

논문-02-07-3-06

영상분할과 특징점 추출을 이용한 영역기반 영상검색 시스템

이희경*, 호요성**

A Region-based Image Retrieval System using Salient Point Extraction and Image Segmentation

Hee-Kyung Lee* and Yo-Sung Ho**

요 약

대부분의 영상색인 기법에서는 영상의 전역 특징값을 이용한다. 그러나 이러한 방법은 영상의 지역적인 변화들을 담아내지 못하기 때문에 만족할 만한 결과를 제공하지 못한다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 영상의 특징점(salient point)과 영상분할을 이용하여 중요영역(important region)을 추출하는 새로운 영역기반 영상검색 시스템을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 특징점 추출 기법은 기존의 방법과 비교하여 빠르고 정확한 추출 결과를 보여준다. 선택된 영역에서 추출된 칼라와 질감 정보를 이용하여 검색한 결과는 칼라나 질감 정보의 전역 특징값을 이용한 검색 방법의 결과보다 크게 향상됨을 알 수 있었다.

Abstract

Although most image indexing schemes are based on global image features, they have limited discrimination capability because they cannot capture local variations of the image. In this paper, we propose a new region-based image retrieval system that can extract important regions in the image using salient point extraction and image segmentation techniques. Our experimental results show that color and texture information in the region provide a significantly improved retrieval performance compared to the global feature extraction methods.

I. 서 론

최근 인터넷을 포함한 여러 종류의 통신망을 통해 전달되는 멀티미디어 정보의 양이 급속하게 증가함에 따라 영상검색에 대한 연구에 관심이 집중되고 있다^[1]. 영상검색의 초기 연구에서는 사용자가 멀티미디어 데이터를 직접 분석하여 텍스트 형태로 찾고자 하는 내용을 입력하는 방법을 사용하였다. 그러나 이러한 텍스트에 기반한 영상검색 방법

은 많은 시간과 노력을 요구하고 데이터를 저장하기가 어려워 실제 구현하기가 어렵다. 또한, 관리자에 의한 개인적 주관에 데이터에 포함될 수 있으므로 다양한 관점을 가지고 있는 사용자의 욕구를 충족시켜 주기에는 많은 한계가 있다. 따라서 다양한 사용자들의 질의를 충족시켜 줄 수 있도록 칼라, 질감, 모양과 같은 여러 특징들을 포함하는 내용기반 영상검색 시스템이 필요하게 되었다.

대개의 경우, 영상색인은 영상의 전체 영역에서 특징들을 추출한다. 그러나 자연 영상은 몇 개의 다른 성질을 가진 영역으로 구성되어 있기 때문에 전역적 특징 데이터만으로 자연 영상의 특징을 추출하기는 어렵다. 영상의 전역 특징 데이터를 사용하여 데이터 베이스를 생성하고 사용자

* 정보통신부 전파연구소
Radio Research Laboratory, Ministry of Information and Communication

** 광주과학기술원 정보통신공학과
Kwangju Institute Science and Technology

가 텍스트가 아닌 영상 자체를 질의로 입력하면 사용자가 특정한 객체를 포함하는 영상의 검색을 원하거나 관심객체가 질의 영상으로 주어지는 경우 만족할 만한 결과를 제공하지 못한다. 따라서 QBIC^[2], Netra^[3], VisualSEEK^[4], FRIP^[5]와 같은 내용기반 시스템에서도 영상의 객체나 영역에 기반한 영상검색에 초점을 맞추고 있다.

본 논문에서는 칼라 영상의 관심 객체를 포함하는 중요 영역을 찾아 낸다. 찾아진 영역안의 칼라와 질감 정보를 계산하여 질의 영상과 유사한 영상을 검색하는 시스템을 제안한다. 첫 번째 과정으로 칼라 영상분할 방법을 이용하여 영상의 의미있는 영역을 찾아 낸다. 많은 응용범위에서 영상분할 기법이 유용하게 이용되고 있지만, 의미있는 객체를 정확하게 분할하는 일은 현재의 영상처리 기술로는 많은 한계가 있다. 이러한 영상분할의 한계를 극복하기 위해 영상분할의 결과가 만족스럽지 못한 경우에 본 논문에서는 대안적인 영역분할 방법을 제안한다. 만약 칼라영상 분할의 결과가 만족스럽지 못한 경우, 즉, 찾아진 중요영역의 넓이가 경계값(threshold)을 넘어서지 못하는 경우, 본 논문에서 제안한 특징점 추출 알고리즘을 이용하여 중요한 객체 주위에 Region of interest (ROI)를 만들어 중요영역을 뽑아 낸다. 이렇게 추출된 영역에서 사람의 시각에 가장 민감한 특징인 색상정보와 추출된 특징점을 이용하여 질감정보를 계산한 후 검색에 이용한다.

II. 웨이브렛 기반 특징점 추출 기법

1. 기존의 특징점 추출 기법

웨이브렛 변환은 2차원 영상 데이터를 주파수와 시간의 국부성을 갖도록 효과적으로 분해하여 데이터를 처리할 수 있는 구조를 제공한다. 주파수가 가장 낮은 부대역에서는 원 영상의 데이터와 비슷한 통계적 특성을 나타내며 나머지 부대역들은 경계영역에 에너지가 집중되어 있는 특성을 나타낸다. 또한 영상 데이터에 수직과 수평 두 방향으로 필터를 적용시켜서 부대역을 만들어 내기 때문에, 분해된 각 밴드들은 수직, 수평, 대각의 방향 특성을 갖는다. 그림 1은 대역간 웨이브렛 계수의 상관관계를 도식적으로 간단하게 나타내고 있다.

