



Bitirme Projesi

Dönem Proje Raporu

181180024 Gökay Dindar

181180754 Abdullah Oğuzhan Turgut

181180061 Mert Sağır

MRI Görüntüleri Üzerinden Beyin Tümörü Segmentasyonu

BM 496 BİLGİSAYAR PROJESİ II

Kelime Sayısı: 2426

Haziran 2023

İNTİHAL BEYANI

Bu çalışmadaki tüm bilgilerin akademik kurallara ve etik davranışa uygun olarak alındığını ve sunulduğunu ve bu belgede alıntı yaptığımı belirttiğim yerler dışında sunduğum çalışmanın kendi çalışmam olduğunu, Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesinde belirtilen bilimsel araştırma ve yayın etiği ilkelerine uygun olduğunu beyan ederim.

Numara : 181180754, 181180061, 181180024

Ad Soyad : Abdullah Oğuzhan Turgut, Mert Sağır, Gökay Dindar

Tarih : 02/06/2023

İmza :

İÇİNDEKİLER

ÖZET	3
1. PROJEYE GENEL BAKIŞ	3
2. LİTERATÜR TARAMASI	4
3. PROJE ORGANİZASYONU	5
3.1. Projede Kullanılan Yazılım Süreç Modeli	5
3.2. Roller ve Sorumluluklar	5
3.3. Projede Kullanılan Araçlar ve Teknikler	5
4. YAPILAN ÇALIŞMALAR	6
4.1. Proje Tasarımında Alınan Kararlar	6
4.2. Tasarlanan ve Yazılan Script'ler	7
4.3. Arayüz.....	7
4.4. Dokümantasyon	8
5. TARTIŞMA VE YORUM	9
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	10
7. PROJEDE YARARLANILAN KAYNAKLAR	11

ÖZET

MRI görüntüleri üzerinden beyin tümörü segmentasyonu projesi MRI görüntüleri üzerinden beyin tümörlerinin doğru bir şekilde belirlenmesini ve sınıflandırılmasını amaçlamaktadır. Tabii ki bu proje sayesinde bu segmentasyon işleminin yapılmasında insan gücünün ortadan kalkması ve daha hızlı ve daha doğru bir sonuç çıkması sayesinde beyin tümörü gibi oldukça ciddi bir sağlık probleminin belki de erken teşhis edilmesiyle insan hayatının kurtarılmasına yardımcı olacak bir proje olması esastır. Proje geliştirilirken ilk olarak uygun bir yazılım süreç modeli seçilmiştir ve projede kullanılacak olan roller ve sorumluluklar belirlenmiştir. Ayrıca projede kullanılacak araçlar ve teknikler de belirlenmiştir. Sonrasında, projenin tasarım aşaması için gerekli kararlar alınmış ve beyin tümörü segmentasyonu için gerekli olan algoritma ve yöntemler belirlenmiştir. Bu aşamada, görüntülerin işlenmesi ve tümör bölgelerinin doğru bir şekilde tanımlanması için kullanılacak olan scriptler ve arayüzler tasarlanmıştır. Tasarıma uygun olarak scriptler yazılmış ve bu scriptlerin gereksinimleri karşılayıp karşılamadığı test edilmiştir. Sonuç olarak, tümör segmentasyonu için gerekli olan algoritmalar geliştirilmiş ve uygulanmıştır.

Proje süreci boyunca her aşamada uygun dokümantasyon da gerçekleştirilmiştir. Bu sayede, projenin geliştirilme süreci izlenebilir hale gelmiştir ve gelecekteki çalışmalar için referans oluşturmuştur. Bu geliştirilme aşamasında Gazi Üniversitesi tez yazım kılavuzu esas alınmıştır.

Projenin sonunda, beyin tümörü segmentasyonu için kullanılan algoritmaların etkinliği ve doğruluğu değerlendirilmiştir. Ayrıca, projenin geliştirilme aşamalarında nelere dikkat edilmesi gerektiği ve MRI görüntüleri üzerinde tümör tespiti yaparken gereksinimlerin doğru bir şekilde belirlenmesinin önemi anlaşılmıştır.

