

Wavelet 계수를 이용한 자궁 경부 세포진 인식

윤혜경⁰ 김백섭

한림대학교 컴퓨터공학과 영상인식 연구실

hkyun@center.cie.ac.kr, bskim@sun.hallym.ac.kr

Recognition fo Cervical Cancer Cells Using Wavelet Coefficient

Hye-Gyung Yun⁰ Beak-Sop Kim

Dept. of Computer Science, Hallym University

요 약

본 논문에서는 세포 영상에 대해 Wavelet 계수를 이용한 인식 방법을 제안하고 있다. 자궁 경부세포진은 핵과 세포질을 분할하기 힘들기 때문에 영역분할을 통해 얻은 핵특징이 잘못 계산될 수 있어 인식율이 떨어진다. 따라서 핵의 세포만을 나타낼 수 있도록 핵의 정보를 포함하고 있는 고대역 부밴드에서는 20×20 영상을 사용 하였고, 세포질에 정보를 포함하고 있는 저대역 부밴드에서는 50×50의 영상을 사용 하였다.

영상 인식을 위한 특징 추출은 2단계 Wavelet 변환후 생성된 변환 영역에 대해서 Wavelet 계수 평균 값, 표준편차와 Energy를 사용 하였다. 실험 결과 Wavelet 계수를 이용한 방법이 영역분할을 이용한 방법과 비교하여 더 높은 인식을 보였다.

1. 서 론

컴퓨터의 성능과 주변 기기들의 눈부신 발달로 생활이 점점 디지털화되고 자동화되어 가는 오늘 날에는 많은 정보들이 시각화 되어, 분석, 처리되므로 영상 처리 및 영상 인식 분야의 필요성과 중요성이 증가 하고 있다. 영상 처리 및 인식은 폭넓은 분야에 적용 되고 있으며, 또한 영상 처리를 이용한 자동 진단 시스템에 관한 많은 연구가 이루어지고 있다[1].

자동 진단 시스템은 반복되는 진단 과정을 자동화하여 숙련된 전문가나 의사의 작업량을 줄여주고, 객관적인 데이터를 추출하여 진단의 주관적 판단으로 인한 오진률을 줄여줄 수 있다.

자궁 경부 세포진은 자궁 경부암을 발견하기 위하여 사용되며, 자궁 경부암 검사는 1940년대 Papanicolaou가 제안한, Pap smear 방법이 가장 많이 사용 되고 있다. 이 검사는 자궁 경부 세포진을 피검자의 자궁 경부 부분에서 솔로 채취(smear)하고, 채취한 표본을 유리 슬라이드에 묻혀 염색한 후, 핵 병리학 전문의가 현미경을 통해 세포들을 육안으로 관찰하여 비정상 세포가 있는지를 판정하는 것이다. Pap smear방법은 간단하지만 5-50%까지의 위음성율(False Negative Error : 비정상을 정상이라고 판정하는 비율)을 가지고 있다. 진단 오류 중 약 60%는 표본 검출에 문제가 있는 경우지만 나머지 40%는 판독과정에서 발생한다[2].

자궁 경부 세포진의 인식은 기존의 영상 인식과 같이 이 영역 분할, 특징 추출, 그리고 인식등 세 부분으로 나누어 진행 된다. 영역 분할에서는 암 판정과 관련이 없는 염증 세포(주로 백혈구), 파편(debris), 먼지 등을 제거한다. 또한 핵, 세포질 영역을 추출하는 역할을 한다. 특징 추출 부분에서는 분할된 세포에서 핵의 형태

(shape teature)와 핵과 세포질의 면적비(nucleus / cytoplasm Rato), 핵의 명암, 핵과 세포질의 색, 핵의 질감(testure feature)등 특징을 추출한다. 추출된 특징으로 인식기를 구성하는데 일반적으로 인식기는 통계적인 방법[3], 신경회로망에 의한 방법[4]등이 주로 사용 된다.

특징 기반 인식 기법은 인식 대상 영역이 잘 분리된 경우 좋은 결과를 낼 수 있지만, 자궁 경부 세포진 영상의 경우는 핵과 세포질, 세포질과 배경을 정확히 분리하기가 힘들어 특징이 잘못 계산될 수 있어 인식율을 떨어 뜨리게 된다.

본 논문에서는 세포영상에 대한 Wavelet 계수를 이용한 자궁 경부 세포진 인식 방법을 제안한다.

thresholding 과 morphology 기법을 사용 하여 핵 영역을 분할한 후 핵 영역의 중심점으로부터 50×50의 세포 영상을 추출하였다.

영역 분할 부분에서는 정확한 핵, 세포질의 영역 대신 핵의 위치만을 정확하게 판단하여 핵을 중심으로 mask를 씌워 세포 영상을 얻은 후 2단계 Wavelet 변환후 각각에 부밴드에서 웨이블릿 계수의 평균 값, 표준편차, Energy을 특징으로 추출하여 인식을 한다.

