모바일 통신 데이터 기반 경로형 데이터 구축

장동익 교통빅데이터연구본부 모빌리티데이터융합연구팀 팀장 · **이종우** 교통빅데이터연구본부 부연구위원
곽명신 교통빅데이터연구본부 연구원 · **심지윤** 교통빅데이터연구본부 연구원

모바일 통신데이터는 개인의 실제 이동 경험을 시·공간적으로 정밀하게 기록하는 새로운 교통 빅데이터 원천으로 주목받고 있다. 교통빅데이터연구본부는 통신데이터 기반 개인별 이동궤적과 전국 교통 교통 네트워크를 결합하여, 도로·철도·항공 등 수단별 상세 경로 정보를 포함한 전국 단위 경로형 통행 데이터베이스 구축하고 있다. 이를 통해 KTDB는 기존 교통조사의 공간적 한계를 극복하고 통행경로, 교통시설 접근통행, 교통수단 구분 등 정교한 모빌리티 분석 기반을 마련하고자 한다.

01 개요

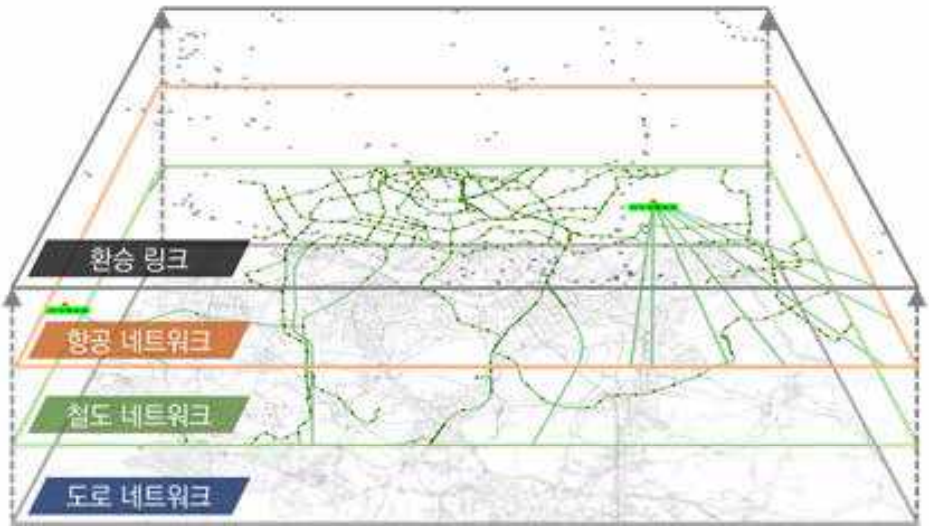
- 교통빅데이터연구본부에서는 2024년부터 모바일 통신데이터 기반 객체별 이동궤적 데이터를 구축 및 분석하고 있음
- 이동궤적은 개인식별이 불가능하도록 성·연령대 등 개인정보를 제거한 상태에서, 50m 격자 기준 1분 단위로 시·공간 이동정보를 구축함
- 구축된 이동궤적을 기반으로 실제 이동 경로를 정밀화하기 위해 도로, 철도, 지하철, 공항 등 주요 교통 인프라의 노드, 링크 정보를 구축하여 활용함
- 교통수단 간 연계성을 확보하기 위해 수단별 네트워크를 통합 네트워크 형태로 결합하여, 상세 경로 기반의 통행정보를 구축함



02
통합 네트워크 및 격자 단위 공간정보 구축

- 도로, 철도/지하철, 항공 네트워크를 하나의 통합 네트워크로 정비
- 수단 간 연계를 위한 환승 링크를 구축하여 수단 간 연속적인 경로 탐색이 가능하도록 설계 및 구축

