

YODA OTONOM YAZILIM ÖDEV 1. HAFTA

1.1 Teknofest Robotaksi Yarışma Raporlarını İnceleme

araştırdığım takım raporları:

- TALOS
- KOÜ-MEKATRONOM
- VOLANS
- RACLAB Sigun

PID nedir= PID (Proportional Integral Derivative) oransal-integral-türevsel denetleyici kontrol döngüsü yöntemi, endüstriyel kontrol sistemlerinde yaygın olarak kullanılan bir geri besleme denetleyicisi yöntemidir. Bir PID denetleyici sürekli olarak bir *hata değerini*, yani amaçlanan sistem durumu ile mevcut sistem durumu arasındaki farkı hesaplar. Denetleyici süreç kontrol girdisini ayarlayarak hatayı en aza indirmeye çalışır.

PID kontrol algoritması üç parametre ile, özel proseslerin gereksinimleri için kontrol eylemi sağlayabilir ((Oransal (P), İntegral (I), Türev (D))

Avantajları

- Basit ve kolay uyarlanabilirlik
- Güvenirlik ve tepki hızı

Dezavantajları

- Ayarlama zorluğu (3 parametre ayarı)
- Karmaşık işlemlerde yetersiz kalabilir

Pure Pursuit nedir = Pure Pursuit algoritması, otonom araçların veya mobil robotların belirlenmiş bir yol üzerinde kalmasını sağlayan geometrik tabanlı bir yol takip yöntemidir. Algoritma, aracın mevcut konumuna göre yol üzerinde belirli bir bakış mesafesi kadar ileride bulunan bir hedef nokta seçer. Daha sonra araç ile bu hedef noktayı birleştiren doğru parçasının geometrisine dayanarak, aracı o noktaya yönlendirecek eğri veya direksiyon açısı hesaplanır.

Avantajları

- Hedef odaklı olduğu için akıcı ve yumuşak bir sürüş sağlar
- Anlık hatalara çok takılmaz bu sayede pürüzsüz bir sürüş sağlar

Dezavantajları

- Yüksek hızlarda fazla sapma görülür
-

Stanley nedir = Stanley takip algoritması, otonom araçlarda kullanılan bir geometrik yol takip yöntemidir. Araç ile referans yol arasındaki yanal sapma ve yön farkını dikkate alarak, aracı yolun merkezine ve doğru yöne hizalamayı amaçlar. Direksiyon açısı bu iki hatanın birleşimiyle hesaplanır, böylece araç hem yolda kalır hem de rotanın yönüne paralel hareket eder.

Avantajları

- Yönelim ve konum hatasını birlikte düzeltebilir
- Yüksek hızlarda bile kararlı ve hızlı tepki verebilir

Dezavantajları

- Keskin virajlarda agresif davranabilir
- Ön aks temelli olduğu için bazı araç tiplerinde hassasiyet kaybı yaşanabilir

MPC nedir = Model öngörülü kontrol (MPC), bir dizi kısıtlamayı karşılayarak bir süreci kontrol etmek için kullanılan gelişmiş bir süreç kontrol yöntemidir

Avantajları

- Kendini gelecek zamana optimize eder
- Birden çok işlevi hesaba katar (ivme, hız, direksiyon limitleri vs.)

Dezavantajları

- İşlemci performansını yüksek kullanır bu sayede işlem süresi uzar ve verimlilik azalır
- Modüllere önemli ölçüde bağlı olduğu için araçta herhangi bir hata olma durumunda çalışmasını ve ilerleyişini olumsuz etkiler

Nvidia Xavier nedir = NVIDIA Jetson AGX Xavier, otonom araçlar, robotik sistemler ve yapay zekâ uygulamaları için tasarlanmış yüksek performanslı bir gömülü bilgi işlem platformudur. Xavier, güçlü GPU (Volta mimarisi), CPU (8 çekirdekli ARM), yapay zekâ hızlandırıcıları ve derin öğrenme motorları ile, karmaşık sensör verilerini (kamera, radar, lidar) gerçek zamanlı olarak işleyebilir. Bu sayede otonom sistemlerde algılama, karar verme ve kontrol işlemleri entegre şekilde yürütülebilir.

