

GENETİK ALGORİTMALAR

TSP PROBLEMİNİN ÇÖZÜMÜ



Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu
Bilgisayar Teknolojisi ve Programlama



GENETİK ALGORİTMALAR

- Kombinasyonel eniyileme problemlerine yaklaşık iyi sonuçlar bulmayı hedefleyen arama yöntemleridir.
- Temel ilkeleri ilk kez 1975 yılında John Holland tarafından ortaya atılmıştır.
- Genellikle geleneksel yöntemlerle çözümü zor veya imkansız olan problemlerin çözümünde kullanılmaktadır.
- Problemin çözümünde kullanılacak rastgele seçilmiş bir çözüm kümesi oluşturabilmek için evrimsel mekanizmalar kullanılır.
- Temel mantığı topluluğun nesilden nesile geçmesi sırasında kötü çözümlerin yok olmasına ve iyi çözümlerden daha iyi özümlere ulaşılmasına dayanır.
- **Genel Kullanım Alanları**
 - Optimizasyon
 - Otomatik Programlama ve Bilgi Sistemleri
 - Mekanik Öğrenme
 - Ekonomik ve Sosyal Sistem Modelleri



GA'NIN TEMEL KAVRAMLARI

- Genetik algoritmalarda kromozomlar, problem için olası çözümleri temsil ederler.
- Topluluk, kromozomlardan oluşan kümedir.
- Uygunluk değeri, çözüm kalitesini belirler ve uygunluk fonksiyonu(fitness function) kullanılarak hesaplanır.
- Çaprazlama ve mutasyon olası çözümleri temsil eden kromozomlar üzerinde uygulanan işlemlerdir.
- Yeni nesiller, seçilen bireylerin çaprazlama ve mutasyon gibi genetik operatörlerden geçirilmesi ile elde edilir.

GENEL ÇALIŞMA PRENSİBİ

Algoritma ilk olarak popülasyon diye tabir edilen bir çözüm (kromozomlarla ifade edilir) seti ile başlatılır. Bir popülasyondan alınan sonuçlar bir öncekinden daha iyi olacağı beklenen yeni bir popülasyon oluşturmak için kullanılır. Yeni popülasyon oluşturulması için seçilen çözümler uyumluluklarına göre seçilir. Çünkü uyumlu olanların daha iyi sonuçlar üretmesi olasıdır. Bu istenen çözüm sağlanıncaya kadar devam ettirilir.

Genetik Algoritmanın Aşamaları:

- 1. Başlangıç:** n adet kromozom içeren popülasyonun oluşturulması.
- 2. Uyumluluk:** Her x kromozomu için $f(x)$ uygunluk değerini hesapla.
- 3. Yeni popülasyon:** Yeni popülasyon oluşuncaya kadar aşağıdaki adımları tekrar et

1. Seçilim: Popülasyondan uygunluk değerlerini dikkate alarak (uygunluk değeri daha iyi olanların seçilme olasılığı yüksek olacak şekilde) iki kromozom seç.

2. Çaprazlama: Belirli bir çaprazlama olasılığıyla ebeveynlerden gelen kromozomları çaprazlayarak yeni birey oluştur. Çaprazlama yapılmazsa ebeveynlerden gelen kromozomları aynen bir sonraki nesle kopyala.

3. Mutasyon: Yeni bireyi belirli bir olasılığa göre mutasyona uğrat.

4. Ekleme: Oluşturulan bireyi yeni popülasyona ekle.

4. Değiştirme: Önceki popülasyonu, yeni popülasyonla değiştir.

5. Test: Sonlandırma koşulu sağlandıysa mevcut popülasyondaki en iyi çözümü döndür, sağlanmadıysa 2. adıma dön



Görüldüğü üzere genetik algoritmanın yapısı oldukça geneldir ve herhangi bir probleme uygulanabilir. Kromozomların tanımlanması genellikle ikili düzendeki sayılarla yapılır. Çaprazlama işlemi için kullanılan bireyler iyi bireylerden seçilir.

