

# CCTV 영상을 이용한 교통 정체 전파 인과 관계 분석

Giwoong Park, Hanbyul Yeon, Yewon Moon, Yun Jang

**SCH Univ.**

**Dept.of AI and Bigdata**

**Lee Howoo**

# 목차

1. 서론
2. 프레임워크 구성
3. 실험
4. 데이터 보안 성능 평가
5. 결론

# 1. 서론

# 1. 서론

차량 이동 많은 도심 지역 → 교통 혼잡 불가피

움직이는 차량들 → 교통 정체를 계속 전파시킴

↳ 교통 혼잡 전파에 관한 연구 필요



CCTV 영상 데이터 사용 → 관측되지 않는 교차로 존재 (데이터 결손)



GPS 데이터 이용, 누락된 구간 차량 평균 속도 추출 (결손 데이터 보간)

# 1. 서론

기존 혼잡 전파 패턴의 연구들 → 고속도로와 같은 폐쇄된 도로에 유용

∴ 많은 도로가 연결되는 도시 지역 → 기존 연구 적용 어려움

# 1. 서론

기존 혼잡 전파 패턴의 연구들 → 고속도로와 같은 폐쇄된 도로에 유용

∴ 많은 도로가 연결되는 도시 지역 → 기존 연구 적용 어려움



Granger 인과 관계 검정 이용

## 2. 프레임워크 구성

## 2. 프레임워크 구성

1. YOLOv3 이용, 2D 좌표로 차량 위치 추출

2. 2D 좌표와 SORT(Simple Online and Realtime Tracking) 모델 결합

↳ 차량 이동 경로 추적 → 차량 이동 경로 수 계산, 교통량 추정 가능

3. 속도 추정 위해, 호모그래피 변환 사용

↳ 비디오 프레임의 2D 좌표를 실제 도로 2D 좌표로 변환

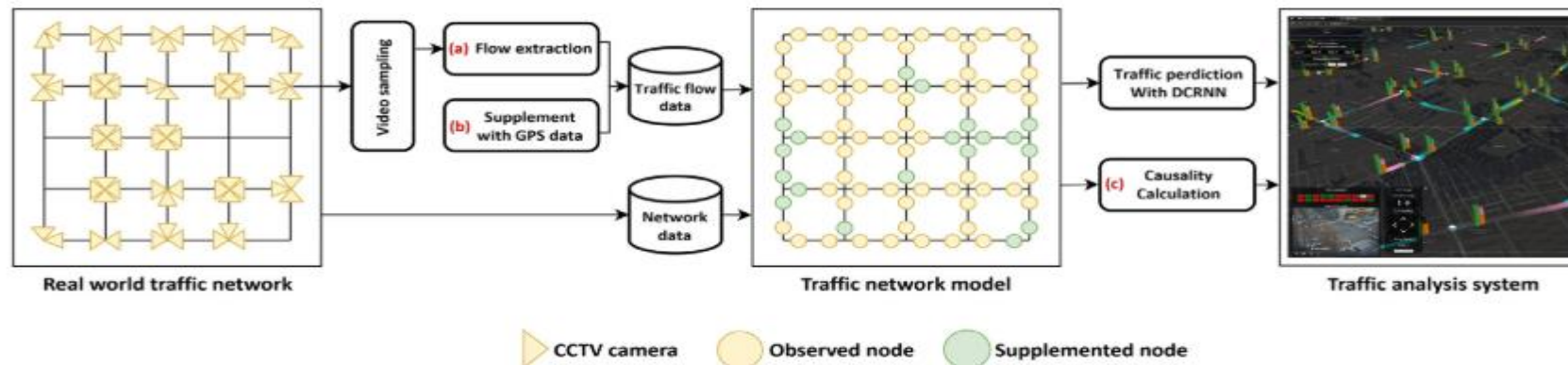


그림 1 CCTV 영상으로 교통 흐름을 추출하고 교통 네트워크를 모델링하여 교통 정체 인과 관계를 분석하는 프레임워크  
Fig. 1 Our framework extracts traffic flow from CCTV videos and models traffic network to analyze congestion causality



