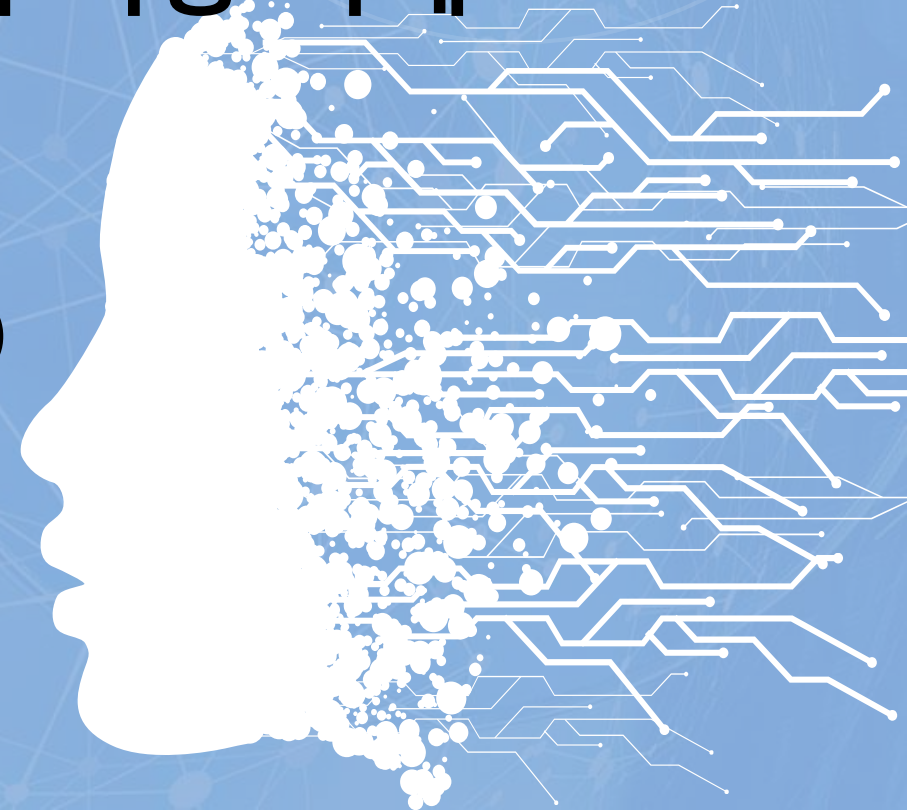


# 교통혼잡 개선을 위한 강남 4개구 교통 시뮬레이터 적용 사례

2019년 11월 8일 (금)

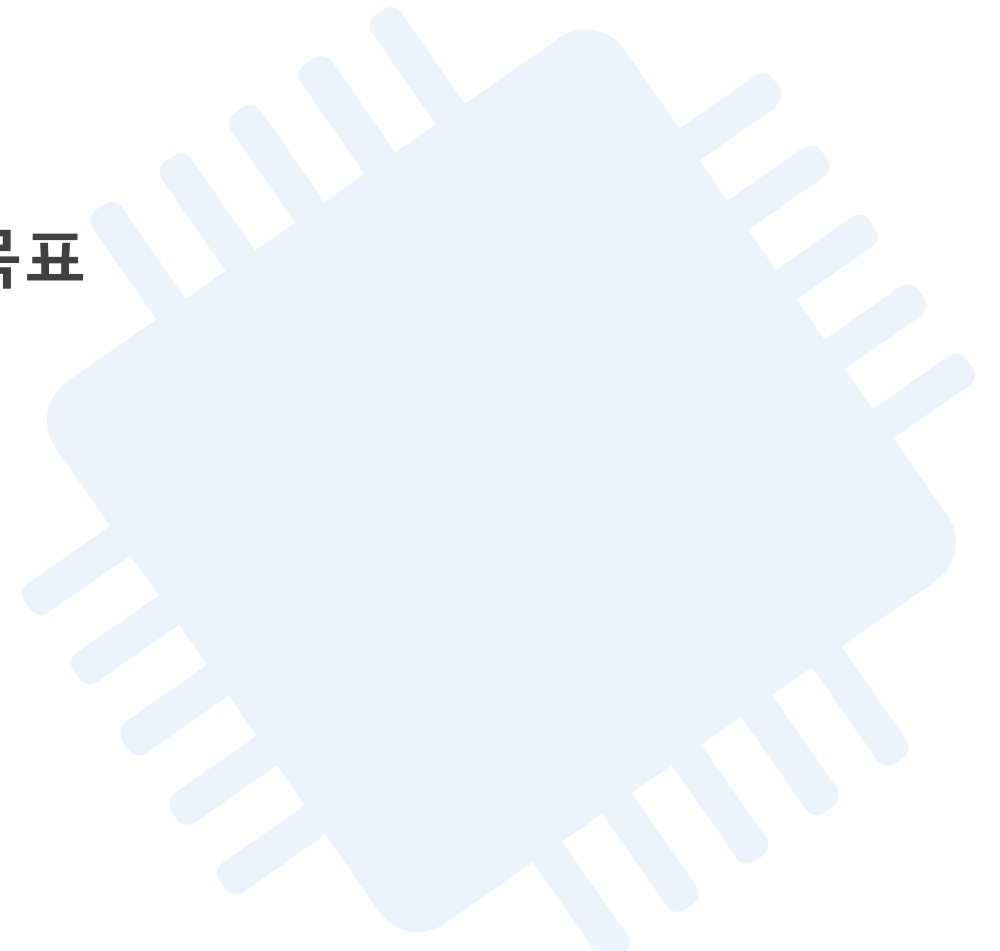
민 옥 기



# Outline

- 01** 교통 시뮬레이션(SALT) 배경 및 목표
- 02** 주요 연구 내용
- 03** 서울시 실증
- 04** 향후 연구 개발 계획

\*SALT: **S**imulation for **A**nalyzing **L**oads in **T**raffic



1. 도심 혼잡 연구를 위해서는 연속류(고속도로 등) 중심 연구 → 단속류(교차로 존재) 연구
2. 대도시 인구집중은 계속되고 있음
  - \* 수도권 면적 11.8%, 인구 46.3%, 차량대수 46.5%
3. 이와 관련하여 교통 혼잡 비용의 지속적인 증가 : GDP 대비 2.2% 경제활동 악영향
  - \* 서울 8.41조(전년대비 5%↑), 6대 광역시 10.66조 ('12, e-나라지표)
4. 지자체의 교통 정책, 교통 신호체계 수립 등을 위한 기술적인 노력 필요



도심 교통 문제 해결을 위하여, 가능한 데이터를 광범위하게 통합·활용하여  
트래픽 혼잡도를 예측하고 검증하는 SW 적인 접근으로 도심교통문제 해결

