

논문 2009-46CI-3-8

영상분할과 다중 특징을 이용한 영역기반 영상검색 알고리즘

(Region-based Image Retrieval Algorithm Using Image Segmentation and Multi-Feature)

노진수*, 이강현**

(Jin Soo Noh and Kang Hyeon RHEE)

요약

컴퓨터 기반의 영상 데이터베이스의 급격한 증가에 따라 영상 정보를 관리할 수 있는 시스템의 필요성이 증가하고 있다. 본 논문에서는 영상분할 알고리즘에 Active Contour, 칼라 특징으로 칼라 오토코렐로그램(Color Autocorrelogram), 질감 특징으로 CWT(Complex Wavelet Transform), 그리고 형태 특징으로 Hu 불변모멘트를 선택하여 이들을 효율적으로 추출하고 결합한 영역기반 다중 특징 영상검색 알고리즘을 제안한다. 칼라 오토코렐로그램은 영상의 H(Hue), S(Saturation) 성분으로부터 추출하였고, 질감 특징과 형태 및 위치 특징은 V(Value) 성분으로부터 추출하였다. 효율적인 유사도 측정을 위해 추출된 특징(오토코렐로그램, Hu 불변 모멘트, CWT 모멘트)을 결합하여 정확도와 재현율을 측정하였다. Corel DB 및 VisTex DB에 대한 실험 결과, 제안된 영상검색 알고리즘은 94.8%의 정확도와 90.7%의 재현율을 가지며 성공적으로 영상검색 시스템에 응용할 수 있다.

Abstract

The rapid growth of computer-based image database, necessity of a system that can manage an image information is increasing. This paper presents a region-based image retrieval method using the combination of color(autocorrelogram), texture(CWT moments) and shape(Hu invariant moments) features. As a color feature, a color autocorrelogram is chosen by extracting from the hue and saturation components of a color image(HSV). As a texture, shape and position feature are extracted from the value component. For efficient similarity computation, the extracted features(color autocorrelogram, Hu invariant moments, and CWT moments) are combined and then precision and recall are measured. Experiment results for Corel and VisTex DBs show that the proposed image retrieval algorithm has 94.8% precision, 90.7% recall and can successfully apply to image retrieval system.

Keywords : Image Retrieval, Color Autocorrelogram, Hu Invariant Moments, Active Contour, CWT, BDIP.

I. 서론

멀티미디어 데이터베이스의 증가에 따라 산업체, 의학 및 여러 응용분야에서 효율적인 데이터 저장 장치와 검색알고리즘에 대한 연구가 활발히 진행 중에 있으며^[1], 효과적인 검색알고리즘의 하나로 내용기반 영상 검색

(CBIR: Content Based Image Retrieval)방법이 연구되어지고 있다. CBIR은 영상으로부터 특징들을 추출하여 저장하는 알고리즘^[2]과 질의 영상과의 유사성을 비교하는 검색 알고리즘^[3]으로 구성되어진다.

영상 특징을 추출하기 위하여 색상, 질감, 그리고 형태를 이용한 다양한 영상 특징 추출 알고리즘이 개발되어지고 있다. 이 중에서 색상은 가장 빈번하게 사용되어지는 특징으로 추출과 활용이 쉽고 빠르며, 영상의 크기와 방향에 독립적인 특성을 가지고 있다. 대표적으로 칼라 히스토그램^[4]은 영상의 좌표, 크기 및 관점의 변화에 강한 특성을 가진다. 그러나 국부적인 영상 밝기 변화 및 형태정보를 포함하지 못하므로 이러한 문제를 해결하기

* 학생회원, ** 평생회원, 조선대학교 전자정보공과대학 전자공학과

(Chosun University, Electronics & Information Engineering College, Dept. of Electronics Eng.)

※ 이 논문은 2008년도 조선대학교 실험실습기자재 구입비의 지원을 받아 연구되었습니다.

접수일자: 2009년3월27일, 수정완료일: 2009년5월4일

위하여 Huang 등^[5]에 의해 칼라 코렐로그램(Color Correlogram)이 제안되었다. 현재 일반적으로 사용되는 색상이 특징으로는 칼라 오토코렐로그램(Color Autocorrelogram), 코히런스 벡터(Color Coherence Vector)^[6], 이진 칼라 세트(Binary Color Set)^[7~8], MPEG-7 기술자(Descriptor)인 SCD(Scalable Color Descriptor), CLD(Color Layout Descriptor) 및 CSD(Color Structure Descriptor)^[9] 등이 있다.

