

# IndoorGML을 활용한 강화학습기반 보행모델

## A Pedestrian Model Based on Reinforcement Learning Using IndoorGML

이재영\*, 전철민

Jaeyoung Lee, Chulmin Jun

서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정 (ljyda214@uos.ac.kr)

서울시립대학교 공간정보공학과 교수 (cmjun@uos.ac.kr)

### 요약

IndoorGML은 실내공간을 표현하는 표준데이터 형식으로 실내공간에 대한 형상과 다양한 정보를 표현하여, 실내공간정보를 활용하는 응용서비스 개발에 유용하게 활용된다. 강화학습 기반 보행모델은 보행자를 의미하는 에이전트가 실제 보행자와 유사하게 시각 이미지를 통해 보행의 방향과 속도를 결정한다. 본 연구에서는 에이전트가 획득하게 되는 시각 이미지를 IndoorGML을 통해 추출한다. 즉, IndoorGML이 묘사하는 대상 공간이 에이전트의 학습환경이 된다. IndoorGML의 셀공간을 구성하는 폴리곤의 기하로부터 바닥면과 벽면을 구분하고, 이를 다른 색상으로 가시화하여 에이전트가 공간의 구조를 인지하도록 강화학습 모델을 설계하였다.

### 1. 서론

실내 공간에서의 재실자 움직임 및 재난 상황에서의 대피를 묘사하기 위해 다양한 보행모델이 개발되었다. 대표적인 보행모델에는 보행자를 하나의 입자로 모델링하여 보행자에 작용하는 물리적인 힘을 계산하는 Social Force Model, Cellular automata의 움직임을 보행자에 적용한 Floor Field Model 등이 있다[1].

기존연구에서 제시한 강화학습 기반 보행모델은 보행자가 시각 이미지를 통해 상황을 인지하고, 보행의 방향과 속도를 스스로 결정한다. 이는 사람의 실제 보행 논리와 매우 유사하며, 기존 보행모델에서는 시도되지 않던 방식이다[2]. 강화학습 기반 보행모델은 시각 이미지를 기반으로 상황을 판단하기 때문에 실내공간에 대한 정확한 묘사가 이루어진 공간모델을 활용하여야 좋은 학습결과를 얻을 수 있다.

IndoorGML은 실내공간을 표현하는 표

준데이터 형식으로 실내공간에 대한 형상과 특성을 담고 있다. 특히 IndoorGML은 실내공간정보를 제한적으로 표현하는 기존의 데이터 형식들과는 다르게 실내공간의 특징을 충분하게 반영하고 있어 실내공간정보를 활용하는 응용서비스 개발에 많은 이점을 갖고 있다[3].

이에 본 연구에서는 기존의 학습공간보다 정확한 실내공간정보를 반영하는 IndoorGML을 학습공간으로 활용하여, 강화학습 기반 보행모델의 학습능력을 향상시키고자 하였다. IndoorGML을 학습공간으로 활용하기 위해서 보행모델의 공간 데이터로 변환하였고, 추가적으로 기존의 보행모델들의 문제점들을 보완하여 학습을 진행하였다.

### 2. 본론

본 연구에서는 앞에서 기술한 바와 같이 강화학습 기반 보행모델을 이용하였다.

