

# 멀티모달 데이터 기반 교통 흐름 예측 시스템 설계

## The Design of Traffic Flow Prediction System Based on Multimodal Data



김성수, 민옥기  
한국전자통신연구원

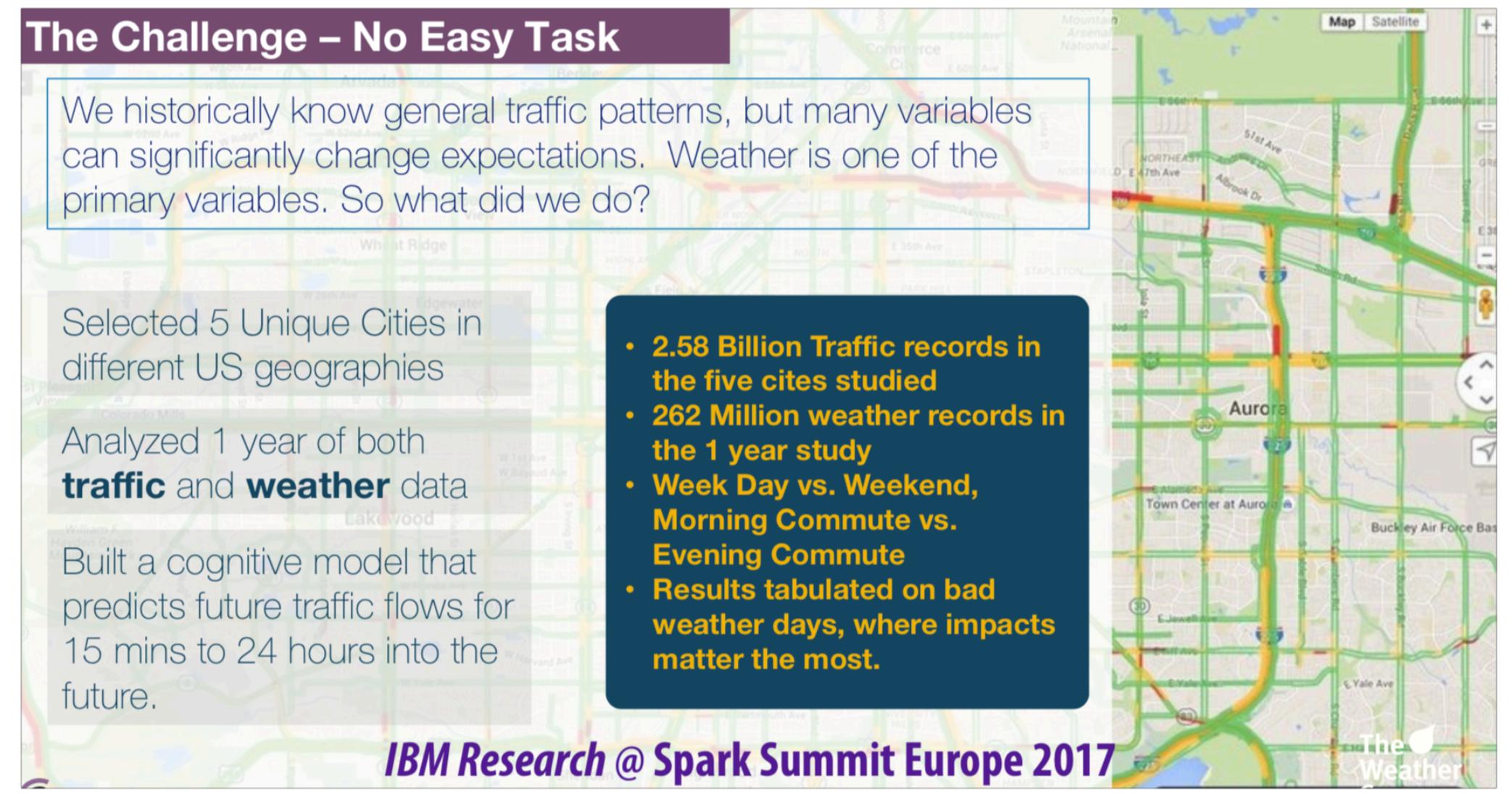
김영국  
충남대학교 컴퓨터공학과



### ABSTRACT

최근 지능형 교통 시스템 분야에서도 딥러닝 기술을 활용한 적응형 실시간 신호제어 연구와 가까운 미래의 교통 흐름 예측에 필요한 연구들이 활발히 진행되고 있다. 기존 교통 혼잡 예측 연구들은 도로망의 각 도로링크 개별의 소통정보를 이용하기 때문에, 도로망 상에서 주변 도로링크들간의 공간적인 관계를 반영하지 못하는 단점이 있다. 또한, 폭우 등과 같은 날씨변화, 사고, 공사 등과 같은 돌발정보들에 대한 고려가 되지 않아 예측 정확도가 떨어지는 문제가 있다. 본 논문에서는 예측 대상 링크의 교통 이력정보, 돌발정보와 더불어 시공간 관계를 반영한 교통 혼잡 예측 시스템 설계를 제안한다. 제안 시스템은 시간에 따라 변화하는 소통정보의 선형적인 속성뿐만 아니라, 시공간 관계 및 교통 흐름의 비선형성을 고려함으로써, 기존 선형 모델 기반 기법들에 비해 향상된 예측 정확도를 제공할 수 있다.