- KAIST**

  - 메소스칼라 셀룰러 트래픽 모델 연구

**전국 대학교**

  - 클라우드 분산데이터 병렬처리

**(주) 모도텍**

  - 모델 설계 UI
  - 시뮬레이션 제어 및 결과 가시화

**(주) 테이티스트림즈**

  - 도로교통제어 통합 및장제 수립
  - 도로유입량예측 방법 연구

**한국클라우드 컴퓨팅연구조합**

  - 시뮬레이션 실증 지원
  - 전문가위원회 구성/운영

**과학기술정보통신부**

**한국전자통신연구원(주관기관)**

  - 연구개발 총괄
  - 시스템 통합
  - 시간별 교통혼잡 예측, 교통제어 검증
  - 시뮬레이터 개발
  - 시뮬레이터 가상화 구조 연구

**정보통신기술진흥센터 (IIPT)**

  - 사업 출원 및 지원
  - 과제 심의/평가
  - 목표, 마일스톤 점검

**서울시 (교통운영과)**

  - 공공 교통/신호 빅데이터 지원
  - 실증 환경 지원 협조

**(주) SKT**

  - 교통 빅데이터 정책 및 제공
  - 화연량 추정을 위한 제재 데이터 제공

- ▶ 서울시 교통 신호 체계 데이터: 서울시 4개 구 대상
- ▶ 서울시 운행 검지기 데이터: 121개 중 일부(수십 개)

| 구분       | 제공 데이터                            | 비고                                        |
|----------|-----------------------------------|-------------------------------------------|
| 정보       | Node-Link Master (TSD 및 KS 링크 정보) | KS링크는 국가표준노드링크                            |
|          | 소통정보 (대표링크,회전소통)                  | KS링크는 회전소통정보를 생성하고 있지 않음                  |
| Map Data | Network 데이터 (Shape 파일)            |                                           |
| GPS 궤적   | Map Matching된 GPS궤적               | GPS궤적 100%가 링크에 매칭 아님                     |
|          | OD 데이터                            | 시간대별, 지역별 제공 가능<br>(예상 시간, 실제 소요시간 제공 가능) |
| Event 정보 | 행사, 사고, 작업, 통제 정보 등               |                                           |

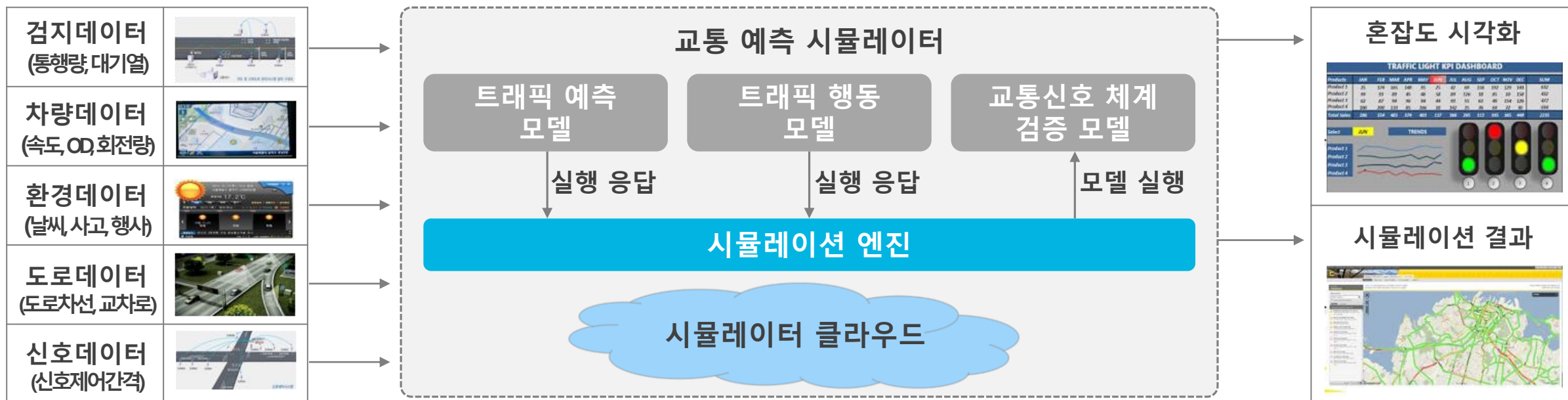
[illegible]

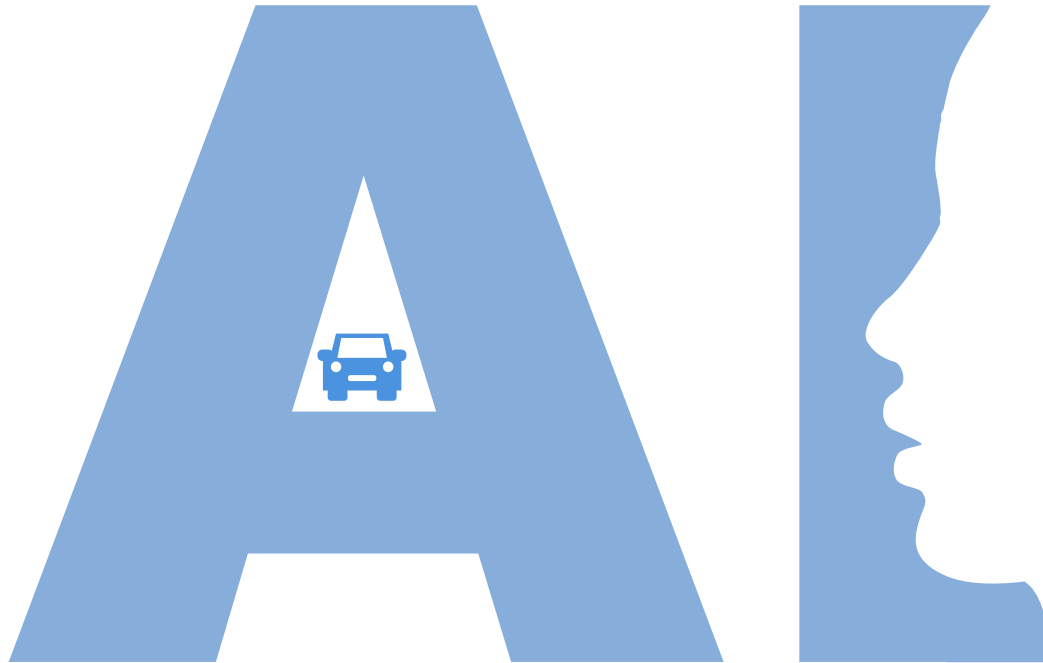
최종  
목표

도심의 교통 혼잡 문제를 완화시키기 위해, 공공/민간 교통정보 데이터를 통합 활용하여 도시의 교통 상황을 예측하고 클라우드 인프라 확장성을 갖춘 아키텍처를 도입하여 동적 규모로 교통 신호체계 개선 방법 및 교통 정책을 사전 검증할 수 있는 **트래픽 예측 시뮬레이션 기술 개발**



