

# 모양과 질감 특징을 이용한 비정상 백혈구 검출

이성환\*, 최영수, 황치정  
충남대학교 컴퓨터과학과  
e-mail : [shlee@ipl.cnu.ac.kr](mailto:shlee@ipl.cnu.ac.kr)

## Detection of abnormal white blood cell using shape and texture feature

Sung-Hwan Lee\*, Young-Su Choi, Chi-Jung Hwang

Dept. of Computer Science, ChungNam National University

### 요 약

최근 컴퓨팅 환경의 발달과 함께 영상처리 기술을 이용하여 의료 영상들을 처리하려는 시도가 활발히 진행되고 있다. 백혈병의 경우, 말초 혈액이나 골수 영상을 통하여 백혈구의 수와 모양, 핵의 유무, 핵의 모양 등을 근거로 진단을 내리게 된다. 본 논문에서는 이를 위해 골수 영상으로부터 백혈구 영역을 검출하여 백혈구의 모양과 질감 정보를 이용하여 특이한 성질을 지닌 백혈구를 검출해 내는 시스템을 제안하고 구현하였다. 백혈구의 영역을 검출하기 위해서는 입력영상의 RGB 값을 이용한 임계치 방법을 사용하였고, 모양 특징은 이동, 확대/축소, 회전에 불변인 성질을 지닌 UNL Fourier 변환을 사용하였으며, 질감 특징은 Gabor wavelet 변환을 이용하여 추출하였다.

### 1. 서론

최근 컴퓨팅 환경의 발달과 함께 영상처리 기술을 이용하여 의료 영상들을 처리하려는 시도가 활발히 진행되고 있다. 백혈병은 전구체세포 등의 악성 종양으로서 그 특징은 증식하는 세포들에 의하여 골수가 미만성으로 채워져 있고, 순환 혈액내에 미성숙 백혈구들이 숫자나 형태에 있어서 비정상적으로 나타난다. 백혈구는 형태상으로 임파구, 중성구, 반핵구 등 7~8종의 정상적인 백혈구 종류가 있으며 비정상적인 백혈구는 변형으로 인하여 수 십 가지가 되어 분류시 많은 어려움이 있다.

백혈구는 질환에 대한 많은 정보를 가지고 있어 질병 유무 및 상태 판단에 절대적으로 필요한 검사로서 현재는 전문가에 의해 백혈구 크기, 색상, 내부 핵 유무, 핵의 모양 및 boundary 모양 등을 개인적 판단 기

준으로 검사하고 있어 많은 어려움이 있다. 백혈병의 경우 말초 혈액이나 골수 영상을 통하여 백혈구의 수와 모양, 핵의 유무, 핵의 모양 등을 근거로 진단을 내리게 된다. 백혈구의 핵의 크기가 비정상적으로 크거나, 세포질에 다수의 구멍이 있거나, 과립의 유무 등도 비정상적인 백혈구를 검출하는데 사용될 수 있으며, 비정상적인 백혈구의 검출은 백혈병 진단에 많은 정보를 제공할 수 있다. 이에 본 논문에서는 백혈구의 모양과 질감정보를 이용하여 비정상적인 모양을 갖는 백혈구를 검출하는 시스템을 제안하였다.

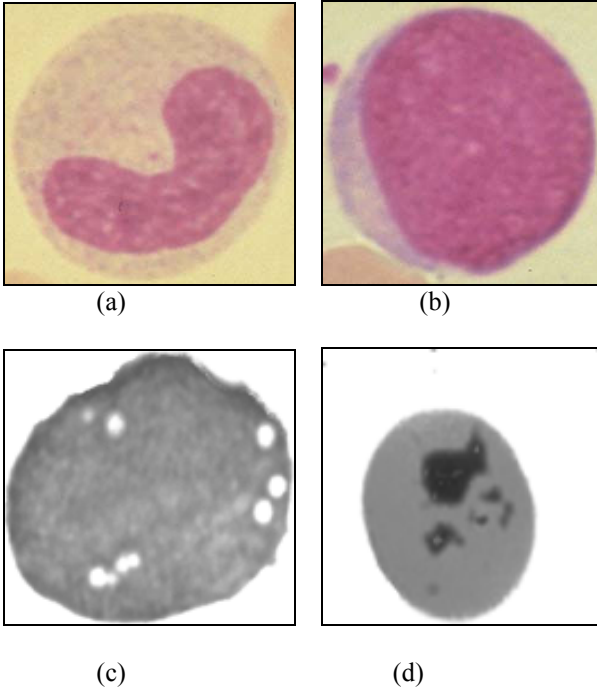
### 2. 비정상 백혈구의 특징

비정상적인 백혈구의 종류는 무척 다양하나, 본 논문에서 대상으로 삼은 비정상 백혈구는 다음의 세 종류이다. 첫번째로 핵이 과도하게 비대한 경우의 백혈구, 두 번째로는 다수의 구멍이 있는 백혈구, 세 번째는 과립이 없는 백혈구를 검출 대상으로 하였다.

