인공지능 프로젝트 보고서
Wumpus World

컴퓨터정보공학부 201821234 김 진경
미디어기술콘텐츠학과 201821406 이 재용
컴퓨터정보공학부 202020300 주 채연

< 목차 >

1. 서론

-Domain 정의 : Wumpus World
4 * 4 로 이루어진 동굴 어딘가에 숨은 Wumpus괴물, Pitch(1/10의 확률로 생성), 하나의 Gold
Wumpus와 Pitch과 같은격자에 있게된다면 죽는다
Wumpus와 Pitch 주위 격자에는 stench, breeze를 받아들일 수 있다
Agent는 동굴에 대한 정보 없이 (1, 1), East에서 시작해 Gold를 찾는 탐험을 한 후 다시 (1, 1)로 돌아와 World를 빠져나오는 것을 목표로 한다

World : 실제 월드

	S	W	P	G	
	B	P	B	O	
	O	B	O	B	
	O	O	B	P	

-Domain 분석 :
Wumpus World Domain은 탐색한 노드 State를 유지하며 Protocol에 기반해 Percept, Reasoning, Act를 반사하는 **Simple Reflex Agent with State**가 적합하다

Partially: 전체환경 중 Agent 탐색한 노드만 볼 수 있으므로 Partially하다.
Deterministic: 현재상태에 의해 다음상태가 명확히 정해지므로 Deterministic하다.
Sequential: 다음 격자까지 이동 등 state간의 의존성이 존재하므로 Sequential하다. Static: 생각하는동안 Agent의 환경은 변하지 않으므로 Static하다.
Discrete: Percepts와 Actions가 유한집합이므로 Discrete하다.

목표: 격자를 탐험하면서 금을 찾아 (1, 1)로 되돌아오는 것

또한 효율적으로 구현하기 위해 최대한 죽지 않고, 최단거리로 탐색하며 프로그램을 수행한다

-프로그램 환경

1) 프로그래밍 언어
python 3.11.3을 이용해 프로젝트를 수행한다
2) UI
tkinkter를 이용하여 python으로 간단한 텍스트맵으로 구현

-역할 분배

김진경 : 아이디어 설계, 주코드 구현, 발표 및 보고서 제작
이재용 : 아이디어 설계, 부코드 구현, 보고서 제작
주채연 : 아이디어 설계, 부코드 구현, ppt 및 보고서 제작

2. 본론 - 알고리즘 설명 및 구현방법

-World 초기화

World는 6*6의 2차원 배열로 이루어진다
S: Stench, B: Breeze, O: Safe, P: Pitch, W: Wumpus,
G: Glitter, Gold, X: Wall 로 저장시킨다.
각 격자마다 1/10확률로 W, P를 생성 후 그에 맞게
Update해준다

■Gold는 월드에 하나 생성, 각 장애물은 반드시 1개이상 생성된다

-Agent 구조

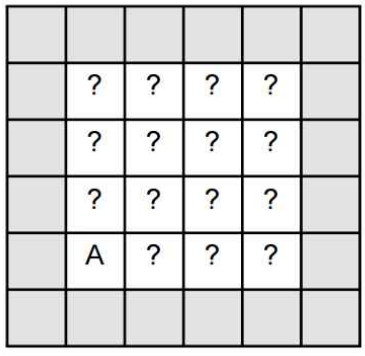
1) State 유지 방법

Agent의 현재위치, 현재방향, 생사여부, 화살갯수,
그리고 6*6의 탐색한 맵(state history)를 저장하고 이를
Update시키면서 진행한다.