혼잡 모델 수립 ——— 신호체계 검증 ——— 교통 정책 수립

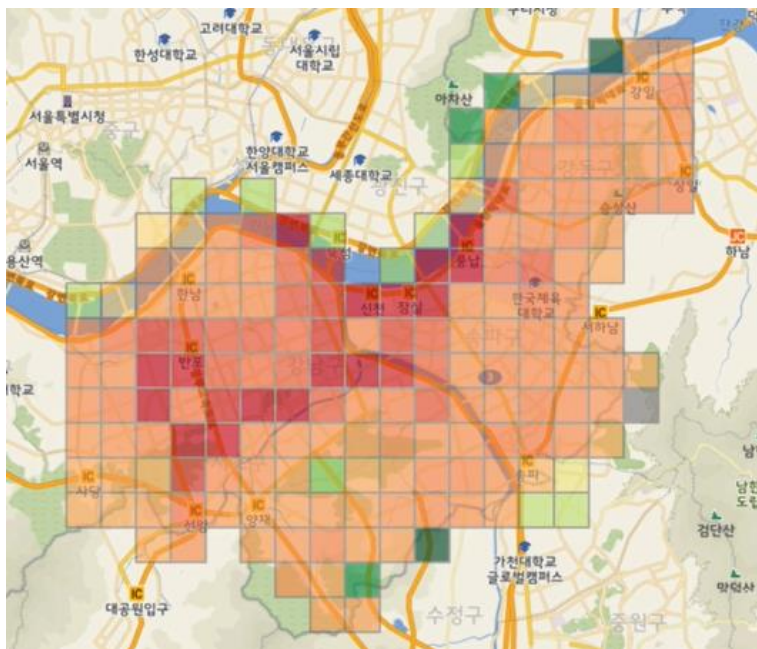




## 02. 주요 연구 내용

## WHAT WE DO?

SALT 시뮬레이션 시스템 구성



### 01 통합 교통 데이터 플랫폼

교통 데이터의 통합 DB 구축

다양한 활용을 위한 API

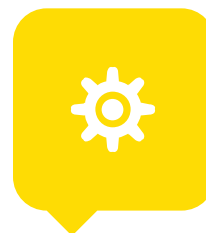
시뮬레이션 입력용 교통 수요 추정 알고리즘



### 02 시뮬레이션 엔진

메소스케일 교통 시뮬레이션 엔진 개발

메소스케일 트래픽 행동 모델



### 03 클라우드 기반 분산 시뮬레이션

광역 시뮬레이션을 위한 분산 시뮬레이션

타 지자체 서비스를 위한 시뮬레이션 클라우드

## 강남 4구 지도 데이터 구축

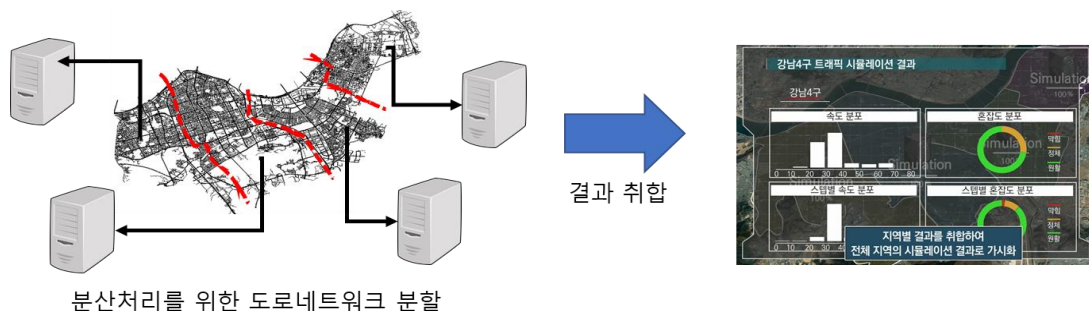
### 지도 데이터 구축

- SKT T-map 지도를 기반으로 시뮬레이션을 위한 지도데이터 구축



### 클라우드 기반 분산처리를 위한 분할 지도 데이터 구축

- 강동구 및 송파구, 강남구, 서초구 최소 4분할, 최대 16분할 지도 파티션 (구별 4분할)



## 강남 4구 신호 데이터 구축

### 신호 데이터 구축

- 서울시 강남 4구 신호데이터와 TGIS, 로드뷰의 교차로 정보를 이용하여 시뮬레이션을 위한 신호데이터 및 연결정보 구축



### 신호 편집도구

- 신호 변경 시, 시뮬레이션 변경효과를 비교하기 위한 웹기반 신호 편집도구 제공

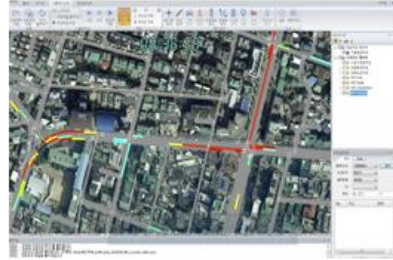


## 통합 교통 데이터 활용을 위한 API 제공



유틸리티 도구

데이터셋 제공



시뮬레이션

시나리오



분산 시뮬레이션

분산 시나리오



WebUI & 가시화

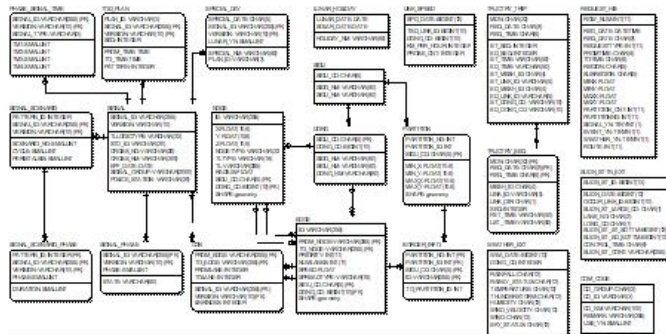
시나리오&결과셋



트래픽 예측 모델

훈련 데이터셋

## 통합 교통 데이터 API 제공



| 강동구                 |  |                                                   |
|---------------------|--|---------------------------------------------------|
| 도로데이터<br>(도로차선,교차)  |  | node: 5,112<br>edge: 12,437<br>connection: 35,371 |
| 신호데이터<br>(신호제어간격)   |  | signal: 200여개                                     |
| 차량데이터<br>(속도,흐름,정차) |  | SK 궤적데이터 기반                                       |
| 환경데이터<br>(날씨,사고,행사) |  | 강남4구 기상데이터                                        |

A truck is driving on a city street, carrying a large, colorful billboard on its back. The billboard features a red and green design with the text 'The Great Wall of China' and 'The Great Wall of China' in Chinese characters. The truck is moving through a city intersection with other vehicles and buildings in the background.

