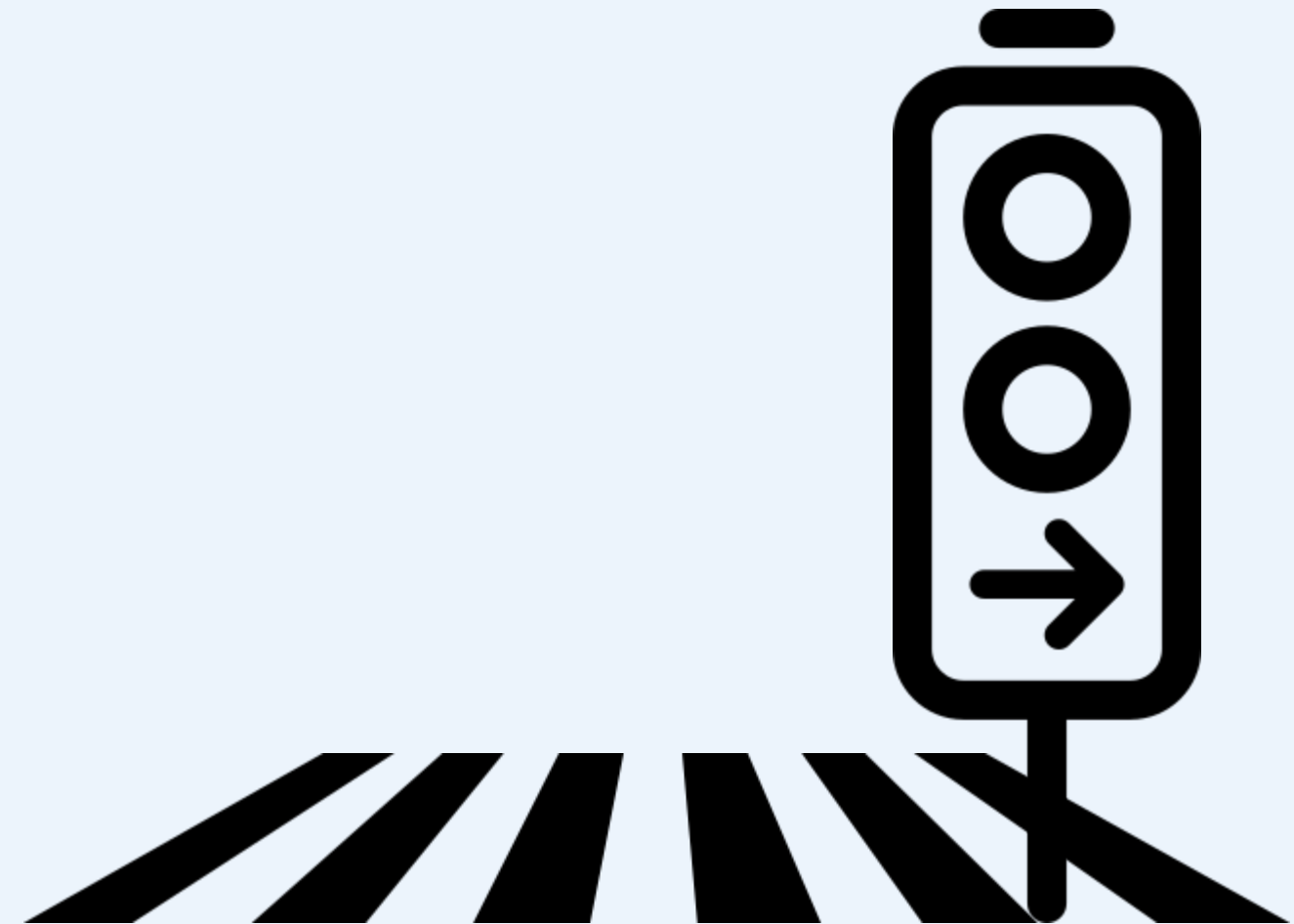


TEAM : i-cross



Github QR Code

# | 머신러닝을 활용한 스마트교차로 개선



동아대학교 컴퓨터공학과 1923765 권순규 1924022 권의영 1923823 최범규 2142874 이승민 2132372 차정은

# 목 차

## I. 프로젝트 개요

프로젝트 배경

기존 연구

개선 방안

## II. 개발모델 소개

LSTM 모델

DNN 모델

유전 알고리즘

프레임워크 제안

## III. 실험

대상지 개요

실험 과정

실험 결과

SUMO를 통한 검증

## IV. 결론

결론

한계점

향후 계획

# I. 프로젝트 개요

# 1. 프로젝트 배경

## 기존 교통시스템의 문제점

- 도로 교통 시스템의 노후화
- 다량의 연속 신호등으로 인한 교통혼잡비용 증가
- 신호의 불균형으로 특정 구역의 대기 차량이 다수 발생



부산시 교통 시스템의 문제점

## 부산시 교통시스템의 문제점

- 한국전쟁 당시 피해를 입지 않은 지역으로 조선시대 이후 도로가 재정립 되지 않음
- 방대한 차량의 수요에 비해 협소한 해안도로와 산악도로로 구성되어 불리한 지형 조건을 품음