Avantajları

- Yüksek işlem gücü AI, görüntü işleme ve sensör füzyonu için uygundur
- Enerji verimliliği düşük güç tüketimine rağmen yüksek performans

Dezavantajları

- Yüksek maliyet (donanım ve geliştirme ortamı pahalıdır)
- Karmaşık yapı (kurulum, optimizasyon ve geliştirme süreci uzmanlık gerektirir)
- Termal yönetim ihtiyacı yoğun işlem yükünde soğutma gerektirir

• Otonom sürüş algoritmaları:

Araştırdığım ve baktığım rapor ve bilgiler halinde yarışmada genellikle PID, Pure Pursuit, Stanley, MPC gibi takip algoritmasını ve bu algoritmanın kendi içlerinde işleme, işleme geçme, yaptıkları ve görev sırasında nerede kullandıklarından bahsediyorlar.

TALOS

Araç Kontrolü Araç kontrolü hazır araç kontrol PID algoritması ile sağlıyor bu algoritma aynı zamanda hata değeri düşürme odaklı olarak 3 ayrı parametre ile çalışıyor

Yol Bilgisi şerit takip için öğrenme tabanlı bir algoritma kullanmayı seçmişler (UNET Algoritmasının İmplementasyonu) ZED 2 Stereo Camera ile yol taranıp şerit takip sistemi algoritması ile birlikte belirlenene şerit noktalarını anlamdirmayı amaçlamışlar ve şerit takibinin sapmaması için polinom regresyon yöntemini

kullanmışlardır levhaları tanımlamak ve algılamak için ise Dynamic Window Approach algoritmasından esinlenilerek yeni bir algoritma oluşturmuşlardır engeller için ise 5 farklı lidar bölgesinden aldıkları veriler ile kontrol bölgelerinde güvenli alan tespiti yapmışlardır.

- **Algılama (Nesne Tespiti) algoritmaları:**

Aracın trafik işaretlerini tanıması için yapay öğrenme tabanlı YOLO algoritması kullanılmışlardır. YOLO algoritması diğer rakip algoritmalara göre çok daha hızlı ve yüksek doğrulukta tespit yapması sebebiyle tercih edilmiştir. YOLO modelleri arasından da en optimize olanı olması sebebiyle YOLO v4 sürümü tercih etmişlerdir

- **Yapay zekâ yaklaşımları:**

TALOS takımı araç karar verme nesne sınıflandırma ve rota tahmini süreçlerinde makine öğrenmesi ve derin öğrenme tabanlı yaklaşımlar kullanmıştır nesne tespiti kısmında YOLOv4 algoritmasıyla çalışmışlar çünkü gerçek zamanlı yüksek doğrulukta sonuç veriyor ve trafik levhaları, ışıklar gibi nesneleri sınıflandırabiliyor.

Şerit tespiti için UNET mimarisini kullanmışlar, bu da az veriyle bile iyi sonuç veren bir öğrenme tabanlı segmentasyon” yöntemi,— Rota planlama kısmında ise Dynamic Window Approach algoritmasından esinlenilmiş bir algoritma sistemi kullanmışlar; bu sistem kameradan gelen görüntüyle çevresel engelleri ve şeritleri değerlendirip hedef noktaya en kısa, güvenli rotayı çıkarıyor.

Konumlandırmada Kalman Filtresi tabanlı sensör füzyonu (IMU + GPS) kullanılmış; bu sayede pekiştirmeli öğrenme mantığına yakın şekilde aracın konum tahminleri sürekli optimize edilmekte.

Bu modellerin araçta kullanılma sebepleri hem işlevsel hemde gelişmiş olmaları bu sayede birden çok durumu veri tabanında bulundurarak gelebilecek veya karşılaşılabilecek durumlara temkinli bir biçimde kusursuz bir başarı elde etmek

- **Sensörler:**

KAMERA (ZED 2 STEREO)

ZED 2 Stereo Kamera, derinlik algısı, hareket izleme ve uzamsal AI için Stereolabs'ın 3D sensörüdür ZED 2 stereo kamera üzerinde iki adet kamera bulunmaktadır. Bu iki kamera yardımıyla derinlik verisi oluşturulmakta ve derinlik verisi yardımıyla piksellerin konumu belirlenmektedir. Windows ve Ubuntu işletim sistemlerinde çalışabilen ZED 2 stereo kameranın, ROS (Robot Operating System), Unity, Matlab, OpenCV gibi platformlara uygun paketleri bulunmaktadır. ZED 2'nin görüş alanı 120 derece ye kadar görebilir.

