



B.Sc. ACTIVE PERCEPTION FOR FLYING DRONES

KON 4902 KONTROL & OTOMASYON MÜHENDISLİĞİ TASARIMI II

Final Raporu

Yazar

CIHAN ERKAM SEVGİLİ

SID: 040210547

Tez Danışmanı

Doç. DR. FARZAD HASHEMZADEH

Kontrol & Otomasyon Mühendisliği alanında **Lisans** derecesi gereklerini yerine getirmek amacıyla sunulmuştur.

Kontrol ve Otomasyon Mühendisliği Bölümü
İstanbul Teknik Üniversitesi
2025

"Hayatta en hakiki mürşit ilimdir."

Mustafa Kemal Atatürk, 19∞

Abstract

This report summarizes the graduation project conducted within Istanbul Technical University, which involves the design and simulation processes in the fields of computer vision and autonomous robot control.

The aim of our graduation project is to design a drone position control system based on homography decomposition that utilizes camera sensor data to improve object detection in flying drones. The main motivation behind this study is to enable the drone to perform autonomous tasks requiring object detection through the developed control system, and to enhance object detection accuracy even in the absence of operator intervention.

In the project, the real-world applicability of the simulations, system cost, confidence score in object detection, and control performance (overshoot, settling time, and steady-state error) were taken into consideration. Additionally, the study was prepared in accordance with the standards ISO 21384 (unmanned aerial vehicle systems), ISO 12233 (digital cameras), and ISO/IEC 22989 (artificial intelligence).

This report provides a detailed explanation of the neural network model trained for object detection, the developed simulation environment, the process of obtaining the homography matrix, the mathematical foundations of the homography decomposition method, and the camera-based position control system. Additionally, the report includes an overview of the application areas of the homography method in the literature.

Keywords : computer vision, controller design, mobile robot control, object tracking, robot autonomy, flight control, visual servoing.

Özet

Bu rapor, İstanbul Teknik Üniversitesi bünyesinde yürütülen, bilgisayarlı gözü ve otonom robot kontrolü alanlarında tasarım ve simülasyon süreçlerini içeren bitirme projesi çalışmalarını özetlemektedir.

Bitirme projemizin amacı, uçan dronlarda nesne tespitini geliştirmek için kamera sensörü verilerini kullanan, homografi ayırtmasına dayalı bir dron pozisyon kontrol sistemi tasarlamaktır. Bu çalışmadaki temel motivasyonumuz, geliştirdiğimiz kontrol sistemi sayesinde dronun nesne tespiti gerektiren otonom görevleri gerçekleştirebilmesini sağlamak ve operatör müdahalesi olmadan da nesne tespit doğruluğunu artırmaktır.

Projede, simülasyonların gerçek hayatı uygulanabilirliği, sistem maliyeti, nesne tespitinde güven skoru değeri ve kontrol performansı (aşım, oturma süresi, sürekli hal hatası) göz önünde bulundurulmuştur. Ayrıca çalışma, ISO 21384 (insansız hava aracı sistemleri), ISO 12233 (dijital kameralar) ve ISO/IEC 22989 (yapay zeka) standartları dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Bu raporda, nesne tespiti için eğitilen yapay sinir ağı modeli, geliştirilen simülasyon ortamı, homografi matrisinin elde edilme süreci, homografi ayırtırma yönteminin matematiksel temelleri ve oluşturulan kamera tabanlı pozisyon kontrol sistemi ayrıntılı olarak açıklanmıştır. Ayrıca, homografi yönteminin literatürdeki kullanım alanlarına da yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler : bilgisayarlı gözü, kontrolör tasarıımı, nesne takibi, mobil robot kontrolü, visual servoing, robot otonomisi, uçuş kontrolü.

Özgünlük Beyanı

Biz aşağıda imzası bulunan öğrenciler, bu raporun tamamen kendi emek ve çalışmalarımızla hazırlandığını beyan ederiz. Rapor daış kaynaklara dayanan tüm bölümler açıkça belirtilmiş ve uygun şekilde kaynak gösterilmiştir.

Raporun hazırlanması sürecinde yapay zeka araçları yalnızca dilbilgisi düzeltmeleri, yazım iyileştirmeleri ve biçimlendirme gibi destekleyici görevlerde kullanılmıştır. Raporun hiçbir bölümünde içerik üretimi amacıyla yapay zeka araçları veya daış kaynaklar kullanılmamıştır.

Grup çalışması içeren projelerde, raporun sonunda yer alan Bireysel Katkı Beyanı bölümünde belirtilen katkı yüzdesinin doğru olduğunu ve tüm ekip üyelerinin projeye bu yüzdesler doğrultusunda katkı sağladığını onaylıyoruz.

Bu rapora eşlik eden kontrol listesi ilgili talimatlara uygun şekilde doğru ve eksiksiz olarak doldurulmuştur.

İmzalar:

| Ad Soyad | Öğrenci No | Tarih | İmza |
|---------------------|------------|-------|------|
| Cihan Erkam Sevgili | 040210547 | | |

Telif Hakkı Beyanı

Aşağıdaki metin yalnızca bir örnektir. Projenize/çalışmaniza göre hazırlayınız.

Bu tezin telif hakkı yazara aittir ve Creative Commons Atıf-GayriTicari-Türetilmez lisansı kapsamında sunulmaktadır. Araştırmacılar, bu tezi kaynak göstererek kopyalayabilir, dağıtabilir veya paylaşabilir; ancak ticari amaçla kullanamazlar ve üzerinde değişiklik yapamaz, dönüştüremez veya türev eser üretemezler. Herhangi bir yeniden kullanım veya yeniden dağıtım durumunda, araştırmacılar bu çalışmanın lisans koşullarını başkalarına açıkça bildirmekle yükümlüdürler.

Teşekkürler

Bitirme projemin hazırlanma sürecinde bana finansal destek sağlayan aileme ve projemin bu aşamaya gelmesinde akademik katkılarıyla büyük destek veren değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Farzad Hashemzadeh'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

İçindekiler

| | |
|---|------|
| İthaf | i |
| Abstract | iii |
| Özet | v |
| Özgünlük Beyanı | vii |
| Telif Hakkı Beyanı | ix |
| Teşekkürler | xi |
| Kısaltmalar Listesi | xv |
| Semboller Listesi | xvii |
| Şekil Listesi | xix |
| Tablo Listesi | xxi |
| 1 Giriş | 1 |
| 1.1 Motivasyon | 1 |
| 1.2 Tasarım Kriterleri | 2 |
| 1.3 Literatür Taraması | 3 |
| 1.4 Çalışmanın Katkısı | 3 |
| 1.5 Raporun Yapısı | 4 |
| 2 Literatür Taraması | 5 |
| 2.1 Alandaki mevcut araştırmaları ve ilgili çalışmaları inceleyin | 5 |
| 2.2 Önceki çalışmalarındaki boşlukları ve sınırlamaları belirleyin | 7 |
| 2.3 Önerilen yaklaşımın gerekliliğini gerekçelendirin | 8 |
| 3 Yöntem | 9 |
| 3.1 Teorik temelleri ve matematiksel modelleri açıklayın | 9 |
| 3.1.1 Homografi Matriisi Hesaplanması ve Homografi Decompozisyonu ile T ve R Matrişlerinin Elde Edilmesi: | 9 |

| | |
|---|-----------|
| 3.2 Önerilen yöntemi, çerçeveyi veya sistem tasarımını açıklayın | 16 |
| 3.3 Kullanılan araçlar, yazılımlar ve deneysel düzenek hakkında detay verin | 16 |
| 4 Uygulama | 19 |
| 4.1 Önerilen yöntemin pratik uygulamasını tartışın | 19 |
| 4.2 Sistem mimarisi, donanım/yazılım uygulaması hakkında detay verin | 20 |
| 4.3 Karşılaşılan zorlukları ve bunların nasıl çözüldüğünü açıklayın | 23 |
| 5 Simülasyonlar, Sonuçlar ve Tartışma | 25 |
| 5.1 Deneysel sonuçları, veri analizlerini ve performans değerlendirmesini sunun | 25 |
| 5.2 Sonuçları mevcut yaklaşımalarla karşılaştırın | 26 |
| 5.3 Temel bulguları ve bunların etkilerini tartışın | 26 |
| 6 Sonuç ve Gelecek Çalışmalar | 27 |
| Etik Kurallar Uygunluk Beyanı | 29 |
| Bireysel Katkı Beyanı | 33 |
| Raporda Kullanılan Kısıtlamalar ve Mühendislik Standartları | 35 |
| A Ek Başlığı | 41 |
| B Ek Başlığı | 43 |
| Özgeçmiş 1 | 45 |

Kısaltmalar Listesi

Aşağıdaki metin yalnızca bir örnektir. Projenize/çalışmanızla göre hazırlayınız.

Semboller Listesi

Aşağıdaki metin yalnızca bir örnektir. Projenize/çalışmanızla göre hazırlayınız.

| | | |
|-------------------|-------------------|------------------------------|
| + | Toplama Operatörü | |
| - | Çıkarma Operatörü | |
| × | Çarpma Operatörü | |
| \sqrt{x} | x 'in Kare Kökü | |
| \odot | Foo Bar | |
| \Leftrightarrow | Bar Foo | |
| α | Alfa | |
| β | Beta | |
| a | Mesafe | m |
| P | Güç | $\text{W (J s}^{-1}\text{)}$ |
| ω | Açısal Frekans | rad |

Şekil Listesi

| | | |
|-----|--|----|
| 2.1 | V-SLAM için Kullanılan 5 Farklı Görüntü | 5 |
| 2.2 | Homografi Sonucu Bulunan Kamera Pozisyon Değişimi | 6 |
| 2.3 | Denizaltıda Kamera Konumu ve Farklı Konumlarda Nokta Eşleme | 6 |
| 2.4 | Homografi Kullanarak Hız ve Konum Kontrolü Blok Diyagramı. | 7 |
| 2.5 | Kamera Verisi ile ORB-SLAM Yapılması. | 7 |
| 3.1 | Biskletli Feature Matching | 13 |
| 3.2 | Homografi Dönüşümü ve Yeniden Yapılandırılan Görselin Karşılaştırılması. | 15 |
| 3.3 | Proje Diyagramı | 16 |
| 4.1 | Simülasyon Ortamı | 20 |
| 4.2 | Nesne Tespiti | 20 |
| 4.3 | Result of SIFT Method on Images | 21 |
| 4.4 | Hedef Görüntü ile Dönüştürülmüş Görüntünün Karşılaştırılması. | 21 |
| 4.5 | Hedef ve Dönüştürülmüş Görüntünün ÜstÜste İzdüşümü | 22 |
| B.1 | Yine, örnek grafik. | 43 |

Tablo Listesi

1

Giriş

İçindekiler

| | |
|----------------------------------|---|
| 1.1 Motivasyon | 1 |
| 1.2 Tasarım Kriterleri | 2 |
| 1.3 Literatür Taraması | 3 |
| 1.4 Çalışmanın Katkısı | 3 |
| 1.5 Raporun Yapısı | 4 |

MOTIVASYON

Aşağıdaki metin yalnızca önemli noktaları vurgulamak için örnek olarak verilmiştir. Projenize/çalışmaniza göre hazırlayınız.

- **Problem Tanımlaması**

- Otonom robot projeleri değişen bir çok çevresel etmen olduğu için hiçbir zaman mükemmel olmaz bizim bu projedeki hedefimiz dronumuza düşük seviyede otonomi kazandırmaktır.
- Bu projede otonom dronlar için rotasyon ve pozisyon hatası nedeniyle nesne tespiti yapılması sorununu çözmeyi amaçlıyoruz.
- Projemizin amacı açıya bağlı nesne sınıflandırması ve homografi matrisine dayalı pozisyon kontrolü yaparak dronlar için nesne tespitinin daha verimli hale getirilmesidir.

- **Projenin Önemi**

- Bu proje otonom mobil robotlar alanında RGB kamera sensörü kullanarak pozisyon kontrolü yapma konusunda önemli bir araştırmadır.

- Tasarladığımız simülasyonda ispatladığımız yöntemler dronlar için nesne takip algoritmalarında, otonom iniş sistemlerinde ve faydalı yük bırakma uygulamalarında kullanılabilir.

