

색상과 Chain Code를 이용한 내용기반 영상검색[†] (Content-based Image Retrieval Using Color and Chain Code)

황병근* 정성호** 이상열*
(Byung-Kon Hwang · Sung-Ho Jung · Sang-Youl Lee)

요약 본 논문에서는 영상 데이터 베이스의 색인화를 위해 영상의 색상과 객체가 갖는 복잡도를 이용한 내용기반 영상 검색 방법을 제시하였다. 일반적으로 색상 특징을 이용한 검색방법은 영상내 객체의 모양에 대한 공간 정보 특성을 고려하지 않으므로 검색 효율이 저하되었다.

본 논문에서는 기존의 방법인 색상특징과 제안한 체인코드에 의한 객체의 복잡도를 특징으로 하는 공간정보를 결합한 방법을 제안하였다. 실험결과 영상의 모양 특징도 고려한 제안한 방법이 내용기반 검색에서 색상 특징만을 고려한 기존의 방법보다 우수하였다.

Astract In this paper, we proposed a content-based image retrieval method using color and object's complexity for indexing of image database. Generally, the retrieval methods using color feature can not sufficiently include the spatial information in the image. So they are reduced retrieval efficiency.

Then, we combined object's complexity which extracted from chain code and the conventional color feature. As a result, experiments showed that the proposed method which considers the shape feature improved performance in conducting content-based search.

1. 서 론

최근 초고속 통신망과 멀티미디어 기술 등이 발달하여 영상, 비디오, 음성 데이터와 같은 멀티미디어 정보의 효율적인 전송, 저장, 관리 및 검색이 중요한 핵심 기술로 부각되고 있다. 특히, 영상 정보 검색의 경우는 영상 데이터의 질의·검색을 위하여, 사용자의 간단한 명령을 이용하여 원하는 영상 데이터를 빠르게 찾아볼 수 있도록 하는데 초점을 두고 있다. 따라서, 이러한 영상 데이터의 효율적인 검색을 위하여 최근 여러 검색 기법들이 제안되고 있는데 크게 다음의 두 가지로 분류될 수 있다.

첫째, 검색 대상이 되는 모든 영상 데이터들에 대하여 사람이 주석을 붙이고, 이를 기반으로 검색을 수행하는 문자기반(text-based) 검색 방법이다. 이 방법은 영상 자료에 사람이 의미를 기술하는 것으로서,

제한된 범위 내에서 의미에 따른 영상 검색이 쉬운 반면 대용량의 영상 데이터의 경우 주석을 기술하고 부여하는 사람과 질의자와의 관점이 불일치하면 검색이 비효율적이 되는 단점이 있다.

둘째, 문자기반 검색 방법의 단점을 극복하기 위하여 영상 데이터에서 내용으로 표현되는 특징(feature)들을 자동으로 추출하여 이를 검색하는 내용기반(content-based) 검색하는 방법이다[1-6]. 이 방법은 영상 데이터로부터 내용 표현요소들을 자동으로 추출하여 사람이 일일이 주석을 기술할 필요 없이 질의자가 원하는 영상들을 쉽게 질의·검색할 수 있는 장점을 가진다. 따라서, 주석과 관계없이 영상의 칼라(color), 모양(shape) 그리고 질감(texture) 등과 같은 특징 값을 사용하여 질의 영상과 데이터 베이스 안의 영상들간에 유사도를 비교하여 검색한다. 그러므로, 효율적인 영상 검색을 위해서는 영상의 내용 표현요소들인 특징 추출이 무엇

* 대구대학교 컴퓨터정보공학부

** 포항1대학 전산정보처리과

[†] 이 논문은 1999년도 대구대학교 학술연구비지원에 의한 논문임.

