

Spodbujevano učenje pri igranju namiznih iger (angl. *Reinforcement learning in board games*)

Tim Kalan

Mentor: izred. prof. dr. Marjetka Knez

Fakulteta za matematiko in fiziko

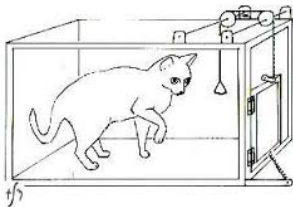
19. november 2020

Strojno učenje

- ▶ Nadzorovano učenje (*npr. prepoznavanje števk*)
- ▶ Nenadzorovano učenje (*npr. razvrščanje*)
- ▶ **Spodbujevano učenje**

Motivacija: Instrumentalno pogojevanje

- ▶ Lepa psihološko motivirana podlaga
- ▶ **Nagrade in kazni**



Motivacija: Zakaj namizne igre?

- ▶ Aplikacija abstraktnega mišljenja.
- ▶ Spremljajo človeštvo že zelo dolgo.
- ▶ »Modelirajo« resnično življenje.
- ▶ Uporabno mesto za testiranje algoritmov.

Spodbujevano učenje - osnovni koncepti 1

- ▶ Nagrada
- ▶ Agent
- ▶ Okolje

▶ Stanje

▶ Akcija



Spodbujevano učenje - osnovni koncepti 2

- ▶ Pomemben je čas.
- ▶ Ne poznamo »pravih« akcij.
- ▶ Raziskovanje in izkoriščanje

RL agent

- ▶ Strategija (angl. *Policy*)
- ▶ Vrednostna funkcija (angl. *Value function*)
- ▶ (Model)

Kje je to uporabno?

- ▶ Naučiti robota hoje.
- ▶ Upravljati s portfeljem.
- ▶ Igrati namizne igre.
- ▶ Igrati katerekoli igre.
- ▶ ...

Praktično karkoli, kjer lahko cilj modeliramo kot numerične nagrade, ne poznamo pa optimalnih akcij za dostop do teh nagrad.

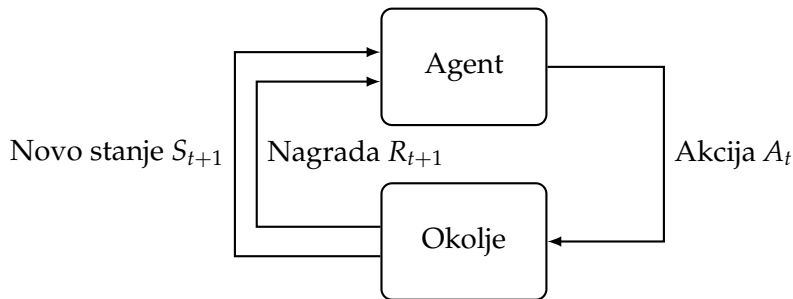
Problem

Definicija 1 (Hipoteza o nagradi).

Vse cilje je mogoče opisati kot maksimizacijo neke kumulativne numerične nagrade.

- ▶ Je to vedno res?

Primer: Križci in krožci 1



- ▶ **Stanje:** Kje je prazno, kje »X« in kje »O«.
- ▶ **Agent:** Program, ki se odloča, kako igrati.
- ▶ **Okolje:** Agentu sporoča nagrade in stanje.
- ▶ **Nagrada:** Pozitivna za zmago, negativna za poraz.
- ▶ **Akcija:** Postavitev »X« oz. »O« na ploščo.

Primer: Križci in krožci 2

- ▶ Agent igra igre, posodablja svoje vrednosti stanj glede na odgovor okolja.
- ▶ Kako naj to stori?