### ▶ 가중치 기반 랜덤 샘플링 과정<sup>[3]</sup>

- ❖ 시간별/OD별 가중치 기반 랜덤 샘플링
- ❖ 꺾적데이터로부터 가중치 기반 랜덤 (uniform) 샘플링
- ❖ 정적 경로 할당 (All Pair Shortest Path Algorithm 사용)

[illegible]

**Weighted Random Sampling**

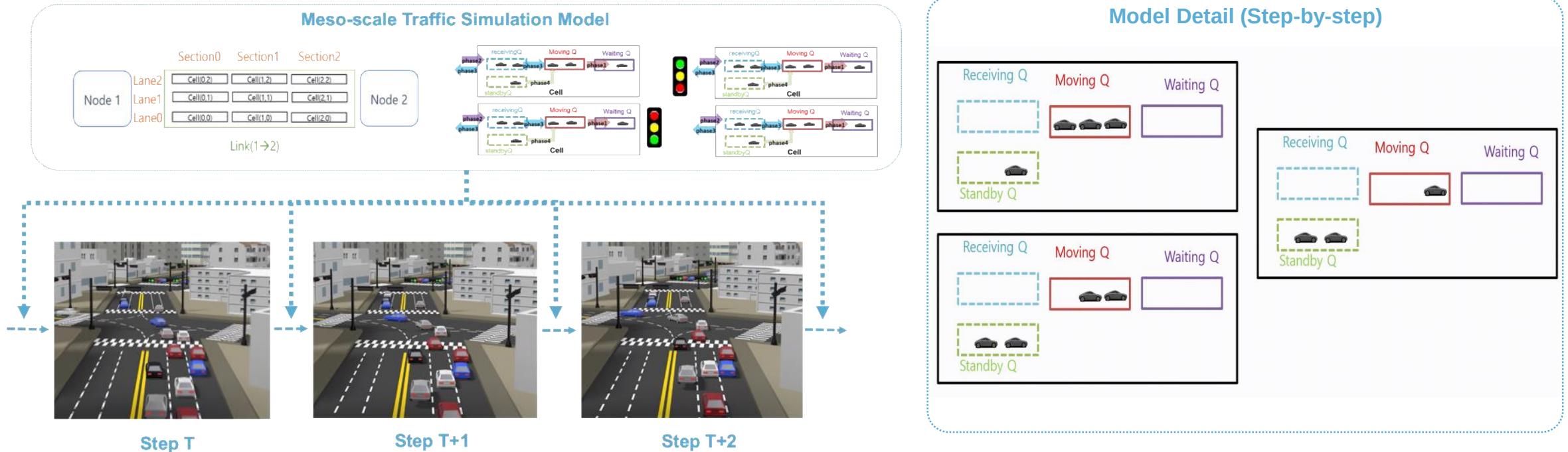
(a) List of noisy traces: 120001, 120002, 120003, 120004, 120005, 120006, 120007, 120008, 120009, 120010, 120011, 120012, 120013, 120014, 120015, 120016, 120017, 120018, 120019, 120020, 120021, 120022, 120023, 120024, 120025, 120026, 120027, 120028, 120029, 120030, 120031, 120032, 120033, 120034, 120035, 120036, 120037, 120038, 120039, 120040, 120041, 120042, 120043, 120044, 120045, 120046, 120047, 120048, 120049, 120050, 120051, 120052, 120053, 120054, 120055, 120056, 120057, 120058, 120059, 120060, 120061, 120062, 120063, 120064, 120065, 120066, 120067, 120068, 120069, 120070, 120071, 120072, 120073, 120074, 120075, 120076, 120077, 120078, 120079, 120080, 120081, 120082, 120083, 120084, 120085, 120086, 120087, 120088, 120089, 120090, 120091, 120092, 120093, 120094, 120095, 120096, 120097, 120098, 120099, 120100, 120101, 120102, 120103, 120104, 120105, 120106, 120107, 120108, 120109, 120110, 120111, 120112, 120113, 120114, 120115, 120116, 120117, 120118, 120119, 120120, 120121, 120122, 120123, 120124, 120125, 120126, 120127, 120128, 120129, 120130, 120131, 120132, 120133, 120134, 120135, 120136, 120137, 120138, 120139, 120140, 120141, 120142, 120143, 120144, 120145, 120146, 120147, 120148, 120149, 120150, 120151, 120152, 120153, 120154, 120155, 120156, 120157, 120158, 120159, 120160, 120161, 120162, 120163, 120164, 120165, 120166, 120167, 120168, 120169, 120170, 120171, 120172, 120173, 120174, 120175, 120176, 120177, 120178, 120179, 120180, 120181, 120182, 120183, 120184, 120185, 120186, 120187, 120188, 120189, 120190, 120191, 120192, 120193, 120194, 120195, 120196, 120197, 120198, 120199, 120200, 120201, 120202, 120203, 120204, 120205, 120206, 120207, 120208, 120209, 120210, 120211, 120212, 120213, 120214, 120215, 120216, 120217, 120218, 120219, 120220, 120221, 120222, 120223, 120224, 120225, 120226, 120227, 120228, 120229, 120230, 120231, 120232, 120233, 120234, 120235, 120236, 120237, 120238, 120239, 120240, 120241, 120242, 120243, 120244, 120245, 120246, 120247, 120248, 120249, 120250, 120251, 120252, 120253, 120254, 120255, 120256, 120257, 120258, 120259, 120260, 120261, 120262, 120263, 120264, 120265, 120266, 120267, 120268, 120269, 120270, 120271, 120272, 120273, 120274, 120275, 120276, 120277, 120278, 120279, 120280, 120281, 120282, 120283, 120284, 120285, 120286, 120287, 120288, 120289, 120290, 120291, 120292, 120293, 120294, 120295, 120296, 120297, 120298, 120299, 120300, 120301, 120302, 120303, 120304, 120305, 120306, 120307, 120308, 120309, 120310, 120311, 120312, 120313, 120314, 120315, 120316, 120317, 120318, 120319, 120320, 120321, 120322, 120323, 120324, 120325, 120326, 120327, 120328, 120329, 120330, 120331, 120332, 120333, 120334, 120335, 120336, 120337, 120338, 120339, 120340, 120341, 120342, 120343, 120344, 120345, 120346, 120347, 120348, 120349, 120350, 120351, 120352, 120353, 120354, 120355, 120356, 120357, 120358, 120359, 120360, 120361, 120362, 120363, 120364, 120365, 120366, 120367, 120368, 120369, 120370, 120371, 120372, 120373, 120374, 120375, 120376, 120377, 120378, 120379, 120380, 120381, 120382, 120383, 120384, 120385, 120386, 120387, 120388, 120389, 120390, 120391, 120392, 120393, 120394, 120395, 120396, 120397, 120398, 120399, 120400, 120401, 120402, 120403, 120404, 120405, 120406, 120407, 120408, 120409, 120410, 120411, 120412, 120413, 120414, 120415, 120416, 120417, 120418, 120419, 120420, 120421, 120422, 120423, 120424, 120425, 120426, 120427, 120428, 120429, 120430, 120431, 120432, 120433, 120434, 120435, 120436, 120437, 120438, 120439, 120440, 120441, 120442, 120443, 120444, 120445, 120446, 120447, 120448, 120449, 120450, 120451, 120452, 120453, 120454, 120455, 120456, 120457, 120458, 120459, 120460, 120461, 120462, 120463, 120464, 120465, 120466, 120467, 120468, 120469, 120470, 120471, 120472, 120473, 120474, 120475, 120476, 120477, 120478, 120479, 120480, 120481, 120482, 120483, 120484, 120485, 120486, 120487, 120488, 120489, 120490, 120491, 120492, 1

```
<routes>
  <vehicle id="0" depart="0.00"
    departLane="best" departPos="random"
    departSpeed="max">
    <route edges="572706811 572706811-
572706812"/>
  </vehicle>
  <vehicle id="1" depart="0.00"
    departLane="best" departPos="random"
    departSpeed="max">
    <route edges="572706953- 572706797-
572706798 5727171601- 572717962- 572700568
572714643"/>
  </vehicle>
</routes>
```

