

06

강화학습기반 교차로 동적 신호제어시스템

소속 정보컴퓨터공학부

분과 A

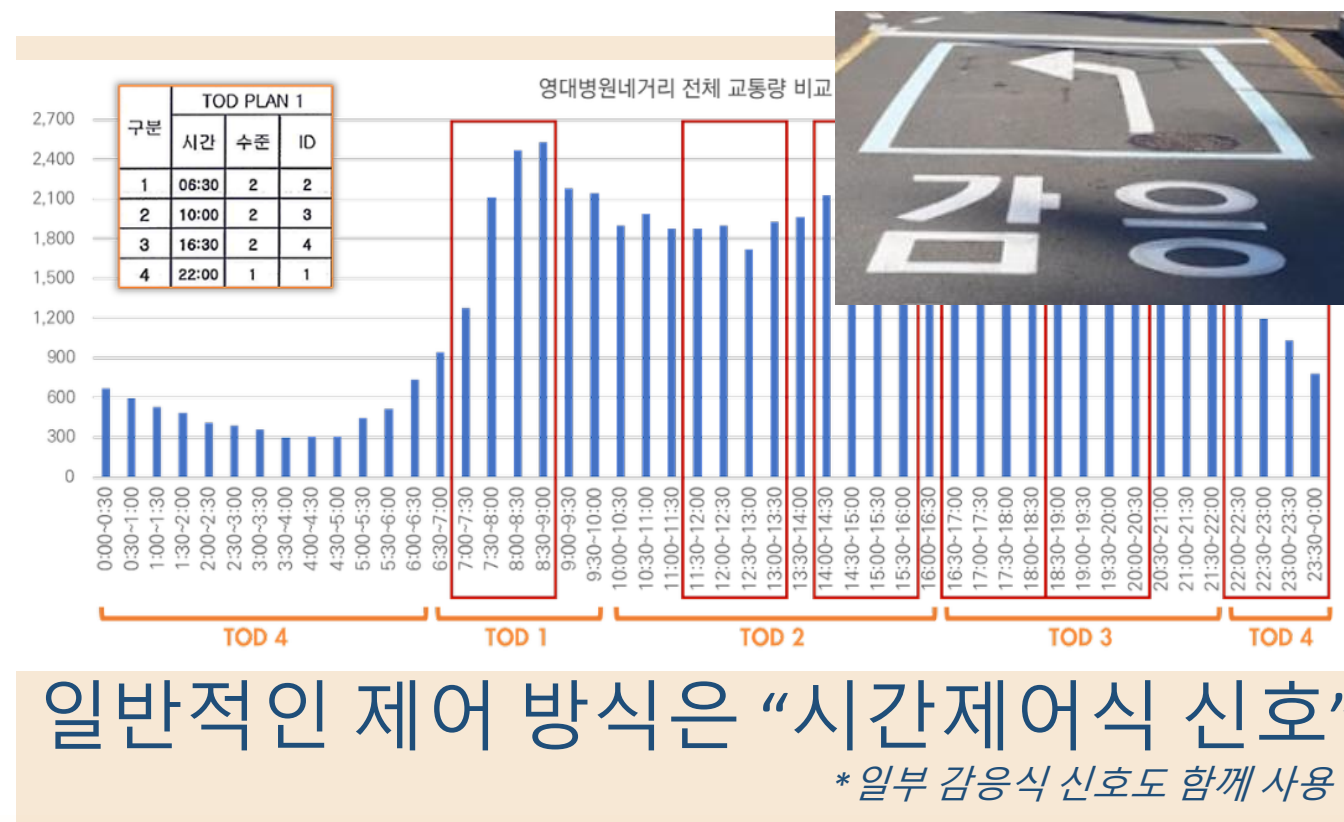
팀명 Team ALFA

참여학생 권오성, 이준표, 정하림

지도교수 박진선

연구 배경

교차로의 신호체계는 우리가 생각하는 것 만큼 합리적일까?



