

2017년 「국가교통조사 · DB시스템 운영 및 유지보수」
모바일 자료 기반 통행수요 추정 및 교통
지표 발굴

2017년 「국가교통조사 · DB시스템 운영 및 유지보수」

모바일 자료 기반 통행수요 추정 및 교통지표 발굴

2017. 12



2017년 「국가교통조사·DB시스템 운영 및
유지보수」

모바일 자료 기반 통행수요 추정 및 교통지표 발굴

3

제 출 문

국토교통부장관 귀하

본 보고서를 국가정보화사업 중 「2017년 국가교통조사 · DB시스템 운영 및 유지보수」의 최종보고서로 제출합니다.

2017년 12월

한국교통연구원

원장 오 재 학

**본 『2017년 국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수』
는 다음 연구진에 의해 수행되었습니다.**

참 여 연 구 진

<한국교통연구원>	
연구책임자	◦ 김주영 연구위원
연 구 진	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 한상진 선임연구위원, 박인기 연구위원 ◦ 조종석, 박용일, 이석주, 황순연, 천승훈, 장동익, 송태진, 성홍모, 김병관, 우왕희 부연구위원 ◦ 신영권, 김동호, 김규진, 김정은, 강국수, 고두환, 김관용, 김성민, 김은미, 박미란, 박준호, 변상진, 신동찬, 오연선, 이선아, 이용철, 정성환, 정승연, 조용훈, 정현진, 주진호, 탁지훈, 홍성표 연구원 ◦ 서유진 연구조원
<한국해양수산개발원>	
연 구 진	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 이호춘 전문연구위원 ◦ 류희영, 반영길 연구원

『2017년 국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수』

보고서 구성 및 담당연구진

번 호	과 제 명	연 구 진
제 1권	요약보고서	박용일, 신영권, 박준호, 김규진, 신동찬
제 2권	전국 여객 O/D 전수화 및 장래수요예측	조종석, 김병관, 강국수, 박미란, 정성환, 정현진
제 3권	모바일 자료 기반 통행수요 추정 및 교통지표 발굴	송태진, 이해선
제 4권	전국 화물O/D조사	성홍모, 박인기, 우왕희, 김정은, 조용훈, 이용철
제 5권	전국 화물 O/D조사(해상)	이호춘, 류희영, 반영길
제 6권	GIS기반 교통망 정보 DB 구축	김동호, 정승연, 탁지훈, 김정민, 신동찬
제 7권	교통분석용 네트워크 구축	김동호, 정승연, 탁지훈 김정민, 신동찬
제 8권	국가교통통계조사	황순연, 오연선, 고두환
제 9권	특별교통통행실태조사	장동익, 김은미
제10권	교통혼잡지도 DB구축	천승훈 김성민, 김관용

『2017년 국가교통조사·DB시스템 운영 및 유지보수』

과제별 공동참여·위탁용역 사업자

【공동사업 참여기관】

- 전국여객기종점 전수화 및 장래수요예측 공동사업 (수도권 부문)
 - 서울연구원, 경기개발연구원, 인천발전연구원
- 전국여객기종점 전수화 및 장래수요예측 공동사업 (대구광역권 부문)
 - (재)대구경북연구원
- 전국여객기종점 전수화 및 장래수요예측 공동사업 (제주특별자치도 부문)
 - (재)제주연구원
- 전국여객기종점통행량조사 공동사업 (부산·울산권 부문)
 - 나이스알앤씨(주), (주)선일이엔씨, 동해엔지니어링(주)
- 전국여객기종점통행량조사 공동사업 (대전·충청권 부문)
 - (주)드림이엔지, 더블유비그룹코리아, 충남발전연구원

【위탁용역 사업자】

- 첨단자료를 활용한 전국 지역간 승용차 통행수요 전수화 체계 개발
 - 대한교통학회
- 전국화물통행실태조사 (서울·경기·강원권)
 - (주)코리아데이터네트워크, (주)마이크로밀엠브레인
- 전국화물통행실태조사 (대구·경북·전라권)
 - 나이스알앤씨(주), 네오알엔에스
- 전국화물통행실태조사 (부산·경남·제주권)
 - (주)메트릭스코퍼레이션, 서던포스트, 동해엔지니어링(주)
- 물류거점 진출입 통행량 조사 (수도권·충청권·전라권·강원권·경상권·제주권)
 - (주)한국교통량데이터베이스, 동해엔지니어링(주)

【위탁용역 사업자】

- 사업체물류현황조사(창고업 및 위험물질 취급사업체)
 - ㈜코리아데이터네트워크
- ViewT 1.0 서비스 제공을 위한 DB구축 및 시스템 개발
 - ㈜큐빅웨어
- 특별교통통행실태조사 및 이용자 만족도 조사
 - ㈜리서치랩
- 2017년도 국가교통DB Brief 발행
 - (주)피그마리온
- 특별교통통행실태조사 및 이용자 만족도 조사
 - 리서치랩
- 모바일 자료를 활용한 신지표 발굴
 - 영남대학교 산학협력단
- 교통빅데이터연구소 HW 유지보수 및 서버운영SW 라이선스
 - ㈜휴버텍

【자문용역 사업자】

- 전국 장래 시군 및 읍면동 인구예측에 관한 연구
 - 고려대학교 김기환 교수

최종보고서 목차

제 1권 요약보고서

제 2권 전국여객 O/D 전수화 및 장래수요예측

제 3권 모바일 자료 기반 통행수요 추정 및 교통지표 발굴

제 4권 전국화물O/D조사

제 5권 전국화물O/D조사(해상)

제 6권 GIS기반 교통망 정보 DB구축

제 7권 교통분석용 네트워크 구축

제 8권 국가교통통계조사

제 9권 특별교통통행실태조사

제 10권 교통혼잡지도 DB구축

목 차

요 약

제1장 과업의 개요 3

제1절 과업의 배경 및 목적 / 3

제2절 과업의 범위 및 내용 / 5

제3절 과업 추진 방법 및 절차 / 6

제2장 모바일 자료 개요 및 교통부문 활용 동향 11

제1절 모바일 자료 개요 / 11

제2절 교통부문 모바일 자료 활용 사례 / 14

제3절 모바일 자료 기반 기·종점 통행량 산출 방법 / 18

제3장 데이터 특성 분석 및 DB 사업 활용 방향 설정 33

제1절 데이터 특성 분석 / 33

제2절 모바일 자료 기반 교통수요 분석 방향 설정 / 41

제4장 모바일 자료 분석을 위한 기반 분석 맵 구축 47

제1절 분석 맵 구축 기본방향 설정 / 47

제2절 분석 맵 구축 방법 및 결과 / 50

제5장 모바일 자료 가공 알고리즘 개발 59

제1절 전처리 방법 / 59

제2절 모바일 자료 기반 통행행태 DB 구축 방법 / 64

제6장 모바일 자료 기반 인구 통행 수요 추정 79

제1절 기·종점 통행량 산출 방법 / 79

제2절 기·종점 통행량 산출 결과 / 81

제7장 모바일 자료 기반 교통 지표 발굴	111
------------------------------	-----

제1절 산출 가능 지표 검토 /	111
-------------------	-----

제2절 지표 활용 방안 /	124
----------------	-----

부 록

표 목 차

〈표 1- 1〉 인력식 조사 자료와 모바일 자료의 비교	3
〈표 2- 1〉 CDR 자료 (예시)	12
〈표 2- 2〉 Sightings 자료 (예시)	13
〈표 3- 1〉 모바일 기지국 로그 데이터	34
〈표 3- 2〉 연령대별 로그발생량 (기지국 포인트 좌표 기준)	37
〈표 3- 3〉 요일별 로그 발생량	38
〈표 3- 4〉 시간대별 로그 발생량 (체류시작시간)	39
〈표 3- 5〉 체류시간별 로그발생량	40
〈표 3- 6〉 핑퐁 핸드오버로 인한 데이터	43
〈표 4- 1〉 기지국 지점과 집계구 간의 매칭률	48
〈표 4- 2〉 기존 교통존과 교통 폴리곤 ‘분석구’ 비교	54
〈표 4- 3〉 교통 폴리곤 속성 자료 (안)	56
〈표 5- 1〉 이상치 (기지국 또는 행정동 코드가 Null 값)	59
〈표 5- 2〉 이상치 (기지국 또는 행정동 코드가 Null 값)	60
〈표 5- 3〉 필요 이상의 핸드오버(Unnecessary Handover) 보정 (빈도 기준)	61
〈표 5- 4〉 필요 이상의 핸드오버(Unnecessary Handover) 보정 (거리 기준)	61
〈표 5- 5〉 보정 이후 병합이 필요한 데이터 (기지국 좌표 동일)	62
〈표 5- 6〉 계층적 군집분석 변수	68
〈표 5- 7〉 주 상주 체류 구분 임계치	72
〈표 6- 1〉 트립타입 분석 유형	80
〈표 6- 2〉 전국 기·종점 통행량 (시·도)	81
〈표 6- 3〉 전국 기·종점 통행량 (시·도)	82
〈표 6- 4〉 전국 기·종점 통행량 (시·도)	83
〈표 6- 5〉 전국 기·종점 통행 비율 (모바일 자료)	84
〈표 6- 6〉 전국 기·종점 통행 비율 (KTDB)	84
〈표 6- 7〉 전국 기·종점 통행 비율 (비교 결과)	85
〈표 6- 8〉 통행 유출량	86
〈표 6- 9〉 통행 유출량 (계속)	87
〈표 6- 10〉 통행 유입량	88

〈표 6- 11〉 통행 유입량 (계속)	89
〈표 6- 12〉 요일별 통행량	90
〈표 6- 13〉 요일별 통행량 (계속)	91
〈표 6- 14〉 통행 유출량	92
〈표 6- 15〉 통행 유출량 (계속)	93
〈표 6- 16〉 통행 유입량	94
〈표 6- 17〉 통행 유입량 (계속)	95
〈표 6- 18〉 성별 통행량 (통행유출량)	96
〈표 6- 19〉 성별 통행량 (통행유출량)	97
〈표 6- 20〉 성별 통행량 (통행유입량)	98
〈표 6- 21〉 성별 통행량 (통행유입량)	99
〈표 6- 22〉 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 3월	100
〈표 6- 23〉 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 4월	101
〈표 6- 24〉 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 5월	101
〈표 6- 25〉 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 6월	102
〈표 6- 26〉 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 7월	102
〈표 6- 27〉 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 8월	103
〈표 6- 28〉 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 9월	103
〈표 6- 29〉 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 10월	104
〈표 6- 30〉 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 11월	104
〈표 6- 31〉 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 12월	105
〈표 6- 32〉 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2017년 1월	105
〈표 6- 33〉 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2017년 2월	106
〈표 6- 34〉 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2017년 3월	106
〈표 7- 1〉 마포구 지역 및 세종시 통행시간 예산	114
〈표 7- 2〉 마포구 지역-동별 통행시간 예산(분)	115
〈표 7- 3〉 마포구 지역-연령대별 통행시간 예산(분)	115
〈표 7- 4〉 연령대별 출퇴근 직선거리 및 속도	116
〈표 7- 5〉 세종시-동 별 통행시간 예산(분)	117
〈표 7- 6〉 세종시-연령대별 통행시간 예산(분)	118
〈표 7- 7〉 세종시-연령대 별 평균 출퇴근 직선거리 및 평균 속도	118

그 립 목 차

〈그림 1- 1〉 과업 추진 절차	8
〈그림 2- 1〉 기지국과 셀 반경에 대한 예시	11
〈그림 2- 2〉 CDR과 Sighting 자료 차이	13
〈그림 2- 3〉 교통 혼잡 현상 완화	14
〈그림 2- 4〉 대중교통 최적화	15
〈그림 2- 5〉 주 도로 분석	15
〈그림 2- 6〉 재난 발생 이후 인구 분포	16
〈그림 2- 7〉 토지이용 추론	17
〈그림 2- 8〉 모바일 자료 기반 행정구역 기준 재생성	17
〈그림 2- 9〉 거리 기반 클러스터링과 Stay point 개념	19
〈그림 2- 10〉 Potential stay area 개념	21
〈그림 2- 11〉 기지국과 행정구역과의 관계	22
〈그림 2- 12〉 기지국별 노드 선택 사례	23
〈그림 2- 13〉 셀 반경과 행정구역 매칭 결과	24
〈그림 2- 14〉 활동 지역(좌)과 통행 지역(우)의 모바일 기록 차이	24
〈그림 2- 15〉 활동 목적 추정 방법 사례	25
〈그림 2- 16〉 모바일 자료를 활용한 수단 분담 방법	26
〈그림 2- 17〉 경로 선택 방법 (1)	27
〈그림 2- 18〉 경로 선택 방법 (2)	27
〈그림 2- 19〉 t-O/D와 실제 O/D 산출 결과	29
〈그림 3- 1〉 선분 이력으로의 전환	34
〈그림 3- 2〉 RU 장비의 가상기지국화 작업	35
〈그림 3- 3〉 기지국별 신호주기와 체류시간의 관계	35
〈그림 3- 4〉 연령대별 분석 (일평균 로그발생량)	36
〈그림 3- 5〉 연령대별 분석 (인당 일평균 로그발생량)	37
〈그림 3- 6〉 요일별 분석	38
〈그림 3- 7〉 시간대별 분석	39

〈그림 3- 8〉 Handover 개념	41
〈그림 3- 9〉 핑퐁 핸드오버 개념	42
〈그림 3- 10〉 핑퐁 핸드오버로 인한 데이터	42
〈그림 4- 1〉 Data-driven 교통 폴리곤 생성 과정	49
〈그림 4- 2〉 교통 폴리곤 구축 1단계	50
〈그림 4- 3〉 서울 마포구 가상 기지국 셀 커버리지 형성	50
〈그림 4- 4〉 기지국 반경과 집계구 일치 예시	51
〈그림 4- 5〉 교통 폴리곤 구축 2단계	52
〈그림 4- 6〉 교통 폴리곤 구축 3단계	53
〈그림 4- 7〉 교통 폴리곤 구축 4단계	53
〈그림 4- 8〉 전국 교통폴리곤 형성 결과	55
〈그림 5- 1〉 경로, 잠재활동, 주 상주 체류시간 개념도	65
〈그림 5- 2〉 체류시간과 기지국 간 로그 시간 차 개념도	66
〈그림 5- 3〉 읍면동 기준 계층적 군집분석 수행 결과 (단일해법: 6가지 군집 형성)	67
〈그림 5- 4〉 읍면동 기준 계층적 군집분석 수행 결과 (단일해법: 6가지 군집 형성)	69
〈그림 5- 5〉 집계구 기준 계층적 군집분석 수행 결과 (단일해법: 5가지 군집 형성)	69
〈그림 5- 6〉 주거지와 상업지의 체류시작시간별 체류시간 분포 비교	70
〈그림 5- 7〉 경로 체류시간 임계치 설정	71
〈그림 5- 8〉 1단계 - 로그별 ‘이동’과 ‘체류’ 구분	72
〈그림 5- 9〉 2단계 - 개인 통행 이동궤적 생성	73
〈그림 5- 10〉 토지이용과 기지국 정보를 결합한 목적 구분	74
〈그림 5- 11〉 3단계 - 통행 목적 구분	74
〈그림 5- 12〉 4단계 - 수단 구분	75
〈그림 5- 13〉 5단계 - Motif 구축	76
〈그림 6- 1〉 모바일 DB 형태	79
〈그림 7- 1〉 기존 지표와 모바일 자료 기반 산출 가능 지표 비교	111
〈그림 7- 2〉 세종시에서 서울시로 통행하는 수단분담률 분석 사례	112
〈그림 7- 3〉 데이터 가공 절차	113
〈그림 7- 4〉 마포구 최다 통행 빈도 지역	114
〈그림 7- 5〉 세종시 최다 통행 빈도 지역	116
〈그림 7- 6〉 세종시와 마포구 지역 간 연령대별 퇴근 통행시간 비교	119
〈그림 7- 7〉 세종시와 마포구 지역 간 연령대별 통행시간 예산 비교	119

〈그림 7- 8〉 세종시와 마포구 지역 간 평균 출퇴근 직선거리 비교	120
〈그림 7- 9〉 세종시와 마포구 지역 간 평균 출퇴근 속도 비교	120
〈그림 7- 10〉 Motif 생성 예시	122
〈그림 7- 11〉 교통 주요 시설 유발원단위 및 권역 분석	124
〈그림 7 -12〉 하계기간 연령별 최다 방문 관광지(동해바다) 분석	125
〈그림 7- 13〉 대중교통 소외지역 분석	126
〈그림 7- 14〉 무통행 최다 지역 (잠재활동지)	127

요약



요 약

1. 과업의 개요

가. 과업의 배경 및 목적

- 제4차 산업혁명으로 인해 교통 분야에서 각종 빅데이터를 활용하기 시작하면서, 기존에 교통부문에 활용되지 않았던 모바일 자료의 활용 가치가 재평가되어 이에 대한 연구가 활발히 진행되고 있음
- 모바일 자료의 경우 가입자의 스마트폰 단말기 송·수신 정보를 이용하여 개인별 통행 특성 분석이 가능하며, 기존 인력식 조사 방식에 비해 다음과 같은 차별성을 가지고 있음
 - 시·공간적으로 고도화된 정보 생성
 - 상대적 높은 표본 비율 (KT 모바일 자료의 경우 모집단의 30% 수준)
 - 기지국 기반 Transition 정보
 - 저렴한 자료 구입비용

<표 1> 인력식 조사 자료와 모바일 자료의 비교

구분	기존 인력식 조사자료	모바일 자료
자료 취득의 용이성	조사 기간에 한정	실시간 취득 및 확인 가능
표본율	5% 미만의 표본	30% 이상의 표본
활용성	기존 KTDB 교통지표 도출	다양한 지표 발굴 가능
공간적 범위	평균 28km 반경	평균 600m 반경
기타	조사 인력 및 예산 필요	저렴한 자료 구입

- 본 과업은 모바일 자료를 교통부문에 적용 가능한 형태로 가공하고, 이를 기반으로 통행수요를 추정하며, 그 외 정책적으로 활용할 수 있는 지표를 산출하는 것을 목적으로 함
- 모바일 자료 기반 교통 DB 구축 방법론 수립
- 모바일 자료를 이용한 통행수요 추정 방법론 수립
- 기존 조사 기반 통행수요 추정 결과와의 차이점 파악 및 개선 방안 검토

- 이동계적 기반 통행수요를 활용한 교통정책 지표 발굴

나. 과업의 범위

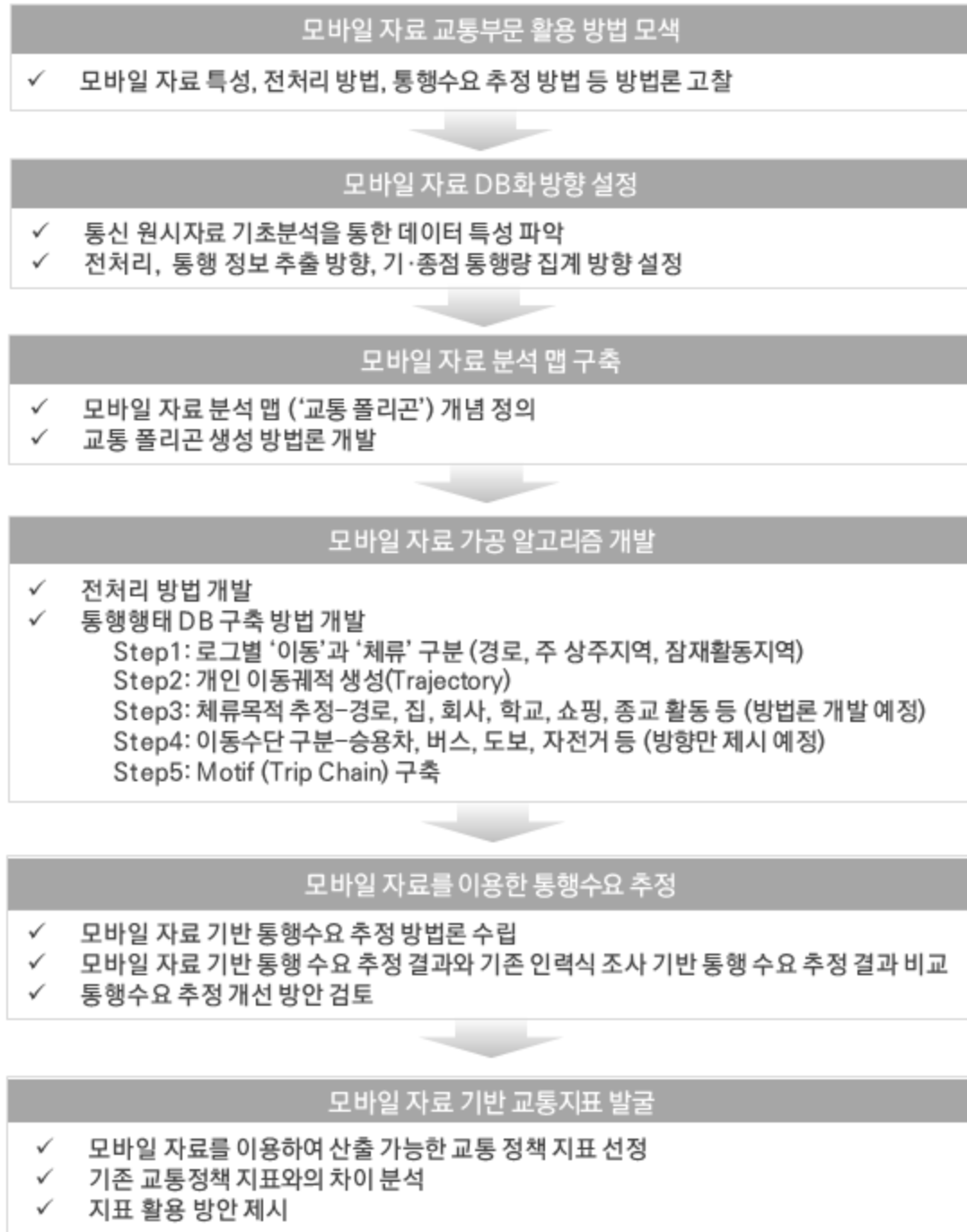
○ 시·공간적 범위

- 통신 원시자료 가공 및 분석
 - 2016년 5월 19일 ~ 2016년 5월26일(8일, 2016년 KTDB 전국 여객O/D 조사 기간)
 - 서울시 마포구 망원1동, 서교동 및 세종시 상주인구 로그 기록
- 모바일 DB 구축
 - 2016년 3월 ~ 2017년 3월(1년 1개월), 전국

○ 내용적 범위

- 교통부문 모바일 자료 활용 동향 파악
- 데이터 특성 분석 및 기본방향 설정
- 모바일 자료 활용을 위한 기반 분석 맵(교통폴리곤) 구축
- 교통 특성을 반영한 모바일 자료 통행행태 알고리즘 개발
 - 개인 이동계적 생성
 - 체류(활동)위치 분류
 - 통행목적 추정
 - 이동수단 추정
 - Motif(Trip Chain) 구축
- 모바일 자료를 이용한 통행수요 추정
 - Motif(Trip Chain)별 통행수요 추정 방법론 수립
 - 모바일 자료 기반 기·종점 통행량과 기존 조사 기반에 의한 기·종점 통행량 비교
 - 통행수요 추정 개선 방안 검토
- 모바일 자료 기반 DB를 활용한 교통 지표 발굴
 - 교통 정책 지표 산출 가능성 검토 및 신(新)지표 발굴
 - 지표 활용 방안 제시

다. 과업 수행 절차



<그림 1> 과업 추진 절차

2. 데이터 특성 분석 및 DB 사업 활용 방향 설정

가. 전처리

- 통행 정보를 왜곡할 수 있는 데이터 파악 및 처리
 - 기지국간의 거리, 신호, 송신 설정 등 다양한 요인들로 인한 왜곡 데이터 발생
 - 필요 이상의 핸드오버(Unnecessary Handover)로 인한 데이터: 서로 다른 기지국(2개 이상)에서 단말기의 로그 기록 시작시간(이하 ‘체류시작시간’)과 로그 기록 종료시간(이하 ‘체류종료시간’)이 동일하게 나타난 데이터로서, 둘 이상의 이동 궤적을 형성하여 실제 이동궤적을 왜곡시킴
 - 핑퐁 핸드오버(Ping-pong Handover)로 인한 데이터: 서로 다른 2개 이상의 기지국 좌표가 짧은 시간 간격을 두고(1분) 반복해서 연달아 번갈아가며 나타나는 데이터로서, 체류시간과 통행횟수를 왜곡시킴

나. 통행 정보 추출

- 이동 궤적을 형성할 수 있는 기준 정립
 - 최초 기록된 로그 기록은 기지국 단위로 수집된 불연속적인 지점(spot) 자료이므로 통행자(고객식별번호)를 기준으로 데이터를 재집계하는 작업이 필요하며, 첫 통행과 마지막 통행을 구분하기 위해 불규칙하게 나열된 로그를 발생 순서에 맞게 데이터를 정렬하는 작업이 필요함
- 체류시간 60분 이내의 로그 기록을 중점으로 ‘이동’과 ‘체류’를 구분하는 알고리즘 개발
 - 로그발생량이 많다는 것은 고객의 로그 기록 기지국 정보가 많다는 것을 의미하며, 이는 곧 고객의 이동이 많다는 것을 의미하므로 체류시간 60분 이내의 로그 기록 패턴을 분석한다면 이동하면서 기록된 로그와 체류하면서 기록된 로그의 특성이 구분될 것
- 로그 기록 패턴을 통해 통행 유발 요소 추정
 - 요일에 관계없이 일정 규모 이상 로그가 발생하는 것으로 보아 고객별 고정적인 로그 발생 지점이 있을 것으로 예상되며, 이러한 반복 기록 패턴을 분석하면 거주지, 근무지 등 반복 통행이 예상되는 지점을 추출할 수 있을 것으로 사료됨
 - 로그발생량이 요일에 따라 달라지는 것으로 보아 앞서 언급한 고정적인 로그 발생 이외에 새로운 로그 발생을 유발하는 행동(이동)이 예상되며, 이러한 패턴을 분석

하면 여가 등 비반복적으로 이루어지는 통행에 대한 특성을 파악할 수 있을 것임

다. 기·종점 통행량 집계

- 기·종점 통행량 산출을 위한 새로운 집계 단위 개발
 - 기지국별 수신 범위(이하, 셀 반경)가 다르고 변동성이 크기 때문에 셀 반경 범위를 집계단위로 설정할 수 없으므로, 기지국간의 평균 거리(약 300m)를 고려하여 기존 인력식 조사 단위보다 섬세한 집계 단위를 설정
- 향후 활용성 측면을 고려하여 통행을 왜곡하지 않는 선에서 구분 기준 통합
 - 향후 전국 단위의 연간 데이터가 축적될 것을 고려하여 분석 시간 단축을 위해 불필요한 카테고리화는 지양되어야 함

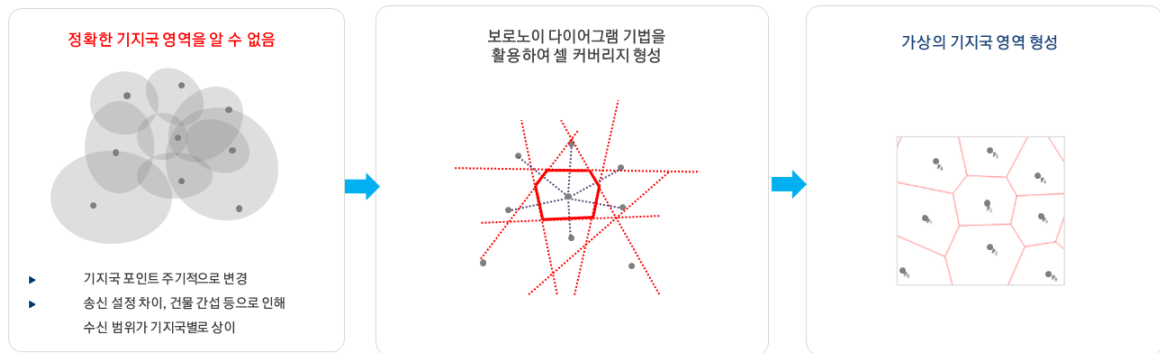
3. 모바일 자료 분석을 위한 기반 분석 맵 구축

가. 교통 폴리곤 개념

- 기·종점 통행량을 산출하기 위해 유동적인 기지국별 수신 범위를 고정적으로 전환할 수 있도록 ‘교통 폴리곤’ 개념을 새롭게 정립
- 기지국 좌표를 기준으로 기지국 수신 범위가 다음 세 가지 원칙을 만족할 수 있도록 셀 반경을 새롭게 형성하여 ‘교통 폴리곤’으로 정의
 - 사회경제지포 및 토지이용 측면의 동질성 확보
 - 활동 정보가 누락되지 않는 현실적인 활동 모사
 - 공간 정보 등의 자료와 결합 용이성

나. 분석 맵 (교통폴리곤) 구축 방법

- 1) 1단계: 보로노이 기법을 활용한 가상 기지국 셀 반경 설정

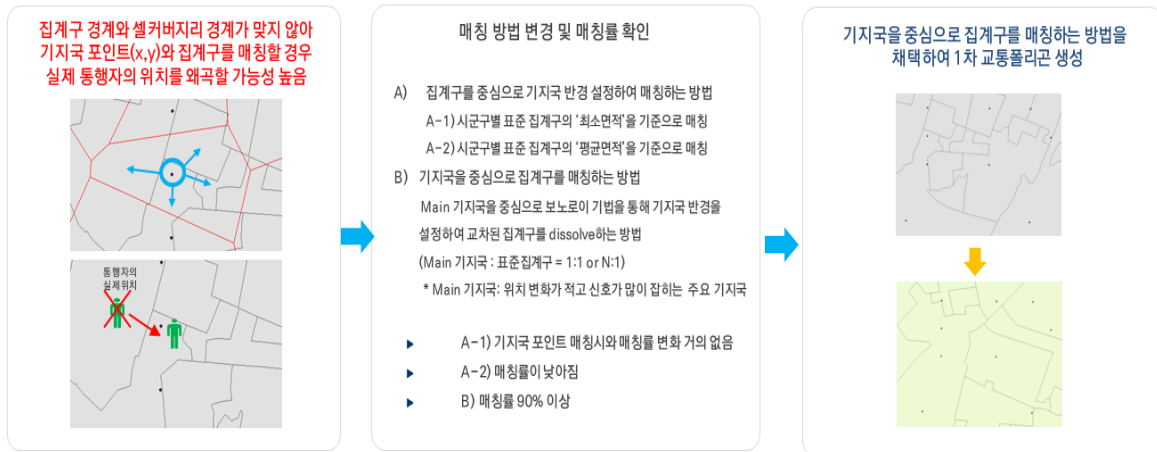


<그림 2> 교통 폴리곤 구축 1단계

2) 2단계: 교통 폴리곤 설정 원칙인 활동 모사가 가능토록 셀과 집계구 매칭

○ 기지국을 중심으로 표준 집계구를 매칭

- 교차된 표준 집계구를 하나로 병합(dissolve)하여 주기지국¹⁾과 표준 집계구가 최소 1:1 (혹은 N:1)이 되도록 폴리곤 형성
- 매칭률 90% 이상



<그림 3> 교통 폴리곤 구축 2단계

3) 3단계: 부적합한 교통 폴리곤 보정

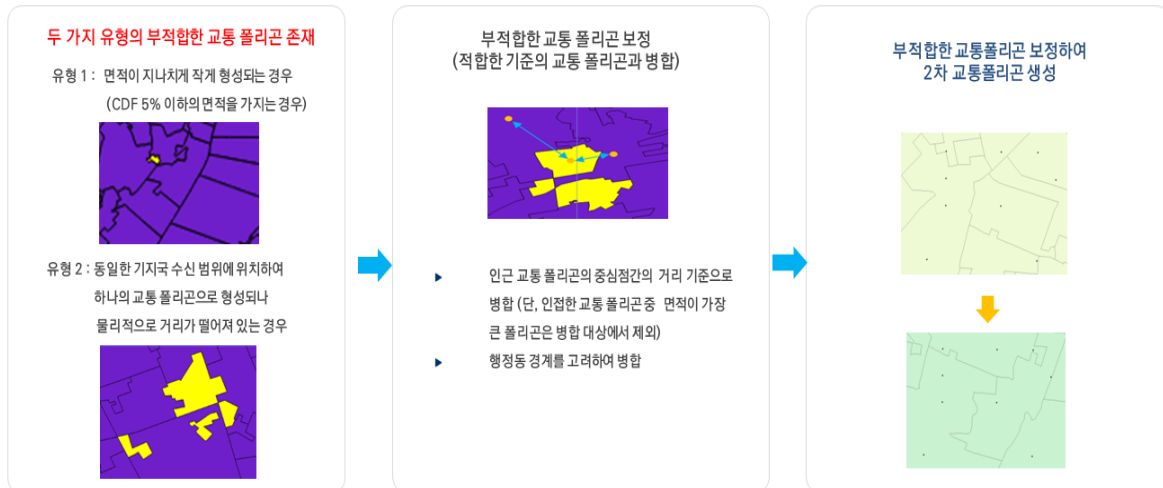
○ 두 가지 유형에 해당되는 경우 인근 교통 폴리곤과 병합하여 보정

- 유형 1: 면적이 지나치게 작게 형성되는 경우 ⇒ 시군 내 누적분포에서 5% 이하의

1) 위치 변화가 적고 신호가 가장 많이 수신되는 기지국을 주 기지국으로 선택

면적을 가질 경우 병합

- 유형 2: 동일한 기지국 수신 범위 내 위치하여 하나의 교통 폴리곤으로 형성되나 물리적으로 거리가 떨어져 있어 하나의 교통 폴리곤으로 보기 어려운 경우 ⇒ 면적이 가장 큰 하나의 폴리곤을 제외한 나머지 폴리곤을 인접 폴리곤과 병합하여 보정

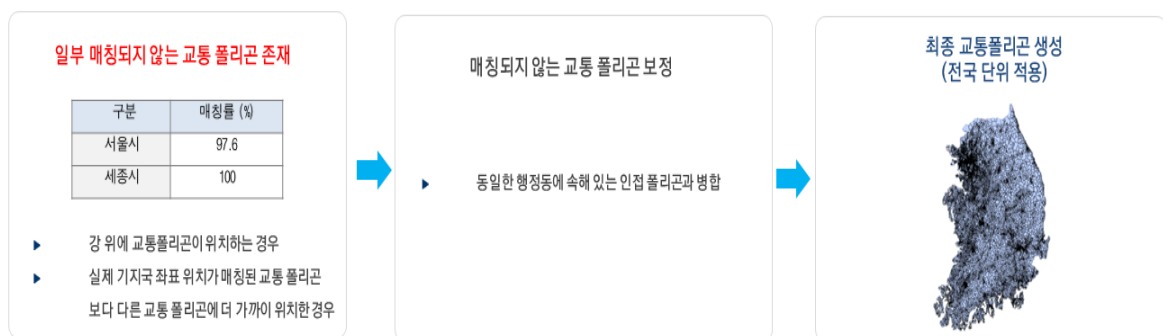


<그림 4> 교통 폴리곤 구축 3단계

4) 4단계: 비(非)매칭 교통 폴리곤 보정

- 기지국과 매칭 되지 않은 일부 교통 폴리곤 보정

- 강 위에 교통 폴리곤이 위치하거나, 실제 기지국 지점이 매칭 된 교통 폴리곤 보다 타 교통 폴리곤의 위치가 밀접해 있는 경우



<그림 5> 교통 폴리곤 구축 4단계

나. 분석 맵 구축 결과

- 전국 15,937개의 교통폴리곤이 형성됨
 - 기존 인력식 조사에서 통행량 산출시 활용하는 분석구보다 세분화됨
 - 읍면동의 약 1/5, 시군구의 약 1/69 수준임



<그림 6> 전국 교통폴리곤 형성 결과

4. 모바일 자료 가공 알고리즘 개발

가. 전처리 방법

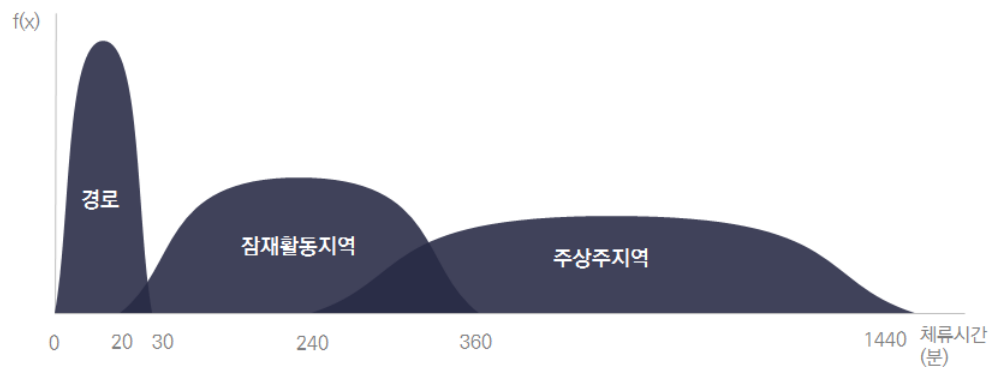
- 이상치 제거
 - 기지국 좌표가 Null값인 데이터, 기지국 좌표에 행정동 코드가 매칭 되지 않는 데이터 제거
- 체류시간 보정
 - 통신업체에서 최초 기록되는 데이터는 밀리세컨 단위지만 이를 1분 단위로 그룹화하는 과정에서 기지국 속성이 고려되지 않아 실제 같은 위치에서 기록된 데이터지만 체류시간이 분리되어 기록된 데이터 통합
- 핸드오버 데이터 보정
 - 필요 이상의 핸드오버(Unnecessary Handover)로 인해 동시에 두 기지국에 로그가 생성되어 이동궤적이 하나의 경로로 형성되지 않는 경우에 대해 하나의 경로로 보정
 - 테이블 내 고객 아이디와 데이터가 발생한 기준일과 체류시간은 동일하지만, 기지국 좌표가 상이한 경우 기지국 방문 빈도와 기지국간의 거리 정보를 활용하여 하나의 데이터만 남기고 나머지 데이터는 제거
 - 기지국 방문 빈도가 최대값인 경우를 실제 로그 기지국으로 선정하고 나머지 데이터는 제거
 - 기지국 방문 빈도가 동일하여 보정되지 않은 데이터는 모든 경우의 수에 대해 각각의 이동궤적을 형성한 후 이동거리가 최소가 되는 경로를 선택
 - 핑퐁 핸드오버 (Ping-pong Handover)로 인해 실제 활동 유형은 '체류'지만, '이동'한 것으로 확인되는 데이터 보정
 - 통행 이동궤적 형성한 후 핑퐁현상이 발생하는 기지국 필터링하여 주 기지국을 중심으로 체류시간 병합(체류시작시간 및 종료시간 보정)

나. 통행행태 DB 구축 방법

1) 1단계: 통행별 체류시간에 따른 로그별 '이동'과 '체류' 구분

- 체류시간에 따른 로그별 통행 특성은 경로(pass-by), 주상주지역(stay area), 잠재활동지역(potential stay area)으로 구분

- 이동 - 경로(pass-by) : 이동 경로 중 기지국 수신 범위 내 인식된 기지국 로그
- 체류 - 주상주지역(stay area) : 출발지 또는 목적지로 추정되는 기지국 로그
- 체류 - 잠재활동지역(potential stay area) : 잠정적으로 목적 통행이 있을 것으로 추정되는 기지국 로그



주: 직접 도식화함

<그림 7> 경로, 잠재활동, 주 상주 체류시간 개념도

① 경로와 체류 구분

- 체류시간이 25분 이하인 경우 이동 중 기록된 로그로, 25분을 초과하는 경우 체류 중 기록된 로그로 구분

② 잠재 체류와 주 상주 체류 구분

- 체류지역으로 구분된 데이터는 체류 시간과 빈도의 패턴을 확인 후 주 상주지역(stay area)와 잠재 활동 지역(potential stay area)로 구분
 - 주 상주지역 식별 비율(전체 KT 고객 중 주 상주지역을 갖는 비율)은 낮 시간대 88.5%, 저녁 시간대 91.2%로 나타남

<표 2> 주 상주 체류 구분 임계치

구분	거주지	거주지 외 (회사, 학교 등)
체류시작시간/체류종료시간	오전 12시/오전 6시	오전 9시/오후 12시 오후 1시/오후 6시
체류시간	3시간 이상	3시간 이상
반복 횟수	주 3회 이상	주 3회 이상

기준일	고객 식별번호	가상기지국		체류 시작 시간	체류 종료 시간	연령 대	체류 시간
		x좌표	y좌표				
20160520	1843030	127.132	36.475	1247	1248	25	2
20160518	2752075	126.147	37.319	1925	2359	20	275
20160520	1843030	127.136	36.477	1528	1528	25	1
20160518	1843030	127.132	36.475	1025	1027	25	3
20160518	2752075	126.147	37.319	1916	1920	20	12
20160520	1843030	127.134	36.475	1300	1339	25	40



기준일	고객 식별번호	가상기지국		체류 시작 시간	체류 종료 시간	연령 대	체류 시간	트립 타입
		x좌표	y좌표					
20160520	1843030	127.132	36.475	1247	1248	25	2	Pa
20160518	2752075	126.147	37.319	1925	2359	20	275	Po
20160520	1843030	127.136	36.477	1528	1528	25	1	Pa
20160518	1843030	127.132	36.475	1025	1027	25	3	Pa
20160518	2752075	126.147	37.319	1916	1920	20	5	Pa
20160520	1843030	127.134	36.475	1300	1339	25	40	Po



임계치 확인

<그림 8> 1단계 - 로그별 '이동'과 '체류' 구분

2) 2단계: 개인 통행 이동궤적 생성

- 기지국 수신 범위 내 스마트폰 기기가 검지되거나 일정한 주기에 기록되는 불연속적인 포인트형 데이터를 그룹화 하여 선형 데이터로 변경
- 개인 통행 이동궤적을 파악하기 위해 데이터 발생일자와 고객식별번호가 연결된 식별자를 기준으로 그룹화 하여 그룹별 데이터 발생 기록을 정렬
 - 체류시작시간과 체류종료시간을 기준으로 오름차순으로 정렬하여 이동 궤적을 생성

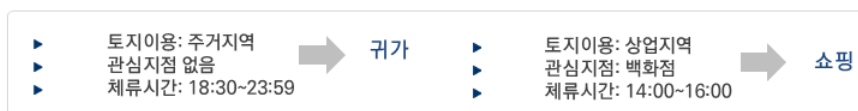
기준일	고객 식별번호	가상기지국		체류 시작 시간	체류 종료 시간	연령 대	체류 시간	트립 타입
		x좌표	y좌표					
20160520	1843030	127.132	36.475	1247	1248	25	2	Pa
20160518	2752075	126.147	37.319	1925	2359	20	275	Po
20160520	1843030	127.136	36.477	1528	1528	25	1	Pa
20160518	1843030	127.132	36.475	1025	1027	25	3	Pa
20160518	2752075	126.147	37.319	1916	1920	20	5	Pa
20160520	1843030	127.134	36.475	1300	1339	25	40	Po

ID	그룹 번호	KEY 칼럼 (기준일- 고객식별번호)	가상기지국		체류 시작 시간	체류 종료 시간	연령 대	체류 시간	트립 타입
			x좌표	y좌표					
1	1	20160518 - 1843030	127.132	36.475	1025	1027	25	3	Pa
2	1	20160520 - 1843030	127.132	36.475	1247	1248	25	2	Pa
3	2	20160520 - 1843030	127.134	36.475	1300	1339	25	40	Po
4	3	20160520 - 1843030	127.136	36.477	1528	1528	25	1	Pa
5	1	20160518 - 2752075	126.147	37.319	1916	1920	20	5	Pa
6	2	20160518 - 2752075	126.147	37.319	1925	2359	20	275	Po

<그림 9> 2단계 - 개인 통행 이동궤적 생성

3) 3단계: 체류 통행별 목적 구분

- 통행 목적이 구분된 DB는 차년도 과업에서 제공할 예정이며, 목적 구분 기준은 가구 통행실태조사 구분 기준을 고려할 예정
 - 1차적으로 출근, 등교, 업무, 쇼핑, 귀가, 여가, 기타(학원, 배움, 개인용무 등 포함)로 구분할 수 있으며, 구분 기준에 따라 기타로 분류되는 활동을 세분화할 수 있을 것으로 판단됨
- 가구통행실태조사의 결과와 모바일 자료를 결합하여 통계적 모델링을 제시 후 적용 (공간회귀분석 또는 Expansion 법 등)
 - 관심지점 (POI) 정보와 휴대폰 이용자의 이동 특성(방문 빈도, 체류시작시간, 체류종료시간, 체류시간)을 고려하여 활동 구분

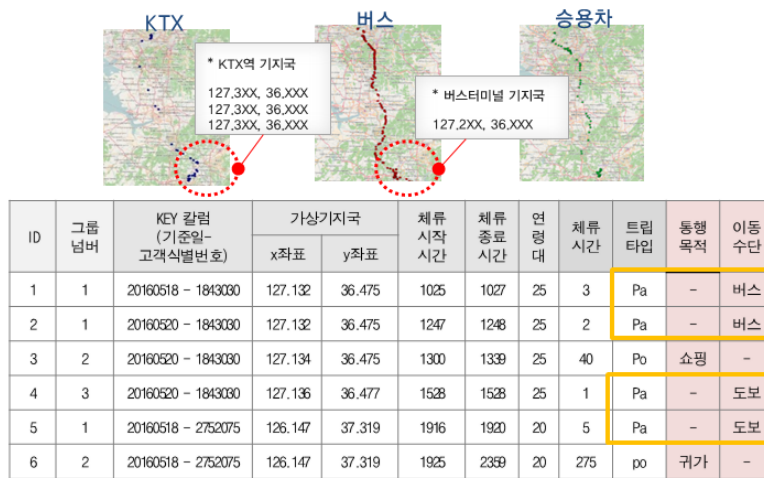


ID	그룹 번호	KEY 칼럼 (기준일- 고객식별번호)	가상기지국		체류 시작 시간	체류 종료 시간	연령 대	체류 시간	트립 타입	통행 목적
			x좌표	y좌표						
1	1	20160518 - 1843030	127.132	36.475	1025	1027	25	3	Pa	-
2	1	20160520 - 1843030	127.132	36.475	1247	1248	25	2	Pa	-
3	2	20160520 - 1843030	127.134	36.475	1300	1339	25	40	Po	쇼핑
4	3	20160520 - 1843030	127.136	36.477	1528	1528	25	1	Pa	-
5	1	20160518 - 2752075	126.147	37.319	1916	1920	20	5	Pa	-
6	2	20160518 - 2752075	126.147	37.319	1925	2359	20	275	Po	귀가

<그림 10> 3단계 - 통행 목적 구분

4) 4단계: 경로 통행별 이동수단 구분

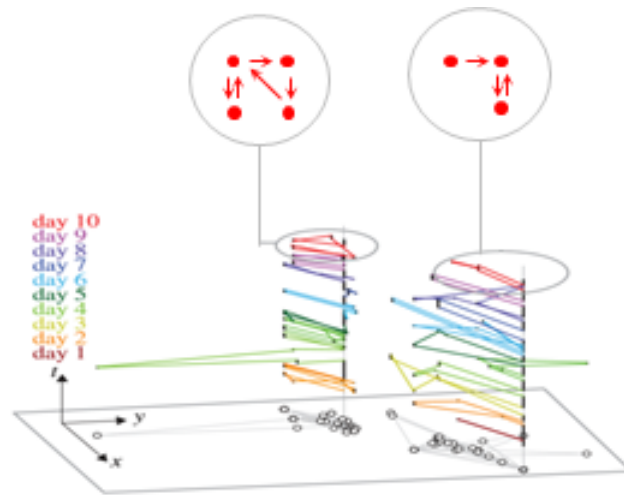
- 기지국 간 통행 속도와 기지국 방문 체류 시간 및 위치 등을 파라미터로 하여 이동수단 구분 가능
 - 버스·철도·KTX 등 지역 간 이동수단은 특정 운행 경로에 따라 해당 정류장·역을 반복적으로 방문하는 행태를 보이므로 이를 활용하여 수단을 구분하거나, 수단별 평균 통행속도 차이를 확인하여 수단을 구분할 수 있음
 - 지하철 통행의 경우 지하에서 발생한 모바일 자료와 WIFI 자료를 융합(중복 자료 제거)하여 구분이 가능함



<그림 11> 4단계 - 수단 구분

5) 5단계: 통행행태 DB 형성 (통행사슬, Trip-Chain)

- 주 상주 지역과 잠재 체류지역을 기점으로 <그림>과 같이 개인별 통행 사슬을 형성할 수 있음



자료: Gonzalez, M. (2013, August). Unraveling daily human mobility motifs. In *Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM)*, 2013 IEEE/ACM International Conference on (pp. xxxviii-xxxviii). IEEE. p. 2.

