원하는 자료만을 제공하는 분야이다. 하지만 Push Model 같은 경우 실시간으로 자료

를 제공하기에는 시간적 제약이 뒤따른다.

구체적으로 Pull Mode에 해당하는 분야는 다음과 같다.

- 비디오, 영화 라디오 데이터베이스 저장과 검색
- 전문적인 이미지, 비디오 제작과 전송서비스
- 상업적인 음악 시장(가라오케와 음반 매매)
- 역사적인 연설 등의 오디오 데이터베이스와 음향 데이터베이스
- 언론 분야(이름 음성 또는 얼굴 정보를 사용하여 어떤 정치가의 연설 장면을 찾을 경우)
- 특정 데이터의 저장과 검색
- 교육에서의 멀티미디어 자료 이용
- 역사박물관, 미술품 전시 등의 문화적인 서비스
- 게임 검색, 가라오케에서의 노래 검색 등

10) ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11. 2002 INTERNATIONAL ORGANISATION FOR STANDARDISATION ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION. CODING OF MOVING PICTURES AND AUDIO

오락 분야

- 사람의 특징 인식 등 범죄 수사
- 지도 제작 생태 조사 자연 자원 관리 등의 원격 탐사
- 건축, 부동산 내부 장식 관련 정보 검색

다음은 Push Model로서 응용분야는 다음과 같다.

- 사용자의 원하는 자료에 대해 전문적인 검색서비스
- 개개인의 특성화된 TV 방송 서비스
- 지능형 멀티미디어 제공서비스
- 사용자의 개별화로 검색, 필터링, 브라우징 서비스
- 여행 정보 안내, 지리 정보 서비스

이상에서와 같이 MPEG-7 비주얼 디스크립터를 이용해서 다양한 분야의 멀티미디어 서비스에 응용될 수 있다. 이런 MPEG-7 비주얼 디스크립터를 이용해서 비디오 검색을 함으로써 디스크립터 생성 시에 별도의 입력 절차 없이 자동으로 표현될 수 있으며 현대 다양하게 표현되고 있는 멀티미디어 표현 디스크립터에 대한 일관성을 유지할 수 있을 것이라 생각한다. MPEG7 비주얼 디스크립터는 멀티미디어 콘텐츠의 내용 정보를 개략적 수준에서 매우 세밀한 수준까지 풍부하게 표현할 수 있는 강력한 틀을 제공한다. 이런 기반으로 생성된 MPEG7 메타데이터는 스키마에 기반 한 트리 구조로 구성 되어 있으며 기술의 깊이 및 기술 정도를 고려한 응용에 따라 내용 정보를 생성시킬 수 있을 것이라 생각한다.

5. 결 론

이상에서 MPEG-7 비주얼 디스크립터들을 분석하고 그 응용분야를 살펴보았다. MPEG-7은 내용기술을 목록수준(예, title), 시멘틱 수준(who, what, when, where), 구조적 수준(spatio-temporal region, color histogram, texture) 과 같이 다양한 수준에 풍부하게 기술할 수 있는 표준을 제공하고 있다. MPEG-7은 다양한 비주얼 요소로 특히 이미지와 동영상에 내용 기반 하여 검색할 수 있게 한다. MPEG-7 비주얼 디스크립터를 이용한 내용 기반의 웹 이미지 및 비디오 검색을 가능하게 하며 기대 효과는 다음과 같다.

- 중심어 검색뿐만 아니라, MPEG-7 비주얼 기술자를 이용하여 이미지 자체를 질의로 사용하고, 이미지의 특징값을 이용한 검색이 가능하다.
- 비주얼 디스크립터들은 다양한 모양의 멀티미디어 내용을 인간의 개입없이 자동으로 풍부하고 상세하게 표현할 수 있다.
- 내용 표현의 일관성을 유지하게 함으로써 멀티미디어 검색의 성능을 향상시킬 뿐 아니라 시스템간의 상호운영성을 향상시킬 수 있을 것이다.

