

Beyin MR Görüntülerinden Tümör Tespiti İncelemesi

Review : Tumor Detection Using Brain MR Image

Yrd. Doç. Umut Arıöz¹, Sadiye Güçer²

¹Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye
umut.arioz@gazi.edu.tr

²Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye
gucer.sadiye@gmail.com

Özetçe—Beyin tümörleri insanların en önemli ölüm nedenleri arasındadır. Beyin tümörlerinin MR görüntüleri üzerinden tespiti radyoloji uzmanları ve doktorlar tarafından yapılan oldukça zaman alan ve zahmetli bir iştir. Tümör tespiti ve teşhis ve tedavi planlanması için doktorlara yardımcı olmak amacıyla otomatik sistemlerin geliştirilmesi için çalışmalar yapılmıştır. Farklı yöntemler kullanılan 11 çalışma incelenmiş ve bazı kriterlere göre bir karşılaştırma tablosu oluşturulmuştur. Genetik algoritma ve destek vektör makinalarının kullanıldığı çalışmaların en başarılı olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler — Beyin MR görüntüleri; beyin tümör; segmentasyon.

Abstract—Brain tumors are among the causes of death of people. Brain tumor detection using MR image is performed by radiologists and doctors and is quite time-consuming and laborious. In order to help doctors to tumor detection and diagnosis and treatment planning studies have been made to develop automated systems. 11 studies using different methods are examined and a comparison table has been created, according to some criteria. The studies using a genetic algorithm and support vector machine was found to be most successful.

Keywords—Brain MRI; brain tumor; segmentation.

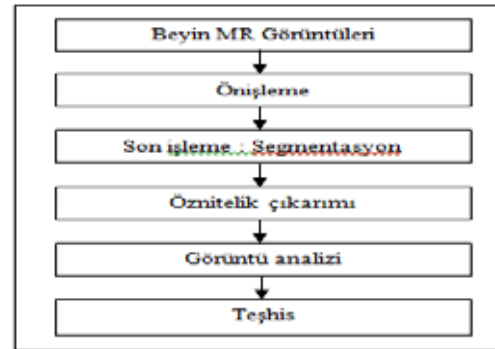
I. GİRİŞ

Bu çalışmanın amacı beyin MR görüntüleri üzerinden tümör tespiti için yapılan bazı çalışmaların incelenmesi ile bu probleme bir bakış açısı sağlamaktır. Bu amaçla bu problem ile ilgili yapılan bazı çalışmalar incelenmiş ve bu çalışmalarda kullanılan işlem basamakları, farklı işlem basamaklarında kullanılan farklı yöntemler ve bu yöntemlerdeki avantaj ve dezavantajlar ile ilgili bilgi sunulmuştur.

İnsan vücudu çok çeşitli hücrelerden oluşmaktadır. Bu hücreler belli fonksiyonlara sahiptir ve gerektiğinde belli bir düzende bölünürler. Hücrelerin kendi büyümelerindeki kontrolü kaybedip çok sık ve düzensiz bölünmeleri ile tümör adı verilen dokular oluşmaktadır[1]. Tümörler vücudun çeşitli yerlerinde olabilir ve iyi huylu ve kötü huylu olmak üzere ikiye ayrılır.

Beyin tümörleri günümüzde insanların ölüm sebeplerinde önemli oranda görülmektedir. Bu sebep bu alanda radyoloji uzmanları ve doktorlara tümör teşhisi ve tedavinin planlanması açısından yardımcı olması amacıyla otomatik ve yarı otomatik olmak üzere bilgisayar destekli teşhis sistemi çalışmaları yapılmaktadır. Yapılan bu çalışmalarda bilgisayarlı tomografi, manyetik rezonans, EEG gibi çeşitli görüntüleme teknikleri kullanılmaktadır. MR görüntüleri sağladıkları yüksek uzaysal çözünürlük, invazif olmaması ve yumuşak dokulardaki kontrastı sebebiyle beyin tümörü tespiti için en yaygın kullanılan görüntüleme tekniğidir [2].

MR görüntülerinden tümör teşhisinde çeşitli görüntü iyileştirme, bölütleme ve örüntü tanıma teknikleri kullanılmaktadır. Bu problem için yapılan çalışmalarda temelde izlenen adımlar aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 1. Beyin tümör tespiti adımları



Medikal Görüntüleme

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

Tümör teşhisi için yapılan çalışmalarda adımlarla ilgili bilgi verilmesi ve kullanılan yöntemlerin karşılaştırılması sonraki bölümlerde açıklanacaktır.

