

Genetic Algorithm

Zbigniew M., Genetic Alg. + Data Structures =
Evolution Program, Springer-verlag.

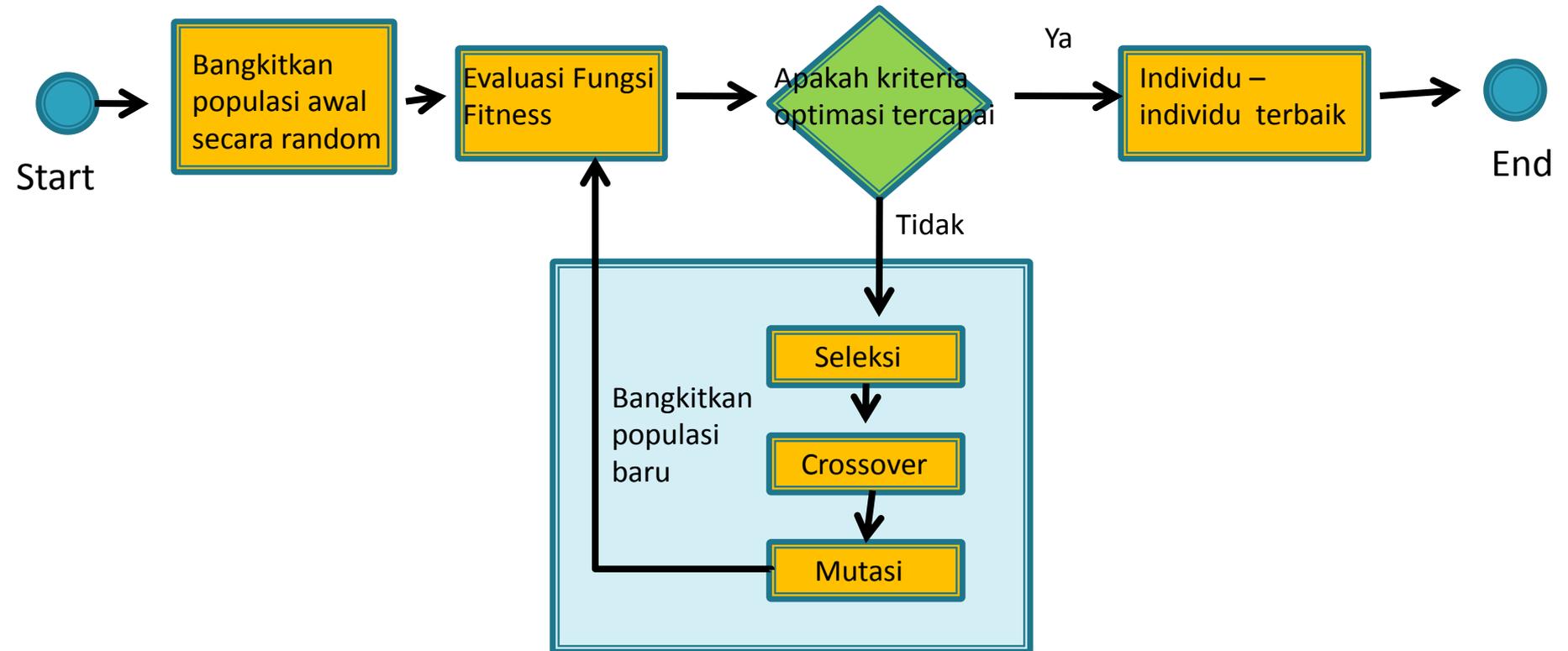
Pendahuluan

- ▶ Ditemukan oleh Holland pada tahun 1975.
- ▶ Didasari oleh fenomena evolusi darwin.
- ▶ 4 kondisi yg mempengaruhi proses evolusi:
 - Kemampuan organisme untuk reproduksi.
 - Reproduksi.
 - Keberagaman organisme dalam populasi.
 - Perbedaan kemampuan untuk survive.