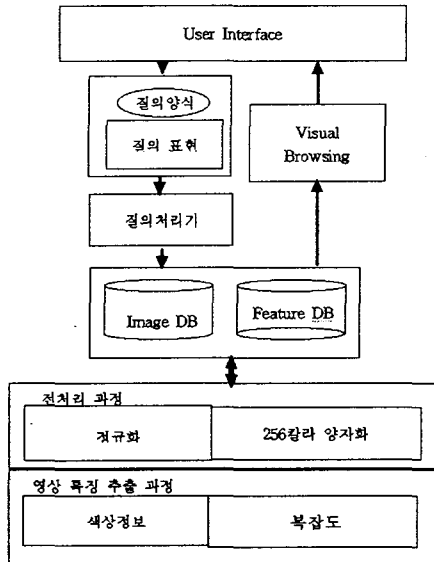
보다도 중요하다.

Swain과 Ballard가 제안한 칼라 히스토그램 방법은 각각의 객체에 대해 인덱스를 생성한 후 모델 내의 객체와 입력된 객체와의 히스토그램의 차이를 비교하여 최소값을 구하는 방식이다. 이 방법은 전혀 다른 영상이라도 같은 색상 분포를 갖으면 같은 영상으로 인식하는 단점이 있다[9].

Nagasaka와 Tanaka가 제안한 칼라 쌍의 경우 화상내의 경계선 사이에서 변화되는 칼라성분의 차로 히스토그램을 형성하는 방식을 사용했다. 이 연구에서 기존의 히스토그램 방식이 갖고 있는 단점을 보완하는데는 효율적이거나 매칭된 화상에 일괄적인 비중을 주는 오류를 범하고 있다[2].

이러한 접근 방식은 비슷한 색상 분포를 갖는 영상은 그 모양에 관계없이 같은 영상으로 판단하는 단점을 가지고 있다. 따라서, 본 논문에서는 칼라 및 모양도 고려한 방법으로 영상의 전체 영역과 내부 영역으로 나누어 각각의 색상정보 히스토그램을 이용하여 대표값을 구하고 체인코드를 이용하여 복잡도를 얻은 후 데이터 베이스의 인덱스로 저장된 키워드와 유사도를 비교하여 검색하는 내용 기반 영상 검색 시스템을 구현하였다.

2. 내용기반 영상 검색 시스템의 구성



<그림1> 내용기반 영상검색 시스템 구성도

사용자가 질의한 영상은 <그림1>의 구성도에서 와 같이 사용자 인터페이스(user interface)를 통하여 내용기반 검색시스템으로 넘어간다. 질의 양식에 따라 입력된 내용은 질의 처리기를 통하여 질의의 특징을 추출한다. 추출되어진 정보는 데이터 베이스에 저장되어 있는 영상 특징 정보와 유사도 측정을 하게된다. 유사도가 가까운 파일 정보를 우선적으로 나타내는 시각적 검색(visual searching) 시스템으로 결과를 나타낸다.

1) 색상 정보를 이용한 검색

일반적으로 색상 정보를 표현하기 위하여 색상 히스토그램을 많이 사용하는 이유는 이미지 성질을 대표할 수 있고 알고리즘이 간단하며, 물체의 회전이나 작은 이동 등과 같은 기하학적인 변형에 잘 활용할 수 있기 때문이다[7][8]. 이러한 색상 정보의 히스토그램을 구하기 위해서는 아래의 3단계를 거치게 된다.

첫째, 영상의 크기는 각각의 영상마다 크기가 다르고, 영상의 크기가 클 경우 처리 속도의 증가로 인한 처리 속도가 지연된다. 따라서, 영상들을 처리하기 편리한 형태의 크기로 정규화 할 필요하다. 본 논문은 크기를 320X240화소로 정규화 한다.

둘째, 입력되는 칼라 값의 비트 수는 각각의 영상마다 다르다. 24비트를 사용하는 트루칼라인 경우, 계산량이 많으므로, 영상의 원래 색상을 잃어버리지 않는 최소한의 칼라인 8비트칼라로 표현하는 양자화가 필요하다.

셋째, 양자화된 영상에서 칼라 특징 정보는 칼라 이미지의 히스토그램 중 최대값을 가지는 칼라 값으로 표현할 수 있다. 각 색상 값에 대해 히스토그램은 식(1)과 같이 나타낸다.

