

Prostat Büyüklüğünün Tespiti İçin Yeni Bir Algoritma Tasarımı

Design Of A New Algorith For Estimation Of Prostate Volume

Onur Koçak¹, Serian Yazgı¹, Ahmet Sertaç Sunay²,

¹Mühendislik Fakültesi, Biyomedikal Mühendisliği Bölümü

Başkent Üniversitesi

okocak@baskent.edu.tr, serian87@hotmail.com

²Fen Bilimleri Enstitüsü, Elektrik Elektronik Mühendisliği Anabilim Dalı

Başkent Üniversitesi

assunay@yahoo.com

Özet

Bu çalışmada, prostat büyüklüğünün (hacminin) tespiti için yeni bir görüntü işleme algoritması geliştirilmiş olup, gerçek hastalar üzerinden alınan BT (bilgisayarlı tomografi) görüntüleri kullanılarak test edilmiştir. Bilgisayarlı tomografi pelvik görüntülerindeki prostat bölgeleri, bir dizi görüntü işleme metotları ardı ardına uygulanarak her bir kesit için tespit edilmiştir. Daha sonra elde edilen prostat parçaları bir araya getirilip üç boyutlu prostat görüntüsü oluşturulmuştur. Çalışmanın son kısmında, hacim hesaplama teknikleri kullanılarak her bir hasta için prostat hacim hesaplaması gerçekleştirilmiş ve hacim hesaplaması yöntemleri arasında performans karşılaştırması yapılmıştır.

Abstract

In this work, a new image processing algorithm for estimation of prostate volume was developed and tested by using CT (Computer Tomography) images taken from the real patients. Prostate areas in CT pelvic images were determined for each slice by applying consecutively some image processing methods. Then, 3D images were formed after prostate parts were gathered. In the last part of the work, the volume calculation was realized for each patient by using volume calculation techniques and the comparison between performances of volume calculation methods was done.

1.Giriş

Prostat büyümesinin iyi huylu bir tümör olarak görülmesi nedeniyle; görüntüleme teknikleriyle prostat hacim hesabı önem kazanmıştır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda çeşitli hacim hesaplama teknikleri kullanılmıştır. Bunlardan üçü prostatın çaplarının çarpımıyla elde edilir. Bu yöntemler Yayvan Elips Cisim Formülü, Yayvan Küresel Cisim Formülü ve Küresel Formül olarak adlandırılmışlardır [1]. Bu formüllerin içinde doğruluğu en yüksek olan Yayvan Elips Cisim Formülüdür [2]. TRUS (Transrektal Ultrasonografi) ile hacim hesabında prostatın çapları elle kullanıcı tarafından belirlenmelidir [3].

TRUS ile hacim hesabındaki hata payı BT ile hesaplanan hacmin hata payına göre daha yüksektir. BT görüntüleri üzerinde kesit kalınlığı ayarlanarak hata payını azaltma imkânı bulunmaktadır. BT hacim hesaplarında ortalama hacim 34 cc dir. Ayrıca ± 16 cc sapma miktarı vardır [4].

Bu çalışmada, Ankara Numune Hastanesi'nden alınan 13 hastanın pelvik görüntülerinden yararlanılmıştır. Alınan kesitler 1.5 mm ve 5 mm uzunluğundadır.

Bu görüntülerden 3 boyutlu prostat görüntüleri elde edilerek her bir hasta için üç farklı yöntemle prostat hacimleri hesaplanmış ve yöntemler arasında ortalamadan yüzde sapma değeri en düşük olan yöntem belirlenmiştir. Yayvan küresel cisim formülasyonunun, prostat hacmine en yakın tahmini verdiği gözlenmiştir.