세포를 인식하는데는 핵부분에 가장 많은 정보가 있다는 특징이 있다. 그러므로 핵에 대한 정보를 포함하고 있는 고대역 부밴드에서는 20×20 세포 영상을 사용하고, 세포질에 대한 정보를 포함하고 있는 저대역 부밴드에서는 50×50 세포영상을 사용하였다.

2. 웨이블릿과 특징추출

Wavelet 변환 방법의 기본 개념은 임의의 함수를 시간_주파수 영역에서 동시에 국부성을 갖는 wavelet 기저 함수 (basis function)의 선형 결합 (super position)으로

표현하는 것이다. Wavelet 변환에서 기저 함수들은 원형 wavelet 함수 $\psi(x)$ 의 확장(dilating) 및 천이(translation)에 의해 생성된다[5-6].

Wavelet 변환의 일반적인 수식은 식(1)와 같이 정의된다.

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

여기서, a는 스케일 변수이고 b는 천이변수이다. $\psi(x)$ 는 $a < 1$ 이면 폭이 작은 고주파 Wavelet으로 신호의 고주파 성분 분해에 이용되고, $a > 1$ 이면 폭이 넓은 저주파 성분 분해에 이용된다.

Wavelet 변환을 적용하여 영상을 수평, 수직 방향으로 저대역 통과 필터(Low Pass Filter)와 고대역 통과 필터(High Pass Filter)를 통과한 후 다운 샘플링 함으로써 크기가 다른 분할된 부밴드를 얻는다. 그림 1은 2 단계 웨이블릿 분할 형태이다.

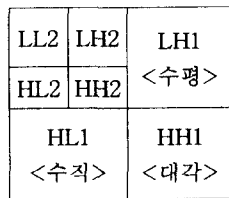


그림 1. 2단계 Wavelet 분할 예

저대역 부밴드에서 생성된 wavelet 변환 영상은 원 영상보다 크기는 작지만 원영상이 가지는 대부분 정보를 유지하고 있다. 이 부밴드에서는 세포질에 대한 정보를 얻기 위해 50×50 영상을 사용 한다. 그리고 수평, 수직, 대각선 부밴드들은 각각 texture에 대한 정보를 제공한다. 이 부밴드에서는 그림 2와 같이 주위의 영향으로 핵의 정보에 오류가 있을수 있으므로 20×20 영상을 사용한다.

그림 2은 본 연구에서 사용되는 세포영상들 중의 한 예이다.



(a) 50×50 세포영상 (b) 20×20 세포 영상

그림 2. 세포 영상의 예

다음 식(2)은 질감 특징값은 얻기 위한 식이다.

$$E_k = \frac{1}{m \times n} \sum_i \sum_j W_k^2[i, j] \quad (2)$$

여기서 E_k 는 Energy이고, $m \times n$ 은 부밴드 영상들의 각각의 크기를 나타내며, W_k 는 wavelet 변환 후 각 부밴드의 변환계수를 나타낸다[5].

50X50 세포영상의 저대역 부밴드 LL2, LL1 그리고 20X20 세포 영상의 고대역 부밴드 LH1, HH1, HL1, LH2, HH2, HL2에서 Wavelet 계수의 평균 값과 표준편차, Energy를 특징으로 추출한다.

3. 자궁경부 세포진 인식 시스템 구성

자궁 경부 세포진 인식 시스템의 구성은 그림 3과 같다.

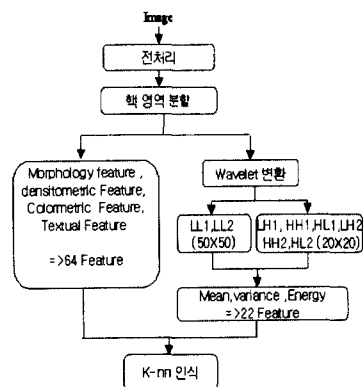


그림 3. 시스템 전체 구조

CCD 카메라에서 획득되어진 RGB 칼라 이미지는 640×480으로 정규화하고, 그레이레벨로 변환하여 사용한다. 이러한 과정을 거친 뒤 핵 영역의 분할이 이루어 지는데 핵 영역을 분할하기 위하여 Morphology와 thresholding 기법을 사용 한다. 이렇게 핵의 위치를 찾은 뒤에 분할된 핵영역에서 Morphology Feature, Densitometric Feature, Colometric Feature, Textual Feature을 통해 64개의 핵특징을 추출하고 핵의 중앙점을 이용하여 50×50 세포 영상을 획득하여 Wavelet 특징 22개를 추출하고, k-nn 방법을 이용하여 인식 한다.

4. 실험 결과

본 실험에 사용된 영상은 자궁 경부 세포진 영상으로 24bit RGB 칼라에 해상도 640×480의 100배 영상으로 현미경의 슬라이드로부터 CCD camera를 이용하여 획득한 것이며, 영상을 얻는데 사용된 슬라이드는 삼성 제일

병원에서부터 제공 받았다.

