

Nama : Lutfi Haridha
Kelas : TI 3.2

Pengertian Metode Metaheuristik

Metaheuristik adalah metoda untuk mencari solusi yang memadukan interaksi antara prosedur pencarian lokal dan strategi yang lebih tinggi untuk menciptakan proses yang mampu keluar dari titik-titik local optima dan melakukan pencarian di ruang solusi untuk menemukan solusi global. Metaheuristik (metaheuristics), dalam definisi aslinya, adalah metoda untuk mencari solusi yang memadukan interaksi antara prosedur pencarian lokal dan strategi yang lebih tinggi untuk menciptakan proses yang mampu keluar dari titik-titik local optima dan melakukan pencarian di ruang solusi untuk menemukan solusi global. Metaheuristik biasanya berupa prosedur umum yang bisa diterapkan untuk berbagai problem. Tentu saja diperlukan berbagai modifikasi agar suatu metoda metaheuristik sesuai dapat menyelesaikan masalah khusus yang dihadapi. Selain itu, dalam metaheuristik ada prosedur yang memanfaatkan satu atau lebih titik-titik tetangga (neighborhood structures) sebagai acuan menuju solusi lain. Di dalam metaheuristik biasanya ada heuristik di dalamnya. Sejalan dengan perkembangannya, metoda ini juga mencakup penggunaan strategi untuk mengatasi suatu pencarian baru dimana pencarian sering terjebak dalam local optima dalam suatu ruang solusi yang kompleks.

Metode metaheuristik bersifat problem independent. Problem independent berarti tidak bergantung pada jenis permasalahan. Jadi penerapan metode metaheuristik tidak bergantung pada jenis permasalahan, alias bisa dipakai untuk berbagai jenis permasalahan. Contoh dari metode metaheuristik adalah algoritma genetik (GA), particle swarm optimization (PSO), Ant Colony Optimization (ACO), Soccer Games Optimization (SGO), dan lain-lain.

Meskipun bisa dipakai untuk berbagai jenis permasalahan, tetapi kemampuan mengadopsi metode tersebut untuk jenis permasalahan tertentu berpengaruh besar terhadap kualitas penyelesaian yang dihasilkan. Oleh karena itulah, seringkali metode metaheuristik akan mengintegrasikan metode heuristik didalam implementasinya. Misalnya, untuk menyelesaikan persoalan TSP, metode algoritma genetik menyisipkan konsep nearest neighborhood didalam implementasinya.

Berikut contoh implementasi *Metode Metaheuristik* dalam fenomena alam dengan menggunakan Alogaritma Genetik.

Implementasi Algoritma Genetika Untuk Memprediksi Gunung Meletus Berdasarkan Gejala

Berikut data kondisi disekitar gunung yang menjadi indikator akan terjadinya gunung meletus :

kondisi disekitar gunung yang menjadi indikator aktivitas gunung akan meletus :	
TL	: Tumbuhan layu (>80%)
AK	: Air kering (>80%)
SUN	: Suhu udara naik (>39°C)
MH	: Migrasi hewan(>90%)
STG	: Sering terdengar gemuruh (>1 kali perhari)
SG	: Sering gempa (>3 kali perhari)

Semua nilai dari masing-masing indikator gejala dikonversi ke bilangan desimal								
no	G1(TL)	G2(AK)	G3(SUN)	G4(MH)	G5(STG)	G6(SG)	JML	Status Gunung
1	0.85	0	0	0	0	0	0.85	Normal
2	0.85	0.75	0	0	0	0	1.6	Normal
3	0	0.6	0.4	0.9	0	0	1.9	Normal
4	0	0.9	0.43	0.9	0.02	0	2.25	Waspada
5	0.87	0	0.43	0.9	0.03	0.05	2.28	Siaga
6	0.9	0.85	0.45	0.95	0.05	0.06	3.26	Awas