Primer: Križci in krožci 3

- ▶ Enostavna ideja:

$$V(s) \leftarrow V(s) + \alpha[V(s') - V(s)]$$

Primer: Križci in krožci 3

- ▶ Enostavna ideja:

$$V(s) \leftarrow V(s) + \alpha[V(s') - V(s)]$$

- ▶ s je trenutno stanje

Primer: Križci in krožci 3

- ▶ Enostavna ideja:

$$V(s) \leftarrow V(s) + \alpha[V(s') - V(s)]$$

- ▶ s je trenutno stanje
- ▶ V je vrednostna funkcija

Primer: Križci in krožci 3

- ▶ Enostavna ideja:

$$V(s) \leftarrow V(s) + \alpha[V(s') - V(s)]$$

- ▶ s je trenutno stanje
- ▶ V je vrednostna funkcija
- ▶ α je velikost koraka (hitrost učenja)

Primer: Križci in krožci 3

- ▶ Enostavna ideja:

$$V(s) \leftarrow V(s) + \alpha[V(s') - V(s)]$$

- ▶ s je trenutno stanje
- ▶ V je vrednostna funkcija
- ▶ α je velikost koraka (hitrost učenja)
- ▶ s' je stanje, ki sledi s

Zgornje je primer **učenja s časovno razliko** (angl. *Temporal difference learning*)

$$nova\ ocena \leftarrow stara\ ocena + korak[tarča - stara\ ocena]$$

- ▶ Tako ocenimo dano strategijo.
- ▶ Kako pa strategijo dejansko spremenimo?

€-požrešna izboljšava strategije

Izberemo »najboljšo« akcijo.

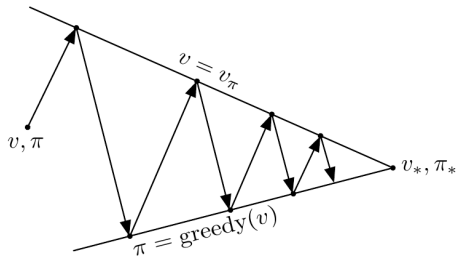
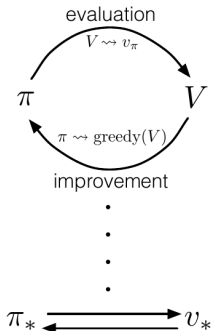
€-požrešna izboljšava strategije

~~Izberemo »najboljšo« akcijo.~~

ϵ -požrešna izboljšava strategije

Izberemo »najboljšo« akcijo.

- ▶ »Ponavadi« izberemo »najboljšo« akcijo.
- ▶ Z verjetnostjo ϵ izberemo naključno akcijo.



Alternativa: Monte Carlo spodbujevano učenje 1

Definicija 2.

- ▶ Agentova **strategija** je takšna preslikava $\pi : S \rightarrow A$ da velja

$$a = \pi(s)$$

$$\pi(a|s) = P(A_t = a | S_t = s).$$

- ▶ Naj bodo R_{t+1}, \dots, R_T nagrade, ji jih bomo prejeli od trenutka t do konca epizode. **Povračilo** G_t definiramo kot

$$G_t = R_{t+1} + \gamma R_{t+2} + \dots + \gamma^{T-1} R_T.$$

- ▶ Naj bo π dana strategija agenta. **Vrednostna funkcija stanja** glede na dano strategijo $v_\pi(s)$ je

$$v_\pi(s) = \mathbb{E}[G_t | S_t = s].$$

Alternativa: Monte Carlo spodbujevano učenje 2

- Ob obisku stanja s :

$$\begin{aligned}N(s) &\leftarrow N(s) + 1 \\S(s) &\leftarrow S(s) + G_t\end{aligned}$$

- Po koncu učenja:

$$V(s) \leftarrow S(s)/N(s)$$

- Pomni: Računanje povprečja zaporedja $(X_i)_{i \in \mathbb{N}}$

$$\mu_k = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k X_j = \mu_{k-1} + \frac{1}{k}(X_k - \mu_{k-1})$$

- Inkrementalni Monte Carlo:

$$V(s) \leftarrow V(s) + \alpha(G_t - V(S_t))$$

Kam gremo od tu?

- ▶ Koliko stanj imamo?
 - ▶ Do kje lahko pridemo?
 - ▶ Kaj je rešitev?
-
- ▶ Monte Carlo metode ponavadi nastopijo, ko nekaj aproksimiramo, kako je s tem v našem primeru?

Ideje za naprej

- ▶ Drugi algoritmi
- ▶ Problem časovne dodelitve zaslug
- ▶ Večje igre - nevronske mreže
- ▶ Različni tipi učenja

Literatura



Richard S. Sutton and Andrew G. Barto. *Reinforcement Learning: An introduction*. The MIT Press, 2015.



Imran Ghory. *Reinforcement learning in board games*. 2004.