형태기반의 영상검색 알고리즘은 객체의 윤곽을 나타내는 특징으로 크게 두 종류로 분류할 수 있는데 첫 번째는 영상의 형태를 반영할 수 있는 에지를 이용하는 방법^[10]이고, 두 번째는 영상 분할(Segmentation)을 이용하는 방법^[11]이다. 그러나 형태 특징은 배경이 복잡하거나 객체와 배경의 구분이 명확하지 않은 영상에서는 객관적이고 정확한 추출이 어렵다는 단점이 있다.

질감특징은 객체들의 표면정보와 관련된 특징으로 표면의 구조적인 배열과 주위 화소와의 관계를 나타낸다. 질감특징은 크게 방향성분이나 표면 거칠기 등을 나타내는 통계적인방법, Markov random field^[12] 등의 모델 베이스 방법, 그리고 웨이블릿 변환 및 Gabor 필터 등을 이용한 신호 변환 방법으로 나누어진다. 기존에 연구되어진 내용기반 영상검색에 사용되는 질감 특징으로는 GLCM(Gray-level Co-occurrence Matrix)을 이용한 통계적 질감특징^[13], MPEG-7의 기술자인 EHD(Edge Histogram Descriptor)^[9], 웨이블릿 변환을 이용한 다해상도 질감 특징^[8] 등이 있다. 또한 영상내의 밸리(Valley)와 에지(Edge)를 잘 표현하는 BVLC(Block Variance of Local correlation Coefficient)를 결합하여 사용하는 검색 기법^[14]이 제안된 바 있으며, 이는 비교적 낮은 특징의 차원을 가지면서도 우수한 검색성능을 나타내는 효율적인 기법으로 알려져 있다.

그러나 색상, 질감 및 형태 기반의 특징을 한 가지만 사용할 경우 영상의 부분적인 특징들을 표현할 수 없는 단점이 존재한다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 색상과 형태 특징을 결합한 방법을 [15, 16]에서 제안하였으며, [17, 18]에서는 색상과 질감 특징을 결합한 방법을 제안하였다.

또한, SIMPLcity^[19]는 영상을 몇 가지 카테고리 분류한 다음 각각의 카테고리의 질감 특성을 검색하는 알고리즘이며, 영상 분할 알고리즘을 이용하여 ROI(Regions Of Interest) 부분에서 색상과 질감 특징을 검출하는 알고리즘^[20]이 제안되었다. IBM에서 제안된

QBIC^[21]는 정지영상과 동영상 모두에서 내용기반 검색을 제공해 주지만 사용가능한 영상 분류(Class)와 분할(Segmentation)에 제약조건이 있다. VisualSEEK^[22]는 영역 추출과 색상 정보를 이용한 검색 시스템이다. 그러나 정확한 검색을 위해서 여분의 스케일과 형태 정보를 필요로 한다. Blobworld^[20]는 색상, 질감, 그리고 형태정보를 이용하여 www(World Wide Web)상에서 영상을 검색할 수 있으나 영상분할을 위해 몇 가지 파라메타 조정과 절단(Trimming) 작업이 필요하다. IRM^[23]은 영역정합(Region-matching) 알고리즘을 사용한 검색 방법으로 영상분할의 단점을 줄이기 위해 분할된 영상과 전체 영상과의 영역을 정합하여 검사하지만 특성이 비슷한 영역이 존재할 경우 전체 이미지의 유사도가 감소하는 단점이 있다.

