

Lecture #15. 인공지능(행동트리)

2D 게임 프로그래밍

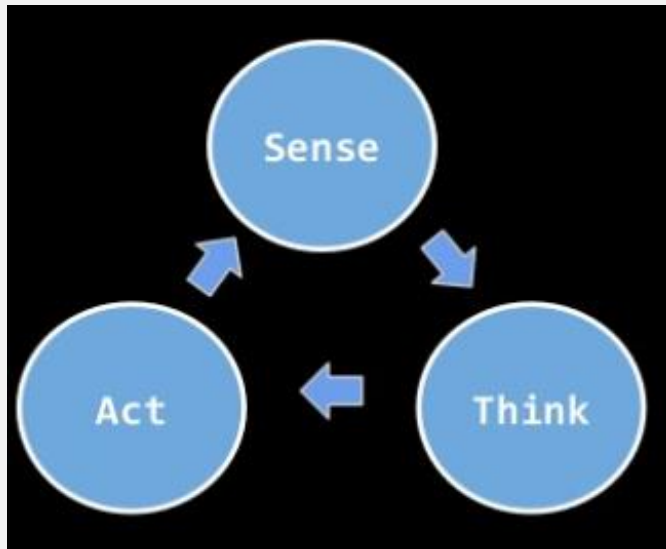
이대현 교수



한국공학대학교
TECH UNIVERSITY OF KOREA

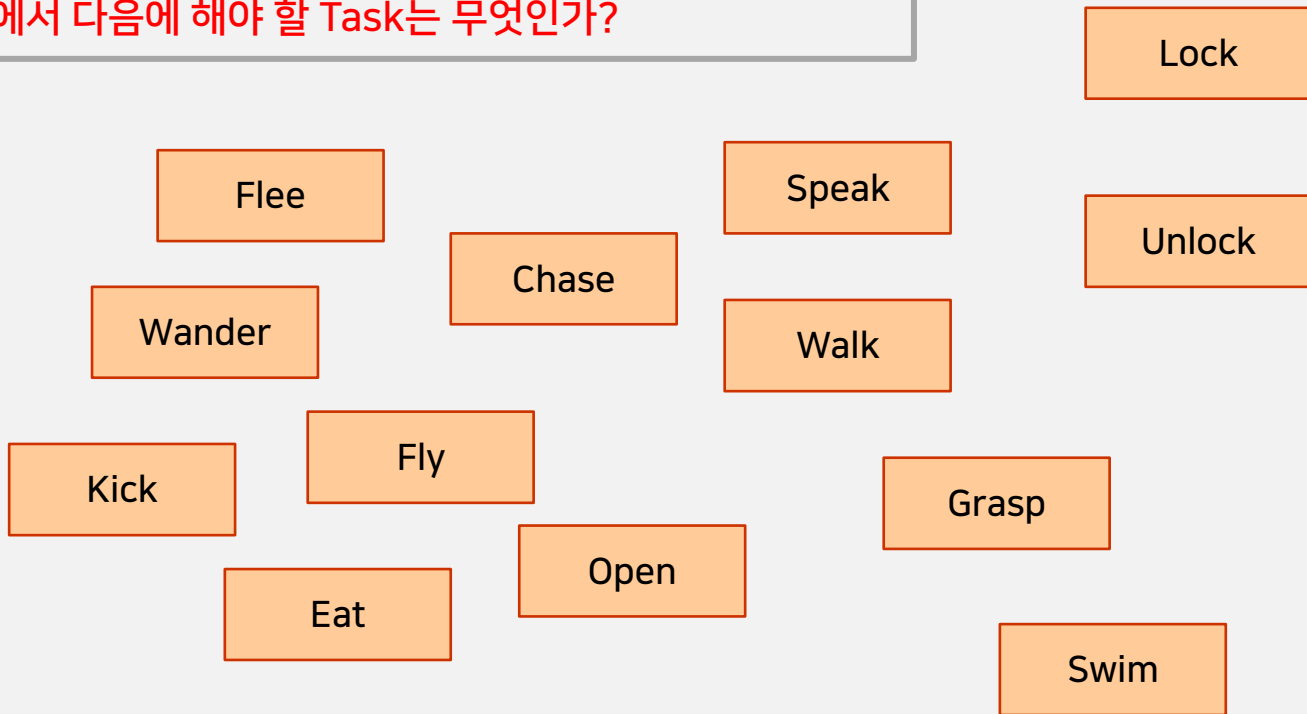
게임 인공지능

- 게임 객체는 주변의 상황을 인식(Sense)
- 인식된 결과를 바탕으로 행동을 결정(Think)
- 실제로 행동을 수행함(Act)



Key Problems

Agent가 수행할 수 있는 수많은 Task들이 있을 때, Agent의 AI 를 구현하기 위해 Task들을 어떤 순서로 실행할 것인가?
현 상황에서 다음에 해야 할 Task는 무엇인가?

