Pranav H

BL.EN.U4AIE21105

- Lab - 3

1. Write a simple python code to model the Frozen Lake (FL) environment using python Dictionary data structure.

```
def is_end_state(state):
    return state[:2] in holes or state[:2] == goal

orientations = [0, 1, 2, 3]
states = [(i, j, o) for i in range(4) for j in range(4) for o in
orientations]
actions = [-1, 0, 1]
directions = [(0, -1), (1, 0), (0, 1), (-1, 0)]
holes = [(1, 1), (2, 1), (2, 2), (3, 0)]
goal = (3, 3)

transition_probability = {}
for state in states:
    transition_probability[state] = {}
    for action in actions:
        transition_probability[state][action] = []
        for offset in [-1, 0, 1]:
            next_orientation = (state[2] + offset) % 4
            direction = directions[next_orientation]
            next_position = (state[0] + direction[0], state[1] +
direction[1])
            next_position = (max(0, min(next_position[0], 3)), max(0,
min(next_position[1], 3)))
            next_state = (next_position[0], next_position[1],
next_orientation)
            reward = 1.0 if next_state[:2] == goal else 0.0
            end_state = is_end_state(next_state)
            transition_probability[state][action].append((1/3,
next_state, reward, end_state))

for state, actions in transition_probability.items():
    print(state, actions)

(0, 0, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 0, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
0, 1), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 0, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
0, 1), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 0, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
0, 1), 0.0, False)]}
(0, 0, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 0, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
```

```
1, 2), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 0, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
1, 2), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 0, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
1, 2), 0.0, False)]}
(0, 0, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 0, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 1, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
0, 3), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 0, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 1, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
0, 3), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 0, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 1, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
0, 3), 0.0, False)]}
(0, 0, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 1, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 0, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
0, 0), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 1, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 0, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
0, 0), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 1, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 0, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
0, 0), 0.0, False)]}
(0, 1, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 1, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
1, 1), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 1, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
1, 1), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 1, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
1, 1), 0.0, True)]}
(0, 1, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 1, 1), 0.0, True), (0.3333333333333333, (0,
2, 2), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 1, 1), 0.0, True), (0.3333333333333333, (0,
2, 2), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 1, 1), 0.0, True), (0.3333333333333333, (0,
2, 2), 0.0, False)]}
(0, 1, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 1, 1), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (0, 2, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
1, 3), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 1, 1), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (0, 2, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
1, 3), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 1, 1), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (0, 2, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
1, 3), 0.0, False)]}
(0, 1, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 2, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 1, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
0, 0), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 2, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 1, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
0, 0), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 2, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 1, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
0, 0), 0.0, False)]}
(0, 2, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 2, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 1, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
```

```
2, 1), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 2, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 1, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
2, 1), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 2, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 1, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
2, 1), 0.0, False)]}
(0, 2, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 1, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 2, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
3, 2), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 1, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 2, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
3, 2), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 1, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 2, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
3, 2), 0.0, False)]}
(0, 2, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 2, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
2, 3), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 2, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
2, 3), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 2, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
2, 3), 0.0, False)]}
(0, 2, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 2, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
1, 0), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 2, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
1, 0), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 2, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
1, 0), 0.0, False)]}
(0, 3, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 3, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 2, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
3, 1), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 3, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 2, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
3, 1), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 3, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 2, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
3, 1), 0.0, False)]}
(0, 3, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 2, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 3, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
3, 2), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 2, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 3, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
3, 2), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 2, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 3, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
3, 2), 0.0, False)]}
(0, 3, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 3, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
3, 3), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 3, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
3, 3), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 3, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
3, 3), 0.0, False)]}
(0, 3, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 3, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
```

```