그림 1 | 통합 네트워크 구성



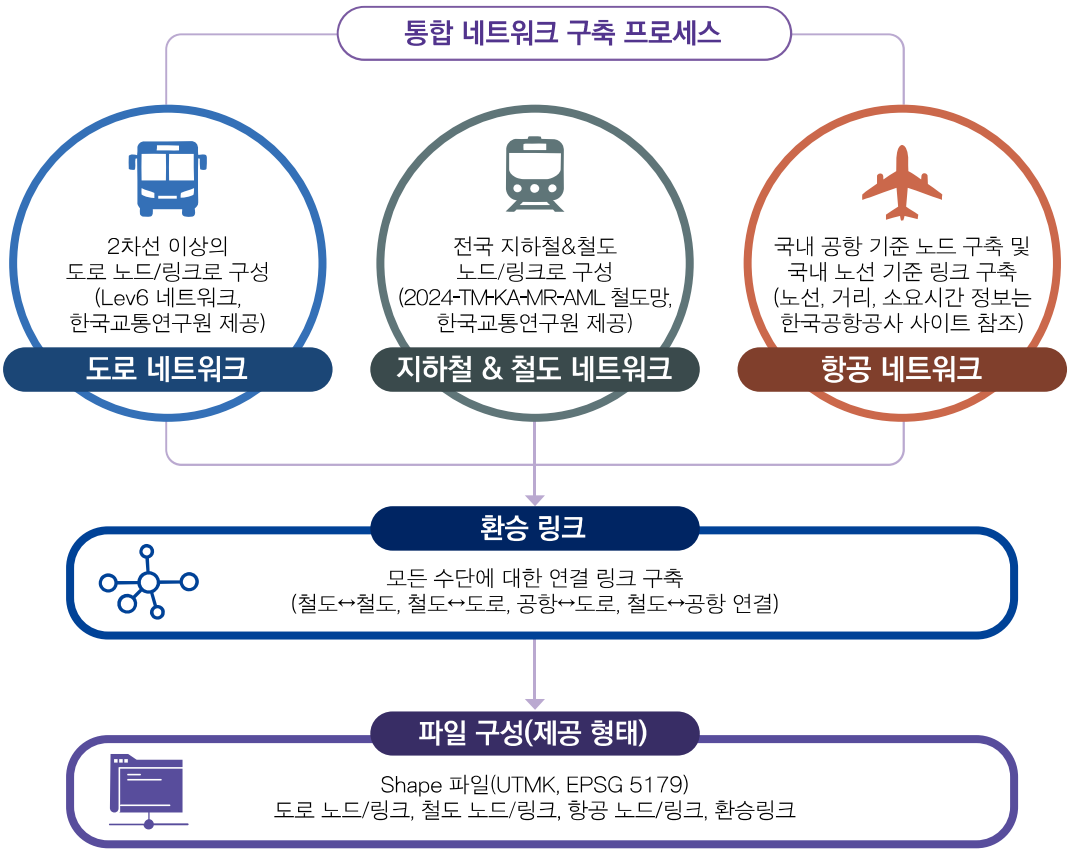


그림 2 | 통합 네트워크 데이터 구축 결과



03 경로형 데이터 구축과정

- 경로형 데이터 구축은 1) 통합 네트워크 및 격자 단위 공간정보 구축, 2) 모바일 궤적 데이터 전처리, 3) 이동수단 판별, 4) 이상치 판단, 5) 경로 생성으로 총 5단계로 구성됨

① 통합 네트워크 및 격자 단위 공간정보 DB 구축

- 통합 네트워크는 모바일 경로 데이터를 구축하기 위하여 도로, 철도, 지하철, 공항 간의 노드 및 링크를 구축하고 모든 이동 수단 별 연결될 수 있도록 연결 링크를 구축
- 격자는 1차 이동 수단을 판단하기 위하여 1km 및 50m 격자 단위로 통합 네트워크를 매칭 및 정보를 생성. 통합 네트워크를 사용하여 수단 구분을 하지 않는 이유는 모바일 이동 궤적의 오차범위가 수단 별로 차이가 크게 상이하여 이에 맞추어 격자단위 1km와 50m 격자 단위로 정보를 생성

