

Drone Filo Optimizasyonu: Çok Kısıtlı Ortamlarda Dinamik Teslimat Planlaması

Emirhan Söbüoğlu
Bilişim Sistemleri Mühendisliği
221307014
emirsbgl@gmail.com

Mehmet Oğuz Ergin
Bilişim Sistemleri Mühendisliği
221307060
oguzergin377@gmail.com

a) Özet—Bu çalışma, insansız hava araçları (İHA) ile yapılan teslimat görevlerinin optimize edilmesi amacıyla geliştirilmiş bir yazılım sistemini sunmaktadır. Geliştirilen sistemde, drone'ların teslimat görevlerini batarya kapasitesi, yük taşıma limiti, teslimat zaman aralığı ve uçuş yasağı bölgeleri gibi çeşitli kısıtlar altında gerçekleştirmesi hedeflenmiştir. Teslimat planlaması için Genetik Algoritma (GA) kullanılmış, rota planlaması ise A algoritması ile gerçekleştirilmiştir. GA ile oluşturulan görev atamaları görselleştirilmiş ve A* ile karşılaştırılarak performans analizi yapılmıştır. Sonuçlar, her iki yöntemin güçlü ve zayıf yönlerini ortaya koymakta ve gerçek dünya senaryolarında nasıl kullanılabileceğine dair önemli bulgular sunmaktadır.*

Anahtar Kelimeler— Drone, Genetik Algoritma, A* Algoritması, No-Fly Zone, Teslimat Planlama, Batarya Optimizasyonu, Zaman Penceresi

II. GİRİŞ

Son yıllarda insansız hava araçlarının (drone) lojistik sektöründeki kullanımı önemli bir artış göstermiştir. Özellikle şehir içi teslimatlarda zamandan tasarruf sağlayan bu araçların, karmaşık çevresel kısıtlar altında verimli şekilde görev yapabilmesi için akıllı algoritmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada, farklı özelliklere sahip birden fazla drone'un farklı noktalara zaman kısıtlı teslimat yapmasını sağlayan bir sistem geliştirilmiştir. Amaç, her bir teslimatın en uygun drone ile gerçekleştirilmesini ve toplam enerji tüketiminin minimize edilmesini sağlamaktır.

III. PROJE HEDEFLERİ

Bu sistem aşağıdaki hedefleri sağlamayı amaçlamaktadır:

- Farklı özelliklere (batarya, kapasite, hız) sahip birden çok drone'un eşzamanlı görev planlaması
- Batarya, zaman penceresi ve yük taşıma gibi kısıtların gözetilmesi
- A* algoritması ile rota planlaması, uçuş yasağı (no-fly zone) bölgelerinden kaçınma
- Genetik algoritma ile görev ataması ve çok ölçütlü optimizasyon
- Teslimat sürecinin dinamik görselleştirilmesi

IV. YÖNTEM

A. Genetik Algoritma

Teslimatların drone'lara atanması problemi, kombinatoriyel bir optimizasyon problemidir. Bu nedenle Genetik Algoritma kullanılarak popülasyon temelli bir çözüm süreci tasarlanmıştır. Bireyler, her bir drone'a atanan teslimat listelerini temsil eder. Uygunluk fonksiyonu (fitness), tamamlanan teslimat sayısı, toplam enerji tüketimi, rota bulunamayan teslimatlar ve batarya aşımı gibi kriterleri içeren çok kriterli bir metriğe dayanmaktadır.

B. A* Algoritması

Rota planlaması için klasik A* algoritması uygulanmış, ayrıca uçuş yasağı bölgelerine (no-fly zone) girilmesi durumunda ek ceza maliyetleri eklenmiştir. Uçuş yasağı bölgeleri zamana bağlı olarak etkin/etkin değil olabilmekte ve her nokta için bu kontrol yapılmaktadır.

C. Batarya Şarj Süresi

Drone'un kalan batarya kapasitesi belirli bir eşik değerin altına düştüğünde, varsayımsal bir şarj süresi (örneğin 30 dakika) görev süresine eklenmektedir. Bu durum, zaman penceresine etkisi açısından önem taşır ve gerçek dünya senaryolarını yansıtır.

D. CSP Kontrolleri

Her teslimat öncesinde, drone'un taşıma kapasitesi ve teslimatın zaman aralığı gibi kısıtlar csp.py modülü ile kontrol edilmiştir. Geçersiz görevler, doğrudan fitness hesabından çıkarılmıştır.

V. UYGULAMA GELİŞTİRME

A. Veri Dosyaları

- sample_data_large.json: Drone, teslimat ve uçuş yasağı bölgesi verilerini içeren ana veri dosyasıdır.
- Teslimatlar her biri konum, ağırlık ve zaman penceresi ile tanımlanmıştır.
- Drone'lar başlangıç konumu, batarya kapasitesi, hız ve taşıma limiti ile tanımlanmıştır.