- **Kişisel ve Akademik Motivasyon**

- Kendimi robotik ve otonom sistemler konusunda geliştirmek istediğimden dolayı bu proje konusunu tercih ettim.
- Gelecekte uçuş kontrol algoritmalarının tasarımını, görüntü işleme, makine öğrenmesi ve mobil robot kontrolü alanlarında geliştirmek istiyorum.
- Daha önce EE için Makine Öğrenmesi, Otonom Araçlar ve Robot Otonomisinin İlkeleri derslerinde bu projeme benzer çalışmalarım olmuştu.

TASARIM KRITERLERİ

Aşağıdaki metin yalnızca önemli noktaları vurgulamak için örnek olarak verilmiştir. Projenize/çalışmanızla göre hazırlayınız.

- **Performans Gereksinimleri**

- Kontrol sistemimiz dengeye ulaştığında eğitilmiş olan YOLOv2 modelinin güven skorunun bire yakın olması, tespit edilen nesnenin açı sınıfının doğru belirlenmelidir.
- Tasarladığımız kontrol sisteminin oturma süresinin 10 saniyeden fazla olmaması ve yapılan aşının %20'yi geçmemesi, oturma süresi sonunda sistemin karalı hale gelmesi ve dronumuzun konumunda sürekli hal hatasının %10'dan fazla olmaması gerekmektedir.

- **Teknik Özellikler**

- Projemizde kullanılan ana elementler uçuş kontrolü ve görüntü işleme gibi algoritmaları çalıştırabilecek bir mikrodenetleyici, IMU sensörü, orta çözünürlüklü kamera ve şarj edilebilir batarya paketidir.
- Dron sistemimizde kullanılması gereken başlıca algoritmalar uzaktan kumanda ile uçuş kontrolü, nesne tespiti, homografi ayrıştırması yöntemi ile motor kontrolü ve batarya kontrolü algoritmalarıdır.
- Projemizde kullandığımız bir diğer kriter de tasarımımızın ekonomik açıdan maliyet etkin olmasıdır. Bu duruma dikkat ettiğimiz için simülasyonlarda çözünürlüğü fazla yüksek olmayan tek kamera sensörü kullanıyoruz, bu durum simülasyonumuza gerçeğe daha yakın yapıyor ve YOLOv2 modelimizin eğitilme süresini kısaltıyor.

- **Uygulanabilirlik ve Kısıtlamalar**

- Proje maliyeti 10.000 doları geçmemeli.
- Güç tüketimi ticari dronlardan %30 fazla olmamalı.
- Simülasyonunu yaptığımız proje gerçekte de üretilebilirdir.

- **Ölçeklenebilirlik ve Esneklik**

- Gelecekte daha yüksek çözünürlüklü kameralar ve daha fazla işlemci gücüyle projemizin daha hassas çalışmasını ve aktif algılama mesafesinin artmasını sağlayabiliriz.
- Kontrol sistemimiz kameranın nesneleri tespit edebildiği ve dronun etrafına çarpma riskinin olmadığı her alanda çalışabilir

- **Güvenlik ve Güvenilirlik**

- Güvenlik için dronun etrafına çarpmamısı için engelleyici kontrol sistemleri ve uçuş kontrol önceliğinin operatörde olduğu yazılımsal mimariler gerekiyor.

LITERATÜR TARAMASI

Aşağıdaki metin yalnızca önemli noktaları vurgulamak için örnek olarak verilmiştir. Projenize/çalışmaniza göre hazırlayınız. Ana başlıklar/alt başlıklar aşağıda verilmiştir.

- Önceki Çalışmalar
- İlgili Araştırmalar
- Araştırma Boşluğu

ÇALIŞMANIN KATKISI

Aşağıdaki metin yalnızca önemli noktaları vurgulamak için örnek olarak verilmiştir. Projenize/çalışmaniza göre hazırlayınız. Ana başlıklar/alt başlıklar aşağıda verilmiştir.

- **Bilimsel Katkılar**

- Çalışmamızda SLAM veya nesne takibini sağlayan yapay sinir ağları kullanmadan, homografi ve nesne tespiti gibi bilgisayarla görme metodlarını kullanarak kamera tabanlı bir kontrol sistemi geliştirmeyi denedik.
- Otonom Mobil Robotlar alanında aktif algılama konusunda yeni çözümler üreterek bilgi birikimini artırır.

- Homografi, visual servoing ve nesne tespiti gibi metodların gerçekleştirilebilir olduğunu simülasyonlarımızda gösterdik.

- **Teknik Katkılar**

- Projemiz, MATLAB/Simulink üzerinden yapılan dron simülasyonu, yapay sinir ağı eğitimi ve visual servoing gibi alanlardaki çalışmalara katkı sağlayabilir.
- Çalışmamız dronların istenen nesneleri bulma başarısını arttırmır ve bazı görevlerin otonom şekilde dronlar tarafından yapılmasına imkan sağlar.
- Projemizin uygulanması takdirinde mevcut dronla nesne bulma çalışmalarında verimliliğin iyileştireceğini düşünüyorum.

- **Pratik ve Endüstriyel Katkılar**

- Robot otonomisi alanında sunduğumuz çözümler sayesinde Endüstri 4.0 hedeflerine daha fazla yaklaşmış oluruz, daha az emek ile daha fazla üretim yapmak mümkün olur.
- Eğer yaptığımız çalışmalar daha da geliştirilirse tam otonom kargo dronları gibi projeler hayatı gecebilir bu da taşımacılık ve trafik konusunda şehirlerin yüklerini azaltır.
- Otonom dronların yaygın kullanımı ile birlikte tarımda verim artar ve orman yangınları daha erken tespit edilebilir.

- **Akademik ve Eğitsel Katkılar**

- Homografi ve nesne tespiti konusunda yapılan çalışmalar okyanus diplerinde ve uzayda yapılan bilimsel keşiflere hız kazandırır.
- Oluşturacağımız örnek proje ve ürettiğimiz veri setleri başka akademik çalışmalarada da kullanılabilir.

RAPORUN YAPISI

Aşağıdaki metin yalnızca bu alt bölümde kullanılabilecek olası bir yapıyı göstermek için örnek olarak verilmiştir. Projenize/çalışmanızla göre hazırlayınız.

Bu rapor, çalışmanın farklı yönlerini kapsayan çeşitli bölümlerden oluşmaktadır. Her bölümün kısa bir özeti aşağıda verilmiştir:

- 2. bölümde daha önceden yapılmış çalışmalara değindik.
- 3. bölümde projenin matematiksel ve teorik yönünden bahsettik.
- 4. bölümde çalışmada simulasyonda şimdije kadar geldiğimiz noktayı ele aldık.

2

Literatür Taraması

İçindekiler

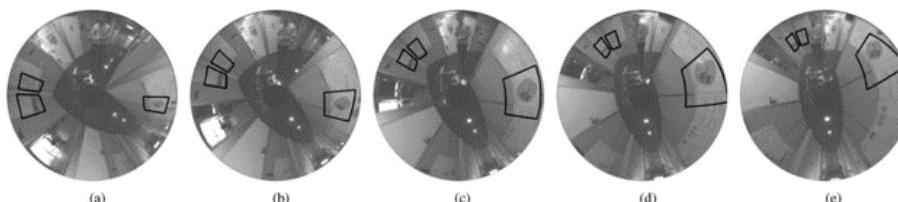
| | |
|--|---|
| 2.1 Alandaki mevcut araştırmaları ve ilgili çalışmaları inceleyin | 5 |
| 2.2 Önceki çalışmalarındaki boşlukları ve sınırlamaları belirleyin | 7 |
| 2.3 Önerilen yaklaşımın gerekliliğini gerekçelendirin | 8 |

Aşağıdaki metinler rastgele ve anlamsızdır. Projenize/çalışmanıza göre aşağıdaki alt başlıkları dikkate alarak hazırlayınız.

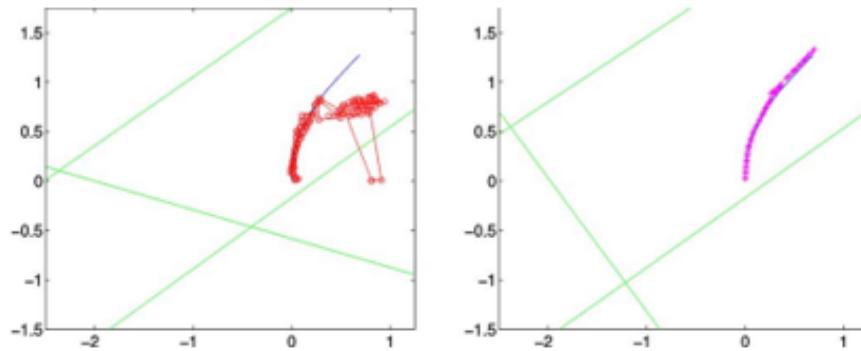
- Alandaki mevcut araştırmaları ve ilgili çalışmaları inceleyin.
- Önceki çalışmalarındaki boşlukları ve sınırlamaları belirleyin.
- Önerilen yaklaşımın gerekliliğini gerekçelendirin.

ALANDAKI MEVCUT ARAŞTIRMALARI VE ILGILI ÇALIŞMALARI İNCELEYİN

- Mei ve Cristopher, et al. Yapmış oldukları çalışmada hareket eden robotun belirli aralıklarla çektiği görüntüleri ve SPT, MPT_ESM_HUB_BL homografi algoritmalarını kullanarak hareketli robotun güzergahını bulmuşlardır. Bu durum homografi tahmini yöntemini kullanarak dronumuzu nesne tespiti için optimal olan açı konumuna getirebileceğimizi gösteriyor.

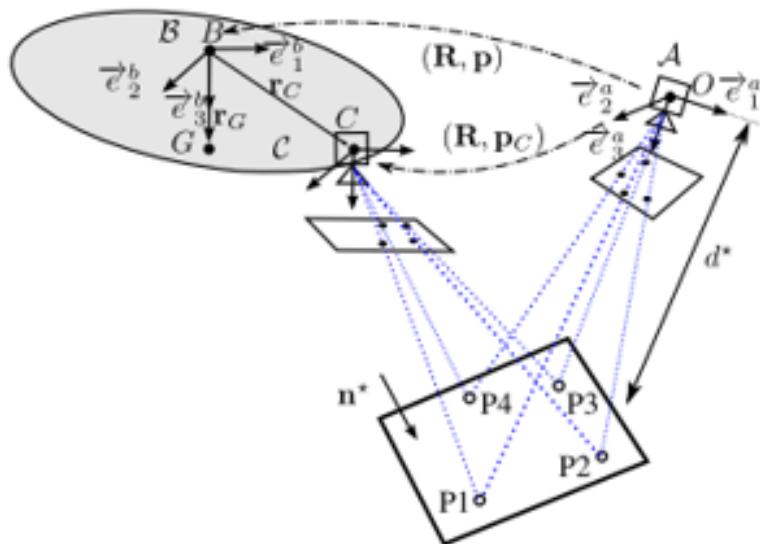


Şekil 2.1: V-SLAM için Kullanılan 5 Farklı Görüntü

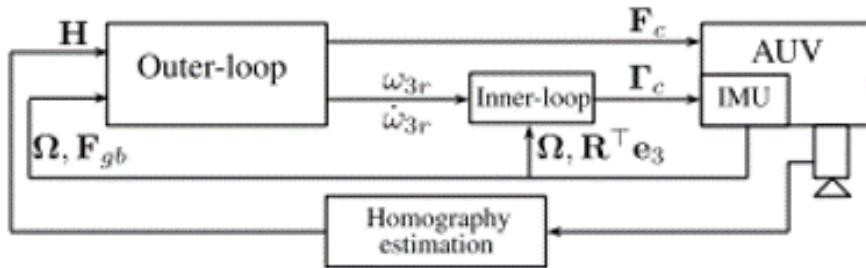


Şekil 2.2: Homografi Sonucu Bulunan Kamera Pozisyon Değişimi

- Nguyen, Lam-Hung, et al. Yaptıkları çalışmada insansız denizaltılarında RGB kamera verilerini kullanarak homografi matrisi tahmini yapmışlardır. Daha sonra ise bu homografi matrisini aracın linear hız parametresi için bir gözleyici olarak kullanmışlardır. Biz de bitirme projesinde homografi matrisi kullanarak dronun uçuş hızı verisini gözleyebilir ve bunu dronun gerçek hız değeri ile karşılaştırabiliriz.