GA kullanılarak bir problem çözülecekse algoritmanın ne zaman sonlanacağına kullanıcı karar vermektedir. GA'nın belli bir sonlanma kriteri yoktur. Sonucun yeterince iyi olması veya yakınsamanın sağlanması algoritmanın durması için kriter olarak kullanılabilir

KROMOZOMLARIN KODLANMASI

Kodlama genetik algoritmanın çok önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Probleme GA uygulanmadan önce verinin uygun biçimde kodlanması gerekmektedir. Kurulan genetik modelin hızlı ve güvenilir çalışması için bu kodlamanın doğru yapılması gerekmektedir.

GA kodlamada Binary ve Permütasyon olmak üzere iki farklı kodlama metodu kullanılmaktadır.



Teknik Bilimler Meslek Yüksek Okulu
Bilgisayar Teknolojisi ve Programlama



BINARY KODLAMA

- Her kromozom 0 ve 1'lerden oluşan ikili diziye sahiptir.
- Bu dizideki her bit çözümün belli karakteristiğini temsil eder ya da tüm dizi bir sayıyı temsil eder.
- Kodlamada en sık kullanılan yöntemdir.

| | | | | | | | | |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kromozom 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Kromozom 2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |

PERMÜTASYON KODLAMA

- Düzenleme problemlerinde kullanılır.
- Burada her kromozom, sayıları bir sırada temsil etmektedir.
- Permütasyon kodlama, gezgin satıcı ve çizelgeleme problemleri için kullanışlıdır.

| | | | | | | | | |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Kromozom 1 | 5 | 1 | 3 | 2 | 4 | 8 | 7 | 6 |
| Kromozom 2 | 1 | 4 | 6 | 2 | 5 | 3 | 8 | 7 |



SEÇİLİM

- Yeni topluluğu oluşturmak için mevcut topluluktan çaprazlama ve mutasyon işlemine tabi tutulacak bireylerin seçilmesi gerekir.
- Teoriye göre iyi olan bireyler yaşamını sürdürmeli ve bu bireylerden yeni bireyler oluşturulmalıdır.
- Bu nedenle tüm seçim yöntemlerinde uygunluk değeri fazla olan bireylerin seçilme olasılığı daha yüksektir.
- En bilinen seçim yöntemleri Rulet Seçilimi, Turnuva Seçilimi ve Sıralı Seçilimdir.

SEÇİLİM YÖNTEMLERİ

Rulet Seçimi

Topluluktaki tüm bireylerin uygunluk değerleri toplanır ve her bireyin seçilme olasılığı , uygunluk değerinin bu toplam değere oranı kadardır.

Sıralı Seçim

En kötü uygunlukta olan kromozoma 1 değeri verilir, ondan daha iyi olana 2, daha iyisine 3 değeri verilerek devam ettirilir. Bir bireyin seçilme olasılığı, o bireylere verilen değerler toplamına oranı kadardır.

SEÇİLİM YÖNTEMLERİ

Turnuva Seçilimi

Topluluk içerisinde rastgele k adet (3,5,7) birey alınır. Bu bireylerin içerisinde uygunluk değeri en iyi olan birey seçilir. (7)

Rulet Seçilimi – Sıralı Seçim

- Rulet tekerleği, düşük uygunluk değerli bireylere çok düşük seçilme şansları tanırken, sıralı seçimde bu olasılıklar artmaktadır.
- Böylece her nesilde en iyi çözüm seçilerek çeşitliliğin azalması tehlikesinin önüne geçilmektedir.

| Uygunluk | Rulet Seçilimi | Sıralı Seçim |
|----------|----------------|--------------|
| 16 | 16/20 | 3/6 |
| 3 | 3/20 | 2/6 |
| 1 | 1/20 | 1/6 |



ÇAPRAZLAMA

- Genetik algoritmalarda çaprazlama işlemi, iyi çözümlerin farklı bölümlerini birleştirip daha iyi çözümler oluşturabilmek amacıyla kullanılır.
- Çaprazlamanın en kolay yolu rastgele bir çaprazlama noktası belirleyip, bu noktadan önceki bölümü ilk ebeveynden, sonraki bölümü ise diğer ebeveynden alarak yeni birey oluşturmaktır.



