

KARINCA OPTİMİZASYONU

Harun Kayıkçı

Ö Z E T :

- **Karınca kolonisi optimizasyonu algoritması, kombinasyonel (kombinasyon hesapları içeren) optimizasyon problemlerinde, optimuma en yakın çözümü üretmek için tasarlanmıştır.**
- **Yapılan çalışma gezgin satıcı problemini (traveling salesman problem) test ortamı olarak ele alarak, bu algoritmayı paralel bir şekilde çalıştırmayı amaçlamıştır.**

KARINCALAR :

2.1 Gerçek Karıncalar

- **Karıncalar, yuvalarından bir gıda kaynağına giden en kısa yolu, herhangi görsel ipucu kullanmadan bulma yetisine sahiptirler.**
- **Ayrıca, çevrelerindeki değişikliklere çok iyi uyum sağlama özellikleri vardır**
- **Örnek vermek gerekirse, bir gıdaya giden yolda herhangi bir problem meydana gelmesi (bir engelin ortaya çıkması gibi) ve yolun kullanılamaz olması durumunda, yeniden en kısa yolu bulurlar.**

Karıncaların izlediği yol

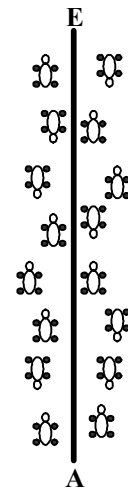
- **Karıncaların en kısa yolu bulmak için kullandıkları araç feromenlerdir (pheromone).**
- **Feromen, bazı hayvanların kendi cinslerinden diğer hayvanları etkilemek için kullandıkları bir tür kimyasal salgıdır.**
- **Karıncalar ilerlerken, belirli bir miktar feromen depo ederler ve olasılığa dayanan bir yöntemle feromenin daha çok olduğu yolu az olduğu yola tercih ederler.**
- **Depo ettikleri feromenleri, gıdaya giderken seçtikleri yola bırakarak, kendilerinden sonraki karıncalara yol seçiminde yardımcı olurlar.**
- **Bu içgüdüsel davranış, onların gıdaya giden en kısa yolu, önceden varolan bir yolun kullanılamaz olması durumunda dahi nasıl bulduklarını açıklar.**

- **Bu biyolojik mekanizma inanılmaz bir besin arama davranışıyla sonuçlanır.**
- **Önce karıncalar yuvadan çıkıp dağınık bir şekilde ortamı araştırırlar.**
- **Bir yiyecek bulan karınca bunu yuvasına taşır.**
- **Yiyeceğin bulunduğu yere daha kısa bir yoldan gelen karınca yuvasına daha çabuk döner.**
- **Bu yüzden salgıladığı feromon henüz buharlaşmadan tekrar üstünden geçer ve daha güçlü bir feromon izi oluşturur.**
- **Daha güçlü izler daha çok karınca tarafından tercih edileceğinden, kısa sürede bir döngü oluşur ve yuvayla besin arasındaki en kısa yol bütün karıncaların tercih ettiği yol haline gelir.**

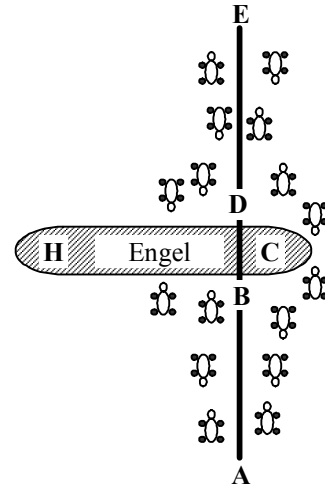
Karıncaların bir engelle karşılaşması

- Gerçekte, gıdaya giden yolda herhangi bir engel meydana geldiğinde , bu engelin hemen önündeki karınca devam edemez ve yeni gidiş yönü için bir tercih yapmak zorunda kalır.
- Bu konumda, karıncanın yeni yön seçeneklerinin seçilme olasılıkları eşittir.
- Açıklamak gerekirse, eğer karınca sağ ve sol yönlerinden bir tanesini seçebiliyorsa, bu yönlerin seçilme şansları eşittir.
- Karınca yaptığı seçime göre yoluna devam eder ve kendi yolunu çizer

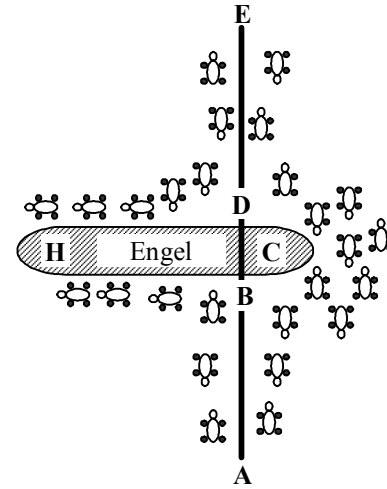
Gerçek Karıncalara Örnek:1



(a)



