

Zidan Arjun Prayoga	22104410104
Rizky Pratama	22104410126
Lutfi Hanif Faizin	22104410109
Ramadhan Ilham Nugroho	22104410097
Fathu Sony Zamzami	22104410076

UTS ALGORITMA EVOLUSI

Rumus singkat (binary PSO)

1. Update kecepatan (per bit):

$$v_i(t + 1) = \omega v_i(t) + c_1 r_1(pbest_i - x_i(t)) + c_2 r_2(gbest - x_i(t))$$

(catatan: operasi $pbest - x$ dan $gbest - x$ per-bit menghasilkan nilai $-1, 0$, atau $+1$)

2. Probabilitas dari v: sigmoid

$$S(v) = \frac{1}{1 + e^{-v}}$$

3. Update posisi bit: jika $\text{random_check_bit} < S(v_bit)$ maka bit baru = 1, else 0.
4. Konversi biner 4-bit ke desimal: $\text{MSB}=8 \rightarrow x = 8b_0 + 4b_1 + 2b_2 + 1b_3$.
5. Fungsi tujuan (minimasi): $f(x) = (x - 5)^2 + 10$.

Parameter dan inisialisasi (dari soal)

- $\omega = 0.5$, $c1 = 1.0$, $c2 = 1.0$
- Populasi = 3 partikel, representasi 4-bit
- Velocities awal: $v_1 = v_2 = v_3 = [0,0,0,0]$
- Posisi awal:
 - Partikel 1: $x_1 = [0,0,1,0] \rightarrow$ desimal 2
 - Partikel 2: $x_2 = [1,0,0,0] \rightarrow$ desimal 8
 - Partikel 3: $x_3 = [1,1,0,0] \rightarrow$ desimal 12
- Nilai acak tetap:

- $r_1 = [0.2, 0.4, 0.6, 0.8]$
- $r_2 = [0.9, 0.7, 0.5, 0.3]$
- $\text{random_check} = [0.7, 0.2, 0.8, 0.4]$

Evaluasi awal ($t=0$)

Konversi & fitness:

- Partikel 1: $x=2 \rightarrow f(2) = (2 - 5)^2 + 10 = 9 + 10 = 19$
- Partikel 2: $x=8 \rightarrow f(8) = 19$
- Partikel 3: $x=12 \rightarrow f(12) = 59$

Karena minimal = 19 (partikel 1 & 2), kita pilih **gbest = posisi partikel 1** (pilihan deterministik pada tie).

Sehingga pada $t=0$:

$pbest1=[0,0,1,0]$ ($f=19$), $pbest2=[1,0,0,0]$ ($f=19$), $pbest3=[1,1,0,0]$ ($f=59$), $gbest=[0,0,1,0]$ ($x=2$, $f=19$).

Iterasi 1 ($t=0 \rightarrow t=1$)

1) Hitung $v(t+1)$

- **Partikel 1:**
Karena $pbest1 == x_1$ dan $gbest == x_1 \rightarrow pbest - x = 0$, $gbest - x = 0 \rightarrow v_1 = 0.5 * [0,0,0,0] + 1 * r_1 * 0 + 1 * r_2 * 0 = [0,0,0,0]$.
- **Partikel 2:**
 $pbest_2 - x_2 = 0$.
 $gbest - x_2 = [0,0,1,0] - [1,0,0,0] = [-1,0,1,0]$.
Maka $v_2 = 0.5 * 0 + 1 * r_1 * 0 + 1 * r_2 * (gbest - x_2) = r_2 * [-1,0,1,0]$
 $\Rightarrow v_2 = [-0.9, 0, 0.5, 0]$.
- **Partikel 3:**
 $gbest - x_3 = [0,0,1,0] - [1,1,0,0] = [-1, -1, 1, 0]$.
 $v_3 = r_2 * [-1, -1, 1, 0] = [-0.9, -0.7, 0.5, 0]$.

2) Hitung probabilitas $S(v)$ per bit (sigmoid)

Hitungan (dibulatkan 5 desimal):

- $S(v1) = [0.5, 0.5, 0.5, 0.5]$
- $S(v2) \approx [0.28905, 0.5, 0.62246, 0.5]$
- $S(v3) \approx [0.28905, 0.33181, 0.62246, 0.5]$

3) Update posisi: bandingkan dengan $\text{random_check} = [0.7, 0.2, 0.8, 0.4]$

Rule: bit baru = 1 jika random_check < S(v).

