

형태 전역특징과 히스토그램을 이용한 내용 기반 영상 검색 시스템

(Content based Image Retrieval System by Shape Global Feature and Histogram)

황병곤*, 정성호**, 이상열*

(Byung-Kon Hwang*, Sung-Ho Jung**, Sang-Youl Lee*)

요약 멀티미디어 정보검색 중 내용기반 영상검색은 색상, 질감, 형태 등의 영상 내용 특징들을 이용하여 검색하는 방법으로, 색상과 질감 특징이 영상 검색 시스템에서 일반적으로 널리 사용되고 있다. 그러나 이 시스템은 영상의 형태가 서로 다른 경우 서로 다른 내용을 나타내므로 유사 영상검색에서 오류를 수반할 수 있다. 그러므로 영상의 특징을 나타내는 형태의 사용은 효과적인 내용기반 영상검색에서 중요하다. 그래서 본 논문에서는 영상의 윤곽선에 의한 전역 특징 필터링 처리 후에 형태정보의 히스토그램에 의한 성능이 더 우수한 형태 유사도 영상 검색 시스템을 개발한다.

Abstract Content based image retrieval methods in the multimedia information retrievals use primary visual features such as color, texture and shape. Color and texture generally are used as features of the image retrieval systems. But these systems may produce errors in similar image retrieval because two images with different shapes can represent very different contents. Therefore, the use of shape describing features is essential in an efficient content based image retrieval system. In this paper, after the global features filtering process by the boundary of objects, we have created a better shape similarity image retrieval system by a histogram of shape information.

1. 서론

최근 대용량, 고속의 멀티미디어 데이터 전송이 가능한 초고속 통신망 및 멀티미디어 관련 기술의 발달로 인하여 영상, 비디오, 음성 데이터와 같은 멀티미디어 정보의 효율적인 전송, 저장, 관리 및 검색이 중요한 핵심 기술로 대두되고 있다. 특히, 멀티미디어의 저장 및 검색 중에서 영상 검색 시스템이 가장 많이 활용되어 지는 기술이다.

이러한 영상 데이터의 효율적인 검색을 위하여 여러 검색 기법들이 제안되고 있는데 크게 두 가지 문자기반 영상 검색 기법과 내용기반 영상 검색 기법으로 분류될 수 있다.

문자기반 영상 검색 기법은 영상을 문자와 구조화된 필드를 사용하여 나타내므로 기존의 다양하고

정형적인 알고리즘을 이용하여 영상 색인과 검색을 할 수 있다. 그러나 영상 데이터의 경우사람이 의미 정보(Semantic Information)를 기술하는 것으로서 제한된 범위 내에서는 이러한 의미 정보에 따른 영상 검색이 가능하나, 대용량의 영상 데이터의 경우 사람이 일일이 주석을 기술해야 하고 주석을 부여하는 사람과 검색하는 사용자 관점의 불일치로 인하여 검색의 비효율성이 제기될 수 있는 단점이 있다.

내용기반 영상 검색 기법은 문자기반 검색 방법의 단점을 극복하기 위하여 영상 데이터에서 내용으로 표현되는 특징(Feature)들을 자동으로 추출하여 이를 기반으로 검색하는 내용기반(Content-based) 검색 방법이다[1,2]. 이 방법은 영상 데이터로부터 내용 표현요소들을 자동으로 추출하여 사람이 일일이 주석을 기술할 필요 없이 영상의 시각적인 예(Visual Example)로서 사용자가 원하는 영상들을 쉽게 질의·검색할 수 있는 장점을 가진다. 따라서, 주석과 관계없이 칼라(Color), 질감(Texture) 등 영

*대구대학교 정보통신공학부

**포항1대학 전산정보처리과

상의 내용 표현요소들을 통하여 얻어진 특징 값을 사용하여 질의 영상과 데이터베이스 내 영상들 간의 유사도를 계산하고 이에 따라 영상 검색을 수행한다. 내용기반 검색 기법인 STAR[3]에서는 색상 및 질감 특징 정보를 활용하였으며 이동, 크기변화, 회전 등에 대해 불변한다는 특성을 제공한다는 장점이 있다. 그러나, 처리 시간이 오래 걸린다는 단점과 형태가 틀려도 유사도가 높은 결과가 나오는 단점이 있다[4].