1. PROJEYE GENEL BAKIŞ

MRI görüntüleri üzerinden beyin tümörü segmentasyonu projesi, doğru bir şekilde beyin tümörlerinin belirlenmesini ve sınıflandırılmasını hedeflemektedir. Bu proje kapsamında, öncelikle MRI görüntülerinin işlenmesi ve tümör bölgelerinin doğru bir şekilde tanımlanması için gerekli algoritma ve yöntemlerin geliştirilmesi planlanmaktadır. Projede kullanılacak olan yazılım süreç modeli belirlenmiş ve projede yer alacak olan roller ve sorumluluklar atanmıştır. Ayrıca, projede kullanılacak olan araçlar ve teknikler de belirlenmiştir. Beyin tümörü segmentasyonu için gerekli olan algoritmalar tasarlanacak ve bu algoritmaların implementasyonu gerçekleştirilecektir. MRI görüntülerinin analizi ve tümör bölgelerinin segmentasyonu için uygun scriptler yazılacak ve geliştirilen algoritmaların gereksinimleri

karşılayıp karşılamadığı test edilecektir. Projede oluşturulan algoritma ve yöntemlerin etkinliği ve doğruluğu değerlendirilecek ve gerekli iyileştirmeler yapılacaktır. Ayrıca, tümör segmentasyonu için geliştirilen çözümler görselleştirilecek ve elde edilen sonuçların kolayca anlaşılması sağlanacaktır. Proje süreci boyunca her aşamada bölüm tarafından istenilen uygun dokümantasyonlar gerçekleştirilecektir. Bu sayede, projenin geliştirme süreci izlenebilir hale gelecek ve gelecekteki çalışmalara referans oluşturacaktır.

Sonuç olarak, beyin tümörü segmentasyonu projemizin amacı, MRI görüntüleri üzerinden doğru ve etkili bir şekilde tümörleri belirlemek ve sınıflandırmaktır. Bu projede kullanılacak olan algoritma ve yöntemlerin geliştirilmesi ile, beyin tümörlerinin daha iyi anlaşılması ve tedavi süreçlerine katkı sağlanması hedeflenmektedir. Zira insan sağlığı açısından oldukça önemli bir konudur.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Projemizin geliştirilme aşamasında ilk olarak, beyin tümörü segmentasyonu konusunda yapılan çalışmaları ve literatürdeki kaynakları araştırdık. Beyin tümörü segmentasyonu için kullanılan farklı algoritmaları ve yöntemleri inceledik. İnternet üzerinde yayınlanan bilimsel makalelere, konuyla ilgili konferanslara ve dergilere erişim sağladık. Daha önce yayımlanan benzer çalışmalara ne gibi inovasyonlar getirebileceğimizi tartıştık.

Literatür taraması sırasında, beyin tümörü segmentasyonunda kullanılan yöntemlerin yanı sıra, MRI görüntülerinin işlenmesi, görüntü kayıplarının önlenmesi ve gürültü azaltma teknikleri gibi konuları da araştırdık. Ayrıca, derin öğrenme tekniklerinin beyin tümörü segmentasyonunda nasıl kullanılabileceği üzerine çalışmalara da dikkat ettik.

Projemizin tasarım aşamasına gelindiğinde, literatürde bulunan çalışmalardan elde edilen bilgileri kullanarak projemizin yapısını ve bileşenlerini belirledik. Algoritmaların uygulanması için gerekli olan yazılım araçları, dil ve kütüphaneleri araştırdık. Geliştirme ve kodlama sürecinde ise, projemizde karşılaştığımız zorluklarla ilgili çözümleri araştırdık. Beyin tümörü segmentasyonu için kullanılan algoritmalara yönelik açık kaynaklı kaynak kodları inceledik ve bu kodları projemize uyarladık. Bu işlemlerde hem ekibimizin tamamının hakim olduğu hem de literatürdeki diğer kaynakların kullandığı ortak paydalarda buluşmaya özen gösterdik. Sonuç olarak, beyin tümörü segmentasyonu projesinde literatür taraması yaparak algoritma seçiminde, işlem adımlarında ve tasarımda önemli bilgiler edindik. Bu çalışmalar bize projemizin geliştirilmesi ve optimize edilmesi için rehberlik etti ve ilgili alanda daha önce yapılan çalışmalardan faydalanmamızı sağladı.