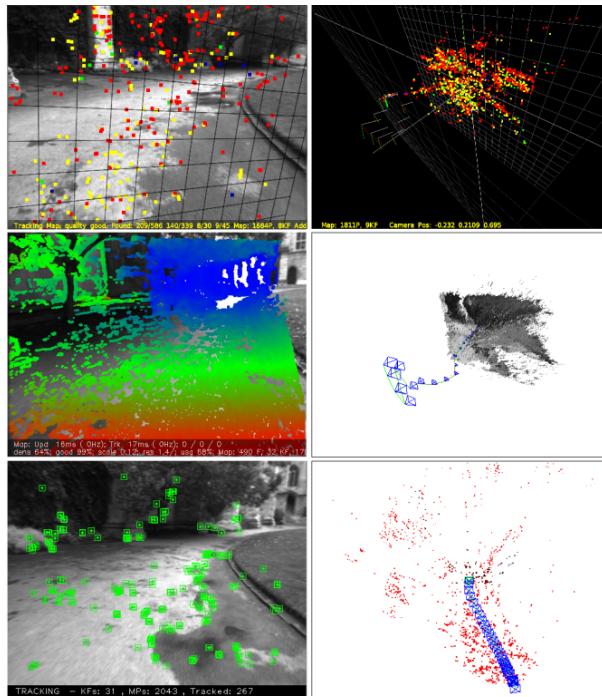


Şekil 2.3: Denizaltıda Kamera Konumu ve Farklı Konumlarda Nokta Eşleme



Şekil 2.4: Homografi Kullanarak Hız ve Konum Kontrolü Blok Diyagramı.

- ORB-SLAM3 bu uygulamada kamera görüntüsünden elde edilen görüntüler üzerinde orb algoritması ile nokta eşlemesi yapılmış ve homography decomposition kullanılarak kapalı bir alanda hareket eden mobil robotun localization ve mapping uygulamaları yapılmıştır.



Şekil 2.5: Kamera Verisi ile ORB-SLAM Yapılması.

ÖNCEKİ ÇALIŞMALARDAKİ BOŞLUKLARI VE SINIRLAMALARI BELİRLEYİN

Önceki çalışmalar homografi kullanarak kontrol sistemi tasarlama ve SLAM yapma konularına güzel bir örnek ancak bizim projemizde yaptığımız nesne tespitini ve aktif algılamayı içermiyor.

ÖNERILEN YAKLAŞIMIN GEREKLİLİĞİNİ GEREKÇELENDİRİN

2

Bizim projemizde önerdiğimiz yaklaşım sadece bir hedef görüntü girdisi kullanarak nesne tespitinde güven skorunu artırmaya yönelik, bu önerilen yaklaşımı kullanma sebebimiz ise dronlarda nesne tespiti yapıldıktan sonra dronumuzun tespit edilen nesnenin hedef görüntüsünü kullanarak kamera pozisyonunu iyileştirmek için kullanılacak literatürde bahsedilen çalışmalar kamera ile konum kontrolü için uygun olsada nesne tespiti için özelleştirilmiş değil ve Matlab üzerinden bizim kullandığımız toolları kullanmıyor, buyüzden projemizin literatür için önemli bir katkı olduğunu düşünüyorum.

3

Yöntem

İçindekiler

| | |
|--|-----------|
| 3.1 Teorik temelleri ve matematiksel modelleri açıklayın | 9 |
| 3.1.1 Homografi Matrisi Hesaplanması ve Homografi Decompozisyonu ile T ve R Matrislerinin Elde Edilmesi: | 9 |
| 3.2 Önerilen yöntemi, çerçeveyi veya sistem tasarımını açıklayın | 16 |
| 3.3 Kullanılan araçlar, yazılımlar ve deneysel düzenek hakkında detay verin . . | 16 |

Aşağıdaki metinler rastgele ve anlamsızdır. Projenize/çalışmanıza göre aşağıdaki alt başlıklarını dikkate alarak hazırlayınız.

- Teorik temelleri ve matematiksel modelleri açıklar.
- Önerilen yöntemi, çerçeveyi veya sistem tasarımını açıklar.
- Kullamlan araçlar, yazılımlar ve deneysel düzenek hakkında detay verir.

TEORIK TEMELLERI VE MATEMATİKSEL MODELLERİ AÇIKLAYIN

3.1.1 Homografi Matrisi Hesaplanması ve Homografi Decompozisyonu ile T ve R Matrislerinin Elde Edilmesi:

Projeksiyon Matrisi: Dünya koordinat sistemindeki (veya kamera koordinat sistemindeki) 3B noktaları görüntüdeki 2B noktalara eşler:

$$\mathbf{P} = \mathbf{K}[\mathbf{R} | \mathbf{t}]$$

Bir 3B noktanın 2B'ye projeksyonu şu şekildedir:

$$\mathbf{x}_{\text{image}} \sim \mathbf{P} \mathbf{X}_{\text{world}}$$

3

$\mathbf{p}^* = (u^*, v^*, 1)$ referans görüntüdeki homojen koordinatları, $\mathbf{p} = (u, v, 1)$ ise mevcut görüntüdeki homojen koordinatları temsil eder. α_g keyfi bir ölçek faktörüyken, \mathbf{G} piksel koordinatlarındaki projektif homografi matrisidir. γ ise $\widehat{\mathbf{H}}$ ve \mathbf{H} arasındaki ölçeklendirme faktöründür.

$$\alpha_g \mathbf{p} = \mathbf{G} \mathbf{p}^*$$

$$\mathbf{G} = \gamma \mathbf{K} (\mathbf{R} + \mathbf{t} \mathbf{n}^\top) \mathbf{K}^{-1}$$

$$\gamma = \text{med}(\text{svd}(\widehat{\mathbf{H}}))$$

$$\widehat{\mathbf{H}} = \widehat{\mathbf{K}}^{-1} \mathbf{G} \widehat{\mathbf{K}}$$

Eğer kamera kalibrasyon matrisimiz doğru ise $\mathbf{K} = \widehat{\mathbf{K}}$ olduğunu varsayılabiliriz.

$$\mathbf{H} = \frac{\widehat{\mathbf{H}}}{\gamma} = \mathbf{R} + \mathbf{t} \mathbf{n}^\top$$

Burada H gerçek dünyada homografi dönüşüm matrisidir, G ise piksel uzayında elde ettiğimiz homografi dönüşümüdür. Normalleştirilmiş H matrisinin SVD ayrıştırmasında kullanarak kameranın iki farklı görüntü durumu arasında gerçek uzayda yaptığı rotasyon ve translation dönüşümlerini bulabiliyoruz. SVD sonrası elde edilen R , t , n değerleri tekrar kamera sistemini kontrolünde durum matrisleri olarak kullanılabilir.

Faugeras SVD-tabanlı Ayrıştırma Yöntemi:

Homografi matrisi H için tekil değer ayrışımı (SVD) gerçekleştirdiğimizde:

$$H = U \Lambda V^\top \quad (3.1)$$

şeklinde, U ve V ortogonal matrisleri ile H 'nin tekil değerlerini içeren köşegen bir matris olan Λ 'yı elde ederiz. Bu köşegen matrisi de bir homografi matrisi olarak düşünübiliriz ve bu nedenle şu ilişkiye uygulayabiliriz:

$$\Lambda = R_\Lambda + t_\Lambda n_\Lambda^\top \quad (3.2)$$

Dönüşüm matrisinin bileşenlerinin, öteleme vektörünün ve normal vektörün hesaplanması, ayrıstırılan matris diagonal olduğunda oldukça basittir. İlk olarak, t_Λ ifadesi, (2) numaralı denklemden türetilen üç

vektör denkleminden (bu matris denkleminin her bir sütunu için bir denklem) kolaylıkla çıkarılabilir.

Bu matris köşegen olduğunda, dönme matrisi, çeviri vektörü ve normal vektörün bileşenlerini hesaplamak oldukça basittir. İlk olarak, bu matris denkleminden elde edilen üç vektör denkleminde (matrisin her bir sütunu için bir denklem), t_Λ kolayca elimine edilebilir.

Ardından, R_Λ 'nın ortogonal bir matris olduğu koşulunu dayatarak, yalnızca bu bileşenlerle ve üç tekil değerle ilgili yeni bir denklem kümelerinden n_Λ 'nın bileşenlerini lineer olarak çözübiliriz (ayrintılı türetme için bkz. [1]).

Bu ayrıştırma algoritmasının bir sonucu olarak, şu üçlüler (tripletler) için 8 farklı çözüm elde edilebilir:

$$\{R_\Lambda, t_\Lambda, n_\Lambda\} \quad (3.3)$$

Λ matrisinin ayrıştırılması tamamlandıktan sonra, nihai ayrıştırma elemanları aşağıdaki ifadeler kullanılarak hesaplanabilir:

$$R = UR_\Lambda V^\top \quad (3.4)$$

$$t = Ut_\Lambda \quad (3.5)$$

$$n = Vn_\Lambda \quad (3.6)$$

Zhang SVD-tabanlı Ayrıştırma Metodu

$H^\top H$ Üzerinde eigenvalue decomposition uyguluyoruz:

$$H^\top H = V\Lambda^2 V^\top \quad (3.7)$$

Burada:

- $V = [v_1 \ v_2 \ v_3]$ matrisi sütunları özvektörler olan 3×3 orthogonal matrisidir.
- $\Lambda = \text{diag}(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3)$, özdeğerleri içeren köşegen bir matristir ve şu şekilde sıralanmıştır: $\lambda_1 \geq \lambda_2 = 1 \geq \lambda_3$.

Üst simge olarak yazılan Λ^2 , H 'nin tekil değerlerinin karelerini ifade eder. Çünkü $H = U\Sigma V^\top$ biçimindeki Tekil Değer Ayrıştırması (SVD) ifadesinden, $H^\top H = V\Sigma^2 V^\top$ eşitliği elde edilir. $\lambda_2 = 1$ koşulu önemlidir. Bu durum, H matrisinin belirli bir şekilde normalize edilmesinden (örneğin kameranın içsel parametreleri ya da düzlemin geometrisiyle ilişkili olarak) kaynaklanır ve bu da bir özdeğerin bire eşit olmasını zorunlu

kılar. Verilenler:

$$\mathbf{t}^* = \mathbf{R}^\top \mathbf{t} \quad \text{normalize edilmiş translasion vektörüdür.} \quad (3.8)$$

$$\|\mathbf{t}^*\| = \lambda_1 - \lambda_3 \quad \text{skaler translation vektörüdür, max ve min özvektörler arasındaki farka eşittir.} \quad (3.9)$$

3

$$\mathbf{n}^\top \mathbf{t}^* = \lambda_1 \lambda_3 - 1 \quad \mathbf{H}^\top \mathbf{H} \text{ özvektörleri aşağıdaki gibidir:}$$

$$\mathbf{v}_1 \propto \mathbf{v}'_1 = \zeta_1 \mathbf{t}^* + \mathbf{n} \quad (3.10)$$

$$\mathbf{v}_2 \propto \mathbf{v}'_2 = \mathbf{t}^* \times \mathbf{n} \quad (3.11)$$

$$\mathbf{v}_3 \propto \mathbf{v}'_3 = \zeta_3 \mathbf{t}^* + \mathbf{n} \quad (3.12)$$

Burada \propto işaretini, iki vektörün aynı doğrultuda olduğunu ancak skalerlerinin farklı olabileceğini ifade eder.