(b)

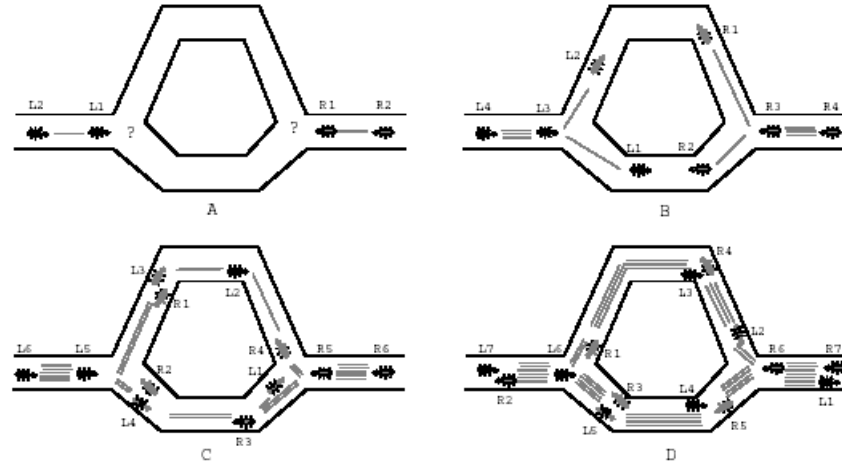


(c)

Engelle karşılaşılan karıncaların seçimi :

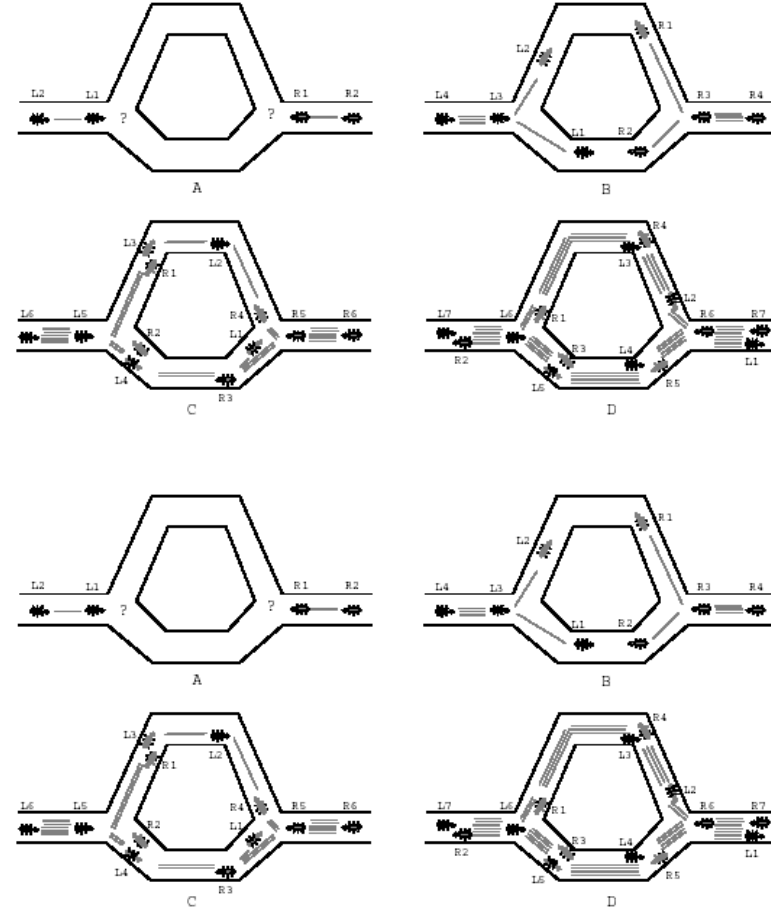
- Buradaki ilginç noktalardan bir tanesi de, kolonide engel karşısında yol için seçim (eşit olasılıklı seçim) yapan karıncaların seçtikleri yolun gıdaya giden en kısa yol olmaması durumunda, güzergâhlarını (koloni güzergâhı) çok hızlı bir şekilde yeniden yapılandırdıkları gerçeğidir .
- Yapılan seçimler de, bu yol üzerindeki feromen miktarını artıracak ve sonradan gelen karıncalar için tercih sebebi olacaktır.

Karıncaların iki nokta arasındaki en kısa yolu bulmak için işledikleri feromon şekil-2 de gösterilmiştir.

