

BİLGİSAYARLI TOMOGRAFİ GÖRÜNTÜLERİNDEN İYİ HUYLU KEMİK TÜMÖRLERİNİN ÇIKARTILMASI

H. Çatal Reis ^{a*}, B. Bayram ^a, D. Z. Seker ^b

^aYTÜ, Harita Mühendisliği, 34220 Davutpaşa, İstanbul, Türkiye – hatice.catal@yahoo.com.tr

^bİTÜ, Geomatik Mühendisliği, 34469 Maslak, İstanbul, Türkiye - seker@itu.edu.tr

ANAHTAR KELİMELE: Sayısal Görüntü İşleme, Matlab, Segmentasyon (Bölütme), Kemik Tümörü, CT

ÖZET:

Bilgisayar destekli tanı (CAD) sistemleri son yirmi yılda hızla gelişmiştir. CAD sistemlerinin ana fikri bilgisayar yazılım sistemleri kullanarak ve tıbbi görüntüler yorumlanarak hekimlerin sonuç tanılarına destek olacak ikincil görüşün elde edilmesidir. CAD sistemleri ile ilgili akademik çalışmalar; CAD sistemlerin kullanımı ile tanı doğruluğunun artırılabilmesini, iş yükünün azaltılabilmesini, aşırı iş yükü veya yorgunluktan kaynaklanan yanlış tanıların önlenilebildiğini belirtmişlerdir. Benzer şekilde ortopedik medikal görüntüler kullanılarak tümörlü bölgelerin belirlenmesi üzerine çalışmalar da yapılmaktadır. Sunulan çalışmada, Bilgisayarlı Tomografi (BT) görüntüleri kullanılarak, görüntü işleme yardımıyla iyi huylu (lezyon) tümör kesitleri otomatik olarak çıkartılarak üç boyutlu modellenmiştir. Geliştirilen algoritmada tümörlü bölgenin çıkartılması işlemi üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; (i) gürültülerin elenmesi, (ii) bölütme ve (iii) morfolojik görüntü operasyonlarıdır. Matlab ortamında ve 3D-Doctor paket programında BT kesitlerinden tümörlü kesitler tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile ortopedist ve radyologa ait klinik bulgu raporu karşılaştırılmıştır. Çalışmada, beş adet hastanın BT görüntüleri kullanılmıştır. Her bir vaka toplam 90 kesitten oluşmaktadır. İki adet vaka algoritmanın geliştirilmesi sürecinde test vakası olarak kullanılmış, diğer üç vaka üzerinde algoritma test edilmiştir. Kemik yapısı dolayısı ile kemik tümörü ve tümöre benzeyen dokuların ayırt edilmesi bazı durumlarda oldukça zordur. Dolayısıyla sunulan çalışmanın tanı ve tedavilerde özellikle kanser dokular için altlık oluşturabileceği düşünülmektedir.

KEY WORDS: Digital Image Processing, Matlab, Segmentation, Bone Tumour, CT Imaging

ABSTRACT:

Computer aided diagnosis systems (cad) developed rapidly in last two decades. The main idea of cad systems is to bring second diagnosis opinion for physicians by analysing medical images with computer. The researches have proved that CAD systems can increase the diagnosis accuracy, decrease workload and avoid misdiagnosis because of fatigue and lack of concentration. There are many studies on lesion extraction from orthopaedic medical images. In this study, benign bone tumours have been segmented and extracted from Computer Tomography (CT) images and modelled in three dimensional (3D) by using image processing techniques. The study consists of three main steps which are noise removal, segmentation and morphological operations. The segmentation, extraction and 3D modelling of bone tumours have been realized by using Matlab and 3D-Doctor commercial software. The results have been compared with clinical findings of orthopaedists and radiologists. Retrospective CT images of five patients have been processed. Each case consisted of ninety slices. Two of the case have been used as a training data to develop the methodology and results have been applied to other three cases. Distinguishing of lesions from bone is sometimes very difficult issue due to structure of bone tissue. Hence, this study can establish a know-how for other studies which are concentrated on malignant and benign bone tissue segmentation.