일반적인 제어 방식은 “시간제어식 신호”
* 일부 감응식 신호도 함께 사용

시간대마다 신호 주기를 다르게 적용하지만, 여전히 고정된 신호 주기와 길이를 적용하는 한계가 있다..

- ▶ 예측이 힘든 교통량
- ▶ 빠른 대응과 미세 조정 불가

강화학습으로 교차로 신호를 최적화해보자!

연구 내용

Deep Q-Network

✓ Q-Learning

- 에이전트가 주어진 상태에서 최적 행동을 선택하도록 학습하는 기법
- 가치 평가: $Q(s, a) = r + \gamma \max_{a'} Q(s', a')$
- 상태-행동 공간이 큰 경우 Q-Table에 저장하기가 어렵고 학습 비효율적

✓ Deep Q-Network

- Q-Table 대신 **심층 신경망**을 사용, 학습된 네트워크 통해 Q-값을 근사
- 행동 선택 → 보상 → 상태 전이
- 이 과정에서 상태, 행동, 보상, 다음상태를 이용하여 네트워크 가중치 업데이트
- 탐색과 활용을 적절히 조절

교차로 환경 구현:
CARLA 시뮬레이터

- ✓ 서버: 시뮬레이션 환경 ↔ 클라이언트: 강화학습 모델측, Python API를 통해 상호 동작

- ✓ 교차로 구조: 진출입 각 3차선, 총 왕복 6차선이 4갈래로 갈라지는 십자 교차로

- ✓ 각 차선에서 차량이 무작위 주기 및 확률로 생성되도록 구성

- ✓ 특정 방향에서의 교통량 급증을 구현

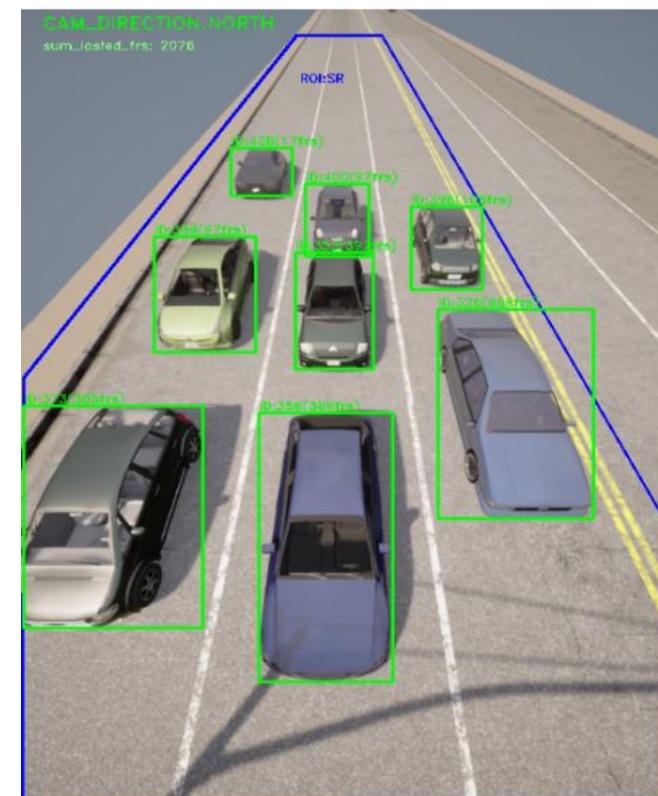
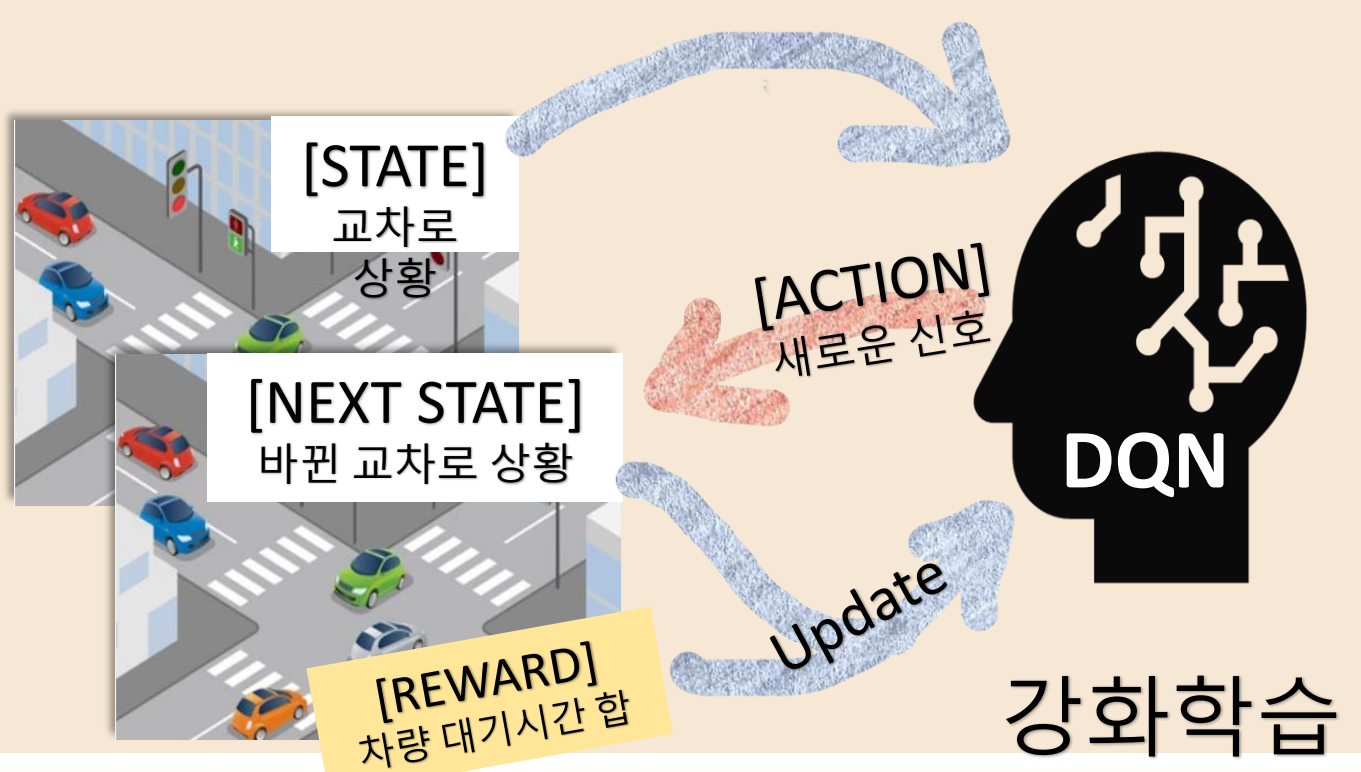
STATE와 REWARD

