

상수도관망 설계에의 강화학습 적용방안 연구

Reinforcement learning model for water distribution system design

김재현*, 정동휘**
Jaehyun Kim, Donghwi Jung

요 지

강화학습은 에이전트(agent)가 주어진 환경(environment)과의 상호작용을 통해서 상태(state)를 변화시켜가며 최대의 보상(reward)을 얻을 수 있도록 최적의 행동(action)을 학습하는 기계학습법을 의미한다. 최근 알파고와 같은 게임뿐만 아니라 자율주행 자동차, 로봇 제어 등 다양한 분야에서 널리 사용되고 있다. 상수도관망 분야의 경우에도 펌프 운영, 밸브 운영, 센서 최적 위치 선정 등 여러 문제에 적용되었으나, 설계에 강화학습을 적용한 연구는 없었다. 설계의 경우, 관망의 크기가 커짐에 따라 알고리즘의 탐색 공간의 크기가 증가하여 기존의 최적화 알고리즘을 이용하는 것에는 한계가 존재한다. 따라서 본 연구는 강화학습을 이용하여 상수도관망의 구성요소와 환경요인 간의 복잡한 상호작용을 고려하는 설계 방법론을 제안한다. 모델의 에이전트를 딥 강화학습(Deep Reinforcement Learning)으로 구성하여, 상태 및 행동 공간이 커 발생하는 고차원성 문제를 해결하였다. 또한, 해당 모델의 상태 및 보상으로 절점에서의 압력 및 수요량과 설계비용을 고려하여 적절한 수량과 수압의 용수 공급이 가능한 경제적인 관망을 설계하도록 하였다. 모델의 행동은 실제로 공학자가 설계하듯이 절점마다 하나씩 차례대로 다른 절점과의 연결 여부를 결정하는 것으로, 이를 통해 관망의 레이아웃(layout)과 관경을 결정한다. 본 연구에서 제안한 방법론을 규모가 큰 그리드 네트워크에 적용하여 모델을 검증하였으며, 고려해야 할 변수의 개수가 많음에도 불구하고 목적에 부합하는 관망을 설계할 수 있었다. 모델 학습과정 동안 에피소드의 평균 길이와 보상의 크기 등의 변화를 비교하여, 제안한 모델의 학습 능력을 평가 및 보완하였다. 향후 강화학습 모델을 통해 신뢰성(reliability) 또는 탄력성(resilience)과 같은 시스템의 성능까지 고려한 설계가 가능할 것으로 기대한다.

핵심용어 : 상수도관망, 머신러닝, 강화학습, 설계

감사의 글

이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2021R1A5A1032433).

* 정회원 · 고려대학교 공과대학 건축사회환경공학과 석사과정 · E-mail : kenkim98@naver.com

** 정회원 · 고려대학교 공과대학 건축사회환경공학부 부교수 · E-mail : sunnyjung625@korea.ac.kr