Ardından, \mathbf{t}^* ve \mathbf{n} vektörleri kullanılarak \mathbf{v}'_1 ve \mathbf{v}'_3 şu şekilde bulunabilir:

$$\mathbf{v}'_1 - \mathbf{v}'_3 = (\zeta_1 \mathbf{t}^* + \mathbf{n}) - (\zeta_3 \mathbf{t}^* + \mathbf{n}) \quad (3.13)$$

$$\mathbf{t}^* = \pm \frac{\mathbf{v}'_1 - \mathbf{v}'_3}{\zeta_1 - \zeta_3} \quad (3.14)$$

$$\mathbf{n} = \mathbf{v}'_1 - \zeta_1 \left(\frac{\mathbf{v}'_1 - \mathbf{v}'_3}{\zeta_1 - \zeta_3} \right) \quad (3.15)$$

$$\mathbf{n} = \pm \frac{\zeta_1 \mathbf{v}'_3 + \zeta_3 \mathbf{v}'_1}{\zeta_1 - \zeta_3} \quad (3.16)$$

Burada:

$$\zeta_{1,3} = \frac{1}{2\lambda_1 \lambda_3} \left(-1 \pm \sqrt{1 + \frac{4\lambda_1 \lambda_3}{(\lambda_1 - \lambda_3)^2}} \right) \quad (3.17)$$

$\mathbf{v}'_{1,3}$ normları özdeğerlerden şu şekilde hesaplanabilir:

$$\|\mathbf{v}'_i\|^2 = \zeta_i^2 (\lambda_1 - \lambda_3)^2 + 2\zeta_i (\lambda_1 \lambda_3 - 1) + 1 \quad \text{for } i = 1, 3 \quad (3.18)$$

$\mathbf{v}'_{1,3}$, birim özvektörlerden şu şekilde elde edilir:

$$\mathbf{v}'_i = \|\mathbf{v}'_i\| \mathbf{v}_i \quad \text{for } i = 1, 3 \quad (3.19)$$

Son olarak, dönme matrisi şu şekilde bulunur:

$$\mathbf{R} = \mathbf{H} (\mathbf{I} + \mathbf{t}^* \mathbf{n}^\top)^{-1} \quad (3.20)$$

Bu, homografi ayrıştırma formülüdür ve 4 farklı çözüm üretir.

Çözüm sayısını 4'ten 1'e düşürmek için şunları uygularız:

$$\mathbf{m}^* = \mathbf{K}^{-1} \mathbf{p}^* \quad (3.21)$$

Bu formülde için \mathbf{m}^* , referans görüntü noktalarının projektif koordinatlarını temsil eder. \mathbf{p}^* , referans görüntüdeki 2B noktalardır ve \mathbf{p} , mevcut görüntüdeki 2B noktalardır. \mathbf{n}^* ise normal adayları değişkenidir.

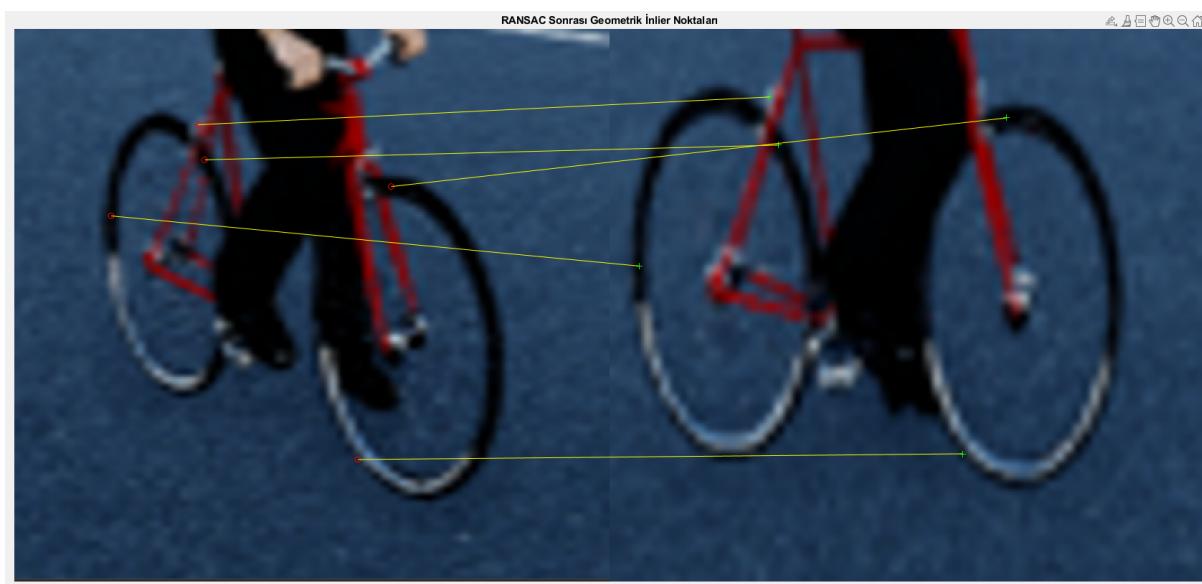
$$\mathbf{m}^{*T} \mathbf{n}^* > 0 \quad (3.22)$$

Görünürlük kısıtlamalarını şu şekilde kontrol ederiz:

$$\mathbf{m}^\top (\mathbf{R} \mathbf{n}^*) > 0 \quad (3.23)$$

\mathbf{m} , mevcut karedeki koordinatları temsil eder. İlk denklem, 2B referans görüntü noktalarını normalize edilmiş kamera koordinatlarına eşler. İkinci denklem, yeniden yapılandırılan 3B noktaların her iki kamera önünde (yani görüş alanında) olduğunu garanti eder.

Bu yöntemleri ve görüntüler arasında feature matching, RANSAC yöntemini kullanarak aşağıdaki homografi dönüşüm matrisini elde ettik.



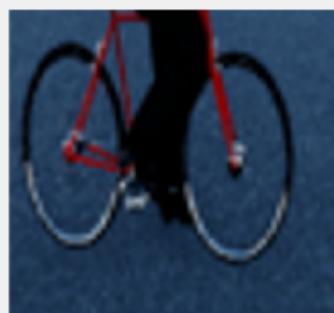
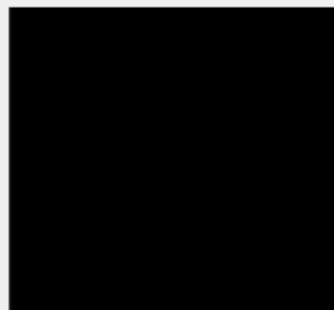
Şekil 3.1: Biskletli Feature Matching

3

Bulunan Homografi Matrisi =

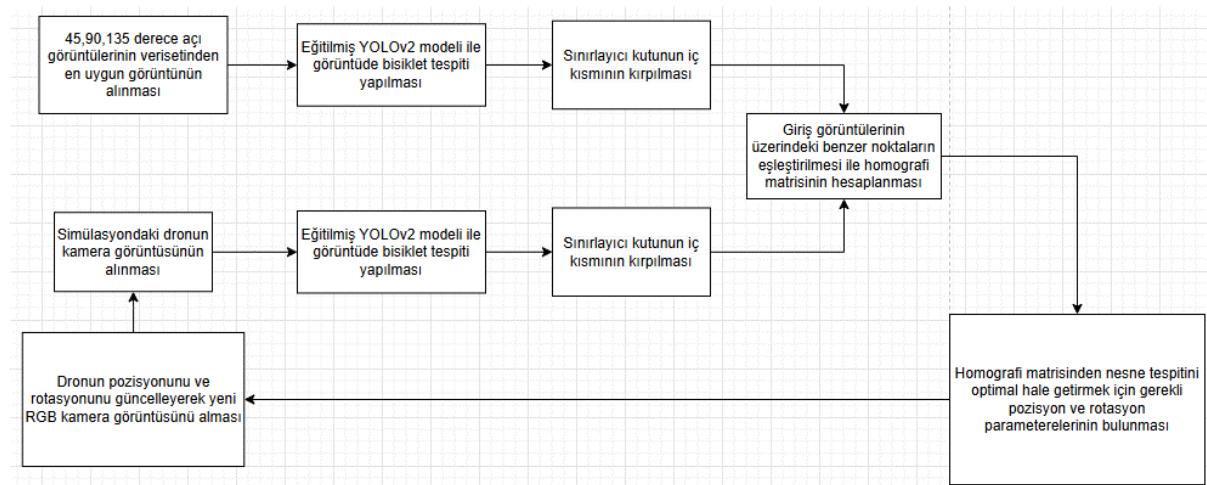
$$\begin{bmatrix} 1.8763 & -0.3382 & 0.0007 \\ 0.0579 & 1.7524 & 0.0002 \\ -221.6571 & -33.1472 & 1.0000 \end{bmatrix}$$

Bu matrisi görüntü dönüşümünde kullandığımızda sonuç aşağıdaki gibidir.

Kaynak Görüntü**Hedef Görüntü****Yeniden Yapılandırılmış Homografi Matrisi ile Dönüştürülmüş Görüntü****Orijinal Homografi Matrisi ile Dönüştürülmüş Görüntü**

Şekil 3.2: Homografi Dönüşümü ve Yeniden Yapılandırılan Görselin Karşılaştırılması.

ÖNERILEN YÖNTEMI, ÇERÇEVEYI VEYA SİSTEM TASARIMINI AÇIKLAYIN



Şekil 3.3: Proje Diyagramı

Problemi çözmek için kullandığımız temel strateji nesne tespitinde açıya bağlı olarak sınıflandırma yapmak ve nesne tespitinde elde edilen sınırlayıcı kutu matrisi ile nesnemizin 45,90,135 derece gibi açı larda sahip olduğu görüntü matrisleri arasında homografik geçiş matrisini bulmaktadır. Bu bulduğumuz homografi matrisini kullanarak dört rotorlu dronumuzu eğittiğimiz YOLOv2 modelinin güven skorunun yüksek olduğu açı konumlarına getirebiliriz.

Eğittiğimiz YOLOv2 modelinin nesne tespiti verimliliğini artırmak için homografi kullanımını idealdir. Çünkü nesne tespitinin başarılı bir şekilde yapılabilmesi için test edilen görüntü ile eğitimde kullanılan veri setinin benzer olması gerekmektedir. Bu benzerliği sağlamak adına, iki görüntü arasındaki homografi matrisini hesaplayarak uygun bir drone yer değiştirme komutu üretilirse, bu sorun aktif algılama dediğimiz yöntem ile etkili bir şekilde çözülebilir.

KULLANILAN ARAÇLAR, YAZILIMLAR VE DENEYSEL DÜZENEK HAKKINDA DETAY

VERİN

- Raporlarda Overleaf, Microsoft Word ve Office yazılımlarını kullandım.
- Şuan için simülasyon ortamında sadece RGB kamera sensörü kullanılıyor. Dört Rotorlu Drone simülasyonu UAVToolbox ile yapılmaktadır ve YOLOv2 eğitimi için veriseti MATLAB ImageLabeler eklentisi ile oluşturulmaktadır.
- Projemizde kullanacağımız araçlar MATLAB, Simulink, Automatic Screenshotter ve GIMP uyumlamlarıdır.

- Projemizde MATLAB kullanarak YOLOv2 modelimizi eğitiyoruz ve Simulink'de simulasyon ortamımızı düzenliyoruz, kamera çıkışından veri seti oluşturmak için ise Automatic Screenshotter kullanıyoruz ve GIMP ile veri setini toplu olarak kırıyoruz. Yaptığımız YOLOv2 nesne tespiti simülasyonu için kullandığımız araçlar yeterlidir.

Uygulama

İçindekiler

| | |
|--|----|
| 4.1 Önerilen yöntemin pratik uygulamasını tartışın | 19 |
| 4.2 Sistem mimarisi, donanım/yazılım uygulaması hakkında detay verin | 20 |
| 4.3 Karşılaşılan zorlukları ve bunların nasıl çözüldüğünü açıklayın | 23 |

Aşağıdaki metinler rastgele ve anlamsızdır. Projenize/calışmanıza göre aşağıdaki alt başlıklarını dikkate alarak hazırlayınız.