핵이 비대한 백혈구가 말초혈액 상에 나타나게 되

\*본 논문은 충남대학교 소프트웨어 연구센터 (SOREC) 과제의 결과물입니다.

면 백혈병일 가능성이 매우 높고, 백혈병인 경우 골수에서도 핵의 크기가 비대한 백혈구들이 다수 발견된다. 다수의 구멍이 있는 백혈구는 FAB 의 분류에 따른 백혈병의 종류 중 L3 타입에 속하는 백혈구의 특징으로 골수에서 이러한 종류의 백혈구들이 다수 발견된다. 과립이 없는 백혈구의 경우 FAB 의 분류에 따른 M1 타입에서 많이 발견되는 백혈구이다.[1][2]



[그림-1] (a) 정정적인 백혈구, (b) 핵의 크기가 비대한 백혈구, (c) 구멍이 있는 백혈구, (d) 과립이 없는 백혈구

### 3. 백혈구의 검출 및 특징 추출

일반적으로 혈액 영상을 취득하는데 있어 육안으로 쉽게 판별 가능하도록 도말 염색을 하게 된다. 그러므로 백혈구와 적혈구, 혈소판 등은 서로 다른 색상으로 염색되고 백혈구는 RGB 색상에 대해 임계치 방법을 적용하여 검출 가능하다. 또한 백혈구 내에서도 핵과 세포질 사이에도 염색 후 색상 차이를 보이므로 이를 이용하여 백혈구를 검출하고, 백혈구의 핵을 검출한다. 검출된 백혈구의 크기와 핵의 크기 비율을 조사하여 핵의 크기가 비대한 백혈구를 검출하게 된다.



[그림-2] 백혈구의 핵영역 검출

내부에 핵이 있는 백혈구는 UNL Fourier 변환 방법을 이용하여 검출하게 된다. UNL(Universidade Nova de Lisboa) Fourier transform 은 2D 모양 묘사기(shape descriptor)중의 하나로, 원영상의 이동(translation), 회전(rotation), 확대/축소(scale)에 대해 불변인 성질을 지닌다. UNL Fourier transform 은 두 단계에 걸쳐 처리된다.

첫번째 단계에서는 이진 곡선 패턴으로 구성된 입력 영상에 대해 직교 좌표계(Cartesian coordinate system)로부터 극좌표계(polar coordinate system)으로 변환 시키는데, 이를 UNL 변환이라 한다. UNL 변환 과정을 거침으로써 얻어지는 효과는 이동과 확대/축소에 대한 불변의 성질이다.

두 번째 단계는 이렇게 얻어진 결과에 대해 Fourier 변환을 하는 것이다. Fourier 변환은 회전에 대해 불변의 성질을 갖게 되므로 최종적으로 UNL Fourier 변환은 이동, 확대/축소, 회전에 대해 불변인 특징을 추출해 낼 수 있게 된다. [3]

$\Omega(t)$ 는 parametric curve 로 구성된 object, O 는 물체의 중심, M 은 중심 O 로부터 모든 점까지의 최대 Euclidean 값이라 할 때,  $U(\Omega(t))$ 는 물체를 구성하는 각각의 커브의 직교좌표계에서 극좌표계로의 변환  $U(z(t))$ 이 된다.[식-1]

$$U : ((0,1) \rightarrow R^2) \rightarrow ((0,1) \rightarrow R^2)$$

$$U(z_i(t)) = R_i(t), \theta_i(t) \\ = \left( \frac{\|z_i(t) - O\|}{M}, a \tan \left( \frac{y_i(t) - O_y}{x_i(t) - O_x} \right) \right)$$

[식-1] UNL transform]

과립이 없는 백혈구는 Gabor wavelet 변환을 이용하여 질감 정보를 추출하고 이를 이용하여 유사도 검색을 하였다. Gabor wavelet 변환은 여러 연구들 중에서 질감 구분 실험에서 획득되는 인간의 심리적인 결과들을 충분히 설명한다는 것이 증명되었다.[4] Gabor wavelet 변환의 결과들인 방향-스케일별 계수들을 이용하여 화소별 최대 계수를 갖는 대표 방향-스케일 그룹을 파악한 후, 영역별 질감 특징을 방향-스케일 그룹별 화소수 히스토그램과 계수 히스토그램으로 나타내는 방법을 사용하였다.

