

3D Slicer Medikal Görüntü İşleme Platformunda Otomatik GBM Segmentasyonunun Değerlendirilmesi

Evaluation of the Automated GBM Segmentation on the 3D Slicer Medical Image Computing Platform

Meryem Cansu ŞAHİN¹

¹ Training and Research Center, Kütahya Health Sciences University, Kütahya, Turkey

E-mail: meryemcansusahin@gmail.com

Özet

Bu çalışmanın amacı, 3D Slicer programının GrowCut eklentisi kullanılarak oluşturulan otomatik segmentler ile manuel olarak elde edilen segmentlerin hacim analizini sunmaktır. Üç doktor, manuel segmentasyon ve GrowCut eklentisi ile 10 hastayı ayrı ayrı segmentlere ayırdı. Her iki yöntemden elde edilen segmentasyonlar ikili hacimler olarak kaydedildi ve ikisi arasındaki uyum, Dice benzerlik katsayısı (DSC) ve ortalama Hausdorff mesafesi (AHD) kullanılarak 3D Slicer programında karşılaştırıldı. Çalışmaya dahil edilen 10 hastanın manuel olarak segmentlere ayrılmış hacimleri 281.234 cc ile 1330.57 cc arasında değişmekteydi. Ayrıca GrowCut segmentasyonunda hacimler 281.387 cc ile 1332.54 cc arasında değişiyordu. Tüm hastaların segmentasyonlarında en düşük DSC %87.133, AHD değerlerinin 0.00743 ile 3.06570 mm arasında değiştiği görüldü. Çalışmamızda sadece beyin tümörleri incelendi. 3D Slicer yazılımında farklı kanser türlerinin segmentasyonuna yönelik çalışmalar planlanacaktır.

Anahtar Kelimeler: 3D Slicer, Dice Benzerlik Katsayısı, Hausdorff Mesafesi

Abstract

The aim of this study is to present the volume analysis of the segments obtained manually with the automatic segments created using the GrowCut plugin of the 3D Slicer program. Three physicians segmented 10 patients separately with manual segmentation and GrowCut plugin. The segmentations obtained from both methods were recorded as binary volumes and the agreement between the two was compared in the 3D Slicer program using dice similarity coefficient (DSC) and average hausdorff distance (AHD). Manually segmented volumes of the 10 patients included in the study ranged from 281.234 cc to 1330.57 cc. In addition, volumes ranged from 281.387 cc to 1332.54 cc in GrowCut segmentation. The lowest DSC was 87.133% in the segmentations of all patients, It was observed that the AHD values ranged between 0.00743 and 3.06570 mm. In our study, only brain tumors were examined. Studies on the segmentation of different cancer types will be planned in the 3D Slicer software.

Key Words: 3D Slicer, Dice Similarity Coefficient, Hausdorff Distance.

Received: October 8, 2021

Accepted: October 19, 2021

1. Giriş

Glioblastoma multiforme (GBM) is the most common malignant tumor of the central nervous system (CNS) in adults, corresponding to 14.9% of primary tumors and 46.6% of primary malignant tumors of the central nervous system (1). GBM için tedavi standardı, maksimum güvenli cerrahi rezeksiyon, ardından 6 hafta boyunca eşzamanlı radyasyon tedavisi (RT) ve temozolomid (TMZ), ardından 6 ay boyunca adjuvan TMZ'dir. Bu bakım standardı, genel sağkalım ve 6 aylık progresyonsuz sağkalımda marjinal bir artış gösterdiği görüldükten sonra 2005 yılında oluşturulmuştur (2). Cerrahi olarak, rezeksiyonun boyutu, genel sağkalımın en güçlü belirleyicisidir (3). GBM tedavisinde tek başına cerrahi çoğunlukla yetersiz olup infiltrate glioma hücreleri her zaman radyolojik görüntüleme görüntülenen tümör kütesinin çok ötesine uzanır (4). Cerrahi amaç, nörolojik fonksiyonu korurken mümkün olan maksimum miktarda tümör rezeke etmektir. Lacroix ve ark.'nın çalışmasında, GBM hastalarında %98'den fazla rezeksiyonun genel sağkalımı 8.8 aydan 13 aya kadar önemli ölçüde iyileştirdiği sonucuna varmıştır (5). Bununla birlikte, daha yeni çalışmalar, %70'in üzerinde rezeksiyonun, GBM hastalarında genel sağkalımı 10.5 aydan 14.4 aya kadar, ve 6 aylık

progresyonsuz sağkalımın %65.5'ten %83.3'e istatistiksel olarak anlamlı iyileşme sağladığı sonucuna varmıştır (4, 6). Çoğu araştırmacı, total rezeksiyonun Manyetik Rezonans Gröntülemde (MRG) görülen kontrast tutan kitlenin %95'inden daha büyük bir rezeksiyon olduğunu düşünmektedir (7).