② 데이터 전처리: 원시 상태의 모바일 이동 궤적 데이터는 자료구조 최적화 및 기초 필터링 과정을 통해 전처리

③ 이동유형 및 수단 구분: 전처리된 궤적 데이터를 대상으로 슬라이딩 윈도우 기법 및 Rule-based 알고리즘을 통해 각 이벤트의 이동유형과 수단 판단

④ 이상치 판단: 이동 경로의 연속성 및 현실성을 판단하기 위해 Reachability (도달 가능성), Forwardness (이동 방향성) 등의 검증 지표를 기반으로 이상치 이벤트를 탐지하고 라벨링

⑤ 경로 생성: 마지막 단계에서는 이상치가 제거된 궤적 이벤트와 통합 네트워크 데이터를 기반으로 실제 경로 생성

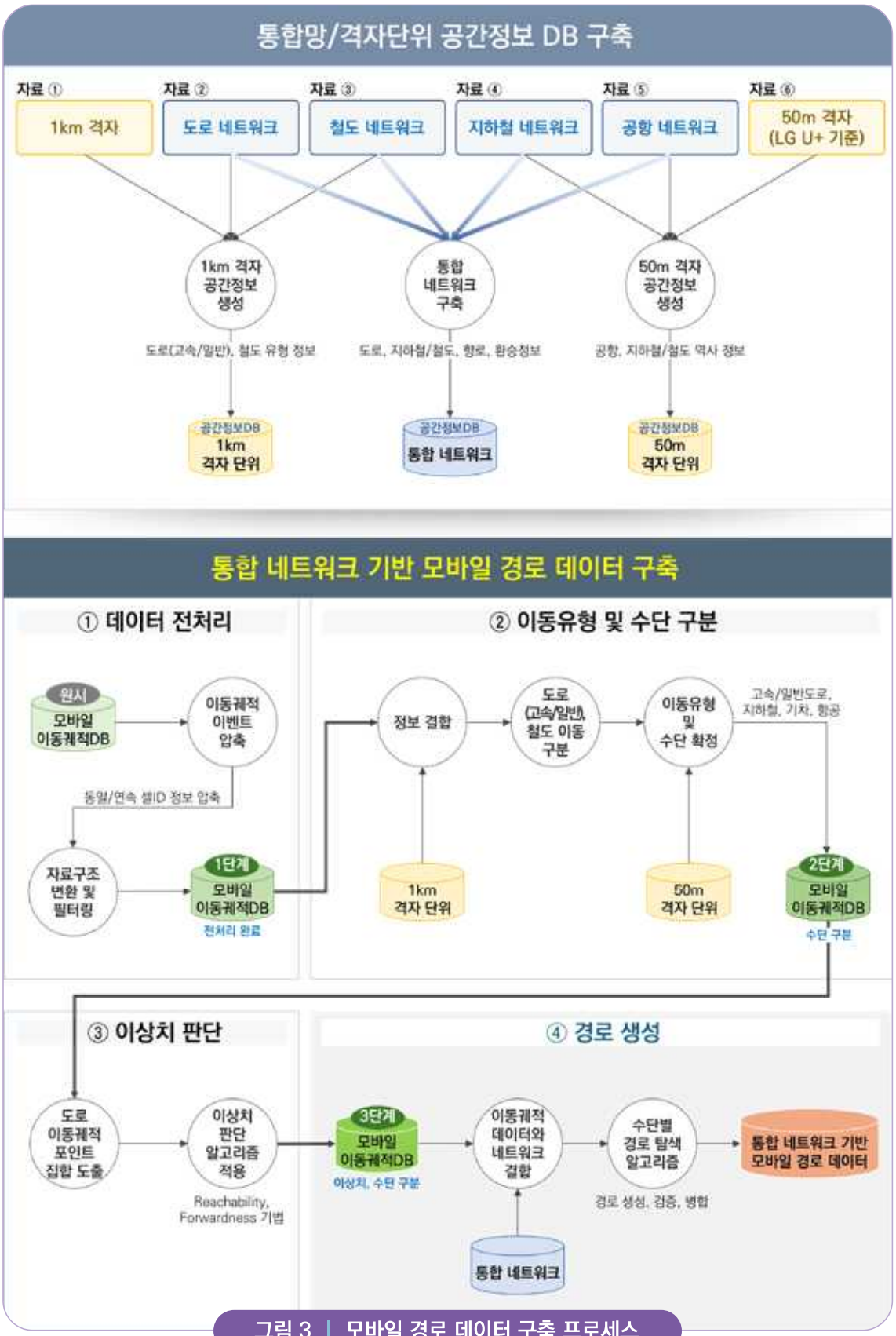


그림 3 | 모바일 경로 데이터 구축 프로세스

04 경로형 데이터 구축 결과

- 통합 네트워크를 이용한 경로형 데이터 구축 결과, 통신데이터 기반 이동궤적이 실제 도로, 철도 등 네트워크와 연결되면서 현실적 이동경로로 재구성
- 통합 네트워크 기반 모바일 경로 데이터 포맷은 <표 1>과 같음

표 1 도로등급별 교통량 추정 신뢰도 분석 결과

순번	필드명	필드설명	자료형	코드	비고