## 2. 프레임워크 구성

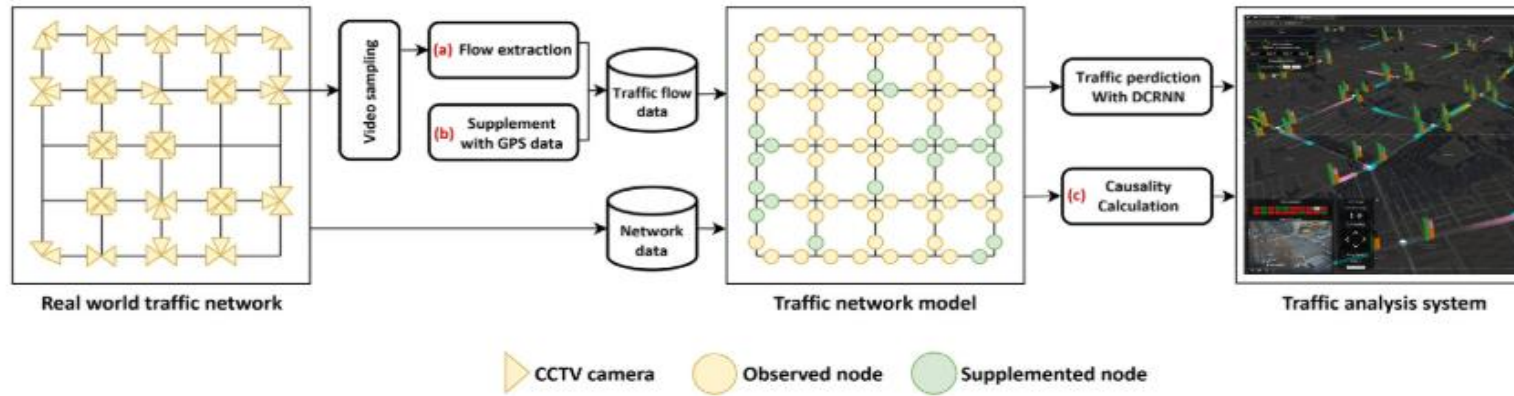


그림 1 CCTV 영상으로 교통 흐름을 추출하고 교통 네트워크를 모델링하여 교통 정체 인과 관계를 분석하는 프레임워크  
Fig. 1 Our framework extracts traffic flow from CCTV videos and models traffic network to analyze congestion causality

CCTV(노드), 도로(엣지)로 구성된 네트워크

**차량 흐름 데이터 + CCTV 네트워크 = 교통 네트워크**

YOLOv3, SORT 모델에 의해 추정된 데이터



각 노드는 교차로에 연결된 도로를 나타냄

각 엣지는 인접한 두 노드 사이의 연결을 의미함

## 2. 프레임워크 구성

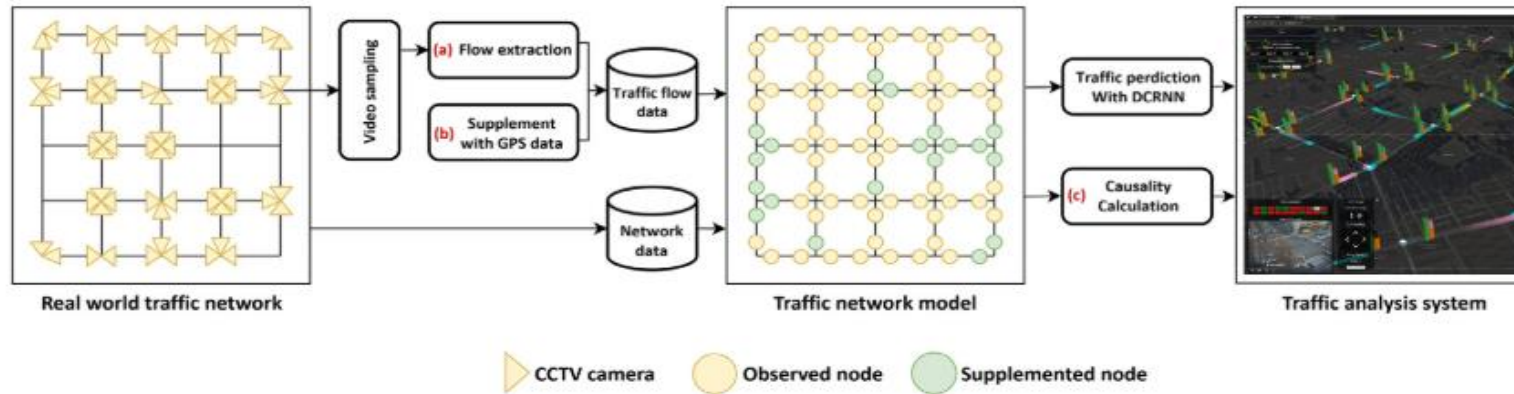


그림 1 CCTV 영상으로 교통 흐름을 추출하고 교통 네트워크를 모델링하여 교통 정체 인과 관계를 분석하는 프레임워크  
Fig. 1 Our framework extracts traffic flow from CCTV videos and models traffic network to analyze congestion causality