2.Materyal ve Metod

2.1. Görüntü İşleme

Prostatın pelvik BT görüntüsünden hacmini hesaplamak için; kesit görüntüler üzerinde birbirini takip eden görüntü işleme yöntemleri uygulanmıştır. Bunlar her kesit için aynı sırada yapılan işlemlerdir. İlk olarak her görüntüden 3. boyut olan renk boyutu kaldırılarak, gri seviyeli görüntüler elde edilmiştir. Daha sonra her görüntünün yoğunluğuna göre her birine farklı parametrelerle yoğunluk dönüşümleri uygulanmıştır. Bir sonraki basamakta, görüntüler siyah-beyaz ikili hale getirilmiştir. Sonraki aşamada, sadece beyaz bölgeyi seçebilmek için görüntülerin ikili tersi alınmıştır.

Her kesitten prostatı ayırmak için parametre olarak prostatın orta piksel değerlerini alınmıştır. Ayrılan prostat bölgeleri beyazdan orijinal yoğunluk değerlerine dönüştürüldükten sonra, üst üste konarak üç boyutlu görüntü oluşumu sağlanmıştır.

Her hastanın orta kesit görüntüsü kullanılarak 3 farklı hacim hesaplama tekniği uygulanmıştır. Son aşamada her yöntemde elde edilen prostat hacimlerinin ortalaması alınarak, BT den elde edilmiş ortalama gerçek prostat hacminden sapmalar hesaplanmıştır.

Tasarlanan sistemin basamakları şu şekildedir: Görüntünün Okutulması; görüntü işleme yapmak için ilk adım görüntünün okutulmasıdır. Gri Seviyeye Çevrim; görüntülerde renk boyutunu ortadan kaldırmak için her bir görüntü gri seviyeye çevrilir. Yoğunluk Dönüşümü; görüntülerin yoğunluk değerleri birbirine çok yakın olduğundan prostatın ayrılmasını kolaylaştırabilmek için yoğunluk dönüşümleri yapılır. İkiliye Çevrim; bundan sonraki adımı gerçekleştirebilmek için görüntünün ikili (siyah beyaz) görüntü olması gereklidir. Bu durumda prostat bölgesi siyah olarak elde edilir. Görüntünün Tersinin Alınması; elde edilen ikili görüntünün tersi alınarak bir sonraki adımda işleme girecek prostat bölgesinin beyaz olması sağlanır. Prostatın Ayrılması; tüm BT pelvik görüntüsünden sadece prostatın ayrılması sağlanır. Bu durumda sadece siyah fon üzerinde beyaz prostat kalır. Prostatın Orijinal Yoğunluğuna Çevrimi; son durumdaki prostat orijinal yoğunluğu ile maskelenerek ilk haline çevrilir. Bu durumda sadece siyah fon üzerinde prostat asıl yoğunluk değerlerindedir. Üç Boyutlu Görüntü Oluşumu; tüm kesit görüntüler üst üste konarak üç boyutlu görüntü oluşumu sağlanır. Hacim Hesabı; her bir hasta için pelvik BT görüntülerinin orta kesitleri kullanılarak çeşitli hacim formülleriyle hacim hesaplamaları yapılır. Ortalamadan Yüzde Sapma Değerlerinin Hesaplanması; tüm yöntemlerin sonuçlarının gerçek prostat hacim değerlerine göre yüzde sapma değerleri hesaplanır.

Şekil 1’de yukarıda değinilen görüntü işleme yönteminin her bir basamağındaki çıktılar verilmiştir. Şekil 2’de ise BT kesitlerinin her birinden elde edilen prostat bölgelerinin üç boyuta dönüştürülmüş görüntüsü verilmiştir.

