

# 웨이블릿 변환을 이용한 실시간 화재 감지 알고리즘

## Development of Web-based Bio-Image Retrieval System

KwangHo Cheong\*, ByoungChul Ko\*, JaeYeal Nam\*

\* Department of Computer Engineering, Keimyung University, Deagu 704-701,  
tommarou@kmu.ac.k

### Abstract

A content-based image retrieval system using MPEG-7 is designed and implemented in this thesis. The implemented system uses existing MPEG-7 Visual Descriptors. In addition, a new descriptor for efficient retrieval of bio images is proposed and utilized in the developed content-based image retrieval system. Comparing proposed CBSD(Compact Binary Shape Descriptor) with Edge Histogram Descriptor(EHD) and Region Shape Descriptor(RSD), it shows good retrieval performance in NMRR. The proposed descriptor is robust to large modification of brightness and contrast and especially improved retrieval performance to search images with similar shapes. Also proposed system adopts distributed architecture to solve increased server overload and network delay. Updating module of client efficiently reduces downloading time for metadata. The developed system can efficiently retrieve images without causing server's overload.

### I. 서론

현재의 고성능의 개인용 컴퓨터와 대용량 저장 장치의 보편화와 네트워크 환경의 양과 질이 예전에 비해서 월등히 발전했으며 멀티미디어 데이터의 생성, 가공 및 전송이 시간과 장소에 구애받지 않고 용이해졌고 그에 따른 멀티미디어 정보에 대한 수요가 폭발적으로 증가하였다. 이에 따른 방대한 양의 데이터는 사용자로 하여금 특히 자신이 원하는 검색에 있어서 상당한 시간을 소요하게 하고, 멀티미디어 데이터의 효율적인 검색을 위해서 멀티미디어 데이터에 대한 특징을 효율적으로 추출하고 이에 대한 인덱싱(Indexing)과 검색에 대한 수많은 연구가 이어지고 있다. 영상 특징 기반 검색이란 그 영상의 색상정보, 위치정보, 형태정보, 음향정보, 장면정보 등의 특정한 특징들을 추출하여 유사한 영상을 검색하는 것을 말한다. 내용-기반 영상 검색 시스템 예에는 QBIC(query by image content), VIR, Visual Retrieval Ware, MIT 의 PhotoBook<sup>[1]</sup>, Columbia 대학의 VisualSEEK<sup>[2]</sup> 등이 있다. 이러한 연구들에 힘입어 방대한 양의 멀티미디어 콘텐츠에 대한 효율적인 검색, 저장, 관리, 전송 등을 위해 멀티미디어 콘텐츠를 효과적으로 표현하고 검색하기 위한 표준화 작업과 동영

상 데이터 검색 등에 적합하도록 개발되어진 것이 MPEG-7 표준이다.

MPEG-7은 각 특징별 영상 디스크립터(Visual Descriptors)를 이용하여 색이나 질감, 형태 등의 특징을 자동으로 추출해서 영상과 함께 인덱싱한 후 데이터베이스에 저장을 한다. 이는 자연영상 검색에 많이 응용되어 왔으며, 그 성능도 입증되었다<sup>[3-7]</sup>.

MPEG-7의 디스크립터를 이용한 이미지 검색은 이미지의 특색에 따라 달리 적용되어야 한다. 예를 들면, 일반적인 자연영상에서는 CLD(Color Layout Descriptor), DCD, EHD(Edge Histogram Descriptor), TBD(Texture Browsing Descriptor)의 조합이 가장 우수한 결과를 내는 것으로 알려져 있지만 세포영상의 경우에는 염색재료에 따라 이미지의 세포 색상이 변함으로써 영상을 대표하는 색상이 달라지게 되고, 이는 이미지내의 대표적인 색상에 의해 그 특징들을 추출하게 되는 DCD(Dominant Color Descriptor)를 이용할 경우에는 검색효율을 떨어뜨릴 수 있다. 또한 이런 바이오 이미지는 흑백 이미지가 대부분이기 때문에 컬러 디스크립터의 효용성은 떨어지며 질감 디스크립터만으로는 영상을 검색해 내기가 어렵다. 바이오

오 이미지의 특징에 맞는 디스크립터의 개발 혹은 조합을 통해서 이러한 문제점을 줄여나가야 한다.

본 논문에서는 내용기반 영상검색의 국제표준인 MPEG-7 디스크립터들과 자체 개발한 콤팩트 이진 형태 디스크립터(CBSD, Compact Binary Shape Descriptor)를 이용한 바이오 이미지 검색 시스템을 제안하고 검색의 효율성을 높이기 위해서 클라이언트 서버 분산형 검색 시스템을 제안한다.

