**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**

**OF TEKNOLOJİ FAKÜLTESİ**

**YAZILIM MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ**

**FOURİER DÖNÜŞÜMÜ İLE ÖZELLİK ÇIKARIMI**

**BİTİRME PROJESİ**

**Emre KALKAN**

**Emirhan YILDIZ**

**2023-2024 BAHAR DÖNEMİ**

|  |
| --- |
| **Bu projenin teslim edilmesi ve sunulması tarafımca uygundur.**  **Danışman : [Öğr. Gör. SELDA ATALAR](https://avesis.ktu.edu.tr/seldabayrak)** […………………..](https://avesis.ktu.edu.tr/seldabayrak) |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ieee.jpg | **IEEE Etik Kuralları**  **IEEE Code of Ethics** | **ieee.jpg** |

Mesleğime karşı şahsi sorumluluğumu kabul ederek, hizmet ettiğim toplumlara ve üyelerine en yüksek etik ve mesleki davranışta bulunmaya söz verdiğimi ve aşağıdaki etik kurallarını kabul ettiğimi ifade ederim:

1. Kamu güvenliği, sağlığı ve refahı ile uyumlu kararlar vermenin sorumluluğunu kabul etmek ve kamu veya çevreyi tehdit edebilecek faktörleri derhal açıklamak;
2. Mümkün olabilecek çıkar çatışması, ister gerçekten var olması isterse sadece algı olması, durumlarından kaçınmak. Çıkar çatışması olması durumunda, etkilenen taraflara durumu bildirmek;
3. Mevcut verilere dayalı tahminlerde ve fikir beyan etmelerde gerçekçi ve dürüst olmak;
4. Her türlü rüşveti reddetmek;
5. Mütenasip uygulamalarını ve muhtemel sonuçlarını gözeterek teknoloji anlayışını geliştirmek;
6. Teknik yeterliliklerimizi sürdürmek ve geliştirmek, yeterli eğitim veya tecrübe olması veya işin zorluk sınırları ifade edilmesi durumunda ancak başkaları için teknolojik sorumlulukları üstlenmek;
7. Teknik bir çalışma hakkında yansız bir eleştiri için uğraşmak, eleştiriyi kabul etmek ve eleştiriyi yapmak; hatları kabul etmek ve düzeltmek; diğer katkı sunanların emeklerini ifade etmek;
8. Bütün kişilere adilane davranmak; ırk, din, cinsiyet, yaş, milliyet, cinsi tercih, cinsiyet kimliği, veya cinsiyet ifadesi üzerinden ayırımcılık yapma durumuna girişmemek;
9. Yanlış veya kötü amaçlı eylemler sonucu kimsenin yaralanması, mülklerinin zarar görmesi, itibarlarının veya istihdamlarının zedelenmesi durumlarının oluşmasından kaçınmak;
10. Meslektaşlara ve yardımcı personele mesleki gelişimlerinde yardımcı olmak ve onları desteklemek.

IEEE Yönetim Kurulu tarafından Ağustos 1990’da onaylanmıştır.

**ÖNSÖZ**

Fourier dönüşümü, sinyal işleme ve görüntü işleme alanlarında kritik öneme sahip bir matematiksel yöntemdir. Fourier dönüşümü, zaman veya uzay alanındaki bir sinyali frekans alanına dönüştürerek, sinyalin bileşenlerinin frekanslarını ve bu bileşenlerin genliklerini ortaya çıkarır. Bu dönüşüm, sinyalin ya da görüntünün içsel yapısını anlamak ve analiz etmek için güçlü bir araçtır. Görüntü işleme alanında, Fourier dönüşümü kullanarak görüntülerdeki önemli frekans bileşenleri belirlenebilir ve bu bileşenler kullanılarak çeşitli özellikler çıkarılabilir. Bu çalışmada, Fourier dönüşümü ile görüntülerden özellik çıkarımı gerçekleştirilmiştir. Fourier dönüşümünün teorik temelleri incelenmiş, ardından bu dönüşüm kullanılarak bir görüntüden belirli frekans bileşenleri elde edilmiştir. Bu bileşenler, görüntülerin frekans domaininde temsil edilmesi ve belirli özelliklerin çıkarılması amacıyla kullanılmıştır. Elde edilen özellik vektörleri, görüntülerin yeniden yapılandırılması sürecinde kullanılmış ve orijinal görüntülerle karşılaştırılmıştır. Bu yöntem, görüntülerin analiz edilmesi ve anlamlı bilgi çıkarılması açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, danışmanımız Sayın Selda ATALAR'a teşekkürlerimizi sunarız. Kendisinin değerli rehberliği ve destekleri, çalışmanın başarılı bir şekilde tamamlanmasına büyük katkı sağlamıştır.