- Çözünürlük: Videonun gerçek çözünürlüğü
- Derinlik için fps: 100 Hz
- Derinlik algılama menzili: 0.2 - 20 m
- Derinlik algılamada FOV: 110° (H) x 70° (V) x 120° (D)
- Pozisyon sensörü: Barometre, manyetometre (Veri Oranı: 25Hz / 50Hz)
- Poz güncelleme oranı: 100Hz'e kadar

rapor incelmelime göre birçok takımın bu kamerayı kullandıkları görülüyor. pek çok sistem içerisinde veri alma veri depolama ve öğrenme faaliyetleri, şerit takibi, engel algılama,levha veya trafik lambası algılama sistemleri için kullanılıyor.Takımlar bu kameradan yararlanma yollarından biri bu veriyi IMU,GPS, PID, Nvidia Xavier,LIDAR, gibi sensör ve algoritma işlemleriyle birlikte kullanıyor ve bu veriler sonucunda aracın daha güvenli gitmesini sağlıyor ve oluşabilecek kusurları ve yanlışlıkları minimize tutulmaya çalışılıyor



ZED 2 STEREO

LIDAR

LIDAR, bir mekanizmasının lazer tarama çekirdeği ve çekirdeğini yüksek hızda döndürmesi prensibi ile çalışmaktadır. lazer darbeleri kullanılarak bir nesne yabirüzeyin uzaklığını anlamaya yarayan teknolojidir. Lidar teknolojisi nesne uzaklığını, nesne şekil tespitini, haritalama, güvenlik vb amaçlarda kullanılmaktadır.

rapor incelemelerime göre LIDAR otonom sürüş sistemlerinde olmazsa olmaz sensörlerden biri olarak, kamera ve diğer sensörlerle entegre bir şekilde çalışır. Bu entegrasyon sayesinde LIDAR, nesne uzaklık ve şekil tespiti , engel algılama ve kaçınma , acil fren senaryoları , konumlandırma/haritalama , şerit müsaitliği kontrolü ve park etme gibi görevler için yüksek doğrulukta üç boyutlu veri üreterek aracın güvenli ve başarılı bir şekilde hareket etmesini sağlar



Lidar (Velodyne VLP-16 Puck Hi-Res)

IMU-GPS

Aracın parkur içerisinde hatasız bir şekilde ilerleyebilmesi için hız, konum ve bunlara bağlı olarak bir yönlendirme yapılması gerekmektedir. Bu işlem bittiğinde lokalizasyon gerçekleşmiş olur. Yani aracın nerede olduğunu ve nereye gitmesi gerektiğini öğrenmesi sağlanmış olunur. Lokalizasyon için kullanılması gereken araçlar vardır. Hız, konum, yönlendirme işlemleri için IMU (Inertial Measurement Unit) ve GPS(Global Positioning System) birlikte kullanılmalıdır. Bu araçlara yardımcı olarak ZED2 Kamera ile odometry verileri kullanılmakta ve konumdaki değişimleri öğrenilmektedir. Bu yöntemle IMU ile birlikte daha doğru odometry sonucu elde edilerek konum değişikliğindeki hata payı azaltılmıştır. Aynı zamanda GPS ile oluşabilecek konumlandırma hatasını IMU ile azaltarak bu araçlardan gelen verilerde oluşabilecek hatalar kalman filtresi ile en aza indirgenmiştir.

(Odometri bir aracın zaman içindeki konum ve yön değişimini hesaplama yöntemidir. Yani aracın ne kadar ilerlediğini, hangi yöne gittiğini ve konumunun nasıl değiştiğini tahmin eder.)



9 Eksenli IMU Sensörü Modülü



GPS

ULTRASONİK MESAFE SENSÖRÜ

Ultrasonik mesafe sensörü, ses dalgaları kullanarak bir nesneye olan uzaklığı ölçen bir teknolojidir. Temel çalışma prensibi, ultrasonik (insan kulağının duyamayacağı yüksek frekanstaki genellikle 40 kHz) ses dalgalarının bir verici tarafından gönderilmesi ve bu dalgaların bir yüzeye çarpıp geri dönme süresinin ölçülmesine dayanır.



ULTRASONİK MESAFE SENSÖRÜ

rapor ödevi

*takımların simülasyon ortamını **yapay zeka eğitimi, algoritma testleri veya görev senaryosu oluşturma** gibi hangi amaçlarla kullandıklarını da not alınız.*

simülasyon yapay zeka eğitimi algoritma testleri ve görev senaryosu oluşturma gibi etkinliklerin yapılması veri tabanı öğrenmesi için ve gerçekçiliğe en yakın ve olası durumlara karşı olan eksiksiz tepkiler ve hata yapılmaması aksaklık çıkmaması için simülasyon ortamda araç test edilir ve bu bilgiler işlenir

ömer faruk okuşluk 24011076