

Modul ke:
10

Fakultas
TEKNIK

Program Studi
TEKNIK
ELEKTRO



Robotika

Genetic Algorithm used for Improving the Performance of FLC-Controlled WFR

Dr. Eng., Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.

Pembuka

Daftar Pustaka

Akhiri Presentasi

What is GA

- A genetic algorithm (or GA) is a search technique used in computing to find true or approximate solutions to optimization and search problems.
- (GA)s are categorized as global search heuristics.
- (GA)s are a particular class of evolutionary algorithms that use techniques inspired by evolutionary biology such as inheritance, mutation, selection, and crossover (also called recombination).



What is GA

- The evolution usually starts from a population of randomly generated individuals and happens in generations.
- In each generation, the fitness of every individual in the population is evaluated, multiple individuals are selected from the current population (based on their fitness), and modified to form a new population.

What is GA

- The new population is used in the next iteration of the algorithm.
- The algorithm terminates when either a maximum number of generations has been produced, or a satisfactory fitness level has been reached for the population.

**No convergence rule
or guarantee!**

Istilah-istilah pada GA

- **Individual** - Any possible solution
- **Population** - Group of all individuals
- **Fitness** – Target function that we are optimizing (each individual has a fitness)
- **Trait** - Possible aspect (features) of an individual
- **Genome** - Collection of all chromosomes (traits) for an individual.

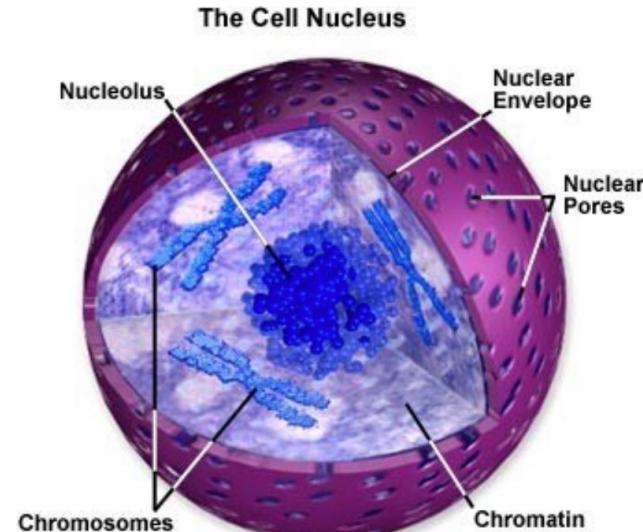
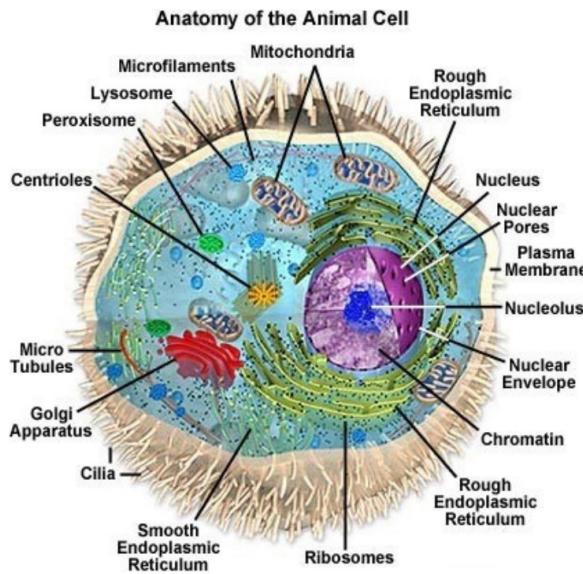
Basic GA

- Start with a large “population” of randomly generated “attempted solutions” to a problem
- Repeatedly do the following:
 - Evaluate each of the attempted solutions
 - (probabilistically) keep a subset of the best solutions
 - Use these solutions to generate a new population
- Quit when you have a satisfactory solution (or you run out of time)

Biological Background

- Cell

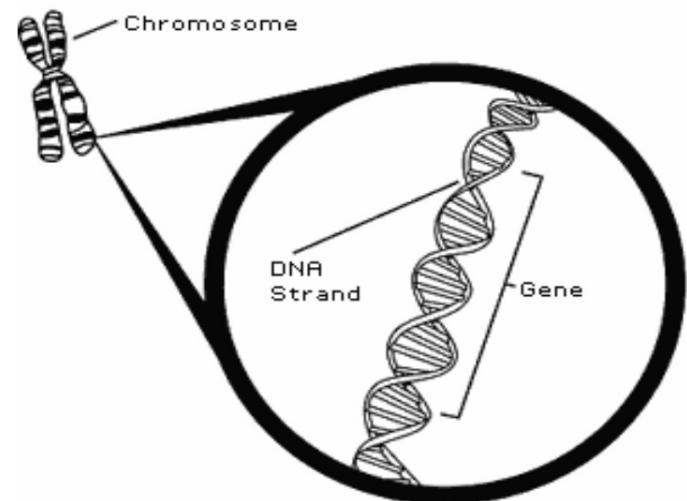
- Every animal cell is a complex of many small “factories” working together.
- The nucleus in the center of the cell.
- The nucleus contains the genetic information



Lanjutan ...