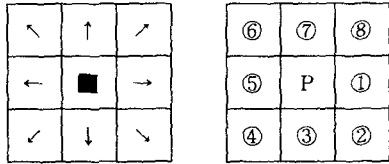
$$H = \text{Max}(n(i)) \quad (1)$$

식(1)에서 이미지의 전체 픽셀수가 n , 특정 칼라값이 i , i 칼라 값을 갖는 픽셀의 합을 $n(i)$ 로 두었다. 각 칼라 값에 대한 히스토그램의 최대값 H 를 이미지의 키 값으로 사용하였다.

2) 체인 코드를 이용한 복잡도 계산

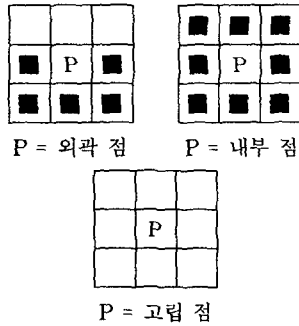
사용자가 질의한 영상의 특징을 추출하기 위해서 체인코드를 이용하였다. 체인코드를 이용하기 위해서는 영상을 이진화 한다. 이진화 된 영상에 체인 코드를 이용하여 객체의 외곽선 길이와 넓이를 구하게 된다. 이들 값을 이용하여 복잡도를 산출한다. 체인 코드는 점의 특성을 파악하

여 노이즈를 제거함으로 더 정확한 복잡도를 구할 수 있다. 체인코드를 구하는 방법은 처음 왼쪽 상단부터 시작하여 객체가 발견될때까지 우측 하단으로 추적한다. 만약 객체를 발견하면 <그림2>와 같은 순서로 체인코드를 찾기 시작한다.



<그림2> 8방향 체인코드

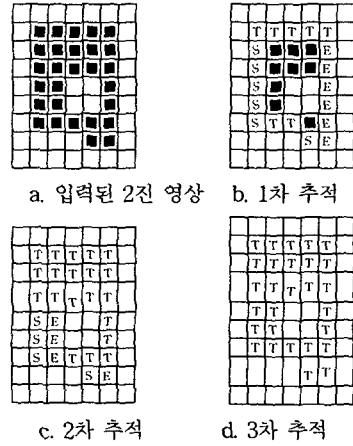
체인코드를 이용하여 외곽선을 찾아 영역의 수를 추출하는 방법으로 시작점 P에서 8방향의 순서로 다음 점을 추적한다.



<그림3> 점의 위치에 따른 특성

<그림3>과 같이 추적 후 8방향 중 한 방향에 한 개의 점이 추출되면 외곽선을 이루기 위한 시작점이 되고 다음 점으로 P가 옮겨진다. 외곽선 추적은 시작점을 다시 만날 때까지 계속되며 시작점을 만나게 되면 한 개의 객체로 인식한다. 그러나 시작점 P에서 다음 점을 추적할 수 없을 때는 고립점으로 판단하여 디지털 신호에서 올 수 있는 잡음으로 판단하여 계산과정에서 제외시킨다. 점 P를 발견한 후 고립점이 아닐 경우 윤곽선을 시계 방향으로 왼쪽화소 우선 추적법으로 추적한다. 추적할 때 출발점에서 옆으로 진행이 되면 <그림4>와 같이 T기호를 부여하고 다음 점이 아래로 향하면 출발점에 T를 부여하고 도착점에 E를 부여하고 다음 점이 위로 향하면 출발점에 S를 부여한다. 추적 시작점으로 되돌아오면 왼쪽 아래 화소 연결을 확인하여 영역의 길이 값을 저장한다 그리고 S에서 E사이를 T로 채우고 T의 개수가 영역의 넓이 값으로 저장한다. 만약 내부 영역을 발견하면 시계 반대 방향으로 다시 추적을 하면서 S, E, T를 부여한다. 모든 영역이 T로 바뀔 때까

지 반복하여 수행한다.