이러한 표준은 다양한 주제 분야에서 응용 가능하다. 예를 들면, 검색엔진, 디지털도서관, 엔터테인먼트, 교육, 법학, 의학 및 기타 다양한 비영리단체에서도 응용이 가능하다. 예를 들면, 미국 의회도서관의 경우 일주일 단위로 10,000건 이상의 멀티미디어 아이템을 수집하고 있고 이들은 디지털 포맷으로 저장하고 이용자들에

게 접근할 수 있게 해야 하는 현실을 고려할 경우 MPEG-7은 매우 유용하게 이용 될 수 있을 것이다.

MPEG-7에는 앞에서 언급한 것처럼 많은 비디오, 오디오등 많은 분야에 적용 가능한 요소를 모두 기술해야 하므로 그 내용이 상당한 것이 사실이다. 이러한 내용은 자칫 MPEG-7

을 처음 접하는 시스템 개발자나 연구자들에게 있어 감당하기 힘든 과제로 주어질 수 있다. 그러나 MPEG-7에서 포함하고 있는 요소는 모든 항목이 필수요소가 아니며, 이러한 표준의 내용 중 표준의 기본적인 요구사항 외에 어떠한 추가 요소를 사용하여 검색시스템을 구현할지는 앞으로 연구 과제라 할 수 있다.

참 고 문 헌

- 강행봉. 1999. 내용기반의 비디오 검색 및 브리우징. 『제2회 디지털도서관 컨퍼런스 논문집』, 117-126.
- 김성민, 윤치선, 남재열, 최윤식. 2004. MPEG-7 디스크립터를 이용한 바이오 영상의 특징 분석 및 검색. 『한국화상학회지』 10(1): 55-65.
- 김성희. 2004. 내용기반 이미지 및 비디오 검색 시스템 성능분석에 관한연구. 『한국비블리아』, 15(2): 97-115
- 김우생, 김진웅, 임분철. 1998. MPEG-7 표준화 및 내용기반 검색. 『전자공학회지』 25(8): 26-39
- Bober, M. 2001. MPEG-7 visual shape descriptors. *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, 11(6): 716-719.
- Chang, S.F. 2001 Overview of the MPEG-7 Standard, *IEEE Trans. On Circuits and Systems for Video Technology*, 11(6): 799-695.
- Ebrahimi, T. 2001 T.MPEG-7 camera Proceedings, 2001 International Conference on, 3(7-10): 600-603.
- Echigo, T., K. Masumitsu, M. Teraguchi, M. Etoh, and S.Sekihuchi, 2001 Personalized delivery of digest video managed on MPEG-7, *Information Technology: Proc. Coding and Computing*, 216-220.
- ISO/MPEG N4285, 2001 *Text of ISO/IEC Final Draft International Standard 15938-1 Information Technology - Multimedia Content Description Interface-Part 1 Systems*, MPEG Systems Group, Sydney, July 2001.
- Jeannin, S and A. Divakaran, 2001. MPEG-7 visual motion descriptors. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 11(6): 720-724.
- Johnson, R.B. 2001. Multimedia databases

- and MPEG-7. *Electronics & Communication Engineering Journal*, 13(3): 98-99.
- Kulkarni, S. B. Verma, P. Sharma, and H. Selvaraj, 1999. Content Based Image Retrieval Using a Neuro-Fuzzy Technique, *Proc. IEEE Int'l Joint Conf. on Neural Networks*, 11(3): 846-850.
- Manjunath, B. S. et al., 2002 *Introduction to MPEG-7*, John Wiley & Sons Ltd., West Sussex, England.
- Messing, D. S., P. van Beek, and J.H. Errico, 2001. The MPEG-7 colour structure descriptor: image description using colour and local spatial information. *Proc. International Conference on Image Processing*, 1: 670-673.

K C I

к с і