

# Genetické algoritmy

Ing. Štěpán Sem  
<stepan.sem@gmail.com>

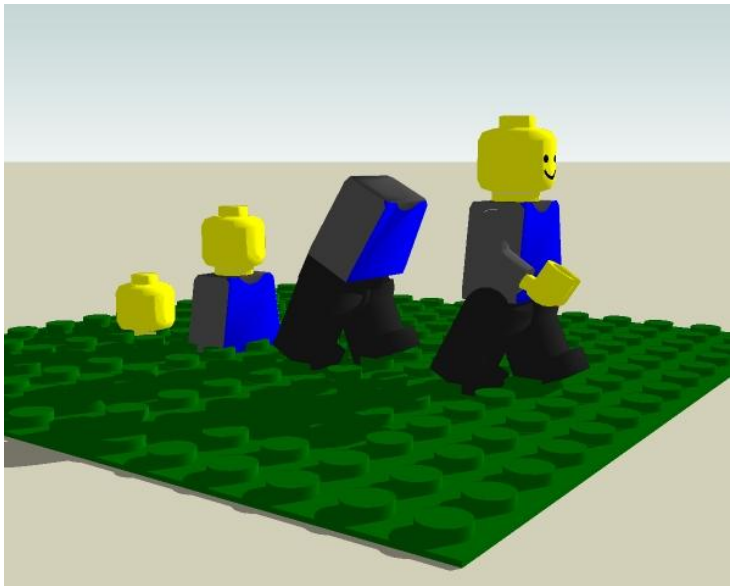
Festival Fantazie, 2013

## Definice: Algoritmus

Algoritmus je přesný, konečný předpis, který řeší všechny úlohy daného typu.

## Převod čísla do binární soustavy

- vstup: číslo  $n$
  - dokud je  $n > 0$ 
    - $n = \frac{n}{2}$
    - cifra =  $n \% 2$
    - přidat cifru na začátek
- 
- užijeme při popisu binární reprezentace
  - *Erastotenovo síto*



- využití principů evoluční biologie
  - inženýrství, umělá inteligence, ...
- matematické, fyzikální úlohy
- návrh antény
- kalibrace mechanických končetin
- programovatelná pole

- klasický vs. genetický algoritmus
  - rychlost vs. „přesnost“
  - dec2bin nemá cenu geneticky
  - znalost „rozumného“ postupu řešení dané problematiky
- genetické programování
  - vyšší úroveň abstrakce
  - hledání samotného algoritmu

- fenotyp
  - reprezentace jedince
- genotyp
  - jediný chromozom
- chromozom
  - obvykle jeden
  - množina „atributů“ (genů)
- alela
  - hodnota genu
    - bílá(0), černá(1), zelená(2)

# Návrh genotypu (chromozomu)

- předpis řešení
- dle konkrétní úlohy

## Součet podmnožiny

$$x_1 w_1 + x_2 w_2 + x_3 w_3 + x_4 w_4 = K$$

$$x_i \in \{0; 1\}$$

- čtyřbitový genom
- geny
  - $3x_1, 5x_2, 7x_3, 2x_4$
- alely (řešení)
  - $0, 0, 1, 1$