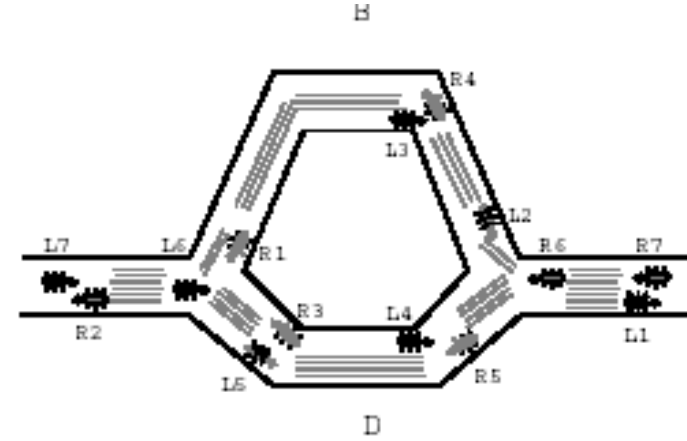


Karıncaların kısa yolu bulmaları:

- Şekil 1-A'yı düşünelim.
- Karıncalar sağa mı yoksa sola mı dönmek için karar vermelerini gerektiren bir karar noktasına ulaşırlar.
- Hangisinin en iyi olduklarını bilmedikleri için rasgele seçerler.
- Ortalama olarak karıncaların yarısının sola , yarısının sağa dönmesi beklenebilir.
- Bu soldan sağa (isimleri L ile başlayanlar) ve sağdan sola hareket eden(isimleri R ile başlayanlar) karıncaların her ikisinde de olur.
- Şekil 1-B ve 1-C tüm karıncaların yaklaşık aynı hızla ilerlediğini varsayarak, takip eden dakikalar da ne olduğunu gösterir.



- Çizgilerin sayısı kabaca karıncaların yerde biriktirdiği feromon miktarı ile orantılıdır.
- Aşağı çizgi yukarı çizgiden daha kısa olduğu için; burayı daha fazla karınca ziyaret edecek ve bu sayede feromon daha çok birikecektir.
- Kısa geçici bir periyottan sonra iki yol arasındaki feromon miktarı arasındaki fark sisteme yeni giren karıncaların kararını etkileyecek kadar geniştir.
- Bundan sonra, yeni karıncalar muhtemelen daha aşağıdaki yolu tercih edecekleridir, çünkü karar noktasındaki aşağı yoldan çok yüksek miktarda feromon elde ederler.
- Bu dönüşümlü olarak olumlu bir dönüt etkisi ile daha alçak ve daha kısa yolu seçen karınca miktarını artırır.
- Daha sonra tüm karıncalar daha kısa yolu kullanır.



Yapay Karıncalar :

- Gerçek karıncalar, kör olmalarına rağmen yuvalarından yiyeceğe giden en kısa yolu bulabilmektedir.
- Karıncaların bu özelliği, bir takım özellikler aynen kullanılarak ve bazı eklemelerle gerçek problemlerin çözümünde kullanılabilir hale getirilmiştir.

Aynen alınan özellikler:

- Karıncalar arasında feromon aracılığı ile kurulan iletişim,
- Feromon miktarının fazla olduğu yolların öncelikle tercih edilmesi,
- Kısa yollar üzerinde feromon miktarının daha hızlı artması.

Eklenen özellikler:

- Zamanın ayrık olarak hesaplandığı bir ortamda yaşarlar,
- Tamamen kör olmayıp, problem ile ilgili detaylara erişebilirler,
- Belli bir miktar hafıza ile, problemin çözümü için oluşturdukları bilgileri tutabilirler

Karıncaların davranışlarının taban alındığı algoritmalar, ilk olarak Marco Dorigo tarafından ortaya atılmıştır. Karınca tabanlı algoritmalarda temel fikir, basit iletişim mekanizmalarını kullanan yapay akıllı araçların (agent), birçok karmaşık problem için çözümler üretebilmesidir.

