

UNL Fourier Transform 을 이용한 백혈구 모양 특징 추출

이성환⁰, 김지윤⁰, 유채곤^{*}, 황치정⁰
충남대학교 컴퓨터학과⁰
대덕대학교 컴퓨터정보통신계열^{*}
{shlee, duck, cjhwang}@ipl.cnu.ac.kr⁰
cgyoo@cs.cnu.ac.kr^{*}

A Shape feature extracting of WBC using UNL Fourier transform

Sung-Hwan Lee⁰ Ji-Yoon Kim⁰ Chae-Gon Yoo^{*} Chi-Jung Hwang⁰
Dept. of Computer Science, Chung-Nam National University⁰
Division of Computer Information & Communication, Dae-Dok College^{*}

요 약

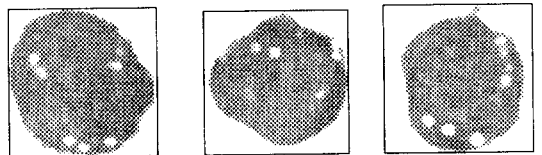
현재 백혈병 진단에 사용중인 방법은 골수영상을 획득하고 이를 관찰 하여 비정상적의 백혈구의 형태, 백혈구 핵의 크기와 추출된 골수에서의 백혈구가 차지하는 비율을 이용하여 진단하고 있다. 비정상적인 모양을 띠고 있는 백혈구의 검출은 백혈병 진단에 있어 중요한 정보로 사용된다. 백혈구의 이상 형태 중 다수의 구멍이 있는 백혈구를 검출하기 위해 골수영상에서 백혈구 영역을 추출하고 이에 대해 UNL transform 을 이용하여 모양 특징을 추출하였다. UNL Fourier transform 은 원영상의 이동(translation), 회전(rotation), 확대/축소(scale)에 대해 불변인 성질을 지니므로 이를 이용해 백혈구의 모양 특징을 추출하고 유사도 검색을 통해 비정상적의 백혈구를 검출하였다.

1. 서론

현재 백혈병은 대부분의 경우 현미경을 통한 백혈구의 비정상적인 모양 검출이나 백혈구 수의 증가, 감소 등을 관찰하여 진단을 내리고 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 기준으로 검사하고 있어 많은 어려움이 있다. 이러한 작업은 단순 반복적인 작업으로, 말초혈액 영상이나 골수영상에 대해 영상처리 기술을 적용하여 진단에 도움을 줄 수 있는 시스템의 개발에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 백혈병 진단에 있어서 비정상적인 백혈구의 검출은 많은 정보를 제공 할 수 있다. 본 논문에서는 비정상적인 백혈구 중 다수의 구멍을 지닌 백혈구의 특징을 UNL transform으로 추출하고 이를 이용하여 유사도 비교를 통한 비정상 백혈구 검출 시스템을 구축하였다.

2. 백혈구

백혈병이란 혈액성분 중 비정상적인 백혈구의 증식으로 혈액과 골수를 침윤하는 종양이다. 백혈병은 주로 미숙세포가 많이 나타나는 급성백혈병과 대부분 성숙형으로 되어 있는 만성백혈병으로 나누며 각각 그 형태에 따라 다시 림프성, 골수성, 특이형으로 나누어 진다. 그 중 백혈구의 모양으로 감별 가능한 종류는 L3 타입 (FAB 의 분류에 따른 표기)으로 백혈구에 다수의 구멍이 있는 것이 그 특징이다. [그림-1] [1][2]



[그림-1] 타입 L3의 백혈구

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

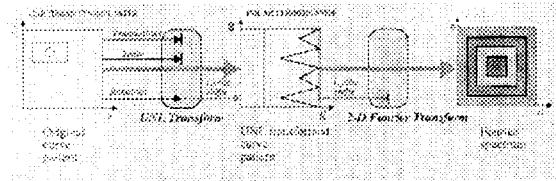
이러한 모양을 지닌 백혈구를 검출하기 위하여 UNL transform을 이용하였다.

3. UNL Fourier transform

UNL(Universidade Nova de Lisboa) Fourier transform은 2D 모양 묘사기(shape descriptor) 중의 하나로, 원영상의 이동(translation), 회전(rotation), 확대/축소(scale)에 대해 불변인 성질을 지닌다. UNL Fourier transform은 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]



[그림-2] UNL Fourier Transform

$\Omega(t)$ 는 parametric curve로 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]

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

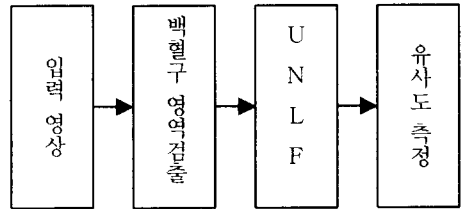
$$U(z_i(t)) = (R_i(t), \theta_i(t)) = \left(\frac{\|z_i(t) - O\|}{M}, a \tan \left(\frac{y_i(t) - O_y}{x_i(t) - O_x} \right) \right)$$

[식-1] UNL transform

$\Omega(t)$ 는 parametric curve로 구성된 object, $U(\Omega(t))$ 는 물체의 UNL transform, $I(U(\Omega(t)))$ 는 $U(\Omega(t))$ 의 영상이라 할 때, 영상 $I(U(\Omega(t)))$ 에 대한 Fourier spectrum인 $\|F\{I(U(\Omega(t)))\}\|$ 이 UNL Fourier Feature이다. [4]

4. 백혈구의 모양 특징 추출

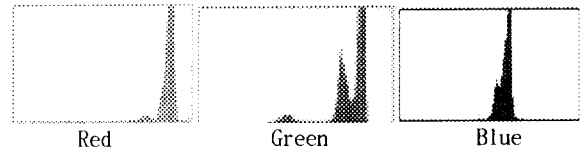
백혈구의 모양 특징을 추출하기 위해서는 골수영상을 입력으로 받아 그로부터 백혈구의 영역을 검출하고 검출된 백혈구에 대해서 UNL Fourier transform을 적용하여 모양 특징 값을 찾고 그 값으로 유사도 검색을 하게 된다.[그림-3].