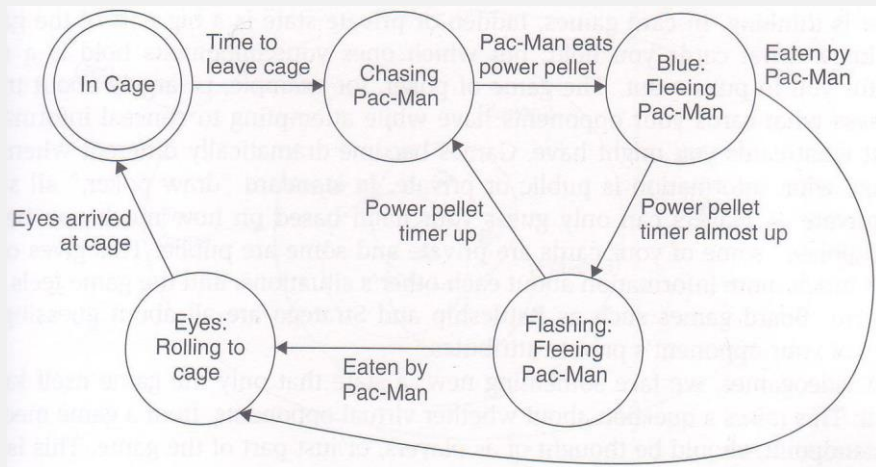


의사 결정의 구현을 어떻게?

- 로직을 하드 코딩할 수도 있음.
 - 게임에 종속됨.
 - 동일한 코드를 여기저기 복사해서 쓰게 됨.
- NPC의 의사 결정을 좀 더 구조적으로 할 수 있는 방법이 필요.

FSM – 가장 전통적인 게임 AI 구현 방식

- 시스템의 변화를 모델링하는 다이어그램.
- 사건이나 시간에 따라 시스템 내의 객체들이 자신의 상태(state)를 바꾸는 과정을 모델링함.
- 상태의 개수가 늘어남에 따라, 와이어링(이벤트의 변화 추적)이 복잡해짐.
- 정확히 상태를 분리해서, 추출하는 것이 어려움.
- HFSM(Hierarchical FSM)이 실전에서는 사용됨.



Behavior Tree

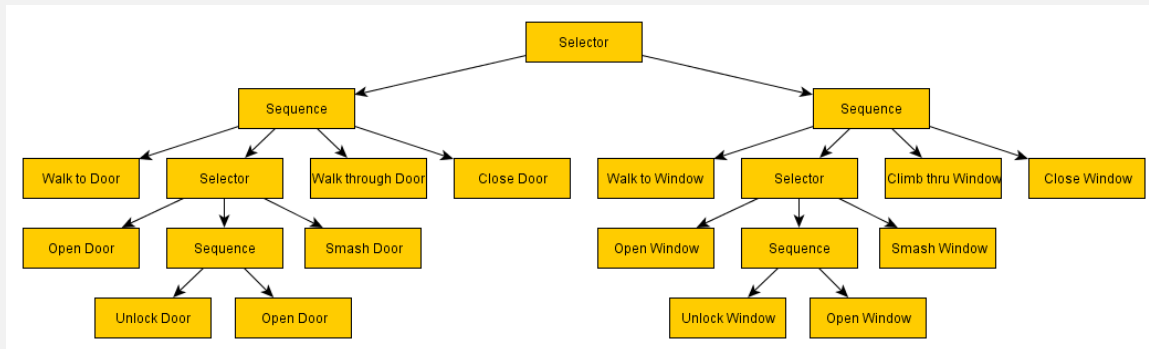
- 객체의 인공지능행동을 트리 구조로 구현한 것.
- FSM 방식 – 상태와 이벤트에 따라서, 다음 상태를 결정
- BT 방식 – Goal 을 달성하기 위한 Task들을 구성. 재사용이 쉽고 직관적임.
- HALO 에서 사용된 후, 기본 구조가 공개됨.
- GTA 등에서도 사용



기본 구조

■ 트리 구조

- 말 그대로, 객체의 행위들을 tree 구조로 연결하여 나타냄.
- 매 프레임마다 tree 구조가 실행됨.
 - Root node 부터 시작해서, 아래로 실행되어 나감.
- node는 상태를 반환함.
 - SUCCESS, FAIL, RUNNING
- Node가 자식 노드가 있으면, 자식 노드들을 실행하고, 그 결과를 종합하여 노드의 최종 상태를 결정함.



Leaf Node

- 단위 작업을 수행하는 노드로써, Action 또는 Condition 처리.
- Action
 - 어떤 일을 수행함.
 - 이동, 공격 등등
 - 목적을 달성하기 위해서 "매 프레임마다 해야 할 일"을 담음.
 - 수행 결과는 세 종류 : SUCCESS, FAIL, RUNNING(Task의 수행이 진행 중임. SUCCESS/FAIL 판단 유보)
- Condition
 - 여러가지 주변 상황, 상태등을 검사함.
 - 주인공과의 거리, 장애물 상태, 아이템 속성 등등
 - 조건 검사 결과, SUCCESS 또는 FAIL을 return함.

