

**LAPORAN TUGAS PEMROGRAMAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE
GENETIC ALGORITHM**



Disusun oleh:

1. Dito Adistya Wirawan (1305220048)
2. Luthfillah Akhtar Fakhruddin (1305220100)
3. Nurfaidzi Ramdhani Arifin (1305220075)

S1 DATA SAINS

FAKULTAS INFORMATIKA

UNIVERSITAS TELKOM

2023

Pengertian

Genetic Algorithm (GA) adalah bagian dari Evolutionary Algorithm yaitu suatu algoritma yang mencontoh proses evolusi alami dimana konsep utamanya adalah individu-individu yang paling unggul akan bertahan hidup, sedangkan individu-individu yang lemah akan punah. Keunggulan individu-individu ini diuji melalui suatu fungsi yang dikenal sebagai fitness function. Fitness dalam GA didefinisikan sebagai gambaran kelayakan suatu solusi terhadap suatu permasalahan. Fitness Function akan menghasilkan suatu nilai fitness value yang akan menjadi referensi untuk proses GA selanjutnya.

Deskripsi Kasus

Dalam tugas ini, kami diminta untuk menemukan nilai dari x_1 dan x_2 yang menghasilkan nilai terendah dari fungsi matematis berikut:

$$f(x_1, x_2) = -\left(\sin(x_1)\cos(x_2) + \frac{4}{5}\exp\left(1 - \sqrt{x_1^2 + x_2^2}\right)\right)$$

Dengan batas nilai (domain) seperti berikut

$$-10 \leq x_1 \leq 10 \text{ dan } -10 \leq x_2 \leq 10$$

Rancangan Metode

Rancangan Metode untuk menyelesaikan tugas menggunakan Genetic Algorithm (GA) dapat terdiri dari beberapa langkah berikut.

- **Ukuran Populasi:**

Ukuran populasi dalam Genetic Algorithm (GA) mengacu pada jumlah individu atau kromosom yang ada dalam populasi pada setiap generasi dalam proses evolusi. Dalam GA, populasi awal terdiri dari sejumlah kromosom yang diinisialisasi secara acak. Pada kode kami, ukuran populasi diinisialisasi dengan 100 individu.

- **Rancangan Kromosom:**

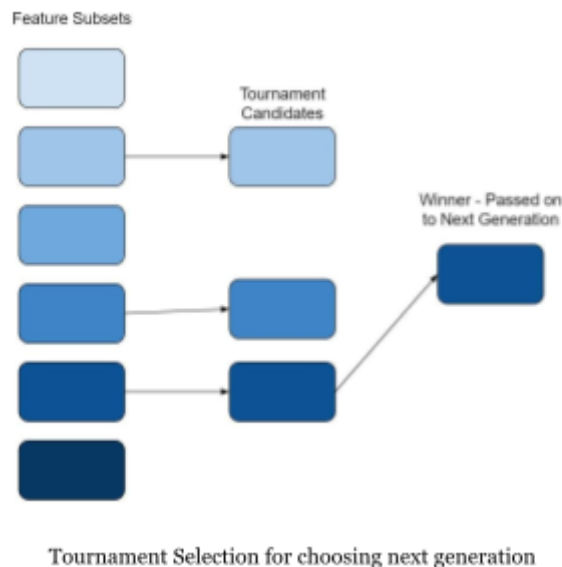
Rancangan kromosom merujuk pada cara representasi gen atau solusi potensial dari masalah yang ingin dipecahkan dalam bentuk struktur data. Ini adalah cara untuk mengkodekan parameter atau variabel yang akan dioptimalkan. Misalnya, jika masalah melibatkan nilai-nilai numerik seperti x_1 dan x_2 , rancangan kromosom dapat menggunakan representasi biner untuk mewakili nilai-nilai tersebut. Rancangan kromosom yang baik harus memungkinkan variasi yang cukup untuk mendekati solusi optimal dan mempertahankan efisiensi dalam operasi-genetik seperti crossover dan mutasi.

