

질감 특징의 영상화 기법에 관한 연구

이병일, 최현주, 최흥국
인제대학교 정보컴퓨터공학부

The Study about Imaging Technique of Texture Features

Byeong-il Lee, Hyun-ju Choi, Heung-kook Choi
Dept. of Information & Computer Engineering Inje University

요약

영상의 특성 파악을 위해서 질감 특징이 많이 사용되고 있다. Co-occurrence matrix를 이용한 질감은 영상의 변화형태에 대한 수치자료로 다양한 함수들을 가지고 있으며, 영상의 특성에 따라서 그 함수들을 활용하여 영상의 분할과 분류에 사용하고 있다. 본 논문에서는 질감 특징을 시각화하기 위한 방법으로 GLCM의 로컬값을 새로운 픽셀값으로하는 영상화 기법에 대해 논하였다. 실험을 통해 질감특징 중 대조적인 관계와 동일성을 가진 질감에 대한 영상을 얻을 수 있었으며, 영상 분석에 대한 시각적인 자료를 얻을 수 있었다. 질감특징은 각 함수별 특징값의 효율적인 사용을 위해 시각화되어질 필요성이 있으며 영상화되어진 질감특징영상을 이용하면 영상의 분석과 이해에 효과적인 접근이 가능하다.

1. 서론

광학 현미경을 통해 획득되어진 의료영상은 세포의 분포나 질감의 특징이 질병과 연관된 경우가 많아 질감 특징은 세포영상의 분석에 중요한 요소이다. 영상의 분할에도 질감 특징이 사용되어지는데, 서로 다른 질감을 가진 무늬들이 모여있는 경우의 분할에서도 질감 특징이 중요한 요인이 되고 있다. 영상 검색을 위한 시스템에서도 질감 특징이 사용되고 있으며 웨이블릿 변환을 적용한 후에 각 밴드별 영상에 대해 질감 특징을 검색인자로 사용하기도 한다. 질감 특징(texture feature)는 Haralick(73)의 GLCM을 이용한 방법으로 널리 알려져 있는데, co-occurrence matrix는 영상에서의 각 픽셀간의 거리에 따른 방향성을 나타내어주는 매트릭스이다[1][2][3]. 픽셀인자간의 크기와 방향성을 고려하여 그 분포적인 특징을 나타내어주는 질감 특징은 종류가 많은데[4][5], 보통 많이 사용되어지는 특징함수로는 다음 표1과 같은 것이 있다.

질 감 특 징
Contrast / Energy / Entropy / Homogeneity / Angular Second Moment / Diagonal Moment / Correlation / InverseDM / Directional Entropy / Mean Variation / Difference Entropy / Uniformity / Peak Transition Probability ...,

이러한 질감 특징값들은 응용분야가 많아서 그 표현 방법이나 다양한 방법에서의 접근이 요구되고 있다. 본 논문에서는 이러한 질감특징 값들을 수치데이터로 보는 하나의 방법 외에 시각화할 수 있는 방법으로서의 영상화하는 기법에 대해 논하고자 한다. 먼저 2장에서는 질감 특징에 대한 의미와 GLCM을 구성하는 방법에 대해 설명하고 3장에서는 질감특징의 영상화를 위한 방법을, 4장에서는 결과 영상들을 보이고, 5장에서 결론을 맺고자 한다.

표 1. 자주 사용되어지는 질감특징들

2. 질감특징과 GLCM

질감특징이라는 것은 영상이 가지고 있는 질감의 상호 대비성, 질감의 방향성, 질감 무늬의 규칙성 등을 수치로 나타낸 측도이다. 통계적인 값인 평균이나 분산, 표준편차 등은 다른 영상에서 다른 값들이 나오지만 같은 값이 나올 가능성을 배제할 수 없다. 픽셀 간의 배열에 어떤 규칙성이 있는지, 주변 화소의 밝기 값이 어떤 관계를 갖는지 하는 것은 co-occurrence matrix를 생성하여 질감특징을 추출하여 계산하는 것이 데이터의 분류에 유효하다. 예를 들어 contrast라는 것은 영상에서 픽셀 값간의 분산성을 측정하는 것으로 명암도 차이가 크게 나는 픽셀의 수가 많을수록 값이 커지게 된다. 질감을 말한다면 거친 영상에서 값이 높다고 할 수 있다. Entropy는 밝기값의 균일성을 재는 척도로 일정한 패턴의 반복이 많을수록 작은 값을 가지게 된다. 그리고 Homogeneity는 질감의 부드러움 정도를 측정하는 것으로 명도차가 작을 경우 높은 반응을 나타낸다[6].

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

PM으로 표시되는 co-occurrence matrix는 거리가 1인 픽셀에서는 8-neighbor로 표현 될 수 있다.

135도	90도		45도
4	3	2	
5	1	1	0도
6	7	8	

그림 1. co-occurrence matrix의 방향성

그림1에서 1과 5는 0도를, 2와 6은 45도를, 3과 7은 90도를, 그리고 4와 8은 135도를 각각 나타낸다. 네 방향에 따른 매트릭스는 4가지 종류가 구해지게 되고 이를 이용한 데이터를 만들어 내게 되는 것이다.

