

국내 고속도로의 교통 혼잡도 분석을 위한 교통 데이터 및 예측 모델 적용성 연구

강동목, 윤상훈, 정한균, 임기택, 김주영, 장수현
전자부품연구원

e-mail : k_moook@keti.re.kr, shyoon11@keti.re.kr, junghg@keti.re.kr,
limkt@keti.re.kr, wuppu1640@keti.re.kr, shjang@keti.re.kr

Applicability study of traffic data and prediction model for
traffic congestion analysis on domestic highways

Dong-Mug Kang, Sang-Hun Yoon, Han-Gyun Jung,
Ki-Taeg Lim, Ju-Young Kim, Soo-Hyun Jang
Korea Electronics Technology Institute (KETI)

Abstract

Traffic congestion tend to get worse as the number of cars increases. Also, in the node-link system of domestic highways, traffic information cannot be provided in units of lanes. If it is possible to predict the traffic flow in units of lanes from a future, traffic can be distributed and unnecessary congestion can be avoided. In this paper, we study the applicability of data and prediction models for traffic congestion analysis on domestic highways. Vehicle Detection System(VDS) and Road Weather Information System(RWIS) data were considered, and Graph Convolution based model is used for prediction. As a result, VDS and RWIS data can be collected in the target section and Spatial-Temporal Graph Convolution Network(STGCN), a model suitable for the condition of the target section, can be utilized. Therefore, the applicability of traffic data and prediction models for traffic congestion analysis on domestic highways is appropriate.

I. 서론

자동차의 보급이 확대되고 있는 현대 사회에서 이로 인한 도로 교통 혼잡도는 갈수록 증가하는 추세이다. 이와 더불어 현재 고속도로 교통정보 시스템은 표준 노드링크 체계에 따라 구간 단위로 정보를 수집 및 제공하고 있지만, 노드-링크 체계에서는 링크의 소통 정보를 차로 단위로 제공할 수 없는 한계가 존재한다. 이러한 상황에서 미래 시점에서의 차선별 교통흐름 예측이 가능하다면, 진출 차로 및 이벤트 발생으로 인해 정체 중인 차선을 고려한 주행이 가능하다. 이는 교통흐름을 분산시킬 수 있기 때문에 차선별 교통흐름 예측 시스템의 필요성이 증가하고 있다.



그림 1. 고속도로 진출차로 정체 발생 사례

기존 연구의 경우, 울산시의 시내 도로에서 교통 상황을 시각화하고 분석 및 예측하는 시스템이 개발되었으며[1], 표 1과 같이 미국과 중국의 고속도로에서도 교통흐름 분석을 위해 속도데이터를 수집하여 분석하는 연구가 진행되었다.[2],[3]

표 1. 레퍼런스의 데이터 구성 요소

	METR-LA	PEMS-BAY	SZ-taxi
# 노드(Node)	207개	325개	156개
# 샘플	34,272개	52,116개	2,976개
수집 기간/간격	4개월 / 5분	6개월 / 5분	7월 / 5분
특징	미국 LA의 고속도로의 속도 데이터	미국 San francisco고속도로의 속도 데이터	중국 Luohu District의 속도 데이터

본 논문에서는 국내 영동 고속도로에서 차로 단위의 교통흐름 예측을 위한 교통 데이터와 그래프 기반예측 모델의 적용성 연구를 진행하였다.

데이터 측면에서는 VDS(Vehicle Detection System) 및 RWIS(Road Weather Information System)를 활용하여 교통흐름에 영향을 줄 수 있는 4가지(속도, 교통량, 정체 길이, 기상정보) 데이터를 고려하였다.

모델 측면에서는 여러 도로가 유기적으로 연결되어 있는 고속도로의 특성을 활용하기 위한 그래프 기반의 2가지 예측 모델 Spatial-Temporal Graph Convolution Network (STGCN) 과 GraphWaveNet을 고려하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 활용할 데이터와 모델의 요구사항에 대해 기술하였으며, III장에서는 국내 고속도로에 대한 적용성을 검토한다. 마지막으로 IV장에서는 결론 및 향후 연구 방향에 대해 기술한다.

