



KECERDASAN BUATAN

Program Studi Informatika

SESI 6 – Algoritma Genetika

Cian Ramadhona Hassolthine, S.Kom., M.Kom.

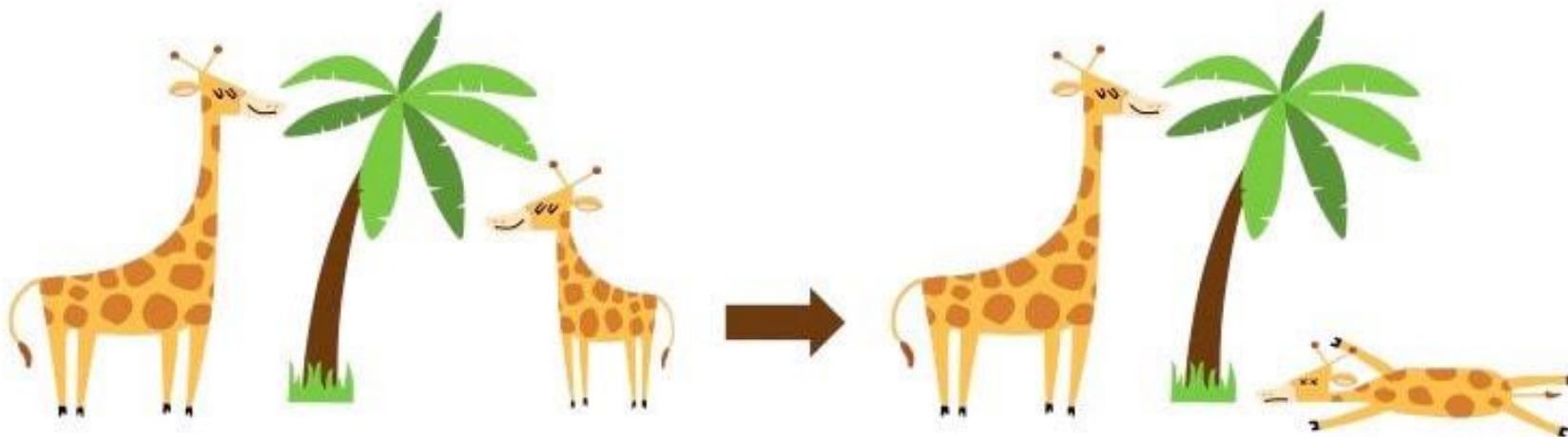


Konsep dan Definisi

- Genetic Algorithm(GA) atau Algoritma Genetika □ dipopulerkan oleh John Holland pada tahun 1970
- GA: bagian dari **Evolutionary Computation (EC)** yang terinspirasi oleh proses evolusi dan seleksi alam makhluk hidup dari Charles Darwin
- Dalam proses evolusi, individu secara terus-menerus mengalami perubahan gen untuk menyesuaikan dengan lingkungan hidupnya.
“Hanya individu-individu yang kuat yang mampu bertahan”
- Algoritma Genetika: umumnya digunakan untuk mengatasi masalah optimasi dan pencarian



Konsep dan Definisi



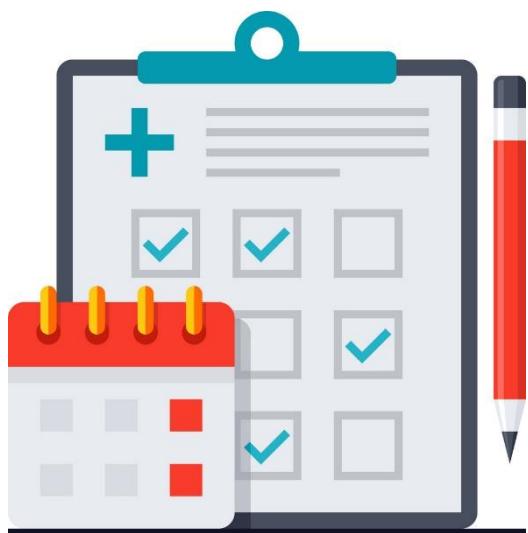
Charles Darwin – Evolution by Descent with Modification (1859)

Long-necked giraffes are randomly born and have more offspring due to their competitive advantage

Sumber: San Fransisco de Paula Science Department, Unit 8 – Evolution, <https://www.sciencesfp.com/unit-8---evolution.html>