2, 0), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 3, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
2, 0), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 3, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
2, 0), 0.0, False)]}
(1, 0, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 0, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
0, 1), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 0, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
0, 1), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 0, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
0, 1), 0.0, False)]}
(1, 0, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 0, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
1, 2), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 0, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
1, 2), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 0, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
1, 2), 0.0, True)]}
(1, 0, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 0, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 1, 2), 0.0, True), (0.3333333333333333, (0,
0, 3), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 0, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 1, 2), 0.0, True), (0.3333333333333333, (0,
0, 3), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 0, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 1, 2), 0.0, True), (0.3333333333333333, (0,
0, 3), 0.0, False)]}
(1, 0, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 1, 2), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (0, 0, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
0, 0), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 1, 2), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (0, 0, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
0, 0), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 1, 2), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (0, 0, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
0, 0), 0.0, False)]}
(1, 1, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 1, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
1, 1), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 1, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
1, 1), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 1, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
1, 1), 0.0, True)]}
(1, 1, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 1, 1), 0.0, True), (0.3333333333333333, (1,
2, 2), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 1, 1), 0.0, True), (0.3333333333333333, (1,
2, 2), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 1, 1), 0.0, True), (0.3333333333333333, (1,
2, 2), 0.0, False)]}
(1, 1, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 1, 1), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (1, 2, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
```

```
1, 3), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 1, 1), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (1, 2, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
1, 3), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 1, 1), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (1, 2, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
1, 3), 0.0, False)]}
(1, 1, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 2, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 1, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
0, 0), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 2, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 1, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
0, 0), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 2, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 1, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
0, 0), 0.0, False)]}
(1, 2, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 2, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 1, 0), 0.0, True), (0.3333333333333333, (2,
2, 1), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 2, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 1, 0), 0.0, True), (0.3333333333333333, (2,
2, 1), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 2, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 1, 0), 0.0, True), (0.3333333333333333, (2,
2, 1), 0.0, True)]}
(1, 2, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 1, 0), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 2, 1), 0.0, True), (0.3333333333333333, (1,
3, 2), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 1, 0), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 2, 1), 0.0, True), (0.3333333333333333, (1,
3, 2), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 1, 0), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 2, 1), 0.0, True), (0.3333333333333333, (1,
3, 2), 0.0, False)]}
(1, 2, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 2, 1), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (1, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
2, 3), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 2, 1), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (1, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
2, 3), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 2, 1), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (1, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
2, 3), 0.0, False)]}
(1, 2, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 2, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
1, 0), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 2, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
1, 0), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 2, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
1, 0), 0.0, True)]}
(1, 3, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (0, 3, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 2, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
3, 1), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (0, 3, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 2, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
3, 1), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (0, 3, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 2, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
3, 1), 0.0, False)]}
(1, 3, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 2, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 3, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
```

```
3, 2), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 2, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 3, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
3, 2), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 2, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 3, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
3, 2), 0.0, False)]}
(1, 3, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 3, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
3, 3), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 3, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
3, 3), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 3, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (0,
3, 3), 0.0, False)]}
(1, 3, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 3, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
2, 0), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 3, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
2, 0), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (0, 3, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
2, 0), 0.0, False)]}
(2, 0, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 0, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
0, 1), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 0, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
0, 1), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 0, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
0, 1), 0.0, True)]}
(2, 0, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 0, 1), 0.0, True), (0.3333333333333333, (2,
1, 2), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 0, 1), 0.0, True), (0.3333333333333333, (2,
1, 2), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 0, 1), 0.0, True), (0.3333333333333333, (2,
1, 2), 0.0, True)]}