QBIC(Query By Image Content)[5]는 우표를 검색하는 데모 버전을 웹상에서 제공하고 있다. 영상의 특징 정보로는 색상 정보, 히스토그램, 질감을 이용한다. 색상 정보로는 영상내의 색상의 위치 정보와 색상이 포함된 비율 정보를 이용하고 있다.

칼라 히스토그램을 이용한 영상 검색은 전체 영상의 특징은 가지고 있지만 영상의 내용에 대한 형태에 대한 정보를 가지고 있지 않다. 이점을 보완하기 위해 영상의 내용물에 대한 형태 정보를 이용한 대[6].

본 논문에서는 체인 코드에 의해 영상의 윤곽선 정보를 추출한 후 윤곽선의 정보를 나타내는 분산, 왜도, 첨도 등과 같은 전역특징을 이용하여 질의 영상과 상당히 유사하지 않는 데이터베이스의 영상을 필터링한다. 다음 단계로 형태 히스토그램을 이용한 유사도 측정에 의해 검색한다.

본 논문의 구성으로 2장에서는 제안된 도형 영상 검색 시스템의 특징 추출 과정에 대한 방법들을 기술한다. 3 장에서는 실험에 대한 결과를 보여주고, 4장에서 결론을 맺는다.

2. 제안된 시스템

2.1 제안된 시스템 개요

본 논문에서는 영상의 이동, 크기 변화, 회전등의 변화에 영향을 받지 않고 도형을 검색하는 시스템을 구축하였다.

그림1의 제안된 시스템은 데이터 베이스구축과 영상 검색 과정으로 구분된다. 데이터베이스 구축 과정은 전처리 과정과 특징 추출과정 그리고 결과 데이터베이스 저장 순서로 이루어진다.

영상 검색과정에서는 형태의 전역적 형태 특징에 의한 질의 영상과 상당히 유사하지 않는 영상을 필터링하는 과정과 형태 히스토그램을 이용한 유사도에 의한 검색과정으로 이루어진다. 전역적 특징에

의한 필터링 과정은 영상을 검색하는데 소요되는 시간을 절약시킬 수 있고 그리고 형태 히스토그램을 이용한 유사도 측정은 영상검색 정확성을 높여준다.

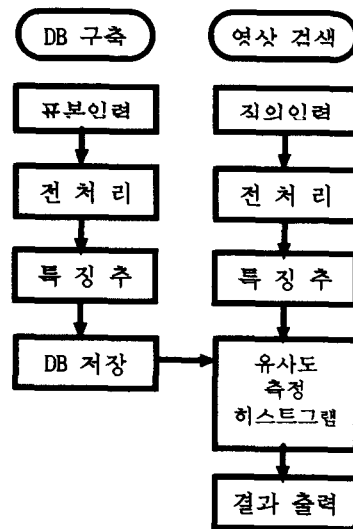


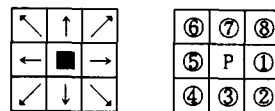
그림 1. 제안된 검색 시스템

2.2 전처리

입력 영상의 형태 정보는 2차원 공간적 특징으로, 그 형태 정보를 분석하기 위해서는 일반적으로 영상의 그레이 레벨 값이 가지는 2차원 공간적인 특성을 이용한다. 본 연구에서는 입력된 RGB 칼라 모델로 구성되어 있는 질의 영상에 대하여 가로, 세로 폭을 128 X 128 크기로 정규화하고, 입력 영상을 그레이 레벨로 변환한 후 이진 영상으로 변환하는 전처리 단계를 수행한다.

