

Wavelet 변환을 이용한 영상압축 및 검색 시스템의 구현

(Implementation of Image Compression and Searching System using Wavelet Transform)

尹正模*, 金相淵**

(Jung-Mo Yoon and Sang-Yeon Kim)

요 약

영상정보는 시각적이며, 공간적인 정보로 멀티미디어에서 가장 많이 사용되고, 저장과 출력 방식의 다양성, 대용량, 공간관계 표현 및 비정형적이라는 특징을 갖는다. 따라서 이러한 영상데이터의 효율적인 저장, 관리 및 검색기법에 대한 다양한 연구가 진행 중에 있고 최근 멀티미디어 환경에서의 내용기반의 검색에 관한 MPEG-7이라는 국제적인 표준화 움직임이 일어나고 있다. 특히 다량의 영상정보를 데이터베이스에 저장하고 효율적으로 질의·검색할 수 있는 실용화된 영상검색 시스템이 아직 일반화되어 있지 않으므로, 보다 효과적인 영상 데이터베이스 검색 시스템의 구현에 대한 연구가 중요한 과제이다. 현재 텍스트기반의 영상 검색시스템은 상당히 연구가 진행되어 있으나, 많은 단점으로 인하여 최근에는 내용기반의 검색시스템에 대한 많은 연구가 진행중이다. 본 연구에서는 기존의 시스템에서 많이 사용하던 DCT기법 대신 영상처리에서 많이 사용하고 있는 wavelet변환을 사용하여 영상의 압축과 특징벡터를 추출하여 기존의 방법과 같고 정확한 결과를 얻을 수 있었다.

Abstract

The image information, used most frequently in multimedia, is visual and spatial information. It has several characters including the diversity of storage and output methods, large capacity, spatial relationship expression, and irregularity. Therefore, the various researches for methods of storing efficiently, managing, searching such image data are going on. And recently, it has arisen the movement of international standardization, MPEG-7 for searching contents base in multimedia environment. Especially, the research for implementation of more effective image database searching system important subject, because the practical image search system which can storage a lot of image information as database and query, search them has not generalized. Now the image search system based on text has researched to high degree, but it has many shortages so that nowadays the researches for searching system based on contents are going on. This research has used the wavelet conversion largely using in image processing - instead of DCT method - largely using in existent system, and so it had met similar and precise results than prior methods by image compression and extraction of specific vector

* 正會員, 國立서울産業大學校
(Seoul National University of Technology)

** 正會員, (株)포시에스
(FORCS Co., LTD.)

※ 이 논문은 서울산업대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

接受日字:2000年8月22日, 수정완료일:2001年5月31日

I. 서 론

멀티미디어 기술의 발달과 함께 다양한 매체(media)의 출현으로 컴퓨터가 텍스트 정보처리뿐만 아니라 고해상도의 칼라영상과 고품질의 음성, 오디오 및 비디오와 애니메이션(animation) 데이터를 처리할 수 있게 되었다. 단순한 텍스트 정보와 간단한 이미지 정보만을 표현

하던 문서들은 컴퓨팅 환경의 발전과 더불어 멀티미디어를 이용하여 보다 효율적으로 정보를 전달하게 되었다. 특히 초고속 통신망 기술의 발달과 멀티미디어 데이터의 증가로 멀티미디어를 처리하는 응용이 급격히 증가하게 되었고, 멀티미디어 통신서비스가 국내외에서 상용화되면서 멀티미디어 관련기술의 상업적 이용이 커다란 관심을 끌고 있다.

그러나 영상정보는 아래와 같은 특징을 갖고 있다.

- 1) 빈번히 사용되면서 대용량이다.
- 2) 시각적, 공간적 정보를 포함한다.
- 3) 정보전달에 효과적이다

따라서 이러한 영상데이터의 효율적인 저장, 관리 및 검색하는 기술이 중요한 핵심기술로 대두되고 있고 이 중에서도 사용자가 쉽게 원하는 정보를 표현할 수 있는 사용자 인터페이스 기술과 그 결과를 사용자에게 신속하고 정확하게 보여줄 수 있는 검색기술이 필수적이다. 하지만, 문자정보를 데이터베이스에 저장하고, 검색하기 위한 기술들은 그 동안 많이 연구되어온 반면, 멀티미디어 정보에 대한 효율적인 질의·검색 방법은 아직 부족한 실정이다.

본 논문에서는 정지영상 중 2차원 영상데이터를 효율적으로 저장, 검색하는 내용기반의 영상검색시스템을 구현하며 영상검색기법으로 wavelet변환을 사용하였다.