1	TRIP_NO	통행 ID	INTEGER		
2	TRANSFER_TYPE	링크 수단 정보	INTEGER	1: 도로 2: 지하철 3: 철도 4: 공항 5: 환승 6: 기타	
3	SEQ	통행 ID별 순번	INTEGER		
4	LINK_ID	링크 ID	INTEGER		통합 네트워크 기준 0: 매칭정보없음
5	F_NODE_ID	시점 노드 ID	INTEGER		통합 네트워크 기준
6	T_NODE_ID	종점 노드 ID	INTEGER		통합 네트워크 기준
7	IN_TIME	진입시간	DATETIME		추정값
8	OUT_TIME	진출시간	DATETIME		추정값
9	SPEED	속도	REAL		km/h
10	LENGTH	링크 길이	REAL		m (미터)
11	SIDO_NAME	시도 명칭	TEXT		
12	TRAV_TIME	누적 통행시간	INTEGER		분
13	TRAV_DIST	누적 통행거리	INTEGER		m (미터)
14	OD_FLAG	시종점 링크 여부	INTEGER		0: 일반 1: 삭제대상후보

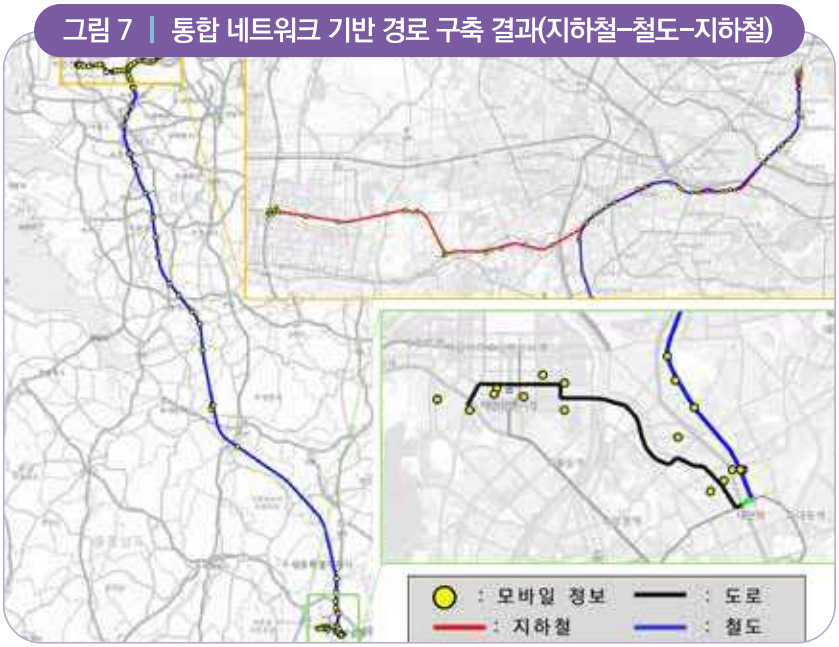
그림 5 | 통합 네트워크 기반 경로 구축 결과(도로-항공-지하철)



