Neuronové sítě typu RBF pro analýzu dat

Petra Kudová

Vedoucí diplomové práce: Mgr. Roman Neruda, CSc.
Studijní obor: Informatika

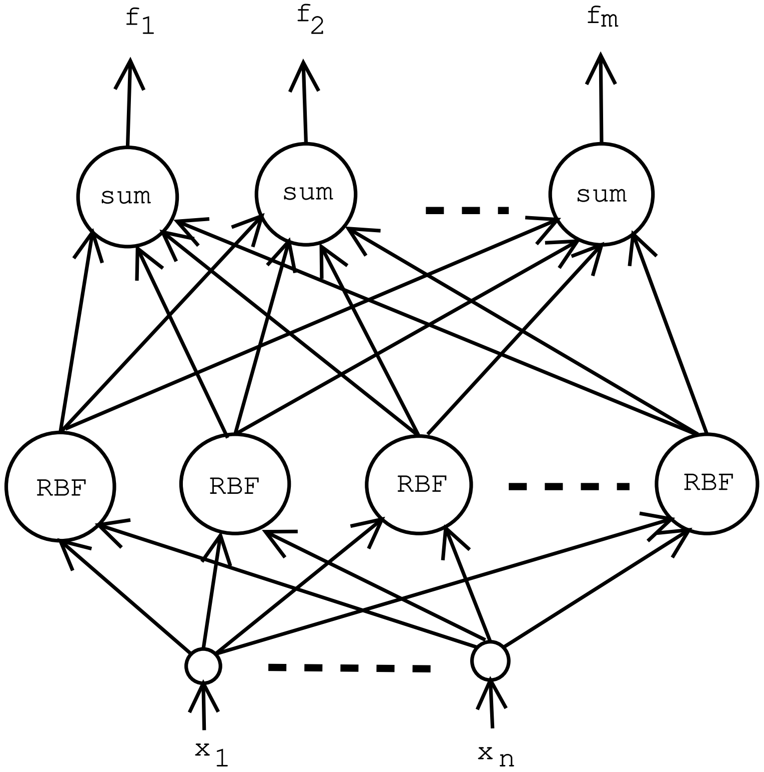
Cíle diplomové práce

- Prozkoumat různé metody učení RBF sítí
  - Gradientní učení
  - Třífázové učení — vektorová kvantizace, numerické metody
  - Genetické algoritmy
- Vytvořit softwarový systém realizující vybrané metody
  - komponenta systému Bang2
- Otestovat navržené metody

Neuronová síť typu RBF

- Skrytá vrstva RBF jednotek

$$y(\vec{x}) = \varphi\left(\frac{\| \vec{x} - \vec{c} \|_C}{b}\right)$$



- Lineární výstupní vrstva

- Funkce sítě

$$f_s(\vec{x}) = \sum_{j=1}^{h} w_{js}\varphi\left(\frac{\| \vec{x} - \vec{c}_j \|_C}{b_j}\right)$$

Učení RBF sítě

Tréninková množina — (vstupní vektor, požadovaný výstup)

Chybová funkce — suma čtverců odchylek výstupů sítě od požadovaných výstupů

Metody učení

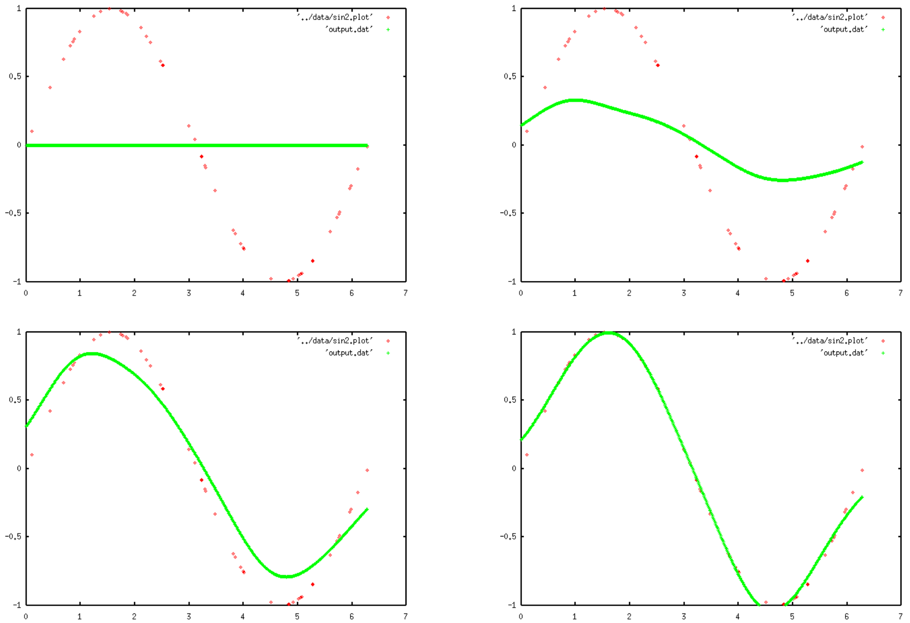
Gradientní učení — gradientní metoda podobně jako u Back Propagation