Emre KALKAN

Emirhan YILDIZ

Trabzon, 2024

**İÇİNDEKİLER**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Sayfa No |
| IEEE ETİK KURALLARI | II |
| ÖNSÖZ | III |
| İÇİNDEKİLER | IV |
| ÖZET | V |
| 1. GENEL BİLGİLER | 6 |
| 1.1 Tezin Konusu | 6 |
| 1.2 Projenin Amacı | 6 |
| 1.3 Projenin Hedefleri | 6 |
| 2.FOURİER DÖNÜŞÜMÜ | 6 |
| 2.1 Fourier Dönüşümü Nedir | 6 |
| 2.2 Fourier Dönüşümünün Uygulanması | 7 |
| 2.3 Fourier Dönüşümü ile Özellik Çıkarımı | 10 |
| 2.4 Fourier Dönüşümü ile Model Oluşturma | 11 |
| 2.5 Fourier Dönüşümü ile Diğer Modellerin Karşılaştırılması | 14 |
| 3. SONUÇLAR | 13 |
| 3.1 Performans Karşılaştırması | 14 |
| 3.2. Sonuçların Değerlendirilmesi | 14 |
| 4. KAYNAKLAR | 14 |
| STANDARTLAR ve KISITLAR FORMU | 15 |

**ÖZET**

Bu çalışmada, Fourier dönüşümünün detaylı bir incelemesi yapılmıştır. Gri tonlamalı (gray-scale) resimler üzerinde Fourier dönüşümü uygulanarak, resimlerin frekans bileşenleri elde edilmiş ve bu bileşenler üzerinde çeşitli filtreleme işlemleri gerçekleştirilmiştir. Filtreleme işlemleri sonrasında, görüntüler ters Fourier dönüşümü ile yeniden oluşturulmuştur. Yeniden oluşturulan görüntüler, orijinal görüntülerle karşılaştırılarak filtreleme işlemlerinin etkisi analiz edilmiştir.Fourier dönüşümü ile elde edilen özellik vektörleri, sinir ağı modellerinin eğitiminde kullanılmış ve performansı değerlendirilmiştir. Ayrıca, bu modellerin performansı diğer derin öğrenme model çeşitleri, özellikle evrişimli sinir ağları (Convolutional Neural Networks - CNN) ile karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak, Fourier dönüşümü kullanılarak özellik çıkarımı yapılmış ve bu özelliklerin makine öğrenimi modellerinde etkin bir şekilde kullanılabileceği gösterilmiştir. Çalışma, Fourier dönüşümünün veri analizi ve modelleme süreçlerindeki potansiyelini ortaya koymuş ve farklı derin öğrenme modelleri ile kıyaslanabilir sonuçlar elde edilmiştir. Bu bağlamda, Fourier dönüşümü ve sinir ağları arasındaki ilişki ve uygulama alanları detaylı bir şekilde ele alınmıştır.

### **1. GENEL BİLGİLER**

#### **1.1 Tezin Konusu**

Bu tez, Fourier dönüşümünün detaylı incelenmesi ve gri tonlamalı resimler üzerinde uygulanarak frekans düzleminde filtreleme işlemlerinin gerçekleştirilmesi konusunu ele almaktadır. Çalışmada, Fourier dönüşümü ile elde edilen frekans bileşenleri kullanılarak boyut indirgeme işlemi uygulanmış ve elde edilen veriler tam bağlı sinir ağları ve diğer derin öğrenme modelleri ile karşılaştırılmıştır. Özellikle, Fourier dönüşümü kullanılarak yapılan özellik çıkarımı ve bu özelliklerin makine öğrenimi modellerinde nasıl kullanılabileceği üzerine yoğunlaşılmıştır.

