

# İçerik Tabanlı Tıbbi Görüntü Erişimi için İstatistiksel Uzaysal Alan Metotları Kullanarak Özellik Çıkarılması

## Feature Extraction of Using Statistical Spatial Methods for Content Based Medical Image Retrieval

Burhan Ergen<sup>1</sup>, Muhammet Baykara<sup>1</sup>

1. Bilgisayar Mühendisliği Bölümü,  
Fırat Üniversitesi  
ergen@firat.edu.tr

2. Maden Meslek Yüksek Okulu,  
Fırat Üniversitesi  
mbaykara@firat.edu.tr

### Özetçe

İçerik tabanlı görüntü erişim sistemleri, genel amaçlı görüntü arşivlemede yaygın olarak kullanılmaya başlamış ve üzerinde geliştirme çalışmaları hala yapılmaktadır. Fakat tıbbi görüntü arşivlemesi için henüz çok yaygın değildir. Sunulan çalışmada, genel amaçlı görüntülerde özellik belirlemek için kullanılan istatistiksel uzaysal alan metotlarının, tıbbi görüntülerde erişim başarı oranları belirlenmiştir. İncelenen algoritmalar, uzaysal alan metotları kapsamında değerlendirilen GLCM ve GLRLM yöntemleridir. Erişim başarı oranları, GLCM'den elde edilen istatistiklere dayalı sorgulamanın daha tatmin edici olduğunu göstermiştir.

### Abstract

Content based image retrieval systems are used widespread for general purpose image archiving, and the developments are still continued it. But it is not widely used for archiving medical images. In presented, it is examined the retrieval efficiency rate of statistical spatial methods used for feature extraction in general purpose images. The investigated algorithms depend on GLCM and GLRLM accepted as spatial methods. The results obtained in this study shows that queries based on statistics obtained from GLCM are more satisfier.

### 1. Giriş

Son yıllarda, çoklu ortam teknolojilerinin gelişimi ile çoklu ortam sistemlerinden elde edilen verilerin değerlendirilmesi önem kazanmıştır. Görüntü arşivleri, çoklu ortam teknolojilerine bağlı olarak yaygınlaşan çoklu ortam sistemlerinin başında yer almaktadır [1,2]. Görüntü arşivindeki veri boyutu metin tabanlı arşivlerdeki ver boyutundan çok fazladır. Görüntü arşivleri oldukça hızlı bir şekilde büyümekte ve genişlemektedir.

Her geçen gün, yeni bir alanda görüntü arşivlemesine ihtiyaç duyulmaktadır. Görüntü arşivlerindeki bu büyüme, istenen görüntüye erişimi zorlaştırmakta ve bir problem haline dönüştürmektedir. İstenen veriye, hızlı ulaşmak için çok çeşitli yöntem ve teknikler kullanılmakta ve yeni teknikler araştırılmaktadır. Kullanılan yöntemlerden biri, görüntüye

hızlı ulaşmak için görüntüye verilmiş isimlerin yanı sıra, görüntünün kaynağını tanımlayan, açıklayan, yerini belirten ya da yönetimini kolaylaştıran bir bilgi olarak tanımlanabilen META verisi ile beraber saklamaktır.

Son yıllarda verinin ismi kullanılarak yapılan metin tabanlı sorgulama yerine, görüntünün içerik bilgisine göre sorgulama yöntemleri geliştirilmektedir. İçerik tabanlı görüntü erişim sistemlerinde ise ilave olarak, görüntüden bazı özellikler çıkarılmakta ve sorgulamalarda bu bilgilerden de faydalanılmaktadır. Bu özelliği çıkarmada, uzaysal veya frekans bölgesi istatistiksel bilgi çıkarma yöntemleri kullanılmak ile beraber görüntünün renk ve şekil tanımlayıcıları açısından da incelenmesi söz konusudur [2,3].