Třífázové učení — tři skupiny parametrů, každá skupina jinou metodou

Genetické učení — učení celé sítě, kombinace s ostatními metodami

Gradientní učení

- Inspirováno algoritmem Back Propagation
- Minimalizace chybové funkce **gradientní metodou**
- Iterační algoritmus



Třífázové učení

- Parametry sítě jsou různého charakteru
- **První fáze** — nastavení středů RBF jednotek, různé metody vektorové kvantizace, genetický algoritmus
- **Druhá fáze** — ostatní parametry RBF jednotek, heuristiky pro šířky, gradientní minimalizace chybové funkce, rozšíření o adaptaci matic norem
- **Třetí fáze** — hodnoty výstupních vah, řešení soustavy lineárních rovnic, gradientní minimalizace

Genetické učení

- **Genetické učení neuronových sítí** — nutno určit:
  - Operátory
  - Počáteční populaci
  - Ohodnocení jedinců — hodnotíme přímo chybovou funkcí

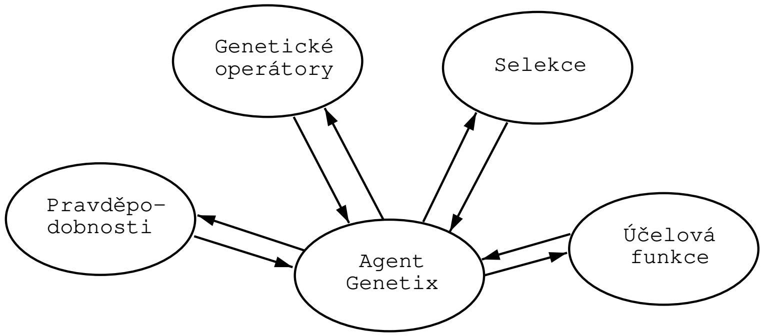
- Kombinace s ostatními metodami
  - První krok třífázového učení — **vektorová kvantizace** pomocí GA
  - Skrytou vrstvu pomocí GA — ohodnocení pomocí malého počtu iterací gradientního algoritmu