<그림 12> Motif 구축 예시

5. 모바일 자료 기반 통행수요 추정

가. 기·종점 통행량 산출 방법

- 모바일 DB에서 제공되는 일자, 시간, 위치(교통폴리곤 ID), 트립타입, 성, 연령 정보를 활용하여 원하는 분석 조건에 따라 다양한 형태로 산출 가능

기준일	출발		도착		트립 타입	성별	연령	유동 인구 수
	시간	교통폴리곤 ID	시간	교통폴리곤 ID				
20170301	01	48270310	03	12390981	P	M	20	20
20170301	01	48270310	05	32789014	D	F	30	80
20170501	11	48270320	17	45608912	N	M	50	90

- 트립타입 'P': Potential stay area
- 트립타입 'D': Stay area 중 낮시간대 체류 (Daytime)
- 트립타입 'N': Stay area 중 저녁시간대 체류 (Night time)

<그림 13> 모바일 DB 형태

- 교통폴리곤 단위부터 시도 단위까지 다양한 분석 단위로 통행량을 집계할 수 있음
- 출발 트립타입과 도착 트립타입을 유형을 조합하여 총 10가지의 트립타입의 통행량을 집계할 수 있음
- 움직이지 않은 무통행 정보²⁾도 포함되어 있어 움직임이 없는 지역도 표출 가능

<표 3> 트립타입 분석 유형

구분	출발	도착	구분	출발	도착
유형 1	저녁시간대 주체류지 (N)	낮시간대 주체류지 (D)	유형 4	낮시간대 주체류지 (D)	저녁시간대 주체류지 (N)
유형 2	저녁시간대 주체류지 (N)	잠재체류지 (X)	유형 5	낮시간대 주체류지 (D)	잠재체류지 (X)
유형 3	잠재체류지 (X)	저녁시간대 주체류지 (N)	유형 6	잠재체류지 (X)	낮시간대 주체류지 (D)
유형 7	잠재체류지 (X)	잠재체류지 (X)	유형 8	낮시간대 주체류지 (D)	-
유형 9	저녁시간대 주체류지 (N)	-	유형 10	잠재체류지 (X)	-

2) 출발 정보는 있지만 도착 정보는 '-'로 표기된 데이터

- 여성과 남성으로 나누어서 통행량을 산출할 수 있으며, 십 년 단위로 연령이 구분되어 있어 연령대별로도 통행량을 산출할 수 있음
- 여러 조건들을 조합해서 통행량을 산출할 수도 있음

※ 두 가지 조건에 의한 통행량 산출 예시

- 목적: 출근 통행량 산출
- 분석조건
 - 출발시간대: 06시 ~ 09시
 - 출발트립타입: 저녁시간대 주체류지 (N)
 - 도착시간대: 07시 ~ 10시
 - 도착트립타입: 낮 시간대 주체류지 (D)

나. 기·종점 통행량 산출 결과

1) 모바일 자료 기반 전국 기·종점 통행량 산출 결과

- 2016년 3월부터 2017년 3월까지의 데이터를 시·도 단위로 통행량을 집계한 후, 분석 데이터 일수(총 388일³⁾)로 나누어 일평균 통행량을 산출
- (주) KT 시장점유율(약 30%)과 대한민국 인구수를 고려하면 하루에 1인당 6.2회 통행하는 것으로 분석됨

3) 데이터 오류로 2016년 5월 29일, 2016년 12월 18일 이틀은 분석에서 제외함

<표 4> 전국 기·종점 통행량 (시·도)

(단위: 통행/일)

시·도	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	18,257,992	8,283	6,679	204,463	4,852	13,606	2,359	4,391	1,615,384	34,924	20,805	33,323	10,535	5,628	10,536	6,513	8,674	20,248,946
부산	8,308	6,386,291	8,916	1,253	991	1,775	38,840	258	5,375	984	1,739	1,372	1,673	3,418	20,530	211,870	2,840	6,696,435
대구	6,551	9,020	4,733,949	1,076	707	2,346	4,604	345	5,334	1,629	3,288	1,801	1,764	1,515	227,101	23,978	1,392	5,026,399
인천	182,624	901	846	4,231,325	783	1,979	263	535	321,936	4,594	4,103	9,982	2,123	1,021	1,729	876	570	4,766,190
광주	4,879	947	682	971	3,016,595	1,532	179	302	3,994	314	819	2,622	16,592	133,700	687	2,071	988	3,187,875
대전	13,827	1,803	2,440	2,440	1,584	3,156,924	606	31,112	14,777	1,726	41,392	69,411	11,140	1,925	4,952	2,985	78	3,359,121
울산	2,477	42,039	4,910	385	184	657	2,027,184	86	1,724	557	791	626	413	681	35,668	28,859	108	2,147,350
세종	4,557	241	355	626	328	32,616	73	311,777	4,880	327	21,694	19,590	1,345	352	693	367	18	399,839
경기	1,514,546	4,877	5,548	345,060	3,998	14,378	1,567	4,521	19,413,137	63,535	48,407	88,200	12,623	5,518	14,271	5,682	2,139	21,548,009
강원	36,716	1,053	1,785	5,324	325	1,754	564	323	66,367	3,023,047	15,243	2,325	763	317	9,866	929	174	3,166,877
충북	21,577	2,027	3,661	4,654	912	42,089	862	20,913	50,542	15,159	2,822,851	21,147	4,708	1,296	15,895	3,005	1,679	3,032,978
충남	34,801	1,491	2,060	11,378	3,103	73,216	627	19,344	94,722	2,233	22,228	3,638,253	32,084	5,028	4,367	3,274	127	3,948,336
전북	10,978	1,688	2,007	2,524	17,337	11,384	439	1,276	13,218	750	4,722	30,688	3,387,581	22,152	2,114	6,998	339	3,516,195
전남	5,812	3,834	1,673	1,193	144,997	2,103	774	351	5,931	334	1,286	4,216	22,647	2,860,708	1,544	15,346	1,879	3,074,629
경북	10,959	21,592	244,909	2,058	753	5,277	37,967	689	14,895	9,718	15,746	4,225	2,001	1,447	4,617,668	21,431	118	5,011,454
경남	6,266	218,493	25,269	968	2,370	3,206	27,324	365	5,901	870	2,810	3,038	7,085	15,370	21,040	5,514,408	307	5,855,093
제주	6,537	1,920	1,097	1,096	846	387	342	76	3,962	263	913	395	498	1,833	516	937	1,664,241	1,685,857
계	20,129,408	6,706,502	5,046,786	4,816,793	3,200,666	3,365,228	2,144,576	396,665	21,642,081	3,160,964	3,028,837	3,931,214	3,515,576	3,061,909	4,989,178	5,849,529	1,685,670	96,671,581

2) 모바일 자료 기반 기·종점 통행량과 기존 조사 기반에 의한 기·종점 통행량 비교

- 모바일 자료로 산출한 인당 일평균 통행횟수는 기존 방식으로 산출한 것보다 약 3.6 배 높음
 - 모바일 자료에서는 기·종점이 일정 시간 이상 머물렀는가, 즉 체류 여부로 결정되어 기존 방식보다 인당 일평균 통행횟수가 더 클 수밖에 없음
- 시도별 통행 분포는 거의 일치하고 서울과 경기지역에서만 통행 비율이 약 1~3% 차 이나는 것으로 분석됨
 - 서울에서 경기, 경기에서 서울로 이동하는 지역간 통행 비율은 기존 방식으로 산출한 결과가 더 크고, 지역내 통행 비율은 모바일 자료로 산출한 결과가 더 큰 것으로 나타남

<표 5> 전국 기·종점 통행 비율 (비교 결과)

(단위: %)

○	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	2.4709	-0.0097	-0.0082	-0.3307	-0.0056	-0.0112	-0.0031	-0.0049	-1.7158	-0.0427	-0.0276	-0.0406	-0.0083	-0.0062	-0.0109	-0.0101	-0.0063	0.2290
부산	-0.0080	-0.2260	-0.0051	-0.0017	-0.0018	-0.0017	-0.0274	-0.0001	-0.0030	-0.0004	0.0004	-0.0005	-0.0027	-0.0070	-0.0021	-0.2188	-0.0008	-0.5066
대구	-0.0082	-0.0035	0.4975	-0.0032	-0.0006	-0.0033	-0.0022	-0.0002	-0.0046	-0.0013	-0.0010	-0.0014	0.0000	-0.0021	-0.2429	-0.0111	-0.0005	0.2114
인천	-0.3109	-0.0020	-0.0029	0.4749	-0.0017	-0.0032	-0.0005	-0.0004	-0.2270	-0.0034	-0.0048	-0.0080	-0.0017	-0.0016	-0.0031	-0.0016	-0.0028	-0.1006
광주	-0.0050	-0.0020	-0.0008	-0.0018	-0.0033	-0.0014	-0.0001	-0.0002	-0.0037	-0.0001	-0.0005	-0.0020	-0.0151	-0.2520	-0.0005	-0.0023	-0.0004	-0.2913
대전	-0.0107	-0.0018	-0.0033	-0.0036	-0.0013	0.1570	-0.0013	-0.0685	-0.0120	-0.0020	-0.0579	-0.0639	-0.0048	-0.0008	-0.0064	-0.0019	-0.0011	-0.0844
울산	-0.0029	-0.0320	-0.0019	-0.0005	-0.0001	-0.0013	-0.1027	0.0000	-0.0012	-0.0033	0.0000	-0.0005	-0.0008	-0.0018	-0.0390	-0.0279	-0.0005	-0.2166
세종	-0.0052	-0.0002	-0.0002	-0.0006	-0.0002	-0.0669	-0.0001	0.0801	-0.0031	0.0001	-0.0208	-0.0172	-0.0001	-0.0002	0.0000	-0.0004	-0.0001	-0.0352
경기	-1.8447	-0.0046	-0.0044	-0.2205	-0.0041	-0.0128	-0.0015	-0.0035	3.0646	-0.0307	-0.0244	-0.0918	-0.0053	-0.0024	-0.0056	-0.0042	-0.0045	0.7995
강원	-0.0363	-0.0002	-0.0008	-0.0031	-0.0001	-0.0017	-0.0031	0.0000	-0.0292	0.2325	-0.0067	0.0008	0.0001	0.0001	-0.0001	0.0001	-0.0006	0.1517
충북	-0.0279	0.0006	-0.0006	-0.0061	-0.0006	-0.0645	0.0001	-0.0236	-0.0251	-0.0049	0.0850	-0.0169	-0.0030	0.0002	-0.0018	-0.0009	0.0003	-0.0898
충남	-0.0376	-0.0006	-0.0010	-0.0123	-0.0012	-0.0639	-0.0004	-0.0179	-0.0818	0.0008	-0.0190	-0.1412	0.0028	0.0010	0.0000	0.0002	-0.0008	-0.3728
전북	-0.0071	-0.0023	0.0000	-0.0025	-0.0140	-0.0061	-0.0009	-0.0002	-0.0041	0.0001	-0.0030	0.0023	0.3036	-0.0112	-0.0005	-0.0035	-0.0004	0.2501
전남	-0.0053	-0.0062	-0.0023	-0.0017	-0.0391	-0.0007	-0.0008	-0.0002	-0.0014	0.0001	0.0003	0.0003	-0.0116	0.2549	-0.0015	-0.0040	-0.0006	0.1803
경북	-0.0093	0.0014	-0.2175	-0.0030	-0.0005	-0.0054	-0.0379	0.0001	-0.0036	-0.0004	-0.0016	0.0001	-0.0006	-0.0020	0.3750	-0.0110	-0.0008	0.0830
경남	-0.0094	-0.2063	-0.0122	-0.0017	-0.0020	-0.0014	-0.0279	-0.0006	-0.0034	0.0002	-0.0004	0.0001	-0.0039	-0.0049	-0.0128	0.2474	-0.0017	-0.0412
제주	-0.0084	-0.0017	-0.0008	-0.0023	-0.0005	-0.0008	-0.0002	-0.0001	-0.0026	-0.0004	-0.0005	-0.0005	-0.0002	-0.0004	-0.0004	-0.0010	-0.1456	-0.1664
계	0.1341	-0.4971	0.2354	-0.1204	-0.0765	-0.0892	-0.2100	-0.0404	0.9430	0.1441	-0.0826	-0.3810	0.2482	-0.0365	0.0473	-0.0511	-0.1672	0.0000

주 : 모바일 자료 기반 통행 비율에서 KTDB 통행 비율을 뺀 값임

다. 향후 통행 수요 추정 개선 방안

○ 모바일 이용 특성 반영

- 모바일 기기 전원이 꺼져 있거나, 한 사람이 다수의 기기를 소지할 경우 통행량이 과소·과대하게 집계될 수 있으므로, 향후 개인별 모바일 단말기 이용률을 고려하여 이를 보정할 필요

○ 통신 데이터 검증을 통한 신뢰성 제고

- 모바일 이용자의 시간대별 활동(통행, 출발시간, 도착시간, 체류시간, 활동목적, 활동위치 등)을 조사하는 이른바 ‘Prompt-recall 서비스’를 실시하여 모바일 데이터의 정확성을 평가하는 과정 필요

○ 핑퐁데이터 보완 알고리즘 고도화

- 야간시간대 핑퐁데이터가 발생하는 기지국을 추출하여 공간적 특성을 교통폴리곤에 반영하는 방안 등 검토 필요

6. 모바일 자료 기반 교통 지표 발굴

가. 산출 가능 지표

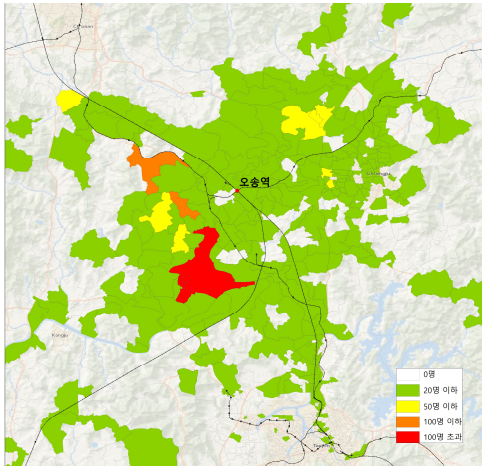
- 모바일 자료는 정적인 정보를 제공하는 기존 자료와는 달리 동적인 정보를 제공하기 때문에 기종점 통행량 등 기존에 활용되고 있는 교통지표를 고도화시킬 수 있을 뿐만 아니라, 새로운 개념의 교통지표도 생성할 수 있음
- 지표 산출 단위가 시·공간적 단위가 줄어들어 정확하고, 섬세한 분석 가능
 - 기존에는 시·도 또는 시군구 단위로 분석되었으나, 읍면동보다 작은 범위인 교통폴리곤을 분석 단위로 활용하면서 기존에는 불가능하였던 특정시설의 영향권도 지표로 산출할 수 있게 되었음
 - 기존에는 수요를 특정 일자에 조사된 결과 값으로 하루 평균값을 내서 산출하였으나, 이제는 평균값이 아닌 모든 일자의 값이 산출되어 특정 일자의 수요를 분석할 수 있으며, 한 시간 단위의 분석도 가능해짐
- 특정 계층의 지표 산출 가능
 - 모바일 데이터에는 연령, 성(여성, 남성)에 대한 정보가 포함되어 있어, 특정 연령, 특정 성을 대상으로 지표를 산출할 수 있음
- <표 6>은 모바일 자료를 통해 산출할 수 있는 교통 지표를 정리한 것임

<표 6> 모바일 자료 기반 산출 가능 교통 지표

기존 지표		적용 가능한 새로운 지표	
종류	비고	종류	비고
기종점 통행량	<ul style="list-style-type: none"> - 섬세한 공간 분석 가능 (교통폴리곤 단위의 분석 수행 가능) - 한 시간 단위의 지표 산출 가능 - 특정 계층의 지표 산출 가능 	시군구 이동생활 대표 패턴	- 주요 통행 활동 패턴(출근, 귀가 등)을 확인할 수 있는 지표
		접근성	- 목적지까지 얼마나 쉽게 갈 수 있는 지 확인할 수 있는 지표 (평균통행시간, 거리당 통행비율, 통행당 평균통행거리)
		인구집중률	- 인구가 어디에 주로 집중되어 있는 지 파악할 수 있는 지표
수단분담률		분석구별 유동성 지표	- 인구 유동이 가장 많은 지역을 확인할 수 있는 지표
통행시간예산			

나. 지표 활용 방안

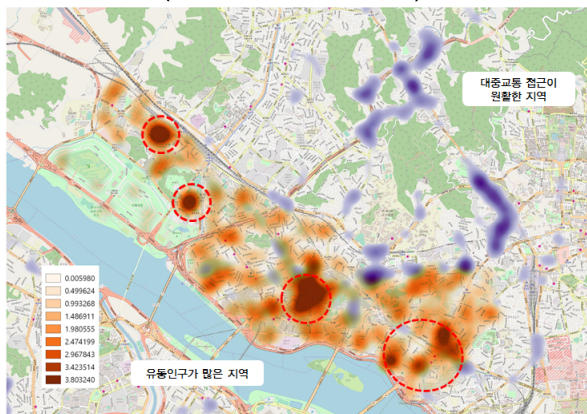
- 특정 지역, 기간, 대상 등의 통행수요 파악에 활용
 - 기존보다 분석에 활용할 수 있는 지표의 종류가 늘어나 분석의 폭이 넓어짐
 - 현황을 파악하는 것뿐만 아니라 통행 유발 원인을 다양한 방식으로 추정할 수 있음



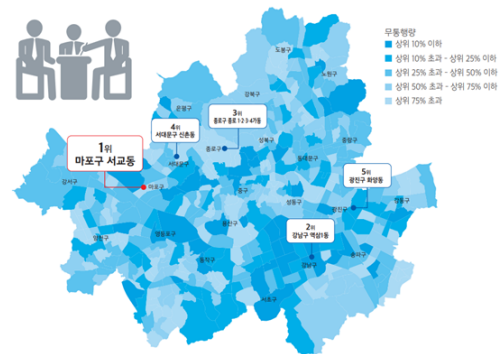
교통 주요 시설 권역 분석
(오송역 이동권역 분석)



특별교통대책기간 내 통행 분석
(하계기간 최다 방문 지역)



대중교통 소외지역 분석



지역 특성 분석
(잠재활동지 특성이 강한 지역)

<그림 14> 모바일 기반 교통지표 활용 방안

제1장 과업의 개요

제1절 과업의 배경 및 목적

제2절 과업의 범위 및 내용

제3절 과업 추진 방법 및 절차

제1장 과업의 개요

제1절 과업의 배경 및 목적

1. 과업의 배경

- 교통계획에 있어 필요한 핵심 기반 정보들을 수집하기 위해 조사원을 현장에 투입하여 통행에 대한 정보를 취득하는 인력식 조사 기반에 추정된 지표들은 다양한 측면에서 한계가 존재
 - 조사인력과 예산 부족으로 전수조사 불가능
 - 표본조사가 이뤄진 시기 및 지역의 통행 특성 영향이 크게 적용
 - 정확한 시간대별 요일별 상세 통행량 산출이 어려움
- 모바일 자료를 활용하면 기존 인력식 조사의 한계를 보완할 수 있고, 정확성을 높일 수 있음
 - 모바일 자료란 휴대폰 이용자가 모바일 기기를 소지하고 있거나, 사용할 때 송신되는 신호가 기지국으로 수신될 때 기록되는 기지국 기반 자료를 의미
 - 모바일 자료에는 휴대폰 이용자의 통행 로그가 포함되어 있어 그동안 모형 기반으로 추정해온 개인의 이동궤적을 자료기반의 접근법을 활용하여 쉽게 파악할 수 있음
 - 수동적 자료 축적으로 인해 자료 양이 방대하고, 시·공간적으로 제약이 적어 분석·활용이 용이함
 - 그 외에 <표 1-1>에 제시된 바와 같이 모바일 자료 활용에 대한 다양한 이점들이 존재

<표 1- 1> 인력식 조사 자료와 모바일 자료의 비교

구분	기존 인력식 조사자료	모바일 자료
자료 취득의 용이성	조사 기간에 한정	실시간 취득 및 확인 가능
표본율	5% 미만의 표본	30% 이상의 표본
활용성	기존 KTDB 교통지표 도출	다양한 지표 발굴 가능
공간적 범위	평균 28km 반경	평균 600m 반경
기타	조사 인력 및 예산 필요	저렴한 자료 구입

- 국외에서는 이러한 모바일 자료의 이점을 적극 활용하여 교통 분야에 적용하기 위한 연구를

다양하게 진행 중임

- 기·종점 통행량 추정, 활동(activity) 지역 분류, 통행행태 분석 등(자세한 사항은 문헌고찰 부분에서 확인 가능)
- 현재 국내에는 휴대폰 보급률이 세계 1위¹⁾로, 모바일 자료를 활용할 경우 정확하고 신뢰성 있는 정보 생성이 가능하기 때문에 교통 분야에 이를 기반 자료로 활용할 수 있는지 면밀히 검토할 필요가 있음

2. 과업의 목적

- 본 과업은 기지국 기반 모바일 자료를 교통 분야에 활용·분석 가능한 표준화 형태로 가공하고, 이 정보를 기반으로 다양한 교통계획·정책 등에 활용되어질 주요 지표들을 발굴하고 개발하는 것이 목적임

1) 김용주, (17.06.11), 「한국 데이터 소비, 세계 4위」, 『전자신문』.

제2절 과업의 범위 및 내용

1. 시·공간적 범위

- 통신 원시자료 가공 및 분석
 - 2016년 5월 19일 ~ 5월 26일(8일, 2016년 KTDB 전국 여객O/D 조사 기간)
 - 서울시 마포구 망원1동, 서교동 및 세종시 상주인구 로그 기록
- 모바일 DB 구축
 - 2016년 3월 ~ 2017년 3월(1년 1개월), 전국

2. 내용적 범위

- 교통부문 모바일 자료 활용 동향 파악
- 모바일 자료 특성 분석 및 기본방향 설정
- 모바일 자료 활용을 위한 기반 분석 맵(교통폴리곤) 구축
- 모바일 자료 가공 알고리즘 개발
 - 로그별 통행 특성 구분
 - 경로(pass-by), 주 상주지역(stay area), 잠재활동지역(potential stay area) 구분
 - 개인별 통행 이동궤적 생성
 - 체류 통행별 목적 추정
 - 이동경로에 대한 수단 구분
 - 개인별 Motif(Trip Chain) 구축
- 모바일 자료를 이용한 통행수요 추정
 - Motif(Trip Chain)별 통행수요 추정 방법론 수립
 - 모바일 자료 기반 기·종점 통행량과 기존 KTDB 기·종점 통행량 비교
 - 통행수요 추정 개선 방안 검토
- 모바일 자료 기반 DB를 활용한 교통 지표 발굴
 - 교통 정책 지표 산출 가능성 검토 및 신(新)지표 발굴
 - 지표 활용 방안 제시

제3절 과업 추진 방법 및 절차

1. 과업 추진 방법

가. 모바일 자료 활용 동향 분석

- 문헌고찰을 통해 국내 교통부문에 모바일 자료 적용을 위한 시사점 도출 및 기반 기술 개발 방향 제시
 - 모바일 자료 특성 및 전처리 기법
 - 모바일 자료 기반 기·종점 통행량 표 생성 방법
 - 모바일 자료 기반 통행수단 및 통행목적 구분법
 - 모바일 자료를 활용한 교통부문 정책 지원 및 지표 발굴

나. 데이터 특성 분석 및 DB 사업 활용 방향 설정

- 기지국 기반 로그 자료 특성 분석
 - (주) KT에서 제공하는 기지국 기반 모바일 자료의 특성을 고려하여 통행에 대한 시·공간 및 기타 특성 등을 상세히 파악
- 분석을 위한 이상치 정의 및 보정

다. 분석구 기반 분석 맵 구축

- 교통 수요 분석용 모바일 자료 베이스 맵 구축
 - 행정경계 및 기지국의 물리적 수신 범위를 고려한 분석 맵 구축

라. 모바일 자료 가공 알고리즘 개발

- 알고리즘에 맞춰 가공한 모바일 자료를 분석 맵을 기반으로 통행량을 집계하여 기·종점 통행 수요를 추정
- 기존 인력식 조사 기반으로 구축된 기·종점 통행량 결과와 비교

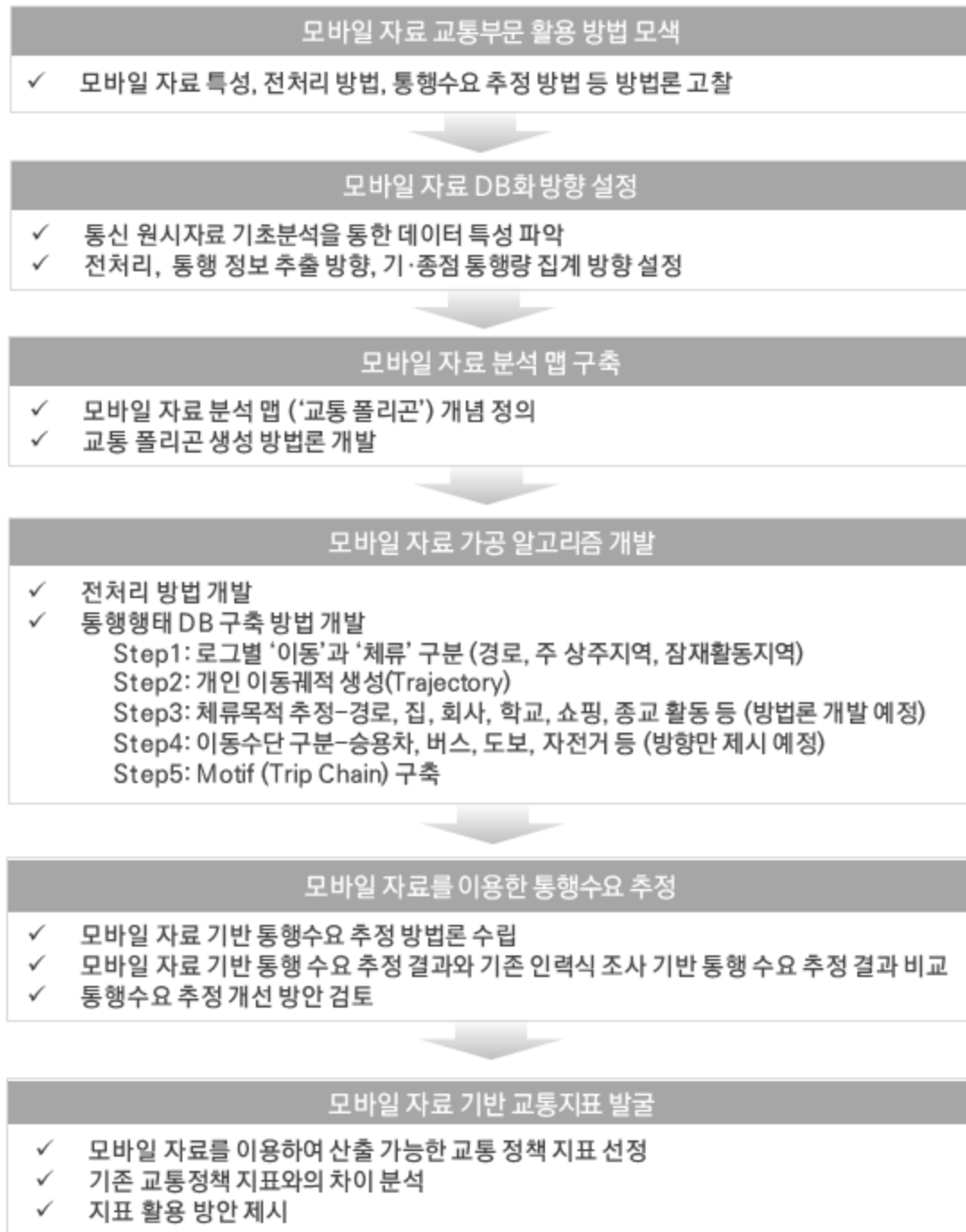
마. 모바일 자료 기반 통행수요 추정

- 개발된 알고리즘에 의해 산출된 기·종점 통행량을 분석 맵 기반으로 집계하여 기·종점 통행수요 추정
- 기본 인력식 조사 기반으로 구축된 기·종점 통행량 결과 비교

바. 모바일 자료 기반 교통 지표 발굴

- 모바일 자료를 활용한 기존 KTDB 지표 고도화
- 모바일 자료 기반 DB를 활용한 교통 정책 신(新)지표 발굴
- 지표 활용 방안 제시

2. 과업 추진 절차



<그림 1- 1> 과업 추진 절차

제2장 모바일 자료 개요 및 교통부문 활용 동향

제1절 모바일 자료 개요

제2절 교통부문 모바일 자료 활용 사례

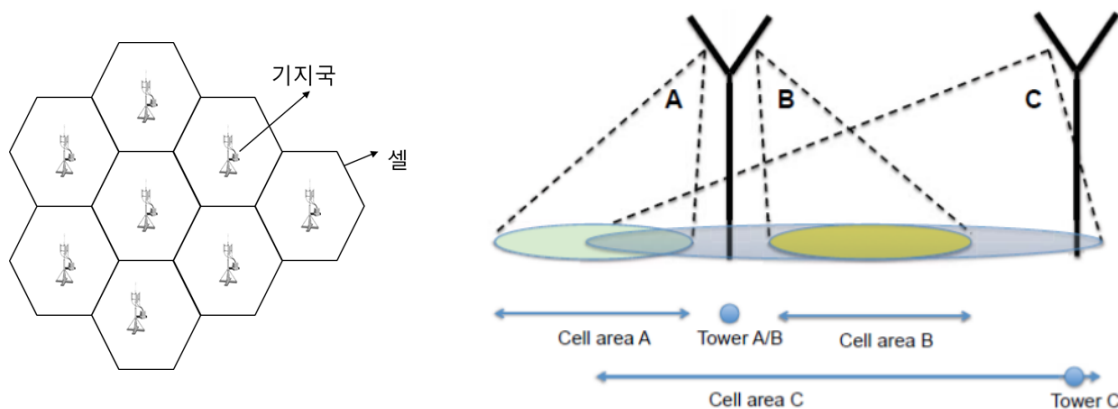
제3절 모바일 자료 기반 기·종점 통행량
산출 방법

제2장 모바일 자료 개요 및 교통부문 활용 동향

제1절 모바일 자료 개요

1. 모바일 자료 생성원리 및 특징

- 모바일 자료는 휴대폰 신호가 인근 기지국(Base Transceiver Station Tower, BTS tower)으로 송신되어 축적된 자료임
- 휴대폰 신호를 수신하는 범위를 셀 반경(Cell coverage)라고 하며, 송신 설정 차이 및 건물의 간섭 등으로 인해 기지국마다 수신범위는 각각 다르게 나타남
 - 인구밀도가 높은 쇼핑몰, 기차역 등은 셀 반경 범위가 비교적 작으며, 상대적으로 인구밀도가 낮은 교외지역 등은 셀 반경 범위가 넓음
 - 기지국을 기점으로 모든 방향의 수신강도가 일정치 않기 때문에 실제 기지국별 셀 반경 모양 및 형태는 다르게 형성되며, 이 또한 네트워크 운영 과정에서 수시로 변화함



자료: Chen, C., Ma, J., Susilo, Y., Liu, Y., & Wang, M. (2016). The promises of big data and small data for travel behavior (aka human mobility) analysis. Transportation research part C: emerging technologies, 68, p.287.

경북대학교 (2015. 12), 모바일 폰을 활용한 서비스인구 추정 연구, p.24.

<그림 2- 1> 기지국과 셀 반경에 대한 예시

2. 모바일 자료 종류

- 모바일 자료는 크게 ‘CDR(Call Detailed Recorder)’과 ‘Sightings’ 자료 형태로 구분됨
 - CDR은 휴대폰을 사용한 기록으로 통화, 문자, 인터넷 사용 시 사용기간에 대한 기록이 상세하게 기록된 자료를 의미
 - <표 2-1>과 같이 고객 아이디, 기지국 위·경도, 휴대폰 사용 시간(또는 날짜), 사용시간(duration)이 표기됨
 - 휴대폰을 실제로 사용할 때에만 위치가 기록되어 관측된 기록들 간의 시간 차이가 불규칙적이기 때문에 실제 이동 궤적을 추정하는데 제약이 따름. 예를 들어, 처음 8시 56분에 휴대폰을 A지역에서 사용한 후 B지역에서 18시 3분에 휴대폰을 사용한 경우 8시 56분과 18시 3분 사이에 대한 정보가 존재하지 않기 때문에, A지역에서 B지역으로 바로 이동하였는지 C지역을 경유하여 이동하였는지 알 수 없음
 - 운영자가 낮은 통화량을 처리하기 위해 인접한 기지국으로 통화 트래픽을 할당하는 경우 신호 점프가 발생할 수 있음¹⁾

<표 2- 1> CDR 자료 (예시)

아이디	위도	경도	시간	사용시간 (초)
j000001	195925	32464	82141	81
j000001	195925	32464	82456	75
j000002	195018	31555	82100	140

자료: Chen, C., Ma, J., Susilo, Y., Liu, Y., & Wang, M. (2016). The promises of big data and small data for travel behavior (aka human mobility) analysis. Transportation research part C: emerging technologies, 68, p.287.

- 반면에 Sightings 자료는 휴대폰을 사용하지 않더라도 일정한 시간 단위로 기지국에 위치 정보가 송신되는 자료를 의미
 - 고객 아이디, 기지국의 위·경도, 신호가 기록된 시각이 표기됨
 - 기지국별 송신되는 시간 간격에 차이가 있으나 평균 5분 간격으로 송신됨
 - 각 기지국에서 기록된 시각은 휴대폰 소지자가 해당 기지국 수신 범위 내에서 처음으로 발견된 시각을 나타내며, 해당 기지국으로 일정한 간격을 두고 신호가 송신되므로 기록된 시각이 휴대폰 소지자가 해당 기지국 수신 범위에 도착한 시각을 나타내는 것

¹⁾ Iqbal, M. S., Choudhury, C. F., Wang, P., & González, M. C. (2014). Development of origin - destination matrices using mobile phone call data. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 40, p.67

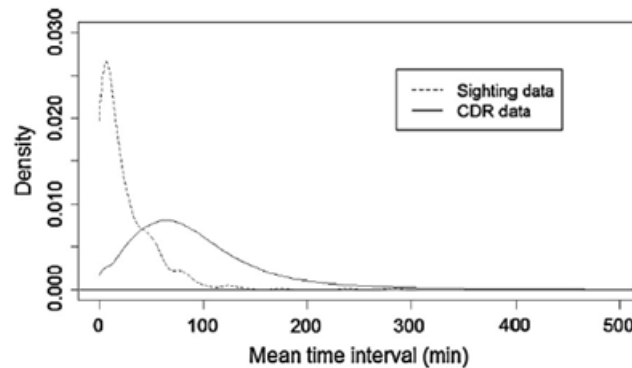
은 아님

<표 2- 2> Sightings 자료 (예시)

아이디	위도	경도	시간
3X35E90	34.044162	-112.454400	1319242582
3X35E90	34.044058	-112.455550	1319242583
3X35E90	34.044392	-112.453519	1319301785

자료: Chen, C., Ma, J., Susilo, Y., Liu, Y., & Wang, M. (2016). The promises of big data and small data for travel behavior (aka human mobility) analysis. Transportation research part C: emerging technologies, 68, p.287.

- 이러한 두 데이터의 특성 차이로 인해 <그림 2-2>와 같은 자료 분포 차이가 존재함



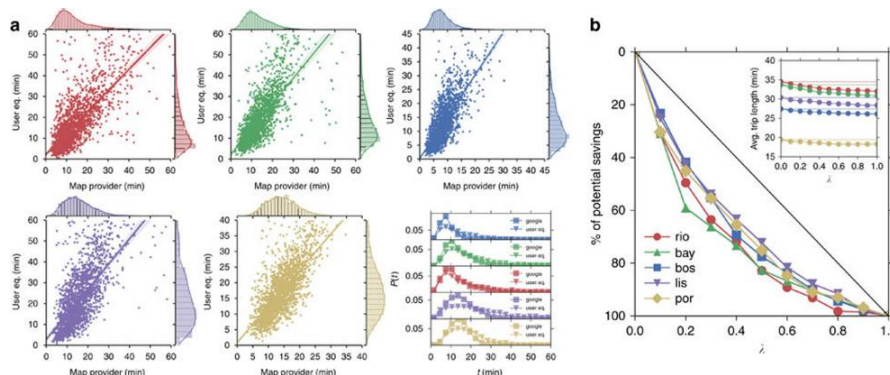
자료: Chen, C., Ma, J., Susilo, Y., Liu, Y., & Wang, M. (2016). The promises of big data and small data for travel behavior (aka human mobility) analysis. Transportation research part C: emerging technologies, 68, p.289.

<그림 2- 2> CDR과 Sighting 자료 차이

제2절 교통부문 모바일 자료 활용 사례

1. 교통 혼잡 현상 완화에 대한 효과 분석

- 노선을 조정하여 통행시간을 단축한 효과를 모바일 자료 기반으로 분석
 - 보스턴(Boston, USA), 샌프란시스코(San Francisco Bay Area, USA), 리스본(Lisbon, Portugal), 포르토(Porton, Portugal), 리우데자네이루(Rio de Janeiro, Brazil) 다섯 도시를 대상으로 비교 분석
 - 모바일 자료를 통해 기·종점 통행량을 구분 뒤 오전 첨두시간대 교통량과 통행시간을 추론
 - 도시 간 통행거리와 통행시간 사이의 관계를 분석하여 혼잡 현상으로 인해 손실 되는 시간 산출
 - 사회적 평형 상태를 이루는 경로를 선택한 후 기존 경로와 비교



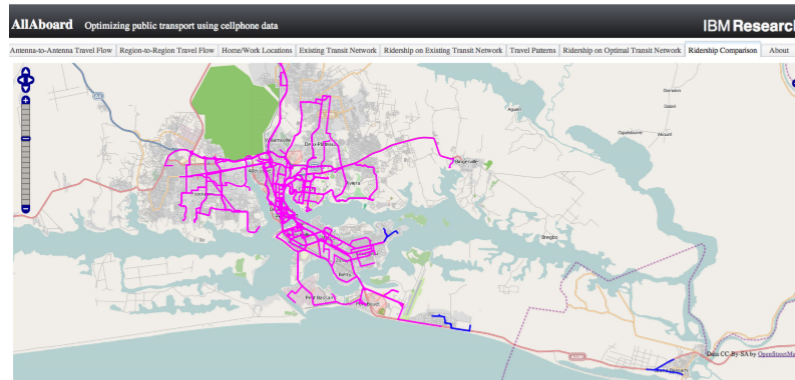
자료: Çolak, S., Lima, A., & González, M. C. (2016). Understanding congested travel in urban areas. Nature communications, p. 7.

<그림 2- 3> 교통 혼잡 현상 완화

2. 대중교통 서비스 최적화

- IBM의 AllAboard 프로젝트에서 5개월 동안의 CDR 자료와 85개의 버스 운행노선을 매핑하여 코트디부아르 아비장(Abidjan)의 대중교통 시스템 분석 수행
- 혼잡 현상의 해결책을 대중교통 측면에서 제시하였으며, 통행 시간을 10%까지 감소시킬 것으로 기대

- 4개의 노선 추가 및 일부 노선 연장

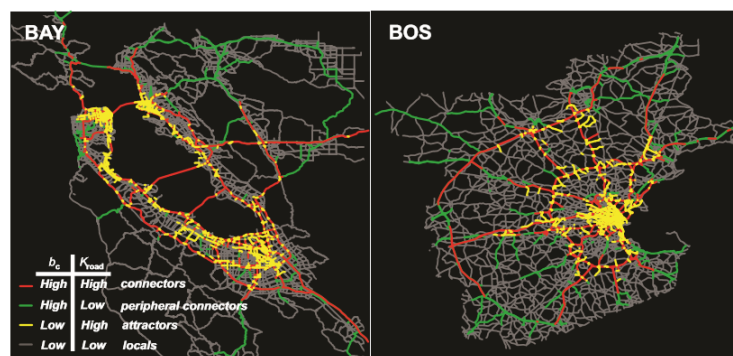


자료: Berlingiero, M., Calabrese, F., Di Lorenzo, G., Nair, R., Pinelli, F., & Sbodio, M. L. (2014). AllAboard: a system for exploring urban mobility and optimizing public transport using cellphone data (No. 14-3918).

<그림 2- 4> 대중교통 최적화

3. 주 도로 분석(전략 도로망)

- 도로 위계에 따라 도로의 중요성을 측정하던 기존 방식과 달리 실제 도로 이용 정도(K_{road})와 매개중심성(betweenness centrality, b_c)에 따라 도로의 중요성을 4가지로 분류하여 샌프란시스코만(Bay area)과 보스턴 지역에 적용
- Connectors : K_{road} 와 b_c 모두 상위 25% 구간
- Peripheral connectors : K_{road} 는 낮지만 b_c 는 상위 25%인 구간
- Attractors: b_c 는 낮지만 K_{road} 이 상위 25%인 구간
- Locals: K_{road} 와 b_c 모두 낮은 구간

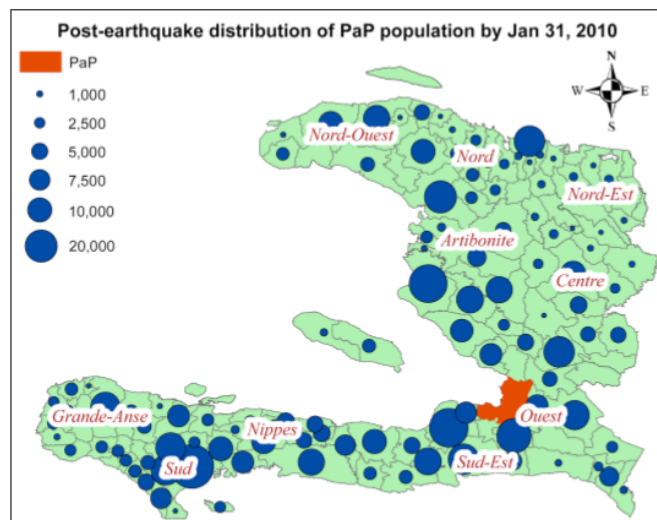


자료: Wang, P., Hunter, T., Bayen, A. M., Schechtner, K., & González, M. C. (2012). Understanding road usage patterns in urban areas. Scientific reports, 2, 1001.

<그림 2- 5> 주 도로 분석

4. 재난 대응 및 예측 활용

- 스웨덴 Krolinska 연구소는 자연재해가 발생한 기간에 생성된 CDR자료 기반의 분석이 긴급 지원에 활용될 수 있음을 보여줌(Bengtsson et al., 2011)
- 2010년 아이티(Haiti) 지진 발생 42일 전부터 158일 후까지 아이티에서 발생한 190만 명의 모바일 자료를 아이티 대규모 통신회사 Digicell로부터 자료를 제공받아 지진 전·후 사람들의 움직임을 비교
- 이재민 인원, 이재민이 위치한 장소 등에 대한 정보를 정확하게 제공
 - 아이티 시민 보호 기구에서 수행한 조사보다 정확했던 것을 나타냈으며, UN의 인구 기금 연구 추정치와도 일치하는 것으로 나타남



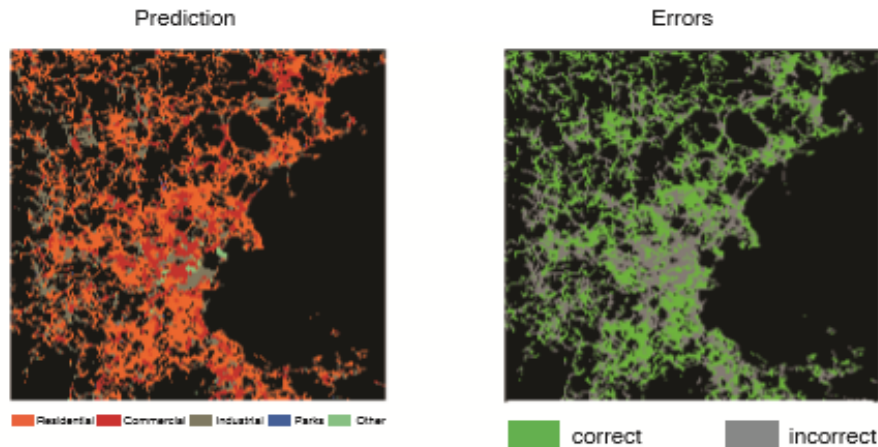
자료: Global Pulse (2013 October), Mobile phone network data for development p.3.

<그림 2- 6> 재난 발생 이후 인구 분포

- Lu et al. (2012)는 재난 발생 이후 3주간의 CDR 자료를 활용하여 이재민의 목적지와 장소 성(사회 유대)과의 상관관계를 분석함으로써 향후 재난 발생 시 이재민의 이동패턴, 분포 또한 예측 가능하다는 것을 제시함

5. 토지이용 추론 및 행정구역 경계 설정

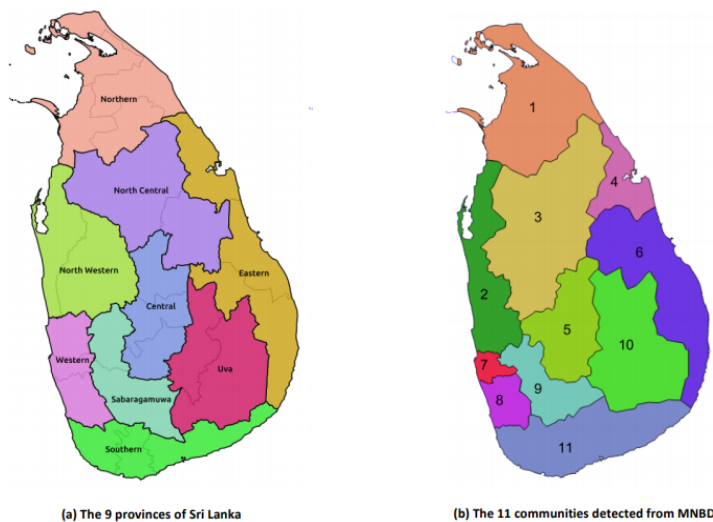
- Toole, J. L. et al.(2012)는 모바일 자료와 GPS 자료 등을 수집하여 머신러닝 분류 알고리즘을 통해 활동 패턴이 유사한 지점을 융합함으로써 실제 토지이용 행태를 분석함



자료: Toole, J. L., Ulm, M., González, M. C., & Bauer, D. (2012, August). Inferring land use from mobile phone activity. In Proceedings of the ACM SIGKDD international workshop on urban computing (pp. 1-8). ACM.

<그림 2- 7> 토지이용 추론

- 스리랑카는 모바일 자료를 활용하여 커뮤니티간 연관성에 따라 9개의 물리적인 행정구역을 11개로 세분화 함
- 커뮤니티 간 연관성(연결성)이 최소화되는 지점을 중첩함으로써 사회 연결망(Social network)을 구분
- 커뮤니티의 응집력은 모듈화 지수(Modularity Q)에 의해 결정



자료: Madhawa, K., Lokanathan, S., Samarajiva, R., & Maldeniya, D. (2015). Understanding communities using mobile network big data CPRsouth 2015.

<그림 2- 8> 모바일 자료 기반 행정구역 기준 재생성

제3절 모바일 자료 기반 기·종점 통행량 산출 방법

1. 전처리 기법 (Pre-processing)²⁾

- 이상치 제거
 - 개인별 이동궤적으로 시간 순으로 정렬($T_k = P_1, P_2, \dots, P_{n-1}, P_n$)한 후, 연속된 기지국간의 거리와 시간 차이를 산출
 - $P_i = (x_i, y_i, t_i)$ 는 t 시각에 위치한 기지국의 위치 x (위도), y (경도)를 의미하며, 관측 시각 t 는 ' $t_1 < t_2 < \dots < t_{n-1} < t_n$ ' 순으로 정렬됨
 - 시간 차이는 P_{n-1} 에서의 체류종료시간과 P_n 에서의 체류시작시간의 차이를 의미
 - 통행속도 임계치를 두어 시·공간적으로 비현실적인 위치는 신호점프(signal jump)로 간주하여 기지국 자료에서 제거

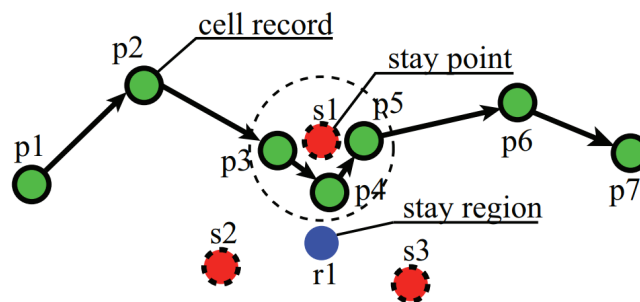
2. 출발지와 목적지 추출

- 기지국 기반 모바일 자료에는 모든 이동궤적이 나열되어 있으므로 일련의 기록들 가운데 출발지와 목적지를 구분하는 알고리즘이 필요
- 기존 문헌에서는 이를 구분하기 위해 'Stay area, Pass-by, and Potential stay area' 개념을 정립함
 - Stay area(주 상주지역): 출발지 또는 목적지로 추정되는 지점
 - Pass-by(경로): 이동 경로로 추정되는 지점
 - Potential area(잠재활동지역): 잠정적으로 목적 통행이 있을 것으로 추정되는 지점
- 기지국 자료에서 일차적으로 Stay area, Pass-by를 구분하는 방법으로 거리, 시간, 빈도 기반 클러스터링 기법이 제시됨

²⁾ Jiang, S., Fiore, G. A., Yang, Y., Ferreira Jr, J., Frazzoli, E., & González, M. C. (2013, August). A review of urban computing for mobile phone traces: current methods, challenges and opportunities. In Proceedings of the 2nd ACM SIGKDD international workshop on Urban Computing (p. 2). ACM.