본 논문에서는 영상의 부분적인 특징을 표현하지 못하는 내용기반 영상 검색의 단점과 영상의 전체적인 특징을 표현하는데 한계점을 가지는 영역기반 영상 검색의 단점을 보완하기 위하여 영상분할 알고리즘이 적용된 색상, 질감 그리고 형태정보를 이용한 영역기반 내용 검색 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 BDIP(Block Difference of Inverse Probabilities)^[14]와 영상분할 알고리즘^[24~25]을 적용하여 입력영상을 목적물을 가지는 영상(타겟영상)과 패턴기반의 영상으로 분류한 다음 분류 결과에 따라 타겟영상에는 분할된 영상의 색상과 형태정보(Auto correlogram, Invariant moments^[26])를 이용하고 패턴영상에는 전체 영상의 색상과 질감(Auto correlogram, CWT moments^[27])특성을 이용하여 영상을 검색한다.

II. 제안된 영역기반 다중특징 영상검색 알고리즘

본 논문에서는 BDIP와 Active Contour 알고리즘을 사용하여 영상을 두 가지 종류 즉, 특정한 목적물이 있는 타겟 영상과 특정 목적물이 없는 패턴 영상으로 분류한 다음, 타겟 영상으로 분류되면 색체와 형태 및 공간적 위치 특성을 추출하고, 패턴 영상으로 분류된 경우에는 색체와 질감특성을 추출하여 영상을 검색한다. 그림 1은 본 논문에서 제안된 영상 검색 알고리즘의 전체 블록도이다.

그림 1에서 질의 영상이 검색 시스템으로 입력되면, HSV 색상 성분으로 변환된 다음, 영상의 V성분에 BDIP와 Active Contour 알고리즘을 적용하여 분할된 영상의 픽셀수에 따라 영상을 2가지 종류로 분류한다. 질의 영상

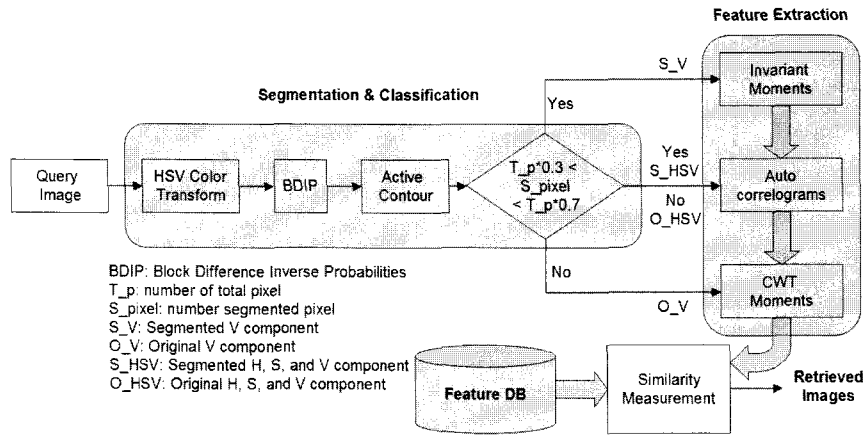


그림 1. 제안된 알고리즘의 전체 블록도
 Fig. 1. Overall block diagram of the proposed algorithm.

이 타겟 영상으로 분류되면 분할된 영상의 H와 V 성분에서 칼라 오토코렐로그램을 추출하고 V 성분에서 불변 모멘트를 추출한다. 그리고 패턴 영상으로 판단되면 분할되기 전의 본래 영상에서 오토코렐로그램을 추출하고 원 영상의 V 성분을 이용하여 CWT영역에서 전체 에너지와 표준편차를 계산하여 영상 검색에 사용한다.