B. Dosya Yapısı

- **genetic.py**: Genetik algoritma ve uygunluk hesaplama fonksiyonlarını içerir.
- **astar.py**: A* algoritması ve no-fly zone'lu rota planlama işlemlerini barındırır.
- **csp.py**: Teslimat uygunluk kontrolleri için sınırlayıcı kısıt fonksiyonlarını içerir.
- **main.py**: Tüm süreci başlatan ve hem genetik hem A* planlama sonuçlarını görselleştiren ana dosyadır.
- **astar_planner.py**: Alternatif olarak A* üzerinden tüm görevlerin dağıtılması fonksiyonunu barındırır.

C. Kullanılan Kütüphaneler ve Teknolojiler

- Python 3.10+
- Matplotlib
- Shapely
- JSON
- heapq (A*)
- random
- time

VI. ÇALIŞTIRMA ADIMLARI

1. **sample_data.json** oluşturmak için **generatedata.py** dosyası çalıştırılır.
2. Tüm algoritmalar **main.py** üzerinden başlatılır.
3. Görselleştirme otomatik olarak ekrana çıkar ve rotalar çizilir.
4. Konsol ekranında fitness, tamamlanan teslimatlar, ceza sayısı gibi bilgiler detaylı şekilde yer alır.

VII. SONUÇLAR

A. Genetik Algoritma Sonuçları

- En iyi fitness: 700.03
- Tamamlanan teslimatlar: 16
- CSP reddedilen teslimatlar: 3
- Rota bulunamayan: 0
- Batarya aşımı yaşayan drone sayısı: 0

- Toplam enerji tüketimi: 899.97

B. A* Planlayıcı Sonuçları

- A* algoritması tüm görevleri daha düzenli bir dağılımla planlamış ancak batarya, zaman kısıtı ve drone kapasitesi gibi detayları doğrudan gözetmeden işlem yapmıştır.

C. Görselleştirme

- Her bir drone için farklı renklerde rotalar çizilmiş, no-fly bölgeleri saydam turuncu dikdörtgenlerle gösterilmiş ve teslimat noktaları kırmızı çarpı ile işaretlenmiştir. Şarj gereksinimi duyulan durumlar log'lara eklenmiştir.

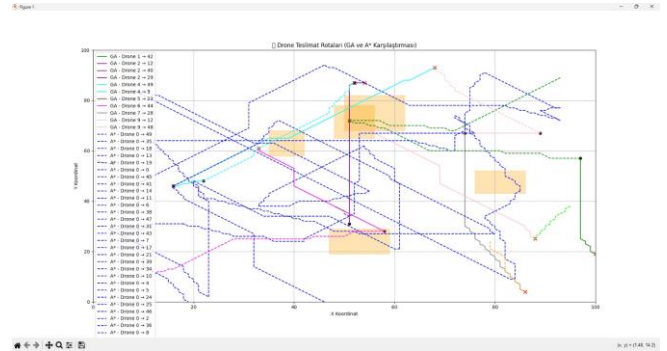


Figure 1: Sonuç Görseli

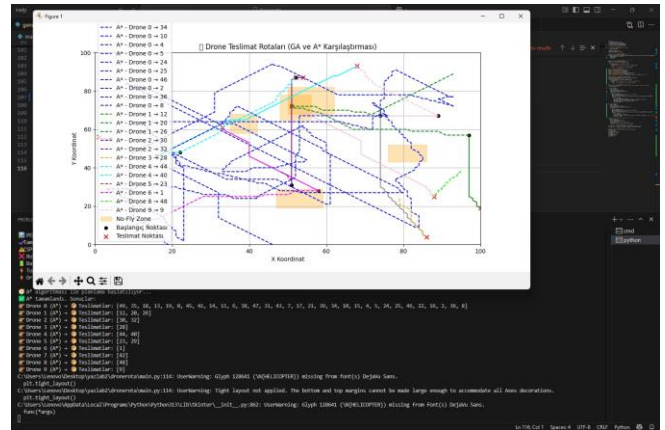


Figure 2: Konsol Çıktısı

KAYNAKÇA

1. Mitchell, M. (1998). *An Introduction to Genetic Algorithms*. MIT Press.
2. Hart, P. E., Nilsson, N. J., & Raphael, B. (1968). *A Formal Basis for the Heuristic Determination of Minimum Cost Paths*. IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics.
3. Dorling, K., Heinrichs, J., Messier, G. G., & Magierowski, S. (2017). *Vehicle Routing Problems for Drone Delivery*. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics.