

YODA İHA YAZILIM 1. ÖDEV

YARIŞMA HAKKINDA: Yarışma genel olarak, İHA'ların belli kurallar içerisinde bazı görevleri yerine getirerek puanları toplaması ve sıralamalarını belli etmesi üzerine kuruludur. **Görevler;** otonom kilitlenme, rakiplerden kaçınma, hedef tespiti, QR okuma gibi İHA'ların belli özelliklerini test etme amacı içerir.

KAMIKAZE Görevi: (İncelenen raporlarda yeni olduğu belirtilmiş)

İHA'nın aşamalı olarak QR kodun bulunduğu düzleme yaklaşması, kodu okuması ve sonrasında algoritmayı kapatarak ortamdan ayrılması istenen bir görevdir.

KTR1 (METU COMET ASTROTECH) (İNG)

1. Kısım: Genel Sistem Özeti (Daha iyi anlayabilmek için)

Bir İHA sistemi genel olarak iki ana başlıktan oluşur: İHA ve yerdeki kontrol istasyonu. İkisi de kendi içlerinde bileşenlere ayrılır.

1)İHA

İHA aracı bileşenleri aracın gövdesinde bulunur ve bu bileşenler yarışma gereksinimlerine uygun olarak araca hem dayanıklılık hem de yüksek irtifada hareket ve manevra kabiliyeti sağlar. Havadaki İHA aracının bileşenleri arasındaki **uçuş kontrol kartı** sensörlerinden aldığı veriler ışığında aracın uçuşunun stabil şekilde devam etmesini sağlar. Bu sensörler **manyetometre** ve **IMU(İMÜ)** sensörleridir.

Manyetometre: Ortamın manyetik alan yoğunluğunu ölçer

İMÜ: Açısal hız ve ivme verisine göre aracın hızını ve dönme açısını belirler.

Aynı zamanda uçuş kontrol kartı, kontrol elemanları ve görev yazılımı arasındaki bağlantıyı ayarlar. Uçuş kontrol kartı; **GPS**, **hava hızı sensörü** ve **LIDAR** sensörünü de içerir.

GPS: konum ve saat bilgisi sağlayan sensördür.

Hava hızı sensörü: Pitot tüpündeki basınç bilgisine bağlı olarak havadaki hızı belirler.

LIDAR: Lazer kullanarak aracın belli bir yüzeye veya nesneye olan uzaklığını ölçer.

Diğer bir bileşen olan **yardımcı bilgisayar**, diğer bütün sensörlerden gelen verileri işler ve uçuş kontrol kartı için komut-kontrol çıktılarına dönüştürür. İHA'nın istasyonla olan iletişimi için bazı bileşenler kullanılır. Karşılıklı iletişim için **RFD868 telemetri seti** kullanılabilir, **R12DS alıcısı** kullanılarak radyo frekansı kontrolöründen girdileri alınabilir.

Ubiquiti Bullet M5-HP İHA'nın görünümünü görüntülemek için kullanılabilir.

2) GCS (Yerdeki Kontrol İstasyonu)

İHA sistemindeki diğer başlık olan yerdeki istasyon birçok elektronik bileşen içerir ve bunlardan birisi **istasyon bilgisayarıdır**. İstasyon bilgisayarı; ana sunucuyla iletişimden, ana sunucudan veri elde ediminden ve bu verilerin İHA'ya iletiminden sorumludur. Aynı zamanda aracın verilerinin görsel olarak ekrana verilmesini sağlar. Ayrıca, İHA'yı gerektiğinde manuel olarak kullanabilmek için varolan bileşen, görüntüyü izleyebilmek için gereken **wi-fi alıcısı**, konum bilgisinin daha hassas ve doğru tespit edilebilmesini sağlayan **RTK(Gerçek Zamanlı Kinematik)** bileşenleri de yer kontrol istasyonunda bulunmaktadır.

2. Kısım: Sisteme daha ayrıntılı bakış

Kullanılan uçuş kontrol kartı:

Bu sistemde daha stabil bir uçuş performansı sergilemek ve görevler için uygun altyapıyı oluşturması nedeniyle **PX4 otopilot yazılımı** tercih edilmiştir. Kontrol kartı olarak da diğer kontrol kartları arasında IMU verisi adına daha az hata oranı olduğu, ulaşması daha basit olduğu, daha detaylı dökümantasyonlara sahip olduğu için **Pixhawk Cube Orange** tercih edilmiştir. GPS sensörünün tercih edilme nedeni ise RTK modülüne uyumlu olması ve aynı şekilde düşük hata oranlarına sahip olması.

Ödevin ilerleyen sayfalarında bizden istendiği gibi otopilot yazılımı ve kontrol kartı için yaptığım araştırmaları yazıyor olacağım.

GÖRÜNTÜ İŞLEME ALGORİTMALARI

Görüntü işleme yarışma özelinde olmazsa olmaz bir süreçtir. Bu algoritmalarla havadaki diğer İHA'ların hareketleri ve durumları hakkında bilgiler edinip onları tespit etme, takip etme ve yaklaşma operasyonlarını sürdürüyor olacağız.

