



Optimizasyon Teknikleri

Prof. Dr. Bilal ALATAŞ

Diferansiyel Gelişim Algoritması

Ders Notları - 9

Diferansiyel Gelişim Algoritması

- Price ve Storn tarafından 1995 yılında geliştirilmiş, özellikle sürekli verilerin söz konusu olduğu problemlerde etkin sonuçlar verebilen, işleyiş ve operatörleri itibarıyla genetik algoritmaya dayanan popülasyon temelli sezgisel optimizasyon tekniğidir.

Diferansiyel Gelişim Algoritması

- Klasik ikili GA' dan farklı olarak değişkenler gerçek değerleriyle temsil edilmektedir. GA' da da gerçek değerlerle kodlama kullanılmaktadır. Ancak Price ve Storn genetik operatörlerdeki birtakım değişikliklerle, gerçek değerlerle kodlamanın kullanıldığı problemlerin çözüm performansını arttırmaya çalışmışlardır.
- GA' daki çaprazlama, mutasyon ve seçim operatörleri DGA' da da kullanılmaktadır. Farklı olarak her bir operatör tüm popülasyona sırayla uygulanmamaktadır. Kromozomlar tek tek ele alınmakta, rasgele seçilen diğer üç kromozomda kullanılarak yeni bir birey elde edilmektedir. Bu işlemler sırasında mutasyon ve çaprazlama operatörleri kullanılmış olmaktadır. Mevcut kromozomla elde edilen yeni kromozomun uygunlukları karşılaştırılarak uygunluğu daha iyi olan, yeni birey olarak bir sonraki popülasyona aktarılmaktadır. Böylelikle seçim operatörü de kullanılmış olmaktadır.

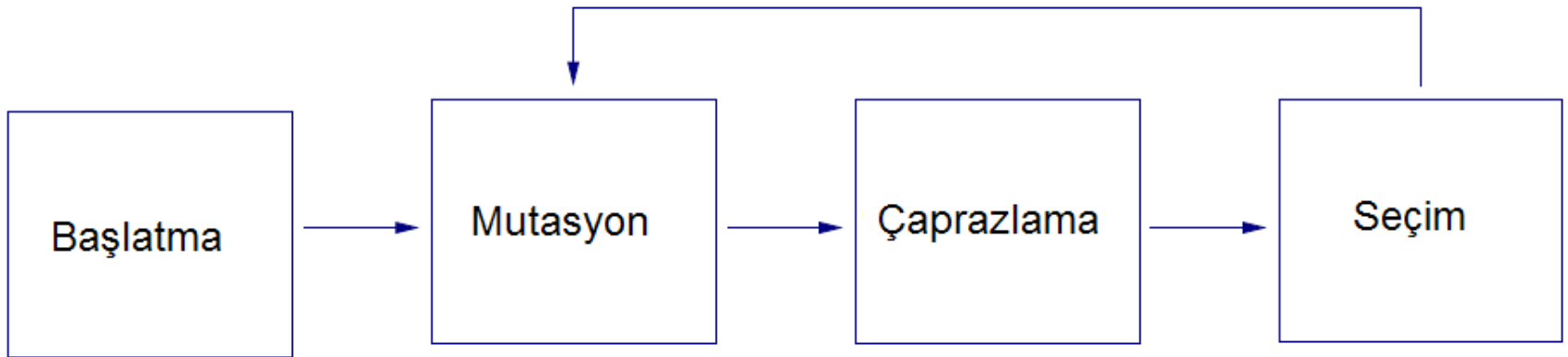
Diferansiyel Gelişim Algoritması

- DGA' nın diğer sezgisellere önemli bir üstünlüğü de kolayca kodlanabilmesidir. Diğer algoritmalar için binlerle ifade edilen satırdan oluşan kodlar söz konusu iken DGA için yaklaşık 20 satırlık kod yeterli olmaktadır.