1. 영상 분할 및 분류

질의 영상에서 목적물을 추출하기 위하여 BDIP와 Active Contour 알고리즘을 적용하였다. 그림 2에서 (b),

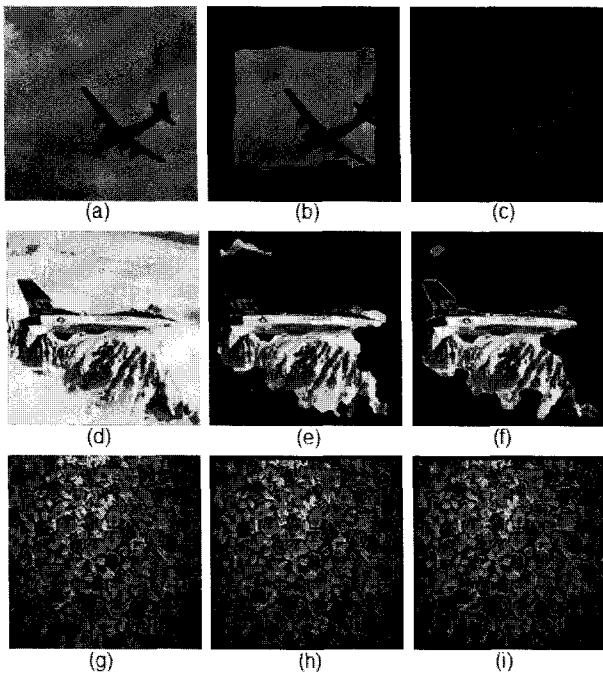


그림 2. 영상 분할
 Fig. 2. Image segmentation.

(e), (h)는 원 영상 (a), (d), (g)에 Active Contour 알고리즘이 적용된 영상이다. 그리고 (c), (f), (i)는 BDIP처리된 영상에 Active Contour 알고리즘이 적용된 영상으로 실험결과 BDIP 알고리즘이 적용된 경우 전체적으로 약 10% 정도의 영상 분할 성능이 높아졌다. 그림 2에서 (c)와 (f)는 타겟 영상으로 분류되며 (i)는 패턴 영상으로 분류된다.

영상을 분류하는 알고리즘은 식 (1)과 같으며, 영상 분할 알고리즘을 통하여 추출된 영역의 픽셀 수가 전체 픽셀의 30% ~ 70% 범위 안에 존재하면 타겟 영상으로 분류하였다.

$$\begin{aligned}
 & \text{if } T_P \times 0.3 < S_P < T_P \times 0.7 \\
 & \quad Obj \\
 & \text{else} \\
 & \quad NObj \\
 & \text{end}
 \end{aligned} \tag{1}$$

- T_P : 영상의 전체 픽셀 수
- S_P : 분할된 영상의 픽셀 수
- Obj : 목적물이 있는 영상
- NObj : 목적물이 없는 영상

2. 색상 특징 추출

질의 영상으로부터 칼라 오토코렐로그램을 추출하기 위하여 H 성분은 16레벨, S와 V 성분은 각각 4레벨로 분류하여 HSV 성분의 영상 데이터를 총 256레벨로 양자화하였다. 그림 3은 'Baboon' 영상의 H, S, 그리고 V 영상 데이터와 양자화된 영상 데이터를 나타내고 있다.

그림 4는 2×2크기의 블록을 사용하여 그림 3의 (d)에

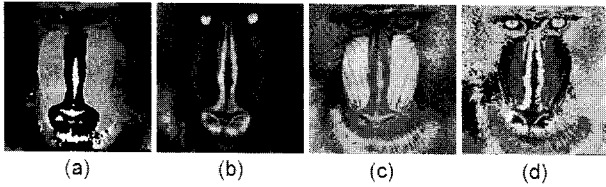


그림 3. 'Baboon' 영상 (a) H 성분, (b) S 성분, (c) V 성분, (d) 256레벨 양자화된 영상

Fig. 3. 'Baboon' image (a) H component (b) S component (c) V component (d) 256 level quantized image.

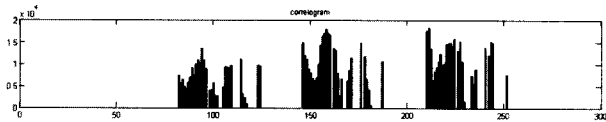


그림 4. 'Baboon' 영상의 칼라 오토코렐로그램
Fig. 4. Color autocorrelogram in 'baboon' image.

서 추출한 칼라 오토코렐로그램이다.

3. 형태 및 공간적 위치 특징 추출

Hu 불변 모멘트는 총 7개의 모멘트 성분에 영상의 형태와 공간적 위치를 담고 있다. 그림 5는 약 400장의 영상에서 추출된 불변 모멘트 성분으로 크기, 회전, 위치에 불변인 특징 값을 가지는 5, 6, 그리고 7번 모멘트 중 7번 모멘트의 값의 변화가 미세함을 알 수 있다. 본 논문에서는 값의 변화가 미세하여 영상 검색에 큰 영향을 미치지 않는 7번 모멘트는 영상검색 알고리즘에서 제외하였다.

