

Wavelet과 Texture feature를 이용한 영상 분류방법

이연숙^{*}, 이병일, 최홍국, 김상균, 서재현
인제대학교 전산학과

An Image Classification Using Wavelet and Texture feature

Yeon-suk Lee, Byung-Il Lee, Heung-Kook Choi, Sang-Kyun Kim, Jai-Hyun Seu
Dept. of Computer Science, Inje University

요 약

최근에는 텍스트기반 검색 기법의 단점들을 극복하기 위하여 멀티미디어 데이터에서 내용으로 표현되는 특징데이터(Feature data)를 자동으로 추출하여 이를 기반으로 검색을 하는 내용기반 검색 기법(Content-based Retrieval Technique)에 대한 연구가 활발하다. 그러나 내용기반 검색 시스템에서 데이터 수가 무한히 많아질 경우, 찾고자하는 이미지를 검색하는데 정확성과 시간 면에서 효율성이 떨어진다. 따라서 방대한 이미지 데이터를 보다 효과적으로 검색하고 저장하기 위해서는 유사성이 높은 이미지들을 서로 묶어 그룹화하고 그룹별 특징을 분석하여 인덱스화함이 필요하다. 이에 본 논문에서는 그룹화를 위해 각각의 이미지 객체에 대하여 웨이브릿변환(Wavelet Transform)기법과 질감 특징(Texture Feature)값 추출을 통해 그룹간에 가지는 특징값을 분석 비교하였다.

1. 서론

지난 몇 년전부터 기존의 데이터 베이스의 단점을 보완하기 위하여 이미지에 대한 내용기반 검색에 관한 연구가 활발히 진행중이다.

내용기반 시스템들은 이미지 자체가 지닌 고유한 시각 특징을 색인화함으로 해당되는 키워드를 미리 알고 있어야 한다든지, 색인어 작성과 같은 노력이 필요없이 효율적으로 이미지를 검색함을 볼 수 있었다 [1].

이와 비슷한 내용기반 검색에 관한 연구들로는 IBM Almaden 연구소에 개발된 QBIC 시스템과 Berkeley에서 개발한 관계형 데이터베이스 시스템을 이용한 Chbot 그리고 Hirata와 Kato가 만든 이미지로부터 추출한 외곽선 데이터를 그대로 특징 데이터로

사용하여 검색에 이용한 QVE 검색시스템이 있다 [2][3][4]. 하지만 내용기반 검색 시스템은 기존의 텍스트기반 검색기법에 비해 보다 더 효율적이지만 데이터 수가 무한히 많아질 경우, 찾고자하는 이미지를 검색하는데 정확성과 시간 면에서 비효율적이다. 따라서 방대한 이미지 데이터를 보다 효과적으로 검색하고 저장하기 위해서는 유사성이 높은 이미지들을 서로 묶어 그룹화하고 그룹별 특징을 분석하여 인덱스화함이 필요하다. 본 논문에서는 그룹화를 위해 각각의 이미지 객체에 대하여 특징값 추출을 통해 그룹간에 가지는 특징 값을 분석 비교하였다. 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 이미지 크기 정규화단계를 제시하고, 3장에서는 Wavelet 검출방법을 논의한다. 4장에서는 질감 특징 추출에 대해, 마지막으로 5장에서 결론 및 분석으로 끝을 맺는다.

2. 이미지 크기 정규화

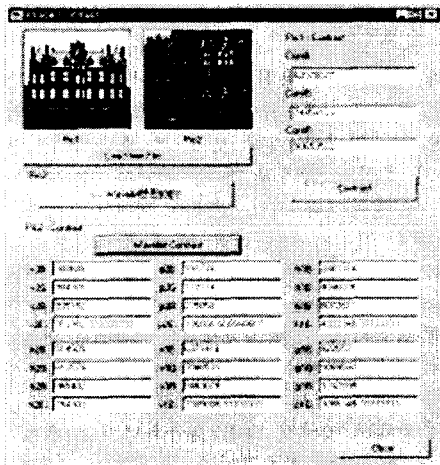
크기 정규화 단계는 다양한 형태의 이미지 객체들이 특징값 추출 시에 크기에 영향을 받지 않도록 일정한 크기로 만드는 단계이다.

이미지 데이터 베이스에 저장되어 있는 이미지들은 다양한 포맷과 다른 크기들을 가지고 있기에 그 데이터를 선형 보간법(Bilinear Interpolation)방법을 사용하여 128×128로 정규화 하였다.



[그림 1] 20개의 Sample 이미지

본 연구에서는 20개의 이미지를 sample 영상으로 채택하였다. 그림1은 상단의 10개의 이미지는 동물에 관한 sample 이미지이며 하단의 10개 이미지는 건물에 관한 sample 이미지이다.



