

# Zeki Optimizasyon Teknikleri Intelligent Optimization Techniques

Hazırlayan: M. Ali Akcayol  
Gazi Üniversitesi  
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü

Bu dersin sunumları, "Singiresu S. Rao, Engineering Optimization: Theory and Practice, Wiley, 2009." kitabı kullanılarak hazırlanmıştır.

## İçerik

---

- ▶ Genetik algoritma
- ▶ Genetik algoritma işlemleri
- ▶ Yeni jenerasyonun oluşturulması
- ▶ Algoritma
- ▶ Performans

## Genetik algoritma

- ▶ 1970'li yıllarda John Holland tarafından geliştirilmiştir.
- ▶ 1989 yılında David E. Goldberg **Genetik Algoritma Uygulamaları** üzerine klasik eser olarak kabul edilen **kitabını yayınladı.**
- ▶ **Popülasyon tabanlı algoritmadır.**
- ▶ **Her birey problemin çözümü olmaya adaydır.**
- ▶ **Stokastik** bir algoritmadır ve **birden fazla aşamada rastgele seçim yapar.**
- ▶ Çözümler bit dizileri olarak veya probleme özgü olarak farklı şekilde kodlanır.
- ▶ Bireyleri **değerlendirme fonksiyonu (fitness function)** probleme yönelik çalışan **en önemli kısımdır.**
- ▶ **Algoritma sonlandığında popülasyondaki en iyi birey çözüm olarak alınır.**

3

## Genetik algoritma

### Tanımlar

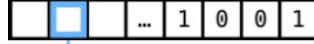
- ▶ Popülasyon
  - ▶ Çözüm kümesini oluşturan **bireylerin tümüdür.**
  - ▶ Her jenerasyonda **popülasyon büyüklüğü sabit kalır.**
- ▶ Kromozom
  - ▶ Çözüm için kullanılan **bireylerdir.**
  - ▶ Her **kromozom çözümü** tümüyle **ifade eder.**
- ▶ Gen
  - ▶ Kromozom içindeki **anlamlı en küçük bilgidir.**
  - ▶ Problemdeki **parametre sayısı**yla ilgilidir.
  - ▶ Bir kromozomdaki **tüm genlerin birleşimi çözümü ifade eder.**

4

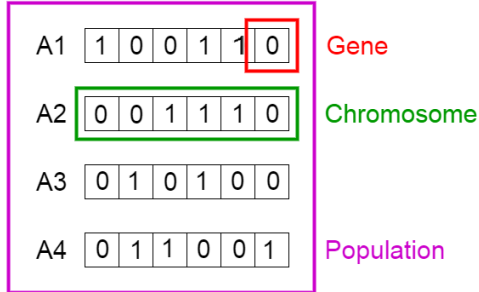
## Genetik algoritma

### Tanımlar

- ▶ Locus
  - ▶ Kromozom içindeki **gen'in bulunduğu konumdur.**
  - ▶ Bazı problemlerde her konuma atanmış bilgi olabilir (gün, saat, vb.).



Locus



5

## Genetik algoritma

### Tanımlar

- ▶ Mutasyon
  - ▶ Bir kromozomda **rastgele yapılan değişikliktir.**
  - ▶ Popülasyondaki **çeşitliliği artırır.**
  - ▶ Adaptif olarak değiştirilerek **lokal minimuma düşme engellenebilir.**
- ▶ Jenerasyon
  - ▶ **Yeni bir topluluktur.**
  - ▶ Her jenerasyondaki popülasyon **sayısı kadar yeni birey oluşturulur.**
- ▶ Mating
  - ▶ Bireyler arasındaki **eşleştirmedir.**
  - ▶ Her eşleştirmede **iki birey kullanılır.**
  - ▶ İki birey arasında **özellik aktarımı yapılır.**

6

## İçerik

---

- ▶ Genetik algoritma
- ▶ **Genetik algoritma işlemleri**
- ▶ Yeni jenerasyonun oluşturulması
- ▶ Algoritma
- ▶ Performans