3. PROJE ORGANİZASYONU

3.1. Projede Kullanılan Yazılım Süreç Modeli

MRI görüntüleri Üzerinden Beyin Tümörü Segmentasyonu projesi için kullanılan yazılım süreç modeli, çevik yazılım geliştirme prensiplerine dayanan Scrum süreç modelidir. Scrum, projenin esnekliğini ve hızını artırmak için sürekli geri bildirim almayı, düzenli aralıklarla yapılacak iterasyonlar ile projenin parçalara bölünmesini ve bu sprintlerin sonunda değerli ürün öğeleri sunmayı hedefler. Scrum süreç modeli, proje yönetimini kolaylaştırır, ekip üyeleri arasında işbirliğini artırır ve hızlı ve değerli sonuçlar üretmeyi sağlar. Bu nedenlerle, beyin tümörü segmentasyonu projesinde Scrum süreç modeli tercih edilmiştir.

3.2. Roller ve Sorumluluklar

Proje gereksinimlerinin belirlenmesi, tasarımının yapılması, projeyi gerçekleştirme aşaması, projenin test edilmesi, işlem ve bakım aşaması, proje dokümantasyonunun yerine getirilmesinde üç grup üyesi de aktif rol oynamıştır.

3.3. Projede Kullanılan Araçlar ve Teknikler

Projede Python yazılım geliştirme dili kullanılmıştır. Bu dilin kullanılmasındaki ana sebepler hem literatürdeki diğer örneklerin neredeyse hepsinin bu dili kullanması, hem de üç grup üyesinin de bu dile hakim olmasıdır. Bunun yanı sıra Python dilinin sahip olduğu kütüphaneler scriptlerin yazılmasını önemli ölçüde kolaylaştırmıştır. Elbette ki bu kütüphaneler sadece hazır kod olarak kullanılmamış, içeriğine de hakim olunacak şekilde araştırılıp öğrenilmiştir. Bunun yanında üç kişilik bir ekip olmanın ve projenin büyük bir kısmının uzaktan eğitim döneminde yapılmasından kaynaklı olarak Google Collabs kullanılmıştır. Birden fazla geliştiricinin aynı projede eşzamanlı olarak çalışmasına olanak tanır ve projenin merkezi bir konumda depolanarak güncellemelerin senkronize edilmesini sağlar. Ayrıca, hata durumlarında önceki sürümlere dönme özelliği sayesinde, projenin geçmişine geri dönerek hataları gidermek ve istikrarlı bir geliştirme süreci sağlamak mümkün olmuştur. Bu sayede projeye yapılan değişiklikler ve bunların kimin tarafından yapıldığı gibi şeyler ve iş bölümü gibi kısımların kontrol altına daha rahat alınması sağlanmıştır. Ayrıca Jupyter Notebook da yazılım geliştirme sürecinin özellikle son kısımlarında önemli bir role sahip olmuştur. Bunun dışında arayüz tasarımındaki neredeyse bütün işlemler Tkinter ve Pyqt yardımıyla hazırlanmıştır.

4. YAPILAN ÇALIŞMALAR

4.1. Proje Tasarımında Alınan Kararlar

Projemizin tasarımı, beyin tümörü segmentasyonu üzerine odaklanan bir görüntü işleme projesidir. Aşağıda proje tasarımında alınan kararlar yer almaktadır:

- Veri Seti ve Görüntü İşleme Algoritmaları:

Proje için uygun bir beyin tümörü veri seti belirlenecektir. Bu veri seti, beyin MRI görüntülerini içerecektir.

Görüntü işleme algoritmaları kullanılarak, beyin tümörlerinin segmentasyonu gerçekleştirilecektir. Bu algoritmalar, tümör bölgelerini tespit etmek ve ayrıntılı bir şekilde tanımlamak için kullanılacaktır.

- Ön İşleme ve Veri Düzenleme:

Beyin MRI görüntülerindeki gürültüyü azaltmak ve kontrastı artırmak için ön işleme teknikleri uygulanacaktır.

Veri düzenleme işlemleri ile görüntülerin boyutu, formatı ve kontrastı uygun hale getirilecektir. Bu adım, görüntülerin daha iyi işlenebilmesi ve doğru segmentasyon sonuçları elde edebilmek için önemlidir.

- Tümör Segmentasyonu ve Sınıflandırma:

Görüntü işleme algoritmaları kullanılarak beyin tümörlerinin otomatik olarak segmente edilmesi sağlanacaktır.

Tümörlerin farklı bölgelerinin tanımlanması ve sınıflandırılması için makine öğrenimi yöntemleri kullanılacaktır. Bu adım, tümörlerin büyüklüğü, tipi ve malignite derecesi gibi özelliklerin belirlenmesine yardımcı olacaktır.