II. 내용기반의 영상검색 기법

내용기반 검색이란 그래픽, 이미지, 오디오, 비디오 등과 같은 멀티미디어 정보를 효과적이면서 신속하게 검색할 수 있도록 멀티미디어 데이터를 관리하는 기술, 즉, 멀티미디어 데이터의 분석, 색인 및 검색하는 기술을 말한다.^[1,2]

표 1. 내용기반의 영상정보 검색 4단계
Table 1. The 4 Phases for searching of image information on contents base.

단 계	주요 기능
1. 정보 획득	키워드 추출, 속성 추출, 영상분할 등
2. 정보 색인	키워드 색인, 의미 색인, 내용기반 색인 등
3. 정보 저장	DBMS, 색인 파일 저장 등
4. 정보 검색	정보요약, 정보필터링, 프로파일링, 자동번역 등

내용기반의 검색기법은 영상자체를 사용해서 영상고유의 특징(색상, 모양, 질감, 공간관계)을 추출해서 저장함으로 시간과 인력의 소모가 작고 영상고유의 특징으로 검색을 하기 때문에 찾고자 하는 영상을 주면 자동으로 찾을 수 있다는 특징이 있고 영상고유의 다양한 특징을 이용한 질의가 가능하다는 장점이 있어 내용기반의 영상검색시스템에 관한 연구가 진행 중에 있다.^[3,4] 표 1은 내용기반의 영상검색기술의 4단계이다.

다음은 내용기반의 영상 검색 시스템의 예이다.

- QBIC^[5]

IBM Almaden연구소에서 개발되었다. 이 시스템은 내용에 기반한 이미지검색 및 제한된 범위내의 비디오 검색이 가능한 특징을 가지고 있다. 또, 다양한 속성을 기반으로 한 시각적 질의를 제공한다.

- Chabot^[6]

Berkeley에서 개발되었고 최초의 RDB(Relational Data Base)를 이용한 내용검색시스템이다. 이 시스템은 이미지에 대한 적절한 히스토그램을 구한 후에 색상에 대한 적절한 주석을 기술, 검색을 수행하며 기존 RDB시스템의 질의어와 연결해서 검색이 가능하고 색상에 의한 내용기반의 검색만 가능하다는 단점이 있다.

III. Wavelet변환

Wavelet해석은 신호처리 계통에 속하는 여러 분야에서 각자의 특수한 목적에 부합되도록 개별적으로 발전시켜온 특수한 기술들을 하나로 통합하면서 등장하였다. 컴퓨터 비전에서 이용된 다해상도(multi-resolution) 분석 방법이나 음성과 영상압축에서 사용되던 서브밴드(sub-band)코딩 기법, 응용 수학에서 사용된 wavelet 시리즈 전개 등 많은 기본기법들이 최근에 들어 wavelet이론의 특수한 응용으로 밝혀졌다.

Wavelet변환은 특별히 비정형(non-stationary) 신호의 분석에 유리한 특징을 가져서 고전적인 단구간 푸리에 변환(STFT: short time fourier transform)이나 가보 변환(Gabor transform)을 대체할 새로운 대안으로 대두되고 있다.

1. Wavelet변환의 특징

wavelet의 정의는 wavelet특성인 진동성(oscillation)을 갖고 +, - 방향으로 중심에서 멀어질수록 그 값이 급격히 0에 가까워지는 작은 파형을 의미한다.^[7]

wavelet의 한 예는 그림 1과 같다. 이와 같이 wavelet은 수많은 종류가 있을 수 있으며 지금까지 많은 연구로 다양한 종류의 wavelet이 제안되어 왔다.

wavelet해석은 연속신호와 이산신호의 경우에 모두 적용될 수 있으며 다양한 분야에서 그 응용 가능성을 인정받고 있다.

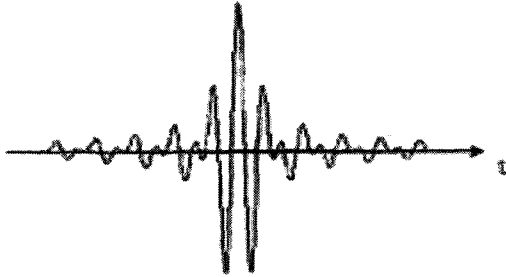


그림 1. Wavelet의 예
Fig. 1. An example of wavelet.

wavelet변환이 고전적인 단구간 푸리에 변환과 구별되는 근본적인 차이점은 단구간 푸리에 변환의 경우 모든 주파수 대역에 대하여 동일한 크기의 필터 윈도우를 사용하는 반면 wavelet변환은 고주파 대역에서는 폭이 좁은 윈도우를, 저주파 대역에서는 폭이 넓은 윈도우를 사용한다는 것이다. 따라서 wavelet해석은 상대대역폭 불변 해석(constant relative bandwidth analysis)이라고도 일컬어지며, 주파수 대역의 변화폭은 항상 주파수 값에 비례한다.^[8,9]