Günümüzde teşhis amaçlı olarak artık birçok hastanede görüntüleme cihazı ve bu cihazlardan alınan farklı görüntüler bulunmakta ve farklı şekilde depolanmaktadır. Bu görüntüler genelde röntgen, CT, MRI, Ultrasound görüntüleridir. Bu görüntülerin büyük çoğunluğu değişik formatta olmalarında rağmen durağan görüntülerdir. Tıbbi Görüntü (TGA) oluşturulmasının asıl amacı, bilgisayar ortamında hastalara ait görüntüleri saklamak ve bu görüntüler üzerinde sorgulama yapmak, istenildiğinde geri getirmek ve kullanıcının istediği şekilde sunulabilmesidir [5,6]. Görüntülerin kaynaklarının ve formatlarının Tıbbi Görüntü Arşivi (TGA) oluşturma açısından önemli değildir. Netice itibarı TGA açısından ilgililenilen, kaynakları ya da formatlarındansa içerdikleri özellikler açısından bir birlerinden ayırt edilebilmesidir.

Halen tıbbi alanda kullanılan görüntü arşivleme sistemleri (PACS), içerdikleri META bilgileri sayesinde ilgili görüntüye erişimi sağlar. Bu bilgiler DICOM standardı kullanılarak görüntü ile beraber saklanmaktadır. Saklanan META bilgileri genelde görüntünün elde edildiği tarih, hasta bilgileri ve dosya numarası gibi dışarıdan bir operatörün belirlediği bilgilerdir. Bu bilgiler içerisinde görüntünün kendi özellikleri ile ilgili herhangi bir bilgi mevcut değildir [4]. Bu nedenle de bu tür arşivleme mantığında, bir görüntü verilmesi ve bu görüntüye ilişkin benzer görüntülere erişilmesi veya verilen görüntü ile ilgili sorgulamalar yapılmasına olanak verilmez. Bu da teşhis ve tedavi aşamasında bir hastalığın diğer hastalıklar ile kıyaslanıp daha hızlı ve daha doğru bir süreç izlenmesini engeller.

İçerik tabanlı görüntü erişim sistemlerinin, tıbbi amaçlı oluşturulmasında iki yaklaşım mevcuttur. Bunlardan biri genel amaçlı olacak şekilde birçok görüntüyü içeren yapı, diğeri ise özel amaçlı sadece belirli bir vücut bölgesinden elde edilmiş görüntülerdir. Bu çalışmada, genel amaçlı sistemler için araştırma yapılmış, birçok cihazdan ve birçok vücut bölgesinden alınan bilgilerin bulunduğu bir veri tabanı üzerinde çalışılmıştır.

## 2. Yöntemler

İçerik tabanlı görüntü erişim sistemleri, görüntüyü tanımlamak için görsel tanılayıcılar kullanır. Bu tanımlayıcılar renk, doku ve şekil olmak üzere üç temel grupta toplanabilir. Çalışmamızda, görüntüler doku tanımlayıcıları açısından incelenmiştir.

### 2.1. Dokunun Tanımlayıcıları

Doku, sezgisel bir kavram olması sebebiyle yıllardır tanımlanması zor bir kavram olmuştur. İstatistiksel yaklaşımlar, dokuyu bir alandaki yoğunluk dizilişinin nicel bir ölçüsü olarak tanımlar. Her doku, çok boyutlu öznitelik alanında bir noktayı gösteren özelliklerin öznitelik vektörü ile betimlenir. İstatistiksel yaklaşımlar, konumsal alan metotlarını, sinyal işleme metotlarını ve model tabanlı metotları kapsar. Konumsal alan metotlarında öznitelikler, özellikle ikinci sıra istatistiklerden elde edilir, çünkü insanlar ikinci sıradaki istatistiklere karşı daha duyarlıdır. Bu tür istatistiklerin örnekleri, gri seviye eş oluşum matrisi ve gri seviye varyans matrisidir. Gri seviye dizi uzunluğu, Fourier güç spektrumu ve otokorelasyon işlevi gibi daha yüksek düzeydeki istatistikler de ölçülebilir [7-9]. Bu çalışmada kapsamında, istatistiksel uzaysal yaklaşım metotları ile çalışılmıştır.

### 2.2. Uzaysal Alan Yöntemleri

Uzaysal alan metotlarında öznitelikler, bazı istatistikler sonucunda elde edilir. İnsan görme sistemi de bu istatistiksel bilgilere duyarlıdır. Bu tür istatistiklerin örnekleri, gri seviye eş oluşum matrisi ve gri seviye varyans matrisi, gri seviye dizi uzunluğu matrisleridir. İmgenin geneli üzerinde olasılıksal bir hesaplama sonucu bilgiler sunan uzaysal alan metotları frekans tabanlı metotlardan ayrıldılar ve görsel sistemle ve alt bant resimlerle herhangi bir işlem yürütmezler.