- ✓ **ACTION(교차로 신호):** 0~3의 숫자를 각각 남북·동서 방향의 직진·우회전, 좌회전으로 설정

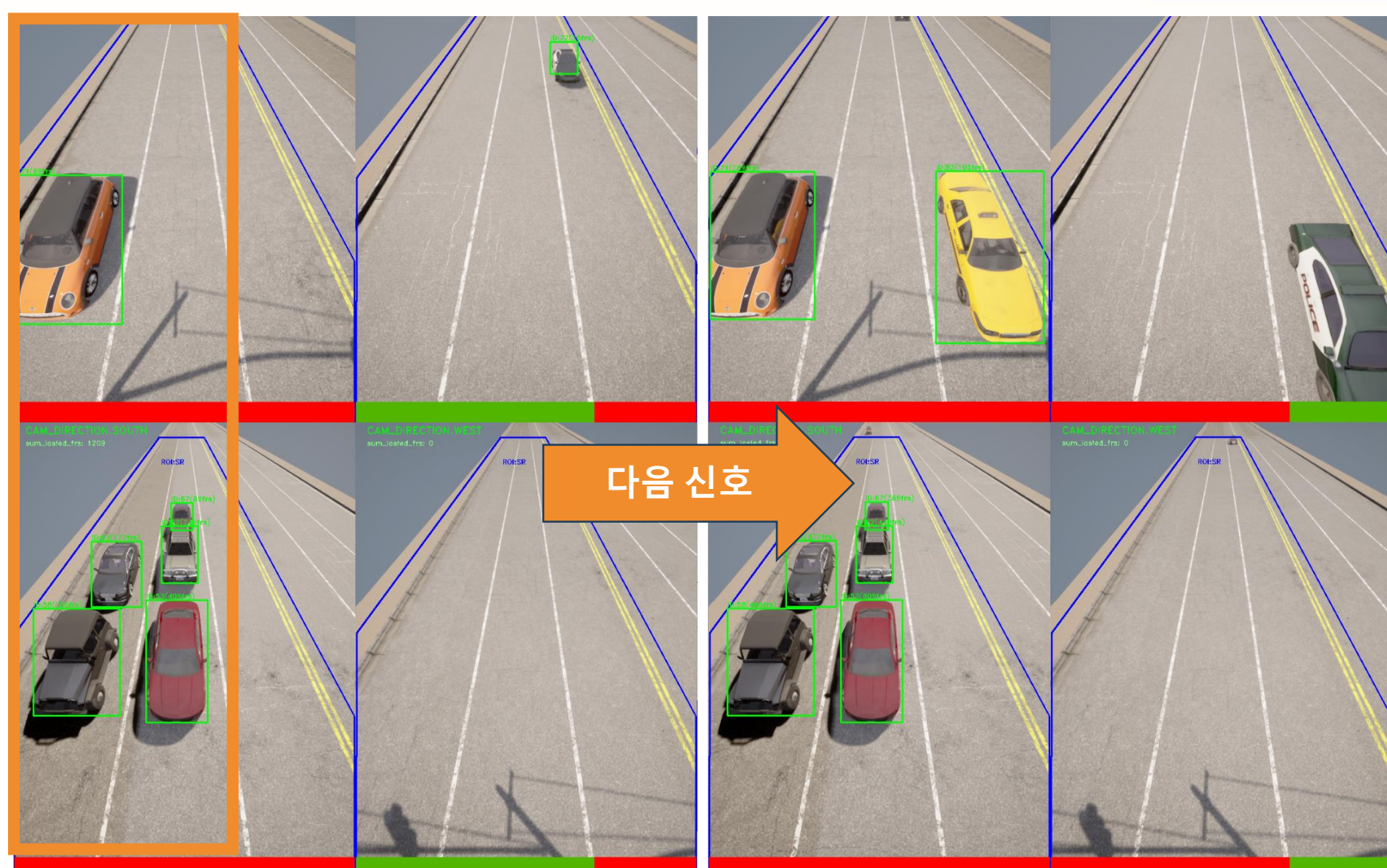
- ✓ **STATE(현 교차로 상황정보):** 네 진입로 카메라에서, 이미지를 가져와 후처리 후 반환

