

# 공초점 라만스펙트럼을 이용한 자동 기저세포암 검출

\*민소희, 박아론, 백성준, 김진영  
전남대학교 전자공학과

e-mail : [minsh@chonnam.ac.kr](mailto:minsh@chonnam.ac.kr), [dodonet@daum.net](mailto:dodonet@daum.net)  
[tozero\(beyondi\)@chonnam.ac.kr](mailto:tozero(beyondi)@chonnam.ac.kr)

## Automatic Basal Cell Carcinoma Detection using Confocal Raman Spectra

\*So Hee Min, Aaron Park, Seong-Joon Baek, Jin Young Kim  
Department of Electronics Engineering  
Chonnam National University

### Abstract

Raman spectroscopy has strong potential for providing noninvasive dermatological diagnosis of skin cancer. In this study, we investigated two classification methods with maximum *a posteriori* (MAP) probability and multi-layer perceptron (MLP) classification. The classification framework consists of preprocessing of Raman spectra, feature extraction, and classification. In the preprocessing step, a simple windowing method is proposed to obtain robust features. Classification results with MLP involving 216 spectra preprocessed with the proposed method gave 97.3% sensitivity, which is very promising results for automatic Basal Cell Carcinoma (BCC) detection.

채취하여 착색한 후 조직학적인 기형을 판별함으로써 이루어진다. 이러한 생체검사를 통한 진단은 주관적인 판단에 따라 이루어지기 때문에 조직의 과도한 생체검사를 유발시킬 위험성을 지닌다. 비정상조직 (BCC)과 정상조직 (Normal tissue : NOR)을 구별할 때 라만스펙트럼을 이용하면 생체검사에서 발생되어지는 문제점들을 경감시켜준다.

초기에 주로 사용되었던 FT라만스펙트럼은 형광현상을 줄이기 위해 긴 파장의 레이저를 사용함으로써 SNR이 좋지 않아 배경잡음 제거를 위해 복잡한 통계적인 처리가 필요하였다[2]. 근래에는 짧은 파장을 이용한 공초점 라만 기법이 BCC 검출에 많이 사용되고 있는데 배경잡음의 영향을 최소화 할 수 있고 복잡한 처리없이 BCC와 NOR를 구별할 수 있는 정보를 제공하여 주는 것으로 알려져 있다[2]. 본 연구에서는 공초점 라만스펙트럼을 이용한 BCC 자동검출 알고리즘에 대해 다루고자 한다.

### I. 서론

가장 일반적인 피부암에는 기저세포암 (BCC)과 편평상피세포암 (Squamous cell carcinoma : SCC)이 있다[1]. 그중 BCC 가 가장 흔히 발생하는 피부암인데, 검출방법은 병리학자에 의해 피부의 의심되는 조직을

### II. 실험방법

실험에 사용된 샘플은 10명의 환자로부터 BCC 조직 76개와 NOR 조직 140개를 채취하여 얻은 것이다. 20 $\mu$ m로 조직을 자른 후 질산액 -20°C에 저장한다. 공초점 라만 분광기를 이용하여 조직 샘플을 깊이방향으로 30~40  $\mu$ m 간격으로 측정하였다. 데이터는 1800~400 $\text{cm}^{-1}$  사이에 분포하였고 1315개의 스펙트럼 데이터를 갖도록 처리하였다[2].

\* 본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업(RT104-03-03) 지원으로 수행되었음

본 연구에서는 MAP과 MLP 분류방법을 이용하여 분류기를 구현하였다. 전체 분류과정은 전처리, 특징추출, 분류의 3단계로 구성된다. 전처리과정에서는 스펙트럼 값을 [-1, +1]로 제한하는 'minmax' 방법의 정규화를 선택하였다.

정규화 후 변별력이 없는 데이터를 없애기 위해 1800~1200cm<sup>-1</sup>에서 clipping window를 사용하였고 1800~1600cm<sup>-1</sup> 영역에는 half hanning window를 썼었다. 1800~1600cm<sup>-1</sup> 영역에서 2개의 피크치를 갖으면서 다른 영역은 모두 BCC의 특성을 따르고 있는 구분이 불명확한 스펙트럼은 half hanning window에 의해 BCC로 구분하였다. 데이터 차원 축소는 가장 흔히 사용되는 Principal component analysis를 이용하였다.