교통 네트워크의 일부 노드 비어있음 (CCTV가 모든 교차로를 관찰하지 않음)



TOPIS에서 제공하는 GPS 데이터를 활용  
불완전한 교통 네트워크 보완



교통 네트워크 완성

## 2. 프레임워크 구성

### Granger test?

두 독립 시계열 변수 사이의 상호 영향을 검정하는 방법

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{n=1}^N \alpha_n X_{t-n} + \sum_{m=1}^M \beta_m Y_{t-m} + \epsilon_t$$

귀무가설: 변수 X의 변화가 변수 Y의 변화의 원인이 아니다.



정체 발생 도로 기반, 다른 도로와 Granger test 수행

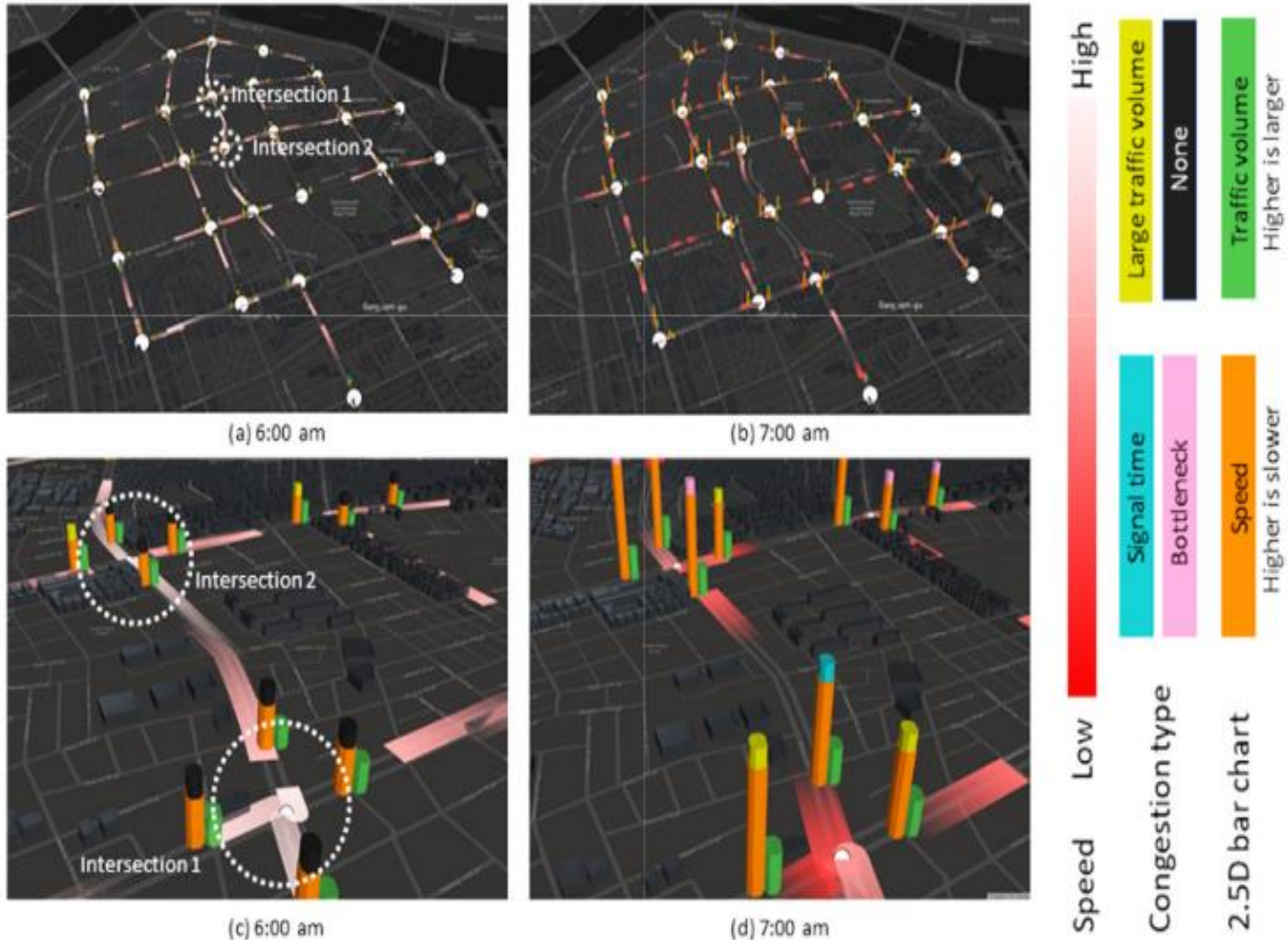


혼잡 전파 영향 유무에 따라 노드 삭제 (영향 없는 노드 삭제)