- 🚗 **마이크로 시뮬레이션 vs. 매크로 시뮬레이션**
  - 마이크로 시뮬레이션은 정교하나 시간이 너무 오래 걸림 (강동구 24시간 1.5시간)
  - 매크로 시뮬레이션은 단속류 시뮬레이션에 활용하기 어려움
- 🚗 **선택은 마이크로 시뮬레이션 모형을 채용한 A-CTM (Advance Cell Transmission Model)**
  - 기본 모형은 차선 별 30m 셀 모형 (입력변수로 조정가능)
  - 셀 안의 차량 정보 및 셀간 연계 행동모델 정의



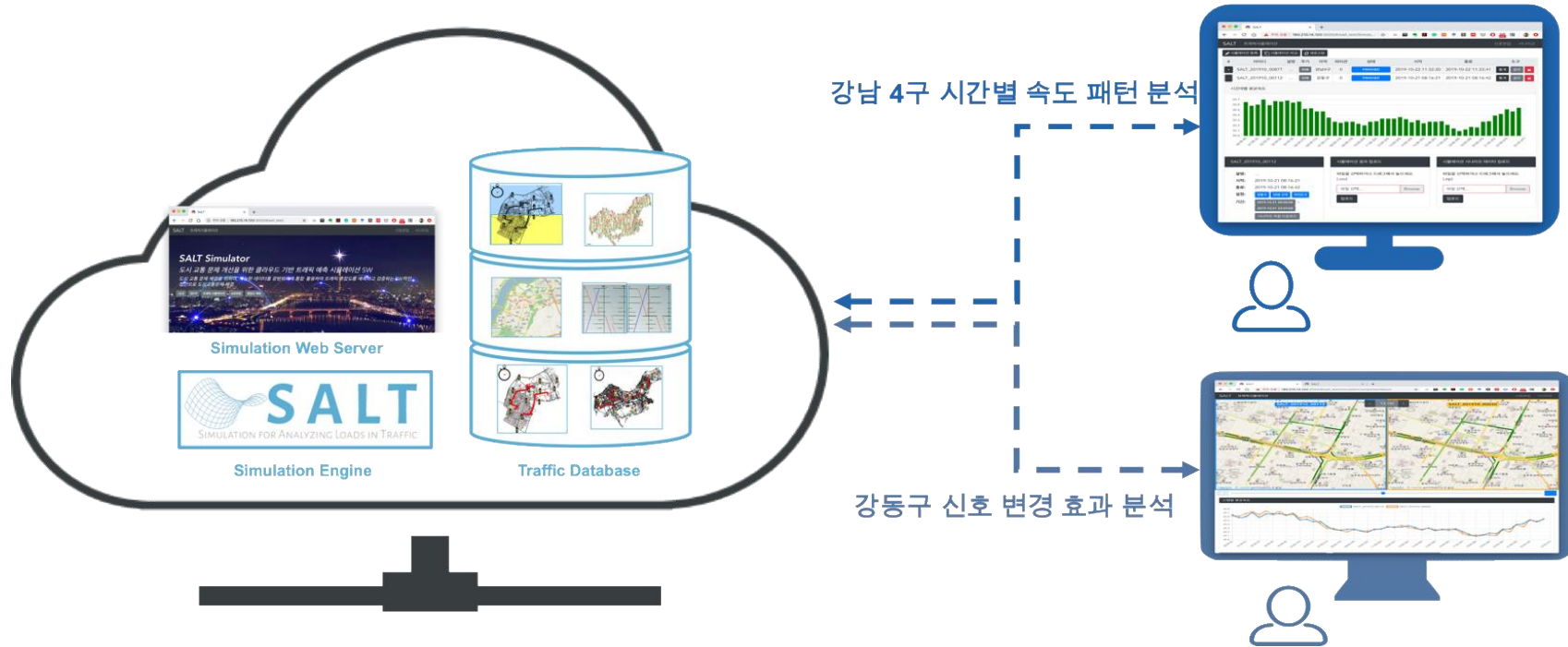
## 메소 스케일 교통 시뮬레이터 엔진



- ▶ 메소 스케일 교통 시뮬레이션 모델 – 개별 차량의 정확한 위치 추적이 아닌 도로 셀 내 차량의 통과/이탈 시점 추적 모델링

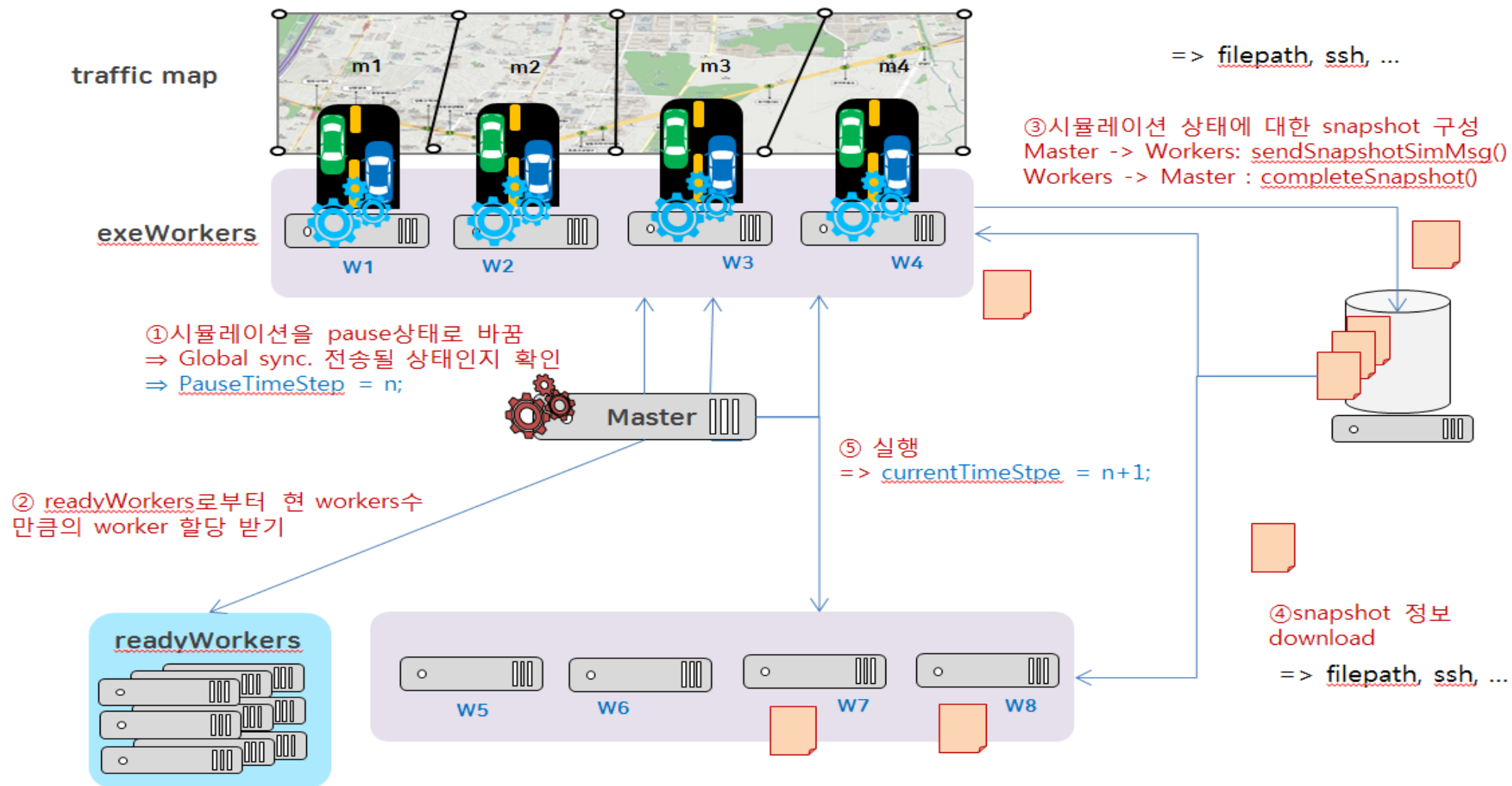
\*도로 셀: 도로를 차선과 특정 길이로 나눈 도로 단위

- 🚗 일래스틱(Elastic) 컴퓨팅 기반 메소스코픽 교통 시뮬레이션 기술
- 🚗 시뮬레이션 규모에 따른 동적 확장을 위한 시뮬레이터 가상화 기술
- 🚗 넓은 지역에 대한 교통 시뮬레이션 분산처리 기술 개발