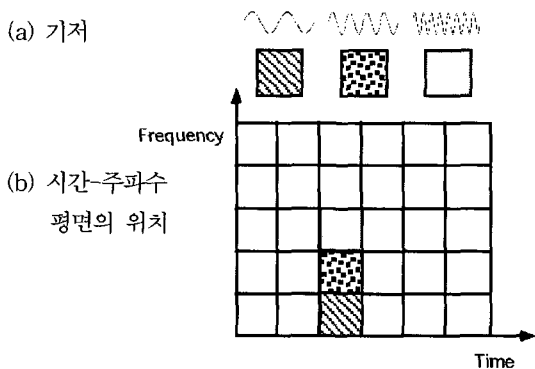


그림 2. STFT의 기저와 시간-주파수 해상도
Fig. 2. A basis of STFT and resolution of time-frequency.

그림 2는 STFT의 기저와 시간-주파수평면에서의 window를 나타내었고 그림 3은 wavelet의 기저와 시

간-주파수평면에서의 window를 나타내었다.

STFT는 그림에서 보는 것처럼 주파수와 공간해상도가 일정하나, wavelet변환은 높은 주파수대역에서는 공간해상도가 높은 반면에 주파수해상도는 낮고, 반면 낮은 주파수대역은 주파수해상도는 높지만 공간해상도가 낮다는 특성을 보여주고 있다.

지금까지 사용된 이와 유사한 영상처리 방법은 영상을 피라미드(pyramid) 구조로 표현하는 다해상도 방법^[10] 및 대역 분할 부호화^[11] 방식이 있는데 wavelet변환은 이를 하나로 통합하는 이론이라 생각할 수 있다.^[8]

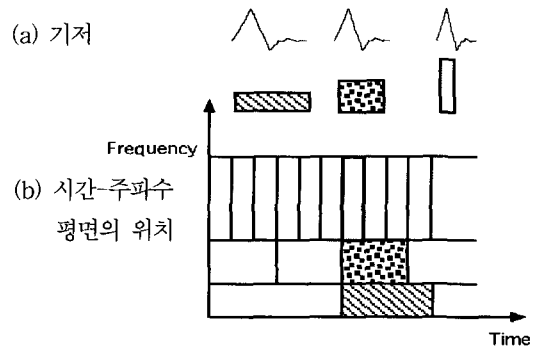


그림 3. wavelet의 기저와 시간-주파수 해상도
Fig. 3. A basis of wavelet and resolution of time-frequency.

영상데이터 압축에 wavelet변환을 이용하는 방법은 영상신호를 wavelet기저함수의 집합으로 분해하는 것으로 생각할 수 있다. 여기서 기저함수는 하나의 원형(prototype) wavelet 및 스케일링함수의 스케일 매개변수를 변화시키거나 천이시킴으로서 얻을 수 있다. 원형 wavelet을 필터측면에서 해석하면 대역통과 필터, 스케일링함수는 저역통과 필터로 생각할 수 있으며^[12], 대역폭의 변화는 원형 wavelet 및 스케일링 함수의 스케일 값을 변화시킴으로서 구현할 수 있다. 그러므로 wavelet변환에서 스케일은 주파수와 유사한 개념으로 생각할 수 있다.^[8]

이산 wavelet변환(DWT: Discrete Wavelet Transform)은 신호와 매개변수들이 모두 이산적인 것으로 DWT는 Mallet 및 Daubechies에 의해 기존의 이산신호 처리방법과 연결되었으며 이를 바탕으로 M. Vetterli^[9] 등에 의해 대역분할 부호화에서 사용되는 필터뱅크와 연결되었다.

DWT는 적당한 wavelet기저를 사용하여 입력신호의 대역을 분할한 후 이를 합성하여 원래의 신호를 정확히 재생하는 방법으로 DWT에서 대역 분할에 사용되는 wavelet기저는 QMF(Quadrature Mirror Filter) बैं크 측면에서 보면 분해 필터뱅크가 되고 합성에 사용되는 wavelet기저들은 합성필터 बैं크가 된다.

그러므로 QMF뱅크의 설계 방법과 DWT의 조건을 적절히 결합하면 원하는 wavelet기저를 설계할 수 있을 뿐만 아니라 설계된 wavelet기저들은 대역분할 부호화의 필터뱅크로 사용할 수 있다.^[8]

wavelet기저들의 형태는 구조에 따라 2가지로 나눌 수 있다.