1. GİRİŞ

Bilgisayarlı Tomografi (CT, BT) veya Manyetik Rezonans (MR) verileri teşhis ve tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Tıbbi görüntüleme, hastaların durumu ve klinik bulguların doğru şekilde sunulması açısından önem arzeder.

Tıbbi açıdan zor problemlerin hızlı ve doğru şekilde çözümü için araştırmacı tarafından radyolojide Computer-Aided Diagnosis (CAD) bir planlama sunulmuştur (Lodwick, 1966). İlk Bilgisayar Destekli Tanı (CAD) 1963 yılında Lodwick vd. tarafından primary tümör tanısı ile yapılmıştır (Lodwick ve ark, 1963). Ardından pek çok araştırmacı bu sistemi takip etmiştir. 1971 yılında Hall, 1978'de Buzdon, 1979 yılında Virtama, 1986'da Zafiroski CAD çalışmalar yapmıştır (Zafiroski, 1986; Bumbasirevic vd. 1981; Samardziski vd. 2004)

Araştırmacılar, benign kemik tümörlerini CAD ile tanısı ve histolojik tipleri arasındaki ilişkiyi belirtmek amacıyla çalışma yapmışlardır (Samardziski vd. 2004). Primer kemik ve yumuşak

doku tümörlerinin MR ve BT ile değerlendirmesi yapılan başka bir çalışmada, 26 hasta üzerinde yapılan taramalarda grafilere yeterli bilgi alınamazken, tümörün yapısına göre MR ya da BT de daha iyi sonuç alınmıştır (Aisen vd. 1986). Diğer bir araştırmada, CT görüntüleri yardımıyla kemik tümörü biyopsisinde tümörlü çekirdek bölge ile yumuşak doku ve diğer bölgelerin ayrıştırılması amaçlanmıştır (Espinosa vd. 2008). Henüz tanısı konulmamış primer kemik tümörlerinde radyografi optimal yöntem olarak sunulmaktadır, tümörün biyolojik özellikleri, büyüme oranı, sınıflandırılması, karakterizasyonunda, sınırlarını belirlemede önemli rol oynamaktadır (Costello vd. 2013). Radyologlar kemik tümörlerinin evrelemede önemli bir rol oynamaktadır. Bu rolü gözden geçirmek ve Kanser Amerikan Ortak Komitesi (AJCC) tarafından geliştirilen primer ve malign kemik tümörü evreleme sistemindeki son değişiklikleri tartışmanın yanı sıra hastanın değerlendirilmesinde en doğru görüntüleme tekniğini

seçmek amacıyla çalışma yapılmıştır (Stacy vd. 2006). Diğer bir çalışmada, yaygın olarak görülmeyen ayak ve bileğinde tümör ve tümör benzeri lezyonların spektrumu verilmiştir, tümörün tanısı ya da yer tespiti, görüntüleme özellikleri, klinik bulgularla ilgisi sunulmuştur (Foo vd. 2005).

Sunulan çalışmada Bilgisayarlı Tomografi görüntüleri kullanılarak, görüntü işleme yardımıyla iyi huylu (lezyon) tümör kesitlerinin otomatik olarak çıkartılarak üç boyutlu modellenmesi amaçlanmıştır. Mevcut çalışmalar incelendiğinde ayak tümörlerinde karşılaşılan en önemli sorun olarak, tümörün alanı, sınıflandırılması, konumu, gelişim yönü tespitlerinin yeterli doğrulukta yapılamadığı görülmüştür. Çalışma, CAD sistemlerinin kullanımı ile tanı doğruluğunun artırılabilmesini, iş yükünün azaltılabildiğini, aşırı iş yükü veya yorgunluktan kaynaklanan yanlış tanıların önlenebildiğini öngörmektedir.

Çalışma için geliştirilen algoritmada tümörlü bölgenin çıkartılması işlemi üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar; (i) görüntülerin elenmesi, (ii) bölütleme ve (iii) morfolojik görüntü operasyonlarıdır. Matlab ortamında ve 3D-Doctor paket programında BT kesitlerinden tümörlü kesitler tespit edilmiştir. Çalışma; tümör, bilgisayarlı tomografi, segmentasyon (bölütleme), uygulama ve sonuç kısmı verilerek sonlandırılacaktır.