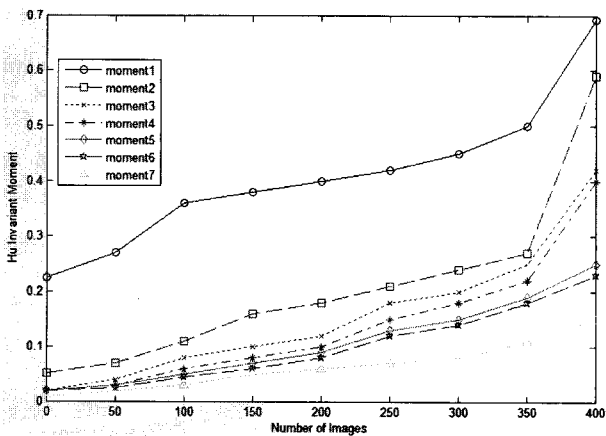


그림 5. Hu 불변 모멘트
Fig. 5. Hu invariant moments.

4. 질감 특징 추출

영상 분할 알고리즘에서 패턴으로 이루어진 영상으로 분류된 영상은 특정 목적영역이 없으므로 색상 특징과 질감 특징을 추출하여 영상을 검색한다. 질감 특징의 추

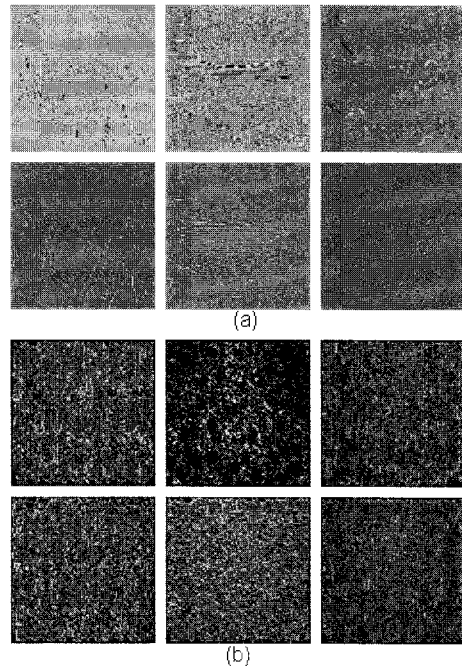


그림 6. 그림 2의 (f)와 (i)에서 추출된 질감 특성
Fig. 6. The texture character extracted in Fig. 2 (f) and (i).

출은 영상 데이터의 V성분을 CWT를 이용하여 6개의 부대역으로 나눈 다음 나누어진 영역에 대하여 식(2)와 식(3)을 사용하여 추출된 질감의 전체 에너지(μ_k)와 표준편차(σ_k)를 계산하여 영상 검색에 사용하였다.

$$u_k = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m |W_k(i, j)| \tag{2}$$

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (|W_k(i, j)| - u_k)^2} \tag{3}$$

여기서, N 은 $n \times m$ 으로 구성된 전체 화소수를 나타내고, k 는 영상의 질감 특성을 나타내는 6개의 웨이블릿 부대역(W_k) 인덱스로 각각 (15, -15, 45, -45, 75, -75)의 질감특성을 나타낸다. 그림 6은 그림 2의 (f)와 (i)의 질감 특성을 나타낸다.

III. 실험 및 결과 검토

본 논문에서 성능을 평가하기 위한 시험영상 DB로 Corel DB^[29]와 VisTex DB^[30]를 사용하였다. 그림 7은 Corel DB와 VisTex DB에 포함된 영상의 일부를 보인 것이다.

검색성능을 평가하는 방법으로는 정확도(Precision)

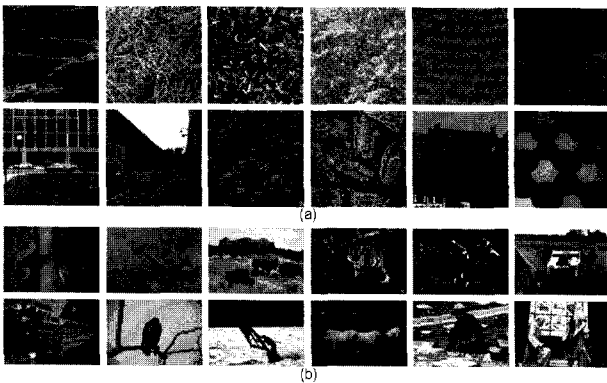


그림 7. 데이터베이스 영상들의 예: (a)VisTex DB, (b) Corel DB

Fig. 7. Examples in database (a) VisTex DB (b) Corel DB.

