The Genetic Algorithm

- Provide efficient, effective techniques for optimization and machine learning applications
  - توفير تقنيات كفوءة وفعالة للتحسين وتطبيقات التعلم الآلي
- Widely-used today in business, scientific and engineering circles.
  - تستخدم على نطاق واسع اليوم في الدوائر التجارية والعلمية والهندسية

Simple Genetic Algorithm

Population جيل العينات

Evaluate تقييم

Reproduction تكاثر

Recombination إعادة التركيب

Offspring النسل

Mutation الطفرة

Simple Genetic Algorithm

{ initialize population; انشاء الجيل للعينات

evaluate population; تقييم الجيل

while Termination Criteria Not Satisfied

{معايير الإنهاء العينات غير الراضية

select parents for reproduction; تكاثر

perform recombination and mutation; إعادة التركيب والطفرة

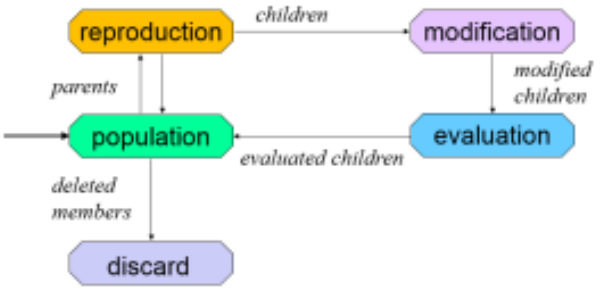
evaluate population; تقييم الجيل }

Components of a GA

A problem to solve, and ...

- ✓ **Encoding technique** (*gene, chromosome*) تقنية الترميز
- ✓ **Initialization procedure** (creation الخلق) إجراءات التوليد
- ✓ **Evaluation function** (environment بيئة) دوال التقييم
- ✓ **Selection of parents** (reproductionاعادة الانتاج) اختيار الوالدين
- ✓ **Genetic operators** (mutation, recombination) العمليات الجينية
- ✓ **Parameter settings** (practice and art)اعدادات المتغيرات

The GA Cycle of Reproduction



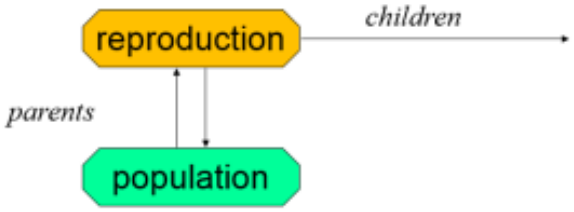
1

Chromosomes could be:

- Bit strings (0101 ... 1100)
- Real numbers (43.2 -33.1 ... 0.0 89.2)
- Permutations of element (E11 E3 E7 ... E1 E15)
- Lists of rules (R1 R2 R3 ... R22 R23)
- Program elements (genetic programming)
- ... any data structure ...

Reproduction

2



Parents are selected at random with selection chances biased in relation to chromosome evaluations.

يتم اختيار الآباء بشكل عشوائي مع وجود فرص اختيار على أساس علاقات تخص تقييمات الكروموسوم.

Chromosome Modification

3

- Modifications are randomly triggered
- Operator types are:
  - Mutation
  - Crossover (recombination)

- يتم تشغيل التعديلات عشوائياً
- أنواع المشغلات
- الطفرة
- التزاوج(إعادة التركيب)

Mutation: Local Modification

Before: (1 0 1 **1** 0 1 1 0)

After: (0 1 1 **0** 0 1 1 0)

Before: (1.38 **-69.4** 326.44 0.1)

After: (1.38 **-67.5** 326.44 0.1)

- Causes movement in the search space (local or global) حركة في مجال البحث
- Restore lost information to the population

استعادة المعلومات المفقودة للسكان

Crossover: Recombination

Crossover is a critical feature of genetic algorithms:

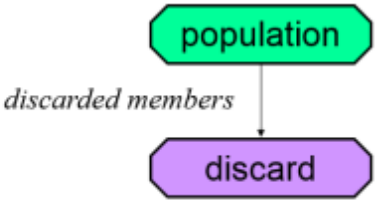
- It greatly accelerates search early in evolution of a population
- It leads to effective combination of schemata (subsolutions on different chromosomes)

4

Evaluation

5

Deletion



- *Generational* GA:entire populations replaced with each iteration في كل تكرار يتم استبدال الجيل بلكامل
- *Steady-state* GA:القليل من الأعضاء يتم استبدالهم في الجيل a few members replaced each generation

Genetic Algorithms

Representation التمثيل	Binary strings
Recombination التزاوج	N-point or uniform نقاط محددة او توزيع ثابت
Mutation الطفرة	Bitwise bit-flipping with fixed probability في نقطة محددة يتم التبادل وحسب احتمالية
Parent selection اختيار الولدين	Fitness-Proportionate لياقة متناسبة
Survivor selection اختيار الناجين	All children replace parents استبدال كل الوالدين ب الجيل الجديد
Specialty تخصص	Emphasis on crossover التركيز على العبور