Agent 구조 : reflex agent with state

```
class Agent:
    def __init__(self):
        self._curLoc = (1, 1)    # 현재위치
        self._curDir = 'East'    # 현재방향
        self._isAlive = True     # 살았는지
        self._arrowCnt = 2       # 화살갯수
```

explore
: agent가 탐색하는 월드 (6 by 6)



? 격자의 모든 경우의 수
간단히 문자로 표현 (텍스트맵)

O->Safe
S->Stench　　B->Breeze
SB->Stench,Breeze　　W->Wumpus
P?->Pitch?　　P->Pitch
W?->Wumpus?　　G->Gold,Glitter

update 될 격자의 모든 경우의 수는 위와 같이 문자로 변환하여
World, Explore의 6*6격자에 간단히 텍스트맵으로 저장, 표현한다

2) Percept, Reasoning, Act

-Percept

실제 World에서 Sensor를 통해 Percept를 받아온다

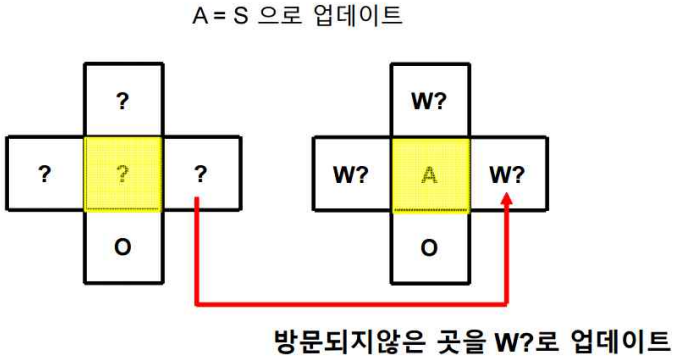
> S일 때: [Stench, None, None, None, None]
> B일 때: [None, Breeze, None, None, None]
> SB일 때: [Stench, Breeze, None, None, None]
> O일 때: [None, None, None, None, None]
> P일 때: Die
> W일 때: Die
> G일 때: [None, None, Glitter, None, None]
> 벽에 부딪힐 때: [None, None, None, Bump, None]
> 화살을 쏜 곳에: Wumpus가 존재할 때
[None, None, None, None, Scream]

-Reasoning:

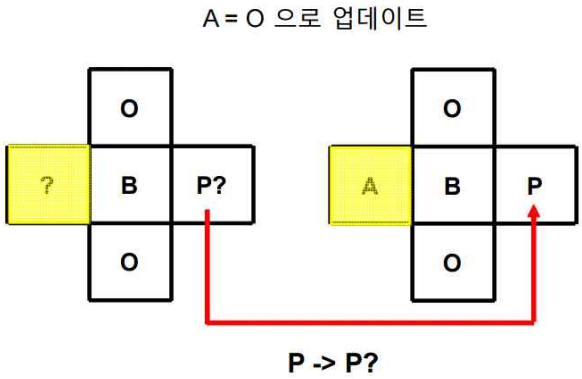
받아온 Percept에 따라 Reasoning해서 Explore를 업데이트

State History와 현재 State를 합쳐서 추론
Percept를 받아와 저장된 State와 비교해 새롭게
Update시켜준다 # 주변격자가 새로 Update되는 경우의 수
> S일 때: ?->W?, P?->O, WP?->W? (1)

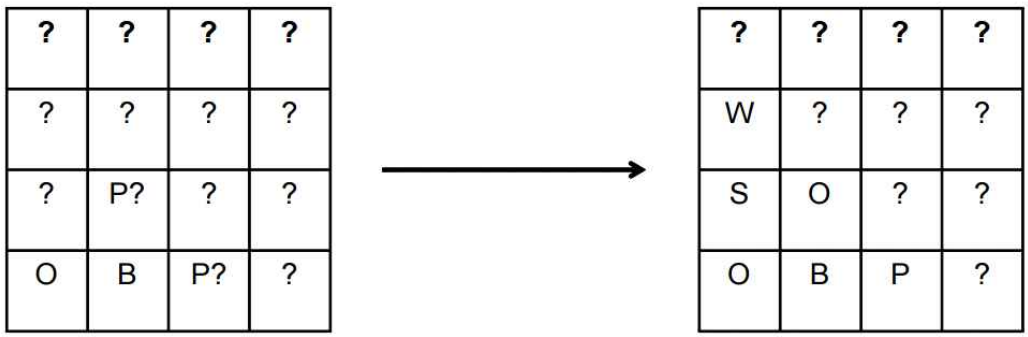
[Stench, None, None, None, None] : 해당 격자 S로 update



> B일 때: ?->P?, W?->O, WP?->P? (2)
> SB일 때: ?->WP?
> O일 때: W?->O, P?->O, ?->O (3)
> P일 때: P?->P, WP?->P
> W일 때: W?->W, WP?->W
> G일 때: ->G
>>(1), (2), (3)의 O로 변경되는 경우
변경된 O의 상하좌우가 S또는 B일 때 그 S 또는 B의
상하좌우의 W? P?인지 판단하여 W 또는 P를 확정시켜준다



위 그림과 같이 가고자할 격자 주변에 B가 있을때 격자가 O로 업데이트 되면서 P?였던 격자를 P로 업데이트한다. (W, P 확정)
이는 Stench에서도 똑같이 적용(Symmetric)



이를 응용하여 (2,1)(y좌표, x좌표)에서 Stench를 받아들이면 (2,2)P?가 O로 바뀌면서 그 격자 주변의 S또는 B가 있다면 위의 업데이트를 실행해준다
★
×W, P를 확정함으로써 얻을 수 있는 이득은 나중에 안전한 곳이 모두 탐색되고, W, W?순으로 화살을 쏠 때, 화살이 없어 W?, P?로 죽으러 갈 때 얻을 수 있다.
- W가 확정된다면 화살을 낭비하지 않고
-W,P가 확정된다면 W?P?로 정보를 얻으면서 죽으러 갈 때, 다른 위치의 정보를 얻을 수 있다.

(그곳은 안전한곳일지도 모른다)

이와 같은 Percept에 따른 각각의 추론들을 Explore에 업데이트 해준다

그리고 그에 맞는 Act를 취해준다

-Act:

> 격자를 이동할 때 : 방향에 따라

Go Forward, Turn Left, Turn Right

> 금을 발견했을 때 : Grab

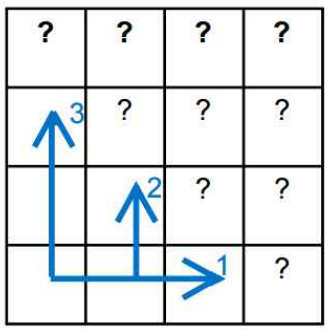
> 모든 가능한 곳의 탐색이 끝난후 (1, 1)에 돌아왔을 때 : Climb