# 1. 프로젝트 배경 : 스마트 교차로

## 스마트 교차로란?

- 각 차로별 고화질 CCTV를 설치해 데이터 수집
- 다양한 교통 데이터 지원
- 딥 러닝을 통해 최적의 신호를 적용

## 부산시 스마트 교차로의 한계점

- 설치 및 유지 비용이 커 모든 도로에 적용하기 어려움
- 여전히 남아 있는 교통 혼잡



스마트교차로 개념도



## 2. 기존 연구

### RNN을 이용한 도심부 교통혼잡 예측

- RNN을 사용하여 반복, 비반복 정체 예측 모델 개발  
한국과학기술정보연구원 정희진 외 2명, 2017

### LSTM-RNN 모형을 통한 도심부 교통혼잡 예측

- 실시간 소통정보를 이용하여 5분 후 교통혼잡도 예측 모델 생성  
한국과학기술정보연구원 정희진 외 2명, 2019

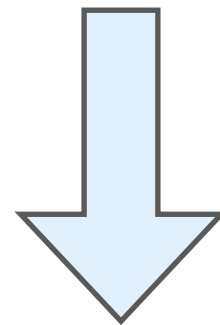
### 기존 연구와 차별점

- 입력 데이터로 다양한 신호 주기를 넣어 신호와 속도의 상관관계를 분석
- 최적의 신호를 탐색

### 3. 스마트 교차로의 한계점 개선 방안

#### 신호의 불균형 해소 및 초기 비용 감소

- LSTM과 DNN을 활용해 차량 속도 예측 모델을 개발하여 실시간 교통상황에 따른 최적의 신호체계를 도입
- 예측된 신호체계를 시뮬레이션 툴 SUMO로 불균형 해소 검증
- 고화질 CCTV와 도로 센서를 필요로 하지 않음



**교통혼잡 개선  
비용 절감**

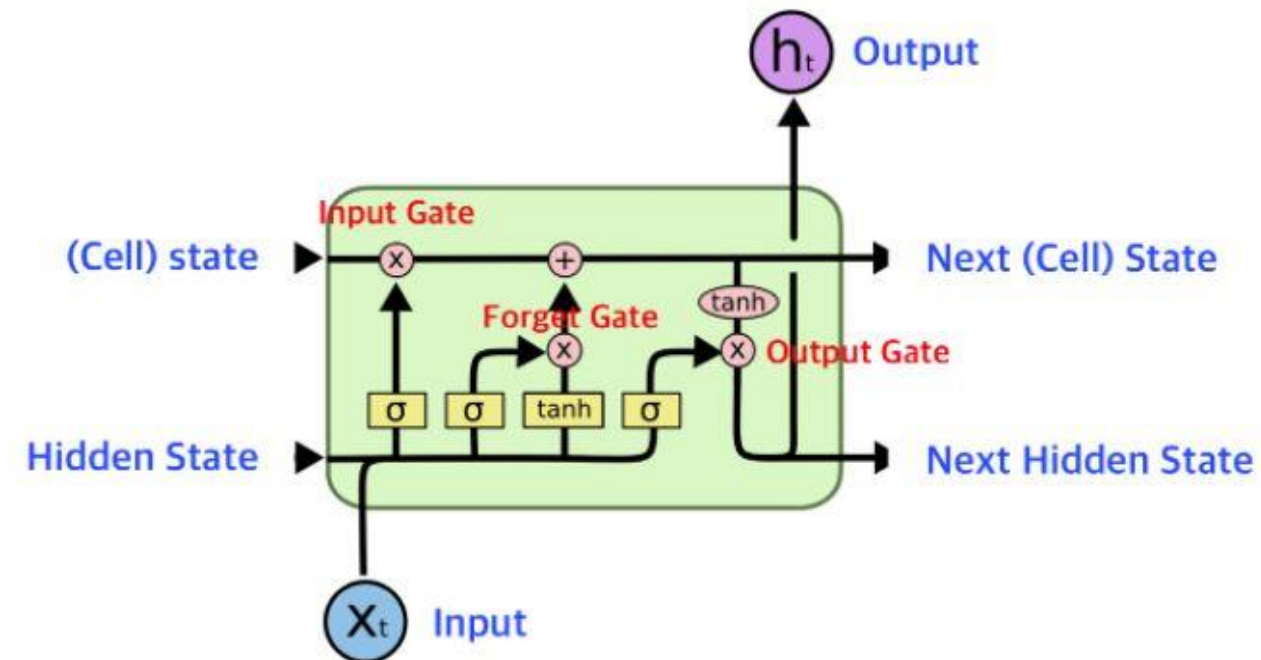
## II. 개발모델 소개



# 1. LSTM : Long Short-Term Memory 모델

## 순환 신경망의 한 유형 중 장기 의존성 문제를 해결하기 위한 설계 모델

- 과거의 정보를 장기간 기억하면서, 필요에 따라 정보를 추가하거나 삭제하는 능력을 가진 특수한 구조의 메모리 셀을 포함
- 교통량의 시간적 트렌드를 학습하여 다른 모델에 비해 정확한 결과를 제공
- 시계열 패턴을 학습한 결과를 바탕으로 1시간 뒤 교통량을 예측

