

27 – Evoluční výpočetní techniky

genetický algoritmus, genetické programování, evoluční programování, evoluční strategie. Genetické operátory (selekce, křížení, mutace)

- metoda pro iterativní optimalizaci
- inspirace evoluční biologií, zejm. pak:
 - o genetická dědičnost (Mendel)
 - o natural selection, survival of the fittest (Darwin)

Genetický algoritmus

- navržen jako black-box solver optimalizující binární řetězce (**chromozomy**) délky n
- např. 101001011

Initialization

- Řetězce mohou být inicializovány buď úplně náhodně, nebo pomocí nějaké heuristiky ke „slibným“ oblastem stavového prostoru

Evaluation

- Jednotlivé jedince ohodnotíme za pomoci **fitness funkce** a získáme tak číselné ohodnocení jejich performance

Selection

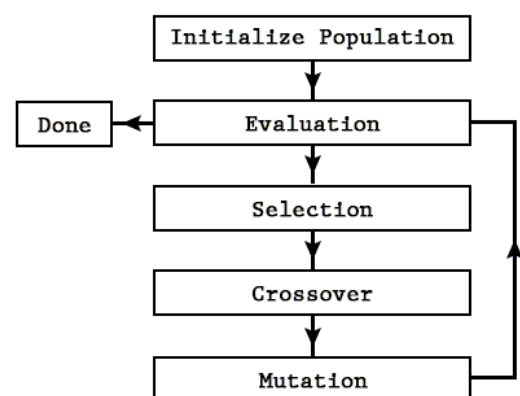
- Podobně jako v přírodě, nejlepší jedinci mají největší předat svoje geny dále.
- Za pomoci operátorů selekce vybereme vždy 2 jedince k páření (crossoveru).

Operátory selekce

- **Roulette wheel selection** (ruletová selekce)
 - o PST výběru jedince i je $P_i = \frac{\text{fitness jedince } i}{\text{fitness všech jedinců v populaci}}$
- **Tournament selection** (turnajová selekce)
 - o Náhodně vybereme k jedinců a vybereme nejlepšího z nich



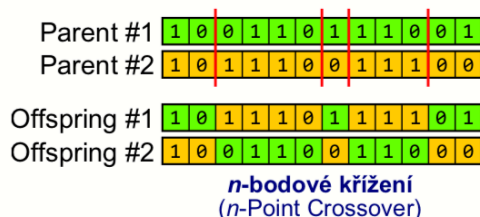
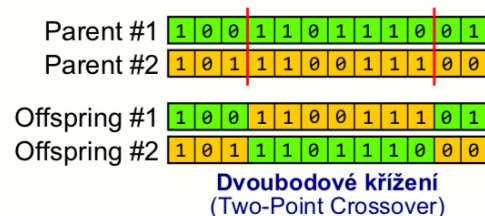
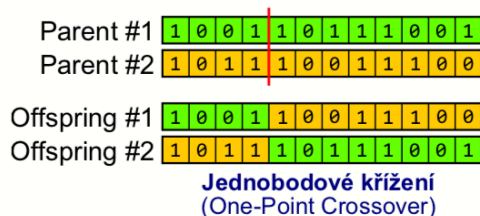
GENETIC ALGORITHM FLOW CHART



Crossover (křížení)

- Ke křížení se dostanou 2 jedinci vybraní v předchozím kroku a „smíchají“ svoje geny.
- Výsledkem jsou 2 potomci, každý nese jinou část genomu rodičů.
- Operátory křížení pouze řeší, která část genomu ze kterého rodiče připadne potomkovi

Operátory křížení



Mutation

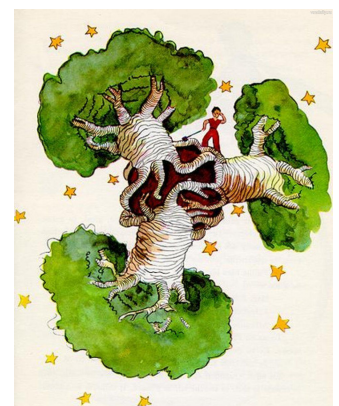
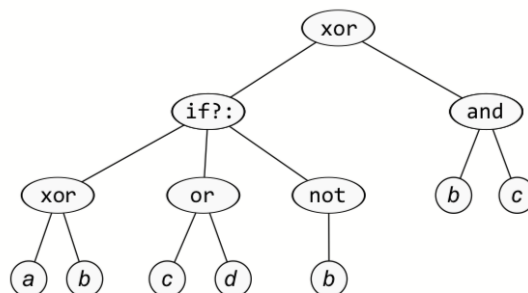
- Model, který by se skládal jen z genomu rodičů by byl náchylný k uvíznutí v lokálním minimu. Nedokázal by navíc získat jiné konfigurace chromozomů, nežli náhodně vygenerované v inicializaci.
- Mutace je nástroj, který s malou PSTí (0.01% pro každý bit) **přehodí některé bity** v potomkovi.