#### **1.2 Projenin Amacı**

Projenin amacı, Fourier dönüşümünün frekans bileşenlerini analiz etmek ve bu bileşenler üzerinden gri tonlamalı resimlerin özelliklerini çıkarmaktır. Bu amaç doğrultusunda, elde edilen frekans bileşenleri üzerinde filtreleme işlemleri gerçekleştirilmiş ve bu işlemler sonucunda boyut indirgeme yapılmıştır. Ayrıca, ön işlemden geçen verisetinin tam bağlı sinir ağları ile modellenmesi ve diğer derin öğrenme modelleri ile performans karşılaştırması yapılmıştır.

#### **1.3 Projenin Hedefleri**

Bu projenin başlıca hedefleri şunlardır:

* Fourier dönüşümünün teorik temellerini ve uygulamalarını anlamak.
* Gri tonlamalı resimler üzerinde Fourier dönüşümü uygulayarak frekans bileşenlerini elde etmek.
* Frekans bileşenleri üzerinde filtreleme işlemleri gerçekleştirerek resimleri yeniden oluşturmak.
* Fourier dönüşümü ile elde edilen özellikler üzerinden boyut indirgeme işlemi uygulamak.
* Elde edilen verileri tam bağlı sinir ağları ve diğer derin öğrenme modelleri ile karşılaştırmak.
* Fourier dönüşümü ile özellik çıkarımı ve bu özelliklerin makine öğrenimi modellerinde kullanımını analiz etmek.

### **2. FOURİER DÖNÜŞÜMÜ**

**2.1 Fourier Dönüşümü Nedir**

Fourier dönüşümünün temel ilkesi, bir sinyalin veya görüntünün, farklı frekans bileşenlerinin bir kombinasyonu olarak temsil edilebileceğidir. Matematiksel olarak, bir fonksiyon f(t)'nin Fourier dönüşümü F(ω) aşağıdaki integral ile tanımlanır:

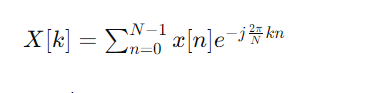
yazı tipi, metin, el yazısı, hat sanatı, kaligrafi içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

Fourier dönüşümü, sinyalin zaman veya uzay domainindeki verilerini frekans domaininde temsil eder. Frekans domainindeki bu temsil, sinyalin bileşenlerinin farklı frekanslardaki genlik ve fazlarını içerir.

**Diskret Fourier Dönüşümü (DFT)**

Sürekli Fourier dönüşümünün pratikte uygulanabilmesi için, özellikle dijital sinyal ve görüntü işlemede, Diskret Fourier Dönüşümü (DFT) kullanılır. DFT, sonlu uzunluktaki ve diskret zamanlı sinyallerin Fourier dönüşümünü hesaplamak için kullanılır. DFT'nin tanımı şu şekildedir:



**Fast Fourier Dönüşümü (FFT)**

DFT'nin hesaplanması, doğrudan yöntemlerle oldukça zaman alıcı olabilir. Bu nedenle, Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) algoritması geliştirilmiştir. FFT, DFT'nin daha hızlı ve verimli bir şekilde hesaplanmasını sağlar. FFT, özellikle büyük verisetleri ile çalışırken hesaplama süresini önemli ölçüde azaltır.

Bu çalışmada, Fourier dönüşümü kullanılarak gri tonlamalı resimlerden özellik çıkarımı gerçekleştirilmiş ve bu özellikler makine öğrenimi modellerinde kullanılmıştır. Fourier dönüşümünün teorik temelleri ve uygulama yöntemleri, çalışmanın önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Fourier dönüşümünün bu geniş uygulama alanı, çalışmanın temel motivasyonunu ve önemini vurgulamaktadır.

#### **2.2 Fourier Dönüşümünün Uygulanması**

Fourier dönüşümünün uygulanması, bir sinyalin veya görüntünün frekans bileşenlerine ayrılması ve bu bileşenlerin analiz edilmesi sürecini içerir. Bu çalışmada, gri tonlamalı (gray-scale) resimler üzerinde Fourier dönüşümü uygulanarak frekans bileşenleri elde edilmiştir. Fourier dönüşümünün uygulanma aşamaları aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır:

##### **2.2.1. Gri Tonlamalı Görüntülerin Hazırlanması**

Fourier dönüşümünün uygulanacağı görüntüler, gri tonlamalı formatta hazırlanmıştır. Gri tonlamalı görüntüler, her pikselin bir yoğunluk değeri (0 ile 255 arasında) taşıdığı ve renk bilgisi içermediği görüntülerdir. Bu tür görüntüler, Fourier dönüşümü ve frekans analizi için uygun ve yaygın olarak kullanılır.