Eat
Action

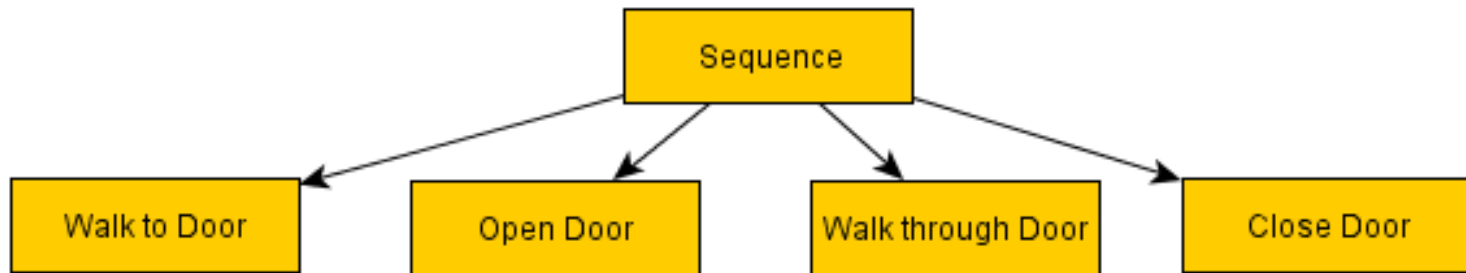
Sleep
Action

Enemy near?
Condition

Is it daytime?
Condition

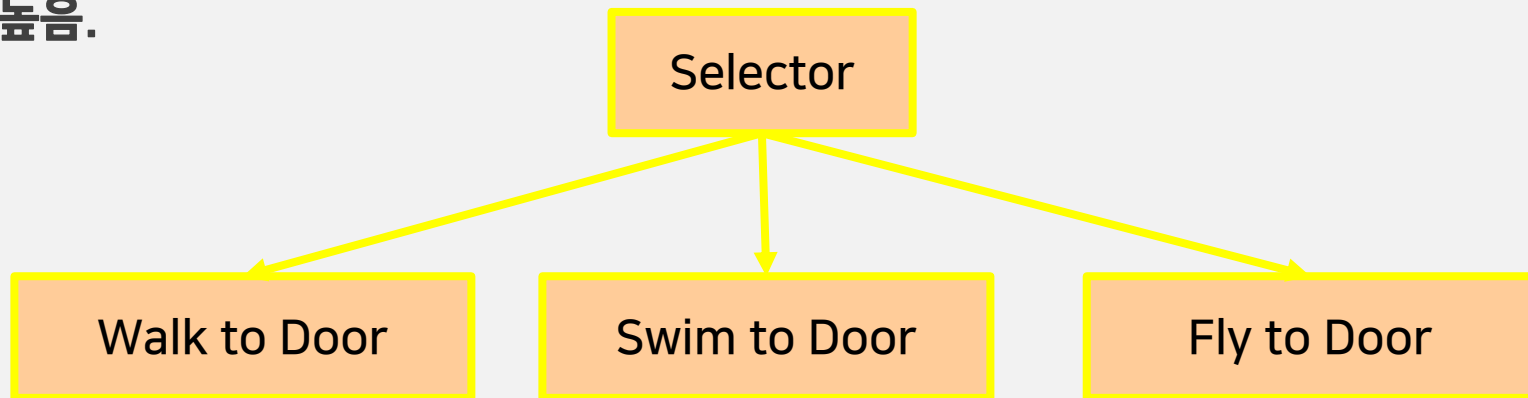
Sequence Node

- 실행은, 맨 왼쪽 자식 노드부터 오른쪽으로 진행하면서 실행됨.
- 모든 자식 노드가 다 SUCCESS 되면, 노드도 성공
- 여러 개의 작업이 모두 다 차근 차근 진행되어야 하는 경우 - AND 조건
- 하나라도 FAIL 되면, 실행 중단. Sequence Node 도 FAIL
- 실행 결과, 처음으로 RUNNING이 나오면, 자식 노드의 위치를 기록함. 결과는 RUNNING임.
- 어떤 목표를 달성하기 위해 수행해야 하는 Task 들을 차례로 모두 완수해야 하는 경우에 사용 됨.