- ✓ **Reward 계산**
받은 이미지를 YOLOv8로 추론 후 결과에서 관심구역 내의 차량들을 추출

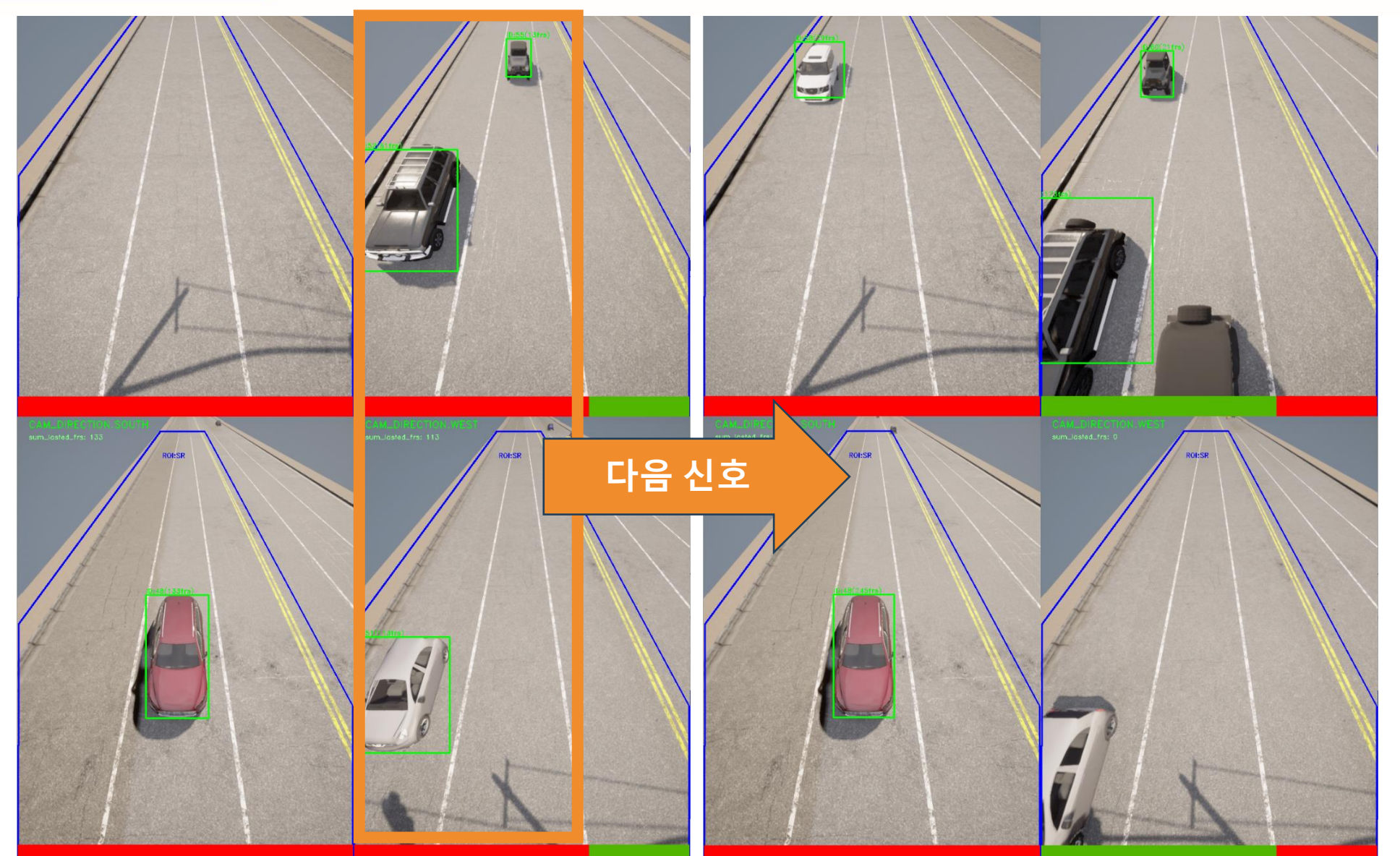
ByteTrack 알고리즘으로 객체추적. 차량별 대기 시간의 총합을 반환



결과



시간제어식: 차량이 많지 않아도 고정된 순서로 제어



강화학습: 순서와 상관없이, 차량 수, 대기 시간 으로 결정

동적 신호제어시스템으로 더 Even한 주행경험을 누리자!