##### **2.2.2. Fourier Dönüşümünün Hesaplanması**

Gri tonlamalı görüntüler üzerinde Diskret Fourier Dönüşümü (DFT) uygulanarak frekans bileşenleri elde edilmiştir. Bu işlem için Hızlı Fourier Dönüşümü (FFT) algoritması kullanılmıştır. FFT, DFT'nin hesaplama süresini önemli ölçüde azaltarak daha hızlı ve verimli bir dönüşüm sağlar.

Görüntünün iki boyutlu DFT'si şu şekilde hesaplanır:

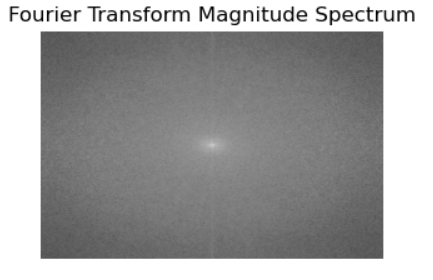
yazı tipi, metin, el yazısı, beyaz içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

##### **2.2.3. Frekans Bileşenlerinin Analizi ve Filtreleme**

DFT veya FFT ile elde edilen frekans bileşenleri analiz edilmiş ve belirli frekans aralıklarında filtreleme işlemleri yapılmıştır. Filtreleme işlemleri, düşük geçiren (low-pass), yüksek geçiren (high-pass) ve bant geçiren (band-pass) filtreler kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu filtreler, belirli frekans bileşenlerinin korunmasını veya bastırılmasını sağlar. Aşağıdaki gri resimde Fourier dönüşümü uygulandıktan sonra frekans düzeyi büyüklük spektrumu verilmiştir.

memeli, büyük kedi, büyük kediler, yeryüzü hayvanı içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

Aşağıda bu büyüklük düzeyinde bir maske oluşturulup filtreleme yapılmıştır. Düşük geçişli filtreleme, bir sinyalin veya görüntünün düşük frekans bileşenlerini koruyup, yüksek frekans bileşenlerini bastırır. Bu işlem genellikle gürültü azaltma veya görüntüdeki pürüzsüzleştirme işlemleri için kullanılır. Görüntü işleme bağlamında, düşük frekans bileşenleri genellikle büyük ölçekli yapıları veya yumuşak geçişleri temsil eder. Yüksek geçişli filtreleme, bir sinyalin veya görüntünün yüksek frekans bileşenlerini koruyup, düşük frekans bileşenlerini bastırır. Bu işlem genellikle kenar algılama veya görüntüdeki ince detayların vurgulanması için kullanılır. Görüntü işleme bağlamında, yüksek frekans bileşenleri genellikle keskin kenarları veya ince detayları temsil eder.

ekran görüntüsü, dikdörtgen, siyah beyaz, kare içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturulduekran görüntüsü, metin, dikdörtgen, tasarım içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

memeli, siyah beyaz içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldumemeli, büyük kedi, büyük kediler, yeryüzü hayvanı içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

##### **2.2.4. Ters Fourier Dönüşümü ile Görüntülerin Yeniden Oluşturulması**

Filtreleme işlemlerinden sonra, frekans domainindeki bileşenler ters Fourier dönüşümü (Inverse Fourier Transform) kullanılarak yeniden zaman veya uzay domainine dönüştürülmüştür. Bu işlem, filtrelenmiş görüntülerin elde edilmesini sağlar. Ters Fourier dönüşümü şu şekilde hesaplanır:

yazı tipi, metin, beyaz, tipografi içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

Bu aşama, filtrelenmiş görüntülerin orijinal görüntülerle karşılaştırılmasına ve filtreleme işlemlerinin etkilerinin analiz edilmesine olanak tanır.

memeli, büyük kedi, büyük kediler, yeryüzü hayvanı içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldumemeli, büyük kedi, büyük kediler, yeryüzü hayvanı içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

#### **2.3 Fourier Dönüşümü ile Özellik Çıkarımı**

Fourier dönüşümü kullanılarak gri tonlamalı görüntülerden özellik çıkarımı yapılmıştır. Bu süreç, görüntülerin frekans domainindeki bileşenlerinin kullanılarak belirli özelliklerin elde edilmesini içerir.

metin, ay, kuyruklu yıldız, ekran görüntüsü içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturulduekran görüntüsü, metin, dikdörtgen, tasarım içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

##### **2.3.1. Frekans Bileşenlerinin Seçimi**

Fourier dönüşümü ile elde edilen frekans bileşenleri, görüntülerin özelliklerini temsil etmek amacıyla kullanılmıştır. Frekans domainindeki bileşenler, belirli bir görüntünün yapısını ve desenini temsil eden önemli bilgiler içerir. Bu bileşenlerden belirli frekans aralıkları veya belirli genlik ve faz bilgileri seçilerek özellik vektörleri oluşturulmuştur.