### Introduction



**연구 질문 (Research Questions)** 본 논문의 동기가 되는 두 가지 연구 질문은 다음과 같다. 질문 1) “주행하고자 하는 임의의 도로 링크의 미래 시점의 혼잡 상태가 어떠한가?” 질문 2) “어떻게 하면 높은 정확도의 교통 혼잡 예측 결과를 제공할 수 있을까?”

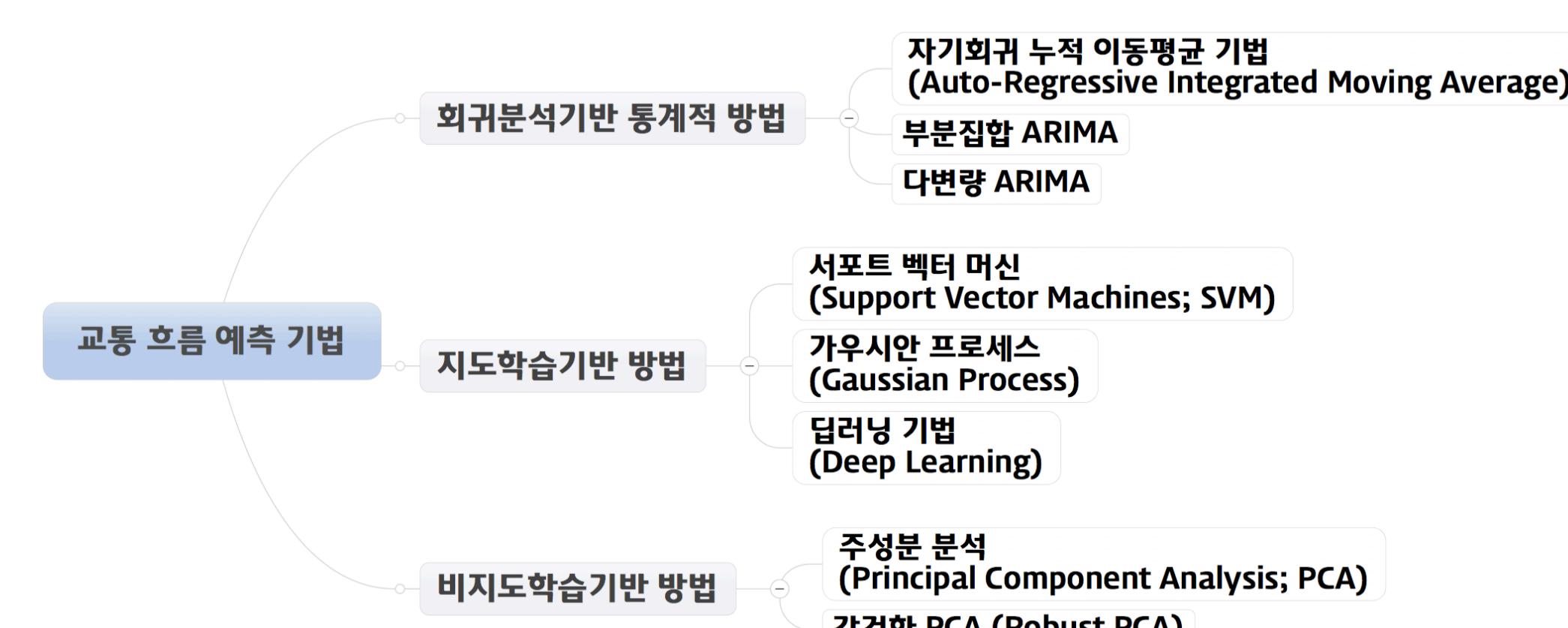
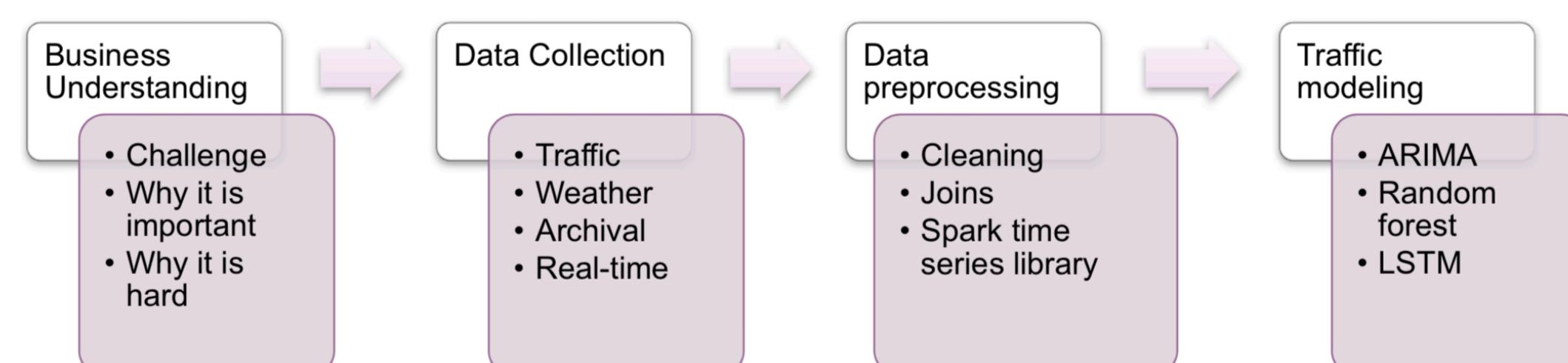
**가설 (Hypothesis)** 이 두 가지 질문에 대한 해결책을 찾기 위해, 본 논문에서는 다음 두 가지 가설을 기반으로 교통 혼잡 예측 문제를 해결하고자 한다. 가설 1) 도로의 소통정보(평균속도), 날씨정보, 돌발정보를 모두 고려하면 혼잡 예측 정확도를 높일 수 있다. 가설 2) 예측하고자 하는 도로링크의 주변 도로링크들의 시공간 관계(spatio-temporal relationship)를 이용하면 더 높은 예측 정확도를 얻을 수 있다.