## Součet podmnožiny

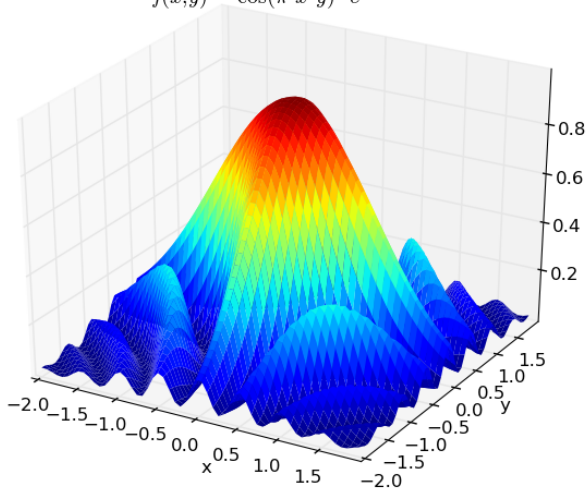
$$3x_1 + 5x_2 + 7x_3 + 2x_4 = 9$$

$$\vec{x} = (0; 0; 1; 1)$$

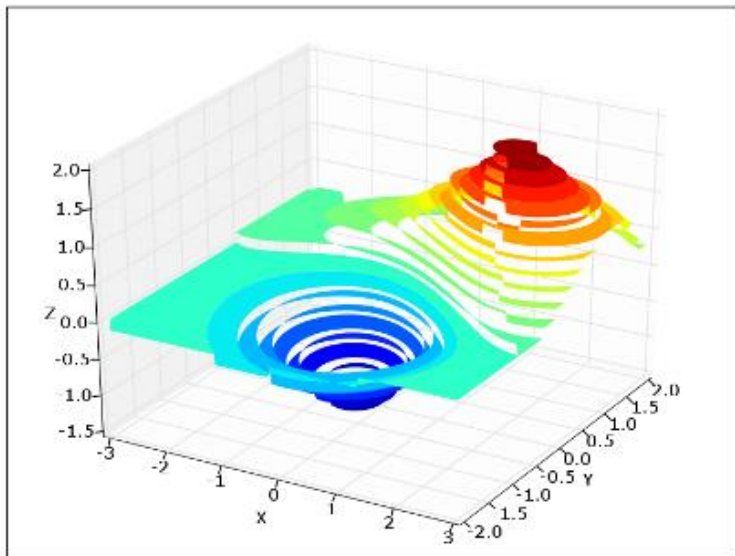


- vhodnost (*fitness*)
  - jsme schopni stanovit?
  - rychle vyčíslitelná
  - malá  $\Delta x \rightarrow$  malá  $\Delta fit(x)$
  
- selekce
- křížení
- mutace
  
- elitismus
- paralelizace

$$f(x,y) = \cos(\pi x y)^2 e^{-\frac{x^2+y^2}{2}}$$



# Penalizace zakázaných stavů



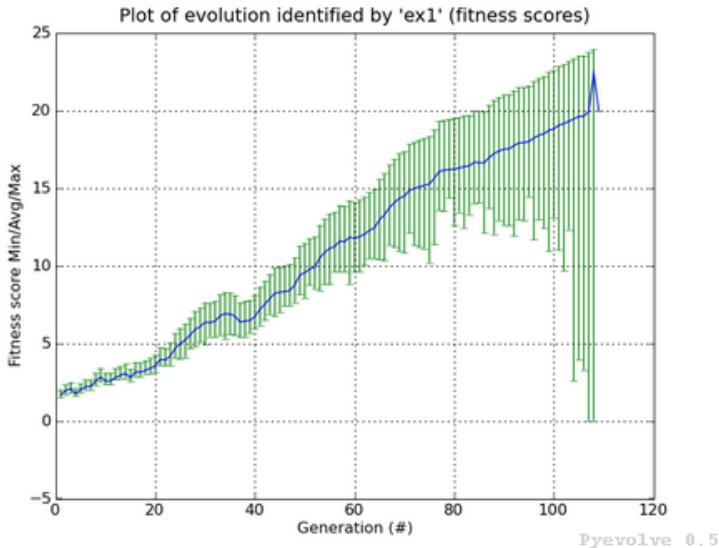


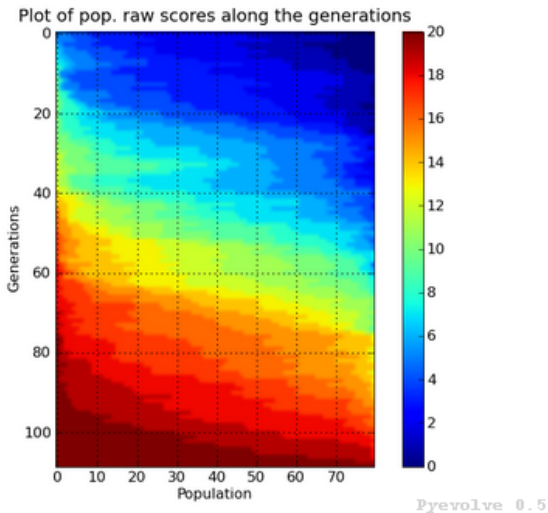
- pořadová
- turnajová

## Genetický algoritmus

*vstup*: velikost populace, zastavovací kritérium

- ohodnocení jedinců
- výběr, křížení
- mutace
- test zastavení





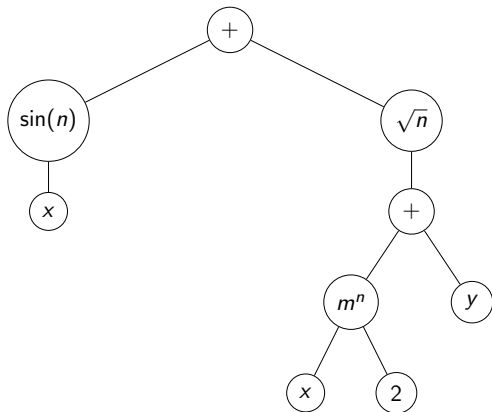
- (přibližné) řešení obtížných problémů
- symbolická regrese
- hledání vzorců chování
  