고주파 부대역의 큰 계수 값을 갖는 부분은 원래 영상의 에지 부분의 형태를 나타내며, 동일한 방향의 대역간에 유사한 위치에 존재한다. 여기서 동일한 방향이라는 것은 계

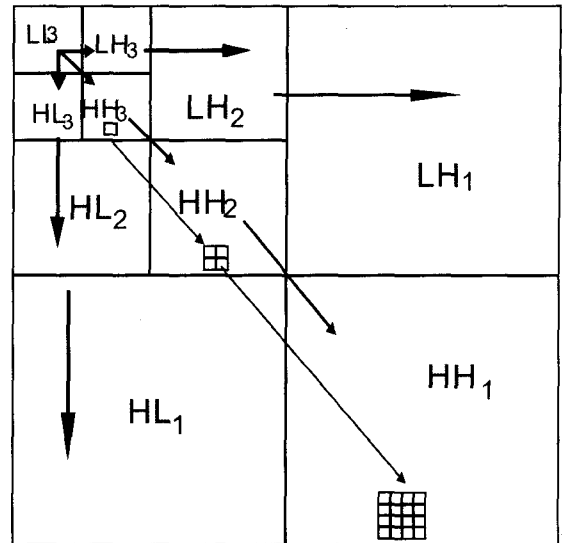


그림 1. 대역간 웨이브렛 계수들의 상관관계
Fig. 1. Relationship in Wavelet Decomposition

수들이 각각 다른 계층에 존재하는, 수직 및 수평 방향으로 동일하게 적용된 H 또는 L필터 종류를 갖는 부대역들에 속해 있음을 의미한다. 즉 HL2의 계수들과 HL3의 계수들은 서로 동일한 방향이다. 또한 유사한 위치라는 것은 계수들이 부대역 사이에서 동일하게 대응될 수 있는 좌표지점에 위치해 있다는 것을 말한다. 그림 1에서 화살표로 연결된 계수들은 서로 동일한 방향과 유사한 위치에 존재한다^[6].

이러한 상관관계는 일반적으로 나무구조(tree structure)를 이용하여 나타내는 것이 편리하다. 나무구조 계수들의 상관관계에 따라서 새로운 용어들을 정의한다. 먼저 나무구조에서 상위 계층의 노드를 부모(parent) 노드라고 정의하고, 부모 노드의 하위 계층에 존재하는 계수들은 후손(descendent) 노드라고 정의한다. 부모 노드의 바로 아래 계층에 존재하는 계수들은 자식(children) 노드라고 말하며, 하위 계층에 있는 계수들을 기준으로 상위 계층에 존재하는 계수들은 선조(ancestor) 노드라고 일컫는다^[6]. 기존의 특징점 추출 알고리즘은 이러한 웨이브렛 변환을 기반으로 부모 자식간의 상관관계와 고주파 부대역에서 큰 계수값을 갖는 부분이 원 영상의 에지 부분의 형태를 나타내고 있음을 이용하여 고주파 부대역 영역에서 전역적인 변화가 상당한 점을 찾고자 한다. 1차원에서 자식들 사이의 관계는 아래와 같다.

$$C(W_{2^i}f(n)) = W_{2^{i+1}}f(k), \quad (1)$$

$$2n \leq k < 2n + 2p - 1$$

여기서 p 는 웨이브렛의 정규값이며, 신호의 길이를 N 이라 할 때 n 은 $0 \leq n < 2^j N$ 범위를 갖는다. 2^{j+1} 계층에서 자식들 중 웨이브렛 계수가 가장 큰 자식 노드를 선택하여 그때의 웨이브렛 계수를 더해준다. 이러한 과정을 반복적으로 적용해서, 가장 고주파 영역인 곳까지 이르렀을 때 선택된 화소들에 gradient를 적용, 웨이브렛 계수의 절대값이 가장 큰 화소를 최종적으로 선택하게 된다.^[7]

$$saliency = \sum_{j=1}^{\infty} |C^{(k)}(W_2^j f(n))|, \quad (2)$$

$$-\log_2 N \leq j \leq -1$$

2. 제안하는 특징점 추출 기법

특징점을 추출하는 기존의 논문에서는 그림 1에서 보여주는 웨이브렛 계수의 상관관계를 이용하여 영상의 특징점을 추출하였다. 그러나 기존의 알고리즘은 선택된 child의 웨이브렛 계수보다 선택되지 않은 다른 child들의 웨이브렛 계수가 더 큰 경우를 고려하지 않았다. 그 결과 배경과 같은 상대적으로 덜 중요한 영역에 특징점이 추출되는 한계성을 나타내고 있다. 본 논문에서는 대표적인 정지영상 부호화 방법인 SPIHT^[8]에서 사용한 것과 같은 set partitioning과 linked list를 이용하였다. 제안하는 알고리즘은 LIP (List of Insignificant Pixels), LIS (List of Insignificant Set), LSP (List of Significant Pixels)로 정의되는 세가지 리스트를 이용한다. 이름에서 알 수 있듯이, LIP는 중요하지 않다고 판단된 계수들을 포함하며, LIS는 중요하지 않다고 판단된 계수 집합을 포함한다. 또한 LSP는 중요하다고 판단된 계수들을 포함한다. 전체적인 특징점 추출 과정은 초기화, 정렬, 양자화 스텝 갱신의 3가지 단계로 구성된다.