3. 영상화 기법

질감특징 값의 영상화를 위해서는 우선 전체 영상에 대한 질감 특징을 구한다. 다음으로는 3×3 mask를 이용하여 거리(d)가 1인 co-occurrence matrix를

전체영상에 대해 각 local 영역별로 다시 계산한다. Local mask에서의 질감특성 값과 처음 구하였던 전체 영상에 대한 질감 값이 비교데이터로 남게 된다. 이 데이터는 영상화하는 순간 임계치의 역할을 하게 된다[7].

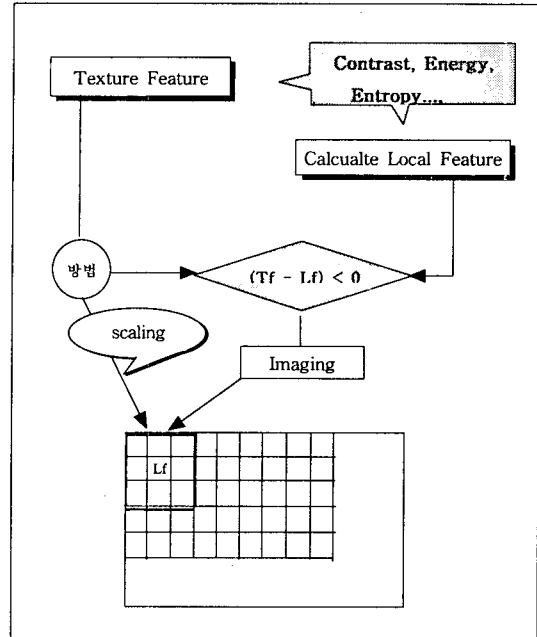


그림 2. Imaging 흐름도

실험한 영상화순서를 아래에 설명하였다.

- ① Local 영역의 질감 특징 값을 마스크 단위로 구한 다음 각 값을 3×3 마스크의 중앙값으로 적용시킨다.
- ② Local 영역의 값들은 질감 함수의 종류에 따라 결과 값의 범위가 다양하므로 일반화를 시켜야 한다.
 - 질감 특징값을 바로 영상으로 표현할 때에는 50-100사이의 수의 곱이 픽셀값과 대치되기 위해 필요하다. 이 때의 임계치는 영상에 따라 조절해야 한다.
 - 일반화(normalization)를 위해서 영상의 전체 질감 특징 값을 스케일링할 필요가 있다.

$$P_s = F_{local} * 255 / (F_{general} * scale\ factor)$$
 (단, scale factor는 1.0에서 1.5사이)
 - 임계치를 자동적으로 설정하기 위해서는 local 질감 특징값이 전체 질감 특징 값보다 클 경우에만 스케일링한 후 영상화하는 방법이 있다.
- ③ 스케일링 한 후에는 예외상황에 대한 처리를 한 후 영상화 한다.

4. 실험결과

실험 영상은 butterfly.bmp 65kbyte graylevel 영상이었으며, 스케일링시킨 영상화 방법과 임계치가 자동 적용된 영상화 방법에 대해 결과 영상을 만들어 보았다.



그림 3. 실험영상

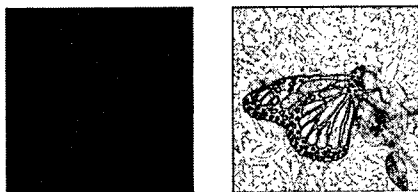
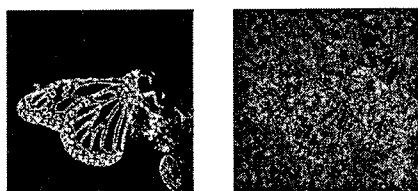
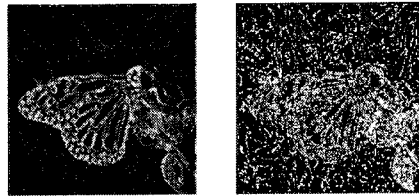


그림 4. 스케일링 전과 후의 영상비교

그림 4에서는 스케일링 전후로 영상의 결과가 많은 차이가 나는 것을 알 수 있는데 이는 질감 특징의 결과 값이 영상으로 표현하기에는 너무 낮은 수가 많기 때문이다. 그림 3의 실험 영상에 대한 질감 특성을 영상화시킨 결과를 그림 5부터 보이고 있다.