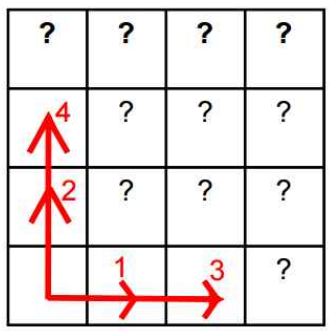
#탐색(격자이동) 알고리즘

DFS를 이용

가보지 않은 곳을 탐색할 때에는,

다시 돌아오는 것을 생각해 갈 수 있는 한 깊이 탐색 후 돌아오는 DFS를 채택하였다





DFS이용하여 방문 : 파란색 선
BFS이용하여 방문 : 빨간색 선

만약 BFS로 가보지 않은 곳을 탐색한다면 왔던 길을 반복해 돌아가야 하므로
비효율적이다

-최단 경로 탐색

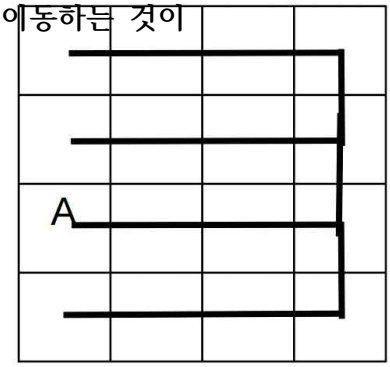
BFS를 이용

DFS 안에서 다음노드가 상하좌우가 아닐 때,

W?, W를 찾아 화살을 쏠 수 있는 자리로 이동할 때,

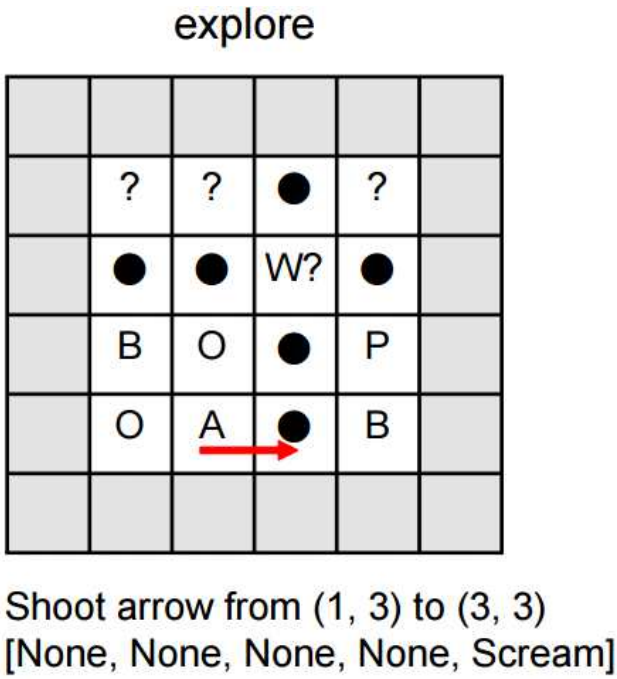
더 이상 갈 수 있는 곳이 없어 W?, P?를 몸으로 탐색할 때, 등

이미 지나온 경로들을 다시 탐색해야할 때, 최단 경로로 이동하는 것이 목표이므로 BFS로 최단경로를 찾아 탐색한다



다음노드
(0,1)

-안전한 곳을 모두 방문한 후
bfs로 history에 존재하는 w, w? 를 찾고,
W->W?순으로 Wumpus가 있는 곳의 같은 x,y좌표로 이동하여 화살을 소비해 죽인다
그 후 Sensor로 Scream여부가 들어온다



-만약 화살이 부족하다면 w? p?를몸으로 탐색하거나 이가 없을때에는 자살해 (1, 1), East, 화살 2개로 다시시작합니다
(죽었을때 explore를제외한 agent의 state를 초기값으로 초기화해준다)

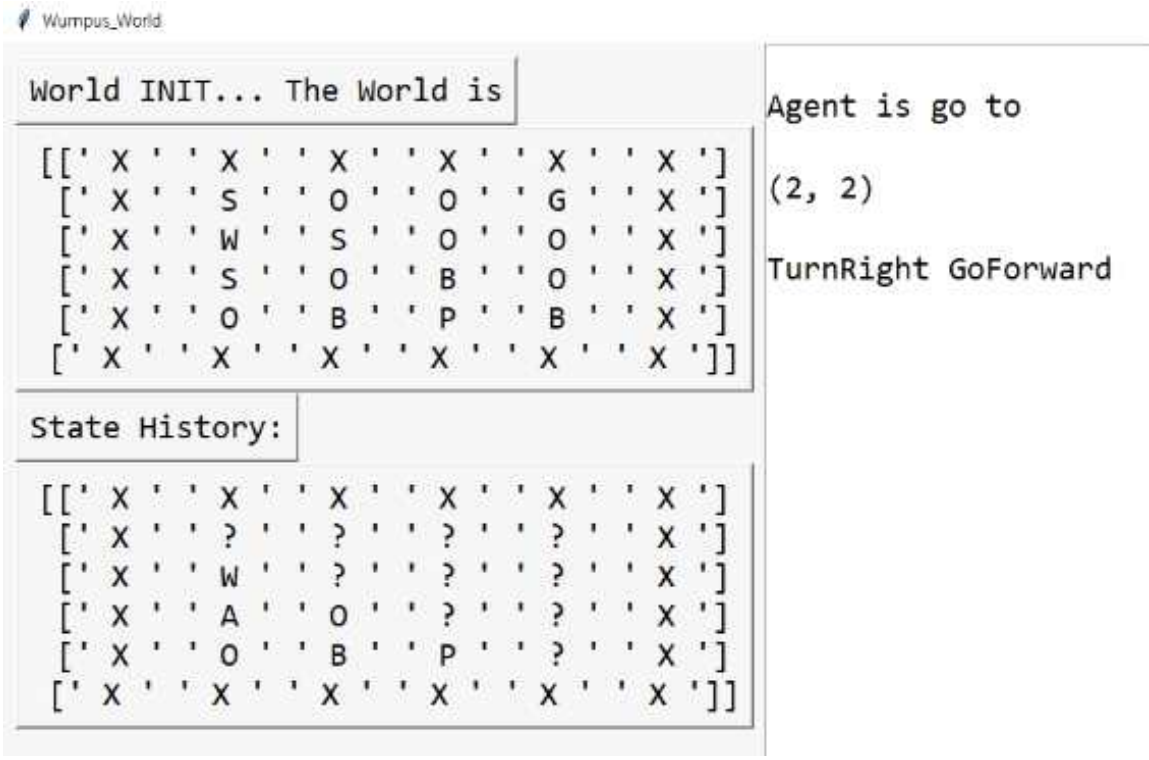
화살을 쏜 후 Scream이 들어오면 월드가 바뀐다. 만약 Scream이 들어오지않았더라도, 그곳은 안전한 곳이므로,
-화살을 쏜 격자와 격자 주변의 방문여부를 초기화해주고, 다시 dfs 탐색해 새로생긴 안전한곳을 모두 탐색합니다. 그 후 W나 W?가 새로 생기면 다시 위를 반복한다