II. ÖNİŞLEME

Beyin MR görüntülerinden kafatası gibi kısımların ve arka plan görüntülerinin çıkarılması gürültünün temizlenmesi gibi içeren, beyin segmentasyonu ve tümör tespitinde temel aşamalardan biri önışleme aşamasıdır. Gürültünün kaldırılması için Kazdal ve arkadaşları [3] tarafından medyan filtre, Alan ve arkadaşları tarafından [4] wienar filtresi önerilmiştir. Gürültünün kaldırılması için yöntemlerin çokluğuna rağmen MR görüntüleri üzerinden gürültünün doğru bir şekilde kaldırılması önemli bir sorundur. Gürültünün kaldırılması için standart ve geliştirilmiş birçok filtre kullanılmaktadır. Bu filtre metotları maliyet, gürültü kaldırma kalitesi ve sınırların korunması açısından neredeyse aynıdır. Bu yöntemler gürültüyü azaltırken görüntünün kalitesini düşürebilmektedir [2]. Görüntü iyileştirme temelde istenmeyen arka plan görüntülerinin kaldırılması, gürültü azaltma, kenar keskinleştirme ve filtreleme gibi yoğunluk ve kontrast değerleri üzerinde yapılan işlemlerdir. MR üzerinde yapılan görüntü iyileştirmede film üzerindeki hasta ile ilgili bilgileri içeren etiket ve gürültülerin kaldırılması işlemi yapılır. Etiketlerin ve yüksek frekans bileşenlerinin kaldırılması için Viji ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada [1] alçak geçirgen filtre, medyan filtresi, Gabor filtresi, Gaussian filtre, Perwitt kenar bulma filtresi ve normalizasyon kullanılmıştır.

III. SEGMENTASYON VE TÜMÖR TESPİTİ

Beyin tümörü tespitinde ana aşamalardan biri beyin MR görüntülerinin segmentasyonudur. Segementasyon işlemi için literatürde, eşikleme tabanlı teknikler, bölge büyütme teknikleri, kümeleme tabanlı teknikler, genetik algoritma, SVM, Yapay Sinir Ağları gibi çeşitli teknikler kullanılmıştır.

Eşiklemeye dayalı tekniklerde görüntülerin farklı gri seviye aralıklarında olması kullanılarak belli eşik değerlere göre segmentasyonu yapılır. Eşiklemeye dayalı yöntemlere Otsu metodu, Bernsen metodu, Sauvola metodu, Niblack ve Kapur metodu örnek olarak verilebilir [2]. Bu yöntemlerden en çok kullanılanlar Otsu ve Kapur'dur [5].

Kümeleme tabanlı tekniklere KNN, K-Means ve Fuzzy C-Means gibi yöntemler örnek olarak verilebilir. Kümeleme tabanlı yöntemlerde belli özniteliklere göre görüntünün belli gruplara kümelmesi işlemi gerçekleştirilir. Arı A. [6] ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada Otsu metodu ile KNN birlikte kullanılarak tümör tespitinde %86.39 doğruluk oranı elde etmişlerdir.

Bölge büyütme yöntemlerinde bir bölge tek bir piksel ile başlar. Komşu pikseller arasında özyinelemeli olarak incelenir ve eğer bölgeye uygun bir piksel ise bölgeye

eklenir. Bir piksel bölgeden çok farklı bir özelliğe sahip ise yeni piksel yeni bir bölgenin başlangıcı olarak alınır [7]. Zabir I. ve arkadaşları [8] tarafından bölge büyütme yaklaşımı ve DRLSE kullanılarak tümör tespiti yapılmış ve bu iki yöntem karşılaştırılmıştır.