가. 거리 기반 클러스터링

- 기록된 지점들 가운데 물리적으로 가까이 위치한 지점을 하나의 지점으로 묶는 방식
 - 비슷한 위치에 여러 지점이 기록된 것은 휴대폰 이용자가 서로 가까이 위치한 기지국 사이에서 일정시간동안 머물렀다는 것을 의미
 - 휴대폰 이용자가 이동하는 과정에서 비슷한 위치의 기록이 연달아 나타나는 현상이 거의 나타나지 않음
 - 따라서, 이러한 개념을 이용하여 기지국을 중심으로 반경 300m~1km이내에 위치한 지점을 융합한 후 중심점 표출
 - 신호 잡음을 처리하고, 주 상주지역을 추출하는데 효과적이나, 경로 지점을 확실하게 걸러낼 수 없음



자료: Jiang, et al (2013, August), A review of urban computing for mobile phone traces: current methods, challenges and opportunities. In Proceedings of the 2nd ACM SIGKDD international workshop on Urban Computing (p. 2). ACM. p. 2

<그림 2- 9> 거리 기반 클러스터링과 Stay point 개념

나. 시간 기반 클러스터링

- 체류시작시간과 체류종료시간의 차이(이하 ‘체류시간’)에 대한 임계치를 두어 이를 기준으로 데이터를 융합하는 방식
 - 휴대폰 이용자가 어떠한 지점에서 일정시간 동안 체류했다면 해당 지점에 위치한 기지국으로 휴대폰 이용자가 체류한 시간동안 일정 간격으로 신호가 수신됨
 - 휴대폰 신호가 첫 송신된 시간(이하 ‘체류시작시간’)과 마지막으로 송신된 시간(이하 ‘체류종료시간’)이 기록됨
 - 즉 체류시작시간과 체류종료시간의 차이는 휴대폰 이용자가 체류한 시간을 의미하며, 체류

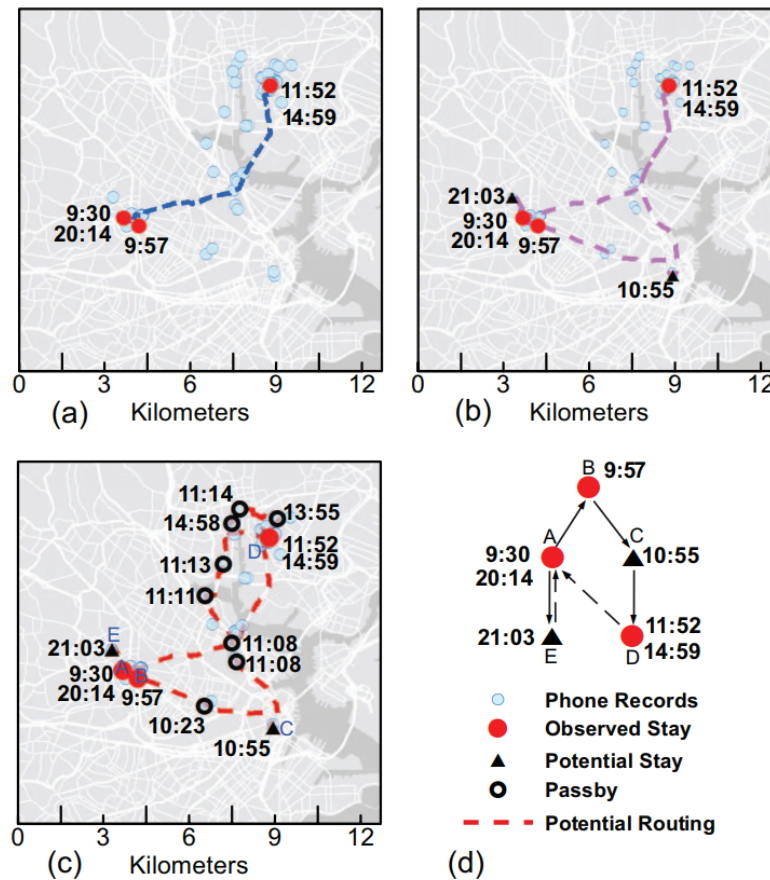
시간이 짧은 경우 이동하는 과정에서 기록된 것으로, 체류시간이 어느 정도 긴 경우 머무르는 과정에서 기록된 것으로 볼 수 있음

- 따라서 이동치 않고 머무른 것으로 추정되는 체류시간을 정의하는 것이 중요
- 기존 문헌에서는 이 기준을 단순히 ‘10분’으로 제시하고 있음
 - 기존 연구에서는 체류시간이 10분 이상인 지점을 주 상주 지역으로 지정하고, 나머지는 경로로 분류함

다. 빈도 기반 클러스터링

- 기지국에 수신된 빈도를 이용하여 기지국을 분류하는 방법
 - CDR자료를 이용해 이용자가 머무른 장소를 추정할 때 주로 사용하는 방법
 - CDR자료는 휴대폰을 이용할 때에만 기록되기 때문에 데이터가 한정적으로 이 방법을 사용함
 - 어떠한 기지국으로 특정 고객의 신호가 반복적으로 기록된다는 것은 휴대폰 이용자가 해당 기지국이 위치한 장소에 반복적으로 방문한다고 볼 수 있음
 - 따라서 수신 빈도를 이용하면 거주지, 근무지와 같이 반복적으로 방문하는 장소 추정이 가능함
 - 기지국으로 수신된 총 일 수, 해당 기지국에서 기록된 체류시작시간과 체류종료시간, 일반적인 근무시간(오후 1시~5시), 거주지에서 보내는 시간(오후 7시~오전 5시)을 이용
- 이와 같이 세 가지 방식을 이용하여 주 상주지역과 경로 지점을 구분한 뒤, 주 상주지역에서 출발지와 목적지를 구분하는 것은 체류시작시간 정보를 이용
 - 주 상주지역 가운데 가장 처음 기록된 지점을 출발지, 마지막에 기록된 지점을 목적지로 정의
- 위 과정에서 제외될 수 있는 2차 활동 지점을 추출하기 위해서는 잠재활동지역을 정의할 필요가 있음
 - 출발지와 목적지를 구분한 뒤 다음 경로 지점을 연결하여 이동궤적을 확인하면 최단경로로 이동하지 않은 궤적이 발견 됨
 - 이 경우 2차 활동이 이루어졌다고 추측할 수 있음
 - 따라서 경로지점 가운데 잠정적으로 목적 통행이 있을 것으로 추정되는 지점은 잠재활동으로 전환
 - <그림 2-10>은 잠재활동지역이 구분될 때와 구분되지 않을 때를 비교하여 제시한 것임
 - 경로로 구분되는 지점들을 연결하면 이동 경로가 생성되며, 잠재활동지역이 구분되지 않을 때 (a)에는 생성된 경로 중에 최단 거리의 경로가 출발지와 목적지를 잇는 경로

- 가 되지만, 잠재활동지역으로 구분될 때 (b)에는 그 이외의 경로도 생성될 수 있음
- (c)는 시간 순서대로 이동 궤적을 나타낸 것이며, (d)는 이를 도식화 한 것임



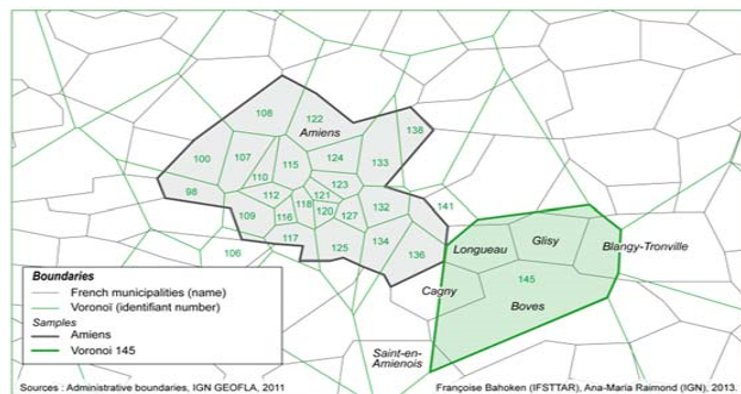
자료: Jiang, et al (2013, August), A review of urban computing for mobile phone traces: current methods, challenges and opportunities. In Proceedings of the 2nd ACM SIGKDD international workshop on Urban Computing (p. 2). ACM. p.5.

<그림 2- 10> Potential stay area 개념

- 이러한 정보들을 활용하여 기존 문헌에서는 transient Origin and Destination(t-O/D)을 산출함
- t-O/D는 특정 교통 분석 존을 설정하고 거기서부터 발생하는 1시간 단위의 동적 기·종점 통행량을 말함

3. 모바일 자료와 네트워크 자료와의 매칭 및 통합

- 기지국 수신강도, 네트워크 운영과정 등으로 인해 기지국 영역(셀 반경)을 정확하게 추정하는 것은 불가능함
- 기지국 영역 크기는 매우 다양하여, 하나의 행정구역 내 여러 셀이 존재하는 경우도 있으며, 하나의 셀 반경 내에 역으로 여러 행정구역이 존재할 수 있음(<그림 2-11> 참조)



자료: Bahoken, F., & Olteanu-Raimond, A. M. (2013, August), Designing origin-destination flow matrices from individual mobile phone paths: the effect of spatiotemporal filtering on flow measurement. In ICC 2013-International Cartographic Conference, p.5.

<그림 2- 11> 기지국과 행정구역과의 관계

- 이는 휴대폰 이용자의 실제 위치에도 오류가 있을 수 있다는 것을 의미
 - 기지국의 수신영역이 A 행정구역과 B 행정구역을 모두 포괄하지만 기지국의 위치는 B 행정구역에 포함되는 경우, 실제 휴대폰 이용자는 A라는 행정구역에 위치하고 있더라도 B 행정구역에 위치하는 것으로 분류될 수 있음
- 따라서 오차를 최소화할 수 있도록 기지국 영역 범위를 추정하는 것이 중요
 - 통신사에서는 유동적인 셀 반경 제약으로 인한 분석의 어려움을 최소화하고자 평면 분할 기법을 적용하여 가상의 수신 범위를 고정적으로 설정하고 이를 분석단위로 활용하기도 함
 - 평면 분할 기법으로 들로네 삼각분할(Delaunay triangulation), 보로노이 다이어그램(Voronoi diagram), 이웃 보간법(Natural neighbor interpolation) 등이 대표적이며, 그 중 가장 많이 활용되는 방식은 보로노이 다이어그램 기법임(자세한 사항은 부록 참조)

- 기존 문헌에서는 유동적인 기지국 영역을 고정시키고 기·종점 통행량 생성에 오차 발생 가능성을 줄이기 위해 기존 기·종점 추정에 활용하는 노드(Node)와 기지국을 매칭하는 방법을 모색함
 - 통행 확률, 중첩되는 면적 등을 이용하여 매칭
- 통행발생 확률을 이용³⁾하여 매칭하는 방식은 하나의 셀 반경에 두 개의 노드가 연관되는 경우 네트워크 연결도, 지형 특성 등을 고려하여 통행발생 확률이 높을 것으로 판단되는 순으로 순위를 매긴 후 고객별 통행량(한 달간의 통행량 정보 활용)에 따라 하나의 노드를 선택하는 방식을 의미
 - 매칭하기 위해 셀 반경은 분석 지역 특성(인구 밀도, 기지국 수 등)에 따라 다르나 평균적으로 0.51 (1: 기지국 간의 거리)로 설정

ID	Call Time	Origin		Destination	
		Tower	Candidate Node	Tower	Candidate Node
AAH03JA	14:54	6	3	1	1
AAH03JA	16:13	1	1	2	2 Or 1
AAH03JA	16:15	2	2 Or 1	1	1
AAH03JA	18:53	1	1	6	3
AAH03JA	20:49	6	3	1	1
AAH03JA	23:41	1	1	6	3

ID	Call Time	Origin Node	Destination Node
AAH03JA	14:54	3	1
AAH03JA	16:13	1	1
AAH03JA	16:15	1	1
AAH03JA	18:53	1	3
AAH03JA	20:49	3	1
AAH03JA	23:41	1	3

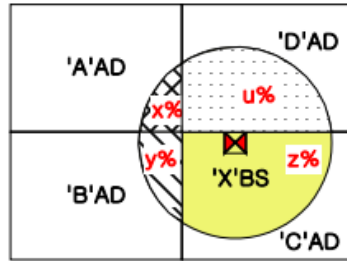
자료: Iqbal, M. S., Choudhury, C. F., Wang, P., & González, M. C. (2014). Development of origin - destination matrices using mobile phone call data. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 40, p.69

<그림 2- 12> 기지국별 노드 선택 사례

- 중첩 면적을 이용⁴⁾하여 매칭하는 방식은 <그림 2-13>과 같이 기지국 셀 반경이 각 행정구역에 중첩되는 면적 비율을 이용하여 행정구역 단위로 전환하는 것을 의미

³⁾ Iqbal, M. S., Choudhury, C. F., Wang, P., & González, M. C. (2014). Development of origin - destination matrices using mobile phone call data. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 40, 63-74.

⁴⁾ Byeong-Seok, Y., & Kyungsoo, C. (2005). Origin-destination estimation using cellular phone as information. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 6(2005), 2574-2588.



자료: Byeong-Seok, Y., & Kyungsoo, C. (2005). Origin-destination estimation using cellular phone as information. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 6(2005), p. 2585

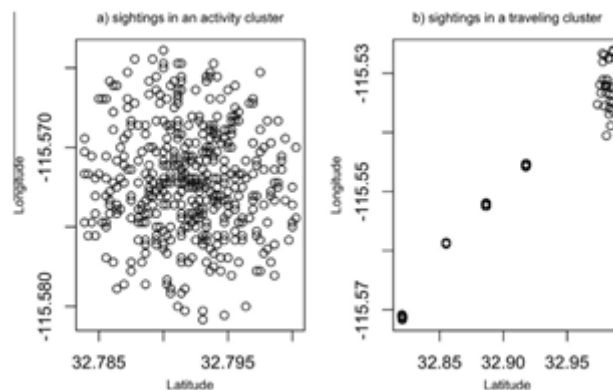
<그림 2- 13> 셀 반경과 행정구역 매칭 결과

- 행정구역 단위로 집계된 교통량을 기반으로 평균 일통행량, 영업용 차량의 경우 차량 운영대수(Probe vehicles)등을 고려하여 최종 기·종점 통행량을 산출

4. 활동 지역(통행 목적) 추정

가. 가구통행실태조사 자료 활용

- 활동이 이뤄진 지점에는 <그림 2-14>와 같이 통행(이동)이 이뤄질 때 송신된 기록과 다른 패턴을 보임



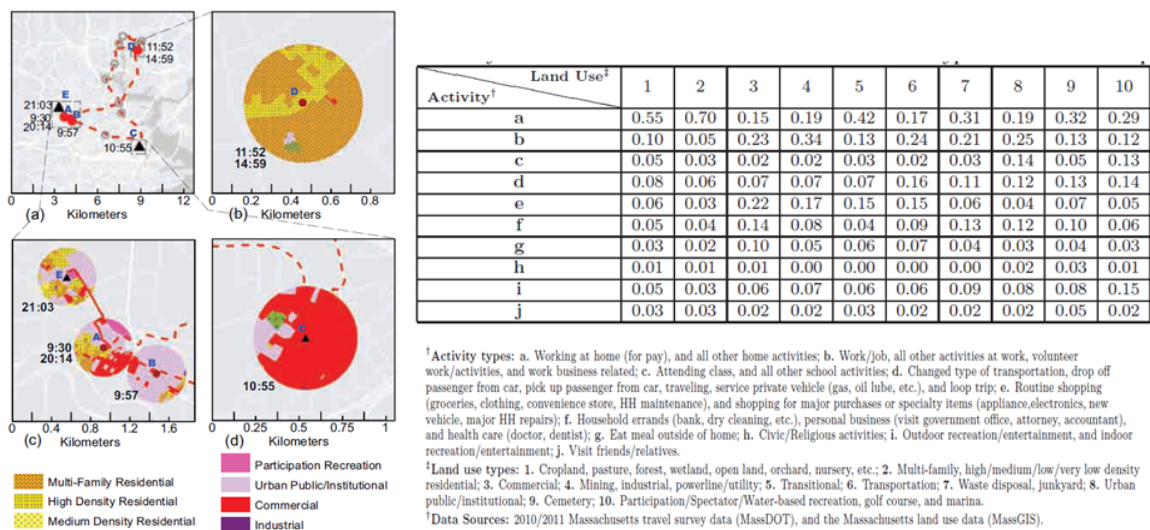
자료: Chen, C., Bian, L., & Ma, J. (2014). From traces to trajectories: How well can we guess activity locations from mobile phone traces?. Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 46, p. 334.

<그림 2- 14> 활동 지역(좌)과 통행 지역(우)의 모바일 기록 차이

- 가구통행실태조사 자료를 활용하여 모바일 자료에서 활동이 이뤄진 것으로 판단되는 지점의 실제 활동지역을 추정

나. 관심지점(Point of Interest, POI) 정보 이용

- 통행 지역의 특성을 찾기 위해 모바일 자료에서 활동이 이뤄진 것으로 판단되는 지역의 관심지점 정보 수집
- 관심지점 정보를 통해 장소를 분류한 후 모바일 자료에서 활동 유형 세분화
 - 활동 유형은 관심지점 정보에 따라 거주지에서의 활동, 근무, 수업 참석, 승·하차, 쇼핑, 외식, 종교 활동, 부동산·은행 업무 등 다양하게 세분 가능

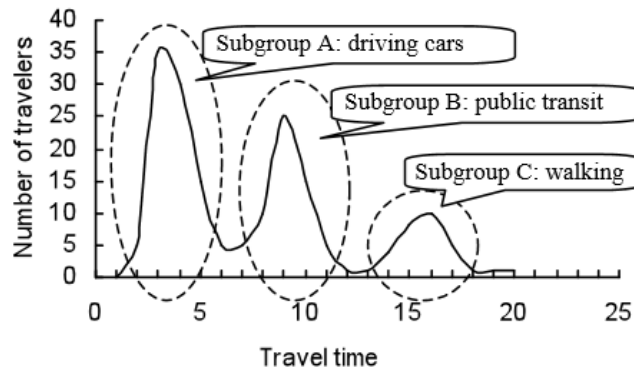


자료: Jiang, et al (2013, August), A review of urban computing for mobile phone traces: current methods, challenges and opportunities. In Proceedings of the 2nd ACM SIGKDD international workshop on Urban Computing (p. 2). ACM. p. 5~6.

<그림 2- 15> 활동 목적 추정 방법 사례

5. 수단 분담

- 통행속도 또는 이동 특성을 이용하여 구분
 - 일반적으로 도로로 이용하는 것보다 버스가, 버스보다 승용차가 이동속도가 빠른 편이므로, 이러한 특성을 이용하여 도로, 승용차, 버스를 구분할 수 있음
 - 타 연구보다 비교적 연구가 덜 진행되어 있는 상태이며, 이는 기지국 기반 모바일 자료가 갖고 있는 한계 때문임



자료: Wang, H., Calabrese, F., Di Lorenzo, G., & Ratti, C. (2010, September). Transportation mode inference from anonymized and aggregated mobile phone call detail records. In Intelligent Transportation Systems (ITSC), 2010 13th International IEEE Conference on p. 318-323.

<그림 2- 16> 모바일 자료를 활용한 수단 분담 방법

- 정류소, 역과 같은 특정 지점에서 일시적으로 정차하는 대중교통 특성을 반영하여 일반 승용차와 구분

6. 경로 선택

가. Incremental Traffic Assignment(ITA)⁵⁾

- 첫 t-O/D(또는 Dynamic O/D) 값은 자유 통행시간을 사용해서 배정(Dijkstra's 알고리즘 이용)
- 경로별 실제 통행시간은 BPR 함수를 따르는 것을 가정
- 실제 통행시간을 활용하여 다시 t-O/D를 배정
- 이러한 과정을 통해 통행시간을 최소화하는 경로를 찾음

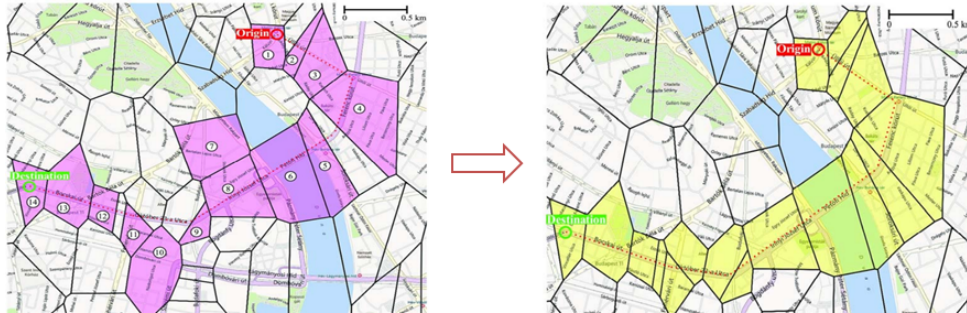
나. 경로지점들을 네트워크 위에 매칭⁶⁾

- 핸드오버로 발생된 기지국 셀 반경 폴리곤을 다른 주경로로 인식된 선과 비교하여 핸드오버를 보정하여 경로 생성
- <그림 2-17>은 핸드오버를 보정하여 경로를 산출하는 방식을 나타낸 것임

⁵⁾ Wang et al., 2012

⁶⁾ Chen et al., 2014; Ma et al., 2012; Tettamanti et al., 2012

- 좌측의 경우 실제 모바일 자료에서 한 사람이 지나간 이동궤적을 나타낸 것이나 두 폴리곤에 정보 기록이 누락됨
- 이를 우측의 그림과 같이 보정하여 경로를 산출하고 DB화 할 수 있음

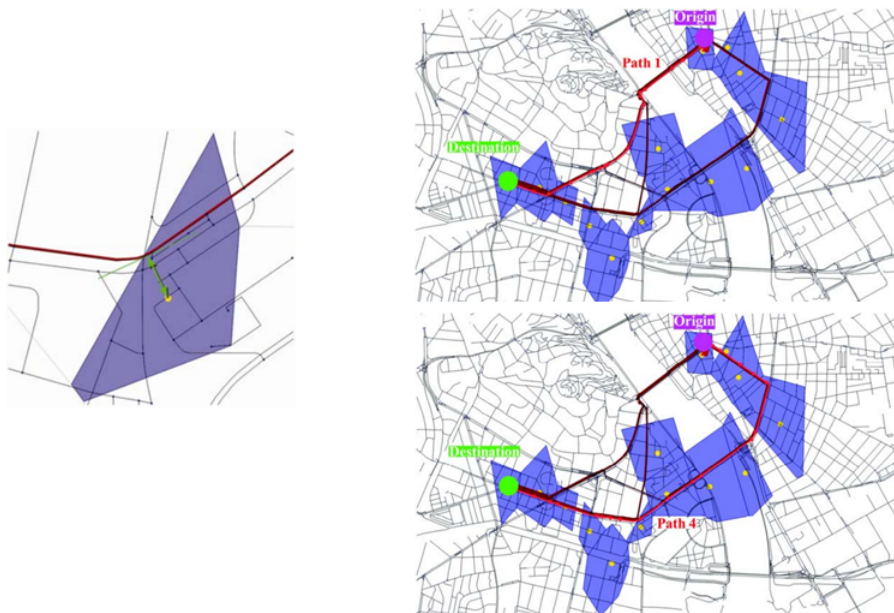


자료: Tettamanti, T., Demeter, H., & Varga, I. (2012). Route choice estimation based on cellular signaling data. Acta Polytechnica Hungarica, 9(4), p.212-213.

<그림 2- 17> 경로 선택 방법 (1)

다. 기지국으로부터 정의된 센트로이드와 가장 가까운 주도로 연결

- <그림 2-18>은 도로들과 기지국 위치를 비교하여 거리가 최소화되고 연결되는 도로를 주경로로 지정하는 경로 선택 방법을 나타낸 것임



자료: Tettamanti, T., Demeter, H., & Varga, I. (2012). Route choice estimation based on cellular signaling data. Acta Polytechnica Hungarica, 9(4), p.214-217.

<그림 2- 18> 경로 선택 방법 (2)

7. 전수화

- 모바일 자료의 특성상 다음과 같은 이슈들이 존재하여 총 통행량을 집계할 때에는 전수화하는 과정 필요
 - 여러 개의 휴대폰을 사용하는 이용자(Ahonen and Moore, 2006)
 - 모바일 자료를 제공 받은 통신회사의 시장점유율(Experian Simmons, 2011)
 - 표본(샘플) 추출의 대표성(Wang, 2014)

8. 검증

- 모바일 자료 기반으로 생성된 기·종점 통행량의 타당성은 실제 관측 교통량과 비교하여 확인 함
 - GPS로 관측된 교통량과 행정구역 기반으로 집계된 모바일 자료 기반 추정 교통량을 MAPE와 RMSE 등을 통해 검증

$$MAPE = \frac{1}{N} \sum \frac{|T_{ij}^* - T_{ij}|}{T_{ij}} \times 100$$

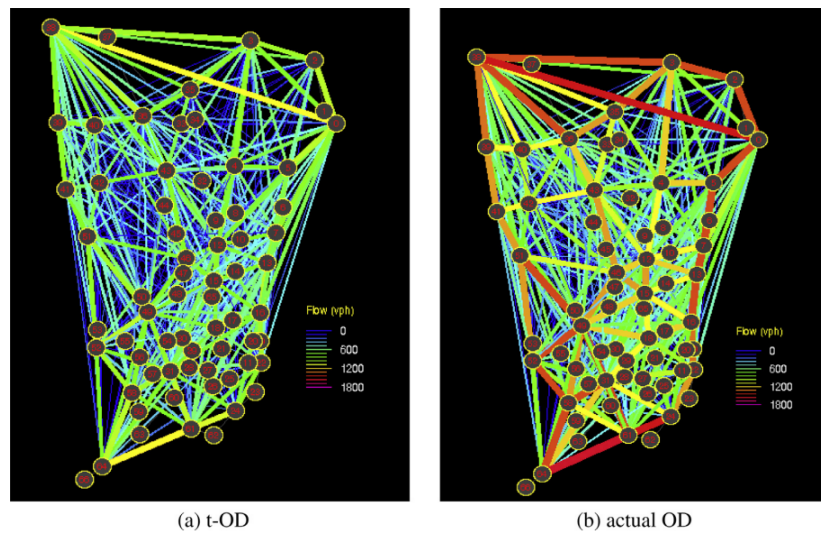
$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum (T_{ij}^* - T_{ij})^2}$$

여기서,

T_{ij} = GPS로 관측된 i 에서 j 로 이동한 교통량 (행정구역 기반)

T_{ij}^* = 모바일 자료 기반 추정된 i 에서 j 로 이동한 교통량 (행정구역 기반)

N = 기·종점 통행량 테이블 개수



자료: Iqbal, M. S., Choudhury, C. F., Wang, P., & González, M. C. (2014). Development of origin - destination matrices using mobile phone call data. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 40, p.72

<그림 2- 19> t-O/D와 실제 O/D 산출 결과

제3장 데이터 특성 분석 및 DB 사업 활용 방향 설정

제1절 데이터 특성 분석

제2절 모바일 자료 기반 교통수요 분석 방향 설정

제3장 데이터 특성 분석 및 DB 사업 활용 방향 설정

제1절 데이터 특성 분석

1. 데이터 개요

가. 데이터 종류

- 본 과업에서 사용된 모바일 자료는 ㈜ KT에서 제공 받은 자료로서, CDR 자료와 Sightings 자료가 결합된 형태의 시그널 자료임
- 휴대폰 단말기 소지자가 해당 기지국의 수신 범위에 접속한 경우 생성되며, 밀리세컨 단위로 기록됨

나. 데이터 범위

- 서울 마포구(망원1동, 서교동), 세종시에 상주하는 ㈜KT 고객의 8일(2016.5.19.~5.26) 간의 로그 기록
- 상주 고객이란 한 달 동안 발생한 모바일 자료에서 하루 4시간 이상 해당 지역(예, 서울 마포구, 세종시)에 위치한 고객 중 10번 이상 발견된 고객을 의미
- 서울 마포구 고객 총 32,850명의 이동궤적이 기록된 20,384,219개의 데이터와 세종시 고객 총 55,792명의 이동궤적이 기록된 40,732,348개의 데이터

다. 데이터 형태

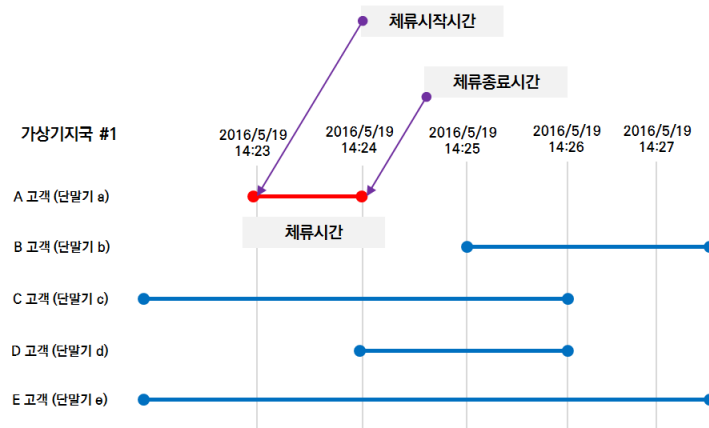
- 기지국에 기록된 고객 통행 로그를 비식별화 하여 해당 자료가 생성된 일자, 체류시작시간, 체류종료시간, 체류시간을 기지국 좌표 정보와 함께 제공(〈표 3-1〉 참조)

<표 3- 1> 모바일 기지국 로그 데이터

기준일 (yyyymmdd)	고객식별번호	가상 기지국 x좌표	가상 기지국 y좌표	체류 시작시간 (hhmm)	체류 종료시간 (hhmm)	체류 시간
20160520	1843030	127.132	36.475	1247	1248	2
20160520	1843030	127.132	36.475	1300	1300	1
20160520	1843030	127.132	36.475	1528	1528	1

주: (주) KT에서 제공한 로그 기록을 참고하여 작성함

- 체류시작시간, 체류종료시간, 체류시간은 포인트 형태의 기록을 <그림 3-1>과 같이 연속적인 선분 이력으로 전환(1분 단위로 그룹화)하여 산출된 것임



주: 자료를 참고하여 도식화 함

자료: 박미율·주은정 (2017), LTE 시그널 정보를 이용한 위치정보가공 및 이동인구집계 방법, 한국통신학회 2017년도 동계종합학술발표회, p. 285.

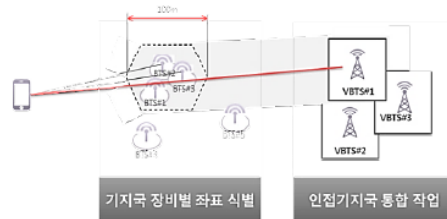
<그림 3- 1> 선분 이력으로의 전환

라. 데이터 특징

- 기지국의 정확한 위치와 수신범위를 알 수 없음
 - 통신망 최적화 작업을 거치는 과정에서 기지국 정보가 수시로 변경되고, 원칙상 실제 기지국 위치를 공개할 수 없기 때문에 기지국 좌표는 가상의 좌표로 제공되며, 가상의 좌표 값 또한 일정 간격으로 변경되어 제공됨
 - 기지국의 좌표 정보가 변동성이 크고, 기지국별 수신범위가 각기 다르기 때문에 통신 분야에서는 가상 기지국의 수신범위를 평면 분할기법을 이용하여 추정하고 있음
 - 인접 지역에 설치된 RU* 통합작업을 거쳐 RU의 공간적인 위치에 대한 무게중심을

산정해 영역의 중심점을 정하고 이를 기준으로 평면 분할기법을 적용

* (주)KT에서는 LTE 단말기가 보편화되면서 급증하는 무선데이터통신 사용량을 효과적으로 처리하기 위하여 DU(Digital Unit)와 RU(Radio Unit)를 분리하여 사용 집중도에 따라 DU를 효율적으로 배치하고 DU를 중심으로 RU를 배치



주: 박미율·주은정 (2017), LTE 시그널 정보를 이용한 위치정보가공 및 유동인구집계 방법, 한국통신학회 2017년도 동계종합학술발표회, p. 285.

<그림 3- 2> RU 장비의 가상기지국화 작업

- 기지국 송신 주기에 따라 체류시간 정보는 달라질 수 있음
 - 기지국별 수시로 변경되는 신호 주기에 따라 해당 기지국에 단말기가 최초로 기록되는 시간과 최종으로 기록되는 시간이 달라지므로 이를 기반으로 가공된 결과인 체류시간 정보도 달라질 수 있음
 - 기지국별 신호 주기는 짧게는 수 초 단위, 길게는 시간 단위로 나타날 수 있음



주: 직접 도식화 함

<그림 3- 3> 기지국별 신호주기와 체류시간의 관계

- 전체 기록된 로그에는 모바일 소지자가 이동하여 발생한 로그 외에 기지국 간 신호 전환 과

정에서 발생한 로그도 포함되어 있음

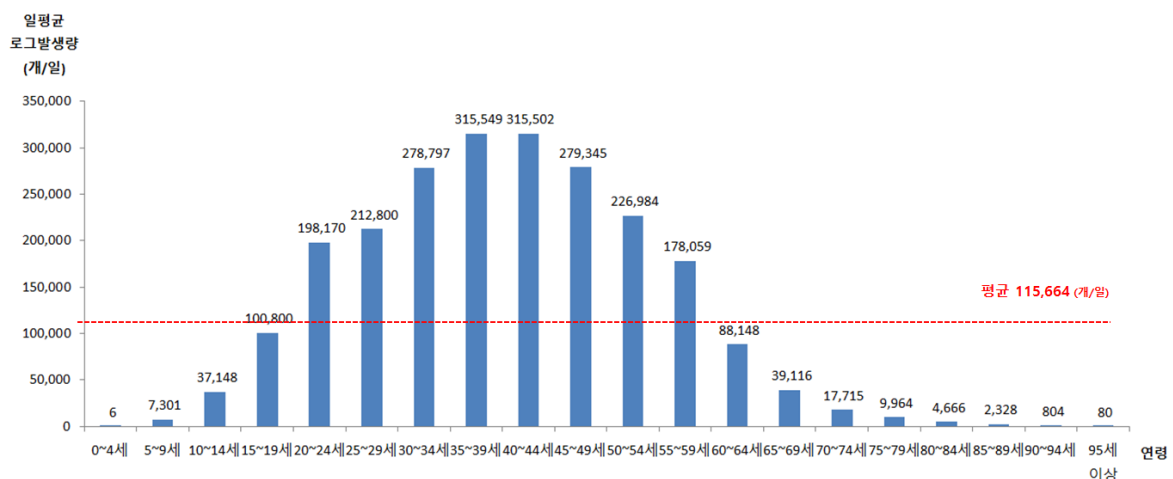
- 휴대폰 사용 중 기지국과의 거리가 멀어지거나, 수신영역을 벗어나는 경우 신호가 약해지거나 서비스가 중단될 수 있으므로, 이를 방지하기 위해 인근의 기지국 신호를 계속해서 탐색하여 적합한 기지국으로 신호를 전환(이하 ‘핸드오버, Handover’)하는 과정이 이루어짐

2. 데이터 기초 분석

- 상주지가 세종시인 고객 55,502명의 주중, 주말 각각 이틀씩 총 4일간 발생한 유동인구 로그(총 9,253,115개의 로그)에 대해 기초분석 수행
- Null값, 신호 전환 과정에서 불필요하게 생성된 로그 등은 분석에서 제외함

가. 연령대별 분석

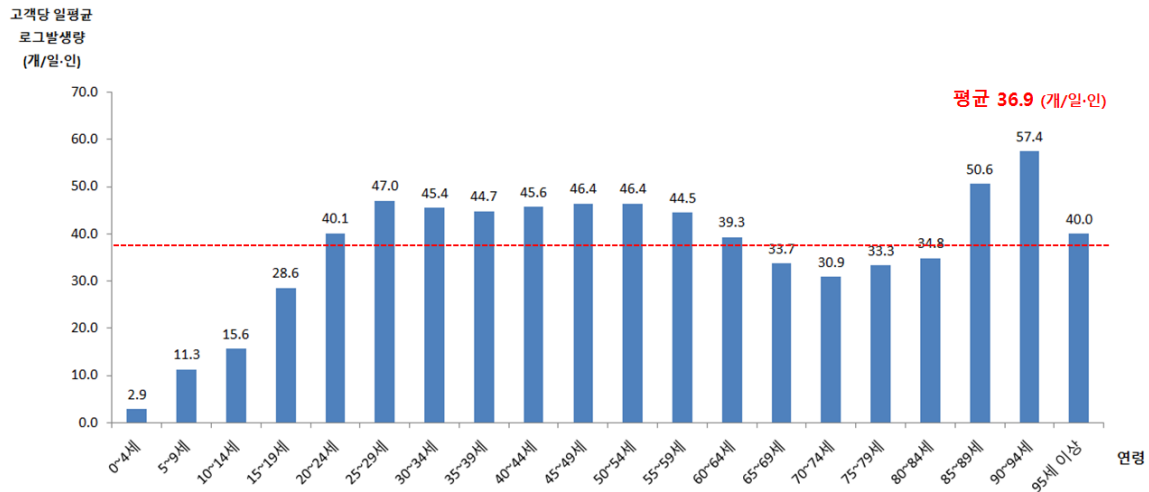
- 연령별 하루 평균 115,664개의 로그가 생성되며, 평균보다 로그 생성량이 많은 연령대는 20세 이상 60세 미만으로 나타남



주: (주)KT 고객 중 세종시 상주고객의 4일간 유동인구 로그분석 결과임

<그림 3- 4> 연령대별 분석 (일평균 로그발생량)

- 인당 하루 평균 로그발생량은 36.9개이며, 20세 이상 65세 미만의 연령대와 85세 이상의 연령대에서 평균보다 높은 수치를 보임
- 다른 연령에 비해 통행량이 적은 고령 인구의 로그발생량이 높게 나타난 것은 로그가 기록된 위치의 특성(기지국 간격, 송신 설정 차이 등) 때문인 것으로 추정



주: (주)KT 고객 중 세종시 상주고객의 4일간 유동인구 로그분석 결과임

<그림 3- 5> 연령대별 분석 (인당 일평균 로그발생량)

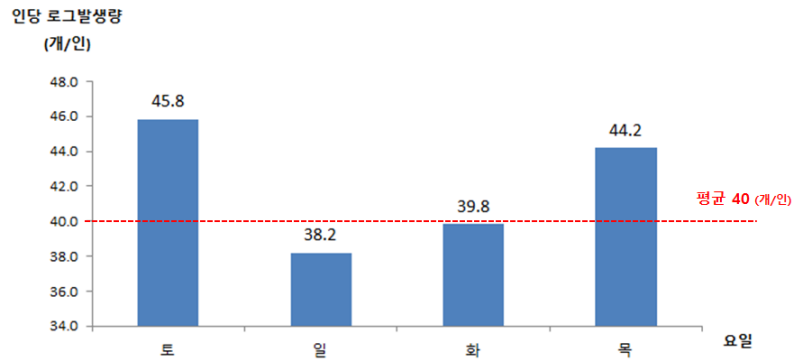
<표 3- 2> 연령대별 로그발생량 (기지국 포인트 좌표 기준)

연령대	고객 수	총 로그발생량	일평균	인당 일평균 로그발생량
5세 미만	2	23	6	2.9
5세 이상 ~ 10세 미만	647	29,202	7,301	11.3
10세 이상 ~ 15세 미만	2,376	148,593	37,148	15.6
15세 이상 ~ 20세 미만	3,529	403,199	100,800	28.6
20세 이상 ~ 25세 미만	4,946	792,680	198,170	40.1
25세 이상 ~ 30세 미만	4,524	851,198	212,800	47.0
30세 이상 ~ 35세 미만	6,136	1,115,188	278,797	45.4
35세 이상 ~ 40세 미만	7,053	1,262,195	315,549	44.7
40세 이상 ~ 45세 미만	6,912	1,262,007	315,502	45.6
45세 이상 ~ 50세 미만	6,018	1,117,378	279,345	46.4
50세 이상 ~ 55세 미만	4,890	907,935	226,984	46.4
55세 이상 ~ 60세 미만	4,000	712,235	178,059	44.5
60세 이상 ~ 65세 미만	2,241	352,593	88,148	39.3
65세 이상 ~ 70세 미만	1,160	156,465	39,116	33.7
70세 이상 ~ 75세 미만	573	70,861	17,715	30.9
75세 이상 ~ 80세 미만	299	39,854	9,964	33.3
80세 이상 ~ 85세 미만	134	18,662	4,666	34.8
85세 이상 ~ 90세 미만	46	9,310	2,328	50.6
90세 이상 ~ 95세 미만	14	3,217	804	57.4
95세 이상	2	320	80	40.0
계	55,502	9,253,115		

주: (주)KT 고객 중 세종시 상주고객의 4일간 유동인구 로그분석 결과임

나. 요일별 분석

- 요일별 인당 로그 발생량은 40개이며, 분석 일자 중 로그발생량이 가장 많았던 요일은 토요일이었으며, 가장 적었던 요일은 일요일임



주: (주)KT 고객 중 세종시 상주고객의 4일간 유동인구 로그분석 결과임

<그림 3- 6> 요일별 분석

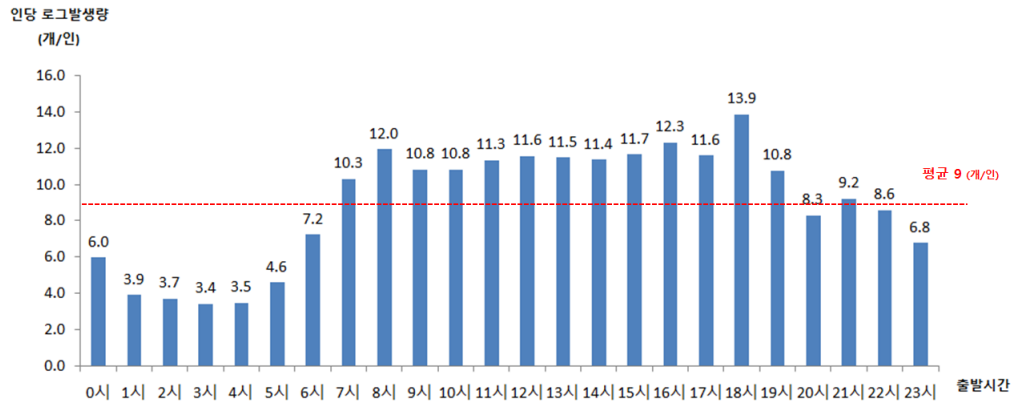
<표 3- 3> 요일별 로그 발생량

구분		고객 수	총 로그발생량	인당 로그발생량
주말	2016년 5월 21일 (토)	55,145	2,526,811	45.8
	2016년 5월 22일 (일)	55,097	2,104,847	38.2
주중	2016년 5월 24일 (화)	55,063	2,192,816	39.8
	2016년 5월 26일 (목)	54,952	2,428,641	44.2

주: (주)KT 고객 중 세종시 상주고객의 4일간 유동인구 로그분석 결과임

다. 시간대별 분석

- 오전 8시와 오후 6시에 로그가 가장 많이 발생하며, 오후 10시부터 오전 6시까지는 로그발생량이 평균보다 낮음



주: (주)KT 고객 중 세종시 상주고객의 4일간 유동인구 로그분석 결과임

<그림 3- 7> 시간대별 분석

<표 3- 4> 시간대별 로그 발생량 (체류시작시간)

구분	고객 수	총 로그발생량	인당 로그발생량
00시 00분 ~ 00시 59분	55,133	328,437	6.0
01시 00분 ~ 02시 59분	26,148	101,897	3.9
02시 00분 ~ 02시 59분	20,856	77,391	3.7
03시 00분 ~ 03시 59분	16,723	57,020	3.4
04시 00분 ~ 04시 59분	16,179	56,192	3.5
05시 00분 ~ 05시 59분	20,190	92,922	4.6
06시 00분 ~ 06시 59분	27,330	197,694	7.2
07시 00분 ~ 07시 59분	37,179	382,972	10.3
08시 00분 ~ 08시 59분	45,166	539,843	12.0
09시 00분 ~ 09시 59분	43,926	475,854	10.8
10시 00분 ~ 10시 59분	44,687	484,051	10.8
11시 00분 ~ 11시 59분	46,380	526,201	11.3
12시 00분 ~ 12시 59분	47,897	554,911	11.6
13시 00분 ~ 13시 59분	47,698	547,873	11.5
14시 00분 ~ 14시 59분	47,269	538,242	11.4
15시 00분 ~ 15시 59분	47,665	556,244	11.7
16시 00분 ~ 16시 59분	48,344	595,460	12.3
17시 00분 ~ 17시 59분	48,691	565,306	11.6
18시 00분 ~ 18시 59분	49,917	693,131	13.9
19시 00분 ~ 19시 59분	47,906	515,757	10.8
20시 00분 ~ 20시 59분	44,104	365,371	8.3
21시 00분 ~ 21시 59분	45,129	416,287	9.2
22시 00분 ~ 22시 59분	40,509	348,149	8.6
23시 00분 ~ 23시 59분	34,798	235,910	6.8

주: (주)KT 고객 중 세종시 상주고객의 4일간 유동인구 로그분석 결과임

라. 체류시간별 분석

- 전체 로그발생량의 약 94%는 체류시간이 60분 이내에 분포(<표 3-5> 참조)

<표 3- 5> 체류시간별 로그발생량

구분	누적 분포		확률 분포	
	로그발생량	%	로그발생량	%
5분 이하	36,187,268	0.8081	36,187,268	0.8081
10분 이하	38,365,351	0.8567	2,178,083	0.0486
15분 이하	39,365,613	0.8791	1,000,262	0.0223
20분 이하	40,003,749	0.8933	638,136	0.0143
25분 이하	40,453,076	0.9034	449,327	0.0100
30분 이하	40,800,653	0.9111	347,577	0.0078
35분 이하	41,087,507	0.9175	286,854	0.0064
40분 이하	41,340,339	0.9232	252,832	0.0056
45분 이하	41,543,431	0.9277	203,092	0.0045
50분 이하	41,721,026	0.9317	177,595	0.0040
55분 이하	41,934,945	0.9365	213,919	0.0048
60분 이하	42,102,472	0.9402	167,527	0.0037
2시간 이하	43,099,442	0.9625	996,970	0.0223
3시간 이하	43,548,802	0.9725	449,360	0.0100
4시간 이하	43,811,614	0.9784	262,812	0.0059
5시간 이하	43,996,321	0.9825	184,707	0.0041
6시간 이하	44,152,431	0.9860	156,110	0.0035
7시간 이하	44,298,370	0.9892	145,939	0.0033
8시간 이하	44,437,009	0.9923	138,639	0.0031
9시간 이하	44,539,337	0.9946	102,328	0.0023
10시간 이하	44,607,854	0.9961	68,517	0.0015
11시간 이하	44,651,660	0.9971	43,806	0.0010
12시간 이하	44,681,251	0.9978	29,591	0.0007
13시간 이하	44,703,142	0.9983	21,891	0.0005
14시간 이하	44,718,589	0.9986	15,447	0.0003
15시간 이하	44,729,502	0.9989	10,913	0.0002
16시간 이하	44,737,050	0.9990	7,548	0.0002
17시간 이하	44,742,979	0.9992	5,929	0.0001
18시간 이하	44,747,484	0.9993	4,505	0.0001
19시간 이하	44,751,487	0.9994	4,003	0.0001
20시간 이하	44,754,467	0.9994	2,980	0.0001
21시간 이하	44,756,429	0.9995	1,962	0.0000
22시간 이하	44,758,296	0.9995	1,867	0.0000
23시간 이하	44,763,130	0.9996	4,834	0.0001
24시간 미만	44,780,355	1.0000	17,225	0.0004

주: (주)KT 고객 중 세종시 상주고객의 4일간 유동인구 로그분석 결과임

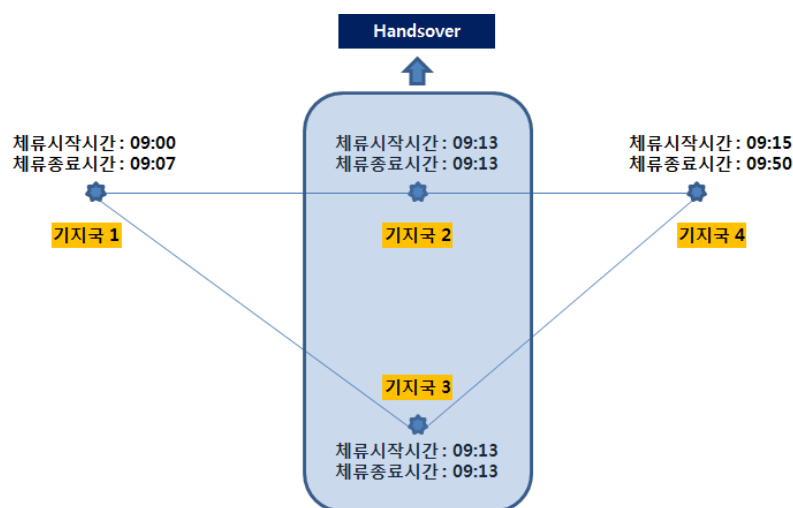
제2절 모바일 자료 기반 교통수요 분석 방향 설정

1. 전처리

- 통행 정보를 왜곡할 수 있는 데이터 파악 및 처리
 - 기지국간의 거리, 신호, 송신 설정 등 다양한 요인들로 인한 왜곡 데이터 발생
 - 대표적인 케이스로 필요 이상의 핸드오버, 핑퐁 핸드오버 등이 존재

① 필요 이상의 핸드오버(Unnecessary Handover)로 인한 데이터

- 서로 다른 기지국(2개 이상)에서 단말기의 로그 기록 시작시간(이하 ‘체류시작시간’)과 로그 기록 종료시간(이하 ‘체류종료시간’)이 동일하게 나타난 데이터
 - 이동 속도가 빠른 교통수단(KTX, 승용차 등)으로 이동하는 경우 기지국 간의 핸드오버 속도가 빨라져, 밀리세컨 단위(1000분의 1초)로는 구분되지만 분 단위로 표출하면 같은 시간으로 나타나는 데이터
- 이 경우 마치 동시에 다른 위치에 있는 것처럼 보이고 둘 이상의 이동궤적을 형성하여 실제 이동궤적을 왜곡시킴

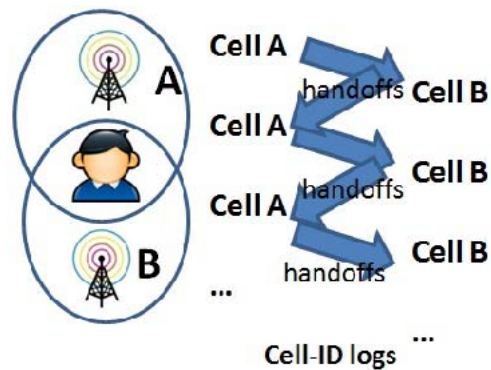


주: 직접 도식화함

<그림 3- 8> Handover 개념

② 핑퐁 핸드오버(Ping-pong Handover)로 인한 데이터

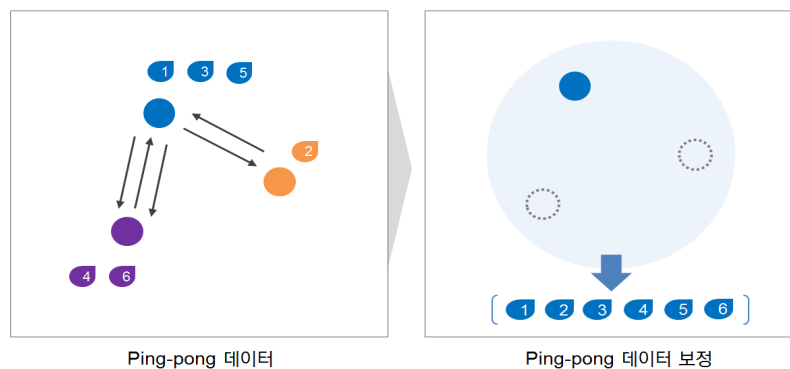
- 서로 다른 2개 이상의 기지국 좌표가 짧은 시간 간격을 두고(1분) 반복해서 연달아 번갈아가며 나타나는 데이터
- 야간 시간대 기지국의 신호 강도가 조정되면서 기지국간 신호 세기가 비슷하거나 기지국이 서로 가까이 위치할 때 발생



자료: https://www.researchgate.net/figure/Noise-of-Ping-pong-Effects_fig1_261024524

<그림 3- 9> 핑퐁 핸드오버 개념

- 핑퐁 현상이 나타난 기지국들의 체류시작시간, 체류종료시간을 비교해보면 시간 차이가 매우 짧게 나타나 실제 휴대폰 소지자가 ‘이동’하면서 기록된 데이터로 볼 수 없고, 체류시간과 통행횟수를 왜곡시킴