- **Cara Decode:**

Dekode kromosom merujuk pada proses mengonversi representasi genetik dari suatu kromosom ke dalam nilai atau parameter nyata yang relevan dengan masalah yang sedang diselesaikan. Representasi genetik biasanya berupa serangkaian simbol atau angka, seperti string biner atau kode genetik, yang mewakili karakteristik atau atribut suatu solusi potensial. Contoh implementasi dekode kromosom dalam pemrograman kami bisa dilihat pada fungsi decode. Fungsi tersebut mengambil dua kromosom sebagai input, dan kemudian mengonversi mereka dari representasi biner ke desimal. Setelah itu, nilai-nilai desimal ini diubah menjadi nilai yang sesuai dengan rentang

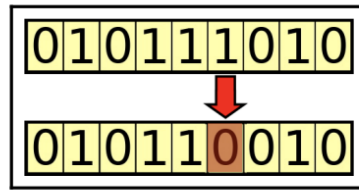
- Metode Pemilihan Orang Tua :

Metode pemilihan orang tua yang kami gunakan adalah metode tournament selection. Tournament selection pada kelompok kami, dilakukan dengan cara mengambil 5 sampel dari total populasi, lalu kami tandingkan dan memilih pemenangnya yaitu kromosom dengan fitness terkecil. Selanjutnya kami lakukan iterasi sebanyak 100 kali, berarti akan mengembalikan 100 kromosom baru.



- Metode Operasi Genetik:

Metode operasi genetik yang kami gunakan adalah mutasi, mutasi adalah salah satu dari dua operasi genetik utama, yang mengacu pada proses acak di mana beberapa bit atau simbol dalam kromosom diubah nilainya. Tujuan dari mutasi adalah untuk memperkenalkan variasi genetik ke dalam populasi dan mencegah konvergensi prematur ke solusi yang suboptimal. Proses mutasi mengambil kromosom yang ada dalam populasi dan, dengan probabilitas tertentu, mengubah satu atau beberapa gen dalam kromosom tersebut.



Mutation operator applied to a binary-coded chromosome

- Probabilitas operasi genetik:

Probability CrossOver (PC) merupakan nilai variabel yang menunjukkan kecenderungan suatu kromosom untuk melakukan crossover (pindah-silang). Nilai 0.6 menandakan bahwa suatu kromosom akan cenderung tidak melakukan crossover.

$$P_c \rightarrow 0.6$$

Probability Mutation (PM) merupakan nilai yang menunjukkan kecenderungan suatu kromosom untuk melakukan mutasi. Nilai 0.1 menunjukan bahwa mutasi akan cenderung tidak terjadi.

$$P_m \rightarrow 0.1$$

Kami memilih angka tersebut karena secara umum atau biasanya itu angka yang dipilih.

- Metode Pergantian Generasi:

Metode Pergantian Generasi yang kami gunakan adalah menggunakan Generational Replacement. Pada metode ini, seluruh generasi populasi digantikan oleh anak generasi berikutnya. Individu dari generasi baru sepenuhnya terdiri dari hasil operasi genetik (crossover dan mutasi) dari generasi sebelumnya.

Implementasi Program

Program ini diimplementasikan dengan menggunakan bahasa Python. Kami menggunakan algoritma genetika (GA) untuk mencari solusi optimal dari fungsi matematis di atas. Berikut adalah langkah-langkah implementasi:

- Inisialisasi Parameter:

Probabilitas Mutasi (P_m) = 0.1

Probabilitas Crossover (P_c) = 0.6

Epsilon (A) = 0.000000001

Ukuran populasi = 100

Panjang kromosom = 20

- **Inisialisasi Populasi:**

Pada tahap inisialisasi populasi awal, kami menghasilkan sejumlah N kromosom acak, di mana N adalah ukuran populasi yang telah ditentukan sebelumnya. Setiap kromosom terdiri dari dua bagian, yaitu x_1 dan x_2 , masing-masing direpresentasikan dalam bentuk biner dengan panjang kromosom yang telah ditentukan sebelumnya.

- **Dekode Kromosom:**

Setiap kromosom direpresentasikan sebagai sepasang bit x_1 dan x_2 . Fungsi decode mengonversi kromosom menjadi nilai sebenarnya x_1 dan x_2 dalam rentang $[-10, 10]$.

- **Perhitungan Fitness:**

Fungsi fitness menghitung nilai fitness dari kromosom dengan menggunakan fungsi heuristic dan menambahkan epsilon (ϵ) untuk memastikan nilai fitness tidak negatif.