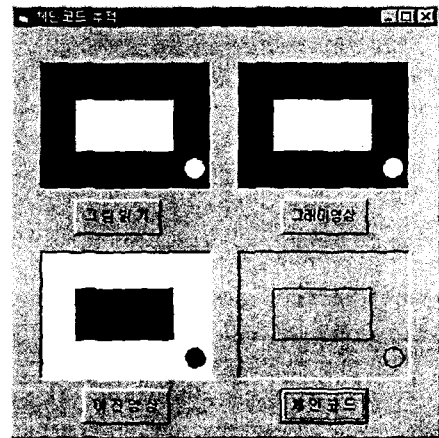


<그림4> 윤곽선추적 알고리즘 적용 예

<그림5>는 위의 알고리즘을 이용하여 입력된 영상을 체인코드로 추적을 구현한 예이다.

체인코드를 이용하여 객체의 면적과 외곽선의 길이를 구하여 복잡도를 얻는다. 복잡도 Co 는 식(2)과 같다. 여기서 L 은 체인코드에서 구한 영상의 외곽선 길이를 나타내며 M 은 영상의 영역의 넓이를 나타낸다.

$$Co = L^2 / M \quad (2)$$



<그림5> 체인코드 추적 결과 화면

3) 데이터 베이스 구조 및 유사도 측정

(1) 데이터 베이스 구조

데이터 베이스 구조는 <표1>에서와 같이 각각의 이미지 이름, 전체 영역 대표값, 내부 영역 대표값, 복잡도 등으로 구성된다. 영상의 이미지는 데이터 베이스에 포함하지 않고 파일 정보만 가지고 있어 영상을 쉽게 수정할 수 있도록 하였다. 대표 색상값 및 복잡도는 영상 자료를 각각 읽어 데이터 베이스에 추가할때 자동적으로 만들어진다. 질의를 수행할 경우 인덱스키를 사용하여 검색한 후, 영상의 특징값 들을 읽어와 사용자가 질의한 영상과 서로 비교한다. 해당 인덱스키의 비교시 질의한 키와 참조키가 정확히 일치되는 영상뿐만 아니라 질의한 값과 유사도가 큰 순서부터 작은 순서로 검색하여 나타낸다.

<표1> 데이터 베이스 필드

이미지 이름	전체 영역 대표 값	내부영역 대표 값	복잡도
--------	------------	-----------	-----

(2) 유사도 측정

유사도란 질의 영상과 데이터베이스에 저장된 영상들의 유사성 측정을 하는 것이다. 유사도를 구하기 위한 데이터 베이스의 필드는 전체 색상 대표값 DL_i , 내부영역 대표값 DS_i , 복잡도 DC_i 라고 둔다. 여기서 i 는 데이터 베이스의 레코드 번호이다. 질의 영상이 입력되면 <그림1>의 처리과정을 거쳐 질의 영상에 대한 전체 색상 대표값을 QL , 내부영역 대표값을 QS , 복잡도를 QC 라고 한다. 각각의 데이터를 이용한 유사도 R_i 는 식(3)으로 나타낸다.

$$R_i = 1 - \frac{\sum (|DL_i - QL| + |DS_i - QS| + |DC_i - QC|)}{\sum (DL_i + QL) + (DS_i + QS) + (DC_i + QC)} \quad (3)$$

본 실험의 경우 데이터 베이스에 100개의 영상 자료를 가지고 실험하였다. <식3>에 의해 얻어진 실험결과를 내림차순으로 재 정렬하여 유사도가 1에 가까운 것부터 6개씩 나타내었다.

3. 실험 및 평가

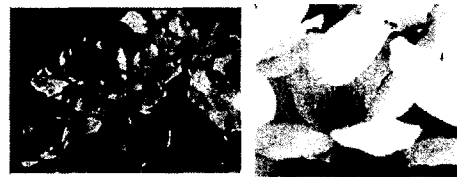
1) 실험 환경

본 논문에서 제안된 시스템의 구현 환경은 한글 윈도우즈 98을 운영체제로 하는 펜티엄 400MHz 상에서 실험하였다. 실험 영상은 다양한 색과 영역의 부분 또는 전체를 차지하여 영역별 변화가 많은 꽃 영상을 사용하였다. 꽃

영상의 경우 내부영역을 차지하는 경우 전체 영역으로 퍼진 경우 등 다양한 데이터를 볼 수 있다.



