

# 교차로 신호 최적화를 통한 탄소 배출량 저감

## Reducing carbon emissions through intersection signal optimization

김혜민<sup>1</sup> · 김동범<sup>2</sup> · 전철민<sup>3</sup>

Hyemin Kim<sup>1</sup> · Dongbeom Kim<sup>2</sup> · Chulmin Jun<sup>3</sup>

<sup>1</sup>서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정(kimhm77@uos.ac.kr)

<sup>2</sup>서울시립대학교 공간정보공학과 석사과정(dbkim@uos.ac.kr)

<sup>3</sup>서울시립대학교 공간정보공학과 교수 교신저자(cmjun@uos.ac.kr)

### 요약

최근 이상 기후 현상이 곳곳에서 발생하며 환경에 대한 관심이 높아지고 있다. 국제 사회는 문제의 심각성을 인식하고 2050년을 목표로 탄소중립을 위해 각국에서 프로젝트를 진행하고 있으며, 우리나라에서도 부문별 중장기 계획을 발표하는 등 탄소중립 실현을 위해 노력하고 있다. 본 연구에서는 주요 탄소 배출 원인 중 하나인 도로이동 부문에서 교통 신호를 최적화 함으로써 탄소 저감에 기여해보고자 한다. 차량은 일반적으로 주행 시보다 공회전 상태일 때 더 많은 탄소를 배출한다. 따라서 교통 신호를 조정하여 대기 시간을 줄임으로써 불필요하게 배출되는 탄소를 저감할 수 있다. 본 연구는 교통 시뮬레이터 SUMO (Simulation of Urban Mobility)와 tensorflow를 연동하여 실험을 수행하였으며, 현실 적용성을 고려하여 일반적인 교차로 신호 순서와 최소 녹색시간의 제약을 두고 모형의 학습을 수행하였다. 도출된 결과를 통해 교통상황에 따라 동적 신호시간을 적용하는 것은 탄소 배출량 저감에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 기대된다.

### 1. 서론

최근 이상 기후 현상이 곳곳에서 발생하면서 세계적으로 기후 변화를 심각하게 인지하고, 이에 대응하기 위한 계획 마련에 집중하고 있다. 유럽 연합(EU)은 2030년을 목표로 온실가스 순 배출량을 1990년 수준 대비 55% 이상 감축할 것이며, 2050년 탄소 중립을 달성하겠다는 계획을 발표했다.

2023 GHG emissions of all world countries에 따르면, 2022년 한국의 온실가스 배출량은 725.744 Mt CO<sub>2</sub> eq/year이며,

그 중 이산화탄소 배출량은 87.6%를 차지하고 있다. 210개국 중 11번째로 높은 이산화탄소 배출량을 기록하고 있으며, 그 중에서도 수송 부문 배출량은 107.365 Mt CO<sub>2</sub>로 전체의 17%를 차지하고 있다.

면적에 비해 자동차의 수가 유난히 많은 우리나라 도시 지역은 교통 혼잡이 일상화되었고, 이로 인해 막대한 규모의 경제적, 시간적 손실이 발생하고 있을 뿐 아니라 교통사고 및 대기오염 문제가 심각하게 발생하고 있다. 교통 혼잡을 해결하기 위해서는 도로 확장 등의 용량 증대가 필요하나, 용

량 증대를 위해서는 막대한 시간과 재원이 필요하다는 한계가 존재한다.

따라서 본 연구에서는 주요 탄소 배출 원인 중 하나인 수송 부문과 관련하여 교차로 신호 최적화를 통해 불필요한 탄소 배출을 저감해보고자 한다.

## 2. 본론

현재 국내의 신호체계는 대부분 고정된 신호 시간으로 구성되어 있다. 이러한 고정형 신호 방식은 시간대별 교통량에 따른 적절한 녹색시간을 부여할 수 없으며, 오랜 시간동안 지체를 감수해야 하는 불편함이 존재한다(Youn and Ji, 2008). Shim et al.(2009)에 따르면 자동차는 정지 상태에서 많은 양의 탄소를 배출하며, 따라서 고정 신호로 인한 불필요한 대기 시간은 더 많은 탄소를 발생시킨다. 이에, 본 신호 모형은 탄소 배출량 최소화를 목적으로 실시간 교통상황을 고려한 신호 패턴을 산출하고자 한다. 모형의 입력 값은 차량의 탄소 배출량과 같은 실시간 교통상황이다. Fig. 1은 교통 시뮬레이터 SUMO(Simulation of Urban Mobility) 내 실시간 교통 상황을 나타낸 것이다. 입력 값, 즉 시뮬레이션 내 존재하는 차량의 교통상황(state)이 입력되면, 모형은 현재 신호를 유지할지 다음 신호로 넘어갈지에 대한 행동(action)을 결정한다. 행동이 결정되면, 모형이 결정한 행동에 따라 시뮬레이션 내 차량들이 통행하고 줄어드는 탄소 배출량만큼 모형에게 보상(reward)이 주어진다. 보상에 따라 모형이 업데이트(update)되며, 상태를 입력받는 단계로 돌아가 각 단계를 반복하며 최적 신호를 위한 모형의 학습을 수행한다.

본 연구는 SUMO와 tensorflow을 연동하여 실험을 수행하였으며, 현실 적용성을 고려하여 일반적인 교차로 신호 순서와 최소

녹색시간의 제약을 두고 모형의 학습을 수행하였다.



Figure 1. 시뮬레이션(SUMO) 예시

## 3. 결론

본 연구에서는 교통 시뮬레이터 SUMO를 이용해 교차로 신호를 조절하여 탄소 저감 효과를 확인하였다. 환경 문제가 심각해짐에 따라 탄소 저감은 전 세계적으로 중요한 사안이 되었으며, 탄소 배출의 주 원인인 수송 부문에서의 탄소 배출량 저감이 시급한 상황이다. 향후 더욱 세밀한 파라미터 조절과 실제 도로에서의 검증을 진행 통해 더욱 발전된 결과를 얻을 수 있을 것으로 기대된다.

## 참고문헌

1. Youn, J. H. and Ji, Y. K., 2008, Simulation of traffic signal control with adaptive priority order through object extraction in images, Journal of Korea multimedia society, Vol. 11, No. 8, pp. 1051-1058.
2. Shim, M. K., Rim, J. M., Lee, B. H., Hong, S. T. and Lee, D. Y., 2009, Estimation of CO2 reduction by applying idling stop to in-use vehicles, Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers B, Vol. 33, No. 10, pp. 748-756.