이진 영상의 사용은 처리될 자료의 양을 줄일 수 있으므로 화소의 밝기의 이진화 또는 윤곽선 검사와 같은 간단한 확인 기법들에 이진 영상을 사용한다. [7-9]

2.3 경계점 추출 및 잡음 제거



a) 8방향 체인코드의 추적 순서

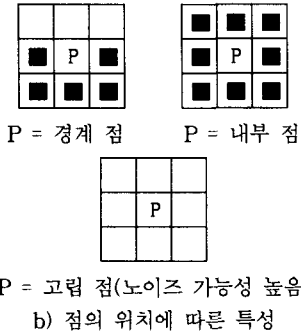


그림 2. 8방향 체인코드의 추적 순서 및 점의 특성

1) 경계점 추출

이진화 영상의 윤곽선을 추적하기 위해서 체인 코드(Chain Code)가 널리 사용되고 있다. 그림 2는 입력된 영상을 픽셀 단위 주사선 방식으로 추적을 하다 시작점이 발견되면 그 점을 따라 이웃하는 점을 찾은 방식으로 체인코드의 추적 순서 및 점의 특성을 나타낸 것이다. 이 체인코드는 이동하면서 동시에 윤곽선을 이루는 점의 위치와 길이를 처리하는 장점이 있다. 특히 시작 픽셀의 위치를 기록한 후 방향을 나타내는 코드만 기록되므로 효율적으로 영상 정보를 처리할 수 있다. 본 논문에서는 윤곽선 추적 시 윤곽선을 이루는 점의 좌표를 추출하여 활용한다.

2) 잡음 제거 및 경계면 추출

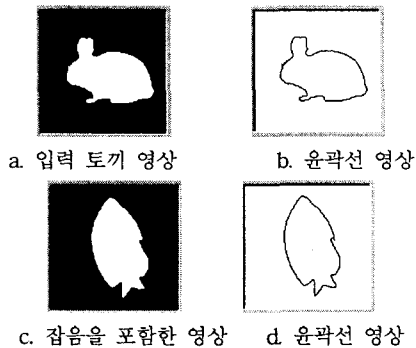


그림 3. 윤곽선 영상 결과

물체와 배경을 구분하는 윤곽선 좌표를 추출하기 위하여 이진 영상에 식 (1)을 적용하여 한 화소 두

개의 윤곽선 영상을 얻는다[10]. 식(1)은 8방향 연결성에 기초한 윤곽선 추출 기법으로 자신을 비롯한 주위 8방향 화소의 값이 같으면 윤곽선이 아니다. 그림 3의 a는 처리된 이진 이진영상이며 그림 3의 b는 이 이진영상에 체인코드와 윤곽선을 결정하는 식(1)을 적용한 결과이다.

$$T(x,y) = \begin{cases} 0 & \text{if } p_{x,y} = p_{x,y-1} = p_{x,y+1} = p_{x-1,y} = \\ & p_{x+1,y} = p_{x-1,y-1} = p_{x+1,y-1} = \\ & p_{x-1,y+1} = p_{x+1,y+1} = 1 \\ 1 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

식(1)에 의해 구한 윤곽선을 구성하는 점은 추출된 순서대로 (x_i, y_i) 로 정의되며, 여기서 i 는 1에서 윤곽선을 이루는 점의 수 n 까지로 나타낸다.

그림 3의 c 그림은 잡음을 포함하는 이진 영상이며 그림3의 d는 주변 점들과의 관계를 고려하여 잡음일 가능성이 높은 점을 무시하고 윤곽선을 추출한 결과를 보인다.

이상과 같은 방법으로 추출된 경계점의 좌표를 기반으로 특징 추출을 위한 연산을 수행한다.

2.4 특징 추출 및 데이터베이스 구축

1) 수학적 특징 정보

객체의 형태 특징 정보로는 객체의 중심 좌표, 중심 좌표에서 윤곽선까지 거리, 거리의 평균, 평균에 대한 표준편차, 왜도 및 첨도 등이다.