A)Nesne Seçimi

Nesne seçimi için ODTÜ ekibi algoritmasını en başta tüm İHA'ların aynı düzeyde olduğunu varsayarak kurmuşlar. Sonrasında yarış içerisinde hangi nesneyi hedef olarak seçeceklerini ve yaklaşacaklarını gelen verilerle birlikte değerlendiren ve seçimi sonlandıran bir sistem kurmuşlar.

B)Nesne Tespiti

Ekip, nesne tespiti için hem iki aşamalı (**RCNN ailesi**) hem tek aşamalı (**SSD, YOLO, RetinaNet**) dedektörleri değerlendirmiş. İki aşamalıları daha yüksek doğrulukta görüntüler verseler de FPS olarak isteneni tam olarak karşılayamadığı ve gerçek zamanlı uygulamalara daha az uygun olduğu için tek aşamalıları yönelim gerçekleştirilmiş ve YOLO algoritması tercih edilmiş.

Birçok YOLO modelini istenen FPS değerine yaklaşılamama, orta ve büyük hacimdeki nesneleri algılamada sorun yaşama gibi nedenlerden dolayı elenmiş ve YOLOv4-tiny modelinde karar kılınmış.

YOLOV4-tiny

Mimarisi omurga, boyun ve kafadan oluşur.

Omurga: Görevi çeşitli boyutlardaki görüntülerden nesneler hakkında kullanılabilir bilgi çıkarmaktır. (CSPDarknet53-tiny)

Boyun: Kullanılabilir bilgileri diğer aşamalarda elde edilen bilgilerle birleştirir. (Feature Pyramid Network (FPN))

Kafa: Son olarak boyundan çıkan bilgilerle birlikte hedefin koordinatlarını hesaplar.

C)Nesne Takibi

Nesne takibinin temeli, hedefin başlangıç konumuna göre mevcut durumunu tahmin etmeye dayanır. Bir ya da birden fazla nesne takibi olarak ikiye ayrılır. Ekip, bu yarışmada tek bir nesnenin takibini gerçekleştirmeyi yarışmaya göre uygun bulmuş.

Genel olarak algoritmalar 4 ana başlıkta toplanır

1)Algılamayla Takip Etme: Yavaş çalışıyor

2)Korelasyon Filtrelemesi: Verimlilik açısından bazı avantajları olsa da hızlı hareket eden ve küçük olan cisimler için pek de yeterli değil, yarışmada sorun çıkarabilir.

3)Siyam Sınır Ağları(Siamese Network Tracking): Diğerlerine göre daha hassas, hızlı ve gerçek zamanlı operasyonlara daha uyumlu olduğu için ekip tarafından tercih edilmiş. DaSiamRPN ağı kullanılmış.

4)Pekiştirmeli Öğrenme(Reinforcement Learning): Yeterli keskinlikte değil

KTR2 (ELFATEC RACLAB) (TR)

Bu takım için ilk raporla bileşenler adına hem benzerlikler hem de farklılıklar görmekteyiz. Az önceki raporda bir İHA sisteminin nelerden oluştuğunu öğrenmiş olduğumdan ana hatlarıyla tekrar yazmak yerine bu raporla yeni gördüğüm ve öğrendiğim şeyleri paylaşmak istiyorum.

Kullanılanlar:

Uçuş Kontrol Kartı: Yine birçok avantajından dolayı **Pixhawk Cube Orange** tercih edilmiş. Spesifik olarak **ArduPilot** yazılımı uyumundan dolayı.

Yardımcı Bilgisayar: **NVIDIA JETSON XAVIER NX** kullanılmakta olup yapay zeka algoritmalarını daha iyi çalıştırması ön plandadır. Bu yardımcı bilgisayarlar hakkında daha önce de belirttiğim gibi bizden istenen şekilde ödevin sonunda daha detaylı araştırmaları aktaracağım.

GÖRÜNTÜ İŞLEME ALGORİTMALARI, OTONOM GÖREVLER:

Nesne Seçimi, Tespiti ve Takibi/Otonom Kilitlenme:

İlk raporda da belirttiğim gibi, bu takım da öncelikle bir İHA'nın takibe uygun olup olmadığına karar veren ve bu karara göre hareket eden bir sistem kurmuşlar. Eğer takibe uygunluğu teyit edildiyse yaklaştırmaya başlanır. Bunu teyit edebilmek için iki drone arasındaki açının istenen değerde veya altında olması gerekmektedir.

Yaklaşılan İHA'nın kilitlenme için büyüklüğü yeterli düzeydeyse kilitlenme operasyonu başlar, 4 saniye kilitlenme işlemi başarıyla gerçekleştiyse en başa dönlür. Eğer olur da yaklaşan İHA takip sınırlarından çıkarsa **görüş dışı nesne takip algoritmasıyla** tekrardan sınırlar içerisini alınmaya çalışılır; alınana kadar süre aşımı olduysa operasyonun en başına dönlür, olmadıysa veriler işlenmeye devam eder.