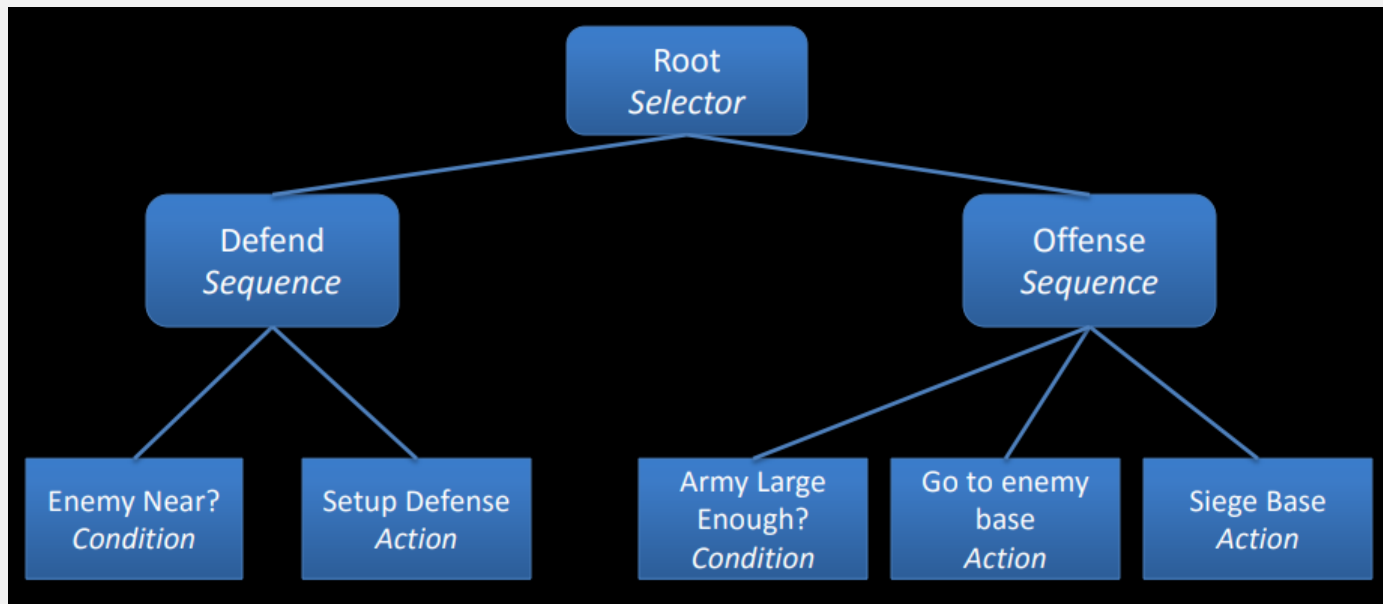


Selector Node

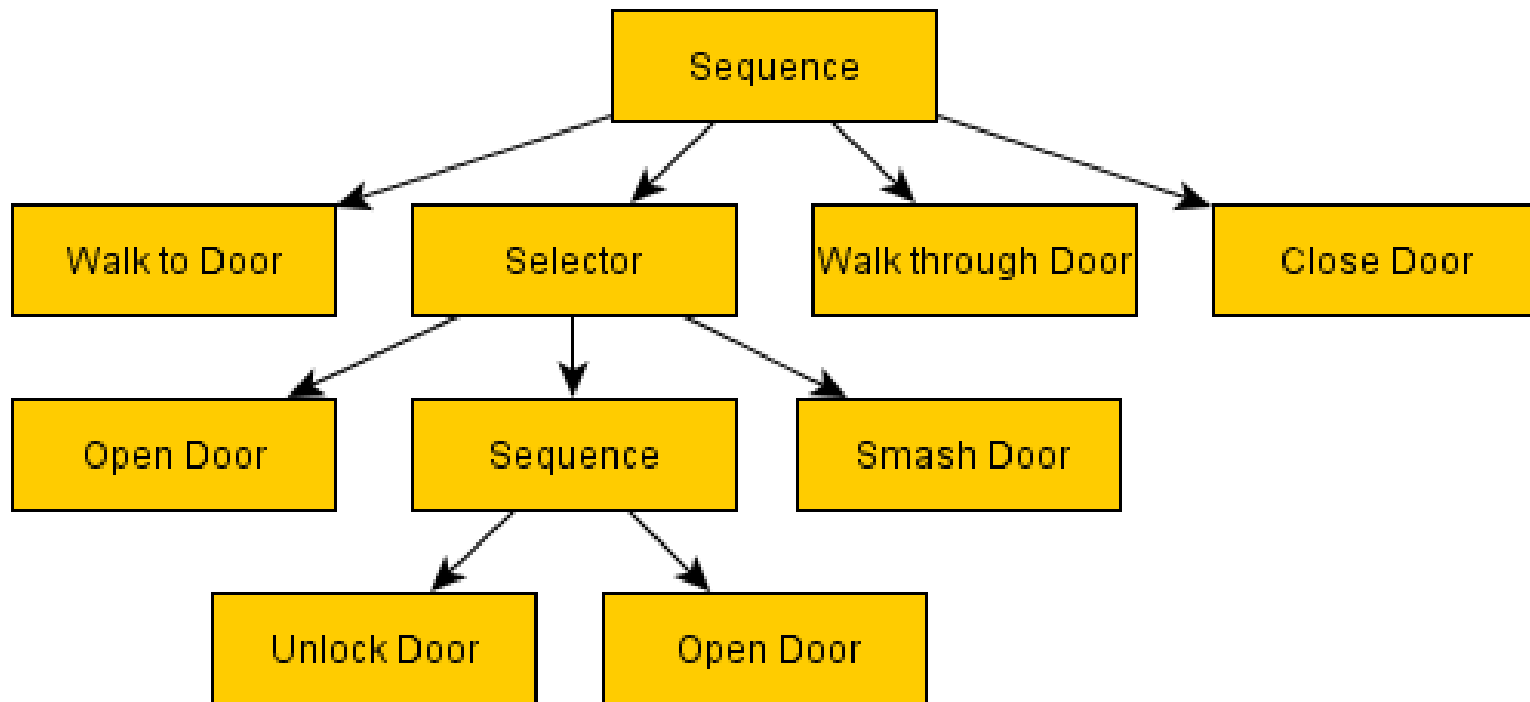
- 자식 노드 중, 하나만 성공하면 성공
- 여러 개의 작업 중, 하나를 선택하는 개념 - OR
- 실행은, 맨 왼쪽 자식 노드부터 오른쪽으로 진행하면서 실행됨.
- 실행 결과 처음으로 SUCCESS, 또는 RUNNING이 나오면 더 이상 진행되지 않으며, 노드의 결과는 SUCCESS 또는 RUNNING 이 됨.
- 모든 자식 노드가 다 FAIL이면, 노드의 결과도 FAIL임.
- 작업에 우선 순위를 부여할 때 사용됨. 즉, 왼쪽에 있는 노드가, 오른쪽에 있는 노드보다 우선 순위가 높음.