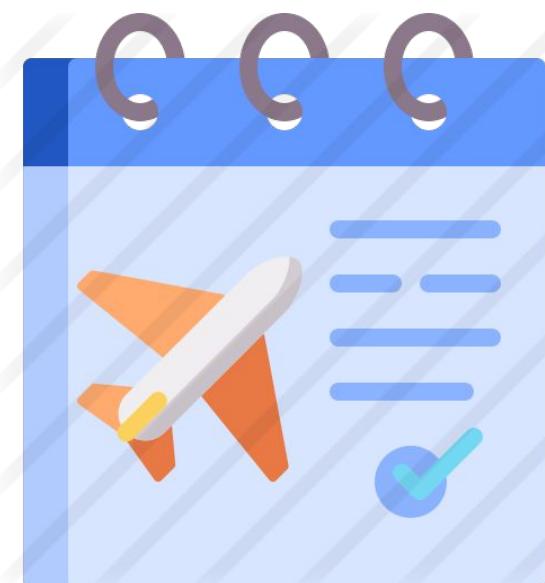
Penerapan GA



- Optimasi penjadwalan produksi
- Optimasi penjadwalan kuliah
- Optimasi penjadwalan mengajar



Kompresi citra



Optimasi penjadwalan rute pesawat



■ Terminologi

1	0	1	1	1
1	0	1	0	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	1
1	0	1	1	1

