



ФАКУЛТЕТ ЗА ИНФОРМАТИЧКИ НАУКИ И КОМПЈУТЕРСКО ИНЖЕНЕРСТВО

Еволутивни алгоритми Генетски алгоритми

Зошто еволутивни алгоритми?

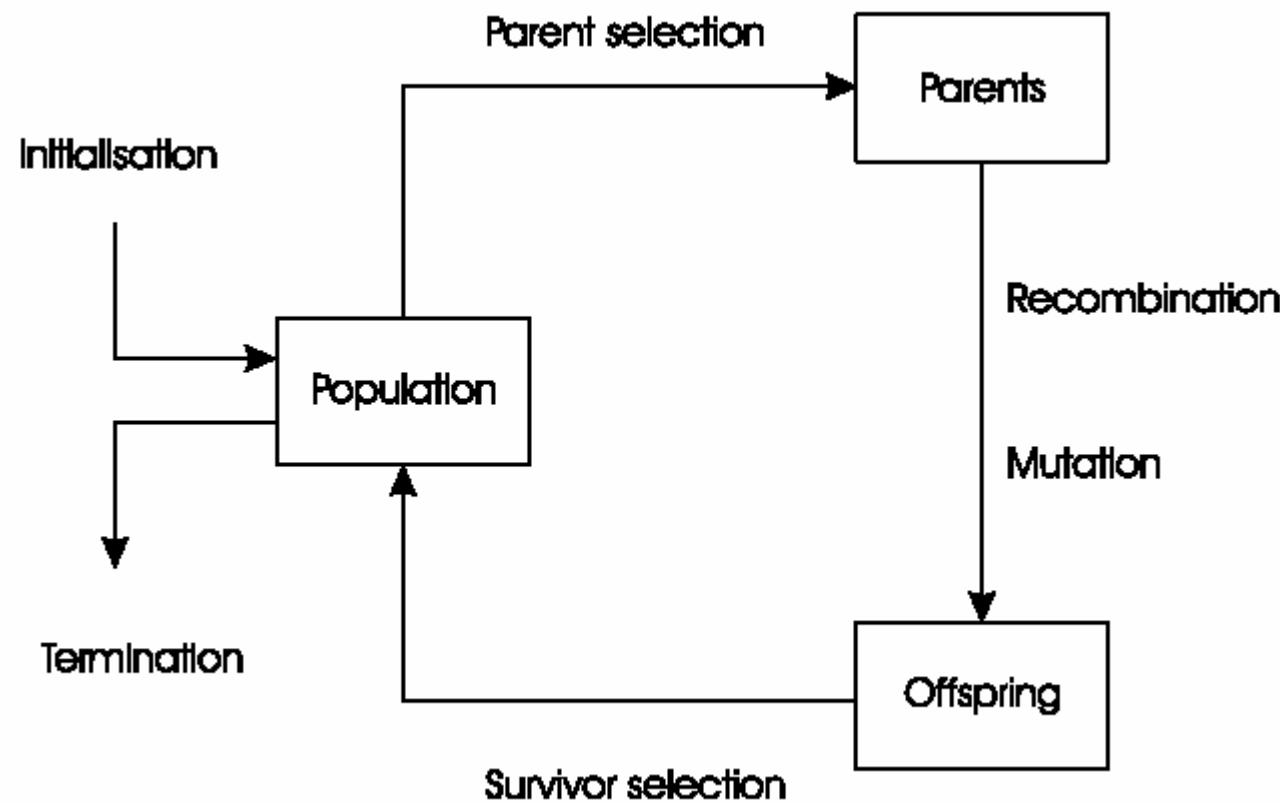
- Во реалноста постојат многу популации кои живеат во услови на недоволно ресурси
- Натпреварот за оскудните ресурси е причина за селекција на оние единки кои се поподгответи од останатите да се адаптираат на средината
- Избраните единки служат како семе од кое се генерираат нови единки преку вкрстување и мутации
- Новите единки ја докажуваат својата способност да се справат со средината и да се натпреваруваат со останатите за да преживеат
- Со тек на време, природната селекција резултира со популација која е посоодветна на условите и средината

Својства на еволутивните алгоритми

- Припаѓаат на категоријата „генерирај и тестирај“ алгоритми
- Стохастично- (веројатносно / пробабилистичко) популацииски засновани алгоритми
- Со промена на операторите за реструктуирање (вкрстување и мутација) се создава доволна разноликост, а со тоа и можност за иновации
- Селекцијата ја намалува разноликоста и делува како сила која го форсира квалитетот.



Општ приказ на еволутивните алгоритми



Генетски алгоритми

- ГА се еволутивни алгоритми (инспирирани од биологијата)
 - наследство (inheritance)
 - избор или селекција (selection)
 - вкрстување (crossover / recombination)
 - мутација (mutation)
- Наоѓаат примена во: компјутерските науки, инженерството, економијата, хемијата, физиката, математиката, ...



Генетски алгоритми

- Генетските алгоритми претставуваат веројатносни (probabilistic) алгоритми за пребарување кои:
 - Итеративно го трансформираат множеството (т.н. популација) од математички објекти (вообичаено низи од битови со фиксна должина)
 - За секој од тие објекти е придружена функција за проценка на „успешноста“ (fitness) во нова популација на објекти наследници, употребувајќи го Дарвиновиот принцип на природна селекција и употребувајќи операции аналогни на природните генетски појави на вкрстување и мутација.
- Техника за наоѓање на точното или приближно решение во проблеми на оптимизација или пребарување користејќи глобална хеуристика за пребарување.