∴ 우연에 의해 계산되는 인과관계 방지 위함

# 3. 실험

# 3. 실험

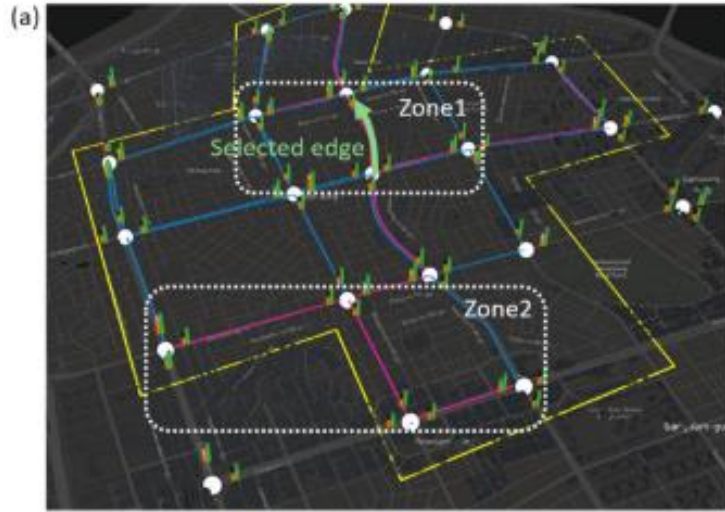


- 그림 a와 b는 각각 오전 6시와 7시의 교통상황 나타냄
- a와 비교했을 때 b의 교통상황이 느려짐을 알 수 있음

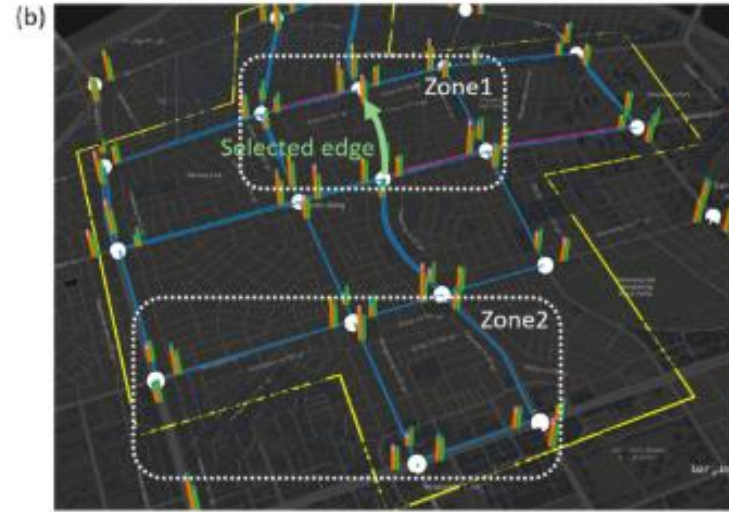
- 그림 c와 d는 그림 a와 b를 막대그래프로 나타냄
- 6시에 비해 교통흐림이 2배, 교통량이 1.5배 늘어남

그림 2 2020년 10월 5일 새벽 6시에서 7시 사이의 교통 상황 시각화  
 Fig. 2 Traffic state visualization between 6 am and 7 am on October 5, 2020