와 회수율(Recall)을 측정하였으며, 전체 실험은 Pentium 3.2GHz Dual Core CPU, 4GB를 탑재한 PC에서 실행되었다.

1. 특징의 결합효과

1.1 칼라 특징과 형태 특징의 결합효과

표 1은 칼라 오토코렐로그램과 불변모멘트 그리고 이들을 결합한 다중특징의 검색성능의 정확도와 회수율을 나타낸다.

표 1의 결과에서, 다중특징을 이용한 방법은 오토코렐로그램과 불변모멘트를 각각 사용한 경우보다 약 2% 정도의 성능 향상이 있음을 확인할 수 있다.

표 1. 오토코렐로그램, Hu 불변 모멘트, 그리고 결합된 방법의 영상검색 성능

Table 1. Image retrieval performance of autocorrelogram, Hu invariant moments, and combined method.

Method		Auto correlogram	Hu Invariant Moments	Combined method
Precision	Corel	91.9%	90.5%	92.2%
	VisTex	90.2%	88.7%	91.5%
Recall	Corel	88.4%	88.2%	89.8%
	VisTex	87.2%	86.9%	89.7%

1.2 칼라 특징과 질감 특징의 결합효과

표 2는 오토코렐로그램과 CWT 모멘트 그리고 이들을 결합한 다중특징의 검색성능의 정확도와 회수율을 나타낸다.

표 2. 오토코렐로그램, CWT 모멘트, 그리고 결합된 방법의 영상검색 성능

Table 2. Image retrieval performance of autocorrelogram, CWT moments, and combined method.

Method		Auto correlogram	CWT moments	Combined method
Precision	Corel	91.9%	90.2%	92.7%
	VisTex	90.2%	92.7%	93.1%
Recall	Corel	88.4%	88.1%	89.6%
	VisTex	87.2%	89.0%	89.9%

표 2의 결과에서, 다중특징을 이용한 방법은 오토코렐로그램과 CWT모멘트를 각각 사용한 경우보다 약 2% 정도의 성능 향상이 있음을 확인할 수 있다. 결과적으로 다중특징을 사용한 방법은 각각의 특징들을 단독으로 사용한 방법보다 영상검색에 효과적임을 알 수 있다.

1.3 제안된 영상분할 알고리즘의 적용효과

표 3은 제안된 영상 검색 알고리즘을 적용하여 실행한 결과 값이다.

표 3. 제안된 영상검색 방법의 성능

Table 3. The performance of the proposed image retrieval.

Method		Table 1	Table 2	Proposed algorithm
Precision	Corel	92.2%	92.7%	94.9%
	VisTex	91.5%	93.1%	94.7%
Recall	Corel	89.8%	89.6%	90.9%
	VisTex	89.7%	89.9%	90.5%

표 1과 2의 결과값을 추출하기 위해 사용한 다중특징 추출 알고리즘 전에 영상분할 알고리즘을 적용했을 때 정확도는 Corel DB에서 2.8%와 2.3%, VisTex DB에서 3.4%와 1.4%상승했으며, 재현률은 Corel DB에서 1.2%와 1.5%, VisTex DB에서 1.0%와 1.1%상승했다. 결과적으로 정확도와 재현률이 각각 2.5%와 1.2% 상승했다.

2. 기존의 알고리즘과의 성능비교

본 논문에서 제안된 검색 알고리즘의 객관적 성능 평가를 위하여 SCD, CSD, EHD^[4], 웨이블렛 모멘트^[7], 칼라 오토코렐로그램^[8], BDIP-BVLC^[11] 등을 이용한 방법들과의 검색 성능을 비교하였다. 표 4는 제안된 검색

표 4. 성능 비교

Table 4. Performance comparison.

