



Lazer Optik Görüntüleme Yöntemi ile Oksijen Doyumunun Kestirilmesi

Estimation of Oxygen Saturation with Laser Optical Imaging Method

Arman Jalali Pahnvar¹, Anıl Işıkhani¹, İbrahim Akkaya², Yusuf Efteli¹, Mehmet Engin², Erkan Zeki Engin²

¹Elektrik ve Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ege Üniversitesi, İzmir, Türkiye

¹{armanjalali35,aisikhan200,yusufefteli}@gmail.com ²{mehmet.engin, ibrahim.akkaya,erkan.zeki.engin}@ege.edu.tr

Özetçe— Çalışmanın amacı; deri tümör oluşumuna eşlik eden oksijen doyumunu, deri kanserinin erken tanısı için, doku hemoglobin derişimleri cinsinden örselemesiz (non-invasive) lazer tabanlı işlevsel görüntüleme aracılığıyla belirlemektir. Melanoma türü deri kanserinin erken tanısı, bu hastalığa bağlı ölüm oranını önemli ölçüde azaltan bir etkidir. Difüz yansımali spektroskopi, tanı ve tedavide in-vivo (vücut-içi) çalışmalarında çok kullanışlı bir araçtır. Bu yöntemin esası; ışığın saçılmasını dikkate alarak, ışığın zayıflatmasından kaynaklanan, optik soğurma maddesi yoğunluğunun belirlenmesidir. Lazer ışık tabanlı görüntüleme yöntemleri tıbbi tanılamada oldukça iyi sonuçlar vaat etmektedir. Dolayısıyla çalışmanın esasını; oksijenli (HbO₂) ve oksijensiz (Hb) hemoglobin derişimlerinin (%) kestirilmesi oluşturmaktadır.

Anahtar Kelimeler — melanoma; oksijen doyum; lazer ; örselemesiz görüntüleme .

Abstract— The aim of this study is to determine the estimation of hemoglobin concentration and oxygen saturation of tissue by non-invasively functional laser imaging for early skin cancer diagnosis. The early diagnosis of melanoma is a key factor that remarkably reduces the mortality rate. Diffuse reflectance spectroscopy is a very useful device for diagnosis and treatment purposes under in-vivo conditions. At this point, the aforementioned device, which takes into account the scattering of tissue, is to determine the concentration of chromophores (or optical absorbers) due to attenuated light strikes to the superficial layer of tissue. Laser-type light based imaging techniques in medical diagnosis substantially produce good results. So the aim of this study is to estimate HbO₂ % and Hb% concentrations.

Keywords — melanoma; oxygen saturation; laser; non-invasive imaging.

I. GİRİŞ

Çalışmanın amacı; deri tümör oluşumuna eşlik eden oksijen doyumunu, deri kanserinin erken tanısı için, doku hemoglobin derişimleri cinsinden örselemesiz (non-invasive) lazer tabanlı işlevsel görüntüleme aracılığıyla belirlemektir. Deri dokusu bileşenlerinin (kromofor) derişimlerinin değişimi genellikle deri kanserine eşlik edebildiğinden, deri - ışık etkileşimine dayalı modeller yardımıyla, bu derişimlerle kuvvetli ilişkili olan soğrulma ve saçılma katsayılarının izlenmesi çok önemlidir. Melanoma türü deri kanserinin erken tanısı, bu hastalığa bağlı ölüm oranını önemli ölçüde azaltan bir etkidir. Mevcut tanı sistemleri, görünen ışık aracılığı ile sadece derinin morfolojik özelliklerini sorgulamaktadır. Oysa deri kanserinin doğası, aynı zamanda doku ve hücreli işlevlere de (kan akışı, oksijenlenme, hemoglobin miktarı, biyomoleküler işaretleyiciler v.b.) bağlıdır.

Difüz yansımali spektroskopi, tanı ve tedavide in-vivo (vücut-içi) çalışmalarında çok kullanışlı bir araçtır^[1]. Bu yöntemin esası; ışığın saçılmasını da dikkate alarak, ışığın zayıflatmasından kaynaklanan, optik soğurma maddesi yoğunluğunun belirlenmesidir. Biyotipteki örselemesiz görüntüleme ve izleme, son otuz yıldaki fotonik gelişmelere dayanmaktadır^[2]. Spektroskopik ölçümlerle, soğurucu (absorber) derişiminin belirlenmesi hala açık bir problemdir^[1]. Deri kanserinin vücut-içi sezinlenmesini amaçlayan örselemesiz optik yöntemlerin araştırılması; mevcut görünür optik bölge tabanlı yöntemlerin başarımını daha da arttıracak bir duruma yönlendirilmektedir^[2]. Ancak araştırma aşamasındaki birçok yöntem, örneğin; Optik Uyumluluk Tomografisi (Optical Coherence Tomography - OCT), Konfokal Taramalı Işık