(1) 분해와 합성에 사용하는 기저들이 같은 모양인 정규직교 기저(orthogonal basis)^[13]

(2) 분해와 합성에 사용되는 기저들이 서로 다른 모양을 가지는 쌍직교 기저(bi-orthogonal basis)^[9,12,14,15]

이러한 기저들을 사용하면 DCT와 VQ에서 발생하는 구획화 현상을 줄일 수 있다.^[2,3]

IV. 구현 시스템

본 논문에서는 신호처리에서 많이 사용되는 wavelet 변환을 사용해서 구현하였으며, wavelet변환을 이용하면 영상이 $\frac{1}{4^x}$ ($x = \text{wavelet 변환의 level}$)만큼 줄어든다. 하지만 wavelet변환은 벡터연산이기 때문에 level이 증가할수록 연산시간이 기하급수적으로 증가하고 또, 특징벡터를 추출하기 힘들다는 단점을 가지고 있다. 구현시스템에서는 wavelet변환을 4 level까지 수행하여 특징벡터와 에너지 값을 추출하여 영상입력의 경우에는 이를 데이터베이스에 저장하고 질의일 경우에는 데이터베이스를 검색해서 결과를 출력하도록 했다.

영상처리의 대부분이 벡터연산인 점을 감안해서 Visual C++ 6.0을 사용해서 구현했으며 데이터베이스는 ODBC(open database connectivity)를 이용해서 MS사의 Access를 사용하였다.

1. 구현 알고리즘

기본적인 아이디어는 wavelet 변환을 4단계까지 수행해서 4단계 저주파대역, 즉 LL대역의 에너지 값과 특징벡터를 추출해서 데이터베이스와 비교해서 해당되는 영상을 출력하는 것이다.^[16]

- (1) 입력 영상이 들어오면 wavelet 변환을 4단계까지 수행한다.(기존영상에 비해 256:1만큼의 압축된 효과)
- (2) 4계층 LL대역의 에너지 값과 LL대역 자체를 특징 벡터를 추출한다

$$E = \sum_x \sum_y |f(x, y)|^2 \tag{1}$$

(4계층 LL대역의 에너지 값을 구하는 식, $f(x, y)$ 는 x, y 의 좌표 값)

(3) 입력영상과 데이터베이스의 에너지 값을 비교해서 예제영상의 에너지 값의 일정범위 내에 값을 갖는 후보영상을 선택한다.

(4) 선택된 후보영상과 입력영상의 4계층 LL대역에 대한 Hamming distance분율을 계산한 후 최종적인 검색 결과를 출력한다.

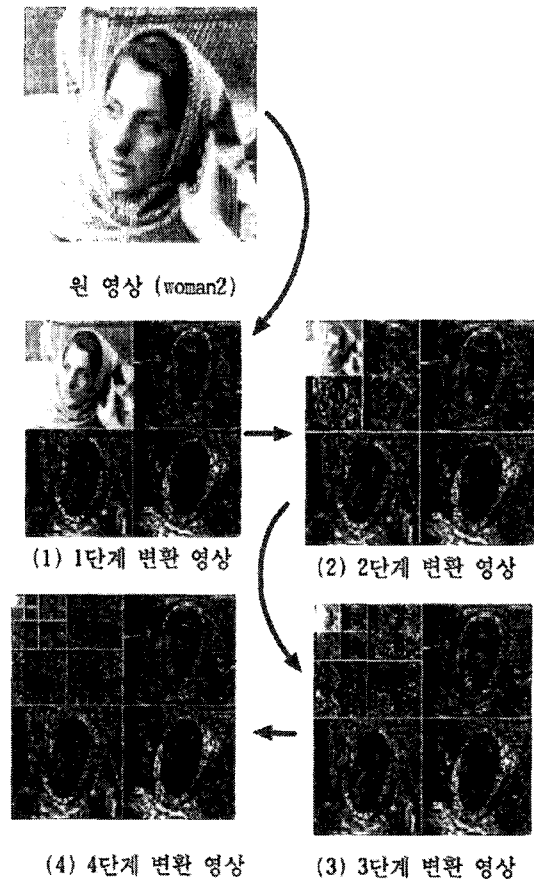


그림 4. 4단계 Waveletqusghks 수행실험
Fig. 4. An experiment in execution of 4 phases wavelet transform.

그림 4는 입력영상에 대해서 wavelet 변환을 4단계 까지 수행한 그림으로 각 단계별 LL대역이 시각적으로 원 영상의 형태를 그대로 가지고 있는 것을 볼 수가 있으며 각 LL대역으로 모든 에너지가 집중되고 고주파 대역에는 윤곽선 정보만이 남는 것을 볼 수 있다.