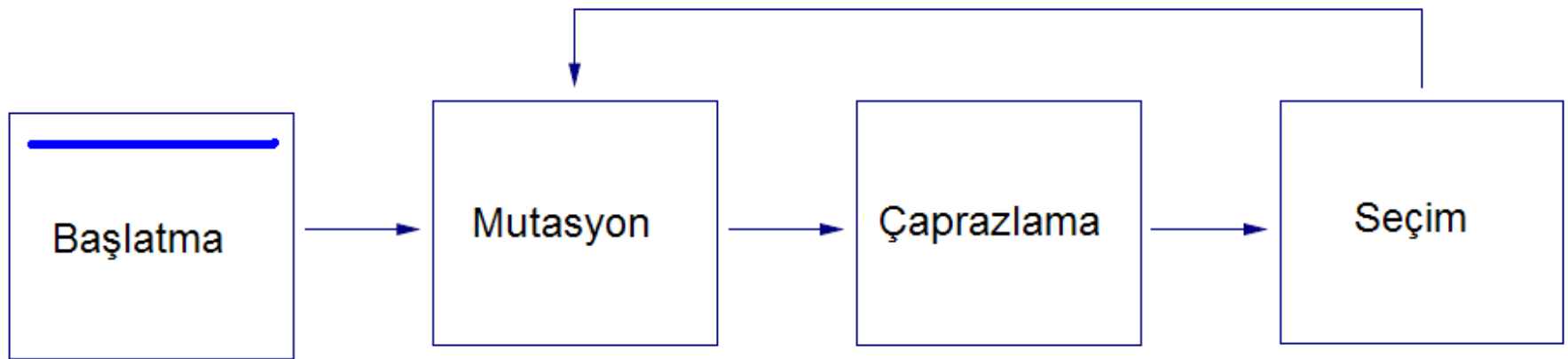
Özellikler

- Robust
- Hızlı
- Basit
- Kolayca kullanılabilir ve değiştirilebilir
- Etkili global optimizasyon kabiliyetli
- Doğal olarak paralel
- Kayan nokta formatına bağlı hassasiyet sınırlamalı
- Hesaplama maliyeti düşük (matris çarpımı ve sıralama yok)
- Olasılık dağılımlı mutasyon yok
- Tamsayı, ayırık ve karışık parametre optimizasyonuna kolayca uyarlanabilir
- Amaç ya da sınırlama fonk. türevlerine ihtiyaç duymaz
- Düz yüzeylerde çalışabilir
- Gürültülü ve zamana bağlı amaç fonk. için kullanılabilir
- Tek bir koşmada çoklu (alternatif) çözümler üretebilir
- Özellikle doğrusal olmayan sınırlamalı opt. problemlerinde etkilidir.

Adımlar



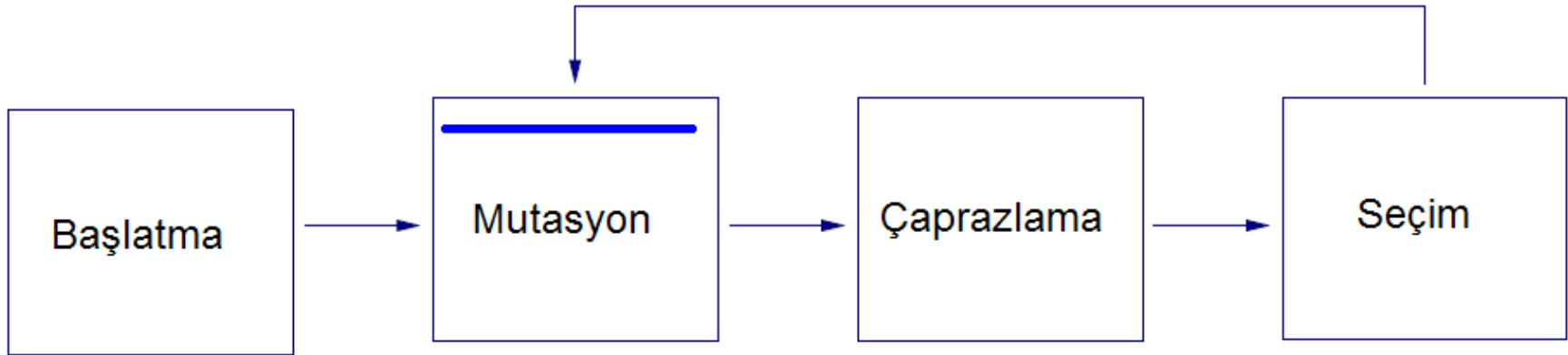
Başlatma



NP adet (3'ten büyük olmalı) D boyutlu kromozomdan meydana gelen başlangıç popülasyonunun üretimi aşağıdaki gibidir:

$$\forall i \leq \text{NP} \wedge \forall j \leq D : x_{j,i,G=0} = x_j^{(1)} + \text{rand}_j [0,1] \cdot \left(x_j^{(u)} - x_j^{(1)} \right)$$