Per-bit:

- Untuk semua partikel:
 - bit0: $0.7 < S(\text{bit0})?$ → semua $S(\text{bit0}) \approx 0.5$ atau $0.289 \rightarrow \text{false} \rightarrow \text{bit0} = 0$
 - bit1: $0.2 < S(\text{bit1})?$ → $S(\text{bit1})$ is 0.5 (p1), 0.5 (p2), 0.3318 (p3) → true → $\text{bit1} = 1$
 - bit2: $0.8 < S(\text{bit2})?$ → $S(\text{bit2})$ are $0.5, 0.62246, 0.62246 \rightarrow \text{false} \rightarrow \text{bit2} = 0$
 - bit3: $0.4 < S(\text{bit3})?$ → $S(\text{bit3})=0.5 \rightarrow \text{true} \rightarrow \text{bit3} = 1$

Jadi posisi baru semua partikel menjadi: **[0,1,0,1]**.

Konversi: $[0,1,0,1] \rightarrow \text{desimal} = 4 + 1 = 5.$

Fitness baru = $f(5) = (5 - 5)^2 + 10 = 10.$

4) Update pbest & gbest setelah iterasi 1

- Semua partikel mendapat fitness 10 yang **lebih baik** dibanding pbest lama (19 atau 59), sehingga pbest diupdate menjadi posisi sekarang $[0,1,0,1]$ dengan nilai 10 untuk semua partikel.
- gbest diupdate menjadi $[0,1,0,1]$ ($x=5, f=10$).

Ringkasan akhir Iterasi 1:

- gBest position = **[0,1,0,1]** → $x = 5$
- gBest fitness = **10**

Iterasi 2 ($t=1 \rightarrow t=2$)

Sekarang setiap partikel memiliki pbest = posisi saat ini = $[0,1,0,1]$, dan gbest juga sama. Oleh karena itu $pbest - x = 0$ dan $gbest - x = 0 \rightarrow$ hanya kontribusi dari inertia ($\omega \cdot v$) yang tersisa.

1) Velocities sebelum update (dari iterasi 1)

- $v1 = [0,0,0,0]$
- $v2 = [-0.9, 0, 0.5, 0]$
- $v3 = [-0.9, -0.7, 0.5, 0]$

Update: $v(t+1) = \omega v(t)$ karena suplemen lain bernilai 0.

- $v1 \leftarrow 0.5 * [0,0,0,0] = [0,0,0,0]$
- $v2 \leftarrow 0.5 * [-0.9,0,0.5,0] = [-0.45, 0, 0.25, 0]$

- $v3 \leftarrow 0.5 * [-0.9, -0.7, 0.5, 0] = [-0.45, -0.35, 0.25, 0]$

2) Probabilitas S(v)

- $S(v1) = [0.5, 0.5, 0.5, 0.5]$
- $S(v2) \approx [0.38936, 0.5, 0.56218, 0.5]$
- $S(v3) \approx [0.38936, 0.41338, 0.56218, 0.5]$

3) Update posisi: bandingkan random_check = [0.7,0.2,0.8,0.4]

- bit0: $0.7 < S(\text{bit0})?$ → false ($S(\text{bit0}) \approx 0.389$ atau 0.5) → $\text{bit0} = 0$
- bit1: $0.2 < S(\text{bit1})?$ → true ($S(\text{bit1})=0.5, 0.5, 0.41338$) → $\text{bit1} = 1$
- bit2: $0.8 < S(\text{bit2})?$ → false ($S(\text{bit2})\approx 0.5..0.562$) → $\text{bit2} = 0$
- bit3: $0.4 < S(\text{bit3})?$ → true ($S(\text{bit3})=0.5$) → $\text{bit3} = 1$

Posisi tetap: **[0,1,0,1]** → $x = 5$, fitness = 10.

4) Update pbest & gbest setelah iterasi 2

Tidak berubah karena tidak ada peningkatan: pbest dan gbest tetap **[0,1,0,1]** ($f=10$).

Ringkasan akhir Iterasi 2:

- gBest position = **[0,1,0,1]** → $x = 5$
- gBest fitness = **10**

Kesimpulan akhir (setelah 2 iterasi)

- **gBest akhir = [0,1,0,1]** (representasi biner)
- **Nilai x = 5**
- **gBest fitness = f(5) = 10**

Solusi optimal yang ditemukan dalam dua iterasi adalah $x = 5$ dengan nilai fungsi 10; iterasi ke-2 hanya mempertahankan solusi ini.