7

## Genetik algoritma işlemleri

---

- ▶ Çözümün veya **bireyin gösterimi**.
- ▶ **Başlangıç popülasyonunun oluşturulması**.
- ▶ **Bireylerin çözüme uygunluk değerinin hesaplanması**  
(fitness function kullanılır.)
- ▶ Bireylerin **yeni popülasyon için seçilmesi**
- ▶ **Yeni bir jenerasyonun oluşturulması**

8

## Genetik algoritma işlemleri

### Çözümün veya bireyin gösterimi

- ▶ **Birey** popülasyondaki bir **kromozomu ifade eder.**
- ▶ Bireyler problemin çözümünün tamamını içerir.
- ▶ Bireyler, binary, reel sayı, tamsayı, karakter veya farklı şekilde kodlanabilir.

1 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1

## Genetik algoritma işlemleri

### Başlangıç popülasyonunu oluşturma

- ▶ **Bilinen bir çözüm kümesi** alınarak başlanabilir.
- ▶ **Rastgele bireyler** oluşturulabilir.
- ▶ **Belirli kriterleri sağlayan bireyler** oluşturulabilir.
- ▶ Popülasyondaki **birey sayısı** genellikle **100 ile 300 arasında** seçilir.

1 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0 1 0 1

0 1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 0

1 0 1 1 1 0 1 1 0 1 0 0 0 0 0 1

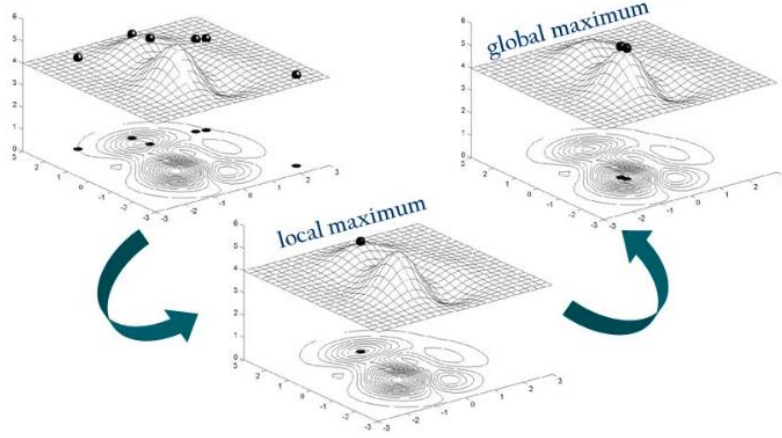
...

1 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 1 0 1 0

## Genetik algoritma işlemleri

### Başlangıç popülasyonunu oluşturma

- ▶ Başlangıç popülasyonundan itibaren global en iyi çözüme doğru yönlendirme yapılır.
- ▶ **Her birey, çözüm uzayında bir aday çözümü ifade eder.**



11

## Genetik algoritma işlemleri

### Bireylerin değerlendirilmesi

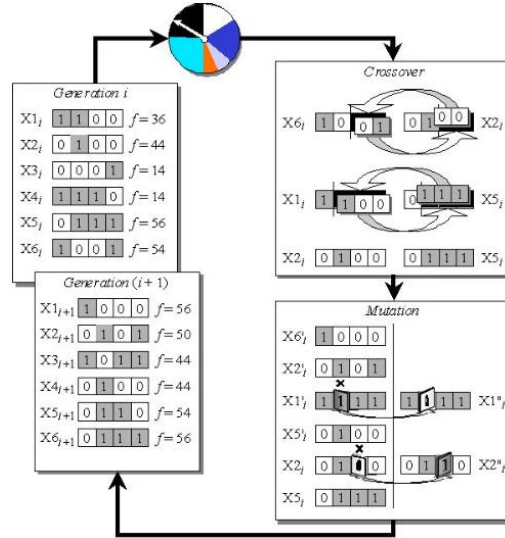
- ▶ Popülasyondaki tüm **kromozomların çözüme uygunluk değerleri** hesaplanır.
- ▶ Her **probleme özel değerlendirme fonksiyonu** kullanılması gerekir.
- ▶ Probleme yönelik çalışan **en önemli kısım** değerlendirme fonksiyonudur.
- ▶ **Değerlendirme** her yeni jenerasyondaki **tüm bireyler için yapılır.**

