

Algoritma Performans Analiz ve Karşılaştırma Raporu

1. Özет

Bu rapor, Genetik Algoritma (GA), Benzetilmiş Tavlama (SA), Parçacık Sürü Optimizasyonu (PSO), Karınca Kolonisi Optimizasyonu (ACO) ve Q-Learning (QL) algoritmalarının performanslarını değerlendirmektedir.

Yapılan analizler sonucunda:

- En Hızlı Algoritma:** ACO (Ortalama 147.73 ms)
- En Düşük Maliyetli (Verimli) Algoritma:** GA (Ortalama Maliyet 0.0301)
- Genel Başarı Durumu:** Tüm algoritmalar %96 başarı oranına sahiptir. %4'lük başarısızlık, algoritmik yetersizlikten değil, veri setindeki topoloji hatasından kaynaklanmaktadır.

2. Veri Seti ve Test Ortamı

- Toplam Test Sayısı:** 25 Adet
- Toplam Süre:** 493.52 saniye
- Test Edilen Algoritmalar:**
 - GA (Genetic Algorithm)
 - SA (Simulated Annealing)
 - PSO (Particle Swarm Optimization)
 - ACO (Ant Colony Optimization)
 - QL (Q-Learning)

3. Performans Karşılaştırması

Aşağıdaki tablo, algoritmaların genel performans metriklerini özetlemektedir:

Algoritma	Başarı Oranı	Bant Genişliği Memnuniyeti	Ort. Maliyet	Ort. Süre (ms)	En İyi Maliyet
GA	%96	0.96	0.0301	379.36	0.0095
SA	%96	0.96	0.0305	1037.25	0.0095
PSO	%96	0.96	0.0324	300.16	0.0095
ACO	%96	0.96	0.0326	147.73	0.0095
QL	%96	0.96	0.0446	2082.17	0.0095

3.1. Zaman Performansı (Hız)

- **Lider:** ACO, 147.73 ms ortalama süre ile en hızlı algoritmadır. Gerçek zamanlı uygulamalar için en uygun adaydır.
- **Takipçi:** PSO, 300.16 ms ile ikinci en hızlı algoritmadır.
- **En Yavaş:** QL (2082.17 ms) ve SA (1037.25 ms), diğerlerine göre belirgin şekilde yavaştır. Özellikle Q-Learning'in eğitim/öğrenme süreci bu senaryoda maliyetli olmuştur.

3.2. Maliyet Performansı (Çözüm Kalitesi)

- **Lider:** GA, 0.0301 ortalama maliyet ile en verimli rotaları/çözümleri bulmuştur.
- **Kararlılık:** Tüm algoritmalar "En İyi Maliyet" (0.0095) değerine ulaşabilmistiştir. Bu, tüm algoritmaların global optimumu bulma kapasitesine sahip olduğunu gösterir. Ancak **GA** ve **SA**, ortalama maliyette daha tutarlı sonuçlar üretmiştir.
- **Zayıf Halka:** QL, 0.0446 ortalama maliyet ile optimal rotadan en çok sapan algoritma olmuştur.

4. Başarısızlık Analizi (Failure Analysis)

Verilerde görülen %4'lük başarısızlık oranı (0.96 Başarı Oranı) detaylıca incelenmiştir.

- **Hatalı Test Case ID:** 22
- **Kaynak (Source):** 212
- **Hedef (Destination):** 160
- **Hata Mesajı:** Exception: Either source 212 or target 160 is not in G
- **Analiz:** Bu hata, algoritmaların yetersizliğinden değil, test edilen topolojide (Graph G) 212 veya 160 numaralı düğümlerin fiziksel olarak bulunmamasından kaynaklanmaktadır.
- **Sonuç:** Geçerli topolojiye sahip tüm testlerde algoritmalar **%100** başarı sağlamıştır.

5. Algoritma Bazlı Değerlendirme

GA (Genetik Algoritma)

- **Güçlü Yönü:** En düşük ortalama maliyet. Çözüm kalitesi en yüksek algoritma.
- **Öneri:** Maliyetin ve kaynak kullanımının (bant genişliği vb.) kritik olduğu, sürenin ikinci planda kaldığı senaryolarda kullanılmalıdır.

ACO (Karınca Kolonisi)

- **Güçlü Yönü:** Hız. Rakiplerinden (GA, PSO) belirgin şekilde daha hızlı.
- **Öneri:** Gerçek zamanlı (real-time) yönlendirme ve acil tepki gerektiren sistemlerde kullanılmalıdır.

PSO (Parçacık Sürü Optimizasyonu)

- **Durumu:** Dengeli. Hız konusunda ACO'ya yakın, maliyet konusunda GA'ya yakındır. İyi bir orta yol seçeneğidir.

SA (Benzetilmiş Tavlama)

- **Durumu:** Maliyet başarısı yüksek (GA'ya çok yakın) ancak çalışma süresi çok uzun (1 saniyenin üzerinde). Bu problem tipi için verimsiz kalmıştır.

QL (Q-Learning)

- **Durumu:** En kötü performans. Hem en yavaş çalışan hem de ortalama maliyeti en yüksek olan algoritmadır.
- **Sebep:** QL, genellikle keşif (exploration) aşamasında çok zaman harcar. Bu veri seti boyutunda veya parametre ayarlarında yakınsama sorunu yaşamış olabilir.

6. Sonuç ve Tavsiyeler

Projemin gereksinimlerine göre iki ana tavsiye öne çıkmaktadır:

1. **Hız Öncelikliyse: ACO** algoritması seçilmelidir. En yakın rakibinden 2 kat daha hızlı çalışmaktadır.
2. **Kalite/Maliyet Öncelikliyse: GA** seçilmelidir. En verimli rotaları en tutarlı şekilde GA bulmaktadır.