Biyomedikal Optik

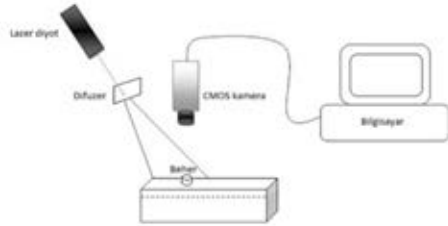
3. Gün / 29 Ekim 2016, Cumartesi

Mikroskopisi (Confocal Scanning Light Microscopy - CSLM), Manyetik Rezonans Görüntüleme (Magnetic Resonance Imaging - MRI) oldukça pahalı olup, taşınamayan türdedirler. Bu nedenle, ucuz ve taşınabilir sistemlerin geliştirilmesi önem kazanmıştır. Lazer ışık tabanlı görüntüleme yöntemleri tıbbi tanılamada oldukça iyi sonuçlar vaat etmektedir. Dolayısıyla çalışmanın esasını; oksijenli (HbO₂) ve oksijensiz (Hb) hemoglobin derişimlerinin % kestirilmesi oluşturmaktadır.

II. MALZEME VE YÖNTEMLER

A. Ölçümsel Kurulum

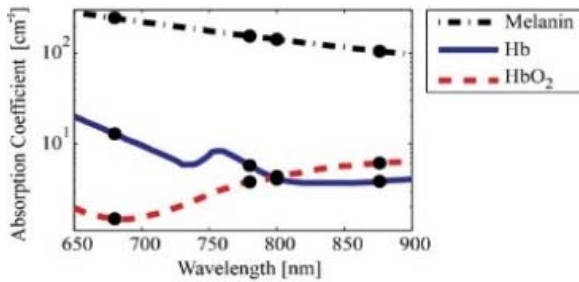
Aydınlatma, 680 nm – 100 mW lazer diyot ile yapılmış olup doyumunu önlemek için lazer diyot akımı sürücü devre ile ayarlanmaktadır. Kamera pozlama süresi (exposure time) yaklaşık 8 ms olup, homojen bir yüzey aydınlatması sağlamak için lazer önüne cam difüzer (Thorlabs DG 100×100-600 Ground glass diffuser) kullanılmış olup çalışmalar karanlık ortamda gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. Lazer ve kamera tabanlı ölçümsel kurulum.

B. Kuramsal Altyapı

Gözlem parametresi, piksel parlaklıklarının ortalama değeri olup esasen ışığın soğurulmasına eş düşmektedir. Kandaki oksijenli ve oksijensiz hemoglobine ait soğurulma katsayılarının dalga boyuna göre değişimi dikkate alındığında 680nm'de iki tür hemoglobinin için önemli bir fark olduğu ve 780nm civarında ise iki değer örtüşüyor görülmektedir^[3]. Literatürden alınan bu değişim, Şekil 2'de gözlemlenmektedir.



Şekil 2. Oksijenli ve oksijensiz hemoglobin soğurulma katsayılarının değişimi.

Fantom kap (beher) yüzeyinden alınan görüntülerden, kabaca bir dikdörtgen alt bölge analiz amaçlı çıkartılmıştır (cropping). İlgili bölge görüntüsünden, oksijen doyumuna karşılık gelen, “R” parametresi piksel esasında kestirilerek, R haritaları (görüntüleri) elde edilmiştir. Tek bir piksel için, bu parametre şöyle hesaplanır^[4].

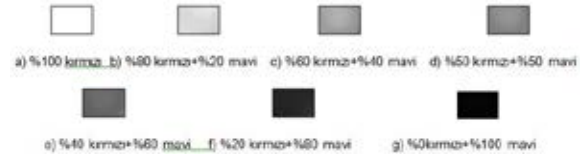
$$R = \frac{I_1}{I_1 + I_2} \quad (1)$$

Bu parametre; tüm bir görüntü için piksel esasında (x,y) üretilerek harita biçimine getirilir.

Bu denklemde; I₁; 680 nm'de referans kırmızı boya ortamındaki piksel parlaklığını ve I₂; 680 nm'de referans mavi boya ortamındaki piksel parlaklığını ifade etmektedir.