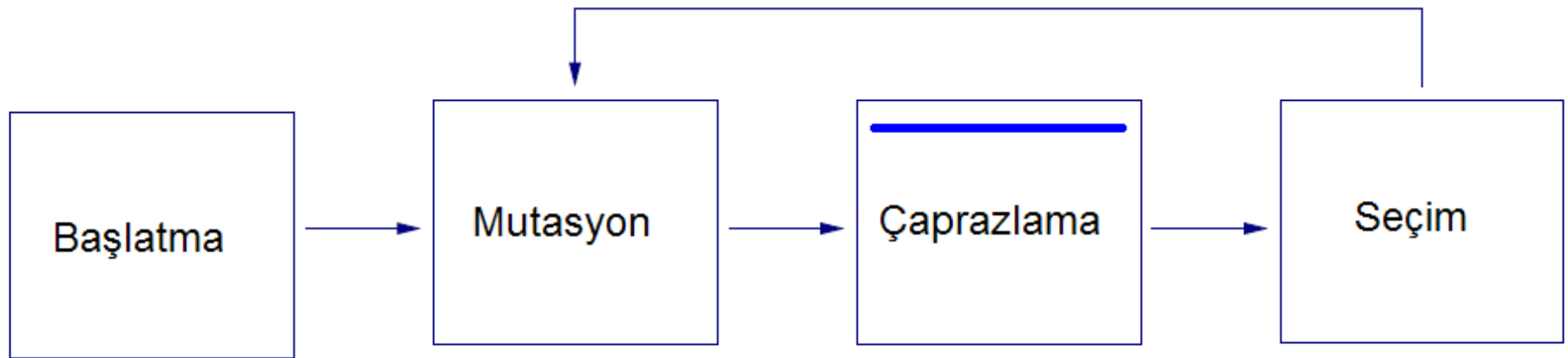
Mutasyon



- Mutasyon, kromozomun genleri üzerinde rasgele değişiklikler yapmaktır. Bu değişiklikler sayesinde kromozomunun temsil ettiği çözüm noktası, çözüm uzayında hareket etmektedir. Mutasyonun hedefine ulaşabilmesi için, doğru yönde doğru miktarda hareketi sağlayacak değişikliklerin belirlenmesi gerekmektedir.
- DGA'da mutasyona tabi tutulacak olan kromozom dışında ve birbirlerinden farklı olan üç kromozom seçilir ($r_{1,2,3}$). İlk ikisinin farkı alınır ve F parametresiyle çarpılır. F genellikle 0-2 arasında değerler almaktadır. Ağırlıklandırılmış fark kromozomu ile üçüncü kromozom toplanır.

$$\forall j \leq D : n_{j,i,G+1} = x_{j,r_3,G} + F \cdot \left(x_{j,r_1,G} - x_{j,r_2,G} \right)$$

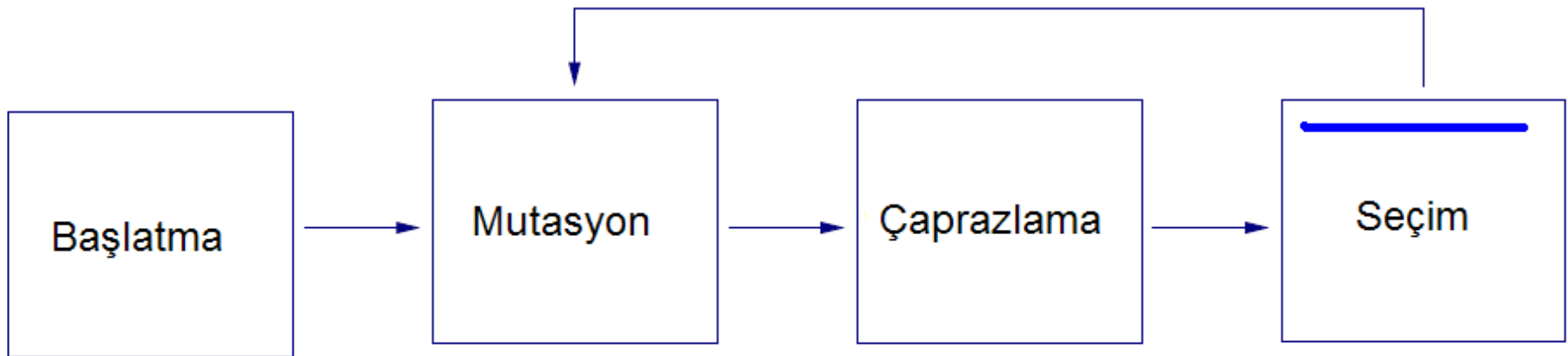
Çaprazlama



Elde edilen fark kromozomu ve $x_{i,G}$ kromozomu kullanılarak yeni deneme kromozomu ($u_{i,G+1}$) üretilir. Deneme kromozomuna genler CR olasılıkla fark kromozomundan 1-CR olasılıkla mevcut kromozomdan seçilir. $j = j_{rand}$ koşulu, en az bir tane genin üretilen yeni kromozomdan alınmasını garanti etmek için kullanılmaktadır.