### 2.3. Gri Seviye Eş Oluşum Matrisi (GLCM)

M. Haralick tarafından önerilen gri seviye eş oluşum matrisi, dokunun uzaysal anlamda yönlü olarak gri seviye bağımlılığını açıklamanın bir ölçüsüdür. Çalışmada standart olarak kullanılan yatay yönde inceleme kullanılmıştır. GLCM matrisinin kullanıldığı birçok dokusal öznitelik önerilmiştir [10-13].  $N_d$ , normalize edilmiş GLCM matrisi olmak üzere, çalışmada kullanılan öznitelik vektörleri şöyle verilebilir. Enerji ya da açısız ikinci moment benzerliği: görüntü homojenliği ölçüsüdür. Görüntü ne kadar homojen olursa değer o kadar büyür.

$$Enerji = \sum_i \sum_j N_d^2[i, j] \quad (1)$$

Entropi: Görüntünün karmaşıklık ölçüsünü verir karmaşık dokular daha yüksek entropiye sahip olma eğilimindedirler.

$$Entropi = - \sum_i \sum_j N_d[i, j] \log_2 N_d[i, j] \quad (2)$$

Kontrast: Yerel görüntü varyasyonlarının ölçüsü ve görüntü zıtlığının bir ölçümüdür.

$$Kontrast = \sum_i \sum_j (i - j)^2 N_d[i, j] \quad (3)$$

Homojenlik: Görüntünün farklı bölgelerindeki benzerliğinin bir ölçüsüdür.

$$Homojenlik = \sum_i \sum_j \frac{N_d[i, j]}{1 + |i - j|} \quad (4)$$

Korelasyon: Görüntü doğrusallığının ölçüsüdür. Ortalama değer  $\mu$  ve standart sapma  $\sigma$  ile gösterilirse şöyle tanımlanır;

$$Korelasyon = \frac{\sum_i \sum_j (i - \mu_i)(j - \mu_j) N_d[i, j]}{\sigma_i \sigma_j} \quad (5)$$

### 2.4. Gri Seviye Dizi Uzunluk Matrisi (GLRLM)

Çok sayıda aynı gri seviyedeki komşu pikseller, kaba bir dokuyu temsil eder; bu piksellerin azı da ince dokuyu betimler. Farklı yönlerdeki doku ilkellerinin uzunlukları, doku tanımı olarak işe yarar. Bir doku ilkeli, bir çizgide yer alan sabit gri seviye piksellerinin maksimum yakın olan dizisidir. Bunlar daha sonra gri seviye, uzunluk ve yön ifadeleri ile tanımlanabilir. Doku tanımlama öznitelikleri, uzunluğun yakın olasılıklarının hesaplanmasına ve dokudaki ilkellerin gri seviyesine dayanabilir.

Gri seviye dizi uzunluk metodu, farklı uzunlukların gri seviye sayılarının hesaplanmasına dayanır. Bir gri seviye uzunluğu, aynı gri seviye değerine sahip doğrusal bir komşu resim noktaları dizisidir. Gri seviye dizi uzunluğu içindeki resim noktalarının sayısıdır [13-14].

Gri seviye derinliği  $a$ , dizi uzunluğu  $r$  olmak üzere bir GLRLM matrisi  $B(a, r)$  olarak ifade edilirse, bu matris kullanarak oluşturulan özniteliklerden en yaygın olarak kullanılanlar aşağıda sunulmuştur. Uzun ilkel vurgusu (LRE); Herhangi bir gri seviyenin uzun dizi uzunluklarına daha büyük bir önem verir.

$$\frac{1}{K} \sum_{a=1}^L \sum_{r=1}^{N_r} B(a, r) r^2 \quad (6)$$

Kısa ilkeller vurgusu (SRE); Herhangi bir gri seviyenin kısa dizi uzunluklarına daha büyük önem verir.

$$\frac{1}{K} \sum_{a=1}^L \sum_{r=1}^{N_r} \frac{B(a, r)}{r^2} \quad (7)$$

Gri seviye benzerliği (GLU); Dizi uzunlukları dengeli bir şekilde bölündüğünde en küçüktür.