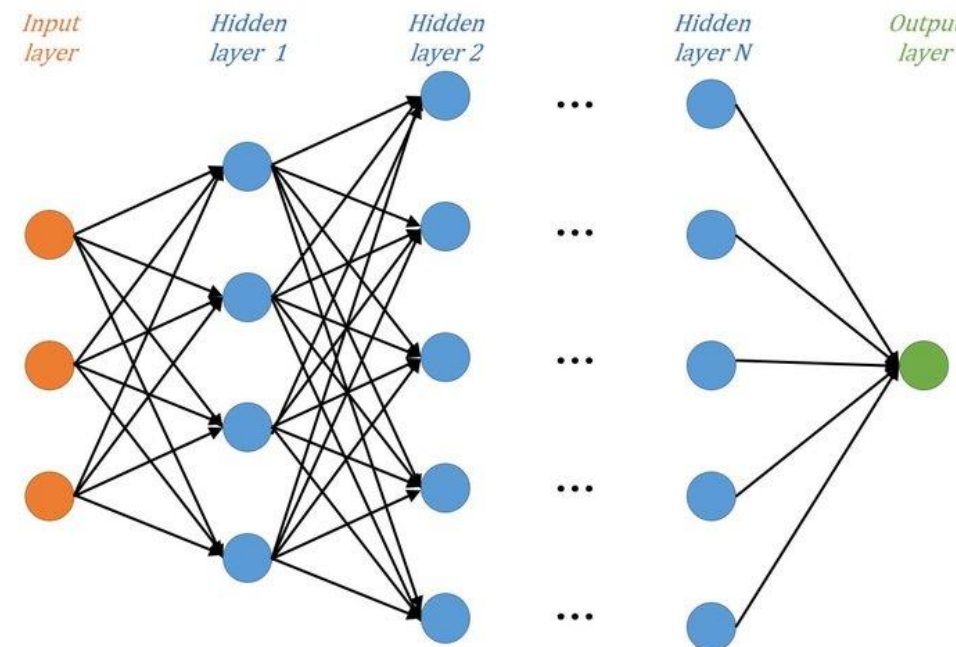


LSTM 설계도

## 2. DNN : Deep Neural Networks 모델

데이터 내 복잡한 패턴과 구조를 학습하는 데 효과적인 다층 인공 신경망

- 각 계층을 통해 점진적으로 복잡한 데이터 특징을 학습
- 신호와 교통 데이터 간의 상관 관계를 학습하여 속도를 예측
- 학습된 모델을 통해 다양한 신호 주기에 대한 속도를 예측