본 논문은 시간별 교통 혼잡 예측 시스템 구조를 제안하고, 교통 혼잡 예측 정확도 측면에서 기여한 바를 요약하면 다음과 같다.

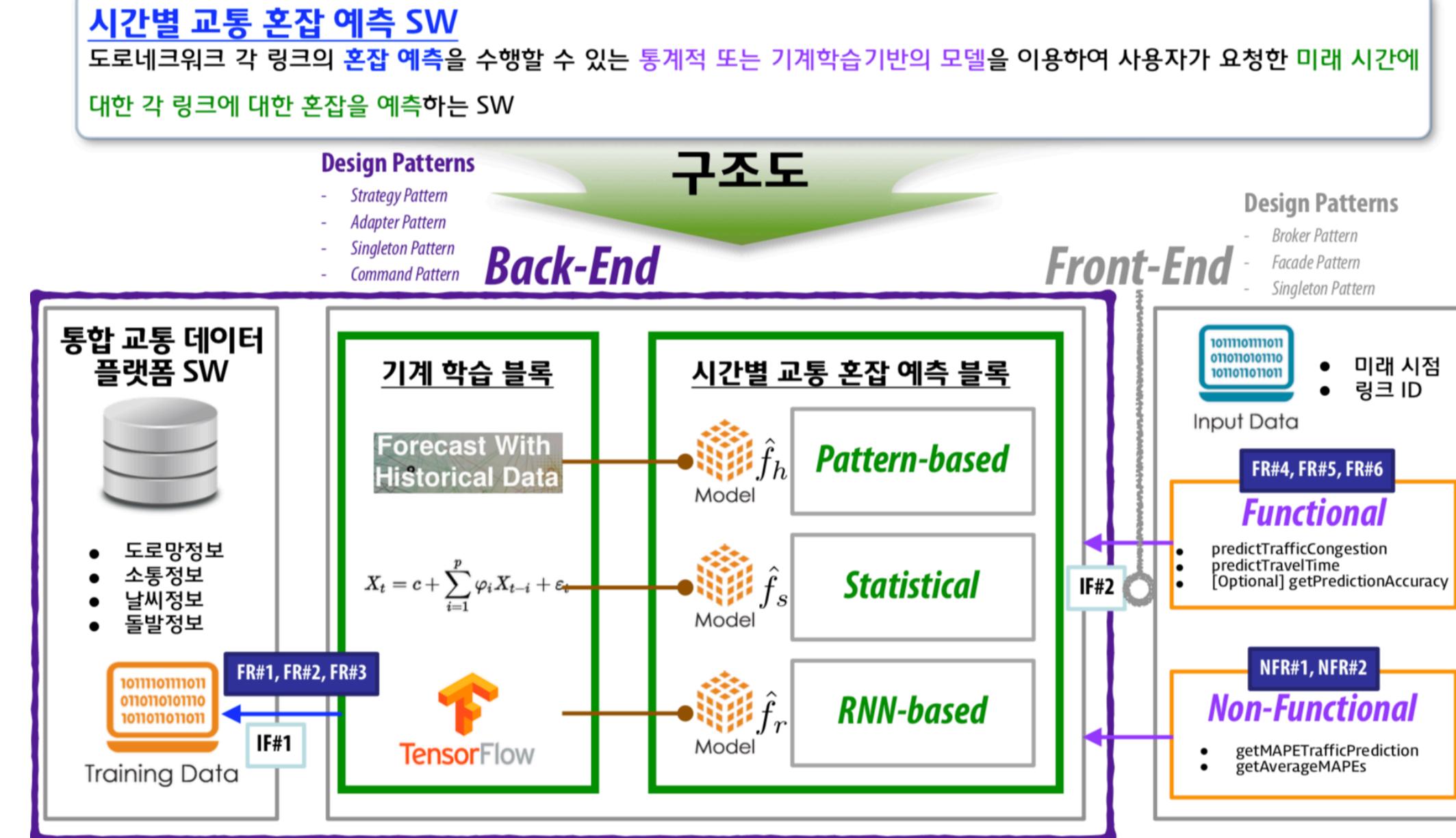
- 시공간 속성 및 교통변화 비선형성을 지원 예측 모델 제시
- 패턴기반, 통계기반, 딥러닝기반의 복합 예측 모델 제시