2.1. 초기화 단계

첫 번째 초기화 단계로 우리는 웨이브렛 변환된 영상 X 에서 다음과 같이 초기 양자화 단계 n 을 결정한다. n 을 구하는 이유는 변환계수중 가장 높은 비트평면에 위치한 것을 알기 위함이다.

$$n = \lfloor \log_2 \left(\max_{(i,j) \in X} |C_{i,j}| \right) \rfloor \quad (3)$$

다음 단계로, 각 리스트의 초기 엔트리(Entry)를 결정한다.

다. 먼저 가장 낮은 대역내의 계수들을 LIS에 넣는다. LSP와 LIP는 엔트리를 가지지 않는다.

2.2. 정렬 단계

정렬 단계에서는 LIS에 있는 트리 T 의 $C_i(T)$ 의 중요도를 조사한다. 만약 $C_i(T)$ 가 화소이면, 즉 $C_i(T)$ 가 자식을 가지지 않는다면, 트리 T 에 속해있는 모든 계수들의 중요도가 판단되고 이 트리는 LIS에서 삭제된다. 이때 만약 트리에 포함되어 있는 계수들이 중요하다고 판단되면, 이 계수는 LSP 리스트에 더해진다. 만약 중요하지 않다고 판단되면, 각 계수들은 LIP 리스트에 더해진다. 만약 현재의 트리 T 의 $C_i(T)$ 가 화소가 아니면, 다시말해 $C_i(T)$ 가 자식을 가지면, 트리의 중요도가 판단된다. 만약 트리가 중요하다고 판단되면, 그림 2와 같이 트리 T 를 분할하고, 분할된 작은 트리들이 LIS에 더해진다. 그런 후에, 현재의 트리 T 는 LIS에서 삭제된다. 그림 2는 LIS 정렬 과정을 보여준다.

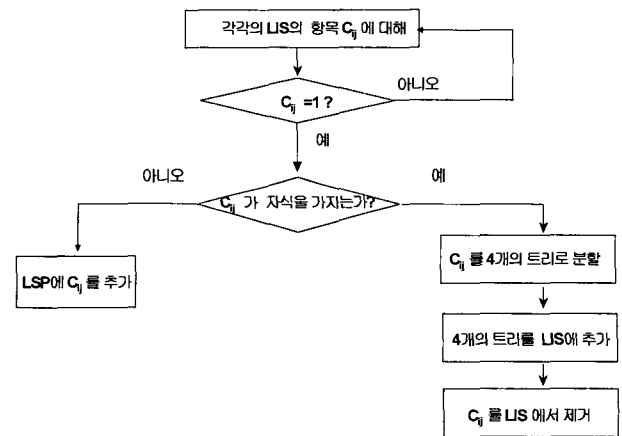


그림 2. LIS의 정렬 과정
Fig. 2. Procedure of LIS

2.3. 양자화 스텝 갱신

이 단계에서는 양자화 단계 n 의 값을 1만큼 줄인다. 그리고 검색 과정은 정렬 단계에서부터 다시 시작된다. 그림 3은 영상의 특징점의 개수가 100개일 때, Q.Tian^[7]의 알고리즘 결과 영상과 본 논문이 제안한 알고리즘의 결과 영상을 보여준다. 똑같은 영상에 대해 오른쪽에 위치한 영상은 기존논문의 결과 영상이고, 왼쪽에 위치한 영상은 본 논문에서 제안한 결과 영상이다. 그림 3에서 볼 수 있듯이, 제안한 알고리즘은 기존의 방법에 비해 덜 중요한 배경주위

에 추출되는 경우는 줄어들고, 객체 경계주위에 특징점들이 효과적으로 추출되는 것을 알 수 있다. 또한 웨이브렛 계수를 비트플레인으로 변환하여 set partitioning과 linked-list를 이용하였기 때문에 반복적인 기존의 방법보다 빠르게 결과를 얻어 낼 수 있었다.

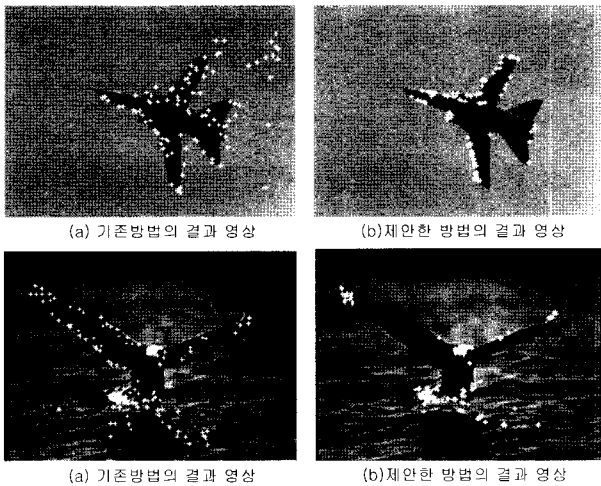


그림 3. 영상의 특징점 추출 비교
Fig. 3. Comparison of salient point extraction

III. 객체의 중요영역 추출 기법

1. 영상분할 기법

영상분할은 영상 분석을 위한 첫 단계로 영상처리 분야에서 가장 오래 연구된 분야중의 하나이다. 또한 이것은 영상 이해 또는 객체단위 영상검색을 위한 필수적인 단계이다. 특히, 영역기반 영상검색의 경우, 영상분할의 성능은 영상검색의 정확성에 크게 좌우된다. 따라서, 대부분의 QBIC, Netra, VisualSEEk 과 Blobworld와 같은 '영역에 의한 질의' 시스템들은 정확한 색인과 검색이 가능하도록 영역의 자동 추출에 초점을 맞추고 있다.