[그림 2] Wavelet 각 영역의 특징추출

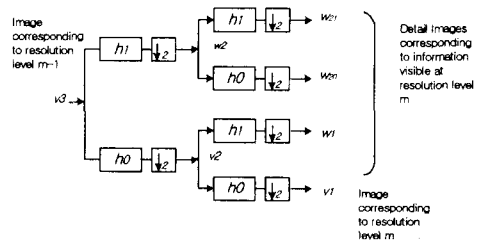
그림 2는 이미지를 2단계 웨이브릿 변환을 거친 후 영역별 부밴드에 대한 특징값들을 추출하는 모습을 보여주고 있다.

3. Wavelet 검출 방법

Wavelet 변환은 최근 들어 신호 처리나 패턴 인식 분야에서 가장 많이 쓰이고 있는 변환 방법 중 하나이다. 이 변환 방법은 공간 영역과 주파수 영역에서 그 지역적 특징을 잘 나타낸다는 특성으로 인해 질감 정보를 얻고자 할 때 많이 쓰이고 있다. 영상 신호는 2차원 신호의 한 형태이므로 웨이브릿 필터를 적용할 때 두 가지 단계를 거친다. 우선 영상의 행방 향으로 웨이브릿 필터를 적용한다. 그 다음 단계는 열 방향으로 웨이브릿 필터를 적용하는 것이다. 다단계 Wavelet 변환은 행과 열에 대해 저주파 필터와 고주파 필터를 모두 적용하여 하위 영상을 얻게 되며, 이를 반복적으로 적용하여 다단계 영상을 얻게 된다. Wavelet 변환의 일반적인 수식은 다음과 같이 정의된다.

$$\psi_{a,b}(x) = \frac{1}{\sqrt{a}} \psi\left(\frac{x-a}{a}\right) \quad (1)$$

여기서, a는 확장변수이고 b는 이동변수이다. Wavelet 변환에서 기저함수들은 원형 wavelet 함수의 확장 및 이동에 의해 생성된다[4].



[그림 3] 필터 뱅크를 이용한 영상의 분할

그림3은 이미지가 1단계 웨이브릿 변환을 통하여 분할되는 모습을 보여준다. v3라고 하는 원 영상 이미지가 있을 때 이것을 웨이브릿 변환을 거친 후 한 개의 저대역 부밴드와 세 개의 고대역 부밴드, 총 네 개의 서브 밴드가 생성됨을 볼 수 있다.

본 연구에서는 동물/건물의 10개의 sample image를 정규 화시켜 wavelet function에 적용하여 영상에서

특징값을 계산하였다. 표1은 동물 영상의 R-band에서의 결과값이며 표2는 건물 영상의 R-band 결과 값이다. V_f , H_f , D_f 는 각 부밴드별 수직, 수평, 대각선 성분을 나타낸다.

[표 1] 동물영상에 관한 밴드별 특징값

영상 특성	V_f	H_f	D_f
A1	2641508	2861210	1524677
A2	2268608	2509068	1522002
A3	2899083	2663903	1239005
A4	1678845	1519285	718591
A5	1678845	1519285	718591
A6	1574885	2059647	739591
A7	1458122	888212	379986
A8	3402795	1791539	837131
A9	1480449	1162564	721673
A10	2665721	2068364	1350749

[표 2] 건물영상에 관한 밴드별 특징값

영상 특성	V_f	H_f	D_f
B1	2689937	4117118	588863
B2	3025772	5836925	678180
B3	3236857	4076218	441375
B4	8463075	6072611	1242899
B5	3817352	3474369	1025183
B6	4017470	4378963	957303
B7	3705038	2655713	447800
B8	1414044	164036	256359
B9	1472449	2227177	376701
B10	3427089	4046697	854085

4. 질감 특징 추출

질감특징은 영상의 경계를 찾거나 영역을 분할하는데 많이 사용되고 있다 [5]. 이렇게 사용되는 질감 특징은 일반적으로 영상에서 두 픽셀간의 거리와 픽셀간의 각도에 따라 다양한 방법으로 co-occurrence matrix를 생성하여 질감 특성을 추출하였으며 이를 기반으로 분할한다 [6].

Contrast, inertia

$$\sum_{n=0}^{N-1} n^2 \left(\sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} PM \right) \quad (\text{단, } |i-j|=n) \quad (2)$$

Correlation

$$\sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} (ij)PM - \mu_x \mu_y / \sqrt{V_x V_y} \quad (3)$$

Entropy

$$- \sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} (PM) \log (Px(i)Py(j)) \quad (4)$$

PM: Probability matrices

$\mu_x \mu_y$: $\min V_x V_y$: Variance

이미지 분류를 위한 또 다른 특성값으로 질감 특성값을 사용하였다. 추출한 질감 특성값 entropy, contrast, correlation을 계산하였다.