(2, 0, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 0, 1), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 1, 2), 0.0, True), (0.3333333333333333, (1,
0, 3), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 0, 1), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 1, 2), 0.0, True), (0.3333333333333333, (1,
0, 3), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 0, 1), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 1, 2), 0.0, True), (0.3333333333333333, (1,
0, 3), 0.0, False)]}
(2, 0, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 1, 2), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (1, 0, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
0, 0), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 1, 2), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (1, 0, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
0, 0), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 1, 2), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (1, 0, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
0, 0), 0.0, False)]}
(2, 1, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 1, 3), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
```

```
1, 1), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 1, 3), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
1, 1), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 1, 3), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 0, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
1, 1), 0.0, False)]}
(2, 1, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 1, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
2, 2), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 1, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
2, 2), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 0, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 1, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
2, 2), 0.0, True)]}
(2, 1, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 1, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 2, 2), 0.0, True), (0.3333333333333333, (1,
1, 3), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 1, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 2, 2), 0.0, True), (0.3333333333333333, (1,
1, 3), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 1, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 2, 2), 0.0, True), (0.3333333333333333, (1,
1, 3), 0.0, True)]}
(2, 1, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 2, 2), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (1, 1, 3), 0.0, True), (0.3333333333333333, (2,
0, 0), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 2, 2), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (1, 1, 3), 0.0, True), (0.3333333333333333, (2,
0, 0), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 2, 2), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (1, 1, 3), 0.0, True), (0.3333333333333333, (2,
0, 0), 0.0, False)]}
(2, 2, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 2, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 1, 0), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
2, 1), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 2, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 1, 0), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
2, 1), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 2, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 1, 0), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
2, 1), 0.0, False)]}
(2, 2, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 1, 0), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 2, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
3, 2), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 1, 0), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 2, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
3, 2), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 1, 0), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 2, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
3, 2), 0.0, False)]}
(2, 2, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 2, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
2, 3), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 2, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
2, 3), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 2, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
2, 3), 0.0, False)]}
(2, 2, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 2, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
```

```
1, 0), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 2, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
1, 0), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 2, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
1, 0), 0.0, True)]}
(2, 3, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (1, 3, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 2, 0), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
3, 1), 1.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (1, 3, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 2, 0), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
3, 1), 1.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (1, 3, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 2, 0), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
3, 1), 1.0, True)]}
(2, 3, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 2, 0), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 3, 1), 1.0, True), (0.3333333333333333, (2,
3, 2), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 2, 0), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 3, 1), 1.0, True), (0.3333333333333333, (2,
3, 2), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 2, 0), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 3, 1), 1.0, True), (0.3333333333333333, (2,
3, 2), 0.0, False)]}
(2, 3, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 3, 1), 1.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
3, 3), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 3, 1), 1.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
3, 3), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 3, 1), 1.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 3, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (1,
3, 3), 0.0, False)]}
(2, 3, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 3, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
2, 0), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 3, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
2, 0), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 3, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (1, 3, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
2, 0), 0.0, True)]}
(3, 0, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 0, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 0, 0), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
0, 1), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 0, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 0, 0), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
0, 1), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 0, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 0, 0), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
0, 1), 0.0, True)]}
(3, 0, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 0, 0), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 0, 1), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
1, 2), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 0, 0), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 0, 1), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
1, 2), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 0, 0), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 0, 1), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
1, 2), 0.0, False)]}
(3, 0, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 0, 1), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 1, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
```

```
0, 3), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 0, 1), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 1, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
0, 3), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 0, 1), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 1, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