그림 6 | 통합 네트워크 기반 경로 구축 결과(도로-철도)



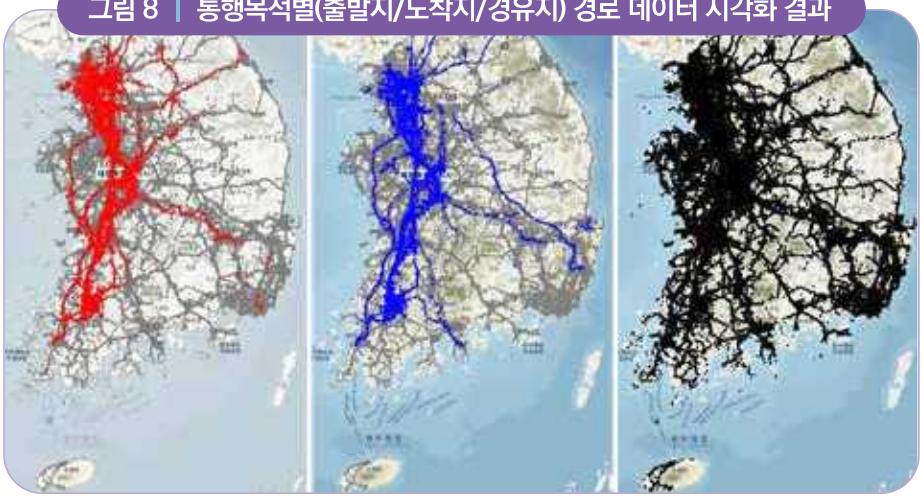
그림 7 | 통합 네트워크 기반 경로 구축 결과(지하철-철도-지하철)



05
경로형 데이터 분석 결과 (세종특별자치시)

- 2024년 11월 11일 경로형 데이터 구축 결과에 대해 세종특별자치시 출발지, 경유지, 도착지 통행목적별 통행 개수를 추출하여 시각화

그림 8 | 통행목적별(출발지/도착지/경유지) 경로 데이터 시각화 결과



- 동일 일자의 세종특별자치시 경로 데이터 중 교통수단별(공항, 고속철도) 이용 통행에 대하여 추출한 결과를 시각화

그림 9 | 항공·고속철도 이용 통행 경로 데이터 시각화 결과



05 모바일 경로형 데이터-내비게이션 데이터 간 비교 분석 결과

- 모바일 경로형 데이터는 차량 이동뿐 아니라 버스, 철도 등 대중교통 정보까지 포함하여 실제 통행 흐름을 광범위하게 반영
- 다양한 교통수단 간 환승 패턴이 나타나며, 내비게이션의 차량 중심 이동보다 통행 범위가 더 넓게 확산되는 특징이 있음

그림 10 | 세종시 햇무리교 통과 경로 시각화



그림 11 | 세종시 햇무리교 통과 경로 시각화 (확대)



06 경로형 데이터 활용방안

- 모바일 통신데이터를 기반으로 2024년 기준 전국 단위의 상세 통행DB가 구축됨에 따라, 보다 세분화된 시·공간 단위의 모빌리티 패턴 분석이 가능해짐
- 이를 통해 지역 간 통행 구조, 시간대별 이동행태를 정교하게 파악할 수 있는 기반이 마련됨
- 경로형 데이터의 고도화는 교통정책 수립, 대중교통 서비스 개선, 신교통수단 도입 등 다양한 분야에서 높은 활용가치를 제공할 것으로 기대됨