

# Simulácia kooperácie sociálneho hmyzu

Attila Ulman, 2006

[ulman.attila@gmail.com](mailto:ulman.attila@gmail.com)



# Motivácia I

- Simulácia rozsiahleho spoločenstva jednoduchých agentov – napr. mravcov.
- Títo relatívne jednoduchí jedinci dokážu v spojení dosiahnuť oveľa zložitejšie ciele, ktoré viacnásobne prevýšia ich individuálne schopnosti.
- Kolektívne riešia úlohy, ktoré by jednotlivo nemali šancu zvládnuť – a to bez existencie riadiacej authority a dopredu daných fixných štruktúr.
- Aplikáciou jednoduchých pravidiel vzniká komplexné chovanie celku.

# Motivácia II

- Hľadanie potravy - práve tu sa prejaví najviac ich kooperácia a inteligencia celého systému ako „superorganizmu“, „inteligentnej entity“.
- Kolónia si veľmi rýchlo vie nájsť cestu k potrave pomocou feromónových značiek.
- Vytvárajú tak dynamicky sa meniacu štruktúru medzi nimi (mraveniskom) a potravou, ktorá je schopná sa prispôbovať meniacim sa podmienkam.
- Vlastnosti tohto typu sa s obľubou a čím ďalej tým viac používajú pre optimalizačné úlohy a pre aplikácie v sieťovom prostredí.

# Ciele práce

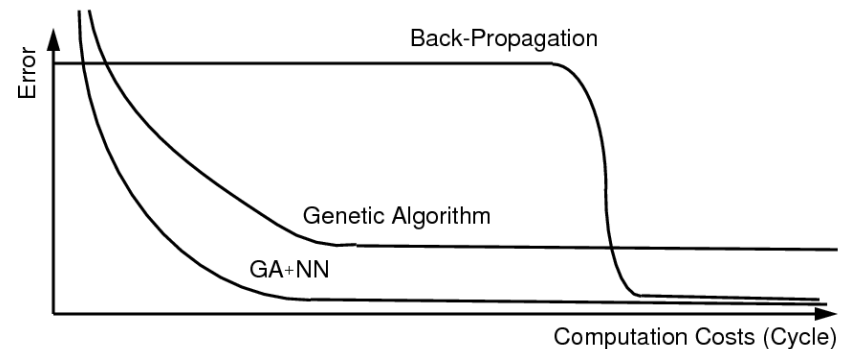
- Použiť neurónové siete v spojení s genetickými algoritmi pri riadení hmzyu.
- Pokúsiť sa vytvoriť určitý stupeň inteligentného chovania kolónie.
- Skúmať sociálny hmyz a pokúsiť sa vytvoriť simuláciu „in silico“ ktorá je čo najbližšie k realite a ktorá čo najviac zachycuje inteligentnú kooperáciu jedincov.
- Pomocou simulácie pochopiť, jak môžu napr. mravce kolektívne uspieť, prekonať tak svoje individuálne obmedzené schopnosti.

# Prístupy riadenia hmyzu

- Alternatívne prístupy riadenia hmyzu:
  - **Neurónová sieť** ⇐
  - Konečný automat
  - Jednoduché pravidlá
  - Program
  - Kombinácia predošlých
  - Kombinácia s genetickými algoritmi ( napr. evolúcia programov, automatov či **neurónových sietí** )
- Zvolený prístup: Neurónová sieť + genetické algoritmy.

# Neurónová sieť + genetické algoritmy

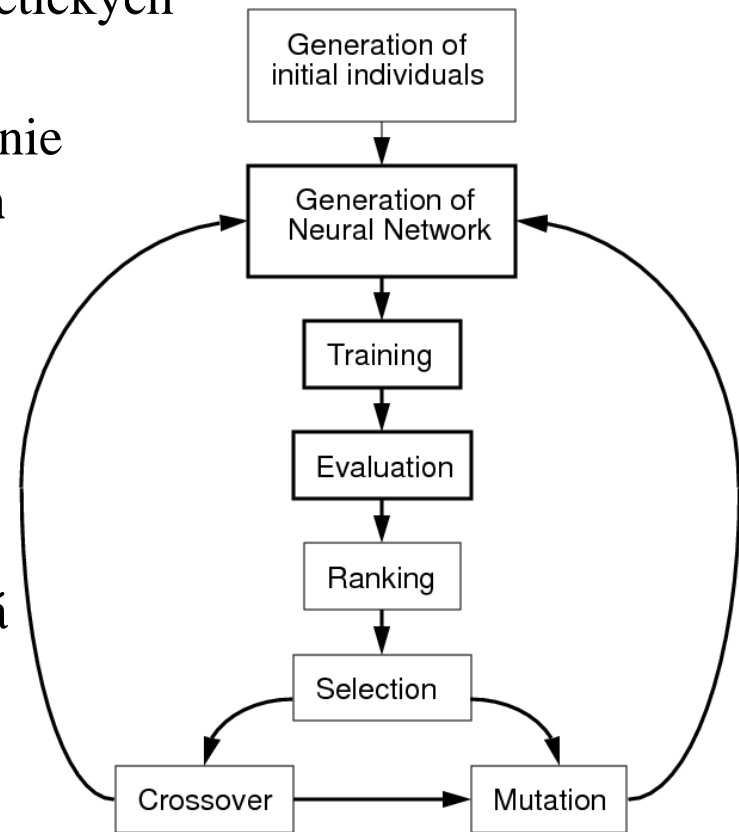
- Prečo kombinovať neurónové siete a genetické algoritmy?
- Je možné:
  - získať počiatočné parametre neurónovej siete pomocou GA ( napr. topológia, váhy, učiaci parameter atď. - od tých značne závisí úspech siete )
  - „učiť“ pomocou GA – celý vývoj je ponechaný na genetických algoritmoch = evolúcia samotných sietí. ⇐
- Motivácia pre kombináciu:  
( Hiroaki Kitano, 1990 )