주: 직접 도식화함

<그림 3- 10> 핑퐁 핸드오버로 인한 데이터

<표 3- 6> 핑퐁 핸드오버로 인한 데이터

NO	기준일 (yyyymmdd)	고객 식별번호	가상 기지국 x좌표	가상 기지국 y좌표	체류 시작시간 (hhmm)	체류 종료시간 (hhmm)	기지국 빈도	기지국 거리 (m)	Ping - pong
1	20160520	16466	127.290	36.623	0000	0000	5		✓
2	20160520	16466	127.289	36.620	0001	0005	2		
3	20160520	16466	127.290	36.623	0006	0109	5		✓
4	20160520	16466	127.293	36.621	0110	0111	3		✓
5	20160520	16466	127.290	36.623	0113	0239	5		✓
6	20160520	16466	127.293	36.621	0240	0241	3		✓

주: (주) KT에서 제공한 로그 기록을 참고하여 작성함

2. 통행 정보 추출

- 이동 궤적을 형성할 수 있는 기준 정립
 - 최초 기록된 로그 기록은 기지국 단위로 수집된 불연속적인 지점(spot) 자료이므로 통행자(고객식별번호)를 기준으로 데이터를 재집계하는 작업이 필요하며, 첫 통행과 마지막 통행을 구분하기 위해 불규칙하게 나열된 로그를 발생 순서에 맞게 데이터를 정렬하는 작업이 필요함
- 체류시간 60분 이내의 로그 기록을 중점으로 ‘이동’과 ‘체류’를 구분하는 알고리즘 개발
 - 로그발생량이 많다는 것은 고객의 로그 기록 기지국 정보가 많다는 것을 의미하며, 이는 곧 고객의 이동이 많다는 것을 의미하므로 체류시간 60분 이내의 로그 기록 패턴을 분석한다면 이동하면서 기록된 로그와 체류하면서 기록된 로그의 특성이 구분될 것
- 로그 기록 패턴을 통해 통행 유발 요소 추정
 - 요일에 관계없이 일정 규모 이상 로그가 발생하는 것으로 보아 고객별 고정적인 로그 발생 지점이 있을 것으로 예상되며, 이러한 반복 기록 패턴을 분석하면 거주지, 근무지 등 반복 통행이 예상되는 지점을 추출할 수 있을 것으로 사료됨
 - 반복 통행의 로그 기록 시간(시작 시간, 종료 시간)을 분석하면 반복 통행을 유발하는 원인까지 추정 가능할 것으로 예상
 - 로그발생량이 요일에 따라 달라지는 것으로 보아 앞서 언급한 고정적인 로그 발생 이외에 새로운 로그 발생을 유발하는 행동(이동)이 예상되며, 이러한 패턴을 분석하면 여가 등 비 반복적으로 이루어지는 통행에 대한 특성을 파악할 수 있을 것임

3. 기·종점 통행량 집계

- 기·종점 통행량 산출을 위한 새로운 집계 단위 개발
 - 기지국별 수신 범위(이하, 셀 반경)가 다르고 변동성이 크기 때문에 셀 반경 범위를 집계단위로 설정할 수 없으므로, 기지국간의 평균 거리(약 300m)를 고려하여 기존 인력식 조사 단위보다 섬세한 집계 단위를 설정
- 향후 활용성 측면을 고려하여 통행을 왜곡하지 않는 선에서 구분 기준 통합
 - 향후 전국 단위의 연간 데이터가 축적될 것을 고려하여 분석 시간 단축을 위해 불필요한 카테고리화는 지양되어야 함
 - 분 단위로 제공된 샘플 데이터의 양을 고려할 때 통행 특성을 파악할 수 있는 수준으로 그룹화 필요
 - 구분된 연령 기준(5세 단위)에서 로그 발생량이 유사한 연령간은 그룹화 가능할 것으로 예상

제4장 모바일 자료 분석을 위한 기반 분석 맵 구축

제1절 분석 맵 구축 기본방향 설정

제2절 분석 맵 구축 방법 및 결과

제4장 모바일 자료 분석을 위한 기반 분석 맵 구축

제1절 분석 맵 구축 기본방향 설정

1. 모바일 자료 분석 단위

- 기종점 통행량 산출 및 다양한 지표들을 사·공간적으로 표출하기 위해서는 유동적인 기지국 별 수신 범위를 표준화된 방식을 이용하여 공간적 범위를 정립해야 함
- 기지국 좌표 기준으로 수신범위가 다음 세 가지 원칙을 만족할 수 있도록 셀 반경을 셀 반경을 새롭게 형성하고 ‘교통 폴리곤’ 혹은 ‘분석구’로 정의
 - 사회경제지표 및 토지이용 측면의 동질성 확보
 - 활동정보가 누락되지 않는 현실적인 활동 모사
 - 공간정보 등의 자료와의 결합 용이성

2. 기본방향 설정

- 교통 폴리곤의 대상으로서 행정경계의 최소단위인 집계구를 고려하여 기지국과 공간적 매칭률을 높이는 방향으로 기준을 설정
 - 집계구는 기초 단위구를 여러 개 묶어 일정한 인구규모(500여명)를 유지하면서 사회 경제적으로 동질한 인구들이 모일 수 있도록 확정한 경계로서 ‘사회경제지표 및 토지이용 측면의 동질성을 확보’해야 하는 교통 폴리곤 설정 원칙에 부합하고, 공간정보 등의 자료와 결합하는데 어려움이 없음
 - 기초단위구: 도로, 하천, 철도 등 준항구적인 지형지물을 이용하여 지도상에 구획한 경계
 - 현실적인 활동 모사는 모바일 자료를 집계구에 매칭 하는 방법에 따라 달라질 수 있으므로 매칭률 100%를 목표로 하여 합리적인 방법을 채택
 - 별도의 가공과정 없이 기지국 좌표를 기준으로 매칭할 경우 65% 기지국이 매칭되지 않음(〈표 4-1〉 참조), 이는 기지국 포인트 좌표를 포괄하는 특정 집계구로만 매칭되기 때문임
 - 이 경우 왜곡된 기종점 통행량이 산출될 수 있으며, 비현실적인 경로를 생성할 수 있음

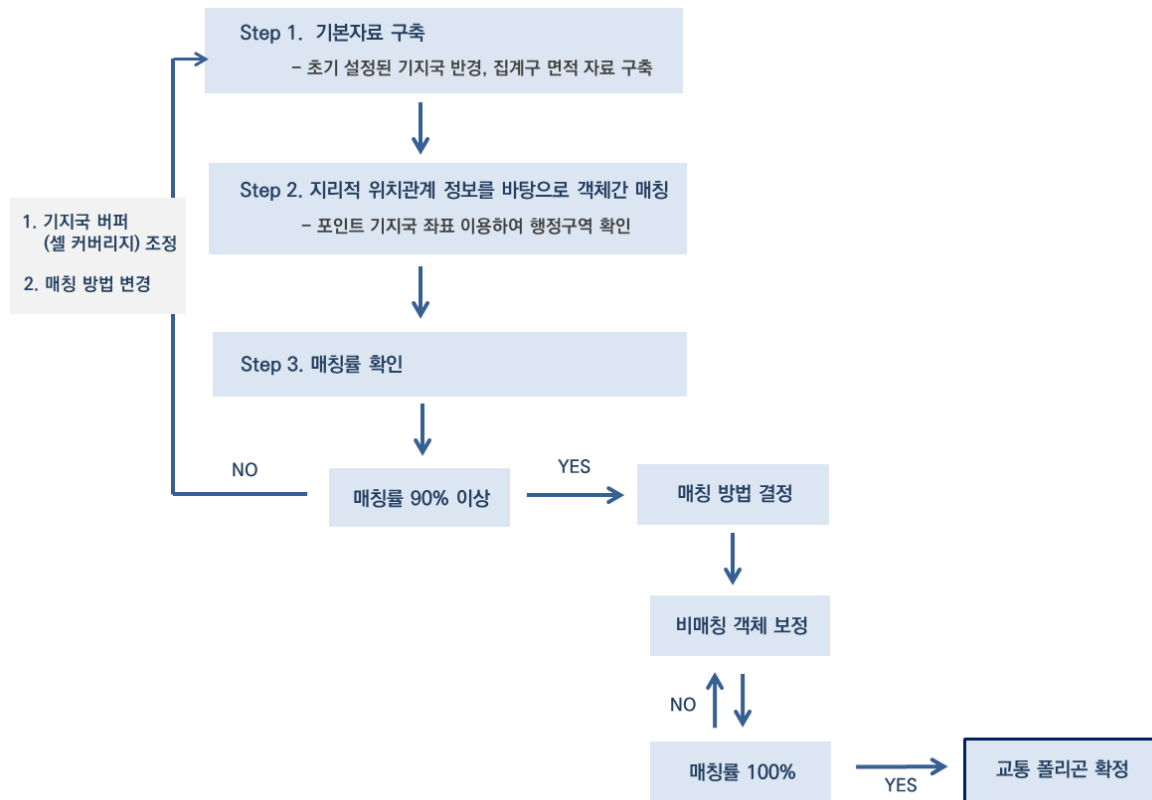
- 가령 A 행정구역과 B 행정구역을 아울러 수신하는 기지국이 A 행정구역에 해당하는 위치 좌표를 갖게 될 경우 실제 휴대폰 이용자가 B 행정구역에 위치하더라도 A 행정구역에 위치하는 것으로 집계될 수 있음
- 또한 휴대폰 이용자의 거주지 근처에 2개 기지국이 위치하고 이들의 물리적인 위치는 가깝지만 기지국 지점이 각기 다른 행정구역을 갖는 경우, 출발지와 목적지가 모두 거주지임에도 불구하고 출발지는 A 행정구역으로, 도착지는 B 행정구역으로 집계되어 휴대폰 이용자의 이동 궤적이 거주지가 아닌 곳으로 귀가하는 것으로 나타날 수 있음

<표 4-1> 기지국 지점과 집계구 간의 매칭률

구분		총 집계구 개수	기지국 미포함 집계구	
			개수	비율
11	서울	16,231	12,295	76%
21	부산	5,912	4,357	74%
22	대구	4,322	2,663	62%
23	인천	4,585	3,653	80%
24	광주	2,522	1,610	64%
25	대전	2,543	1,647	65%
26	울산	1,894	1,385	73%
29	세종	151	57	38%
31	경기	19,886	14,612	73%
32	강원	2,556	1,088	43%
33	충북	2,545	1,261	50%
34	충남	3,189	1,355	42%
35	전북	3,027	1,470	49%
36	전남	3,076	1,314	43%
37	경북	4,508	2,075	46%
38	경남	5,587	3,432	61%
39	제주	890	329	37%
합계		83,424	54,603	65%

주: 세종시의 경우 주민 반발로 기지국 설치에 어려움이 있어 대형 건물 위주로 설치되는 중계기로 신호를 처리하고 있음

- 왜곡된 결과를 최소화시킴과 동시에 교통 폴리곤간의 동질성을 확보할 수 있는 최적의 방법을 검토하여 교통 폴리곤 영역을 정의함
- 교통폴리곤 영역을 정의하기 위해 사용된 고정은 <그림 4-1>과 같음



주: 직접 도식화 함

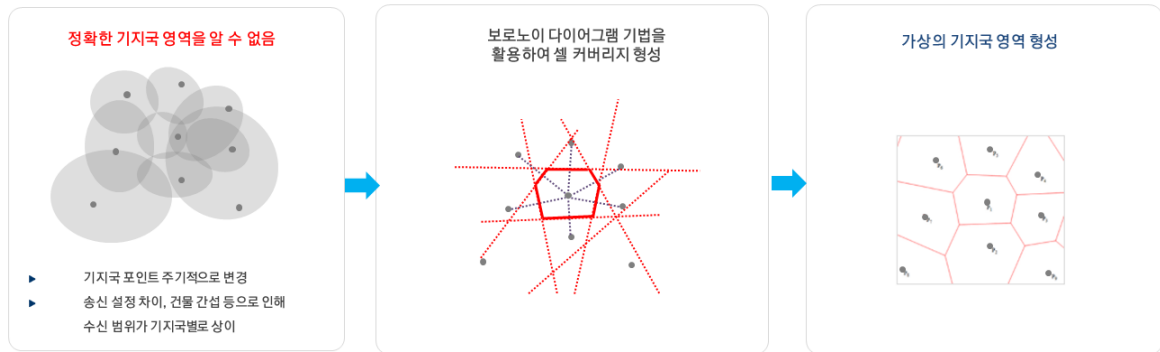
<그림 4- 1> Data-driven 교통 폴리곤 생성 과정

제2절 분석 맵 구축 방법 및 결과

1. 분석 맵 구축 방법

가. 1단계: 보로노이 기법을 활용한 가상 기지국 셀 반경 설정

- 보로노이 기법: 임의의 한 점과 다른 점을 연결한 선분의 수직이등분선을 그린 후, 수직이등분선간의 교차점을 연결하여 공간을 분할하는 기법
- 가상 기지국 포인트 좌표를 기준으로 보로노이 기법을 적용하여 해당 가상 기지국에 대한 가상의 영역을 설정



<그림 4- 2> 교통 폴리곤 구축 1단계



<그림 4- 3> 서울 마포구 가상 기지국 셀 커버리지 형성

나. 2단계: 교통 폴리곤 설정 원칙인 활동 모사가 가능토록 셀과 집계구 매칭

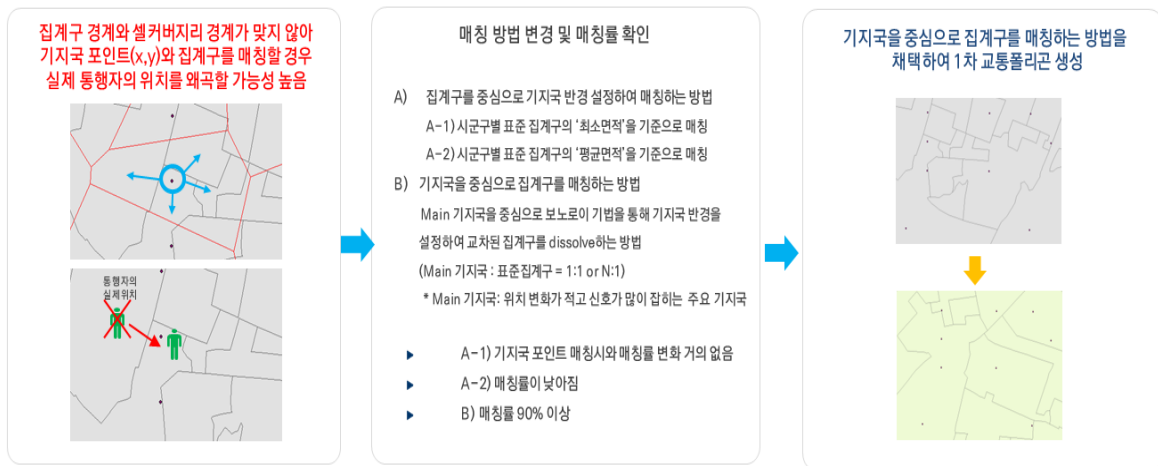
- 두 가지 매칭 방법을 고려하여 그 중 매칭률이 최대화가 되는 방법을 선택
 - 유동적인 기지국 수신 반경 크기를 고정시키기 위해 고정적인 집계구의 크기를 이용하여 가상으로 시군구별 기지국 수신 반경을 설정
 - 가상 기지국 수신 반경 설정은 집계구의 최소 면적, 평균 면적, 최대 면적 등을 이용하여 시군구별 면적을 하나로 고정시켜 고정된 기지국 반경을 설정하는 방법
 - 기존에 설정된 기지국 수신 반경을 기준으로 해당 집계구를 병합하는 방법을 고려
 - 기지국 지점을 기준으로 보로노이 다이어그램을 이용하여 설정된 기지국 수신 반경을 그대로 활용하되 집계구와 중첩시켜 위치 속성에 따라 매칭 시키면서 하나의 기지국이 여러 집계구에 걸쳐있는 경우 병합하는 것을 의미
- 두 가지 매칭 방법 중 단일의 보로노이 셀이 여러 집계구의 중심에 중첩되는 경우 하나의 집계구로 병합하여 주 기지국과 표준 집계구가 최소 1:1(혹은 N:1)이 되도록 설정

		
보로노이 다이어그램 (보로노이 셀)	집계구	교통 폴리곤 (기지국 반경과 집계구 일치)

<그림 4- 4> 기지국 반경과 집계구 일치 예시

- 본 과업에서는 우선 기지국 수신 반경을 집계구 경계와 일치시키는 방법을 선 검토 했으며, 표준 집계구를 시군구 단위로 나눈 후, 표준 집계구들을 중심으로 시군구별 표준 집계구의 ‘최소 반경’과 ‘평균 반경’을 계산하여 이를 기준으로 활용함
- 분석 결과, 표준 집계구를 중심으로 기지국 반경을 설정하여 매칭 하는 방식은 기존 기지국 지점을 매칭한 결과와 유사하게 나타남
 - 최소 반경으로 설정 시 기지국 지점 매칭률이 35%로 단순 기지국과 집계구를 매칭했을 경우와 비교하여 변화가 거의 없음

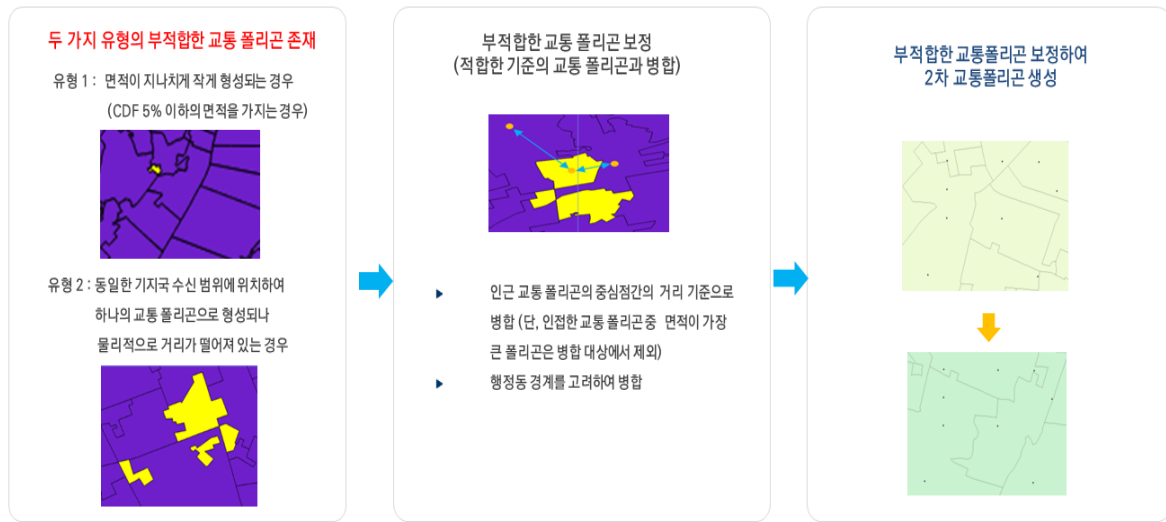
- 평균 반경으로 설정 시 큰 면적을 갖는 집계구로 복수개의 기지국이 매칭되어 오히려 매칭률이 더 낮아짐
- 따라서 차안으로 기지국을 중심으로 표준 집계구를 매칭 하는 방법을 채택
 - 매칭률이 90% 이상으로 나타남



<그림 4- 5> 교통 폴리곤 구축 2단계

다. 3단계: 부적합한 교통 폴리곤 보정

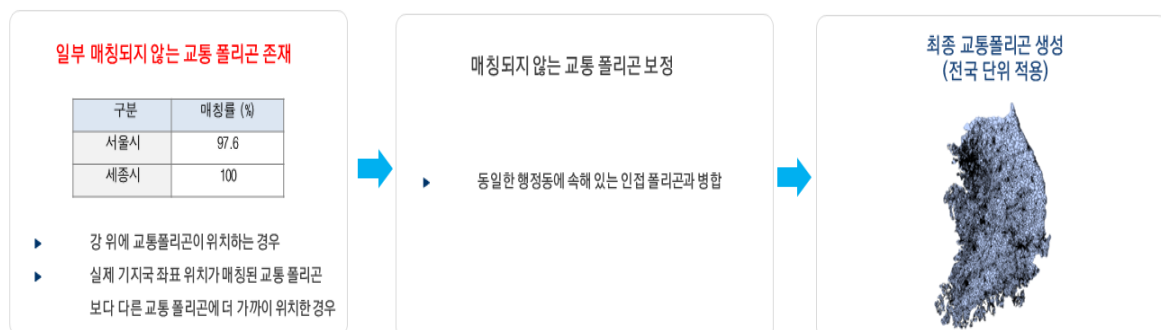
- 전 단계에서 형성된 교통 폴리곤에서 다음 두 가지 유형의 부적합한 교통 폴리곤 생성
 - 유형 1: 면적이 지나치게 작게 형성되는 경우
 - 유형 2: 동일한 기지국 수신 범위 내 위치하여 하나의 교통 폴리곤으로 형성되나 물리적으로 거리가 떨어져 있어 하나의 교통 폴리곤으로 보기 어려운 경우
- 부적합한 교통 폴리곤은 인근 교통 폴리곤과 병합하여 보정
 - 병합 시 행정동 경계를 고려하여 병합을 진행했으며, 중심점 간 거리 기준으로 근접한 지역으로 병합함
 - 유형1: 시군 내 누적분포에서 5% 이하의 면적을 가질 경우 병합
 - 유형2: 면적이 가장 큰 하나의 폴리곤을 제외한 나머지 폴리곤을 인접 폴리곤과 병합하여 보정



<그림 4- 6> 교통 폴리곤 구축 3단계

라. 4단계: 비(非)매칭 교통 폴리곤 보정

- 기지국과 매칭 되지 않은 일부 교통 폴리곤 보정
 - 3단계까지 진행 후 기지국과 교통 폴리곤 매칭률은 서울 97.6%, 세종 100%로 높은 매칭률을 보임
 - 다음과 같은 특성을 보이는 영역에서 여전히 기지국이 매칭 되지 않는 현상 발생
 - 강 위에 교통 폴리곤이 위치하는 경우
 - 실제 기지국 지점이 매칭 된 교통 폴리곤 보다 타 교통 폴리곤의 위치가 밀접해 있는 경우



<그림 4- 7> 교통 폴리곤 구축 4단계

2. 분석 맵 구축 결과

- 전국 15,937개의 교통폴리곤이 형성됨
 - 기존 인력식 조사에서 통행량 산출시 활용하는 분석구보다 세분화됨
 - 읍면동의 약 1/5, 시군구의 약 1/69 수준임
 - 인구밀도가 높은 도시 지역의 교통폴리곤은 상대적으로 많은 양의 분석구가 형성됨

<표 4-2> 기존 교통존과 교통 폴리곤 ‘분석구’ 비교

구분	기존 분석구				교통폴리곤	
	시군구		읍면동			
	개수	평균 면적 (㎡)	개수	평균 면적 (㎡)	개수	평균 면적 (㎡)
서울특별시	25	24, 257, 217	424	1, 430, 260	1, 617	375, 320
부산광역시	16	49, 596, 254	206	3, 852, 136	789	1, 006, 100
대구광역시	8	109, 971, 908	139	6, 329, 318	555	1, 585, 891
인천광역시	10	116, 743, 530	149	7, 835, 136	440	2, 655, 597
광주광역시	5	99, 626, 892	95	5, 243, 521	422	1, 181, 355
대전광역시	5	107, 839, 845	79	6, 825, 307	437	1, 234, 709
울산광역시	5	213, 883, 166	56	19, 096, 711	205	5, 218, 281
세종특별자치시	1	465, 430, 058	13	35, 802, 312	70	6, 653, 727
경기도	44	236, 404, 687	560	18, 574, 654	3, 204	3, 248, 864
강원도	18	940, 726, 350	193	87, 736, 139	776	21, 832, 096
충청북도	14	529, 219, 556	153	48, 425, 319	726	10, 211, 441
충청남도	16	520, 245, 294	207	40, 212, 197	1, 218	6, 839, 509
전라북도	15	535, 698, 105	241	33, 342, 206	1, 055	7, 622, 155
전라남도	22	575, 322, 438	297	42, 616, 477	1, 389	9, 119, 564
경상북도	24	793, 366, 715	332	57, 351, 811	1, 433	13, 292, 880
경상남도	22	482, 571, 207	315	33, 703, 386	1, 272	8, 350, 587
제주특별자치도	2	944, 376, 429	43	43, 924, 485	329	5, 745, 843
계	252	-	3, 502	-	15, 937	-



<그림 4- 8> 전국 교통폴리곤 형성 결과

3. 분석 맵 활용 방안

- 분석구 기반에 시간대별 가·종점 통행량, 사회경제지표, 토지이용현황, 수송 실적, 가구통행실태조사 등의 자료를 속성정보로 기입할 수 있음
- 이번 과업에서는 시간대별 가·종점 통행량을 속성정보로 구축하며 차년도 사업에서 <표 4-3>과 같이 다른 속성정보를 기입할 계획임

<표 4-3> 교통 폴리곤 속성 자료 (안)

구분	속성 자료
통신정보	세분화된 가·종점 통행량 (연령별, 성별, 시간대별)
사회경제지표	<ul style="list-style-type: none"> - 인구자료 : 성/연령별인구 등 - 가구자료 : 점유형태별 가구, 세대구성별 가구 - 주택자료 : 연건평별 주택, 주택유형별 주택, 건축년도별 주택 - 사업체자료 : 산업대분류별 사업체수, 종사자수
토지이용현황	- 건축물용도, 건축연면적 등

제5장 모바일 자료 가공 알고리즘 개발

제1절 전처리 방법

제2절 모바일 자료 기반 통행행태 DB 구축 방법

제5장 모바일 자료 가공 알고리즘 개발

제1절 전처리 방법

1. 이상치 제거

가. Null 값

- 기지국 좌표가 Null값인 데이터
 - 기지국 특성상 좌표 칼럼에 WNN으로 표기되는 현상 발생

<표 5- 1> 이상치 (기지국 또는 행정동 코드가 Null 값)

기준일 (yyyymmdd)	고객 식별번호	가상 기지국 x좌표	가상 기지국 y좌표	체류 시작시간 (hhmm)	체류 종료시간 (hhmm)	연령대	체류 시간	행정동
20160525	16027050	\N	\N	1037	1037	65	1	-
20160525	16027050	\N	\N	1037	1037	65	1	-

나. 행정동 비(非)매칭 데이터

- 기지국 좌표에 행정동 코드가 매칭 되지 않는 데이터
 - 통신업체에서는 대한민국 영토를 사각형으로 경계를 설정하여 이 영역 안에 위치하는 기지국에만 행정동 코드를 부여하고 있으나, 이 사각형의 바운더리를 벗어나거나 미세하게 행정경계 밖에 기지국이 위치하는 경우 행정동 코드를 'NA'로 부여하고 있음
 - 최소값 $x = 124.529$, $y = 33.144$, 최대값 $x = 130.942$, $y = 38.616$

<표 5- 2> 이상치 (기지국 또는 행정동 코드가 Null 값)

기준일 (yyyymmdd)	고객 식별번호	가상 기지국 x좌표	가상 기지국 y좌표	체류 시작시간 (hhmm)	체류 종료시간 (hhmm)	연령대	체류 시간	행정동
20160523	4867381	126.266	33.115	1213	1213	35	1	NA
20160526	6563051	126.269	33.117	1035	1035	45	1	NA
20160526	10579125	131.870	37.239	1348	1353	20	6	NA

2. 체류시간 보정

- 체류시간이 분리되어 기록된 데이터 통합
 - 시간 순서상 연달아 발생한 데이터로, 기지국 좌표가 동일하거나 체류시작시간과 체류종료시간이 나뉘어서 기록된 경우 체류시간 병합
 - 통신업체에서 최초 기록되는 데이터는 밀리세컨 단위지만 이를 1분 단위로 그룹화 하는 과정에서 기지국 속성이 고려되지 않아 실제 같은 위치에서 기록된 데이터지만 분리되어 기록됨
 - 테이블 내 고객 아이디와 기준일 열을 기준으로 기록된 시간 순서에 따라 넘버링 한 후, 기지국이 동일하면서 연달아 발생한 데이터를 추출하여 체류시간을 병합하고 체류종료시간을 마지막에 기록한 시간으로 업데이트 함

3. 핸드오버 데이터 보정

가. 필요 이상의 핸드오버(Unnecessary Handover) 데이터 보정

- 동시에 두 기지국에 로그가 생성되어 이동궤적이 하나의 경로로 형성되지 않는 경우에 대해 하나의 경로로 보정
 - 테이블 내 고객 아이디와 데이터가 발생한 기준일과 체류시간(체류시작시간, 체류종료시간)이 동일하지만, 기지국 좌표가 상이한 경우 기지국 방문 빈도와 기지국간의 거리 정보를 활용하여 하나의 데이터만 남기고 나머지 데이터는 제거
 - 기지국 방문 빈도가 최대값인 경우를 실제 로그 기지국으로 선정하고 나머지 데이터는 제거
 - 기지국 방문 빈도가 동일하여 보정되지 않은 데이터는 모든 경우의 수에 대해 각각의 이동궤적을 형성한 후 이동거리가 최소가 되는 경로를 선택

- 핸드오버가 발생한 기지국 내 활동 유형은 주경로로 간주되기 때문에 교통시설(도로, 지하철, 철도 등)에 가장 인접한 기지국을 선택하거나, 통행자(휴대폰 이용자)는 최단 거리로 통행한다는 가정 하에 핸드오버 발생 기지국 간 공간적 차이가 최소화되는 기지국을 선택

<표 5- 3> 필요 이상의 핸드오버(Unnecessary Handover) 보정 (빈도 기준)

기준일 (yyyymmdd)	고객식별번호	가상 기지국 x좌표	가상 기지국 y좌표	체류 시작시간 (hhmm)	체류 종료시간 (hhmm)	기지국 빈도	Hands over
20160519	3919749	127. 281	36. 641	1259	1259	1	-
20160519	3919749	127. 327	36. 632	1301	1301	4	5
20160519	3919749	127. 290	36. 607	1301	1301	11	2
20160519	3919749	127. 354	36. 608	1301	1301	4	5
20160519	3919749	127. 330	36. 642	1301	1301	9	3
20160519	3919749	127. 380	36. 618	1301	1301	1	11
20160519	3919749	127. 257	36. 554	1301	1301	8	4
20160519	3919749	127. 328	36. 625	1301	1301	3	9
20160519	3919749	127. 284	36. 615	1301	1301	4	5
20160519	3919749	127. 298	36. 603	1301	1301	14	1
20160519	3919749	127. 285	36. 615	1301	1301	4	5
20160519	3919749	127. 285	36. 607	1301	1301	3	9
20160519	3919749	127. 290	36. 607	1302	1302	11	-

<표 5- 4> 필요 이상의 핸드오버(Unnecessary Handover) 보정 (거리 기준)

기준일 (yyyymmdd)	고객 식별번호	가상 기지국 x좌표	가상 기지국 y좌표	체류 시작시간 (hhmm)	체류 종료시간 (hhmm)	기지국 빈도	기지국 거리 (m)	Hands over
20160522	6961502	126. 952	36. 058	1619	1619	1	-	
20160522	6961502	126. 953	36. 036	1621	1621	1	0. 013153	1
20160522	6961502	126. 976	35. 959	1621	1621	1	0. 067357	2
20160522	6961502	126. 981	35. 959	1621	1621	1	0. 069079	3
20160522	6961502	126. 955	36. 023	1622	1622	1	-	

- 핸드오버가 보정되면서 데이터가 연이어 발생한 것 중 기지국 좌표가 동일하나, 시간이 분리된 데이터가 발생하여, <표 3-5>와 같이 체류종료시간과 체류시간을 보정

<표 5- 5> 보정 이후 병합이 필요한 데이터 (기지국 좌표 동일)

NO	기준일 (yyyymmdd)	고객 식별번호	가상 기지국 x좌표	가상 기지국 y좌표	체류 시작시간 (hhmm)	체류 종료시간 (hhmm)	기지국 빈도	기지국 거리 (m)	Hand over
12362	20160521	10004721	128.007	36.188	0721	0721	2	0	2
12363	20160521	10004721	128.004	36.202	0721	0721	2	0.014	1
12364	20160521	10004721	128.007	36.188	0722	0722	2	-	-
12365	20160521	10004721	128.018	36.167	0722	0723	2	-	-

↓

NO	기준일 (yyyymmdd)	고객 식별번호	가상 기지국 x좌표	가상 기지국 y좌표	체류 시작시간 (hhmm)	체류 종료시간 (hhmm)	기지국 빈도	기지국 거리 (m)	Hand over
12362	20160521	10004721	128.007	36.188	0721	0721	2	0	2
12364	20160521	10004721	128.007	36.188	0722	0722	2	-	-
12365	20160521	10004721	128.018	36.167	0722	0723	2	-	-

↓

NO	기준일 (yyyymmdd)	고객 식별번호	가상 기지국 x좌표	가상 기지국 y좌표	체류 시작시간 (hhmm)	체류 종료시간 (hhmm)	기지국 빈도	기지국 거리 (m)	Hand over
12362	20160521	10004721	128.007	36.188	0721	0722	2	0	2
12365	20160521	10004721	128.018	36.167	0722	0723	2	-	-

나. 핑퐁 핸드오버 (Ping-pong Handover) 데이터 보정

- 실제 활동 유형은 ‘체류’지만, ‘이동’한 것으로 확인되는 데이터 보정
 - 실제 체류한 위치의 기지국(이하 ‘주기지국’)에서 체류시간이 길게 나타나다가 인근에 위치한 기지국에 1분간 체류한 것으로 기록된 후 다시 주기지국에 위치한 것으로 기록된 경우 또는 이와 같이 주기지국으로 되돌아오는 움직임이 반복해서 나타나는 경우 하나의 기지국에 체류한 것으로 보정
- 핑퐁 핸드오버 데이터는 다음의 4단계 과정을 거쳐 보정
 - 1단계: 통행 이동궤적 형성
 - 2단계: 핑퐁현상이 발생하는 기지국 필터링
 - 검색 조건 1: 현 통행에 위치한 기지국을 중심으로 이전 기지국과 다음 기지국이 동일 여부 검토(‘A-B-A’, 기지국 A의 방문 빈도>1)
 - 검색 조건 2: A 기지국 체류시간>1분 & B기지국 체류시간=1분*)

- * 검색조건에서 B기지국 체류시간을 1분으로 설정한 이유
 - 핑퐁데이터는 신호 강도의 변화 등으로 발생하는 오류 데이터이기 때문에 1분 초과로 나타나는 경우가 없음
 - 현 기지국을 중심으로 이전 기지국과 다음 기지국이 동일하게 로그가 형성되더라도 각 기지국에서의 체류시간이 긴 경우, 실제 체류한 것으로 볼 수 있음

- 3단계: 핑퐁 현상이 나타나는 시작 지점과 마지막 지점 확인(데이터 보정 범위 확인)
- 4단계: 주기지국을 중심으로 체류시간 병합(체류시작시간 및 종료시간 보정)

제2절 모바일 자료 기반 통행행태 DB 구축 방법

1. 기본방향

- 로그 기록 특성 활용
 - 통신업체에서 제공한 데이터는 기지국별 수신된 로그를 고객별로 단순 구분한 것으로 기록된 데이터를 통해서는 개인별 통행 특성 확인 불가능
 - 통행 행태에 따라 수신된 기록은 다르게 나타날 수밖에 없으므로, 기지국별 수신된 로그 기록에서 빈도와 체류시간 정보를 활용하여 개인별 통행 특성을 확인할 수 있는 기준 정립
 - 이동 중에 수신된 데이터는 체류시간이 짧게 기록되는 반면 체류 중에 수신된 데이터는 체류시간이 길게 기록됨
 - 거주지, 근무지와 같이 장시간 머무르고 반복해서 방문하는 곳에 위치한 기지국은 상대적으로 다른 기지국보다 기록 횟수가 높고, 체류시간이 길게 나타남
- 가공된 데이터를 통해 개인별 통행 특성 분석이 가능하도록 식별자 부여
 - 통행 특성은 로그 기록에서 빈도, 체류시간 정보를 활용하여 구분할 예정이므로 이를 추출하고 분석하기 용이한 식별 기준 필요
 - 일자별 변화를 확인할 수 있도록 각 통행자를 구분할 수 있는 고객식별번호와 데이터 발생 일자를 연결하여 식별자 생성
- 모바일 자료를 기반으로 통행 목적, 이동 수단 등을 식별하고 통행자의 이동 패턴을 파악할 수 있도록 아래와 같은 단계를 거쳐 Motif를 DB화함
 - 1단계: 통행별 체류시간에 따른 로그별 통행 특성 구분
 - 2단계: 개인 통행 이동궤적 생성
 - 3단계: 통행 목적 추정
 - 4단계: 이동 수단 구분
 - 5단계: 개인별 통행 사슬 형성

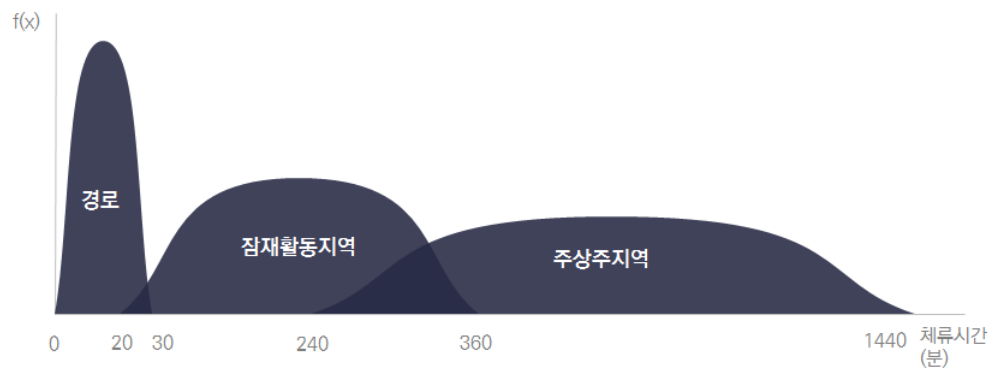
2. 통행행태 DB 구축 방법

가. 1단계: 통행별 체류시간에 따른 로그별 ‘이동’과 ‘체류’ 구분

- 모바일 자료에서 체류하다가 기록된 데이터와 이동하다가 기록된 데이터를 구분하기 위해

가장 중요한 것은 모바일 자료에서 생성되는 파라미터를 활용하여 이들을 구분하는 임계치를 부여하는 것임

- 체류시간에 따른 로그별 통행 특성은 경로(pass-by), 주상주지역(stay area), 잠재활동지역(potential stay area)으로 구분하도록 하며, 개념적으로 <그림 5-1>과 같은 분포가 형성될 것이라 판단됨
- 이동 - 경로(pass-by): 이동 경로 중 기지국 수신 범위 내 인식된 기지국 로그
- 체류 - 주상주지역(stay area): 출발지 또는 목적지로 추정되는 기지국 로그
- 체류 - 잠재활동지역(potential stay area): 잠정적으로 목적 통행이 있을 것으로 추정되는 기지국 로그



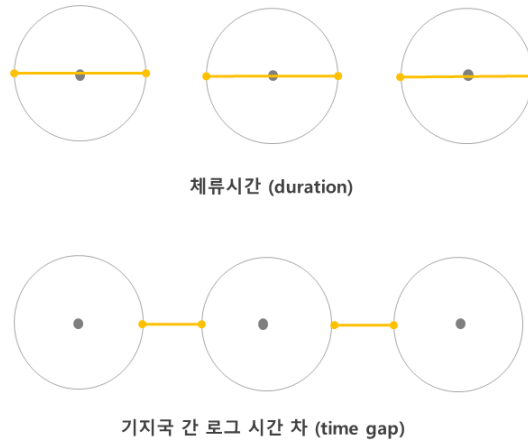
주: 직접 도식화함

<그림 5- 1> 경로, 잠재활동, 주 상주 체류시간 개념도

1) 통행 특성 구분을 위한 파라미터

○ 통행 특성을 구분하기 위해서 고려한 파라미터는 다음과 같음

- 체류시간(duration): 스마트폰 이용자가 한 기지국 수신 범위 내에 유입하여 기지국내 검지된 총 시간(체류종료시간-체류시작시간)
- 체류시간대(time): 스마트폰 이용자가 체류한 시간대(예, 오후 9시 경)
- 기지국 간 로그 시간 차(time gap): 스마트폰 이용자 통행 중 다음 기지국에 체류시작시간에 현재 기지국의 체류종료시간의 차



주: 직접 도식화함

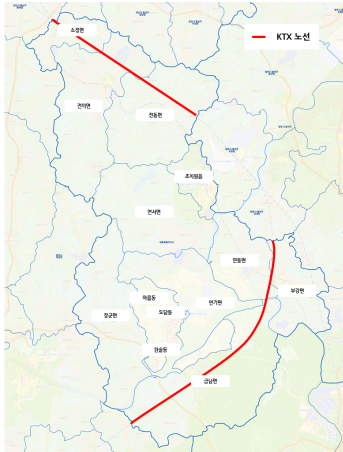
<그림 5- 2> 체류시간과 기지국 간 로그 시간 차 개념도

- 기지국 방문 빈도(frequency): 스마트폰 이용자들의 1주일 동안 기지국 방문 빈도
- 기지국간 물리적 거리(distance): 기지국 간 물리적인 거리
 - 도시부와 지방부에 따라 기지국 설치 간격의 차이가 존재(예를 들어, 도시부의 경우 50m~500m 사이의 기지국 간 거리가 존재한다면, 지방부의 기지국 간 물리적인 거리는 500m~2km 수준임)
- 모바일 자료 외 통행 특성 구분을 위해 고려된 파라미터들은 다음과 같음
 - 기지국이 공간적인 범위 내에 포함되는 집계구의 인구 수 또는 면적
 - 토지이용 특성
 - 대중교통 수준(물리적인 접근성)

2) 통행 특성 구분 방법 모색

- 로그 기록을 통해 경로와 체류를 구분할 수 있는 지 확인하기 위해 이동성이 높은 지역과 그 외의 지역의 기지국간 로그 시간 차(time gap)를 비교함
 - 세종시 중에서 KTX가 지나가는 지역을 이동성이 높은 지역으로, 나머지를 그 외의 지역으로 두고 비교한 결과 로그 시간 차이가 크게 나타나는 것을 확인
 - KTX가 경유하는 지역의 평균 로그 시간차는 약 15분으로 그 외의 지역에 비해 1/2배 짧게 나타남
 - 이로써 이동과 체류의 로그 기록 특성이 다르다는 것을 확인하였으나, 로그 기록 시간 차이는 통행자의 이동 속도뿐만 아니라 기지국 간의 거리에도 영향을 받을 수 있으므로, 이

동과 체류를 구분하는 파라미터로 로그 기록 시간 차만 고려하기보다 다양한 파라미터를 종합적으로 고려할 필요가 있다고 판단함



KTX 경유지		KTX 미경유지	
구분	Time gap	구분	Time gap
연동면	11	조치원읍	37
부강면	13	연기면	22
금남면	14	장군면	12
전의면	26	연서면	24
전동면	9	한솔동	50
소정면	15	도담동	45
평균	약 15분	평균	약 32분

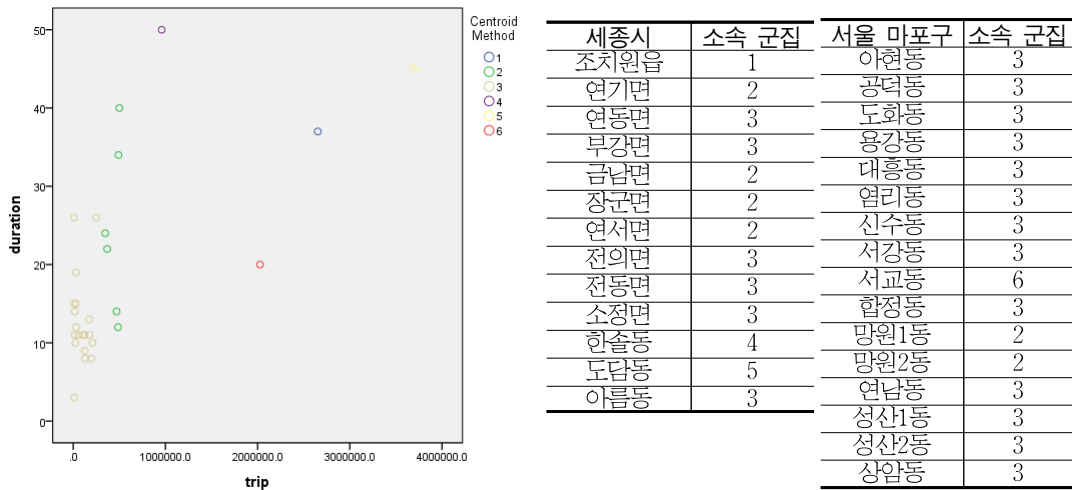
주: 아름동은 타 지역 대비 기지국 수가 매우 적어 분석에서 제외함

<그림 5- 3> 읍면동 기준 계층적 군집분석 수행 결과 (단일해법: 6가지 군집 형성)

- 경로의 기준을 세분하기 위해 행정구역 기준으로 표본을 나누어 기지국 간 로그 시간 차, 기지국 방문 빈도, 기지국간 물리적 거리, 인구 수, 면적, 체류시간을 파라미터로 두고 계층적 군집분석 수행하였으나, 소속 군집 속 케이스가 적거나, 군집 경계가 불분명하여 그룹화 기준을 찾지 못함
- 읍면동 단위로 표본을 나누고, 기지국 간 로그 시간 차, 기지국 방문 빈도, 기지국간 물리적 거리, 인구 수, 면적을 파라미터로 두고 분석하였으나, 소속 군집 속 케이스가 하나인 경우가 생겨 그룹화 기준으로 적합하지 않다고 판단

<표 5- 6> 계층적 군집분석 변수

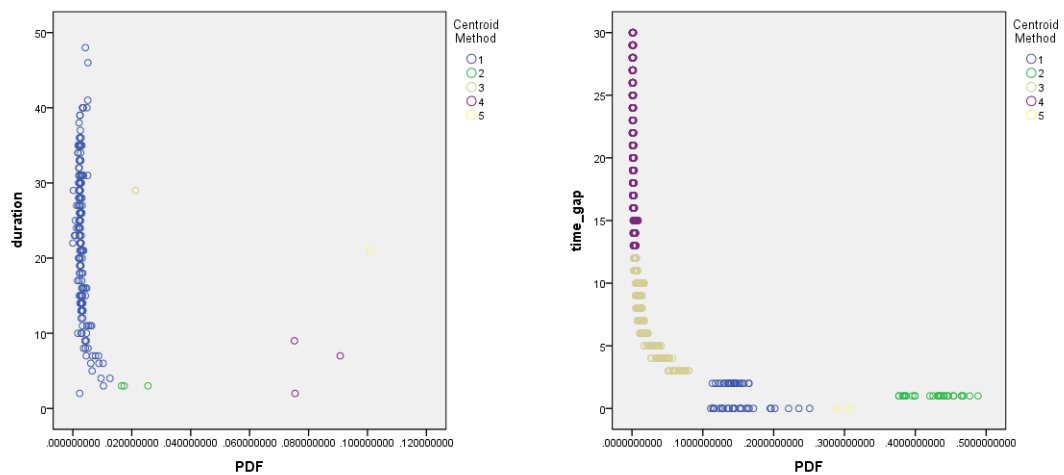
행정동	기지국간 평균 거리(m)	인구 수	면적	빈도	기지국간 로그 시간 차
조치원읍	235.32	46,194	13.56	2,652,335	37
연기면	604.50	2,736	43.9	368,216	22
연동면	668.04	3,745	28.3	175,747	11
부강면	667.26	6,711	27.7	172,054	13
금남면	705.04	9,710	78.7	469,937	14
장군면	600.47	5,804	53.23	485,683	12
연서면	611.60	7,654	54.6	346,826	24
전의면	520.85	6,674	62.4	249,304	26
전동면	714.45	4,125	57.7	125,868	9
소정면	468.99	2,880	16.47	30,424	15
한솔동	154.99	21,043	14.9	959,330	50
도담동	145.92	31,039	4.72	3,691,617	45
아름동	886.89	24,652	2.19	9,846	3
아현동	134.01	25,700	0.77	23,097	10
공덕동	157.67	36,760	1.01	15,971	11
도화동	177.00	23,557	0.62	8,501	26
용강동	126.19	20,293	0.84	29,792	12
대흥동	150.98	17,275	0.88	56,963	11
염리동	151.42	15,724	0.42	6,370	15
신수동	141.02	21,619	0.78	17,376	14
서강동	143.93	26,300	1.45	121,743	11
서교동	116.74	29,383	1.63	2,025,894	20
합정동	143.93	19,732	1.71	208,940	10
망원1동	148.88	23,402	1.14	490,432	34
망원2동	208.95	21,071	0.67	499,949	40
연남동	193.90	19,753	0.65	27,672	19
성산1동	160.93	21,283	0.8	195,897	8
성산2동	158.67	40,456	2.07	126,311	8
상암동	176.11	33,522	8.4	104,172	11



주: 본 연구에서 분석을 통해 나옴

<그림 5- 4> 읍면동 기준 계층적 군집분석 수행 결과 (단일해법: 6가지 군집 형성)

- 케이스 개수가 부족한 문제를 해결하기 위해 읍면동 단위의 표본을 집계구 단위로 나누어 기지국 간 로그 시간 차, 체류시간, 면적, 빈도 등 파라미터를 조합하여 분석하였으나, 군집 경계가 뚜렷하지 않게 나타남
- 체류시간(60분 이내)¹⁾과 빈도/면적
- 기지국 간 로그 시간차와 빈도/면적



체류시간과 빈도/면적

기지국 간 로그 시간차와 빈도/면적

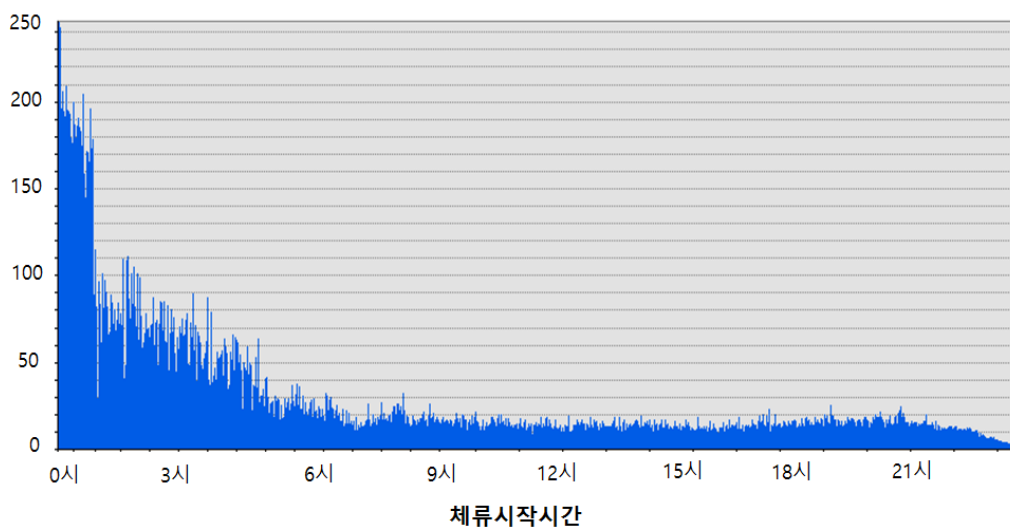
주: 본 연구에서 분석을 통해 나옴

<그림 5- 5> 집계구 기준 계층적 군집분석 수행 결과 (단일해법: 5가지 군집 형성)

