



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 2, Article Number: 1A0182

ENGINEERING SCIENCES

Received: November 2010

Accepted: February 2011

Series : 1A

ISSN : 1308-7231

© 2010 www.newwsa.com

Muhammet Baykara

Burhan Ergen

Firat University

mbaykara@firat.edu.tr

Elazig-Turkey

**İÇERİK TABANLI MEDİKAL İMGE ERİŞİMİNDE GABOR DOKUSAL ÖZNETELİKLERİNİN
VERİMLİLİĞİ**

ÖZET

Oldukça yararlı doku analizi sağlayan Gabor dalgacık dönüşümüne, görüntü işleme çalışmalarında yaygın bir şekilde başvurulmaktadır. Bu makale, Gabor filtrelerine dayanan medikal görüntü erişim metodu üzerine bir çalışma sunmaktadır. Gabor dalgacığını kullanarak görüntüleri filtreledikten sonra filtrelenmiş görüntünün ortalaması ve standart sapması hesaplanarak doku öznetelik vektörleri oluşturulur. Sistem; öznetelik vektörünü oluşturur, özneteliklerinin karşılaştırılması yoluyla sorgu görüntüsünün veri tabanındaki bütün görüntülere olan uzaklığını hesaplar ve bu tür öznetelik vektörü ile ilgili en benzer görüntülere erişir. Genel olarak medikal görüntüler üzerinde çalışıldığı için Gabor dalgacığının yöneliminin, öznetelikler üzerinde kayda değer bir etkisi yoktur. Erişimin verimliliğinin genel olarak %85'den fazla olması ümit vericidir. Bu çalışmanın odak noktası, gabor dalgacık dönüşümünün medikal görüntüler üzerindeki yararlılığını ve görüntü dizinleme ve erişimine uygunluğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İTGE, Gabor Dalgacık Dönüşümü, İçerik Tabanlı İmge Erişimi, Özellik Çıkarımı, Doku Analizi

**EFFIENCY OF GABOR WAVELET TEXTURE FEATURES IN CONTENT BASED MEDICAL
IMAGE RETRIEVAL**

ABSTRACT

This paper present a study on medical image retrieval method based on Gabor filters. After filtering the images using Gabor wavelet, texture features vectors are constructed by computing the mean and the standard deviation of the filtered image. The system construct the feature vector, computes the distance between the query image to all images in the database, through the comparison of their feature vectors, and retrieve then most similar images regarding this kind of feature vector. The results are promising that the retrieval efficiency is higher than %85 in general. The focus of this paper is to show the utility of Gabor wavelet transform on medical image characterization and its suability for image indexing and retrieval.

Keywords: CBIR, Gabor Wavelet Transform, Content Based Image Retrieval, Feature Extraction, Texture Analysis

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Medikal görüntüleme bilgisayar teknolojisinin kullanımının gelişimi, katlanarak artan medikal görüntüleri arşivlemeyi gerektirmektedir. Bu görüntüler, hastalıkların teşhisi için hastanın vücudu ile ilgili önemli bir işlevsel ve anatomik bilgi kaynağı sağlamaktadırlar [1 ve 2]. Medikal imge arşivleri; teşhis, koruyucu tıp, tıbbi eğitim ve araştırmalarda önemli bir yere sahiptir. Artan medikal görüntü veri tabanları, medikal görüntülerin yönetimini, denetimini ve bunlara erişimi daha da zorlaştırmaktadır [3 ve 4].

Otomatik olarak çıkarılan öznitelikleri kullanan içerik ile görüntü erişimini uygulama olasılığı, büyük veri tabanlarında istenilen görüntülere ve bilgilere erişimi sağlayan muhteşem bir araçtır. İstenilen görüntülere erişmenin ve görüntü veri tabanlarını yönetmenin olası çözümlerinden biri, içerik tabanlı görüntü erişimidir (İTGE) [5].

