복습)
Q-learning의 핵심
Q에는 1) 내가 있는 상태 state, 2) 내가 하는 행동 action input과 출력 3)quality(reward)가 있다.

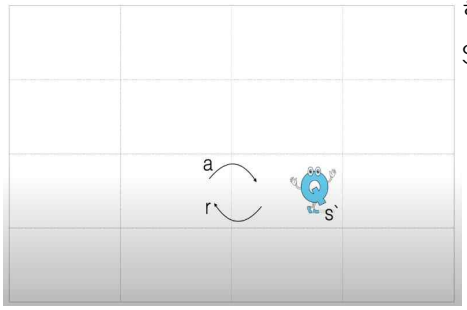
frozen lake게임에서 process
Q(s1,left)=0, Q(s1,RIGHT)=1.5 Q(s1,UP)=0, Q(s1,Down)=0.3 이 제공된다면 max value를 선택한다. max의 argument RIGHT를 선택한다

Max Q = $\max_{a'} Q(s,a')$ Q가 가질 수 있는 최대값 a'

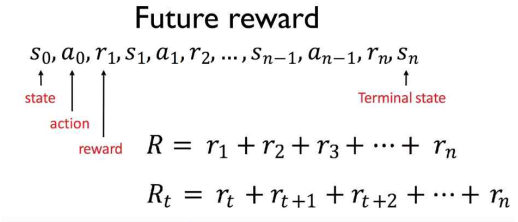
$\pi^*(s) = \operatorname{argmax}_a Q(s,a)$ Q가 최대값이 되게끔 하는 argument a -> optimal Π

Q러닝의 가정
S'에서 Q가 있어야 된다.
s에서 a를 하고 s'으로 갈거다. a를 하면 r을 받는다
Q(s,a)이라면 Q(s',a')이 존재할거다
Q = r + maxQ(s',a') 이게 되고 이 Q를 학습하는 거다.

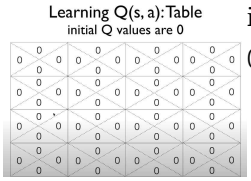
———————————————————————————————————————



현재 Q(s,a)=?
S에서 Q = r + maxQ(s',a')

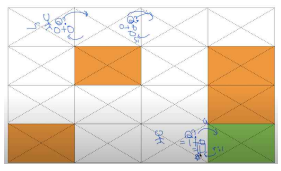


Reward의 총합은 R = r1+r2+r3....rn
R_t+1 = r_(t+1) + r_(t+2) + r_(t+3) + ... r_n
R_(t) = r_t + R_t+1 가 된다.
R*_t = r_t + maxR(t+1) 가 되고, 결국
Q(s,a) = r + maxQ(s',a') 가 된다.

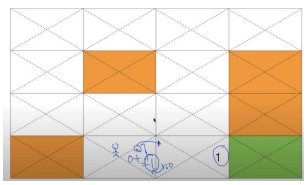


initial Q-table
0으로 초기화

1.

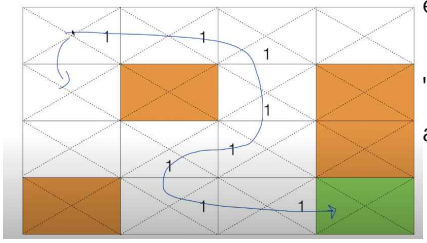


2.