Method	Precision	Recall
BDIPBVLC ^[11]	90.5%	83.4%
SCD ^[4]	84.5%	84.4%
CSD ^[4]	77.0%	85.7%
EHD ^[4]	74.0%	86.2%
Wavelet Moments ^[7]	84.0%	84.5%
Color Autocorrelogram ^[8]	91.5%	83.2%
WM&BVLC ^[27]	94.2%	82.8%
Img_Segmentation ^[28]	94.8%	82.7%
Proposed	94.8%	90.7%

알고리즘과 기존연구와의 정확도를 비교한 그래프이다.

결과적으로 제안된 검색 알고리즘은 영상분할이 적용된 기존의 영상검색 알고리즘^[28]에 비해 재현율에서 7% 정도의 성능 향상을 가짐을 확인하였다.

IV. 결 론

본 논문에서는 BDIP와 Active Contour를 적용한 영상분할 알고리즘을 이용하여 영상을 두 가지 종류 즉, 목적물이 있는 타겟 영상과 패턴만을 가지는 영상으로 분류하여 타겟 영상에는 오토코렐로그램과 불변모멘트를 이용하여 영상을 검색하고, 패턴 영상에 대해서는 오토코렐로그램과 CWT 모멘트를 이용하여 질감 특징을 검색하는 영상 검색 알고리즘을 제안하였다.

실험 결과 영상분할 알고리즘을 적용하기 전에는 칼라 오토코렐로그램과 불변모멘트가 결합된 방법은 약 91.5%와 89.7%, 칼라 오토코렐로그램과 CWT 모멘트의 결합은 약 92.9%와 89.7% 정도의 정확도와 재현율을 가졌으며, 영상분할 알고리즘을 적용했을 경우 결과적으로 정확도 94.8%, 재현율 90.7%으로 각각 2.5%와 1.2%의 성능 증가를 보였다.

본 논문에서는 BDIP와 Active Contour를 사용하여 영상을 분류하였으나 목적물이 있는 타겟 영상과 패턴 영상의 구분 정확도에 따라서 전체 알고리즘의 성능이 변화 되는 것을 확인하였다. 이에 따라, 영상 분할 알고리즘의 성능을 향상 시킬 수 있는 방향의 연구가 필요하다고 본다.

참 고 문 헌

- [1] "Special issue on digital libraries," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intel., vol. 18, no. 8, Aug. 1996.
- [2] A. W. M. Smeulders, M. Worring, S. Santini, A. Gupta, and R. Jain, "Content-based image retrieval at the end of early years," IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell., vol. 22, no. 12, pp. 1340-1380, Dec. 2000.
- [3] V. N. Gudivada and V. Raghavan, "Content based image retrieval systems," IEEE Comput., vol. 28, no. 9, pp.18-22, Sep. 1995.
- [4] T. Gevers, and Smeulders, "PicToseek: combining colour and shape invariant features for image retrieval," IEEE Trans. Image Process., 2000, 9, (1), pp. 102-119
- [5] J. Huang, R. Kumar, M. Mitra, W. J. Zhu, and R. Zahib, "Image indexing using colour correlogram," Proc. IEEE Conf. on Comput. Vis. Pattern Recognit., pp. 764-768, June 1997,
- [6] Kian-Lee Tan, Beng Chin Ooi, Chia Yeow Yee, "An Evaluation of Color-Spatial Retrieval Techniques for large Databases," Multimedia Tools and Applications, vol. 14, pp. 55-78, 2001.
- [7] R. M. Haralick, K. Shanmugam, and I. Dinstein, "Texture features for image classification," IEEE Trans. Syst. Man Cybern., vol. 8, pp. 610-621, Nov. 1973.
- [8] K. S. Thyagarajan, T. Nguyen, and C. Persons, "A maximum likelihood approach to texture classification using wavelet transform," in Proc. of IEEE Conf. on Image Processing, pp. 640-644, Austin, USA, Nov. 1994.
- [9] Jing Huang, S. Ravi Kumar, Mandar Mitra, Wei-Jing Zhu, and Ramin Zabih, "Image indexing using color correlograms," in Proc. of Recognition, pp. 762-768, Virginia, USA, July 1997.
- [10] A. K. Jain and A. Vailaya, "Shape-based retrieval: A case study with trademark image database," Pattern Recognit., vol. 31, no. 9, pp. 1369-1390, 1998.
- [11] S. Abbasi, F. Mokhtarian, and J. Kittler, "Curvature scale space in shape similarity retrieval," Multimedia Syst., vol. 7, no. 6, pp. 467-476, 1999.
- [12] R. L. Kashyap R. Chellappa, and A. Khotanzad, "Texture classification using features derived from random field models," Pattern Recognit. Lett., pp. 43-50, 1, 1982,