- programovatelná hradla
- anténa
- evoluce programu
  - důvěra v odborníka (pilot)



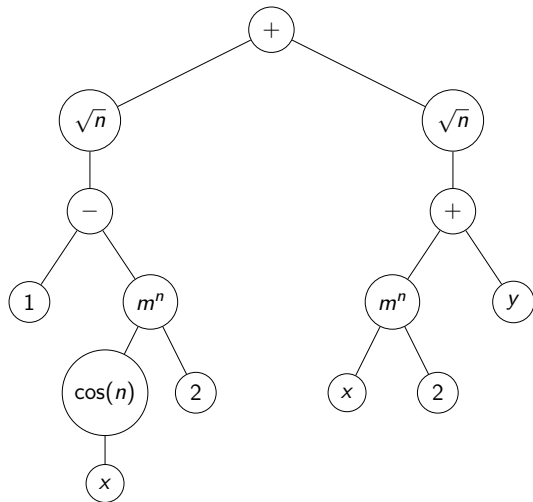
$$\frac{D^3}{p^2} = c$$

- vstup: naměřená data planet
- 30 generací
- velikost populace 100
- vhodnost
  - RMSE, MAE, ...
  - korelační koeficient

$$\sin(x) + \sqrt{x^2 + y}$$



# Genetické programování



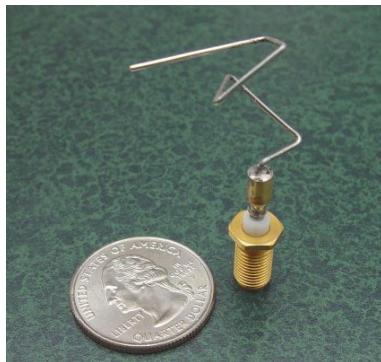
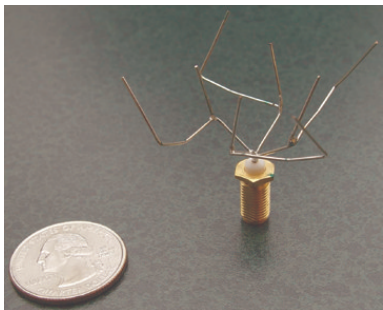
- terminály
  - proměnné, konstanty
  - $\mathbb{T} = \{x, y, 1, 2, 3, 4, 5\}$ 
    - řešení nemusí využít všechny
- operátory
  - operátor(parametry)
    - arita vs. kontrola typu
  - $\mathbb{O} = \{\sin(n), \cos(n), \sqrt{n}, m^n, +, -\}$ 
    - – nevyužito

- bezpečné operace
  - vyloučit  $\frac{a}{0}, \sqrt{-2}, \dots$
- kontrola typu
  - zpomaluje
  - nenalezení bodu křížení
    - mutace

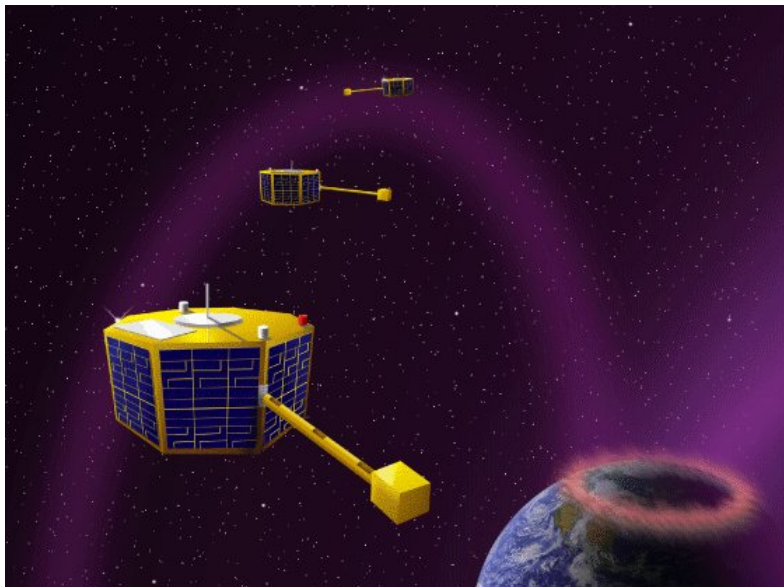
- NASA Space Technology 5
  - mikrosatelity velikosti narozeninového dortu
  - testování technologií
- první evolvovaný hardware ve vesmíru

