

“ 도심 내 정체 발생의 반복 패턴과 공간적 분포, 온라인 지도 서비스의 실시간 교통 정보를 활용해 분석할 수 있지 않을까? ”

온라인 지도 서비스 내 실시간 교통 정체 구간 정보 수집 방법을 활용한 탐색적 시공간 정체 패턴 분석 : 카카오맵(kakaomap) 활용 서울 지역 주요 도로 구간 정체 특성 연구 사례

지상훈¹, Jeong Seong², Ana Stanescu², 황철수¹, 이유빈¹
¹경희대학교, ²웨스트 조지아 대학교 (University of West Georgia, U.S.A.)

1. 연구 배경 및 목적

- 도심 내 교통 체증 문제 개선을 위해 정체의 발생 패턴과 공간적 분포를 파악하여 활용할 필요가 있음
- 지능형 교통 체계의 발전으로 교통 정보 수집 방법도 정교해졌으며, 지도 서비스 기업들은 센서에서 뿐만 아니라 차량의 위치 정보 등을 활용해 실시간 정체 구간 정보를 파악함
- 온라인 지도 서비스 내 실시간 교통 정보는 연구적으로도 큰 활용 잠재성을 갖고 있으나 기업의 자산이기 때문에 원천적인 정보 확보에 어려움이 있어 대안적인 수집 및 활용 방법에 대한 연구가 필요함
- 이러한 맥락에서 본 연구에서는 온라인 지도 서비스 내 실시간 교통 정보를 지도 이미지의 형태(RTM, Real-time traffic map)로 수집하여 활용함
- 시계열적으로 수집한 RTM자료를 가공하여 시공간적 특성을 갖는 3차원 데이터 모델 RTMDB(Real-time traffic map-based database)를 구축하였고, 해당 데이터를 활용해 서울 지역 내 주요 도로의 정체 패턴 및 상승 정체 구간 파악을 시도하였음

2. 연구 자료

- RTM 수집을 위해 국내 온라인 지도 서비스 카카오맵(Kakaomap)을 활용하였음
- 카카오맵은 ‘카카오내비’앱 이용자의 위치정보 및 주행정보를 활용하여 이용자들이 주행중인 모든 도로 구간의 통행 상태를 파악하는 Crowd-sourced방식(혹은 Floating car data)을 활용하여 실시간 교통 정보를 수집함
- 카카오맵은 소프트웨어 기반의 교통 정보 수집 방법을 활용하기 때문에 도로에 직접 센서를 설치하는 방식에 비해 물리적 제약이 적음. 센서 설치 여부에 상관없이 광범위한 도로 구간의 교통 정보를 파악함.
- URL(Uniform resource locator)을 활용하는 온라인 지도 카카오맵의 구조적 특성을 이용하여 동일한 중심점과 축척의 지도 이미지를 반복적으로 수집함(그림1 참고)

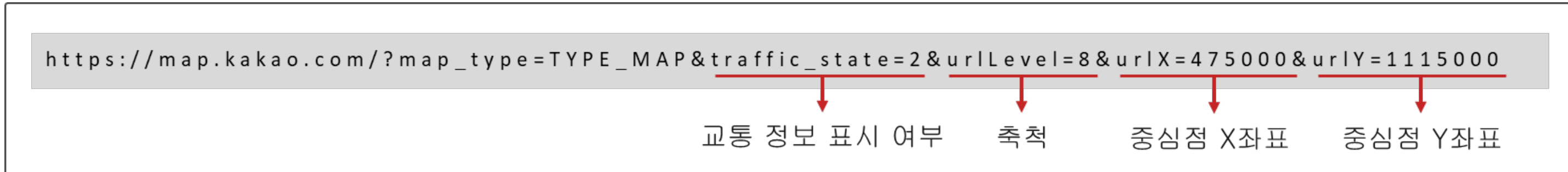


그림1. 카카오맵 RTM수집을 위한 URL 구조

- 본 연구에서는 2021년 3월 8일부터 4월 22일까지 10분 단위로 서울 및 수도권 지역의 카카오맵 RTM을 수집하였고, 반복적인 출퇴근 교통 패턴이 나타나는 평일의 수집 자료로 한정하여 25일치에 해당하는 3,600장의 지도 이미지를 가공함. 수집된 RTM에서는 수도권지역 주요 시내도로 및 간선도로, 고속도로의 교통 정보가 표시됨
- 수집된 지도 이미지(RTM)를 가공하여 RTMDB를 구축하는 과정은 Python의 라이브러리들을 이용하여 진행됨
- 노란, 주황, 빨간색 단계의 정체 수준 중, 가장 심각한 정체를 의미하는 빨간색 픽셀의 위치를 활용하였음
- 이미지에서의 픽셀의 값은 RGB 형식이나, 이후 분석 과정에서 통계량 연산을 위해 정체 지수(Congestion Index)로 치환하였고, 정체가 나타나는 지점은 1, 그렇지 않은 지점은 0이 입력됨 – OpenCV 라이브러리
- 정체 지수 치환이 완료된 한 장의 RTM은 0과 1의 CI로 구성된 2차원 배열. 각 RTM을 시계열적으로 쌓아 올려서 시공간적 특성을 갖는 3차원 배열 데이터(RTMDB)를 구축함 – Numpy 라이브러리