Pengertian

- ▶ Metode pencarian stokastik yang berdasarkan pada mekanisme seleksi alam dan genetika alam
- ▶ Memecahkan suatu pencarian nilai dalam sebuah masalah optimasi

Diagram alir GA sederhana



Terminologi GA

- ▶ Populasi yaitu himpunan awal dari solusi acak yang dibangkitkan
- ▶ Kromosom yaitu individu dalam sebuah populasi yang merepresentasikan sebuah solusi dari masalah yang sedang dikerjakan.
- ▶ Gene yaitu satuan terkecil dari kromosom (binary (1 / 0), real, dll).
- ▶ Nilai kebugaran (*fitness*) adalah nilai yang merepresentasikan kebaikan atau kebugaran dari masing-masing kromosom atau solusi

Operator GA

- ▶ Operasi Genetika :
 - Crossover
 - Mutasi
- ▶ Operasi Evolusi : Seleksi
- ▶ Tujuan operator ini adalah untuk mendapatkan individu terbaik.

PERSIAPAN GA binary

- Menentukan panjang kromosom

$$2^{l_j-1} \leq (b_j - a_j)10^d \leq 2^{l_j} - 1 \quad l_j : \text{panjang subkromosom}$$

$$l = \sum_{i=1}^n l_j \quad , \quad l : \text{panjang kromosom}$$

d : tingkat presisi

- Evaluasi Algoritma Genetika akan mengevaluasi setiap kromosom dalam populasi untuk melihat kebugarannya.

$$x_j = a_j + bil_des \left(\frac{b_j - a_j}{2^{l_j} - 1} \right)$$

KRITERIA TERMINASI ALGORITMA GENETIKA

- ▶ Kriteria generasi maksimum (Iterasi berhenti ketika generasi maksimum yang diinginkan telah tercapai)
- ▶ Kriteria kekonvergenan / kestabilan populasi (Iterasi berhenti ketika populasi dalam suatu generasi telah konvergen ke suatu kromosom)

Contoh kasus 1.

- ▶ Kasus untuk 1 variabel:
 - Temukan nilai x dari selang $[-1..2]$ sehingga diperoleh nilai maksimum dari fungsi

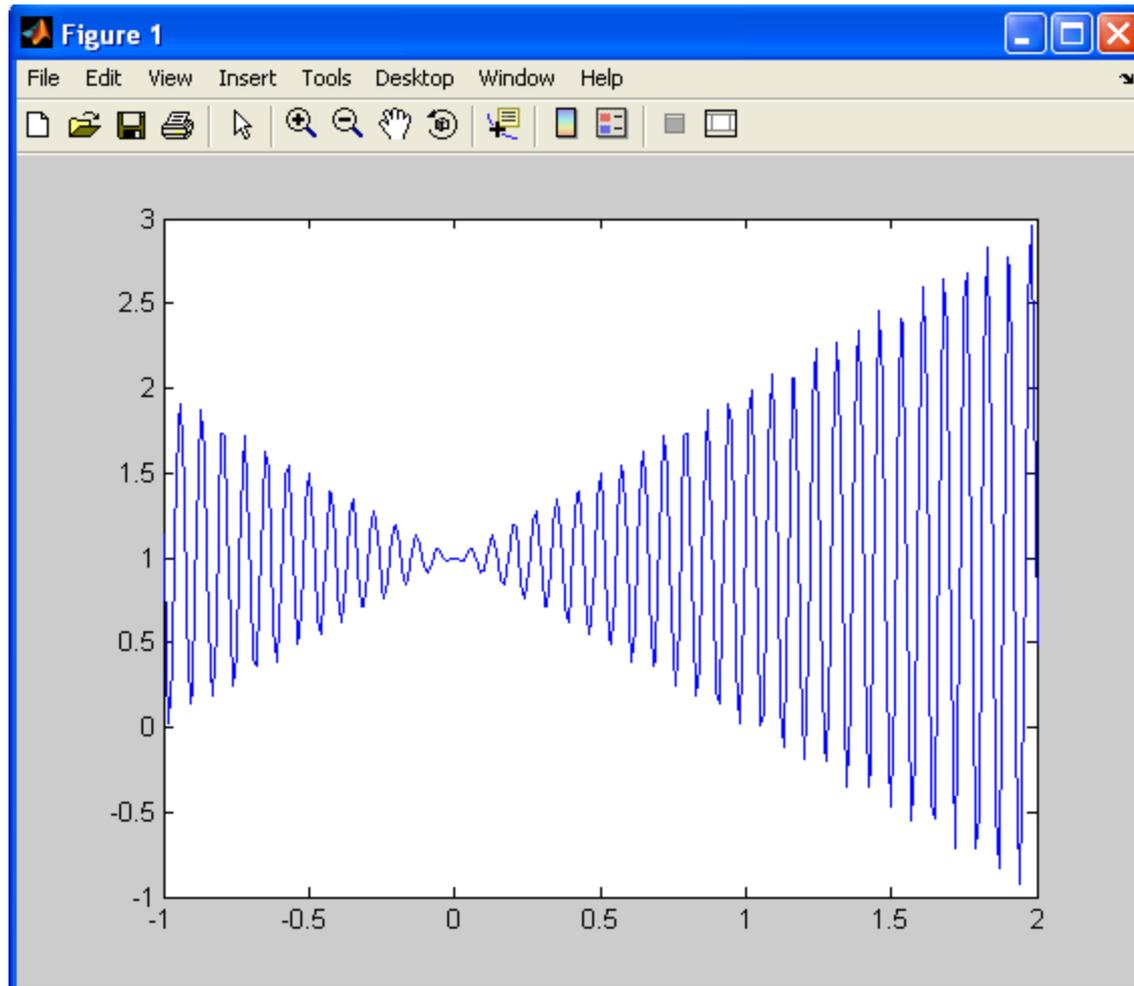
$$f(x) = x.\sin(10\pi.x) + 1.0$$

atau diformulasikan sbb

$$f(x_0) \geq f(x), \text{ for all } x \in [-1..2].$$

- ▶ Pada dasarnya GA akan melakukan pelacakan acak terhadap nilai x .

Plot(x,y)



1. Representasi Kromosom

- ▶ Setiap nilai x direpresentasikan dalam biner (1 / 0)
- ▶ Sehingga kita perlu merepresentasikan nilai $x = [-1 \dots 2]$ dalam binar.
- ▶ Sebelumnya kita perlu menentukan tingkat presisi yang kita inginkan. Misal: 10^6 .
- ▶ Kemudian kita menentukan panjang biner untuk tiap nilai x .
- ▶ **Atau tanpa memperhitungkan presisi, tentukan panjang kromosom.**

1. Representasi Kromosom (con't)

- Panjang kromosom:

$$2097152 = 2^{21} < (2 - (-1)) \cdot 10^6 \leq 2^{22} = 4194304$$

Sehingga mapping dari binary $\langle b_{21}b_{20}\dots b_0 \rangle$ ke bil real x untuk selang $[-1..2]$ adalah sbb:

1. Convert binary ke bil. real x' :

$$(\langle b_{21}b_{20}\dots b_0 \rangle)_2 = \left(\sum_{i=0}^{21} b_i \cdot 2^i \right)_{10} = x'$$

2. Dari x' ke bilangan real sesungguhnya:

$$x = -1.0 + x' \cdot \frac{3}{2^{33} - 1}$$

Contoh : $(1000101110110101000111) = 0.637197$

karena $x' = (1000101110110101000111)_2 = 2288967$ dan

$$x = -1.0 + 2288967 \cdot \frac{3}{4194303} = 0.637197$$

2. Penentuan Parameter

Misal:

- ▶ Ditentukan ukuran populasi (popusize) = 3.
- ▶ Peluang crossover (P_c) = 0.9.
- ▶ Peluang mutasi (P_m) = 0.01.
- ▶ Maksimum generasi (iterasi) = 100.