영상분할 과정은 크게 다음의 두 단계로 구성된다. 첫 번째 단계로 우리는 영상의 질감 정보의 양에 근거한 두 가지 종류의 원형 필터를 사용하여 영상을 분할하였다. 원형 필터^[9]를 사용하면 다른 모양의 필터에 비해 영역의 모양을 병합이 끝난 후에도 자연스럽게 유지할 수 있다. 또한 원형 필터는 일반적인 영역 뿐만 아니라, 영역병합 방법에 의해 병합되지 않는 줄무늬나 얼룩무늬와 같은 의미없는

작은 영역들을 효과적으로 병합할 수 있다. 두 번째 단계로 영역병합과 영역표시 방법을 이용하여 작은 영역들은 근처의 유사한 영역으로 병합된다. 본 논문에서는 필터의 크기가 각각 11×11, 7×7 크기를 갖는 두 종류의 원형 필터를 사용한다.

그림 4는 본 논문에서 사용한 원형 필터를 보여준다. 원형 필터의 크기는 영상의 크기에 따라 변화될 수 있다. 즉, 필터의 크기는 영상의 크기가 본 논문에서 사용된 데이터 베이스 영상의 크기(320×240)보다 2배 이상 커질 경우 마찬가지로 2배로 확장되고, 2배 이하로 작아질 경우 2배 작게 적용된다^[9].

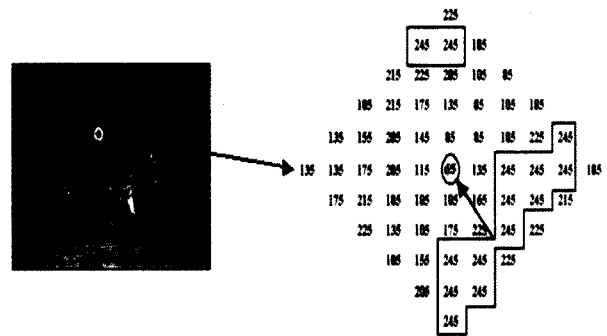


그림 4. 원형 필터의 사용의 예
Fig. 4. An Example of circular filtering process

2. 중요 객체 영역 추출

일반적으로 영상의 중요한 객체는 영상의 중심에 가깝게 위치하도록 구도를 잡고 촬영을 하게 된다. 그림 6(a)의 원영상은 이러한 경우를 보여주는 몇 가지 예이다. 그림 6(a)에 보인 것처럼 호랑이, 새, 차, 말의 경우 모두 영상의 중심에 가깝게 위치한다. 따라서, 이러한 관점에 따라 구성된 영상 데이터베이스에 포함되어있는 각 영상에서 중요한 객체들이 위치하는 영역이 영상의 바깥 테두리에 접하는 경우는 매우 드물다. 비록 바깥 테두리의 어느 면에 접한다고 하더라도 되도록 그 영역은 극히 작다고 할 수 있다. 이러한 성질을 이용하면 중요도가 높은 객체가 위치하는 영역에 우선권을 할당함으로써 효과적인 탐색을 수행할 수 있다. 그림 5는 중요 영역을 추출하는 과정을 decision tree를 이용하여 명확하게 표현한다. 칼라 영상분할을 한 후, 우리는 각 영역에 대해서 영역의 테두리 길이와 넓이를 계산한다. 그리고 각 영역이 영상의 테두리에 닿는 화소의 개수를 계산한다. 이 값들을 이용하여