1.1 Tümör

Kanser, hücrelerin kontrol edilemez şekilde çoğalmaları sonucu hücresel büyümenin bozulmasıdır.

Kemik tümörleri histolojik olarak çeşitlilik göstermektedir. Tümörler kemik içinde yeralan değişik dokulardan aldıkları kökene göre sınıflandırılırlar;

Kemik tümörlerinin sınıflaması;

- İyi huylu kemik tümörleri
- İyi huylu/Agresif kemik tümörleri
- Kötü huylu kemik tümörleri (Özer vd. 2014)

Kemik tümörleri primer ve sekonder (metastatik) (Rice vd. 2014) olarak iki ana grupta toplanırlar. Kemik tümörleri; nadir görülürler (Foo vd. 2005; Bakotic vd. 2001), 10 primer kemik tümörü/nüfus (milyon)/yıl, metastatik tümörler primer tümörlerden daha siktir, İyi huylu tümörler kötü huylu tümörlerden daha siktir (Bakotic vd. 2001). Tümör benzeri oluşumlar daha da siktir.

1.2 Ayak Kemik Tümörü Belirtileri

- Ağrı
- Ayakkabı sorunları
- Kozmetik kaygılar
- Uyuşma veya karıncalanma (paraesthesia)

Ayak Benign Kemik Tümörleri (Foo vd. 2005; Bakotic vd. 2001);

Bu tümörlerinin çoğu iyi huyludur. Benign kemik tümörleri yaygın türleri şunlardır; Basit kemik kisti, osteokondrom, enchondroma, dev hücreli tümörler olarak sıralanabilir.

1.3 Bilgisayarlı Tomografi

Tomografi; Yunanca kesmek “tomos” ve görüntü “grama” kelimelerinden oluşmuştur. Kesitsel görüntü elde etmek anlamına gelmektedir. Bilgisayarlı Tomografinin (BT, CT) teorisi 1963 yılında Cormack tarafından ortaya atılmıştır (Cormack, 1963). Bilgisayarlı Tomografi ile ilk başarılı klinik çalışma 1967 yılında G.Hounsfield tarafından gerçekleştirilmiştir. X-ışını bilgisayarlı tomografisi sisteminin gantrisinde X-ışın tüpü ve dedektörler bulunmaktadır. BT, x-

ışınlarının dokudan yansıyan ışınlarının dedektörde toplanarak bilgisayar ortamında aktararak görüntü elde edilmektedir.

2. SEGMENTASYON (BÖLÜTLEME)

Görüntü bölütleme, bir görüntüyü kendi içerisinde farklı özelliklerin tutulduğu anlamlı bölgelere ayırmak olarak tanımlanabilir (Kızılkaya, 2008). Standart her görüntüye uygulanabilir bir bölütleme yöntemi yoktur ve hiçbir bölütleme yöntemi ideal yöntem değildir. Bölütleme için tasarlanan yöntemler ve bu yöntemlerin başarımları, görüntüden görüntüye ve uygulama alanına bağlı olarak olarak değişiklikler göstermektedir.

Bölütleme algoritmaları ilkesel olarak, gri seviye değerlerinin iki temel özelliğinden birine dayalı olarak tasarlanırlar. Gri seviye değerlerindeki (i) süreksizlik (discontinuity) ve (ii) benzerlik (similarity) özelliklerine bağlıdır (Kızılkaya, 2008).

Gri değerlerin süreksizliklerine bağlı olarak ani değişikliklere dayalı olarak bir görüntüyü bölütlemek, görüntüdeki kenar ve ayrıntıların belirlenmesine (edge detection) karşı düşer.

Gri değerlerindeki benzerliklere göre görüntü bölütleme bölge bölütlemesi (region segmentation) olarak adlandırılır. Bu bölütleme, eşikleme (thresholding), büyüme (growing), ve yarma - kaynaştırma (split- and -merge) işlemlerine bağlıdır (Kızılkaya, 2008; Gonzalez vd. 2002).

3. UYGULAMA

Çalışmada, Bilgisayarlı Tomografi görüntüleri kullanılarak, görüntü işleme yardımıyla iyi huylu (lezyon) tümör kesitleri otomatik olarak çıkartılarak üç boyutlu modellenmiştir.