체인코드 추적 결과를 이용한 결과는 윤곽선을 구성하는 화소들의 좌표가 (x_i, y_i) 라고 하면 특성의 종류에 따라 다음과 같이 계산될 수 있다. 객체의 중심좌표(Center Point) (x_c, y_c) 는 식(2)를 이용하여 구한다.

$$(x_c, y_c) = \left(\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}, \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \right) \quad (2)$$

여기에서 i 는 추출된 경계점의 순서, n 은 전체 점의 수를 그리고 x_i, y_i 는 윤곽선을 이루고 있는 화소들의 위치 좌표를 나타낸다.

객체의 중심으로부터 윤곽선 상의 점까지 거리는 식(3)과 같고 윤곽선상의 모든 점에 대한 거리의 합

은 식(4)와 같다

$$f_i = \sqrt{(x_c - x_i)^2 + (y_c - y_i)^2} \quad (3)$$

$$s = \sum_{i=1}^n f_i \quad (4)$$

식 (3)의 결과로 정확한 원 영상의 경우 중심점에서 경계면을 이루는 각 점까지 길이는 유사하나 서로 다른 영상의 경우 중심점에서 경계면을 이루는 각 점까지 길이 값들이 서로 다르다. 이를 판별하기 위해 중심점과 각 점에 대한 분산 σ^2 를 구하면 식 (5)와 같다.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{s} - f_i)^2}{n} \quad (5)$$

여기서 \bar{s} 는 거리의 평균값이다. 식(5)의 결과로 도형을 이루는 윤곽선의 거침 정도를 확인 할 수 있다. 중심점에서 윤곽선을 이루고 있는 각 길이의 분포 상황을 대칭성이나 뾰족한 정도 등으로 나타낼 수가 있는 표현은 식은 왜도(Skewness)와 첨도(Kurtosis)이다. 왜도는 중심점에서 윤곽선을 이루고 있는 각 점의 길이에 대한 비대칭도를 나타낸다. 왜도는 Pearson의 왜도와 Bowleg의 왜도 그리고 3차 적률(Moment)을 이용한 왜도가 있다. 본 연구에서는 3차 적률 m_3 를 구하기 위해 식(6)을 이용하였다. 그리고 평균에 대한 3차 적률 m_3 를 이용 식 (7)와 같이 왜도 α_3 를 구하였다.

$$m_3 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{s} - f_i)^3}{n} \quad (6)$$

$$\alpha_3 = \frac{m_3}{\sigma^3} \quad (7)$$

객체의 모양이 얼마나 각을 많이 이루고 있는가 하는 정보를 얻기 위한 측도를 첨도(Peakness)라 하며 첨도 α_4 는 평균에 관한 4차 적률 식(8)의 m_4 와 식(5)의 분산 σ^2 을 이용하여 구한다.

$$m_4 = \frac{\sum_{i=1}^n (\bar{s} - f_i)^4}{n} \quad (8)$$

$$\alpha_4 = \frac{m_4}{\sigma^4} \quad (9)$$

첨도의 결과는 정규 분포의 경우(Gauss 분포) 3이다. $\alpha_4 > 3$ 이면 정규 분포보다 정점이 높고 뾰족한 모양이고 $\alpha_4 < 3$ 이면 정규 분포 보다 정점이 낮고 무딘 모양이다. 즉 α_4 값이 크면 클수록 뾰족 같은 형태이며 작을수록 원에 가까운 형태이다.

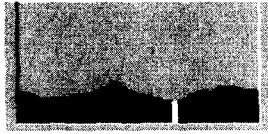
파일명과 특징 정보로 추출된 표준편차 σ , 왜도 α_3 및 첨도 α_4 의 3가지 계산 결과를 영상 데이터베이스에 저장한다. 질의 영상이 입력되면 같은 방법의 연산으로 질의 영상의 표준편차, 왜도 첨도를 구하고 각 항목별 가중치를 0에서 5까지 주어 유사도 검색을 한다. 수학적 계산 값으로 이루어진 결과는 검색 시간은 빠르나 정확도에서 낮아질 가능성이 높다. 그러므로 형태 히스토그램을 이용해 상세한 검색을 수행함으로써 정확도에 가까운 결과를 보일 수 있다.