-W나 W?가 history에 없다면 몸으로 W?, P?를 탐색합니다
그 후 W나 W?가 생기면 또다시 위를 반복한다

-이 모든것이 실행된 후에도 찾을 수 없다면 탐색 실패를 출력하고 (1, 1)로 돌아와 Climb한다

-반대로 실행 중 Glitter가 들어온다면 금을 grab을 출력하고 (1, 1)로 돌아와 Climb해 종료

3) UI 구현
처음 월드 초기화시 실제 월드를 보여준다
격자이동시마다 현재 좌표와 Percept, Explore(State History)를 출력한다
(단, 벽에 부딪힐 때,
BFS로 격자이동시에는 이미 방문한 노드이므로 Explore를 출력하지 않는다)
액션시 액션을 출력한다



3. 결론

-프로그램 요약

1) 시작노드인 1,1은 무조건적으로 안전하고 각 장애물은 적어도 하나 존재

2) **1,1에서 dfs시작 -> dfs(1,1) 상하좌우 연결된 안전한 곳 모두 탐색**

-다음 dfs노드가 연결되지않았다면,

bfs로 다음노드까지 간 후, 탐색

(모든 탐색에서 방향에 알맞은 액션 출력)

ex)Turn Left, Go Forward

3) 안전한 곳을 모두 탐색 후 Explore(state history)의 **W, W?가 있다면 W, W? 순으로 화살을 쏴 Wumpus Kill**

4) 쏜 곳은 확실히 안전한 곳이므로(업데이트) **쏜 격자, 주변을 dfs로 재방문**

(방문여부 초기화)

5) **화살이 모자라거나 더 이상 W, W?를 Explore에서 찾을 수 없다면 W?, P?를 몸으로 탐색**(방문하지 않은 곳이므로 DFS탐색) 없을 때 자살

6)위 과정에서 중간에 W, W?가 발견되면 3)을 **반복**

7)위 과정에서 **Gold를 발견하면 과정을 멈추고 Grab후 (1, 1)로 돌아와 Climb**

8)위 과정이 모두 반복되고 더 이상 갈 곳이 없을 때 **Gold를 찾지 못했다면 탐색실패를 출력 후 (1, 1)로 돌아와 Climb**

(1, 1)로 돌아올때는

이미 방문했던 격자들을 되돌아오는 것이므로 최단경로탐색 BFS를 이용

- 데모 실행

Wumpus_World

```
World INIT... The World is
[[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' S ' ' S ' ' O ' ' X ']
 [' X ' ' S ' ' W ' ' W ' ' S ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' S ' ' G ' ' B ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' O ' ' B ' ' P ' ' X ']
 [' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']]
State History:
[[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']]
```

```
Agent is go to
(1, 1)
[' None ' ' None ' ' None  ' 'None' ' None']
```

Wumpus_World

```
World INIT... The World is
[[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' S ' ' S ' ' O ' ' X ']
 [' X ' ' S ' ' W ' ' W ' ' S ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' S ' ' G ' ' B ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' O ' ' B ' ' P ' ' X ']
 [' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']]
State History:
[[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' A ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']]
```

```
Agent is go to
(1, 2)
GoForward
[' None ' ' None ' ' None  ' 'None' ' None']
```