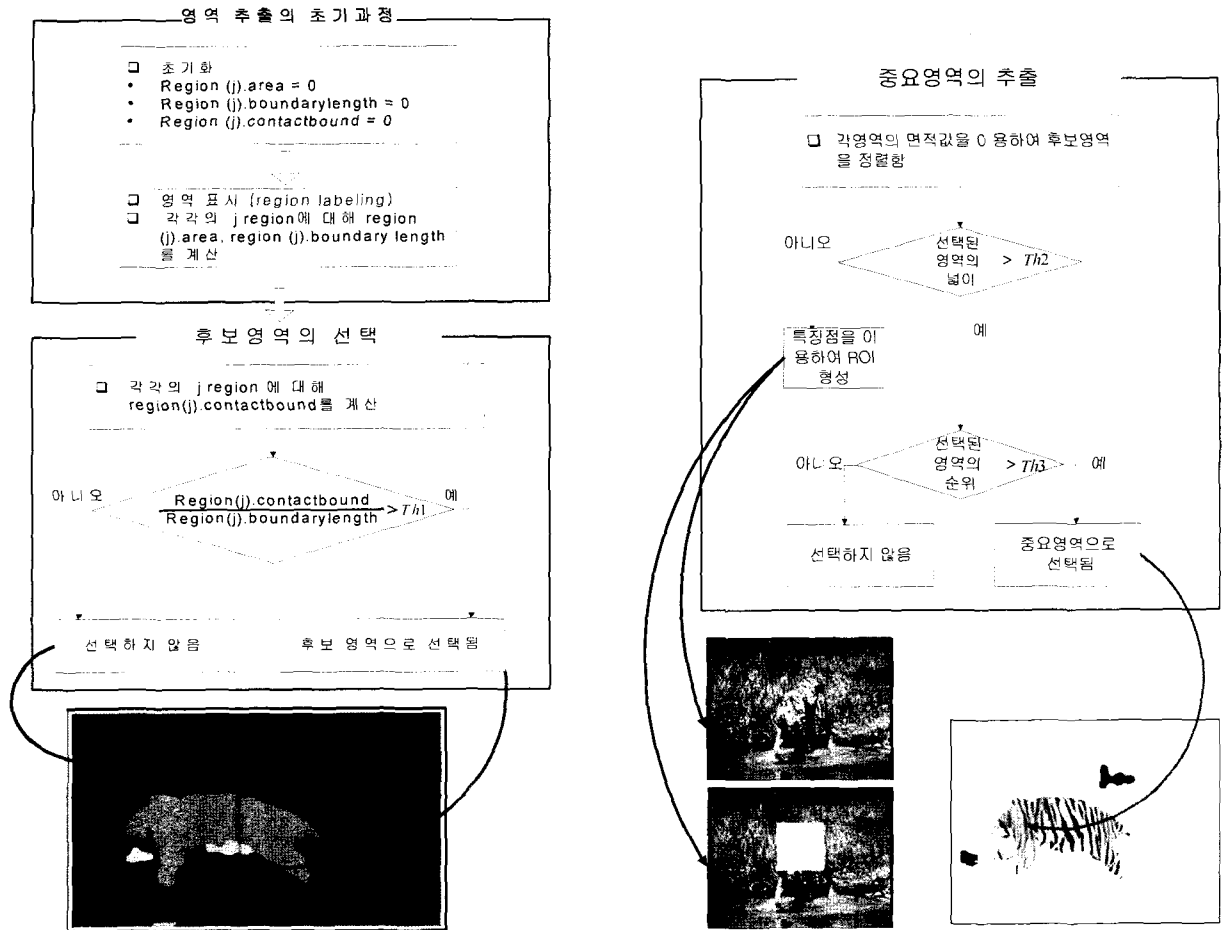


그림 5. 중요 영역 분할 추출 과정
Fig. 5. Procedure of important region extraction



그림 6. 중요 영역 분할의 결과들
Fig. 6. Results of region segmentation

식(4)의 값을 만족하는 영역을 구한다.

$$\frac{BCL_j}{BL_j} \times 100 \geq Threshold \quad (4)$$

이 식에서 BCL_j는 j번째 영역이 영상의 테두리 부분과 접하고 있는 화소들의 개수, BL_j는 j번째 영역의 테두리 길이를 나타내며, j는 영상에서 각 영역을 나타내는 인덱스이다. 이 식에서 경계값은 실험적으로 구해졌다. 우리는 경계값이 15%(Th1)일 때 중요 객체영역 추출의 결과가 가장 우수함을 발견했다. 그렇지만, 이 경계값은 사용하는 영상 데이터베이스의 특성에 따라서 보정되어야 한다. 영상 내의 어떠한 영역이 위의 식 (4)를 만족하면, 그 영역은 중요한 영역이 될 수 있는 후보 영역으로 선택된다. 영상의 테두리를 접하지 않으면서 넓이가 큰 영역은 일반적으로 중요한 영역으로 생각할 수 있다. 따라서, 선택된 후보 영역이 경계값(Th2)을 넘을 경우, 영역의 넓이를 가지고 정렬을 해준 후, 상위 80%(Th3)에 해당하는 영역을 중요영역으로 결정한다. 선택된 영역이 경계값(Th2)을 넘지 못할 경우, 즉 영상분할의 결과가 좋지 않을 경우, 우리는 특징점을 이용하여 x, y 좌표에 대해 최대, 최소 좌표를 구하여 ROI를 만들었다. 그림 6(b)와 6(c)는 호랑이, 새, 차, 말 이미지들에 대해 중요영역의 분할 결과를 보여준다.

3. 특징값 추출

색상정보에 기반한 검색기법은 영상 데이터베이스의 검색에 있어서 아주 중요한 방법이다. 영상의 다른 정보들과 비교할 때, 색상 특징은 영상에 대한 가장 중요한 저수준의 정보를 가지고 있다. 색상정보는 잡음이나 다른 배경의 복잡도에 덜 민감하여 영상 내의 물체의 이동, 회전등의 변화에 영향을 적게 받는 통계 정보를 계산하는데 사용될 수 있으며, 계산과 정보의 표현에 있어서 간결하기 때문에 많은 상황에서 유용하게 사용하고 있다. 하지만 조명이 변화하는 경우에는 성능이 저하되는 단점이 있고, 어떤 공간적인 정보를 이용하지 않고 영상전체에 대한 색상 특징을 구하기 때문에 서로 다른 영상임에도 같은 영상으로 판단하는 오류를 범할 수 있다.