GEZGİN SATICI PROBLEMİ

(TRAVELING SALESMAN PROBLEM)

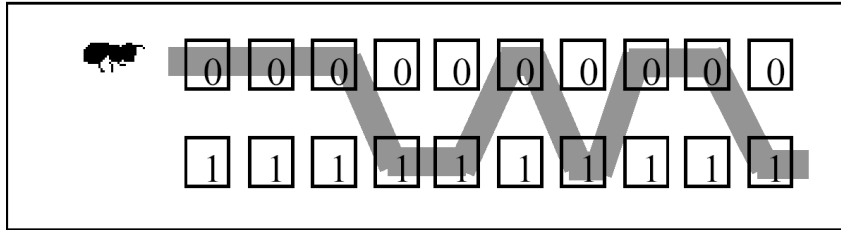
- Gezin satıcı problemi, bir optimizasyon problemidir.
- Bu problem, seyahat eden bir satıcının gezmesi gereken bütün şehirleri, herhangi bir şehirden başlayarak en ucuz maliyetle (en kısa yolu kullanarak) dolaşıp, tekrar başladığı şehire dönmesini vurgular.
- Bu tür optimizasyon problemlerinin çözümleri için günümüze kadar birçok algoritma geliştirilmiş ve çözüme ulaşmaya çalışılmıştır. Gezilmesi gereken şehir sayısı arttıkça, problem kompleks hale gelmektedir.
- Karınca Kolonisi Optimizasyonu Algoritması(=ACO=KKOA), bu problemin çözüm yollarından bir tanesidir.

Karınca Koloni Optimizasyon Algoritması (KKOA)

- KKOA, gerçek karınca kolonilerinin davranışlarının matematiksel modelleri üzerine dayanan bir algoritmadır.
- İlk çalışma, Dorigo ve arkadaşları tarafından 1991 yılında yapılmıştır.
- Dorigo ve arkadaşları, kendi sistemlerini karınca sistemi, ortaya çıkan algoritmayı ise karınca algoritması olarak tanımlamışlardır.
- Karınca kolonilerinin davranışlarının tam olarak modellenmesi yerine yapay karınca kolonilerinin bir optimizasyon aracı olarak değerlendirilmesinden dolayı, önerilen algoritmalar gerçek karınca davranışlarından biraz farklı yapıda olmaktadır.
- Örneğin, yapay karıncalar belirli bir hafızaya sahiptirler ve tamamen kör değildirler.
- Ayrıca, yapay karıncalar ayrık zamanlı bir çevrede yaşamaktadırlar.

- Literatürde bulunan karınca algoritma uygulamalarının çoğu ayrık optimizasyon problemleriyle ilgilidir.
- Sürekli optimizasyon problemleri için geliştirilen modeller ve bunların mühendislik uygulamaları ile ilgili ancak bir kaç tane çalışma mevcuttur[6].
- Bu çalışmalardan en yenisi "Touring Ant Colony Optimisation (TACO)" algoritmasıdır.
- Bu algorithmada her bir çözüm, binary bitlerin dizisi ile temsil edilmektedir.
- Bundan dolayı yapay karıncalar bit dizisindeki bitlerin değerlerine karar vermeye çalışırlar. Bu yaklaşımın temel fikri Şekil 1'de gösterilmektedir.
- TACO 'da karıncalar bitlerin değerine karar vermek için sadece feromon (pheromone) bilgisini kullanırlar.
- Dizideki tüm bitlerin değerlerine karar verildikten sonra problem için çözüm üretilmiş demektir.
- Üretilen çözüm problemde değerlendirilir ve bu çözüme ait kalite değeri hesaplanır ve kalite değerinden faydalanılarak, çözümü üreten yapay karıncanın geçmiş olduğu yola bırakılacak yapay feromon maddesinin miktarı hesaplanır.

- Örneğin, bit dizisinin herhangi bir pozisyonunda **Şekil 1.** Bir karınca tarafından oluşturulan çözüm, bulunan 0 ile 1 bitleri arasındaki bağlantının ($0 \rightarrow 1$) tercih edilme olasılığı



Şekil 1. Bir karınca tarafından oluşturulan çözüm.

$$p_{01} = \frac{\tau_{01}}{\tau_{01} + \tau_{00}}$$

ifadesi ile hesaplanır. Burada p_{01} , ($0 \rightarrow 1$) bağlantısının seçilme olasılığı, τ_{00} ve τ_{01} sırasıyla, ($0 \rightarrow 0$) ve ($0 \rightarrow 1$) bağlantılarının yapay feromon miktarlarıdır.

- Yapay feromon miktarı aşağıdaki ifade kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\Delta\tau_{01}^k(t, t+1) = \begin{cases} \frac{Q}{MF_k} & \text{şayet } k. \text{ karınca } (0 \rightarrow 1) \text{ alt - yolundan geçerse} \\ 0 & \text{geçmezse} \end{cases}$$

Burada $\Delta\tau_{01}^k$, ($0 \rightarrow 1$) bağlantısına k . karınca tarafından yapıştırılan yapay feromon miktarı, Q pozitif bir sabit ve MF_k ise maliyet fonksiyonunun değeridir.