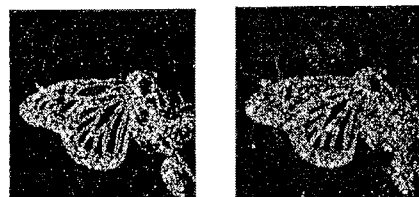


a) Scaled Contrast b) Scaled Energy

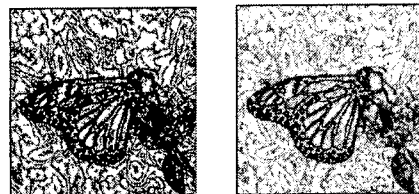


c) Scaled Entropy d) Scaled Homogeneity

그림 5. 스케일 된 질감특징 영상들(factor=1.5)

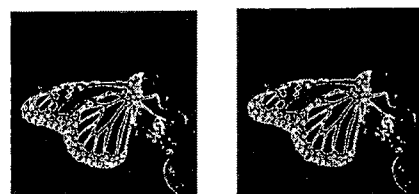


a) Contrast b) Energy

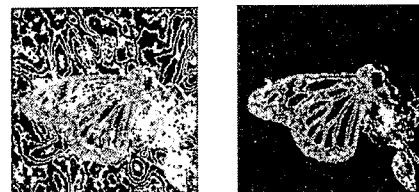


c) Uniformity d) Homogeneity

그림 6. Local value에서 전체 특징값을 임계치로 하여 나타낸 영상



a) Contrast - Homogeneity b) Contrast - Uniformity



c) Contrast + Uniformity d) Contrast / Homogeneity

그림 7. 질감 영상의 연산 결과 영상

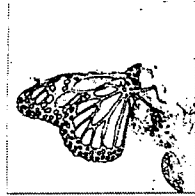


그림 8. Homogeneity 영상의 이진화 된 영상(Th=90)

그림 7에서는 영상분할에서 응용되어질 수 있는 질감 특징영상의 연산결과 영상을 보이고 있다. 그림 8은 homogeneity 특징 영상인데 이를 threshold 후 이진화 시킨 영상이다. 다음 그림 9는 원 영상에 대한 질감 특징 값을 32×32 co-occurrence matrix에서와 16×16 co-occurrence matrix상에서 계산되어진 결과에 대한 수치 자료이다.

Feature	Value-32	Value-16
Angular Second Moment	0.027399	0.080784
Difference Moment	9.322680	2.432332
Inverse Difference Moment	0.670002	0.788477
Diagonal Moment	19.670458	6.950610
Second Diagonal Moment	0.657985	0.327296
Entropy	4.473555	3.325340
Energy	0.027399	0.080784
Contrast	1.315969	0.654591
Peak Transition Probability	0.082912	0.192245
Correlation	0.160775	0.181661
Uniformity	0.689897	0.801610

그림 9. 원 영상에 대한 질감 특징 값들

5. 결론

질감 특징영상은 영상의 픽셀위치의 값의 정보를 co-occurrence matrix를 이용해 표현한 것이므로 픽셀 위치간의 상관관계가 잘 드러나는 영상이라고 하겠다. 본 논문에서는 질감 특징값으로 픽셀을 구성하여 스케일링한 영상과 전체영상에 대한 질감특징을 자동 임계치로 하여 지역 질감 특징값으로 영상화시킨 방법에 대해 실험하여 보았으며, 영상간의 연산에 대한 결과와 이진화 같은 영상처리를 하였을 때의 결과 영상을 만들어 보았다. 질감특징의 인자로 사용되는 co-occurrence matrix를 통계적인 분포관계와 수학적인 벡터 관계를 잘 설명해주는 새로운 방법으로 구성한다면 보다 효율적인 분할이나 특징 벡터를 이용한 최적의 정보를 추출할 수 있을 것이다.

[참고문헌]

- [1] Robert M. Haralick, et al, "Textural Features for Image Classification", IEEE Trans on Syst, Man and Cyberu., vol. SMC-3, pp.610-621, nov 1973.
- [2] Rafael C.Gonzalez and Richard E. Woods", "Digital Image Processng", Addison-Wesley, 1993.
- [3] Heung-Kook Choi, Janos Vasko, Ewert Bengtsson, Torsten Jarkrans, Per-Undo Malmstrom, Kenneth Wester, Christer Bursch, "Grading of transitional cell bladder carcinoma by texture analysis of histological sections," Analytical Cellular Pathology Vol. 6, pp.327-343, 1994.
- [4] 최현주, 허민권, 최홍국, 김상균, 최항목, 박세명, "칼라유방암조직영상에서 질감 특징과 신경회로망을 이용한 양성세포핵과 음성세포핵의 자동 분할," 정보과학회 가을학술발표논문집, Vol. 26, No. 2, pp.422-424, 1999.
- [5] G. Van de Wouwer, P. Scheunders, S. Livens, D. Van Dyck, "Wavelet Correlation Signatures for Color Texture Characterization," Pattern Recognition, pp. 443-351, 1999.
- [6] Gosta H. Granlund, Hans Knutsson, "Signal Processing for Computer Vision," Kluwer Academic Publishers, 1995.
- [7] 모문정, 임종석, 이우범, 김옥현, "모멘트와 동차성 특징 결합에 의한 텍스처 영상 분할", 한국정보처리학회논문지, 제7권, 제11호, 2000
- [8] Ramesh Jain et al, "Machine Vision", McGraw-Hill, 1995.
- [9] Bernd Jahne, "Digital Image Processing: concepts, algorithm, and scientific applications", Springer-Verlaf Berlin, 1995.
- [10] Milan Sonka, Vaclav Hlavac Roger Boyle, "Image Processing, Analysis, and Machine Vision", PWS publishing, 1999.