GBM'de genellikle geniş nekroz, pseudo-palisading, vazojenik ödem ve infiltratif mikroskopik hastalık alanları ile bulunur. Aktif tümör bölgesinin kesin segmentasyonu ve MRG'den perifokal ödem uzantısı stereotaktik biyopsi, GBM rezeksiyonu ve RT planlaması için gereklidir. GBM'nin hacimsel tahmini, tümör ilerlemesi ve tedavi etkinliğinin incelenmesinde hayati öneme sahiptir. Ancak bu proliferatif lezyon farklılaşmamıştır ve MRG'de kontrast oluşturmaz (8). Bilgisayarlı Tomografi (BT) ve MRG dahil olmak üzere hiçbir görüntüleme yöntemi ve hatta perfüzyon MR ve MR spektroskopisi çalışmaları gibi güçlü MRG dizileri bile GBM ve perifokal ödemi ayırt etmek için istenen diagnostik verileri sunmada yetersiz kalabilmektedir. Kontrastsız T1 ağırlıklı görüntüler GBM ve ödeme karşı daha az duyarlıdır. T2 ağırlıklı sekanslarda bile GBM odağı çevredeki ödemden iyi ayrılmamıştır. Perfüzyon MR ve MR Spektroskopisi çalışmaları, tümör sınırına karşılık gelen spektral

değişikliklerin tam noktasını izlemek zor olduğundan, perifokal vazojenik ödemden GBM kapsamını tanımlamada başarısız olur (8).

GBM segmentasyonu farklı görüntüleme tekniklerinin kullanıldığı kompleks bir işlemdir. Günümüzde tümör segmentasyonu için birçok algoritma geliştirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan, Vezhnevets ve Konouchine tarafından geliştirilen GrowCut yöntemi, N boyutlu görüntülerin etkileşimli çok etiketli segmentasyonu için hücresel otomat tabanlı bir algoritmadır (9). GrowCut algoritması, tıbbi görüntü hesaplama platformu 3D Slicer için bir modül olarak ücretsiz olarak temin edilebilir (10, 11). Yakın zamanda yapılan bir çalışmada Hipofiz Adenomlarını segmentlere ayırmak için kullanılmıştır (12).

Sørensen-Dice indeksi veya basitçe Dice katsayısı olarak da bilinen Dice benzerlik katsayısı, iki veri seti arasındaki benzerliği ölçen istatistiksel bir araçtır. Bu indeks, yapay zeka ile oluşturulan görüntü segmentasyon algoritmalarının doğrulanmasında tartışmasız en yaygın kullanılan araç haline gelmiştir (13). Ortalama Hausdorff mesafesi ise iki nokta kümesi arasındaki mesafeyi hesaplamak için yaygın olarak kullanılan bir performans ölçüsüdür (14). Tıbbi görüntüleme segmentlerin konumlarını karşılaştırmak için kullanılır.

Bu çalışmanın amacı, 3D Slicer programının GrowCut eklentisi kullanılarak oluşturulan otomatik segmentler ile manuel olarak elde edilen segmentlerin hacimsel analizini sunmaktır. Çalışmamızda bu analizler için, 3D Slicer programında yer alan Dice Similarity Index ve Hausdorff Distance yöntemleri kullanılmıştır.

2. Sonuç

Çalışmaya dahil edilen 10 hastanın manual segmente edilen hacimlerinin 281.234 cc ile 1330.57 cc arasında değiştiği gözlemlendi. Bunun yanı sıra hacim değerleri GrowCut segmentasyonunda 281.387 cc ile 1332.54 cc arasında değişmekteydi. Tüm hastaların segmentasyonlarında en düşük Dice Similarity Coefficient %87.133 oldu ve bu

değer de %90'ın altında olduğu için başarısız kabul edildi. Çalışmamızda Average Hausdorff Distance değerlerinin 0.00743-3.06570 mm arasında değiştiği gözlemlendi (Tablo I).

Teşekkür

Yazar, bu araştırmanın amacına katkıda bulunan herhangi bir referansta bulunan tüm ilgili personele çok müteşekkirdir.