## II. 방법

본 시스템은 MPEG-7 Descriptor와 CBSD(Compact Binary Shape Descriptor)를 이용하여 의료 영상에서 추출된 특징 정보를 이용하여 Web browser를 이용하여 다루기 쉬운 인터페이스를 제공하는 의료 영상 특징 추출 및 검색 시스템이다.

### 1. MPEG-7 Descriptor

MPEG-7은 각 특정별 영상 디스크립터를 이용하여 색이나 질감, 형태에 대한 특징 정보를 추출해서 영상과 함께 인덱싱한 후 데이터베이스에 저장하고 저장된 디스크립터 정보를 이용하여 이미지를 검색한다. 이는 자연 영상 검색에 있어 많이 응용되었고 그 성능도 입증되었다.

### 2. Compact Binary Shape Descriptor

의료 영상은 고유의 특성으로 인해 흑백으로 표현 되는 경우가 많다. 따라서 컬러 정보를 이용한 이미지 검출에서 그 효율성을 떨어뜨릴 수 있다. 그러므로 이미지의 컬러 속성을 제거하고 질감 정보와 모양정보, 위치정보만 이용한다면 계산속도는 저하되고 처리속도는 높아지게 되어 전체적인 성능을 높일 수 있다. CBSD의 특징 추출 및 XML부호화의 상세한 알고리즘은 다음과 같다.

|          |   |
|----------|---|
| step 1 : | 원본 영상이 컬러 영상이면 회색도 레벨 이미지로 변환한다.  |
| step 2 : | 원본 이미지를 64X64 개의 sub image로 분할한다.   |
| step 3 : | 64X64 개의 각 영역의 픽셀 값의 평균을 구하고, 각 영역의 평균으로 구성된 이미지를 재구성한다.  |
| step 4 : | 재구성된 이미지의 픽셀값과 영상 전체의 평균값과의 임계치 연산을 수행하여, 전체 픽셀의 평균값보다 작으면 0, 아니면 1로 픽셀값을 변경한다.<br>( 예 : 0000000000101010111101010000100... ) |
| step 5 : | 4개 블록씩 0과 1의 패턴을 다음과 같이 한 문자로 표현한다.<br>( 예 : PAAABBLAPMMBB ... )  |
| step 6 : | 연속되어 나타나는 패턴은 Run-Length 부호화를 이용하여 표현한다.<br>( 예 : PA3E2LAPMBZ1006 ... )   |

회색도 레벨 이미지로 변환된 이미지는 64x64의 블록으로 분할되고 분할된 각 이미지의 평균값을 산출한다. 각 블록의 평균값과 원영상의 픽셀 값과 비교하여 0과 1의 값으로 표현한다. 이 0과 1의 바이너리 값은 그 패턴에 따라 알파벳으로 대체되고 이렇게 변환된 알파벳 값들은 다시 run-length code화 되어 그 길이를 줄인다.

### 3. 시스템의 설계

본 논문에서는 웹기반 검색 시스템에서 대용량의 메

타데이터의 Update 문제와 서버와 클라이언트간의 동기화문제를 해결하기위해서 클라이언트가 서버의 메타데이터 정보를 확인하여 추가된 메타데이터만 다운로드 받게 한다. 최초로 서버로부터 받게 되는 메타데이터의 양은 동일하나 그 이후로는 추가된 정보만을 받게 되어 전송 데이터량을 줄일 수 있다.

제안된 시스템은 의료 영상 이미지를 분석하여 각 특징 정보를 추출하여 데이터베이스에 저장하는 서버와 자신이 가진 의료 영상 이미지를 분석하여 특징정보를 추출하고 그 정보를 서버로 전송해서 원하는 결과를 얻을 수 있는 클라이언트로 나뉜다.