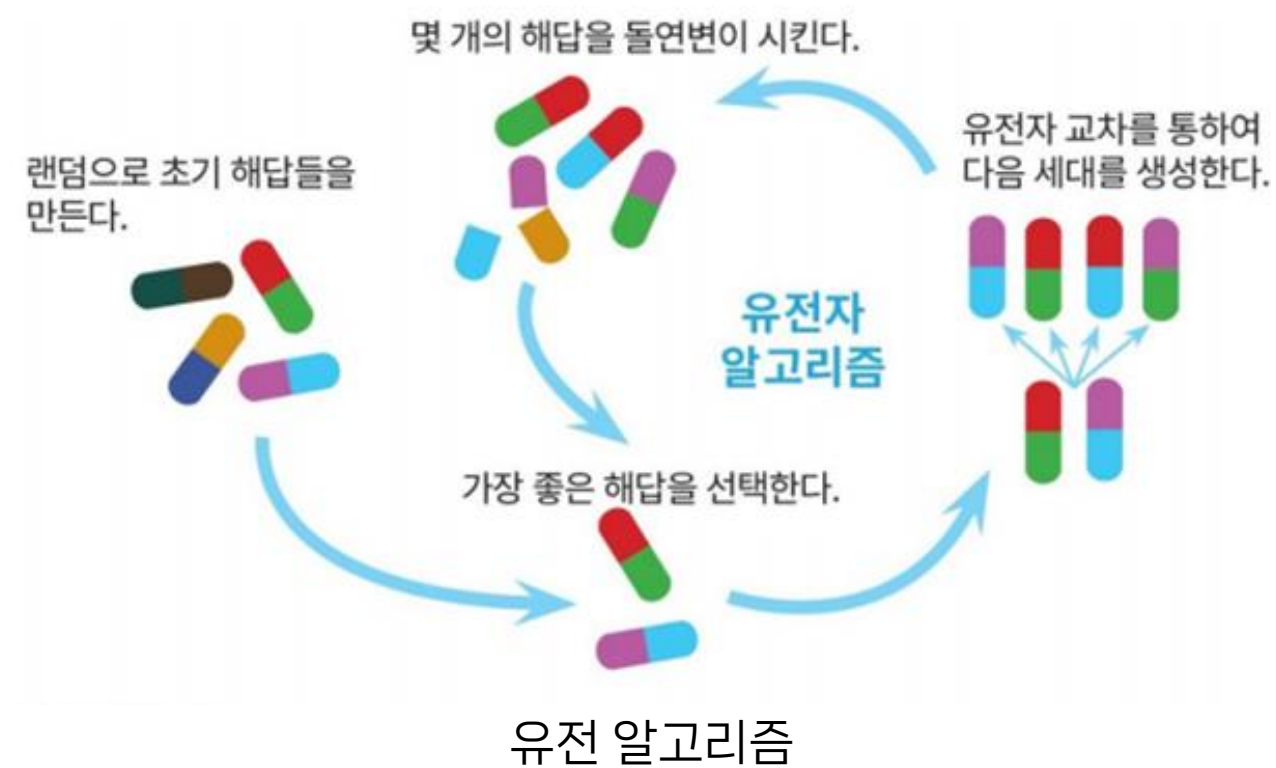


DNN 설계도

### 3. 유전 알고리즘

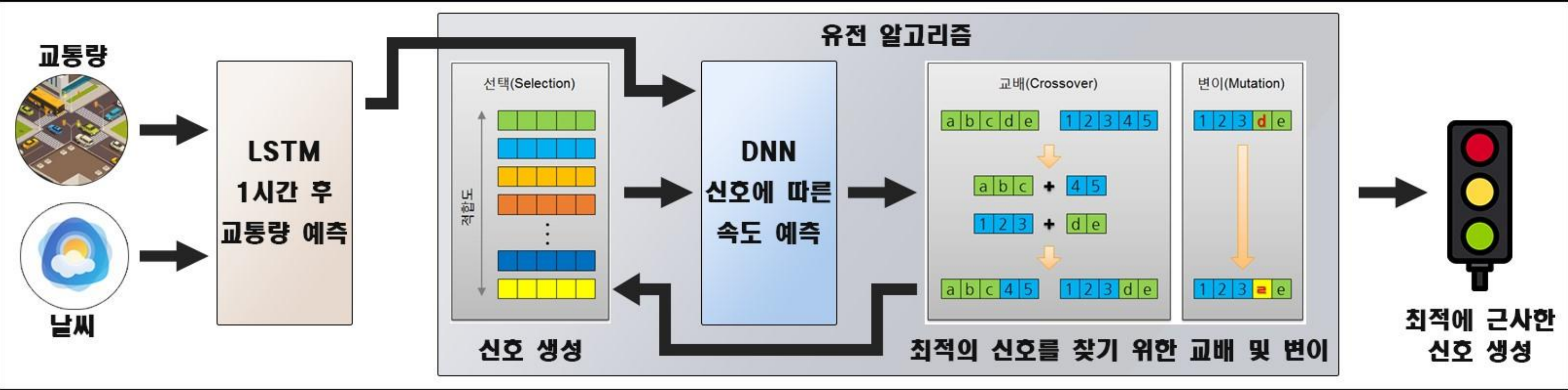
자연 선택과 유전학의 원리를 모방하여 최적화 문제를 해결하는 탐색 알고리즘

- 후보 해답들을 진화 시키는 과정을 통해 점진적으로 최적 또는 근사 해를 탐색
- 다양한 후보 신호들을 DNN에 넣어, 예측 속도를 기준으로 최적에 근사한 신호를 탐색