Имплементација на ГА (1)

- Се имплементираат како компјутерска симулација во која популација на апстрактни репрезентации (chromosomes, genotype or genome) на кандидатите решенија (individuals, creatures, or phenotypes) на дадениот оптимизациски проблем, еволуираат кон подобри решенија
- Вообичаено решенијата се претставени со низа од битови

Имплементација на ГА (1)

- Еволуцијата почнува со популација на случајно генериирани индивидуи и се одвива во генерации.
- Во секоја генерација прво се проценува успешноста односно приспособеноста (fitness) на секоја од индивидуите
- Потоа случајно се избираат одреден број на индивидуи според нивната приспособеност
- Тие се модифицираат (вкрстуваат и мутираат) за да создадат нова популација, која понатаму се користи во следната итерација на алгоритамот.

Претставување

- За да се имплементира ГА потребно е да се дефинираат:
 - генетска репрезентација на просторот на решенија
 - низи од битови, реални вредности, стебла, ...
 - функција на приспособеност (fitness function)



Genetic Algorithm

function GENETIC-ALGORITHM(*population*, FITNESS-FN) **returns** an individual

inputs: *population*, a set of individuals

FITNESS-FN, a function that measures the fitness of an individual

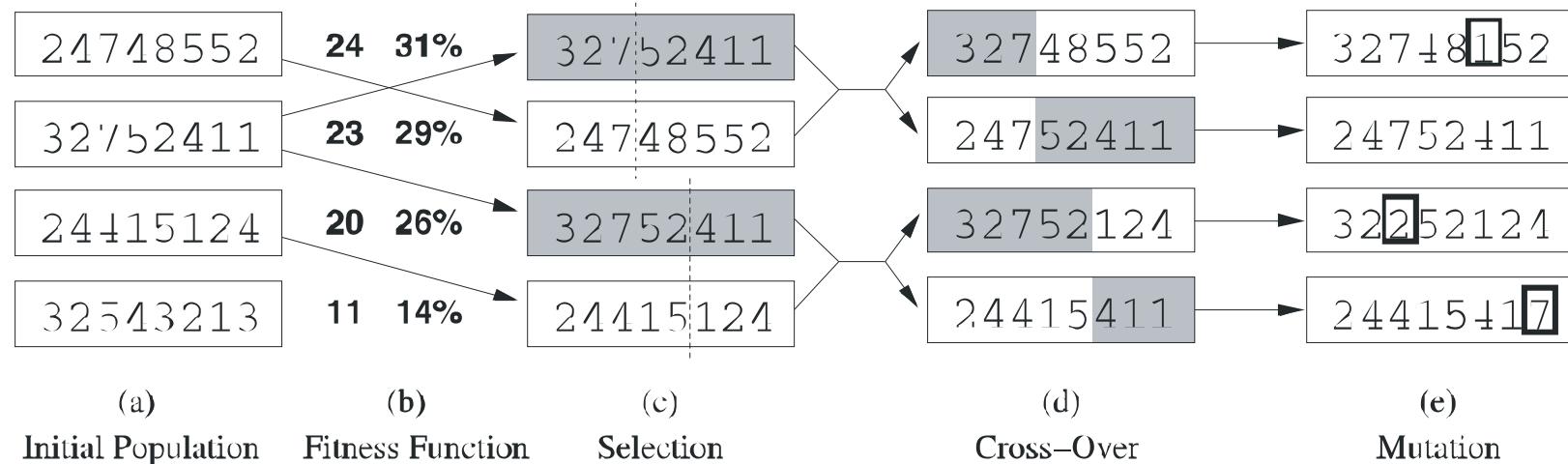
repeat

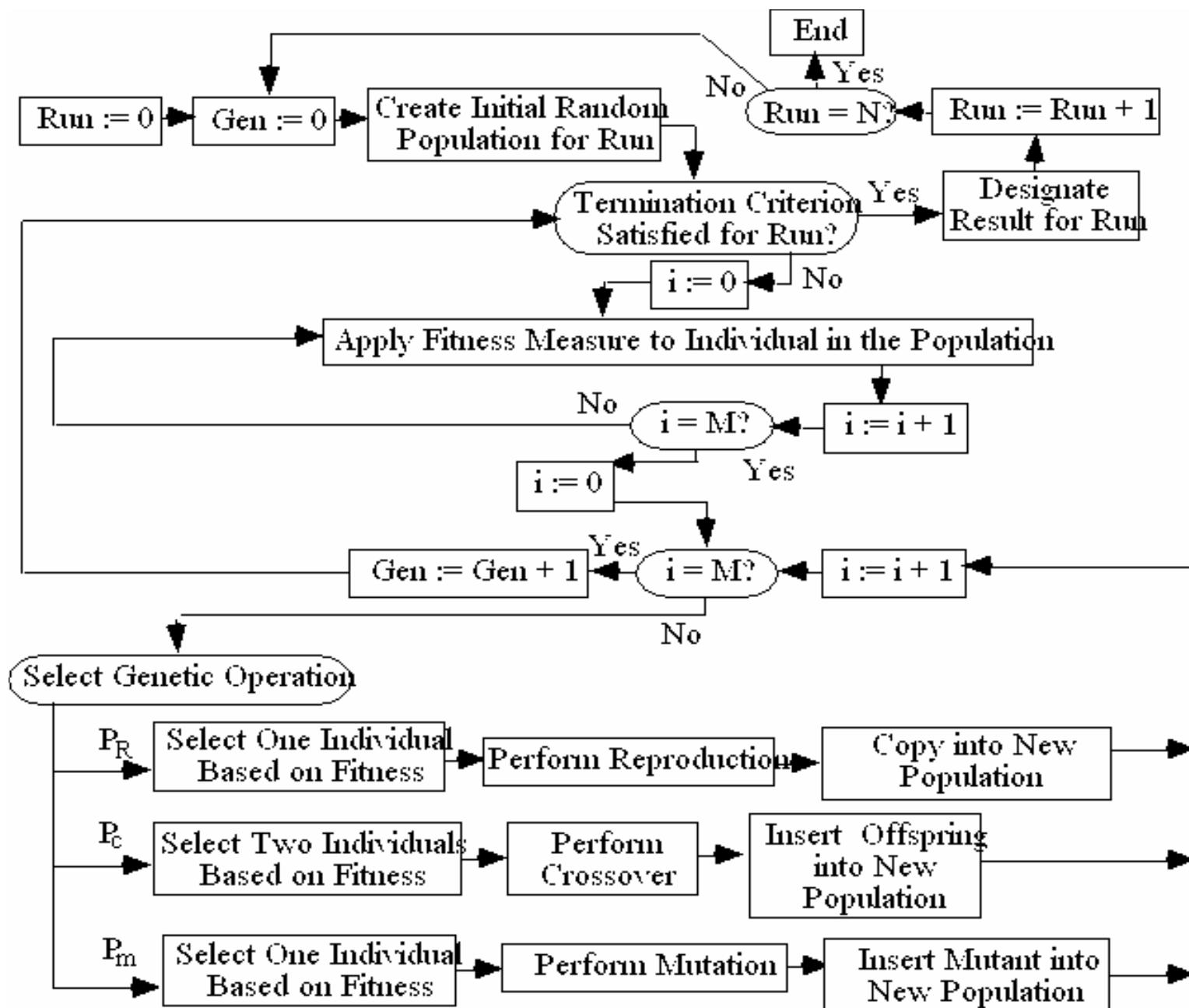
parents \leftarrow SELECTION(*population*, FITNESS-FN)

population \leftarrow REPRODUCTION(*parents*)

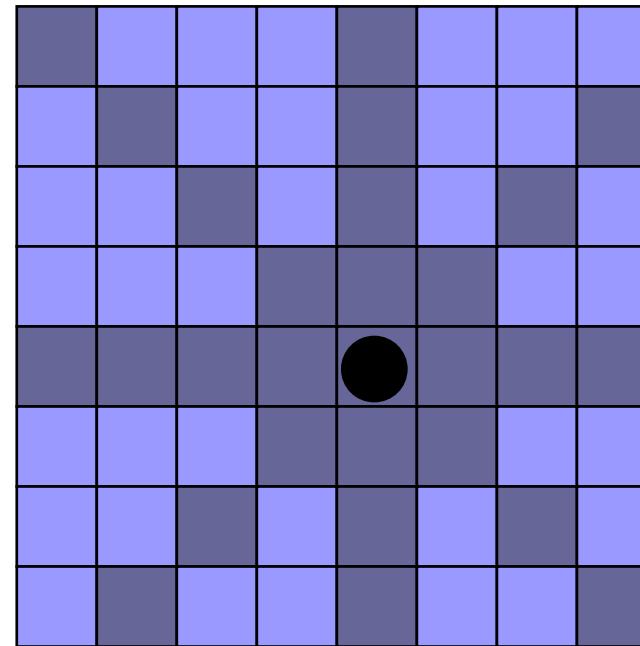
until some individual is fit enough

return the best individual in *population*, according to FITNESS-FN





Проблем на 8 кралици (1)

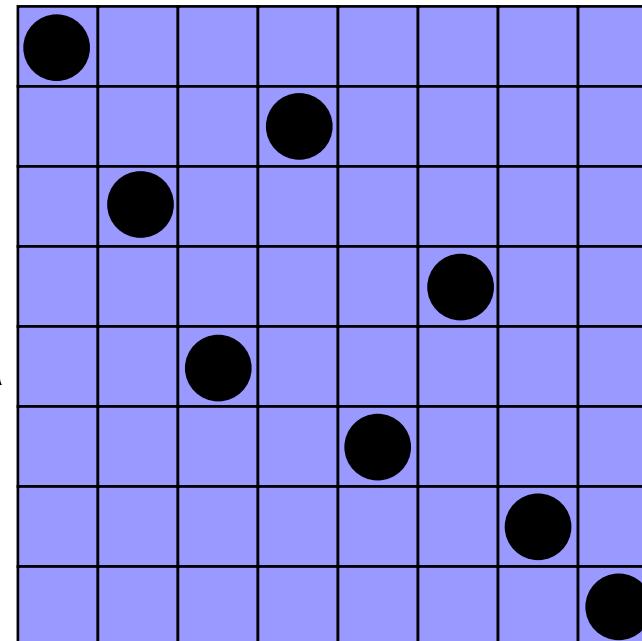


Постави 8 кралици на табла 8x8 на начин
кој не им дозволува да се нападнат

Проблем на 8 кралици (2)

Фенотип:

Конфигурација на табла



↑
пресликување

Генотип:

Пермутација на цифрите
од 1 до 8

1	3	5	2	6	4	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

Проблем на 8 кралици (3)

- Казна за една кралица:
Број на кралици кои може да ги матира.
- Казна за целата конфигурациска состојба:
Сума на казните за сите кралици.
- Напомена: казната треба да се минимизира
- Оценка на целата конфигурација:
Инверзната казна да се максимиизира