II. 활용 데이터와 모델의 요구사항

2.1 데이터 요구사항 및 활용 데이터

차로 단위의 고속도로 교통흐름 예측을 위해, VDS 데이터와 RWIS 데이터를 활용하며 데이터 관련 세부 요구 사항은 표 2와 같다.

VDS란 도로에 설치된 차량 탐지 시스템으로 도로의 교통량, 평균속도 등을 감지하는 장치이다. VDS의 노드간 거리는 1km이며 5분 간격으로 수집된 차로 단위의 3가지(속도, 교통량, 정체 길이)데이터를 한국도로공사 공공데이터 포털(<http://data.ex.co.kr>)에서 활용한다.

RWIS는 도로 기상 정보 시스템으로 고속도로에서

강우량, 적설량 등 기상 데이터를 수집하는 장치이다. 기상 데이터의 경우 Raw 데이터를 그대로 사용하지 않고 자체적인 정책 수립을 통하여 범주화된 값으로 사용하여 예측에 활용 할 예정이다.

표 2. 데이터 관련 세부 요구 사항

	활용 데이터 요구사항
세부 요구 사항	1. 정확한 예측 목표 <ul style="list-style-type: none"> 예측 시간 단위만큼의 미래 시점에서 정확히 예측 할 변수 선정 (Ex. 속도, 교통량)
	2. 기상 데이터 범주 선정 <ul style="list-style-type: none"> 기상 데이터를 범주 값으로 활용하기 위한 자체적인 정책 수립 (Ex. 강우량 100mm~150mm --> 날씨 변수 범주 : 3)
	3. Sliding Window 사이즈 설정 <ul style="list-style-type: none"> 다음 시간 단위를 예측하기 위한 과거 시간 단위의 개수
	4. 과거 데이터 활용 기간 <ul style="list-style-type: none"> 예측 모델을 학습하기 위한 기존 과거 데이터의 활용 기간 설정 (Ex. 과거 1년, 6개월 전)
	5. 예측 시간 단위 선정 <ul style="list-style-type: none"> 예측할 미래 예측 시간 단위 설정 (Ex. 10분, 20분 후)

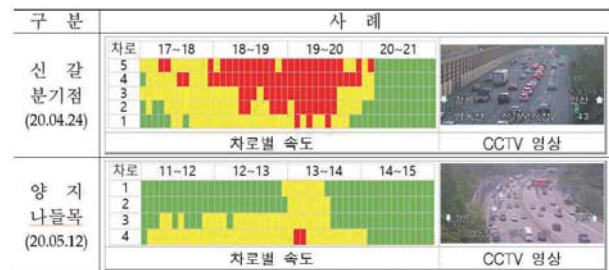


그림 2. 고속도로 차로 단위의 속도 데이터

2.2 모델 요구사항 및 활용 모델 선정

고속도로는 여러 도로가 유기적으로 연결되어있기 때문에 목표 구간과 연결된 주변 도로의 데이터도 함께 고려해야한다. 따라서 주변 도로의 영향도 고려 가능한 그래프 기반의 2가지 모델에 대해 활용성을 검토한다.

STGCN의 경우 그래프 컨볼루션과 시계열 분석 모델인 GRU(Gated Recurrent Unit)를 활용해 입력 데이터의 시공간(Spatio-temporal) 의존성을 반영하여 결과를 도출하는 신경망 모델이다.[2] 주변 도로의 연결 관계를 고려하기 위해 인접행렬을 활용하며 각 노드에서의 시간 별 특징 값을 활용하기 위해 특징행렬을 활용한다.

Graph WaveNet의 경우 STGCN과 동일하게 그래프 컨볼루션과 GRU를 기반으로 하며, 추가적으로 Google

의 TTS(Text to Speech) 모델인 WaveNet의 구조를 반영하여 Dilated 컨볼루션 연산과 Skip-Connection을 활용한 신경망 모델이다.[3] Dilated 컨볼루션을 사용하여 Receptive Field의 영역이 넓어지게 되면서 적은 레이어를 활용하여 넓은 범위의 시퀀스를 활용 할 수 있다.