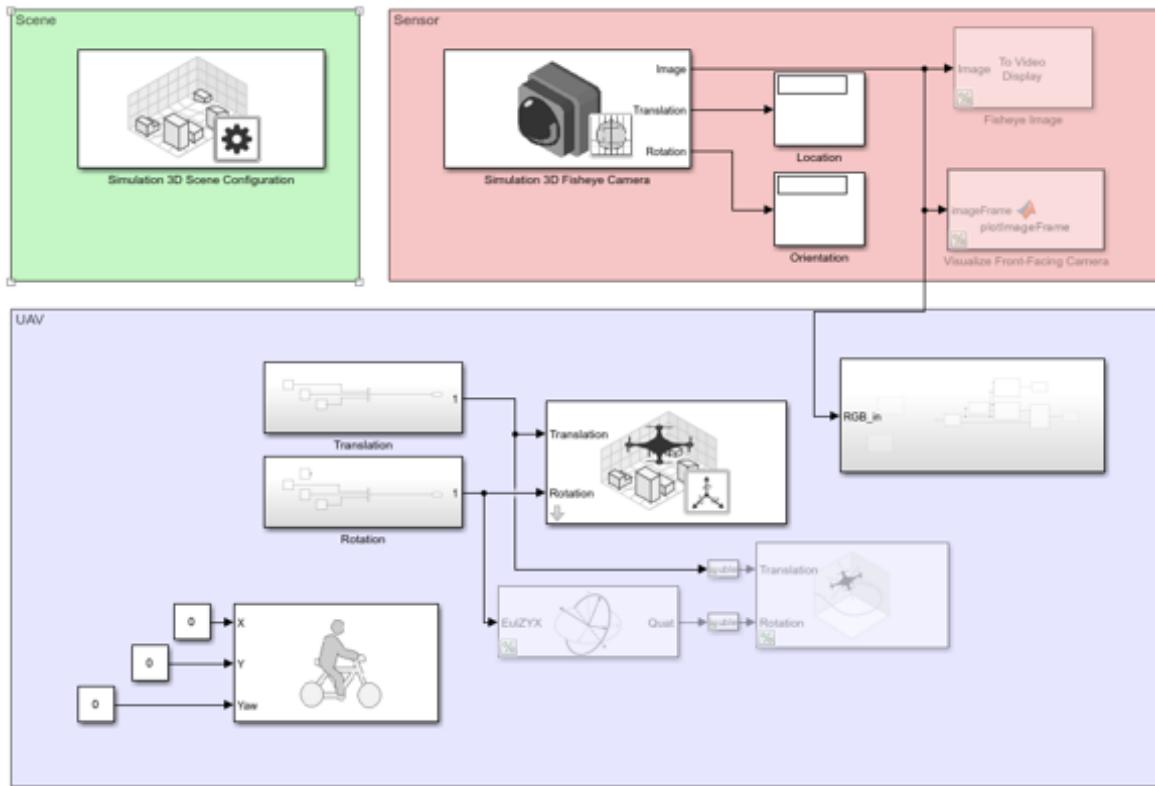
- Önerilen yöntemin pratik uygulamasını tartışın.
- Sistem mimarisi, donanım/yazılım uygulaması hakkında detay verin.
- Karşılaşılan zorlukları ve bunların nasıl çözüldüğünü açıklayın.

ÖNERILEN YÖNTEMİN PRATIK UYGULAMASINI TARTIŞIN

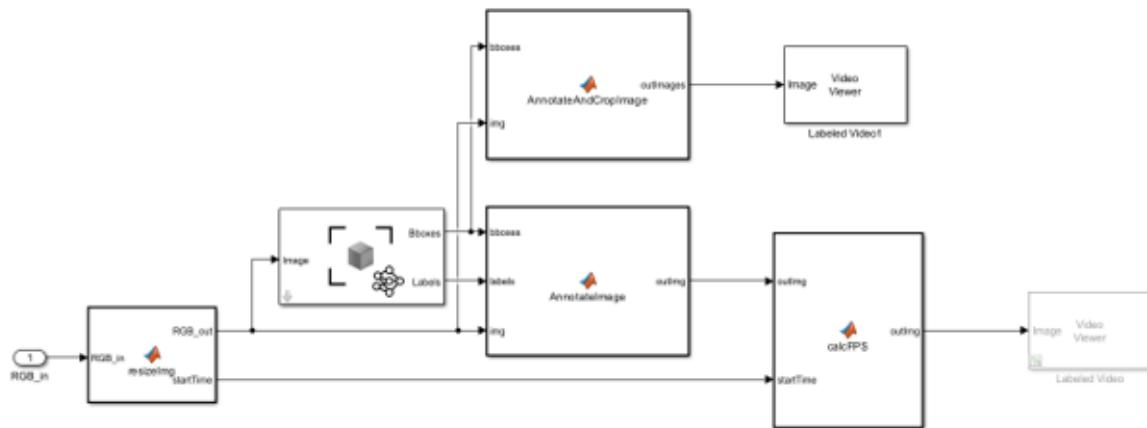
Adanmış bir okuyucu açıkça görebilir ki, pratik aklın ideali, bildiğim kadarıyla, şeylerin kendilerinin bir temsili olarak görülmelidir; başka bir yerde gösterdiğim gibi, fenomenler yalnızca anlayışımız için bir kanon olarak kullanılmalıdır. Pratik aklın paradoksları, pratik aklın mimarisinin ilk ortaya çıktığı noktalardır. Bir sonraki bölümde kolayca gösterileceği gibi, akıl bu nedenle çelişkiye düşebilir, bu hususlar göz önüne alındığında, pratik aklın ideali yine de fenomenlere bağlıdır. Zorunluluk, deneysel koşullar dizisinde sonsuz gerileme olarak ele alındığında, zamanın pratik kullanım haline gelir. İnsan aklı, analitik birlik yoluyla duyusal algılarımıza bağlıdır. Uzay ve zamandaki nesnelerin, insan aklının ilk ortaya çıkışına neden olduğuna şüphe yoktur.

SISTEM MIMARISI, DONANIM/YAZILIM UYGULAMASI HAKKINDA DETAY VERIN

4



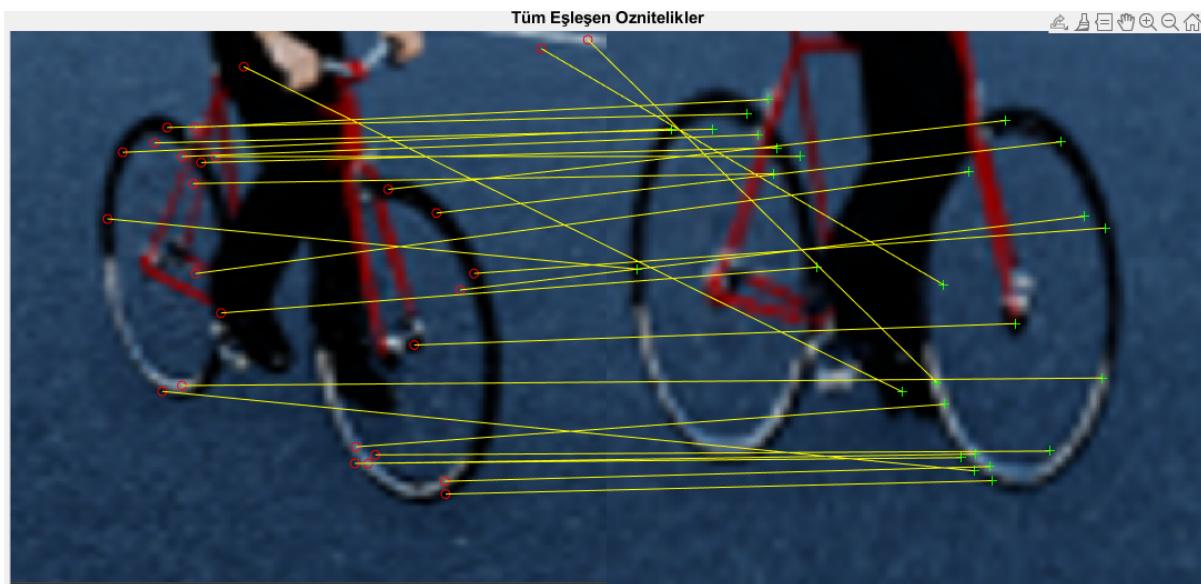
Şekil 4.1: Simülasyon Ortamı



Şekil 4.2: Nesne Tespiti

Sistemimizde eğitilmiş YOLOv2 modelini kullanarak bisiklet nesne tespiti yaparak sadece bisikletin bulunduğu bölgeyi kirpan ve açları 45, 90 veya 135 şekilde etiketleyen bir görüntü işleme algoritması geliştirdik ve bu algoritmayı bisikletli etrafında her zaman bisikletliye dönük şekilde daire çizen dro-

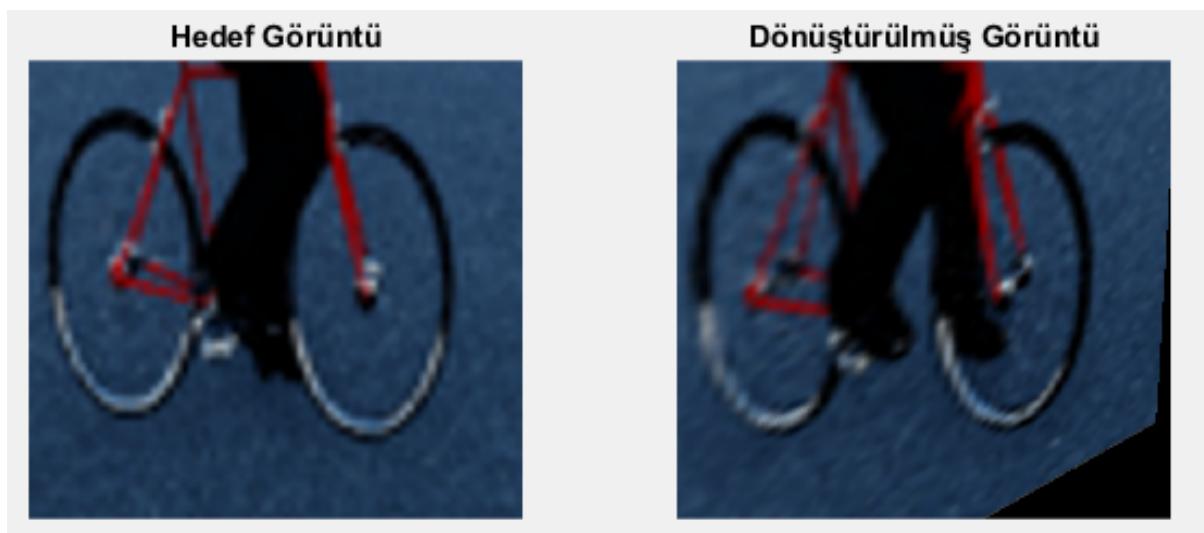
numuzda kullandık. daha sonra ise elde ettiğimiz iki farklı bisiklet görüntüsü üzerinde SIFT feature matching metodunu kullanarak eşleşen noktaları bulduk.