# 4. 프레임워크 제안

## 속도 향상을 위한 프레임워크



전체 프레임워크

# III. 실험



# 1. 대상지 개요 : 연산교차로

연산교차로의 하루 평균 통행량 : 96,027대

- 출처 : 2021년 부산광역시 차량 교통량 보고서

부산광역시 4년 연속 교통사고 발생률 1위

- 출처 : 2021년 TMACS 교통안전 정보관리시스템

국내 최고 규모의 6방향 교차로

차량 통행량이 가장 많은 첨두시간을 대상으로 실험 진행



연산교차로



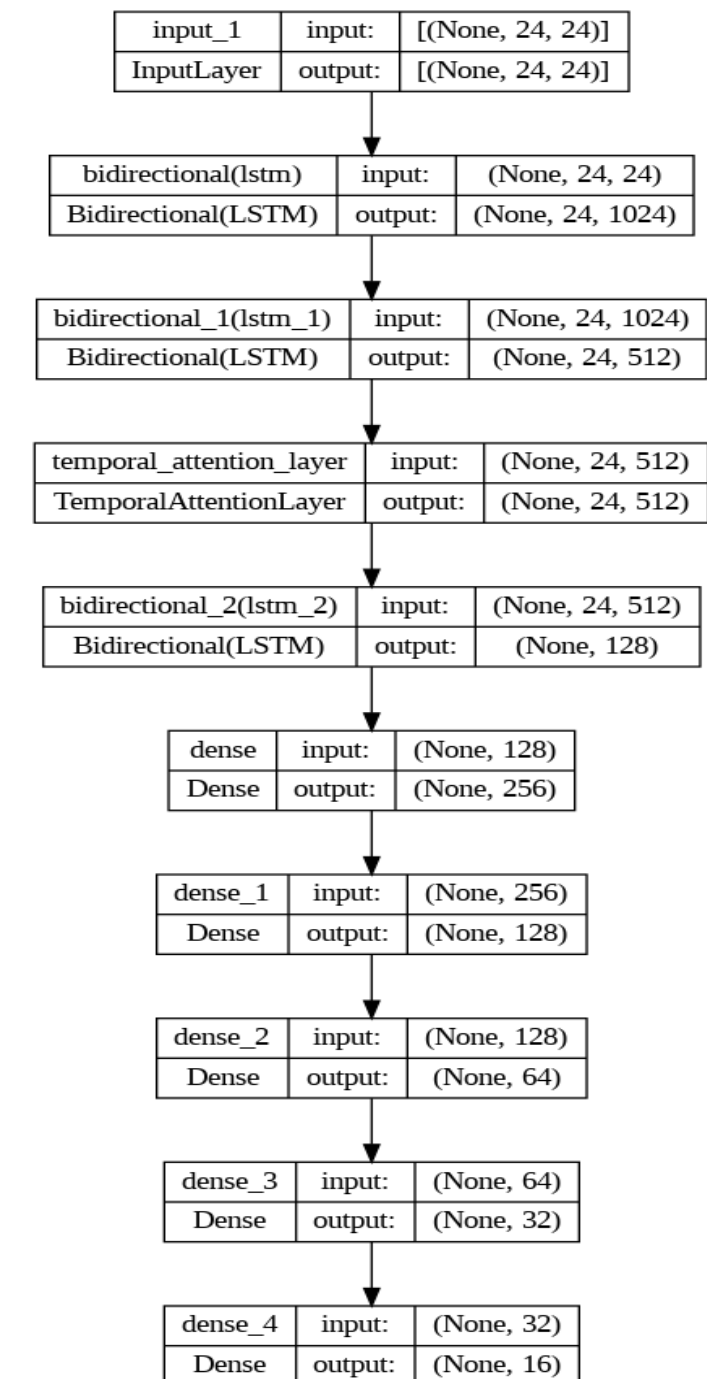
## 2. 실험 과정 : LSTM

### 입력 데이터

- 연산 교차로 16방향의 교통량 데이터 [부산 도로교통공사]
- 기온, 강수량 등 7가지의 날씨 데이터 [기상청]
- 주말, 공휴일 데이터

### 출력 데이터

- 24시간 분량의 입력 데이터를 이용하여 패턴 분석 결과
  - 1시간 뒤의 방향별 교통량
- RMSE Loss : 18.4    상대적 오차 : 18.1%



LSTM 모델

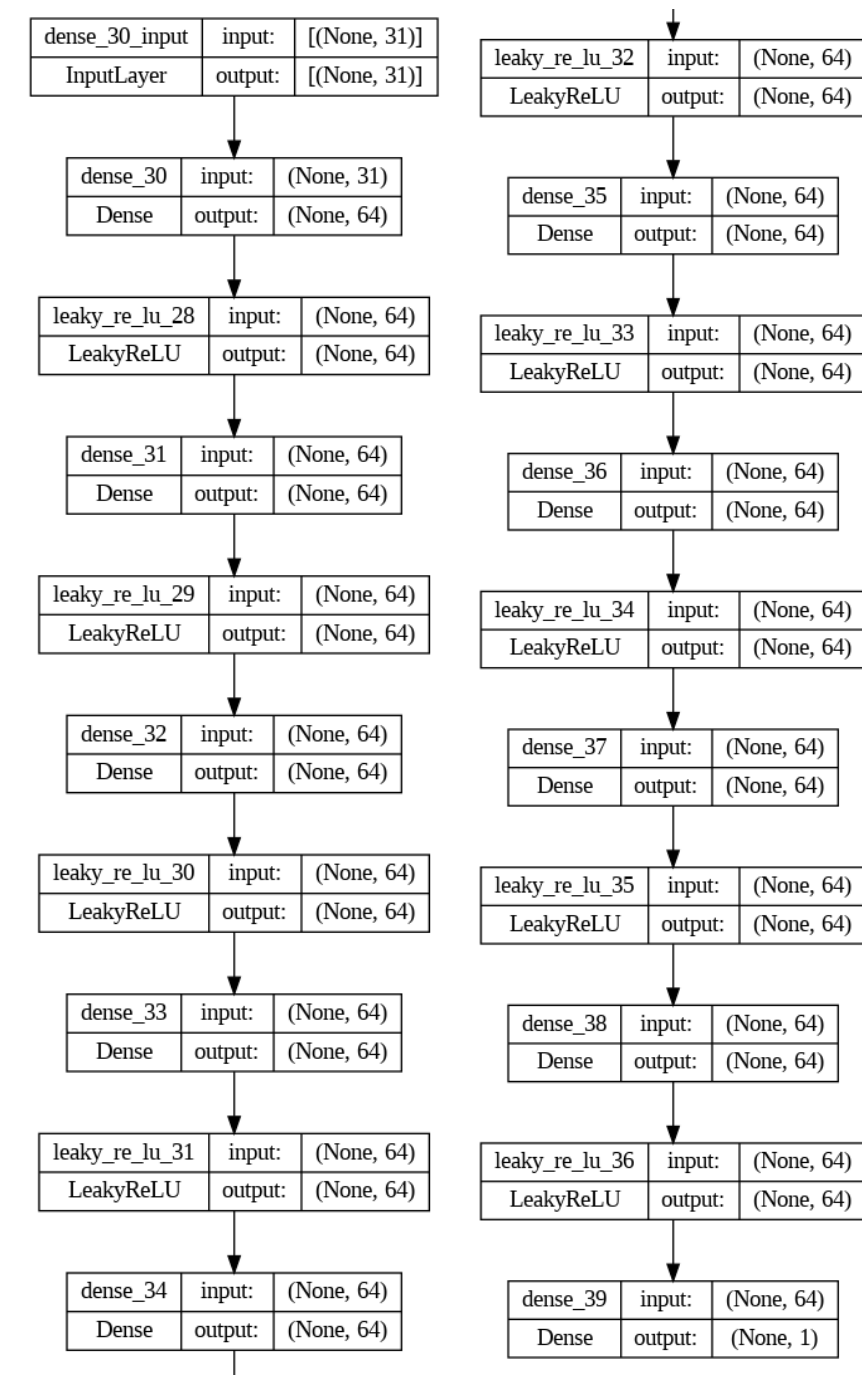
## 2. 실험 과정 : DNN(Tensorflow.Keras)