Matlab ile geliştirilen algoritmada tümörlü bölgenin çıkartılması işlemi üç aşamadan oluşmaktadır. Bunlar;

- i) görüntülerin elenmesi,
- ii) bölütleme
- iii) morfolojik görüntü operasyonlarıdır.

Matlab ortamında ve 3D-Doctor paket programında BT kesitlerinden tümörlü kesitler tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar ile ortopedist ve radyologa ait klinik bulgu raporu karşılaştırılmıştır.

Görüntüler, Doç. Dr. Volkan Gürkan tarafından Bezmialem Vakıf Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi veri tabanından sağlanmıştır.

Beş adet hastanın (1937 doğumlu kadın hasta, 1967 doğumlu kadın hasta, 1985 doğumlu erkek hasta, 1995 doğumlu erkek hasta, 2002 doğumlu kadın hasta) BT görüntüleri kullanılmıştır. Test verilerinde kalkaneus kemiği tümörleri olan hastalar seçilmiştir. Her bir vaka 50 ile 90 arasında değişen kesitten oluşmaktadır. İki adet vaka algoritmanın geliştirilmesi sürecinde test vakası olarak kullanılmış, diğer üç vaka üzerinde algoritma test edilmiştir.

Ayakların taranmasında kullanılan parametreler ise; kesit kalınlığı 0,5mm ile 3mm arasında değişmektedir, mA 100, kV 120, piksel aralığı 512x512 piksel, 16 bit gri düzeyi sağlayan tek renkli çözünürlük seklinde secilmistir. Aksiyal görüntüler DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) formatında alındıktan sonra 3-boyutlu modelleme yazılımı 3D-Doctor (Vista, Aytasarım Ltd., Ankara) ile işlenmişlerdir.

Görüntülerin 3B değerlendirilmeleri sırasında, çalışılan doku ya da kemiklerin, diğer doku ya da kemiklerden ayrılması için, pikseller sınıflandırılır ve sınıflandırılan bölge böylece diğer bölgelerden ayırt edilmiştir.

İşlem Adımları;

*Adım: Dicom Image Read

- (Dicom Görüntüyü Oku)

*Adım: Pre-processing (Filtering)

- (Ön İşleme, Gürültüyü Kaldır)

*Adım: Segmentation

- (Bölütme)

*Adım: Manuel Editing

- (Hataları Düzeltme)

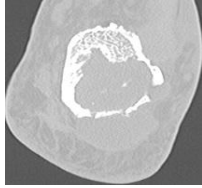
*Adım: 3D Modeling-Visualisation

- (3B Modelleme- Görselleştirme)

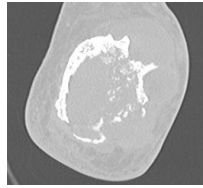
*Adım: Measurement

- (Biyometrik Ölçüm)

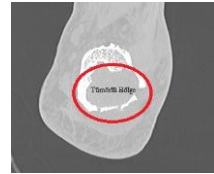
Şekil 1 ve 2’de kullanılan test verileri gösterilmiştir. Şekil 3’de kesitteki tümörlü bölge, Şekil 4’te segmentasyon sonucu verilmiştir. Şekil 5’de 3 Boyutlu tümörlü kalkaneus kemiği gösterilmiştir.



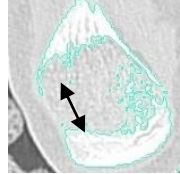
Şekil 1: 1. Test Verisi



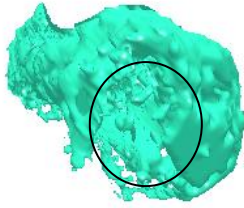
Şekil 2: 2. Test Verisi



Şekil 3: Tümörlü Bölge



Şekil 4: Segmentasyon



Şekil 5: 3 Boyutlu Tümörlü Kalkaneus Kemiği

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kullanılan kesitlerin standart bir yöntemle alınmamış olması, görüntü çekim hataları ile birlikte görüntülerdeki gürültü fazlalığından dolayı her görüntü için ek parametrelere ihtiyaç duyulmuştur. BT görüntülerinden iyi huylu kemik tespiti için en uygun yöntemin region growing yöntemi önerilmektedir. Kemik benzeri dokular ve kemik sınırları net olarak tespit edilmiştir. Kalkaneus iyi huylu kemik tümörü test veri boyutlarının hekim verileri ile karşılaştırılma sonuçları:

1. test veri: 2.3x2,1cm
2. test veri: 1.8x1.6 cm
1. test veri hekim sonucu: 23x19mm
2. test veri hekim sonucu: 1.5 cm ulaşmaktadır.