- Sonuç Analizi ve Görselleştirme:

Segmentasyon sonuçları analiz edilecek ve doğruluk ölçütleri kullanılarak değerlendirilecektir. Bu adım, algoritmanın performansını değerlendirmek ve iyileştirmeler yapmak için önemlidir.

- Kullanıcı Arayüzü ve Erişilebilirlik:

Proje, kullanıcı dostu bir arayüze sahip olacak ve kolay kullanımı destekleyecektir.

Geliştirilen algoritmaların sonuçları, kullanıcılar tarafından görsel olarak görüntülenebilecek ve analiz edilebilecektir.

Proje, doktorlar ve araştırmacılar gibi ilgili sağlık profesyonelleri tarafından kullanılabilir olacak ve tümör segmentasyonu sürecini destekleyecektir.

4.2. Tasarlanan ve Yazılan Script'ler

Proje kapsamında, beyin tümörü segmentasyonu uygulamasının geliştirilmesi için özgün script'ler tasarlandı ve yazıldı. Bu script'ler, görüntü işleme, makine öğrenimi ve derin öğrenme yöntemlerini içeren bir dizi önemli işlevi yerine getirme amacıyla oluşturuldu. Tasarlanan script'ler, temel görüntü işleme tekniklerini içerir ve girdi olarak MRI görüntülerini alır. Görüntüleri ön işleme adımlarından geçirerek, kontrast artırma, gürültü azaltma ve boyutlandırma gibi işlemlerle görüntü kalitesini iyileştirir. Ayrıca, script'ler, öğrenme tabanlı yöntemlerin uygulanabilmesi için derin öğrenme ağlarını eğitmek için kullanıldı. UNet mimarisine dayalı model, tümör bölgelerini tanımlamak ve segmente etmek için kullanılan eğitim veri setleri üzerinde eğitildi. Script'ler, Python programlama dili kullanılarak geliştirildi. Bu script'lerin yazılması ve uygulanması, algoritmanın doğruluğunu artırmak ve etkin bir beyin tümörü segmentasyonu çözümü sunmak için kritik öneme sahiptir.

4.3. Arayüz

Proje kapsamında geliştirdiğimiz beyin tümörü segmentasyon uygulamasının kullanıcı arayüzü, kullanıcı dostu ve etkileşimli bir deneyim sunmayı hedeflemektedir. Arayüz, kullanıcıların uygulamayı kolaylıkla kullanabilmesi için tasarlanmıştır."

Arayüz, basit ve anlaşılır bir kullanıcı deneyimi sağlamak amacıyla tasarlanmıştır. Kullanıcılar, görüntüleri yükleyebilir, segmentasyon işlemini başlatabilir ve sonuçları görsel olarak inceleyebilir. Ayrıca, kullanıcılar tümör bölgelerini özelleştirebilir ve farklı görüntüleme seçeneklerini deneyimleyebilir.

Kullanıcı arayüzünde, tümör segmentasyonu sürecini izlemek ve sonuçları analiz etmek için kullanıcıya sağlamak üzere görselleştirme ve grafik araçları kullanılmıştır. Böylece, kullanıcılar tümör bölgelerinin sınırlarını daha iyi görebilir ve doğruluklarını değerlendirebilir.

Arayüz ayrıca, kullanıcıların tümör segmentasyonu sürecinde etkileşimli olarak müdahale edebilmesini sağlayan özellikler içermektedir. Kullanıcılar, otomatik segmentasyon sonuçlarını düzenleyebilir, yanlış tanımlanan bölgeleri düzeltebilir veya manuel olarak yeni bölgeler ekleyebilir.

4.4. Dokümantasyon

Projede, bu raporun dışında teslim edilecek beş farklı ara çıktı vardır, bunlar;

Literatür Taraması

Yazılım Proje Yönetim Planı (SPMP)

Yazılım Gereksinim Belirtim Dokümanı (SRS)

Yazılım Tasarım Tanımlama Dokümanı (SDD)

Yazılım Test Tanımlama Dokümanı (STD)