Tipik İTGE sisteminin iki aşamadan oluştuğu düşünülebilir. Birinci aşamada, görüntü veri tabanlarındaki her medikal görüntüden öznitelikler çıkarılır. İkinci aşamada, bir sorgu görüntüsünün öznitelik vektörü, hesaplanır ve daha sonra en benzer görüntüleri bulmak için veri tabanlarındaki görüntü öznitelik vektörleri ile karşılaştırılır. Sorgu görüntüsüyle veritabanlarındaki görüntüler arasındaki özniteliklerin karşılaştırılması, benzerlik ölçüsü ile yapılabilir. Görüntüye ya da veri tabanındaki en benzer görüntüye erişmek için en benzer görüntülerin indeksi yeterlidir [2 ve 6]

Görüntüye erişim prosedüründe, en önemli adım, görüntünün özniteliklerini hesaplamak ve görüntüyü niteleyen öznitelik vektörlerini oluşturmaktır. Öznitelik vektörlerini oluşturmak için üç ana görüntü öznitelik vektör sınıfı kullanılır: renk, doku, şekil. Aslında, bu öznitelikleri birleştirmek daha etkili bir ayrıştırma sağlar. Öznitelik vektörü oluşturmanın en basit yolu, renk ya da görüntünün histogramından elde edilebilecek parlaklık dağılımıdır. Öznitelik vektörü elde etmek için doku ve şekli kullanmak, çok daha karmaşık ve masraflı bir iştir. Bu nedenle, birçok İTGE sistemleri, bir dizi alt görüntü veri tabanı elde etmek için renk özniteliklerini kullanır ve daha sonra en benzer görüntülere erişmek için şekil ve doku özniteliklerini ya da her ikisini de kullanır [3, 6 ve 7].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Doku analiz metotları, görüntülerin yapısal homojenliklerini tanımlamayı amaçlar. Bir görüntünün dokusu, yoğunluk/yeğinlik değerlerinin uzamsal dağılımıyla ilgilidir. Görüntü dokularının özelliklerini tanımlamak için birçok metodoloji önerilmiştir. Doku özniteliklerini hesaplamak için önerilen metotlardan biri Gabor dalgacık dönüşümüdür [8].

Yerel zaman-frekans analizi için bir araç olarak Gabor dalgacık dönüşümü, doku öznitelik çıkarımı ve tanımlaması için en önemli metotlardan biridir. Dokulu görüntülerin özniteliklerinin çıkarımında Gabor filtresinin kullanımı, çeşitli faktörlerden kaynaklanır. Gabor gösterimi, uzam ve frekansta ortak iki boyutlu belirsizliği en aza indirme açısından en uygun seçim olarak gösterilmektedir [9 ve 10]. Bu filtreler, yönelim ve ayarlanabilir ayırıt ve hat dedektör ölçümü olarak düşünülebilir; belli bir bölgede bu mikro özniteliklerin istatistikleri, esas doku bilgisini nitelemek için sıklıkla kullanılmaktadır.

Bu çalışmanın odak noktası, İTGE için medikal görüntüleri tanımlamada Gabor dalgacık dönüşümünün kullanılabilirliğini araştırmaktır. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde, çoğunlukla Brodatz benzeri hazır veri tabanları üzerinde çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Gerçek biyomedikal veri tabanları kullanan çalışmaların

eksikliği hissedilmektedir. Bu nedenle gerçek bir medikal imge arşivi oluşturulup yöntemler bu imgeler için denenmiş ve sonuçlar sunulmuştur.

Bu çalışmada Gabor dalgacığının kullanılabilirliği üç aşamada anlatılmaktadır. Görüntüyü ve Gabor dalgacığını evriştirerek filtrelenmiş görüntü elde edildikten sonra, filtrelenmiş görüntünün ortalama değeri ve standart sapması öznelik olarak hesaplanır. Daha sonra, öklit metriği kullanılarak veri tabanındaki görüntülerle birlikte benzerlikler araştırılır.

