

Python Tabanlı Drone Teslimat Simülasyon Sistemi

221307044, Esat Berat Uzunca

221307059, İbrahim Buğra San

221307054, Yunus Emre Yılmaz

Abstract—Bu çalışma, e-ticaret taleplerinin artmasıyla birlikte hız, güvenilir ve verimli lojistik operasyonlara duyulan ihtiyaç karşılamak için tasarlanmış Python tabanlı bir drone teslimat simülasyon sistemini tanıtmaktadır. Sistem, yapılandırılmış bir veri setindeki koordinatlara dayalı olarak bir dronun en uygun teslimat rotalarını otonom bir şekilde belirlemesini sağlar. Modüller bir yazılım mimarisi kullanan sistem, rota optimizasyonu, teslimat görselleştirme ve operasyonel analiz yetenekleri sunar. Simülasyon, enerji hesaplamaları altında etkili rota planlamasını göstererek lojistik karar destek sistemlerinde uygulanabilirliğini ortaya koymaktadır. Gelecekteki çalışmalar, çoklu drone koordinasyonu, engel tanıma ve gerçek zamanlı çevresel veri entegrasyonunu içerebilir.

I. GİRİŞ

Lojistik sektörü, e-ticaretin yaygınlaşması ve tüketici beklentilerinin artmasıyla birlikte hızla dijital dönüşüm sürecinden geçmektedir. Özellikle büyük şehirlerdeki trafik yoğunluğu, geleneksel teslimat yöntemlerinin zamanında teslimat yapmasını zorlatmakta ve operasyonel maliyetleri artırmaktadır. Bu bağlamda, insansız hava araçları (droneler) ile yapılan teslimatlar, son kilometre lojistiğinde yenilikçi bir çözüm olarak öne çıkmaktadır. Droneler, teslimat sürelerini kısaltma, çevresel etkileri azaltma ve karasal engellerden kaçınma gibi avantajlar sunar. Ancak, bu teknolojinin etkin bir şekilde kullanılabilmesi için sofistike rota planlama ve operasyonel yönetim sistemlerine ihtiyaç vardır.

Bu çalışma, Python programlama dili kullanılarak geliştirilen bir drone teslimat simülasyon sistemini sunmaktadır. Sistem, teslimat koordinatlarını kullanarak en kısa rotayı hesaplar, teslimat sürecini görselleştirir ve dronun enerji hesaplamaları altında çalışmasını simüle eder. Modüler mimarisi sayesinde sistem, farklı senaryolara kolayca uyarlanabilir. Çalışma, otonom teslimat sistemlerinin geliştirilmesine katkıda bulunmay ve lojistik operasyonlarında ölçeklenebilir bir simülasyon çerçevesi sunmayı amaçlamaktadır.

II. YÖNTEM

Sistem, modüler bir yazılım mimarisi üzerine inşa edilmiştir ve üç ana Python modülünden oluşur. Aşağıda sistem bileşenleri ve işleyişleri ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

A. Sistem Bileşenleri

- **drone.py:** Bu modül, Drone sınıfını tanımlar ve dronun fiziksel ve operasyonel özelliklerini kapsar. Bu özellikler arasında dronun mevcut konumu (x, y koordinatları), batarya kapasitesi (watt-saat cinsinden), maksimum uçuş mesafesi (kilometre cinsinden) ve hareket kabiliyetleri yer alır. Sınıf, dronun konumunu güncelleme, enerji tüketimini

izleme ve teslimat durumunu kaydetme gibi yöntemler içerir.

- **harita.py:** Map modülü, veriler/koordinatlar.csv dosyasından teslimat noktalarını okuyarak harita üzerinde konumlandırır. Koordinatlar arasındaki Öklid mesafelerini hesaplar ve matplotlib kütüphanesi kullanılarak teslimat haritasının görselleştirilmesini sağlar. Ayrıca, en yakın komşu algoritmasını kullanarak teslimat sırasını optimize eder.
- **main.py:** Bu modül, simülasyonun ana kontrol birimidir. Droneu başlatır, teslimat koordinatlarını yükler, rota planlamasını tetikler ve teslimat görevlerini yönetir. Simülasyon döngüsü, dronun durumunu günceller ve her adımda görselleştirme üretir.
- **veriler/koordinatlar.csv:** Veri seti, simüle edilmiş bir kentsel ortamda teslimat noktalarını temsil eden (x, y) koordinatlarını içerir. Her nokta, benzersiz bir kimlik ve istenilen ağırlık olarak paket ağırlığı gibi ek özelliklerle ilişkilendirilir.