본 논문에서의 목표 구간은 표 1의 레퍼런스 데이터와는 달리 노드의 개수가 많지 않으며 양방향 도로를 고려하지 않고 단방향을 도로만을 고려한다. 2가지 예측 모델 중 STGCN의 경우 노드의 수가 성능에 큰 영향을 끼치지 않고, 양방향인 아닌 단방향의 도로만 고려하여도 성능에 영향이 없기 때문에 목표 구간의 조건에는 STGCN 모델이 적합하다.

III. 국내 고속도로 적용 가능성 검토

국내 영동 고속도로의 차로 단위 교통흐름 예측 시스템의 적용 가능성을 검토한다.

데이터 관점에서, 영동 고속도로 내의 목표 구간은 표 3과 같이 1개의 콘존과 7개의 VDS 노드로 나누어져 있으며 각각의 VDS노드로부터 5분 간격으로 속도, 교통량, 정체 길이 데이터를 활용 할 수 있다. 또한 목표 구간 주변 지점에서의 RWIS 데이터도 활용이 가능하다.

모델 관점에서, 고속도로의 연결 특성을 고려한 그래프 기반의 2가지 예측 모델 중 목표 구간의 조건에 적합한 STGCN 모델을 활용한다고 할 때, 국내 고속도로에서 차로 단위 교통흐름 예측시스템은 적용이 가능하다고 할 수 있다.

표 3. 목표 구간의 콘존ID 와 VDS ID

콘존 ID	VDS ID
0500CZS120	0500VDS04150
	0500VDS03750
	0500VDS03950
	0500VDS03560
	0500VDS03650
	0500VDS03850
	0500VDS03580

IV. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 국내 영동 고속도로에서의 차로 단위 교통흐름 예측을 위한 교통 데이터 및 예측 모델의 적용성을 검토하였다. 목표 구간 내에서 차로 단위의 VDS 데이터(속도, 교통량, 정체길이)를 활용할 수 있으며, 해당 구간의 주변 지점에서 RWIS 데이터를 활

용 할 수 있다. 또한, 여러 도로가 유기적으로 연결되어있는 고속도로의 특성상 그래프 기반의 예측 모델을 고려하였으며 2가지 모델 중에서도 목표 구간의 상황에 맞는 STGCN을 선정하였다. 따라서 데이터의 가용성과 국내 고속도로 조건에 맞는 모델의 활용 가능성을 판단 할 때, 국내 고속도로에서 차로 단위의 교통흐름 예측 시스템의 적용은 가능하다고 할 수 있다. 향후에는 실질적으로 데이터와 예측 모델을 활용해 실시간 예측 시스템을 구축할 것이며, 이를 바탕으로 넓은 구간의 고속도로로 확장해 나갈 계획이다.

참고문헌

- [1] Lee, C.; Kim, Y.; Jin, S.; Kim, D.; Maciejewski, R.; Ebert, D.; and Ko, S. 2019. A visual analytics system for exploring, monitoring, and forecasting road traffic congestion. IEEE Transactions on Visualization and Computer (Online Preprint).
- [2] L. Zhao, Y. Song, C. Zhang, Y. Liu, P. Wang, T. Lin, M. Deng, H. Li T-Gcn: a temporal graph convolutional network for traffic prediction IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. (2019), pp. 1-11
- [3] Z. Wu, S. Pan, G. Long, J. Jiang, and C. Zhang, "Graph WaveNet for deep spatial-temporal graph modeling," in Proc. IJCAI, Aug. 2019, pp. 1 - 7.

Acknowledgement

‘본 연구는 한국정보화진흥원 국가인프라 지능정보화 사업인 "5G와 지능형 인프라를 통한 고속도로 운영관리 시스템 실증" 과제의 지원에 의해 수행되었음.’