시스템의 동작은 의료 영상의 특징을 추출하고 저장하는 모듈부와 의료 영상의 특징을 검색하는 모듈로 나뉘지게 된다. 특징 추출/저장 모듈에서 사용자의 조작에 따라 이미지에 대한 각 특징 정보가 모두 추출되어 XML형태로 반환되고 원본이미지와 검색 시에 빠른 결과를 보여주기 위해 이미지의 크기를 작게 줄인 썸네일 이미지와 함께 데이터베이스에 저장된다. 특징 검색 모듈에서는 업데이트 로더를 통해서 이미지 검색을 실행하기 전에 서버로부터 특징정보의 수정된 정보를 확인하고 추가된 정보가 있으면 해당하는 정보만 다운로드받게 된다. 클라이언트가 갖고 있는 특징정보 메타데이터는 이 과정에서 서버와 동기화를 이루게 된다. 업데이트된 메타데이터 정보 내에서 현재 자신이 찾고자하는 이미지의 특징정보를 추출하여 업데이트된 메타데이터와의 검색을 수행한다. 검색이 완료되면 유사도에 따른 결과가 나타나게 되고 그 리스트를 서버로 전송하여 서버는 해당되는 이미지의 건본이미지를 클라이언트로 전송하게 된다. 클라이언트부에서는 건본이미지를 보고 자신이 원하는 이미지의 원본데이터를 다운로드 받을 수 있다.

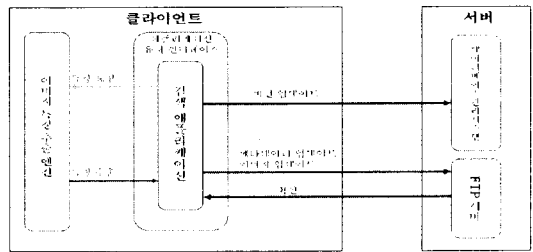


Figure 1. Feature extraction procedure

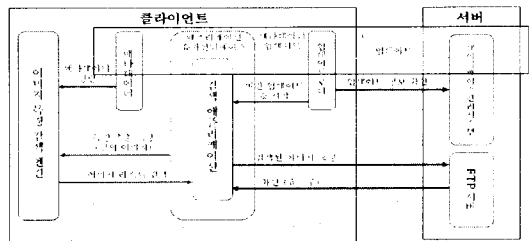


Figure 2. Image retrieval procedure

### III. 실험 결과 및 분석

본 논문에서 구현한 MPEG-7 기반의 바이오 이미지 검색 시스템은 Windows XP 환경에서 Visual C++ 6.0, Visual C# .NET, MSSQL 2000에서 구현하였다. 본 시스템은 Window 98/ME/2000/XP에서 운용되며, IP 기반의 네트워크 환경에서 실행이 가능하다.

#### 1. 영상 검색 시스템의 구현

Figure 3은 본 시스템의 영상 특징 추출모듈의 실행 화면이다. 영상 특징 추출 모듈의 인터페이스 구성은 크게 질의 이미지 선택과 특징 추출 인터페이스 그리고 데이터 서버로의 저장 부분으로 나뉜다. 특징정보를 추출할 이미지를 선택하면 DCD, SCD, CLD, CSD, HTD, TBD, EHD의 MPEG-7 Descriptor와 CBSD별로 해당하는 정보들을 추출해서 XML화하여 저장한다. 저장 시에는 좀 더 높은 효율을 위해서 카테고리별로 따로 저장을 한다. 저장되는 요소는 XML로 표현된 각 디스크립터별 특징정보와 원본 이미지 그리고 견본이미지이다.

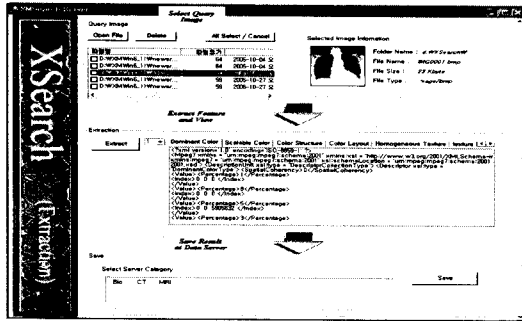


Figure 3. User interface for image feature extraction module

영상 검색 모듈은 질의 영상에 대해서 원하는 디스크립터를 선택해서 데이터베이스내의 이미지와 질의 이미지간의 유사도에 따른 결과를 도출하는 것이다. 질의이미지에 대한 비교 디스크립터를 결정하고 카테고리를 선택한다. 해당 카테고리의 이미지들 내에서 질의 이미지의 검색이 종료되면 유사도에 따른 리스트가 견본이미지와 함께 나타나게 된다.