1) '경로(Pass-by)' 기준을 세분화하는 것이기 때문에 이동 중에 기록될 가능성이 큰 60분 이내의 데이터를 활용

- 체류의 기준을 세분화하기 위해 통념적으로 체류지역으로 인식되는 주거지와 상업지를 토지 이용에 따라 추출하여 체류시간, 체류시간대를 비교함
 - 하나의 기지국 영역 안에 둘 이상의 토지용도에 섞여 있는 경우가 많아 명확하게 주거지와 상업지의 체류시간, 체류시간대 특성이 구분되지 않으나, 일부 지역에서 체류시간대 패턴이 다르게 나타나는 것을 확인
 - 거주지 성격인 한솔동은 대체로 새벽시간대에 체류시간이 길게 나타나지만, 상업지 성격인 이대역 부근은 체류시간이 길게 나타나는 주요 시간대가 없고 고루 분포함

체류시간 (분)



주: 본 연구에서 분석을 통해 나옴

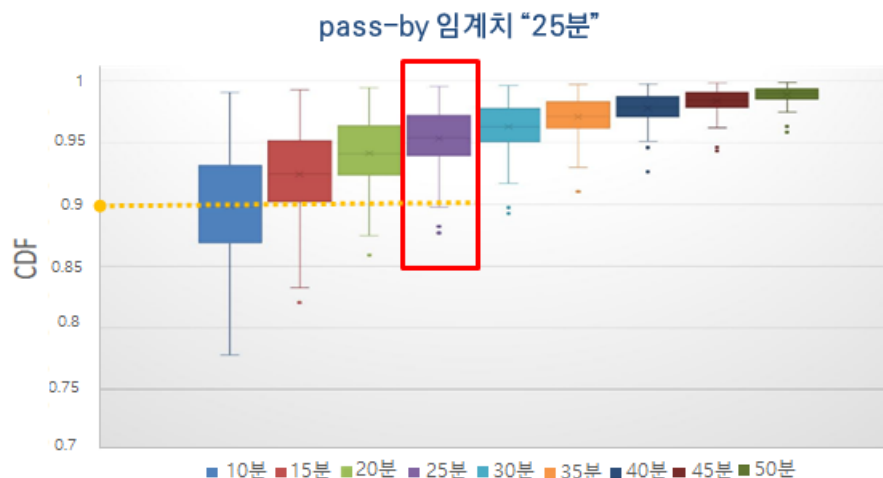
<그림 5- 6> 주거지와 상업지의 체류시작시간별 체류시간 분포 비교

3) 통행 특성 구분 기준 설정

① 경로와 체류 구분

- 결론적으로 본 과업에서 사용된 서울시 마포구 일부와 세종시 8일치 모바일 기지국 로그 자료를 기반으로 분석한 결과 고려된 파라미터들을 사용하여 적정 체류시간 특성을 파악하는 적정 함수를 파악하지 못했음
 - 이는 샘플 자료의 시·공간적인 제약으로 인해 이런 결과가 나온 것이라 판단되며, 추후 시·공간적으로 데이터의 양·질이 확보된 샘플 자료를 활용한다면 더 정교한 방법론을 기반으로 임계치가 제시될 것으로 판단됨

- 최종적으로 Data-driven 방식을 채택하여 지역별 기지국 특성 및 에러를 최소화할 수 있는 방법을 선택
 - 모바일 기지국 샘플 자료를 활용하여 집계구별 기지국(서울 마포, 세종시 200개의 기지국)에 체류했던 이용자들의 체류시간(1~60분)에 대한 누적분포 함수 값을 사용
 - 5분 간격으로 체류시간에 대한 4분위수를 계산한 결과, 이상치를 제외하고 25분부터 모든 집계구의 체류시간에 대한 누적분포 값이 90%가 넘으며, 중앙값은 95%로 나타났음(〈그림 5-9〉 참조)
 - 체류시간 25분을 경로 체류와 잠재 활동 체류를 구분하는 임계치로 설정할 경우 60분 내 기지국 체류 중 5% 수준이 잠재 상주 체류로 변경되는 것을 뜻함
 - 이는 〈그림 5-7〉에서 볼 수 있듯이 기지국 체류시간이 25분 이하에서는 기지국 체류시간 분포가 다양하게 형성되다가 25분 이상으로는 95%를 넘어서기 때문에 체류시간 0분을 기준으로 반 정규분포 형태를 보이고 있고 P-value 0.05를 넘어 통행특성이 다른 것으로 판단한 것임



주: 본 연구에서 분석을 통해 나옴

<그림 5- 7> 경로 체류시간 임계치 설정

② 잠재 체류와 주 상주 체류 구분

- 본 과업에서는 최종적으로 25분 이상인 경우 모두 체류한 것으로 구분함
- 체류지역으로 구분된 데이터는 체류 시간과 빈도의 패턴을 확인 후 주 상주지역(stay area)와 잠재 활동 지역(potential stay area)로 구분
 - 거주지, 근무지 등 동일한 시간대에 반복적으로 방문하는 곳은 모바일 자료에서도 이러한

특성이 패턴화 되어 나타남

- 특정 시간대에 한 기지국 내에서 체류시간이 일정하게 반복적으로 기록된 경우 주 상주 지역으로 구분하되, 반복 통행 패턴이 서로 다른 거주지와 거주지 외 (회사, 학교)는 <표 5-7>과 같은 기준으로 구분하여 추출

<표 5- 7> 주 상주 체류 구분 임계치

구분	거주지	거주지 외 (회사, 학교 등)
체류시작시간/체류종료시간	오전 12시/오전 6시	오전 9시/오후 12시 오후 1시/오후 6시
체류시간	3시간 이상	3시간 이상
반복 횟수	주 3회 이상	주 3회 이상

- 위 기준 적용 시 주 상주지역 식별 비율(전체 KT 고객 중 주 상주지역을 갖는 비율)은 낮 시간대 88.5%, 저녁 시간대 91.2%로 나타남

3) 체류 특성 구분 DB 구축

기준일	고객 식별번호	가상기지국		체류 시작 시간	체류 종료 시간	연령 대	체류 시간
		x좌표	y좌표				
20160520	1843030	127.132	36.475	1247	1248	25	2
20160518	2752075	126.147	37.319	1925	2359	20	275
20160520	1843030	127.136	36.477	1528	1528	25	1
20160518	1843030	127.132	36.475	1025	1027	25	3
20160518	2752075	126.147	37.319	1916	1920	20	12
20160520	1843030	127.134	36.475	1300	1339	25	40



기준일	고객 식별번호	가상기지국		체류 시작 시간	체류 종료 시간	연령 대	체류 시간	트립 타입
		x좌표	y좌표					
20160520	1843030	127.132	36.475	1247	1248	25	2	Pa
20160518	2752075	126.147	37.319	1925	2359	20	275	Po
20160520	1843030	127.136	36.477	1528	1528	25	1	Pa
20160518	1843030	127.132	36.475	1025	1027	25	3	Pa
20160518	2752075	126.147	37.319	1916	1920	20	5	Pa
20160520	1843030	127.134	36.475	1300	1339	25	40	Po



임계치 확인

<그림 5- 8> 1단계 - 로그별 '이동'과 '체류' 구분

나. 2단계: 개인 통행 이동궤적 생성

- 기지국 수신 범위 내 스마트폰 기기가 검지되거나 일정한 주기에 기록되는 불연속적인 포인트형 데이터를 그룹화 하여 선형 데이터로 변경
 - 기지국 기준으로 체류시간을 확인할 수 있도록 밀리세컨 단위의 데이터를 고객식별번호와 데이터 발생일자 기준으로 1분 단위로 그룹화
- 개인별 통행 이동궤적에서 가장 중요한 것은 기준일 지점의 첫 통행을 구분하는 것이며, 가정기반 통행 혹은 비가정기반 통행을 고려해서 구분해야 함
 - 가정기반 통행의 경우 기준일 자정 기준으로 야간 주 상주체류 지역에서 발생하는 첫 통행을 기준일의 첫 통행으로 번호를 부여함
 - 비가정기반 통행의 경우 야간 시간대 주 상주체류 지역에서 통행이 발생되지 않기 때문에 기준일 자정 기준으로 3시간 이상 체류한 기지국을 첫 통행으로 번호를 부여함
- 개인 통행 이동궤적을 파악하기 위해 데이터 발생일자와 고객식별번호가 연결된 식별자를 기준으로 그룹화 하여 그룹별 데이터 발생 기록을 정렬
 - 체류시작시간과 체류종료시간을 기준으로 오름차순으로 정렬하여 이동 궤적을 생성

기준일	고객 식별번호	가상기지국		체류 시작 시간	체류 종료 시간	연령 대	체류 시간	트립 타입
		x좌표	y좌표					
20160520	1843000	127.132	36.475	1247	1248	25	2	Pa
20160518	2752075	126.147	37.319	1925	2359	20	275	Po
20160520	1843000	127.136	36.477	1528	1528	25	1	Pa
20160518	1843000	127.132	36.475	1025	1027	25	3	Pa
20160518	2752075	126.147	37.319	1916	1920	20	5	Pa
20160520	1843000	127.134	36.475	1300	1339	25	40	Po

→

ID	그룹 넘버	KDY 값 (기준일-고객식별번호)	가상기지국		체류 시작 시간	체류 종료 시간	연령 대	체류 시간	트립 타입
			x좌표	y좌표					
1	1	20160518 - 1843000	127.132	36.475	1025	1027	25	3	Pa
2	1	20160520 - 1843000	127.132	36.475	1247	1248	25	2	Pa
3	2	20160520 - 1843000	127.134	36.475	1300	1339	25	40	Po
4	3	20160520 - 1843000	127.136	36.477	1528	1528	25	1	Pa
5	1	20160518 - 2752075	126.147	37.319	1916	1920	20	5	Pa
6	2	20160518 - 2752075	126.147	37.319	1925	2359	20	275	Po

<그림 5- 9> 2단계 - 개인 통행 이동궤적 생성

다. 3단계: 체류 통행별 목적 구분

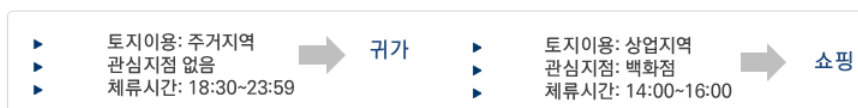
- 가구통행실태조사 구분 기준을 고려한 통행별 목적 구분
 - 1차적으로 출근, 등교, 업무, 쇼핑, 귀가, 여가, 기타(학원, 배움, 개인용무 등 포함)로 구분할 수 있으며, 구분 기준에 따라 기타로 분류되는 활동을 세분화할 수 있을 것으로 판단됨
- 본 과업에서는 통행별 목적을 구분하는 방법에 대한 이슈들 및 방향성에 대해서 구체적으로

설명하는 것을 주목적으로 함

- 따라서 실제 통행별 목적을 구분하여 DB로 산출하지 않으며 차년도 과업에서 DB화하여 제공할 예정임
- 가구통행실태조사의 결과와 모바일 자료를 결합하여 통계적 모델링을 제시 후 적용(공간회귀 분석 또는 Expansion 법 등)
 - 관심지점(POI) 정보와 휴대폰 이용자의 이동 특성(방문 빈도, 체류시작시간, 체류종료시간, 체류시간)을 고려하여 활동 구분
 - 예) A 분석구 내 교회가 위치하고 있고 A 분석구에 포함되는 B 기지국의 기록에서 일요일 고정적인 시간대(오전 9시, 오전 11시 등)에 1시간 이상 반복적으로 방문한 것으로 기록되는 경우 ‘종교 활동’으로 구분



<그림 5- 10> 토지이용과 기지국 정보를 결합한 목적 구분




ID	그룹 번호	KEY 칼럼 (기준일- 고객식별번호)	가상기지국		체류 시작 시간	체류 종료 시간	연 령 대	체류 시간	트립 타입	통행 목적
			x좌표	y좌표						
1	1	20160518 - 1843030	127.132	36.475	1025	1027	25	3	Pa	-
2	1	20160520 - 1843030	127.132	36.475	1247	1248	25	2	Pa	-
3	2	20160520 - 1843030	127.134	36.475	1300	1339	25	40	Po	쇼핑
4	3	20160520 - 1843030	127.136	36.477	1528	1528	25	1	Pa	-
5	1	20160518 - 2752075	126.147	37.319	1916	1920	20	5	Pa	-
6	2	20160518 - 2752075	126.147	37.319	1925	2359	20	275	po	귀가

<그림 5- 11> 3단계 - 통행 목적 구분

라. 4단계: 경로 통행별 이동수단 구분

- 25분 이하로 체류한 통행에 대해 모든 이동수단을 구분해야 함
- 모바일 자료 한계상 단일 자료만 활용하여 지역 내 경로 통행별 이동수단의 구분이 어려우나, 지역 간 경로 통행별 이동수단 구분은 비교적 용이할 것임
 - 지역 내 이동수단을 구분하기 위해서는 내비게이션 및 교통카드 자료를 융합한 방법론을 개발해야 함
 - 지역 간 이동수단은 기지국 간 통행 속도와 기지국 방문 체류 시간 및 위치 등을 파라미터로 고려하여 구분이 가능함
- 버스·철도·KTX 등 지역 간 이동수단은 특정 운행 경로에 따라 해당 정류장·역을 반복적으로 방문하는 행태를 보이므로 이를 활용하여 수단을 구분하거나, 수단별 평균 통행속도 차이를 확인하여 수단을 구분할 수 있음
- 지하철 통행의 경우 지하에서 발생한 모바일 자료와 WIFI 자료를 융합(중복 자료 제거)하여 구분이 가능함



ID	그룹 번호	KEY 칼럼 (기준일- 고객식별번호)	가상기지국		체류 시작 시간	체류 종료 시간	연 령 대	체류 시간	트립 타입	통행 목적	이동 수단
			x좌표	y좌표							
1	1	20160518 - 1843030	127.132	36.475	1025	1027	25	3	Pa	-	버스
2	1	20160520 - 1843030	127.132	36.475	1247	1248	25	2	Pa	-	버스
3	2	20160520 - 1843030	127.134	36.475	1300	1339	25	40	Po	쇼핑	-
4	3	20160520 - 1843030	127.136	36.477	1528	1528	25	1	Pa	-	도보
5	1	20160518 - 2752075	126.147	37.319	1916	1920	20	5	Pa	-	도보
6	2	20160518 - 2752075	126.147	37.319	1925	2359	20	275	po	귀가	-

<그림 5- 12> 4단계 - 수단 구분

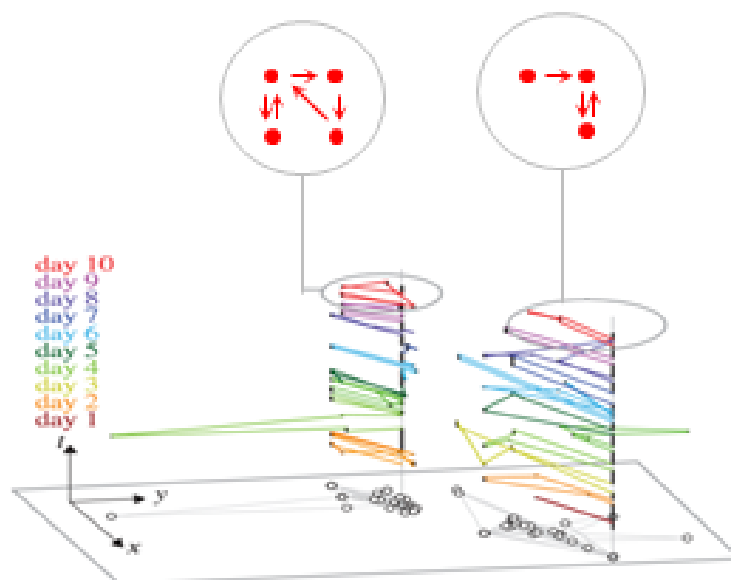
- 본 과업에서는 지역 간 이동경로를 구분하는 방법에 대한 이슈들 및 방향성에 대해 구체적으로 설명하는 것을 주목적으로 하며 실제 DB 구축은 향후 과업에서 진행토록 함

마. 5단계: 통행행태 DB 형성 (통행 사슬, Trip-Chain)

- 4단계까지 가공된 자료를 기반으로 주 상주 지역과 잠재 체류지역을 기점으로 개인별 통행

사슬을 형성할 수 있음

- 통행 사슬을 통해 <그림 5-13>과 같이 개인의 목적별·수단별 통행 패턴 확인이 가능해질 것임
 - 모바일 자료 기반의 개인별 통행행태 DB가 최종적으로 구축될 것이나 DB를 제공하기 위해서는 다음과 같은 이슈들이 해결되어야 함
 - 단계별 활용된 자료들에 대한 정확한 검증을 통한 신뢰성 확보
 - 개인별 통행 패턴 정보 이용에 관한 개인정보보호법 규제 완화
 - 다양한 교통부문에 활용 가능토록 정보 집계화 방법 개발



자료: Gonzalez, M. (2013, August). Unraveling daily human mobility motifs. In Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM), 2013 IEEE/ACM International Conference on (pp. xxxviii-xxxviii). IEEE. p. 2.

<그림 5- 13> 5단계 - Motif 구축

제6장 모바일 자료 기반 인구 통행 수요 추정

제1절 기·종점 통행량 산출 방법

제2절 기·종점 통행량 산출 결과

제6장 모바일 자료 기반 인구 통행 수요 추정

제1절 기·종점 통행량 산출 방법

1. 모바일 자료 기반 수요 추정 방법론

- 모바일 DB는 「개인정보보호법」 및 「위치정보의 보호 및 이용 등에 관한 법률」에 저촉되지 않도록 <그림 6-1>과 같이 동일한 일자, 시간, 위치, 트립타입, 성, 연령의 통행이 묶어진 형태로 구축됨
- 위치 정보는 기지국 좌표는 교통 폴리곤 아이디로 변경하여 제공되며, 시간 정보는 체류지에서의 체류시작시각에서 시간대 정보만 추출되어 한 시간 단위로 제공됨

기준일	출발		도착		트립타입	성별	연령	유동인구수
	시간	교통폴리곤ID	시간	교통폴리곤ID				
20170301	01	48270310	03	12390981	P	M	20	20
20170301	01	48270310	05	32789014	D	F	30	80
20170501	11	48270320	17	45608912	N	M	50	90

- 트립타입 'P': Potential stay area
- 트립타입 'D': Stay area 중 낮시간대 체류 (Daytime)
- 트립타입 'N': Stay area 중 저녁시간대 체류 (Night time)

<그림 6- 1> 모바일 DB 형태

- 기·종점 통행량은 위 모바일 DB에서 제공되는 일자, 시간, 위치, 트립타입, 성, 연령 정보를 활용하여 원하는 분석 조건에 따라 다양한 형태로 산출할 수 있음
 - 일자 정보를 활용하여 월별, 요일별 통행량을 집계할 수 있음
 - 요일별 통행량을 산출하려면 일자에 요일 정보를 매칭 하는 과정 필요
 - 시간 정보를 활용하여 시간대별 통행량을 집계할 수 있으며, 분석 시간대를 지정하면 특정 시간대의 통행량 산출도 가능함
 - 출·퇴근 시간대, 심야시간대 등 다양한 시간대 통행량 산출 가능
- 모바일 DB는 위치 정보를 교통폴리곤 ID로 제공하므로, 교통폴리곤 ID를 행정구역 ID와 매칭하여 출발지와 도착지에 대한 행정구역 정보를 추가한다면 교통폴리곤 단위부터 시도

단위까지 다양한 분석 단위로 통행량을 집계할 수 있음

- 특정 시설이 위치해 있는 곳 등 특정 지점에 대한 통행량을 산출하고 싶을 때에는 교통플리곤 단위로 집계하여 산출하고, 지역 통행 비율을 확인하고자 할 때에는 행정구역 단위(읍면동, 시군구, 시도 단위)로 집계하여 산출
- 출발 트립타입과 도착 트립타입을 유형을 조합하여 총 10가지의 트립타입의 통행량을 집계할 수 있음
- 움직이지 않은 무통행 정보¹⁾도 포함되어 있어 움직임이 없는 지역도 표출 가능

<표 6- 1> 트립타입 분석 유형

구분	출발	도착	구분	출발	도착
유형 1	저녁시간대 주체류지 (N)	낮시간대 주체류지 (D)	유형 4	낮시간대 주체류지 (D)	저녁시간대 주체류지 (N)
유형 2	저녁시간대 주체류지 (N)	잠재체류지 (X)	유형 5	낮시간대 주체류지 (D)	잠재체류지 (X)
유형 3	잠재체류지 (X)	저녁시간대 주체류지 (N)	유형 6	잠재체류지 (X)	낮시간대 주체류지 (D)
유형 7	잠재체류지 (X)	잠재체류지 (X)	유형 8	낮시간대 주체류지 (D)	-
유형 9	저녁시간대 주체류지 (N)	-	유형 10	잠재체류지 (X)	-

- 여성과 남성으로 나누어서 통행량을 산출할 수 있으며, 십 년 단위로 연령이 구분되어 있어 연령대별로도 통행량을 산출할 수 있음
- 위의 조건들을 조합해서 통행량을 산출할 수도 있음

※ 두 가지 조건에 의한 통행량 산출 예시

- 목적: 출근 통행량 산출
- 분석조건
 - 출발시간대: 06시 ~ 09시
 - 출발트립타입: 저녁시간대 주체류지 (N)
 - 도착시간대: 07시 ~ 10시
 - 도착트립타입: 낮 시간대 주체류지 (D)

1) 출발 정보는 있지만 도착 정보는 '-' 로 표기된 데이터

제2절 기·종점 통행량 산출 결과

1. KTDB 기·종점 통행량과 비교

가. 기·종점 통행량 집계 결과

1) 모바일 자료 기반

- 2016년 3월부터 2017년 3월까지의 데이터를 시·도 단위로 통행량을 집계한 후, 분석 데이터 일수(총 388일²⁾)로 나누어 일평균 통행량을 산출 (<표 6-2> 참조)
- 하루 당 평균 2기가바이트이며, 1년치 총 용량은 780기가바이트임

<표 6- 2> 전국 기·종점 통행량 (시·도)

(단위: 통행/일)

시·도	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	18,257,992	8,283	6,679	204,463	4,852	13,606	2,359	4,391	1,615,384	34,924	20,805	33,323	10,535	5,628	10,536	6,513	8,674	20,248,946
부산	8,308	6,386,291	8,916	1,253	991	1,775	38,840	258	5,375	984	1,739	1,372	1,673	3,418	20,530	211,870	2,840	6,696,435
대구	6,551	9,020	4,733,949	1,076	707	2,346	4,604	345	5,334	1,629	3,288	1,801	1,764	1,515	227,101	23,978	1,392	5,026,399
인천	182,624	901	846	4,231,325	783	1,979	263	535	321,936	4,594	4,103	9,982	2,123	1,021	1,729	876	570	4,766,190
광주	4,879	947	682	971	3,016,595	1,532	179	302	3,994	314	819	2,622	16,592	133,700	687	2,071	988	3,187,875
대전	13,827	1,803	2,440	2,440	1,584	3,156,924	606	31,112	14,777	1,726	41,392	69,411	11,140	1,925	4,952	2,985	78	3,359,121
울산	2,477	42,039	4,910	385	184	657	2,027,184	86	1,724	557	791	626	413	681	35,668	28,859	108	2,147,350
세종	4,557	241	355	626	328	32,616	73	311,777	4,880	327	21,694	19,590	1,345	352	693	367	18	399,839
경기	1,514,546	4,877	5,548	345,060	3,998	14,378	1,567	4,521	19,413,137	63,535	48,407	88,200	12,623	5,518	14,271	5,682	2,139	21,548,009
강원	36,716	1,053	1,785	5,324	325	1,754	564	323	66,367	3,023,047	15,243	2,325	763	317	9,866	929	174	3,166,877
충북	21,577	2,027	3,661	4,654	912	42,089	862	20,913	50,542	15,159	2,822,851	21,147	4,708	1,296	15,895	3,005	1,679	3,032,978
충남	34,801	1,491	2,060	11,378	3,103	73,216	627	19,344	94,722	2,233	22,228	3,638,253	32,084	5,028	4,367	3,274	127	3,948,336
전북	10,978	1,688	2,007	2,524	17,337	11,384	439	1,276	13,218	750	4,722	30,688	3,387,581	22,152	2,114	6,998	339	3,516,195
전남	5,812	3,834	1,673	1,193	144,997	2,103	774	351	5,931	334	1,286	4,216	22,647	2,860,708	1,544	15,346	1,879	3,074,629
경북	10,959	21,592	244,909	2,058	753	5,277	37,967	689	14,895	9,718	15,746	4,225	2,001	1,447	4,617,668	21,431	118	5,011,454
경남	6,266	218,493	25,269	968	2,370	3,206	27,324	365	5,901	870	2,810	3,038	7,085	15,370	21,040	5,514,408	307	5,855,093
제주	6,537	1,920	1,097	1,096	846	387	342	76	3,962	263	913	395	498	1,833	516	937	1,664,241	1,685,857
계	20,129,408	6,706,502	5,046,786	4,816,793	3,200,666	3,365,228	2,144,576	396,665	21,642,081	3,160,964	3,028,837	3,931,214	3,515,576	3,061,909	4,989,178	5,849,529	1,685,670	96,671,581

- <표 6-3>은 ㈜ KT 시장점유율(약 30%)을 반영하여 보정한 결과로, 대한민국 인구수를 고려하면 하루에 1인당 6.2회 통행하는 것으로 분석됨
- 하루 평균 약 93,231회 지역간 통행이 이루어지며, 집계 결과 서울에서 경기로의 통행이 가

2) 데이터 오류로 2016년 5월 29일, 2016년 12월 18일 이틀은 분석에서 제외함

장 많고, 세종에서 제주로의 통행이 가장 적은 것으로 나타남

- 지역 내 통행량은 하루 평균 약 17,463,516통행이며, 경기도가 가장 많고 세종이 가장 적은 것으로 나타남

<표 6- 3> 전국 기·종점 통행량 (시·도)

(단위: 통행/일)

시·도	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	60,251,374	27,334	22,041	674,728	16,012	44,900	7,785	14,490	5,330,767	115,249	68,657	109,966	34,766	18,572	34,769	21,493	28,624	66,821,525
부산	27,416	21,074,760	29,423	4,135	3,270	5,858	128,172	851	17,738	3,247	5,739	4,528	5,521	11,279	67,749	699,171	9,372	22,098,229
대구	21,618	29,766	15,622,032	3,551	2,333	7,742	15,193	1,139	17,602	5,376	10,850	5,943	5,821	5,000	749,433	79,127	4,594	16,587,120
인천	602,659	2,973	2,792	13,963,373	2,584	6,531	868	1,766	1,062,389	15,160	13,540	32,941	7,006	3,369	5,706	2,891	1,881	15,728,427
광주	16,101	3,125	2,251	3,204	9,954,764	5,056	591	997	13,180	1,036	2,703	8,653	54,754	441,210	2,267	6,834	3,260	10,519,984
대전	45,629	5,950	8,052	8,052	5,227	10,417,849	2,000	102,670	48,764	5,696	136,594	229,056	36,762	6,353	16,342	9,851	257	11,085,103
울산	8,174	138,729	16,203	1,271	607	2,168	6,689,707	284	5,689	1,838	2,610	2,066	1,363	2,247	117,704	95,235	356	7,086,252
세종	15,038	795	1,172	2,066	1,082	107,633	241	1,028,864	16,104	1,079	71,590	64,647	4,439	1,162	2,287	1,211	59	1,319,469
경기	4,998,002	16,094	18,308	1,138,698	13,193	47,447	5,171	14,919	64,063,352	209,666	159,743	291,060	41,656	18,209	47,094	18,751	7,059	71,108,423
강원	121,163	3,475	5,891	17,569	1,073	5,788	1,861	1,066	219,011	9,976,055	50,302	7,673	2,518	1,046	32,558	3,066	574	10,450,688
충북	71,204	6,689	12,081	15,358	3,010	138,894	2,845	69,013	166,789	50,025	9,315,408	69,785	15,536	4,277	52,454	9,917	5,541	10,008,824
충남	114,843	4,920	6,798	37,547	10,240	241,613	2,069	63,835	312,583	7,369	73,352	12,006,235	105,877	16,592	14,411	10,804	419	13,029,509
전북	36,227	5,570	6,623	8,329	57,212	37,567	1,449	4,211	43,619	2,475	15,583	101,270	11,179,017	73,102	6,976	23,093	1,119	11,603,444
전남	19,180	12,652	5,521	3,937	478,490	6,940	2,554	1,158	19,572	1,102	4,244	13,913	74,735	9,440,336	5,095	50,642	6,201	10,146,272
경북	36,165	71,254	808,200	6,791	2,485	17,414	125,291	2,274	49,154	32,069	51,962	13,943	6,603	4,775	15,238,304	70,722	389	16,537,795
경남	20,678	721,027	83,388	3,194	7,821	10,580	90,169	1,205	19,473	2,871	9,273	10,025	23,381	50,721	69,432	18,197,546	1,013	19,321,797
제주	21,572	6,336	3,620	3,617	2,792	1,277	1,129	251	13,075	868	3,013	1,304	1,643	6,049	1,703	3,092	5,491,995	5,563,335
계	66,427,043	22,131,450	16,654,394	15,895,420	10,562,195	11,105,256	7,077,094	1,308,991	71,418,861	10,431,181	9,995,162	12,973,006	11,601,398	10,104,300	16,464,284	19,303,446	5,562,714	3,19E+08

2) 인력식 조사 기반 (KTDB)

- 인력식 조사 결과로는 하루에 1인당 1.7회 정도 통행하는 것으로 분석됨
 - 지역간 일평균 통행량은 약 49,484통행이며, 경기에서 서울로 이동한 통행이 가장 많고 울산에서 세종으로 이동한 통행이 가장 적은 것으로 분석됨
 - 지역 내 일평균 통행량은 약 4,318,207이며, 서울이 가장 많고 세종이 가장 적은 것으로 분석됨

<표 6- 4> 전국 기·종점 통행량 (시·도)

(단위: 통행/일)

○	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	14,260,257	15,858	13,159	470,969	9,236	21,983	4,796	8,167	2,942,056	68,467	42,714	65,245	16,641	10,421	18,927	14,629	13,289	17,996,813
부산	14,453	5,935,035	12,463	2,571	2,448	3,032	58,672	360	7,469	1,208	1,186	1,661	3,847	9,175	20,239	380,445	3,273	6,457,538
대구	13,004	11,154	3,821,731	3,731	1,138	4,934	6,029	492	8,781	2,622	3,840	2,800	1,611	3,205	415,096	31,179	1,710	4,333,058
인천	434,152	2,527	3,317	3,389,696	2,177	4,571	690	870	486,457	7,053	7,863	15,893	3,402	2,305	4,252	2,176	2,916	4,370,318
광주	8,706	2,592	1,303	2,474	2,713,585	2,607	230	437	6,843	370	1,198	4,132	28,041	339,032	1,094	3,855	1,212	3,117,712
대전	21,761	3,141	5,045	5,338	2,516	2,700,392	1,672	87,505	23,720	3,265	87,509	117,909	14,223	2,448	10,027	4,349	1,040	3,091,862
울산	4,787	65,574	6,089	786	250	1,729	1,910,807	115	2,606	3,393	744	1,001	1,062	2,216	65,920	50,149	504	2,117,733
세종	8,630	399	510	1,053	466	87,441	116	210,597	7,071	238	37,600	32,559	1,288	486	620	648	144	389,864
경기	2,963,440	8,396	8,802	501,634	7,143	23,996	2,731	7,109	14,782,458	83,802	64,685	159,034	15,931	7,070	17,683	8,781	5,834	18,668,530
강원	64,540	1,159	2,325	7,492	351	3,021	3,213	324	85,024	2,514,529	19,538	1,365	628	186	8,937	746	639	2,714,015
충북	43,599	1,339	3,828	9,461	1,313	93,874	728	39,330	67,243	17,838	2,462,759	33,717	6,868	989	15,837	3,486	1,262	2,803,473
충남	63,897	1,821	2,723	20,928	3,792	121,285	932	32,927	156,200	1,294	36,453	3,392,040	26,381	3,693	3,948	2,778	770	3,871,861
전북	16,007	3,539	1,844	4,448	27,762	15,543	1,159	1,300	15,465	616	6,856	25,584	2,780,320	29,596	2,375	9,362	664	2,942,438
전남	9,789	8,835	3,472	2,580	164,253	2,520	1,379	464	6,514	189	888	3,517	30,457	2,349,236	2,733	17,282	2,175	2,606,282
경북	17,901	18,200	408,978	4,448	1,126	9,430	67,044	574	16,469	9,120	15,504	3,700	2,334	3,007	3,823,717	28,842	807	4,431,201
경남	13,770	375,540	33,341	2,388	3,852	4,119	48,831	860	8,277	648	2,908	2,625	9,784	18,085	30,021	4,740,344	1,763	5,297,159
제주	13,186	3,182	1,673	3,015	1,167	1,010	490	140	5,787	625	1,230	752	635	2,029	792	1,715	1,622,016	1,659,446
계	17,971,878	6,458,293	4,330,603	4,433,014	2,942,575	3,101,487	2,109,519	391,571	18,628,440	2,715,277	2,793,476	3,863,535	2,943,452	2,783,178	4,442,218	5,300,768	1,660,019	86,869,303

주 : 승용차(택시), 버스, 철도(일반/고속/지하철), 항공, 해운수단에 대한 목적통행량임

나. 비교 분석 결과

- 모바일 자료로 산출한 인당 일평균 통행횟수는 기존 방식으로 산출한 것보다 약 3.6배 높음
 - 모바일 자료에서는 기·종점이 일정 시간 이상 머물렀는가, 즉 체류 여부로 결정되어 기존 방식보다 인당 일평균 통행횟수가 더 클 수밖에 없음
 - 기존 방식에서는 출근, 등교, 업무, 쇼핑, 귀가 등 통행 목적에 따라 기·종점 통행량을 집계하여 목적이 없는 이동은 통행량에서 제외되고 모바일 자료에서는 통행자가 체류한 지점이 모두 기·종점이 되기 때문
- 따라서, 본 연구에서는 이들의 값을 시·도별 통행 비율로 환산하여 통행 분포가 일치하는지, 차이가 난다면 어느 지역에서 차이가 나타나는지를 확인함
- 비교 결과, 시도별 통행 분포는 거의 일치하고 서울과 경기지역에서만 통행 비율이 약 1~3% 차이 나는 것으로 분석됨(<표 6-7> 참조)
 - 서울에서 경기, 경기에서 서울로 이동하는 지역간 통행 비율은 기존 방식으로 산출한 결과가 더 크고, 지역내 통행 비율은 모바일 자료로 산출한 결과가 더 큰 것으로 나타남

<표 6- 5> 전국 기·종점 통행 비율 (모바일 자료)

(단위: %)

○	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	18.8866	0.0086	0.0069	0.2115	0.0050	0.0141	0.0024	0.0045	1.6710	0.0361	0.0215	0.0345	0.0109	0.0058	0.0109	0.0067	0.0090	20.9461
부산	0.0086	6.6062	0.0092	0.0013	0.0010	0.0018	0.0402	0.0003	0.0056	0.0010	0.0018	0.0014	0.0017	0.0035	0.0212	0.2192	0.0029	6.9270
대구	0.0068	0.0093	4.8969	0.0011	0.0007	0.0024	0.0048	0.0004	0.0055	0.0017	0.0034	0.0019	0.0018	0.0016	0.2349	0.0248	0.0014	5.1995
인천	0.1889	0.0009	0.0009	4.3770	0.0008	0.0020	0.0003	0.0006	0.3330	0.0048	0.0042	0.0103	0.0022	0.0011	0.0018	0.0009	0.0006	4.9303
광주	0.0050	0.0010	0.0007	0.0010	3.1205	0.0016	0.0002	0.0003	0.0041	0.0003	0.0008	0.0027	0.0172	0.1383	0.0007	0.0021	0.0010	3.2976
대전	0.0143	0.0019	0.0025	0.0025	0.0016	3.2656	0.0006	0.0322	0.0153	0.0018	0.0428	0.0718	0.0115	0.0020	0.0051	0.0031	0.0001	3.4748
울산	0.0026	0.0435	0.0051	0.0004	0.0002	0.0007	2.0970	0.0001	0.0018	0.0006	0.0008	0.0006	0.0004	0.0007	0.0369	0.0299	0.0001	2.2213
세종	0.0047	0.0002	0.0004	0.0006	0.0003	0.0337	0.0001	0.3225	0.0050	0.0003	0.0224	0.0203	0.0014	0.0004	0.0007	0.0004	0.0000	0.4136
경기	1.5667	0.0050	0.0057	0.3569	0.0041	0.0149	0.0016	0.0047	20.0815	0.0657	0.0501	0.0912	0.0131	0.0057	0.0148	0.0059	0.0022	22.2899
강원	0.0380	0.0011	0.0018	0.0055	0.0003	0.0018	0.0006	0.0003	0.0687	3.1271	0.0158	0.0024	0.0008	0.0003	0.0102	0.0010	0.0002	3.2759
충북	0.0223	0.0021	0.0038	0.0048	0.0009	0.0435	0.0009	0.0216	0.0523	0.0157	2.9200	0.0219	0.0049	0.0013	0.0164	0.0031	0.0017	3.1374
충남	0.0360	0.0015	0.0021	0.0118	0.0032	0.0757	0.0006	0.0200	0.0980	0.0023	0.0230	3.7635	0.0332	0.0052	0.0045	0.0034	0.0001	4.0843
전북	0.0114	0.0017	0.0021	0.0026	0.0179	0.0118	0.0005	0.0013	0.0137	0.0008	0.0049	0.0317	3.5042	0.0229	0.0022	0.0072	0.0004	3.6373
전남	0.0060	0.0040	0.0017	0.0012	0.1500	0.0022	0.0008	0.0004	0.0061	0.0003	0.0013	0.0044	0.0234	2.9592	0.0016	0.0159	0.0019	3.1805
경북	0.0113	0.0223	0.2533	0.0021	0.0008	0.0055	0.0393	0.0007	0.0154	0.0101	0.0163	0.0044	0.0021	0.0015	4.7767	0.0222	0.0001	5.1840
경남	0.0065	0.2260	0.0261	0.0010	0.0025	0.0033	0.0283	0.0004	0.0061	0.0009	0.0029	0.0031	0.0073	0.0159	0.0218	5.7043	0.0003	6.0567
제주	0.0068	0.0020	0.0011	0.0011	0.0009	0.0004	0.0004	0.0001	0.0041	0.0003	0.0009	0.0004	0.0005	0.0019	0.0005	0.0010	1.7215	1.7439
계	20.8225	6.9374	5.2205	4.9826	3.3109	3.4811	2.2184	0.4103	22.3872	3.2698	3.1331	4.0666	3.6366	3.1673	5.1610	6.0509	1.7437	100.0000

<표 6- 6> 전국 기·종점 통행 비율 (KTDB)

(단위: %)

○	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	16.4158	0.0183	0.0151	0.5422	0.0106	0.0253	0.0055	0.0094	3.3868	0.0788	0.0492	0.0751	0.0192	0.0120	0.0218	0.0168	0.0153	20.7171
부산	0.0166	6.8321	0.0143	0.0030	0.0028	0.0035	0.0675	0.0004	0.0086	0.0014	0.0014	0.0019	0.0044	0.0106	0.0233	0.4380	0.0038	7.4336
대구	0.0150	0.0128	4.3994	0.0043	0.0013	0.0057	0.0069	0.0006	0.0101	0.0030	0.0044	0.0032	0.0019	0.0037	0.4778	0.0359	0.0020	4.9880
인천	0.4968	0.0029	0.0038	3.9021	0.0025	0.0053	0.0008	0.0010	0.5600	0.0081	0.0091	0.0183	0.0039	0.0027	0.0049	0.0025	0.0034	5.0309
광주	0.0100	0.0030	0.0015	0.0028	3.1238	0.0030	0.0003	0.0005	0.0079	0.0004	0.0014	0.0048	0.0323	0.3903	0.0013	0.0044	0.0014	3.5890
대전	0.0251	0.0036	0.0058	0.0061	0.0029	3.1086	0.0019	0.1007	0.0273	0.0038	0.1007	0.1357	0.0164	0.0028	0.0115	0.0050	0.0012	3.5592
울산	0.0055	0.0755	0.0070	0.0009	0.0003	0.0020	2.1996	0.0001	0.0030	0.0039	0.0009	0.0012	0.0012	0.0026	0.0759	0.0577	0.0006	2.4378
세종	0.0099	0.0005	0.0006	0.0012	0.0005	0.1007	0.0001	0.2424	0.0081	0.0003	0.0433	0.0375	0.0015	0.0006	0.0007	0.0007	0.0002	0.4488
경기	3.4114	0.0097	0.0101	0.5775	0.0082	0.0276	0.0031	0.0082	17.0169	0.0965	0.0745	0.1831	0.0183	0.0081	0.0204	0.0101	0.0067	21.4904
강원	0.0743	0.0013	0.0027	0.0086	0.0004	0.0035	0.0037	0.0004	0.0979	2.8946	0.0225	0.0016	0.0007	0.0002	0.0103	0.0009	0.0007	3.1243
충북	0.0502	0.0015	0.0044	0.0109	0.0015	0.1081	0.0008	0.0453	0.0774	0.0205	2.8350	0.0388	0.0079	0.0011	0.0182	0.0040	0.0015	3.2272
충남	0.0736	0.0021	0.0031	0.0241	0.0044	0.1396	0.0011	0.0379	0.1798	0.0015	0.0420	3.9048	0.0304	0.0043	0.0045	0.0032	0.0009	4.4571
전북	0.0184	0.0041	0.0021	0.0051	0.0320	0.0179	0.0013	0.0015	0.0178	0.0007	0.0079	0.0295	3.2006	0.0341	0.0027	0.0108	0.0008	3.3872
전남	0.0113	0.0102	0.0040	0.0030	0.1891	0.0029	0.0016	0.0005	0.0075	0.0002	0.0010	0.0040	0.0351	2.7043	0.0031	0.0199	0.0025	3.0002
경북	0.0206	0.0210	0.4708	0.0051	0.0013	0.0109	0.0772	0.0007	0.0190	0.0105	0.0178	0.0043	0.0027	0.0035	4.4017	0.0332	0.0009	5.1010
경남	0.0159	0.4323	0.0384	0.0027	0.0044	0.0047	0.0562	0.0010	0.0095	0.0007	0.0033	0.0030	0.0113	0.0208	0.0346	5.4569	0.0020	6.0978
제주	0.0152	0.0037	0.0019	0.0035	0.0013	0.0012	0.0006	0.0002	0.0067	0.0007	0.0014	0.0009	0.0007	0.0023	0.0009	0.0020	1.8672	1.9103
계	20.6884	7.4345	4.9852	5.1031	3.3874	3.5703	2.4284	0.4508	21.4442	3.1257	3.2157	4.4475	3.3884	3.2039	5.1137	6.1020	1.9109	100.0000

<표 6- 7> 전국 기·종점 통행 비율 (비교 결과)

(단위: %)

○	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
○	2.4709	-0.0097	-0.0082	-0.3307	-0.0056	-0.0112	-0.0031	-0.0049	-1.7158	-0.0427	-0.0276	-0.0406	-0.0083	-0.0062	-0.0109	-0.0101	-0.0063	0.2290
부산	-0.0080	-0.2260	-0.0051	-0.0017	-0.0018	-0.0017	-0.0274	-0.0001	-0.0030	-0.0004	0.0004	-0.0005	-0.0027	-0.0070	-0.0021	-0.2188	-0.0008	-0.5066
대구	-0.0082	-0.0035	0.4975	-0.0032	-0.0006	-0.0033	-0.0022	-0.0002	-0.0046	-0.0013	-0.0010	-0.0014	0.0000	-0.0021	-0.2429	-0.0111	-0.0005	0.2114
인천	-0.3109	-0.0020	-0.0029	0.4749	-0.0017	-0.0032	-0.0005	-0.0004	-0.2270	-0.0034	-0.0048	-0.0080	-0.0017	-0.0016	-0.0031	-0.0016	-0.0028	-0.1006
광주	-0.0050	-0.0020	-0.0008	-0.0018	-0.0033	-0.0014	-0.0001	-0.0002	-0.0037	-0.0001	-0.0005	-0.0020	-0.0151	-0.2520	-0.0005	-0.0023	-0.0004	-0.2913
대전	-0.0107	-0.0018	-0.0033	-0.0036	-0.0013	0.1570	-0.0013	-0.0685	-0.0120	-0.0020	-0.0579	-0.0639	-0.0048	-0.0008	-0.0064	-0.0019	-0.0011	-0.0844
울산	-0.0029	-0.0320	-0.0019	-0.0005	-0.0001	-0.0013	-0.1027	0.0000	-0.0012	-0.0033	0.0000	-0.0005	-0.0008	-0.0018	-0.0390	-0.0279	-0.0005	-0.2166
세종	-0.0052	-0.0002	-0.0002	-0.0006	-0.0002	-0.0669	-0.0001	0.0801	-0.0031	0.0001	-0.0208	-0.0172	-0.0001	-0.0002	0.0000	-0.0004	-0.0001	-0.0352
경기	-1.8447	-0.0046	-0.0044	-0.2205	-0.0041	-0.0128	-0.0015	-0.0035	3.0646	-0.0307	-0.0244	-0.0918	-0.0053	-0.0024	-0.0056	-0.0042	-0.0045	0.7995
강원	-0.0363	-0.0002	-0.0008	-0.0031	-0.0001	-0.0017	-0.0031	0.0000	-0.0292	0.2325	-0.0067	0.0008	0.0001	0.0001	-0.0001	0.0001	-0.0006	0.1517
충북	-0.0279	0.0006	-0.0006	-0.0061	-0.0006	-0.0645	0.0001	-0.0236	-0.0251	-0.0049	0.0850	-0.0169	-0.0030	0.0002	-0.0018	-0.0009	0.0003	-0.0898
충남	-0.0376	-0.0006	-0.0010	-0.0123	-0.0012	-0.0639	-0.0004	-0.0179	-0.0818	0.0008	-0.0190	-0.1412	0.0028	0.0010	0.0000	0.0002	-0.0008	-0.3728
전북	-0.0071	-0.0023	0.0000	-0.0025	-0.0140	-0.0061	-0.0009	-0.0002	-0.0041	0.0001	-0.0030	0.0023	0.3036	-0.0112	-0.0005	-0.0035	-0.0004	0.2501
전남	-0.0053	-0.0062	-0.0023	-0.0017	-0.0391	-0.0007	-0.0008	-0.0002	-0.0014	0.0001	0.0003	0.0003	-0.0116	0.2549	-0.0015	-0.0040	-0.0006	0.1803
경북	-0.0093	0.0014	-0.2175	-0.0030	-0.0005	-0.0054	-0.0379	0.0001	-0.0036	-0.0004	-0.0016	0.0001	-0.0006	-0.0020	0.3750	-0.0110	-0.0008	0.0830
경남	-0.0094	-0.2063	-0.0122	-0.0017	-0.0020	-0.0014	-0.0279	-0.0006	-0.0034	0.0002	-0.0004	0.0001	-0.0039	-0.0049	-0.0128	0.2474	-0.0017	-0.0412
제주	-0.0084	-0.0017	-0.0008	-0.0023	-0.0005	-0.0008	-0.0002	-0.0001	-0.0026	-0.0004	-0.0005	-0.0005	-0.0002	-0.0004	-0.0004	-0.0010	-0.1456	-0.1664
계	0.1341	-0.4971	0.2354	-0.1204	-0.0765	-0.0892	-0.2100	-0.0404	0.9430	0.1441	-0.0826	-0.3810	0.2482	-0.0365	0.0473	-0.0511	-0.1672	0.0000

주 : 모바일 자료 기반 통행 비율에서 KTDB 통행 비율을 뺀 값임

2. 파라미터 변화에 따른 통행 수요 변화

- 분석 조건에 따른 수요 변화를 확인하기 위해 시간대별, 요일별, 성별, 연령별, 월별 일평균 통행량을 산출함

- (주) KT 시장점유율은 미반영

가. 시간대별 통행량

- 시간대를 새벽(00:00~05:59), 오전(06:00~11:59), 오후(12:00~17:59), 저녁(18:00~23:59)으로 구분하여 지역별 유출량과 유입량을 비교함

<표 6- 8> 통행 유출량

(단위: 통행/일)

구분		새벽		오전		오후		저녁	
		0시~3시	3시~6시	6시~9시	9시~12시	12시~15시	15시~18시	18시~21시	21시~0시
서울	총	884,341	1,014,689	2,144,992	2,863,448	3,735,157	3,800,275	3,786,232	2,030,541
	N	201,646	153,835	347,757	739,390	974,682	1,128,858	1,125,147	436,703
	D	352,895	356,687	1,039,878	846,166	678,047	650,552	665,406	368,385
	X	329,800	504,167	757,357	1,277,892	2,082,427	2,020,865	1,995,679	1,225,453
부산	총	271,674	343,007	750,872	973,835	1,213,175	1,282,501	1,214,639	645,348
	N	60,427	49,198	125,669	236,293	299,232	369,728	315,101	131,135
	D	105,169	117,775	347,006	286,302	240,109	242,254	251,147	128,696
	X	106,079	176,034	278,198	451,240	673,835	670,519	648,392	385,517
대구	총	202,066	229,034	565,096	728,631	898,343	957,553	940,354	502,735
	N	42,762	32,943	89,195	172,238	219,620	267,117	242,918	97,611
	D	80,959	78,161	275,084	220,727	184,156	185,261	200,700	98,722
	X	78,345	117,930	200,817	335,666	494,567	505,174	496,736	306,402
인천	총	200,680	243,368	558,779	690,784	863,953	909,614	847,703	446,754
	N	45,643	36,535	93,450	170,280	216,015	269,177	232,556	96,661
	D	81,475	87,819	270,464	207,358	177,342	176,928	181,229	93,171
	X	73,563	119,014	194,864	313,146	470,596	463,510	433,918	256,922
광주	총	129,430	149,406	369,010	468,492	571,121	596,111	584,716	318,063
	N	27,127	21,295	56,943	109,499	136,582	164,425	140,597	61,452
	D	51,592	50,509	176,900	137,468	118,472	119,254	129,104	63,417
	X	50,711	77,602	135,167	221,526	316,067	312,433	315,015	193,193
대전	총	141,082	173,795	387,160	491,231	604,192	618,491	615,360	326,782
	N	30,526	24,052	60,896	119,436	145,497	172,097	157,156	66,065
	D	54,821	58,069	180,277	143,016	122,120	122,049	133,946	67,292
	X	55,736	91,674	145,987	228,779	336,575	324,345	324,258	193,426
울산	총	83,120	104,513	245,679	318,292	401,313	424,902	376,585	193,142
	N	19,691	15,090	46,918	83,262	103,317	133,300	100,021	41,623
	D	32,576	37,971	108,980	86,610	79,466	80,983	80,697	38,654
	X	30,853	51,452	89,781	148,419	218,530	210,619	195,867	112,865
세종	총	16,169	20,337	52,493	61,458	74,461	75,742	67,224	32,357
	N	3,817	3,173	9,268	16,831	19,304	24,421	19,912	8,004
	D	6,436	7,046	24,075	17,403	15,089	14,775	15,332	7,664
	X	5,916	10,119	19,150	27,223	40,067	36,545	31,979	16,690