3. Inisialisasi Populasi Awal

- ▶ Karena Ukuran populasi = 3, maka lakukan random biner dengan panjang 22 sebanyak 3.
- ▶ Misalkan diperoleh kromosom/individu v1, v2, v3.
- ▶ Kemudian hitung nilai fitness tiap kromosom

Kromosom ke-	Bentuk Biner	X	Fitness $F = f(x)$
V1	(1000101110110101000111)	0.637197	1.586345
V2	(0000001110000000010000)	-0.958973	0.078878
V3	(1110000000111111000101)	1.627888	2.250650

Terlihat bahwa pada generasi ini bahwa kromosom v3 memiliki nilai fitness yang tertinggi

4. GA Operator: Seleksi

- ▶ Bertujuan memberikan kesempatan pada individu yang memiliki nilai fitness yang baik untuk bertahan hidup (Individu elitis). Misal sebanyak n_{elit} .
- ▶ Sebagai calon induk untuk proses crossover

Implementasi:

1. berdasarkan sort/ranking nilai fitness.
2. Roulette wheel selection. → pemilihan berdasarkan peluang kemunculan.

Algoritma Seleksi Roulette wheel

1. Hitung total fitness (F_{tot}) untuk seluruh populasi.
2. Hitung fitness relatif tiap individu: $P_k = \frac{F_k}{F_{tot}}$
3. Hitung fitness komulatif: $Q_i = \sum_{k=1} P_k$
4. Bangkitkan $r \in [0,1]$. Untuk bil. J yang memenuhi $Q_{j-1} \leq r \leq Q_j$

Pilih individu ke- j sebagai individu yang bertahan ke generasi selanjutnya.

4. Ulangi langkah 4 sampai diperoleh sebanyak $n_{pop} - n_{elit}$ individu.

5. GA Operator: Crossover

- ▶ Crossover adalah operator yang menyilangkan dua kromosom sehingga mendapatkan kromosom anak.
- ▶ Misalkan dilakukan crossover antara v2 dan v3 pada setelah gene ke-5

V2 = (00000|01110000000010000)

V3 = (11100|00000111111000101) 

maka diperoleh

V2' = (0000000000111111000101)

V3' = (1110001110000000010000)

Implementasi:

1. Pemilihan pasangan bisa acak atau bisa kita tentukan berdasarkan nilai fitness.
2. Angka acuan persilangan diperoleh dari generate nilai random berdasarkan P_c

6. GA operator: Mutasi

- ▶ Mutasi adalah perubahan terhadap satu atau lebih gene.
- ▶ Mutasi dilakukan berdasarkan P_m .
- ▶ Contoh: v_3 (1 1 1 0 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 1)
terjadi mutasi pada gene ke-5 maka
 $v_3' =$ 1 1 1 0 1 0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 0 1

Implementasi/coding:

1. Pilih bilangan random (R) sebanyak digit binary dengan mempertimbangkan P_m , misal: jika $R_i < P_m$ maka $R_i = 1$.
2. Lakukan operasi XOR antara R dengan v . (kenapa?)

XOR

X1	X2	XOR
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Nilai “1” pada x2 mengakibatkan perubahan nilai pada x1.

Kriteria Pemberhentian

- ▶ Berdasarkan iterasi yang telah kita tentukan.
- ▶ Berdasarkan keseragaman nilai fitness, misalkan jika nilai fitness tidak mengalami perubahan selama 1000 iterasi, maka berhenti (sudah konvergen).
- ▶ Berdasarkan nilai fitness secara exact.

Yang perlu diperhatikan GA

1. Fungsi fitness bergantung permasalahan, dan penentuan fungsi ini memberikan kesulitan tersendiri. Dalam model matematika, **fungsi fitness** juga bisa diartikan sebagai **fungsi objektif**
2. Operator GA pada umumnya tidak berubah walaupun tidak menutup kemungkinan ada modifikasi untuk meningkatkan efisiensi.
3. Diluar kesulitan pd metode GA, merepresentasikan masalah akan lebih sulit lagi.
4. Variasi implementasi GA: **Multi fungsi objektif**, **multi variabel**, **constraint**, **representasi non biner**, hybrid dengan metode lain.

Studi Kasus

- ▶ Perhitungan Distribusi Tekanan pada jaringan pipa gas yang kompleks.
- ▶ Optimasi diameter pipa gas pada jaringan pipa gas yang kompleks.