- [13] Y. Rui and T. S. Huang, "Image retrieval: Current techniques, promising directions, and open issues," *J. Visual Communication and Image Representation*, vol. 10, no. 4, pp. 39-62, Oct. 1999.
- [14] Y. D. Chun, S. Y. Seo, and N. C. Kim, "Image Retrieval Using BDIP and BVLC Moments," *IEEE Trans. on Circuits and Sys.*, vol. 13, no. 9, pp. 951-957, Sept. 2003.
- [15] A. K. Jain, and A. Vailaya, "Image retrieval using colour and shape," *Proc. 2nd Asian Conf. on Computer Vision*, Singapore, pp. 529-533, 1995.
- [16] T. Syeda-Mahmood, and D. Petkovic, "On describing colour and shape information in images," *Signal Process. Image Commun.*, vol. 16, (1/2), pp. 15-31, 2000.
- [17] C. H. Yao, S. Y. Chen, "Retrieval of translated rotated and scaled colour textures," *Pattern Recognition*, vol. 36, pp. 913-929, 2002.
- [18] S. Liapis, and G. Tziritas, "Image retrieval by colour and texture using chromaticity histograms and wavelet frames," *Int. Conf. on Visual Information and Information Systems*, Lyon, France, 2000.
- [19] J. Z. Wang, J. Li, and G. Wiederhold, "SIMPLIcity: Semantics-sensitive integrated matching for picture libraries," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 23, no. 9, pp. 947-963, Sep. 2001.
- [20] C. Carson, S. Belongie, H. Greenspan, and J. Malik, "Blobworld: image segmentation using expectation maximization and its application to image querying," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 24, no. 8, pp. 1026-1038, 2002.
- [21] M. Flickner, H. Sawhney, W. Niblack, and J. Ashley, "Query by image and video content: The QBIC system," *IEEE Computer*, vol. 28, no. 9, pp. 23-32, Sep. 1995.
- [22] J. R. Smith and S. F. Chang, "VisualSEEK: A fully automated contentbased image query system," *ACM Multimedia*, pp. 87-98, 1996.
- [23] J. Li, J. Z. Wang, and G. Wiederhold, "IRM: Integrated region matching for image retrieval," *ACM Multimedia*, pp. 147-156, 2000.
- [24] Chunming Li, Chenyang Xu, Changfeng Gui, and Martin D. Fox, "Level Set Evolution Without Re-initialization: A New Variational Formulation," *IEEE Computer Society Conf. on Computer Vision and Pattern Recognition Proc.*, CVPR'05, 2005.
- [25] Michael Kass, Andrew Witkin, and Demetri Terzopoulos, "Snakes: Active contour models," *International Journal of Computer Vision*, pp. 321-331, 1988.
- [26] M. K. Hu, "Visual Pattern Recognition by Moment Invariants," *IRE Trans. Info. Theory*, vol. IT-8, pp.179-187, 1962.
- [27] Ivan W. S., Richard G. B., and Nick G. K., "The Dual-Tree Complex Wavelet Transform," *IEEE, SP*, pp. 123-151, Nov. 2005.
- [28] 이강현, "영상 분할을 이용한 영역기반 내용 검색 알고리즘," *대한전자공학회, CI*, vol. 44, no. 5, pp. 361-371, Sep. 2007.
- [29] Corel DB [Online]. Available: <http://dlp.cs.berkeley.edu/photos/corel/>
- [30] VisTex DB [Online]. Available: <http://www-white.media.mit.edu/~vismod/imagery/VisionTexture/VisTex.html>

 저자 소개

노진수(정회원)-제1저자
대한전자공학회 논문지
제44권 CI편 제4호 참조

이강현(평생회원)-교신저자
대한전자공학회 논문지
제44권 CI편 제4호 참조