Keterangan Status :	
Normal	1. Tidak ada gejala aktivitas tekanan magma
	2. Level aktivitas dasar
Waspada	1. Ada aktivitas apa pun bentuknya
	2. Terdapat kenaikan aktivitas di atas level normal
	3. Peningkatan aktivitas seismik dan kejadian vulkanis lainnya
	4. Peningkatan aktivitas seismik dan kejadian vulkanis lainnya
Siaga	1. Menandakan gunung berapi yang sedang bergerak ke arah letusan atau menimbulkan bencana
	2. Peningkatan intensif kegiatan seismik
	3. aktivitas dapat segera berlanjut ke letusan atau menuju pada keadaan yang dapat menimbulkan bencana
	4. Jika tren peningkatan berlanjut, letusan dapat terjadi dalam waktu 2 minggu
Awas	1. Menandakan gunung berapi yang segera atau sedang meletus atau ada keadaan kritis yang menimbulkan bencana
	2. Letusan pembukaan dimulai dengan abu dan asap
	3. Letusan berpeluang terjadi dalam waktu 24 jam

Proses Algoritma Genetika:

1. Pembentukan Populasi Awal

Populasi awal akan dibangkitkan secara acak sesuai dengan parameter sebagai berikut:

- Popsize = 6.
- Probabilitas Crossover (P_c) = 0,5.
- Probabilitas Mutasi (P_m) = 0,2.

Dibangkitkan populasi awal dengan 6 individu sebagai berikut:

Proses Pembangkitan kromosom dengan nilai acak						
Populasi dengan 6 individu						
k1	0.75	0	0	0	0	0
k2	0.8	0.65	0	0	0	0
k3	0	0.78	0.42	0.85	0	0
k4	0	0.89	0.42	0.91	0.02	0
k5	0.85	0	0.45	0.93	0.03	0.05
k6	0.9	0.85	0.46	0.96	0.04	0.06

2. Perhitungan Evaluasi Fitness

Rumus untuk mencari nilai evaluasi fitness adalah sebagai berikut :

Evaluasi nilai fitness $fitness_i = \sum \text{nilai Gen}_i$								
No	Kromosom						Perhitungan	Hasil
k1	0.75	0	0	0	0	0	$0.75 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0$	0.75
k2	0.8	0.65	0	0	0	0	$0.8 + 0.65 + 0 + 0 + 0 + 0$	1.45
k3	0	0.78	0.42	0.85	0	0	$0 + 0.78 + 0.42 + 0.85 + 0 + 0$	2.05
k4	0	0.89	0.42	0.91	0.02	0	$0 + 0.89 + 0.42 + 0.91 + 0.02 + 0$	2.24
k5	0.85	0	0.45	0.93	0.03	0.05	$0.85 + 0 + 0.45 + 0.93 + 0.03 + 0.05$	2.31
k6	0.9	0.85	0.46	0.96	0.04	0.06	$0.9 + 0.85 + 0.46 + 0.96 + 0.04 + 0.06$	3.27

3. Seleksi Kromosom

Seleksi untuk mendapatkan calon induk yang baik, induk yang baik akan mendapatkan keturunan yang baik. Semakin tinggi nilai fitness suatu individu semakin besar kemungkinan terpilih. Metode seleksi yang digunakan adalah Roulette Wheel.

Pada kasus ini yang terpilih adalah nilai yang terbesar. Tahapan seleksi kromosom adalah sebagai berikut:

- a. Inverse dengan $Q[i] = 1/\text{Fitness}[i]$.

Seleksi Kromosom		
No	INVERSE ($Q[i] = 1/\text{FITNESS}[i]$)	Hasil
Q1	1/0.75	1.333
Q2	1/1.45	0.690
Q3	1/2.05	0.488
Q4	1/2.24	0.446
Q5	1/2.31	0.433
Q6	1/3.27	0.306
Total Qi	$Q(i) = 1.333+0.690+0.488+0.446+0.433+0.306$	3.696

- b. Probabilitas/Fitness Relatif tiap individu dengan $P[i] = Q[i]/\text{Total } Q[i]$.

Seleksi Kromosom		
PROBABILITAS ($P[i]=Q[i]/\text{TOTAL } Q[i]$)		
P1	1.333/3.696	0.361
P2	0.69/3.696	0.187
P3	0.488/3.696	0.132
P4	0.446/3.696	0.121
P5	0.433/3.696	0.117
P6	0.275/3.696	0.083

- c. Fitness Kumulatif/Nilai Kumulatif dari Probabilitas dengan $n=0,1,2,3,4...$ dan $i=1,2,3,4...$, jadi $C(i) = C[n] + P[n+1]$.