질감 특징에 대한 특성값은 다음과 같다 .

[표 3] 동물/건물 영상에 관한 질감 특성값

영상 특성	Contrast, inertia	correlation	Entropy
A1	2.2046	3.2246	1.5887
A2	2.3230	3.6769	5.1849
A3	1.6462	2.8146	0.9237
A4	1.4908	1.2356	0.9006
A5	1.9339	2.5722	2.7840
A6	2.5158	3.0860	5.1817
A7	1.9565	1.2286	0.8341
A8	1.4229	2.6801	0.5225
A9	1.8334	0.9966	3.1254
A10	1.5776	2.5163	0.9209
B1	2.9702	3.9368	1.5253
B2	2.4475	4.5759	0.4679
B3	1.7909	4.6546	2.6019
B4	2.9185	7.4183	3.9546
B5	2.4632	4.2856	1.7571
B6	2.5520	2.8133	0.6228
B7	2.4401	8.4695	0.7146
B8	2.5181	5.2901	2.5679
B9	2.02381	1.7277	1.1632
B10	2.6269	2.9188	0.9808

5. 결과 및 분석

동물영상과 건물영상에서 추출한 특징값을 이용하여 두 집단간의 유의한 차이가 있는지를 검증하기 위하여 통계패키지인 SAS에서 T-TEST를 사용하였다.

$$T \text{ 통계량 } t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}}} \quad (5)$$

(자유도: $n_1 + n_2 - 1$)

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 1}} \quad (6)$$

각 특징값에 따른 유의확률값은 다음과 같다.

[표 4] 특징값에 따른 유의확률값

특성	분류	유의확률값
	V_f	0.1550
	H_f	0.0099
	D_f	0.0925
	Contrast	0.0020
	Correlation	0.0090
	Entropy	0.4117

유의확률값이 0.05보다 작으면 유의수준 0.05에서 두 집단간의 모평균이 같지 않다는 것을 의미하므로 H_f , contrast, correlation 특징값은 두 집단을 분류하는데 있어서 유의한 특징값임을 알 수 있다.

V_f 나 D_f 는 특징값의 유의확률값이 0.05 보다 크지만 차이가 극히 작으므로 유의한 특징값이라 할 수 있다.

6. 결론 및 향후과제

내용기반 이미지 검색 시스템에서 검색의 효율성을 위해서는 각각의 이미지 특징들을 바탕으로 그룹을 짓기 위해 특징 추출의 다각적인 시도가 필요하다.

본 연구에서는 보다 효과적인 이미지 분류를 위해 Wavelet과 질감 특징을 이용하였고 각각에 대한 특성값을 통해 수치를 비교 분석해 보았다.

Wavelet과 Texture를 사용한 특징값에 의한 분류 방법 실험한 결과, Entropy보다는 H_f 성분과 Contrast, Correlation이 분류에 적합한 특성값의 분포를 나타내었다.

향후 과제로는 데이터의 양이 많아졌을 경우와, 데이터의 종류가 다양해졌을 경우 neural network을 통

한 학습을 바탕으로 하는 분류방법에 대한 연구가 병행되어야 할 것이며, Wavelet 뿐만 아니라 더 다양한 환경에서도 특징값을 잘 추출 할 수 있는 성분 분석 및 평가가 선행 연구되어야 할 것이다.

[참고문헌]

- [1] 서상환, 이연숙, 김상균, 김홍식, "웨이브릿 변환에 기반한 색상과 질감 특징을 이용한 이미지 검색 시스템", 1999년도 한국정보과학회학술발표 논문집 26(2), pp.30-32, 1999
- [2] Myron Flickner and et. al. Query by Image and Video Content : The QBIC System. IEEE Computer, 28(9), 1995.
- [3] Virginia E. Ogle and Michael Stonebaker. Chot : Retrieval from a Relational Database of images. IEEE Computer, 28(9), 1995.
- [4] K. Hirata and T. Kato. Query by visual example-content based image retrieval. Advances in Database Technology(EDBT '92), page 56-71, 1992.
- [5] Earl Gose, Richard Johnsonbaugh, Steve Jost, "Pattern Recognition and Image Analysis," Prentice-Hall, pp. 372-379, 1996.
- [6] Robert M. Haralick, K. Shanmugam, Its'Hak Dinstein, "Textural Features for Image Classification," IEEE Trans. On System, Man, and Cybernetics, SMC-3(6), pp. 610- 624, 1973.