KAYNAKLAR

1. Ostrom QT, Gittleman H, Xu J, Kromer C, Wolinsky Y, Kruchko C, Barnholtz-Sloan JS. CBTRUS statistical report: primary brain and other central nervous system tumors diagnosed in the United States in 2009–2013. *Neuro-oncology*. 2016 Oct 15;18(suppl_5):v1-75.
2. Stupp R, Mason WP, van den Bent MJ, Weller M, Fisher B, Taphoorn MJ, Belanger K, Brandes AA, Marosi C, Bogdahn U, Curschmann J. Treatment of Cancer Brain T, Radiotherapy G, National Cancer Institute of Canada Clinical Trials G. 2005. Radiotherapy plus concomitant and adjuvant temozolomide for glioblastoma. *N. Engl. J. Med*. 2005;352:987-96. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa043330>
3. Fernandes C, Costa A, Osório L, Lago RC, Linhares P, Carvalho B, Caeiro C. Current standards of care in glioblastoma therapy. *Exon Publications*. 2017 Sep 20:197-241.
4. Lara-Velazquez M, Al-Kharboosh R, Jeanneret S, Vazquez-Ramos C, Mahato D, Tavanaiepour D, Rahmathulla G, Quinones-Hinojosa A. Advances in brain tumor surgery for glioblastoma in adults. *Brain sciences*. 2017 Dec;7(12):166.
5. Lacroix M, Abi-Said D, Fourney DR, Gokaslan ZL, Shi W, DeMonte F, Lang FF, McCutcheon IE, Hassenbusch SJ, Holland E, Hess K. A multivariate analysis of 416 patients with glioblastoma multiforme: prognosis, extent of resection, and survival. *Journal of neurosurgery*. 2001 Aug 1;95(2):190-8.

6. Chaichana KL, Jusue-Torres I, Navarro-Ramirez R, Raza SM, Pascual-Gallego M, Ibrahim A, Hernandez-Hermann M, Gomez L, Ye X, Weingart JD, Olivi A. Establishing percent resection and residual volume thresholds affecting survival and recurrence for patients with newly diagnosed intracranial glioblastoma. *Neuro-oncology*. 2014 Jan 1;16(1):113-22.
7. Fisher JP, Adamson DC. Current FDA-Approved Therapies for High-Grade Malignant Gliomas. *Biomedicines*. 2021 Mar;9(3):324.
8. Simi VR, Joseph J. Segmentation of Glioblastoma Multiforme from MR Images—A comprehensive review. *The Egyptian Journal of Radiology and Nuclear Medicine*. 2015 Dec 1;46(4):1105-10.
9. Vezhnevets V, Konouchine V. GrowCut: Interactive multi-label ND image segmentation by cellular automata. *Inproc. of Graphicon 2005 Jun 20 (Vol. 1, No. 4, pp. 150-156)*. Citeseer.
10. Egger J, Kapur T, Dukatz T, Kolodziej M, Zukić D, Freisleben B, Nimsky C. Square-cut: a segmentation algorithm on the basis of a rectangle shape. *PloS one*. 2012 Feb 21;7(2):e31064.
11. Fedorov A, Beichel R, Kalpathy-Cramer J, Finet J, Fillion-Robin JC, Pujol S, Bauer C, Jennings D, Fennessy F, Sonka M, Buatti J. 3D Slicer as an image computing platform for the Quantitative Imaging Network. *Magnetic resonance imaging*. 2012 Nov 1;30(9):1323-41.
12. Egger J, Kapur T, Nimsky C, Kikinis R. Pituitary adenoma volumetry with 3D Slicer. *PLoS One*. 2012 Dec 11;7(12):e51788.
13. Cardenas CE, McCarroll RE, Court LE, Elgohari BA, Elhalawani H, Fuller CD, Kamal MJ, Meheissen MA, Mohamed AS, Rao A, Williams B. Deep learning algorithm for auto-delineation of high-risk oropharyngeal clinical target volumes with built-in dice similarity coefficient parameter optimization function. *International Journal of Radiation Oncology* Biology* Physics*. 2018 Jun 1;101(2):468-78.
14. Aydin OU, Taha AA, Hilbert A, Khalil AA, Galinovic I, Fiebach JB, Frey D, Madai VI. On the usage of average Hausdorff distance for segmentation performance assessment: hidden error when used for ranking. *European Radiology Experimental*. 2021 Dec;5(1):1-7.

Tablo I: DSC Ve AHD Değerleri

Hasta No	Tumör+Ödem Hacmi(cc)		Dice Benzerlik Katsayısı	Ortalama Hausdorf Mesafesi (mm)
	<i>Manuel Seg.</i>	<i>GrowCut Seg.</i>		
1	281.234	281.387	0.999117	0.00743
2	315.895	409.048	0.87133	3.06570
3	537.577	553.235	0.907635	2.68681
4	567.338	646.268	0.933633	1.94388
5	373.416	436.875	0.921248	2.01421
6	320.141	377.96	0.914266	1.96663
7	300.563	300.843	0.998879	0.011289
8	356.796	416.537	0.922664	2.19871
9	367.135	368.884	0.993094	0.0996388
10	1330.57	1332.54	0.9989	0.01537