Проблем на 8 кралици (4)

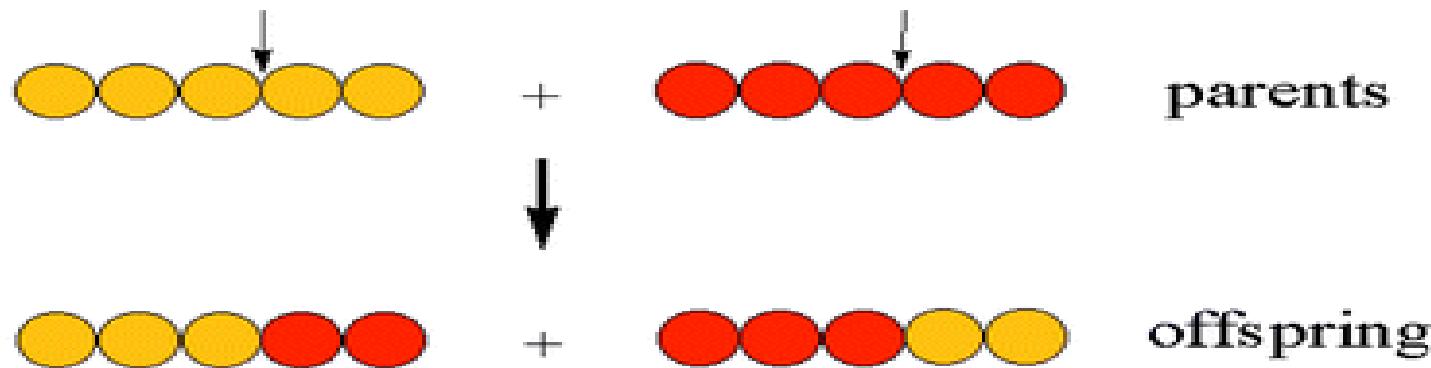
- Мутации - мали промени во една пермутација
 - Пр. Промена на местата на две произволно одбрани кралици



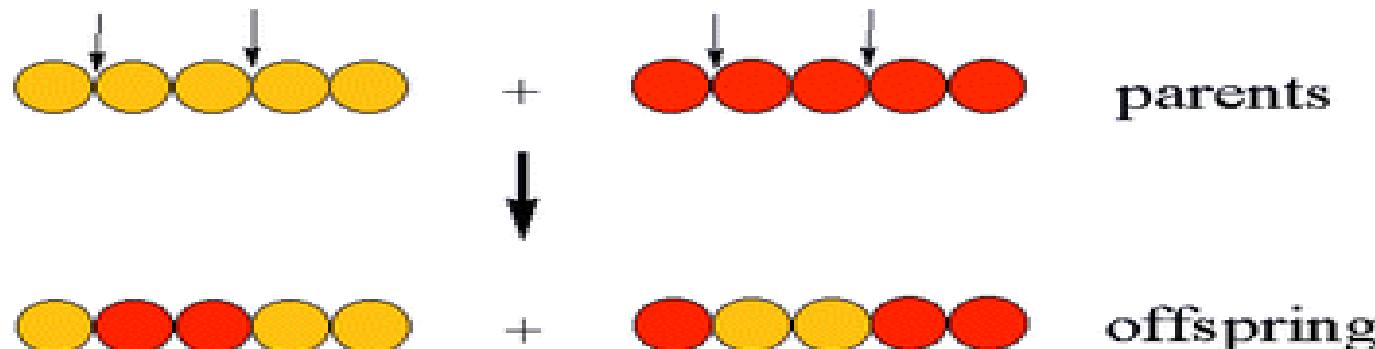


Вкрстување со една и две точки

(a)

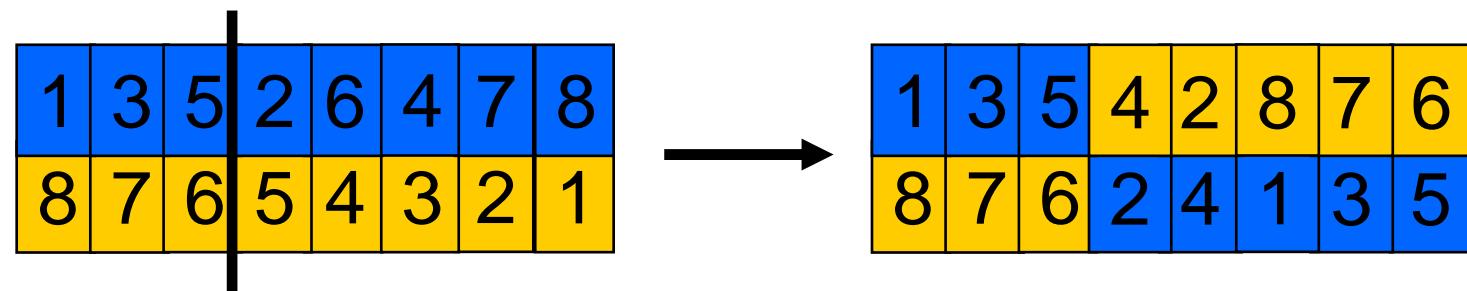


(b)



Проблем на 8 кралици (5)

- Вкрстување - комбинирање на две пермутации во нова пермутација
 - о случаен избор на точка за вкрстување
 - о копирај ги првите делови од децата
 - о креирај ги вторите делови со замена од другиот родител
 - о со ист редослед како кај родителите
 - о почнувајќи од точката на вкрстување
 - о прескокнувајќи ги деловите кои се веќе наследени