12

## Genetik algoritma işlemleri

### Yeni popülasyon oluşturma

- ▶ **Birey seçme**
- ▶ Seçilen bireyleri **eşleştirme**
- ▶ Seçilen iki bireyi **çaprazlama**
- ▶ **Elitizm**
- ▶ Bir bireyin herhangi bir geninde **mutasyon** işlemiyle rastgele değişiklik yapılması



13

## Genetik algoritma işlemleri

### Birey seçme - deterministik

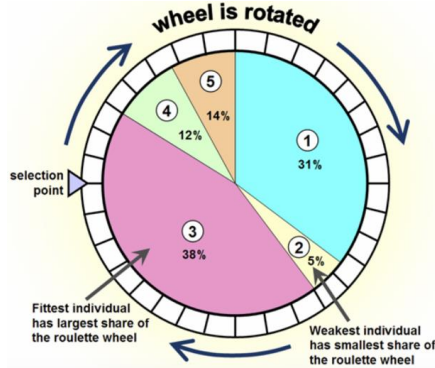
- ▶ Popülasyondaki belirli sayıdaki **en iyi bireyler ile yeni popülasyon oluşturulur.**
- ▶ Popülasyondaki belirli bir **eşik değerin altında** değere sahip **bireyler yeni popülasyona aktarılmaz.**
- ▶ Popülasyonda **en kötü** belirli orandaki **birey yeni popülasyona aktarılmaz.**

14

## Genetik algoritma işlemleri

### Birey seçme - rulet tekerleği

- ▶ Her **bireyin** çözüme **uygunluk derecesi arttıkça** yeni popülasyona **aktarılma şansı artar**.
- ▶ **Bireyler** rulet tekerleğindeki **kapladıkları alana göre seçilme şansına sahiptir**.



15

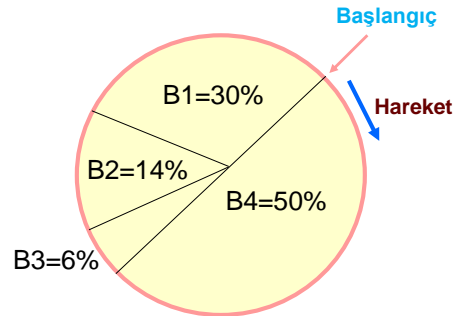
## Genetik algoritma işlemleri

### Birey seçme - rulet tekerleği

- ▶ Her **bireyin** çözüme **uygunluk derecesi arttıkça** yeni popülasyona **aktarılma şansı artar**.

Birey 1:  $f(x) = 45$   
Birey 2:  $f(x) = 21$   
Birey 3:  $f(x) = 9$   
Birey 4:  $f(x) = 75$

Birey 1:  $45 / (21+75+9+45) = 30\%$   
Birey 2:  $21 / (21+75+9+45) = 14\%$   
Birey 3:  $9 / (21+75+9+45) = 6\%$   
Birey 4:  $75 / (21+75+9+45) = 50\%$



16



## Genetik algoritma işlemleri

### Birey seçme - rastgele

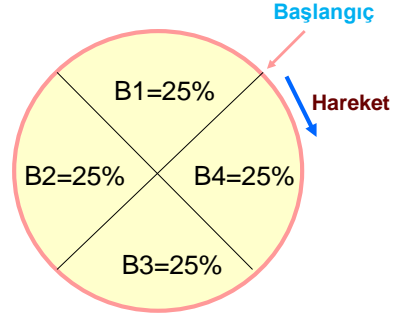
- Bireyin çözüme **uygunluk derecesi seçilme şanslarını etkilemez.**

Birey 1:  $f(x) = 45\%$

Birey 2:  $f(x) = 21\%$

Birey 3:  $f(x) = 9\%$

Birey 4:  $f(x) = 75\%$



17

## Genetik algoritma işlemleri

### Birey seçme - turnuva

- Rastgele seçilen **iki bireyden uygunluk derecesi yüksek olan** bir sonraki popülasyona aktarılır.
- **İşlem popülasyondaki kromozom sayısı kadar tekrarlanır.**