[http://idesign.ucsc.edu/projects/evo\\_antenna.html](http://idesign.ucsc.edu/projects/evo_antenna.html)

# Evolve antény – výsledek



# Satelit s anténou





$$\mathbb{T} = \{true, false\}$$

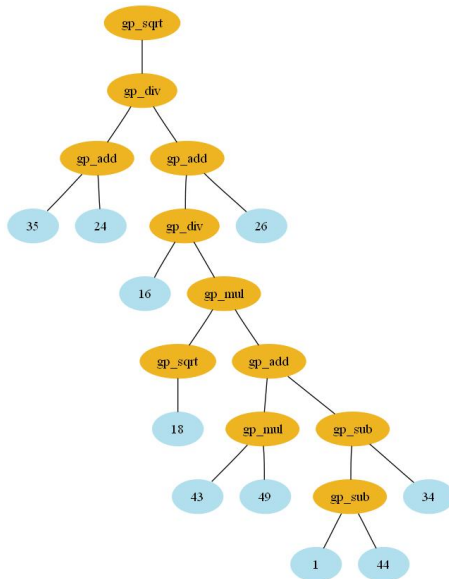
$$\mathbb{O} = \{\neg, \wedge, \vee\} = \{NOT, AND, OR\}$$

$$\mathbb{O} = \{NAND\}$$

$$\mathbb{O} = \{NOR\}$$

- hledání výrazu
- hledání parametrů
  - $\frac{a}{b} \approx \pi$
- řetězový zlomek
  - $\frac{1}{1} - \frac{1}{3} + \frac{1}{5} - \frac{1}{7} + \dots = \frac{\pi}{4}$

# Aproximace pí – hledání výrazu



Best (0): 3.1577998365

Error: 0.0162071829

Best (10): 3.1417973679

Error: 0.0002047143

Best (20): 3.1417973679

Error: 0.0002047143

Best (30): 3.1417973679

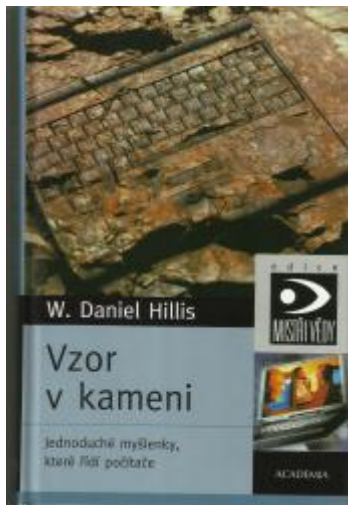
Error: 0.0002047143

Best (40): 3.1416185511

Error: 0.0000258975

- Červený trpaslík, „smrtozeniny“
  - „bakteriální sendvič“
- X-Men (-)
  - Zlatý muž (+)
- Darwinovo rádio
- Final Fantasy
  - GF bytosti

- BEN: Evoluční výpočetní techniky
- Academia: Umělá inteligence (3, 4)
- Computer Press: Genetické algoritmy a genetické programování (Josef Hynek)
- Academia: Dobývání znalostí z databází (Petr Berka)
  
- Nature-inspired Methods in Chemometrics: Genetic Algorithms and Artificial Neural Networks (Riccardo Leardi)
- PyEvolve: aproximace pí  
<http://pyevolve.sourceforge.net/wordpress/?p=618#>



- Academia 2003 (1998)
- základní myšlenky
  - 140 stran A5 čistého textu
- „laicky“ změřená

- Evolvovaná anténa  
[http://idesign.ucsc.edu/projects/evo\\_antenna.html](http://idesign.ucsc.edu/projects/evo_antenna.html)
- Ruleta [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/59/Ruleta%2C\\_Museu\\_Etnol%C3%B2gic\\_de\\_D%C3%A9nia.JPG](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/5/59/Ruleta%2C_Museu_Etnol%C3%B2gic_de_D%C3%A9nia.JPG)
- Logo pyStep <http://pystep.sourceforge.net>
- Ukázkové grafy
  - <http://talk.maemo.org/showthread.php?t=80353>
  - <http://picsbox.biz/key/matplotlib>
  - <http://pyevolve.sourceforge.net/graphs.html>