2. 특징벡터 추출

다음과 같은 사항을 고려하여 특징벡터를 추출하는 것이 좋다.^[17]

(1) wavelet타입

wavelet변환은 사용하는 기본 함수의 종류에 따라 다양한 wavelet타입이 존재하게 된다.

(2) 분해 타입

각 wavelet변환에는 표준 분해와 비표준 분해가 존재한다. Haar wavelet 변환의 경우 표준분해 기본함수는 사각형모양이고, 비표준분해 기본함수는 정사각형 모양이어서 이미지가 선이나 사각형의 특징을 포함하고 있을 때는 비표준분해 Haar wavelet 변환을 이용하는 것이 특징추출에 효율적이다.

(3) 절단

만약 256×256의 해상도를 가지는 이미지데이터에 대하여 wavelet 변환을 적용하면 256²=65536개의 개수가 얻어진다. 이러한 계수들을 모두 다 특징벡터로 사

용하는 것은 데이터베이스 저장측면에서나 유사성 계산측면에서 상당히 비효율적이다. 따라서, 이러한 계수들 중에서 절대값이 가장 큰 몇 개의 계수만을 취하는 절단작업을 통해서 적절한 크기의 특징벡터를 구성한다.

이 논문에서는 앞서 구현한 알고리즘에서 언급했던 4계층 LL대역 자체를 특징벡터로 추출하는 방식으로 특징벡터를 추출한다.

특징벡터를 추출하는 과정은 다음과 같다.

- (1) 입력영상을 wavelet 변환을 4계층까지 수행한다.
- (2) 4계층 LL대역의 에너지 값을 특징벡터로 추출

$$E = \sum_x \sum_y |f(x, y)|^2 \tag{2}$$

- (3) 4계층 LL대역 자체를 특징벡터로 추출하여 Hamming distance를 계산하는데 사용한다.

3. 구현시스템 구조도

그림 5는 구현 시스템의 전체 구조도 이다.

4. 모의 실험 및 분석

본 논문에서 사용된 실험영상은 belmont1을 비롯한 12개 영상(그림 6 참조)이다. 실험은 2가지로 나눌 수 있다. 첫 번째 실험은 입력영상을 4단계까지 wavelet변환을 하여 4단계 LL대역의 특징벡터와 에너지 값 추출 실험이고, 두 번째 실험은 동일영상 검색에 대한 실험을 했다.

그림 6영상은 첫 번째 실험과 두 번째 실험에서 사용된 12개의 영상이다.

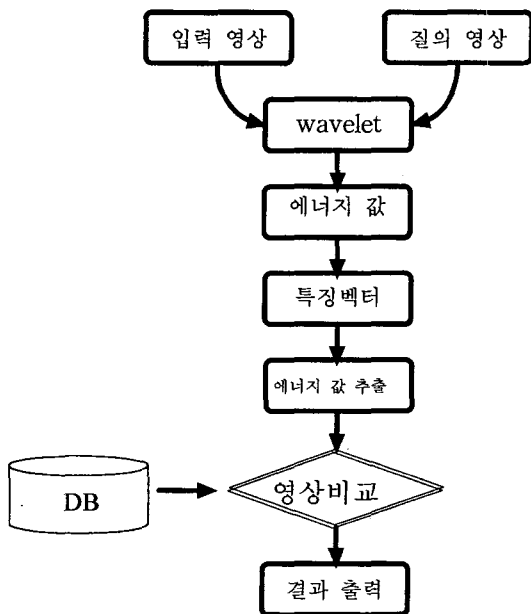
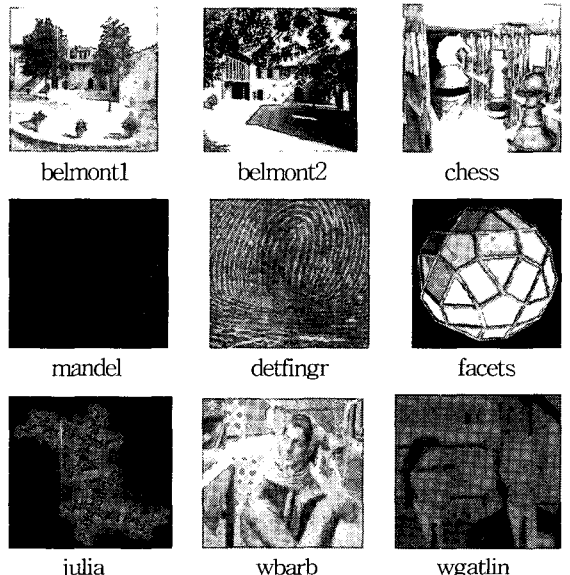


그림 5. 구현 시스템 전체 구조도
Fig. 5. A general structural graph of implementation system.