이러한 단점을 해결하기 위해 본 논문에서는 주요한 영역으로 선택된 객체 영역에 한해서 색상정보를 추출하며 웨이브릿 변환을 이용하여 질감 정보를 뽑음으로써 색상정보에 기초한 방법들의 단점을 극복하였다. 첫 번째로 색

상정보는 영상을 분할한 후 식 (4)를 이용하여 주요한 객체로 주위의 영역을 선택했다. 이때 영상분할의 결과가 좋지 않을 경우, 즉 선택된 영역이 경계값을 넘지 못할 경우 우리는 특징점을 이용하여 x, y 좌표에 대해 최대, 최소 좌표를 구하여 ROI를 만들었다. 이렇게 찾아진 영역 안에서 RGB 칼라 히스토그램을 구하여 Euclidean 거리를 이용, 색상 정보의 거리를 구했다. 두 번째로 추출된 특징점을 중심으로 3x3 화소에 해당하는 영역의 웨이브릿 계수를 이용하여 수평, 수직, 대각선 방향의 정보를 얻어내어 아래와 같은 방법으로 수평과 수직의 비, 수평과 대각선의 비를 각각 구하여 질의영상 Q와 데이터베이스 영상 T사이의 질감 정보의 거리를 구한다. 식 (5)에서 Xd_Q, Yd_Q, XYd_Q는 질의 영상에서 수평 성분의 웨이브릿 계수, 수직 성분의 웨이브릿 계수, 대각선 성분의 웨이브릿 계수를 각각 나타내며, Xd_T, Yd_T, XYd_T는 데이터 베이스 영상에서 수평 성분의 웨이브릿 계수, 수직 성분의 웨이브릿 계수, 대각선 성분의 웨이브릿 계수를 각각 나타낸다.

$$d_{Q,T}^r = \left| \frac{Yd_Q}{Xd_Q} - \frac{Yd_T}{Xd_T} \right| + \left| \frac{XYd_Q}{Xd_Q} - \frac{XYd_T}{Xd_T} \right| \quad (5)$$

식 (6)을 이용하여 검색을 위한 최종적인 거리를 계산한다. w₁와 w₂는 가중치로서 실험적으로 가장 우수한 검색 결과를 내는 값인 0.75, 0.25를 사용하였다. Hd는 칼라 히스토그램 거리, D는 질감 정보 거리를 의미하며, 식 (6)에서 계산된 점수(Score)값을 내림차순으로 정렬하였다.

$$점수 = w_1 \cdot H_d + w_2 \cdot D \quad (6)$$

그림 7은 본 논문에서 제안한 영역기반 영상검색 시스템의 구조도를 나타내고 있다. 시스템은 크게 데이터베이스안의 영상을 처리하는 부분과 질의 영상을 검색하는 과정으로 나뉘며 각 부분은 유사한 과정으로 진행된다. 첫 번째 단계에서 제안한 특징점 추출방법을 이용하여 입력 영상에서 특징점을 추출한다. 추출된 특징점들은 질감 정보를 얻어내거나 ROI를 형성하는데 이용된다. 두 번째에서는 영상분할 과정이 수행된다. 영상분할 후, 제안한 기법을 사용하여 중요한 영역들 혹은 ROI가 결정된다. 선택된 중요영역들 혹은 ROI안에서 얻어진 칼라 정보와 특징점을 사용하여 계산된 질감정보를 검색을 위한 특징값들로 사용한다.

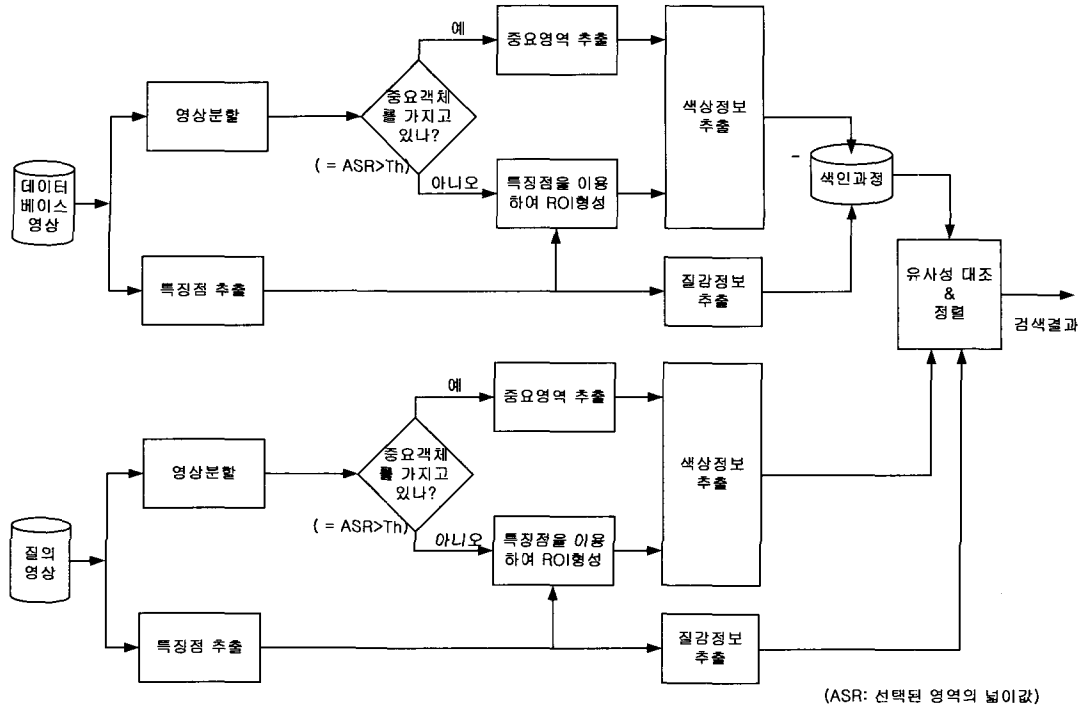


그림 7. 제안한 영역기반 영상검색 시스템의 구조도
 Fig. 7. Proposed region-based image retrieval system architecture