- **Chromosome**

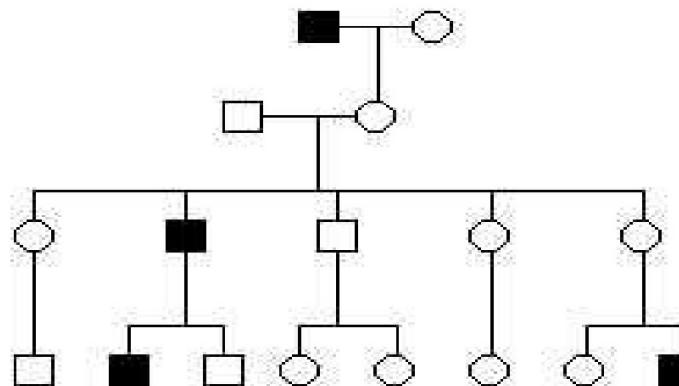
- Genetic information is stored in the chromosomes
- Each chromosome is built of DNA
- Genes are encoded in the chromosomes
- Genes code for proteins
- Every gene has a unique position on the chromosome



Lanjutan ...

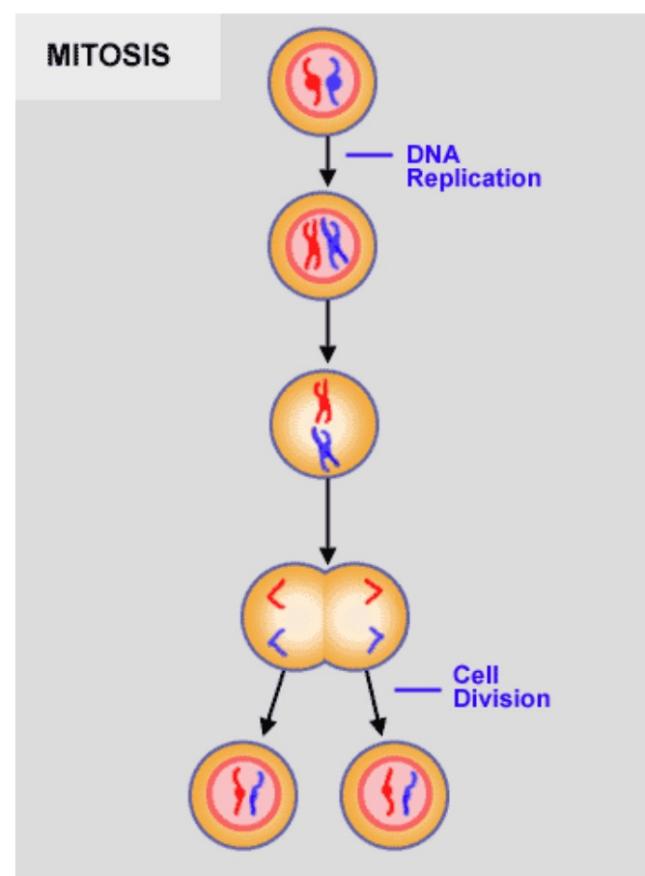
- Genotype dan Phenotype

- The entire combination of genes is called genotype
- A genotype leads to a phenotype (eye color, height, disease predisposition)
- The phenotype is affected by changes to the underlying genetic code



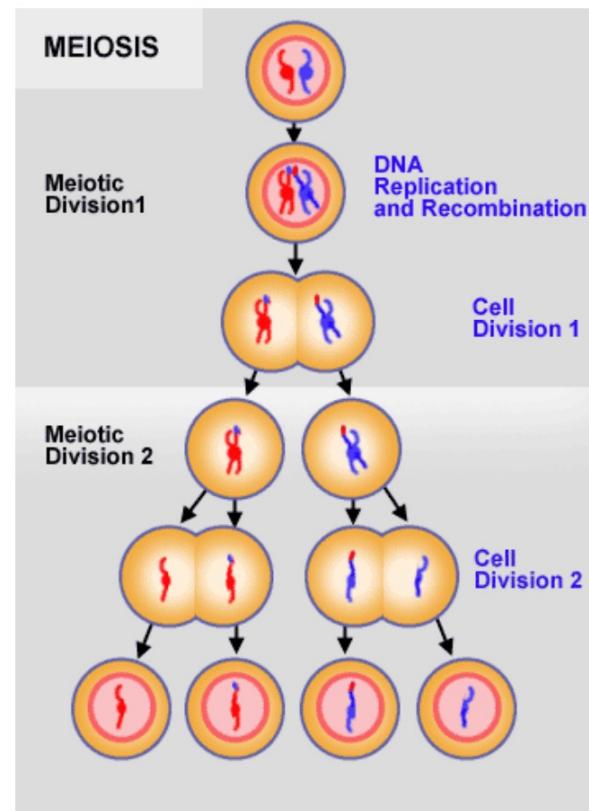
Lanjutan ...