- Burada bağlantısına k . karınca tarafından yapıştırılan yapay feromon miktarı, Q pozitif bir sabit ve MF_k ise maliyet fonksiyonunun değeridir.
- Kolonide bulunan M tane karınca araştırma işlemini tamamladıktan ve çözümleri ürettikten sonra ($0 \rightarrow 1$) bağlantısına t -($t+1$) zaman aralığında yapıştırılacak feromon miktarı

$$\Delta\tau_{01}(t, t+1) = \sum_{k=1}^M \Delta\tau_{01}^k(t, t+1)$$

ifadesi ile hesaplanır ve $(t+1)$ anında $(0 \rightarrow 1)$ ara bağlantısında bulunan feromon miktarı ise

$$\tau_{01}(t+1) = \rho \tau_{01}(t) + \Delta\tau_{01}(t, t+1)$$

ile belirlenir. Burada ρ , buharlaşma parametresini ve $(1-\rho)$ ise feromonun buharlaşma miktarını temsil etmektedir.

- Sürekli optimizasyon problemleri için yukarıda tanımlanan algoritmanın temel dezavantajı, yön tayin ederken sadece koku miktarını kullanmasıdır.
- Bu sebeple bazı optimizasyon problemlerinde erken yakınsama ve bölgesel minimuma takılma problemiyle karşı karşıya kalınmaktadır.
- Bu dezavantajı gidermek amacıyla, alt-yolların koku miktarının rasgele değişimine dayanan bir strateji geliştirilmiştir.
- Bu çalışmada, KKOA kullanılmıştır.

Uygulamalar:

- Endüstri ortamında fabrika programı gibi iş görev tahsisinden karışık iş karar verme sürecine uzanan pek çok optimizasyon uygulaması vardır.
- Bilgisayar dünyasının raporuna göre gerçek karıncalar toplu karar verme sürecinin bir sonucu olarak engelin etrafındaki yola odaklanır.
- Yüksek seviyede merkezi ve dinamik bir davranış sergiler.
- Bu rapor, bu davranışın “ General Motors AŞ.’nin Satürn isimli yan kuruluşunun parça montaj akımı kontrolünü yapmak için kullandığı dağıtım sistemine benzediğini” bildirmektedir.
- Her fabrikadaki makinelerin hareketlerinin önceden programlanmış ve tek tiptir.

- Ancak Satürn şirketinin makineleri bir parçanın durumunu ve tipini hissedebilir; hareketlerini uçuşa göre uyarlayabilir.
- Bu, yeni yapay karınca ajanlarının dinamik ortamlara başarı ile programlanabileceğini gösterir.
- Genel karınca algoritma yapısına dayanarak adlandırılmış pek çok farklı buluş vardır.
- Dorigo, Maniezzo ve Colorni karınca algoritmalarının ilk sınıfına karınca sistemi demeyi önermiş; karınca yoğunluğu, karınca miktarı ve karınca devri isimli üç tip karınca algoritması sunmuştur.
- Araştırılan tipik sorun gezgin satıcı sorunudur.

- (TSP) Burada başlangıçtaki başarıyla, karınca algoritmalarını çeşitli problem alanlarına uygulamada aktif bir araştırma katkısı vardır.
- Buluşsal adıyla anıldığında karınca algoritmasında ikinci dereceden tahsis, gezgin satıcı, araç yönlendirme, bağlantı odaklı ağ, dizeli sıralama, grafik renklendirme,kısa genel sıralama, sıklık belirleme, katlı sırt çantası, optik ağ ve tek makine toplam gecikme problemlerine Dorigo – Di Caro ve Dorigo Stutzle tarafından geniş yer verilmiştir.
- Cardwright ve Hopkins'e göre kimyasalların geliştirilmesinde ve sentezinde evrimsel algoritmaların kısaltılmış uygulamaları vardır.

- Yazarlar amaç için kullanılan karşılaştırmalı algoritma analizlerini sağlamışlar ve karınca sisteminin kimyasal sentez sorunlarına uygulanmasının ayrıntısını vermişlerdir.
- Sonuçları karşılaştırmak için 10 basamaklı reaksiyon örnek olarak kullanılmıştır.
- Sorunun karışıklığını belirginleştirmek adına başlangıç maddesinden sondaki kimyasal senteze kadarki reaksiyonlar için (1,073,741,824) muhtemel yön olduğunu düşünün.
- Bu sorun için karınca sistemli algoritma maksimum %70 ürün üretmiştir ve bu, genetik algoritma sonucunun %30 daha fazlasıdır.
- Bu, karınca algoritmasının iyiliğini ve pratik uyarlanabilirliğini göstermektedir.

SUNUM BİTMİŞTİR
TEŞEKKÜRLER