<그림6> 중앙 영역을 차지하는 꽃 영상



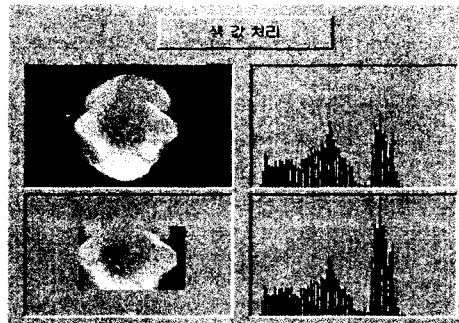
<그림7> 전체 영역을 차지하는 꽃 영상

꽃 영상의 배경을 영상의 정보로 인정하여 영상을 처리함으로써 내부 영역과 전체 영역을 구분하였다. 100건의 꽃 영상을 이용하였고, 분할 영역의 특성을 이용하기에 적합하도록 히스토그램의 차가 큰 유사 영상과 그 반대의 영상을 골고루 사용하여 검색 결과를 비교해 볼 수 있도록 한다.

2) 분할 영역 색상 정보 추출

실험 영상의 특징은 영상의 내부에 목적물을 표현한다. 내부 영상의 색상 값을 더욱 자세히 나타내기 위하여 입력 영상의 크기를 160x120으로 정한다.

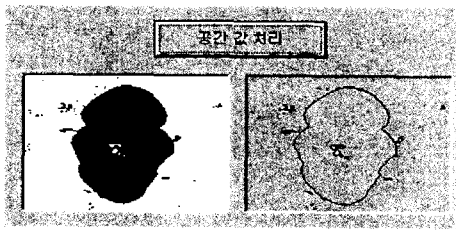
<그림8>에서 320x240의 전체 영상과 160x120의 내부 영상의 영역에 대해서 각각의 히스토그램을 구하였다. 그리고 전체 영상에서 추출된 색상 대표 값은 복잡도를 구하기 위한 기준 값으로 활용된다.



<그림8> 영역별 히스토그램을 이용한 대표값 추출

3) 체인코드를 이용한 복잡도 계산

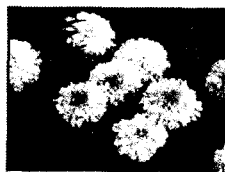
영상의 색상 정보만을 이용하면 같은 노란색의 꽃인 호박꽃과 개나리의 경우 구별하기 힘든 경우가 있다. 이런 단점을 보완하기 위해 복잡도를 이용하여 영상을 구별할 수 있다. <그림9>는 대표 색상값을 추출하기 위한 작업과 그 결과 값을 기준으로 한 복잡도 추출을 위한 작업을 병행함으로써 다양한 경우의 수를 만들었다.



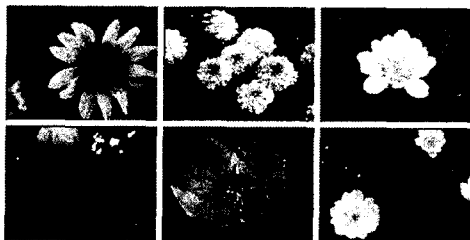
<그림9> 체인코드를 이용한 공간값 계산

4) 영상 검색기 및 결과 분석

본 논문에서 구현한 영역 색상과 복잡도를 이용한 내용 기반 영상 검색 시스템을 사용하여 실험한 결과를 비교 분석하였다. 질의 영상을 전체 영역과 내부 영역으로 구분하여 각각 대표 값을 추출하였으며, 체인코드를 이용하여 복잡도를 추출하였다.