$$\frac{1}{K} \sum_{a=1}^L \left( \sum_{r=1}^{N_r} B(a, r) \right)^2 \quad (8)$$

İlkellerin uzunluk benzerliği (RLU)

$$\frac{1}{K} \sum_{r=1}^{N_r} \left( \sum_{a=1}^L B(a, r) \right)^2 \quad (9)$$

## 2.5. Değerlendirme Kriterleri

Özellik vektörlerinin elde edilmesinden sonra benzerlik miktarını bulmada Öklid uzaklığı kullanılmıştır. Öklid uzaklığı ve Öklid uzaklığının karesi formülleri ile standartlaştırılmış verilerle değil, işlenmemiş verilerle hesaplama yapılır. Öklid uzaklıkları kümeleme analizine sıra dışı olabilecek yeni nesnelerin eklenmesinden etkilenmezler. Ancak boyutlar arasındaki ölçek farklılıkları Öklid uzaklıklarını önemli ölçüde etkilemektedir. Öklid uzaklık formülü en yaygın olarak kullanılan uzaklık hesaplama formülüdür;

$$Uzaklik(x, y) = \left\{ \sum_i (x_i - y_i)^2 \right\}^{1/2} \quad (10)$$

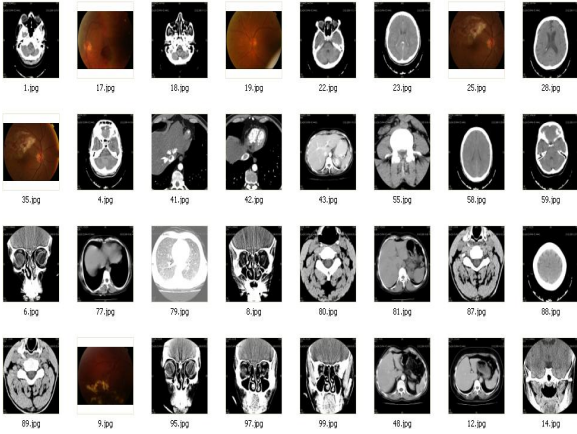
Başarımı ölçmek için ise iki temel ölçek kullanılır: duyarlık ve anma:

$$DUYARLIK = \frac{\text{Cevap Kümesindeki Sorguya Uygun Görüntüler}}{\text{Cevap Kümesindeki Toplam Görüntü Sayısı}}$$

$$ANMA = \frac{\text{Cevap Kümesindeki Sorguya Uygun Görüntüler}}{\text{Sorguya Uygun Toplam Görüntü Sayısı}}$$

## 2.6. Materyal ve Sistem

Veritabanımızda kullanılmak üzere yaklaşık olarak 8500 adet biyomedikal imge arşivlenmiştir. Arşivimiz "Beyin", "Akciğer", "Kemik", "Göz" ve "Sinüs" resimlerinden oluşmaktadır. Arşivdeki resimler 24 bit gri seviye derinliğindedir. Bu imgelerden çalışmalar sırasında 10 elamandan oluşan, toplam 10 adet örnek veritabanları oluşturulup yöntemler bu bilinen veritabanları üzerinde test edilmiştir. Arşivdeki imge sayısının fazlaştırarak karmaşıklık artırarak, benzerlik sisteminin değerlendirme sonuçlarının doğruluğu açısından önemlidir.



Şekil 1. Oluşturulan veritabanından örnek bir kesit.

## 3. Uygulama ve Sonuçlar

Bu kısımda biyomedikal içeriğe sahip olan veri tabanımız üzerinden öznelik çıkarımı algoritmalarının başarımı incelenmektedir. Yöntemler rengi, şekilsel özellikleri, çözünürlüğü, görüş alanı açısını ya da aydınlatmayı kontrol eden özel bir ortam oluşturulmaksızın denenmiştir. Oluşturduğumuz imge veritabanından bir kesit şekil 2'de görülmektedir. Uygulamalarda yöntemlerin belirlenen sorgu resmine benzer resimler getirmedeki başarımları ölçülmüştür.