3. DOKUSAL ÖZNETELİK ÇIKARTIMI (TEXTURAL FEATURE EXTRACTION)

3.1. Gabor Dalgacık Dönüşümü (Gabor Wavelet Transform)

Gabor dalgacık dönüşümünün özelliği, özellikle frekans ve yönelim gösterimi açısından insan görme sistemi ile benzer özellikler taşımasıdır. Bir görüntüyü, bir dizi sınırlı frekans ve yönelimler içinde yoğunluk bakımından değişimleri olan birçok filtrelenmiş görüntüye ayırır. Bu özellikler, dokuyu ayırt etmek için ayrıca uygun görülmektedir [11 ve 12].

Dönüşüm, ana dalgacığı Gabor fonksiyonu olan dalgacık dönüşümü olarak düşünülebilir. Bir görüntü, boyutun $M \times N$ olduğu $f(x, y)$ olarak gösterildiği zaman, görüntünün ayrık gabor dalgacık dönüşümleri şu şekilde ifade edilebilir:

$$g(x, y) = \sum_s \sum_t f(x-s, y-t) \psi(s, t) \quad (1)$$

s ve t 'nin filtre maskesi boyut değişkenleri, p ve q 'nin ölçü ve yön değerleri olduğu $\psi_{pq}(s, t)$, ψ ana dalgacığının genişleme ve dönmesini oluşturan kendi başına benzer bir fonksiyondur. Uzamsal alanda, $\psi(s, t)$, bir sinüs dalgası ile değiştirilen gaussian fonksiyonudur [11]. Uzamsal alanda bir gabor filtresi şu şekilde verilebilir:

$$\psi(x, y) = \exp \left\{ -\frac{1}{2} \left[\frac{\tilde{x}}{\sigma_x} + \frac{\tilde{y}}{\sigma_y} \right]^2 \right\} \cos(2\pi f \tilde{x}) \quad (2)$$

Burada, f , merkezi frekanstır; σ_x ve σ_y ise sırasıyla x ve y gaussian zarfının uzay sabitidir. Ayrıca, \tilde{x} ve \tilde{y} şu şekilde verilir:

$$\begin{aligned} \tilde{x} &= x \cos(\theta) + y \sin(\theta) \\ \tilde{y} &= y \cos(\theta) - x \sin(\theta) \end{aligned} \quad (3)$$

Burada θ , gabor filtresinin yönelimidir. Bu çalışmada, ayrı ayrı gabor fonksiyonunun gerçek ve sanal parçasıyla görüntüyü evriştirerek dönüştürülmüş görüntüyü hesapladık. $G(x, y)$ dönüştürülmüş görüntüsünün boyutunu elde etmek için gerçek ve sanal parçaları birleştirdikten sonra, görüntüyü niteleyen doku öznelikleri çıkarılmıştır. Bu süreç, hem sorgu görüntüsüne hem de veri tabanındaki görüntülere uygulanmıştır.

3.2. Doku Öznelik Gösterimi (Textural Feature Designation)

İTGE sistemi için doku analizinin başlıca amacı, genelde görüntüdeki homojenlik derecesini veya alanını bulmaktır. Bu nedenle, gabor filtresini, farklı boyutta farklı yönelimle görüntüye uyguladıktan sonra, ortalama değer ve standart sapmanın tanımlarından

faydalanılır. Bir görüntünün ortalama değeri ve standart sapması şu şekilde hesaplanır:

$$\mu = \sum_x \sum_y |G(x, y)| / (M \times N) \quad (4)$$

$$\sigma = \sqrt{\left(\sum_x \sum_y (G(x, y) - \mu)^2 \right) / (M \times N)} \quad (5)$$

Bir öznitelik vektörü, ortalama değerler ya da standart sapma, veya her ikisi de kullanılarak oluşturulabilir. Bu çalışmada, ortalama değerler ve standart sapma ölçüsünün birleşimi kullanılmıştır. Bu prosedürü tekrar ederek, bir öznitelik vektörü şu şekilde oluşturulur:

$$\hat{f}_i = \{\mu_1, \mu_2, \dots, \sigma_1, \sigma_2\} \quad (6)$$

Veri tabanındaki bütün görüntüler için öznitelik çıkarım prosedürü tekrar edildikten sonra, öznitelik vektörü, veri tabanında öznitelik vektörü olarak depolanır. Bir sorgu görüntüsü için öznitelik vektörü yukarıdaki gibi oluşturulur ve benzerlik, veri tabanındaki öznitelik vektörleri arasından hesaplanır.