주: 'N'은 저녁시간대 주체류지, 'D'는 낮시간대 주체류지, 'X'는 잠재활동지를 의미함

<표 6- 9> 통행 유출량 (계속)

(단위: 통행/일)

구분		새벽		오전		오후		저녁	
		0시~3시	3시~6시	6시~9시	9시~12시	12시~15시	15시~18시	18시~21시	21시~0시
경기	총	824,965	973,718	2,449,929	3,176,805	4,040,528	4,165,539	3,906,852	2,002,267
	N	186,237	145,910	407,583	792,610	991,737	1,217,206	1,073,475	427,094
	D	340,105	355,466	1,192,322	950,227	803,061	793,939	821,161	409,711
	X	298,623	472,342	850,023	1,433,969	2,245,730	2,154,395	2,012,216	1,165,462
강원	총	106,409	125,271	341,586	498,282	637,648	640,450	554,973	262,768
	N	24,857	20,360	62,793	120,353	141,836	174,232	136,368	55,855
	D	39,721	40,568	144,487	126,093	118,741	116,700	119,129	52,268
	X	41,830	64,343	134,306	251,836	377,072	349,518	299,477	154,646
충북	총	108,057	131,506	343,831	459,114	585,919	598,554	545,771	260,522
	N	26,118	21,225	66,292	119,287	144,713	179,090	153,011	59,930
	D	41,505	43,668	154,057	122,170	114,646	113,853	118,153	54,230
	X	40,434	66,613	123,482	217,658	326,560	305,611	274,607	146,362
충남	총	135,493	177,877	458,753	605,556	772,878	782,384	694,562	322,229
	N	31,945	27,884	90,539	158,567	188,587	236,153	191,380	74,320
	D	51,557	60,846	198,807	154,868	145,144	145,564	148,796	69,361
	X	51,992	89,147	169,407	292,121	439,147	400,667	354,386	178,549
전북	총	114,233	137,228	382,423	544,525	690,443	699,616	637,954	310,018
	N	25,780	21,551	68,896	132,178	159,381	194,816	158,207	62,609
	D	44,161	45,397	170,838	143,432	133,358	131,930	138,126	61,341
	X	44,292	70,280	142,689	268,915	397,703	372,870	341,621	186,067
전남	총	91,026	115,625	339,206	488,392	621,798	633,761	537,141	249,188
	N	21,774	19,685	69,199	123,194	145,433	182,777	137,407	54,848
	D	34,220	37,318	140,972	121,248	116,297	116,117	116,428	50,652
	X	35,032	58,622	129,035	243,950	360,068	334,866	283,307	143,689
경북	총	161,250	190,199	542,083	770,726	997,858	1,028,451	898,675	424,865
	N	39,523	31,883	109,248	200,464	245,349	305,563	249,329	97,299
	D	61,736	63,923	234,643	198,070	189,341	186,466	189,102	84,956
	X	59,991	94,392	198,191	372,191	563,168	536,422	460,244	242,610
경남	총	200,251	257,234	674,394	876,722	1,111,781	1,173,760	1,052,360	509,161
	N	47,764	39,455	131,987	230,391	282,177	366,552	293,581	113,017
	D	77,985	89,618	302,965	236,750	217,604	223,111	230,223	105,724
	X	74,502	128,161	239,442	409,580	612,000	584,096	528,556	290,420
제주	총	50,454	57,526	177,373	268,939	338,592	343,274	305,752	143,928
	N	10,302	8,016	29,035	57,481	70,983	88,110	68,117	25,836
	D	18,714	18,832	75,559	63,803	58,121	58,002	62,115	25,413
	X	21,438	30,678	72,779	147,654	209,488	197,162	175,521	92,679

주: 'N'은 저녁시간대 주체류지, 'D'는 낮시간대 주체류지, 'X'는 잠재활동지를 의미함

<표 6- 10> 통행 유입량

(단위: 통행/일)

구분		새벽		오전		오후		저녁	
		0시~3시	3시~6시	6시~9시	9시~12시	12시~15시	15시~18시	18시~21시	21시~0시
서울	총	583,776	832,687	1,830,500	2,623,876	3,347,240	3,478,807	4,305,061	3,116,731
	N	110,893	175,437	803,057	838,642	806,882	679,064	572,301	490,930
	D	212,998	268,717	388,862	450,841	620,152	928,757	1,547,413	1,553,012
	X	259,885	388,533	638,582	1,334,393	1,920,206	1,870,987	2,185,347	1,072,789
부산	총	180,909	284,665	612,672	853,678	1,107,364	1,232,006	1,433,560	1,003,029
	N	32,245	58,320	245,806	244,356	250,318	238,624	193,665	160,653
	D	63,644	88,080	138,991	166,823	226,876	360,736	532,618	479,940
	X	85,020	138,265	227,875	442,499	630,171	632,646	707,277	362,436
대구	총	134,722	187,881	448,134	630,166	823,874	932,881	1,110,711	781,005
	N	22,601	34,287	177,846	180,403	183,674	176,452	144,612	118,462
	D	47,450	62,534	103,058	123,209	172,659	277,232	420,785	379,946
	X	64,671	91,061	167,231	326,553	467,541	479,198	545,313	282,597
인천	총	133,928	197,505	442,754	598,677	785,082	881,955	1,039,666	741,782
	N	24,726	41,171	180,320	169,922	180,106	172,978	142,600	117,222
	D	48,396	63,502	97,408	117,751	168,482	269,298	419,160	375,565
	X	60,807	92,832	165,025	311,003	436,494	439,678	477,906	248,996
광주	총	86,954	122,225	291,848	405,119	528,680	586,817	696,750	483,799
	N	14,509	22,216	112,156	109,690	118,085	109,834	88,492	71,334
	D	30,175	40,208	67,895	79,761	113,177	175,783	257,577	231,909
	X	42,269	59,802	111,797	215,667	297,417	301,200	350,681	180,557
대전	총	94,472	144,875	311,864	431,049	558,992	597,137	723,274	504,592
	N	16,275	27,944	121,610	119,716	127,787	117,231	96,553	78,247
	D	33,197	44,784	72,861	84,225	117,228	176,746	265,169	238,060
	X	45,000	72,147	117,394	227,108	313,977	303,160	361,553	188,285
울산	총	54,319	84,249	210,783	272,807	363,760	413,352	446,315	298,796
	N	9,798	18,072	91,049	74,669	85,002	80,962	61,703	50,201
	D	19,613	25,744	40,704	51,923	75,850	129,123	167,965	141,657
	X	24,908	40,432	79,030	146,214	202,908	203,266	216,647	106,939
세종	총	10,572	15,730	43,601	52,807	67,085	69,381	81,817	55,272
	N	2,051	3,152	18,899	14,273	16,359	14,442	12,111	9,222
	D	3,702	4,832	8,752	10,530	14,371	21,962	32,343	26,076
	X	4,819	7,747	15,949	28,004	36,355	32,977	37,363	19,973

주: 'N'은 저녁시간대 주체류지, 'D'는 낮시간대 주체류지, 'X'는 잠재활동지를 의미함

<표 6- 11> 통행 유입량 (계속)

(단위: 통행/일)

구분		새벽		오전		오후		저녁	
		0시~3시	3시~6시	6시~9시	9시~12시	12시~15시	15시~18시	18시~21시	21시~0시
경 기	총	548,910	790,540	1,927,468	2,775,940	3,663,641	3,969,791	4,708,258	3,264,938
	N	97,096	159,670	789,031	789,918	839,122	789,234	652,742	517,438
	D	200,591	259,488	437,511	539,776	772,539	1,201,680	1,896,692	1,677,509
	X	251,223	371,383	700,925	1,446,246	2,051,980	1,978,877	2,158,824	1,069,992
강 원	총	71,108	101,911	278,601	431,504	588,727	620,664	660,418	407,519
	N	13,160	19,903	104,577	109,653	126,431	121,029	94,343	69,017
	D	24,397	31,731	62,629	84,341	118,126	179,231	234,716	181,187
	X	33,551	50,277	111,395	237,510	344,170	320,405	331,359	157,316
충 북	총	72,962	108,281	288,967	402,438	540,305	570,925	642,298	402,365
	N	13,874	22,477	120,647	109,300	125,934	119,490	96,707	70,172
	D	25,553	34,454	62,310	80,218	114,598	173,637	245,784	188,368
	X	33,536	51,350	106,010	212,920	299,774	277,798	299,806	143,824
충 남	총	92,060	144,366	393,811	535,520	711,887	739,601	811,407	501,167
	N	17,319	30,202	164,846	142,568	165,110	153,487	122,110	85,920
	D	32,269	44,507	83,098	105,691	147,286	223,191	308,296	231,860
	X	42,472	69,657	145,867	287,261	399,490	362,922	381,001	183,387
전 북	총	76,377	111,302	312,892	472,455	640,215	673,203	753,810	475,077
	N	13,564	21,216	121,279	120,957	141,479	132,175	105,318	77,486
	D	26,366	36,034	70,786	92,676	132,803	198,817	276,792	221,601
	X	36,447	54,053	120,827	258,822	365,933	342,211	371,700	175,990
전 남	총	61,954	93,560	289,904	429,320	577,545	599,039	629,256	379,822
	N	11,638	19,091	114,839	109,519	129,247	123,861	96,112	67,130
	D	21,092	29,543	62,563	85,207	119,035	175,886	228,764	172,838
	X	29,225	44,927	112,503	234,594	329,263	299,292	304,379	139,854
경 북	총	108,124	155,818	466,170	676,229	917,405	968,917	1,043,465	650,396
	N	20,569	32,656	194,755	182,998	210,395	201,697	160,301	116,322
	D	38,268	49,169	97,591	132,305	188,083	286,345	389,038	300,830
	X	49,288	73,993	173,824	360,927	518,928	480,875	494,126	233,243
경 남	총	133,703	211,381	567,940	761,494	1,018,801	1,120,317	1,246,698	788,626
	N	24,991	44,865	244,053	209,322	236,507	230,484	181,407	135,875
	D	47,778	65,860	118,188	152,298	217,195	350,149	484,450	376,448
	X	60,934	100,656	205,699	399,874	565,099	539,684	580,842	276,303
제 주	총	33,076	46,335	137,316	227,791	312,625	330,992	371,750	225,805
	N	5,268	8,395	49,960	53,483	62,547	56,329	43,285	31,970
	D	11,638	14,864	28,240	40,142	57,842	91,485	127,770	101,651
	X	16,169	23,076	59,116	134,166	192,236	183,179	200,694	92,184

주: 'N'은 저녁시간대 주체류지, 'D'는 낮시간대 주체류지, 'X'는 잠재활동지를 의미함

나. 요일별 통행량

- 요일별 통행량을 분석 기간의 요일별 총 일수로 나누어 요일별 일평균 통행량(유출량, 유입량)을 지역별로 구분하여 산출함
 - 월요일(56일), 화요일(56일), 수요일(56일), 목요일(56일), 금요일(55일)³⁾, 토요일(55일), 일요일(54일)⁴⁾

<표 6- 12> 요일별 통행량

(단위: 천통행/일)

일평균		월		화		수		목		금		토		일	
		유출	유입	유출	유입	유출	유입	유출	유입	유출	유입	유출	유입	유출	유입
서울	총	18,887	18,714	19,572	19,404	19,852	19,687	20,049	19,888	20,379	20,247	18,382	18,273	16,240	16,245
	D	5,497	4,745	5,814	5,001	5,805	5,029	5,916	5,103	5,894	5,067	3,726	3,526	2,994	3,064
	N	5,298	6,428	5,393	6,523	5,395	6,462	5,387	6,477	5,503	6,326	5,582	6,121	5,068	5,904
	X	9,589	9,038	9,838	9,353	9,881	9,426	9,981	9,543	10,136	10,007	10,388	9,941	9,555	8,654
부산	총	6,167	6,174	6,346	6,360	6,409	6,423	6,506	6,520	6,622	6,643	6,337	6,348	5,650	5,652
	D	1,680	1,494	1,760	1,564	1,756	1,563	1,792	1,591	1,787	1,579	1,334	1,251	1,053	1,073
	N	1,824	2,197	1,858	2,225	1,856	2,207	1,872	2,227	1,902	2,189	1,930	2,122	1,751	2,016
	X	3,430	3,251	3,478	3,320	3,428	3,283	3,474	3,335	3,531	3,473	3,719	3,621	3,510	3,227
대구	총	4,630	4,649	4,728	4,755	4,807	4,832	4,837	4,863	4,994	5,027	4,870	4,871	4,185	4,215
	D	1,244	1,102	1,295	1,145	1,293	1,147	1,313	1,160	1,320	1,161	1,004	934	757	773
	N	1,397	1,684	1,418	1,702	1,423	1,695	1,423	1,701	1,455	1,679	1,499	1,641	1,326	1,528
	X	2,668	2,543	2,679	2,571	2,652	2,551	2,660	2,562	2,744	2,713	2,931	2,860	2,690	2,502
인천	총	4,373	4,430	4,467	4,528	4,552	4,615	4,594	4,657	4,702	4,763	4,527	4,575	4,086	4,118
	D	1,227	1,082	1,283	1,124	1,285	1,128	1,306	1,142	1,310	1,140	973	910	783	797
	N	1,333	1,636	1,352	1,660	1,357	1,656	1,370	1,674	1,397	1,640	1,434	1,591	1,309	1,522
	X	2,311	2,209	2,319	2,232	2,320	2,241	2,329	2,253	2,379	2,368	2,542	2,496	2,437	2,242
광주	총	2,952	2,964	3,019	3,035	3,064	3,078	3,090	3,105	3,147	3,166	3,025	3,025	2,698	2,720
	D	767	686	801	715	801	717	816	727	811	719	603	567	484	492
	N	891	1,055	903	1,066	907	1,063	908	1,064	925	1,048	949	1,026	869	990
	X	1,758	1,687	1,771	1,711	1,738	1,681	1,745	1,692	1,769	1,756	1,840	1,798	1,728	1,620
대전	총	3,123	3,131	3,226	3,235	3,236	3,242	3,255	3,264	3,353	3,357	3,087	3,080	2,775	2,797
	D	834	750	878	788	867	787	882	790	888	792	619	591	510	524
	N	939	1,110	962	1,130	959	1,109	954	1,116	986	1,107	968	1,043	887	1,016
	X	1,715	1,636	1,747	1,678	1,711	1,649	1,721	1,659	1,762	1,741	1,797	1,744	1,687	1,567
울산	총	1,978	1,977	2,069	2,064	2,078	2,073	2,107	2,102	2,146	2,134	1,994	1,983	1,750	1,768
	D	567	490	604	520	599	515	611	524	610	520	458	416	354	355
	N	574	693	594	709	590	702	594	707	608	696	613	667	549	638
	X	968	925	1,001	965	999	966	1,013	982	1,030	1,021	1,037	1,014	971	899
세종	총	377	375	396	392	398	393	402	396	405	395	353	347	313	318
	D	111	96	119	102	118	102	120	103	119	100	79	72	65	65
	N	112	130	116	134	118	133	118	134	120	130	113	117	101	115
	X	2,180	2,175	2,140	2,136	1,829	1,825	1,816	1,812	1,706	1,705	1,678	1,675	1,675	1,667

주: 'N'은 저녁시간대 주체류지, 'D'는 낮시간대 주체류지, 'X'는 잠재활동지를 의미함

3) 56일에서 이상데이터 1일 제외

4) 55일에서 이상데이터 1일 제외

<표 6- 13> 요일별 통행량 (계속)

(단위: 천통행/일)

일평균		월		화		수		목		금		토		일	
		유출	유입	유출	유입	유출	유입	유출	유입	유출	유입	유출	유입	유출	유입
경기	총	19,826	19,965	20,391	20,521	20,750	20,867	20,942	21,058	21,413	21,494	20,226	20,241	18,186	18,288
	D	5,578	4,902	5,857	5,108	5,866	5,131	5,966	5,197	5,973	5,174	4,231	3,967	3,380	3,461
	N	5,945	7,364	6,052	7,479	6,081	7,460	6,113	7,514	6,253	7,366	6,342	7,076	5,748	6,793
	X	9,530	8,927	9,677	9,130	9,815	9,288	9,912	9,396	10,153	9,918	10,824	10,369	10,309	9,285
강원	총	2,880	2,871	2,950	2,943	3,003	3,000	3,054	3,052	3,108	3,119	3,067	3,095	2,795	2,730
	D	767	685	806	715	813	722	827	731	823	720	606	568	517	514
	N	816	983	835	1,004	839	1,003	851	1,016	864	996	845	937	767	897
	X	1,719	1,624	1,718	1,633	1,700	1,624	1,732	1,661	1,757	1,739	1,977	1,951	1,872	1,681
충북	총	2,813	2,813	2,913	2,908	2,929	2,924	2,960	2,955	3,037	3,029	2,796	2,797	2,520	2,510
	D	811	711	853	744	849	746	863	750	866	747	620	575	505	511
	N	815	995	837	1,015	837	1,001	840	1,012	864	1,000	834	918	755	883
	X	1,688	1,608	1,713	1,640	1,659	1,594	1,677	1,612	1,698	1,674	1,752	1,714	1,680	1,536
충남	총	3,663	3,652	3,794	3,775	3,811	3,792	3,854	3,834	3,924	3,900	3,638	3,638	3,288	3,253
	D	1,054	926	1,110	970	1,102	969	1,121	976	1,122	969	804	743	657	657
	N	1,049	1,274	1,080	1,300	1,076	1,280	1,081	1,295	1,107	1,273	1,061	1,169	964	1,127
	X	2,052	1,944	2,084	1,984	2,040	1,950	2,065	1,976	2,085	2,048	2,191	2,144	2,096	1,898
전북	총	3,241	3,238	3,319	3,319	3,363	3,365	3,402	3,404	3,464	3,469	3,322	3,335	3,021	2,996
	D	871	773	911	803	912	806	926	815	923	807	677	634	556	563
	N	933	1,134	948	1,149	950	1,143	955	1,151	975	1,132	973	1,080	896	1,045
	X	1,869	1,764	1,881	1,787	1,861	1,776	1,890	1,807	1,918	1,881	2,053	2,001	1,958	1,778
전남	총	2,829	2,814	2,900	2,885	2,939	2,928	2,994	2,980	3,023	3,009	2,909	2,918	2,666	2,626
	D	788	699	825	727	829	732	844	743	836	729	619	579	515	517
	N	791	963	803	976	806	973	819	986	830	965	821	917	755	885
	X	1,851	1,754	1,858	1,768	1,802	1,722	1,840	1,760	1,841	1,799	1,977	1,930	1,910	1,737
경북	총	4,599	4,575	4,736	4,709	4,779	4,755	4,868	4,840	4,975	4,947	4,767	4,773	4,236	4,185
	D	1,337	1,166	1,399	1,214	1,398	1,213	1,424	1,232	1,423	1,222	1,076	987	844	846
	N	1,303	1,597	1,330	1,622	1,326	1,609	1,343	1,629	1,366	1,598	1,357	1,517	1,208	1,424
	X	2,716	2,569	2,745	2,611	2,683	2,561	2,740	2,619	2,788	2,727	2,979	2,914	2,837	2,568
경남	총	5,373	5,369	5,567	5,561	5,630	5,625	5,702	5,695	5,799	5,790	5,549	5,549	4,925	4,914
	D	1,575	1,359	1,662	1,431	1,656	1,427	1,689	1,450	1,685	1,437	1,265	1,153	978	982
	N	1,558	1,920	1,604	1,958	1,607	1,947	1,617	1,965	1,651	1,935	1,673	1,849	1,490	1,751
	X	2,629	2,479	2,681	2,552	2,691	2,576	2,732	2,617	2,779	2,733	2,982	2,918	2,846	2,572
제주	총	1,546	1,545	1,573	1,573	1,598	1,598	1,628	1,629	1,654	1,654	1,613	1,614	1,485	1,483
	D	373	323	388	334	389	337	399	344	395	339	308	283	261	253
	N	414	511	419	517	421	515	428	523	431	512	441	505	411	484
	X	9,857	9,809	9,679	9,634	8,280	8,238	8,219	8,180	7,802	7,777	7,676	7,640	7,625	7,558

주: 'N'은 저녁시간대 주체류지, 'D'는 낮시간대 주체류지, 'X'는 잠재활동지를 의미함

다. 연령별 통행량

- 1~110세까지 10년 단위로 연령을 구분하여 지역별 일평균 통행량을 산출함

<표 6- 14> 통행 유출량

(단위: 통행/일)

일평균		1 ~9세	10 ~19세	20 ~29세	30 ~39세	40 ~49세	50 ~59세	60 ~69세	70 ~79세	80 ~89세	90 ~ 99세	100 ~110세
서울	총	64,952	1,387,641	4,123,549	4,184,079	3,568,169	3,045,024	1,639,767	536,434	89,186	5,347	168
	D	13,831	290,035	1,025,588	1,096,624	925,636	778,242	398,567	128,079	22,154	1,361	40
	N	16,059	343,441	934,901	1,026,363	886,116	760,085	416,568	134,140	22,430	1,340	37
	X	35,061	754,164	2,163,060	2,061,092	1,756,416	1,506,695	824,633	274,215	44,601	2,646	91
부산	총	34,903	546,487	1,134,334	1,141,812	1,215,899	1,240,797	634,570	182,818	29,230	1,931	29
	D	7,446	114,917	265,078	272,695	292,112	302,866	150,875	43,330	6,886	480	6
	N	8,731	139,590	277,571	296,716	316,113	322,442	165,946	47,084	7,454	519	7
	X	18,727	291,980	591,685	572,400	607,675	615,488	317,750	92,404	14,890	931	15
대구	총	32,372	472,999	839,683	827,838	991,685	908,006	391,869	117,800	23,893	1,593	54
	D	6,621	99,003	195,699	194,731	233,207	214,223	88,735	26,063	5,411	355	14
	N	8,047	124,011	212,157	220,881	266,881	241,771	103,104	30,282	6,090	430	16
	X	17,704	249,985	431,827	412,226	491,597	452,012	200,031	61,455	12,392	809	24
인천	총	41,510	400,013	788,186	881,844	911,016	870,590	363,900	103,523	18,933	1,248	32
	D	9,703	90,145	187,007	213,841	226,064	218,129	88,032	25,144	4,725	303	5
	N	10,752	107,583	213,120	244,270	243,446	226,179	93,956	26,808	4,976	331	8
	X	21,054	202,285	388,060	423,733	441,505	426,282	181,912	51,571	9,232	614	18
광주	총	21,071	323,648	553,780	536,551	627,851	535,153	225,744	78,983	18,641	1,255	45
	D	4,480	66,197	126,918	123,941	143,286	120,691	49,900	17,773	4,155	257	12
	N	5,415	86,208	139,673	143,849	170,810	144,145	60,280	20,758	4,934	336	14
	X	11,176	171,242	287,190	268,761	313,755	270,317	115,563	40,453	9,552	662	19
대전	총	17,686	294,633	622,213	602,758	641,361	568,614	248,698	71,612	14,903	1,107	26
	D	3,664	61,232	146,029	143,510	149,560	130,509	55,755	16,150	3,391	250	4
	N	4,347	76,029	156,664	160,156	171,179	151,018	65,879	18,742	3,898	292	7
	X	9,675	157,372	319,520	299,092	320,621	287,086	127,064	36,720	7,614	565	15
울산	총	15,856	174,046	317,147	386,859	446,777	425,695	164,014	36,377	6,797	383	1
	D	3,593	38,978	80,660	100,516	115,386	108,221	40,154	8,744	1,596	83	0
	N	4,016	46,434	79,697	98,765	113,642	107,212	41,242	9,233	1,665	84	0
	X	8,247	88,635	156,790	187,578	217,748	210,261	82,619	18,400	3,537	215	1
세종	총	3,551	30,332	58,052	83,039	85,417	67,460	28,882	7,629	1,724	137	1
	D	768	6,985	16,009	21,967	22,098	18,034	7,419	1,888	445	21	0
	N	945	8,510	15,124	23,686	22,874	17,132	7,620	2,073	430	39	0
	X	1,838	14,838	26,918	37,385	40,445	32,294	13,842	3,668	849	77	1

주: 'N'은 저녁시간대 주체류지, 'D'는 낮시간대 주체류지, 'X'는 잠재활동지를 의미함

<표 6- 15> 통행 유출량 (계속)

(단위: 통행/일)

일평균		1 ~9세	10 ~19세	20 ~29세	30 ~39세	40 ~49세	50 ~59세	60 ~69세	70 ~79세	80 ~89세	90 ~ 99세	100 ~110세
경 기	총	143,801	1,788,399	3,461,212	4,035,094	4,371,698	3,840,347	1,595,920	492,424	88,259	5,238	202
	D	32,925	402,501	835,080	990,499	1,075,578	949,248	379,123	115,999	21,688	1,245	46
	N	35,957	474,641	922,512	1,085,342	1,151,816	978,817	404,464	125,579	22,664	1,348	54
	X	74,919	911,257	1,703,620	1,959,253	2,144,305	1,912,283	812,333	250,846	43,906	2,645	102
강 원	총	23,674	280,433	467,743	475,600	638,271	650,157	275,319	87,983	16,116	1,100	37
	D	4,713	59,462	109,724	111,000	150,840	152,847	62,663	20,162	3,725	224	12
	N	5,383	67,888	109,391	112,089	153,127	156,496	65,972	21,309	3,939	257	11
	X	13,579	153,082	248,629	252,512	334,304	340,813	146,685	46,512	8,452	620	14
충 북	총	25,641	259,813	473,894	491,492	616,701	594,633	243,355	69,908	14,592	882	26
	D	5,762	59,182	122,524	129,036	159,292	149,515	58,780	16,648	3,525	211	4
	N	6,233	66,857	118,553	124,095	153,817	147,227	60,751	17,475	3,783	221	7
	X	13,647	133,774	232,817	238,361	303,592	297,891	123,824	35,785	7,284	450	14
충 남	총	27,621	323,724	582,514	677,797	815,241	774,326	321,672	89,193	19,969	1,377	12
	D	6,001	72,802	149,877	176,847	208,193	196,388	78,838	21,731	4,884	334	4
	N	6,654	80,400	142,523	167,089	199,631	190,501	80,533	22,268	5,056	327	1
	X	14,966	170,522	290,114	333,862	407,417	387,438	162,301	45,194	10,029	716	8
전 북	총	22,862	328,823	510,238	543,218	716,820	678,981	305,393	99,733	26,646	2,188	98
	D	4,822	70,929	118,764	130,558	171,021	160,517	69,149	22,987	6,038	484	19
	N	5,434	82,054	122,306	135,211	177,067	167,431	76,271	25,064	6,676	569	27
	X	12,605	175,840	269,167	277,449	368,733	351,032	159,973	51,682	13,932	1,135	52
전 남	총	23,153	264,260	368,388	485,365	659,231	642,461	276,168	87,612	21,065	1,389	68
	D	5,110	61,141	91,208	121,903	163,351	157,223	64,954	20,861	5,143	322	22
	N	5,395	65,825	86,636	115,909	155,834	150,500	66,059	21,203	5,172	331	18
	X	12,648	137,293	190,545	247,552	340,046	334,738	145,155	45,548	10,749	737	27
경 북	총	38,241	424,832	677,915	788,376	1,072,265	1,038,238	432,682	112,829	25,382	1,870	37
	D	8,212	98,380	175,450	207,135	277,488	265,418	105,838	26,909	6,064	453	7
	N	8,916	106,510	162,403	191,852	256,897	245,153	104,135	27,089	6,194	446	11
	X	21,113	219,943	340,062	389,390	537,880	527,668	222,709	58,832	13,124	971	19
경 남	총	43,490	498,341	778,907	1,017,036	1,263,368	1,172,190	473,514	119,061	23,101	1,327	2
	D	9,696	116,448	201,716	267,548	329,163	303,076	117,990	29,140	5,667	311	0
	N	10,705	131,040	196,144	260,023	320,118	292,396	118,591	29,813	5,782	330	0
	X	23,089	250,853	381,048	489,465	614,087	576,718	236,932	60,108	11,652	687	2
제 주	총	7,547	139,796	239,716	300,818	381,967	322,188	117,956	31,992	7,115	648	2
	D	1,370	26,115	49,140	63,963	84,259	70,330	24,342	6,707	1,487	110	0
	N	1,499	31,185	50,507	66,814	88,775	74,342	26,950	7,364	1,624	145	0
	X	4,679	82,495	140,068	170,041	208,933	177,516	66,664	17,921	4,004	392	2

주: 'N'은 저녁시간대 주체류지, 'D'는 낮시간대 주체류지, 'X'는 잠재활동지를 의미함

<표 6- 16> 통행 유입량

(단위: 통행/일)

일평균		1 ~9세	10 ~19세	20 ~29세	30 ~39세	40 ~49세	50 ~59세	60 ~69세	70 ~79세	80 ~89세	90 ~ 99세	100 ~110세
서울	총	64,579	1,380,410	4,088,355	4,150,860	3,541,159	3,030,631	1,633,460	532,690	88,591	5,311	166
	D	14,120	267,740	873,100	931,953	798,003	679,746	379,246	132,537	22,989	1,317	37
	N	21,532	426,414	1,097,374	1,219,492	1,067,288	941,084	513,139	166,745	27,392	1,610	47
	X	28,927	686,255	2,117,882	1,999,416	1,675,869	1,409,801	741,075	233,407	38,210	2,384	82
부산	총	34,858	545,421	1,133,689	1,143,533	1,218,756	1,246,371	637,307	183,207	29,277	1,933	29
	D	7,399	104,165	236,844	241,990	255,889	266,694	144,173	44,967	7,073	475	6
	N	11,581	172,612	317,327	344,898	378,129	395,870	204,100	58,196	9,092	607	8
	X	15,878	268,644	579,518	556,645	584,738	583,807	289,034	80,044	13,113	851	14
대구	총	32,348	473,119	841,949	830,713	998,640	916,490	394,244	118,208	23,977	1,597	53
	D	6,512	88,069	174,212	173,207	202,939	187,452	84,658	26,878	5,427	337	13
	N	10,838	154,600	242,164	255,650	319,455	298,441	127,785	37,667	7,457	506	18
	X	14,999	230,450	425,573	401,856	476,246	430,598	181,801	53,664	11,093	755	22
인천	총	41,696	402,549	800,869	895,287	922,796	880,202	367,236	104,362	19,098	1,255	32
	D	9,764	80,886	166,072	189,052	194,715	188,693	83,540	26,002	4,827	290	5
	N	14,313	135,728	249,107	289,361	299,696	285,245	118,353	33,917	6,153	401	9
	X	17,618	185,934	385,690	416,873	428,385	406,264	165,344	44,444	8,118	564	17
광주	총	21,080	323,442	554,643	538,909	632,520	540,304	227,225	79,383	18,732	1,262	45
	D	4,339	59,183	113,705	110,247	126,074	107,652	48,463	18,179	4,145	250	11
	N	7,097	104,342	156,984	165,687	201,963	174,546	72,799	25,175	5,865	402	15
	X	9,644	159,918	283,954	262,975	304,483	258,106	106,963	36,029	8,722	611	18
대전	총	17,638	293,844	622,181	603,758	644,038	572,155	249,784	71,759	14,940	1,108	26
	D	3,654	57,199	131,856	128,367	133,011	117,480	54,383	16,800	3,422	245	4
	N	5,711	90,484	175,979	183,692	201,813	182,020	79,248	22,640	4,651	339	9
	X	8,272	146,160	314,346	291,698	309,214	272,655	116,152	32,319	6,867	524	13
울산	총	15,871	174,370	317,130	386,069	445,795	424,871	163,657	36,292	6,788	383	1
	D	3,529	34,981	69,844	86,537	98,010	92,509	37,469	8,697	1,546	84	0
	N	5,335	56,062	90,932	115,848	135,885	130,832	50,956	11,375	2,035	106	0
	X	7,008	83,328	156,354	183,685	211,901	201,530	75,232	16,219	3,208	193	1
세종	총	3,565	30,447	57,350	82,793	84,609	66,011	28,526	7,605	1,697	138	1
	D	727	6,298	13,888	18,992	18,515	15,184	6,800	1,856	424	21	0
	N	1,146	9,814	16,613	26,379	26,344	20,046	8,789	2,393	494	45	0
	X	1,692	14,335	26,849	37,422	39,751	30,780	12,936	3,357	780	72	1

주: 'N'은 저녁시간대 주체류지, 'D'는 낮시간대 주체류지, 'X'는 잠재활동지를 의미함

<표 6- 17> 통행 유입량 (계속)

(단위: 통행/일)

일평균		1 ~9세	10 ~19세	20 ~29세	30 ~39세	40 ~49세	50 ~59세	60 ~69세	70 ~79세	80 ~89세	90 ~ 99세	100 ~110세
경 기	총	143,944	1,795,084	3,490,058	4,058,751	4,391,478	3,851,613	1,601,635	496,037	88,766	5,268	204
	D	33,038	362,241	734,485	863,041	925,055	824,407	362,797	121,822	22,458	1,210	43
	N	49,078	602,698	1,088,318	1,307,648	1,422,521	1,243,653	514,094	160,093	28,386	1,688	64
	X	61,829	830,145	1,667,255	1,888,062	2,043,902	1,783,553	724,744	214,122	37,922	2,370	97
강 원	총	23,659	279,842	466,659	474,863	637,020	648,090	274,366	87,743	16,092	1,100	37
	D	4,487	51,811	97,874	97,241	129,952	136,172	61,113	21,025	3,774	225	10
	N	7,771	86,214	124,473	132,625	185,550	191,543	81,773	26,780	4,864	309	13
	X	11,401	141,817	244,313	244,997	321,518	320,374	131,480	39,937	7,453	566	14
충 북	총	25,701	259,925	473,527	490,771	615,375	593,084	242,705	69,824	14,574	876	26
	D	5,607	53,255	107,921	111,398	135,083	130,899	56,571	17,179	3,507	205	5
	N	8,587	83,002	136,150	147,644	188,031	182,895	75,521	21,819	4,595	263	9
	X	11,507	123,668	229,457	231,728	292,261	279,320	110,614	30,826	6,471	409	13
충 남	총	27,603	322,727	579,285	674,683	810,792	769,661	320,070	88,770	19,908	1,372	11
	D	5,754	64,036	131,664	153,397	178,396	172,512	75,870	22,127	4,813	322	3
	N	9,103	101,626	163,592	197,382	241,348	233,636	98,740	27,512	6,182	402	1
	X	12,746	157,064	284,029	323,904	391,048	363,512	145,460	39,130	8,913	648	7
전 북	총	22,873	328,809	510,112	543,258	716,685	678,366	305,085	99,662	26,657	2,192	98
	D	4,584	62,052	105,772	114,301	147,145	141,703	67,397	23,483	5,923	453	20
	N	7,521	104,214	141,333	160,531	216,196	207,078	94,158	31,097	8,202	691	31
	X	10,769	162,543	263,006	268,426	353,344	329,585	143,529	45,082	12,532	1,048	46
전 남	총	23,156	264,519	367,358	483,138	654,937	637,145	274,459	87,158	20,979	1,383	68
	D	4,745	52,844	80,122	106,348	141,245	139,980	63,617	21,485	5,058	308	21
	N	7,805	84,871	100,811	138,171	189,517	185,191	81,528	26,650	6,396	414	22
	X	10,606	126,804	186,426	238,619	324,176	311,974	129,315	39,024	9,525	660	26
경 북	총	38,262	424,650	675,108	784,948	1,065,039	1,029,352	430,152	112,414	25,302	1,868	39
	D	7,922	85,840	152,597	178,439	235,307	230,861	101,872	27,621	5,974	431	7
	N	12,657	135,825	188,957	229,307	313,715	305,599	130,959	34,502	7,722	557	15
	X	17,683	202,985	333,554	377,203	516,016	492,892	197,321	50,291	11,606	880	17
경 남	총	43,547	499,344	779,457	1,016,472	1,262,152	1,168,395	471,559	118,806	23,057	1,326	2
	D	9,632	103,519	175,195	228,913	277,220	260,431	111,578	29,513	5,557	303	0
	N	14,545	163,792	229,395	311,310	392,119	363,289	146,410	37,082	7,115	403	0
	X	19,370	232,033	374,866	476,249	592,813	544,674	213,572	52,211	10,385	620	2
제 주	총	7,551	139,717	239,740	300,770	381,943	322,119	117,954	31,992	7,116	648	2
	D	1,315	22,283	42,427	55,211	71,701	60,847	23,268	6,800	1,427	103	0
	N	2,335	42,977	59,192	81,119	110,047	93,323	34,047	9,385	2,055	179	0
	X	3,902	74,457	138,121	164,440	200,195	167,949	60,639	15,808	3,634	367	2

주: 'N'은 저녁시간대 주체류지, 'D'는 낮시간대 주체류지, 'X'는 잠재활동지를 의미함

라. 성별 통행량

- 여성과 남성의 지역별 트립타입별 일평균 통행량과 비율을 산출함

<표 6- 18> 성별 통행량 (통행유출량)

(단위: 통행/일, %)

유출		낮시간대 주체류지		저녁시간대 주체류지		잠재활동지		계	
		통행량	비율	통행량	비율	통행량	비율	통행량	비율
서울	전체	5,108,018	100.0%	4,958,017	100.0%	10,193,641	100.0%	20,259,676	100.0%
	남성	2,466,996	48.3%	2,386,238	48.1%	5,090,244	49.9%	9,943,477	49.1%
	여성	2,641,022	51.7%	2,571,779	51.9%	5,103,397	50.1%	10,316,199	50.9%
부산	전체	1,586,782	100.0%	1,718,458	100.0%	3,389,813	100.0%	6,695,053	100.0%
	남성	766,127	48.3%	836,539	48.7%	1,716,465	50.6%	3,319,131	49.6%
	여성	820,655	51.7%	881,919	51.3%	1,673,348	49.4%	3,375,922	50.4%
대구	전체	1,164,403	100.0%	1,323,771	100.0%	2,535,637	100.0%	5,023,811	100.0%
	남성	568,395	48.8%	652,848	49.3%	1,284,855	50.7%	2,506,098	49.9%
	여성	596,008	51.2%	670,924	50.7%	1,250,782	49.3%	2,517,713	50.1%
인천	전체	1,160,318	100.0%	1,275,784	100.0%	2,325,532	100.0%	4,761,635	100.0%
	남성	576,298	49.7%	631,466	49.5%	1,212,845	52.2%	2,420,609	50.8%
	여성	584,020	50.3%	644,319	50.5%	1,112,687	47.8%	2,341,026	49.2%
광주	전체	717,920	100.0%	846,714	100.0%	1,621,714	100.0%	3,186,349	100.0%
	남성	350,196	48.8%	418,153	49.4%	829,148	51.1%	1,597,498	50.1%
	여성	367,724	51.2%	428,561	50.6%	792,565	48.9%	1,588,851	49.9%
대전	전체	775,723	100.0%	881,591	100.0%	1,700,780	100.0%	3,358,094	100.0%
	남성	382,016	49.2%	439,175	49.8%	879,349	51.7%	1,700,540	50.6%
	여성	393,707	50.8%	442,415	50.2%	821,431	48.3%	1,657,553	49.4%
울산	전체	543,222	100.0%	545,939	100.0%	1,058,385	100.0%	2,147,546	100.0%
	남성	294,356	54.2%	286,672	52.5%	583,086	55.1%	1,164,115	54.2%
	여성	248,866	45.8%	259,267	47.5%	475,299	44.9%	983,431	45.8%
세종	전체	104,729	100.0%	107,820	100.0%	187,690	100.0%	400,239	100.0%
	남성	57,106	54.5%	57,143	53.0%	105,337	56.1%	219,586	54.9%
	여성	47,624	45.5%	50,677	47.0%	82,352	43.9%	180,653	45.1%

<표 6- 19> 성별 통행량 (통행유출량)

(단위: 통행/일, %)

유출		낮시간대 주체류지		저녁시간대 주체류지		잠재활동지		계	
		통행량	비율	통행량	비율	통행량	비율	통행량	비율
경기	전체	5,241,852	100.0%	5,665,991	100.0%	10,632,759	100.0%	21,540,602	100.0%
	남성	2,673,544	51.0%	2,857,352	50.4%	5,608,605	52.7%	11,139,502	51.7%
	여성	2,568,308	49.0%	2,808,639	49.6%	5,024,153	47.3%	10,401,101	48.3%
강원	전체	736,654	100.0%	757,707	100.0%	1,673,027	100.0%	3,167,388	100.0%
	남성	398,032	54.0%	409,757	54.1%	918,929	54.9%	1,726,719	54.5%
	여성	338,622	46.0%	347,949	45.9%	754,098	45.1%	1,440,669	45.5%
충북	전체	769,666	100.0%	762,282	100.0%	1,501,327	100.0%	3,033,274	100.0%
	남성	415,099	53.9%	407,277	53.4%	829,530	55.3%	1,651,907	54.5%
	여성	354,566	46.1%	355,004	46.6%	671,797	44.7%	1,381,367	45.5%
충남	전체	999,373	100.0%	974,943	100.0%	1,975,417	100.0%	3,949,733	100.0%
	남성	563,161	56.4%	540,626	55.5%	1,126,963	57.0%	2,230,751	56.5%
	여성	436,212	43.6%	434,316	44.5%	848,454	43.0%	1,718,982	43.5%
전북	전체	823,418	100.0%	868,584	100.0%	1,824,437	100.0%	3,516,439	100.0%
	남성	431,295	52.4%	453,697	52.2%	985,520	54.0%	1,870,513	53.2%
	여성	392,123	47.6%	414,887	47.8%	838,917	46.0%	1,645,926	46.8%
전남	전체	754,316	100.0%	733,253	100.0%	1,588,568	100.0%	3,076,137	100.0%
	남성	414,097	54.9%	398,840	54.4%	894,618	56.3%	1,707,556	55.5%
	여성	340,219	45.1%	334,413	45.6%	693,950	43.7%	1,368,581	44.5%
경북	전체	1,278,659	100.0%	1,208,239	100.0%	2,527,209	100.0%	5,014,106	100.0%
	남성	710,310	55.6%	655,326	54.2%	1,421,137	56.2%	2,786,773	55.6%
	여성	568,348	44.4%	552,913	45.8%	1,106,072	43.8%	2,227,333	44.4%
경남	전체	1,504,924	100.0%	1,483,980	100.0%	2,866,758	100.0%	5,855,662	100.0%
	남성	807,784	53.7%	779,041	52.5%	1,568,787	54.7%	3,155,612	53.9%
	여성	697,141	46.3%	704,939	47.5%	1,297,971	45.3%	2,700,050	46.1%
제주	전체	357,880	100.0%	380,557	100.0%	947,400	100.0%	1,685,837	100.0%
	남성	185,581	51.9%	200,882	52.8%	502,455	53.0%	888,919	52.7%
	여성	172,299	48.1%	179,674	47.2%	444,945	47.0%	796,918	47.3%

<표 6- 20> 성별 통행량 (통행유입량)

(단위: 통행/일, %)

유입		낮시간대 주체류지		저녁시간대 주체류지		잠재활동지		계	
		통행량	비율	통행량	비율	통행량	비율	통행량	비율
서울	전체	4,477,205	100.0%	5,970,751	100.0%	9,670,722	100.0%	20,118,678	100.0%
	남성	2,149,915	48.0%	2,834,594	47.5%	4,907,294	50.7%	9,891,802	49.2%
	여성	2,327,290	52.0%	3,136,157	52.5%	4,763,428	49.3%	10,226,876	50.8%
부산	전체	1,423,986	100.0%	2,057,709	100.0%	3,226,189	100.0%	6,707,884	100.0%
	남성	679,540	47.7%	997,168	48.5%	1,655,123	51.3%	3,331,830	49.7%
	여성	744,446	52.3%	1,060,540	51.5%	1,571,066	48.7%	3,376,053	50.3%
대구	전체	1,038,338	100.0%	1,586,872	100.0%	2,424,164	100.0%	5,049,374	100.0%
	남성	500,516	48.2%	779,163	49.1%	1,245,377	51.4%	2,525,056	50.0%
	여성	537,822	51.8%	807,709	50.9%	1,178,787	48.6%	2,524,318	50.0%
인천	전체	1,029,044	100.0%	1,559,563	100.0%	2,232,741	100.0%	4,821,348	100.0%
	남성	500,733	48.7%	770,759	49.4%	1,178,345	52.8%	2,449,836	50.8%
	여성	528,311	51.3%	788,804	50.6%	1,054,397	47.2%	2,371,512	49.2%
광주	전체	646,316	100.0%	996,486	100.0%	1,559,391	100.0%	3,202,193	100.0%
	남성	312,416	48.3%	488,235	49.0%	807,767	51.8%	1,608,418	50.2%
	여성	333,900	51.7%	508,250	51.0%	751,624	48.2%	1,593,775	49.8%
대전	전체	705,362	100.0%	1,032,271	100.0%	1,628,623	100.0%	3,366,256	100.0%
	남성	343,911	48.8%	511,244	49.5%	852,771	52.4%	1,707,926	50.7%
	여성	361,451	51.2%	521,027	50.5%	775,852	47.6%	1,658,330	49.3%
울산	전체	471,456	100.0%	652,579	100.0%	1,020,345	100.0%	2,144,380	100.0%
	남성	246,968	52.4%	344,531	52.8%	568,854	55.8%	1,160,353	54.1%
	여성	224,488	47.6%	308,048	47.2%	451,491	44.2%	984,027	45.9%
세종	전체	90,510	100.0%	122,568	100.0%	183,187	100.0%	396,265	100.0%
	남성	48,449	53.5%	65,229	53.2%	102,864	56.2%	216,541	54.6%
	여성	42,061	46.5%	57,340	46.8%	80,324	43.8%	179,724	45.4%

<표 6- 21> 성별 통행량 (통행유입량)

(단위: 통행/일, %)

유입		낮시간대 주체류지		저녁시간대 주체류지		잠재활동지		계	
		통행량	비율	통행량	비율	통행량	비율	통행량	비율
경기	전체	4,634,252	100.0%	6,985,786	100.0%	10,029,449	100.0%	21,649,487	100.0%
	남성	2,309,581	49.8%	3,509,154	50.2%	5,359,168	53.4%	11,177,903	51.6%
	여성	2,324,671	50.2%	3,476,632	49.8%	4,670,281	46.6%	10,471,584	48.4%
강원	전체	658,113	100.0%	916,358	100.0%	1,585,982	100.0%	3,160,453	100.0%
	남성	353,744	53.8%	490,321	53.5%	879,430	55.5%	1,723,495	54.5%
	여성	304,369	46.2%	426,037	46.5%	706,552	44.5%	1,436,958	45.5%
충북	전체	678,600	100.0%	924,922	100.0%	1,425,019	100.0%	3,028,541	100.0%
	남성	362,379	53.4%	490,744	53.1%	795,033	55.8%	1,648,156	54.4%
	여성	316,221	46.6%	434,177	46.9%	629,986	44.2%	1,380,384	45.6%
충남	전체	881,562	100.0%	1,176,198	100.0%	1,872,057	100.0%	3,929,817	100.0%
	남성	490,154	55.6%	649,223	55.2%	1,078,089	57.6%	2,217,466	56.4%
	여성	391,408	44.4%	526,975	44.8%	793,968	42.4%	1,712,351	43.6%
전북	전체	733,473	100.0%	1,055,874	100.0%	1,725,983	100.0%	3,515,331	100.0%
	남성	381,459	52.0%	546,194	51.7%	942,360	54.6%	1,870,013	53.2%
	여성	352,014	48.0%	509,680	48.3%	783,624	45.4%	1,645,317	46.8%
전남	전체	671,437	100.0%	894,927	100.0%	1,494,036	100.0%	3,060,401	100.0%
	남성	365,573	54.4%	483,207	54.0%	848,226	56.8%	1,697,006	55.5%
	여성	305,865	45.6%	411,720	46.0%	645,810	43.2%	1,363,395	44.5%
경북	전체	1,119,693	100.0%	1,481,628	100.0%	2,385,203	100.0%	4,986,525	100.0%
	남성	613,907	54.8%	798,322	53.9%	1,354,291	56.8%	2,766,520	55.5%
	여성	505,786	45.2%	683,307	46.1%	1,030,912	43.2%	2,220,005	44.5%
경남	전체	1,307,502	100.0%	1,812,366	100.0%	2,729,091	100.0%	5,848,960	100.0%
	남성	685,136	52.4%	954,851	52.7%	1,508,134	55.3%	3,148,121	53.8%
	여성	622,367	47.6%	857,515	47.3%	1,220,957	44.7%	2,700,839	46.2%
제주	전체	311,238	100.0%	473,631	100.0%	900,821	100.0%	1,685,690	100.0%
	남성	161,281	51.8%	246,454	52.0%	481,127	53.4%	888,863	52.7%
	여성	149,956	48.2%	227,177	48.0%	419,694	46.6%	796,827	47.3%

마. 월별 통행량

- 2016년 3월부터 2017년 3월까지 월별 지역별 일평균 통행량을 산출함

<표 6- 22> 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 3월

(단위: 통행/일)