Bir sınıflandırma ve örüntü tanıma problemi olan SVM de beyin tümörü tespitinde kullanılan yaklaşımlardan biridir. Mikulka ve arkadaşları [9] tümörün tespiti için yapılan segmentasyon işlemini SVM kullanarak gerçekleştirmişlerdir. Yapılan bu çalışmada segmentasyon eğitim ve test olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Eğitim sırasında ilgili alan içerisindeki ve dışındaki pixeller elle işaretlenmiştir. T1, T2 ve DWI görüntülerindeki işaretlenen noktalarındaki yoğunlukların dizisi eğitim modelini oluşturmaktadır ve daha sonra test görüntüleri üzerinde modelin testi gerçekleştirilir. Eğitim kümesinden seçilen öznitelik vektörleri kullanılarak eğitim yapılan ve Proximal Support Vector Machine (PSVM) olarak adlandırılan bir yaklaşım Vaishnav ve arkadaşları [10] tarafından önerilmiş ve hesaplama açısından SVM'ye göre daha hızlı ve etkili olduğu bildirilmiştir.

Yapay sinir ağları insan beyninin yaptığı zeki işlemleri örnek olarak problemlere çözüm getirmeye çalışan bir tekniktir. Verilen bir eğitim verisinin ağırlık matrisi oluşumu ve değişimleriyle bir çıktı oluşturmasına dayanan bir yapay zeka tekniğidir. Beyin tümör segmentasyonu gibi doğrusal olmayan, çok değişkenli ve karmaşık işlemleri gerçekleştirmede başarılıdır. Demirhan ve arkadaşları [11] Durağan Dalgacık Dönüşümü yaparak elde ettikleri istatistiksel özellikleri, uyarlanabilir sinirsel bulanık çıkarım sistemi (ANFIS) olarak adlandırılan özel bir ilere beslemeleri yapay sinir ağına girdi olarak verilip tümör segmentasyonu işlemi yapmışlardır.

Genetik algoritmalar biyolojik canlıların genetik süreçlerinden esinlenilerek problem çözmede kullanılan optimizasyon yöntemleridir. Başlangıçta verilen bir popülasyondan daha iyi çözümler elde etmek amacıyla çaprazlama ve mutasyon işlemleri yapılır. Yeh ve arkadaşları [12] tarafından yapılan çalışmada, bulanık öğrenme vektör niceleme ağı ile bir hiyerarşik genetik algoritmanın birlikte kullanılmasını içeren bir optimizasyon tekniği tümör tespiti için önerilmiş ve %98.1 duyarlılık ve %95.3 seçicilik değerlerinde başarımlar elde edilmiştir.

Başarı kriterlerinde doğruluk, seçicilik ve duyarlılık kriterlerinin incelendiği görülmüştür. Bu kriterleri açıklamak gerekirse doğruluk tüm örnekler içinden tümörün doğru tespit edildiği örnek oranını vermektedir. Duyarlılık denklem(1) ve seçicilik ise denklem (2) gösterildiği gibi hesaplanmaktadır.