Fenotip: nilai dari genotip

Genotip (disebut Gen): elemen yang terdapat dalam kromosom

Kromosom: kemungkinan solusi

Populasi: kumpulan kemungkinan solusi

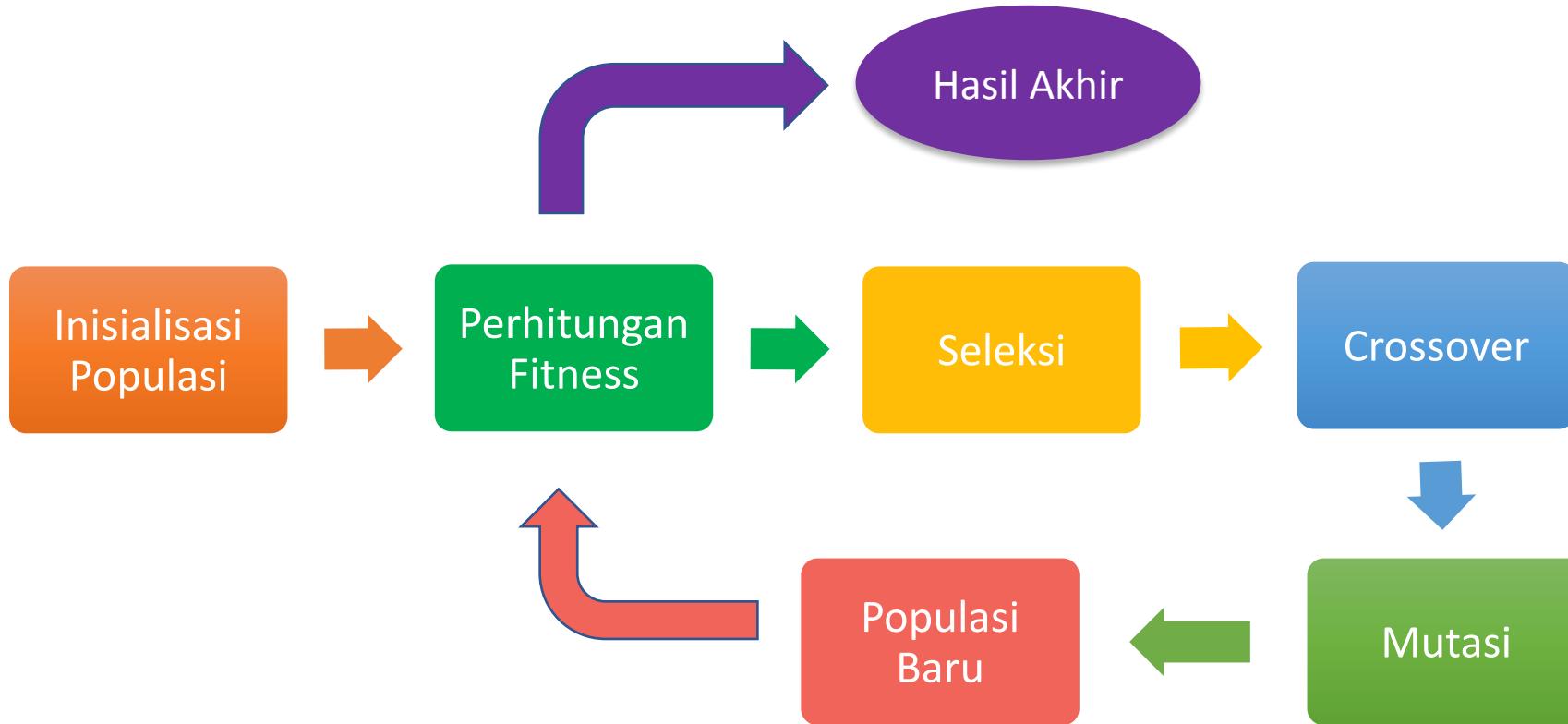


■ Terminologi

- Fungsi fitness: fungsi yang menentukan bobot setiap kromosom
- Nilai fitness: nilai yang diperoleh dari hasil fungsi fitness
- Decoding dan Encoding: proses mengubah satu bentuk ke bentuk lainnya.
Dalam beberapa kasus, fenotip dapat diubah ke bentuk lain.
Contoh: bilangan biner, real, permutasi, dan integer.
- Generasi: jumlah iterasi dalam proses algoritma genetika.



Tahapan





Inisialisasi Populasi

- Pada inisialisasi populasi, dilakukan teknik pengkodean seperti biner, integer, float, dan permutasi.
- Penentuan representasi disesuaikan dengan kasus yang akan diselesaikan.

1	0	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---

→ Biner

1	2	5	2	1	6
---	---	---	---	---	---

→ Integer

1.4	5.2	2.1	8.2	0.1	4.2
-----	-----	-----	-----	-----	-----

→ Float

1	2	5	3	4	6
---	---	---	---	---	---

→ Permutasi



Perhitungan Fitness

- Nilai fitness dihitung berdasarkan fungsi fitness.
- Fungsi fitness bisa bermacam-macam, tergantung masalah yang akan diselesaikan.
- Contoh: jika kita ingin mencari nilai maksimum dari fungsi

$$f(x, y) = 5x - 10y$$

maka cara menghitung nilai fitness: dengan memasukkan nilai x dan y ke dalam fungsi tersebut



■ Seleksi

- Pemilihan individu berdasarkan nilai fitness
- Semakin **tinggi nilai fitness** suatu individu semakin besar kemungkinannya **untuk terpilih**
- Salah satu teknik yang dapat dilakukan adalah dengan teknik mesin roulette



Seleksi

Populasi	Fitness
Individu 1	10%
Individu 2	25%
Individu 3	40%
Individu 4	15%
Individu 5	10%



- Individu 1
- Individu 2
- Individu 3
- Individu 4
- Individu 5



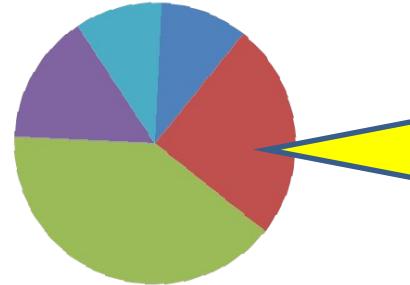
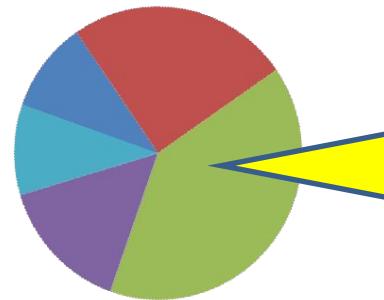
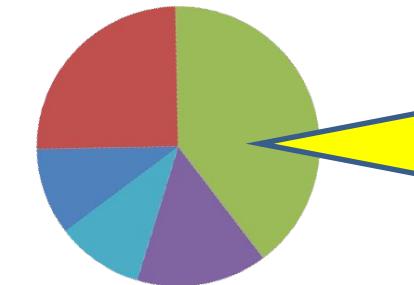
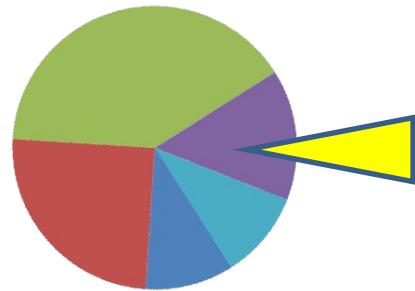
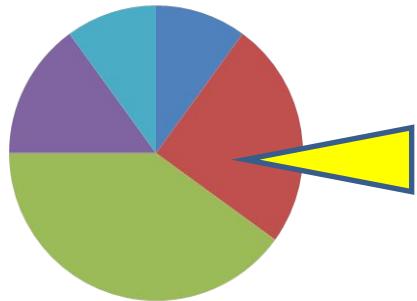
Generate nomor acak
misal: 15%



Individu 2 dipilih



Seleksi (Mesin Roulette)



Individu yang terpilih : 2, 4, 3, 3, 2



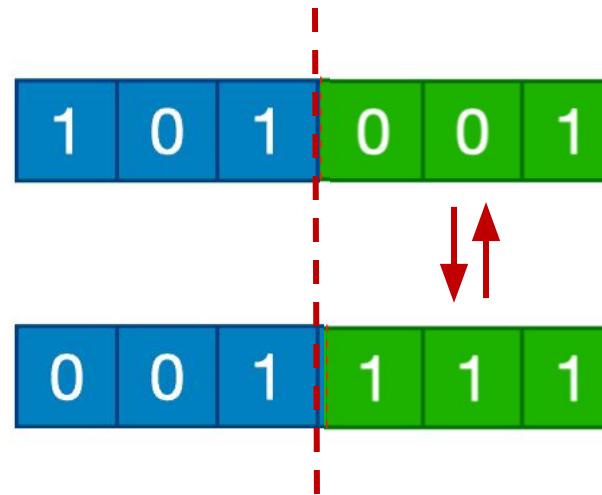
Crossover

- Crossover adalah proses untuk membuat kromosom baru.
- Terdapat nilai probabilitas *crossover* (P_c) untuk menentukan apakah *crossover* terjadi atau tidak. Nilai P_c yang sering digunakan = 0.8
- Jenis-jenis *crossover*:
 1. *One point crossover*
 2. *Multi-point crossover*
 3. *Uniform crossover*



One Point Crossover

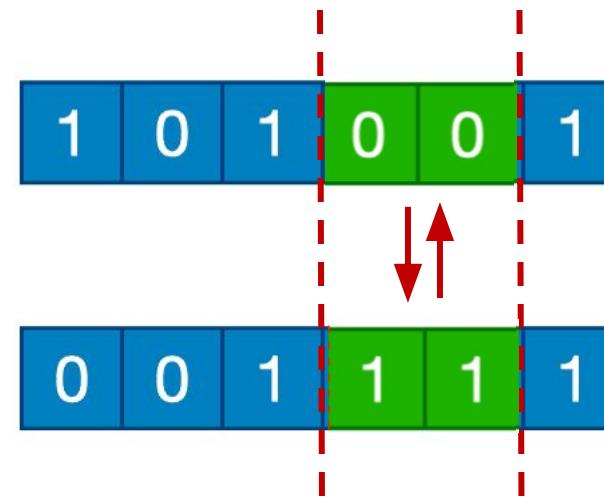
- *Crossover* ini mengganti gen dari satu kromosom untuk membuat kromosom baru dengan satu titik persimpangan.





Multi-Point Crossover

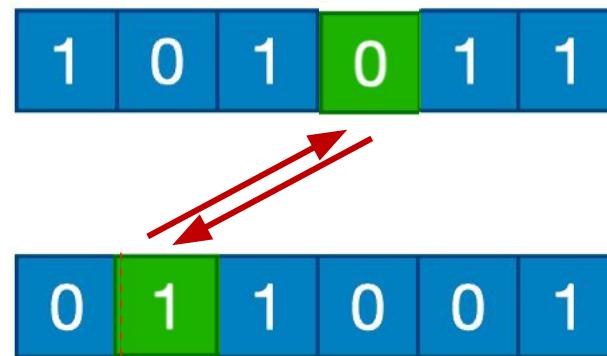
- *Crossover* ini mengganti gen dari satu kromosom untuk membuat kromosom baru dengan beberapa titik persimpangan