18

## İçerik

---

- ▶ Genetik algoritma
- ▶ Genetik algoritma işlemleri
- ▶ Yeni jenerasyonun oluşturulması
- ▶ Algoritma
- ▶ Performans

19

## Yeni jenerasyonun oluşturulması

---

### Elitizm

- ▶ **Belirli sayıdaki en iyi birey** hiçbir işleme tabi tutulmadan **doğrudan yeni jenerasyona aktarılır.**
- ▶ **Elit birey sayısı arttıkça** çözümdeki **çeşitlilik azalır.**
- ▶ **Elit birey alınmazsa** yeni jenerasyondaki **en iyi birey** bir **önceki jenerasyonun en iyi bireyinden daha kötü olabilir.**

20

## Yeni jenerasyonun oluşturulması

### Çaprazlama

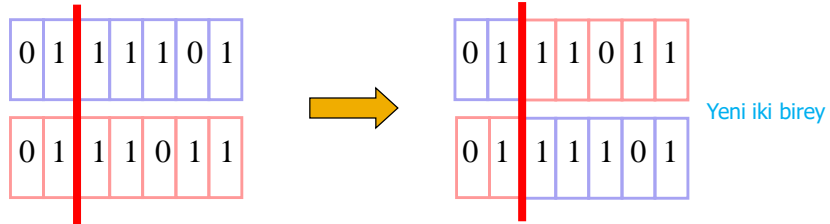
- ▶ Çaprazlama noktaları rastgele seçilir.
- ▶ Yeni elde edilen **iki bireyin ikisi de yeni popülasyona aktarılabilir.**
- ▶ Yeni elde edilen bireyden **uygunluk seviyesi daha yüksek olan yeni popülasyona aktarılabilir.**

21

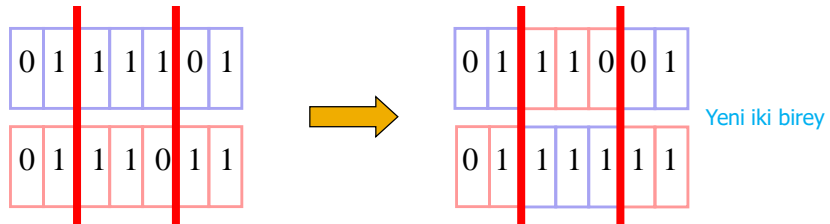
## Yeni jenerasyonun oluşturulması

### Çaprazlama - devam

- ▶ Bir noktalı çaprazlama



- ▶ Çok noktalı çaprazlama

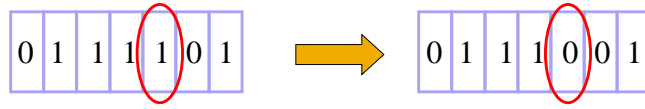


22

## Yeni jenerasyonun oluşturulması

### Mutasyon

- ▶ Herhangi bir kromozomdaki **bir genin tamamen rastgele deęiřtirilmesidir.**
- ▶ **Mutasyon oranı genellikle 0.01 ile 0.0001 arasında seçilir.**
- ▶ Yeni popülasyondaki **bir bireyin her geni için** verilen oranda **mutasyon olma olasılığı vardır.**
- ▶ Mutasyon **popülasyona çeşitlilik kazandırır.**



23

## İçerik

- ▶ Genetik algoritma
- ▶ Genetik algoritma işlemleri
- ▶ Yeni jenerasyonun oluşturulması
- ▶ **Algoritma**
- ▶ Performans

24

## Algoritma

### Algoritmanın çalışması

1. Başlangıç popülasyonunu oluştur.
2. Popülasyondaki her kromozomu uygunluk fonksiyonuyla değerlendir.
3. Yeni popülasyon için yeni kromozomlar oluştur.  
(Seçme, Çaprazlama, Mutasyon, Elitizm operatörleri kullanılır.)
4. Adım 2 ve 3'ü uygun bir çözüm bulununcaya kadar veya belirlenen iterasyona ulaşıncaya kadar tekrarla.
5. En iyi kromozomu çözüm olarak al.