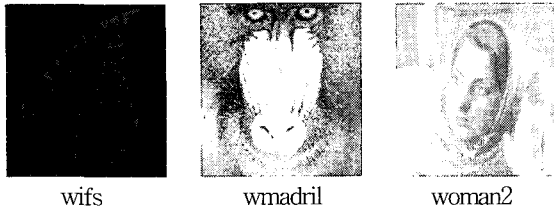
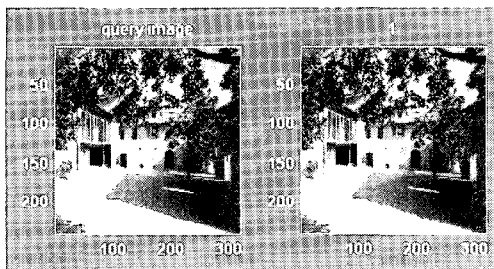


그림 6. 실험영상
Fig. 6. Image on experiment

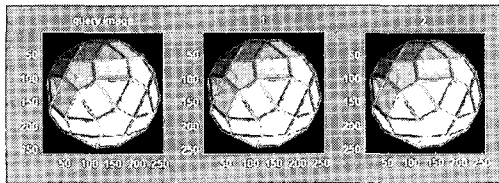
5. 동일영상 검색실험

그림 6의 12개 영상을 데이터베이스에 중복저장(화일명 변경)하고 그림 6의 영상을 질의하여 데이터베이스 내의 동일 영상을 검색한다.

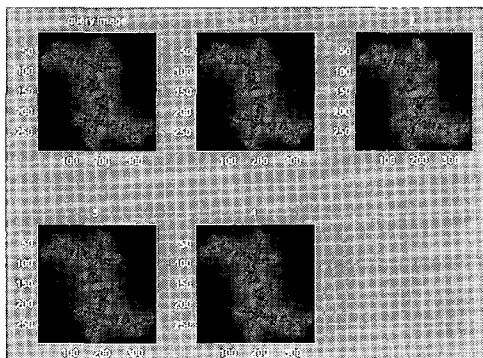
(1) belmont2 질의



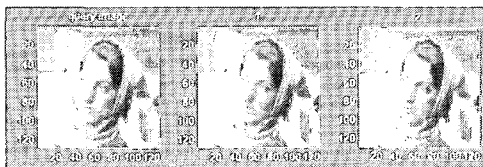
(2) facets 질의



(3) julia 질의



(4) woman2 질의

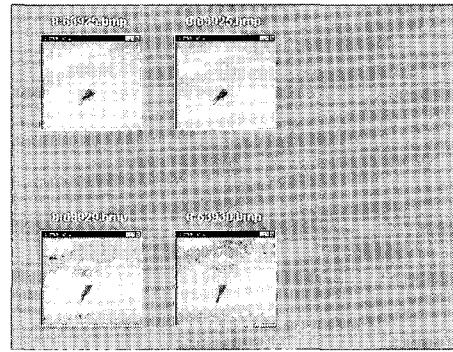


6. 연속영상 검색실험

표 2의 총 27개의 연속영상을 가지고 데이터베이스에 저장된 22개의 연속영상과 DB에 저장하지 않은 5개의 제외된 연속영상을 이용하여 영상검색 실험을 했다.

(1) DB내의 영상질의 실험

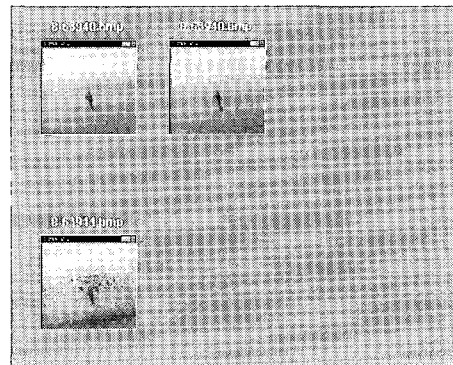
- 8-63925 영상질의(위쪽은 동일영상 출력, 아래는 유사영상 출력)



HD(Hamming distance) = 0,

HD = ± 300

- 8-63940 영상질의(위쪽은 동일영상 출력, 아래는 유사영상 출력)



(2) 데이터베이스 내에 없는 영상질의 실험

- 8-63922 영상질의(위쪽은 동일영상 출력, 아래는 유사영상 출력)

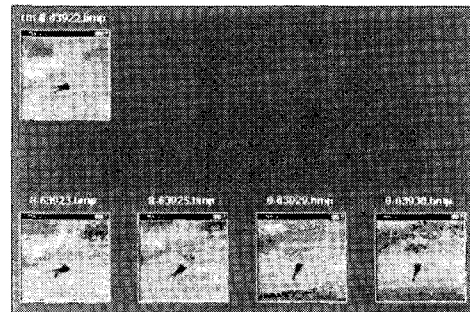


표 2. 22개의 연속영상과 5개의 제외된 연속영상

Table 2. A consecutive 22th presentation of an image and except 5th from consecutive an image.