##### **2.3.2. Boyut İndirgeme**

Frekans bileşenlerinden elde edilen özellik vektörleri genellikle yüksek boyutlu olabilir. Bu nedenle, özellik vektörlerinin boyutunu azaltmak için boyut indirgeme teknikleri uygulanmıştır.

##### **2.3.3. Makine Öğrenimi Modelleri ile Özelliklerin Kullanımı**

Fourier dönüşümü ile çıkarılan özellikler, makine öğrenimi modellerinin eğitilmesi için kullanılmıştır. Bu çalışmada, tam bağlı sinir ağları (fully connected neural networks) kullanılarak özellikler modellenmiş ve performansı değerlendirilmiştir. Ayrıca, çıkarılan özelliklerin diğer derin öğrenme modelleri, özellikle evrişimli sinir ağları (Convolutional Neural Networks - CNN) ile karşılaştırılması yapılmıştır.

##### **2.3.4. Performans Analizi ve Karşılaştırma**

Çıkarılan özelliklerin makine öğrenimi modellerinde kullanılması sonucu elde edilen performans, çeşitli metrikler kullanılarak analiz edilmiştir. Modellerin doğruluğu, kesinlik, geri çağırma ve F1 skoru gibi performans metrikleri değerlendirilmiştir. Ayrıca, Fourier dönüşümü ile çıkarılan özelliklerin, farklı modellerle karşılaştırılarak etkinliği ve doğruluğu analiz edilmiştir.

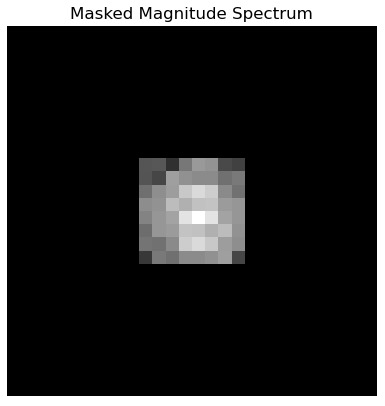
Sonuç olarak, Fourier dönüşümü kullanılarak gri tonlamalı görüntülerden başarılı bir şekilde özellik çıkarımı yapılmış ve bu özellikler makine öğrenimi modellerinde etkin bir şekilde kullanılmıştır. Fourier dönüşümünün frekans bileşenleri ve bu bileşenlerin analiz edilmesi, görüntülerin yapısal özelliklerinin anlaşılmasında ve modellenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Bu çalışma, Fourier dönüşümü ile özellik çıkarımının makine öğrenimi ve derin öğrenme modellerindeki potansiyelini ortaya koymaktadır.

**2.4 Fourier Dönüşümü ile Model Oluşturma**

Fourier dönüşümü, frekans domainindeki bileşenlerin analiz edilmesini sağlayarak makine öğrenimi ve derin öğrenme modellerinin eğitilmesi için kullanılabilecek özelliklerin çıkarılmasını sağlar. Bu çalışmada, Fourier dönüşümü ile çıkarılan özelliklerin makine öğrenimi modellerinde nasıl kullanıldığı ve bu modellerin nasıl oluşturulduğu detaylı olarak açıklanmıştır.

**2.4.1. Özellik Çıkarımı**

Fourier dönüşümü ile elde edilen frekans bileşenleri, görüntülerin özelliklerini temsil etmek için kullanılır. Özellik çıkarımı aşaması, frekans domainindeki bileşenlerin belirli kriterlere göre seçilmesi ve bu bileşenlerin özellik vektörleri olarak temsil edilmesi sürecini içerir.

ekran görüntüsü, kare, kalıp, desen, düzen içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

el yazısı, yazı tipi, çizgi, tipografi içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

ekran görüntüsü, siyah beyaz, siyah içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

**Frekans Bileşenlerinin Seçimi:** Görüntülerin FFT ile hesaplanan frekans bileşenlerinden belirli aralıklar veya belirli genlik ve faz bilgileri seçilerek özellik vektörleri oluşturulur.