MUTASYON

- Bireyin bir sonraki nesle geçirilmesi sırasında kromozomu oluşturan karakter dizisinde yapılan rastgele değişikliğe mutasyon denir.
- Mutasyon, oluşan yeni çözümlerin önceki çözümü kopyalamasını önleyerek çeşitliliği sağlamak ve sonuca daha hızlı ulaşmak amacıyla gerçekleştirilir.
- Mutasyon olasılığı çok düşük tutulmalıdır. (Ör: %0.01)
- Yüksek mutasyon olasılığı uygun çözümlerin de bozulmasına yol açabilir.

Kromozom



GEZGİN SATICI PROBLEMİ (TSP)

- Bir seyyar satıcı var.
- Bu satıcı, mallarını n şehirde satmak istiyor.
- Öte yandan, mantıklı bir şekilde, bu satıcı bu şehirleri mümkün olan en kısa şekilde ve her bir şehre maksimum bir kere uğrayarak turlamak istiyor.

Problemin amacı, satıcıya bu en kısa yolu sunabilmektir. Basit bir şekilde:

- İlk şehirde, satıcının n değişik şehir arasında seçim hakkı vardır.
- İkinci şehirde, satıcının $(n-1)$ değişik şehir arasında seçim hakkı vardır.

Dolayısıyla, sonuç olarak satıcının $(N-1)!/2$ değişik tur arasından seçim hakkı olacaktır. Bu, 100 şehirlik bir tur için bile $9,33 * 10^{157}$ değişik tur etmektedir!

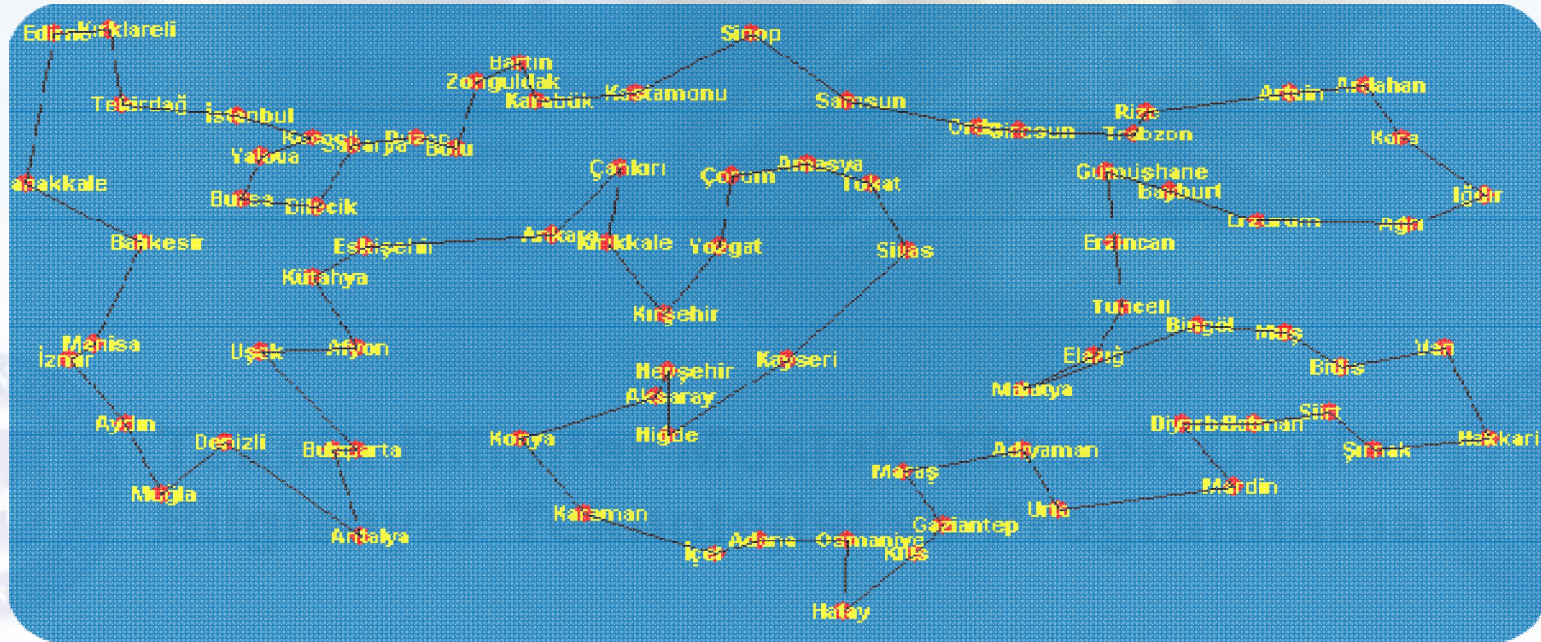
Su an itibariyle, bulunabilmiş en güçlü kesin çözüm sunan algoritma (Dinamik Programlama) ile zamanda çözülebilmektedir. Mesela, 100 şehirlik bir tur için bu adım etmektedir.



GEZGİN SATICI PROBLEMİ (TSP)

Bugüne kadar çözülen en büyük seyyar satıcı problemi 24,978 noktalıdır ve İsveç'te yerleşimi olan her nokta için çözülmüştür. Bu çözüm, Intel Xeon 2.8 ghz bir işlemcinin 92 yılına denk bir sürede yapılmıştır (öte yandan, 96 bilgisayarlı bir ağ üzerinde çözüldüğünden çözülmesi 3 yıl sürmüştür). Şu anda çözülmeye çalışılan en büyük problem Dünya üzerinde kayıtlı yerleşim olan her nokta için en kısa yolun ne olduğudur. Bu problem 1,904,711 şehir içermektedir.

Bu problem, seyyar satıcılardan öte internet üzerinde paketlerin yönlendirilmesi gibi konuların çözümünde de faydalı olacağından önemli bir problemdir.

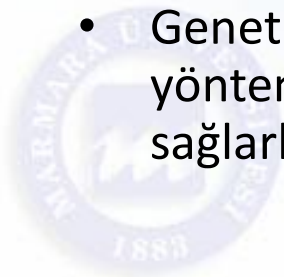


KULLANIM ALANLARI

- GSM operatörlerinin baz istasyonlarının yerleşim yerlerinin belirlenmesi
- Birçok ulaşım ve lojistik uygulamalarında
- Malzeme akış sistem tasarımı
- Posta kutusu dağıtım problemlerinde
- Araç rotalama problemlerinde
- Depolardaki vinç güzergahlarının programlamasında
- Stok alanındaki malzeme toplama problemlerinde
- Uçaklar için havaalanı rotalamasında
- Elektronik devre tasarımı

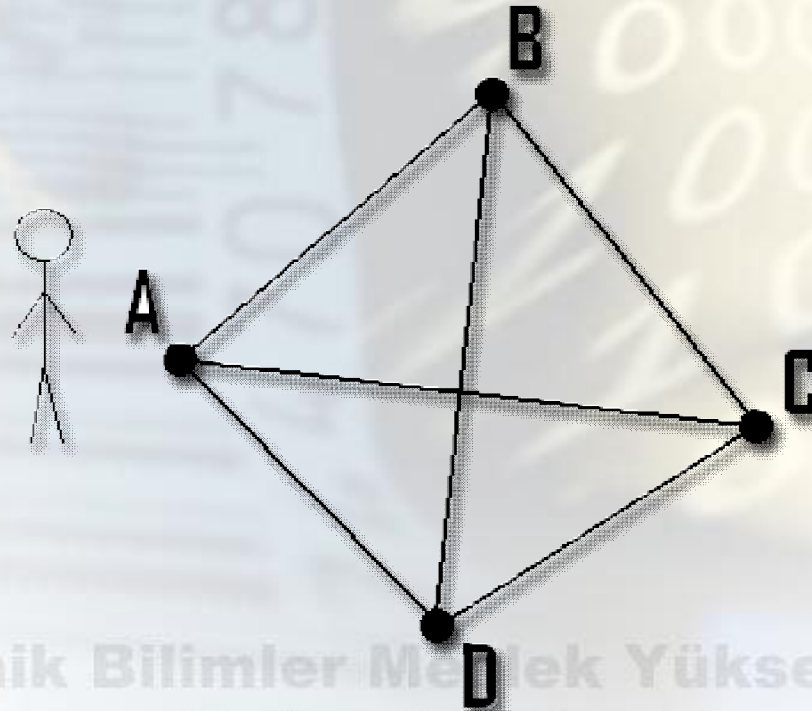
GSP ÇÖZÜM YÖNTEMLERİ

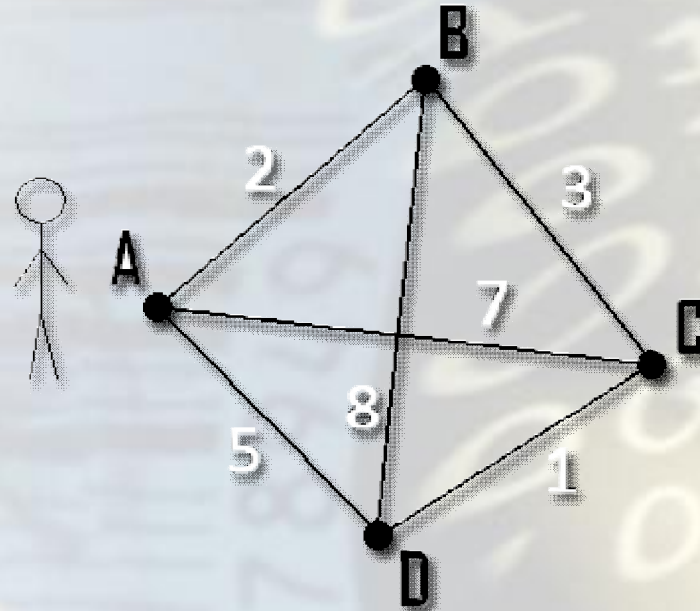
- Kaba kuvvet arama yöntemi ile, doğrudan tüm permütasyonların toplam yol uzunluklarının hesaplanması ve en küçüğünün bulunması şeklinde çözülebilmekle birlikte, N ' in büyük değerleri için permütasyon sayısı $N!$ büyük değerlere ulaşacağından, bu işlem çok uzun zaman almaktadır.
- Genetik Algoritmalar gibi sezgisel veya yaklaşıma dayalı çözümler veren yöntemler ise, makul bir sürede en iyi çözüme yakın sonuçlara ulaşılmasını sağlarlar.



GEZGİN SATICI PROBLEMİ (TSP)

- Satıcı (**A**) şehrinden başlayarak bütün şehirleri en ucuz maliyet ve en kısa yolla dolaşacak geldiği noktaya tekrar geri dönecektir.





TUR

$A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow A$

$A \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow A$

$A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D \rightarrow A$

$A \rightarrow C \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow A$

$A \rightarrow D \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow A$

$A \rightarrow D \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow A$

GİDİLEN YOL

$$Y = 2 + 8 + 1 + 7 = 18$$

$$Y = 2 + 3 + 1 + 5 = 11 \text{ - Optimal}$$

$$Y = 5 + 8 + 3 + 7 = 23$$

$$Y = 5 + 1 + 3 + 2 = 11 \text{ - Optimal}$$

$$Y = 7 + 3 + 8 + 5 = 23$$

$$Y = 7 + 1 + 8 + 2 = 18$$