a) 질의 영상

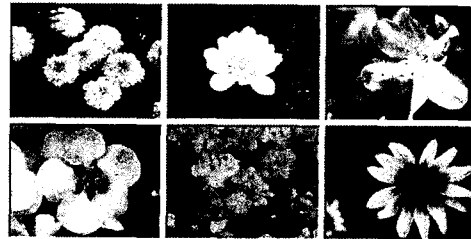


b) 질의 결과

<그림10> 전체 영역 이용 검색

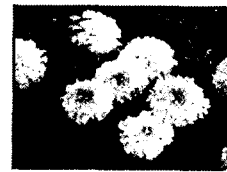


a) 질의 영상

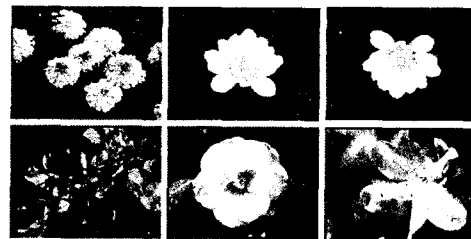


b) 질의 결과

<그림11> 전체 영역 과 부분 영역 이용 검색



a) 질의 영상



b) 질의 결과

<그림12> 전체 영역, 부분 영역, 복잡도 이용 검색

파일명	정확도	재 검색률	유사도
f040.jpg	55	125	33
f046.jpg	57	125	46
f146.jpg	57	125	46
f018.jpg	83	125	50
f077.jpg	63	127	4
f091.jpg	66	100	42
f015.jpg	55	93	48
f086.jpg	59	82	32
f006.jpg	80	108	52
f097.jpg	41	92	41
f090.jpg	59	95	61
f135.jpg	73	101	58
f035.jpg	73	101	58
f028.jpg	67	91	54
f029.jpg	67	91	54

<그림13> 질의 연산 결과

<그림10>은 영상의 전체 대표값을 인덱스로 검색한 결과이며, <그림11>는 전체영역과 부분 영역 두 개의 인덱스로 검색을 하였으며, <그림12>는 전체영역과 부분영역 그리고 복잡도를 이용하여 데이터 베이스에 저장된 영상 정보의 비교한 결과 윈도우 화면에 6개씩 유사도가 높은 순서부터 나타난 결과이다. <그림13>은 질의 영상의 처리 결과와 데이터베이스 영상의 처리결과를 연산하여 유사도 내림차순으로 정렬한 결과이다. 내용기반 영상 검색 시스템에서의 시스템 평가는 정규화 된 정확도(precision)와 재 검색률(recall)을 근거로 하는데, 그 이유는 유사 매칭을 목표로 하기 때문이다. 검색 결과 중 질의와 관련 있는 영상의 총 갯수를 r , 데이터베이스 내에 있는 질의와 관련 있는 영상의 총수를 R , 검색 결과 중 질의와 관련 없는 영상의 개수 c , 데이터베이스 내에 있는 질의와 관련 없는 영상의 총수 C 라고 한다. 그리고 각각의 값은 미리 색상별 분류와 꽃 명칭의 분류로 정해진 데이터를 기준으로 하였으며, 실험 결과의 최종 판단은 개발자가 한다. 검색된 영상 중 질의와 관련 있는 영상의 비율인 정확도와 질의와 관련 있는 총 영상의 개수에 대해 검색된 영상의 수 재 검색률 P 는 식(4)과 같다.

$$Precision = r / (c + r)$$

$$Recall = r / R \quad (4)$$

정확도와 재 검색률은 1에 가까울 수록 검색 효율이 좋아지게 된다. <표2>는 데이터 베이스에 있는 100건의 꽃 그림을 검색하여 얻어진 결과이다. 색상에 의한 전체영역과 중앙영역 검색 및 복잡도를 결합한 제안된 방법의 정확도 및 재 검색률을 나타낸 것으로 제안된 방법이 더 좋은 결과임을 알 수 있다.