# Princíp GA + NN

- Princíp fungovania kombinácie GA + NN

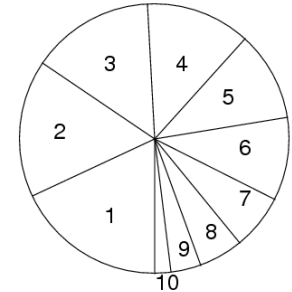
- Celý vývoj sietí je ponechaný na genetických algoritmoch – evolvujú sa siete.
- Je to kvôli tomu, že nie je možné učenie klasickými metódami. **Chýbajú nám správne výstupy siete.**
- Do evolúcie vstupujú chromozómy mravcov, ktoré sú reprezentované váhami ich sietí.
- Tieto sa podrobujú selektívnej reprodukcii ( na základe fitnessu – nájdená resp. privezená potrava, vzdial. atď. )
- Selekcia, kríženie, mutácia. ↻



# Konkrétne

- **Selekcia:**

- Použitá bola **ruletová selekcia** – silnejší jedinci majú väčšiu šancu na výber.
- Bol uplatnený **elitizmus** – niekoľko najlepších jedincov sa bez zmeny okopíruje do novej generácie, aby sa doteraz najlepší nestratili pri genetických zmenách.



- **Kríženie:**

- Použilo sa **dvojbodové kríženie** ( s náhodným výberom bodov )

```
Parent 1:  001010011 | 01010010 | 10101110
Parent 2:  010101110 | 10101011 | 01110101
           ▼          ▼          ▼
Child:     001010011 | 10101011 | 01110101
```

- **Mutácia:**

- Mutovalo sa s danou pravdepodobnosťou ( okolo 0,2 ) ( šanca pre vznik nových typov jedincov )

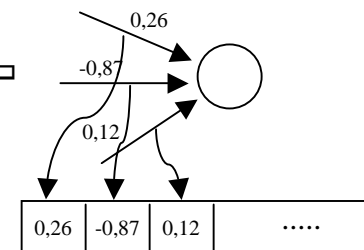


# Konkrétne

- Fitness – kritérium výkonnosti
    - Mravce boli odmeňované napr. za nájdenú potravu, privezenú potravu do mraveniska, za prejdenú vzdialenosť, ( za nájdený feromón, za jeho intenzitu ) atď.
    - Od fitnessu závisí, akým smerom sa bude sieť vyvíjať, aké situácie budú mravce preferovať ( vysoká variabilita odmien ).
- ⇒ Takto evolvované siete riadia pohyb mravcov ( a vylučovanie feromónu ). Ako vstupy dostávajú napr. pozíciu mravca, jeho rotáciu, či nesie potravu, akú vzdialenosť prešiel od posledného update-u, apod.

# Ostáva vyriešiť: kódovanie sietí

- Problém: Ako reprezentovať neurónovú sieť pre potreby GA ( kódovanie do chromozómov )
- Možnosti:
  - **Priame kódovanie:**
    - Parametre siete ( ako napr. váhy, spoje, atď. ) sa priamo kódujú do genómov.
      - **Kódovanie na základe spojov** ( napr. Innervator, Genitor ) ⇐
      - Kódovanie na základe uzlov ( napr. Shiffmann, Koza )
      - Kódovanie na základe vrstiev ( napr. Genesys, Mandisher )
      - Kódovanie na základe ciest
  - **Nepriame kódovanie:**
    - Kódujú sa pravidlá, princíp konštrukcie siete.  
( napr. Kitano, Gruau, Lindenmayer-systems )



# Jeden z experimentov...

## Vybrané parametre jedného experimentu:

- **Neurónová sieť:**
  - „feed forward“ sieť – spojenie typu „full connection“.
  - Počet skrytých vrstiev: 1 ( 6 neurónov )
  - Počet vstupov: 5
  - Počet výstupov: 2 ( 2 pásy po bokoch mravca )
  - Prenosová funkcia: sigmoida
- **Genetický algoritmus:**
  - Elitizmus: 4 najlepší jedinci rovno do ďalšej generácie.
  - Pravdepodobnosť mutácie: 0,15
  - Miera mutácie: 0,3
  - Životnosť 1 generácie: 1000
  - Odmeny ( napr. )  
7,0 ( dovezená potrava )  
2,0 ( najdená potrava ) a ďalšie.