### 입력 데이터

- LSTM의 방향별 예측 교통량
- 기온, 강수량 등 7가지의 날씨 데이터 [기상청]
- 주말, 공휴일 데이터
- 진입로 방향

### 출력 데이터

- 교차로 진입로별 예측 실행 결과
  - 6 방향의 속도 예측
  - RMSE Loss : 2.83    상대적 오차 : 12.8%



DNN 모델

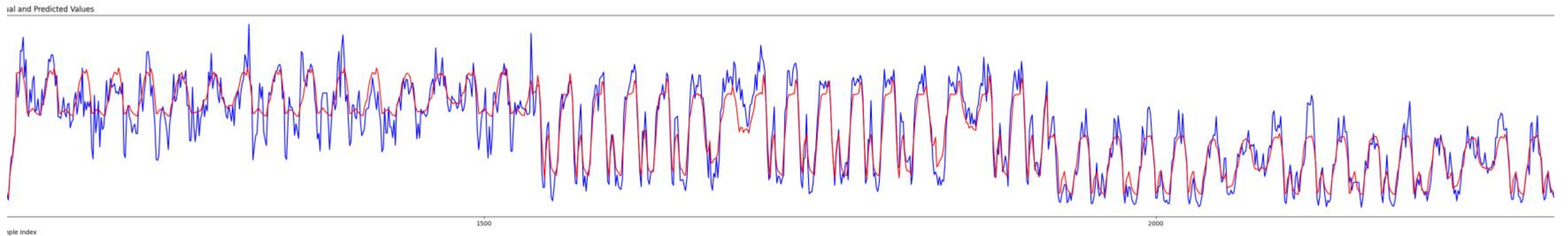
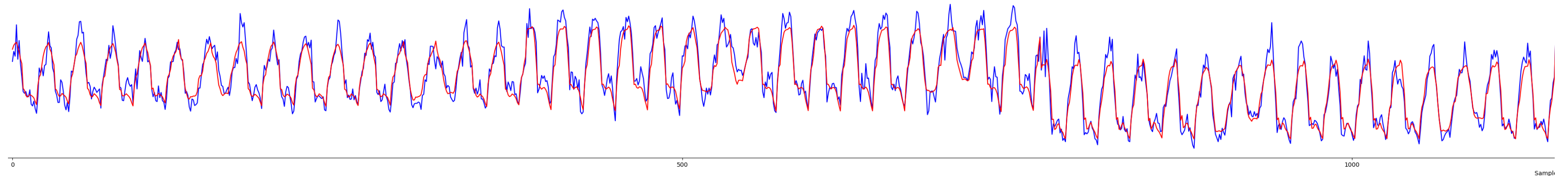
## 2. 실험 과정 : LSTM + DNN