$$\forall j \leq D : x_{j,u,G+1} = \begin{cases} x_{j,n,G+1} & \text{eğer } \text{rand}[0,1] \leq RC \vee j=j_{rand} \\ x_{j,i,G} & \text{aksi durumda} \end{cases}$$

Seçim



Seçim operatörü ile mevcut jenerasyon ve üretilen yeni kromozomlar değerlendirilerek yeni jenerasyon oluşturulur. Kromozomların yeni jenerasyonda yer alma olasılıkları uygunluklarına bağlıdır. DGA' da karşılaştırma birebir yapıldığından seçim için karmaşık prosedürü olan seçim operatörlerine ihtiyaç duyulmamaktadır. Karşılaştırılan kromozomlardan uygunluğu yüksek olan kromozom yeni jenerasyonun bireyi olarak atanmaktadır.

$$\forall i \leq NP : x_{i,G+1} = \begin{cases} x_{u,G+1} & \text{eğer } f(x_{u,G+1}) \leq f(x_{i,G}) \\ x_{i,G} & \text{diğer durumlarda} \end{cases}$$

Sonlandırma

- Döngü $G=G_{\max}$ olana kadar devam ettirilmektedir. G_{\max} olduğunda mevcut en iyi birey çözümdür.
- Algoritmanın durdurulması kriteri olarak, popülasyondaki en iyi ve en kötü uygunluk değerleri arasındaki farkın çok küçük bir rakama ulaşması olarak da belirlenebilmektedir.

1. Hedef kromozomun seçilmesi

2. Farklı iki kromozomun rasgele seçilmesi

3. Mutasyon uygulanacak olan üçüncü vektörün rasgele seçilmesi

uygunluk değeri
değişken 1
değişken 2
değişken 3
değişken 4
değişken 5

kromozom 1	kromozom 2	kromozom 3	kromozom 4	kromozom 5	kromozom 6
2.63	3.60	1.29	1.58	2.77	2.58
0.68	0.92	0.22	0.12	0.40	0.94
0.89	0.92	0.14	0.09	0.81	0.63
0.04	0.33	0.40	0.05	0.83	0.13
0.06	0.58	0.34	0.66	0.12	0.34
0.94	0.86	0.20	0.66	0.60	0.54

MEVCUT
POPULASYON

+

-

fark vektörü
0.80
0.83
0.28
-0.07
0.19

ağırlıklandırılmış fark vektörü
0.80
0.83
0.28
-0.07
0.19

x F

+

MUTASYON:
F katsayısıyla
ağırlıklandırılmış
kromozom ile üçüncü
kromozom toplanır

ÇAPRAZLAMA:
Herbir değişken
çaprazlama olasılığında
fark kromozomundan ya
da kromozom 1'den seçilir

toplam vektörü
1.59
1.29
0.35
0.29
0.70

uygunluk değeri
değişken 1
değişken 2
değişken 3
değişken 4
değişken 5

yeni kromozom
3.28
1.59
0.89
0.04
0.06
0.70

**UYGUNLUK DEĞERİNİN
HESAPLANMASI:**
Oluşturulan yeni
kromozomun uygunluk
değeri ilgili fonksiyon
yardımıyla hesaplanır

SEÇİM:
Mevcut kromozomla yeni
kromozomdan uygunluğu daha
iyi olan yeni popülasyonun bireyi
olarak seçilir

uygunluk değeri
değişken 1
değişken 2
değişken 3
değişken 4
değişken 5

kromozom 1	kromozom 2	kromozom 3	kromozom 4	kromozom 5	kromozom 6
3.28					
1.59					
0.89					
0.04					
0.06					
0.70					

YENİ
POPULASYON

DGA türleri (DE/ $x/y/z$)

- x mutasyona uğrayacak vektörü temsil eder. “rand” (gelişigüzel seçilen popülasyon vektörü), “best” (mevcut popülasyondaki en iyi vektör) ya da “current” olabilir.
- y kullanılan faktör vektörleri sayısıdır
- z çaprazlama tipini gösterir. Bağımsız bimonial deneylerden dolayı “bin” olarak kullanılır. “exp” ise exponansiyel anlamındadır.
- Anlattığımız: DE/rand/1/bin

- 
- ☐ DE/best/n/bin
 - ☐ DE/rand/n/bin
 - ☐ DE/best/n/exp
 - ☐ DE/rand/n/exp
 - ☐ DE/current/n/bin
 - ☐ DE/current/n/exp

DE/best/2/bin

$$v_{i,G+1} = x_{best,G} + F \cdot (x_{r_1,G} + x_{r_2,G} - x_{r_3,G} - x_{r_4,G}).$$