### Related Work

#### Machine Learning Process @ IBM Research



### System Architecture



**혼잡 지표 (Congestion Measure)** 도로망에서 임의의 도로링크에 대한 혼잡 정도를 나타내는 혼잡 지표  $C$  (congestion measure)는 0과 1사이의 값 ( $0 \leq C \leq 1$ )을 가지는 상대 속도 (relative speed)로 수식 1과 같이 정의 할 수 있다.

$$C = \frac{v_i}{v_{max}} \quad (1)$$

여기서,  $v_{max}$ 는 해당 도로 링크의 최대 제한속도이고,  $v_i$ 는  $i$  시점에 도로 링크의 평균속도를 의미한다.  $C = 0$  인 경우 완전 정체 (full congestion)를 의미하고,  $C = 1$  인 경우는 완전소통원활 (free road)을 의미한다.

**문제 정의 교통 혼잡 예측 문제 (traffic congestion prediction problem)**는 도로망에 존재하는 임의의 도로 링크의 미래 시점에 대한 혼잡 지표를 계산하는 문제로 정의할 수 있다.

$$C_{i,j} = \hat{f}(t_i, l_j) \quad (2)$$

### Conclusion

본 논문은 교통 혼잡 예측 결과 정확도를 높이기 위해, 예측 대상 링크의 멀티모달 교통데이터와 더불어 시공간 관계 및 비선형적 교통속성을 반영한 교통 혼잡 예측 시스템 설계를 제안하였다. 또한, 도로 링크의 교통상황을 반영하여 교통 예측을 제공할 수 있는 복합 교통 예측 모델을 이용하여 예측 정확성을 높일 수 있는 시스템 아키텍처를 제안하였다.

### References

1. S. V. Kumar and L. Vanajakshi, "Short-term traffic flow prediction using seasonal arima model with limited input data," *European Transport Research Review*, vol. 7, Jun 2015.
2. N. G. Polson and V. Sokolov, "Deep learning for short-term traffic flow prediction," vol. 79, pp. 1–17, 06 2017.
3. J. Dauwels, A. Aslam, M. T. Asif, X. Zhao, N. M. Vie, A. Cichocki, and P. Jaillet, "Predicting traffic speed in urban transportation subnet- works for multiple horizons," in *2014 13th International Conference on Control Automation Robotics Vision (ICARCV)*, pp. 547–552, Dec 2014.
4. W. Chen, Z. Zhao, J. Liu, P. C. Y. Chen, and X. Wu, "Lstm network: A deep learning approach for short-term traffic forecast," vol. 11, no. 2, pp. 68–75, 2017.
5. S. Dunne and B. Ghosh, "Weather adaptive traffic prediction using neurowavelet models," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, vol. 14, pp. 370–379, 2013.