Çalışmada 3-boyutlu gerçeğe en yakın model oluşturulması, her imajın kalibrasyonu ve gürültülerinin giderilmiş olması elde edilen sonuçlarımızın hassasiyetini göstermektedir. Kemiğin yapısı dolayısı ile kemik tümörü ve tümöre benzeyen dokuların ayırt edilmesi bazı durumlarda oldukça zordur. Bu çalışmada bu zorluk aşılmıştır. Dolayısıyla sunulan çalışmanın tanı ve tedavilerde özellikle kanserli dokular için altlık oluşturabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Lodwick, G.S., 1966. Computer-aided Diagnosis in Radiology: A Research Plan. Investigative Radiology, 1-1, pp 72-80.

Lodwick, G.S., Haun, C.L., Smith, W.E., Keller, R.F., Robertson, E.D., 1963. Computer diagnosis of primary bone tumors. A prelim. Report, 80: 273-5.

Zafiroski, G., 1986. Maligni koskeni timori. Skopje: Studentski zbor-Skopje, p. 11-14.

Bumbasirevic, Z., Buzdon, P., 1981. Jedna od mogucnosti primene kompjutera u dijagnostici kostnih tumora. Medicinska Istrazivanja, 14 (Supl 1-2): 75-7.

Samardziski, M., Zafiroski, G., Janevska, V., Miladinova, D., Popeska, Z., 2004. Computer assisted diagnosis of benign bone tumours, Radiol Oncol, 38(3): 165-9.

Aisen, A.M., Martel, W., Braunstein, E.M., McMillin, K.I., Phillips, W.A., and Kling, T.F., 1986. MRI and CT evaluation of primary bone and soft-tissue tumors, American Journal of Roentgenology, 146-4: 749-756.

Espinosa, L.A., Jamadar, D.A., Jacobson, J.A., DeMaeseneer, M.O., Ebrahim, F.S., Sabb, B.J., Kretschmer, M.T., Biermann, J.S., and Kim, S.M., 2008. CT-Guided Biopsy of Bone: A Radiologist's Perspective, American Journal of Roentgenology, 190-5: 283-289.

Costelloe, C.M., and Madewell, J.E., 2013. Radiography in the Initial Diagnosis of Primary Bone Tumors. American Journal of Roentgenology, 200: 3-7.

Stacy, G.S., Mahal R.S., and Peabody T.D., 2006. Staging of Bone Tumors: A Review with Illustrative Examples, American Journal of Roentgenology, 186-4: 967-976.

Foo, L.F., Raby, N., 2005. Tumours and tumour-like lesions in the foot and ankle, Clinical Radiology, 60, 308-332.

Özer, D., Er, T., Aycan O.E., Öke, R., Coskun, M., Kabukcuoğlu, Y.S., 2014. May bone cement be used to treat benign aggressive bone tumors of the feet with confidence? The Foot, 24, 1-5.

Rice, B.M., Todd, N.W., Jensen, R., Rush, S.M., William Rogers, W., 2014. Metastatic Calcaneal Lesion Associated with Uterine Carcinosarcoma, The Journal of Foot & Ankle Surgery, 53, 364-368.

Bakotic, B., and Huvos, A.G., 2001. Tumors of the Bones of the Feet: The Clinicopathologic Features of 150 Cases, Journal of Foot & Ankle Surgery 40(5):277 -286.

Cormack, A.M., 1963. J. Applied Physics 34, 2722.

Kızılkaya, A., 2008. Elektrik-Elektronik Mühendisliği Bölümü, Ders Notu, Pamukkale Üniversitesi, Denizli.

Gonzalez, R.C., Woods, R.E., Eddins, S.L., 2002. Digital Image Processing Using MATLAB (second edition).