BT 예제 #1

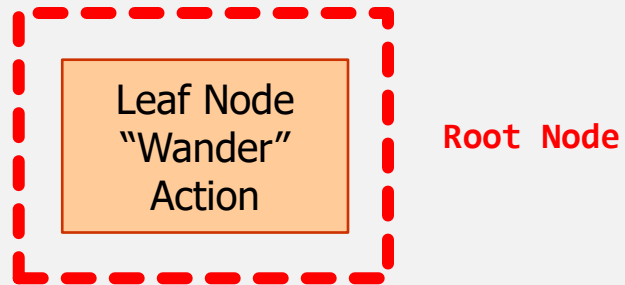


BT 예제 #2





Wander BT 배치

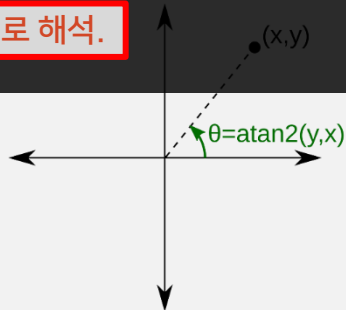




```
def wander(self):
    self.speed = RUN_SPEED_PPS
    self.timer -= game_framework.frame_time
    if self.timer <= 0:
        self.timer = 1.0
        self.dir = random.random() * 2 * math.pi
        return BehaviorTree.SUCCESS
    else:
        return BehaviorTree.RUNNING
```

1초마다, 방향을 랜덤하게 바꿔야 함.

dir 을 radian 으로 해석.





```
def build_behavior_tree(self):  
    wander_node = LeafNode("Wander", self.wander)  
  
    self.bt = BehaviorTree(wander_node)
```

wander_node를 생성

self.wander 함수를 연결

wander_node를 BT의 root node로 지정.



```
def update(self):  
    self.bt.run()  
    self.frame = (self.frame +  
        FRAMES_PER_ACTION * ACTION_PER_TIME * game_framework.frame_time) % FRAMES_PER_ACTION  
    self.x += self.speed * math.cos(self.dir) * game_framework.frame_time  
    self.y += self.speed * math.sin(self.dir) * game_framework.frame_time  
    self.x = clamp(50, self.x, 1280 - 50)  
    self.y = clamp(50, self.y, 1024 - 50)
```

좀비의 업데이트는 BT를 통해 진행됨.

매 프레임마다 BT를 실행함.

따라서, BT의 노드는 매 프레임마다 실행될
내용이 들어가야 함.

BehaviorTree

```
class BehaviorTree:
    FAIL, RUNNING, SUCCESS = -1, 0, 1

    def __init__(self, root_node):
        self.root = root_node

    def run(self):
        self.root.run()
```

BehaviorTree.py (1)

```
class Node:

    def add_child(self, child):
        self.children.append(child)

    def add_children(self, *children):
        for child in children:
            self.children.append(child)
```

BehaviorTree.py (2)

```
class LeafNode(Node):  
  
    def __init__(self, name, func):  
        self.name = name  
        self.func = func  
  
    def run(self):  
        return self.func()
```

BehaviorTree.py (3)

```
class SequenceNode(Node):
    def run(self):
        for pos in range(self.prev_running_pos, len(self.children)):
            result = self.children[pos].run()
            if BehaviorTree.RUNNING == result:
                self.prev_running_pos = pos
                return BehaviorTree.RUNNING
            elif BehaviorTree.FAIL == result:
                self.prev_running_pos = 0
                return BehaviorTree.FAIL
        self.prev_running_pos = 0
        return BehaviorTree.SUCCESS
```