Genetic Algorithms

1. *Select parents for the mating pool* حدد الوالدين لحوض التزاوج
   (size of mating pool = population size)
2. *Shuffle the mating pool* خلط بركة التزاوج
3. *For each consecutive pair apply crossover with probability p_c , otherwise copy parents*

لكل زوج متتالي تطبيق تقاطع مع احتمالية محددة ، وإلا نسخ الوالدين

4. *For each offspring apply mutation (bit-flip with probability p_m independently for each bit)* لكل نسل تطبيق طفرة (قلب بت مع احتمال محدد بشكل مستقل لكل بت)
5. *Replace the whole population with the resulting offspring*

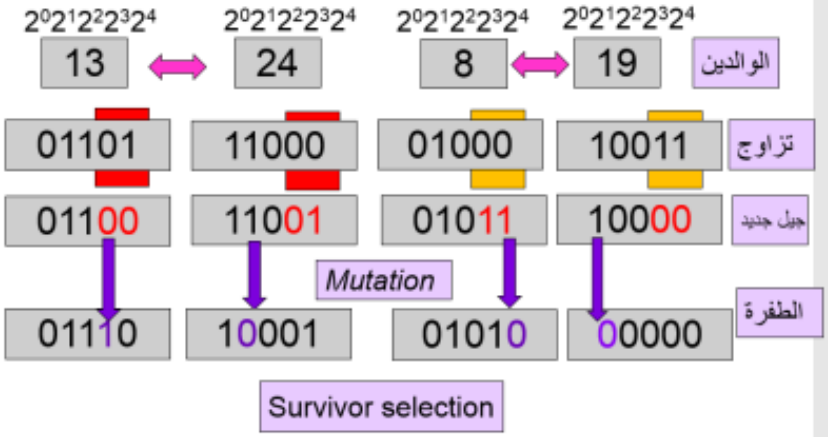
استبدل جميع السكان بالنسل الناتج

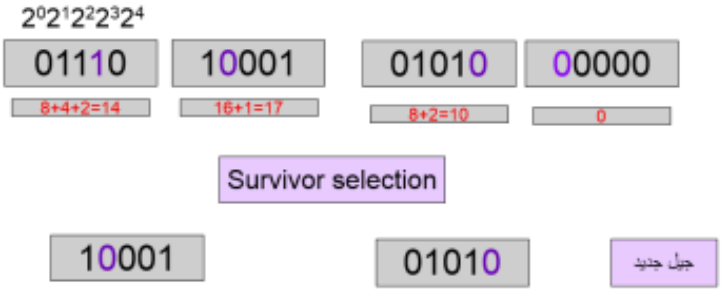
Crossover التزاوج

Crossover combines inversion and recombination:

			*			*		
Parent1	(3	5	7	2	1	6	4	8)
Parent2	(2	5	1	6	8	1	3	4)
Child1	(2	5	7	2	1	6	3	4)
Child2	(3	5	1	6	8	1	4	8)

Select parents & Mutation





Probability الاحتمالات

هناك ثلاث احتمالات للجيل الناتج

1. Select new population from old offspring with new population.

اختر السكان الجدد من النسل القديم مع السكان الجدد.

1. Chose only from Survivor. الاختيار فقط من الناجيين
2. Mix from all populations. مزج بين جميع الاجيال

evaluate population تقييم الجيل الناتج

معرفة مدى التحسن في الجيل الناتج وذلك من خلال دوال محددة وإعادة نفس الخطوات السابقة في الخوارزمية الجينية.

When we will stop the GA?

- GA will stop when we get the result that satisfied the criteria
- اذا تتوقف الخوارزمية الجينية عندما ترضي متطلبات الادخال
- مثلا في المثال السابق كان الهدف هو الحصول على جيل من الاعداد تختلف تماما عن الإباء لتوليد ارقام عشوائية فيتوقف تنفيذ الخوارزمية عندما ينتج أبناء(ارقام) يختلفون تماما عن الإباء (الوجبة الأولى من الأرقام).

Some GA Application Types أنواع تطبيقات الخوارزمية الجينية

Domain	Application Types
Control	gas pipeline, pole balancing, missile evasion, pursuit
Design	semiconductor layout, aircraft design, keyboard configuration, communication networks
Scheduling	manufacturing, facility scheduling, resource allocation
Robotics	trajectory planning
Machine Learning	designing neural networks, improving classification algorithms, classifier systems
Signal Processing	filter design
Game Playing	poker, checkers, prisoner's dilemma
Combinatorial Optimization	set covering, travelling salesman, routing, bin packing, graph colouring and partitioning