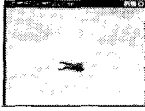
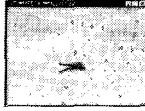
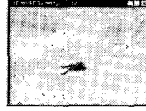
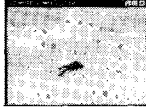


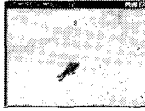
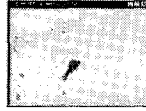



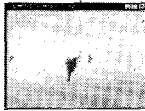
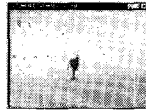
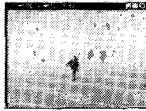

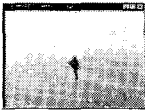

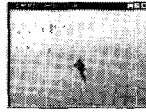
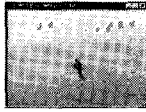

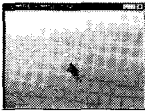
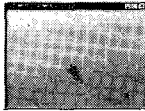


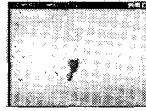
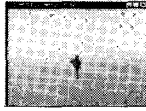
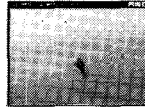
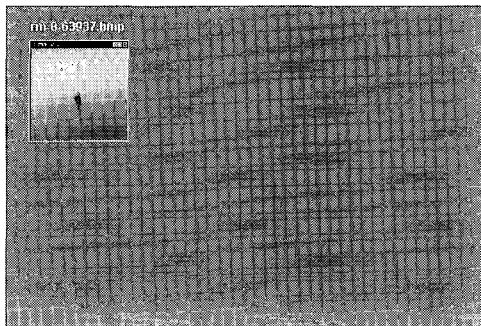
22개의 연속영상 (원 영상의 25%)				
 8-63919	 8-63920	 8-63921	 8-63923	 8-63924
 8-63925	 8-63926	 8-63928	 8-63929	 8-63930
 8-63931	 8-63933	 8-63934	 8-63935	 8-63936
 8-63938	 8-63939	 8-63940	 8-63941	 8-63943
 8-63944	 8-63945			
5개의 제외된 연속영상 (원 영상의 25%)				
 rm-8-63922	 rm-8-63927	 rm-8-63932	 rm-8-63937	 rm-8-63942

표 3. 기존 시스템과 제안 시스템과의 비교

Table 3. A comparison of existent system and proposed system.

	기존 시스템	제안 시스템
1. 데이터 저장량	원 영상의 3분의1 절약	원 영상의 4분의1 절약
2. 연속영상 검색	유사 연속영상 검색 없음	유사 연속영상 검색 가능
3. 정확도	유사 연속영상 자료가 없음	유사 연속영상 정확히 검색
4. 검색 속도	원 영상의 3분의1 압축된 자료 검색속도	원 영상의 4분의1 압축된 자료 검색속도

- 8-63937 영상질의(위쪽은 동일영상 출력, 아래는 유사영상이 출력되지 않음)



7. 기존 시스템과 제안 시스템과의 비교

기존 시스템에서는 wavelet변환을 3단계까지 하였지만 제안 시스템에서는 4단계까지 수행함으로써 원 영상의 4분의 1까지 저장하는 관계로 저장에서 보면 기존 시스템보다 절약할 수 있고, 연속영상 검색에서 기존시스템에서는 유사 연속영상 검색한 자료가 없지만 제안 시스템에서는 유사 연속영상 검색이 가능한 것으로 나타났다.

V. 결 론

본 논문에서는 기존 검색시스템의 현황과 문제점에 대해서 서술했으며 최근 영상압축분야에 사용하고 있는 wavelet 변환에 대해서 서술하였으며, 구현시스템에서는 영상을 4단계 wavelet변환을 통해 특징벡터와 에너지 값을 추출하여 데이터베이스내의 영상과 비교하여 결과를 출력하게 하였고 구현시스템의 구현알고리즘과 특징벡터 추출에 대해서 논하였다.

이 구현시스템의 특징은 특징 벡터를 4단계 LL대역을 사용해서 원 영상에 비해 256:1만큼의 압축효과를 얻을 수 있었고 비교 영상의 크기를 줄여, 검색속도를 향상

시켰으며 또, 검색을 2단계로 나누어 검색효율을 높였다. 모의실험에서 다음의 3가지 결과를 얻었다.