Proje Rapor Teslimi ve Sunumu

Literatür Taramasında, yukarıda da bahsedildiği gibi, MRI görüntüleri üzerinden beyin tümörü segmentasyonu uygulaması projesinin gerçek hayatta benzerleri incelenmiş, daha önce yapılan çalışmalar üzerine neler katılabileceği ve nelerin yapılabilip nelerin yapılamayacağı belirlenmiştir. Ayrıca bu süreçte hangi kaynakların ve yazılım araç gereçlerin kullanılması gerektiği hakkında da bir fikir sahibi olunmuştur. Yazılım Proje Yönetim Planı (SPMP) raporunda, projede kullanılacak olan yazılım süreç modeli, araçlar ve teknikler belirlenmiştir. Projede yapılması gereken görevler tanımlanmış ve görev atamaları yapılmıştır. Projenin tasarım, gerçekleştirme ve test gibi tüm adımları tanımlanmıştır ve tüm görevlerin ne zamana kadar yapılacağını belirten bir zaman çizelgesi oluşturulmuştur.

Yazılım Gereksinim Belirtim Dokümanı (SRS) raporunda, Proje yazılım gereksinimlerinin detaylı incelemesi yapılmıştır, hayata geçirilmiş gereksinimlerin nasıl teste tabi tutulacağını haritası çizilmiştir ve yazılımın tasarım aşaması için kesin bir şablon oluşturulmuştur. Yazılım Tasarım Tanımlama Dokümanı (SDD) raporu, aşağıda listelenmiş çok sayıdaki amaçları tanımlamaktadır:

- Gerçeklenecek algoritmaları, verileri ve işlevsel yapıyı tanımlamak.
- Gerekli sistem kaynaklarını belirlemek.
- Değişen sistem gereksinimlerinin etkisinin incelenmesinde kullanılmak.
- Test durumlarının oluşturulmasına yardımcı olmak.
- Gereksinim doğrulamasını yapmak.

Yazılım Test Tanımlama Dokümanı (STD) raporunda, öncelikle projede test edilecek özellikler belirlenmiştir. Sonra test gereksinimleri tanımlanmıştır ve tüm test senaryoları risk seviyesi, amaç, girdiler, beklenen çıktı/sonuçlar, ve test prosedürleri olarak ayrılan bir tablo halinde oluşturulmuştur.

5. TARTIŞMA VE YORUM

Bu projeyi araştırırken ve geliştirirken elde edilen birçok bulgu vardır. Bunlardan en önemlileri şunlardır;

- Projede yazılan kodların ileride kullanılabilmesi, kolay anlaşılabilmesi ve geliştirilebilmesi için kodlama aşaması iyi planlanmalıdır. Eğer kodlama aşaması iyi planlanmazsa daha sonraki süreçte kodlar anlaşılabilir ve bu yüzden kodda değişiklik yapılması çok zor hale gelir. Veya çok karmaşık bir kod yazılabilir ve bu kodun da geliştirilmesi çok zordur. Bizim proje grubumuz üç kişiden oluştuğu ve projenin yapım aşamasının çok büyük bir kısmının uzaktan eğitim dönemine denk gelmesi sonucu baş başa oturup projeyi gerçek zamanlı olarak yazmadığımız için, bu kısım bizim için ayrıca önemlidir. Buna binaen sesli sohbet uygulamaları kullanılarak yazılım sürecinde birlikte olmak faydalı olabilir.
- Geliştirdiğimiz beyin tümörü segmentasyon algoritması oldukça etkili sonuçlar elde etti. Yöntemimiz, literatürde yayınlanan diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında rekabetçi bir performans gösterdi. Segmentasyon doğruluğu ve hassasiyeti yüksek düzeydeydi, bu da algoritmanın tümör bölgelerini doğru bir şekilde belirleme yeteneğini gösteriyor.
- Kullandığımız veri seti, çeşitli tümör tiplerini ve boyutlarını içeren geniş bir yelpazeye sahipti. Bu, algoritmanın farklı tümör varyasyonlarına karşı genel uygunluğunu ve gerçek dünya uygulamalarında kullanılabilirliğini artırıyor. Ancak, veri setinde bazı eksiklikler ve gürültüler olduğunu da belirtmeliyim. Bunlar paralı veri setleri kullanılarak üstesinden gelinecek problemler. Ancak Bu veri setleri dolar üzerinden satıldığı için bu projede pahalı veri setleri kullanılmamıştır.
- Algoritmanın sınırlamaları arasında, daha nadir görülen veya küçük boyutlu tümörlerin doğru bir şekilde segmente edilmesinde zorluklar bulunmaktadır. Ayrıca, veri setindeki bazı görüntülerde hareket bulanıklığı veya düşük kontrast gibi faktörler, algoritmanın doğruluğunu etkileyebilmiştir. Bu sınırlamaları aşmak için daha geniş ve çeşitli veri setlerinin kullanılması ve algoritmanın geliştirilmesi gerekmektedir.
- Geliştirdiğimiz beyin tümörü segmentasyon uygulamasının klinik uygulamalardaki potansiyeli büyük. Bu algoritma, radyologlara ve doktorlara teşhis sürecinde büyük bir yardımcı olabilir. Tümör bölgelerinin daha hızlı ve doğru bir şekilde belirlenmesi, tedavi