2) 형태 히스토그램

전역 형태특징에 의해 일차 필터링 되어진 후 데이터베이스에 저장된 영상은 정확한 유사도 측정을 위하여 객체의 중심점과 윤곽선의 각 화소까지의 거리에 의한 형태 히스토그램을 이용한다. 이 방법은 단순한 수학적 계산결과로 1차적 유사한 영상을 검색되어지므로 다음 단계인 형태 히스토그램처리에서 검색 대상 영상의 축소에 의해 전체적으로 정확도와 더불어 검색 시간을 단축시킬 수 있다. 그림4는 중심점에서 윤곽선을 이루는 각 화소까지 거리의 분포를 나타낸 형태 히스토그램이다.



a.원영상 b.경계점 및 중심점

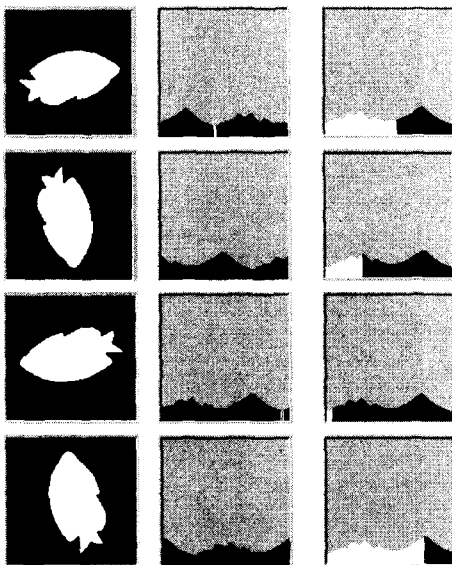


point
c. 히스토그램

그림 4. 형태 히스토그램

그림 5의 a는 객체의 중심점과 윤곽선 상의 화소까지의 히스토그램이고 그림 b는 거리 중 최소 값을 기준으로 히스토그램을 재구성한 회전불변 히스토그램으로 서로 변형된 그림이지만 같은 그림을 찾을 수 있는 결과를 보인다.

입력된 4개의 영상은 같은 객체이나 방향을 달리 표현한 영상이다. 4개의 영상 각각 서로 다른 히스토그램을 만든다. 그러나 회전불변 히스토그램에서는 같은 결과를 보임으로써 서로 변형된 그림이지만 같은 그림을 찾을 수 있는 결과를 보인다.



a. 입력영상 b. 초기 형태 히스토그램 c. 회전불변 형태 히스토그램

그림 5. 회전에 둔감 한 결과

3) 영상 특징 정보 데이터베이스 구축

데이터베이스 구축을 위한 영상별 특징 정보 데이터베이스의 한 레코드는 파일명 필드, 표준편차 σ 의 필드, 왜도 α_3 필드, 첨도 α_4 의 필드 그리고

히스토그램 필드로 구성하였다.

파일명	σ	α_3	α_4	Shape Histogram
-----	----------	------------	------------	-----------------

그림 6. 영상 특징 정보 데이터베이스의 구조

4. 실험

본 논문에서는 실험 데이터로 약 2000개의 영상을 대상으로 실험했다. 기본적인 원 사각형 등의 도형 영상과 토끼, 물고기, 공구 등 여러 종의 유사한 영상을 이용하여 실험하였다.

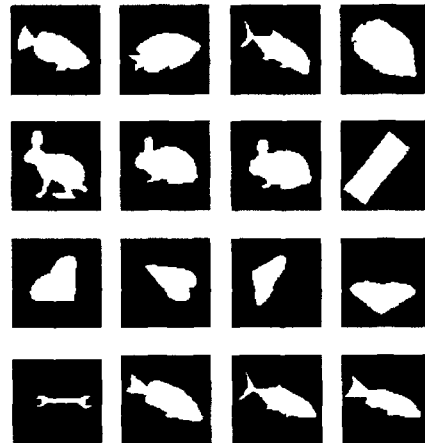


그림 7. 데이터베이스 입력 영상 예

전처리 과정을 거친 입력 영상은 본 실험에서 구축한 분석기를 이용 형태정보인 표준편차, 왜도, 첨도 및 형태 히스토그램을 구한다. 영상의 파일명과 추출된 특징 정보는 데이터베이스파일로 저장된다.

