

강화학습 기반 다중 교차로에 대한 적응형 신호제어 연구

윤동희, 김민지, 김선용

동서대학교

{ydh3323417ydh, kimminji030424}@gmail.com, sykim@dongseo.ac.kr

Reinforcement Learning-Based Adaptive Signal Control for Multi-intersection

Donghee Yun, Minji Kim, Sunyong Kim

Dongseo University

요약

대한민국의 차량 수가 늘어감에 따라 대기 오염, 교통 혼잡 등 다양한 문제가 발생하며 이로 인한 손실 비용이 67조원 규모로 발생하고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 다중 교차로 환경에서의 강화학습 기반 차량 신호 및 보행자 신호를 제어하는 알고리즘을 제안한다.

I. 서론

대한민국의 자동차 등록 대수가 2,500만 대를 초과함에 따라, 국민 중 1인당 약 1대의 자동차를 보유하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 자동차의 보급은 교통량 증가와 함께 교통 혼잡이라는 문제를 발생시키고 있다. 특히, 2018년 기준 교통 혼잡으로 인한 손실 비용이 67조 원에 달하는 것으로 추산되어, 이는 상당한 경제적 부담을 의미한다 [1]. 이와 같은 문제들을 해결하기 위한 정책 중 하나로 인공지능을 활용한 지능형교통체계(Intelligent Transport Systems, 이하 ITS)가 주목받고 있다 [2]. 본 논문은 두 개의 교차로 환경에서 적응형 신호제어에 강화학습 알고리즘을 적용하여 교통 혼잡 문제를 해결하고자 한다.

II. 본론

본 논문에서는 강화학습 알고리즘 중 하나인 Q-Learning 알고리즘에 기반한 알고리즘을 제안한다. Q-Learning 알고리즘은 각 상태에서 취할 수 있는 Action들과 그 결과로 얻을 수 있는 Reward의 예상 가치를 Q 함수에 저장하여 Agent가 학습하게 한다. Agent는 이 정보를 바탕으로 Reward를 최대화하는 Action을 선택한다. 이후 시행착오를 통해 지속적으로 Q 함수를 업데이트하며 최적의 정책을 학습한다.

본 논문에서 고려하는 교차로 환경은 그림 1과 같이 동서남북 4가지의 방향을 가진 교차로가 2개가 붙어 있는 형태이다. State는 각 시간대와 차량의 불편함이 가장 큰 방향, 보행자의 불편함이 제일 큰 방향으로 총 3가지로 선정하였다. Action은 왼쪽 교차로와 오른쪽 교차로 모두 동서남북 중 한 곳은 무조건 초록불이 점등되어 있도록 하였으며 초록불이 점등되어 있는 시간은 두 교차로 모두 일정하도록 설정하였다. 예시로는 그림 1

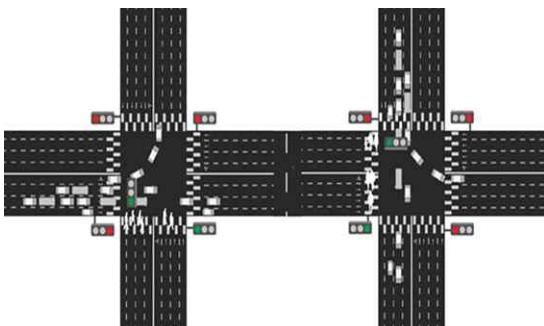


그림 1. 멀티 교차로 환경 및 Action 예시

의 신호를 들 수 있다. 보행자 신호는 차량 신호에 종속되어서 차량 신호가 점등된 방향의 우회전에 해당하는 방향에서 초록불이 점등되도록 설정하였다. 예시로는 그림 1의 보행자 신호를 들 수 있다. 보행자와 운전자의 불쾌지수가 시간이 지남에 따라 선형적으로 증가하는 것이 아닌 이차함수 형태로 증가한다. Reward로는 이를 이용해 차량과 보행자들이 나타난 후 시간이 지남에 따라 불쾌지수가 제곱으로 증가하도록 하였다.

III. 성능평가

본 논문에서는 시계방향으로 신호를 할당하는 고정형 신호체계와 제안하는 알고리즘과의 성능을 비교하고자 시뮬레이션을 진행하였으며 결과는 그림 2와 같다. 하루는 총 10시간으로 가정하였으며 10일 동안 시뮬레이션 한 결과는 그림 2와 같다. 약 하루 정도 학습이 이루어진 후에는 통상적으로 운영되는 고정형 신호체계보다 제안하는 알고리즘에서 불쾌지수가 확연하게 낮아지는 것을 확인할 수 있다.

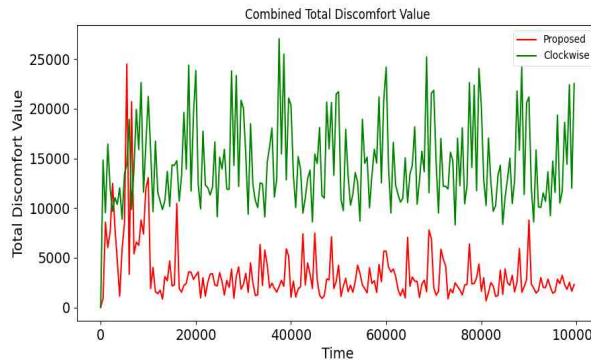


그림 2. 학습 진행에 따른 Reward 변화 그래프

ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 2024년 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 SW중심대학사업의 지원을 받아 수행되었음”(2019-0-01817)

참고 문헌

- [1] 한국교통연구원(보도자료), 2018년 교통혼잡비용, 명목 GDP의 3.6%에 달해, 2021.
- [2] 김중민, 김선용 “차량과 보행자를 고려한 강화학습 기반 적응형 교차로 신호제어 연구.” 한국전자통신학회 논문지, 19.01 (2024): 143-148.