원 영상은 전처리와 핵영역 분할 단계를 통해 핵 중심으로 그레이레벨의 50×50 세포 영상과 20×20 세포 영상을 데이터로 사용한다. 사용 되는 데이터는 입력 데이터로서 암의 전이를 나타내는 wnl, ascus, lsil, hsil, scc의 type로 나누어 지고 총 5000개의 세포 이미지가 사용되었다. 이중 학습데이터는 3136장을 사용 하였고 실험데이터는 1864장을 사용 하였다.

인식율은 정상/비정상 인식률로 표시하였다. 여기서 정상은 wnl type를 나타내고, 비정상은 ascus, lsil, hsil, scc type를 합한 것이다.

Wavelet을 이용한 인식 방법은 세포 영상을 50×50 만 사용한 경우와 저대역과 고대역 부밴드에서 각각 50×50 세포 영상과 20×20 세포 영상을 사용한 경우의 인식 비교와 특징 추출에서 Wavelet 계수의 평균 값과 표준 편차를 사용한 경우와 Energy를 포함한 경우의 인식 비교를 하고 있다. 표 1은 Wavelet에서 9-nn을 이용해 인식한 실험 방법들을 비교한 결과이다.

실험방법	세포 영상 크기	특징(개수)	인식률
실험1	50×50 세포영상	Mean, variance (16)	68.33%
실험2	50×50 세포영상	Mean, variance, Energy(22)	74.43%
실험3	저대역 (50×50 세포영상)	Mean, variance, Energy(22)	77.46%
	고대역 (20×20 세포영상)		

표 1. Wavelet 인식 비교

표 2는 세포 영상에 대한 Wavelet 특징과 핵에 대한 특징 64개를 인식 비교한 표이다. Wavelet 특징 22개를 사용한 방법이 영역 분할을 통해 얻은 핵 특징 64개를 사용한 방법보다 더좋은 인식 결과를 보여 주고 있다.

Wavelet 특징 22개 사용 (실험3)	Morphology, Densitometric, Colormetric, Textual 통한 특징 64개 사용
77.46%	70.29%

표 2. Wavelet 인식과 핵특징 64개 인식 비교

표 3은 세포 영상에 대한 Wavelet 특징과 핵에 대한 특징 64개를 합한 86개 특징에 대한 인식 결과와 특징 86개에 대해 Feature Selection을 통하여 얻은 10개의 특징에 대한 인식결과를 비교 하였다.

Wavelet 특징 22(실험3)+ Morphology, Densitometric, Colormetric, Textual 통한 특징 64개	특징 86중: Perimeter, breath_to_perl, red_mean, Hue_mean, saturation_mean, major_axis, min_value, thresh_area Wavelet 특징 22중: HL1 variance, HL2 variance
79.24%	83.67%

표 3. 특징 86개와 Feature Selection의 인식 비교

5. 결론

자궁 경부 세포진을 인식하는 경우 본 논문에서 제시한 방법을 이용한 Wavelet 인식 방법이 영역을 분할해서 얻은 특징을 이용한 인식 방법보다 좋은 결과를 나타낼 수 있다.

Wavelet 특징과 핵 특징 모두 사용하여 인식하는 경우에는 다수의 특징개수로 인하여 중요하지 않은 특징들이 포함될 수 있다. 추출된 86개의 특징들을 평가하여 가장 정보량이 많은 10개의 특징만을 사용한 경우 83.67%의 인식률을 보여, 86개 전체특징을 사용한 경우 보다 4.43%의 인식률이 향상되었다.

* 본 연구는 선도기술·의료공학 기술 개발 사업의 연구비 지원을 받아 이루어진 것임.
(HMP-98_G-1-013)

6. 참고 문헌

- [1] 은성경, 박찬모, 박화순, 윤소영, 조민선, 조수연, 김성숙, "영상처리를 이용한 자궁경부 세포진의 자동 탐색 방법에 관한 연구," 대한 세포병리학회지, 제 5권, 제 1호, pp 15-22, 1994
- [2] H. K. Grohs and O. A. N. Husain, "Automated Cervical Cancer Screening," IGAKU-SHOIN Publ, 1994.
- [3] Shaogang, Stephen J McKenna, Alexandra Psarrou, "DYNAMIC VISION From Image to Face Recognition," Imperial College Press, Ch 8, 2000
- [4] Valluru B. Rao and Hayagrina V. Rao, C++ Neural Networks and Fuzzy Logic, Mis, Ch7, 1993.
- [5] 정소영, 정성환, "Wavelet 변환 영역에서 특징을 이용한 영상 검색 시스템의 구현," 창원대학교 정보통신 연구소 논문집, vol. 3, 1999.
- [6] 김택곤, 김우생, "웨이블릿과 텍스처의 방향 특징을 이용한 내용 기반 검색," 한국정보과학회 춘계학술 발표 논문집, vol. 26, No 2. 2000.4.