Wumpus_World

```
World INIT... The World is
[[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' S ' ' S ' ' O ' ' X ']
 [' X ' ' S ' ' W ' ' W ' ' S ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' S ' ' G ' ' B ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' O ' ' B ' ' P ' ' X ']
 [' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']]
State History:
[[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' A ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']]
```

```
Agent is go to
(1, 3)
GoForward
[' None ' 'Breeze' ' None  ' 'None' ' None']
```

Wumpus_World

```
World INIT... The World is
[[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' S ' ' S ' ' O ' ' X ']
 [' X ' ' S ' ' W ' ' W ' ' S ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' S ' ' G ' ' B ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' O ' ' B ' ' P ' ' X ']
 [' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']]
State History:
[[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' ? ' ' P?' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' O ' ' A ' ' P?' ' X ']
 [' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']]
```

```
(1, 2)
TurnLeft TurnLeft GoForward
Agent is go to
(2, 2)
TurnRight GoForward
['Stench' ' None ' ' None  ' 'None' ' None']
```

Wumpus_World

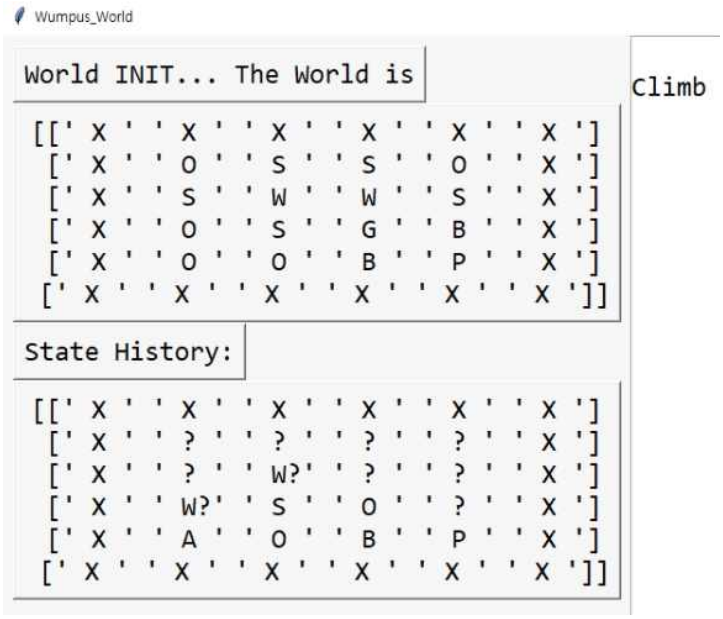
```
World INIT... The World is
[[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' S ' ' S ' ' O ' ' X ']
 [' X ' ' S ' ' W ' ' W ' ' S ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' S ' ' G ' ' B ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' O ' ' B ' ' P ' ' X ']
 [' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']]
State History:
[[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' W?' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' W?' ' A ' ' O ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' O ' ' B ' ' P ' ' X ']
```

```
Agent is go to
(2, 3)
TurnRight GoForward
[' None ' ' None ' 'Glitter' 'None' ' None']
```

Wumpus_World

```
World INIT... The World is
[[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' S ' ' S ' ' O ' ' X ']
 [' X ' ' S ' ' W ' ' W ' ' S ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' S ' ' G ' ' B ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' O ' ' B ' ' P ' ' X ']
 [' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']]
State History:
[[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' ? ' ' W?' ' ? ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' W?' ' S ' ' A ' ' ? ' ' X ']
 [' X ' ' O ' ' O ' ' B ' ' P ' ' X ']
 [' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']]
```

```
Find gold!
Grab
way home
(2, 2)
TurnLeft TurnLeft GoForward
(1, 2)
TurnLeft GoForward
(1, 1)
TurnRight GoForward
Agent is go to
(1, 1)
[' None ' ' None ' ' None  ' 'None' ' None']
```