그림2. RTMDB 구축 과정 개념도, 실제 Python 기반의 가공 과정에서는 배열(Array)구조로 진행됨 (왼쪽:RTM수집, 가운데:정체 픽셀 추출, 오른쪽:3차원 시공간 데이터 구축)

- RTMDB의 X-Y축과 Z축은 각각 공간적 특성과 시간적 특성을 반영. RTMDB에서 시간(Z)축을 따라 추출되는 0과 1 구성의 CI 배열은 10분 단위로 수집된 정체 발생 여부 기록을 의미함.

3. 분석 방법

- 본 연구에서는 RTMDB를 활용해 정체 발생이 집중되는 오전 출근 시간대와 오후 퇴근 시간대의 서울시내 상승 정체 구간의 분포를 파악하고, 각 정체 집중 시간대에 해당하는 도로 지점에서 나타나는 정체의 반복 패턴을 도표로 시각화하였음.
- 분석 단계에서의 상승 정체 구간이란, 특정 시간대의 정체 확률이 높게 나타나 반복적인 정체 패턴을 보이는 도로 구간으로 정의함. 정체 확률은 RTMDB에 반영된 25일 중 정체가 발생하였던 날짜의 수의 비율로 정의함. 즉, 특정 픽셀 지점에서 08시 00분 정체 확률이 80%라면, 이는 해당 지점에 정체가 발생하였던 날짜가 25일 중 20일로 나타났음을 의미함. 10분 간격의 시간 단위별 정체 확률은 각 픽셀 지점마다 계산함.
- 구체적으로 분석은 다음과 같은 순서로 진행함
 - 구체적인 정체 집중 시간대를 파악하기 위해 RTMDB의 X-Y평면상의 정체 지수를 합산 값이 평균적으로 가장 높은 시점을 도출한다. 즉, 하루를 10분 간격으로 총 144개 시간 단위로 나눈 뒤, 정체 발생 픽셀이 가장 많았던 시점을 파악한다.
 - 오전 및 오후의 정체 집중 시간대에서 정체 확률이 80%이상을 보이는 픽셀 지점을 상승 정체구간으로 파악하고, 오전이나 오후 중 하나에만 정체가 집중되는 구간과 두 조건 모두에 해당하는 도로 구간을 분류하여 각각 다른 색으로 시각화한다.
 - 위에서 분류된 세 가지 유형의 정체 패턴별로 각각 하나의 사례 지점을 선정하고, 각 지점의 일일 정체 확률 추이를 도표로 시각화하여 분석을 구체화한다.