첫째는 영상의 에너지 값과 특징벡터의 추출이 가능하다는 점이고, 둘째는 영상이름이 변경되어 중복저장되어도 정확히 검색이 가능했으며, 셋째는 연속영상에서도 영상검색이나 유사검색이 가능한 것을 확인하였다.

향후 이 시스템을 인식시스템에 확장하여 홍채인식 시스템이나 침입자 감지시스템 등에 활용할 수 있으며 현재 이 논문에서 다루지 않았던 동영상 검색시스템의 적용에 관한 연구가 필요하고, 데이터 증가에 따른 효율적인 검색방법에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] John R, Smith and Shih-Fu Chang, "Single Color Extraction and Image Query", IEEE International Conference on Image Processing (ICIP-1995).
- [2] T. Gegvers and A.W.M Smeulders, "Transform invariant image indexing and Retrieval for image database", Commission III, Working Group III/IV.
- [3] 한국전자통신연구원, "내용기반 멀티미디어 정보 검색기술 개발", 1997. 12
- [4] 김봉기, 오해석, "색상과 모양 정보를 이용한 다 단계 내용기반 영상검색 기법", 한국정보처리학회, '98추계학술발표논문집, 제5권 제2호, pp.150 ~153, 1998. 10
- [5] Myron Flickner and et. "query by Image and Video Content : The QBIC System", IEEE Computer, 28(9), 1995.
- [6] Virginia E. Ogle and Michael Stonebraker, "Chabot : retrieval from a Relational Database

- of images”, IEEE Computer, 28(9), 1995.
- [7] Randy K. Young, “Wavelet Theory And It’s Application”, Kluwer Academic Publishers, 1993.
- [8] 권상근, “QMF banks의 PR조건을 이용한 wavelet 기저의 설계 및 응용”, Telecommunications Review, Vol 3. 1993.
- [9] O. Rioul and Vetterli, “Wavelet and signal processing”, IEEE SP Magazine, pp 14~33, Oct. 1991.
- [10] P. J. Burt, et al, “the Laplacian pyramid as a compact image code”, IEEE tr. on Comm., pp 532~540, Apr, 1983.
- [11] J. W. Woods and S. D. O’Neil, “Subband coding of images”, IEEE tr. on Comm., pp 1278~1288, Oct. 1986.
- [12] Stephane G. Mallat, “A theory for multi-resolution signal decomposition : The wavelet representation”, IEEE tr. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 11, no. 7, July 1989.
- [13] I. Daubechies, “Orthonormal bases of compactly supported wavelets”, Comm. Pure Appl. Math, vol XLT, no. 7, pp. 909~996, 1988.
- [14] 박기승, 강양기, 김재공, “웨이브렛 변환을 이용한 영상 부호화”, 신호처리합동학술대회논문집, 제6권, 제1호, pp. 65~68, 1993
- [15] 김철우, 박희복, 이중웅, “웨이브렛 계수의 선택적 벡터 양자화를 이용한 영상 부호화”, 추계 종합학술대회 논문집, 제15권, 제2호, pp. 442~445, 1992
- [16] 윤정모, 이상기, 김상연, “홍채인식시스템의 검색 시간 단축에 관한 연구”, 한국정보처리학회, '99 춘계학술발표논문집, 제6권 제1호, pp. 215~218, 1999. 4
- [17] Eric J. Stollnitz, Tony D. DeRose, David H.Salesin, “Wavelets for Computer Graphics: Theory and Applications”, Morgan Kaufmann Publishers, 1996.

저 자 소 개



尹正模(正會員)

1944. 3 경북 봉화 태생. 1971. 2 성균관대학교 경영행정대학원 석사과정 졸업. 1993. 12 일본 오사카부립 대학 공학부 경영공학과 공학박사. 1966. 4 한국전력공사 입사. 왕십리 발전소, 전기시험소 근무. 전자계산소 인사급여업무개발 과장대리 근무. 1972. 7 국립서울산업대학교 전임강사, 조교수, 부교수, 전자계산소 소장, 서울산업대학원 주임교수 겸직 현재 전자계산학과 교수. 연구분야 : 객체지향분석설계, ERP, 전자상거래, 소프트웨어공학

金相淵(正會員)

1997년 2월 서울산업대 전자계산학과(공학사). 1991년 2월~1998년 9월 삼성 SDS SM 사업부. 1999년 8월 서울산업대 산업대학원 전자계산학과(공학석사), 1999년 9월~현재 (주) 포시에스 시스템지원부