[그림-3] 백혈구 모양 특징 추출

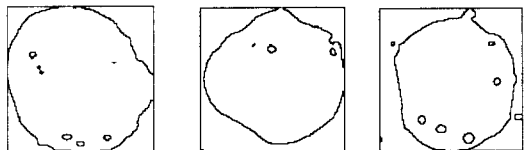
4.1 백혈구 영역 검출

골수영상을 입력 받아서 백혈구 영역만 검출하는 과정으로 골수영상을 획득할 때 일반적으로 육안으로 구별되기 쉽도록 염색을 하기 때문에 백혈구의 경우 특정 범위 안의 RGB값을 갖게 된다. 그 중에서도 G 채널에서의 백혈구의 값은 확연한 차이를 갖게 되는데 이를 이용하여 백혈구 영역을 검출한다.[그림-4]



[그림-4] 백혈구의 채널별 히스토 그래프

검출된 백혈구에 대해서 임계치를 주어 이진화를 한 후, 에지를 검출하여 이를 UNL Fourier transform을 하게 된다. [그림-1]의 영상에 대한 에지 검출 영상이 [그림-5]에 나타나 있다.

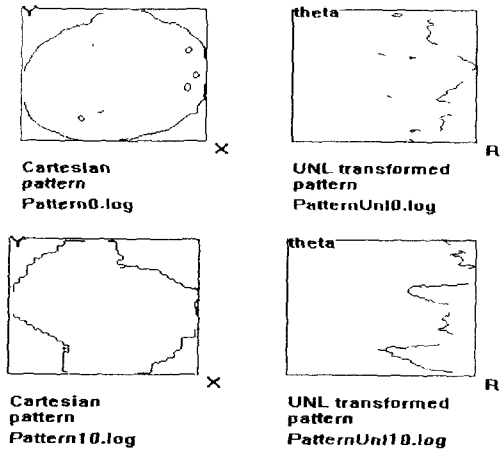


[그림-5] 백혈구의 에지 영상

4.2 UNL Fourier transform

백혈구의 에지 영상을 입력받아 UNL transform 을 하여, 이동(translation)과 확대/축소(scale)에 불변인 성질을 추출하고, UNL transform 의 결과 영상을 다시 Fourier transform 을 하여 회전(rotation)에 불변인 결과를 생성함으로써, 최종적으로는 이동, 확대/축소, 회전에 불변인 성질을 추출하게 된다.

다음에 UNL transform의 결과 영상이 나타나 있다.

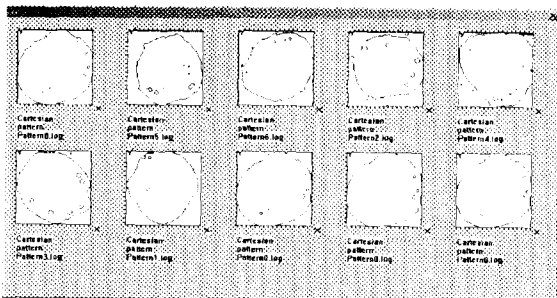


[그림-6] UNL transform 결과 영상

UNL transform 의 결과 영상을 다시 2D Fourier 변환을 하여 최종 백혈구 모양 특징을 추출하게 된다.

4. 실험 및 결론

200여개의 백혈구 이미지에 대해 각각 UNL Fourier 변환을 하여 모양 특징을 추출하고 이를 값을 임계치를 주어 유사도 검사를 수행하였다. 내부에 구멍이 있는 백혈구의 경우 대부분 검출되었으며 결과는 [그림-7]과 같다.



[그림-7] 유사도 검색 결과

본 논문에서는 UNL Fourier 변환을 이용하여 백혈구의 모양 특징을 추출하고, 유사도 검색을 통해 비정상인 백혈구를 검출하는 시스템을 구현하였다.

UNL Fourier 변환은 이동, 확대/축소, 회전에 불변인 성질을 지니므로 다양한 형태의 백혈구의 모양 중, 내부에 구멍을 지닌 백혈구를 검출하는데 적절한 알고리즘을 실험을 통해 확인하였다. 이러한 모양의 백혈구가 골수영상에서 다량 검출되면 타입 L3의 백혈병일 가능성이 매우 높으며 이러한 정보는 백혈병 진단에 있어 많은 도움이 될 것이다.

UNL Fourier 변환 기법을 적용하기 위해서는 골수 영상으로부터 백혈구의 영역검출이 선행되어야 하고, 이는 최종 결과에 큰 영향을 미치므로, 본 논문에서 단순히 색상정보만을 이용한 방법은 추후에 좀더 보완되어야 할 부분으로 남아 있다.

5. 참고 문헌

- [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] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, Digital Image Processing