Проблем на 8 кралици (6)

- Селекција на родителите
 - Избери 5 родители и селектирај два кои учествуваат во вкрстувањето
- Селекција на оној кој ќе опстане
 - Кога ќе го внесуваш новиот член во популацијата, избери друг член кој ќе биде заменет
 - Подреди ја популацијата во опаѓачки редослед според функцијата за приспособеност
 - Нумерирај ја листата од оној со најголема оценка кон оној со најмалата
 - Замени ја првата единка со оценка помала од новиот член

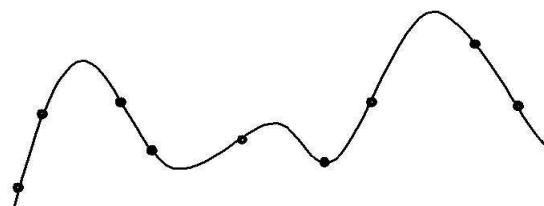
Проблем на 8 кралици (7)

Representation	Permutations
Recombination	“Cut-and-crossfill” crossover
Recombination probability	100%
Mutation	Swap
Mutation probability	80%
Parent selection	Best 2 out of random 5
Survival selection	Replace worst
Population size	100
Number of Offspring	2
Initialisation	Random
Termination condition	Solution or 10,000 fitness evaluation

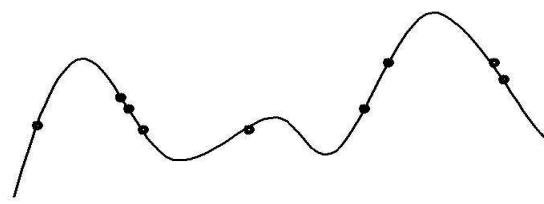
Ова е само една варијанта за
избор на оператори и параметри



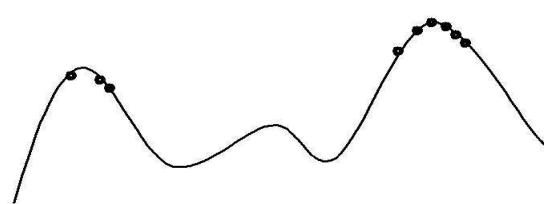
Однесување на EA



Почетна фаза:
Квази-случајна дистрибуција на популацијата



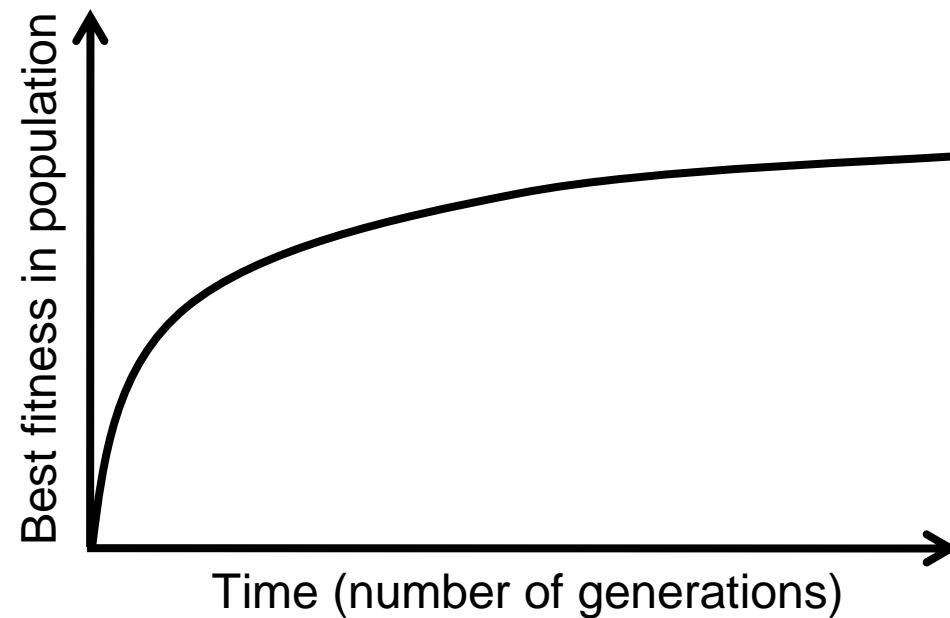
Средна фаза:
Популација концентрирана околу падините