3.3. Benzerlik Ve Erişim Performansı Ölçümü (Similarity and Retrieval Performance Measurement)

Erişim prosedüründe, klasik öklit uzaklık metriği, erişim adımında benzerlik ölçüsü olarak kullanılır. Eğer \hat{f}_1 ve \hat{f}_2 , sırasıyla veri tabanındaki görüntünün ve de sorgu görüntüsünün d-boyutlu öznitelik vektörleri ise o zaman uzaklık metriği şu şekilde hesaplanır:

$$dE(\hat{f}_1, \hat{f}_2) = \sqrt{\sum_{i=1}^d (\hat{f}_1(i) - \hat{f}_2(i))^2} \quad (7)$$

Bir görüntünün kendisinden uzaklığının sıfır olduğu açıktır. Uzaklık, artan sırayla depolanır ve en yakın görüntü dizilerine erişilir. İdeal olan durumda, erişilen en iyi görüntüler, aynı büyüklükteki görüntülerdir.

Eğer (γ) değeri ile ölçülmüşse, erişimin geçerliliği şu şekilde tanımlanır:

$$\gamma = \frac{\text{erişilen ilgili görüntülerin sayısı}}{\text{ilgili görüntülerin sayısı}} \quad (8)$$

Performans, yüzdeler olarak ortalama erişim oranı açısından ölçülür.

4. DENEYSEL YÖNTEM (EXPERIMENTAL METHOD)

Bu çalışmada önerilen metot, farklı hastanelerden farklı türde medikal araçlardan alınarak bir araya toplanan bir dizi gerçek görüntüler üzerinde test edildi. Veri tabanı, insan vücudunun çeşitli bölümlerine ait 8500 medikal görüntüden oluşmaktadır. Görüntü, 512x512 boyutundadır ve 24 bit gri seviyesine sahiptir. Şekil 1, görüntülerin bir hastanedeki CT aygıtlarından alındığı bir oluşturulmuş görüntü veri tabanının örneğini göstermektedir.

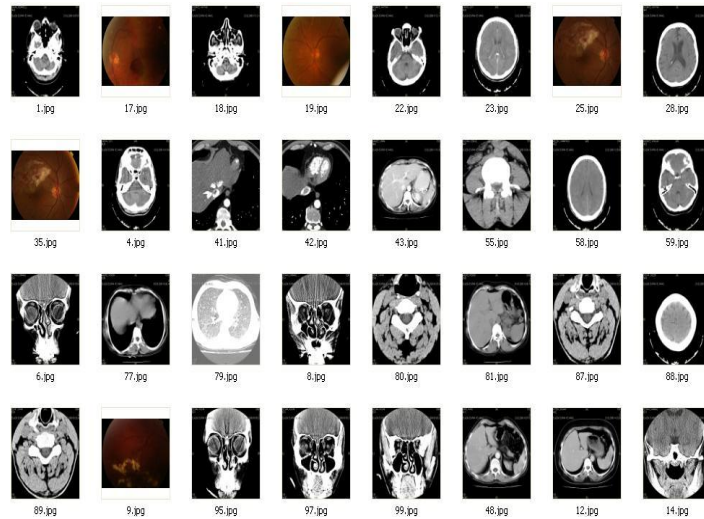
Bu metodu test etmek için, yaygın ve bilinen görüntüyü içeren alt diziler kullanılmaktadır. Bir erişim oranı sunabilmek için kaç tane benzer görüntüye erişildiğini hesaplamak için sorgu gerçekleştirilir.

Uygulama çalışmalarımızda, (σ_x, σ_y) uzay sabitinin ve gabor filtresinin (θ) yönelim parametresinin erişim oranı üzerinde kayda değer bir etkisinin olmadığını gözlemledik. Sabitlerin ve yönelim parametresinin erişimin yeterliliğini değiştirmeyeceği beklenen bir sonuçtu. Uzay sabitleri, bir görüntüyü diğerinden ayıran öznelikleri yok etme kabiliyetine sahip olamazlar. Ayrıca, veri tabanındaki görüntülerin yön bilgisine sahip olmamalarından dolayı (θ) yönelim parametresi ayırt edici özelliklere sahip olmayabilir.