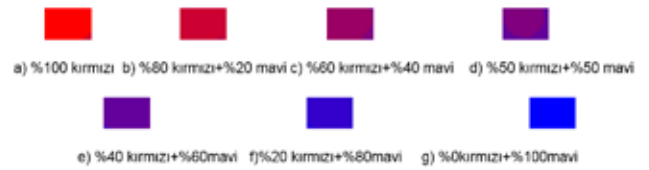
III. SONUÇLAR

Kandaki HbO₂ ve Hb derişimleri, kırmızı ve mavi gıda boyasının saf suda belirli miktarlarda çözünmesi ile taklit edilmiştir. Farklı derişimler için üretilen oksijen doyumunu (R) haritaları aşağıdaki şekilde verilmiştir.



Şekil 3. Farklı karışımlar için, çıkartılmış bölgeye ait R haritaları.

Görüntüsel gözlemi kuvvetlendirmek için, yukarıdaki R haritaları sahte – renklendirme (pseudo – coloring) işleminde geçirilmiştir. Buna ait sonuçlar aşağıdaki şekildedir.



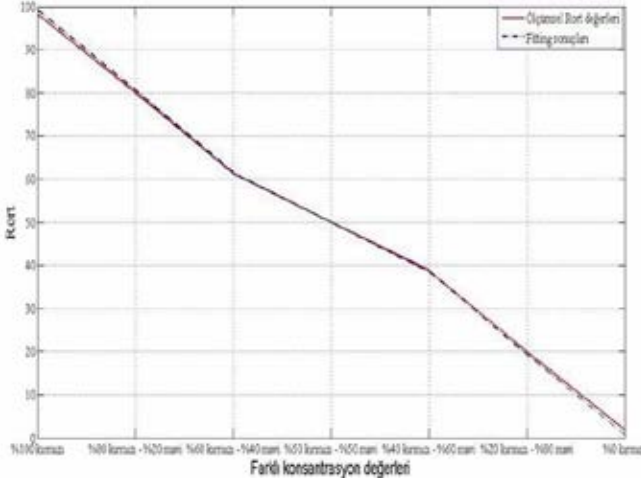
Şekil 4. Sahte renklendirilmiş, R haritaları.

Yukarıda, fantom ortamlar üzerinden boya katkısı ile taklit edilen kan sıvısına ait temsili oksijen doyumunu kestirim haritalarından, bir ortalama değer çıkartılarak temsil edici parametre olarak kullanılmıştır. R_{ort} parametresinin değişimi Şekil 5'de verilmiştir.



Biyomedikal Optik

3. Gün / 29 Ekim 2016, Cumartesi



Şekil 5. Karışım derişimlerine göre, R_{ort} değişimi.

Grafikten görüldüğü gibi; karışım kombinasyonlarına bağlı R_{ort} parametresinin doğrusal değiştiği gözlemlenmektedir. Literatürde belirtildiği gibi 680nm kullanımı bu durum için uygun olmaktadır.

Yukarıda bilinen yapay HbO_2 ve Hb derişimleri için elde edilen davranışın, in-vivo ve/veya ex-vivo ortamlarda kullanılması için, kalibrasyon veya sınıflandırıcılardaki öğrenme aşaması, yukarıdaki uygulamaların ürettiği sayısal değerlerle olacaktır. Bu amaçla değişimleri, doğrusal bir denkleme ($y=1.0232x - 1.1606$) uydurduk (fitting). Uydurma hatası; 0.5137 (RMS) civarındadır.

IV. TARTIřMA

Kamera tabanlı lazer görüntülemesi üzerinden kestirilen sayısal parametreler ile kalibrasyon değerleri olan taklit edici Hb ve HbO_2 derişimlerine bağlı ilişki incelenmiştir. Ele alınan incelemede, kabul edilebilen bir doğrusal ilişki mevcuttur. Ayrıca daha hassas derişim kademeleri için; ek analizler yapılarak, modelleme (fitting) daha iyi duruma getirilebilecektir.

V. TEřEKKÜR

Bu proje, Tübitak 113E771 numaralı proje olanaklarıyla desteklenmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] S. E. Hernández, V. D. Rodríguez, J. Pérez, F. A. Martín, M. A. Castellano, and J. L. Gonzalez-Mora, "Diffuse reflectance spectroscopy characterization of hemoglobin and intralipid solutions: in vitro measurements with continuous variation of absorption and scattering," J. Biomed. Opt.14(3), 034026 (2009).
- [2] Memorandum of Understanding for the implementation of a European Concerted Research Action designated as COST Action BM1205: European Network for Skin Cancer Detection using Laser Imaging (2012).
- [3] A. P. Dhawan, B. D'Alessandro, Multispectral Transillumination Imaging of Skin Lesions for Oxygenated and Deoxygenated Hemoglobin Measurement, New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, 2010.
- [4] A. P. Dhawan, B. D'Alessandro, Depth-Dependent Hemoglobin Analysis From Multispectral Transillumination Images, New Jersey Institute of Technology, Newark, NJ, 2010.