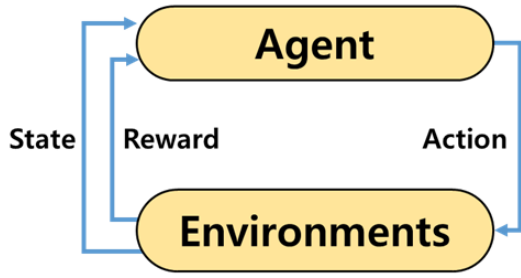


그림 1 강화학습의 구성요소 및 개념도

강화학습은 환경과 에이전트와의 상호 정보교환을 통하여 에이전트의 행동을 학습해 나가는 학습방법이다[4]. 강화학습은 그림 1과 같이 다섯 가지의 요소로 구성된다. 에이전트(Agent)는 주어진 환경에서 문제 상황을 해결하는 주체이며, 환경(Environments)은 에이전트가 활동하는 공간이다. 상태(State)는 에이전트가 습득하는 주변 환경에 대한 정보를 나타낸다. 행동(Action)은 에이전트가 수행하는 행위를 의미하며, 보상(Reward)은 에이전트의 행동에 대한 평가를 의미한다. 에이전트는 관찰을 통해 자신의 상태를 인식한 후, 인식한 상태를 바탕으로 자신의 행동을 선택하고 수행한다. 에이전트의 행동은 환경에 영향을 주어 환경을 변화시키고, 에이전트는 해당 행동에 대한 보상을 얻는다. 이와 같은 과정을 반복적으로 수행하면서 에이전트는 점차 보상의 합이 극대화되는 방향으로 자신의 행동을 학습한다. 이 때, 상황에 따라 에이전트의 행동을 결정하는 논리를 정책(Policy)이라 하며, 강화학습은 환경에 대한 최적의 정책을 탐색하는 과정이다.

본 연구에서 사용된 강화학습 기반 보행모델은 사람의 실제 보행 논리를 바탕으로 제작된 모델이다. 보행모델의 학습과정은 다음과 같다. 보행자를 의미하는 에이전트는 시각이미지를 통해 자신의 상태를 파악한다. 상태를 인지한 에이전트는 현 시점까지 학습된 정책에 따라 현 상태에 적합한 행동을 결정하여 수행하며, 해당 행동에 대한 보상을 받고 일련의 행동들에 대한 보상을 누적한다. 일련의 행동들에 대해 누적된 보상을 통해 정책을 개선한다. 보행모델 내 에이전트들은 해당

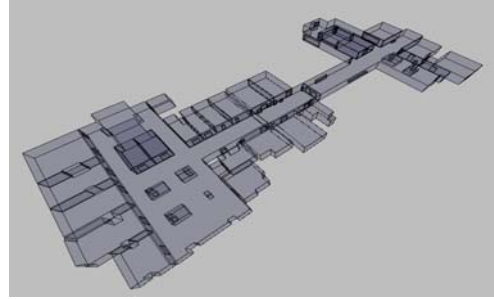
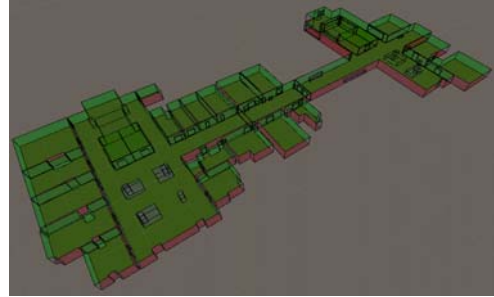


그림 2 IndoorGML



환경에서 목적지(출구)까지 이동하는 것을 목표로 움직인다.

### 3. 설계 및 구현

강화학습 기반 보행모델은 공간 데이터, 에이전트, 보상함수, 신경망으로 구성된다.

공간 데이터는 에이전트의 학습이 진행되는 환경으로, 본 연구에서는 IndoorGML을 활용하여 공간 데이터를 구성하였다. IndoorGML은 실내공간에서 하나의 공간을 CellSpace라는 단위로 표현한다. 각 공간이 개별적인 CellSpace로 표현되기 때문에 IndoorGML에서는 에이전트가 자신이 있는 공간에서 다른 공간으로 이동할 수 없다는 한계점이 존재하기 때문에, IndoorGML을 공간 데이터에 맞게 변환하여 사용하였으며 변환과정은 다음과 같다. 우선 에이전트의 이동을 고려해서 공간들이 연결되는 벽체 부분을 수정하여 공간간의 이동이 가능하도록 하였다. 다음으로 IndoorGML의 CellSpace를 구성하는 각각의 객체들에 대해 공간 데이터의 객체 속성(벽체, 바닥, 천장, 장애물)을 부여하였다.