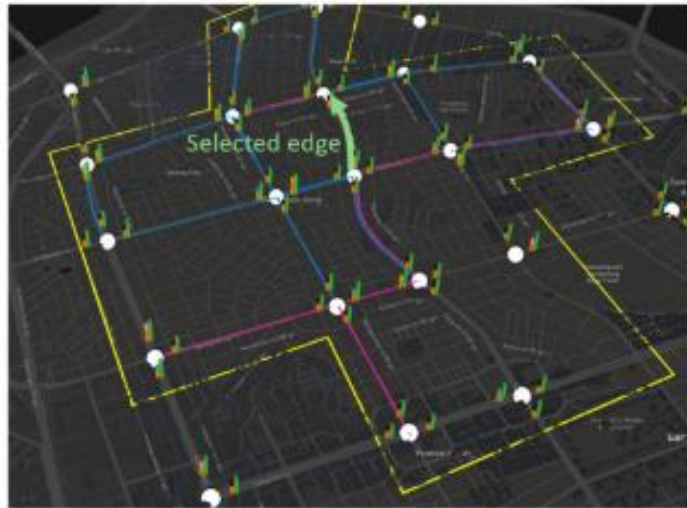
# 3. 실험



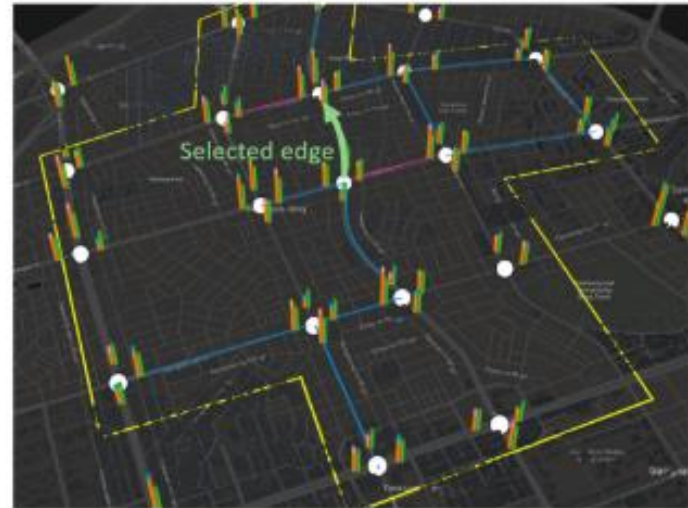
6:00 am



7:00 am



6:45 am



7:45 am

Edges influenced by selected edge

Selected edge

Edges influencing selected edge

그림 2에 c와 d에 나타난 도로를 선택하여 Granger test 진행

6시와 7시 사이의 교통 정체 인과 관계 시각화

색상 변화는 도로의 혼잡 상태 변화 나타냄

6시에는 선택된 도로가 Zone1과 Zone2에 영향을 줌

시간이 지나면서 Zone2는 영향을 받지 않음

오히려 선택된 도로가 Zone2의 영향을 받음

Zone1은 7시에도 선택된 도로로부터 영향 받음

그림 3 2020년 10월 5일 새벽 6시에서 7시 사이의 교통 정체 인과 관계 시각화

Fig. 3 Traffic congestion causality visualization between 6 am and 7 am on October 5, 2020