교통 시뮬레이션 클라우드  
교통 시뮬레이터 + 교통 데이터베이스 + 사용자 UI

다양한 시뮬레이션 수행 후 결과 분석



## 클라우드 상에서 교통신호 편집

**신호목록**

**신호선택**

**신호정보 내보내기**

**신호현시**

**신호설정**

**신호패턴**

**TOD 계획**

**신호정보 내보내기 / 저장**

시작시간: 10/30/2019 05:52 PM  
종료시간: 10/30/2019 05:52 PM

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<trafficSignalSystem>
  <trafficSignal nodeID="cluster_572701114_572701116_572701117_572712746_572712755" version="1" crossNo="1795" crossName="길동사거리"
    date="2016-07-12" signalGroup="105G">
    <tod id="1" todSeq="1" scheduleID="1" fromTime="00:00" toTime="07:00"/>
    <tod id="1" todSeq="2" scheduleID="2" fromTime="07:00" toTime="11:30"/>
    <tod id="1" todSeq="3" scheduleID="3" fromTime="11:30" toTime="17:30"/>
    <tod id="1" todSeq="4" scheduleID="4" fromTime="17:30" toTime="21:00"/>
    <tod id="1" todSeq="5" scheduleID="5" fromTime="21:00" toTime="22:30"/>
    <tod id="1" todSeq="6" scheduleID="6" fromTime="22:30" toTime="00:00"/>
    <schedule offset="35" id="1">
      <phase state="mmGGmmmmGGG" duration="61"/>
      <phase state="mmGGmmmmGGG" duration="11"/>