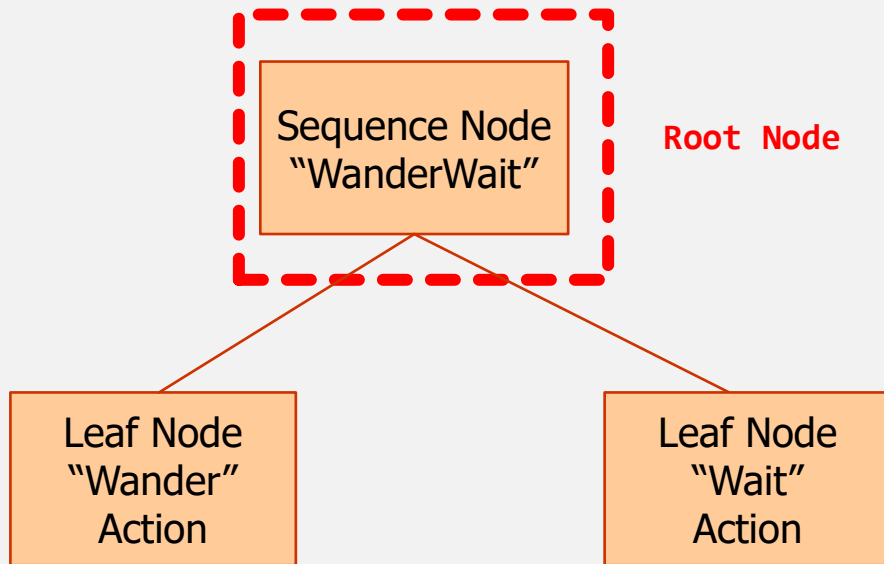
BehaviorTree.py (4)

```
class SelectorNode(Node):
    def run(self):
        for pos in range(self.prev_running_pos, len(self.children)):
            result = self.children[pos].run()
            if BehaviorTree.RUNNING == result:
                self.prev_running_pos = pos
                return BehaviorTree.RUNNING
            elif BehaviorTree.SUCCESS == result:
                self.prev_running_pos = 0
                return BehaviorTree.SUCCESS
        self.prev_running_pos = 0
        return BehaviorTree.FAIL
```



Wander and wait BT

배치 후 대기





```
def wait(self):
    self.speed = 0
    self.wait_timer -= game_framework.frame_time
    if self.wait_timer <= 0:
        self.wait_timer = 2.0
        return BehaviorTree.SUCCESS

    return BehaviorTree.RUNNING
```



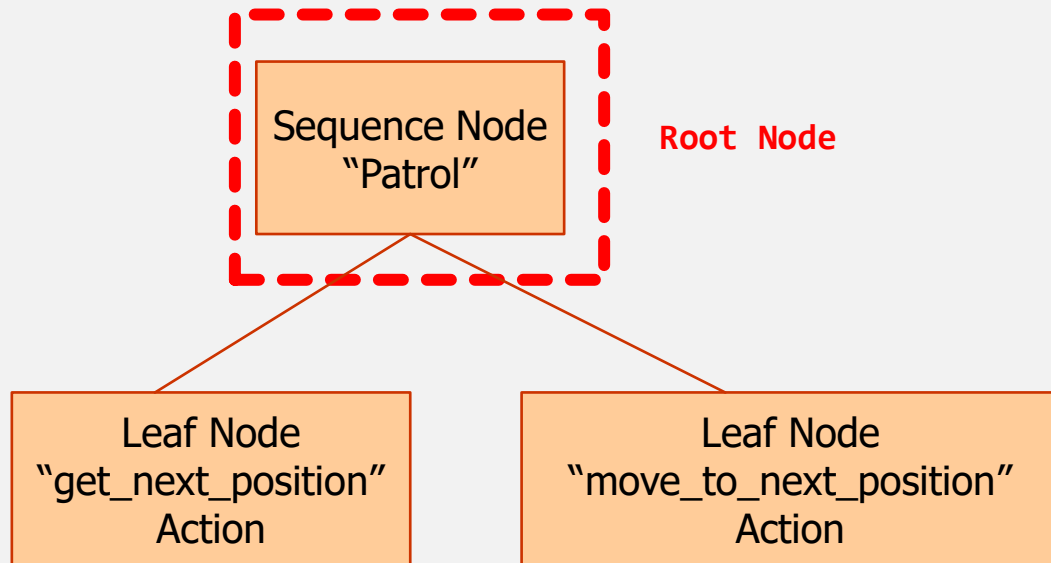
```
def build_behavior_tree(self):  
    wander_node = LeafNode('Wander', self.wander)  
    wait_node = LeafNode('Wait', self.wait)  
    wander_wait_node = SequenceNode('WanderWait')  
    wander_wait_node.add_children(wander_node, wait_node)  
  
    self.bt = BehaviorTree(wander_wait_node)
```



Patrol BT

순찰 준비







```
def prepare_patrol_points(self):
    # positions for origin at top, left
    positions = [(43, 750), (1118, 750), (1050, 530), (575, 220), (235, 33), (575, 220), (1050, 530), (1118, 750)]
    self.patrol_positions = []
    for p in positions:
        self.patrol_positions.append((p[0], 1024-p[1])) # convert for origin at bottom, left
```

순찰 위치 계산 및 초기화.