Uniform Crossover

- *Crossover ini mengganti gen dari satu kromosom ke kromosom lain melalui setiap index berdasarkan probabilitas*





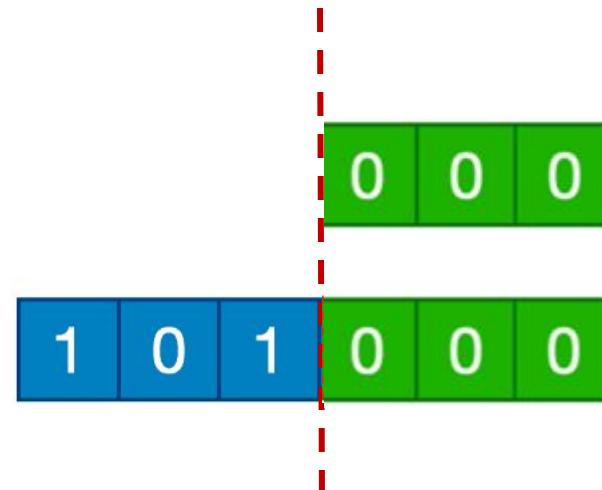
Mutasi

- Mutasi gen adalah proses penggantian gen dengan nilai inversinya. Gen 0 menjadi 1 dan Gen 1 menjadi 0
- Hampir sama seperti crossover, terdapat probabilitas mutasi (P_m) untuk menentukan apakah mutasi terjadi atau tidak.
 P_m yang umum digunakan = 0.1
- Jenis-jenis mutasi:
 1. *One point mutation*
 2. *Multi-point mutation*
 3. *Swab mutation*



One Point Mutation

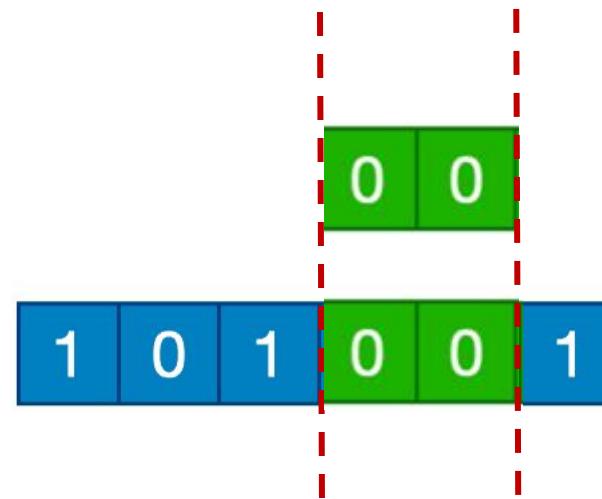
- Mutasi ini mengganti 1 gen dengan nilai inversinya.





Multi-Point Mutation

- Mutasi ini mengganti beberapa gen dengan nilai inversinya.





■ Swab Mutation

- Mutasi ini mengganti antara gen satu dengan lainnya dalam 1 kromosom.





■ Survivor Selection

- Menghasilkan populasi baru untuk iterasi/generasi berikutnya.
- Beberapa kromosom yang tidak penting akan dibuang dan digantikan dengan kromosom baru yang sudah melalui proses crossover dan mutasi
- Prinsip **Elitisme**: selalu menyimpan satu kromosom terbaik selama proses sehingga akan selalu ada kromosom dengan fitness tertinggi
- Jika muncul kombinasi kromosom terbaru yang lebih baik, maka satu kromosom yang disimpan sebelumnya, ditukar dengan kromosom baru tersebut



Contoh: Pencarian Nama secara Acak

- Sebuah kata ditentukan sebagai target, misal: ‘BASUKI’.
- Bila setiap huruf diberi nilai dengan nilai urut alfabet, maka targetnya bisa dinyatakan sebagai besaran numerik:

Target = [2 1 18 21 11 9]

- Satu individu memiliki n gen integer yang setiap gennya menyatakan nomor urut alfabet



Inisialisasi Populasi

- Membangkitkan kata dengan jumlah huruf yang sama dengan target secara acak

Contoh: AGHSQE $\square [1 \quad 7 \quad 8 \quad 19 \quad 17 \quad 5]$

- Cari nilai fitness dari kata **AGHSQE** terhadap target **BASUKI**.
- Nilai fitness dihitung dari nilai perbedaan kedua kata:

$$\begin{aligned} E &= |1-2| + |7-1| + |8-19| + |19-21| + |17-11| + |5-9| \\ &= 1+6+11+2+6+4 = 30 \end{aligned}$$

$$\text{Fitness} = (26*6) - 30 = 156-30 = 126$$

- Fitness didefinisikan:

$$\text{fitness}(k) = (M * n) - \sum |g(k)_i - t_i|$$

dimana

M : jumlah semua kemungkinan huruf

n : jumlah huruf pada target

$g(k)_i$: gen ke i dari individu ke k

t_i : gen ke i dari target.