KTR3 (VEGA) (TR)

Kullanılanlar:

Uçuş Kontrol Kartı: Pixhawk PX4 (maaliyet nedeniyle orange cube yerine seçilmiş), Ardupilot yazılımını içerir, stabil ve dengeli uçuş için oldukça uygundur, birçok sensörün miktarca fazla bulunması da uygunluğunu artırır, ayrıca JETSON NANO modeliyle de uyumludur.

Yardımcı Bilgisayar: NVIDIA JETSON NANO

GÖRÜNTÜ İŞLEME ALGORİTMALARI, OTONOM GÖREVLER:

Nesne Tespiti:

Ekip, ODTÜ ASTROTECH ekibinin de raporunda yazdığı gibi nesne tespiti için tek aşamalı ve çift aşamalıların arasındaki farklara değinerek tek aşamalı algoritmaların daha uygun olduğunu belirtmiş ve tercihlerini **YOLO** algoritmasından yana kullanmışlardır ancak tek başına yetersiz olduğunu düşünüp **KCF (Korelasyon Filtreleme)** algoritmasıyla birlikte çalışmasının sürecin daha yüksek doğruluk derecelerine çıkaracağını öne sürmüşlerdir.

Dezavantajıysa, YOLO algoritmasıyla KCF'ye aktarılan resimde eğer tespit edilmeye çalışılan İHA yoksa, KCF algoritmasının durmasıdır. KCF algoritmasının durması halinde süreç başa döner ve yine resim aktarımı yapılır.

KCF ve YOLO sistemin farklı parçalarını eşit bir şekilde kullandığı için darboğaz sıkıntısı yaşanmamaktadır.

Bu ekibin İHA'sı, serbest uçuştayken belirli sürelerde daireler çizer ve bu dairelerin etrafında bulunan en yakın nesneyi tespit edip kilitlenmek üzere hedef seçer.

Nesne Takibi ve Kilitlenme:

Diğer raporlarda bahsetmemiş olduğumu gördüğüm ve belirtmek istediğim bir başka durumsa tespit edilen nesnelere yaklaşırken **PID(Oran,İntegral,Türev) geri beslemeli fonksiyon** kullanılması. Amacı matematiksel işlemlerle hata payının çıktısını vermek ve düzeltmeye çalışmaktır. Bu ekip PID fonksiyonunu üç eksen için uygulamış bulunmakta.

Genel olarak raporlardan yarışma hakkında temel bilgileri, bir İHA sisteminde nelerin bulunduğu ve nasıl bir yapıya sahip olduğunu olabildiğince öğrenmeye ve yazmaya çalıştım. Bir raporda dikkatimi veremediğim bilgilerin diğer raporda rahatça anlaşılabilir olduğunu gördüm ve genel olarak yazılarımdaki farklar bunlardan oluştu (malum bazı raporlar İngilizce hazırlandığı için anlaşılması daha güç oluyor.) Ödevin diğer kısmındaysa belirttiğim gibi bizden istenen İHA sistem bileşenlerinin daha detaylı incelemesi bulunmakta.

İHA Yazılımı Temel Kavramları:

1. Yer Kontrol İstasyonu:

İHA ile iletişim kuran, performansını ve konumunu canlı olarak yansıtan yer tabanlı bir bilgisayar veya mobilde çalışan yazılımdır.

Masaüstü için: Mission Planner, APM Planner, MAVProxy, QGroundControl, UgCS, LOGOS

Tablet/Telefon için: QGroundControl, Tower, MAVPilot, AndroPilot, SidePilot, ArduPilot

2. Pixhawk Uçuş Kontrol Kartı:

Özellikleri ve yetenekleriyle drone dünyasında öne çıkan bir platformdur ve kompleks uçuşları kolaylıkla gerçekleştirebilmeyi sağlar. Bu kart az sonra da bahsedeceğim ArduPilot ve AX4 yazılımlarıyla da uygun çalışır. Ana kart ve GPS modülü gibi bileşenleri ve ilk raporda belirttiğim birçok sensörü içerir. İHA'nın stabil bir uçuş sergilemesini sağlar.

3. Ardupilot ve PX4 Otopilot Yazılımları

İkisi de birçok seyir halindeki araçların içerisinde bulunur ve sistemleri kontrol etmeye yarayan yazılımlardır. Aralarındaki fark ise PX4 üzerinden kodda yapılan herhangi bir değişikliğin ana merkeze iletilmemesi, Ardupilot üzerinden kodda yapılan herhangi bir değişikliğin merkeze iletilmesi gerekesidir.

4. Görev Bilgisayarı – NVIDIA JETSON Modelleri

Bu modeller, yapay zekaya dayalı araçlar oluşturmak için kullanılan bilgisayarlardır. Çok tercih edilmesinin sebebi, giriş seviyesinden ileri seviyeye kadar herkese ve her şeye uyumlu modeller çıkarmalarıdır.

HAZIRLAYAN: IŞIK TÜYSÜZ

ÖĞRENCİ NO: 24016020

NOT: Gruba biraz geç girmemden kaynaklı fazla detaylı olmamış olabilir 😊