1 -> 2 -> ... n번 진행하면서 각 상태의 Q를 update함

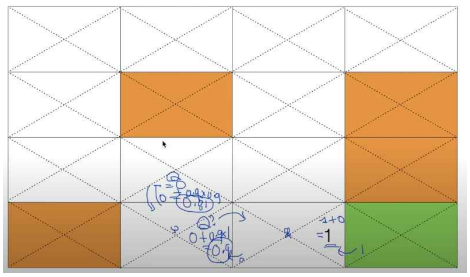
Exploit VS Exploration



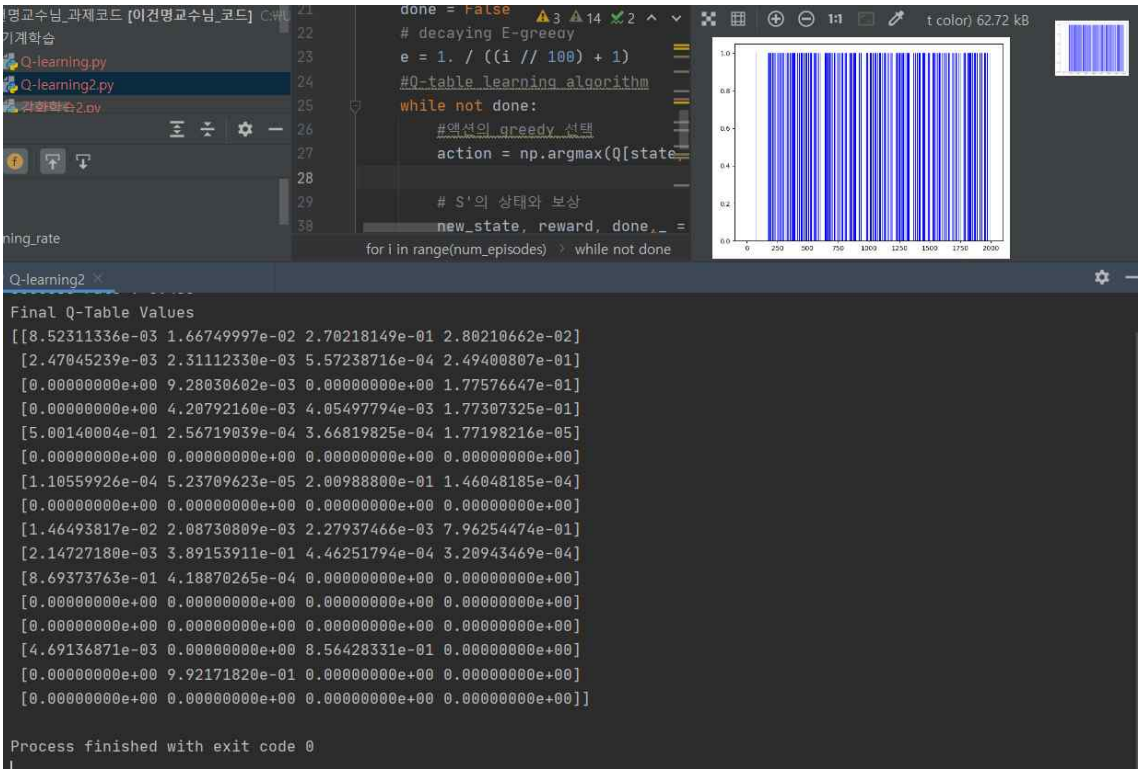
exploration을 통해 가본 길 말고 새로운 길을 탐색한다

"Select an action a and execute it"
a를 선택할 때 exploit이나 exploration을 선택한다!

Discounted future reward
R_t = r_t + Γr_(t+1) + Γ^2r_(t+2) + Γ^3r_(t+3) + Γ^4r_(t+1) ...



코드 실행 결과




```
Success rate : 0.553
```

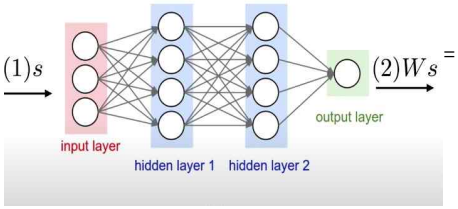
deterministic일땐 r + ΓmaxQ(s',a')이 Q이고
스톡케스틱(미끄러운 lake) 일땐 (1- Γ)Q(s,a) + Γ(r + ΓmaxQ(s',a'))

100*100에서 Q-table을 사용할 수 있을까?
100*100*4(action) = 40000개

실제 80*80pixel + 2color에서는?
2^(80*80)이다
Q-table로는 현실 세계의 문제를 못 푼다

Q-network

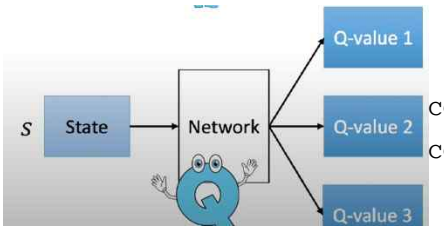
상태 하나에 모든 가능한 액션값의 Q-value을 찾는다



= Q_prediction

$$cost(W) = (Ws - y)^2$$

Q*= $$y = r + \gamma \max Q(s')$$



cost(W) = (Q_pred - Q*)^2
cost를 minimize하도록 학습하는 것이 목표이다

Q^ = Q hat = 예측값
Q^(s,a|Θ) Θ=weight 즉 weight에 따라서 s,a가 달라진다.