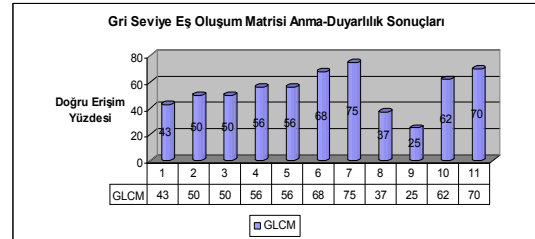
## 3.1. GLCM Yöntemi Sonuçları

GLCM yöntemi için kullanılan farklı dokusal özneliklere doğru erişim sonuçlarını göstermektedir. Burada oluşturulan 11 adet sonuçta gri seviye eş oluşum matrisinin farklı farklı öznelikleri hesaplanmış ve buna göre bir erişim analizi yapılmıştır. Tablo 1'de kullanılan GLCM öznelikleri verilmiştir. Her bir erişim için kullanılan öznelik isimleri şöyledir:

- |                      |                 |                |
|----------------------|-----------------|----------------|
| A. Otokorelasyon     | B. Kontrast     | C. Korelasyon  |
| D. Küme Çıkıntısı    | E. Küme Gölgesi | F. Benzemezlik |
| G. Enerji            | H. Entropi      | İ. Homojenlik  |
| J. Maksimum Olasılık | K. Varyans      |                |

Tablo 1. GLCM için kullanılan öznelikler çizelgesi.

	A	B	C	D	E	F	G	H	İ	J	K
1	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-
4	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-
7	-	+	+	-	-	-	+	-	+	-	-
8	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
11	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-

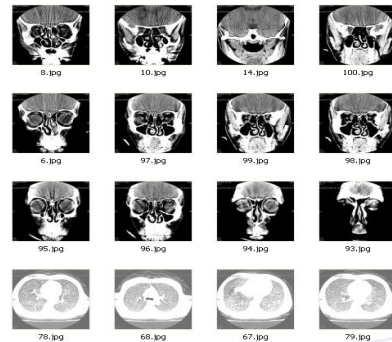


Şekil 2. GLCM yöntemi için bulunan sonuçlar.

Şekil 2'de, tablo 1'de verilen öznelikler kullanılması durumunda, 10 adet örnek veritabanının için gerçekleştirilmesi durumunda ortalama doğru erişim yüzdesi verilmiştir. Şekil 3 örnek bir sorgulama görüntüsünün ve şekil 4'de ise GLCM ile elde edilen örnek bir sorgu sonucunu göstermektedir. Şekil 4'teki görüntü altındaki numaralar örnek veritabanındaki imgenin indisini göstermektedir. İlk görüntü aranan görüntüdür.



Şekil 3. Örnek sorgu resmi.



Şekil 4. GLCM yöntemine göre bulunan sonuçlar.

### 3.2. GLRLM Yöntemi Sonuçları

Gri seviye dizi uzunluğu matrisi kullanılarak aşağıda sıralı halde verilen öznelikler belirlenir. Tablo 2’de kullanılan GLRLM öznelikleri verilmiştir. İlk üçü uygulamalarda en yararlı özneliklerdir.

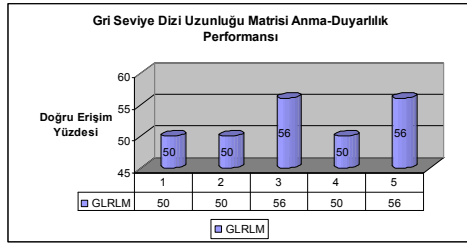
- A.Short Run Emphasis (SRE)
- B.Long Run Emphasis (LRE)
- C.Gray-Level Nonuniformity (GLN)
- D.Run Length Nonuniformity (RLN)
- E.Run Percentage (RP)
- F.Low Gray-Level Run Emphasis (LGRE)

Tablo2. GLRLM için kullanılan öznelikler tablosu.

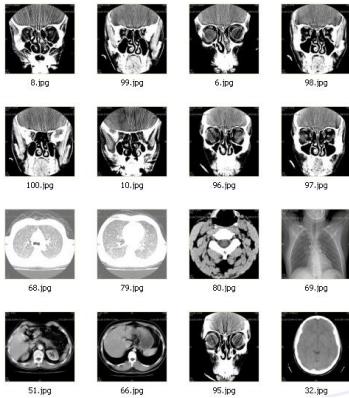
	A	B	C	D	E	F
1	-	-	+	-	-	-
2	-	+	+	-	-	-
3	+	+	+	-	-	-
4	+	+	+	+	-	-
5	+	+	+	+	-	+

Şekil 5’de, tablo 2’de verilen öznelikler kullanılması durumunda, 10 adet örnek veritabanının için gerçekleştirilmesi durumunda ortalama doğru erişim yüzdesi verilmiştir.

