Введение в искусственный интеллект

На базе дисциплины «Вычислительные сети, системы и телекоммуникации»

Технологический университет
Королёв
2020

Введение в искусственный интеллект

Лекция №5 — «Обучение в подкреплением».

- SARSA
- Q-обучение

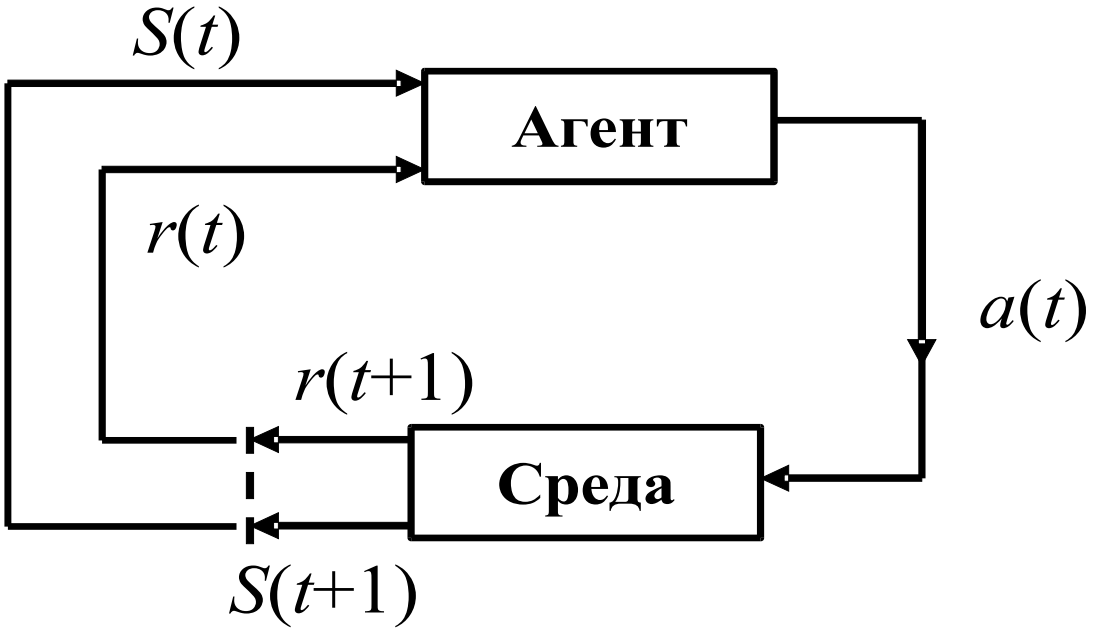
Обучение с подкреплением

- Автономный агент взаимодействует с внешней средой.
- Внешняя среда задается набором состояний.
- Агент может выполнять определённые действия.
- Агент имеет стратегию: функцию преобразования состояния среды в действие.
- В ответ на каждое действие агента внешняя среда формирует подкрепление (награду или наказание).
- Используя подкрепление, агент модифицирует свою стратегию.

SARSA

SARSA = state, action, reward, state, action

S(t) → a(t) → r(t) → S(t+1) → a(t+1)



SARSA

Глобальная цель агента – максимизировать суммарную награду (сумму подкреплений на каждом шаге):

$$U(t) = \sum_{k=0}^{\infty} \gamma^k r(t+k)$$

где $r(t)$ – подкрепление на шаге t,
γ – коэффициент дисконтирования, $\gamma \in [0,1]$.

Q-обучение

Оценка величина суммарной награды:

$Q(S(t),a(t)) = \mathrm{E}(U(t))$

$Q(S(t),a(t)) = \mathrm{E}(r(t) + \gamma r(t+1) + \gamma^2 r(t+2) + \gamma^3 r(t+3) + \ldots) =$

$= \mathrm{E}(r(t) + \gamma(r(t+1) + \gamma r(t+2) + \gamma^2 r(t+3) + \ldots)) =$

$= \mathrm{E}(r(t) + \gamma Q(S(t+1),a(t+1)))$

Ошибка временной разницы:

$\delta(t) = r(t) + \gamma Q(S(t+1),a(t+1)) - Q(S(t),a(t))$

Q-обучение

Система управления агента содержит значения $Q(S,a)$ для всех возможных пар (S,a).

Стратегия π: $a = \pi(S)$

ε-жадное правило, $0 < \varepsilon << 1$:

с вероятностью $1-\varepsilon$: $a = \text{argmax}(Q(S,a_i))$,

с вероятностью ε: случайное значение a.