-> W_s = Q_prediction = Q^(s,a|Θ) ~ Q*(s,a)

수학적 기호 표기

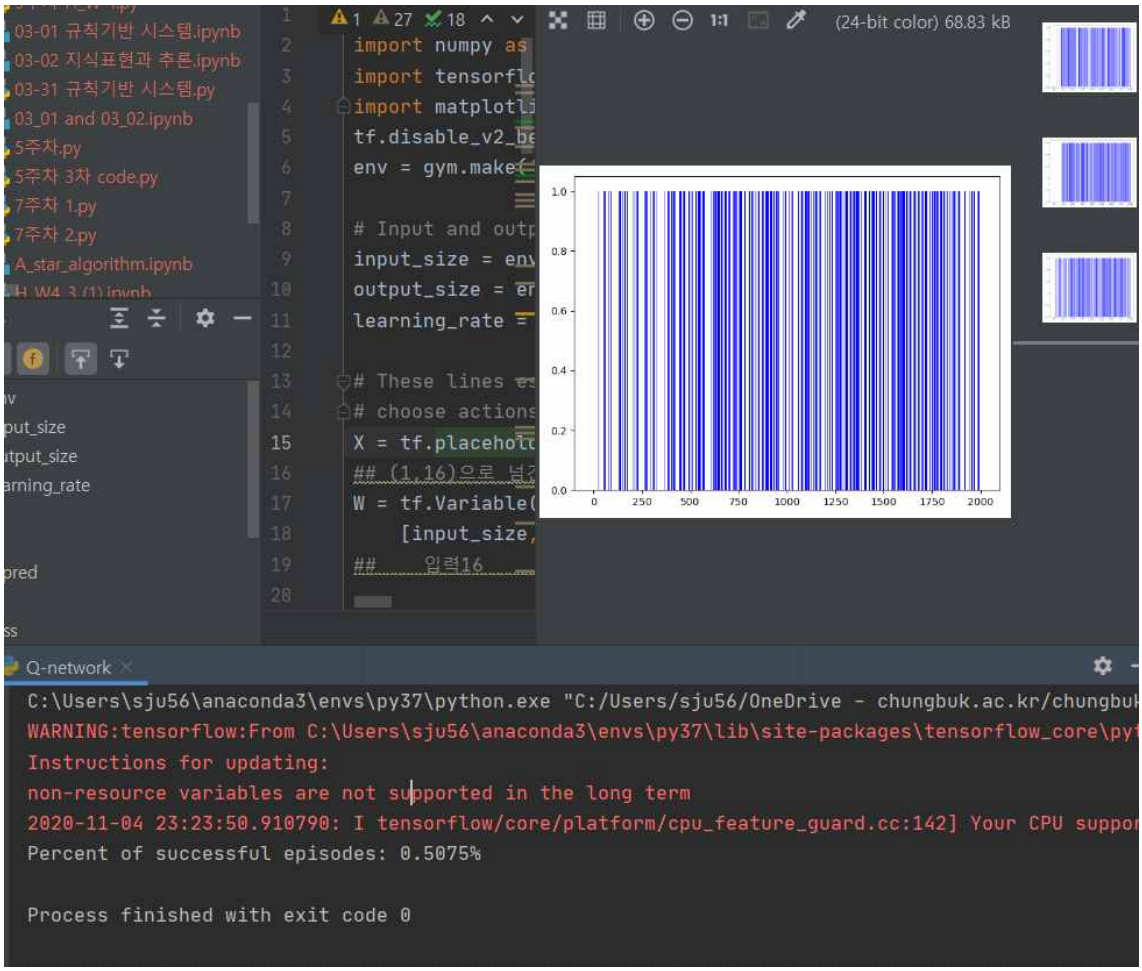
$$\min_{\theta} \sum_{t=0}^{T} [\hat{Q}(s_t, a_t|\theta) - (r_t + \gamma \max_{a'} \hat{Q}(s_{t+1}, a'|\theta))]^2$$

cost(W) = (Q_pred - Q*)^2 이다.
이제 cost를 최소화 하는 Θ를 구하는 것이 문제이다.

deep Q learning Algorithm
Q 네트워크의 w를 초기화 한다
1번째 상태를 가져온다. 그리고 전처리 한다 (ϕ) [단순히 S라고 생각하면 된다]
for
e그리디로 랜덤하게 action을 취하거나 현재 Q에서 max값을 고른다
그리고 a을 한다. 그리고 S_t+1 와 r_t를 받는다

$$y_j = \begin{cases} r_j & \text{마지막 일 때} \\ r_j + \gamma \max_{a'} Q(\phi_{j+1}, a'; \theta) & \text{마지막이 아닐 때} \end{cases}$$

그리고 y_i를 구하고 cost값을 최소화 하는 θ를 찾으면 된다 $(y_j - Q(\phi_j, a_j; \theta))^2$



Q-table보다 성능이 안 좋다. 0.5%정도 나온다.