Üç boyutlu görüntülerden daha önce belirtilen hacim formülasyonları kullanılarak 13 hasta için prostat hacimleri hesaplanmış ve tablo 1’de verilmiştir. Bu tabloda birinci yöntem sütununda belirtilen değerler yayvan elips cisim formülüyle hesaplanmıştır, ikinci yöntem sütununda verilen değerler yayvan küresel hacim formülüyle hesaplanmıştır, üçüncü yöntem sütununda verilen değerler ise küresel formül kullanılarak hesaplanmıştır. Her bir formülde çaplar Spearman katsayısı ile çarpılır. Yayvan elips cisim formülü; prostatın en geniş en, boy ve uzunluğunun Spearman katsayısı ile çarpımıdır. Denklem 1’de W:en, H:boy, L:uzunluk olarak isimlendirilir.

$$Hacim = W \times H \times L \times \left(\frac{\pi}{6}\right) \quad (1)$$

Yayvan küresel cisim formülü; prostatın en geniş eninin karesinin, boy ve Spearman katsayısıyla çarpımıdır. Bu formül Denklem 2’de belirtilmektedir.

$$Hacim = W \times W \times L \times \left(\frac{\pi}{6}\right) \quad (2)$$

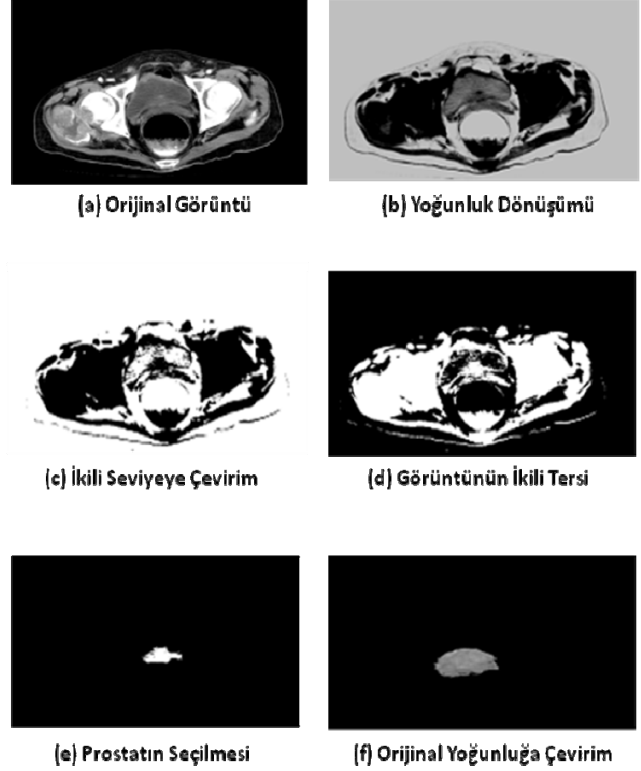
Küresel formül ise; prostatın en geniş eninin küpünün Spearman katsayısıyla çarpımıdır. Küresel formül Denklem 3’de belirtilmiştir.

$$Hacim = W \times W \times W \times \left(\frac{\pi}{6}\right) \quad (3)$$

Her üç yöntem için hesaplanan ortalama hacim değerlerinin BT hacim ortalaması olan 34 cc den sapma miktarları yüzdesel olarak denklem 4’de ki gibi hesaplanmıştır ve Tablo 2’de verilmiştir.

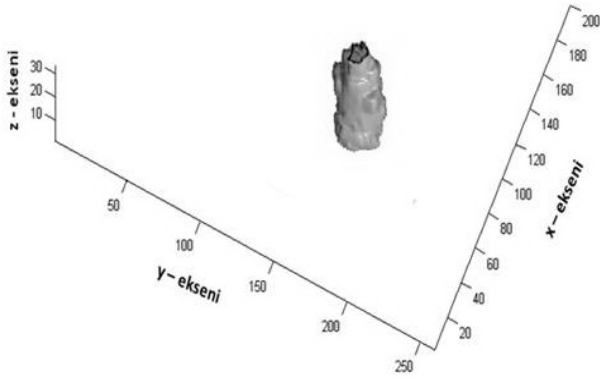
$$\%Sapma = \left(\frac{|\text{Gerçek} - \text{Ölçülen}|}{\text{Gerçek}}\right) \times 100 \quad (4)$$