질의 영상을 이용하여 유사영상을 찾기 위한 과정은 다음과 같다. 질의 영상으로부터 영상의 형태 특징을 추출한다. 추출된 특징 정보는 데이터베이스에 있는 각 영상 파일들의 특징 정보와 유사도 계산을 수행한다. 유사도 순서가 가장 가까운 영상을 우선으로 화면에 출력한다.

그림 8은 입력된 영상으로부터 연구내용을 적용하여 결과를 분석하는 분석기와 질의 영상을 입력받아 유사영상을 검색하는 검색기이다.

보다 효율적인 결과를 얻을 수 있다.

$$Recall = \frac{\text{정확하게 검색된 영상수}}{\text{관련된 모든 영상수}} \quad (11)$$

$$Precision = \frac{\text{정확하게 검색된 영상수}}{\text{검색된 모든 영상수}} \quad (12)$$

실험 결과 평균 Recall/Precision이 0.90/0.82을 보임으로써 제안된 방법이 유용함을 보였다.

5. 결론

본 논문에서는 영상을 이루는 형태의 전역 특징과 형태의 히스토그램 이용한 영상 검색 방법을 제안하였다. 실험에서 전역 특징으로 윤곽선을 이루는 점의 좌표를 이용하여 중심점을 구하였다. 그리고 산술 평균에 대한 2차 적률(Moment)인 분산, 산술 평균에 대한 3차 적률인 왜도, 산술평균에 대한 4차 적률인 첨도를 구하였다. 이와 같은 전역특징은 초기 유사영상 매칭에서 크기, 회전 및 이동 등에 불변이고 측정시간이 빠름으로 상당히 효과적이었다. 한편 이와 같은 일차 허용 범주에 속한 유사영상을 좀더 정확한 유사도 측정을 위하여 중심점과 윤곽선을 이루는 점까지의 거리에 의한 형태 히스토그램을 구하였다. 본 논문에서 사용한 이 방법은 형태 유사도 검색에서 상당히 시간을 절약시킬 뿐만 아니라 정확하게 유사한 영상을 검색할 수 있었다.

본 연구의 결과를 실제적인 응용 분야에서 적용하기 위해서는 제시된 방법이 충분한 정확성과 반복을 통한 데이터베이스 구축과 반복 작업을 하여야 한다. 또한 제시된 방법이 특정한 응용 분야에 적용될 수 있기 위해서는 해당 응용 분야의 유사도 검사에서 정확도와 검색시간 등이 그 시스템에 만족스러워야 한다고 본다.