$$\text{Duyarlılık} = \frac{N_{tp}}{N_{tp} + N_{fn}} \quad (1)$$

$$\text{Seçicilik} = \frac{N_{tn}}{N_{fp} + N_{tn}} \quad (2)$$



Medikal Görüntüleme

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

Yazarlar	Veri seti	Problem	Ön işleme	Öznitelik Çıkarımı	Segmentasyon	Başarı Kriteri	Başarı Oranı
Mikulka ve arkadaşları [9]	Veri seti hakkında bilgi verilmemiş	Asıl tümör, ödem ve nekrosis kısımlarının tespiti	Gaussian Blur Filtre	—	SVM	Doğruluk, Duyarlılık Seçicilik	%99.82±0.13, %0.83±0.187, %100,
Viji ve arkadaşları [1]	Brain Web Database at the McConnell Brain Imaging center of the Montreal Neurological Institute (MNI), McGill University	Tümörün 3 boyutlu tespiti ve hacminin hesaplanması	Alçak geçiren filter, Medyan filtre, Gabor filtresi, Gaussian filtresi, Perwitt kenar bulma filtresi, Normalizasyon	—	Watershed segmentasyon	—	—
Vaishnav ve arkadaşları [10]	Internet Brain Segmentation Repository (IBSR) ve Nuclear Medicine Service of the "Virgen de las Nieves" Hospital, Granada, Spain (VNH)	Tümörlü bölge tespiti	Histogram eşitleme	Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) ve Principal Component Analysis(PCA)	SOM kümeleme, SVM, PSVM	Doğruluk	%89 %82, %92
Öziç ve arkadaşları [5]	Harvard Medical School ait veri seti	Tümörlü bölge tespiti	—	—	Otsu ve Parçacık Süzü Optimizasyonu (PSO)	—	—
Kurat ve arkadaşları [13]	Kendi oluşturdukları veri seti	Tümörün kapladığı alanın hesaplanması	—	—	Melez Bölgesel Temelli Kenar Hesaplama Algoritması	Tümörün kapladığı alanın doğru hesaplanması	%70
Demirhan ve arkadaşları [11]	Ankara 29 Mayıs Hastanesi Radyoloji Bölümü'nden elde edilen 20 hastaya ait MR görüntüleri	Asıl tümör, ödem ve sağlıklı doku kısımlarının tespiti	Eşyönsüz Yayınım Filtresi	Durağan Dalgacık Dönüşümü (DDD)	Uyarlanabilir sinirsel bulanık çıkarım sistemi (ANFIS)	Doğruluk	%78
Arı ve arkadaşları [6]	REMBRANDT veri seti	Tümörlü bölge tespiti	Histogram eşitleme, Medyan filtre	Sobel Kenar Bulma	Otsu ve KNN	Duyarlılık Seçicilik Doğruluk	%91.88 %76.57 %86.39
Kazdal ve arkadaşları [3]	REMBRANDT veri seti	Tümörlü bölge tespiti	Histogram eşitleme, Medyan filtre	—	Bağlantılı Bileşen Etiketleme (BBE) Kural Tabanlı Tespit	Duyarlılık Seçicilik Doğruluk	%68.57 %94.44 84.26
Alan ve arkadaşları [4]	Prastawa ve arkadaşlarının yapay MR görüntü veri seti	Tümörlü bölge tespiti	Weiner Filtresi	Fuzzy C Means (FCM)	Kural Tabanlı Tespit	—	—
Zabir ve arkadaşları [8]	BRATS 2012	Tümörlü bölge tespiti	Gauss Filtresi	—	Bölge Büyütme ve Distance Regularized Level Set Evolution	Doğruluk	%95
Yeh ve arkadaşları [12]	Central Taiwan Hospital da kendi çektikleri görüntüler	Tümörlü bölge tespiti	—	—	hierarchical genetic algorithm with a fuzzy learning vector quantization network(HGALVQ)	Duyarlılık Seçicilik	%98.1 %95.3

Tablo 1. Literatürdeki MR görüntülerinden beyin tümörü tespiti çalışmalarına yönelik karşılaştırma tablosu



Medikal Görüntüleme

2. Gün / 28 Ekim 2016, Cuma

Yukarıdaki tabloda literatürde bazı önerilen yöntemler ve bunlardan elde edilen başarılar listelenmiştir

bağımsız olarak aynı başarıyı sağlayıp sağlayamadıkları gözlemlenebilir.

IV. SONUÇ VE TARTIŞMA

Literatürde beyin tümör tespiti çalışmalarında kullanılan farklı yöntemleri karşılaştırmak için incelemeler yapılmıştır. Bu çalışmada kullanılan yöntemleri karşılaştırmak ve daha kolay anlaşılabilmesi için bir karşılaştırma tablosu oluşturulmuştur. 11 farklı yöntem içeren çalışma seçilmiş ve bu çalışmaların karşılaştırılması için bazı kriterler belirlenmiştir. Bu kriterlere göre bir karşılaştırma tablosunda özetlenmiştir.

