

Emergence chování robotických agentů: neuroevoluce

Petra Vidnerová, Stanislav Slušný, Roman Neruda

Ústav Informatiky, AV ČR



Kognice a umělý život VIII · Praha · 28. 5. 2008

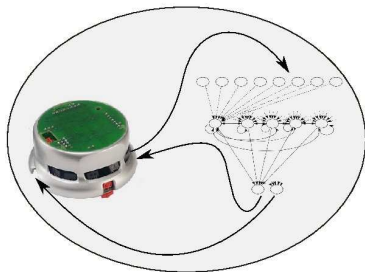
Evoluční robotika: EA & neuronové sítě

- evoluční robotika - evoluční algoritmy + neuronové sítě

- návrh inteligentního agenta samoorganizačním procesem

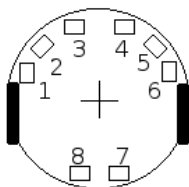
- vtělený agent (robot)

- neuronová síť:
vstupy ← hodnoty senzorů
výstup → efektory (kolečka)



- reaktivní agent - nemá paměť, akce závisí pouze na aktuálním vstupu (t.j. na stejný vstup reaguje vždy stejně)

Laboratorní roboti: Khepera a E-Puck



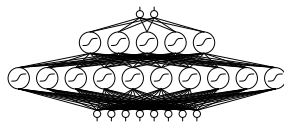
- malý, krátkozraký, pomalý robot
- Khepera - 70 mm, 80g
- 8 infračervených čidel, 2 kola

- senzory dávají odhad vzdálenosti od překážek
- robot může detekovat bílý papír na vzdálenost 5 cm

Použité neuronové sítě

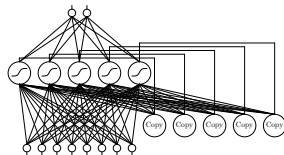
Vícevrstvý perceptron (MLP)

- dopředná neuronová síť
- sigmoidální přenosová funkce



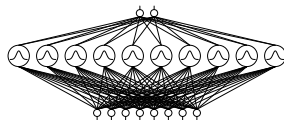
Elmanova síť

- rekuretní síť - paměť
- aktivace skrytých neuronů na základě vstupů a předchozího kroku



RBf síť

- dopředná síť, jedna skrytá vrstva
- lokální jednotky



Základní principy

- univerzální stochastická optimalizační metoda
- malé nároky na znalosti o řešené úloze
- přirozená a efektivní paralelizace
- robustnost evolučního hledání

Algoritmus

- populace jedinců: (binárně) zakódované řešení úlohy
- fitness-účelová funkce: ohodnocení jedince
- iterativně vytváří nové generace
- genetické operace: selekce, křížení, mutace

Jedinec (genom)

- zakódování vah neuronové sítě
- reálné kódování - posloupnost parametrů
- $I = \{w_{11}, \dots, w_{hm}\}$

RBF síť

- $I_{RBF} = \{B_1, \dots, B_h\}$, h počet skrytých jednotek
- $B_k = \{c_{k1}, \dots, c_{kn}, b_k, w_{k1}, \dots, w_{km}\}$
- kombinace třífázového učení a EA
- středy RBF jednotek a šířky samoorganizací (shlukování)
- evolučně učíme jen váhy $B_k = \{w_{k1}, \dots, w_{km}\}$

Účelová funkce (fitness)

- ohodnocení jedince, míra kvality řešení
- vždy záleží na konkrétní úloze

Výpočet ohodnocení

- inicializuj prostředí
 - umístí robota na náhodně zvolenou počáteční pozici
 - spust' simulaci (na požadovaný počet kroků nebo dokud robot nenarazí)
 - ohodnot' chování robota
-
- opakujeme vícekrát a průměrujeme

Motivace a cíle

- ověřit schopnost zvládnout základní úlohy:
 - vyhýbání se překážkám
 - rozlišení stěn a hledaných objektů
 - pohyb v bludišti
- srovnat různé architektury neuronových sítí

Metodologie

- použít simulátor YAKS (Khepera), WEBOTS (E-puck)
- více běhů evolučního učení
- jiné prostředí pro učení a testování
- ověření mimo simulátor

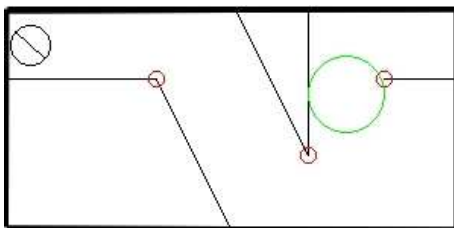
Bludiště

Úloha

- robot je umístěn do bludiště, úkolem je najít cíl (“zónu”)
- aréna 60x30cm

Učení

- použito malé bludiště
- fitness: 250 simulačních kroků, 4 pokusy



Výpočet fitness

- pohyb a vyhýbání se překážkám:

$$T_{k,j} = V_{k,j}(1 - \sqrt{\Delta V_{k,j}})(1 - i_{k,j})$$

- průměrné ohodnocení za jeden krok

$$S_j = \sum_{k=1}^{250} \frac{T_{k,j}}{250}$$

- bonus za nalezení zóny Δ_j

$$\text{Fitness} = \sum_{j=1}^4 (S_j + \Delta_j)$$

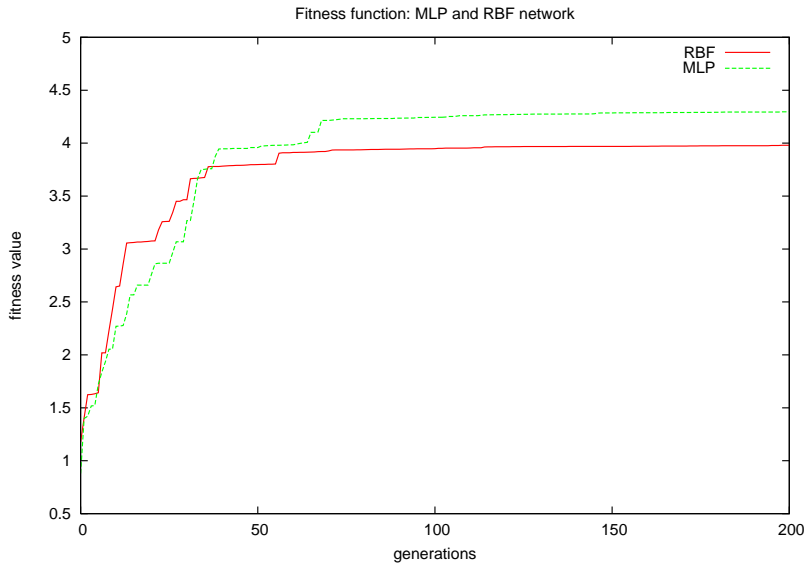
$V_{k,j}$: suma absolutních rychlostí motorů

($V_{k_j} = |v_l| + |v_r|$, $V_{k,j} \in \langle 0, 1 \rangle$)

$i_{k,j}$: hodnota neaktivnějšího senzoru ($i_{k,j} \in \langle 0, 1 \rangle$)

$\Delta_j = \begin{cases} 1 & \text{robot navštívil zónu} \\ 0 & \text{jinak} \end{cases}$

Průběh genetického algoritmu

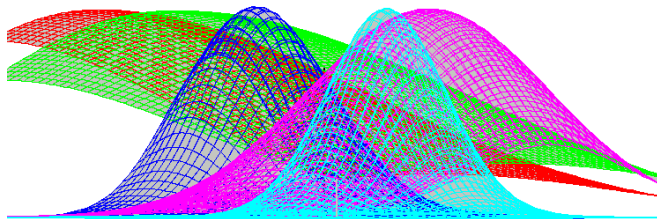


Srovnání

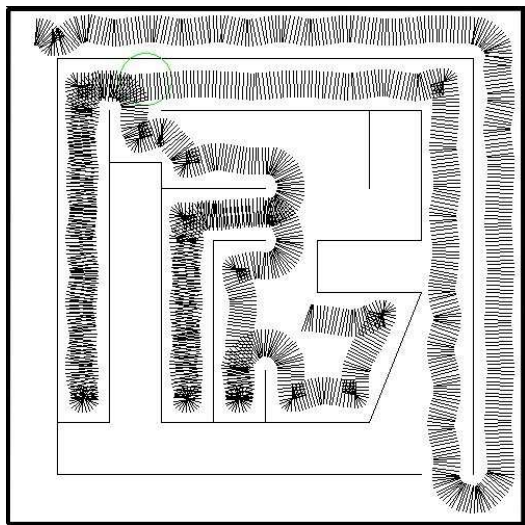
Typ sítě	Výsledná fitness			
	mean	std	min	max
MLP 10 neuronů	4.32	0.07	4.24	4.46
MLP 5 neuronů	4.29	0.08	4.20	4.44
ELM 5 neuronů	4.24	0.06	4.14	4.33
RBF 10 neuronů	4.00	0.97	1.23	4.38
ELM 10 neuronů	3.97	0.70	2.24	4.34
RBF 5 neuronů	3.98	0.90	1.42	4.36

RBF síť - extrakce pravidel

- zjednodušená úloha, tři vstupy (nalevo, vpředu, napravo)



vlevo	Senzor		Šířka	Motor	
	vpředu	vpravo		levý	pravý
VERYNEAR	NEAR	VERYFAR	1.56	500	-100
FEEL	NOWHERE	NOWHERE	1.93	-500	500
NEAR	NEAR	NOWHERE	0.75	500	-500
FEEL	NOWHERE	NEAR	0.29	500	-500
VERYFAR	NOWHERE	NOWHERE	0.16	500	500



Shrnutí

- ověřili jsme schopnost evolučních neuronových sítí řešit základní jednoduché robotické úlohy
- vtělení robotičtí agenti jsou si schopni osvojit požadované chování na základě vhodných odměn
- pouze první krok na dlouhé cestě

Budoucí práce

- komplexnější úlohy, kombinovaná chování
- inkrementální evoluce, hybridní architektury

Reklama

- Čtvrtek 10.⁰⁰: Stanislav Slušný - učení posilováním