- **Pemilihan Orangtua:**

Pada tahap pemilihan orangtua menggunakan metode turnamen, kami melakukan serangkaian kompetisi kecil di antara sejumlah kromosom acak dari populasi. Jumlah kromosom yang berpartisipasi dalam setiap turnamen ditentukan oleh parameter "tournament_size". Dalam setiap turnamen, kromosom dengan nilai fitness terbaik akan dianggap sebagai pemenang dan dipilih sebagai orangtua untuk menghasilkan generasi selanjutnya.

- **Crossover (Pindah Silang)**

Crossover merupakan merupakan proses penggabungan genetik dari dua orangtua guna menghasilkan satu atau banyak individu baru.

Proses ini dilakukan dengan probabilitas P_c , yang mempengaruhi sejauh mana operasi crossover akan sering terjadi dalam populasi. Ketika probabilitas memungkinkan, titik potong acak dipilih pada kedua kromosom, yang memungkinkan untuk pertukaran sebagian informasi genetik antara keduanya. Hasil dari operasi crossover adalah dua kromosom baru yang terbentuk, di mana sebagian dari informasi genetik dari kromosom pertama dipertukarkan dengan kromosom kedua, dan sebaliknya.

- **Mutasi**

Mutasi merupakan proses pengmodifikasian gen dalam kromosom. Hal ini dilakukan guna memberikan keberagaman individu dan juga memastikan tidak terjadinya konvergensi prematur.

Fungsi mutasi adalah salah satu elemen kunci dalam algoritma genetika yang melaksanakan proses mutasi pada kromosom dengan tingkat probabilitas P_m . Ketika probabilitas memungkinkan, fungsi ini memindai setiap bit pada kromosom dan

memutasi nilainya. Dengan probabilitas P_m , setiap bit dapat berubah dari 0 menjadi 1 atau sebaliknya. Proses mutasi membantu memperkenalkan variasi genetik yang baru ke dalam populasi, yang dapat memungkinkan eksplorasi lebih luas pada ruang solusi.

- Pergantian Generasi

Pergantian Generasi adalah tahap penting dalam algoritma genetika di mana kami memutuskan kromosom mana yang akan bertahan untuk membentuk generasi baru. Kami menggabungkan kromosom-kromosom terbaik dari populasi saat ini dengan hasil generasi selanjutnya. Dalam implementasi kami, kami menggunakan metode Generational Replacement yang memanfaatkan hasil dari turnamen untuk memilih kromosom-kromosom terbaik.

Output Program

```
New best, iterasi ke-0: kromosom: ('1000111011', '1000000100') fitness: -1.5960714588012552
New best, iterasi ke-2: kromosom: ('1000000000', '1000000011') fitness: -2.0508671386938846
New best, iterasi ke-3: kromosom: ('1000000000', '1000000010') fitness: -2.0913168685551
New best, iterasi ke-5: kromosom: ('1000000001', '1000000010') fitness: -2.101211733277271
New best, iterasi ke-7: kromosom: ('1000000001', '1000000000') fitness: -2.1520944061118286
New best, iterasi ke-9: kromosom: ('1000000000', '1000000000') fitness: -2.1746254617672363
=====
Hasil Akhir
Berhenti di generasi ke 2000
Kromosom terbaik: ('1000000000', '1000000000')
Nilai x: 0.00000
Nilai y: 0.00000
Nilai kromosom terbaik: -2.1746254617672363
```

Peran Anggota Kelompok

- Dito Adistya Wirawan (1305220048)
Peran: Membuat source code, melakukan bug fix dan membuat laporan.
- Luthfillah Akhtar Fakhruddin (1305220100)
Peran: Melakukan bug fix, memperbaiki algoritma crossover, membuat plotting dan membuat laporan.
- Nurfaidzi Ramdhani Arifin (1305220075)
Peran: Melakukan bug fix, membuat kodingan cadangan untuk menyamakan hasil, membuat laporan dan membuat slide presentasi.

Link Source Code :

https://colab.research.google.com/drive/1sd3SfpHVIHg5l0gDX_Zl_FDEBQ3nun6S?usp=sharing

Link Slide Presentasi :

https://www.canva.com/design/DAFzLp4cE0M/HH0HEjb_zTOcYinKjdZU3g/edit?utm_content=DAFzLp4cE0M&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=s harebutton