Wumpus_World
World INIT... The World is
[[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']
[' X ' ' O ' ' S ' ' S ' ' O ' ' X ']
[' X ' ' S ' ' W ' ' W ' ' S ' ' X ']
[' X ' ' O ' ' S ' ' G ' ' B ' ' X ']
[' X ' ' O ' ' O ' ' B ' ' P ' ' X ']
[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']]
State History:
[[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']
[' X ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' ? ' ' X ']
[' X ' ' ? ' ' W?' ' ? ' ' ? ' ' X ']
[' X ' ' W?' ' S ' ' O ' ' ? ' ' X ']
[' X ' ' A ' ' O ' ' B ' ' P ' ' X ']
[' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ' ' X ']]
Climb

4. 논의

-프로젝트 시 아쉬웠던 부분

1) 격자이동시 각 격자마다의 W, P의 확률을 계산해 있을 확률이 적은 격자를 먼저 탐색하는 알고리즘을 적용했다면 더 효율적인 Agent가 될 것 같습니다.

2) 더나은 GUI 모듈 또는 프로그램으로 구현했다면 프로그램의 퀄리티가 더 높아질 것인데 퀄리티에 대한 부분이 아쉽습니다.

-발표 후 Comments★

아래 사진의 Reasning에 대한 질문 (6페이지 아래쪽 별표)

(y좌표, x좌표)로 격자를 표현할 때

(2, 1)이 ?에서 S로 변경된다면(격자 방문, Agent의 위치)

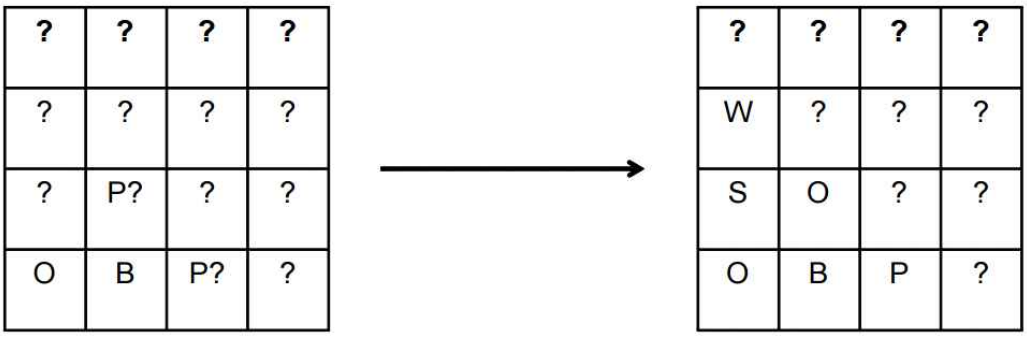
(2, 2)P?->O가 됨으로써 (3, 1), (1, 3)이 각각 W, P로 확정됩니다

수업에서는 이를 KB에서 Unit Resolution의 방식으로 추론했는데

이는 복잡도가 너무 커집니다

따라서 이 부분만 떨어뜨려서 Agent가 새로 방문한 격자가 Stench일 때,

```
if Percept[0] == 'Stench' :
주변 노드의 state history가 P?라면
for i in [현재위치의 상하좌우노드들]:
        if explore[i] == ' P?' :
                explore[i] = ' O ' #O롤 업데이트해주고
                #그 주변의 격자들이 S 나 B라면 주변에 따라 W, P 확정
                for j in [i의 상하좌우노드들]:
                        if explore[j] == ' S ' or explore[j] == ' B '
                                주변에 따라 W, P 확정
```



위를 통해 (W, P를 확정함으로써) 얻을 수 있는 이득은 나중에 안전한 곳이 모두 탐색되고, W, W?순으로 화살을 쏠 때, 화살이 없어 W?, P?로 죽으러 갈 때 얻을 수 있습니다.

- W가 확정된다면 화살을 낭비하지 않고

-W,P가 확정된다면 W?P?로 정보를 얻으면서 죽으러 갈 때, 다른 위치의 정보를 얻을 수 있으므로 정보가 유의미할 것입니다.

● 위예제를 World로 하여 데모로 따로 실행한 영상도 github에 같이 올려두었습니다

#참고문헌 및 자료: 인공지능 수업ppt자료

코드 및 실행 파일 github 주소: