

발 간 등 록 번 호

11-1390000-003229-01



11

2016년
국가교통조사 및 DB구축사업

국가교통물류경쟁력 조사연구

2016. 12



국토교통부



한국교통연구원
THE KOREA TRANSPORT INSTITUTE

제 출 문

국토교통부장관 귀하

본 보고서를 국가정보화사업 중 「2016년도 국가교통조사 및 DB구축사업」의 최종보고서로 제출합니다.

2016년 12월

한국교통연구원

원장 이 창 운

**본 『2016년도 국가교통조사 및 DB구축사업』은 다음
연구진에 의해 수행되었습니다.**

참 여 연 구 진

<한국교통연구원>	
연구책임자	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 김찬성 연구위원 ◦ 김주영 연구위원
연 구 진	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 박인기, 최정민 연구위원 ◦ 조종석, 박민철, 박용일, 이석주, 황순연, 천승훈, 연지윤, 장동익, 김병관, 우왕희, 송태진 부연구위원 ◦ 신영권, 성홍모, 김동호, 김진우, 김규진, 김정은, 강국수, 고두환, 김관용, 김성민, 김은미, 박미란, 박준호, 변상진, 신동찬, 오연선, 이선아, 유연승, 이용철, 정성환, 정승연, 조용훈, 정현진, 주진호, 탁지훈, 홍성표 연구원 ◦ 서유진 연구조원 ◦ 전윤미, 나선영, 윤황섭, 박선임
<한국해양수산개발원>	
연 구 진	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 이호춘 전문연구원 ◦ 최종희 부연구위원 ◦ 류희영 연구원

『2016년도 국가교통조사 및 DB구축사업』

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 보완갱신 연구	조종석, 김병관, 강국수, 박미란, 정성환
제 3권	전국 여객 기종점 통행량 조사	조종석, 김병관, 연지윤, 이석주, 장동익, 김정은, 주진호, 정현진, 이용철, 정성환
제 4권	장래교통계획DB 및 모니터링 체계구축	김주영, 유연승, 김관용
제 5권	전국 화물 O/D 보완갱신	박민철, 성흥모, 우왕희, 변상진, 조용훈
제 6권	전국 화물 O/D 예비조사	박민철, 성흥모, 우왕희, 변상진, 조용훈
제 7권	교통분석용 네트워크 구축(도로)	김동호, 탁지훈, 정승연
제 8권	교통분석용 네트워크 구축(대중교통)	김동호, 이선아, 정승연
제 9권	국가교통통계조사	황순연, 오연선, 고두환
제10권	특별교통통행실태조사	성흥모, 장동익, 김은미
제11권	국가교통물류경쟁력조사연구	장동익, 홍성표
제12권	교통혼잡지도 DB구축	천승훈, 송태진, 김진우, 김성민

『2016년도 국가교통조사 및 DB구축사업』

과제별 공동참여·위탁용역 사업자

【공동사업 참여기관】

- 전국여객기종점통행량조사 공동사업 (수도권 부문)
 - 서울연구원, 경기연구원, 인천발전연구원
- 전국여객기종점통행량조사 공동사업 (대구광역시권 부문)
 - 대구경북연구원
- 전국여객기종점통행량조사 공동사업 (제주특별자치도 부문)
 - 제주발전연구원

【위탁용역 사업자】

- 전국여객기종점통행량조사 공동사업 (부산·경남권 부문)
 - 나이스알앤씨(주), (주)선일이앤씨, 동해엔지니어링(주)
- 전국여객기종점통행량조사 공동사업 (대전·충청·세종권 부문)
 - (주)드림이엔지, 대전리서치센터, 대전세종연구원, 충남연구원, 충북연구원
- 전국여객기종점통행량조사 공동사업 (울산·경북·강원 부문)
 - (주)코리아데이타네트워크, 동해엔지니어링(주)
- 전국여객기종점통행량조사 공동사업 (광주·전라 부문)
 - (주)메트릭스코퍼레이션, (주)태영기술공사, 서울시립대 산학협력단
- 전국 여객기종점통행량조사 웹시스템 구축
 - (주)한신정보기술
- 가구통행실태조사 표본설계 및 모집단 추정을 위한 1차 전수화
 - (사)한국조사연구학회
- 장래교통계획 GIS Map 구축
 - (주)큐빅웨어
- 2016년 전국화물 통행실태 예비조사
 - (주)매트릭스코퍼레이션, (주)서던포스트, 동해엔지니어링(주)

【위탁용역 사업자】

- 도로망 GIS DB 및 교통분석용 네트워크 보완갱신
 - 현대엠엔소프트㈜
- 통합교통망 GIS DB 및 교통분석용 네트워크 보완갱신
 - ㈜큐빅웨어
- 2016년도 국가교통DB Brief 발행
 - ㈜피그마리온
- 특별교통통행실태조사 및 이용자 만족도 조사
 - 리서치랩
- KTDB랩 플랫폼 유지보수 전국단위 교통망 기초DB 구축 및 대정부 서비스 기반 구축
 - ㈜큐빅웨어, 서울대학교산학협력단
- KTDB 웹사이트 운영환경 개선
 - ㈜한신정보기술
- KTDB 정보시스템 유지보수
 - ㈜지에스엔시스템즈
- 국가교통DB 재미있는 교통통계 Web 디자인
 - ㈜피그마리온

【자문용역 사업자】

- 사업체 (제조업, 도매업, 창고업 및 위험물질 취급) 및 화물자동차 표본설계
 - 사단법인한국조사연구학회

최종보고서 목차

- 제 1권 요약보고서**
- 제 2권 전국여객 O/D 보완갱신**
- 제 3권 전국 여객 기종점 통행량 조사**
- 제 4권 장래교통계획DB 및 모니터링 체계구축**
- 제 5권 전국 화물O/D 보완갱신**
- 제 6권 전국 화물O/D 예비조사**
- 제 7권 교통분석용 네트워크 구축(도로)**
- 제 8권 교통분석용 네트워크 구축(네트워크)**
- 제 9권 국가교통통계조사**
- 제 10권 특별교통통행실태조사**
- 제 11권 국가교통물류경쟁력조사연구**
- 제 12권 교통혼잡지도 DB구축**

목 차

요 약

제1장 과업의 개요	1
------------------	---

제1절 과업의 배경 및 목적 / 3

제2절 과업의 범위 및 내용 / 4

제2장 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표 I : 이동성)	7
---------------------------------------	---

제1절 연구개요 / 9

제2절 AADT 추정 관련 선행연구 고찰 / 10

제3절 도로구간별 교통량 추정 모형 개발 / 18

제4절 차량주행거리 산정을 위한 분석 Map 구축 / 25

제5절 차량주행거리의 산정 / 30

제6절 결론 및 향후 연구계획 / 38

제3장 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표 II : 접근성)	41
--	----

제1절 국외 접근성 통계 검토 / 43

제2절 교통접근성 산출을 위한 기초자료 수집 / 53

제3절 교통네트워크 통행시간 DB 구축 / 79

제4절 사례분석: 수도권 교통접근성 산정 / 90

제5절 향후 연구과제 / 100

부 록	101
-----------	-----

표 목 차

〈표 2- 1〉 AADT 추정관련 선행연구 분류	10
〈표 2- 2〉 AADT 추정관련 연구고찰	17
〈표 2- 3〉 구간별 차종별 일 추정교통량의 DB구축 형태	24
〈표 2- 4〉 표준노드링크 오류 수정 내역	27
〈표 2- 5〉 고속도로 오류 수정 내역	27
〈표 2- 6〉 분석 Map 도로등급 별 구축 현황	28
〈표 2- 7〉 차량주행거리 실태분석 연구의 조사 대상차종	31
〈표 2- 8〉 교통안전공단 정기검사 적용 기준	31
〈표 2- 9〉 도로 등급별 총차량주행거리 산정 결과	34
〈표 3- 1〉 영국 ‘Accessibility statistics’ 연혁	43
〈표 3- 2〉 영국 ‘Accessibility Statistics’ 내 각 지표별 정의	44
〈표 3- 3〉 영국 ‘Accessibility statistics’ 내 각 서비스별 이용자 & 제한된 이용자	45
〈표 3- 4〉 영국 ‘Accessibility statistics’의 서비스별 통행시간 한계값	45
〈표 3- 5〉 영국 ‘Accessibility statistics’ 내 한계값/계속적 지표의 유형별 예시	46
〈표 3- 6〉 영국 ‘Accessibility statistics’ 내 계속적 지표에서의 감쇄함수($\exp(-\beta \cdot t)$) 파라미터(β)	47
〈표 3- 7〉 영국 ‘Accessibility statistics’의 통행시간 산출 시 교통수단별 가정사항	48
〈표 3- 8〉 영국 ‘Accessibility statistics’와 ‘Connectivity statistics’의 차이점	49
〈표 3- 9〉 영국 ‘Connectivity Statistics’의 각 지표별 정의	49
〈표 3-10〉 영국 ‘Connectivity Statistics’의 통행시간 산출 시 교통수단별 가정사항	50
〈표 3-11〉 ‘Accessibility Statistics’와 ‘Journey Time Statistics’의 교통수단별 가정사항 비교	51
〈표 3-12〉 시도별 집계구 수 및 면적(2014년)	53
〈표 3-13〉 통계지리정보서비스에서 제공중인 집계구별 사회경제지표	55
〈표 3-14〉 시설물 위치 DB별 원출처 및 기준시기	57
〈표 3-15〉 교육시설 유형별 시설수	58
〈표 3-16〉 의료시설 유형별 시설수	59
〈표 3-17〉 판매시설 유형별 시설수	60

〈표 3-18〉 공공시설 유형별 시설수	62
〈표 3-19〉 사업체(본사) 수 및 공간DB 변환 완료 시설수	63
〈표 3-20〉 시도별 교통시설 수	64
〈표 3-21〉 건축물대장 각 항목별 수록내용	66
〈표 3-22〉 시도별 건축물대장 기초분석결과	69
〈표 3-23〉 국가대중교통정보센터 대중교통정보 연계 현황	71
〈표 3-24〉 국가대중교통정보센터 데이터 현황	73
〈표 3-25〉 지자체별 국가대중교통정보센터 수록 정류장수 및 버스노선 수	74
〈표 3-26〉 서울부산경기 버스정보시스템 수록 정류장수 및 버스노선 수	75
〈표 3-27〉 Daum 대중교통(버스) 노선수	75
〈표 3-28〉 도로네트워크 도로유형 분류	79
〈표 3-29〉 예외등급 선정기준 및 도로유형 분류	79
〈표 3-30〉 도로네트워크 도로유형 분류	80
〈표 3-31〉 도로네트워크 자유속도 기준	80
〈표 3-32〉 도로네트워크 자유속도 기준에 따른 링크수 및 연장	81
〈표 3-33〉 도로네트워크 시간대별 속도산정 방법 및 해당 링크수	82
〈표 3-34〉 TAGO 실시간정보 제공 지자체별 기반정보 및 실시간정보 정류장수, 노선수	83
〈표 3-35〉 TAGO 실시간정보 제공 지자체별 버스위치정보 자료 수 및 최종 DB 추출결과	84
〈표 3-36〉 서울대중교통 버스 유형별 노선수	85
〈표 3-37〉 서울대중교통 제공 버스정보 예	85
〈표 3-38〉 서울 8001번 버스의 시간대별 정류장간 평균통행시간	86
〈표 3-39〉 수도권 교통접근성 산정을 위한 분석 범위	90
〈표 3-40〉 교통접근성 산출을 위한 승용차대중교통 네트워크 노드 및 링크 수	95

그림목차

〈그림 2- 1〉 개별링크 교통량 추정을 위한 입력 자료의 흐름도	18
〈그림 2- 2〉 관측 대상구간의 오차곡선 구축 및 파라미터 최적화(Step 1)	21
〈그림 2- 3〉 미관측 대상구간의 값 파라미터 최적화(Step 2)	22
〈그림 2- 4〉 미관측 대상구간의 AADT 추정(Step 3)	23
〈그림 2- 5〉 수도권 및 전국 관측지점 분포도	24
〈그림 2- 6〉 표준노드링크 및 분석 Map 비교	25
〈그림 2- 7〉 구축 범위	26
〈그림 2- 8〉 고속도로 형상 수정 결과 화면	27
〈그림 2- 9〉 서울시의 표준노드링크 및 분석 Map 비교 화면	28
〈그림 2-10〉 부산시의 표준노드링크 및 분석 Map 비교 화면	29
〈그림 2-11〉 부산광역시 차량주행거리 산정	34
〈그림 2-12〉 대구광역시 차량주행거리 산정	35
〈그림 2-13〉 인천광역시 차량주행거리 산정	35
〈그림 2-14〉 광주광역시 차량주행거리 산정	36
〈그림 2-15〉 대전광역시 차량주행거리 산정	36
〈그림 2-16〉 울산광역시 차량주행거리 산정	37
〈그림 3- 1〉 영국 ‘Accessibility statistics’ 내 한계값지표와 계속적지표 계산 예	46
〈그림 3- 2〉 영국 ‘Accessibility statistics’의 통행시간 산출과정	47
〈그림 3- 3〉 서울 집계구의 공간적 분포(2014년 기준)	54
〈그림 3- 4〉 서울 집계구별 인구밀도 분포	56
〈그림 3- 5〉 교육시설 분포(서울 및 주변부)	58
〈그림 3- 6〉 의료시설 분포(서울 및 주변부)	59
〈그림 3- 7〉 판매시설 분포(서울 및 주변부)	61
〈그림 3- 8〉 주요 공공시설 분포(서울 및 주변부)	62
〈그림 3- 9〉 사업체 분포(서울 및 주변부)	63
〈그림 3-10〉 주요 교통시설 분포	65
〈그림 3-11〉 건축물대장 각 항목 간 연계형태	67
〈그림 3-12〉 건축물대장 각 항목별 표출형태	67

〈그림 3-13〉 건축물대장 공간DB화 예시(제주특별자치도)	69
〈그림 3-14〉 승용차 네트워크 DB 구축	70
〈그림 3-15〉 지역별 BIS 구축도시 및 TAGO 연계도시	72
〈그림 3-16〉 Daum 서울·수도권 대중교통 네트워크(버스)	76
〈그림 3-17〉 시내/농어촌버스 기초 네트워크 구축	77
〈그림 3-18〉 철도, 시외/고속버스, 항공, 연안여객선 네트워크 구축	78
〈그림 3-19〉 경기도 버스정보 예시	87
〈그림 3-20〉 경기도 버스노선망	87
〈그림 3-21〉 경기도 버스정류장	88
〈그림 3-22〉 경기버스 주요 노선의 구간속도 및 누적통행시간	89
〈그림 3-23〉 교통접근성 산정을 위한 분석 존 설정	91
〈그림 3-24〉 교통접근성 산정을 위한 주요 도착지 설정	92
〈그림 3-25〉 대중교통 노선별 1차 연결링크 구축방법론	94
〈그림 3-26〉 교통수단별 도심권 접근시간 분포	97
〈그림 3-27〉 교통수단별 강남권 접근시간 분포	98
〈그림 3-28〉 교통수단별 영등포·여의도권 접근시간 분포	99

요 약

요 약

1. 과업의 개요

가. 연구 배경 및 목적

1) 연구의 배경

- 도로의 교통상황이 복잡해지고 교통량이 점차 증가하면서 도로위의 원활한 교통흐름이 중요한 부분으로 차지하고 있음. 특히 도로 이용자의 경우 출발지에서 목적지까지 이동 전 혹은 이동 중에 제공되는 교통 정보의 정확성을 요구하고 있음
- 과거 자료의 한계로 인해 다소 추상적인 개념으로 인식되었던 교통 접근성 연구가 최근 다양한 자료들이 이용 가능해짐에 따라 이론적 한계를 극복하고 새로운 교통계획을 위한 도구로 정착되고 있음
- 이에 따라 해외 여러 나라들에서 교통접근성 개발현황과 교통계획에 활용을 검토하고 있음

2) 연구의 목적

- 육상, 해상, 항공 등 교통 분야 여객과 화물의 원활한 이동성과 접근성 확보, 최적교통시설 확보, 교통망 애로 및 개선지점 모색 등을 위한 정책적 기준이 되는 지표 개발을 주 목적으로 함

나. 연구의 범위 및 내용

1) 연구의 범위

- 이동성과 접근성을 두 가지 축으로 하는 교통물류경쟁력지표의 개발 및 설정을 위한 조사연구
 - 이동성 지표: 자동차 주행거리(Vehicle-Kilometer Traveled, VKT)
 - 본 과업의 이동성 지표는 교통안전공단 차량의 등록지 기반의 주행거리가 아닌 링크별 추정교통량을 기반으로 자동차 주행거리를 산정
 - 접근성 지표: 시점과 종점 사이의 통행시간(Travel time, Journey time)
 - 본 과업의 접근성 지표는 활동을 수행하기 위한 통행비용 및 누적기회로서 실제 발생한 통행 보다는 통행이 발생하기에 얼마나 용이한가의 정도로 통행시간 기반으로 접근성을 산정

- 국내 실정에 맞는 이동성, 접근성 지표 선정 및 실제 수집되는 대용량 데이터를 기반으로 지표를 산출하여 도시 간 경쟁력 비교를 위한 도구로 활용

2) 연구의 내용

① 이동성 지표 산정 및 검증

- AADT 추정 관련 선행연구 고찰
- 도로구간별 교통량 추정 모형 개발
- 차량 주행거리 산정을 위한 분석 Map 구축
- 차량 주행거리의 산정

② 접근성 지표 산정 및 검증

- 2015년 산정 결과의 신뢰성 검증
- 분석대상 시설 업데이트 및 확대
 - 2015년 12월 기준으로 시설물 정보 업데이트
 - 소방시설 포함 및 직장에 대한 접근성 산정 방안 검토
- 통행시간 산정방법 및 통행시간 값 검증
 - 통행시간 산정 방법론 고도화
 - 내비게이션 자료 활용
- 전국단위 접근성 지표 산정방안 정립
 - 전국 읍면동간 자동차·대중교통 통행시간 검증
 - 읍면동을 집계구 단위로 세분화 검토
- 대중교통 통행시간 산정
 - 민간 자료 의존 축소
 - 자체 통행시간 산정 방안 검토

다. 과업의 성과 및 기대효과

- 과업의 성과 : 국내 교통비용, 차량주행거리, 교통망 성능평가, 이동성·접근성 기반의 국가교

통물류경쟁력 관련 각종 지표 산정 및 평가 결과

- 과업의 기대효과 : 국가 교통시설운영과 정책집행에 따른 현황을 파악하고, 부문별 지표를 검토, 비교 평가하여 개선부문을 모색

2. 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표 I : 이동성)

가. 연구의 범위

- 1) 공간적 범위 : 6대 광역시(부산, 대구, 대전, 인천, 광주, 울산)
- 2) 시간적 범위 : 2015년
- 3) 내용적 범위
 - AADT 추정 관련 선행연구 고찰
 - 도로구간별 교통량 추정 모형 개발
 - 차량 주행거리 산정을 위한 분석 Map 구축
 - 차량 주행거리의 산정

나. AADT 추정 관련 선행연구 고찰

- 1) AADT 추정 관련 선행 연구
 - AADT 추정 관련 선행연구는 수시조사 교통량의 AADT 추정에 통상적으로 이용되고 있는 보정계수(Seasonal factor) 적용방법에서부터 첨단기법까지 다양한 연구들이 진행되어 왔음
 - 이러한 연구들은 <표 1>과 같이 ①상시조사 지점의 결측교통량 보정, ②수시조사 교통량 기반 AADT 추정, ③미관측 도로구간의 AADT 추정, ④장래 AADT 예측의 형태로 크게 4가지로 분류할 수 있음

<표 1> AADT 추정관련 선행연구 분류

구분	적용방법
결측 교통량 보정	① 상시조사 지점의 시간대별 결측값 보정기법 등 ② 상시조사 지점의 보정계수(Seasonal factor) 분석 등
수시조사 교통량 기반 AADT 추정	① 통상적인 방법 - 인접 상시조사 구간의 보정계수(Seasonal factor) 적용 - 선형 기반의 추정 기법 ② 비선형 기반 추정 모형 - 베이지안 분석(Bayesian analysis) - 클러스터링(Clustering) - 뉴럴 네트워크(Neural network) ③ 항공사진 방법
미관측 도로구간의 AADT 추정	① 공간통계 모형 - OLS(Ordinary least squares) 기법 - WLS(Weighted least squares) 기법 - GWR(Geographically weighted regression) 기법 - 크리깅(Kriging) 모형 ② 타 모형과의 결합 - Travel demand models(TDMs) - Origin-destination centrality(ODC)
장래 AADT 예측	① SVR(Support vector regression) 모형 ② OLS(Ordinary least squares) 기법 ③ ES(Exponential smoothing) 기법

2) 선행연구의 한계 및 시사점

- 앞서 AADT 추정 관련 선행연구를 고찰한 결과, <표 3-3>과 같이 ①수시조사 교통량 기반 AADT 추정, ②미관측 도로구간의 AADT 추정, ③장래 AADT 예측으로 크게 3가지로 요약할 수 있음
- 먼저 수시조사 교통량의 AADT 추정에 관한 연구에서는 연 3~5회 교통량 조사가 이루어지는 수시 교통량조사 지점에 대한 간접적인 AADT 추정방법들을 적용하고 있음
 - 하지만 전체 도로구간 중 상시 또는 수시 교통량 조사가 이루어지는 지점은 극히 일부이며, 나머지 대부분의 도로구간은 미 관측 상태임
 - 따라서 상시 또는 수시조사 지점을 제외한 나머지 미 관측 도로구간에 대한 AADT 추정에 어려움이 발생함
- 둘째, 미 관측 도로구간의 AADT 추정에 관한 연구에서는 대표적으로 회귀분석, 공간가중회귀 모형, 크리깅 모형 등과 같은 공간통계모형과 TDMs, ODC 등과 같은 교통 분야의 타 모형과 결합된 추정모형이 적용되고 있음

- 추정모형은 대부분 복잡하고, 해당 분석가의 역량에 따라 AADT의 추정력이 다르게 나타남
- 공간적 대상범위가 고속도로, 국도, 대도시, 소도시 등과 같이 상이함
- 공간통계 모형의 경우 사회경제 지표가 개별 도로구간 단위로 세분화되어 있지 않아 향후 GIS 기반의 첨단자료관리시스템에 탑재하기 위한 입력 자료의 구축 문제가 발생함
- 다수의 연구들에서는 AADT 추정오차가 수용할 수준에 도달하지 못하고 통계기반 모형의 특성상 교통량 추정을 위한 많은 관측조사 지점이 필요한 한계가 있음
- 빅 데이터의 활용이라는 측면에서 GPS기반의 개별 차량 이동궤적 자료를 이용한 미관측 도로구간의 AADT 추정에 관련 연구도 전무한 실정임
- 마지막으로 장래 AADT 예측의 경우는 시계열 AADT 자료를 이용하여 현재 또는 장래의 AADT를 예측할 수가 있어 대안이 될 수 있으나, 이와 관련된 선행연구는 미미한 실정임
- 그리고 국내의 상시, 수시 교통량 조사지점은 전국 도로망 대비 상당히 부족하나, 그렇다고 전체 도로구간에 대하여 상시 교통량 조사 시스템을 설치하여 전수화 조사를 수행하기에는 현실적으로 불가능하며, 현재 소수 상시조사 지점의 수준에서 미관측 도로구간에 대한 교통량을 추정할 수 있는 합리적인 방법론을 개발하는 것이 합리적일 것으로 판단됨
- 최근 기존의 고정식 지점검지체계에서 차량용 내비게이션 등과 같이 개별 차량의 이동궤적 데이터를 알 수 있는 이동식검지체계로 변화하고 있음
- 즉, 데이터의 양과 질이 급속히 발전하고 시·공간적 범위도 전국의 모든 도로망으로 확대되면서 그야말로 빅 데이터 시대에 진입하였으며, 이는 과거 도로의 특성, 사회경제적 지표 등과 같은 통상적인 자료를 이용한 교통량 추정방법에서 벗어나 개별 차량의 이동궤적 데이터 등과 같은 빅 데이터를 활용한 교통량 추정방법으로 진화해야 함
- 따라서, 본 연구에서는 빅 데이터 활용이라는 측면에서 GPS기반 개별 차량의 이동궤적 자료를 이용하여 미관측 도로구간에 대한 AADT 추정 방법론을 개발하고자 하며, 본 개발모형은 향후 GIS 기반의 교통량 추정시스템에 탑재하기 위한 단순하고 일반화된 모형으로 개발해야 하며, 모형개발의 위한 방향설정은 다음과 같음
- 첫째, 모든 도로구간에 적용할 수 있어야 하며, 모형은 단순하고 파라미터 최적화가 자동으로 이루어져야 함
- 둘째, 빅 데이터의 활용 측면에서 Data기반의 모형으로 개발해야 하며, 수용 가능한 추정오차 수준 확보해야 함
- 셋째, 소수의 상시조사 교통량 자료를 이용해야 하므로 AADT 추정하기 위한 강력한 설명변수 필요하며, 도로별 구간별 수요특성을 반영해야 함

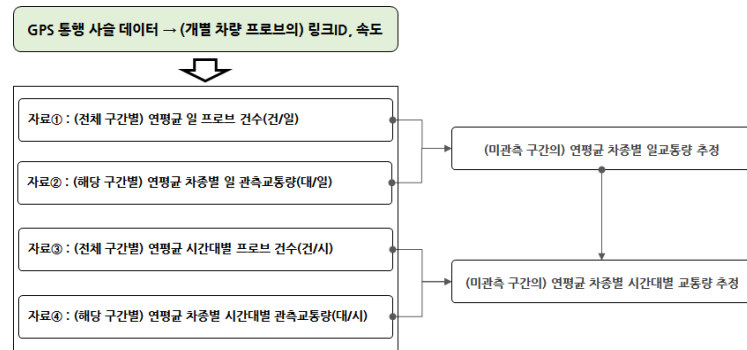
- 넷째, 전국 도로망 대상으로 하는 System 지향적 모형으로 개발해야 하며, 다양한 인접지역 교통량 조사 자료의 활용이 가능해야 함
- 다섯째, 현장 조건의 변화와 수집 자료의 추가 등으로 입력 자료가 변경될 경우 개발모형의 구조변경에 대한 용이성도 확보되어야 함

다. 도로구간별 교통량 추정 모형 개발¹⁾

1) 도로구간별 교통량 추정 모형 개발 개요

- 교통량은 속도, 밀도와 더불어 교통 연구 분야에서 거시적인 교통류 변수로 이용되고 있으며, 특히 연평균 일AADT의 경우는 장래 교통수요 예측, 계획도로의 차로 수 결정, 교통시설의 규모 결정 등 다양한 교통관련 분야의 의사결정을 위한 핵심적인 변수로 이용되고 있음
- 도로교통량 조사는 크게 상시조사와 수시조사로 구분되며, 전국적으로 교통량을 알 수 있는 교통량 조사 지점은 KOTI Level 6 네트워크의 전체 링크구간 기준으로 약 1.9% 수준에 해당 됨
- 즉, 관측링크 구간을 제외한 나머지 98.1%의 미관측 구간에 대한 현황 교통량 자료는 알 수가 없음
- 교통량 조사 지점을 제외한 나머지 98.1%의 링크 구간에 대한 현황 교통량을 파악하기 위하여 대규모 교통량 조사장비와 인력을 투입하는 것은 범국가적인 차원에서 예산 낭비이므로 기존의 설치된 교통량 조사 지점의 교통량 조사 자료를 이용하여 나머지 미 관측 구간에 대한 교통량을 추정할 수 있는 방법론을 개발하는 것이 더 효율적이라고 판단됨
- 본 연구에서는 현재 설치되어 있는 기관별 도로교통량 조사지점의 교통량 자료와 차량용 내비게이션 프로브 자료를 이용하여 미관측 구간의 교통량을 추정할 수 있는 모형을 개발하고자 함
- 여기서, 교통량을 추정하기 위한 입력 자료는 (일 또는 시간대별)프로브 건수와 관측교통량 자료가 필요하며, 개별링크 교통량 추정을 위한 입력 자료의 흐름도는 <그림 1>과 같음

1) 2015년 국가교통조사 및 DB구축사업의 교통량 추정모형을 기반으로 보완하였음



<그림 1> 개별링크 교통량 추정을 위한 입력 자료의 흐름도

2) 도로구간별 교통량 추정 모형 개발

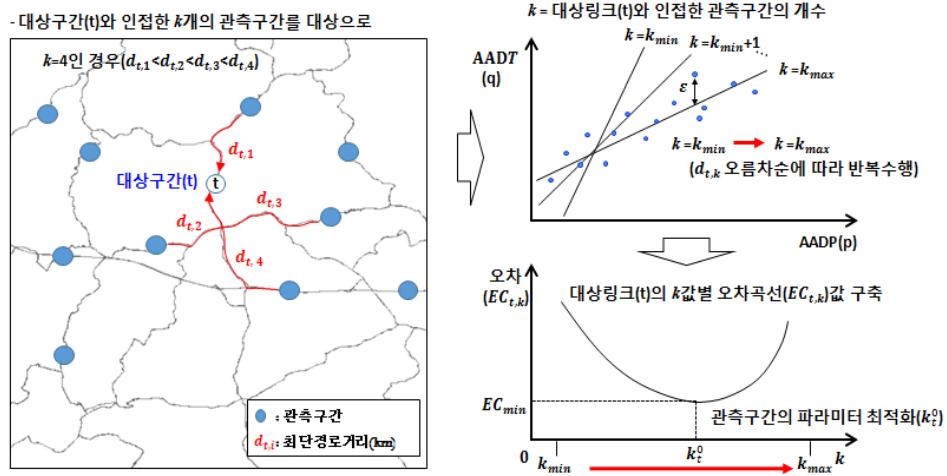
- 미관측 도로구간의 AADT를 추정하는 과정은 ①(관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 오차곡선(EC_t) 구축, ②(미관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 최적 k_t^o 값 산출, ③미관측 대상구간(t)의 AADT(\hat{q}_t) 추정으로 총 3단계에 걸쳐 수행함
- Step 1: (관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 오차곡선(EC_t)값 구축
- STEP 1에서는 관측구간을 대상으로 주어진 대상구간(t)의 입력자료($p_t, q_t, p_{t,k}, q_{t,k}, d_{t,k}, k \in k_{\max}$)를 이용하여 최단경로거리($d_{t,k}$)의 순서대로 구축된 전체 멤버를 k_{\min} 부터 k_{\max} 까지 k 값별로 추정모형 식을 구축하고, k 값별로 추정된 추정교통량($\hat{q}_{t,k}$)과 대상구간의 관측교통량(q_t)을 이용하여 다음과 같이 오차곡선($EC_{t,k}$)값을 산출함
- : 주어진 대상구간(t)과 인접한 관측구간 k 값에 대하여

$$EC_{t,k} = f'n(k) = \frac{|\hat{q}_{t,k} - q_t|}{q_t} \times 100, k_{\min} \leq k \leq k_{\max}$$

여기서, $EC_{t,k}$ = 대상구간(t)의 k 값별 오차곡선 값

$\hat{q}_{t,k}$ = 대상구간(t)의 k 값별 추정교통량(대/일)

q_t = 대상구간(t)의 관측교통량(대/일)



<그림 2> 관측 대상구간의 오차곡선 구축 및 파라미터 최적화(Step 1)

- Step 2: (미관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 최적 k_t^o 값 산출
- STEP 2에서는 미관측 구간을 대상으로 주어진 대상구간(t)과 인접한 n 개($n \in k_{max}$) 관측구간의 오차곡선($EC_{t,n}$)값에 대하여 k값별로 평균오차곡선($MEC_{t,k}$)값을 구축함
- : 주어진 n개의 오차곡선 값을 평균한 각 k값에 대하여

$$MEC_{t,k} = f'n(k) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{|\hat{q}_{t,k,i} - q_{t,i}|}{q_{t,i}} \times 100 \right)}{n}, 0 < n, k_{min} \leq k \leq k_{max}$$

여기서, $MEC_{t,k}$ = 대상구간(t)의 k값별 평균오차곡선 값

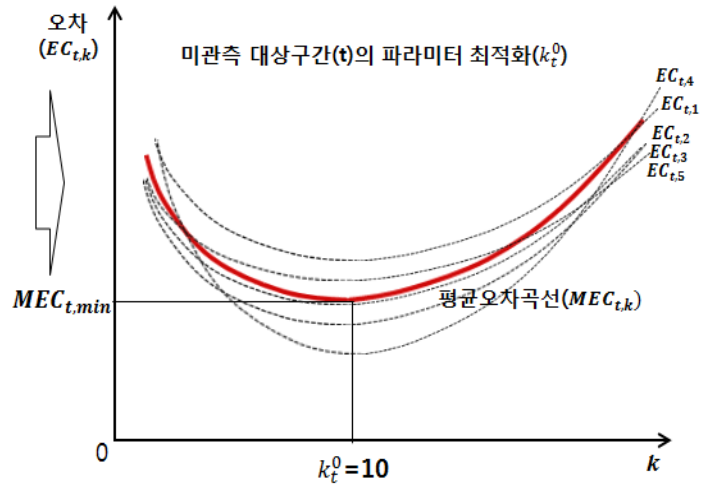
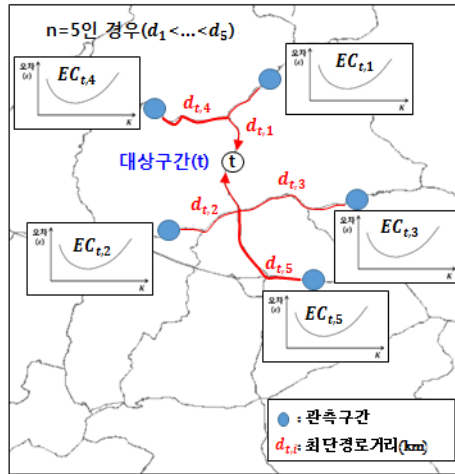
$\hat{q}_{t,i,k}$ = 대상구간(t)과 인접한 i번째 멤버의 k값별 추정교통량(대/일)

$q_{t,i}$ = 대상구간(t)과 인접한 i번째 멤버의 관측교통량(대/일)

- 위에서 산출한 대상구간(t)의 평균오차곡선($MEC_{t,k}$)값에서 k값별로 오차가 최소화되는 최적 k_t^o 값을 산출하며, 최적 k_t^o 값의 산출 식은 다음과 같음

$$k_t^o = \operatorname{argmin} f'n(k), k_{min} \leq k \leq k_{max}$$

- 대상구간(t)와 인접한 n개의 관측구간 대상으로



<그림 3> 미관측 대상구간의 k 값 파라미터 최적화(Step 2)

- Step 3: 미관측 대상구간(t)의 $AADT(\hat{q}_t)$ 추정

- STEP 3에서는 이전 단계에서 산출한 대상구간(t)의 최적 k_t^o 의 입력자료($p_{t,i}$, $q_{t,i}$, $d_{t,i}$, $i \in k_t^o$)를 이용하여 최종모형 식을 구축하고, 이 식에 대상구간(t)의 p_t 를 적용하여 \hat{q}_t 를 추정함

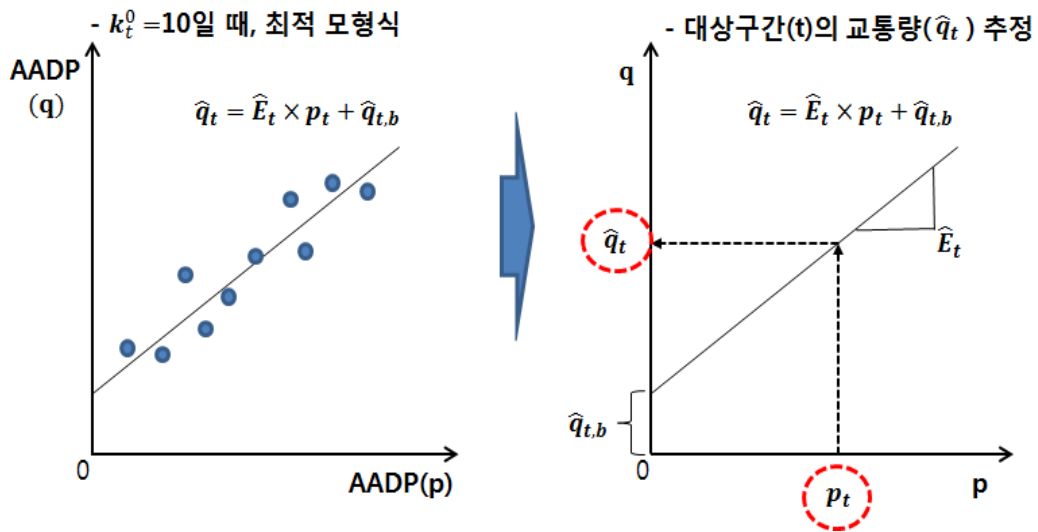
$$\hat{q}_t = \hat{e}_t \times p_t + \hat{q}_{t,b}$$

여기서, \hat{q}_t = 미관측 대상구간(t)의 추정교통량(대/일)

\hat{e}_t = 미관측 대상구간(t)의 전수화 계수(Expansion Factor)

p_t = 미관측 대상구간(t)의 AADP(건/일)

$\hat{q}_{t,b}$ = 미관측 대상구간(t)의 이면교통량(Background Volume)



<그림 4> 미관측 대상구간의 AADT 추정(Step 3)

라. 차량주행거리 산정을 위한 분석 Map 구축2)

1) 분석 Map 개요

- 분석 Map이란 표준 노드링크가 가지고 있는 분석용 네트워크로서의 문제점 보완과 분석 및 활용성의 극대화를 위하여 구축한 Map을 의미함

2) 분석 Map 구축결과

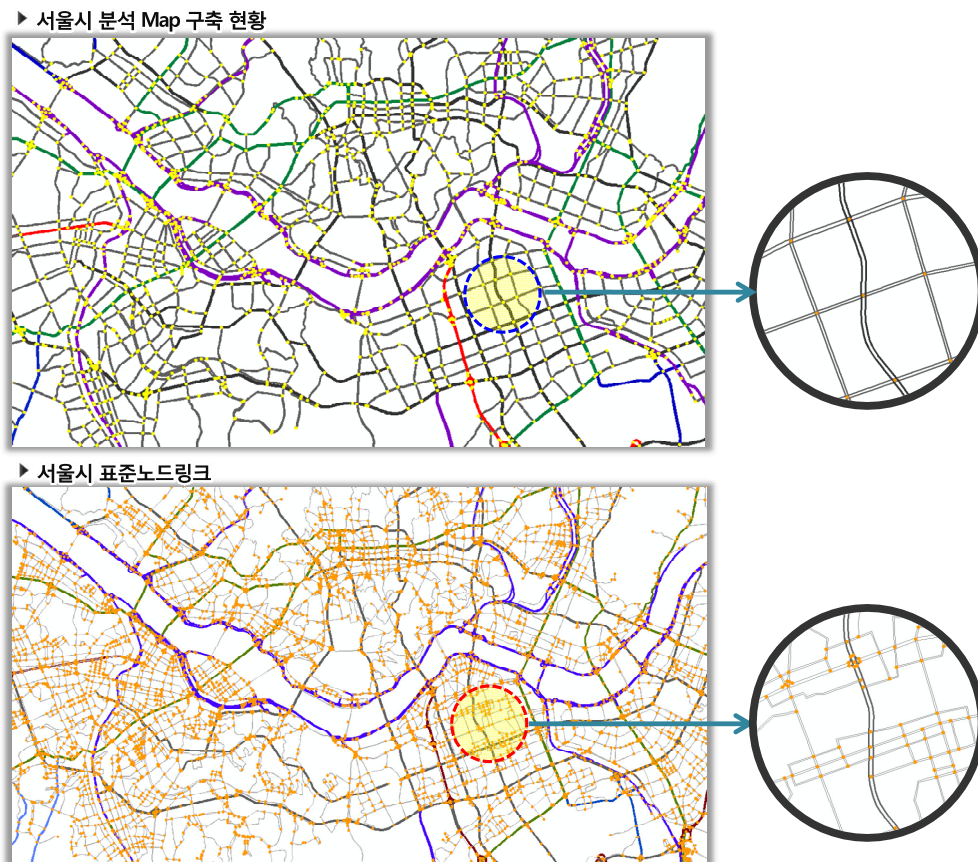
- 전국 분석 Map 구축 및 검수 결과

<표 2> 분석 Map 도로등급 별 구축 현황

도로 등급	표준노드링크 개수 (전체 : 254,896개)	분석 Map 개수 (전체 : 53,541개)	비고
고속국도	6,296개	5,564개	표준노드링크의 기타도로(108)은 단지내 도로로 생성하지 않음)
도시 고속국도	2,203개	1,375개	
일반국도	44,665개	12,563개	
국가지원지방도	9,963개	2,762개	
지방도	31,231개	6,315개	
특별·광역시도	35,548개	6,961개	
시군도	122,422개	18,001개	

2) 2016년 국가교통조사 및 DB구축사업 중 교통혼잡지도DB구축에서 구축한 분석맵을 활용함

- 분석 Map 구축 결과



<그림 5> 서울시의 표준노드링크 및 분석 Map 비교 화면

마. 차량 주행거리의 산정

1) 차량주행거리 산정 개요

- 과거의 차량 주행 거리 산정 절차는 통행에 대한 자료를 수집하여 이를 지역별, 도로 특성별, 도로 등급별로 정제/가공한 후 통계화 과정을 통해 모수를 추정하는 방법을 적용하거나, 차량이 실제로 운행한 주행거리를 통계적으로 분석하여 전체 차량 주행거리를 추정하는 방법을 적용함
- 본 연구에서는 앞서 제시된 각 도로 구간별 연평균 일교통량과 교통량이 해당하는 구간의 연장을 연산하여 차량 주행거리를 산정하고자 함
- 차량 주행거리의 추정은 아래의 식을 적용

$$\text{차량 주행거리} = \sum_i AADT_i \times L_i$$

$AADT_i$: i구간의 연평균 평일 일교통량

L_i : i구간의 연장

2) 차량주행거리 산정 결과

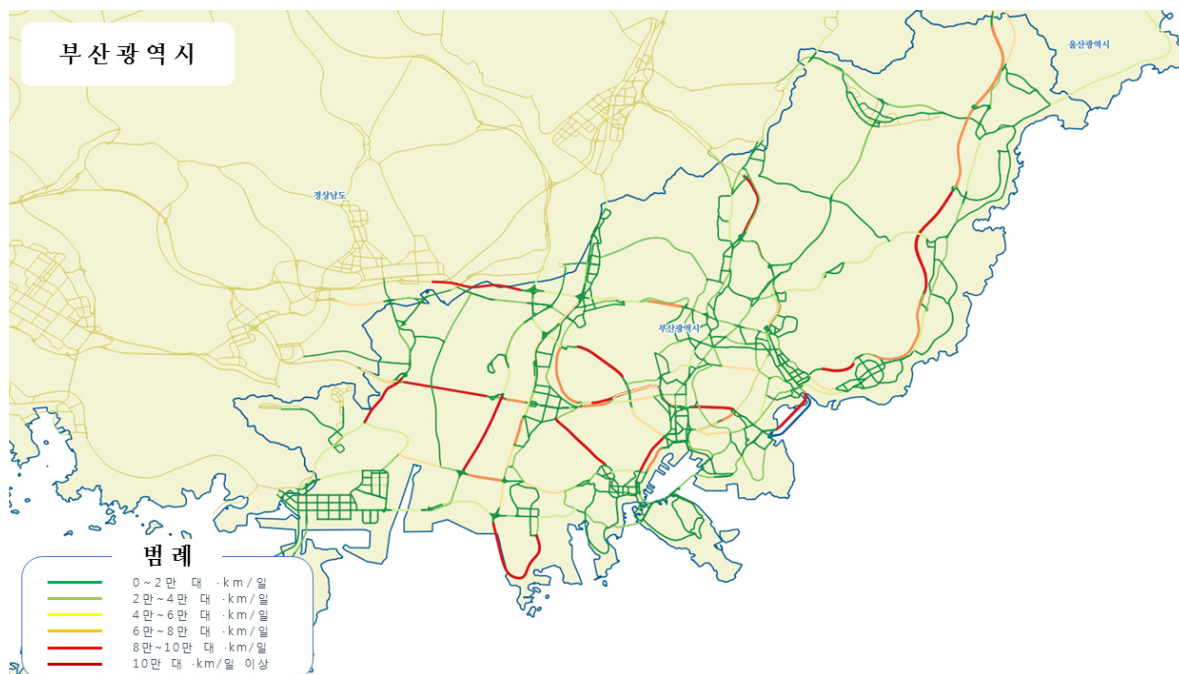
- 본 연구에서는 추정된 평일 교통량 기준의 연평균 일교통량을 이용하여 차량 주행거리를 산정하였으며, 산정된 총차량 주행거리의 도로 등급별 산정 결과는 다음의 표와 같음

<표 3> 도로 등급별 총차량 주행거리 산정 결과

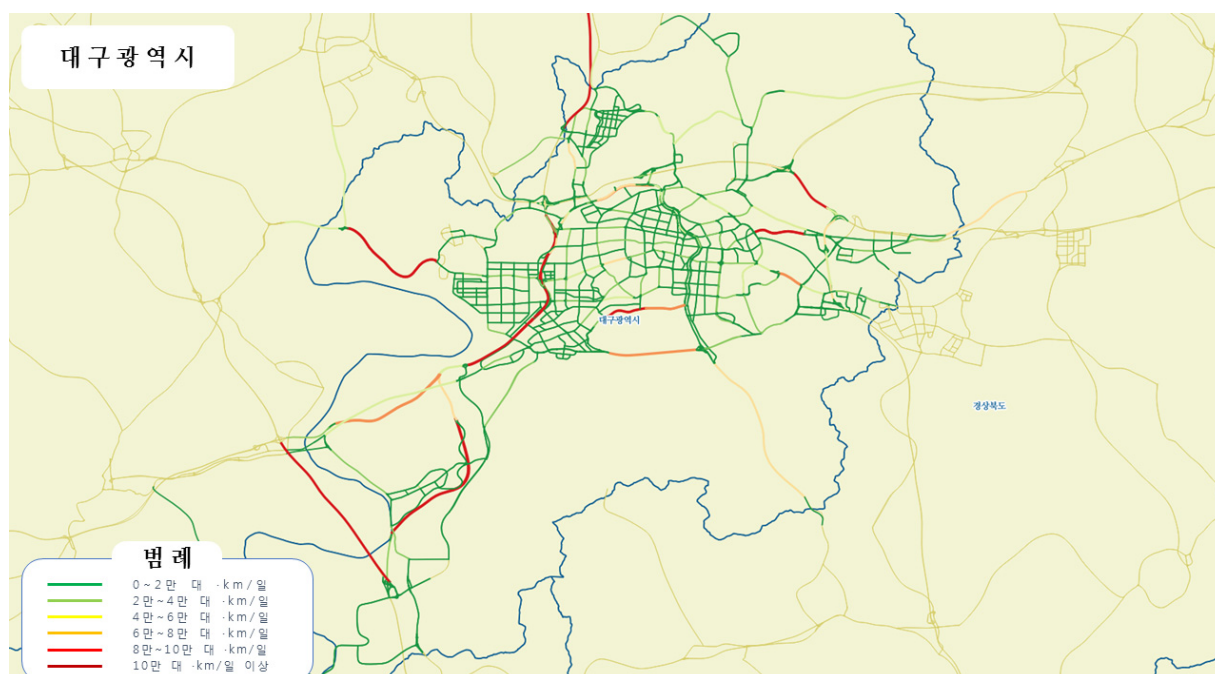
도로등급	총차량 주행거리(VKT, 대·km/일)	비율
고속국도	191,771,639	29%
도시고속국도	40,332,363	6%
일반국도	162,848,766	25%
특별광역시도	108,422,497	16%
국지도 및 지방도	55,776,542	8%
기타	104,785,942	16%
합계	663,937,748	100%

- 총차량 주행거리 산정 결과 국내 도로망에서 발생하는 총차량 주행거리의 약 30%는 고속국도를 이용하는 차량들로 인해 발생하는 것으로 분석되며, 국가도로망인 고속국도와 일반국도를 통해 발생하는 총차량 주행거리가 전체의 절반 이상을 차지하여 국가도로망에 대한 통행 의존도가 높은 편인 것으로 분석됨

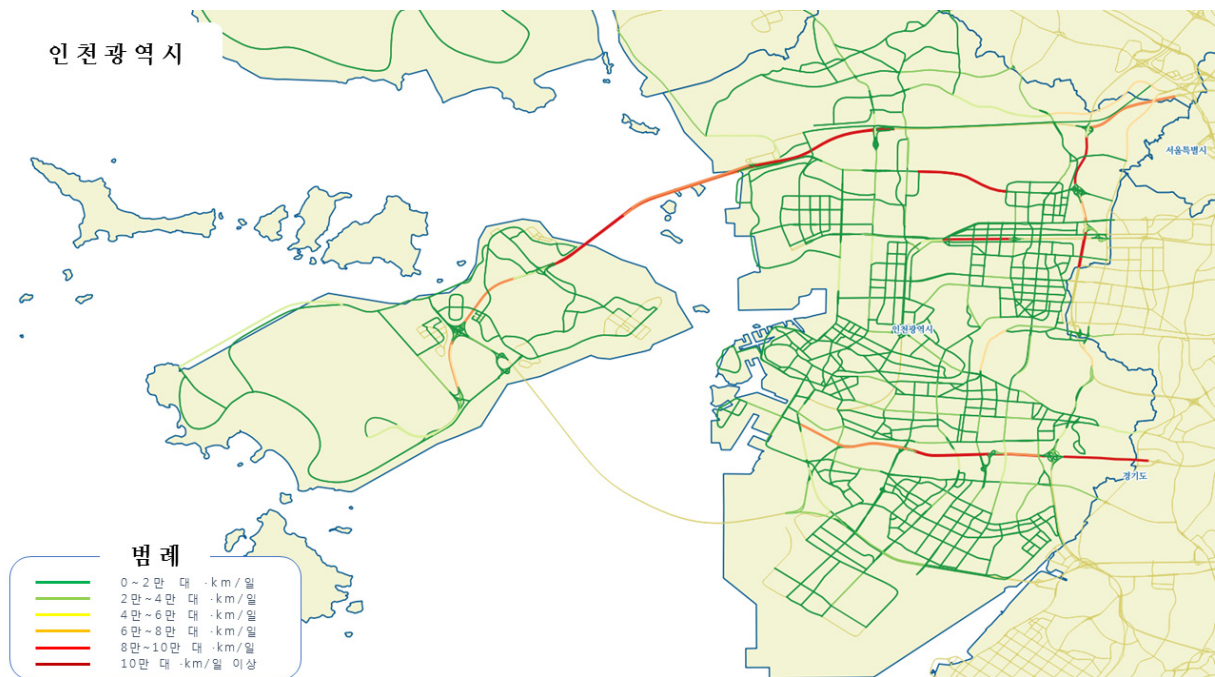
- 본 연구에서는 추정된 연평균 일교통량의 평일 교통량을 적용하여 차량 주행거리를 산정하였으며, 산정된 6대 광역시의 차량 주행거리는 다음과 같음



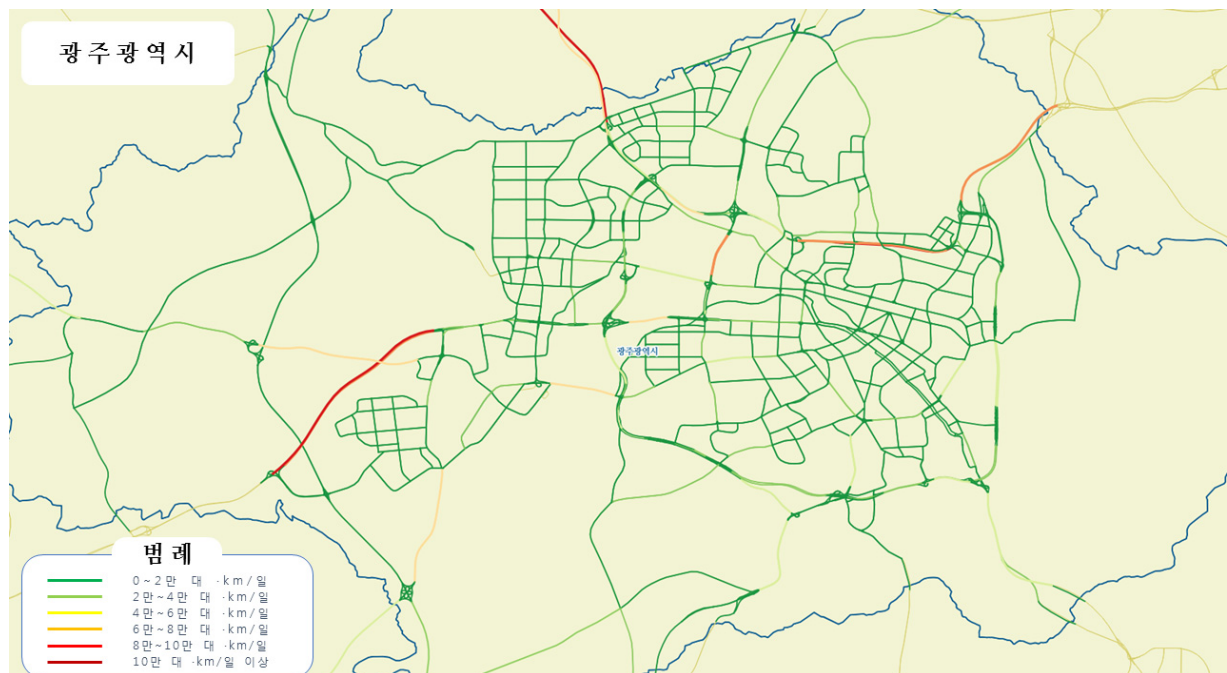
<그림 6> 부산광역시 차량 주행거리 산정



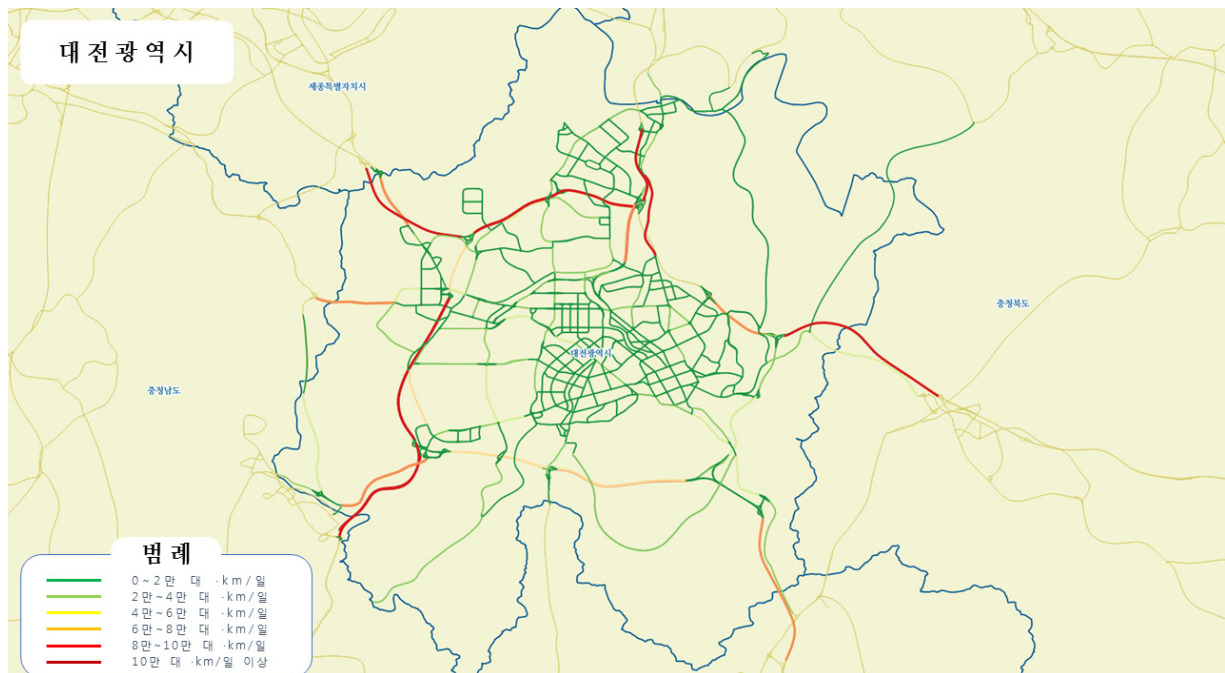
<그림 7> 대구광역시 차량 주행거리 산정



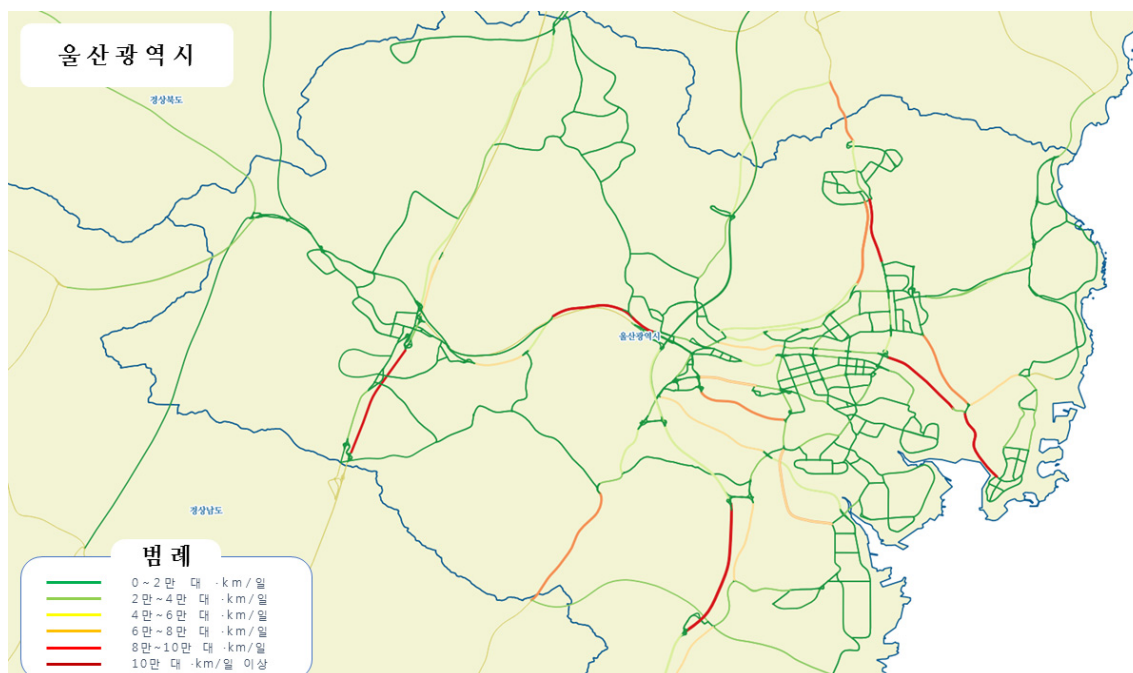
<그림 8> 인천광역시 차량 주행거리 산정



<그림 9> 광주광역시 차량 주행거리 산정



<그림 10> 대전광역시 차량 주행거리 산정



<그림 11> 울산광역시 차량 주행거리 산정

바. 결론 및 향후 연구계획

1) 결론

- 지금까지 시도되었던 차량 주행거리 산정 방법론은 수집 자료의 한계로 인해 도로별, 지역별 구분된 차량 주행거리를 제시하지 못하거나, 차량 주행거리 산정을 위한 공간적 범위에 제약을 받는 산정 방식이었음
- 이와 같은 한계점을 극복하고자 본 연구에서는 내비게이션 장치를 통해 수집된 개별 차량의 이동궤적 자료를 활용하여 각 도로 구간별 교통량을 추정하여 차량 주행거리를 산정함
- 도로 구간별로 산정된 차량 주행거리는 시각적으로 표현이 가능하도록 GIS 기반의 분석맵을 기준으로 작성되었으며, 분석맵을 기반으로 한 산출 결과의 시각화가 가능한 것으로 분석됨
- 산정된 차량 주행거리는 전국 6대 광역시의 차량 주행거리이며 각 산정결과에서 지역별 도로별로 차량 주행거리 발생이 집중되는 지역 및 도로를 원활하게 식별할 수 있는 것으로 분석됨

2) 향후 연구계획

- 본 연구에서 산정한 차량 주행거리는 다음과 같은 개선이 필요함
 - 평일 기준 차량 주행거리의 확대
 - 본 연구에서 제시하고 있는 교통량 추정은 연평균 평일 교통량(AAWDT, Annual Average Weekday Daily Traffic)으로 공휴일과 주말을 제외한 연평균 교통량임
 - 본 연구에서 적용하고 있는 모든 도로 링크에 대한 교통량 추정은 기본적으로 관측 교통량에 기반하고 있으나 공휴일 및 주말의 경우 관측 교통량으로 적용할 수 있는 지점의 수가 교통량 추정을 위한 적합한 표본수가 확보되지 못함에 따라 차량 주행거리도 평일에 대한 차량 주행거리 산정으로 제한함
 - 따라서 차량 주행거리 산정의 시간적 범위 제한을 극복하기 위해서는 주말 및 공휴일에 대한 교통량 조사가 추가적으로 이루어 질 필요가 있음
 - 관측 교통량의 신뢰도 제고
 - 본 연구에서 활용되고 있는 차량 주행거리 산정 방법론은 현황에서 관측된 조사 교통량이 주요한 기초자료임
 - 연구 수행과정에서 확인된 바에 따르면 관측 교통량 중 일부 조사 교통량의 경우 교통량 조사 결과 간의 관계가 비정상적으로 형성되는 경우가 확인되었으며, 이는 일부 조

- 사 교통량 자료의 오류의 가능성이 존재함을 의미함
- 현황에서 파악된 교통량의 오류에 대한 검토 방법론은 기존에 연구된 바가 없기 때문에, 우선 현황 교통량에 대한 신뢰도 평가의 수행을 통해 적합한 관측 교통량을 선별하는 과정이 필요하며 단계적으로 오류를 포함한 관측 교통량에 대한 신뢰도 개선 작업이 병행될 필요가 있음
 - 교통량 조사가 여러 기관에 의해 산발적으로 수행되고 있기 때문에 관측 교통량에 대한 오류 검토와 수정보완은 기관간 협의와 조정을 거쳐 단계적으로 시행될 필요가 있을 것으로 판단됨

3. 국가교통물류경쟁력 조사 (미시지표Ⅱ: 교통접근성)

가. 국외 접근성 통계 검토

1) Accessibility Statistics³⁾

- 2007년부터 접근성지표 공표를 시작하였으며, 대상 서비스 추가 등 산정방법론 개선을 통하여 산출결과의 질을 제고하고 있음

<표 4> 영국 'Accessibility statistics' 연혁

기준년도	내용
2007년	- Accessibility Statistics 산출 및 공표 · 대상 서비스 : 직장, 식료품점, 초등학교, 중·고등학교, 기타 교육기관, 의원, 병원 · 교통수단 : 대중교통/도보, 자전거, 승용차
2009년	- 대상 서비스 추가(도시 중심지)
2010년	- 자가용차량 속도 인용출처 변경 · Car statistics 내 속도 통계 → Probe 차량의 속도를 기반으로 생산된 속도) · 목적 : 도로의 혼잡 등을 고려하여 현실성 있는 통행시간 산출 - 각 대상 서비스의 인용출처 변경
2013년	- 대중교통/도보 최소 통행시간 변경(10분 → 5분)

자료: UK Department for Transport(2014a), 「Accessibility Planning Guidance: Full Guidance」에서 재정리.

- 접근성지표는 크게 통행시간 지표(Travel time indicators), 도착지 지표(Destination indicators), 출발지 지표(Origin indicators)로 구분됨

3) UK Department for Transport(2014d), 「Accessibility Statistics 2013」에서 재정리하였음.

<표 5> 영국 ‘Accessibility Statistics’ 내 각 지표별 정의

지표	설명
통행시간 지표	- 구역별 각 서비스로 도달하기 위한 최단 소요시간의 평균값으로 교통수단별 가장 가까운 서비스로의 최단 소요시간을 측정 ※ 구역별 가장 가까운 초등학교에 접근하기 위한 시간
도착지 지표	- 구역별 특정시간 내 각 서비스로 도달할 수 있는 이용자의 비율로 구역 내 전체 이용자 중 특정시간 이내에 서비스로 접근가능한 이용자 수의 비율로 산출 ※ 구역별 초등학교로 20분 이내 접근할 수 있는 초등학교의 비율
출발지 지표	- 각 구역에서 특정시간 내 도달할 수 있는 각 서비스의 수 등으로 산출 ※ 구역별 20분 이내에 접근할 수 있는 초등학교의 수

자료: UK Department for Transport(2014a), 「Accessibility Planning Guidance: Full Guidance」에서 재정리.

2) Connectivity Statistics⁴⁾

○ 연계성(Connectivity)의 정의 및 통계 수록 범위

- 연계성은 개인 또는 가구가 교통거점에 접근할 수 있는 범위로 주요 서비스를 대상으로 하는 'Accessibility Statistics'와는 차이가 있음

<표 6> 영국 ‘Accessibility statistics’와 ‘Connectivity statistics’의 차이점

Accessibility statistics	Connectivity statistics
- 지역적 또는 사회적으로 의미가 있는 도착지로의 통행시간 등을 산출	- 공항, 철도역 등과 같이 국가적으로 중요하고 장거리 통행이 요구되는 도착지로의 통행시간 등을 산출
- 대상 서비스가 상대적으로 많으며, 2시간 이내의 단거리 통행만을 포함	- 대상 서비스가 상대적으로 적으며, 각 출발지로부터 모든 도착지까지의 통행시간이 계산됨
- 각 서비스별 한정된 이용자 그룹만을 대상으로 함 ※ 초등학교 : 각 구역별 5~10세 학생 수	- 각 서비스에 대하여 전체 인구를 고려

자료: UK Department for Transport(2014c), 「Connectivity Travel Time Indicators : Guidance Notes」에서 재정리.

○ 지표 : 평균통행시간 지표 등 5개의 지표를 연계성지표로 설정함

4) UK Department for Transport(2014e), 「Connectivity Statistics」.

<표 7> 영국 ‘Connectivity Statistics’의 각 지표별 정의

지표	설명
평균통행시간	- 각 구역에서 가장 가까운 서비스시설까지 통행시간의 평균값
주변 범위 지표 (도착지 기준)	- 각 도착지별 주어진 시간 이내에 접근할 수 있는 인구수 및 특정 거리 내 인구 중 주어진 시간 이내에 접근 가능한 인구수의 비율 ※ 한계시간 : 30분, 60분, 120분
주변 범위 지표 (출발지 기준)	- 각 구역별 전체 인구수 중 특정 도착지로 주어진 시간 이내에 접근 가능한 인구수의 비율 ※ 한계시간 : 30분, 60분, 120분
가중된 연계성 지표	- 각 구역별 도착지(서비스시설)의 중요성(규모 등)을 가중하여 산출된 값 · $\sum_j \frac{W_j}{T_{ij}}$: i -각 구역, j -각 서비스시설, T -통행시간, W -가중치
도달가능한 도착지 수 지표	- 각 구역별 특정 시간 내 도달 가능한 서비스시설 수 ※ 한계시간 : 30분, 60분, 120분

자료: UK Department for Transport(2014c), 「Connectivity Travel Time Indicators : Guidance Notes」 에서 재정리.

3) Journey Time Statistics

- 기존 ‘Accessibility Statistics’에서 아래와 같은 내용을 보완하여 2014년 기준 통계부터 공표 중임
 - 통행시간 계산을 위한 새로운 분석도구 사용
 - 서비스시설에 대하여 일반에게 개방중인 자료로 대체
 - 통행시간 산정방법론 및 차량 통행속도 보완
 - 오전첨두시에 대해서만 통계지표 산출 및 2011년 센서스 자료 업데이트

나. 교통접근성 산출을 위한 기초자료 수집

1) 구역경계 및 사회경제지표 DB

- 접근성 산출은 보다 미시적인 공간단위에서 분석이 필요하므로, 통계청에서 제공하는 가장 작은 공간단위인 집계구를 접근성 산출을 위한 구역단위로 설정하였으며, 통계청 통계지리정보서비스를 통하여 집계구경계 DB를 수집함
- 사회경제지표의 경우 통계청 통계지리정보서비스에서 제공하고 있는 2014년 기준 집계구별 인구, 가구, 주택, 사업체 관련 통계자료 중 가장 최신 자료를 수집함
 - 각 자료는 총괄지표와 개별지표로 구성되어 있으며, 개별지표의 경우 각 집계구별 통계수치가 ‘5’ 이하일 경우 통계비밀보호를 위하여 통계값을 제외 처리함

2) 시설물 위치 DB

- 교육, 의료, 판매, 공공, 교통시설과 사업체 위치정보에 대한 DB를 구축함
- 2015년을 기준으로 하되 자료의 구축방법 등을 고려하여 최선의 자료를 구축함
- 각 DB별 원출처 및 기준시기 등은 아래와 같음

<표 8> 시설물 위치 DB별 원출처 및 기준시기 등

시설구분		자료출처	기준시기	항목 수	비고
교육시설 ¹⁾		- 교육부 교육통계서비스	‘15.4	- 총 22,460개	- 유치원, 초·중등학교 - 일반고, 자율고, 특성화고, 특수목적고 - 특수학교, 기타학교, 대학교(원)
의료시설		- 건강보험 심사평가원	‘15.6	- 병원 : 66,325개 - 약국 : 21,217개	- 병원, 의원, 조산원, 보건의료원, 보건소, 약국
판매시설		- 한국콘텐츠 미디어	‘15.1	- 53,934개	- 대형마트, 슈퍼/마트, 편의점, 백화점, 아울렛, 전자제품매장, 면세점, 재래시장
공공시설		- 행정자치부	‘16.8	- 12,423개	- 검찰기관, 경찰기관, 고용기관, 관세기관, 국세기관, 법무기관, 법원, 병무기관, 보훈기관, 우정기관, 보건기관, 소방기관, 지방행정기관, 기술센터, 문화(박물관, 도서관)기관
사업체 위치정보		- 매일경제신문사	‘15.1	- 524,788개	- 법인/개인사업체 본사
교통 시설	도시철도/경전철역	- 내부자료	‘15.12	- 844개	
	시내버스정류장	- TAGO, DAUM	‘15.11~12	- 183,612개	
	철도역 ²⁾	- 국가교통DB센터	‘15.12	- 235개	
	시외/고속버스 터미널/정류장	- 국가교통DB센터	‘14.12	- 4,365개	- 터미널, 정류장, 환승휴게소
	공항	- 국가교통DB센터	‘14.12	- 15개	
	연안여객선터미널	- 국가교통DB센터	‘14.12	- 357개	

자료: 교육시설 - 교육부, 「교육통계서비스」, <http://kess.kedi.re.kr/> (2016. 11. 30).

의료시설 - 건강보험심사평가원, <http://www.hira.or.kr/> (2015. 11. 30).

판매시설 - 한국콘텐츠미디어(2014), 「유통업체 주소록」.

공공시설 - 행정자치부, 일선행정기관 주소 및 전화번호.

사업체 위치정보 - 매일경제신문사, 「2015년 SMTp」.

교통시설 - 국가대중교통정보센터, <http://www.tago.go.kr/>, 2015년 12월 16일 기준 노선기반정보(제주도 시내버스).

다음지도, <http://map.daum.net>, 2015년 11월 기준 버스노선정보(제주도 외 시내버스).

국가교통DB센터, 2015년도 대중교통 GIS DB(철도, 시외/고속버스, 공항, 여객선터미널).

주: 1) 휴교(원) 또는 폐교(원) 제외

2) 2014년 기준 자료에서 열차 미정차역은 제외하였으며, 공주역, 포항역(이설)을 추가한 자료임

3) 건축물 행정정보

- 2015년 12월 31일 기준 자료를 활용하였으며 여기에서 건축물대장 중 표제부(등별개요)를 기준으로 하여 층별개요의 자료를 연계함
 - 건축물대장에 등록된 전국의 건축물 수는 약 748만개이며, 건물 내 부설주차장의 총 주차대 수는 약 5,672만대임
 - ‘건축물대장_PK’(건축물 ID)를 기준으로 표제부와 층별개요를 매칭한 결과 총 층별개요 자료수는 약 1,890개로 산출됨
- 이후 속성정보를 공간정보로 변환하기 위하여 아래와 같은 방법을 사용하여 개별건축물의 위치정보를 산정함
 - 1차 : 2015년 6월 기준 도로명주소전자지도(행정자치부 배포)의 각 건물DB의 주소별 좌표 값을 산출한 후, 건축물행정정보와 연계
 - 2차 : 1차에서 연계되지 않는 자료들에 대하여 2015년 12월 24일 기준 지적도 내 주소별 위치정보를 연계하여 좌표 산출
 - 1~2차에서 위치정보를 도출하지 못한 자료의 경우 공간DB를 구축하는 과정에서 제외함

4) 교통네트워크 DB

- 승용차 네트워크는 KTDB Lab Platform에서 구축한 2016년 4월 기준 교통주제도 기반 레벨6 도로망 자료를 활용함
 - 이 도로망 자료는 412,746개의 노드와 531,843개의 링크(양방향 기준)로 구성되어 있음
 - 위의 도로망 자료 중 도로 끝부분이 일방통행으로 되어 있어 진입 또는 진출이 불가능한 도로망을 제외한 531,802개의 링크(양방향 기준)를 교통접근성 분석을 위한 승용차 네트워크 DB로 구축함
- 시내버스 및 농어촌버스, 마을버스의 경우 국가대중교통정보센터(TAGO), 지자체 버스정보 시스템, 민간정보를 활용하여 교통네트워크 DB를 구축함
 - 시내버스 및 농어촌버스, 마을버스의 경우 우선 국가대중교통정보센터(TAGO)에서 수집중에 있는 버스기반정보(정류장, 노선, 노선별 경유정류장)를 활용함
 - 서울특별시와 부산광역시, 경기도의 경우 각 지자체의 버스정보센터에서 제공중인 버스 기반정보를 활용함
 - 그 외 지역 및 위에서 누락된 버스노선은 민간정보를 활용하여 DB를 구축함

- 철도(도시철도/경전철, 고속/일반철도), 시외/고속버스, 항공, 연안여객선의 경우 국가교통DB 센터에서 구축한 2014년 기준 대중교통 GIS DB를 이용함

다. 교통네트워크 통행시간 DB 구축

1) 도로네트워크 링크별 통행시간 DB 구축

- 우선 통행비용함수(VDF)에서 제시하고 있는 등급별 자유속도를 참조하여 전체 도로네트워크에 대하여 자유속도를 산출함
 - 1차로 '2014년 전국 교통수요 분석 기초자료 설명자료'에서 제시하고 있는 것과 같이 도로 등급을 기준으로 하여 각 링크별 도로유형을 분류함
 - 2차로 통행비용함수(VDF)에서의 예외등급에 대하여 도로네트워크에서 도로유형을 따로 분류함
 - 마지막으로 링크유형 중 아래와 같은 링크를 '램프'로 분류한 후, 도로유형 기준과 신호등 밀도, 차로수, 각 링크가 소속된 지역(도시부, 지방부)에 따라 통행비용함수(VDF)에서 제시하고 있는 자유속도를 참조하여 각 링크별 자유속도를 산정함
- 이후 링크별 속도 산정을 위한 기초자료로 KTDB Lab Platform의 내비게이션 장착 차량의 링크 통행시간 기반의 시간대별 속도 자료를 사용하여 단방향 기준 418,783개 링크(전체 링크수 대비 43.6%)의 속도자료가 수집되었으며, 나머지 링크에 대해서는 아래와 같이 가정하여 산정함
 - 시·군·구, 자유속도 분류기준별 시간대별 평균속도를 산정한 후, 속도가 존재하지 않는 링크가 해당 조건을 만족할 때 평균속도를 적용
 - 위에서 조건을 만족하지 않을 시 시도, 자유속도 분류기준별 시간대별 평균속도를 산정한 후, 이 값을 적용

<표 9> 도로네트워크 시간대별 속도산정 방법 및 해당 링크수

구분	기준	해당 링크수 (개)	비율 (%)
1차	KTDB Lab Platform 속도자료 활용	418,783	43.6
2차	시·군·구, 자유속도 분류기준별 평균속도 적용	529,550	55.2
3차	시·도, 자유속도 분류기준별 평균속도 적용	11,100	1.2
전체	-	959,433	100.0

2) 대중교통네트워크 링크별 통행시간 DB 구축

- 대중교통수단 중 시내/농어촌버스(마을버스 포함), 철도(도시철도/경전철, 고속/일반철도)에 대하여 통행시간 DB를 구축함
- 시내/농어촌/마을버스의 경우 TAGO를 통해 실시간정보를 수집하고 있는 26개 지자체에 대하여 2015년 12월 16일(수) 기준 버스위치정보 자료를 활용하여 정류장 간 통행시간 DB를 구축함
 - 해당 자료는 차량ID, 노선ID, 노드/정류장ID, 메시지발생시각, 위/경도, 차량별 정류장 순번, 이벤트코드(정류장도착, 정류장출발, ...) 등의 정보로 구성되어 있음
 - 이 중 노선ID, 노드/정류장ID, 차량별 정류장 순번 정보의 경우 노선기반정보 중 노선부가 정보(노선별 경유정류장) 자료와 연계되어 있음
 - 이를 활용하여 정류장 간 일평균 및 시간대별(오전첨두, 낮시간, 저녁첨두) 통행시간 DB를 구축함
- 서울특별시와 경기도 시내/농어촌/마을버스의 경우 지자체별 버스정보시스템 내 BIS 정보를 이용하여 2016년 11월 기준 정류장간 통행시간을 산출함
- 철도의 경우 한국철도공사 및 각 도시철도/경전철 운영사에서 제공하고 있는 열차 운전시각표, 역별 시각표 정보를 이용하여 노선별 역간 통행시간 DB를 구축함

라. 사례분석: 수도권 교통접근성 산정

1) 분석개요

- 본 연구에서는 앞서 구축한 승용차 속도정보, 대중교통 시간정보를 바탕으로 수도권을 대상으로 교통접근성 지표 중 통행시간 지표를 사용하여, 서울 주요지점 접근을 위한 승용차, 대중교통 교통접근성을 산정함
- 분석 범위는 2015년 기준으로 수도권을 대상으로 하며, 분석 대상 교통수단은 승용차와 환승할인이 가능한 대중교통(시내/농어촌/마을버스, 도시철도/경전철)으로 설정함

<표 10> 수도권 교통접근성 산정을 위한 분석 범위

구분		내용
공간적 범위		- 수도권(서울특별시, 인천광역시, 경기도) 전체 ※ 육지와 도로로 연결되어 있지 않는 도서지역 제외
시간적 범위		- 2015년(12월)을 기준 ※ 일부 자료는 2016년 기준으로 적용
사용 DB	승용차	- 링크별 속도자료가 포함된 도로네트워크
	대중교통	- 2015년 기준 버스네트워크(출처: 다음지도) · 수도권 면허 노선을 대상으로 하며, 평일에 운행하지 않는 노선은 제외 · 시외버스, 공항버스, 심야버스, 시티투어버스 제외 · 전체 3,498개 노선, 47,356개 정류장 - 버스정류장간 통행시간 자료 · 서울, 경기 : 각 지자체 버스정보시스템에서 추출 · 인천 : 국가대중교통정보센터 실시간 버스위치정보 자료에서 추출 - 도시철도/경전철 자료 · 역 위치정보(전체 589개 역) · 환승역간 환승시간 자료(출처: 다음지도) · 지하철 운행시각표(1~8호선, 분당선, 경의중앙선, 경춘선, 수인선, 인천1호선, 공항철도) (출처: 각 지하철 운영사) · 지하철 역별 시각표(9호선, 신분당선, 의정부경전철, 용인경전철) (출처: 각 지하철 운영사)
분석 소프트웨어		- CUBE 6.1

2) 분석 존 및 주요 도착지 설정

- 본 연구에서는 정육각형의 셀을 분석 존의 기초단위로 설정하였으며, 분석 소프트웨어의 존 수 한계값(32,000개)을 고려하여 직경 720m(도보 10분 거리) 단위의 수도권 분석 존을 구축함(N=27,506)
- 주요 도착지로는 서울 내 중심업무지역인 도심권, 강남권, 영등포·여의도권 등 3개 지역을 설정함
 - 도심권은 서울역, 광화문, 종로1~2가, 을지로입구, 명동 주변부를 도착지로 설정함
 - 강남권은 강남역 인근 및 테헤란로 주변부를 도착지로 설정함
 - 영등포·여의도권은 영등포역 인근 및 여의도 지역을 도착지로 설정함

3) 분석용 네트워크 구축

- 도로의 경우 도로네트워크 중 수도권과 강원, 충청도 지역만을 대상으로 접근성 분석용 도로 네트워크를 구축함

- 여기에서 오전첨두(7~9시), 낮 시간(12~14시), 저녁첨두(18~20시), 주간평균(6~22시)의 링크별 평균속도를 산출하였으며, 속도자료와 도로연장을 이용하여 링크별 통행시간을 산출함
- 각 존 센트로이드와 연결되는 커넥터 링크의 경우 각 존 중심과 가장 인접한 비연속류 도로 통과 노드 간을 직선으로 연결하였으며, 속도는 30km/h로 가정함
- 이와 함께 차량 출차시간(센트로이드→노드: 2분) 및 주차시간(노드→센트로이드: 2분)을 합산하여 커넥터 링크의 최종 통행시간을 산출함
- 대중교통 노드는 아래와 같이 구분하여 설정함
 - 도시철도/경전철의 경우 역 출입구와 역 승강장을 분리하여 노드를 설정함
 - 버스의 경우 출발→도착 버스정류장 간 링크 연계 시 분석프로그램의 링크 수 한계값(999,999개)를 초과하는 경우가 발생하는 관계로, 각 정류장에 대하여 앞서 구축한 수도권 분석존을 중첩한 후, 버스정류장이 존재하는 분석 존을 대표 노드로 설정함
- 대중교통 링크는 아래와 같이 설정하였으며, 일평균 통행시간이 포함된 네트워크를 구축함
 - 대중교통 운행링크의 경우 출발-도착지 간 대중교통 통합 운행링크 구축을 위한 1차 작업으로 노선별 정류장과 해당 정류장에서 이동이 가능한 정류장 간을 연계하는 링크 구축 후 총 통행시간(대기시간+차내시간)이 최소가 되는 출발→도착 정류장 간 통행시간 DB를 구축함
 - 대중교통 환승링크의 경우 도시철도/경전철 간 환승링크는 환승역 승강장 간을 연결하였으며, 버스정류장 간 환승링크 및 버스정류장-역 간 환승링크의 경우 도보 환승거리를 고려하여 링크를 구축함
 - 커넥터링크의 경우 각 존에서 직선거리가 720m 이하인 정류장/역을 모두 연계하였으며, 만약 720m 이내에 정류장/역이 없을 시 가장 가까운 대중교통 정류장/역을 연계함
- 위에서 제시된 방법론을 적용하여 교통접근성 분석을 위한 승용차 및 대중교통 네트워크를 구축하였으며, 각 네트워크의 노드-링크 수 및 포함된 통행시간 속성정보는 아래와 같음

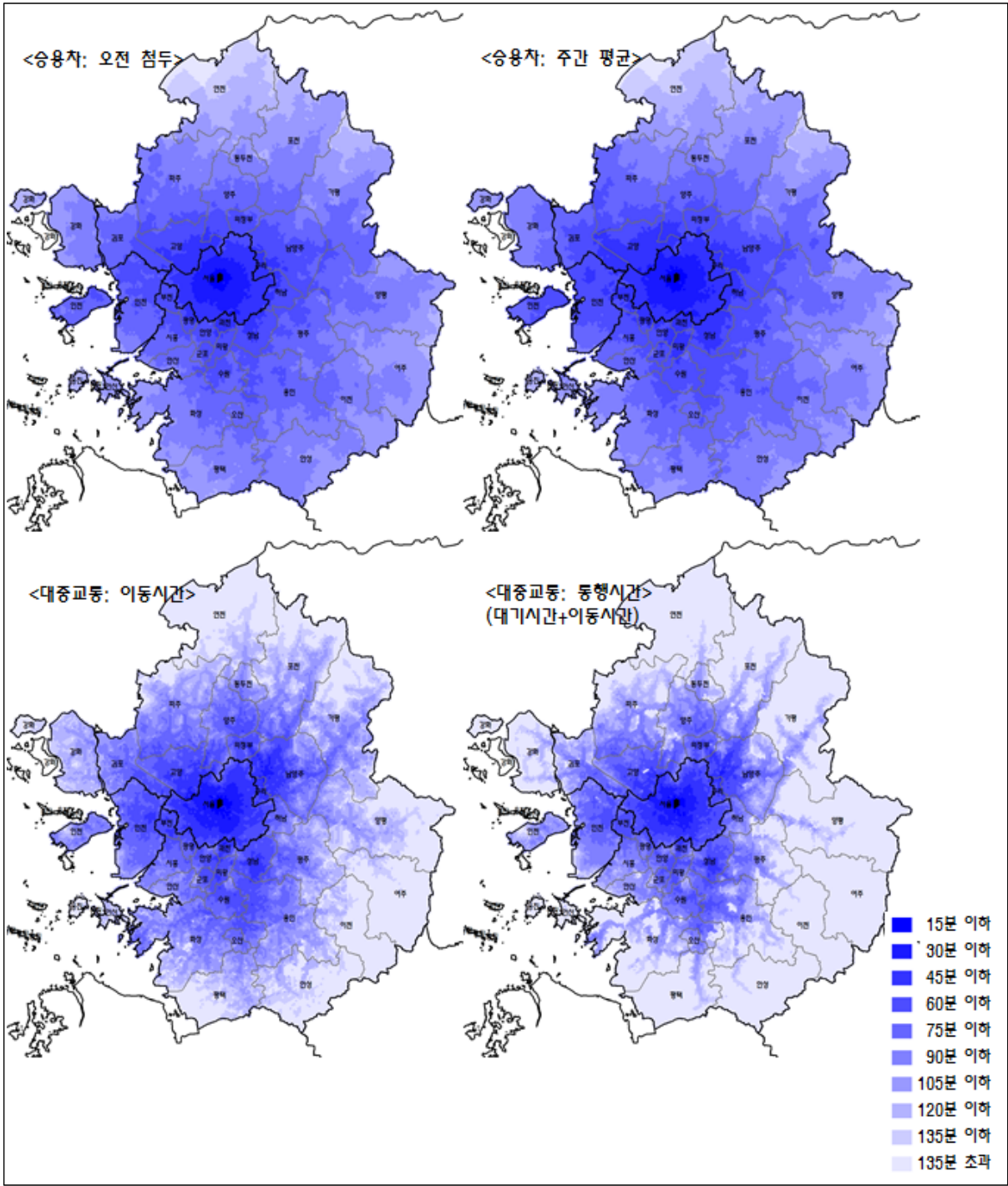
<표 11> 교통접근성 산출을 위한 승용차·대중교통 네트워크 노드 및 링크 수

(단위: 개)