      <phase state="mmGGmmmmGGG" duration="25"/>
      <phase state="GGmmmmGGmmmm" duration="46"/>
      <phase state="mmmmmmmmmm" duration="11"/>
      <phase state="mmGGmmmmGGG" duration="22"/>
    </schedule>
  </trafficSignal>
</trafficSignalSystem>
```

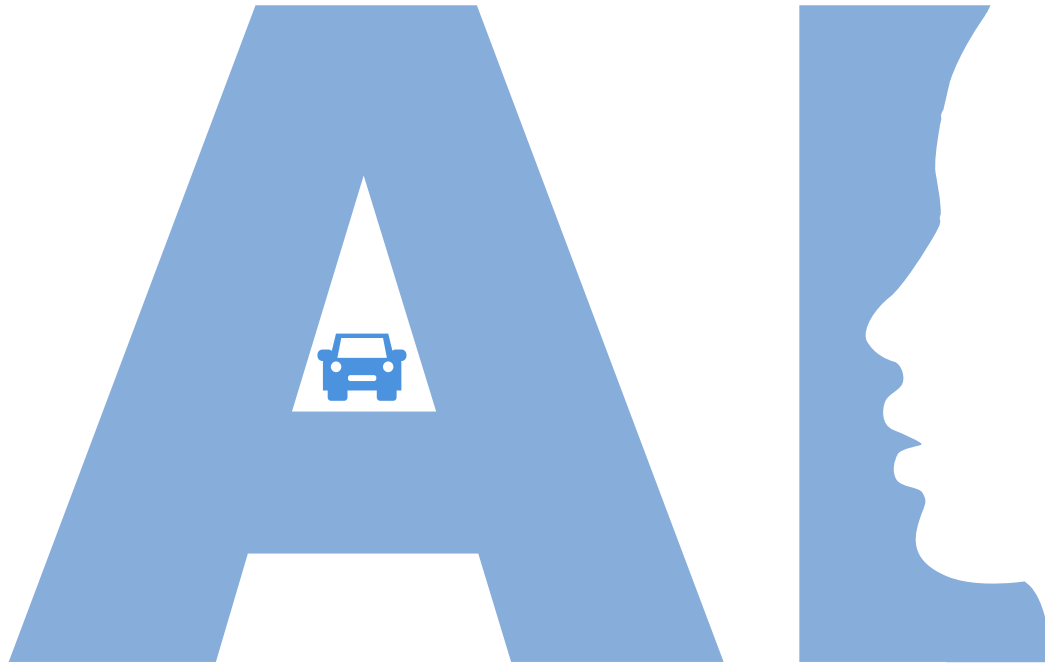
Generate SALT Traffic Signal(XML) Download Cancel

### 신호편집 절차

1. 지도에서 신호 선택
2. 교차로 연결정보 편집
3. 신호 현시 편집
4. 신호 패턴 편집
5. TOD 계획 편집
6. 저장 / 내보내기

### 주요기능

- ▶ 교차로(신호) 위치정보 및 부가정보 가시화
- ▶ 신호 상세정보 가시화 및 편집 기능 제공
- ▶ 교차로 연결정보 가시화 및 편집기능 제공
- ▶ 신호정보 API 연동 및 DB 업데이트 기능 제공



## 03. 서울시 실증

## 강남 4개구(강남구, 서초구, 송파구, 강동구) 분산 시뮬레이션 적용



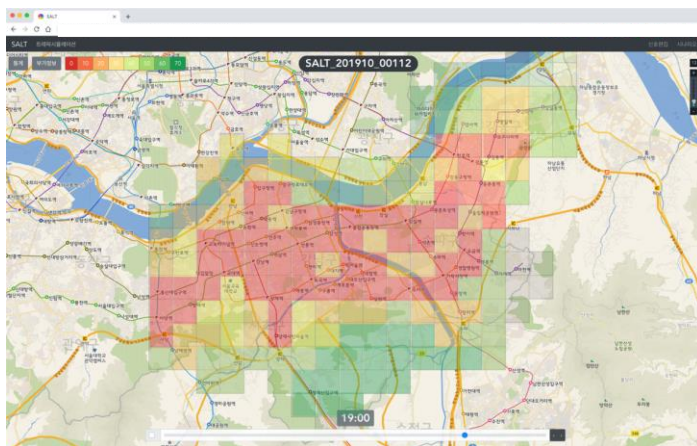
강남 4구 분산 교통 시뮬레이션 처리



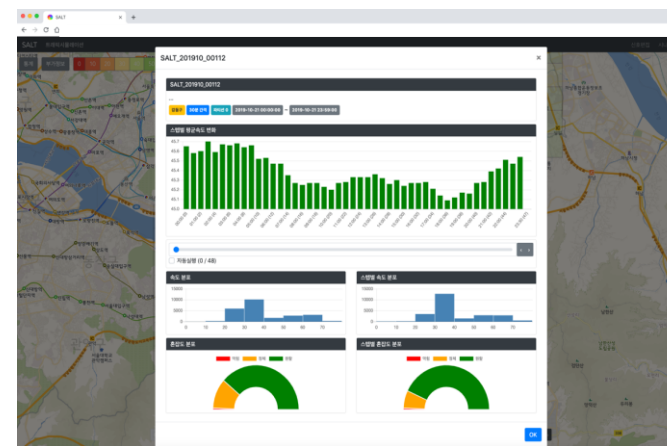
교통 시뮬레이션 동기화 및 결과 병합



강남 4구 교통 시뮬레이션 결과 분석



클라우드 기반 시뮬레이션 결과 가시화



강남 4구 시뮬레이션 결과 가시화/분석

교통 시뮬레이션 DEMO  
-강남 4구-

## 강동구 천호대로 가로축 개선 사업



천호대로 축개선 보고서 (2019) 발췌

- 개선 요약 : 교통 흐름 원활 도모 및 심야 시간대 과속 방지
- 상일IC 인근 3개 교차로 출근 시간대 주기를 10초 연장하여 원활한 교통 흐름을 도모
- 강동성심병원 앞막힘 발생시 직진 차량의 더딘 진입으로 인해 동->남 좌회전 시간 연장
- 강동역 보행자 안전을 도모하고자 전적색신호 1초 부여 및 심야시간대 주기 단축, 연동 불일치로 과속 방지

