

Realce multispectral de tejidos tumorales

¹Arturo Pardo, ¹Eusebio Real, ²Brian W. Pogue, ¹José M. López-Higuera, ¹Olga M. Conde
¹Grupo de Ingeniería Fotónica, Universidad de Cantabria, Santander, España
²Thayer School of Engineering, 8000 Cummings Hall, Dartmouth College, Hanover, New Hampshire, USA

Resumen: En un procedimiento de resección quirúrgica de cáncer convencional siempre existe cierta problemática a la hora de delimitar el contorno del tumor. Se propone un método de reconstrucción de imagen multispectral basado en la descomposición en valores singulares de la reflectancia local del tejido, su proyección sobre la N -esfera de radio unidad y una métrica inspirada en las superficies equipotenciales electrostáticas. Este método realza el brillo/color/contraste de los tejidos elegidos por el cirujano.

En las intervenciones donde las lesiones cancerígenas a extirpar tienen contornos poco discernibles, hasta el cirujano más experimentado está inherentemente limitado por su naturaleza humana, al trabajar en el espectro visible. Así, se puede correr el desafortunado riesgo de dejar parte del tejido maligno en el paciente. Esto sucede entre el 20%-40% de las ocasiones [1] empeorando con ello la morbilidad de los pacientes. La presente propuesta sirve para proporcionar al profesional clínico una herramienta adicional que le asista en el procedimiento de delineación tumoral y facilite este tipo de decisiones de resección.

La herramienta de delineación de tumores trabaja sobre datos espectrales de reflectancia local de tejido de mama obtenidos con un sistema cuasi-confocal basado en fibra óptica [1]. El sistema obtuvo el espectro de la radiación retro-dispersada de 29 muestras de tejido humano de mama extirpado, con gran resolución espacial ($\sim 100 \mu\text{m}$ / píxel) y espectral (512 muestras por píxel en la banda de 510 a 785 nm). Debido a la configuración del sistema óptico empleado, la radiación obtenida está relacionada con el esparcimiento simple de Mie sin estar afectada por efectos de múltiple esparcimiento. De esta manera, aparece una relación entre la radiación y la morfología del tejido, es decir, la densidad y concentración de núcleos celulares.

El método de reconstrucción multispectral propuesto (1) reduce la dimensionalidad del problema mediante descomposición en valores singulares (SVD); (2) proyecta los píxeles en este nuevo espacio de dimensión N sobre una N -esfera de radio unidad, generando un mapa ($N-1$) dimensional de los diferentes tipos de espectro, independientemente de la reflectancia media; (3) define una métrica relacionada con en el tejido a resaltar (introducido por el cirujano mediante un interfaz), basada en el equivalente al potencial eléctrico producido por cargas electrostáticas, que indica la diferencia entre los tejidos y los píxeles a resaltar [2]. Finalmente, la información de distancia se utiliza durante un procedimiento de reconstrucción espectral [3] para modificarla y ayudar al cirujano en la diferenciación visual de la frontera tumor-no tumor.

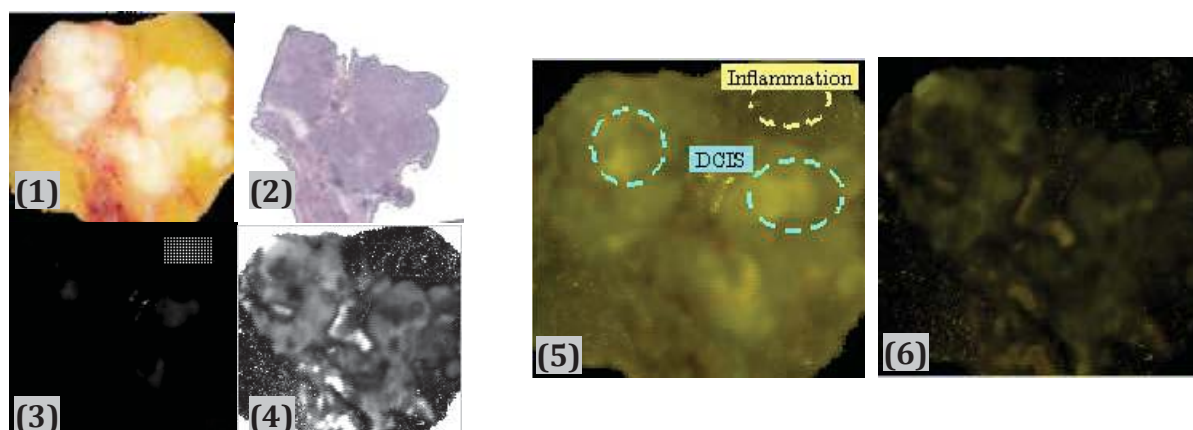


Figura 1.- (1) Fotografía de la muestra ex vivo. (2) Análisis histológico H&E del patólogo – se visualiza el borde del tumor. (3) Selección de tejido no tumoral. (4) Resultado del método. El borde es muy similar al del corte histológico (2). (5) Reconstrucción multispectral sin realzar. Los bordes son difíciles de localizar. (6) Resultado final realzado.

Referencias

- [1] A.M.Laughney, V.Krishnaswamy, P.B.Garcia-Allende, O.M.Conde, W.A.Wells, K.D.Paulsen, B.W. Pogue, "Automated classification of breast pathology using local measures of broadband reflectance," J Biomed Opt 15(6), 066019-1 (2010).
- [2] S. Shuming, Y. Guangwen, W. Dingxing, Z. Weimin, "Potential-Based Hierarchical Clustering," IEEE Proc. Pattern Recognition, 4, 272-275, (2002).
- [3] N. Hashimoto, Y. Murakami, P. A. Bautista, M. Yamaguchi, T. Obi, N. Ohyama, K. Uto, Y. Kosugi, "Multispectral image enhancement for effective visualization," Optics Express, 19(10), 9316, (2011).