### LSTM과 DNN의 test set 속도 예측의 시각화

- RMSE Loss : 2.88      정확도 : 87%

■ 예측 속도  
■ 정답 속도

Comparison of Actual



속도 예측값 시각화

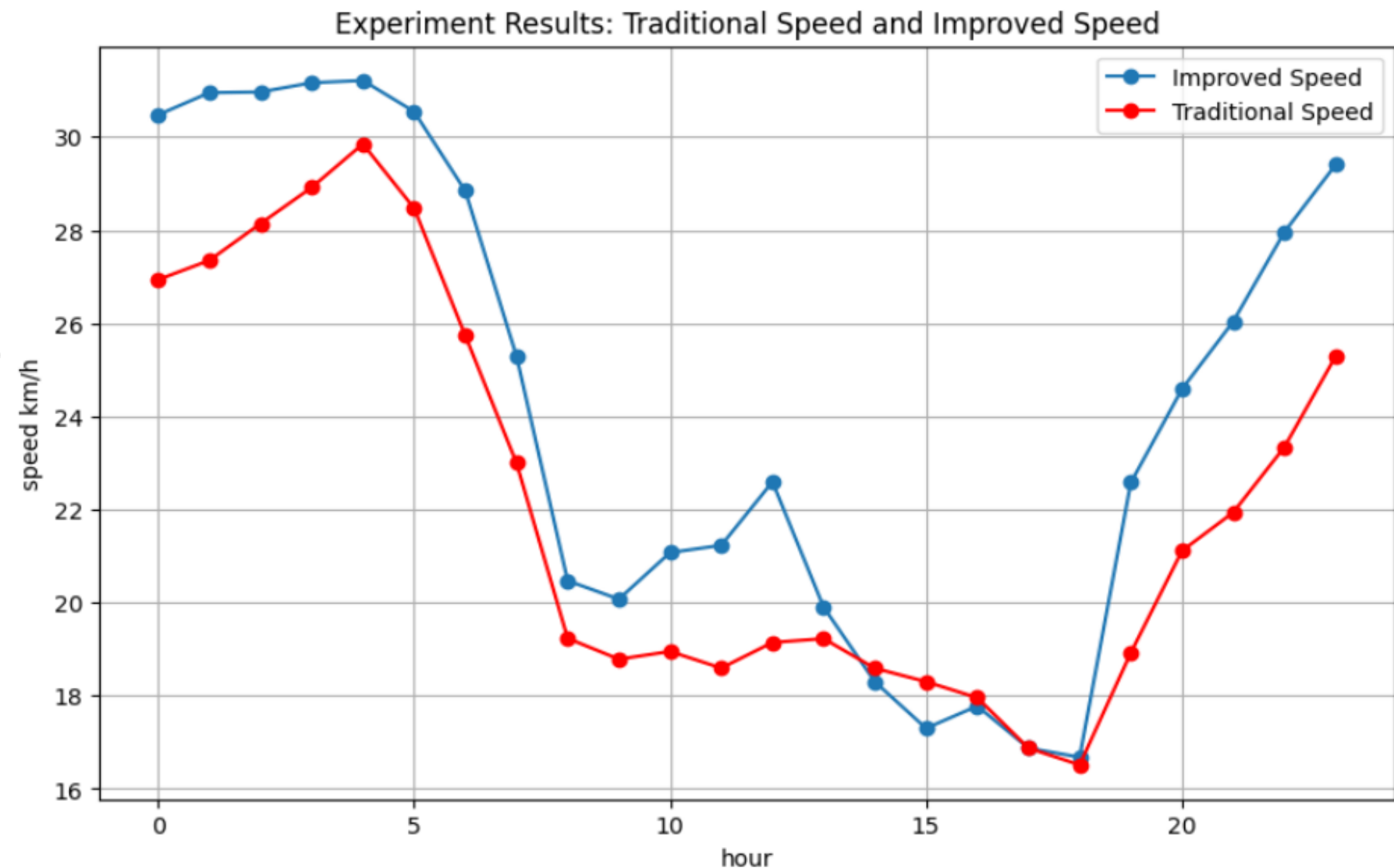
### 3. 실험 결과

#### 프레임워크 실험 결과

(2023년 10월 16일 기준)

- 전체 평균 속도 : 22.1 (km/h)
- 프레임워크 제안 속도 : 24.3 (km/h)
- 평균 속도 증감 : 2.1 (km/h)
- 속도 증감률 : 9.62%

■ 기존 속도  
■ 개선 속도

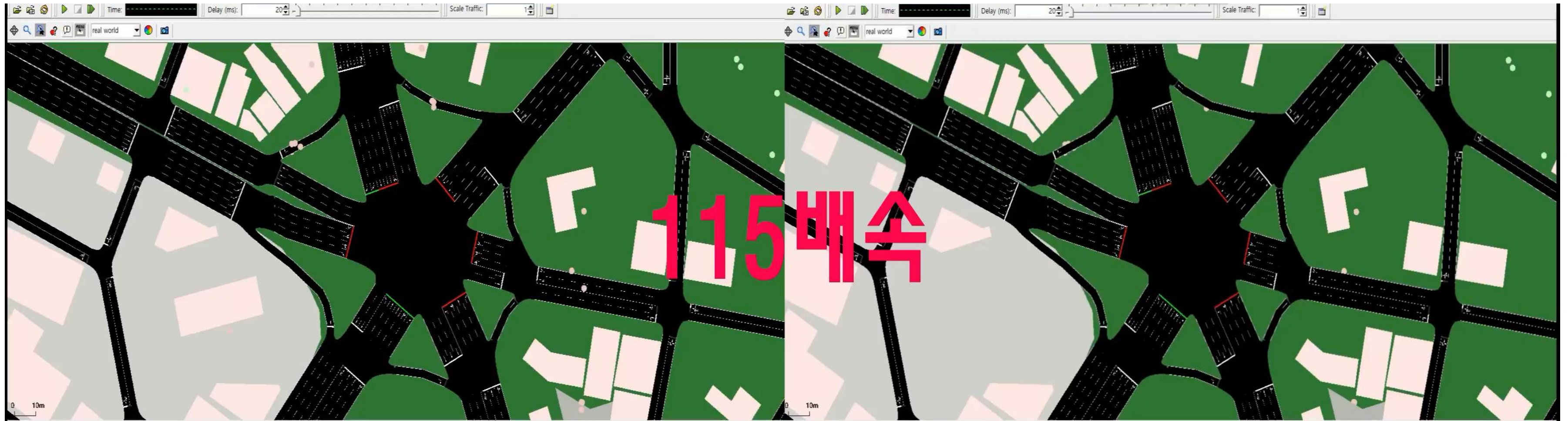


프레임워크 결과



## 4. SUMO를 통한 실험 검증

SUMO를 통해 정체 시간이 줄어드는 효과를 볼 수 있음



개선 신호 적용

기존 신호 적용

# IV. 결론



# 1. 결론

## 데이터 기반의 결과 도출

- 수집된 데이터를 기반으로 한 최적의 신호 주기를 도출하기 위해 LSTM 및 DNN 모델, 유전 알고리즘을 활용
- 교통 데이터의 복잡한 시계열 특성을 고려하여 예측을 가능케 하였고, 최적에 근사한 신호 주기를 도출하는데 효과적으로 활용