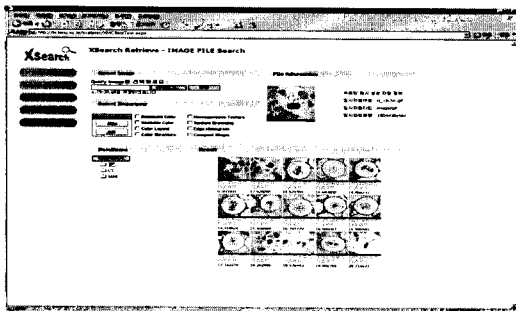


Figure 4. User interface for image retrieval module

#### 2. 영상 검색 시스템의 성능평가

본 논문의 시스템의 성능 평가는 100Mbps의 이더넷 상에서 1대의 서버와 3대의 클라이언트를 이용하여 분석할 수 있었다. 본 응용에서는 500개의 바이오 이미지를 자체 변환(밝기, 대비, 수정, 왜곡, 회전 등)하여 7000개의 영상, 20개의 질의 이미지, 14개의 Ground-Truth를 사용하여 실험하였다. 클라이언트가 처음 5000개의 메타데이터를 다운로드 받는 시간을 측정하고 추후 1000개씩의 메타데이터를 업데이트 받을 때의 시간을 측정해서, 메타데이터 전체를 다운로드 받는 시간과 비교를 통하여 성능을 측정할 수 있었다. 메타데이터의 다운로드 시간은 시간 측정 모듈을 클라이언트 프로그램에 삽입해서 측정해서 값을 얻었다.

클라이언트가 맨 처음 서버에 접속에 5000개의 메타데이터를 다운로드 받는 시간을 측정한 결과 비-업데이트 시스템(Non-update system)과 업데이트 시스템은 차이가 없지만, 서버에 1000개의 메타데이터가 추가되어서 그 데이터를 업데이트 받아야 할 경우 비-업데이트의 경우와 업데이트는 다운로드 시간의 차이가 난다. 처음 5000개의 메타데이터를 다운로드 받을 때는 두 시스템 모두 동일한 시간인 5초가 걸렸지만 서버의 6000개의 메타데이터와 동기화를 맞추기 위해 비-업데이트는 전체 메타데이터를 받기 때문에 약 6.5초, 업데이트 시스템은 2초 정도의 시간에 다운 받을 수 있다는 것을 볼 수 있다. 이는 100Mbps라는 환경과 네트워크 트래픽이 없을 경우므로 일반 환경에서는 그 시간이 조금 더 소요될 것이다.

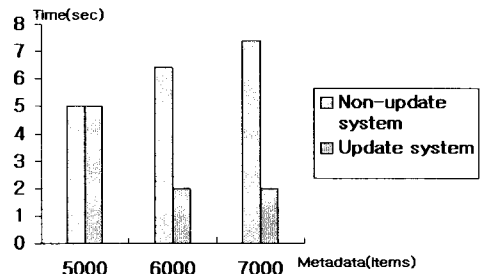


Figure 5. Spend time of meta-data update

#### 3. CBSD의 성능평가

본 연구에서는 제안된 검색 알고리즘의 성능을 객관적으로 평가하기 위한 기준으로 순위를 이용하여 비교하는 MPEG-7에서 제안된 NMRR(Normalized Modified Retrieval) 기법을 이용하였다. NMRR의 값을 구하기 위해서는 다음의 식 네 단계를 거쳐야 한다. 여기서 NG(q)는 데이터베이스 내에 있는 전체 관련 영상의 개수이고, Rank(k)는 k번째 관련영상의 순위이다. K는 유효랭킹을 뜻하며 NG(q)의 값에 2를 곱한 수가 된다. 그 이유는 찾고자 하는 영상의 개수에 2배를 곱한 영상의 범위 내에 포함되지 않는 유사 영상은 순위 계산에서 제외하기 때문이다. 이렇게 구

한 NMRR( $q$ )의 값은 정규화가 되어 있어서 [0.0 ~ 1.0]의 값을 가지며, 첫 번째 영상부터 원하는 영상을 순서대로 모두 찾았을 경우는 0.0의 값을 원하는 영상을 유사영상 개수의 4배가 되는 범위 내에서 하나도 찾지 못했을 경우 1.0의 값을 가지게 된다.

$$Rank^*(k) = \begin{cases} Rank(k), & \text{if } Rank(k) \leq K(q) \\ 1.25K, & \text{if } Rank(k) > K(q) \end{cases}$$

$$AVR(q) = \frac{1}{NG(q)} \sum_{k=1}^{NG(q)} Rank^*(k), \quad NG(q) \geq 0$$

$$MRR(q) = AVR(q) - 0.5 \cdot [1 + NG(q)]$$

$$NMRR(q) = \frac{MRR(q)}{1.25K - 0.5 \cdot [1 + NG(q)]}$$

### 3. 실험 결과 및 분석

이 디스크립터의 성능 테스트를 위하여 500개의 바이오 이미지를 자체 변환(밝기, 대비, 수정 등)하여 7000개의 이미지, 20개의 질의 이미지, 14개의 Ground-Truth를 사용하여 실험하였다. CBSD와 MPEG-7에서 비교적 성능이 좋은 EHD, 그리고 모양정보를 비교하는 RSD와의 비교 결과를 Figure 6.에 나타내었다.