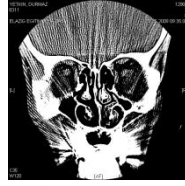
Veri tabanımızdaki görüntüler genel amaçlı medikal görüntülerdir ve insan vücudundaki bir doku ya da belli bir bölgeyle alakalı patolojik bir duruma işaret etmez. Yüz ya da parmak izi imgelerinin bulunduğu veri tabanında benzerini bulma amaçlı belli bir görüntüyle ilgilenseydik, yönelim faktörü, ayırt edici öznelikleri verirdi.

Bu nedenle bu parametreler, sırasıyla $\sigma_x = \pi/2$, $\sigma_y = \pi/2$ ve $\theta = 2\pi/3$ sabit dominant değerler olarak seçilir [9,10]. Frekans parametresinin oldukça ayırt edici olduğu gözlemlenir. Şekil 2'de verilen sorgu görüntüsü için frekans $\pi/1.2$ iken sorgu sonucu şekil 3'de gösterildiği gibidir. Görüntüler, satır olarak sıralanır. En benzer görüntü, soldan sağa doğru ilk sırada verilir, daha sonra ikinci sıradaki görüntüler ve bu şekilde son görüntüye ulaşana kadar devam eder.

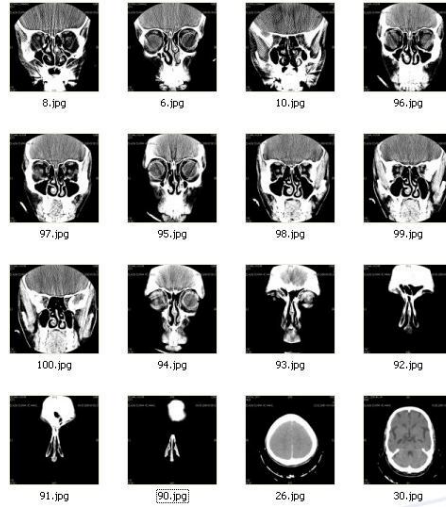
Erişim süreci, veri tabanının bir alt dizisi olan yüz görüntüden oluşan deney görüntülerde gerçekleşmiştir. Şekil 3'deki görüntünün altındaki sayı, veri tabanındaki alt dizi de metinsel dizidir.



Şekil 1. Oluşturulmuş veri tabanına bir örnek
(Figure 1. A sample of our image database)



Şekil 2. Bir sorgu görüntüsü
(Figure 2. A query image)



Şekil 3. Veri tabanından alınan görüntü
(Figure 3. Retrieval images from database)

Bu on altı görüntü, yukarıda açıklanan erişim metodu ile bulunmuş, sorgu görüntüsüne en benzer görüntülerdir. İlk görüntülerin, Şekil 2'de verilen görüntüye çok benzer olduğu görülebilir; ama son görüntüler, istenilen görüntüyle alakalı değildir. Tablo 1, farklı frekanslar için Gabor dalgacık dönüşümünün performansını göstermektedir. Ortalama erişim oranları, on defa gerçekleştirilen test prosedüründen elde edilir. Bu amaçla, anma tanımını kullanarak ortalama erişim yeterliliğini ölçmek için veri tabanından çok iyi bildiğimiz yüz tane görüntüyü içeren on tane alt dizi oluşturulur. Sonuçlar, analizde bir görüntünün dokusal özneliklerini bulmak için gabor fonksiyonunun dalga boyunun en kritik faktör olduğunu belirtmektedir. Eğer frekans artarsa, ortalama erişim oranı bir süre için daha iyi olur.