### 3. 실험

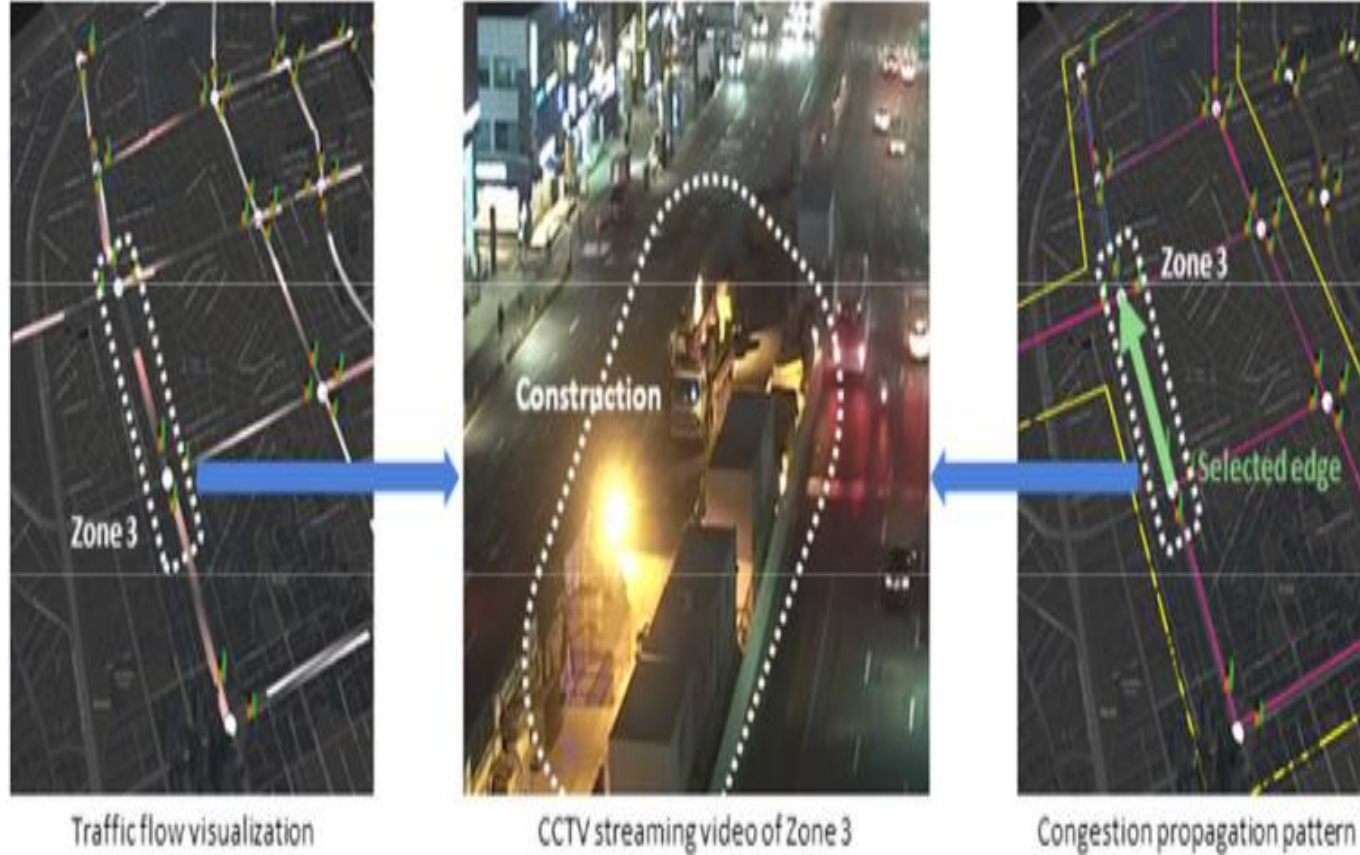


그림 4 2020년 10월 2일 자정의 교통상황과 실시간 CCTV 이미지 및 교통 정체 인과관계 시각화

Fig. 4 Traffic state visualization and real-time CCTV video between 0 am on October 2, 2020

교통량이 많지 않고 시간대도 늦어서 정체 없을거라 예상

예상과 달리, Zone3의 도로가 주변 도로보다  
교통량이 많고, 속도가 느린 것으로 관측

Zone3 안에 도로가 주변 모든 도로에  
영향을 미치는 것으로 보임

CCTV 영상으로 확인해본 결과  
도로 중앙의 공사 현장 및 노면 상태 열악 확인

Zone3의 교통 체증 원인  
병목현상으로 규정

## 4. 데이터 보안 성능 평가



## 4. 데이터 보안 성능 평가

GPS 데이터로 결손 부분 보완 잘 하는지 의문

## 4. 데이터 보간 성능 평가

보완 성능 확인 위해, 특정 비율 노드 데이터 삭제 → GPS 데이터로 대체

삭제 비율 0%에서 90%까지 10%단위로 증가



DCRNN(Diffusion Convolutional Recurrent Neural Network) 적용

## 4. 데이터 보간 성능 평가

표 1 보간된 노드에 대한 예측 정확도

Table 1 Prediction error comparison as the supplemented node ratio

ratio(%)	0	10	20	30	40
MAPE	11.47%	11.1%	11.76%	10.98%	11.18%
RMSE	3.54	3.33	3.36	3.4	3.43
ratio(%)	50	60	70	80	90
MAPE	12.53%	10.86%	10.75%	10.91%	12.73%
RMSE	3.74	3.35	3.32	3.36	3.83

GPS 데이터를 비율에 맞게 대체, 이를 학습한 DCRNN 모델의 예측 정확도 비교

RMSE(Root Mean Square Error) 및 MAPE(Mean Absolute Percentage Error) 를 사용하여 예측 정확도 측정

데이터 누락으로 인해 보완이 늘어나도, 보완을 안한 0%와 큰 차이 없음

모델 성능 저하 없음을 알 수 있음

# 5. 결론

## 5. 결론

CCTV 영상을 YOLOv3, SORT 모델 사용하여 교통 흐름 추출

교통 흐름 데이터와 도로망 데이터로 교통 네트워크 모델 생성

Granger test 시행하여 정체 간 전파 인과 관계 분석

GPS 활용하여 결측 데이터 보간 (DCRNN으로 성능 저하 없음을 검증)

# 6. How to apply

# Thank you