3. Sonuçlar



Şekil 1: BT kesitlerden prostatın ayırt edilmesi. (a) Bilgisayar aktarılan orijinal kesit görüntüsü. (b) Yoğunluk dönüşümleri sonucunda elde edilen görüntü. (c) Yoğunluk dönüşümü yapılan kesitin ikili seviyedeki görünümü. (d) Görüntünün ikili seviyede tersi alınması ile elde edilmiş görüntü. (e) Kesitten çıkartılan prostat bölgesi. (f) Çıkarılan prostat bölgesinin orijinal görüntü ile maskelenerek elde edilen gri seviyeli prostat bölgesi

Bu çalışmada ilk olarak Şekil 1’de gösterildiği gibi BT kesitlerinden prostat bölgesi, yeni bir görüntü işleme algoritması kullanılarak çıkarılmıştır. Daha sonra bu prostat bölgeleri üç boyutlu bir hale getirilmiştir. Üç boyutlu prostat görüntüsü şekil 2’de gösterilmiştir. Daha sonra 3 farklı yöntem kullanılarak 13 hasta için prostat hesaplaması yapılmıştır. Hacim hesaplamaları tablo 1’de verilmiştir.



Şekil 2: Üç boyutlu prostat görüntüsü.

Tablo 1: Hacim Hesabı (cc)

	1.yöntem	2.yöntem	3.yöntem
Hasta1	24.881	41.054	32.515
Hasta2	28.081	32.807	23.227
Hasta3	21.297	40.434	31.781
Hasta4	23.090	23.561	14.137
Hasta5	16.342	24.513	15.002
Hasta6	13.590	24.996	15.448
Hasta7	28.118	32.253	22.642
Hasta8	31.702	32.253	22.642
Hasta9	26.879	36.228	26.954
Hasta10	24.754	24.996	15.448
Hasta11	22.902	33.929	24.429
Hasta12	17.779	22.628	13.305
Hasta13	25.171	31.247	21.918
ORTALAMA	23.430	30.838	21.496

Tablo 2: Ortalamadan Yüzde Sapma Değerleri

	1. yöntem	2. yöntem	3. yöntem
% Sapma	31.088	9.300	36.776

4. Tartışma

Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen hacim değerleri birinci yöntem için 23.430cc, birinci yöntem için 30.838cc, üçüncü yöntem için ise 21.496cc olarak gözlenmiştir. BT ile hesaplanan ortalama prostat hacmi 34 ± 16 cc olduğundan; yöntemler sonucu bulunan hacim değerleri bu aralığın içindedir. Ortalama hacimlerin yüzde sapmaları; birinci yöntem için %31.088, ikinci yöntem için %9.3 ve üçüncü yöntem için %36.776'dır. Bu sonuçlara dayanarak; ikinci yöntem olan yayvan küresel cisim formülü BT ile elde edilmiş ortalama hacme en yakın sonucu vermiştir.

Daha önceki çalışmalarda ise TRUS görüntüleriyle yapılan hesaplamalarda; birinci yöntem olan yayvan elips cisim formülünün ortalama hacme en yakın sonucu verdiği söylenmiştir.

Bu çalışmanın sonucunda BT görüntülerinde hacim hesabı için yayvan küresel cisim formülünün uygun olduğu bulunmuştur.

5. Kaynaklar

- [1] Eri L.M., Thomassen H., Brennhovd B., Haheim L.L., "Accuracy and repeatability of prostate volume measurements by transrectal ultrasound", *Prostate Cancer and Prostatic Diseases*, 5(4): 273-278, 2002.
- [2] Littrup P.J., Williams C.R., Eglin T.K., Kane R.A., "Determination of Prostate Volume with Transrectal US for Cancer Screening", *Radiology*, 179 (1): 49-53, 1991.
- [3] Stefan D., *Prostate Ultrasound Image Processing*, Spring, ACM, New York, NY, USA, 2007.
- [4] Kalkner K., Kubicek G., Nilsson J., Lundell M., Levitt S., Nilsson S., "Prostate volume determination: Differential volume measurements comparing CT and TRUS", *Radiotherapy and Oncology*, 81 (2): 179-183, 2006.