- Reproduction
 - Reproduction of genetical information
 - *Mitosis*
 - *Meiosis*
 - Mitosis is copying the same genetic information to new offspring: there is no exchange of information
 - Mitosis is the normal way of growing of multicell structures, like organs.



Lanjutan ...

- Reproduction Lanjutan ...
- Meiosis is the basis of sexual reproduction
- After meiotic division 2 gametes appear
- In reproduction two gametes conjugate to a zygote which will become the new individual
- Crossovers leads to new genotype



Kajilah Vocabulary Lainnya

Aplikasi GA

Five phases are considered in a genetic algorithm

- Initial population
- Fitness function
- Selection
- Crossover
- Mutation

Initial Population

- Prosesnya dimulai dengan sekumpulan individu yang disebut Populasi. Setiap individu adalah solusi untuk masalah yang ingin Anda pecahkan.
- Seorang individu dicirikan oleh seperangkat parameter (variabel) yang dikenal sebagai Gen. Gen bergabung menjadi string untuk membentuk Kromosom (solusi).
- Dalam algoritme genetika, himpunan gen individu direpresentasikan menggunakan string, dalam bentuk alfabet. Biasanya, nilai biner digunakan (string 1s dan 0s). Kami mengatakan bahwa kami mengkodekan gen dalam kromosom.

Analogi

A1

0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---

Gene

A2

1	1	1	1	1	1
---	---	---	---	---	---

Chromosome

A3

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

A4

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

Population

Fitness Function

Fitness Function menentukan seberapa fit seseorang (kemampuan individu untuk bersaing dengan individu lain). Ini memberikan skor kebugaran untuk setiap individu. Probabilitas bahwa seorang individu akan dipilih untuk reproduksi didasarkan pada skor kebugarannya

Selection

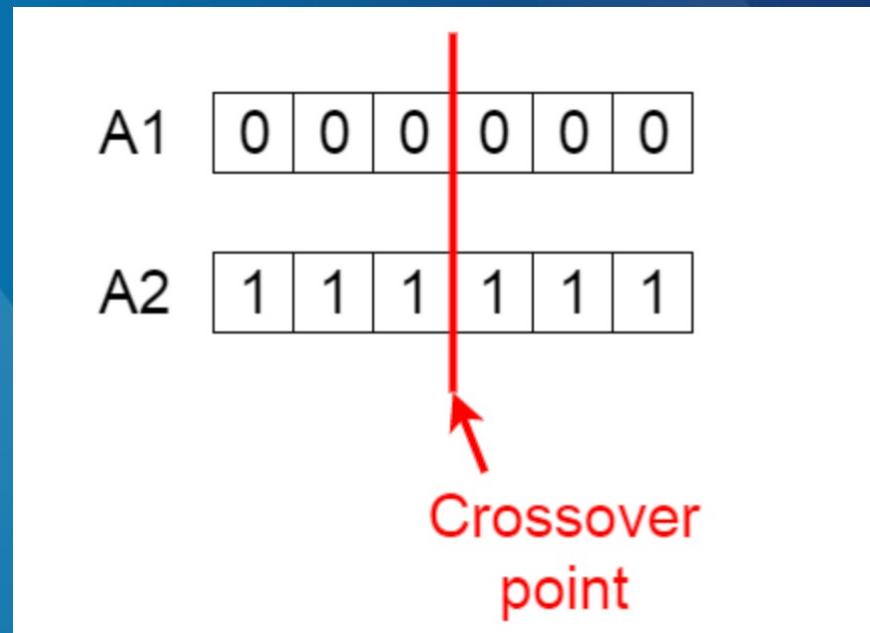
Ide pada fase seleksi adalah untuk memilih individu yang paling cocok dan membiarkan mereka mewariskan gen mereka ke generasi berikutnya.

Dua pasang individu (orang tua) dipilih berdasarkan skor kebugaran mereka. Individu dengan fitness tinggi memiliki peluang lebih besar untuk dipilih untuk reproduksi.