Q-обучение

Алгоритм обучения:

$\Delta Q(S(t),a(t)) = \alpha\delta(t)$

$Q'(S(t),a(t)) - Q(S(t),a(t)) =$

$= \alpha r(t) + \alpha\gamma Q(S(t+1),a(t+1)) - \alpha Q(S(t),a(t))$

$Q'(S(t),a(t)) =$

$= (1 - \alpha)Q(S(t),a(t)) + \alpha(r(t) + \gamma Q(S(t+1),a(t+1)))$

Q-обучение

Простой способ реализации

Матрица NxM со значениями $Q(S,a)$,

где N – число возможных состояний,

M – число возможных действий.

Значение Q для конкретных значений S и a определяется как значение в соответствующей ячейке матрицы.

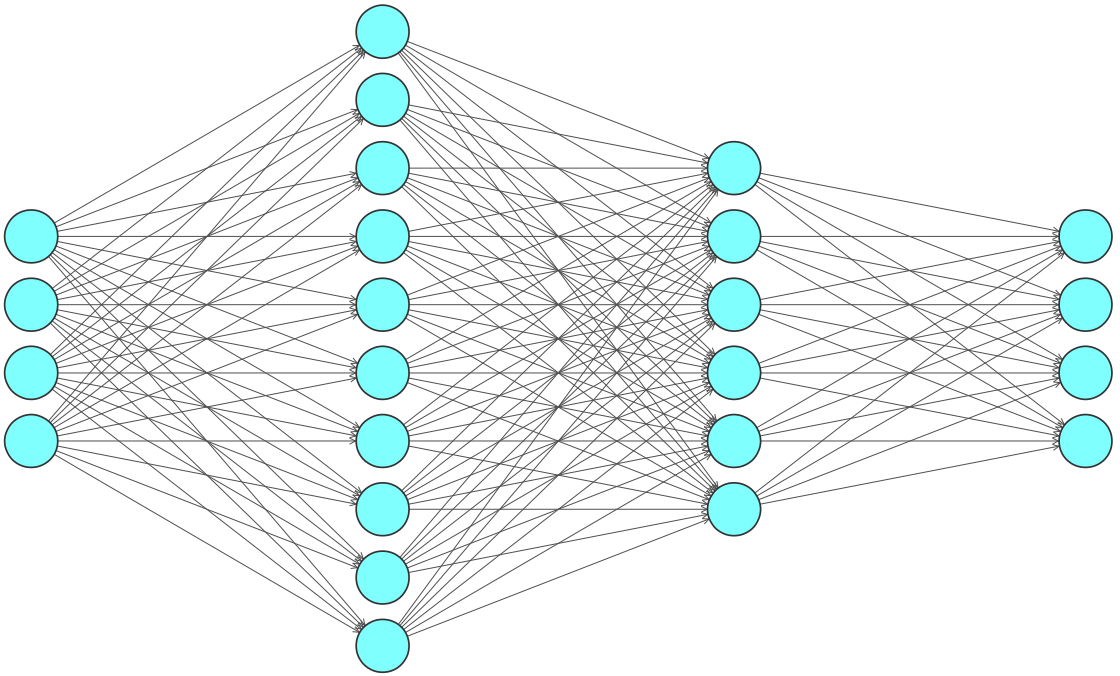
Q-обучение

Более сложный способ реализации

Нейронная сеть:

- число нейронов во входном слое равно размерности состояния *S*, т. е. достаточно для однозначного описания,
- число нейронов в выходном слое равно числу возможных действий.

Q-обучение



Q-обучение

Значение S подаётся на вход нейронной сети, значения на каждом из выходных нейронов трактуются как $Q(S,a)$.

Выбор действия производится в соответствии с принятой стратегий, например, с помощью ε-жадного правила.

Обучение нейронной сети производится с помощью метода обратного распространения ошибки. В качестве значения функции ошибки используется ошибка временной разности.

Q-обучение

Если обучать сеть на каждом шаге на основе выбранного действия, то

1) сеть будет слишком чувствительная к небольшим, локальным изменениям,

2) сеть будет всё время настраиваться на последние по времени события.

Решение: использование случайно выбранных батчей из заранее сохраненной памяти.

Q-обучение

Изначально память пустая, обучение не происходит, но каждый набор данных ($S(t)$, $a(t)$, $r(t)$, $S(t+1)$) записывается в память как отдельный элемент.

Когда память содержит достаточное количество элементов, на каждом шаге случайным образом извлекается батч (некоторое количество элементов памяти) и сеть обучается на каждом из этих элементов.

Q-обучение

Нейронная сеть используется для двух целей:

1) выбор действия,

2) вычисление ошибки временной разности.

Иногда используют две копии нейронной сети для каждой из этих задач, периодически синхронизируя их значения связей между нейронами.

Материалы

1. https://habr.com/ru/post/439674/
2. https://habr.com/ru/post/308094/

Спасибо за внимание!