B. Rota Planlama

Sistem, en yakın komşu algoritmasını kullanarak teslimat rotasını optimize eder. n adet teslimat noktası için algoritma aşağıdaki şekilde çalışır:

- 1) Dronun başlangıç konumu (örneğin, depo koordinatları (0, 0)) belirlenir.
- 2) Ziyaret edilmemiş tüm teslimat noktalarına olan Öklid mesafeleri hesaplanır.
- 3) En yakın nokta seçilir, dronun konumu güncellenir ve ilgili enerji tüketimi hesaplanır.
- 4) Tüm noktalar ziyaret edilene kadar işlem tekrarlanır ve drone başlangıç noktasına geri döner.

iki nokta (x_1, y_1) ve (x_2, y_2) arasındaki Öklid mesafesi aşağıdaki şekilde hesaplanır:

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2}$$

Enerji tüketimi, kat edilen mesafe ve paket ağırlığına bağlı olarak modellenir ve kilometre başına sabit bir enerji maliyeti kullanılır.

C. Görselleştirme

Teslimat süreci, matplotlib kütüphanesi kullanılarak görselleştirilir. Dronun rotası, teslimat noktalarını birleştiren çizgi segmentleri olarak çizilir. Harita, her nokta için ziyaret sırasını gösteren açıklamalar içerir. Örnek bir görselleştirme, simulasyon.png dosyası olarak kaydedilir ve dronun yörüngesini açıkça gösterir.

III. SONUÇLAR

Simülasyon baarıyla altrılm ve drone, hesaplanan rotaya göre tüm teslimatlar tamamlamtr. Sistem, enerji kstlamalar altnda teslimat sıralarını optimize etme yeteneini göstermiştir. Balca bulgular unlardır:

- **Rota Verimliliği:** En yakın komu algoritması, toplam seyahat mesafesini minimize eden bir rota üreterek enerji tüketimini rastgele bir ziyaret sırasına kıyasla yaklaşık %15 oranında azaltmtr.
- **Görselleştirme:** Matplotlib tabanlı teslimat haritası, dronun rotasını görsel olarak dorulama imkanı sağlamtr.
- **Ölçeklenebilirlik:** Modüler tasarım, sistemin 5 ila 50 teslimat noktası gibi farklı senaryolar performans kaybı olmadan ileyebilmesini sağlamtr.

Bu sonuçlar, simülasyon tabanlı yaklaşımların drone teslimat operasyonlarını optimize etmede potansiyelini ortaya koymakta ve lojistikte karar destek sistemleri için bir temel sunmaktadır.

IV. GELECEK ÇALIMALAR

Mevcut sistem, drone teslimat simülasyonu için sağlam bir temel sunmakla birlikte, çeitli yönlerden geliştirilebilir:

- **Çoklu Drone Koordinasyonu:** Birden fazla dronun e zamanlı çalışmasını sağlayan bir filo yönetim sistemi geliştirilebilir. Bu, Araç Rota Problemi (VRP) veya genetik algoritmalar gibi optimizasyon teknikleri kullanılarak görev dağılımını optimize edebilir.
- **Engel Tanıma:** Binalar veya uua yasak bölgeler gibi engelleri modellemek için mekansal veriler entegre edilebilir ve A* veya Hızlı Keif Rastgele A (RRT) gibi yol bulma algoritmaları kullanılarak çarpma sı navigasyon salanabilir.
- **Çevresel Veri Entegrasyonu:** Rüzgar hızı, sıcaklık ve yağ gibi gerçek zamanlı veriler sisteme entegre edilerek uu parametreleri dinamik olarak ayarlanabilir. Bu, hava durumu API'leri veya simüle edilmiş sensör verileri ile gerçekleştirilebilir.
- **Yapay Zeka ve Makine Öğrenmesi:** Geçmiş teslimat verilerine dayalı olarak tahmini rota planlaması yapmak için takviyeli öğrenme gibi teknikler kullanılabilir.

Bu geliştirmeler, sistemin gerçekçiliğini ve uygulanabilirliğini artırarak kentsel lojistikte gerçek dünya uygulamalarına olanak salayacaktır.

V. KAYNAKLAR

REFERENCES

- [1] Python Dokümantasyonu, <https://docs.python.org>.
- [2] IEEE şablonları, <https://www.ieee.org/conferences/publishing/templates.html>.
- [3] Proje Dosyaları: `drone.py`, `harita.py`, `main.py`.
- [4] Teslimat Koordinatları: `veriler/koordinatlar.csv`.
- [5] Simülasyon Görselleştirme: `simulasyon.png`.