# Jeden z experimentov...

- **Prostredie:**

- Počet jedincov: 18
- Počet potravy: 58
- Pozícia mraveniska: stred prostredia

- **Výsledky evolúcie:**

- **Počiatočná generácia** je životaneschopná – jedinci vôbec nie sú schopní sa „rozumne“ pohybovať po prostredí.
- 2 typy mravcov sa vytvorili:
  - „kružidlo“ – motá sa, krúži na jednom mieste.
  - „rýchla strela“ – nemení smer, beží rovno až k hraniciam prostredia.

Ukážka počiatočnej generácie ( .avi )



# Jeden z experimentov...

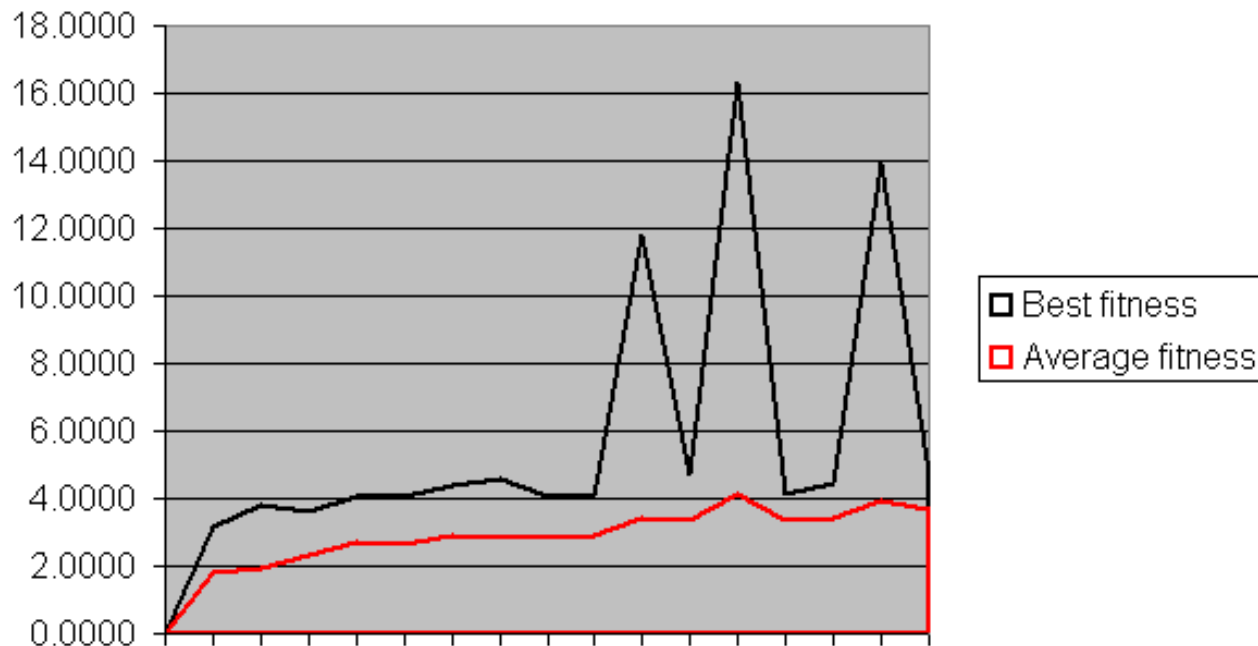
- Po niekoľkých generáciách:
  - Jedinci už liezli celkom dobre, až vierohodne.
  - Naučili sa pohybovať – väčšina „kružidiel“ a „rýchlych striel“ zmizla, objavili sa rozumne pohybujúce sa mravce, ktoré sú nejakým spôsobom kombináciou tých dvoch.
  - Zdolávali väčšie vzdialenosti a pritom nepostupovali len rovno, tak isto si vedeli už poradiť aj s hranicami prostredia – vedeli sa otočiť ( toho „rýchle strely“ vôbec neboli schopné )
  - Výsledkom zlepšeného pohybu sa im darilo aj priväzať potravu do mraveniska.

Ukážka po niekoľkých generáciách ( .avi )



# Jeden z experimentov...

- Vývoj fitnessu potvrdzujúci zlepšenie vlastností jedincov



# Záver

- Možné vylepšenia, nápady:

- Pridanie **feromónu** do prostredia  $\Leftrightarrow$  je možné čakať objavenie sa **vyššej formy kooperácie** - cez „feromónové cesty“, ktoré by využívali pri hľadaní potravy a k návratu späť do mraveniska – komunikácia cez prostredie.
- Veľké množstvo parametrov – jak u neurónových sietí, tak u genetických algoritmov  $\Leftrightarrow$  veľká variabilita, priestor pre mnoho experimentov.
- Zvýšenie počtu vstupov siete – viac informácií podporujúcich rozhodnutie.