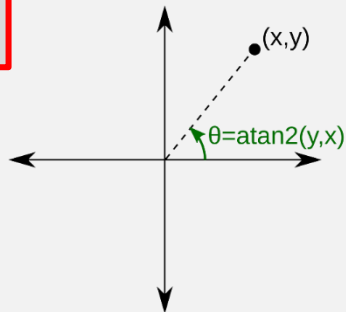


```
def __init__(self):
    self.prepare_patrol_points()
    self.patrol_order = 1
    self.x, self.y = self.patrol_positions[0]
    self.load_images()
    self.dir = random.random()*2*math.pi # random moving direction
    self.speed = 0
    self.timer = 1.0 # change direction every 1 sec when wandering
    self.wait_timer = 2.0
    self.frame = 0
    self.build_behavior_tree()
```



```
def get_next_position(self):  
    self.target_x, self.target_y =  
        self.patrol_positions[self.patrol_order % len(self.patrol_positions)]  
    self.patrol_order += 1  
    self.dir = math.atan2(self.target_y - self.y, self.target_x - self.x)  
    return BehaviorTree.SUCCESS
```

atan2를 이용하여,
각도 계산





```
def move_to_target(self):
    self.speed = RUN_SPEED_PPS

    distance = (self.target_x - self.x)**2 + (self.target_y - self.y)**2

    if distance < PIXEL_PER_METER**2:
        return BehaviorTree.SUCCESS
    else:
        return BehaviorTree.RUNNING
```

남은 거리 계산.

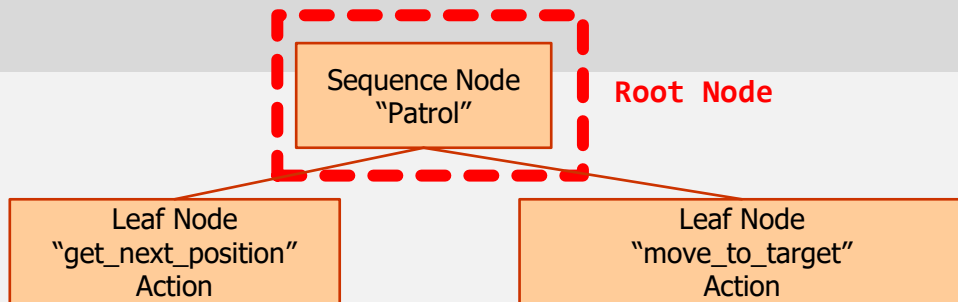
거의 근접했으면, SUCCESS,

아직 남았으면, 다음 프레임에서 계속
진행하도록 하기 위해서 RUNNING을
리턴



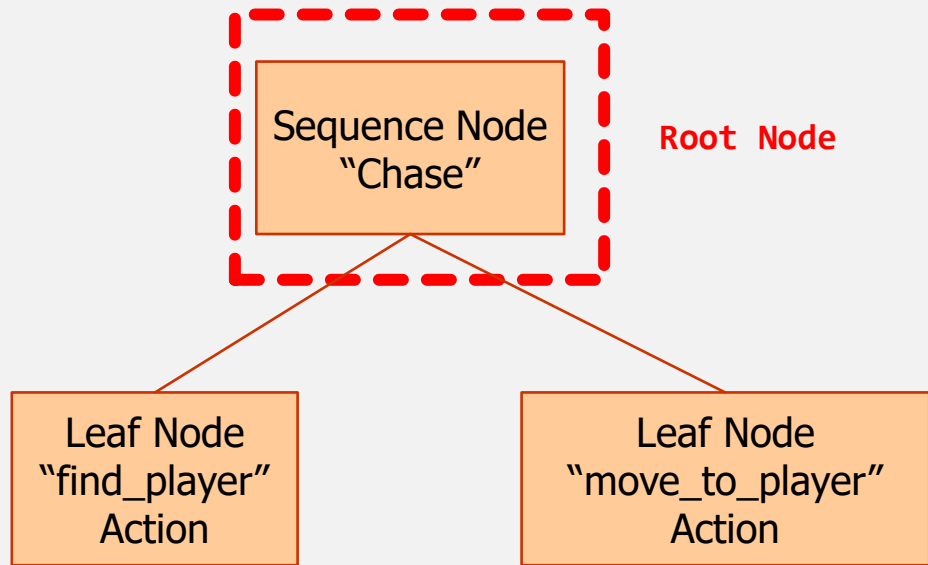
BT 구성

```
def build_behavior_tree(self):  
    get_next_position_node = LeafNode("Get Next Position", self.get_next_position)  
    move_to_target_node = LeafNode("Move to Target", self.move_to_target)  
    patrol_node = SequenceNode("Patrol")  
    patrol_node.add_children(get_next_position_node, move_to_target_node)  
    self.bt = BehaviorTree(patrol_node)
```