**Boyut İndirgeme:** Özellik vektörlerinin boyutunu azaltmak için PCA gibi boyut indirgeme teknikleri kullanılır.

**2.4.2. Tam Bağlı Sinir Ağları (Fully Connected Neural Networks)**

Fourier dönüşümü ile çıkarılan özellikler, tam bağlı sinir ağları (fully connected neural networks) ile modellenmiştir. Tam bağlı sinir ağları, her bir nöronun bir önceki katmandaki tüm nöronlarla bağlantılı olduğu derin öğrenme modelleridir.

**Model Mimarisi:** Modelin mimarisi, giriş katmanı, bir veya daha fazla gizli katman ve çıkış katmanından oluşur. Giriş katmanı, Fourier dönüşümü ile çıkarılan özellik vektörlerinden oluşur.

**Aktivasyon Fonksiyonları:** Gizli katmanlarda ReLU (Rectified Linear Unit) gibi aktivasyon fonksiyonları kullanılarak nöronlar arasında doğrusal olmayan ilişkiler modellenir.

**Eğitim ve Optimizasyon:** Model, eğitim verisi kullanılarak eğitilir ve geri yayılım (backpropagation) algoritması ile ağırlıklar güncellenir. Optimizasyon için genellikle Adam veya SGD (Stochastic Gradient Descent) gibi algoritmalar kullanılır.

**2.4.3. Evrişimli Sinir Ağları (Convolutional Neural Networks - CNN)**

Fourier dönüşümü ile çıkarılan özelliklerin performansı, evrişimli sinir ağları (CNN) ile karşılaştırılmıştır. CNN'ler, özellikle görüntü işleme ve bilgisayarla görü görevlerinde başarılı olan derin öğrenme modelleridir.

**Evrişim Katmanları:** CNN'lerde kullanılan evrişim katmanları, giriş görüntüsünden özellik haritalarını çıkarmak için kullanılır. Bu katmanlar, filtreler (kernels) ile görüntü üzerinde kaydırılarak (convolution) özellik haritaları oluşturur.

**Havuzlama Katmanları:** Havuzlama (pooling) katmanları, özellik haritalarının boyutunu azaltarak hesaplama maliyetini düşürür ve modelin uzaysal değişmezliğini artırır.

**Tam Bağlı Katmanlar:** Evrişim ve havuzlama katmanlarından sonra gelen tam bağlı katmanlar, son sınıflandırma işlemini gerçekleştirir.

**2.4.4. Performans Değerlendirme**

Fourier dönüşümü ile çıkarılan özelliklerin makine öğrenimi modellerinde kullanılması sonucu elde edilen performans, çeşitli metrikler kullanılarak analiz edilmiştir.

**Doğruluk (Accuracy):** Modelin doğru sınıflandırdığı örneklerin oranı.

**Kesinlik (Precision) ve Geri Çağırma (Recall):** Modelin doğru pozitif oranı ve bulması gereken pozitif örnekleri bulma oranı.

**F1 Skoru:** Kesinlik ve geri çağırmanın harmonik ortalaması.

Çıkarılan özelliklerin tam bağlı sinir ağları ve CNN gibi modellerde kullanılması sonucu elde edilen performans, bu modellerin doğruluğu, kesinlik, geri çağırma ve F1 skoru gibi metriklerle karşılaştırılarak analiz edilmiştir. Fourier dönüşümü ile çıkarılan özelliklerin, farklı modellerle karşılaştırılarak etkinliği ve doğruluğu değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, Fourier dönüşümü kullanılarak gri tonlamalı görüntülerden çıkarılan özellikler, makine öğrenimi ve derin öğrenme modellerinin eğitilmesi ve performanslarının artırılması için etkili bir şekilde kullanılmıştır. Fourier dönüşümünün frekans bileşenleri, görüntülerin yapısal özelliklerinin anlaşılmasında ve modellenmesinde önemli bir rol oynamıştır. Bu çalışma, Fourier dönüşümü ile özellik çıkarımının makine öğrenimi ve derin öğrenme modellerindeki potansiyelini ve etkinliğini ortaya koymaktadır.