참 고 문 헌

- [1] S. T Campbell and S. M Chung "The Role of Database System in the Management of Multimedia Information." Proc. of Int. Workshop on Multi-Media Database Management System, pp4-11, August 28-30, 1995.
- [2] Y. H. Ang, Zhao Li and S. H Ong. "Image Retrieval based on Multidimensional Feature Properties", The International Society for Optical Engineering (SPIE), Vol, 2420, pp47-57, 1995.
- [3] C. P. Lam, J. K. Wu, B. Mehtre "STAR-a System for Trademark Archival and Retrieval", ACCV'95 Second Asia n Conference On Computer Vision, December 5-8, Singapore
- [4] Aditya Vailaya, Yu Zhong and Anil K. Jain " A Hierarchical System for Efficient Image Retrieval" Proc. 13th ICPR, Vienna, pp356-360, August 1996.
- [5] Peter Jasco "Searching for Images by Similarity Online", ONLINE99 pp99-104 November/December 1998.
- [6] J. R. Smith and S. F. Chang. "Querying by color regioning the visual SEEK content-based visual query system," Proc. of SPIE. VCIP. Vol. 2420, pp.47-57, 1995.
- [7] B. G. Batchelor and D. W. Braggins, Commercial vision systems, in Computer Vision: Theory and Industrial Applications (Torras, Ed.), pp. 405-452, Springer-Verlag, New York, 1992.
- [8] R. T. Chin, Automated visual inspection algorithms, in Computer Vision: Theory and Industrial Applications, (Torras, Ed.), pp. 377-404, Springer-Verlag, New York, 1992.
- [9] V. D. Hunt, Smart Robotics: A Handbook of Intelligent Robotic Systems, Chapman and Hall, New York, 1985.
- [10] 심재창, "새로운 윤곽추적 기법을 이용한 영상 처리 및 질감인식", 경북대학교 박사학위논문, 1993.
- [11] Iraky.H.kbalifa, "Shape signature for Recognition Process", Seventeen national radio science conference, Feb. 22-24, 2000.

[12] H. Tamura, S. Mori and T. Yamawaki, "Textures corresponding to visual perception," IEEE Trans. Syst. Man Cybern. SMC-8(6), pp. 460-473, 1978.

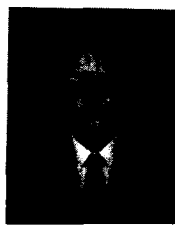
[13] M. Sticker and M. Orengo, "Similarity of Color Image," Proceeding of SPIE 2420, pp381-395 1995.

[14] M. Striker and A. Dimai "Color Indexing with Weak Spatial Constraints", Proceeding of SPIE 2670, 1996.

[15] P. Aigrain, H. Zhang and D. Petkoveic, "Content-Based Representation and Retrieval of Visual Media: A State-of-the Art Reveiw", Multimedia Tool and Application, Vol. 3, pp179-202, 1996.

[16] T. S. Chua, S. K. Lim and H. K. Pung, "Contented-based Retrieval Segmented Images", ACM Multimedia 94 Proceedings, pp211-218, 1994.

[17] C. A. Cabrelli and U. M. Molter, "Automatic representation of binary images," IEEE Trans. Pattern Analysis Mach. Intell. 12, pp.1190-1196, 1990.



황 병 곤 (Byung-Kon, Hwang)

1974년 2월 경북대학교
전자공학과 졸업(공학사)
1980년 3월 경북대학교
전자공학과 졸업(공학석사)
1990년 2월 경북대학교
전자공 학과 졸업(공학박사)

1975년 ~ 1976년 한국 기계금속 연구소 연구원
1976년 ~ 1978년 해군통신장교
1980년 ~ 1982년 한사 실업전문대학 전임강사
1982년 ~ 현재 대구대학교 컴퓨터 정보공학부 교수
1999년 멀티미디어 기술사
2001.3 ~ 2002.2 (미) 캘리포니아 주립대학교
교환교수

(관심분야 : 멀티미디어 정보검색, 인터넷 응용,
컴퓨터 그래픽스)



정 성 호 (Sung-ho Jung)

1992년 2월 대구대학교 전자계산
학과(공학사)

1994년 8월 대구대학교 컴퓨터정
보공학과(공학석사)

1997년 3월 ~ 현재 대구대학교
박사과정

1998년 3월 ~ 현재 포항1대학 전산

정보처리과 전임강사

(관심분야 : 멀티미디어 정보검색, 인터넷 응용,
컴퓨터 그래픽스)



이 상 열 (Sang-young Lee)

1992년 3월 대구대학교

전자계산학과 졸업(공학사)

1998년 6월 대구대학교

산업정보 대학원졸업(공학석사)

1992년 ~ 1997년 대구 태창정

보통신(주)

1998년 7월 ~ 현재 대구대학교 컴퓨터 정보 공학과
(박사수료)

(관심분야 : 멀티미디어 정보검색, 인터넷 응용,
컴퓨터 그래픽스)