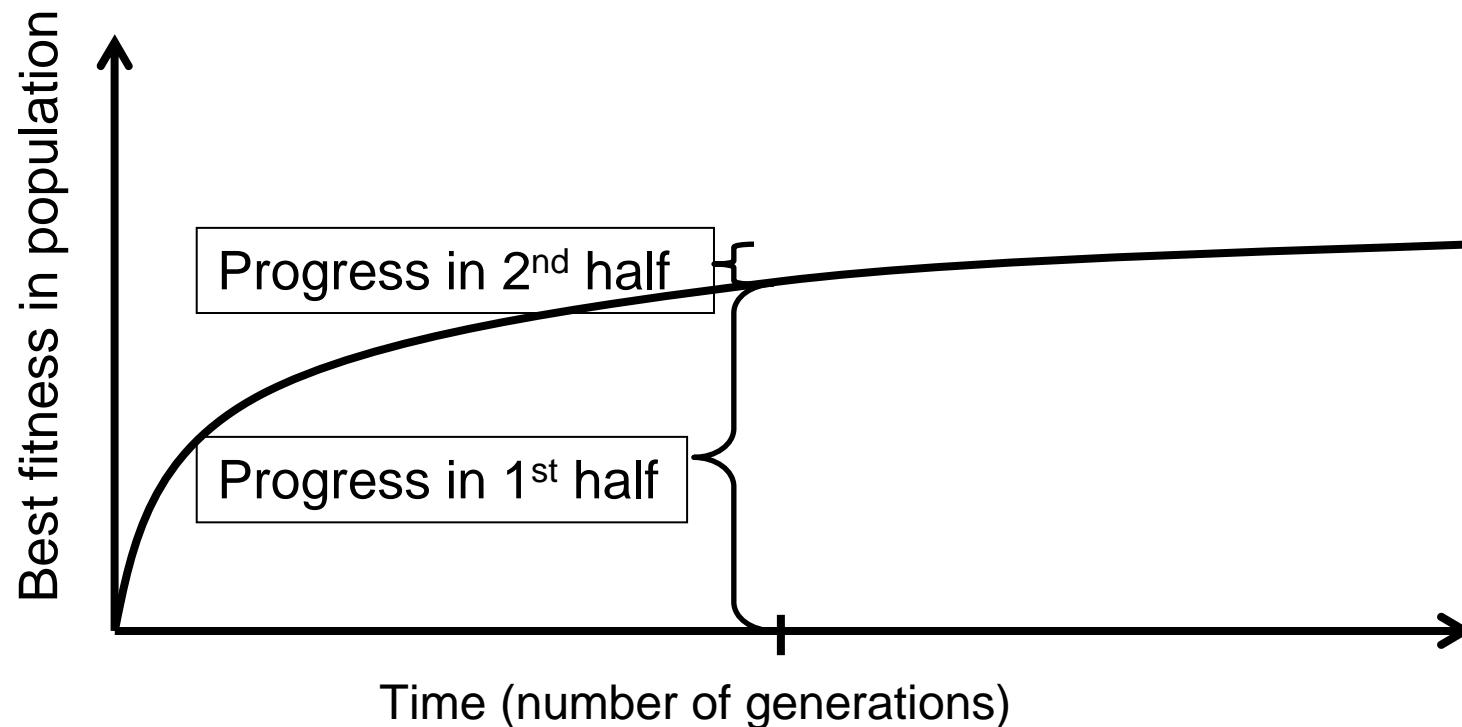
Доцна фаза:
Популација концентрирана околу врвовите



Прогресија на приспособувањето - fitness



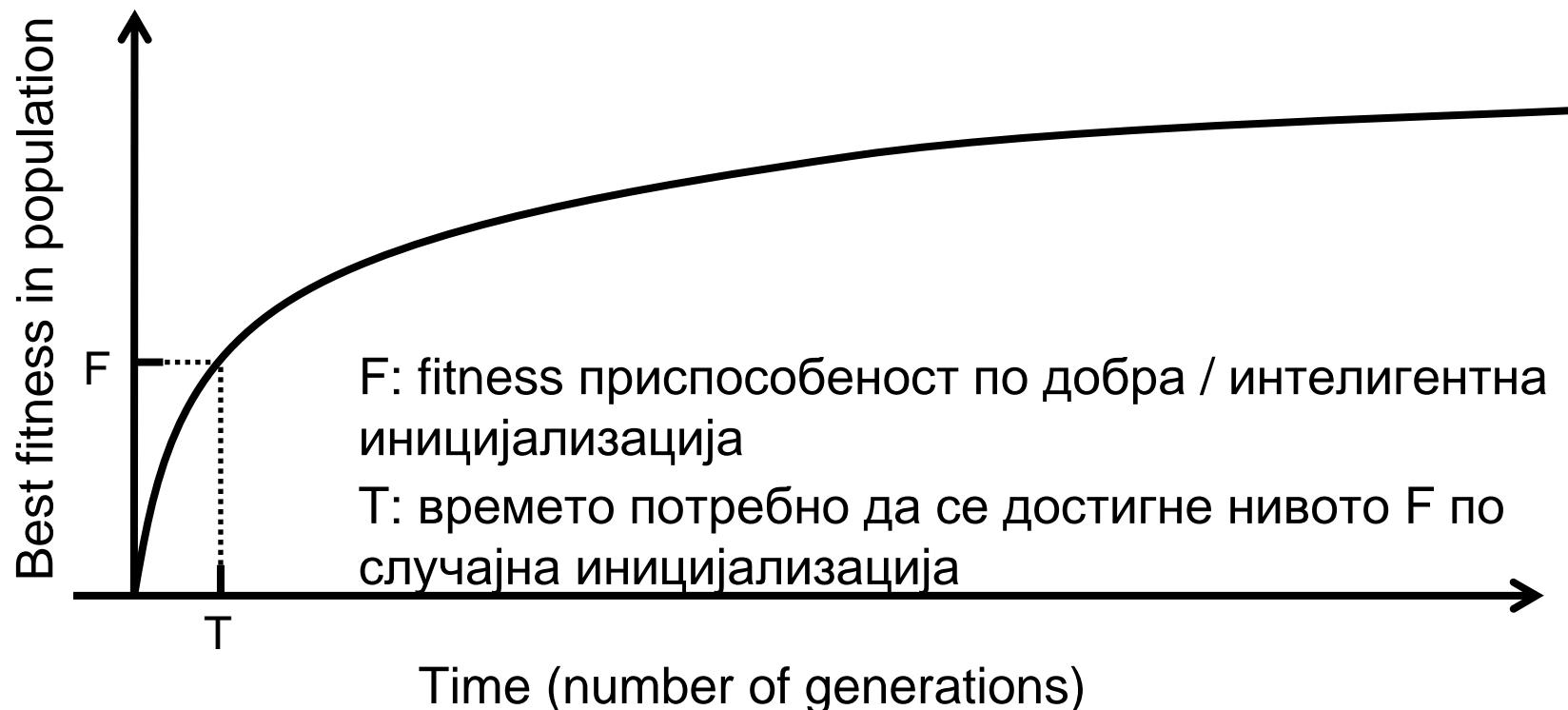
Колку долги треба да бидат циклусите (run)?