Seleksi Kromosom		
Fitnes Kumulatif		
C1	0.364	0.361
C2	$0.364+0.187$	0.547
C3	$0.547+0.132$	0.679
C4	$0.679+0.121$	0.800
C5	$0.800+0.117$	0.917
C6	$0.917+0.083$	1.000

- d. Memilih induk yang akan menjadi kandidat untuk di crossover dengan membangkitkan bilangan acak/random (R) yaitu $R[i]$.

Seleksi Kromosom

Nilai acak(R)	
R1	0.405
R2	0.899
R3	0.711
R4	0.504
R5	0.935
R6	0.671

- e. Membandingkan antara nilai R (Random) dengan C (Kumulatif) dengan $C > R$ (pilih nilai C yang mendekati dengan nilai R) untuk menentukan kromosom nilai baru.

Seleksi Kromosom		
Memilih nilai C yang terdekat dengan R ($C > R$)		
No	Nilai acak	$C > R$
R1	0.405	0.547
R2	0.899	0.917
R3	0.711	0.800
R4	0.504	0.547
R5	0.935	1
R6	0.671	0.679

- f. Kromosom baru hasil seleksi.

Kromosom baru hasil Seleksi								
No	G1	G2	G3	G4	G5	G6	jml	Asal
1	0.8	0.65	0	0	0	0	1.45	K2
2	0.85	0	0.45	0.93	0.03	0.05	2.31	K5
3	0	0.89	0.42	0.91	0.02	0	2.24	K4
4	0.8	0.65	0	0	0	0	1.45	K2
5	0.9	0.85	0.46	0.96	0.4	0.06	3.63	K6
6	0	0.78	0.42	0.85	0	0	2.05	K3

4. Crossover

Tahapan crossover adalah sebagai berikut:

- Karena peluang crossover (p_c) = 0,5, maka diharapkan 50% dari total kromosom akan mengalami crossover 3 dari 6 kromosom, dengan cara $6 * 0,5 = 3$.
- Untuk memilih kromosom-kromosom yang akan dilakukan crossover yaitu dengan cara

membangkitkan bilangan acak [0 1] sebanyak jumlah popsize yaitu 6 buah.

No	Nilai Acak[0-1]
R1	0.211
R2	0.415
R3	0.534
R4	0.318
R5	0.872
R6	0.711





- c. Pilih bilangan-bilangan yang kurang atau lebih kecil dari nilai pc dalam hal ini nilai pc = 0,5 untuk dilakukan crossover.

No	Nilai Acak[0-1]	R<PC(0.5)
R1	0.211	0.211
R2	0.415	0.415
R3	0.634	FALSE
R4	0.318	0.318
R5	0.872	FALSE
R6	0.711	FALSE

Nilai yang terpilih adalah sebagai berikut:

Nilai yang terpilih :
R1 (0.211)
R2 (0.415)
R4 (0.318)

- d. Proses crossover.

Proses Crossover		
Step 1	Step 2	Hasil
K1	K1 	K4
K2 	K4 	K1
K4 	K2	K2

- e. Populasi setelah proses crossover.

Setelah digabungkan kembali dengan semua kromosom							
No	G1	G2	G3	G4	G5	G6	jml
K1	0.8	0.65	0	0	0	0	1.45
K2	0.8	0.65	0	0	0	0	1.45
K3	0	0.89	0.42	0.91	0.02	0	2.24
K4	0.85	0	0.45	0.93	0.03	0.05	2.31
K5	0.9	0.85	0.46	0.96	0.4	0.06	3.63
K6	0	0.78	0.42	0.85	0	0	2.05

5. Mutasi

Tahapan mutasi adalah sebagai berikut:

- Menghitung panjang Gen pada populasi dengan rumus
Panjang total gen = popsize * jumlah Gen pada setiap kromosom.
Panjang total gen = $6 * 6 = 36$
- Memilih posisi gen yang dimutasi dilakukan dengan membangkitkan bilangan acak antara 1 sampai dengan panjang total gen (1 - 36).