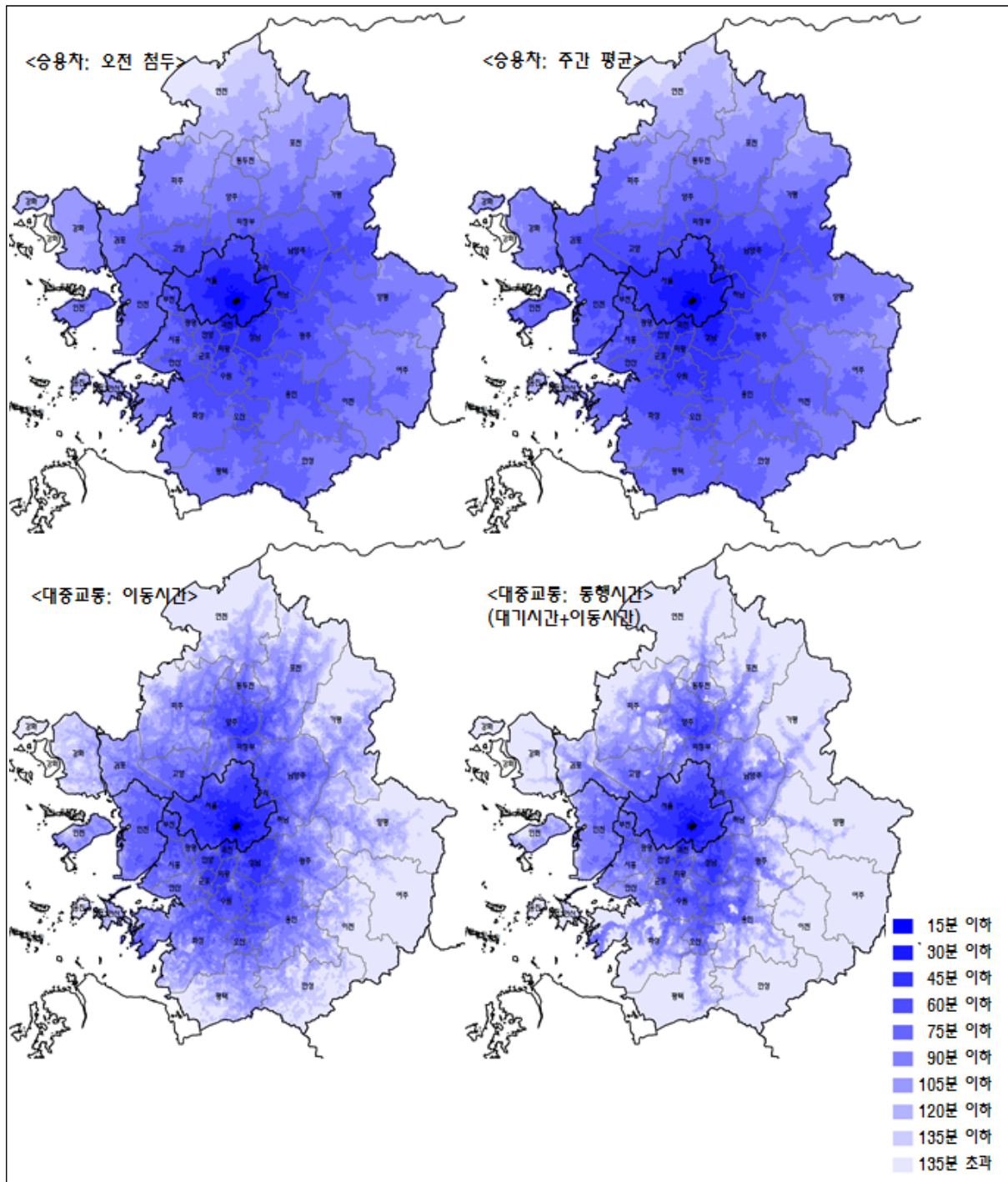
구분	승용차(시간대별)	대중교통(일평균)
분석 존 수	- 27,506	- 27,506
노드 수	- 229,312 · 센트로이드 : 27,506 · 일반노드 : 201,806	- 38,686 · 센트로이드 : 27,506 · 역 출입구 : 589 · 역 승강장 : 625 · 버스정류장 : 9,966
링크 수	- 517,824 · 커넥터링크 : 55,012 · 도로링크 : 462,812	- 968,590 · 커넥터링크 : 102,938 · 도시철도/경전철 운행링크 : 25,954 · 버스 운행링크 : 795,428 · 역 출입구-승강장 연결링크 : 1,250 · 도시철도/경전철 간 환승링크 : 214 · 버스정류장 간 환승링크 : 35,562 · 버스정류장-역 환승링크 : 7,244
통행시간 정보	- 자유속도 기반 통행시간, 오전첨두(7~9시), 낮 시간(12~14시), 저녁첨두(18~20시), 주간 평균(6~22시)	- 최초 접근/최종 도달 도보시간, 대기시간, 차내 시간, 환승 도보시간, 총 통행시간

4) 주요 도착지 평균 접근시간 산정결과

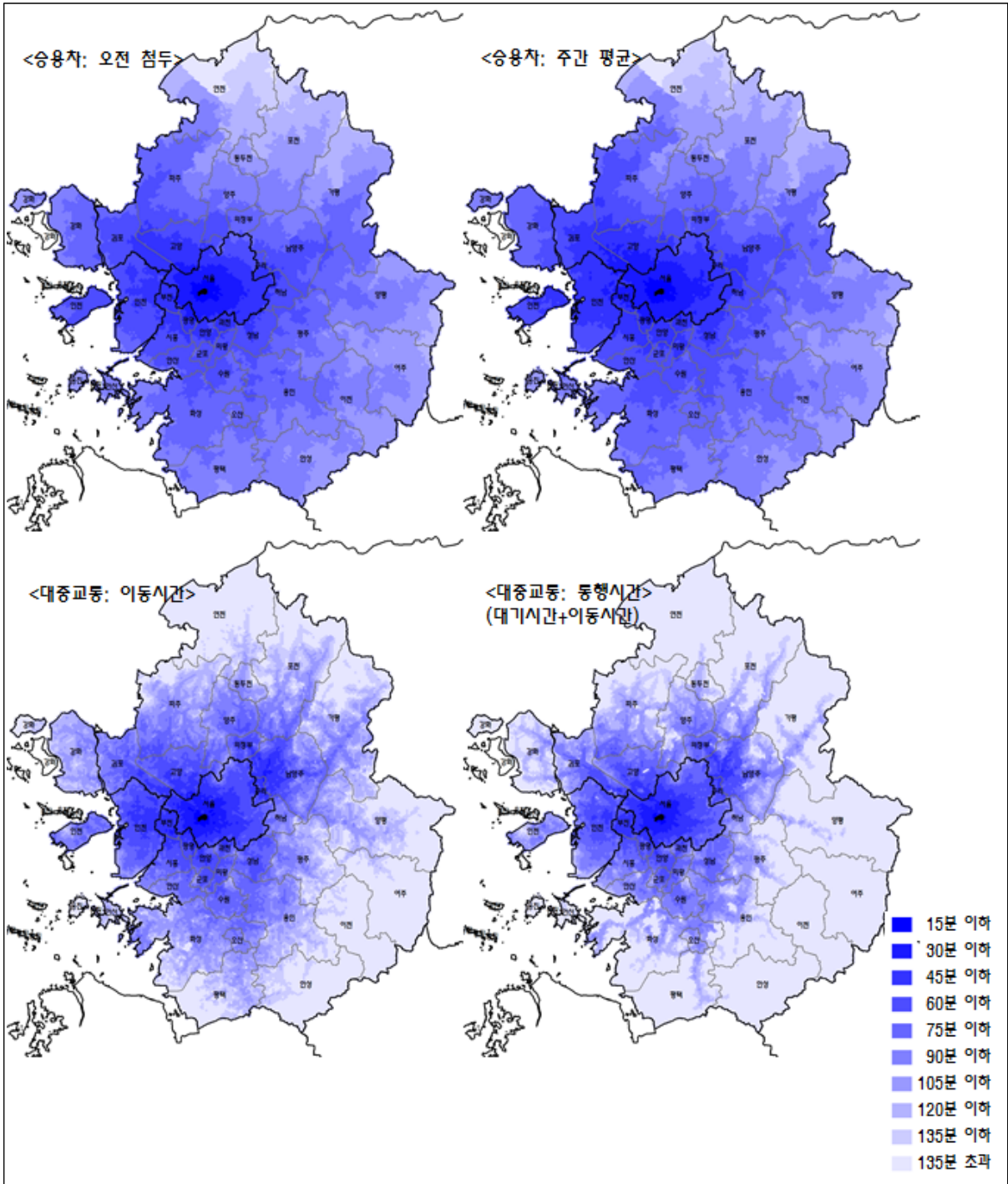
- 도심권, 강남권, 영등포·여의도권을 대상으로 승용차와 대중교통 평균 접근시간을 산출함
 - 승용차의 경우 오전첨두, 낮 시간, 저녁첨두시의 접근시간 및 주간(낮 시간) 평균 접근시간을 산출함
 - 대중교통의 경우 대기시간을 고려한 총 통행시간을 산출하였으며, 교통수단 접근시간, 대기시간, 차내시간, 환승시간, 대기시간을 제외한 이동시간으로 구분하여 산출함
- 수도권에 대하여 도심권, 강남권, 영등포·여의도권의 접근시간 분포는 아래 그림과 같음
 - 승용차의 경우 오전첨두시와 주간(낮 시간) 평균 접근시간을 제시함
 - 대중교통의 경우 이동시간과 통행시간(대기시간+이동시간)을 제시함



<그림 12> 교통수단별 도심권 접근시간 분포



<그림 13> 교통수단별 강남권 접근시간 분포



<그림 14> 교통수단별 영등포·여의도권 접근시간 분포

마. 향후 연구과제

- 본 연구에서는 국가교통물류경쟁력지표 중 접근성 지표를 산정하기 위한 방법론 및 필요 DB 구축 등 접근성 지표 산정방안을 제시하는 데 주안점을 둬

- 국외 접근성 통계 중 매년 통계를 생산 및 공표하고 있는 영국의 사례를 중심으로 접근성 지표 산정방법론 검토
- 접근성 산정을 위하여 필요한 DB를 제시하고, 이에 대한 구축방법론 제시
- 승용차(도로) 및 대중교통 네트워크 구축 및 통행시간 산정방법론 제시
- 앞서 구축한 DB들을 바탕으로 서울 주요권역 통행시간 기반 교통접근성 사례분석
- 향후 연구에서는 본 연구에서 구축한 DB 및 방법론을 바탕으로 전국에 대한 교통접근성을 산출하고, 지역별 비교분석할 예정임
- 접근성 산정을 위한 행정구역 및 시설물 DB 업데이트
- 승용차 접근성 산정을 위한 도로망 DB 업데이트 및 링크별 통행시간 산정
 - 시간대별 통행시간 적용방안 검토
- 대중교통 노선망 DB 업데이트 및 네트워크 구축
 - 대중교통의 경우 서울 등 대도시를 제외하고는 운행빈도가 낮은 관계로 배차간격을 적용한 네트워크 구축 및 분석에 한계를 가짐
 - 또한 출발-도착지 간 운행경로는 동일하나 노선이 다른 경우 일반적인 네트워크 분석에서는 상호 배타적인 노선망으로 인식되는 경향이 발생함
- ☞ 이러한 한계를 어느정도 완화하기 위해 노선별 정류장 통과시각에 기반한 GTFs⁵⁾ 형태의 통행시각표 DB 구축이 필요하며, 향후 연구에서 이에 대한 검토 및 DB 구축을 수행할 예정임
- 전국에 대한 승용차대중교통 기반 교통접근성 산출 후, 지역별 비교분석 및 시사점 도출

5) Google에서 개발한 대중교통 스케줄 및 이와 연관된 지리정보를 정의하는 표준 포맷 (General Transit Feed Specification) (출처: 영문 위키백과)

제1장 과업의 개요

제1절 과업의 배경 및 목적

제2절 과업의 범위 및 내용

제1장 과업의 개요

제1절 과업의 배경 및 목적

1. 과업의 배경

- 도로의 교통상황이 복잡해지고 교통량이 점차 증가하면서 도로위의 원활한 교통흐름이 중요한 부분으로 차지하고 있음. 특히 도로 이용자의 경우 출발지에서 목적지까지 이동 전 혹은 중에 제공되는 교통 정보의 정확성을 요구하고 있음
- 과거 자료의 한계로 인해 다소 추상적인 개념으로 인식되었던 교통 접근성 연구가 최근 다양한 자료들이 이용 가능해짐에 따라 이론적 한계를 극복하고 새로운 교통계획을 위한 도구로 정착되고 있음. 이에 따라 해외 여러 나라들에서 교통접근성 개발현황과 교통계획에 활용을 검토하고 있음

2. 과업의 목적

- 육상, 해상, 항공 등 교통 분야 여객과 화물의 원활한 이동성과 접근성 확보, 최적교통시설 확보, 교통망 애로 및 개선지점 모색 등을 위한 정책적 기준이 되는 지표를 개발함

3. 과업의 성과 및 기대효과

- 과업의 성과 : 국내 교통비용, 차량주행거리, 교통망 성능평가, 이동성·접근성 기반의 국가교통물류경쟁력 관련 각종 지표 산정 결과 및 평가 결과
- 과업의 기대효과 : 국가 교통시설운영과 정책집행에 따른 현황을 파악하고, 부문별 지표를 검토, 비교 평가하여 개선부문을 모색

제2절 과업의 범위 및 내용

1. 과업의 범위

- 이동성과 접근성을 두 가지 축으로 하는 교통물류경쟁력지표의 개발 및 설정을 위한 조사연구
 - 이동성 지표: 자동차 주행거리(Vehicle-Kilometer Traveled, VKT)
 - 본 과업의 이동성 지표는 교통안전공단 차량의 등록지 기반의 주행거리가 아닌 링크별 추정교통량을 기반으로 자동차 주행거리를 산정함
 - 접근성 지표: 시점과 종점 사이의 통행시간(Travel time, Journey time)
 - 본 과업의 접근성 지표는 활동을 수행하기 위한 통행비용 및 누적기회로서 실제 발생한 통행 보다는 통행이 발생하기에 얼마나 용이한가의 정도로 통행시간 기반으로 접근성을 산정함
 - 국내 실정에 맞는 이동성, 접근성 지표 선정 및 실제 수집되는 대용량 데이터를 기반으로 지표를 산출하여 도시 간 경쟁력 비교를 위한 도구로 활용함

2. 과업의 내용

가. 이동성 지표 산정 및 검증

- AADT 추정 관련 선행연구 고찰
- 도로구간별 교통량 추정 모형 개발
- 차량 주행거리 산정을 위한 분석 Map 구축
- 차량 주행거리의 산정

나. 접근성 지표 산정 및 검증

- 2015년 산정 결과의 신뢰성 검증
- 분석대상 시설 업데이트 및 확대
 - 2015년 12월 기준으로 시설물 정보 업데이트
 - 소방시설 포함 및 직장에 대한 접근성 산정 방안 검토

- 통행시간 산정방법 및 통행시간 값 검증
 - 통행시간 산정 방법론 고도화
 - 내비게이션 자료 활용
- 전국단위 접근성 지표 산정방안 정립
 - 전국 읍면동간 자동차·대중교통 통행시간 검증
 - 읍면동을 집계구 단위로 세분화 검토
- 대중교통 통행시간 산정
 - 민간 자료 의존 축소
 - 자체 통행시간 산정 방안 검토

제2장 국가교통물류경쟁력 조사 [미시지표 I: 이동성]

제1절 연구개요

제2절 AADT 추정 관련 선행연구 고찰

제3절 도로구간별 교통량 추정 모형 개발

제4절 차량주행거리 산정을 위한 분석
Map 구축

제5절 차량주행거리의 산정

제6절 결론 및 향후 연구계획

제2장 국가교통물류경쟁력 조사 [미시지표 I: 이동성]