planlamasının iyileştirilmesi ve hasta bakımının optimize edilmesi gibi alanlarda büyük katkılar sağlayabilir.

- Gelecekte, algoritmanın performansını artırmak ve kullanılabilirliğini iyileştirmek için bazı adımlar atılabilir. Daha büyük ve çeşitli veri setlerinin kullanılması, algoritmanın doğruluğunu ve genel etkinliğini artırabilir. Ayrıca, kullanıcı arayüzünün geliştirilmesi ve algoritmanın gerçek zamanlı kullanımına olanak tanıyan daha hızlı işleme yöntemleri entegre edilmesi gibi iyileştirmeler yapılabilir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma, beyin tümörü segmentasyonu alanında etkili bir algoritma geliştirmek için yapılan bir çabanın sonucudur. Geliştirdiğimiz algoritmanın, literatürdeki diğer yöntemlerle rekabet eden bir performans sergilediğini gördük. Bu, beyin tümörü teşhisi ve tedavi planlaması süreçlerinde önemli bir katkı sağlayabileceğimizi göstermektedir. Kullandığımız geniş ve çeşitli veri seti, algoritmanın genel uygunluğunu artırmamıza yardımcı oldu. Ancak, gelecekte daha fazla veri toplamak ve tümör varyasyonlarını daha iyi temsil eden veri setleri oluşturmak, algoritmanın performansını daha da iyileştirmek için önemli bir adım olacaktır. Geliştirdiğimiz algoritmanın sınırlamaları ve karşılaştığımız zorluklar da göz önünde bulundurulmalıdır. Daha nadir görülen tümör türlerinin ve küçük boyutlu tümörlerin doğru bir şekilde segmente edilmesi konusunda zorluklar yaşanmaktadır. Bu nedenle, algoritmanın bu zorlukların üstesinden gelmek için daha fazla iyileştirilmesi ve optimize edilmesi gerekmektedir. Bu projenin gelecekteki gelişim ve araştırmalar için önemli bir temel oluşturduğunu düşünüyoruz. Geliştirdiğimiz algoritmanın daha geniş klinik deneylerde değerlendirilmesi, gerçek zamanlı uygulamalar ve farklı görüntüleme modaliteleri ile uyumlu hale getirilmesi önemli adımlardır. Bunun için de hastanelerle iletişime geçmek esastır.

Önerilerimiz arasında, daha fazla işbirliği yaparak veri setinin genişletilmesi ve çeşitlendirilmesi yer almaktadır. Ayrıca, algoritmanın kullanıcı arayüzünün geliştirilmesi, doktorlar ve radyologlar için daha kolay kullanılabilir hale getirilmesi önemlidir. Aynı zamanda, algoritmanın gerçek zamanlı ve hızlı işleme yeteneklerini iyileştirmek için daha gelişmiş görüntü işleme tekniklerinin entegre edilmesi önerilebilir.

7. PROJEDE YARARLANILAN KAYNAKLAR

[1]

Öztemel, U. (2023). UNET ile Görüntü Bölütleme [Image Segmentation with UNET]. Udemy.
<https://www.udemy.com/course/unet-goruntu-bolutleme/>

[2]

Carabas, C. (2023, January 19). Getting Started with Google Colab. Towards Data Science.
<https://towardsdatascience.com/getting-started-with-google-colab-f2fff97f594c>

[3]

Deep Learning Türkiye. (2023, March 7). MRI Görüntüleri Üzerinden Beyin Tümörü Tespiti [Brain Tumor Detection from MRI Images]. Medium.
<https://medium.com/deep-learning-turkiye/mri-görüntüleri-üzerinden-beyin-tümörü-tespiti-ec644a2ff0c9>