0, 3), 0.0, False)]}
(3, 0, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 1, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 0, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
0, 0), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 1, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 0, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
0, 0), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 1, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 0, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
0, 0), 0.0, True)]}
(3, 1, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 1, 3), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 0, 0), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
1, 1), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 1, 3), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 0, 0), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
1, 1), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 1, 3), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 0, 0), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
1, 1), 0.0, False)]}
(3, 1, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 0, 0), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 1, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
2, 2), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 0, 0), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 1, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
2, 2), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 0, 0), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 1, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
2, 2), 0.0, False)]}
(3, 1, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 1, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 2, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
1, 3), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 1, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 2, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
1, 3), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 1, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 2, 2), 0.0, False), (0.3333333333333333, (2,
1, 3), 0.0, True)]}
(3, 1, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 2, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 1, 3), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
0, 0), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 2, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 1, 3), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
0, 0), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 2, 2), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (2, 1, 3), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
0, 0), 0.0, True)]}
(3, 2, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 2, 3), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 1, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
2, 1), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 2, 3), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 1, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
2, 1), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 2, 3), 0.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 1, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
2, 1), 0.0, False)]}
(3, 2, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 1, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 2, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
```

```
3, 2), 1.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 1, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 2, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
3, 2), 1.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 1, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 2, 1), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
3, 2), 1.0, True)]}
(3, 2, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 2, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 3, 2), 1.0, True), (0.3333333333333333, (2,
2, 3), 0.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 2, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 3, 2), 1.0, True), (0.3333333333333333, (2,
2, 3), 0.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 2, 1), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 3, 2), 1.0, True), (0.3333333333333333, (2,
2, 3), 0.0, True)]}
(3, 2, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 3, 2), 1.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 2, 3), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
1, 0), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 3, 2), 1.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 2, 3), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
1, 0), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 3, 2), 1.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 2, 3), 0.0, True), (0.3333333333333333, (3,
1, 0), 0.0, False)]}
(3, 3, 0) {-1: [(0.3333333333333333, (2, 3, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 2, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
3, 1), 1.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (2, 3, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 2, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
3, 1), 1.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (2, 3, 3), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 2, 0), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
3, 1), 1.0, True)]}
(3, 3, 1) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 2, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 3, 1), 1.0, True), (0.3333333333333333, (3,
3, 2), 1.0, True)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 2, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 3, 1), 1.0, True), (0.3333333333333333, (3,
3, 2), 1.0, True)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 2, 0), 0.0, False),
(0.3333333333333333, (3, 3, 1), 1.0, True), (0.3333333333333333, (3,
3, 2), 1.0, True)]}
(3, 3, 2) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 3, 1), 1.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 3, 2), 1.0, True), (0.3333333333333333, (2,
3, 3), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 3, 1), 1.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 3, 2), 1.0, True), (0.3333333333333333, (2,
3, 3), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 3, 1), 1.0, True),
(0.3333333333333333, (3, 3, 2), 1.0, True), (0.3333333333333333, (2,
3, 3), 0.0, False)]}
(3, 3, 3) {-1: [(0.3333333333333333, (3, 3, 2), 1.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 3, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
2, 0), 0.0, False)], 0: [(0.3333333333333333, (3, 3, 2), 1.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 3, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
2, 0), 0.0, False)], 1: [(0.3333333333333333, (3, 3, 2), 1.0, True),
(0.3333333333333333, (2, 3, 3), 0.0, False), (0.3333333333333333, (3,
2, 0), 0.0, False)]}
```

1. Write a simple python code to model the Walk Three environment using python Dictionary data structure.

- Deterministie environment
- 3 non-terminal states, 2 termmal states
- Only reward is at the right-most cell in the walk
- Episodic environment, the agent terminates at the left- or right-most cell
- Agent starts in state 2 (middle of the walk) T-1-2-3-T
- Actions left (0) or right (1 )

```
def is_end(state):
    return state in [0, 4]

states = [0, 1, 2, 3, 4]
actions = [0, 1]

transition_probability = {}
for state in states:
    transition_probability[state] = {}
    for action in actions:
        next_state = state + 1 if action == 1 and state != 4 else
state - 1
        next_state = max(0, min(next_state, 4))
        reward = 1.0 if next_state == 4 and state != next_state else
0.0
        end_state = is_end(next_state)
        transition_probability[state][action] = (next_state, reward,
1.0, end_state)

for state, actions in transition_probability.items():
    print(state, actions)

0 {0: (0, 0.0, 1.0, True), 1: (1, 0.0, 1.0, False)}
1 {0: (0, 0.0, 1.0, True), 1: (2, 0.0, 1.0, False)}
2 {0: (1, 0.0, 1.0, False), 1: (3, 0.0, 1.0, False)}
3 {0: (2, 0.0, 1.0, False), 1: (4, 1.0, 1.0, True)}
4 {0: (3, 0.0, 1.0, False), 1: (3, 0.0, 1.0, False)}
```