İlk kriter kullanılan verisetidir. Veri seti tümör tespiti açısından en önemli kriterlerden biridir. İncelenen çalışmalarda kullanılan veri setleri genellikle kendi oluşturdukları ya da bir hastaneden alınan veri setleridir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde literatürde tümör tespiti için tümörün tespiti, üç boyutlu görüntüsü ve hacminin tespiti, tümörün kendi içerisindeki parçalarının tespiti açısından ele alınan çalışmalar olduğu görülmüştür. Yapılan çalışmaların problemi hangi açıdan ele aldığını karşılaştırmak için problem kriteri kullanılmıştır. Önleme adımı tümör tespiti için önemli bir aşamadır ve bu aşamada çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunları karşılaştırmak açısından önlemedeki kullanılan yöntemler bir kriter olarak seçilmiştir. Ön işleme adımında gürültü kaldırmak için çeşitli filtreleme yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemlerde gürültü azaltılırken görüntü kalitesi düşebilmektedir. Sınıflandırma yöntemi kullanan tümör tespit yöntemlerinde öznelik çıkarımı sınıflandırma başarımı açısından önemli olduğu için öznelik çıkarımı da bir kriter olarak kullanılmıştır. Öznelik çıkarma için farklı dönüşümler ve kenar bulma filtresi gibi metotların kullanıldığı görülmüştür. Segmentasyon yapılarak beyin tümörünün tespit edilmesinde çeşitli sınıflandırma teknikleri, görüntü işleme tekniklerinin kullanıldığı görülmüştür. Tüm bu açılardan bakıldığında SVM ile yapılan çalışmada yaklaşık %99 gibi bir başarı oranı elde edilmiştir. Bu başarı oranı oldukça yüksek bir orandır fakat kullanılan veriseti hakkında bilgi verilmemiştir. Bununla birlikte genetik algoritma ve bulanık öğrenme vektörü nicelemesinin birleştirilerek kullanıldığı yöntemde elde edilen %98 duyarlılık ve %95 seçicilik ile oldukça başarılı bir çalışma yapmışlardır. Bu yöntemler farklı veri setleri üzerinde denenerek veri setinden

KAYNAKÇA

- [1] Viji, K. S. and Jayakumari, J., "Automatic Detection Of Brain Tumor Based On Magnetic Resonance Image Using CAD System With Watershed Segmentation", International Conference on Signal Processing, Communication, Computing and Networking Technologies (ICSCCN), 145-150, 2011.
- [2] Roy, S. And Nag, S. , Maitra I. K. And Bandyopadhyay S. K., "A Review on Automated Brain Tumor Detection and Segmentation from MRI of Brain", International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Engineering (IJASRCSSSE), Vol. 3, Issue 6, 1706-1746, 2013.
- [3] Kazdal, S., Dogan, B. and Camurcu, A. Y., "Computer-Aided Detection Of Brain Tumors Using Image Processing Techniques", Signal Processing And Comm. Applications Conference (SIU), 863-866, 2015.
- [4] Alan A. and Becerikli Y., "Bulanık Kural Tabanlı Sistemi İle Tümör Tespiti", International Advanced Technologies Symposium (IATS), 2011.
- [5] Öziç M. Ü., Özbay Y. and Baykan Ö. K., "Beyin MR Görüntüsünde Otsu-PSO Yöntemi İle Tümör Tespiti", "Signal Processing And Communications Applications Conference", 1999-2002, 2014.
- [6] Arı A., Alpaslan N and Hanbay D., "Beyin MR Görüntülerinden Bilgisayar Destekli Tümör Teşhisi Sistemi", Medical Technologies National Conference (TIPTEKNO), 1-4, 2015.
- [7] Shapiro, L.G. and Stockma, G.C., Computer Vision, Pp 279-325, 2001.
- [8] Zabir, I., Paul S., Rayhan, M. A., Sarker, T., Fattah, S. A. and Shahnaz C., "Automatic brain tumor detection and segmentation from multi-modal MRI images based on region growing and level set evolution", International WIE Conference On Electrical And Computer Engineering (WIECON-ECE), 503-506, 2015.
- [9] Mikulka, J., Burget, R., Ríha, K. and Gescheidtová E., "Segmentation Of Brain Tumor Parts In Magnetic Resonance Images", Telecommunications and Signal Processing (TSP), 565-568, 2013.
- [10] Vaishnav, K. B. and Amshakala, K., "An Automated MRI Brain Image Segmentation And Tumor Detection Using SOM-Clustering And Proximal Support Vector Machine Classifier", Engineering and Technology (ICETECH), 1-6, 2015.
- [11] Demirhan, A. and Güler İ., "Sinirsel Bulanık Çıkarım Sistemi Kullanarak Beyindeki Tümör, Ödem Ve Sağlıklı Dokuların Otomatik Olarak Bölütlenmesi", "Signal Processing And Communications Applications Conference (SIU), 120-123, 2014.
- [12] Yeh, J. and Fu, J.C., "A hierarchical genetic algorithm for segmentation of multi-spectral human-brain MRI", Expert Systems with Applications, 34(2), 1285-1295, 2008.
- [13] Kurat, N. and Özkaya N., "Beyin Tümörünün MR Görüntülerden Otomatik Olarak Ayırılması Signal Processing and Communications Applications Conference, 1532-1535, 2014.