- Одговорот зависи од тоа:
 - Колкаво подобрување се очекува во последните моменти од прогресот / приспособувањето
 - Понекогаш е подоброто да имате пократки циклуси



Колку е битно да се почне со добра иницијализација?



- Одговорот зависи од тоа:
 - Дали постојат добри / интелигентни почетни решенија?
 - Посебно внимание (хибридизација)



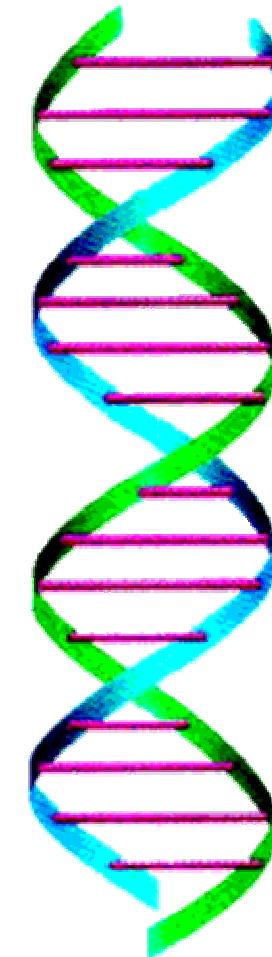
Веројатносна селекција врз основа на приспособеноста

- Се преферираат подобрите индивидуи
- Не се одбира секогаш најдобриот
- Не мора секогаш се да отфрлуваат најлошите единки
- Не се гарантира ништо
- Спој на алчни и авантуростички истражувања
- Сличност со симулираното калење (*simulated annealing*)



Варијанти

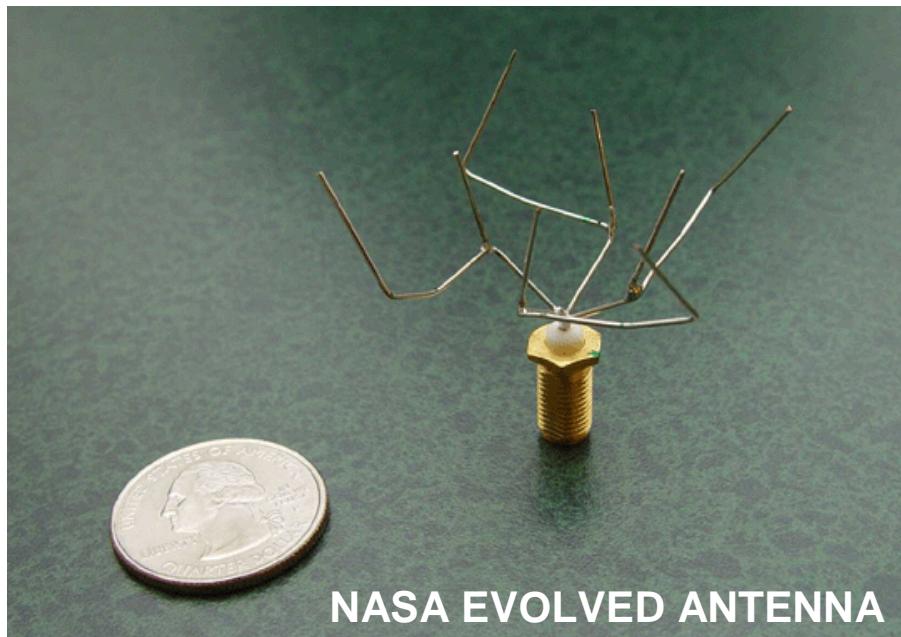
- Иницијализација
- Селекција (fitness-based)
 - избор само на најдобрите
 - случаен избор
 - roulette wheel selection
 - tournament selection
- Репродукција
 - вкрстување (еднокатна, повеќекратна)
 - мутација
 - елитизам
- Прекинување
 - пронајдено задоволувачки добро решение
 - предодреден број генерации
 - се добило плато во fitness функцијата на популацијата