시·도	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	15,758,398	5,938	5,131	177,735	3,780	11,261	1,817	3,859	1,417,462	24,412	16,426	26,734	7,893	4,257	7,766	5,101	6,584	17,484,555
부산	6,014	5,198,689	6,666	895	661	1,285	30,751	190	3,793	563	1,141	971	1,038	2,558	14,694	172,721	2,338	5,444,970
대구	5,169	6,793	3,933,496	778	544	1,852	3,525	270	4,021	891	2,242	1,300	1,071	1,303	185,536	18,129	1,033	4,167,955
인천	153,633	630	606	3,518,219	564	1,511	193	414	265,595	2,822	3,019	7,900	1,496	750	1,251	653	396	3,959,651
광주	3,867	625	512	707	2,400,565	1,201	132	231	3,003	201	573	1,754	11,987	102,679	473	1,685	861	2,531,058
대전	11,419	1,275	1,901	1,865	1,244	2,675,449	450	24,950	11,791	1,066	33,629	55,551	7,922	1,604	3,598	2,335	34	2,836,082
울산	1,903	34,761	3,872	287	140	507	1,738,331	67	1,345	305	558	489	281	561	27,853	23,763	61	1,835,085
세종	3,895	163	275	500	246	26,526	51	251,206	4,103	208	17,619	15,487	1,004	271	488	286	8	322,336
경기	1,308,062	3,365	4,186	290,641	3,042	11,522	1,204	3,799	16,391,894	41,089	37,607	71,051	8,789	4,139	10,149	4,362	1,509	18,196,411
강원	25,895	572	951	3,356	199	1,041	293	199	43,674	2,401,623	11,093	1,418	493	214	6,229	547	107	2,497,905
충북	17,765	1,378	2,539	3,532	651	34,748	612	17,017	40,071	11,119	2,388,548	16,458	3,208	1,086	10,717	2,166	1,355	2,552,971
충남	29,009	1,101	1,571	9,439	2,196	60,157	486	15,404	80,196	1,398	17,492	3,057,552	23,362	3,629	3,136	2,332	76	3,308,538
전북	8,239	1,087	1,369	1,805	12,975	8,275	297	921	9,395	489	3,242	22,062	2,770,679	16,062	1,603	4,801	195	2,863,498
전남	4,669	3,094	1,703	987	116,813	1,904	720	277	4,842	257	1,183	3,156	17,113	2,229,837	1,382	14,693	1,026	2,403,655
경북	8,017	15,808	208,265	1,510	533	3,929	30,220	483	10,560	6,145	10,792	3,011	1,456	1,195	3,874,605	16,724	68	4,193,320
경남	4,792	181,603	19,577	769	2,031	2,637	22,101	290	4,709	561	2,138	2,162	5,099	14,673	16,459	4,547,297	166	4,827,064
제주	4,517	1,376	730	814	548	309	303	62	2,967	192	635	339	338	1,006	421	749	1,332,325	1,347,631
계	17,355,265	5,458,258	4,193,350	4,013,840	2,546,734	2,844,113	1,831,486	319,639	18,299,421	2,493,342	2,547,938	3,287,395	2,863,229	2,385,822	4,166,362	4,818,346	1,348,143	80,772,684

<표 6- 23> 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 4월

(단위: 통행/일)

○	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	16,547,010	7,079	5,983	186,653	4,392	12,470	2,027	3,974	1,488,462	30,048	19,723	31,602	9,830	5,433	9,647	6,313	8,111	18,378,757
부산	6,936	5,543,878	7,998	1,070	804	1,515	34,039	219	4,481	724	1,429	1,164	1,387	3,242	18,158	187,430	2,645	5,817,117
대구	5,947	8,213	4,203,838	958	644	2,245	4,160	315	4,854	1,144	2,910	1,637	1,493	1,630	203,917	22,222	1,102	4,467,230
인천	166,529	766	723	3,852,774	634	1,770	219	450	291,958	3,591	3,779	9,574	1,937	933	1,650	854	439	4,338,579
광주	4,381	760	606	814	2,551,132	1,388	159	251	3,444	238	722	2,258	14,622	117,836	614	1,987	1,019	2,702,229
대전	12,702	1,618	2,332	2,166	1,472	2,853,204	548	26,474	13,410	1,331	39,182	64,664	9,872	1,919	4,543	2,950	36	3,038,421
울산	2,123	38,106	4,570	335	177	601	1,834,964	76	1,531	420	694	563	366	706	32,748	26,414	84	1,944,475
세종	4,149	197	308	532	290	27,926	56	269,444	4,484	279	19,308	17,695	1,163	323	589	350	7	347,098
경기	1,393,969	4,177	5,215	315,100	3,559	13,035	1,396	4,051	17,592,386	52,216	44,974	81,627	11,627	5,293	12,998	5,655	1,690	19,548,969
강원	31,054	792	1,161	4,088	246	1,272	375	263	54,252	2,591,670	13,542	1,743	605	269	8,028	734	151	2,710,244
충북	20,840	1,860	3,368	4,292	851	40,306	767	18,483	47,414	13,543	2,548,942	19,627	4,207	1,324	13,899	3,033	1,479	2,744,235
충남	33,737	1,395	1,952	11,092	2,825	69,110	567	17,534	90,148	1,817	20,739	3,295,085	29,059	5,078	3,937	3,208	89	3,587,371
전북	10,343	1,444	1,868	2,328	15,629	10,190	384	1,100	12,317	622	4,206	27,477	2,960,298	19,984	2,185	6,296	218	3,076,890
전남	5,775	3,907	1,921	1,146	133,176	2,226	841	344	6,037	304	1,354	4,215	20,834	2,424,086	1,655	15,090	1,320	2,624,228
경북	10,109	19,525	226,103	1,981	705	4,902	34,902	584	13,776	7,918	13,760	3,748	1,929	1,497	4,248,849	19,803	57	4,610,147
경남	6,058	196,193	23,745	1,007	2,504	3,361	24,495	370	6,151	751	2,847	2,879	6,721	15,273	19,505	4,848,312	174	5,160,345
제주	5,392	1,480	832	1,002	684	355	356	65	3,492	246	752	394	423	1,261	472	905	1,445,343	1,463,454
계	18,267,053	5,831,390	4,492,522	4,387,337	2,719,722	3,045,875	1,940,253	343,996	19,638,597	2,706,861	2,738,862	3,565,952	3,076,372	2,606,085	4,583,393	5,151,556	1,463,963	86,559,790

<표 6- 24> 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 5월

(단위: 통행/일)

○	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	18,464,620	8,218	6,720	212,903	4,858	13,817	2,377	4,699	1,674,716	36,508	22,718	36,200	11,127	5,819	11,114	6,880	8,247	20,531,541
부산	8,079	6,439,206	9,201	1,240	976	1,785	40,883	265	5,345	931	1,759	1,392	1,691	3,589	20,895	220,162	2,877	6,760,275
대구	6,508	9,402	4,731,005	1,064	714	2,487	4,937	368	5,485	1,553	3,484	1,854	1,850	1,771	237,989	25,371	1,223	5,037,065
인천	186,280	857	830	4,363,938	753	1,952	262	543	335,650	4,448	4,291	10,918	2,156	1,021	1,778	921	571	4,917,169
광주	4,909	908	682	931	2,916,772	1,599	187	319	4,138	337	865	2,720	17,283	140,489	734	2,215	1,127	3,096,214
대전	13,896	1,816	2,546	2,411	1,678	3,227,521	646	30,400	15,338	1,723	44,849	73,524	11,945	2,194	5,203	3,337	50	3,439,078
울산	2,422	44,630	5,321	387	190	684	2,085,220	91	1,750	553	831	618	436	745	37,489	31,070	77	2,212,515
세종	4,634	225	351	631	331	32,217	70	303,721	5,122	337	22,445	20,634	1,398	388	697	425	14	393,639
경기	1,554,200	4,896	5,753	362,416	4,130	14,914	1,629	4,709	19,634,519	65,978	52,211	95,099	13,648	5,806	15,339	6,247	2,208	21,843,704
강원	38,212	1,000	1,624	5,206	331	1,683	525	334	69,375	2,989,923	16,667	2,252	778	338	10,086	930	189	3,139,452
충북	23,396	2,155	4,041	4,881	976	46,044	911	21,350	54,663	16,318	2,861,001	22,312	4,981	1,447	17,449	3,414	1,617	3,086,956
충남	37,599	1,521	2,212	12,679	3,413	78,795	632	20,426	104,385	2,205	23,923	3,749,107	34,919	5,638	4,530	3,575	127	4,085,686
전북	11,525	1,842	2,482	2,584	18,758	12,465	509	1,368	14,392	783	5,090	32,957	3,393,298	24,989	2,419	7,981	244	3,533,684
전남	6,012	4,277	2,082	1,220	158,927	2,558	939	398	6,410	368	1,498	4,606	25,886	2,847,378	1,793	17,344	1,493	3,083,188
경북	11,492	22,464	264,885	2,158	844	5,627	40,482	713	15,977	9,899	17,050	4,361	2,127	1,627	4,819,211	22,854	82	5,241,852
경남	6,585	230,189	27,444	1,058	2,710	3,737	29,577	435	6,723	900	3,154	3,179	8,168	17,135	22,619	5,630,818	207	5,994,640
제주	6,061	1,612	939	1,050	795	455	372	73	3,934	276	763	435	514	1,387	589	976	1,622,115	1,642,344
계	20,386,431	6,775,217	5,068,119	4,976,757	3,117,157	3,448,340	2,210,158	390,212	21,957,922	3,133,039	3,082,597	4,062,168	3,532,206	3,061,761	5,209,934	5,984,519	1,642,467	98,039,003

<표 6- 25> 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 6월

(단위: 통행/일)

○	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	18,970,145	8,192	6,541	209,457	4,770	13,616	2,338	4,443	1,656,031	35,994	20,836	33,302	10,008	5,363	10,352	6,661	9,356	21,007,405
부산	8,172	6,418,704	8,781	1,299	986	1,770	38,465	255	5,177	910	1,764	1,348	1,488	3,196	19,799	213,417	3,063	6,728,593
대구	6,526	9,048	4,860,926	1,134	673	2,348	4,498	341	5,162	1,596	3,403	1,786	1,594	1,395	229,575	23,653	1,443	5,155,100
인천	183,868	883	822	4,315,929	734	1,870	251	510	325,741	4,471	4,011	9,884	1,933	895	1,618	824	504	4,854,749
광주	4,932	945	619	990	3,026,169	1,524	173	288	3,955	307	817	2,656	16,475	134,326	691	2,030	1,202	3,198,100
대전	14,056	1,859	2,501	2,453	1,598	3,324,825	620	30,913	15,019	1,775	43,721	71,897	11,294	1,848	5,001	3,001	55	3,532,436
울산	2,444	42,060	4,844	394	178	666	2,058,961	81	1,697	529	796	601	389	635	36,340	29,375	73	2,180,061
세종	4,622	224	342	614	313	32,529	67	313,011	4,988	328	22,739	20,310	1,333	325	671	362	14	402,792
경기	1,544,032	4,739	5,433	354,338	3,910	14,424	1,512	4,493	19,818,133	67,307	49,616	90,094	12,053	4,983	13,964	5,424	1,887	21,996,341
강원	37,973	969	1,711	5,339	299	1,755	511	309	70,709	3,086,196	16,899	2,267	721	281	9,894	883	157	3,236,873
충북	22,276	2,121	4,018	4,769	929	44,153	924	21,570	52,634	16,766	2,923,997	21,685	4,716	1,219	16,771	3,049	1,751	3,143,349
충남	35,249	1,526	2,143	11,796	3,246	76,141	628	20,050	98,823	2,227	23,048	3,831,426	32,600	4,864	4,430	3,206	95	4,151,498
전북	10,449	1,522	1,939	2,391	17,538	11,512	418	1,240	12,522	732	4,776	31,104	3,439,214	21,473	2,169	6,735	243	3,565,975
전남	5,397	3,695	1,506	1,071	149,596	2,032	734	324	5,330	316	1,222	4,015	21,999	2,893,233	1,495	14,612	1,364	3,107,941
경북	10,778	21,053	253,090	2,018	811	5,305	39,380	672	14,637	9,567	16,331	4,178	1,959	1,380	4,818,915	21,367	67	5,221,508
경남	6,113	222,810	25,531	929	2,375	3,158	27,430	360	5,645	843	2,796	2,705	6,738	14,612	20,877	5,588,541	216	5,931,680
제주	6,541	1,824	1,070	1,134	833	441	366	87	4,001	252	819	386	465	1,418	552	990	1,655,614	1,676,792
계	20,873,573	6,742,173	5,181,817	4,916,053	3,214,957	3,538,068	2,177,276	398,945	22,100,203	3,230,117	3,137,591	4,129,644	3,564,980	3,091,446	5,193,114	5,924,130	1,677,103	99,091,190

<표 6- 26> 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 7월

(단위: 통행/일)

○	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	18,905,673	8,448	6,460	206,370	4,773	13,389	2,331	3,997	1,634,931	39,230	20,797	32,696	10,288	5,493	10,731	6,659	9,390	20,921,655
부산	8,471	6,560,335	8,810	1,365	1,050	1,804	38,438	232	5,392	1,070	1,795	1,381	1,639	3,290	21,729	212,463	3,004	6,872,267
대구	6,358	9,069	4,855,605	1,212	677	2,245	4,387	310	5,055	1,931	3,587	1,774	1,744	1,383	228,596	24,855	1,571	5,150,362
인천	185,815	928	867	4,587,543	766	1,936	252	518	329,493	5,526	4,147	9,793	2,099	1,038	1,775	902	414	5,133,813
광주	4,991	1,003	643	1,055	3,028,331	1,506	174	274	3,931	366	834	2,736	16,993	135,100	729	2,156	1,146	3,201,967
대전	13,534	1,841	2,413	2,458	1,564	3,216,202	563	30,303	14,440	1,979	43,030	71,956	12,257	1,825	4,933	3,002	47	3,422,345
울산	2,481	42,289	4,824	431	179	650	2,103,612	79	1,680	657	822	610	399	641	39,365	29,264	67	2,228,051
세종	3,946	208	314	588	307	30,851	61	294,604	4,381	351	21,877	19,712	1,342	316	654	387	8	379,907
경기	1,524,154	5,109	5,433	353,773	3,926	14,214	1,519	4,174	20,365,154	75,569	49,457	86,870	12,611	5,503	14,656	5,796	1,583	22,529,501
강원	39,738	1,035	1,897	5,858	354	1,960	554	347	74,533	3,158,183	17,174	2,585	831	332	10,752	917	118	3,317,168
충북	20,980	2,154	3,896	4,625	895	43,475	867	21,034	50,223	17,305	2,851,696	21,713	4,969	1,251	17,398	3,011	1,757	3,067,247
충남	32,847	1,521	2,062	10,673	3,237	76,070	593	19,768	89,903	2,515	23,028	3,713,974	33,732	5,111	4,470	3,282	63	4,022,849
전북	10,394	1,541	1,942	2,395	17,758	12,293	391	1,262	12,348	823	4,949	31,653	3,385,431	22,398	2,106	7,288	271	3,515,242
전남	5,278	3,521	1,365	1,103	147,597	1,899	639	313	5,305	338	1,156	3,802	22,226	2,900,255	1,425	14,625	1,768	3,112,614
경북	11,093	22,483	245,743	2,074	780	5,261	41,364	653	14,610	10,578	16,729	4,279	1,994	1,378	4,760,316	22,093	68	5,161,496
경남	6,206	219,768	26,267	987	2,414	3,250	27,219	365	5,587	977	2,764	2,850	7,331	14,966	22,117	5,696,932	187	6,040,188
제주	6,314	1,782	1,166	992	839	391	304	73	3,732	213	796	329	455	1,515	513	922	1,652,726	1,673,062
계	20,788,274	6,883,035	5,169,706	5,183,502	3,215,448	3,427,394	2,223,268	378,306	22,620,698	3,317,611	3,064,637	4,008,712	3,516,343	3,101,795	5,142,264	6,034,553	1,674,188	99,749,735

<표 6- 27> 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 8월

(단위: 통행/일)

○	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	18,109,996	8,878	5,515	207,567	4,755	13,130	2,376	3,926	1,618,653	41,544	21,170	34,006	10,708	5,785	9,753	6,993	10,088	20,114,843
부산	9,372	6,447,189	8,036	1,493	1,193	1,950	39,856	269	6,402	1,284	2,061	1,505	1,869	3,676	21,299	211,411	3,038	6,761,902
대구	5,569	8,293	4,224,072	1,041	649	1,972	4,122	284	4,635	2,026	3,384	1,602	1,751	1,474	203,749	23,797	1,446	4,489,864
인천	182,026	984	829	4,328,094	885	1,996	289	522	326,876	6,117	4,363	10,245	2,248	1,116	1,633	1,009	466	4,869,698
광주	4,956	1,052	604	1,069	3,018,293	1,459	183	288	4,079	418	893	2,839	18,023	138,741	695	2,600	1,129	3,197,322
대전	13,250	1,911	2,015	2,521	1,509	3,114,094	585	30,115	14,551	2,247	42,910	72,445	13,402	1,981	4,498	3,222	39	3,321,296
울산	2,556	43,870	4,356	414	182	669	1,976,859	83	1,768	728	897	646	428	698	35,313	29,921	72	2,099,460
세종	3,985	221	284	605	301	32,292	66	300,621	4,504	402	22,085	20,166	1,473	347	620	372	9	388,354
경기	1,505,159	5,411	4,702	355,789	3,996	14,177	1,576	4,217	19,626,732	85,018	51,341	89,138	13,105	5,845	13,545	6,199	1,747	21,787,700
강원	44,574	1,389	2,162	7,485	475	2,445	864	428	90,900	3,274,425	19,292	3,257	1,022	403	12,223	1,348	153	3,462,845
충북	22,235	2,353	3,636	5,118	1,007	44,216	1,024	21,096	55,010	18,718	2,874,556	23,273	5,734	1,451	17,417	3,578	1,853	3,102,276
충남	35,655	1,574	1,858	11,965	3,363	77,967	657	19,911	96,743	2,851	24,410	3,695,105	35,660	5,803	4,229	3,837	69	4,021,657
전북	11,558	1,874	2,007	2,812	19,249	13,981	510	1,406	14,649	942	5,859	34,550	3,442,716	25,684	2,133	8,745	289	3,588,965
전남	6,345	4,333	1,624	1,415	153,711	2,240	890	378	6,881	403	1,448	4,979	26,360	2,975,173	1,594	17,635	2,267	3,207,676
경북	10,806	22,608	219,081	2,081	776	4,966	38,174	630	15,100	11,797	17,589	4,230	2,057	1,501	4,190,560	22,337	70	4,564,362
경남	6,748	220,203	24,630	1,093	2,968	3,571	28,415	374	6,561	1,156	3,292	3,667	8,813	17,248	21,485	5,623,268	187	5,973,679
제주	7,043	1,827	1,047	1,142	925	396	380	72	4,352	240	913	368	531	2,199	477	1,014	1,750,778	1,773,703
계	19,981,833	6,773,970	4,506,458	4,931,705	3,214,237	3,331,521	2,096,828	384,622	21,898,394	3,450,316	3,096,463	4,002,022	3,585,901	3,189,123	4,541,223	5,967,286	1,773,700	96,725,600

<표 6- 28> 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 9월

(단위: 통행/일)

○	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	17,885,295	8,070	6,519	208,175	4,946	13,633	2,323	4,386	1,631,740	34,254	22,367	35,364	11,109	6,004	11,227	6,661	9,582	19,911,655
부산	8,498	6,657,322	8,183	1,301	905	1,680	39,390	262	5,263	946	1,801	1,339	1,506	3,294	20,907	212,513	2,838	6,967,948
대구	6,274	8,130	4,492,062	1,031	637	2,317	4,347	323	5,206	1,425	3,368	1,734	1,512	1,251	226,540	22,973	1,330	4,780,459
인천	185,197	869	819	4,234,728	759	2,004	262	570	330,001	4,523	4,379	10,740	2,205	1,097	1,848	871	558	4,781,430
광주	4,900	860	642	986	3,034,154	1,596	173	296	4,097	306	837	2,809	17,113	139,631	681	1,900	1,079	3,212,060
대전	14,021	1,728	2,450	2,560	1,641	3,144,649	599	30,787	15,556	1,696	43,598	73,059	11,363	1,882	5,295	2,934	45	3,353,863
울산	2,632	42,185	4,743	413	179	689	1,989,017	90	1,854	581	876	666	391	640	35,450	27,956	85	2,108,447
세종	4,625	233	343	667	337	33,188	69	316,034	5,168	315	22,557	20,639	1,434	350	731	347	12	407,049
경기	1,538,103	4,680	5,632	357,121	4,168	15,075	1,588	4,676	19,403,193	65,860	53,487	95,404	14,012	6,163	15,941	5,785	2,020	21,592,908
강원	37,548	994	1,621	5,333	335	1,760	562	307	68,874	3,078,718	15,977	2,354	774	326	10,285	917	172	3,226,855
충북	24,061	2,211	4,110	5,094	992	45,102	977	21,462	57,087	16,137	2,898,033	22,920	5,150	1,374	19,001	3,296	1,815	3,128,822
충남	38,774	1,495	2,077	12,922	3,521	78,316	651	20,120	102,961	2,266	23,978	3,715,079	35,679	6,398	4,744	3,609	88	4,052,677
전북	11,834	1,505	1,792	2,721	18,284	11,917	408	1,311	14,482	751	5,043	33,352	3,446,975	24,277	2,079	6,810	260	3,583,800
전남	6,201	3,595	1,351	1,275	153,798	2,080	700	353	6,354	333	1,271	4,819	23,991	2,940,132	1,405	14,397	1,672	3,163,724
경북	11,977	22,256	249,729	2,227	746	5,659	38,121	726	16,847	10,113	17,923	4,568	1,920	1,309	4,430,841	21,683	69	4,836,714
경남	6,415	219,253	24,713	967	2,235	3,085	26,561	356	5,903	830	2,891	3,276	6,765	14,714	21,194	5,587,886	217	5,927,260
제주	6,810	1,755	984	1,230	757	376	318	78	4,199	271	858	402	472	1,662	532	914	1,656,149	1,677,766
계	19,803,166	6,977,141	4,807,770	4,838,751	3,228,393	3,363,122	2,106,066	402,136	21,678,785	3,219,325	3,119,243	4,028,523	3,582,369	3,150,504	4,808,700	5,921,450	1,677,991	96,713,436

<표 6- 29> 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 10월

(단위: 통행/일)

○	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	18,729,659	8,448	7,297	219,360	4,974	14,926	2,468	4,709	1,710,887	39,033	24,217	38,294	11,395	5,915	11,439	6,750	9,486	20,849,257
부산	8,539	6,732,126	9,679	1,302	1,031	1,914	41,022	267	5,485	1,237	2,072	1,645	1,958	3,804	22,263	223,093	3,028	7,060,467
대구	7,127	9,912	5,017,559	1,178	825	2,667	5,095	375	5,882	2,056	4,165	2,281	2,177	1,870	246,585	26,067	1,582	5,337,402
인천	194,804	929	912	4,450,107	802	2,166	293	553	349,274	5,193	4,830	11,419	2,216	1,050	1,872	929	634	5,027,985
광주	5,003	997	782	987	3,157,240	1,701	199	316	4,243	360	1,003	3,184	18,726	143,534	770	2,205	1,123	3,342,372
대전	15,106	1,979	2,809	2,686	1,770	3,309,785	684	33,926	16,686	2,072	45,549	76,767	12,554	2,145	5,628	3,261	50	3,533,455
울산	2,589	44,812	5,517	428	201	767	2,112,848	95	1,836	719	974	759	480	752	37,115	30,815	94	2,240,802
세종	4,719	234	381	658	337	36,459	80	339,889	5,326	347	23,849	22,033	1,515	362	765	351	11	437,314
경기	1,606,296	4,912	6,168	376,887	4,337	16,194	1,658	4,951	20,444,660	72,396	55,861	101,273	14,122	5,812	16,030	5,948	2,441	22,739,946
강원	42,790	1,493	2,607	6,406	382	2,267	785	363	79,028	3,217,409	17,530	3,111	966	358	12,335	1,280	217	3,389,327
충북	25,345	2,489	4,719	5,587	1,220	46,699	1,110	22,597	59,604	17,055	3,014,959	25,019	5,793	1,511	20,197	3,510	1,926	3,259,338
충남	41,028	1,843	2,817	13,376	3,889	81,998	802	21,513	111,683	2,816	26,598	3,913,209	37,013	5,741	5,508	3,973	147	4,273,953
전북	12,135	2,147	2,623	2,732	19,800	13,294	534	1,455	15,169	916	5,816	35,793	3,549,413	24,871	2,583	8,395	320	3,697,997
전남	6,233	4,543	2,195	1,270	156,971	2,418	925	377	6,527	371	1,511	4,924	25,499	3,025,382	1,777	17,321	1,618	3,259,863
경북	11,732	24,014	270,251	2,259	857	6,073	40,575	763	16,919	11,891	20,418	5,240	2,318	1,619	4,928,605	23,700	73	5,367,309
경남	6,286	230,931	27,649	1,006	2,509	3,494	29,133	350	6,111	1,080	3,209	3,712	8,216	16,923	22,884	5,752,929	262	6,116,685
제주	6,863	1,762	1,172	1,269	852	429	390	73	4,457	304	956	483	567	1,673	599	1,077	1,755,013	1,777,937
계	20,726,252	7,073,572	5,365,139	5,087,498	3,357,998	3,543,250	2,238,599	432,572	22,843,777	3,375,254	3,253,519	4,249,147	3,694,927	3,243,322	5,336,955	6,111,603	1,778,025	101,711,408

<표 6- 30> 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 11월

(단위: 통행/일)

○	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	18,139,220	8,130	6,637	183,941	4,598	13,897	2,454	4,919	1,535,268	33,368	22,359	36,606	11,481	5,846	11,006	5,614	6,223	20,031,564
부산	8,603	6,494,521	9,533	879	957	1,876	44,418	256	4,838	939	2,118	1,614	2,323	4,703	23,438	232,611	2,007	6,835,633
대구	7,225	9,536	5,002,042	857	800	2,699	5,331	407	5,963	1,670	4,041	2,480	2,768	2,211	269,115	26,895	1,147	5,345,187
인천	210,005	1,215	1,037	4,287,284	892	2,452	376	658	355,740	4,823	4,973	12,126	2,701	1,254	2,089	861	1,143	4,889,630
광주	4,949	1,008	833	767	3,150,832	1,698	194	365	4,266	316	1,029	3,413	19,629	155,828	834	2,279	817	3,349,057
대전	14,496	1,844	2,599	2,032	1,694	3,301,821	747	36,476	15,255	1,653	44,385	77,344	12,525	2,421	5,637	3,325	428	3,524,681
울산	2,449	39,740	4,921	269	196	640	2,098,575	78	1,643	539	949	708	602	953	41,126	29,609	331	2,223,328
세종	4,851	263	376	562	319	33,473	95	340,632	4,970	312	22,373	20,486	1,401	396	731	364	89	431,695
경기	1,644,415	5,054	5,417	327,943	3,937	15,283	1,709	5,345	19,771,431	62,175	54,390	102,781	14,668	6,236	15,645	5,513	4,000	22,045,941
강원	32,074	832	1,464	4,157	300	1,609	504	326	58,786	3,088,869	14,431	2,145	739	321	9,320	780	286	3,216,944
충북	22,623	1,741	3,509	4,440	876	42,729	857	23,270	52,416	14,847	2,986,381	23,873	5,450	1,515	16,571	2,879	916	3,204,894
충남	36,118	1,448	1,999	10,759	2,800	71,425	697	21,122	96,144	2,301	22,566	3,850,485	33,056	4,893	4,724	3,302	451	4,164,291
전북	11,427	1,990	2,196	2,373	18,174	11,575	509	1,487	14,116	799	5,408	34,250	3,528,269	25,713	2,295	7,691	536	3,668,809
전남	5,733	3,751	1,794	1,063	139,530	2,031	767	383	5,805	331	1,490	5,466	25,517	2,983,192	1,621	15,818	1,855	3,196,146
경북	11,146	21,340	241,103	1,840	768	5,131	37,200	752	15,231	9,538	16,842	4,937	2,575	1,847	4,870,850	21,851	533	5,263,482
경남	6,592	222,157	24,731	872	1,945	3,000	31,369	380	5,700	859	3,227	3,498	7,828	16,349	22,710	5,659,405	995	6,011,615
제주	8,414	3,196	1,522	673	699	53	60	13	2,584	213	1,767	145	443	1,974	80	178	1,731,870	1,753,885
계	20,170,340	6,817,765	5,311,715	4,830,710	3,329,315	3,511,391	2,225,863	436,869	21,950,155	3,223,554	3,208,729	4,182,358	3,671,974	3,215,650	5,297,793	6,018,975	1,753,627	99,156,782

<표 6- 31> 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2016년 12월

(단위: 통행/일)

시·도	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	18,846,552	9,129	7,609	214,663	5,124	14,508	2,517	4,695	1,659,597	33,792	20,236	32,694	10,249	5,359	10,594	6,481	8,198	20,891,997
부산	8,160	6,569,423	9,453	1,272	980	1,816	38,604	272	5,367	959	1,552	1,262	1,499	3,048	19,634	217,510	2,873	6,883,683
대구	6,958	9,750	5,083,435	1,137	745	2,425	4,742	378	5,578	1,614	3,035	1,717	1,555	1,183	231,206	23,565	1,495	5,380,518
인천	184,917	878	832	4,385,746	776	2,008	250	544	326,061	4,343	3,846	9,404	1,939	923	1,656	825	585	4,925,533
광주	4,805	970	731	999	3,239,822	1,564	184	319	4,031	313	755	2,391	15,974	133,320	650	1,788	959	3,409,575
대전	14,457	1,915	2,592	2,585	1,655	3,346,386	640	33,601	15,178	1,722	40,609	68,595	10,428	1,726	5,011	2,839	51	3,549,988
울산	2,580	43,620	5,208	402	192	706	2,122,672	100	1,768	520	724	620	377	610	35,438	29,535	95	2,245,167
세종	5,200	308	442	728	400	36,390	87	344,455	5,303	331	22,972	20,378	1,410	361	750	394	17	439,926
경기	1,527,311	5,258	6,189	356,615	4,263	14,870	1,615	4,692	20,070,318	57,373	46,025	86,277	11,871	5,242	13,868	5,513	2,279	22,219,578
강원	33,350	986	1,692	4,805	320	1,646	468	286	57,545	3,117,941	13,668	2,066	665	288	8,966	807	167	3,245,666
충북	20,066	1,941	3,367	4,510	860	41,090	792	21,868	47,239	13,799	2,935,136	19,854	4,277	1,146	13,797	2,750	1,767	3,134,250
충남	33,080	1,496	2,036	10,953	2,897	72,686	607	19,713	92,819	2,133	21,208	3,788,618	30,775	4,327	4,223	2,957	104	4,090,630
전북	10,242	1,542	1,658	2,368	16,455	10,501	381	1,224	12,014	662	4,193	28,964	3,522,010	19,738	1,805	5,767	430	3,639,954
전남	5,392	3,464	1,270	1,115	144,534	1,842	651	327	5,320	298	1,080	3,397	19,978	2,989,562	1,278	12,737	1,982	3,194,227
경북	10,500	20,769	254,043	2,020	726	5,171	37,939	672	13,943	9,221	13,498	3,871	1,786	1,240	4,796,353	20,090	88	5,191,928
경남	5,736	226,656	25,005	877	2,010	2,980	26,963	350	5,375	770	2,450	2,681	5,923	12,956	19,714	5,677,488	276	6,018,212
제주	5,932	1,848	1,044	1,050	1,020	393	324	84	3,851	247	839	387	468	1,867	519	911	1,739,357	1,760,142
계	20,725,228	6,899,954	5,406,607	4,991,844	3,422,778	3,556,981	2,239,434	433,580	22,331,308	3,246,038	3,131,825	4,073,178	3,641,185	3,182,897	5,165,461	6,011,957	1,760,724	100,220,977

<표 6- 32> 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2017년 1월

(단위: 통행/일)

시·도	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	17,987,377	9,134	7,506	197,958	5,428	13,881	2,667	4,141	1,543,537	34,951	19,728	31,731	11,105	6,209	11,436	7,111	8,947	19,902,845
부산	9,186	6,234,535	9,921	1,419	1,148	1,977	38,169	295	6,365	1,244	1,867	1,466	1,915	3,271	21,121	208,797	3,064	6,545,760
대구	7,405	9,868	4,831,397	1,288	741	2,508	5,102	380	6,151	2,105	3,269	1,817	1,945	1,216	218,813	24,413	1,571	5,119,988
인천	169,014	937	952	4,029,368	904	2,063	271	552	295,924	4,980	4,025	9,304	2,270	1,129	1,856	944	531	4,525,014
광주	5,403	1,076	728	1,198	3,099,655	1,624	206	344	4,461	322	788	2,604	15,762	127,302	681	1,937	676	3,264,767
대전	14,230	1,937	2,582	2,741	1,635	3,148,541	629	30,739	15,211	1,845	38,441	65,560	10,685	1,803	5,224	3,020	45	3,344,868
울산	2,849	41,338	5,328	443	195	699	1,961,363	100	1,960	711	810	664	431	608	34,103	28,241	110	2,079,952
세종	4,469	280	393	676	364	32,278	88	317,115	4,818	361	20,746	18,316	1,357	380	803	384	12	402,841
경기	1,404,716	5,391	6,136	322,854	4,299	14,446	1,711	4,390	18,641,142	59,314	43,973	78,860	12,761	5,847	15,093	5,965	1,980	20,628,878
강원	38,659	1,511	2,706	6,379	357	2,012	857	379	65,901	2,955,449	14,339	2,667	811	362	10,926	1,190	174	3,104,679
충북	19,825	2,189	3,714	4,644	855	38,730	918	20,089	45,700	13,982	2,739,146	18,940	4,307	1,209	14,978	3,112	1,706	2,934,047
충남	32,719	1,531	2,028	10,597	3,215	68,411	637	18,005	85,088	2,353	20,253	3,490,225	30,760	5,221	4,442	3,320	99	3,779,905
전북	11,650	1,965	2,219	2,803	16,383	10,940	500	1,287	13,847	738	4,368	28,975	3,377,749	20,584	2,089	7,172	406	3,503,674
전남	6,375	3,714	1,359	1,293	136,580	2,011	714	371	6,292	354	1,169	4,109	20,779	2,867,883	1,357	12,968	1,658	3,068,985
경북	12,021	22,969	235,393	2,296	743	5,809	37,504	815	16,262	10,514	15,041	4,375	2,053	1,284	4,490,839	21,666	95	4,879,676
경남	6,765	214,273	25,430	1,004	2,217	3,203	26,369	387	6,133	954	2,771	3,106	6,910	12,861	20,432	5,399,298	302	5,732,416
제주	6,779	2,160	1,260	1,239	897	426	433	86	4,493	299	874	441	551	1,712	614	1,146	1,705,697	1,729,107
계	19,739,441	6,554,808	5,139,052	4,588,197	3,275,615	3,350,548	2,078,142	399,473	20,763,286	3,090,476	2,931,607	3,763,160	3,502,151	3,058,882	4,854,807	5,730,684	1,727,073	94,547,402

<표 6- 33> 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2017년 2월

(단위: 통행/일)

시·도	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	19,139,171	9,726	7,860	212,805	5,560	15,470	2,657	4,809	1,665,197	37,704	20,825	33,100	11,272	5,763	11,305	6,980	9,510	21,199,714
부산	9,848	6,935,377	10,480	1,495	1,253	2,154	40,744	310	6,507	1,166	1,845	1,540	2,035	3,394	22,117	220,343	3,245	7,263,851
대구	7,522	10,231	5,057,106	1,226	779	2,579	4,946	385	5,780	1,835	3,116	1,754	1,898	1,271	225,562	24,291	1,645	5,351,926
인천	180,898	983	937	4,175,622	910	2,230	262	589	310,580	4,791	3,968	9,348	2,250	996	1,724	900	524	4,697,510
광주	5,510	1,206	769	1,157	3,281,460	1,630	187	336	4,260	314	816	2,475	16,148	127,843	698	1,943	709	3,447,461
대전	15,670	2,151	2,738	2,954	1,677	3,342,418	649	33,736	15,732	1,942	40,507	67,561	10,915	1,891	5,273	2,969	55	3,548,838
울산	2,828	44,678	5,376	412	182	698	2,191,263	101	1,813	558	721	648	427	612	35,319	29,382	125	2,315,140
세종	5,153	304	414	705	370	35,698	84	341,588	5,079	389	22,306	19,620	1,370	378	784	383	12	434,638
경기	1,512,755	5,558	6,026	341,005	4,226	15,167	1,606	4,641	19,641,374	61,265	45,313	83,615	12,256	4,985	13,954	5,562	1,994	21,761,302
강원	39,919	1,259	2,125	5,941	334	1,970	603	361	64,711	3,086,622	14,165	2,418	794	304	9,954	957	182	3,232,621
충북	20,914	2,150	3,561	4,670	920	40,843	780	21,552	46,986	14,183	2,917,811	19,924	4,372	1,142	14,496	2,775	2,144	3,119,224
충남	33,827	1,580	2,044	10,819	2,981	71,325	629	19,085	89,773	2,271	21,248	3,720,837	30,207	4,212	4,321	2,947	102	4,018,208
전북	11,855	2,022	2,127	2,883	16,491	11,038	475	1,288	13,158	784	4,361	29,015	3,525,891	19,536	2,075	6,670	475	3,650,142
전남	5,961	4,004	1,434	1,228	137,053	2,031	724	349	5,422	332	1,089	3,575	20,098	2,960,085	1,404	13,692	1,814	3,160,294
경북	11,906	23,104	245,377	2,186	743	5,744	37,775	779	14,749	9,869	14,650	4,199	1,987	1,285	4,726,633	21,669	102	5,122,757
경남	6,933	227,075	26,152	1,007	2,290	3,260	27,526	373	5,901	871	2,596	2,901	6,740	13,772	21,236	5,877,132	368	6,226,133
제주	7,220	2,292	1,241	1,280	904	538	435	115	4,619	346	1,025	528	602	1,684	700	1,192	1,770,509	1,795,230
계	21,017,891	7,273,698	5,375,767	4,767,394	3,458,134	3,554,794	2,311,344	430,396	21,901,639	3,225,241	3,116,363	4,003,057	3,649,262	3,149,153	5,097,555	6,219,786	1,793,513	100,344,989

<표 6- 34> 전국 기·종점 통행량 (시·도) - 2017년 3월

(단위: 통행/일)

시·도	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	세종	경기	강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주	계
서울	19,440,165	7,950	6,862	215,710	4,967	12,615	2,237	4,484	1,728,528	31,232	18,321	29,757	10,065	5,667	10,162	6,216	8,638	21,543,577
부산	7,789	6,607,477	8,870	1,204	894	1,483	38,855	251	5,210	740	1,303	1,148	1,308	3,215	19,846	215,483	2,819	6,917,896
대구	6,401	8,706	5,124,158	1,028	734	2,091	4,498	345	5,371	1,187	2,533	1,582	1,462	1,682	238,091	24,404	1,446	5,425,718
인천	186,030	817	791	4,336,148	760	1,715	234	519	331,353	3,730	3,511	8,738	2,038	1,012	1,645	850	618	4,880,510
광주	4,675	859	687	921	3,211,884	1,380	172	296	3,849	260	664	2,075	16,071	135,523	648	2,105	958	3,383,026
대전	12,652	1,497	2,177	2,209	1,410	2,968,160	495	31,160	13,489	1,262	36,353	60,961	9,035	1,743	4,333	2,498	72	3,149,506
울산	2,258	43,202	4,803	367	186	547	2,040,529	79	1,703	372	581	526	339	667	34,627	28,917	126	2,159,830
세종	4,948	263	380	653	338	33,302	77	312,479	5,084	271	20,491	18,490	1,229	366	690	355	17	399,431
경기	1,589,490	4,615	5,633	360,481	4,014	13,159	1,578	4,538	20,401,079	55,500	42,978	81,461	11,869	5,586	13,579	5,630	2,379	22,603,568
강원	33,413	763	1,309	4,444	267	1,243	364	270	59,332	3,132,489	12,473	1,743	655	307	8,483	703	179	3,258,436
충북	19,507	1,490	2,907	4,120	774	37,707	614	19,875	45,888	12,434	2,688,964	18,398	3,736	1,121	12,879	2,324	1,696	2,874,434
충남	31,741	1,278	1,888	10,473	2,574	65,927	532	18,127	89,980	1,696	19,533	3,385,102	28,518	4,128	3,852	2,808	136	3,668,294
전북	10,622	1,374	1,750	2,500	16,990	9,371	367	1,170	12,700	656	3,762	27,083	3,589,452	21,345	1,847	6,142	497	3,707,628
전남	5,973	3,810	2,125	1,280	150,762	2,027	806	358	6,306	322	1,219	3,519	22,889	3,037,725	1,838	18,212	4,362	3,263,532
경북	10,418	21,262	264,334	2,011	721	4,812	38,422	685	14,212	8,540	13,037	3,701	1,759	1,589	4,948,834	21,846	162	5,356,346
경남	6,005	223,194	26,596	976	2,518	2,841	27,145	350	5,985	692	2,265	2,696	6,430	18,000	21,431	5,642,880	423	5,990,427
제주	6,761	1,978	1,186	1,315	1,190	464	403	104	4,641	308	842	491	618	4,251	625	1,176	1,759,319	1,785,672
계	21,378,850	6,930,538	5,456,456	4,945,840	3,400,983	3,158,841	2,157,328	395,089	22,734,709	3,251,692	2,868,831	3,647,467	3,707,473	3,243,925	5,323,411	5,982,549	1,783,847	100,367,829

3. 향후 통행 수요 추정 개선 방안

○ 모바일 이용 특성 반영

- 모바일 기기 전원이 꺼져 있거나, 한 사람이 다수의 기기를 소지할 경우 통행량이 과소·과대하게 집계될 수 있으므로, 향후 개인별 모바일 단말기 이용률을 고려하여 이를 보정할 필요
- 하루 8시간 이상 거주지에서 체류하는 것으로 간주되는 이용자들을 추출하여, 이용자 확장 계수를 적용한 후, 통행 패턴화가 가능한 이용자(최소 하루 이상의 데이터를 갖는 이용자)의 경우 이용자-일자 확장 계수를 한 번 더 적용하여 보정

① 이용자 확장 계수 β_i

$$\beta_i = P_g / \sum_1^{Q_g} U_{h_g}$$

여기서, P_g = 지역 g 의 인구

U_{P_g} = 지역 g 가 거주지인 것으로 기록되는 이용자의 수

Q_g = 지역 g 의 총 기지국 수

② 이용자-일자 확장 계수 θ_{ik}

$$\theta_{ik} = \beta_i / K_i$$

여기서, K_i = 이용자 i 의 통행 패턴이 식별된 총 일 수

○ 통신 데이터 검증을 통한 신뢰성 제고

- 통신 데이터에서 체류시간, 활동 목적, 활동 위치 등에 대한 검증 과정 필요
- 모바일 이용자의 시간대별 활동(통행, 출발시간, 도착시간, 체류시간, 활동목적, 활동위치 등)을 조사하는 이른바 ‘Prompt-recall 서비스’를 실시하여 이 결과를 실측자료로 활용한 다면 모바일 데이터에서 제공하는 통행 정보의 정확성을 평가할 수 있음

○ 핑퐁데이터 보완 알고리즘 고도화

- 기지국의 위치가 서로 가까워 발생하는 핑퐁 데이터는 기지국 보다 분석 단위가 큰 교통플리곤을 활용하면서 공간적 유사성을 띄는 기지국끼리 묶여 보완이 된 상태지만, 야간시간대 전압 조절로 인해 발생한 핑퐁 데이터는 보완되지 않은 상태로 이를 보완하는 알고리즘을

개발해야 함

- 핑퐁데이터가 보완될 경우 핑퐁 현상으로 인해 나누어진 데이터가 합쳐지면서 ‘이동(Pass-by)’으로 분류됐던 데이터들이 ‘체류(stay)’한 것으로 재분류될 수 있음
- 야간시간대 핑퐁데이터가 발생하는 기지국을 추출하여 공간적 특성을 교통폴리곤에 반영하는 방안 등 검토 필요

제7장 모바일 자료 기반 교통 지표 발굴

제1절 산출 가능 지표 검토

제2절 지표 활용방안

제7장 모바일 자료 기반 교통 지표 발굴

제1절 산출 가능 지표 검토

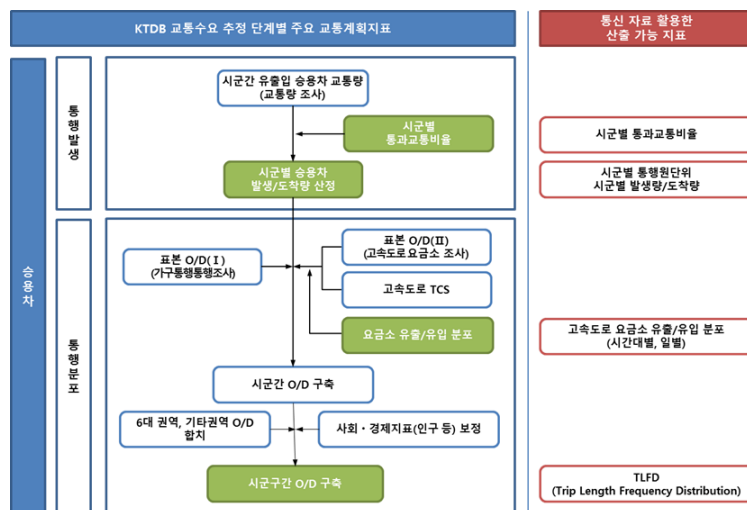
1. 개요

- 모바일 자료의 특성을 활용하여 교통수요를 표출할 수 있는 새로운 지표를 발굴하고 이를 통해 분석할 수 있는 내용을 기술함

2. 기존 지표 고도화

가. 기·종점 통행량

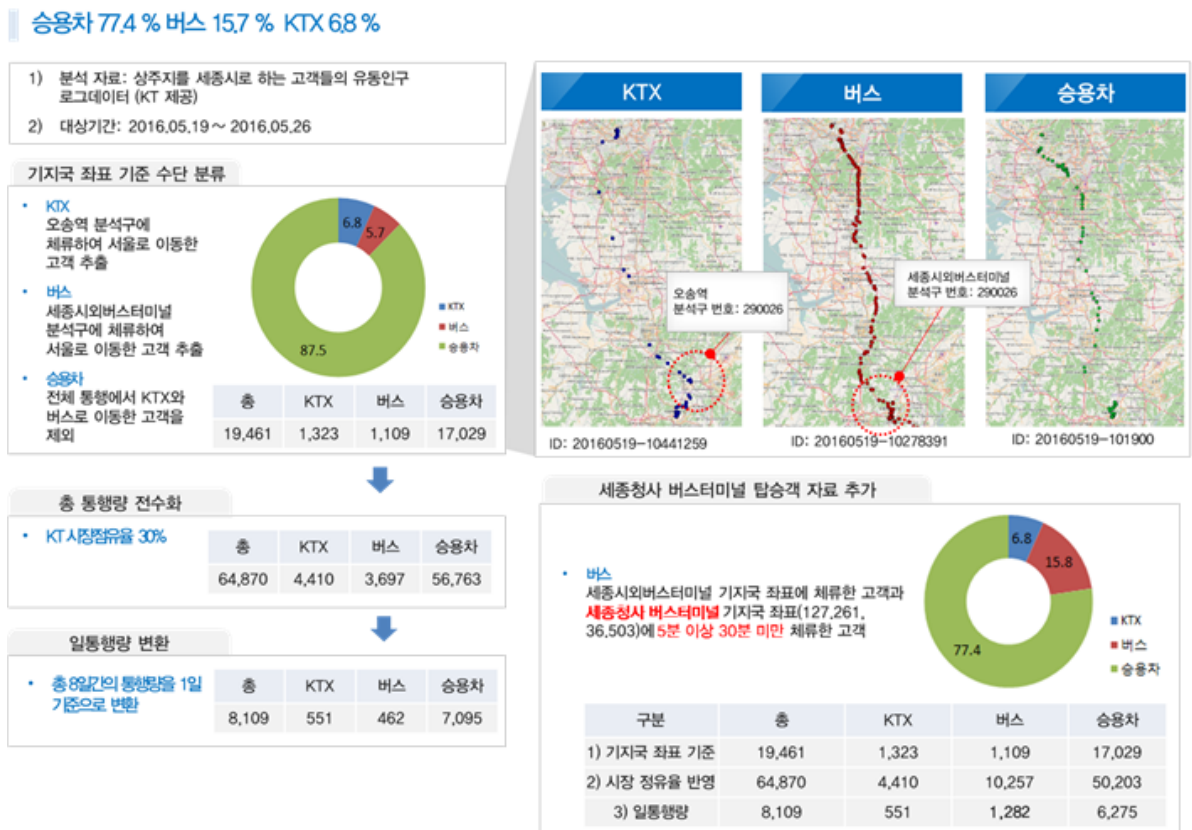
- 모바일 자료는 교통 폴리곤 단위로 기·종점 통행량(유출량, 유입량)을 산출할 수 있으며, 이 값을 집계하면 읍면동 단위, 시군구 단위, 시도 단위로도 산출할 수 있음
- 기존 KTDB 여객부문에서 산출하는 모든 지표를 보다 섬세한 단위로 산출할 수 있음 (<그림 7-1> 참조)
- 또한 이 값을 기반으로 대표 통행시간, 시·도(시군구, 읍면동) 통과교통비율, 유출·유입 분포, 통행거리빈도 등 다양한 형태로 지표를 산출할 수 있음