Inisialisasi Populasi

- Populasi awal: sejumlah individu berupa kata yang dibangkitkan secara acak beserta nilai fitnessnya.

```
14 20 9 1 17 3 -- N T I A Q C >> Fitness = 83
 2 5 18 5 6 6 -- B E R E F F >> Fitness = 127
 8 5 15 15 24 6 -- H E O O X F >> Fitness = 120
 5 22 14 11 19 23 -- E V N K S W >> Fitness = 95
 19 19 8 6 19 7 -- S S H F S G >> Fitness = 85
 20 16 3 21 8 10 -- T P C U H J >> Fitness = 103
 19 13 12 23 15 10 -- S M L W O J >> Fitness = 113
 15 23 4 16 6 17 -- O W D P F Q >> Fitness = 88
 5 1 6 19 21 18 -- E A F S U R >> Fitness = 119
 10 12 18 6 17 8 -- J L R F Q H >> Fitness = 114
 10 1 2 8 6 19 -- J A B H F S >> Fitness = 103
 21 18 21 24 26 19 -- U R U X Z S >> Fitness = 90
```



Seleksi, Crossover dan Mutasi

- Seleksi dilakukan menggunakan roulette-wheel
- Crossover dilakukan dengan menukar gen-gen terpilih antar 2 induk

8	5	15	15	24	6	-- H E O O X F
5	22	14	11	19	23	-- E V N K S W
8	5	14	11	19	6	-- H E N K S F
5	22	15	15	24	23	-- E V O O X W

- Mutasi dilakukan dengan mengacak nilai 1-26 dari gen yang akan dimutasi

8	5	14	11	19	6	-- H E N K S F
8	5	19	11	19	6	-- H E S K S F



Hasil

- Setelah dilakukan beberapa generasi/iterasi dengan mencari generasi terbaik berdasarkan nilai fitness yang terbesar, diperoleh hasil GA sebagai berikut:

5	3	19	19	14	18	---	E	C	S	S	N	R	>> Fitness = 137
5	3	19	19	14	10	---	E	C	S	S	N	J	>> Fitness = 145
5	3	19	19	14	10	---	E	C	S	S	N	J	>> Fitness = 145
5	3	19	19	10	10	---	E	C	S	S	J	J	>> Fitness = 147
5	3	19	24	11	10	---	E	C	S	X	K	J	>> Fitness = 147
5	2	19	19	11	10	---	E	B	S	S	K	J	>> Fitness = 149
5	2	19	22	10	10	---	E	B	S	V	J	J	>> Fitness = 149
5	2	19	22	11	10	---	E	B	S	V	K	J	>> Fitness = 150
5	2	19	22	11	10	---	E	B	S	V	K	J	>> Fitness = 150
5	2	19	21	11	10	---	E	B	S	U	K	J	>> Fitness = 151
5	2	19	21	11	10	---	E	B	S	U	K	J	>> Fitness = 151
5	2	19	21	11	10	---	E	B	S	U	K	J	>> Fitness = 151
1	2	19	21	11	10	---	A	B	S	U	K	J	>> Fitness = 153
2	2	19	21	11	10	---	B	B	S	U	K	J	>> Fitness = 154
2	2	19	21	11	10	---	B	B	S	U	K	J	>> Fitness = 154
2	2	19	21	11	9	---	B	B	S	U	K	I	>> Fitness = 155
2	2	19	21	11	9	---	B	B	S	U	K	I	>> Fitness = 155
2	2	19	21	11	9	---	B	B	S	U	K	I	>> Fitness = 155
2	2	19	21	11	9	---	B	B	S	U	K	I	>> Fitness = 155
2	1	19	21	11	9	---	B	A	S	U	K	I	>> Fitness = 156



Thank
You !