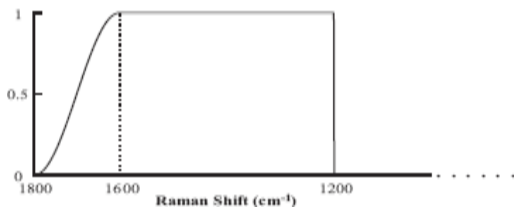


그림 1. 사용된 data 윈도우

$\omega_i$ 를 i번째 클래스라 하고  $x$ 를 입력패턴이라 할 때 MAP 분류에서  $P(\omega_i|x)$ 를 최대로 하는  $\omega_i$ 를 선택한다. 사전확률이 같다면, 이것은 클래스 조건부 확률밀도를 최대로 하는 클래스를 선택하는 것과 동일하다.

클래스 조건부 확률을 Multivariate 가우시안 확률밀도함수로 가정하고 평균벡터  $\mu$ , 공분산 행렬  $\Sigma$ 은 Maximum likelihood method 방법으로 추정하였다[3]. 이때 결정규칙은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & \text{Decide } \omega_1 \text{ if } g_1(x) \geq g_2(x), \text{ where} \\ & g_i(x) = -(1/2)x^T \Sigma_i^{-1} x + \Sigma_i^{-1} \mu_i + r_i, \\ & r_i = -(1/2)\mu_i^T \Sigma_i^{-1} \mu_i - (1/2)\ln|\Sigma_i^{-1}|. \end{aligned}$$

MLP는 9개의 은닉노드를 구성하였으며 NOR 클래스에 -1, BCC 클래스에 대해 +1이 출력되도록 오류역전과 알고리즘을 이용하여 훈련시켰다. MLP는 초기값에 따라 그 성능이 달라지므로 20회 실험 결과의 평균을 구하였다.

### III. 실험결과 및 토론

데이터 윈도우를 적용시키지 않은 경우 분류결과를 아래 Table I에 정리하였다. 평균 93.1%이며, 두 방법 모

두 BCC와 NOR를 판정하는데 비교적 우수함을 알 수 있다. 이는 공초점 라만 스펙트럼이 BCC와 NOR구분에 필요한 변별력을 지니고 있음을 알 수 있다.

Table I. data window를 사용하지 않은 분류결과(\*는 전문병리학자의 판정결과)

	MAP		MLP	
	BCC	NOR	BCC	NOR
BCC*	93.0	7.0	93.2	6.7
NOR*	4.2	95.8	5.6	96.4

Table II는 제안된 데이터윈도우를 사용한 결과를 나타내고 있다. 평균민감도는 96%로 위의 결과와 비교하여 더욱 향상되었다. 또한 false positive ratio는 MAP의 경우 4.2%에서 2.3%로 감소하였고 MLP의 경우 6.7%에서 2.7%로 감소하였다. 위의 결과를 통해 두가지 분류방법을 통한 BCC자동 검출은 거의 완벽하게 이루어지고 있음을 말할 수 있다.

Table II. data window를 사용한 분류결과(\*는 전문병리학자의 판정결과)

	MAP		MLP	
	BCC	NOR	BCC	NOR
BCC*	94.6	5.4	97.3	2.7
NOR*	2.3	97.7	3.5	96.5

본 연구에서는 간단한 윈도우를 적용시킴으로써 MLP에 의해 false positive ratio의 값이 6.7%에서 2.7%로 감소되었고 BCC에 대한 인식성능도 97.3%로 향상되었다. 향후 더욱 다양한 방법(SVM, kNN, MSE, PNN)을 이용한 성능평가를 해볼 것이며 더 많은 데이터를 확보하여 실험을 해야 한다.

### 참고문헌

[1] A. Jijssen, T. C. B. Schut, F. Heule, P. J. Caspers, D. P. Hayes, M. H. Neumann, and G. J. Puppels, "Discriminating Basal Cell Carcinoma from its Surrounding Tissue by Raman Spectroscopy," *Journal of Investigative Dermatology*, vol. 119, pp. 64-69, July 2002.

[2] J. Choi, J. Choo, H. Chung, D.-G. Gweon, J. Park, H. J. Kim, S. Park, C.-H. Oh, "Direct observation of spectral differences between normal and basal cell carcinoma (BCC) tissues using confocal Raman microscopy," *Biopolymers*, vol. 77, pp. 264-272, April 2005.

[3] R. O. Duda, P. E. Hart, and D. G. Stork, *Pattern Classification*, Jone Wiley & Son, Inc, 2001.