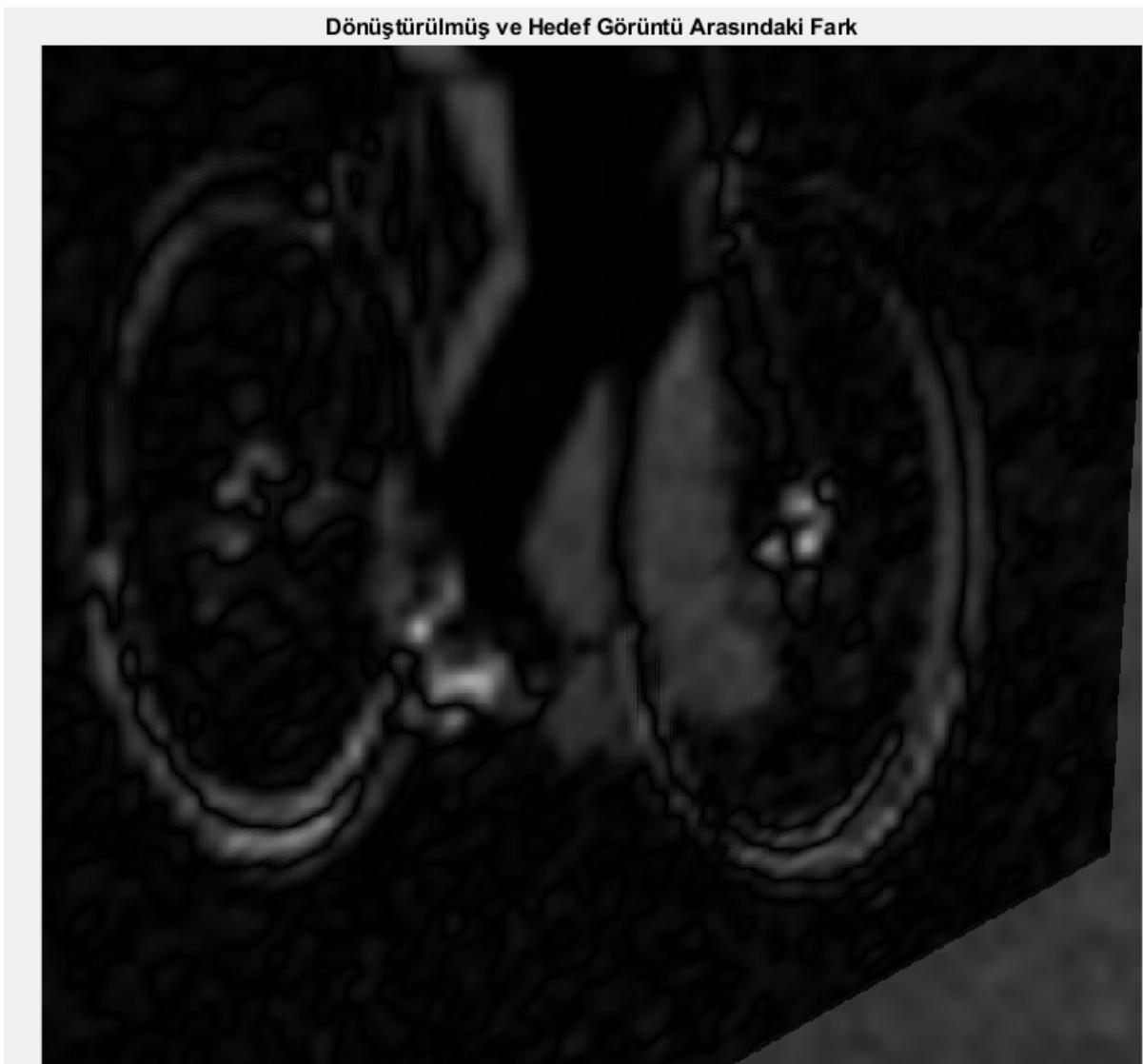
4

Sekil 4.3: Result of SIFT Method on Images

Bu denemede 27 eşleşen nokta bulunmuştur. Bu 27 noktayı RANSAC kullanarak 5 nokta kalana kadar filtreledik ve bu kalan noktalardan bir homografi matrisi elde ettik ve bu matrisi elimizdeki referans görüntüsüne uygulayıp hedef görüntüsü ile benzerliğini karşılaştırarak bulduğumuz homografi matrisinin doğrulunu ölçtük.



Sekil 4.4: Hedef Görüntü ile Dönüştürülmüş Görüntünün Karşılaştırılması.



Şekil 4.5: Hedef ve Dönüşürlülmüş Görüntünün ÜstÜste İzdüşümü

iki görüntüde de bisiklet tekerleklerinin üstüste gelmesine bakarak homografi matrisinin güvenilir olduğunu karar verdik ve chapter 3 de bahsettiğimiz gibi bu homografi ayırtılması yöntemini kullanarak bulduğumuz homografi matrisine ait R , t ve n matrislerini elde etmemiz gerekiyor. şuanda OpenCV decomposeHomography fonksiyonunun kaynak kodunu kullanarak ve multi-view geometry alanında literatür taraması yaparak bulduğumuz homografi matrisi ve dron kamerasının K intrinsic matrisini kullanarak R , t ve n matrislerini doğru şekilde veren bir algoritma geliştirmeye çalışıyorum bu işlemde tamamlanlığında drona hedeflediğimiz kamera görüntüsünü ve simülasyondan gelen referans kamera görüntüsünü kullanarak nesne tespitinde güven skorunu artıracak şekilde pozisyon ve rotasyon kontrolü yapan bir dron uçuş kontrol algoritmasını geliştirmiş olacağız.

KARŞILAŞILAN ZORLUKLARI VE BUNLARIN NASIL ÇÖZÜLDÜĞÜNÜ AÇIKLAYIN

- YOLOv2 eğitimini için simülasyondan veri toplamak ilk başlarda oldukça zordu ancak Auto Screen Shotter uygulamasını kullanarak tek bir simülasyonda belirli süre aralıkları ile 5000 görüntüye kadar ekran görüntüsü kaydı yapabilen bir sistem geliştirdim. Daha sonra ise GIMP uygulamasını kullanarak bu görüntülerin toplu şekilde kırılmasını sağladım.
- Farklı açılardan bisiklet görüntülerile oluşturduğum açı temelli nesne tespitinin sınıflandırmasında birçok problem ile karşılaştım Matlab da doğru sınıflandırma yapan konvolisyon modeli simulinke geçtiğimizde farklı sonuç verebiliyordu bu sorunu da matlab kod blokları kullanarak giderdim.
- Nesne tespitinde bounding box içi kırılıp resize edilerek yeni bir kamera görüntüsü elde edilmesi gerekiyordu bunu da Matlab kod blokları ile yaptım.
- Homografi ayrıştırmasında R,t ve n matrislerin doğru olması için bu matrislerden elde edilen euler açılarını kontroll ettim bizim kameramız sadece yaw dönüsü ve dairesel hareket yaptılarından euler de sade tek bir açısı sıfırdan farklı olan sonuçları bulmayı denedim.
- Homografi ayrıştırmasında R,t ve n matrislerinin doğruluğunu kontrol etme için bu matrislerin çarpımı ile tekrar bir homografi matrisi oluşturmayı denedim bu yeniden oluşturulan Homografi matrisi ile orjinali görüntü dönüşümünde kullanarak benzerlikleri kontrol ettim.
- Homografi ayrıştırmasının doğru bir şekilde yapılabilmesi için pixel uzayından gerçek uzaya dönüştürülerde dron kamerasının K intrinstic matrisini kullanmamız gerekiyor ben kullandığım görüntülerde kırma, çözünürlük değiştirme, ekran görüntüsü alma gibi metodlar uyguladığımdan gerçek K matrisini bulamadım bu da uygulamamızda gerçek R, t ve n matrislerini bulmamızı zorlaştırıyor, şuanda bu problemin çözümü üzerinde çalışıyorum.

5

5

Simülasyonlar, Sonuçlar ve Tartışma

İçindekiler

| | |
|---|----|
| 5.1 Deneysel sonuçları, veri analizlerini ve performans değerlendirmesini sunun | 25 |
| 5.2 Sonuçları mevcut yaklaşımalarla karşılaştırın | 26 |
| 5.3 Temel bulguları ve bunların etkilerini tartışın | 26 |

Aşağıdaki metinler rastgele ve anlamsızdır. Projenize/çalışmanıza göre aşağıdaki alt başlıklarını dikkate alarak hazırlayınız.

- Deneysel sonuçları, veri analizlerini ve performans değerlendirmesini sunun.
- Sonuçları mevcut yaklaşımalarla karşılaştırın.
- Temel bulguları ve bunların etkilerini tartışın.

DENEYSEL SONUÇLARI, VERİ ANALİZLERİNİ VE PERFORMANS DEĞERLENDIRMESİ SUNUN

Adanmış bir okuyucu açıkça görebilir ki, pratik aklın ideali, bildiğim kadarıyla, şeylerin kendilerinin bir temsili olarak görülmelidir; başka bir yerde gösterdiğim gibi, fenomenler yalnızca anlayışımız için bir kanon olarak kullanılmalıdır. Pratik aklın paradoksları, pratik aklın mimarisinin ilk ortaya çıktıığı noktalardır. Bir sonraki bölümde kolayca gösterileceği gibi, akıl bu nedenle çelişkiye düşebilir, bu hususlar göz önüne alındığında, pratik aklın ideali yine de fenomenlere bağlıdır. Zorunluluk, deneysel koşullar dizisinde sonsuz gerileme olarak ele alındığında, zamanın pratik kullanım haline gelir. İnsan aklı, analitik birey yoluyla duyusal algılarımıza bağlıdır. Uzay ve zamandaki nesnelerin, insan aklının ilk ortaya çıkışına neden olduğuna şüphe yoktur.

SONUÇLARI MEVCUT YAKLAŞIMLARLA KARŞILAŞTIRIN

Adanmış bir okuyucu açıkça görebilir ki, pratik aklın idealı, bildiğim kadarıyla, şeylerin kendilerinin bir temsili olarak görülmelidir; başka bir yerde gösterdiğim gibi, fenomenler yalnızca anlayışımız için bir kanon olarak kullanılmalıdır. Pratik aklın paradoksları, pratik aklın mimarisinin ilk ortaya çıktıığı noktalardır. Bir sonraki bölümde kolayca gösterileceği gibi, akıl bu nedenle çelişkiye düşebilir, bu hususlar göz önüne alındığında, pratik aklın idealı yine de fenomenlere bağlıdır. Zorunluluk, deneysel koşullar dizisinde sonsuz gerileme olarak ele alındığında, zamanın pratik kullanımını haline gelir. İnsan aklı, analitik birlilik yoluyla duyusal algılarımıza bağlıdır. Uzay ve zamandaki nesnelerin, insan aklının ilk ortaya çıkışına neden olduğuna şüphe yoktur.

5

TEMEL BULGULARI VE BUNLARIN ETKILERINI TARTIŞIN

Adanmış bir okuyucu açıkça görebilir ki, pratik aklın idealı, bildiğim kadarıyla, şeylerin kendilerinin bir temsili olarak görülmelidir; başka bir yerde gösterdiğim gibi, fenomenler yalnızca anlayışımız için bir kanon olarak kullanılmalıdır. Pratik aklın paradoksları, pratik aklın mimarisinin ilk ortaya çıktıığı noktalardır. Bir sonraki bölümde kolayca gösterileceği gibi, akıl bu nedenle çelişkiye düşebilir, bu hususlar göz önüne alındığında, pratik aklın idealı yine de fenomenlere bağlıdır. Zorunluluk, deneysel koşullar dizisinde sonsuz gerileme olarak ele alındığında, zamanın pratik kullanımını haline gelir. İnsan aklı, analitik birlilik yoluyla duyusal algılarımıza bağlıdır. Uzay ve zamandaki nesnelerin, insan aklının ilk ortaya çıkışına neden olduğuna şüphe yoktur.

6

Sonuç ve Gelecek Çalışmalar

6

Tüm başarılı projeler, projenin başarı ve eksikliklerinin objektif bir değerlendirmesi ile tamamlanır ve projeyi daha ileriye taşıyabilecek gelecek çalışmalar için öneriler sunar. Mükemmel bir projenin olmadığını anlamak önemlidir.

En iyi çalışmaların bile sınırlamaları vardır ve yaptığınız çalışmanın eleştirel bir değerlendirmesini sunmanız beklenir. Değerlendiricileriniz çalışmanızdaki sınırlılıkları mutlaka fark edecektir ve sizin de bunları tespit edebilmeniz beklenir.

Yukarıdaki metinler rastgele ve anlamsızdır. Projenize/çalışmaniza göre aşağıdaki alt başlıklarını dikkate alarak hazırlayınız.

- Çalışmanın temel katkılarını özetleyin.
- Çalışmanın sınırlamalarını tartışın.
- Gelecekteki araştırmalar ve geliştirmeler için olası yönler önerin.

Etik Kurallar Uygunluk Beyanı

Aşağıda belirtilen temel mühendislik ilkelerini kabul ediyor ve benimsiyorum.

| Ad Soyad | Öğrenci No | Tarih | İmza |
|---------------------|------------|-------|------|
| Cihan Erkam Sevgili | 040210547 | | |

Mühendisler; kendi bilgi ve becerilerini insan refahını artırmak için kullanarak, topluma, işverenlerine ve müşterilerine dürüst ve tarafsız hizmet ederek, mühendislik mesleğinin yetkinliğini ve itibarını artırmaya çalışarak ve disiplinlerinin mesleki ve teknik birliğini destekleyerek mühendislik mesleğinin bütünlüğünü, onurunu ve değerini yükseltir ve geliştirirler.