플레이어를 추적하는
좀비 AI



zombie.py – find_player



```
def find_player(self):
    distance = (server.boy.x - self.x)**2 + (server.boy.y - self.y)**2
    if distance < (PIXEL_PER_METER * 10)**2:
        return BehaviorTree.SUCCESS
    else:
        self.speed = 0
        return BehaviorTree.FAIL
```

zombie.py – move_to_player



```
def move_to_player(self):  
    self.speed = RUN_SPEED_PPS  
    self.dir = math.atan2(server.boy.y - self.y, server.boy.x - self.x)  
    return BehaviorTree.SUCCESS
```

zombie.py – behavior tree 구성

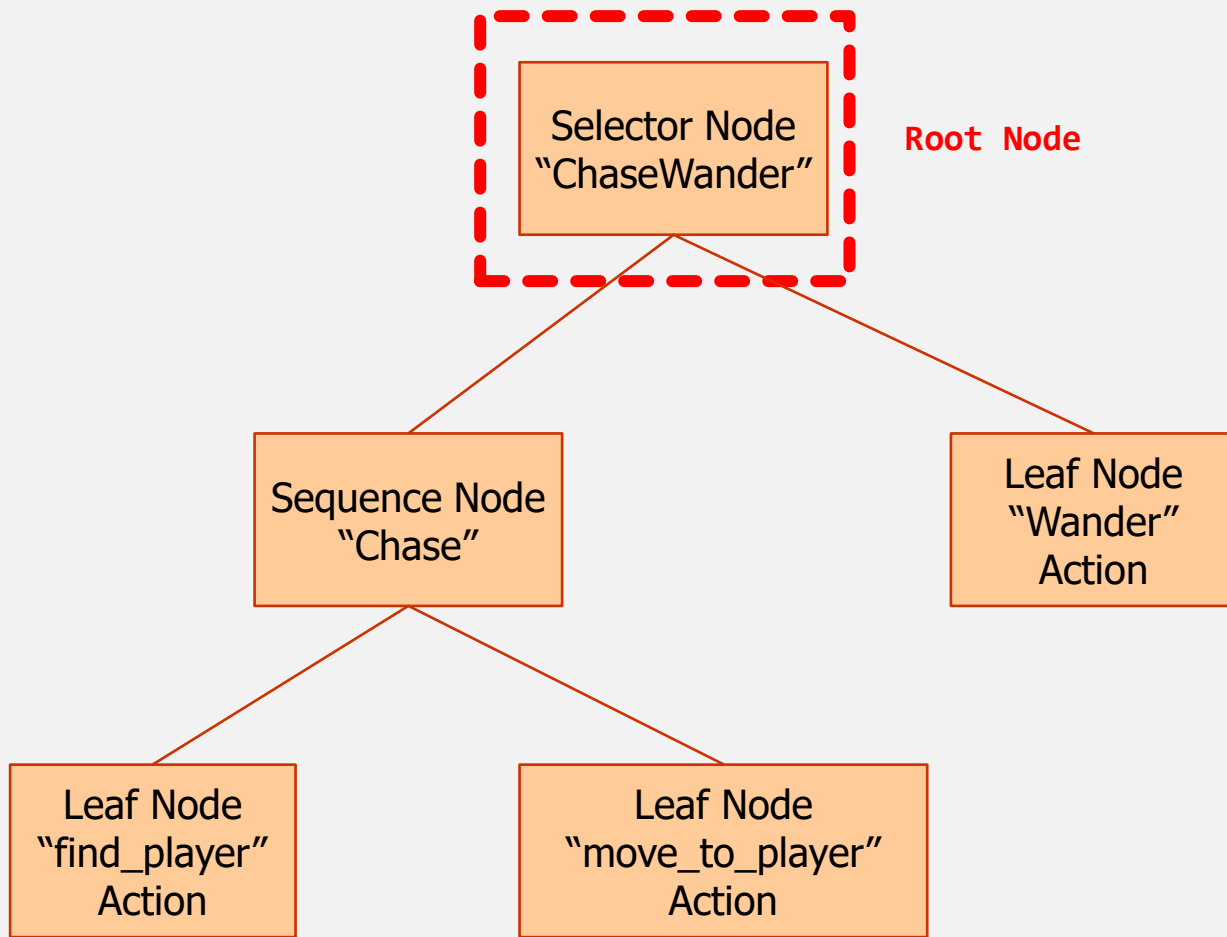


```
def build_behavior_tree(self):  
    find_player_node = LeafNode("Find Player", self.find_player)  
    move_to_player_node = LeafNode("Move to Player", self.move_to_player)  
    chase_node = SequenceNode("Chase")  
    chase_node.add_children(find_player_node, move_to_player_node)  
  
    self.bt = BehaviorTree(chase_node)
```



시뮬레이션

배치 및 추적하는
좀비 AI



zombie.py – behavior tree 구성



```
def build_behavior_tree(self):  
    wander_node = LeafNode("Wander", self.wander)  
    find_player_node = LeafNode("Find Player", self.find_player)  
    move_to_player_node = LeafNode("Move to Player", self.move_to_player)  
    chase_node = SequenceNode("Chase")  
    chase_node.add_children(find_player_node, move_to_player_node)  
    wander_chase_node = SelectorNode("WanderChase")  
    wander_chase_node.add_children(chase_node, wander_node)  
    self.bt = BehaviorTree(wander_chase_node)
```