#### **2.5 Fourier Dönüşümü ile Diğer Modellerin Karşılaştırılması**

#### Bu bölümde, Fourier dönüşümü ile çıkarılan özelliklerin performansı, tam bağlı sinir ağları (fully connected neural networks) ve evrişimli sinir ağları (convolutional neural networks - CNN) ile karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma, her modelin avantajları, dezavantajları ve performans metrikleri açısından detaylı olarak ele alınmıştır.

##### **2.5.1. Avantajlar ve Dezavantajlar**

Her modelin avantajları ve dezavantajları şu şekilde özetlenebilir:

**Fourier Dönüşümü:**

Avantajlar**:** Frekans bileşenlerinin analizi, veri sıkıştırma ve gürültü azaltma.

Dezavantajlar**:** Zaman domainindeki ani değişimlere duyarlılık ve yüksek frekans bileşenlerinin kaybı.

**Tam Bağlı Sinir Ağları:**

Avantajlar**:** Basit yapı, düşük hesaplama maliyeti.

Dezavantajlar**:** Yüksek boyutlu verilerde performans düşüşü, daha karmaşık desenleri öğrenme kapasitesinin sınırlı olması.

**CNN(Convolutional Neural Networks):**

Avantajlar**:** Otomatik özellik öğrenme, yüksek doğruluk ve karmaşık desenleri öğrenme yeteneği.

Dezavantajlar**:** Hesaplama maliyeti yüksek ve büyük veri gereksinimi.

**3.SONUÇLAR**

Bu bölümde, Fourier dönüşümü ile özellik çıkarımı ve bu özelliklerin tam bağlı sinir ağları (fully connected neural networks) ile evrişimli sinir ağları (convolutional neural networks - CNN) kullanılarak yapılan modellemeler sonucunda elde edilen performans karşılaştırmaları sunulmaktadır. Sonuçlar çeşitli metrikler kullanılarak değerlendirilmiş ve tablolarda özetlenmiştir.

**3.1. Performans Karşılaştırması**

Fourier dönüşümü ile çıkarılan özelliklerin tam bağlı sinir ağları ve CNN modellerinde kullanılması sonucu elde edilen performans metrikleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

metin, diyagram, çizgi, öykü gelişim çizgisi; kumpas; grafiğini çıkarma içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

metin, diyagram, çizgi, öykü gelişim çizgisi; kumpas; grafiğini çıkarma içeren bir resim

Açıklama otomatik olarak oluşturuldu

**3.2. Sonuçların Değerlendirilmesi**

Fourier dönüşümü ile çıkarılan özellikler, makine öğrenimi ve derin öğrenme modellerinde başarılı bir şekilde kullanılabilir. Tam bağlı sinir ağları ve CNN'ler ile karşılaştırıldığında, Fourier dönüşümü ile çıkarılan özellikler belirli avantajlar sunar. Ancak, her modelin kendi güçlü ve zayıf yönleri olduğundan, uygulama gereksinimlerine göre uygun yöntemlerin seçilmesi önemlidir.

Sonuç olarak, Fourier dönüşümü ile çıkarılan özellikler, belirli uygulamalarda performansı artırabilir ve bu çalışma, Fourier dönüşümünün frekans bileşenlerinin analiz edilmesi ve özellik çıkarımında etkili olduğunu göstermektedir. Orijinal verilerle eğitilen CNN'ler, genel olarak en yüksek performansı sağlar, ancak Fourier dönüşümü ile özellik çıkarımı, hesaplama maliyetini düşürme ve veri sıkıştırma gibi avantajlar sunarak önemli bir alternatif oluşturur.

**4.KAYNAKLAR**

# Kaynak olarak;

1. Gömülü sistem tabanlı elektrokardiyogram holter cihazının tasarlanması ve yapay sinir ağı genetik algoritma hibrit modeli ile aritmi tespiti.
2. Fourier Analysis Using Machine Learning, Theophilus Siameh

Department of Computer Engineering & Computer Science

Mississippi State University.

**STANDARTLAR ve KISITLAR FORMU**

Projenin hazırlanmasında uyulan standart ve kısıtlarla ilgili olarak, aşağıdaki soruları cevaplayınız.