## 강동구 교통 시뮬레이션

- ❖ 강동구 전체 도로망, 24시간, 평일 교통 추정 수요 시뮬레이션
- ❖ 축개선 사업 이전/이후 교통 신호 각각 적용
- ❖ 천호대로 중심 2.5km 구간 결과 분석  
(총 16 교차로 중 10 교차로 - 천호로데오거리~생태공원앞)

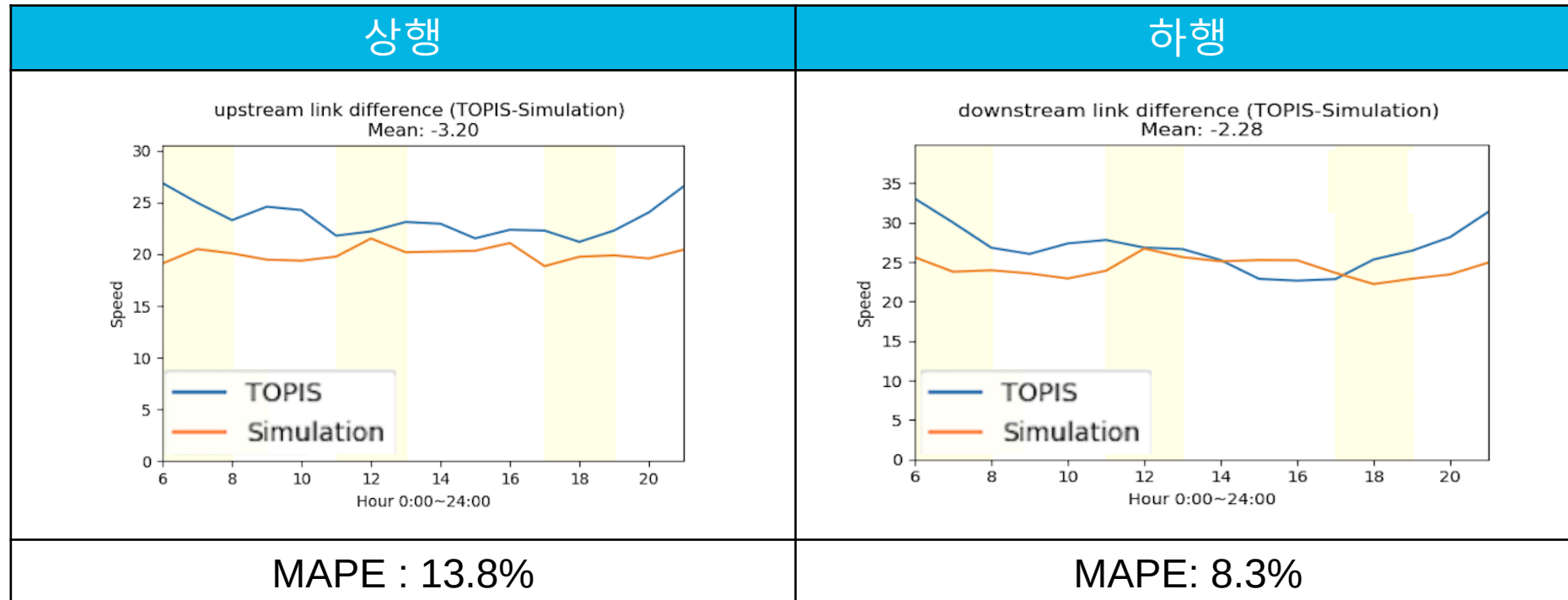


## 교통 시뮬레이션 정확도

### ▶ 시뮬레이션-관측 데이터 간 오차

#### ❖ 시간별 평균 속도 비교 - 시뮬레이션 결과 vs. 관측 데이터(TOPIS)

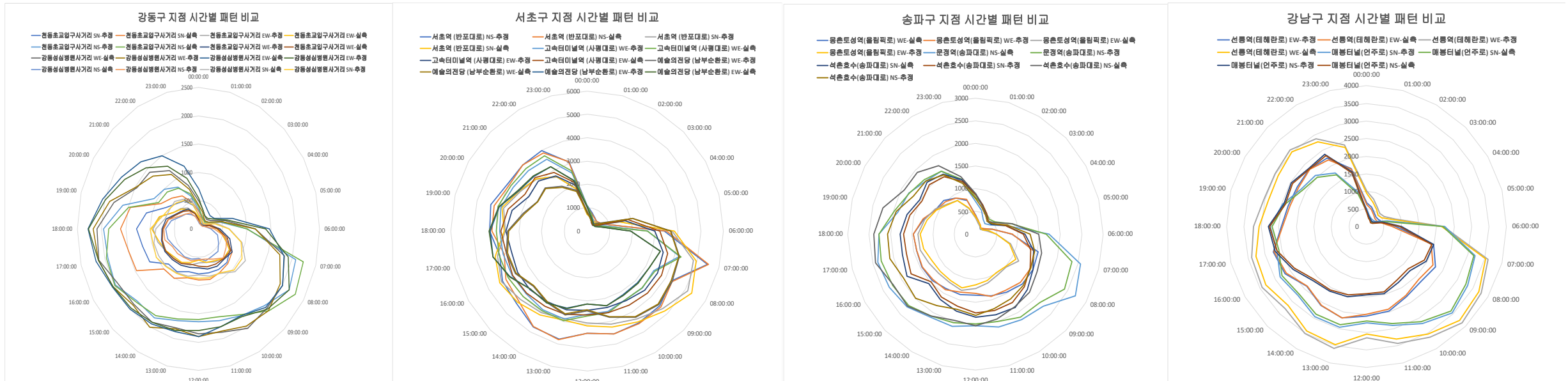
- 주요 통행 시간대 (6시~21시) 평균 통과 속도 오차 MAPE : 11%
- Macro-scale 시뮬레이션 기준, 용인되는 오차율: 30%

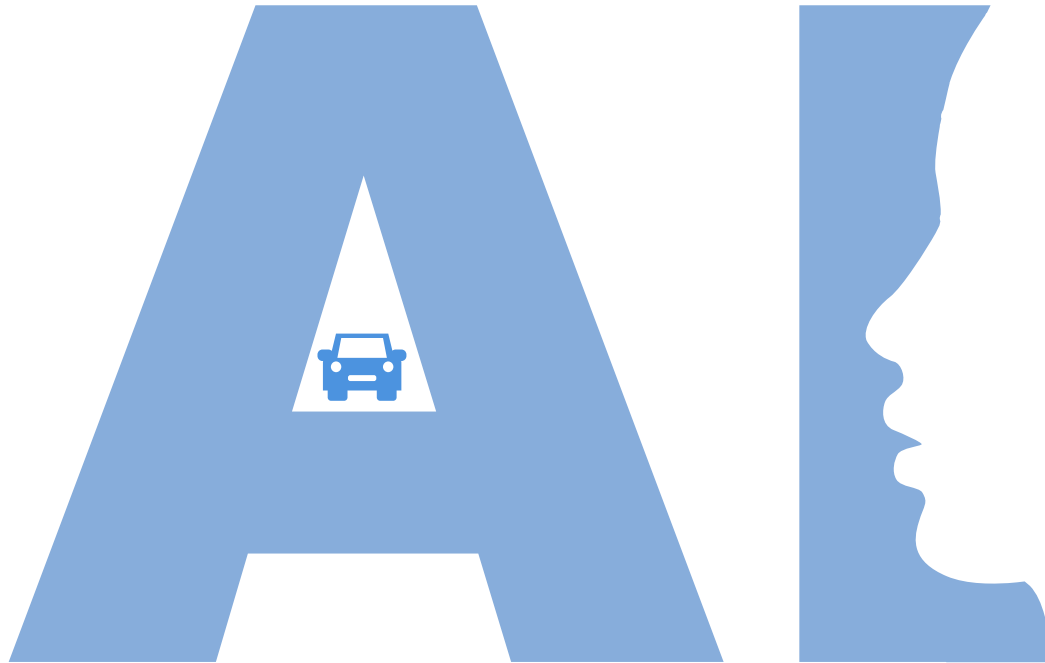


## 강남 4개구 각 지점에서 시간별 교통량 패턴

### ▶ 강남 4개구의 각 지점에서의 실측 교통량 vs. 추정 교통량 시간별 교통량 패턴

- ❖ 대부분 지점에서 시간별 패턴은 유사하나, 시간대 별로 교통량의 차이가 존재하는 지점이 존재하며, 이러한 지점의 MAPE 값이 다른 지점에 비해 높은 것을 알 수 있음.
  - ❖ 강동구 성심병원사거리 북->남 방향 (MAPE = 약 14%), 천동초교입구사거리 남->북 방향 (MAPE = 약 11%)
  - ❖ 송파구 석촌호수(송파대로) 북->남 방향 (MAPE = 약 11%)





## 04. 향후 연구개발 방향

## VISION



스마트 시티로 가는  
원천 기술 확보



## MISSION



클라우드 엣지 기반의  
도시 교통 브레인 개발

신호대기시간 개선율: ('24년) 10%  
실증대상: ('23년) 광역시 2개 이상



## 최적 교통 정책 탐색

복잡한 도시교통 네트워크에서  
후보 해결책을 탐색하고 선택



지속적·광역적  
도시교통 혼잡 문제 해소



## 클라우드 기반 신호 최적화

교통 시뮬레이션 및 강화학습기반  
지속적/광역적 교통 신호체계 개선



“Like a river”



# Thank You