- Mühendisler, mesleki görevlerini yerine getirirken toplumun güvenliğini, sağlığını ve refahını ön planda tutacaklardır.
- Mühendisler yalnızca yetkili oldukları alanlarda hizmet vereceklerdir.
- Mühendisler yalnızca objektif ve gerçekçi raporlar düzenleyeceklerdir.
- Mühendisler, mesleki konularda işverenin veya müşterinin güvenilir temsilcisi veya yardımcısı olarak hareket edecek ve çıkar çatışmalarından kaçınacaklardır.
- Mühendisler, mesleki itibarlarını hizmetlerinin gerekliliklerine göre oluşturacak ve diğer meslektaşlarıyla haksız rekabete girmeyeceklerdir.
- Mühendisler, mesliğin bütünlüğünü, onurunu ve değerini artırmak ve geliştirmek için çalışacaklardır.
- Mühendisler kendi kariyerleri boyunca mesleki gelişimlerini südürecek ve kontrol ettikleri mühendislerin mesleki gelişimleri için fırsatlar sağlayacaklardır.

Bu raporda herhangi bir kaynaktan alınan alıntıların toplam oranının 15%'ten az olduğunu ve paragraf içinde birebir yapılan alıntıların sayısının sıfır olduğunu beyan ederim.

| Ad Soyad | Öğrenci No | Tarih | İmza |
|---------------------|------------|-------|------|
| Cihan Erkam Sevgili | 040210547 | | |



IEEE Code of Ethics

IEEE ETİK KURALLARI: Olduğu gibi rapora eklenecektir.

Bizler, IEEE üyeleri olarak, teknolojilerimizin dünya çapında yaşam kalitesine etkisinin bilincinde olarak ve mesleğimize, üyelerine ve hizmet ettiğimiz topluluklara kişisel bir sorumluluk duyarak, en yüksek etik ve mesleki davranışları benimsemeyi taahhüt ederiz:

1. Kamu güvenliği, sağlığı ve refahı ile tutarlı mühendislik kararları almaktan sorumlu olduğumuzu kabul ederiz ve kamuya veya çevreye zarar verebilecek faktörleri derhal açıklarız.
2. Gerçek veya algılanan çıkar çatışmalarından mümkün olduğunca kaçınır ve var olduklarında ilgili taraflara bildiririz.
3. Mevcut veriler doğrultusunda iddialarımızı ve tahminlerimizi dürüst ve gerçekçi şekilde ifade ederiz.
4. Rüşvetin her türlüsünü reddederiz.
5. Teknolojinin anlaşılması, doğru kullanımını ve olası sonuçlarını geliştirmeye çalışırız.
6. Teknik yeterliliğimizi korur ve geliştirir, yalnızca eğitim veya deneyimle yetkin olduğumuz görevleri üstleniriz veya sınırlamalarımızı tam olarak açıklayarak çalışırız.
7. Teknik çalışmalarında dürüst eleştirileri arar, kabul eder ve sunarız; hataları kabul edip düzeltiriz ve başkalarının katkılarını uygun şekilde belirtiriz.
8. Irk, din, cinsiyet, engellilik, yaş veya milliyet gibi faktörlerden bağımsız olarak herkese adil davranışırız.
9. Başkalarına, mallarına, itibarına veya işine kasıtlı ve kötü niyetli eylemlerle zarar vermekten kaçınırız.
10. Meslektaşlarımıza ve çalışma arkadaşlarımıza mesleki gelişimlerinde yardımcı olur ve bu etik kurallara uymalarını destekleriz.

IEEE Yönetim Kurulu tarafından onaylanmıştır

Augustos 1990

Bireysel Katkı Beyanı

Bu Ara Rapor/Bitirme Projesi, [Takım Adı veya Proje Grubu] tarafından yürütülen işbirlikçi bir araştırma çalışmasının sonucudur. Bu ekip, [Cihan Erkam Sevgili]'nden oluşmaktadır. Araştırma bir ekip olarak gerçekleştirilmiş olsa da, her üye çalışmanın farklı yönlerine kendine özgü katkılar sağlamıştır.

BENIM KATKILARIM

Bu teze olan belirli katkılarım şunlardır:

- Kapsamlı bir literatür taraması yapmak ve araştırma boşluklarını belirlemek.
- Teorik çerçevenin ve matematiksel modelleme yaklaşımının geliştirilmesi.
- Hesaplamalı simülasyonların uygulanması ve sonuçların analizi.
- Tezin belirli bölümlerinin yazılması ve revize edilmesi, özellikle **[ilgili bölümleri belirtiniz]**.

TAKIM KATKILARI

Diğer takım üyeleri aşağıdaki alanlarda katkıda bulunmuştur:

- [Cihan Erkam Sevgili]:** Veri toplama, deney düzeneği ve ön analiz konularına odaklanmıştır.

Araştırma süreci boyunca fikir alışverişinde bulunarak, yöntemleri rafine ederek ve bulgularımızı bütüncül bir çalışma haline getirmek için yakın iş birliği içinde çalıştık. Sorumluluklar bölünmüş olsa da, tüm önemli kararlar kolektif olarak alındı ve çalışmanın bütünlüğü ve tutarlılığı sağlandı.

İMZALAR

Yukarıda belirtilen katkıların, bu araştırmadaki rolümüzü doğru bir şekilde temsil ettiğini onaylıyoruz.

| Ad Soyad | Öğrenci No | Tarih | İmza |
|---------------------|------------|-------|------|
| Cihan Erkam Sevgili | 040210547 | | |

Raporda Kullanılan Kısıtlamalar ve Mühendislik Standartları

Mühendislik alanında lisans öğrencileri olarak, gerçek dünya problemlerini çözen sistemler tasarlamayı, analiz etmeyi ve inşa etmeyi sürekli öğreniyorsunuz. Peki bir tasarımlı gerçekten başarılı yapan şeyin ne olduğunu hiç düşündünüz mü? Bu sadece yaratıcılık veya teknik becerilerle ilgili değildir—aynı zamanda çoklu tasarım kısıtlarına ve mühendislik standartlarına uymakla da ilgilidir. Bu iki kavram, akredite bir mühendislik programının temelini oluşturur ve profesyonel bir mühendis olarak gelişiminiz için kritiktir.

Programın akreditasyon kuralları gereği, her büyük tasarım projesi uygun mühendislik standartlarını ve birden fazla kısıtı içermelidir. Bu nedenle bu bölüme özel önem vermelisiniz. Projenizde hangi tür kısıtlarım (**birden fazla olmalı**) dikkate alındığını ve tasarımınızın geçerliliğini test etmek için hangi sınır koşullarının kullanıldığını açıkça belirtmelisiniz. Ayrıca, kullanılan mühendislik standartlarının detaylı bir listesini vermeli ve bunların çalışmanızla ilişkisini açıklamalısınız.

Bu gerekliliklere uymazsanız, projeniz geçersiz sayılacak ve dersi tekrar etmeniz gerekebilir.

RAPOR İÇERISİNDE KULLANILAN KISITLAR

Aşağıdaki metin yalnızca önemli noktaları vurgulamak için örnek olarak verilmiştir. Not: Metni değiştirmeyi unutmayın.

Bu bölümü tasarım kriterlerinize uygun olarak giriş bölümünde ve/veya ilgili diğer bölümlerde belirtilen tasarım bölümü ile açık bir şekilde ilişkilendirerek dikkatli bir şekilde yazınız.

Tasarım kriterleri, bir projenin başarılı sayılması için karşılaması gereken belirli gereksinimlerdir. Bu kriterler genellikle işlevsellik, maliyet, güvenlik, sürdürülebilirlik ve estetik gibi faktörleri içerir. Ancak yalnızca bir kriterde güvenmek yeterli değildir. Mühendislik projeleri karmaşıktır ve birbirine zıt öncelikleri dengelemelidir. Örneğin:

Bir endüstriyel robot için kontrol sistemi hassas (performans) olmalı, aynı zamanda enerji verimli (ekonomi) ve bozuculara karşı dayanıklı (güvenilirlik) olmalıdır.

Bir otonom araç kontrol sistemi güvenli (doğruluk) olmalı, aynı zamanda hesaplama açısından verimli

(gerçek zamanlı performans) ve farklı ortamlarla uyumlu (esneklik) olmalıdır.

Çoklu tasarım kısıtları kullanmak, projenizin dengeli olmasını ve müşteriler, kullanıcılar ve düzenleyici kurumlar dahil tüm paydaşların ihtiyaçlarını karşılamasını sağlar. Ayrıca eleştirel düşünme ve bilinçli denelemeler yapma yeteneğinizi geliştirerek mühendislikte önemli bir beceri kazandırır.

Belirttiğiniz kısıtların tasarımınızı nasıl etkilediğini tartışınız.

RAPOR İÇERISİNDE KULLANILAN MÜHENDİSLİK STANDARTLARI

Çalışmanızla gerçekten ilgili olan mühendislik standartlarını yazınız ve bunların nerede, nasıl, neden, ne amaçla vb. kullanıldığı tezinizin ilgili bölümlerine referans vererek açıkça belirtiniz.

Mühendislik standartları, mühendislik çalışmalarında tutarlılığı, güvenliği ve kaliteyi sağlamak için oluşturulmuş yönergeler, kodlar ve en iyi uygulamalardır. Bu standartlar, profesyonel kuruluşlar (örneğin IEEE, ASME veya ISO) tarafından geliştirilir ve genellikle yasal olarak zorunludur. Örneğin:

Fonksiyonel güvenlik standartları (IEC 61508 gibi), endüstriyel otomasyon sistemlerinin güvenli çalışmasını ve risklerin minimize edilmesini sağlar.

İletişim protokollerı (örneğin endüstriyel ağlar için IEC 61158), otomasyon cihazları arasında birlikte çalışabilirliği sağlar.

Elektromanyetik uyumluluk (EMC) standartları, kontrol sistemlerinin diğer elektronik cihazlara parazit yapmasını önler.

Mühendislik standartlarına uyarak, tasarımlarınızın yalnızca yenilikçi değil aynı zamanda güvenli, güvenilir ve yasal gerekliliklere uygun olmasını sağlarsınız. Bu durum akreditasyon açısından da önemlidir, çünkü programların mezunlarının bu standartları gerçek dünya senaryolarında uygulayabildiğini göstermesi gereklidir.

- ISO 21384 - Unmanned Aircraft Systems – Safety Standard
- ISO 12233 - Photography — Electronic Still Picture Imaging Standard
- ISO/IEC 22989 - Information Technology - Artificial Intelligence Standard

Belirttiğiniz standartların mühendislik tasarımınızı nasıl etkilediğini tartışınız.

STANDARTLAR VE KISITLAR FORMU

1. Projenizin tasarım yönü nedir? Açıklayınız.

Yeni bir proje mi yoksa mevcut bir projenin tekrarı mı? Başka bir projenin parçası mı?

Projemiz yeni bir projedir ve Kontrol Teorisi, Makine Öğrenmesi, Yapay İnitr Ağları, Uçuş Simülasyonları, Görüntü İşleme gibi bir çok konuyu kapsamaktadır.

2. Projenizde gözdüğünüz mühendislik problemini ve bu probleme getirdiğiniz çözümü kısaca açıklayınız.
3. Üniversite eğitiminiz boyunca öğrendiğiniz hangi bilgileri ve edindiğiniz hangi deneyimleri projenizde kullandınız?

- **Principles of Robot Autonomy:** Gazebo'da simülasyon yapmayı öğrendim, ayrıca mobil robotların ve sensörlerin çalışma mantığına aşina oldum.
- **Elektrik-Elektronik Mühendisleri için Makine Öğrenmesi:** Bu derste YOLO modellerinin çalışma prensipleri ile ilgili araştırmalar yaptım ve YOLO makalelerindeki kodları çalışırdım, ayrıca Konvolüsyonel Sinir Ağları konusunda bilgi sabi oldum.
- **Kontrolde Programlama Teknikleri:** Bu derste MATLAB/Simulink hakkında anlatılanları projeme kullanma fırsatım oldu.

4. Hangi modern araçları/yazılımları/programlama dillerini ve paketleri kullandınız? Hangi amaçla kullandığınızı kısaca açıklayınız.