4. 결과

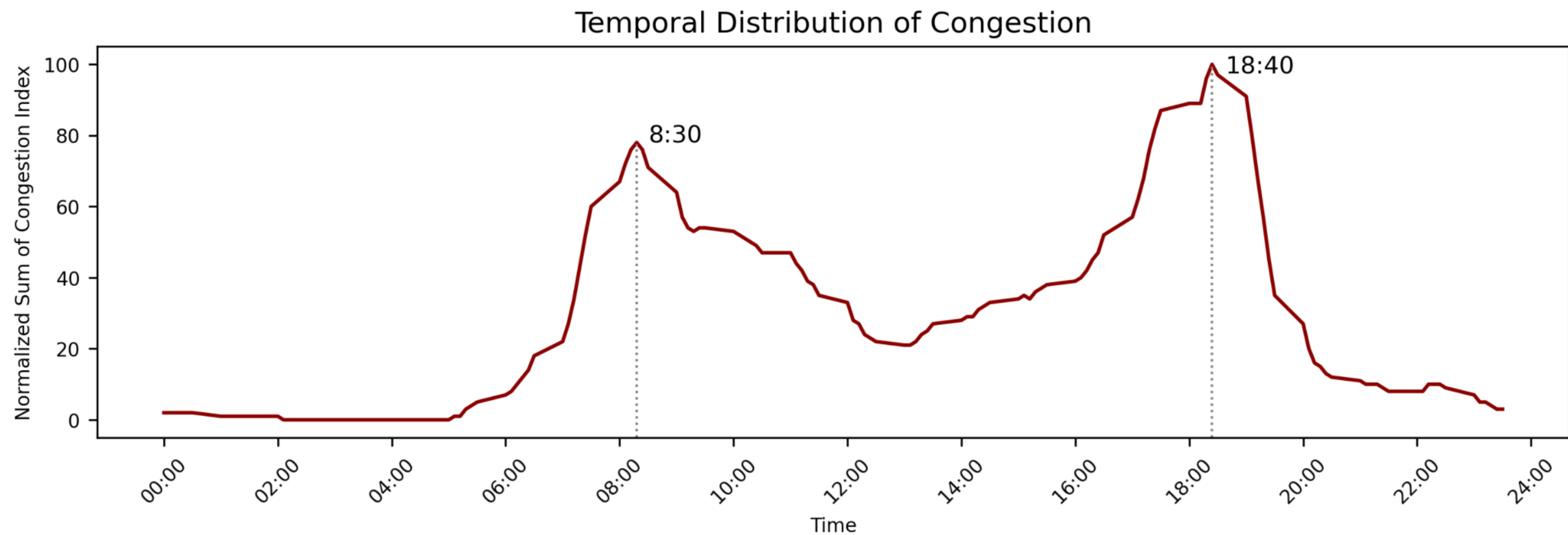


그림3. X-Y축 단면 정체 지수 합산을 통한 정체 집중 시간대 분석

- 수도권 지역 오전 정체 집중 시간대는 08시 30분으로 파악되었으며, 오후 정체 집중 시간대는 18시 40분을 으로 나타났음. 그 외에 일과 중 가장 정체가 완화된 시간대는 12시 50분경이라는 점 등을 확인할 수 있음

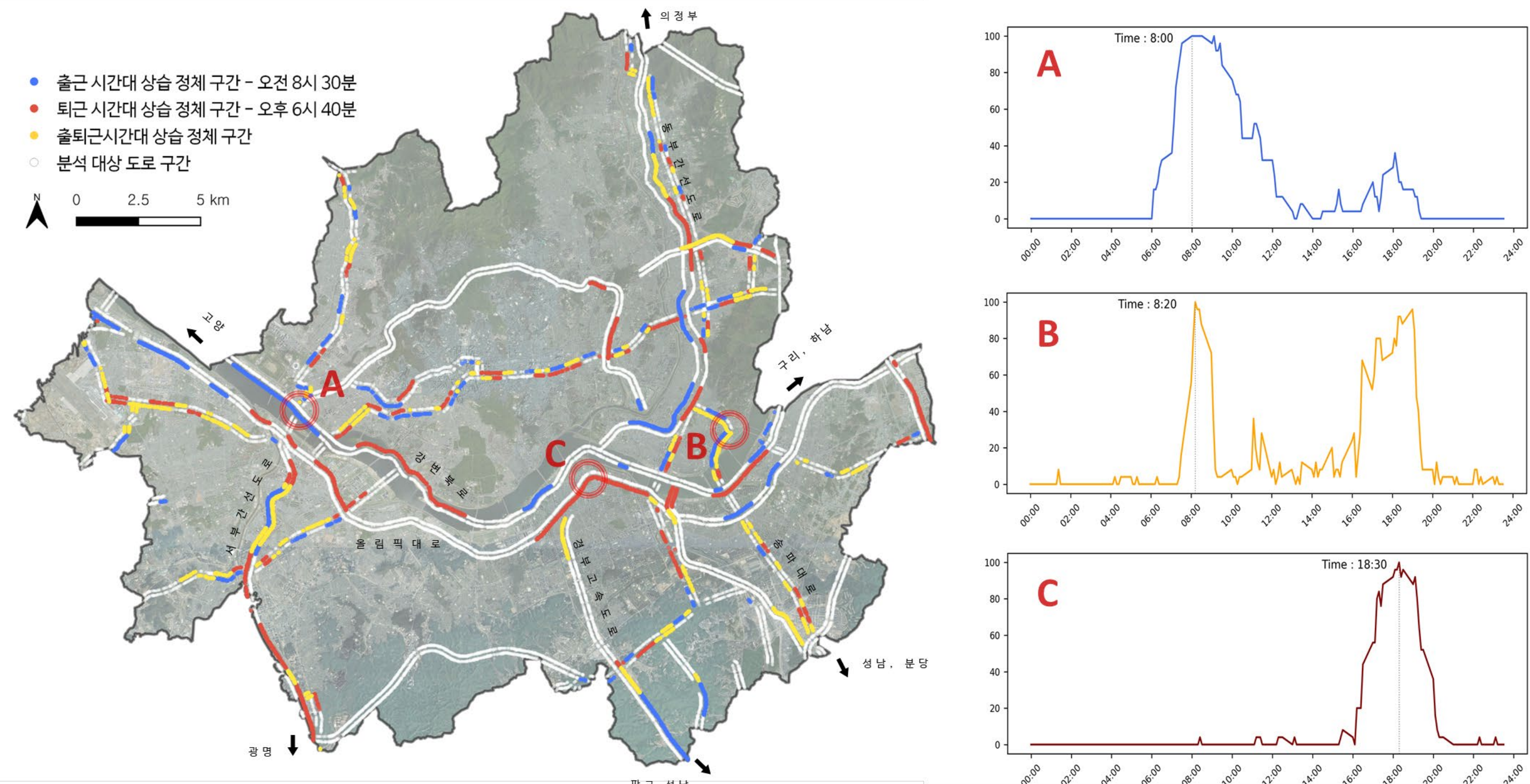


그림4. 왼쪽:오전 및 오후 정체 집중 시간대 상승 정체 도로 구간 분포 시각화
오른쪽:정체 유형별 사례 지점의 일일 정체 확률 추이 분석(A,B,C도표)

- 오전 출근 시간대(파란색 점 표시 도로 구간)와 오후 퇴근 시간대(빨간색 점 표시 도로 구간)의 상승 정체 구간 분포에는 분명한 차이가 나타남을 알 수 있음.
- 오전에는 김포, 고양, 의정부, 광명, 분당에서 서울 방면의 도로에서 정체 발생 빈도가 높게 나타나는데, 강변북로, 김포한강로, 동/서부간선도로, 경부고속도로 등지에서 구체적인 상승 정체 구간의 방향과 길이를 파악할 수 있음. 오후에는 오전과 반대 방향의 도로에서 정체가 상승적으로 발생하고 있는 것으로 나타나는데, 다른 도로와의 합류 지점을 중심으로 정체 행렬이 시작되는 것을 알 수 있음
- 오른쪽 도표는 각 정체 패턴별로 일일 정체 확률 추이를 시각화한 것으로, 왼쪽 지도상의 A,B,C지점에 대응됨. 단순한 일일 확률 변동 추이 외에도, 통계량 연산을 통해 일일 평균 정체 지속 시간, 정체 빈발 시간대를 파악할 수 있음. 예를 들어 A지점은 하루 평균 284분의 정체가 발생하며, 07시 20분부터 10시 10분까지의 시간대에는 정체 확률이 70%를 초과함

5. 결론

- RTM과 이를 가공한 시공간 데이터 RTMDB는 상대적으로 저렴하게 취득하여 활용할 수 있는 교통정보로써 광범위한 지역의 정체 발생 구간의 분포와 그 패턴 분석을 가능케함
- 온라인 지도 서비스에서 실시간 교통 정보를 제공하는 지역이라면 어디든 연구자 목적에 맞게 수집하여 활용할 수 있으므로, 향후 다양한 연구에 적용될 수 있는 연구 방법을 보여주었다는 점에서 학술적 의의가 있음.
- 정체 지수로 치환하여 통계량 분석에 활용하고, 구체적인 시간 단위별 정체 확률이나 일일 정체 발생 확률 등을 산출하여 분석에 활용하였음. 정체 지수 합산 방법을 활용하여 서울 및 수도권 지역의 정체 집중 발생 시간대를 도출한 결과, 오전 정체 집중 시간대는 08시 30분, 오후의 경우에는 18시 40분으로 나타남.
- 각 픽셀 지점별로 정체 확률을 계산하고 이를 활용하여 상승 정체 구간의 분포를 시각화하자 시간대별 상승 정체 구간 분포의 차이를 확인할 수 있었음. 또한 개별 픽셀 지점에서의 일일 정체 확률의 변동 추이를 도표로 확인하였음.
- 향후 RTMDB는 지역적 교통 분석이나 교통 정책 수립에 필요한 기초자료로 활용될 수 있을 것으로 기대됨
- RTMDB는 그 구조가 수열로 이뤄져 있기 때문에 직관적이고 활용이 간단함. 이러한 특성을 활용하여 머신러닝 등의 기법을 적용하면 패턴 분석뿐만 아니라 정체 발생의 예측 분석 등에도 활용할 수 있을 것으로 기대됨

참고문헌

- Leduc, G., 2008, Road Traffic Data: Collection Methods and Applications.
- Schäfer, R.-P., Thiessenhusen, K.-U., & Wagner, P., 2002, A traffic Information system by means of Read-time Floating-Car Data. Proceedings of ITS World Congress 2002, Chicago, IL.
- 카카오 정책산업 연구, [카카오시리포트]카카오내비 예측의 정확성 그리고 AI(2018), <https://brunch.co.kr/@kakao-it/193>



KYUNG HEE
UNIVERSITY

UNIVERSITY of
West Georgia

IITP

Institute of Information
& Communications
Technology Planning & Evaluation

사사

본 연구는 정보통신기획평가원 글로벌핵심인재양성 (IITP-2020-0-01593) 사업의 지원을 받아 진행되었습니다.