2 차원 Gabor 변환  $g(x,y)$ 와 이에 대한 Fourier 변환  $G(u,v)$ 는 [식-2],[식-3]과 같다.

$$G(u,v) = \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[ \frac{(u-W)^2}{\sigma_u^2} + \frac{v^2}{\sigma_v^2} \right] \right\} \quad [식-2]$$

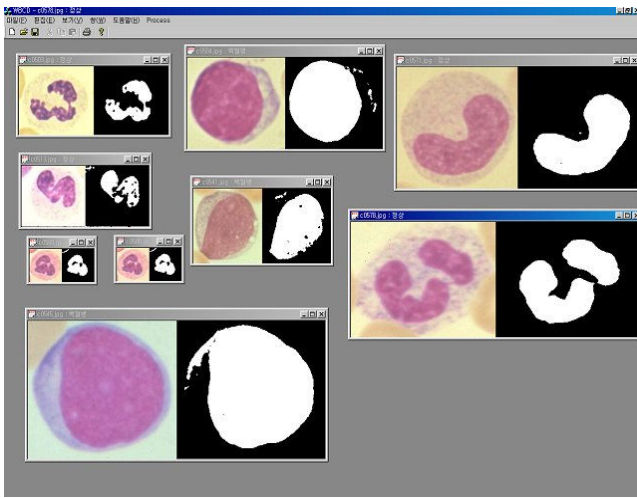
$$g(x, y) = \left( \frac{1}{w\pi\sigma_x\sigma_y} \right) \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[ \left( \frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2} \right) + 2\eta j Wx \right] \right\}$$

$$\sigma_u = 1/2\pi\sigma_x \quad \sigma_v = 1/2\pi\sigma_y$$

[식-3] 2 차원 Gabor 변환

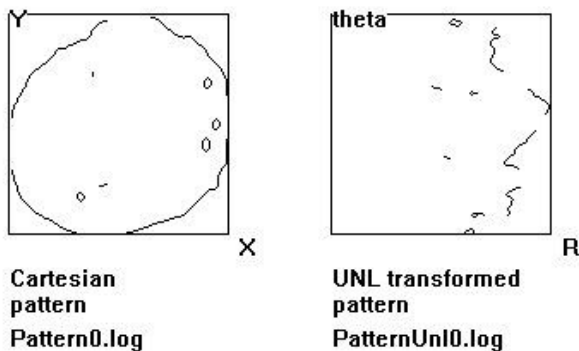
4. 실험 및 결론

핵의 크기가 비대한 백혈구는 RGB 값에 대해 임계치를 적용하여 검출하였고 그 결과는 [그림-3]과 같다.

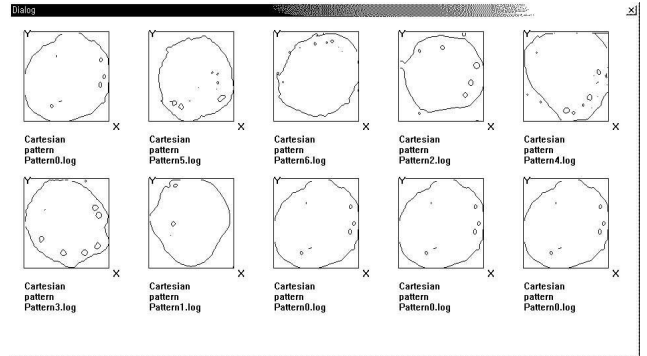


[그림-3] 백혈구 핵 영역 검출

내부에 구멍이 있는 백혈구의 모양 정보를 추출하기 위해 UNL Fourier 변환을 사용하였다. UNL Fourier 변환은 이동, 확대/축소, 회전에 불변인 성질을 가지며 변환 결과는 [그림-4]에, 유사도 검색 결과는 [그림-5]에 나타나 있다.



[그림-4] [그림-1] (c)에 대한 UNL Fourier 변환 결과



[그림-5] 유사도 검색 결과

Gabor wavelet 변환을 통해 질감 정보를 추출한 경우도 대부분 검출되었다.

본 논문에서는 백혈병 진단에 도움을 줄 수 있는 비정상적인 백혈구 검출 시스템을 구현하였다. 본 논문에서 대상으로 한 비정상적인 백혈구는 백혈구의 핵이 비대한 경우, 구멍이 있는 경우와 과립이 없는 경우이다. 핵이 비대한 백혈구는 RGB 값에 대한 임계치 방법을 사용하였고, 구멍이 있는 백혈구는 모양 정보를 이용하기 위해 UNL Fourier 변환 방법을 사용하였으며, 과립이 없는 백혈구는 질감정보를 이용하기 위해 Gabor wavelet 변환 방법을 사용하였다.

200 여개의 영상에 대해 실험한 결과, 만족할만한 결과를 얻었지만 백혈구 영역 검출 시에는 사용된 염료에 의해 서로 다른 색상으로 염색되는 경우도 있으므로 이를 위한 추가적인 방법이 필요하고, 모양 정보를 사용하기 위해서는 백혈구의 에지 영상이 중요하므로 잡음에 강한 에지 검출방법도 함께 연구되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] Faramarz Naeim, Pathology of Bone marrow, 2nd edition
- [2] <http://www.meds.com/>
- [3] Tomas W. Rauber, "Two-Dimensional shape Description," Technical Report GR UNINOVA-RT-10-94, Universidade Nova & Lisboa, Portugal, 1994
- [4] J. Beck, A. Sutter, and R. Ivry, "Spatial frequency channels and perceptual grouping in texture segmentation", Computer Vision, Graphics and Image Processing (CVGIP), 37, 1987