<표2> 실험 결과

	정확도	재 검색률
색상에 의한 전체영역	0.34	0.60
색상에 의한 중앙영역	0.69	0.76
제안된 결합방법	0.92	0.80

4. 결 론

본 논문에서는 구현한 영상 내용기반 검색 시스템은 질의 자료를 입력받아 색상 히스토그램과 복잡도를 결합하여 검색하는 방법을 실험하였다. 보통의 정지 영상의 경우 대부분의 객체가 중앙에 있을 경우를 고려하여, 영상의 전체 영상과 중앙 영역으로 구분하였는데, 실제 영상의 크기를 320×240 로 한 경우 중앙 영역은 전체 영상의 X축과 Y축에서 $\frac{1}{4}$ 에서 $\frac{3}{4}$ 의 지점까지를 영역으로 하였다. 본 논문에서 색상 히스토그램에 의한 전체영역 및 중앙영역 검색과 영역 및 복잡도를 결합한 방법들에 대한 결과로 각각의 방법에서 정확도와 재 검색률의 값으로, 0.34/0.60, 0.69/0.76, 0.92/0.80을 얻을 수 있었다. 따라서 기존의 히스토그램 방식 보다 분할된 영역의 히스토그램의 색상 정보와 복잡도를 이용하는 제안된 방식이 더욱 향상된 검색결과를 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

대상에 따른 적절한 색 및 공간 정보를 이용한 특징 추출과, 유사도 측정을 위한 기중치를 연구하여야 할 것으로 판단되며, 웹 상의 그림 검색, 상표 검색, 섬유의 분류 검색 등에 응용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] W.Niblack et al., "Query by Content for Large On-Line Image Collections," pp.357-378, IEEE Computer Society Press, 1995.
- [2] Nagasaka A & Tanaka Y, "Automatic Video Indexing and Full-Video Search for Object Appearance, Visual Database System," IFIP Elsevier Science Publishers e.v., vol.12, no.2 pp.113 -127, 1992
- [3] Atsushi Ono, Masashi Amaro, Mituhiro Hakanidani, Takashi Satou, Masao Sakauchi, "A Flexible Content-based Image Retrieval System with Combined Scene Description Keyword," IEEE, vol.14, no.3,

pp.201-208, 1996.

[4] Kyoji Hirata, Toshikazu Kato, "Query by Visual Example," pp.56-71, Extending database Technology '92, 1992.

[5] Myron Flickner, Harpreet Sawhney, Wayne Niblack, Janathan Ashley, Qian Huang, Byron Dorn, Monika Gorkani, Jim Hafner, Denis Lee, Dragutin Petkovic, David Steele, Peter Yanker, "Query by Image and Video Content : The QBIC System," IEEE, vol.10, no.1, pp.23-32, 1995.

[6] Jacopo M. Corridoni, Alberto Del Bimbo, Silvio De Magistris, "Querying Retrieving Pictorial Data Using Semantics Induced by Colour Quality and Arrangement," IEEE, vol.6, no.2, pp.219-222, 1996.

[7] W.Niblack, R.Barber, W.Equitz, M.Flickner, E.Giasman, D.Petkovic, P.Yanker, "The QBIC Project : Querying Image by Content Using Color, texture and Shape," SPIE, vol.19, no.8, pp.173- 187, 1993.

[8] John. R. Smith, Shih-Fu Chang, "VisualSEEK: a fully automated content-based image query system," pp.103-107, ACM Multimedia '96, 1996.

[9] Tat-Seng Chua, Swee-kiew Lim and Hung-Keng Pung, "Content-Base Retrieval of Segmented Images," pp.211-218, ACM Multimedia'94, 1994.

1999년 멀티미디어 기술사
관심분야 : 멀티미디어 정보검색, 인터넷 응용, 컴퓨터 그래픽스

정 성 호



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

1992년 3월 대구대학교 전자계산
학과 졸업(공학사)
1998년 6월 대구대학교 산업정보
대학원 졸업(공학석사)
1998년 7월 ~ 현재 대구대학교
컴퓨터정보공학과(박사과정)

1992년 ~ 1997년 대구 태창정보통신(주)
관심분야 : 멀티미디어 정보검색, 인터넷 응용, 컴퓨터 그래픽스

황 병 곤



1974년 2월 경북대학교 전자공
학과 졸업(공학사)
1980년 3월 경북대학교 전자공
학과 졸업(공학석사)
1990년 2월 경북대학교 전자공
학과 졸업(공학박사)
1975년 ~ 1976년 한국 기계금
속 연구소 연구원

1976년 ~ 1978년 해군통신장교
1980년 ~ 1982년 한사 실업전문대학 전임강사
1982년 ~ 현재 대구대학교 컴퓨터 정보공학부 교수