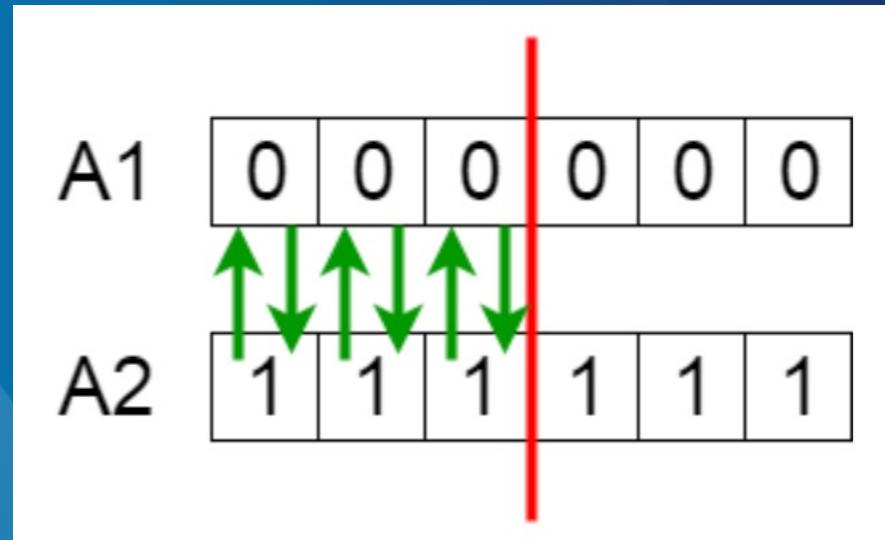
Crossover

Crossover adalah fase paling signifikan dalam algoritma genetika. Untuk setiap pasangan tetua/induk yang akan dikawinkan, titik persilangan dipilih secara acak dari dalam gen



Lanjutan ... (Offspring)

Offspring (Keturunan) dibuat dengan menukar gen orang tua di antara mereka sendiri sampai titik crossover tercapai.



Lanjutan ... (Keturunan Baru)

Keturunan baru ditambahkan ke populasi

A5	1	1	1	0	0	0
A6	0	0	0	1	1	1

Mutation

Pada keturunan baru tertentu yang terbentuk, beberapa gen mereka dapat mengalami mutasi dengan probabilitas acak yang rendah. Ini menyiratkan bahwa beberapa bit dalam string bit dapat dibalik

Before Mutation						
A5	1 1 1 0 0 0					
After Mutation						
A5	1 1 0 1 1 0					

Mutasi terjadi untuk menjaga keragaman dalam populasi dan mencegah konvergensi dini.



Termination

Algoritma berhenti jika populasi telah konvergen (tidak menghasilkan keturunan yang berbeda nyata dengan generasi sebelumnya). Kemudian dikatakan bahwa algoritma genetika telah menyediakan satu set solusi untuk masalah kita.

Catatan

Populasi memiliki ukuran yang tetap. Saat generasi baru terbentuk, individu dengan kebugaran paling rendah mati, memberikan ruang bagi keturunan baru.

Urutan fase diulang untuk menghasilkan individu pada setiap generasi baru yang lebih baik dari generasi sebelumnya

Pseduocode

START

Generate the initial population

Compute fitness

REPEAT

 Selection

 Crossover

 Mutation

 Compute fitness

UNTIL population has converged

STOP

Implementasi pada FLC-controlled WFR

Kita tahu bahwa FLC digunakan sebagai kontroller dalam managing posisi dari robot saat mengikuti dinding

Anggap input terdiri dari 3 membership function.

Tantangannya, 3 membership ini harus diatur sedemikian rupa sehingga keluaran dapat optimal

Tidak dianjurkan untuk mengatur secara manual

Catatan dan Review pada FLC

Namun pada pengaturan sebelumnya kita ketahui range masing-masing MBF.

Kita akan membuat populasi yang merepresentasikan nilai MBF pada range ini.

Sehingga optimasi akan lebih cepat dan terukur

Initialisasi

- Dengan mengetahui range masing-masing MBF, lakukan deklarasi dengan nilai integer secara random
- Lakukan konversi ke biner sehingga akan mempermudah proses crossover dan mutation

Representasi Fitness Function

Ingat

GA adalah global optimization

Jadi

1. Performa dari WFR yang menggunakan FLC harus secara kuantitatif diukur
2. Pengukuran ini dapat dilakukan dengan mencari penjumlahan error dari step pertama sampai akhir. Catatan nilai error ini adalah mutlak agar tidak kontradiktif
3. Maka nilai error terekam di kuadratkan

Lanjutan

4. Pada poin dengan mudah kita dapat mengetahui performa robot mengikuti dinding berdasarkan pengaturan nilai MBF
5. Semakin kecil nilai ini semakin bagus performanya, begitu sebaliknya

Crossover dan Mutation

- Lakukan seleksi
- Dari dua parent terpilih proses pada crossover dan mutation
- Lakukan secara berulang

Coding

- Mengacu pada pseduocode
- Dan mengacu pada analogi

PERHATIKAN CODENYA

Terima Kasih

Dr. Eng, Heru Suwoyo, S.T., M.Sc.