1. Projenizin tasarım boyutu nedir? (Yeni bir proje midir? Var olan bir projenin tekrarı mıdır? Bir projenin parçası mıdır? Sizin tasarımınız proje toplamının yüzde olarak ne kadarını oluşturmaktadır?)

|  |
| --- |
| Projemiz, Fourier dönüşümü ile özellik çıkarımı ve bu özelliklerin makine öğrenimi modellerinde kullanımı üzerine odaklanmıştır. Bu proje, tamamen yeni bir projedir ve var olan bir projenin tekrarı değildir. |

1. Projenizde bir mühendislik problemini kendiniz formüle edip, çözdünüz mü? Açıklayınız.

|  |
| --- |
| Evet, projemizde bir mühendislik problemini formüle edip çözdük. Problemin tanımı, gri tonlamalı görüntülerden Fourier dönüşümü kullanarak özellik çıkarımı yapmak ve bu özellikleri kullanarak tam bağlı sinir ağları ve evrişimli sinir ağları ile modeller oluşturarak sınıflandırma performansını değerlendirmekti. |

1. Önceki derslerde edindiğiniz hangi bilgi ve becerileri kullandınız?

|  |
| --- |
| Görüntü İşleme: Fourier dönüşümü, frekans domaininde filtreleme ve özellik çıkarma konuları.  Makine Öğrenimi: Model eğitimi, doğrulama ve test yöntemleri.  Derin Öğrenme: Tam bağlı sinir ağları ve evrişimli sinir ağları (CNN) mimarileri ve eğitim teknikleri.  Matematik ve Lineer Cebir: Fourier dönüşümü ve boyut indirgeme teknikleri.  Programlama: Python dili ve ilgili kütüphaneler (NumPy, SciPy, TensorFlow, Keras) kullanımı. |

1. Kullandığınız veya dikkate aldığınız mühendislik standartları nelerdir? (Proje konunuzla ilgili olarak kullandığınız ve kullanılması gereken standartları burada kod ve isimleri ile sıralayınız).

|  |
| --- |
| IEEE 829**:** Yazılım test dokümantasyon standardı, test süreçlerinin sistematik ve düzenli bir şekilde yürütülmesi için. |

1. Kullandığınız veya dikkate aldığınız gerçekçi kısıtlar nelerdir? Lütfen boşlukları uygun yanıtlarla doldurunuz.

a) Ekonomi

|  |
| --- |
| Projemizde kullanılan yazılım ve donanım kaynaklarının maliyetini düşük tutmak için açık kaynaklı yazılım kütüphaneleri (NumPy, SciPy, TensorFlow, Keras) ve mevcut donanımlar kullanıldı. Bu sayede proje bütçesi minimumda tutuldu. |

b) Çevre sorunları:

|  |
| --- |
| Proje, dijital ortamda gerçekleştirildiği için fiziksel kaynak tüketimi ve atık üretimi minimize edildi. Çevresel etkiler, enerji tüketimini düşük tutmak için optimize edilmiş hesaplama yöntemleri kullanılarak en aza indirildi. |

c) Sürdürülebilirlik:

|  |
| --- |
| Kullanılan yazılımlar ve algoritmalar, genişletilebilir ve sürdürülebilir olacak şekilde tasarlandı. Açık kaynaklı yazılım kullanımı, sürdürülebilirlik açısından önemli bir faktördü. |

d) Üretilebilirlik:

|  |
| --- |
| Proje çıktıları, farklı veri setlerine ve uygulama alanlarına uyarlanabilir şekilde tasarlandı. Fourier dönüşümü ile özellik çıkarımı, farklı projelerde de kullanılabilir bir yöntemdir. |

e) Etik:

|  |
| --- |
| Veri setlerinin kullanımı sırasında etik kurallar gözetildi ve veri gizliliğine dikkat edildi. Hiçbir kişisel veri kullanılmadı ve kullanılan veri setleri açık kaynaklı ve anonimdir. |

f) Sağlık:

|  |
| --- |
| Proje, sağlık ve güvenlik açısından doğrudan bir risk oluşturmadığı için bu alanda özel bir önlem alınmadı. |

g) Güvenlik:

|  |
| --- |
| Kullanılan veri setleri ve yazılımlar güvenli bir şekilde depolandı ve işlendi. Projede kullanılan yazılımlar ve algoritmalar, güvenlik açıklarına karşı düzenli olarak güncellendi. |

h) Sosyal ve politik sorunlar:

|  |
| --- |
| Proje, sosyal ve politik açıdan hassas herhangi bir konuya doğrudan müdahil olmamıştır. Çalışmanın amacı tamamen bilimsel ve teknik konulara odaklanmıştır. |