25

## Algoritma

Pseudocode for the Genetic Algorithm

```
Input:  $Population_{size}$ ,  $Problem_{size}$ ,  $P_{crossover}$ ,  $P_{mutation}$   
Output:  $S_{best}$   
1 Population  $\leftarrow$  InitializePopulation( $Population_{size}$ ,  
    $Problem_{size}$ );  
2 EvaluatePopulation(Population);  
3  $S_{best} \leftarrow$  GetBestSolution(Population);  
4 while  $\neg$ StopCondition() do  
5   Parents  $\leftarrow$  SelectParents(Population,  $Population_{size}$ );  
6   Children  $\leftarrow$   $\emptyset$ ;  
7   foreach  $Parent_1, Parent_2 \in$  Parents do  
8      $Child_1, Child_2 \leftarrow$  Crossover( $Parent_1, Parent_2, P_{crossover}$ );  
9     Children  $\leftarrow$  Mutate( $Child_1, P_{mutation}$ );  
10    Children  $\leftarrow$  Mutate( $Child_2, P_{mutation}$ );  
11  end  
12  EvaluatePopulation(Children);  
13   $S_{best} \leftarrow$  GetBestSolution(Children);  
14  Population  $\leftarrow$  Replace(Population, Children);  
15 end  
16 return  $S_{best}$ ;
```

26

## İçerik

---

- ▶ Genetik algoritma
- ▶ Genetik algoritma işlemleri
- ▶ Yeni jenerasyonun oluşturulması
- ▶ Algoritma
- ▶ Performans

27

## Performans

---

### Performansı etkileyen faktörler

- ▶ Kromozom sayısı
  - ▶ **Kromozom sayısını arttırmak çalışma süresini artırır.**
  - ▶ **Azaltmak kromozom çeşitliliğini yok eder.**
- ▶ Mutasyon Oranı
  - ▶ Kromozomlar birbirine benzemeye başladığında hala uygun çözüm bulunamadıysa belirli bir bölgede kalınmış olabilir.
  - ▶ En iyi çözümde bir süredir iyileşme sağlanamıyorsa lokal minimuma takılmış olabilir.
  - ▶ Mutasyon işlemi **algoritmanın sıkıştığı yerden kurtulması için tek yoldur.**
  - ▶ Ancak **yüksek** bir **değer** vermek **genetik algoritmanın kararlı bir noktaya ulaşmasını engeller.**
  - ▶ Mutasyon oranı  **$1/L$**  ( $L$  = Kromozomdaki gen sayısı) alınabilir.

28

## Performans

### Performansı etkileyen faktörler

- ▶ Kaç noktalı çaprazlama yapılacağı
  - ▶ Normal olarak **çaprazlama tek noktada gerçekleştirilir.**
  - ▶ Yapılan araştırmalar bazı problemlerde **çok noktalı çaprazlamanın faydalı olduğunu göstermiştir.**
- ▶ Çaprazlamanın sonucu elde edilen bireylerin nasıl değerlendirileceği
  - ▶ Elde edilen iki bireyin bazı problemlerde **iyi olanı yeni popülasyona aktarılır.**
  - ▶ Bazı problemlerde **ikisinin birden yeni popülasyona aktarılması** daha başarılı sonuç vermiştir.
  - ▶ Çaprazlama oranı **%95-%99** alınabilir.
  - ▶ Çok noktalı çaprazlamada **çaprazlama noktaları değişken alınabilir.**

29

## Performans

### Performansı etkileyen faktörler

- ▶ Uygunluk değerlendirmesinin yapılışı
  - ▶ **Probleme özgü ve doğru oluşturulması gereklidir.**
  - ▶ **Uygun oluşturulmamış** değerlendirme fonksiyonu **çalışma süresini uzatabilir.**
  - ▶ **Uygun oluşturulmamış** değerlendirme fonksiyonu **çözümüne hiçbir zaman ulaşamamasına neden olabilir.**

30

## Ödev

---

- ▶ Genetik algoritmanın yazılım mühendisliği (yazılım testi vb.), bilgisayar ağları (yönlendirme vb.) veya bilgi güvenliği (kriptoloji vb.) alanlarında uygulamasını içeren bir makale araştırma ödevi hazırlayınız.