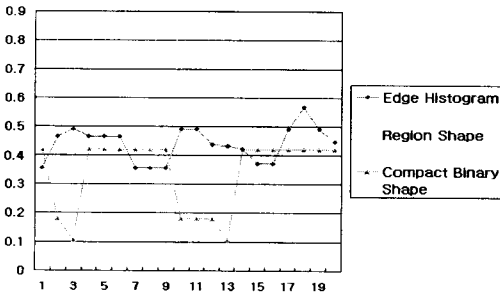


Figure 6. Performance evaluation result of retrieval methods for 20 test images

EHD는 플립영상의 경우 다른 디스크립터에 비해 유사도가 떨어지고 기울어진 영상에 대해서도 낮은 검색율을 지닌다. 하지만 밝기와 대비 변화에는 높은 검색율을 보인다. RSD는 회전엔 대한 검색율은 좋지만 밝기와 대비 정보에 따른 검색율은 낮다. CBSD는 밝기와 대비변형에 높은 검색율을 보이고 부분 왜곡 영상에서도 좋은 성능을 보인다. 하지만 회전된 영상에서는 검색율이 낮다. 이 실험 결과인 NMRR의 평균 ANMRR은 아래의 Table 1과 같다.

| Descriptor | Edge Histogram | Region Shape | CBSD    |
|------------|----------------|--------------|---------|
| ANMRR      | 0.44784        | 0.78056      | 0.33953 |

Table 1. ANMRR value of each Descriptor

## IV. 결론

본 논문에서는 바이오 이미지에 맞는 CBSD를 제안하고 그 성능을 분석하였다. CBSD는 이미지 픽셀 평균값을 이용하여 0과 1의 작은 흑백영상을 만든다. 실험결과에서 20개의 질의 이미지의 NMRR의 결과치가 EHD, RSD에 비하여 몇몇을 제외하고는 대부분 향상되었음을 알 수 있으며, 검색 성능 평가 척도인 ANMRR 값도 각각 24%, 56% 정도 향상된 결과를 볼 수 있다. 특히, 제안된 디스크립터는 밝기와 대비에의 큰 변화에도 강하며 특히 비슷한 모양을 가진 이미지의 유사도 판별력이 향상되었다. 또한 검색 성능의 효율성뿐만 아니라 대용량의 메타데이터의 관리를 효율적으로 할 수 있는 시스템의 구조를 제안하고 개발하였다. 본 연구에서는 메타데이터가 클라이언트에 위치하는 클라이언트 분산형 검색 시스템을 제안 및 구현하여 클라이언트 수에 관계없이 사용자 유효시간을 보장하게 했다. 동시에 대용량 메타데이터의 서버 동기화 문제는 업데이트 시스템을 통하여 그 시간을 최소화 하였다. 또한 추출된 영상 특징들을 XML로 나타냄으로써 차후 그 확장성을 기대할 수 있다.

### 감사의 글

본 연구는 산업자원의 지방기술혁신사업 (RTI04-01-01) 지원으로 수행되었음.

### 참고문헌

1. A. Pentland, R. W. Picard, S. Sclaroff, Photobook: Tools for content-based manipulation of image database, In proceeding of the SPIE Storage and Retrieval Image and Video Database II, SPRE 2185, 34(1994).
2. J. R. Smith, S. F. Chang, VisualSEEK: a fully automated content-base image query system, Proceeding of ACM International Conference Multimedia, Boston MA, 87(1996).
3. S. F. Chang, T. Sikora, A. Puri, Overview of the MPEG-7 Standard, IEEE Trans. on CSVT, 11, 688(2001).
4. O. Avaro, P. Salembier, MPEG-7 Systems: Overview, IEEE Trans. on CSVT, 11, 760(2001).
5. J. Hunter, An Overview of the MPEG-7 Description Definition Language (DDL), IEEE Trans. on CSVT, 11, 765(2001).
6. B. S. Manjunath, J. R. Ohm, V. V. Vasudevan, A. Yamada. Color and Texture Descriptors, IEEE Trans. on CSVT, 11, 703(2001).
7. M. Bober, MPEG-7 Visual Shape Descriptors, IEEE Trans. on CSVT, 11, 716(2001).