Genetické programování

genotypem jsou orientované kořenové **stromy**

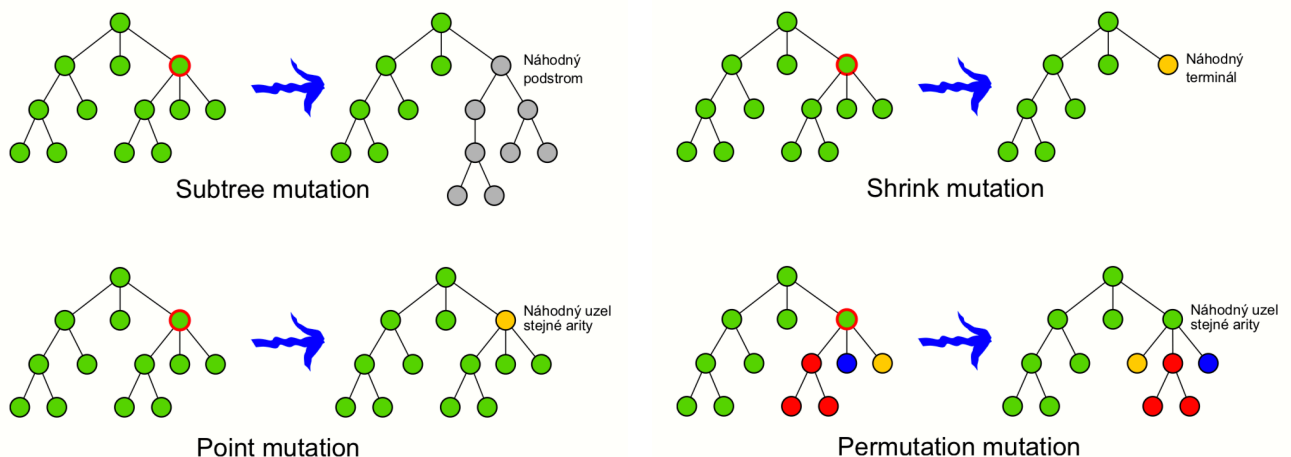
- stromy se v GP skládají z:
 - o **terminálů** (listů) T – vstupy programů (proměnné)
 - o **funkcí** (vnitřních uzlů) F – funkce, aritmetické operace,...



Inicializace

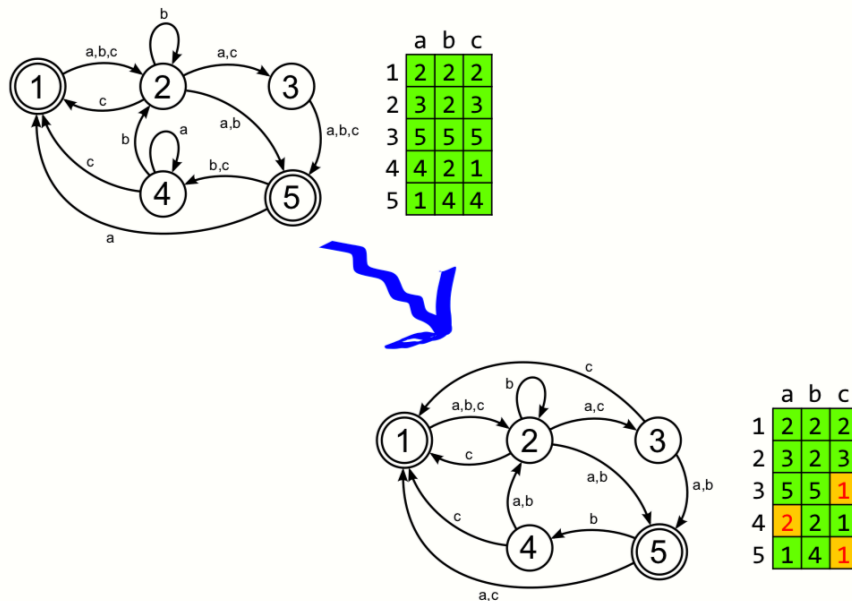
- Vygenerování náhodného stromu o maximální hloubce D
- Více způsobů (stejně hluboké stromy o hloubce D, náhodný výběr pro node hloubce < D – pokud terminál, tak v té hloubce strom zkončí)

Mutace



Evoluční programování

- Používá **stavové automaty**
- Jenom **mutace**
 - o může jí podléhat počáteční a cílový stav, množina stavů i tabulka přechodů



Evoluční strategie

- genotypem jsou **vektory reálných čísel** (například float váhy v neuronce se blbě encodují jako binární řetězce kvůli struktuře plavoucí čárky – blbě by se křížily)

\mathbb{R}

Selekce

- $(1 + \lambda)$ -ES
 - o Jeden rodič vyprodukuje λ potomků, nejlepší potomek rodičem další generace
- $(\mu + \lambda)$ -ES a (μ, λ) -ES
 - o μ rodičů vyprodukuje λ potomků
 - o $(\mu + \lambda)$ -ES – vybere μ nejlepších z **rodičů i potomků**
 - o (μ, λ) -ES – vybere μ nejlepších **pouze z potomků**

Mutace

- **Gaussovská mutace** – k číslu přičteme náhodnou hodnotu z normálního rozdělení
 - o Změna většinou malá, výjimečně velká
- Pokročilá verze ES mutuje i parametry normálního rozdělení

Křížení

- Původní verze křížení napoužívala
 - o Diskrétní – hodnota jednoho z rodičů
 - o Aritmetické – průměr hodnot rodičů
- Přibývá další parametr p který určuje počet rodičů kteří se podílí na tvorbě potomka