IV. 실험결과 및 평가

본 논문의 실험에서 영상검색 결과의 성능 평가를 위해 정확도(Precision)가 사용되었다. 정확도의 식은 다음과 같다.

$$\text{정확도} = \frac{\text{검색된 영상} - \text{잘못 찾아진 영상}}{\text{검색된 영상}} \quad (7)$$

본 실험에서는 Corel Photo CD와 Web에서 수집한 자연 영상, 그래픽 영상, 그림 영상 등을 포함하는 3000개의 영상 데이터베이스를 사용하였으며, 8개의 그룹 - 호랑이, 새, 자동차, 해, 꽃, 사자, 말, 표지판 -에 대해서 실험하였다.

그림 8은 새 그룹에 있는 영상 중 독수리영상의 검색 결과를 보여준다. 정합의 순위는 위에서 아래로 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 낮아진다. 제안한 알고리즘은 배경이 서로 다르고 객체의 위치가 바뀌었다 해도 영상의 객체에 해당하는 주요한 영역을 자동적으로 정확하게 찾아내었다. 이렇게 찾아진 영역안의 색상과 질감 정보를 뽑아 내어 검색에 이용하였기 때문에 영상 전체에 대한 색상정보나 질감정보를 이용한 경우보다 훨씬 좋은 검색 결과를 얻을 수 있었다.

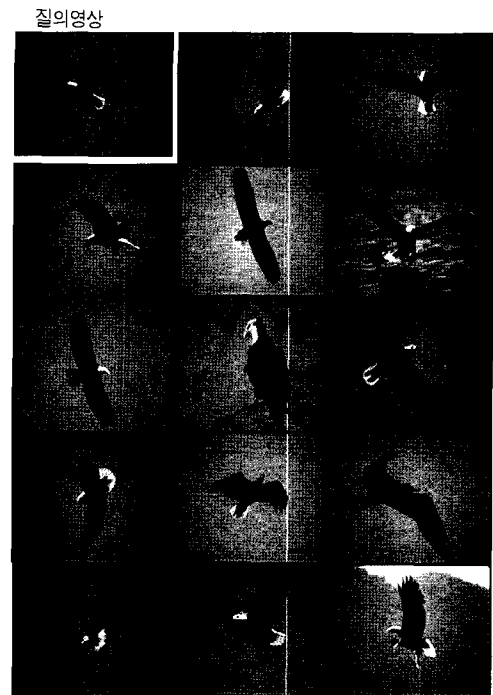


그림 8. 제안한 알고리즘의 검색 결과 영상들
 Fig. 8. Retrieved images from a query using proposed algorithm

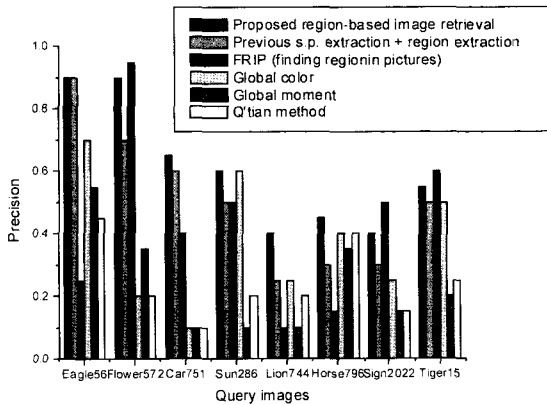


그림 9. 각 그룹에 대한 Precision
Fig. 9. Precision for each individual group

그림 9는 각 그룹에 본 논문에서 제안된 알고리즘을 적용한 경우, 기존의 특징점 추출기법과 중요 영역 분할 기법을 함께 이용한 경우, 기존의 영역 기반 영상 검색 시스템 중의 하나인 FRIP^[5], 전역적인 색상을 이용한 경우, 전역적인 질감정보를 이용한 경우, 기존의 특징점 추출방법을 적용하여 지역적 칼라정보를 사용한 Q'tian^[7]의 알고리즘, 각각에 대해서 계산된 정확도를 보여주고 있다. 제안한 방법이 사자와 말과 같이 배경이 복잡하지 않은 영상의 경우 제안한 알고리즘의 정확도는 각각 0.4, 0.45이고 기존의 전역적인 색상과 질감 검색 방법의 정확도는 0.1~0.25, 0.35~0.4로 검색 결과에 있어서 큰 차이를 나타내지 않는다. 그러나 다른 그룹의 이미지들에 비해 배경 영상이 단조롭지 않은 영상의 경우, 기존의 방법에 비해 배경의 영향에 덜 민감한 영역기반 검색 방법의 검색 결과가 뛰어난 것을 알 수 있다. 특히, 자동차나 꽃과 같이 복잡한 배경 영상으로 이루어져 있는 경우에는 영상 전체 영역에 걸쳐 색상 혹은 질감 정보를 뽑아 검색했을 때 정확도는 각각 0.1, 0.2~0.35으로 검색의 성능이 좋지 못했다. 그러나 본 논문에서 제안한 알고리즘을 사용한 경우 복잡한 배경에도 중요한 객체를 자동적으로 정확히 추출해 내어 그 객체 안의 색상과 질감 정보를 검색에 이용하여 각각에 대해 정확도가 0.65, 0.9와 같이 우수한 검색 결과를 나타낸다. 중요 영역 분할기법은 그대로 이용하고 기존의 특징점 추출기법을 적용하여 얻어진 질감 정보와 ROI를 검색에 이용한 경우 제안한 시스템의 검색 결과와 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 이러한 실험 결과는 칼라와 질감 정보중 중요 영역에서 추출된 칼라 정보가 영상 검색의 결과에 보다 큰 영향을 미

치고 있음을 보여준다.