## 도로 환경 개선의 효과

- 새로운 신호체계의 적용 결과, LSTM과 DNN 모델을 활용한 데이터 기반의 접근으로 도로 교통체증을 유의미하게 해소하는 효과를 얻음
- 교통체증 해소를 시각적으로 표현하기 위해 SUMO를 통해 최적화를 검증

## 2. 한계점

### 데이터 수집의 어려움

- API 이상으로 데이터 수집에 어려움을 겪음
  - 데이터 수집에 대부분의 시간을 소요
  - 결과적으로 필요한 데이터를 수집하여 결과를 도출하였으나 아쉬움이 남음
- >> 다양한 데이터를 확보하여 성능 개선, 다른 교차로에도 적용할 계획

### SUMO 시뮬레이션의 정확도

- 시뮬레이션 환경을 현실과 유사하게 구현하지 못함
- >> 시뮬레이션이 현실을 최대한 동일하게 반영하도록 개선해 검증할 계획

### 3. 향후계획

#### 지자체에 협약요청

- 도로의 교통체증을 효과적으로 완화할 수 있는 모델을 실제 도로에 적용하기 위해 관련 기관과 미팅을 진행하여 협약 요청

#### 논문 투고

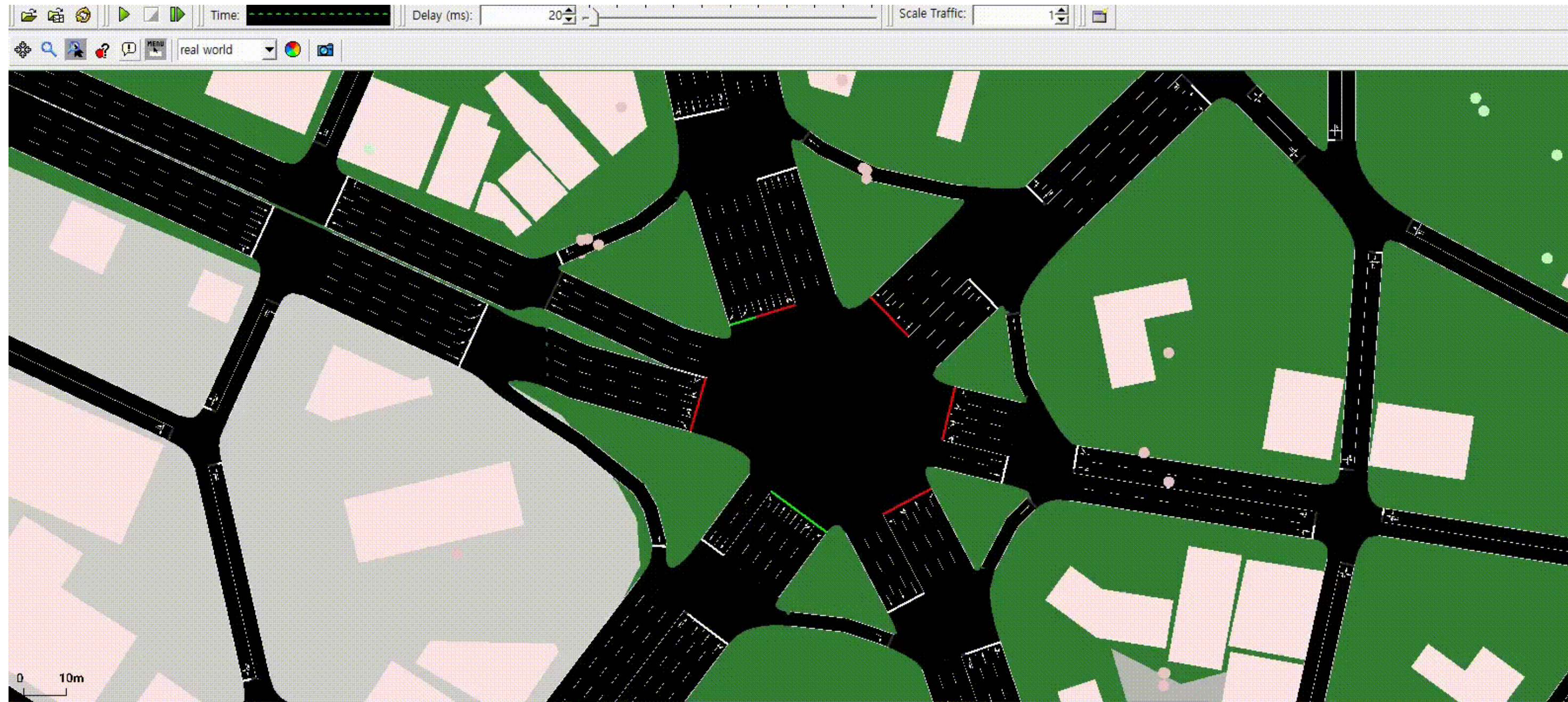
- 실험 결과에 대한 논문을 작성하여 관련 학회에 투고
- 해당 주제에 대한 아이디어 공유 및 촉진 계획



# Q&A



Github QR Code







Github QR Code

# 감사합니다