Şekil 6, şekil 4’deki örnek sorgu görüntüsünü için GLRLM ile elde edilen örnek bir sorgu sonucunu göstermektedir. Şekil 6’daki görüntü altındaki numaralar örnek veritabanındaki imgenin indisini göstermektedir. İlk görüntü aranan görüntüdür.



Şekil 5. GLRLM Yöntemi için bulunan sonuçlar.



Şekil 6. GLRLM yöntemine göre bulunan sonuçlar

### 4. Değerlendirme

İçerik tabanlı görüntü alımı, veri görselleştirme ve veri tabanı oluşturmada önemli bir alan olmaya başlamıştır. Genel amaçlı, çoklu ortam görüntüleri kullanılarak yapılan çalışmalar olumlu sonuçlar vermektedir. Tıbbi görüntüler üzerinde yapılan bu çalışmada GLCM’ye dayalı istatistiksel

doku analiz yöntemlerinin GLRLM’ye dayalı yöntemlere göre daha üstün olduğu görülmüştür.

### 5. Kaynaklar

- [1] A.Kak and C.Pavlopoulou, “Content Based Image Retrieval from Large Medical Databases”, Prod. of First Int. Symp. On 3D Data Proc. Visual. Trans., 2002.
- [2] A. Smeulders, R. Jain, Image Databases and Multi-Media Search. World Scientific, 1997.
- [3] S. Atnafu, R. Chbeir ve Lionel Brunie, “Content-Based and Metadata Retrieval in Medical Image Database”, Proc. 15th IEEE Symp. on Computer-Based Medical Systems (CBMS’02) p. 327, 2002.
- [4] A.G. Selvarani ve S.Annadurai, “Medical Image Retrieval by Combining Low Level Features and DICOM features”, Int. Conf. On Computational Intelligence and Multimedia Application, pp.587-591, 2007.
- [5] L. G. Shapiro, G. C. Stockman, Computer Vision. Prentice Hall Inc., 2001. T. M. Lehmann, M. O. Güld, T. Deselaers, D. Keysers, H. Schubert, K. Spitzer, H. Ney, B.B. Wein, “Automatic categorization of medical images for content-based retrieval and data mining” Computerized Medical Imaging and Graphics, Volume 29, Issues 2-3, March-April 2005, Pages 143-155.
- [6] H. Müller, N. Michoux, D. Bandon, ve diğerleri, “A review of content based image retrieval systems in medical application-clinical benefits and future directions”, Int. Journal of Medical Informatics, vol. 73, No.1,pp.1-23,2004.
- [7] D. He, L. Wang, “Texture features based on texture spectrum”, Pattern Recognition, vol. 24, no. 5, 1991.
- [8] A. Atalay, “Automated defect inspection textile fabrics using machine vision techniques”, MS Thesis, Bogazici University, İstanbul, 1995.
- [9] C. Unsalan, “Pattern recognition methods for textural analysis case study: steel surface classification”, MS Thesis, Bogazici University, İstanbul, 1998.
- [10] D.A. Clausi, Yongping Zhao, “An advanced computational method to determine co-occurrence probability texture features”, IEEE Int. Geoscience and Rem. Sens. Sym. vol. 4, pp. 2453-2455 2002.
- [11] C. Honeycutt ve R. Plotnick, “Image analysis techniques and gray-level co-occurrence matrices (GLCM) for calculating bioturbation indices and characterizing biogenic sedimentary structures”, Computers & Geosciences, v.34, pp.1461-1472,2008.
- [12] M. Partio, B. Cramariuc, and M. Gabbouj, “Texture retrieval using ordinal co-occurrence features,” in Proceedings of the 6th Nordic Signal Processing Symposium (NORSIG ’04), pp. 308-311, 2004.
- [13] X. Tang, “Texture information in run-length matrices”, IEEE Trans. Image Process. V.7/11 pp.1602-1609, 1998.
- [14] Basset O, Sun Z, Gimenez G. Tissue characterization by texture analysis of ultrasonic images. SPIE Appl Digital Image Processing, pp.547-548, 1992.