V. 결론

본 논문에서 영상의 특징점과 영상분할 결과를 이용하여 가장 눈에 띄는 객체를 포함하는 중요영역을 추출하는 새로운 알고리즘을 제안하였다. 제안된 특징점 추출 알고리즘은 웨이블릿의 부모 자식간의 상관관계, set partitioning 과 linked-list 방법을 사용하여 기존의 방법보다 빠르고 정확하게 특징점을 추출해 낼 수 있었다. 객체주변의 중요영역은 영상분할 결과와 특징점을 이용하여 찾아낼 수 있었다. 선택된 영역이 전체 영상넓이의 경계값을 넘는 경우 우리는 선택된 영역을 객체주변의 중요 영역으로 인식하고 그 영역에서 칼라정보를 추출하였다. 그렇지 않은 경우, 영상분할 결과가 만족스럽지 않은 경우로 그 경우에는 제안한 특징점을 이용하여 객체 주위에 ROI를 형성하여 그 영역에서 칼라 정보를 추출하였다. 한편, 색상정보의 단점을 보완하기 위해 웨이블릿 변환을 이용하여 특징점을 중심으로 주위 3x3 영역에 대해 수직, 수평, 대각선 질감정보를 추출하였다. 영상의 객체를 중심으로 중요한 영역에 대한 색상, 질감 정보를 사용하였기 때문에 전역적 칼라, 질감을 이용한 방법보다 검색 결과의 성능은 상당히 높았다.

참고 문헌

- [1] S. Chang, J. Smith, M. Beigi and A. Benitez, "Visual Information Retrieval from Large Distributed Online Repositories," *Communications of ACM*, Vol. 12, pp. 12-20, 1997.
- [2] M. Flicker, H. Sawhney, W. Niblack, J. Ashley, Q. Huang, B. Dom, M. Gorkani, J. Hafner, D. Lee, D. Petkovic, D. Steele and P. Yanker, "Query by Image and Video Content: The QBIC system," *IEEE Computer special issue on Content Based Picture Retrieval System*, Vol. 28, No. 9, pp. 23-32, 1995.
- [3] W. Y. Ma and B. S. Manjunath, "Netra: A Toolbox for Navigating Large Image Database," *IEEE Conf. on Image Processing*, Vol. 1, pp. 568-571, 1997.
- [4] J. R. Smith and S. F. Chang, "VisualSEEK: A Fully Automated Content-Based Image Query System," *ACM Multimedia*, pp. 87-98, Nov. 1996.
- [5] B. C. Ko, J. Peng and H. R. Byun, "Region-Based Image Retrieval Using Probabilistic Feature Relevance Feedback," *Pattern Analysis and Application, Special Issue on Image Indexation*, Vol. 4, pp. 174-184, 2001.

- [6] J. M. Shapiro, "Embedded Image Coding Using Zerotrees of Wavelet Coefficients." *IEEE Trans. on Signal Processing*, Vol. 41, No. 12, pp 3445-3462, Dec. 1993.
- [7] Q. Tian, N. Sebe, M. S. Lew, E. Loupas and T. S. Huang, "Image Retrieval using Wavelet-based Salient Points," *Journal of Electronic Imaging, Special Issue on Storage, Processing and Retrieval of Digital Media*, Vol. 10, No. 4, pp. 3-11, Oct. 2001.
- [8] A. Said and W. A. Pearlman, "A New, Fast, and Efficient Image Codec Based on Set Partitioning in Hierarchical Trees." *IEEE Trans. on Circuit and Systems for video Tech.*, Vol. 6, No. 3, pp. 243-250, Jun. 1996.
- [9] B. C. Ko, H. S. Lee and H. F. Byun, "Region-based image Retrieval System using Efficient Feature Description," *International Conference on Pattern Recognition (ICPR)*, Vol. 4, pp. 284-286, Sept. 2000.

저 자 소 개



이 희 경

- 2000년 2월 : 이화여자대학교 전자공학과 (학사)
- 2002년 8월 : 광주과학기술원 정보통신공학과 (석사)
- 2002년 8월~현재 : 정보통신부 전파연구소 공업연구사
- 주관심분야 : 디지털 신호처리, 멀티미디어 데이터 처리



호 요 성

- 1981년 2월 : 서울대학교 전자공학과 (학사)
- 1983년 2월 : 서울대학교 전자공학과 (석사)
- 1983년 3월~1995년 9월 : 한국전자통신연구소 선임연구원
- 1989년 12월 : University of California, Santa Barbara Department of Electrical and Computer Engineering (박사)
- 1990년 1월~1993년 5월 : 미국 Philips 연구소 Senior Research Member
- 1995년 9월~현재 : 광주과학기술원 정보통신공학과 부교수
- 주관심분야 : 디지털 신호처리, 영상신호처리 및 압축, 초저속 영상통신, 디지털TV와 고선명 TV 방식, 멀티미디어 통신 방식