<그림 7-1> 기존 지표와 모바일 자료 기반 산출 가능 지표 비교

나. 특정 지역 수단분담률

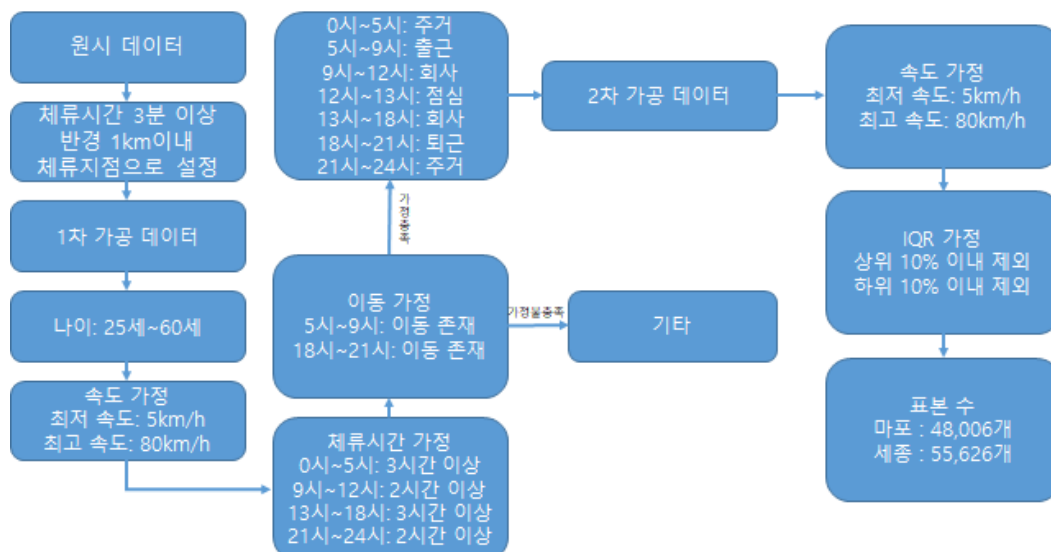
- 모바일 자료만을 단독으로 활용하여 전국의 모든 통행에 대한 수단분담률을 산출하는 데는 한계가 존재하나, 지역 간 통행에 대한 시간대별 수단분담률을 산출할 수는 있음
- <그림 7-2>의 경우 세종시에 상주하는 2016년 5월 중 평일 4일 동안에 대한 자료를 활용하여 수단 분담률을 계산한 결과임
 - KTX 통행: 이용자들 중 오송역이 포함된 분석구에 경로로 체류된 통행을 가지고 있으며 KTX 라인을 경로로 이동하여 서울로 가는 통행
 - 버스: 이용자들 중 세종 고속시외버스터미널과 세종청사 버스터미널이 포함된 분석구에 경로로 체류된 통행을 가지고 있으며 서울 고속버스터미널 분석구에 경로 통행으로 잡힌 통행
 - 승용차: 전체 통행에서 KTX와 버스로 이동한 고객을 제외한 통행



<그림 7- 2> 세종시에서 서울시로 통행하는 수단분담률 분석 사례

다. 통행시간 예산 (Travel Time Budget)

- 통행시간 예산은 1980년 Zahavi(1980)에 의해 정의되었고, 개인 또는 통행자가 효용극대화를 위해 선택할 수 있는 개인의 총 통행시간을 의미
- 현재까지 진행된 대부분의 통행시간 예산 산출은 설문조사 방식의 기반 되었음
- 최근, 모바일 자료 등 빅데이터의 접근이 가능해지면서 개인 통행을 기반으로 한 통행시간 예산 추출이 가능해졌음
- 본 과업은 모바일 자료 기반의 지역별 통행시간 예산을 추출하는 방법론을 <그림 7-3>과 같이 개발하였음



<그림 7- 3> 데이터 가공 절차

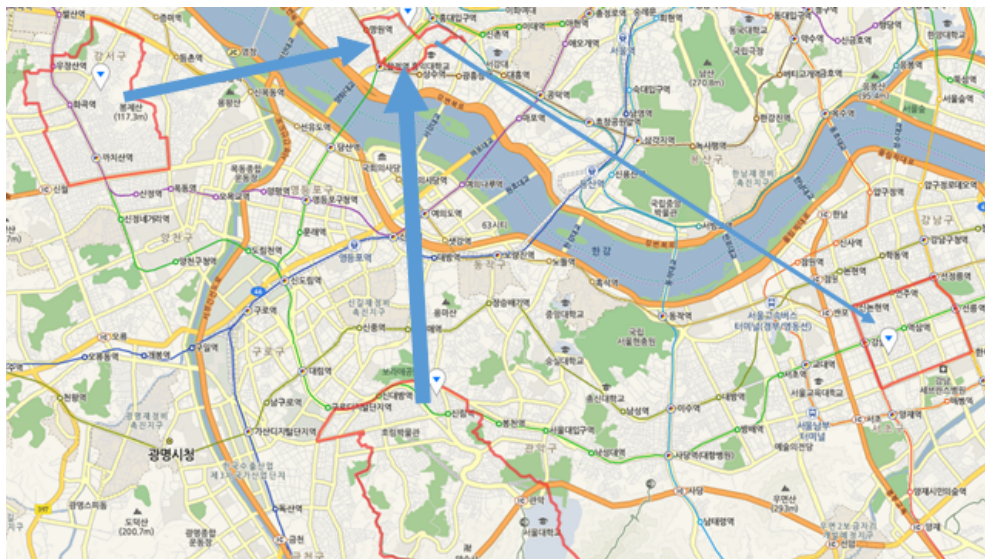
- <표 7-1>은 세종시와 마포구의 표본 자료 8일 동안 자료 기반의 통행시간 예산에 대한 분석 결과를 요약한 것임
 - 마포구: 평균 출근 통행시간은 43분, 퇴근 통행시간은 49분으로 나타나 통행시간 예산은 92분으로 분석됨
 - 세종시: 평균 출근 통행시간은 41분, 퇴근통행시간은 45분으로 나타나 통행시간 예산은 86분으로 분석됨

<표 7- 1> 마포구 지역 및 세종시 통행시간 예산

구분	로그 수	출근(분)	퇴근(분)	통행시간 예산(분)
마포(출발지)	22,437	42.63	49.37	92.00
세종(출발지)	30,858	41.13	45.45	86.58
전체	89,283	43.67	48.53	92.20

1) 마포구 지역 통행시간 예산 특성

- <그림 7-4>는 서울 마포구에서 통행빈도수가 가장 높은 3개 지역을 나타낸 것임
 - 마포구에서 최다 이동 구간은 신림동에서 서교동으로 유입되는 통행으로 나타났으며, 화곡에서 서교동으로 유입, 서교동에서 역삼동으로 유출 순으로 나타났음
 - 최다 이동 통행은 일평균 총 367명으로 나타남



<그림 7- 4> 마포구 최다 통행 빈도 지역

- <표 7-2>는 마포구의 동 별 통행시간 예산을 나타낸 것임
 - 마포구 법정동은 총 26 지역이며, 하중동의 통행은 분석된 8일 자료 중 존재하지 않았음
 - 통행시간 예산이 가장 긴 법정동은 중동으로 115분으로 분석되었으나 표본수가 상당히 적어 신뢰성 있는 정보라고 할 수 없음
 - 그 다음 순으로 당인동이 110분, 동교동이 93분, 서교동이 92분 순으로 긴 것으로 나타남

<표 7- 2> 마포구 지역-동별 통행시간 예산(분)

법정동	로그 수	출근 (분)	퇴근 (분)	통행시간 예산 (분)	법정동	로그 수	출근 (분)	퇴근 (분)	통행시간 예산 (분)
공덕동	101	33.81	36.62	70.43	신공덕동	11	23.11	42.00	65.11
구수동	6	18.67	-	-	신수동	41	38.00	37.13	75.13
노고산동	716	41.70	50.14	91.83	신정동	9	34.20	26.50	60.70
당인동	7	48.67	61.50	110.17	아현동	39	44.45	28.12	72.57
대흥동	39	23.38	31.22	54.60	연남동	73	37.42	43.06	80.47
도화동	69	31.78	33.19	64.97	염리동	21	31.18	30.10	61.28
동교동	3373	41.56	51.98	93.55	용강동	11	16.20	42.50	58.70
마포동	14	44.88	34.67	79.54	중동	9	39.25	76.00	115.25
망원동	7749	43.61	47.94	91.55	창전동	56	40.76	29.68	70.44
상암동	317	26.76	29.03	55.79	토정동	1	27.00	-	-
서교동	9338	42.86	49.87	92.72	하중동	0	-	-	-
성산동	258	35.58	30.29	65.87					

○ <표 7-3>은 연령대별 통행시간 예산을 분석한 결과임

- 로그 수가 가장 많은 연령은 25세였으며, 총 12,485개로 나타났음
- 통행시간 예산은 25세에서 94.13분으로 가장 높게 나타났고 40세(93.44분), 45세(92.22분), 35세(92.16분) 순으로 나타남
- 최장 출근 통행시간: 44.86분(25세)
- 최장 퇴근 통행시간: 49.27분(25세)
- 모든 연령대에서 출근통행시간보다 퇴근통행시간이 더 긴 것으로 나타남

<표 7- 3> 마포구 지역-연령대별 통행시간 예산(분)

나이	로그 수	출근 (분)	퇴근 (분)	통행 시간 예산 (분)	나이	로그 수	출근 (분)	퇴근 (분)	통행 시간 예산 (분)
25	12485	44.86	49.27	94.13	45	3943	43.94	48.27	92.22
30	11376	43.79	47.94	91.73	50	2799	43.00	48.56	91.56
35	7919	43.92	48.24	92.16	55	2322	40.85	45.36	86.22
40	6015	44.28	49.16	93.44	60	1147	42.48	45.60	88.08

○ <표 7-4>는 연령대별 평균 출·퇴근 직선거리 및 평균 속도를 나타냄

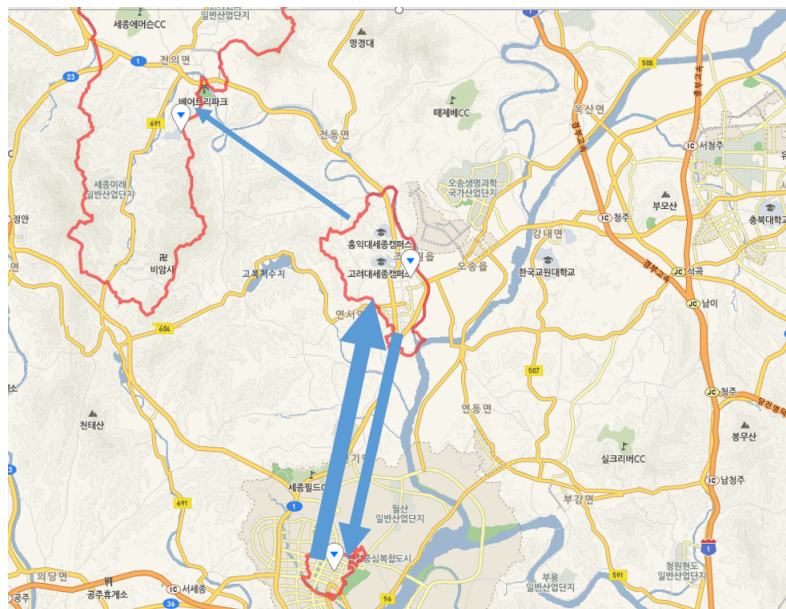
- 최장 출·퇴근 직선거리: 12.73km(40세)
- 출·퇴근 최고 속도: 18.09km/h(45세)

<표 7- 4> 연령대별 출·퇴근 직선거리 및 속도

나이	직선거리(km)	속도(km/h)	나이	직선거리(km)	속도(km/h)
21~25	12.22	16.61	41~45	12.67	18.09
26~30	12.27	17.43	46~50	11.97	17.20
31~35	12.59	17.60	51~55	11.29	16.96
36~40	12.73	17.79	56~60	10.85	16.51

2) 세종시 통행시간 예산 특성

- <그림 7-5>는 세종시에 최다 통행빈도 지역 중 세 곳을 나타낸 것임
 - 세종시에서 최다 통행 구간은 어진동에서 조치원읍으로 유입되는 통행으로 나타났으며, 조치원에서 어진동으로 유입되는 통행, 조치원읍에서 전의면으로 가는 통행 순으로 나타남
 - 최다 이동 통행(어진동-조치원읍): 일평균 총 2206명으로 나타남



<그림 7- 5> 세종시 최다 통행 빈도 지역

- <표 7-5>는 세종시의 동읍 별 통행시간 예산을 나타낸 것임
 - 마포구 법정동은 총 23 지역이며, 종촌동과 대평동의 로고는 존재하지 않음

- 로그수는 어진동이 11,390으로 가장 높게 나타났음
- 고운동이 94.92분으로 통행시간 예산기 가장 긴 것으로 분석되었으며, 그 다음 순으로 92.35분(어진동), 92.07분(새롬동), 91.3분(나성동)으로 나타남

<표 7- 5> 세종시-동 별 통행시간 예산(분)

법정동	로그 수	출근 (분)	퇴근 (분)	통행시간 예산 (분)	법정동	로그 수	출근 (분)	퇴근 (분)	통행시간 예산 (분)
조치원읍	4706	40.47	47.58	88.04	새롬동	54	47.50	44.57	92.07
연기면	765	41.54	45.65	87.19	다정동	43	35.42	44.57	79.99
부강면	1031	38.89	44.21	83.11	어진동	11390	42.84	49.52	92.35
금남면	881	42.08	37.39	79.47	도담동	483	45.45	41.33	86.78
장군면	950	37.01	39.66	76.67	아름동	4	49.00	32.50	81.50
연서면	1145	40.34	43.29	83.64	종촌동	0	-	-	-
전의면	1042	41.22	43.06	84.28	고운동	5	49.67	45.25	94.92
전동면	358	35.53	42.40	77.93	반곡동	9	-	28.57	-
소정면	181	32.55	48.91	81.46	소담동	1	-	29.33	-
가람동	82	31.41	44.33	75.74	보람동	21	34.43	49.75	84.18
한솔동	2335	37.90	46.11	84.01	대평동	0	-	-	-
나성동	83	37.37	53.93	91.30					

- <표 7-6>은 연령대별 통행시간 예산을 분석한 결과임
 - 통행시간 예산은 60세에서 90.24분으로 가장 높게 나타났고 55세(88.45분), 50세(87.77분) 순으로 연령대가 높을수록 통행시간 예산이 증가하는 것으로 나타남
 - 마포 지역과 마찬가지로 모든 지역 내에서 출근통행시간보다 퇴근통행시간이 더 긴 것으로 나타남

<표 7- 6> 세종시-연령대별 통행시간 예산(분)

나이	로그 수	출근 (분)	퇴근 (분)	통행시간 예산 (분)	나이	로그 수	출근 (분)	퇴근 (분)	통행시간 예산 (분)
25	6209	37. 26	46. 10	83. 36	45	8553	40. 77	46. 15	86. 92
30	8376	39. 28	43. 54	82. 82	50	6306	41. 79	45. 99	87. 77
35	9393	38. 99	44. 05	83. 04	55	4985	41. 97	46. 48	88. 45
40	9658	40. 52	44. 75	85. 27	60	2146	44. 05	46. 18	90. 24

○ <표 7-7>은 연령대별 평균 출·퇴근 직선거리와 평균 속도를 나타낸 것임

- 최장 출·퇴근 직선거리: 17.63km(35세)
- 출·퇴근 최고속도: 28.39km/h(35세)

<표 7- 7> 세종시-연령대 별 평균 출·퇴근 직선거리 및 평균 속도

나이	직선거리(km)	속도(km/h)	나이	직선거리(km)	속도(km/h)
21~25	15. 51	26. 20	41~45	17. 15	26. 49
26~30	17. 42	28. 19	46~50	17. 63	26. 87
31~35	17. 63	28. 39	51~55	17. 08	25. 81
36~40	17. 29	27. 22	56~60	17. 08	26. 11

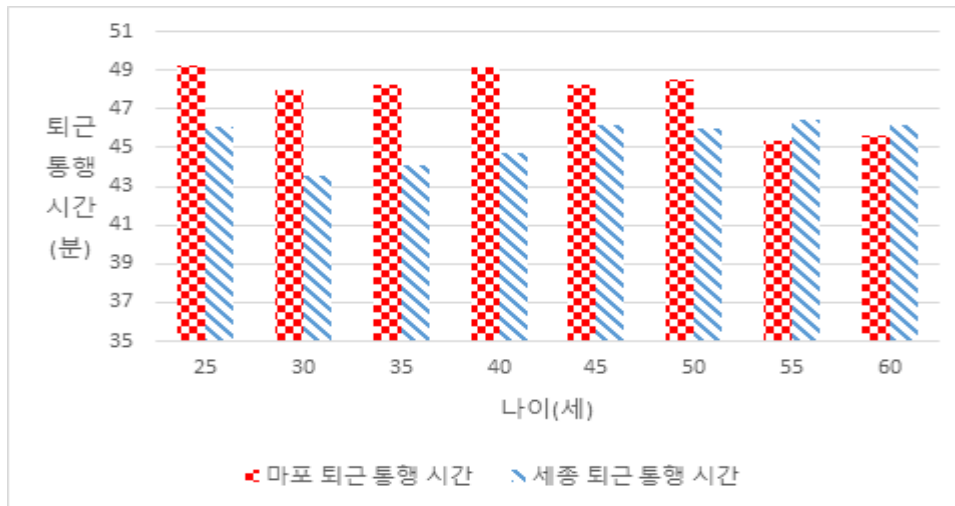
3) 마포-세종 지역 통행시간 예산 분석 비교

○ 출근 통행시간 특성

- 세종시의 경우 연령대가 높을수록 출근 통행시간이 긴 것으로 나타남
- 마포구의 경우 연령대가 낮을수록 출근 통행시간이 긴 것으로 나타남

○ 퇴근 통행시간 특성

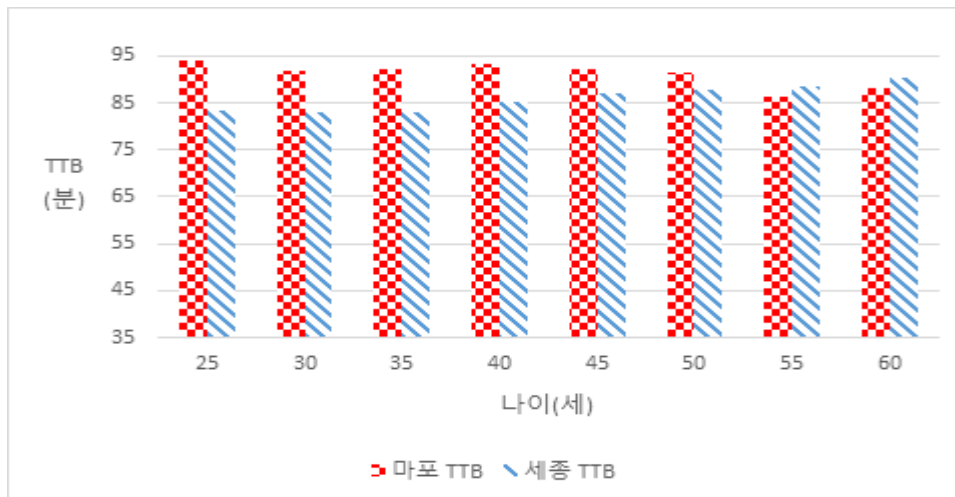
- <그림 7-6>에서 볼 수 있듯이 45세 이하에서는 마포구 지역의 퇴근 통행시간이 더 긴 것으로 나타났으나, 45세 이상인 경우 세종시 지역의 퇴근 통행시간이 더 긴 것으로 나타남



<그림 7- 6> 세종시와 마포구 지역 간 연령대별 퇴근 통행시간 비교

○ 통행시간 예산 비교

- 50세 이하에서 마포구 지역의 통행시간 예산이 높게 나타났으나, 55세 이상의 경우 세종시 지역의 통행시간 예산이 더 높은 것으로 나타남(<그림 7-7> 참조)

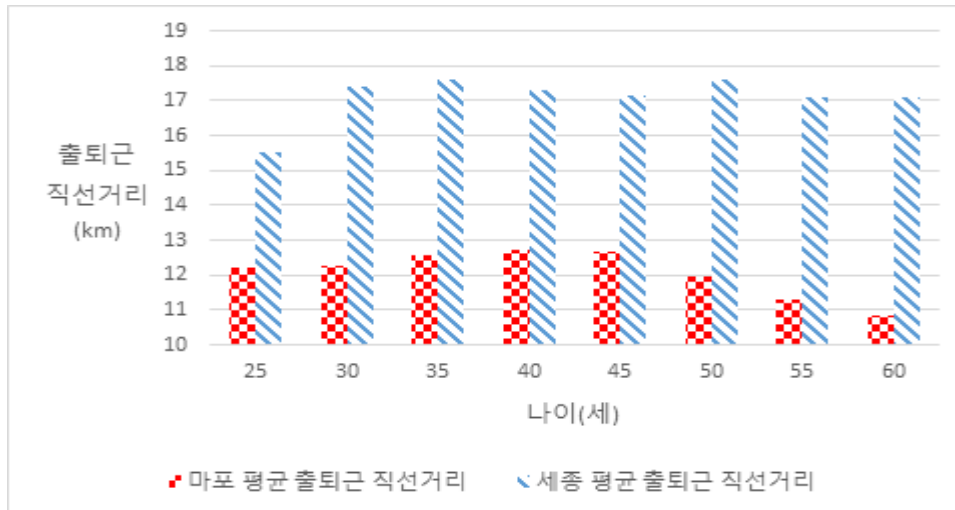


<그림 7- 7> 세종시와 마포구 지역 간 연령대별 통행시간 예산 비교

○ 출·퇴근 직선거리 비교

- <그림 7-8>에서 볼 수 있듯이 마포구에 비해 세종시에 거주하는 사람들이 더 먼 지역으로 출·퇴근 하는 것을 알 수 있음

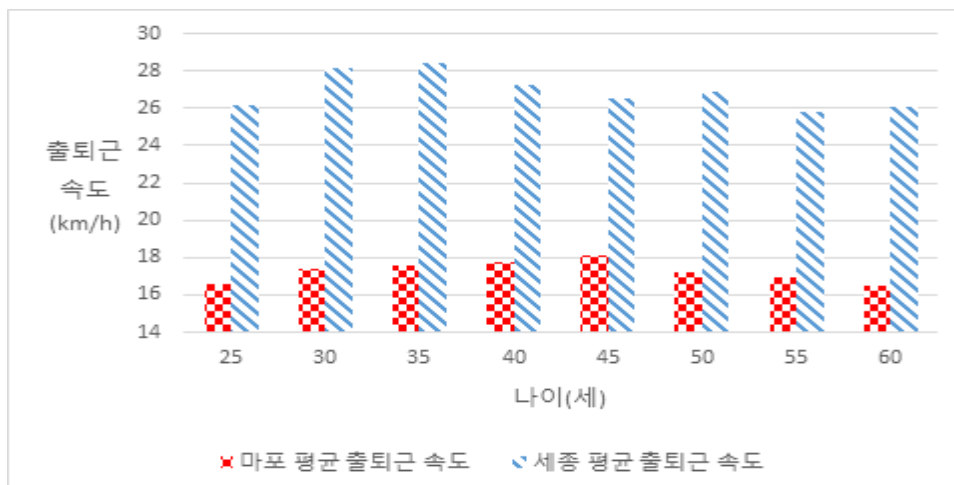
- 마포구의 경우 연령대가 높으면 평균 출퇴근 직선거리가 짧아지는 것으로 나타났으며, 세종시의 경우 25세에서 출퇴근 직선거리가 가장 짧은 것으로 나타났음



<그림 7- 8> 세종시와 마포구 지역 간 평균 출·퇴근 직선거리 비교

○ 출퇴근 평균 속도

- 세종시 거주민들은 마포구 지역 주민들에 비해 월등히 긴 거리를 출퇴근을 위해 통행하나 통행속도가 높아 통행시간 예산이 짧은 것으로 나타났음



<그림 7- 9> 세종시와 마포구 지역 간 평균 출·퇴근 속도 비교

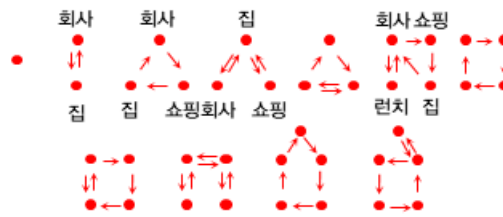
나. 기존 교통정책지표와의 차이 분석

- 지표 산출 단위가 공간적 단위가 줄어들어 섬세한 분석이 가능해짐
 - 기존에는 시·도 또는 시군구 단위로 분석되었으나, 읍면동보다 작은 범위인 교통폴리곤을 분석 단위로 활용하면서 기존에는 불가능하였던 특정시설의 영향권도 지표로 산출할 수 있게 되었음
- 지표 산출의 시간적 단위가 세분화되어 정확한 분석이 가능해짐
 - 기존에는 수요를 특정 일자에 조사된 결과 값으로 하루 평균값을 내서 산출하였으나, 이제는 평균값이 아닌 모든 일자의 값이 산출되어 특정 일자의 수요를 분석할 수 있으며, 한 시간 단위의 분석도 가능해짐
- 특정 계층의 지표 산출이 가능해짐
 - 모바일 데이터에는 연령, 성(여성, 남성)에 대한 정보가 포함되어 있어, 특정 연령, 특정 성을 대상으로 지표를 산출할 수 있음

3. 적용 가능한 새로운 지표

가. 시군구 이동생활 대표 패턴 (대표 Motif)

- 시군구 단위로 가장 많이 나타나는 통행 활동 패턴을 확인할 수 있는 지표
 - 출발지와 도착지의 위치 정보(교통폴리곤 ID)와 트립타임 정보를 활용하여 <그림 7-10>과 같이 개인별 이동을 패턴화한 후 시군구 단위로 가장 많이 나타나는 패턴을 분석
 - 본 과업에서는 아직 통행 목적이 구분되지 않았기 때문에 <그림 7-10>과 같이 위치 속성을 명확하게 집, 회사 등으로 나눌 수 없지만, 트립타임 정보를 활용하여 낮시간대 주체류지, 저녁시간대 주체류지, 잠재활동지로 트립타임으로 구분할 수 있으며, 트립타임 구분 기준에 통행 시간대와 빈도가 반영되어 있어 활동 추정 가능함



<그림 7- 10> Motif 생성 예시

나. 접근성 (Accessibility for Public transit)

- 목적지까지 얼마나 쉽게 갈 수 있는 지를 확인할 수 있는 지표
 - 지역별 평균통행시간(출발지에서 도착지까지 이동하는 데 걸린 시간)과 거리당 통행비율, 통행당 평균통행거리를 산출하여 접근성을 비교할 수 있음
 - 지역별 평균통행시간은 분석하고자 하는 지역을 도착지로 두고, 해당 지역을 목적지로 하는 모든 통행자의 통행시간(도착시간에서 출발시간을 뺀 값)을 산출하여 평균한 값을 의미
 - 거리당 통행비율과 통행당 평균통행거리는 모두 통행거리를 기반으로 산출하는 지표이며, 분석하고자 하는 지역을 도착지로 두고 해당 지역을 목적지로 하는 모든 통행자의 통행거리를 산출한 다음 거리당 통행비율은 통행거리를 기준으로 통행량을 집계하고, 통행당 평균통행거리는 출발지 기준으로 통행량을 집계하여 이 값을 토대로 비율이나 평균값을 계산함

- 도로를 신설하거나, 대중교통 노선을 개편할 때 중요한 지표로 활용될 수 있음

다. 인구 집중률 혹은 면적대비 인구 포화 비율 등 (Attracted In-flow Rate in day-time or night-time)

- 특정 지역 및 시간대에 사람들이 어디에 가장 많이 몰려있는지를 확인하는 지표
 - 인구가 어디에 주로 집중되어있는지 파악할 수 있기 때문에 재난 상황 대비 전략을 세우기 위한 중요한 핵심 지표로 활용될 수 있으며, 택시 및 공유차량 등 준 대중교통 서비스 지원에 핵심 정보로 활용될 수 있음

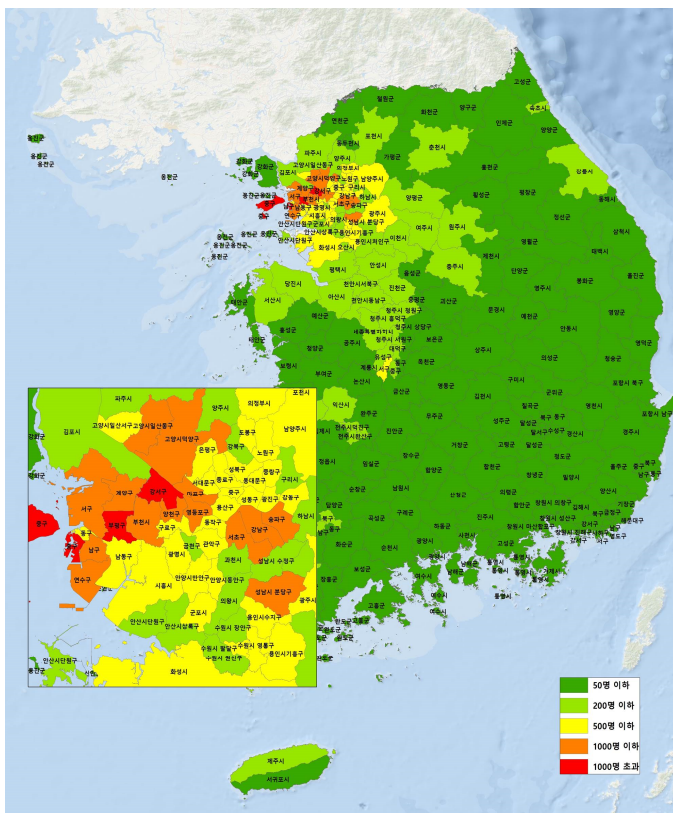
라. 분석구별 유동성 지표 (Locations in which are the most frequently visited)

- 분석구 기반 가·종점 통행량을 활용하여 어느 지역이 하루에 인구 유동이 가장 많은 지역인지 판단할 수 있는 지표
 - 이는 유동성에 대한 모니터링이 가능하며 이 정보를 기반으로 유동성 지표를 개발하여 지속가능하게 지표 정보를 제공하고자 함
- 유동성지표는 연령대·성별에 따라 제공할 수 있으며 이를 통해 이용자 맞춤형 대중교통 서비스를 제공하는 중요한 지표로 활용될 수 있음

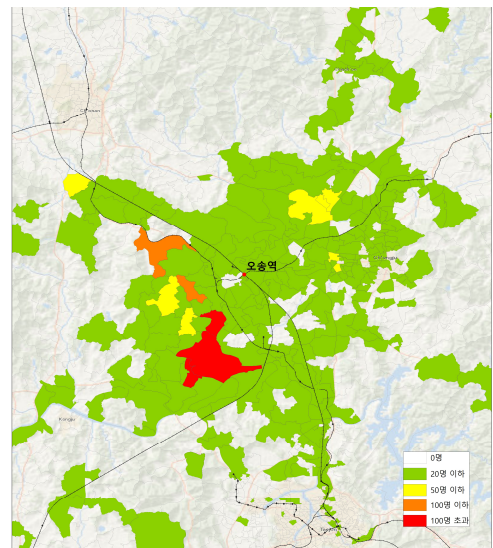
제2절 지표 활용 방안

1. 교통 주요 시설 유발원단위 및 권역 분석

- 공항, 철도역 등 주요 시설의 유입량과 출발지 분포로 해당 시설의 영향력을 분석할 수 있음
 - 시설유발원단위는 교통 유발량과 관련이 있을 것으로 판단되는 특성변수(대지면적, 연면적 등)에 대하여 일정 규모에 따르는 통행량을 산출하는 것을 의미하며, 이를 통해 해당 시설의 통행 유발 정도를 평가할 수 있음
 - 일정 분석 단위로 출발지 분포를 표출하여 해당 시설의 영향권역을 확인할 수 있음
- <그림 7-11>의 좌측 그림은 시간 단위로 분석한 예로서, 오전 8시에 인천공항에 도착한 통행자의 출발지를 표출한 것이며, 우측 그림은 하루 단위로 분석한 예로서, 2017년 3월 30일 하루 동안 KTX 오송역을 이용한 통행자의 출발지 분포를 나타낸 것임



인천공항 통행발생 비율

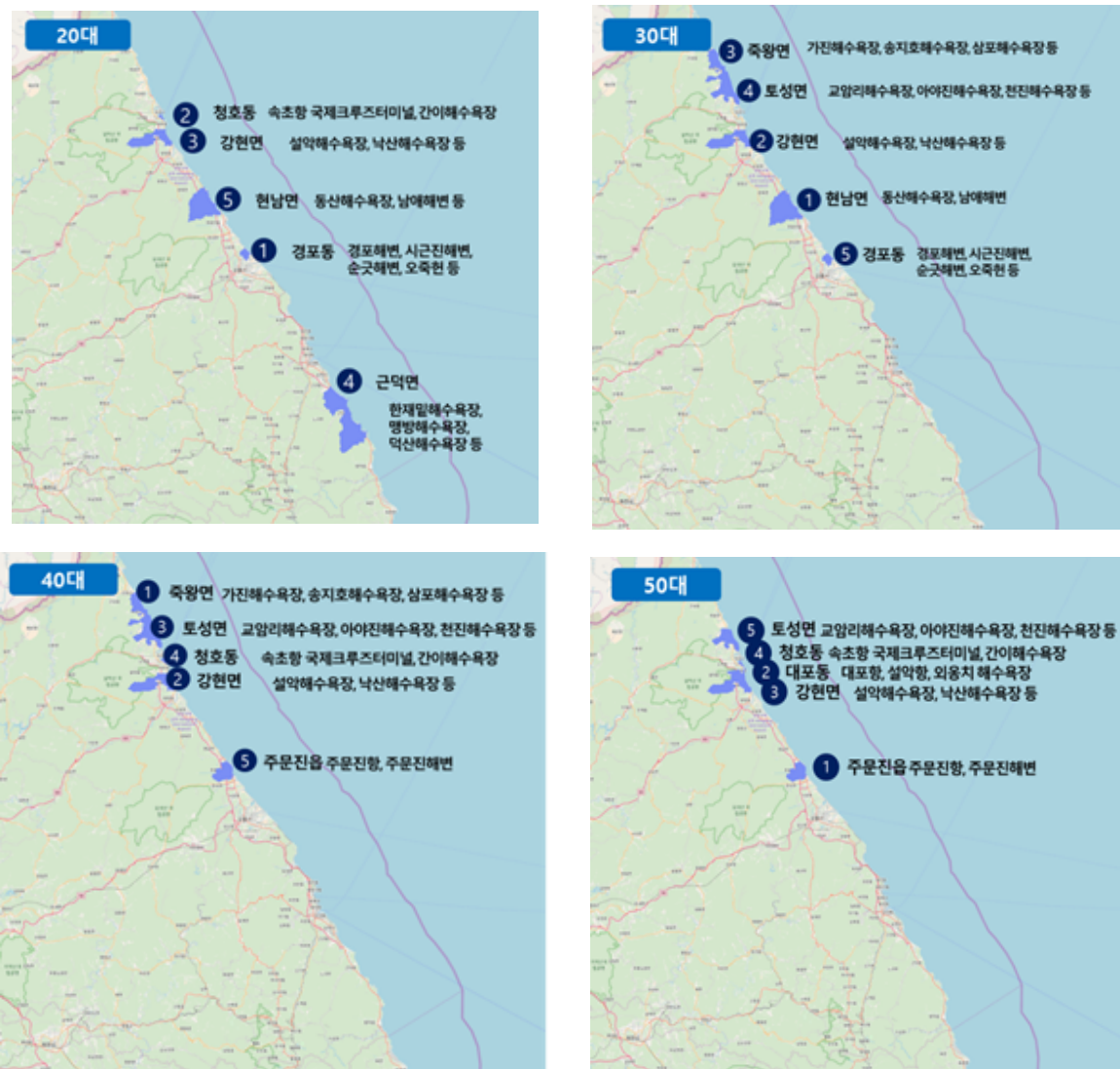


오송역 이동권역 분석

<그림 7- 11> 교통 주요 시설 유발원단위 및 권역 분석

2. 특별교통대책기간 내 통행 특성 분석

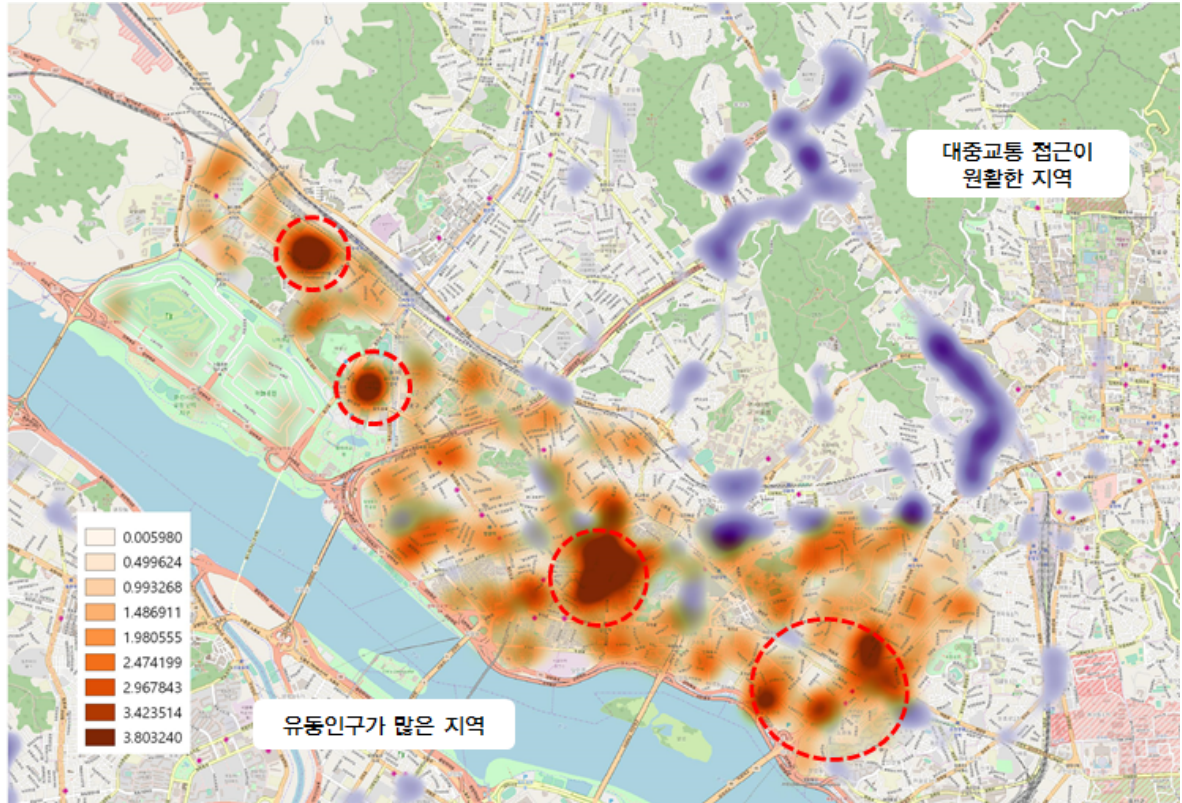
- 특별교통대책기간과 평상시의 기종점 통행량을 비교하여 특별교통대책기간 동안 증가하는 통행량을 확인할 수 있으며, 이를 지역별로 비교하면 통행량이 가장 집중되는 지역, 변화가 가장 큰 지역 등을 분석할 수 있음
- 분석 기준을 시간대별, 연령별, 성별로 세분화하면 더욱 섬세한 특성을 파악할 수 있음
 - <그림 7-12>는 특별교통대책기간 중 하계기간동안 서울에서 동해바다로 통행한 이력을 연령별로 나누어 통행량을 교통폴리곤 단위로 집계한 것으로, 연령대별 가장 많이 찾는 바다를 확인할 수 있음



<그림 7 -12> 하계기간 연령별 최다 방문 관광지(동해바다) 분석

3. 대중교통 소외지역 및 공유차량 입지선정

- 인구집중률을 교통폴리곤 단위로 산출하여 대중교통의 접근성(버스정류장, 지하철역과의 거리)을 비교하면 대중교통 소외지역을 표출할 수 있으며, 공유차량 선호 정도(가구당 차량보유대수, 주차장 여건 등)를 교통폴리곤 단위로 평가하면 공유차량 최적입지도 선정할 수 있음

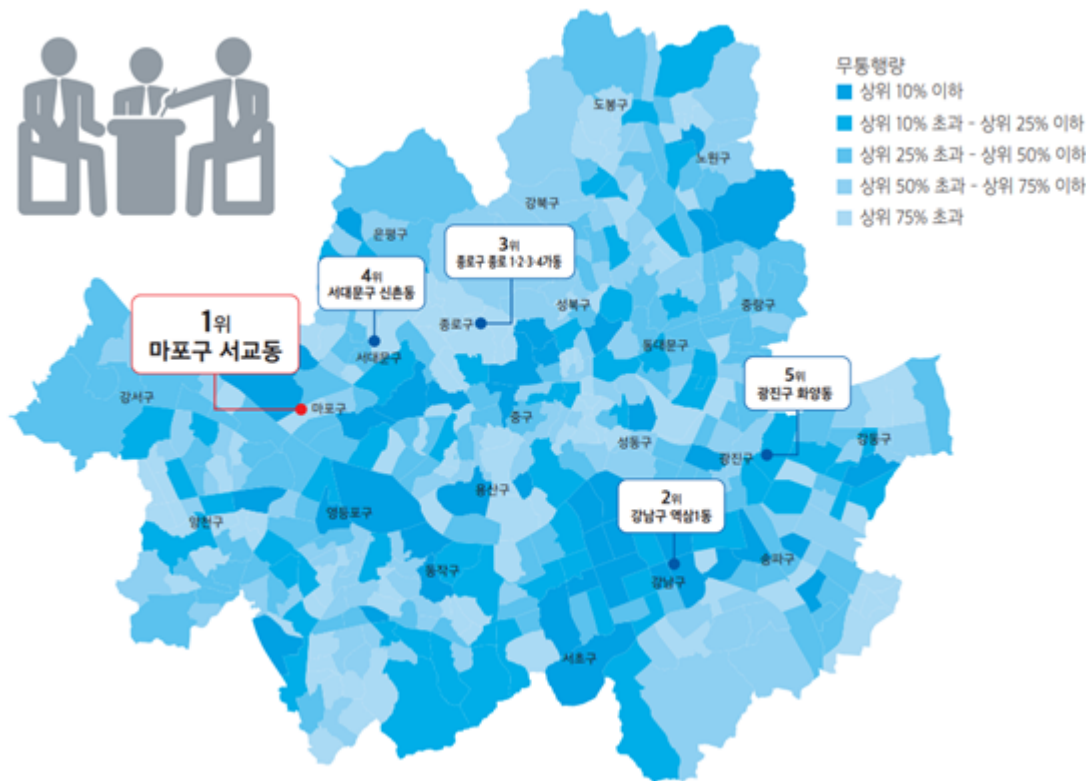


<그림 7- 13> 대중교통 소외지역 분석

4. 지역 특성 분석

- 하루 동안 체류가 가장 긴 지역을 무(無)통행 정보를 통해 추출할 수 있으며, 출발지를 기준으로 무통행 정보를 트립타입별로 분류하여 집계하면 해당 지역의 특성을 추정할 수 있음
 - ‘무통행(방콕통행)’이란 체류시간이 25분 이상인 곳에서 더 이상 이동하지 않고 당일 23시 59분까지 머무른 것을 의미하며, 이 경우 출발지 정보는 존재하지만 도착지 정보는 ‘-’로 표기됨
 - <그림 7-14>는 서울에서 오후 7시에서 11시 사이에 잠재활동지에서의 무통행량을 읍면동 단위로 표출한 것으로, 이를 통해 분석 시간대 인구 흡입력이 큰 지역을 확인할 수 있으며,

이 때 체류 목적은 여가 활동으로 추정할 수 있음



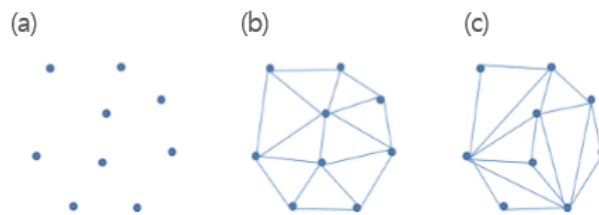
<그림 7- 14> 무통행 최다 지역 (잠재활동지)

A. 평면 분할 기법

부록 A. 평면 분할 기법

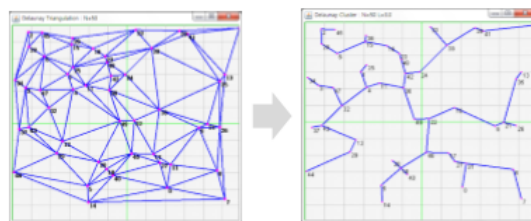
1. 들로네 삼각분할 (Delaunay triangulation)

- 평면 위의 점들을 삼각형으로 연결하여 공간을 분할하는 기법으로, 이 삼각형들의 내각의 최솟값이 최대가 되도록 하는 분할 기법



<그림 1> 들로네 삼각분할 방법

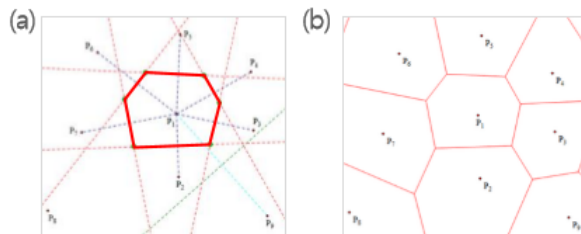
- (a)의 점을 연결하여 정삼각형에 가깝도록 (b)와 같이 삼각분할을 하는 것을 의미
- 어떤 삼각형의 외접원이 그 삼각형의 세 꼭지점을 제외한 다른 어떤 점을 포함하는 경우 들로네 삼각분할이라고 할 수 없음
- 긴급연락망 등 최소 연결거리를 산출하는 데 이용
- 들로네 삼각형에서 노드 간 최소신장트리 생성하여 단말노드를 연결하는 최소 연결거리 이용



<그림 2> 들로네 삼각분할 활용 예시

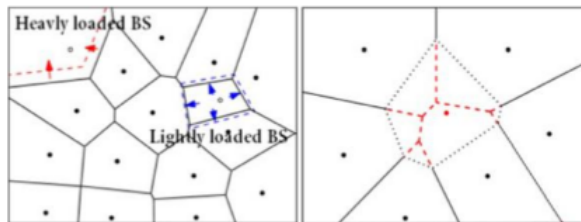
2. 보로노이 다이어그램 (Voronoi diagram)

- 평면 위의 점들 간의 거리에 따라서 공간을 분할하는 기법으로, 특정 점까지의 거리가 가장 가까운 점의 집합을 나타내는 분할 기법



<그림 3> 보로노이 다이어그램 방법

- 임의의 한 점(Seed)과 다른 점을 연결한 선분의 수직이등분선을 그린 후, 수직이등분선 간의 교차점을 연결하여 보로노이 셀 경계를 생성
- 기지국 데이터 전송 부하를 효과적으로 관리하기 위하여 기지국 반경 맵 생성하는데 활용

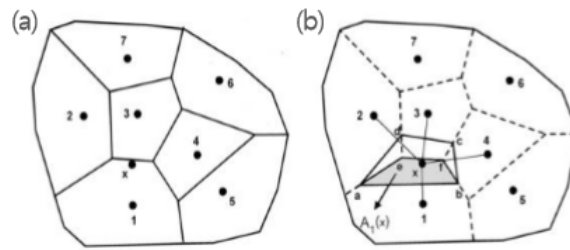


<그림 4> 보로노이 다이어그램 활용 예시

- 고부하 기지국은 담당영역을 줄이고, 저부하 기지국은 담당영역을 늘림
- 기지국 장애(red dot)가 발생하면 이웃 기지국(black dot)의 담당영역을 늘림

3. 이웃 보간법 (Natural neighbor interpolation)

- 보로노이 다이어그램 내 모든 지점에서의 근접도를 측정할 수 있는 제2의 보로노이 다이어그램으로서, 보로노이 셀별 가중치를 반영한 보간 방법

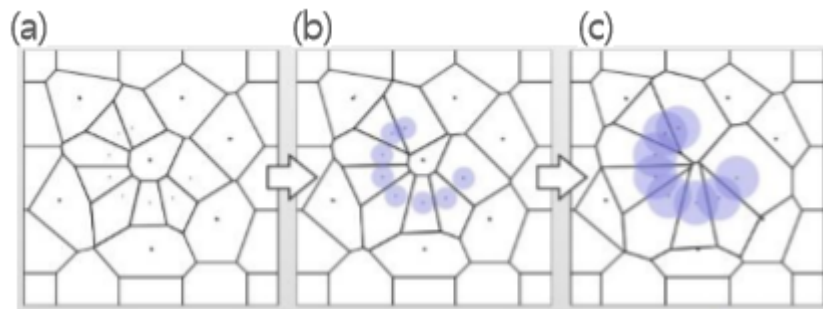


<그림 5> 이웃 보간법

- 점(Seed)를 기준으로 생성한 보로노이 다이어그램 (a)에서 임의의 점 x 를 둘러싼 보로노이 셀의 가중치를 산출하여 x 를 중심으로 가중치를 적용한 면적($A_n(x)$)을 기반으로 제2의 보로노이 다이어그램(b) 생성

4. 파워 다이어그램 (Power diagram)

- 보로노이 다이어그램을 이루는 점(Seed)별 가중치에 따라 원의 크기를 정의하여 보로노이 셀 크기를 수축 또는 확장하여 보로노이 다이어그램을 조정하는 방법

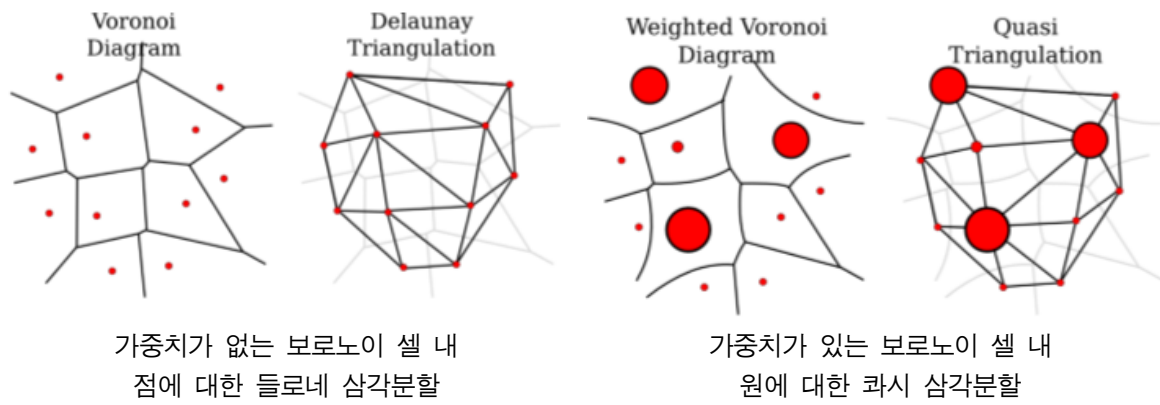


<그림 6> 파워 다이어그램 방법

- 유클리드거리 제곱에 가중치를 합하여 직선으로 이루어진 새로운 보로노이 다이어그램 생성

5. 콰시 삼각분할 (Quasi triangular)

- 3차원적(점→원)으로 보로노이 다이어그램과 쌍대 관계를 이루는 분할 기법으로서, 가중치가 반영된 보로노이 다이어그램의 원을 삼각형으로 연결하는 분할 방법



<그림 7> 콰시 삼각분할 방법