Tablo 1. Sorgular için ortalama erişim oranı.
(Table 1. Average retrieval ratio for queries)

Frekans	Ortalama erişim oranı (γ)
$\pi/1.2$	62
$\pi/1.3$	65
$\pi/1.4$	71
$\pi/1.5$	87
$\pi/1.6$	90
$\pi/1.7$	90

5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

İçerik tabanlı erişim, görüntü işleme ve doku analizinde önemli bir alan olmuştur. Bu çalışma, medikal görüntülerin Gabor dokusuna dayanan bir görüntü erişim metodu sunmaktadır. Erişim prosedüründe, bütün görüntüden global doku öznitelikleri alınır ve daha sonra bu alınan doku öznitelikleri, sorgu görüntüsü ile veri tabanındaki görüntüler arasındaki benzerliği ölçmek için kullanılır.

Eğer bütün görüntü ya da görüntünün ana bölümü benzer bir dokuya sahipse burada sunulmuş olan metodun en yararlı olduğu gibi bir sonuç çıkarılabilir. Frekans değerinin, medikal görüntülerin dokusal öznitelik çıkarımı için güvenilir olan $\pi/1.6$, dan daha büyük seçildiğini bulduk. Eğer tümör gibi patolojik bir durumu belirten benzer görüntüler üzerinde çalışılmıyorsa Gabor dalgacığının frekans parametresinin, öznitelik çıkarımında temel faktör olduğu bulunur. Bu durumda, özel bir durum olsun ya da olmasın yönelim parametresinin görüntüyü ayırt etmede yardımcı olacağına inanıyoruz.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Al-Kadi, O.S., (2010). "Texture Measures Combination for Improved Meningioma Classification of Histopathological Images", Pattern Recognition, vol.43, pp.2043-2053.
2. Selverani, A.G. and Annadurai, S., (2007). "Medical Image Retrieval By Combining Low Level Feature and DICOM Features", Int.Conf. on Computational Intelligence and Multimedia Application, pp.587-591.
3. Mathieu, L., Cazuguel, G., Quellec, G., ve diğerleri, (2007). "Content based Image Retrieval based on Wavelet Transform Coefficients distribution", Proc. Of 29th Annual Int. Conf. of IEEE EMBS, pp.4532-4535.
4. Jai-Andalousi, S., Lamard, M., Cazuguel, G., Tairi, H., Meknassi, M., Cochener, B., Roux, C., (2009). "Content Based Medical Image Retrieval: Use of Generalized Gaussian Density to Model BEMD's IMF", IFMBE Proceedings, vol.25, pp.1249-1252.
5. Kak, A. and Pavlopoulou, C., (2002). "Content Based Image Retrieval Large Medical Databases", IEEE Proceedings of First Int. Symp. On 3D Data Processing Visualization and Transmission, pp.1-9.
6. Zegarra, J.A.M., Leite, N.J., and Torres, R.S., (2009). "Wavelet based Fingerprint Image Retrieval", Journal of Computational and Applied Mathematics, vol. 227, pp.294-307.
7. Traina, A.J.M., Castanon, C.A.B., and Traina, C., (2003). Jr., "MultiWaveMed: A system for Medical Image Retrieval Through Wavelets Transformation", Proceedings. 16th IEEE Symposium on Computer-Based Medical Systems, pp. 150-155.
8. Manjunath, B.S. and Ma, W.Y., (1996). "Texture Feature for Browsing and Retrieval of Image Data", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.18, no.8, pp. 837-842.
9. Arivazhagan, S., Ganesan, L., and Priyal, S.P., (2006). "Texture Classification using Gabor wavelets based rotation invariant features," Pattern Recognition Letters, vol.27, no.16, pp.1976-1982.
10. Jain K. and Farrokhnia, F., (1991). "Unsupervised Texture Segmentation Using Gabor Filters," Pattern Recognition, vol. 24, no. 12, pp.1167-1186.
11. Dunn, D., Higgins, W.E., and Wakeley, J., (1994). "Texture Segmentation Using 2D Gabor Elementary Functions", IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol.16, pp.130-149.

12. Dougman, G., (1988). "Complete Discrete 2D Gabor Transform by Neural Network for Image Analysis and Compression", IEEE Trans. on Acoustics, Speech and Signal Processing, vo.36(7), pp. 1169-1179.