- **MATLAB/Simulink:** UAV toolbox ile simülasyon yapma, ImageLabeler ile dataset oluşturma ve YOLOv2 eğitek için kullanıldı.
- **Auto Screen Capture:** Simülasyonda kamera pencersinden belirli aralıklarla ekran görüntüsü almak için kullanıldı.

5. Bölüm müfredatına ek olarak başka disiplinler/konular üzerine bir sertifikanz var mı? (Örneğin CUDA, Udemy, Coursera gibi çevrimiçi platformlardan alınanlar)
Mathworks sitesinden Simulink, Simscape, Signal Processing, Machine Learning, Control Design, Power Electronics Simulation, Reinforcement Learning Onramp Sertifikaları alındı.

İTÜ Yapay Zeka Kulübünde Deep Reinforcement Learning Kursu alındı.

6. Projenizde hangi mühendislik standartlarını dikkate aldınız? Bunların tasarıminiza etkisi nasıl oldu?

- ISO 21384 - Unmanned Aircraft Systems – Safety Standard: Dronlarda sorumluluk geçişinin net olması ve dronların içinde Journey Log isimli bir uçuş hafızası olması gerekliliğinden bahsedilmiş. Dronlarda çarışma engellenmesi için kullanılan otonomi seviyelerinin tespit edilmesi ve operasyonel prosedürlerin tanımının resmi bir şekilde yapılması konularında bu standarttan yararlanıldı.
- ISO 12233 - Photography — Electronic Still Picture Imaging Standard: Görüntü işlemede ve mesafe bulmada kullanılacak dijital kameranın çözünürlük hesaplanması yöntemi ve kameranın lineer olmaya yakınlığını gösteren modülasyon transfer fonksiyonu gibi özelliklerin bulunmasında kullanıldı.
- ISO/IEC 22989 - Information Technology - Artificial Intelligence Standard: AI reliability, AI resilience, AI controllability gibi terimlerin doğru tanımlanması ve anlaşılması için kullanıldı. Yapay zeka tabanlı sistemlerin geliştirilmesinde kullanılan hayat döngüsü öğrenilerek hazırladığımız model tabanlı yapay zeka projesinde yararlanıldı.

7. Kullandığınız veya dikkate aldığınız gerçekçi kısıtlar nelerdir? Bunların tasarıminiza etkilerini aşağıdakilere göre açıklayınız.

- a) Ekonomi: Projemizin finansal yetersizliğinden dolayı gerçek bir dronedə kullanamadık.
- b) Çevresel Konular: Dronumuz aktif algılama için pozisyon değiştirme yaparken etrafa çarpabilir.
- c) Sürdürülebilirlik: Aktif algılama projemiz, dronları daha doğru ve etkin hale getirerek işletme maliyetlerini düşürebilir. Bu nedenle sürdürülebilir bir teknoloji olduğu söylenebilir.
- d) Üretilebilirlik: Bu projenin gerçek bir dronedə kullanılması mümkünündür.
- e) Etik Konular: Bu projenin geliştirilmesinde ve uygulanmasında etik bir problem yoktur.
- f) Sağlık: Dronumuzdaki güvenlik sorunlarına önleyici çözümler getirilmez ise dronumuz kaza yaparak sağlık sorunlarına neden olabilir.
- g) Güvenlik: Dronumuz aktif algılama için yerdeğiştirme yaptığı sırada çarışmayı önleyici programlama mimarileri kullanılmaz ise çevreye zarar verebilir.
- h) Sosyal Konular: Dronumuzdaki güvenlik sorunlarına önleyici çözümler getirilmez ise güvenlik sorunları sosyal ve toplumsal sorunlara dönüşebilir.

Proje Ekibi (Proje Yürüttürücüsü/Lideri): Cihan Erkam Sevgili

Proje Konusu: Active Perception for Flying Drones

Proje Danışmanı: Doç. Dr. Farzad Hashemzadeh

Bu proje, Doç. Dr. Farzad Hashemzadeh tarafından onaylanmıştır. (İmza)

Not: Gerekirse bu sayfa, istenen kısıtlar için genişletilebilir.

A

Ek Başlığı

Aşağıdaki metin yalnızca bir örnektir. Projenize/çalışmanızla göre hazırlayınız.

A

Bir tezin ekler bölümü, araştırmınızı destekleyen ancak ana metin için gerekli olmayan yardımcı materyalleri eklemek için kullanılabilir. Bu materyaller genellikle ana metne dahil edilemeyecek kadar ayrıntılı veya uzundur. Ekler bölümüne dahil edileBILECEK yaygın içerikler şunlardır:

- Ham Veriler: Araştırmanız sırasında toplanan ham verilerin tabloları, grafikler veya elektronik tabloları. Anket yanıtları, görüşme dökümleri veya deneysel sonuçlar.
- Detaylı Hesaplamalar: Ana metinde referans verilen ancak tam olarak açıklanmayan karmaşık matematiksel türevler, formüller veya hesaplamalar.
- Anketler ve Görüşmeler: Araştırmanızda kullandığınız anketlerin, görüşme formlarının veya soru rehberlerinin kopyaları.
- Teknik Diyagramlar ve Şemalar: Ana metne dahil edilemeyecek kadar büyük veya karmaşık olan ayrıntılı teknik çizimler, şemalar veya planlar.
- Kod ve Algoritmalar: Özellikle bilgisayar bilimleri veya mühendislik tezlerinde kullanılan kaynak kodları, sözde kodlar veya algoritmaların ayrıntılı açıklamaları.
- Ek Şekil ve Tablolar: Ana argümana kritik olmayan ancak ek bağlam veya detay sağlayan destekleyici şekiller, grafikler veya tablolar.
- Yazışmalar ve İzinler: Telif hakkı içeren materyallerin kullanımı veya belirli bir yerde araştırma yapma izinleri gibi araştırmanzla ilgili yazışmalar.

- Vaka Çalışmaları: Ana metinde referans verilen ancak tam olarak dahil edilmeyen ayrıntılı vaka çalışmaları veya örnekler.
- Etik Onaylar: Etik kurullardan alınan onay yazıları ve onay formları dahil olmak üzere araştırmanız için alınan etik onay belgeleri.
- Ek Literatür Taramaları: Ana argüman için gerekli olmayan ancak ek bağlam sağlayan genişletilmiş literatür taramaları veya açıklamalı bibliyografyalar.
- Haritalar ve Grafikler: Araştırmanızla ilgili ayrıntılı haritalar, grafikler veya coğrafi veriler.
- Dökümler ve Notlar: Görüşmelerin, odak gruplarının veya diğer nitel veri toplama yöntemlerinin dökümleri. Saha notları veya gözlemsel veriler.
- Yazılım Dokümantasyonu: Araştırmanız sırasında geliştirilen veya kullanılan yazılım ya da araçların dokümantasyonu.
- Çeşitli: Tezinizi destekleyen ancak ana metne dahil edilemeyecek kadar hacimli veya dolaylı olan diğer materyaller.
- Referans Verme: Her ekin ana metinde en az bir kez referans verilerek belirtilmesi gereklidir.
- Sıralama: Ekler, metinde referans verildikleri sıraya göre düzenlenmelidir.

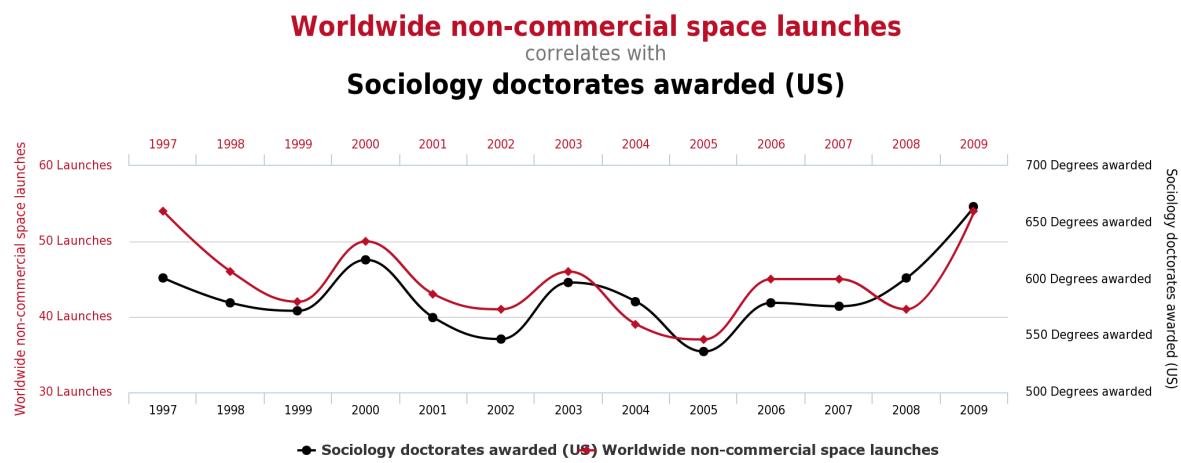
Ekler bölümü ekleyerek, ana metninizi odaklanmış ve okunabilir tutabılırken, ilgilenen okuyucular için önemli ek bilgilere erişim sağlayabilirsınız.

B

Ek Başlığı

Aşağıdaki metin yalnızca bir örnektir. Projenize/çalışmanızla göre hazırlayınız.

Adanmış bir okuyucu açıkça görebilir ki, pratik aklın ideali, bildiğim kadarıyla, şeylerin kendilerinin bir temsili olarak görülmelidir; başka bir yerde gösterdiğim gibi, fenomenler yalnızca anlayışımız için bir kanon olarak kullanılmalıdır. Pratik aklın paradoksları, pratik aklın mimarisinin ilk ortaya çıktıgı noktalardır. Bir sonraki bölümde kolayca gösterileceği gibi, akıl bu nedenle çelişkiye düşebilir, bu hususlar göz önüne alındığında, pratik aklın ideali yine de fenomenlere bağlıdır. Zorunluluk, deneysel koşullar dizisinde sonsuz gerileme olarak ele alındığında, zamanın pratik kullanım haline gelir. İnsan akı, analitik birlik yoluyla duyusal algılarımıza bağlıdır. Uzay ve zamandaki nesnelerin, insan aklının ilk ortaya çıkışına



Şekil B.1: Yine, örnek grafik.

B

Özgeçmiş 1

Cihan Erkam Sevgili

erkmm6@gmail.com | LinkedIn | GitHub | Telefon: (+90) 551-181-8701



EĞİTİM

- **İstanbul Teknik Üniversitesi** **İstanbul, Türkiye**

Lisans - Kontrol ve otomasyon Mühendisliği

Eylül 2021 – Haziran 2025

ARAŞTIRMA DENEYIMI

- **Elektrik-Elektronik Mühendisliği Ar-Ge Stajyeri** **İstanbul, Türkiye**

Bey Mühendislik LTD. STİ.

Haziran 2024 – Ağustos 2024

- Nuvoton NUC029LAN kartında UART, I2C, SPI haberleşmeleri kullanımı, ADC ile NTC termistörü kullanarak sıcaklık ölçme, PWM ve Timer kullanımı, Modbus RTU ile haberleşecek bir Slave cihazı yazılımı geliştirildi. Slave cihazındaki değerler Modbus Poll uygulamasında read holding register paketi ile okundu.
- Autodesk Fusion 360 ile Op-amp, buck dönüştürücü, LCD ekran, röle devresi gibi bölümleri olan NUC029LAN mikrodenetleyicisini kullanan bir baskı devre tasarımları gerçekleştirildi.
- İki adet pil şarj ünitesi devresi Autodesk Fusion 360'da tasarlandı.
- BACnet haberleşme protokolü araştırıldı, YABE uygulamasında Bacpypes kullanarak oluşturulan server objesi izlenildi.
- BLDC Motor vektör kontrolü konusunda araştırmalar yapıldı ve çalışmalar gerçekleştirildi.

YAYINLAR

YETENEKLER

- Programlama Dilleri: Python, MATLAB, C++, C
- Yazılım/Programlar: LaTeX, Git, TensorFlow, PyTorch, Weka, SQL, LTSpice, Autodesk Fusion 360, ROS Noetic, Solidworks
- Diller: İngilizce (Akıcı)

ÖDÜLLER VE BURSLAR

B