- Klasická i **kanonická** verze genetického algoritmu

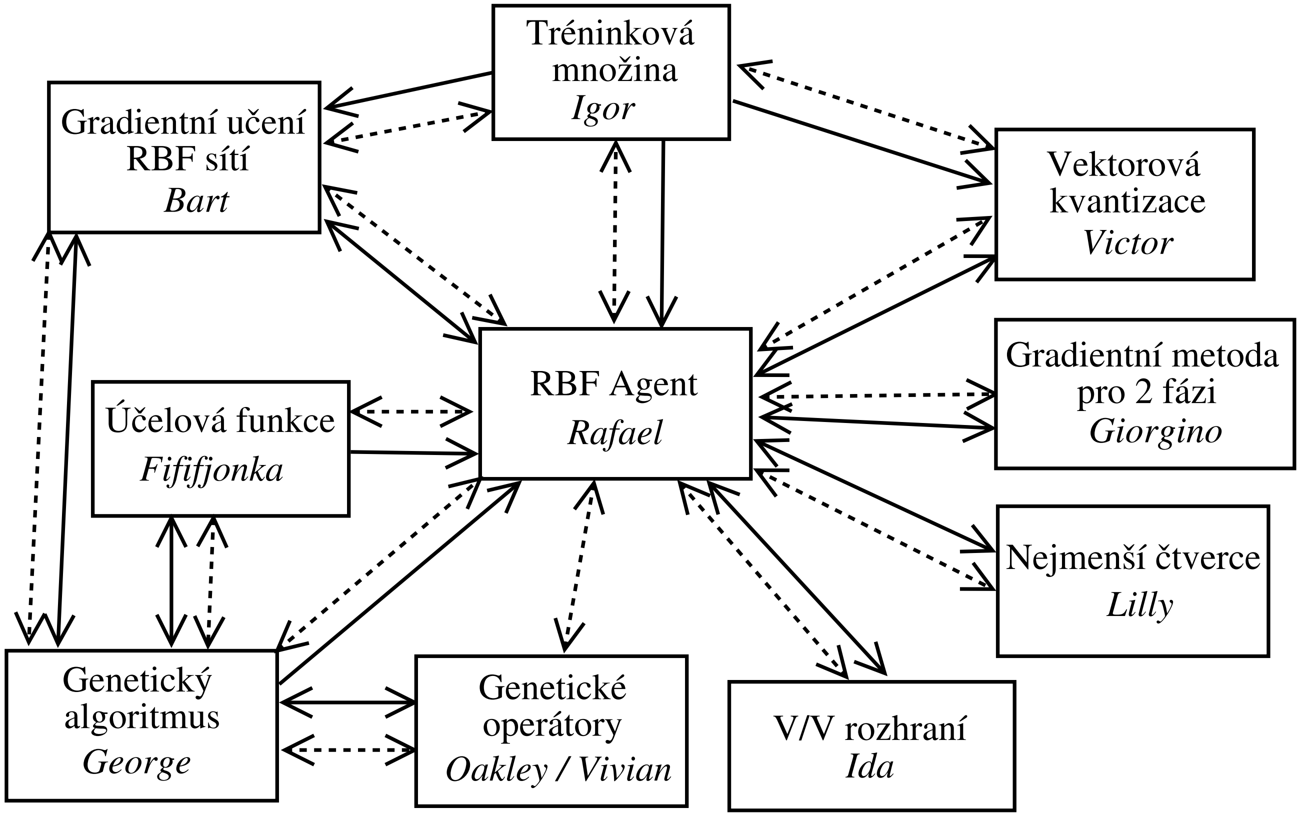
Implementace

- Multiagentní systém Bang2
- Pojem **adaptivní softwarový agent**
- Základní rysy systému
  - komunikace mezi agenty
  - ...
- Tvorba hybridních modelů umělé inteligence

- Obecný **genetický algoritmus**
  - Selekce
  - Účelová funkce
  - Genetické operátory



Učení RBF sítí v systému BANG2



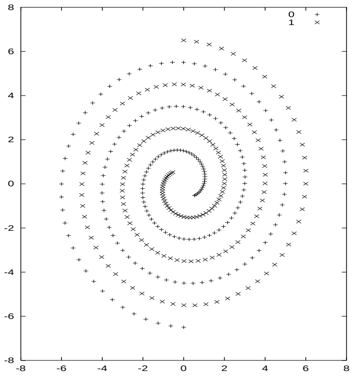
Výsledky experimentů — sin(x)cos(y)

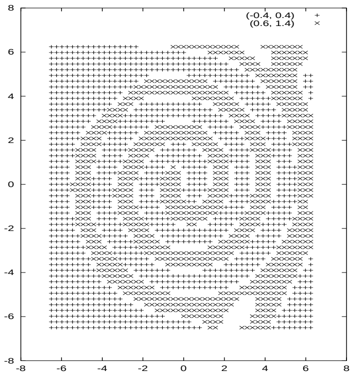
- Aproximační úloha — funkce sin(x)cos(y) na $(0{,}2\pi)$
- 10×10 tréninkových vzorů

ε	tři fáze	gradientní metoda	genetické alg.
2	1 s	30 s	9 min 40 s
0.5	1 s	52 s	–
0.25	2 s	1 min 15 s	–
0.1	–	5 min 48 s	–
0.05	–	26 min	–

U třífázového učení se neadaptují hodnoty středů.

Výsledky experimentů — dvě spirály





Gradientní metoda:

průměr	minimum	maximum
Euklidovská norma		
0.057	0.042	0.075
Vážená norma		
0.012	0.010	0.014

Třífázové učení:

Euklidovská norma	Vážená norma
1.101	0.051

Závěr

Hlavní přínosy práce

- **Algoritmy pro učení RBF sítí**
  - odvození gradientního algoritmu pro všechny parametry
  - rozšíření třífázového učení o adaptaci matic norem
  - úprava genetického algoritmu, použití GA k vektorové kvantizaci
- **Software** realizující učení
  - komponenta systému BANG2
  - konfigurovatelnost

Výhled do budoucnosti

- **Rozšiřitelnost**
  - jiné RBF funkce
  - nové metody nebo kombinace metod
- Možnost připojení pokročilejšího numerického softwaru
- Možnost zapojení systému do nějakého hybridního modelu UI