BILANGAN ACAK (R)					
0,8643	0,4561	0,7680	0,0566	0,2762	0,3036
0,2242	0,6874	0,1291	0,1095	0,7883	0,9317
0,2152	0,5596	0,3284	0,0582	0,6056	0,3604
0,4698	0,7627	0,5429	0,4302	0,7535	0,5976
0,9593	0,7192	0,2904	0,7413	0,2881	0,6747
0,3938	0,0306	0,0379	0,3575	0,4099	0,5258

- Ditentukan $pm=0,2$ atau 20% maka jumlah gen yang akan dimutasi adalah pm

* total gen = nilai hasil bit (dibulatkan).

$$\text{Jumlah gen yang dimutasi} = 0,2 * 36 = 7,2 = 7$$

- Menciptakan bilangan acak [0 1] sebanyak jumlah gen yaitu 36 kemudian dikelompokkan berdasarkan kromosom yaitu sejumlah 6. Selanjutnya pilih nilai gen antara 1-6 pada tiap kromosom dengan nilai yang kurang dari nilai pm yaitu 0,2.

TABEL BILANGAN ACAK MUTASI											
K[1]		K[2]		K[3]		K[4]		K[5]		K[6]	
R[1]	0,8643	R[1]	0,4561	R[1]	0,7680	R[1]	0,0566	R[1]	0,2762	R[1]	0,3036
R[2]	0,2242	R[2]	0,6874	R[2]	0,1291	R[2]	0,1095	R[2]	0,7883	R[2]	0,0355
R[3]	0,2152	R[3]	0,5596	R[3]	0,3284	R[3]	0,0582	R[3]	0,6056	R[3]	0,3604
R[4]	0,4698	R[4]	0,7627	R[4]	0,5429	R[4]	0,4302	R[4]	0,7535	R[4]	0,5976
R[5]	0,9593	R[5]	0,7192	R[5]	0,2904	R[5]	0,7413	R[5]	0,2881	R[5]	0,6747
R[6]	0,3938	R[6]	0,0306	R[6]	0,3379	R[6]	0,3575	R[6]	0,0685	R[6]	0,5258
FALSE	FALSE	R[6]	0,0306	R[2]	0,1291	R[1]	0,0566	R[6]	0,0685	R[2]	0,0355

- Kemudian mutasi atau pindahkan gen tersebut dengan mengambil nilai gen didepannya kemudian lakukan pertukaran, maka $\text{Gen} = \text{Gen} + 1$ dan $\text{Gen} + 1 = \text{Gen}$. Apabila Gen pada posisi terakhir maka ambilkan dari Gen yang paling depan, kemudian tukar Gen depan = Gen terakhir dan Gen terakhir = Gen depan.

Kromosom dan gen yang terkena mutasi
Kromosom 2 dan gen 6
Kromosom 3 dan gen 2
Kromosom 4 dan gen 1
Kromosom 5 dan gen 6
Kromosom 6 dan gen 2

Bentuk populasi awal:

Proses Mutasi Gen							
No	G1	G2	G3	G4	G5	G6	Gen yang ditukarkan
K1	0.8	0.65	0	0	0	0	
K2	0.8	0.65	0	0	0	0	G6(0) dengan G5(0)
K3	0	0.89	0.42	0.91	0.02	0	G2(0.89) dengan G1(0)
K4	0.85	0	0.45	0.93	0.03	0.05	G1(0.85) dengan G6(0.05)
K5	0.9	0.85	0.46	0.96	0.04	0.06	G6(0.06) dengan G5(0.04)
K6	0	0.78	0.42	0.85	0	0	G2(0.78) dengan G1(0)

PENUTUP

Kelebihan Algoritma Genetika

1. Algoritma ini hanya melakukan sedikit perhitungan matematis yang berhubungan dengan masalah yang ingin diselesaikan. Karena sifat perubahan evolusi alamiah, maka algoritma ini akan mencari penyelesaian tanpa memperhatikan proses-proses yang berhubungan dengan masalah yang diselesaikan secara langsung. Algoritma ini juga dapat mengendalikan fungsi objektif dan batasan yang didefinisikan, baik pada ruang pencarian diskrit atau ruang pencarian analog.
2. Operator-operator evolusi membuat algoritma ini sangat efektif pada pencarian global.
3. Algoritma ini memiliki fleksibilitas yang tinggi untuk dihibridkan dengan metode pencarian lainnya agar lebih efektif.

Kekurangan Algoritma Genetika

Kekurangan Algoritma Genetika jika dibandingkan dengan algoritma pencarian lainnya adalah adanya ketidakpastian untuk menghasilkan solusi optimum global, karena sebagian besar dari algoritma ini berhubungan dengan bilangan random yang bersifat probabilistik.