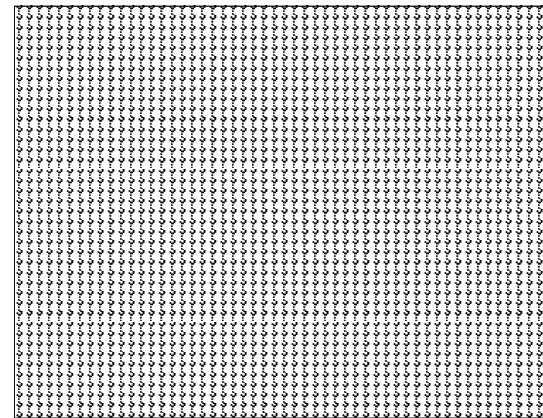
<http://cs.felk.cvut.cz/~xobitko/ga/>



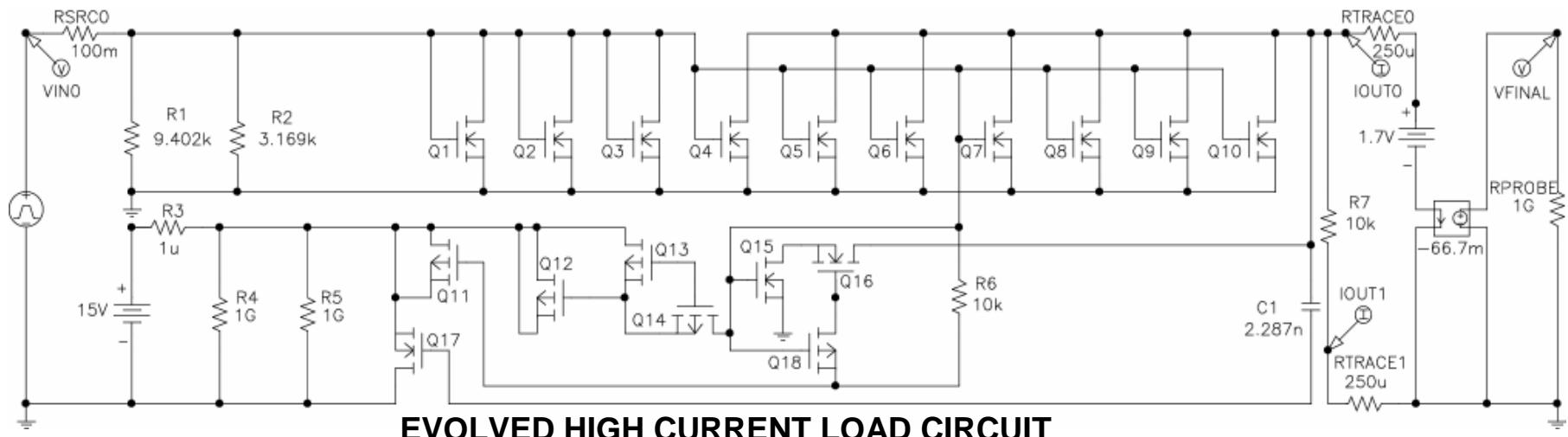
3 POST-2000 PATENTED INVENTIONS



NASA EVOLVED ANTENNA

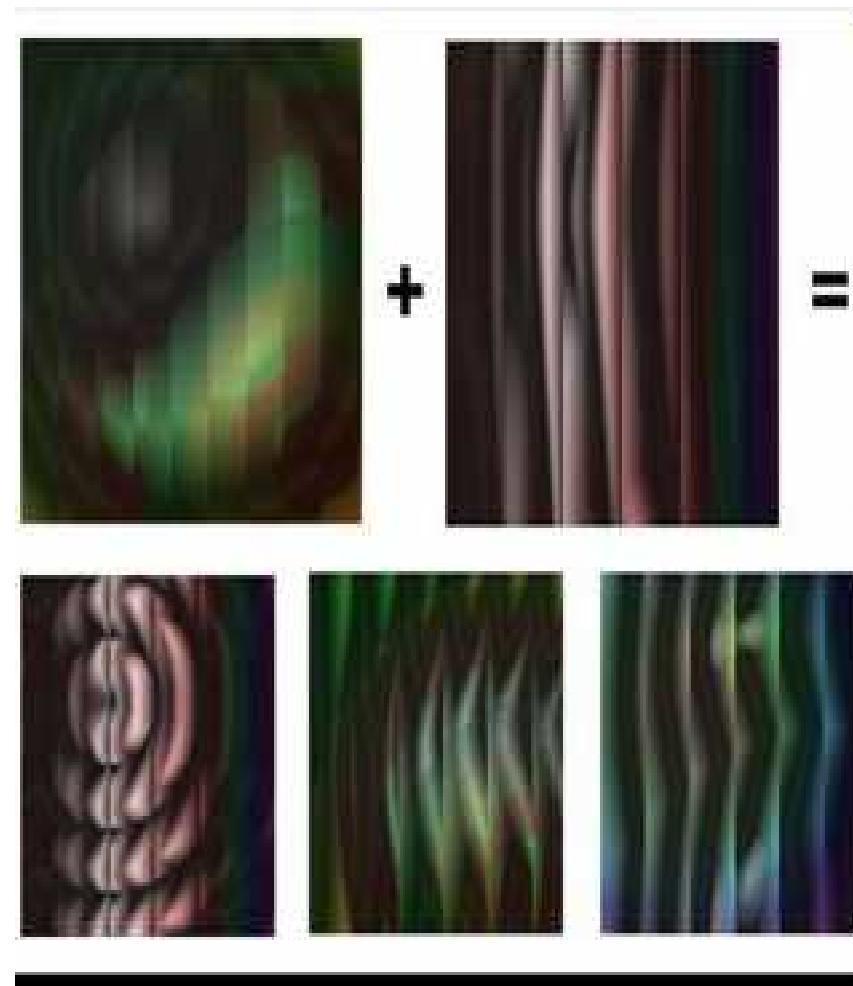


REGISTER-CONTROLLED CAPACITOR CIRCUIT



Компјутерска креативност?

- Two portrait programs are mated together showing merged strategies of the offspring. Since the genes of each portrait can be saved, it is possible to re-combine (marry) and re-evolve any of the art works in new variants
- www.darwinstgaze.com



Користена литература

- Artificial Intelligence, A Modern Approach
2nd edition, Russel and Norvig
- Artificial Intelligence, A New Synthesis, Nils J.
Nilsson
- Божиновски С., Вештачката интелигенција,
Гоцмар, Скопје, 1994



Прашања?