

Surface Impedance Based Microwave Imaging Method For Breast Cancer Screening

SUMMARY

Early diagnosis of breast cancer poses a great challenge for global health considerations: While breast cancer is the most encountered cancer and the second leading cause of the all cancer related deaths among women, early diagnosis can lead to a higher rate of successful treatments.

X-Ray mammography is the standard modality for breast imaging. It has known drawbacks including, low contrast between various tissues, limitations due to breast density, the discomfort caused by breast compression and safety concerns associated with ionizing radiation. Microwave breast imaging is being investigated as a complementary or alternative imaging modality to overcome some of the disadvantages of X-ray mammography.

The basic premise behind microwave imaging of breasts is that different tissues exhibit different electrical properties in terms of dielectric permittivity and conductivity at microwave frequencies. Furthermore, there is a discernible contrast between healthy and malignant tissues that can be used for diagnosing the cancerous tumours. Experimental studies on breast tissue samples confirm that fibroglandular tissues have ten times greater permittivity and conductivity values than fatty tissues while the malignancies have 10% higher permittivity and conductivity values than the glandular tissues. Based on these premises, several microwave imaging methods have been developed. Among these methods, microwave tomography and ultra wideband (UWB) radar based methods are regarded as two main approaches for microwave imaging of the breast. The radar based techniques aim to detect strong backscatterer regions in the tested domain such as malignant tumours inside the breast. In these approaches, UWB pulses are transmitted into the breast and backscattered signals are collected subsequently. Signal processing techniques such as beamforming, time-reversal are used to calculate the backscattered energy distribution in the imaging domain from the collected data.

In microwave tomography, the aim is to estimate the spatial distribution of the dielectric properties of the breast structure. For this purpose, the breast is illuminated with low-power microwaves and the scattered field resulting from interaction between the breast and incident field are measured with an array of antennas in the near field region. The permittivity and conductivity profiles of the entire breast are aimed to be reconstructed from the measured field. Later, imaging of the breast is formulated as an inverse problem which can be solved through non-linear optimization methods. Both of these approaches have been implemented in some clinical prototypes.

Breast tumours typically occur inside glandular tissues and the modest contrast among dielectric properties of malignant and fibroglandular tissues make it difficult to distinguish cancerous regions with microwave imaging. In order to overcome such

capable to detect malignancies as small as $2mm$ radius which is generally accepted early stage of breast cancer. The presented method is simple as compared to other approaches that aim to reconstruct dielectric distribution function of breast for imaging purposes.

Göğüs Kanseri Tespiti için Yüzey Empedansı Tabanlı Mikrodalga Görüntüleme Yöntemi

ÖZET

Göğüs(meme) kanseri, dünya genelinde ikinci, 2009 verilerine göre Türkiye genelinde ilk sırada olmak üzere kadınlar arasında en sık görülen kanser türüdür. Hastalığın teşhis ve tedavisinde elde edilen başarılar sonucunda ölüm oranı giderek azalmaktadır. Meme kanserinde kullanılan tedavinin başarısı hastalığın teşhis aşamasıyla doğrudan ilişkilidir. Erken teşhis edilen meme kanserlerinin yüzde yüz tedavi oranı oldukça yüksektir.

Erken teşhis, başlangıç aşamasındaki tümörlerin tespiti anlamına gelmektedir. Bu anlamda, meme kanseri görüntüleme için kullanılan yöntemler en küçük boyutlu tümörü bulma çabasını canlı tutmaktadır. Meme kanseri teşhisinde tıbbi olarak standart kabul edilen yöntem X-ışınlarının kullanıldığı mamografidir. Fakat mamografinin sahip olduğu X-ışınlarının zararları, yüksek oranda ürettiği yanlış-pozitif, yanlış-negatif sonuçlar gibi kısıtlamaları nedeniyle alternatif bir yöntem arayışını doğurmaktadır. Mamografinin yanısıra, MRI ve Ultrason meme kanseri teşhisinde yaygın olarak kullanılmasına, genellikle mamografiye yardımcı olarak kullanılmaktadır.

Vücut dokularının mikrodalga frekanslarda farklı dielektrik katsayısına(ϵ_r) ve iletkenlik (σ) değerine sahip olduğunun keşfedilmesiyle beraber, mikrodalgaların tıbbi görüntüleme için kullanılabileceği fikri oluşmuştur. Bunun yanında, iyonize etmeyen ışınımın sahip olması, müdahalesiz(noninvasive) uygulamaya imkan sağlaması ve ucuz maliyet gibi özelliklerle tıbbi görüntüleme için iyi bir alternatif oluşturacağı öne sürülmüştür. Meme, vücutta bulunduğu konum açısından mikrodalga aydınlatmanın en rahat uygulanacağı ve mikrodalga tıbbi görüntülemenin sınırlarının tespit edilebileceği bir problem olarak, mikrodalgaların tıbbi görüntüleme için kullanımı test etmek üzere çokça çalışılmaktadır.

Mikrodalga görüntüleme yöntemleri pasif, aktif ve her ikisinin beraber kullanıldığı hibrid yöntemler olmak üzere üç gruba ayrılır. Aktif yöntemlerde göğüs elektromanyetik alanlar aydınlatılarak saçılan alan yardımıyla tümör tespiti yapılır. Hibrid yöntemler ise her ikisinin beraber kullanıldığı yöntemlerdir. Aktif yöntem içerisinde en çok ilgi çeken yöntemler, radar tabanlı ve tomografi tabanlı yöntemlerdir. Radar bazlı yöntemlerde tek amaç, test edilen bölgedeki güçlü saçıcıların tespit edilmesidir. Bu yaklaşımda, UWB dalgalar ile göğüs aydınlatılarak, geri yansıyan dalgalar ard arda kayıt edilir. Daha sonra geri yansıyan enerji dağılımı ile göğüs içerisindeki tümör tespit edilir.

Mikrodalga tomografide ise amaç göğüs içerisindeki dielektrik dağılımının tespit edilmesidir. Bu amaçla göğüs, düşük enerjili mikrodalgalar ile aydınlatılarak, kaynak alanın göğüs iç yapısı ile etkileşimi sonucu oluşan saçılan ölçülür. Daha sonra bir tescil saçılım olarak tanımlanan problem çeşitli lineer olmayan en iyileme yöntemleri ile çözülür. Her iki yaklaşımda klinik ortamda uygulanan cihazları mevcuttur.