제1절 연구개요

1. 연구배경 및 목적

- 사회경제활동의 지원에 필요한 최적 교통시설 확보하고 국가교통정책을 효율적으로 수립하기 위해서는 교통물류분야의 현황을 파악하고 진단하는 과정이 선행되어야 하나, 현재 이를 평가할 수 있는 전문지표가 없는 실정임
- 또한 「국가통합교통체계효율화법」 제10조 및 제11조에 국가교통물류 경쟁력에 관한 지표를 설정하여 고시하도록 규정하고 있으나, 현재까지 명확한 지표 설정 및 고시가 이루어지지 못하고 있음
- 이와 관련하여 교통분야 여객과 화물의 원활한 이동성과 접근성을 확보하고 사회 경제활동 지원에 필요한 최적 교통시설확보 등을 위한 정책지표의 개발이 필요함
- 본장에서는 국가교통물류경쟁력 조사의 대표적 이동성지표로 차량주행거리를 선정하였고 기존의 한계를 개선한 차량주행거리 지표를 산출함

2. 연구범위

가. 공간적범위

- 6대 광역시(부산, 대구, 대전, 인천, 광주, 울산)

나. 시간적 범위

- 2015년

다. 내용적 범위

- AADT 추정 관련 선행연구 고찰
- 도로구간별 교통량 추정 모형 개발
- 차량주행거리 산정을 위한 분석 Map 구축
- 차량주행거리의 산정

제2절 AADT 추정 관련 선행연구 고찰

- AADT 추정 관련 선행연구는 수시조사 교통량의 AADT 추정에 통상적으로 이용되고 있는 보정계수(Seasonal factor) 적용방법에서부터 첨단기법까지 다양한 연구들이 진행되어 왔음
- 이러한 연구들은 <표 2-1>과 같이 상시조사 지점의 결측교통량 보정, 수시조사 교통량 기반 AADT 추정, 미관측 도로구간의 AADT 추정, 장래 AADT 예측의 형태로 크게 4가지로 분류할 수 있음

<표 2- 1> AADT 추정관련 선행연구 분류

구분	적용방법
결측 교통량 보정	① 상시조사 지점의 시간대별 결측값 보정기법 등 ② 상시조사 지점의 보정계수(Seasonal factor) 분석 등
수시조사 교통량 기반 AADT 추정	① 통상적인 방법 - 인접 상시조사 구간의 보정계수(Seasonal factor) 적용 - 선형 기반의 추정 기법 ② 비선형 기반 추정 모형 - 베이지안 분석(Bayesian analysis) - 클러스터링(Clurstring) - 뉴럴 네트워크(Neural network) ③ 항공사진 방법
미관측 도로구간의 AADT 추정	① 공간통계 모형 - OLS(Ordinary least squares) 기법 - WLS(Weighted least squares) 기법 - GWR(Geographically weighted regression) 기법 - 크리깅(Kriging) 모형 ② 타 모형과의 결합 - Travel demand models(TDMs) - Origin-destination centrality(ODC)
장래 AADT 예측	① SVR(Support vector regression) 모형 ② OLS(Ordinary least squares) 기법 ③ ES(Exponential smoothing) 기법

1. 결측 교통량 보정

- 상시조사 지점의 교통량 조사는 VDS, AVC, TCS 등과 같은 고정식 기계조사장비를 이용하여 통과 교통량 데이터를 수집하기 때문에 수집시간대별로 불가피하게 차량검지기 통신장애, 기계조사장비의 오류 등으로 인한 일부 결측 데이터(Missing data)가 발생됨
- 이렇게 발생하는 결측 데이터는 적절한 데이터 보정기법을 적용하여 해당 수집시간대의 결측 데이터를 보정해야 하며(Chang et al. 2012), 과거 결측 데이터 보정과 관련된 많은 연구들이 수행되어 왔으나, AADT 추정과 관련된 결측 데이터 보정기법에 관한 연구들은 극히 제한적임
- Zhong et al.(2004)은 보정된 데이터에 대한 정확도를 개선하기 위하여 회귀모형(Regression model)과 유전자 알고리즘(Genetic algorithm)이 결합된 RG모형, 계절형 ARIMA(Seasonal autoregressive integrated moving average, 이하 SARIMA)모형, 유전자 알고리즘과 뉴럴 네트워크(Neural network)가 결합된 모형을 제안함
- Chang et al. (2012)은 실제 현장의 원시데이터(Raw Data)를 이용하여 비 모수 회귀(Non-parametric regression, 이하 NPR) 모형 기반의 데이터 보정기법을 제안하였으며, 데이터 보정 값의 변동성과 안정성을 고려할 경우 비 모수 기법의 하나인 NPR모형이 모수 기반의 통계모형인 SARIMA모형 보다 더 우수한 것으로 나타남

2. 수시조사 교통량 기반 AADT 추정

- 수시조사 지점의 경우, 인력에 의하여 연 3~5회에 걸쳐 교통량을 조사하기 때문에 직접적으로 AADT를 추정할 수가 없고 대상구간과 인접한 상시조사 지점의 교통량 자료를 이용하여 간접적으로 AADT를 추정해야 함
- 통상적으로 적용되고 있는 방법은 미국 FHWA(2013)에서 발간한 Traffic Monitoring Guide(이하 TMG)에서 제시하고 있는 수시조사 지점의 교통량에 변동계수를 적용하는 방법이며, 우리나라의 도로교통량 조사지침(국토해양부 예규 제2012-252호)에서도 TMG에서 제시하는 방법을 토대로 하여 상시조사 지점의 그룹핑을 이용한 수시조사 지점의 AADT를 산출하는 방법을 제시하고 있음
- 즉, 그룹핑을 통하여 각 수시조사 지점과 유사한 특성을 지닌 상시조사 지점의 군집을 구축하여 해당 상시조사 군집의 변동계수를 수시조사 지점에 적용하는 방법으로 AADT를 산출함

- 여기서, 소구간으로 구성되어 있는 수시조사 지점과 유사한 교통 패턴의 상시조사 지점을 군집화하여 대구간으로 설정하는 것을 그룹핑이라 정의하고 아래와 같이 크게 2단계 걸쳐 수행함
 - 1단계 : 지방도 이상의 도로와 교차하여 교통류의 변화가 생기는 구간을 소구간으로 설정한 후 수시조사 지점을 선정함(단, 교통량이 많은 시군도 포함)
 - 2단계 : 교통류의 변화가 크게 일어나는 일반국도, 고속국도와의 교차로 인한 교통 패턴 구간내의 소구간들을 병합하여 대구간으로 선정하여 그룹핑 함(단, 교통량이 많은 지방도 포함, 도시부를 통과할 경우 도시부 내의 구간은 제외)
- 위의 그룹핑 방법을 통하여 구축된 상시조사 지점의 군집을 각 수시조사 지점과의 교통특성별로 연결한 후, 각 군집의 교통 특성을 나타내는 변동계수를 구함
- 여기서, 변동계수 월 변동계수(M_i)와 일 변동계수(W_{ij})로 구분하며, 각 산출 식은 다음과 같음

- 월 변동계수(M_i) : AADT에 대한 월 평균 일교통량의 비율

$$\text{월변동계수}(M_i) = \frac{i\text{월의 평균 일교통량}(ADT_i)}{\text{연 평균 일교통량}(AADT)}, (i = 1, 2, \dots, 12)$$

- 요일 변동계수(W_{ij}) : i 월 평균 일교통량에 대한 j 요일 평균 일교통량의 비율

$$\text{요일변동계수}(W_{i,j}) = \frac{i\text{월 } j\text{요일의 평균 일교통량}(ADT_{i,j})}{i\text{월의 평균 일교통량}(ADT_i)} (i = 1, 2, \dots, 7)$$

- 그리고 각 상시조사 지점의 군집에 소속되는 수시조사 지점을 결정한 후, 각 군집의 변동계수를 해당 수시조사 교통량에 적용하여 $AADT(\hat{q})$ 를 추정하며, 각 수시조사 지점의 AADT를 추정하는 방법은 다음과 같음

$$\hat{q} = Vol \times \frac{1}{M_i} \times \frac{1}{W_{i,j}} = \frac{Vol}{M_i \times W_{i,j}}$$

여기서, Vol = 수시조사 지점에서 조사된 24시간 교통량(대/일)

M_i = 해당 상시조사 군집에서 i 월의 월 변동계수

$W_{i,j}$ = 해당 상시조사 군집에서 i 월의 j 요일에 대한 월 변동계수

- 기존의 통상적인 보정계수 적용방법에서 벗어나 크게 3가지 종류의 AADT 추정방법들을 다음과 같은 선행연구들에서 적용함
 - 첫째, 다중회귀(Multiple regression) 분석을 이용한 AADT 추정(Faghri and Hua 1994; Lingras and Adamo 1996)
 - 둘째, 클러스터링 기법을 이용한 AADT 추정(Faghri and Hua 1994; Sharma and Werner 1981; Sharma et al. 1986; Flaherty 1993; Rossi et al. 2014; Lingras 1995; Li and Friker 2008; Gecchele et al. 2012; Rossi et al. 2012; Gastaldi et al. 2013)
 - 셋째, 신경망 모형을 이용한 AADT 추정(Faghri and Hua 1994; Lingras 1995; Lingras and Adamo 1996; Sharma et al. 1999; Sharma et al. 2000; Sharma et al. 2001)
- 다중회귀 분석의 경우는 이항 더미변수 또는 시간대별 교통량을 변수로 하는 AADT를 추정하는 연구가 수행되어 왔음(Lingras and Adamo 1996, Lingras and Adamo 1996)
- 클러스터링 기법의 경우는 세부적으로 계층적 군집 방법(Hierarchical cluster procedures) 중 $N \times N$ 거리행렬이 주어진 경우 가까운 개체들끼리 묶음으로써 군집을 만들어 가는 병합적(Agglomerative) 방법(Sharma and Werner 1981; Sharma et al. 1986; Lingras 1995), 최단 요소 연결법(Element linkage)과 중심연결법(Centroid linkage)(Faghri and Hua 1994), 비계층적 군집 방법(Non-hierarchical cluster procedures) 중 가장 보편적으로 적용되고 있는 *k-means* 군집화 기법(Flaherty 1993), 모형 기반(Model-based) 군집화 기법(Flaherty 1993, Rossi et al. 2014), k개의 최근린 이웃(KNN) 기법(Li and Friker 2008), 퍼지(Fuzzy) 기법(Gecchele et al. 2012; Rossi et al. 2012; Gastaldi et al. 2013)과 유전자 알고리즘(Lingras 2001)을 적용한 연구들로 수행됨
- 신경망 모형의 경우는 그룹핑과 할당을 동시에 수행할 수 있는 장점이 있어 최근 연구들에서 많이 적용되고 있으며, 신경망 모형을 포함하여 다중회귀모형, 클러스터링 기법 등을 적용하여 AADT를 추정한 결과는 전체적으로 기존의 통상적인 방법 보다 추정 오차의 정확도가 높은 것으로 나타남
- 이어서 항공사진(Aerial photography)을 이용한 원거리감지기술(Remote sensing technology)과 전년도 수시교통량 데이터를 융합하여 AADT를 추정한 결과, 10% 이내의 추정 오차 범위에 포함되는 것으로 분석되어 추정 오차의 정확도가 가장 높은 것으로 분석됨(McCord et al. 2003; Jiang et al. 2006)

3. 미관측 도로구간의 AADT 추정

- 앞서 수시조사 교통량의 AADT 추정 관련 연구들은 상시와 수시조사 지점을 제외한 나머지 미관측 조사구간의 AADT 추정에 적용하기에는 한계가 있음
- 따라서 주어진 입력 자료의 공간적 분포 특성을 파악하고, 미지의 값을 예측하기 위한 데이터들의 공간적 상호관계와 연속성의 정도를 파악할 수 있는 공간통계모형(Spatial statistics model)을 적용한 연구들이 진행됨
- 일반적으로 공간통계모형에서 사용되는 공간자료는 특정 위치 또는 특정 지역에서의 관측 값이나 측정값으로 구성되며, 지리통계자료, 격자자료, 공간패턴자료와 같은 3가지의 유형으로 분류할 수 있음
- 즉, 미관측 조사구간의 AADT 추정을 위하여 대표적인 공간통계모형은 ①회귀 분석, ②공간 가중 회귀모형, ③크리깅 모형 등이 있음
- 먼저, 회귀분석은 연속형 관측 자료를 이용하여 독립변수와 종속변수 사이의 인과관계에 따른 선형관계식을 구하고, 해당 독립변수의 관측 값을 대입하여 종속변수 값을 추정하는 선형 관계식을 구축하기 위한 최적화 방법으로 최소자승법(Ordinary least squares, 이하 OLS)과 가중최소자승법(Weighted least squares, 이하 WLS)이 이용되고 있음(Mohamad et al. 1998; Anderson et al. 2006).
- 둘째, GWR 모형은 공간에서의 모든 점의 국부 선형회귀(Local linear regression)를 구하기 위해서 대상구간과 인접한 관측 지점과의 거리를 가중치로 이용하는 방법으로 기존의 다중회귀분석 보다 우수한 추정력 나타내고 있음(Zhao and Chung 2001; Zhao and Park 2004; Selby and Kockelman 2013)
- 마지막으로 크리깅은 확률변수의 공간적 변화량을 설명하는 베리오그램(Variogram)에 따라 선택된 가중치와 자료 간의 선형결합 형태로 임의의 공간상 위치에서의 값을 추정하는 선형 추정 방법이며, 여기서 적용되는 가중치는 모형의 평균오차라는 가정 하에 오차의 분산이 최소가 되도록 모형을 구축함(Eom et al. 2006; Wang and Kockelman, 2009; Selby and Kockelman 2013; Shamo et al. 2014).
- 그 이외의 적용방법으로는 교통 분야의 타 모형과 결합된 TDMs(Travel demand models) 방법(Zhong and Hanson 2009), ODC(Origin-destination centrality)방법(Lowry 2014)이 있으며, 일반적으로 인접 관측교통량 조사자료, 일반적인 운전자의 특성, 도로 특성, 사회경

제적 지표와 같은 4개의 그룹에 해당하는 독립변수를 이용함

4. 장래 AADT 예측

- 앞서 살펴본 수시 조사교통량의 AADT 추정과 미 관측 조사구간의 AADT 추정 관련 연구들은 장래가 아닌 모두 현재 또는 과거의 어느 시점 기준의 AADT를 추정하는 방법들이며, 만약 추정하고자 하는 대상구간에 대한 시계열적인 AADT 자료가 주어진다면, 장래의 AADT를 예측할 수가 있는 대안이 될 수 있음
- 이와 관련된 선행 연구들은 많지 않으며, 현재 기준년도의 사회경제지표를 독립변수로 이용하고 다중회귀분석을 적용하여 장래 AADT를 예측하는 연구가 진행됨(AI-Masaeid et al. 1998)
- 그 다음으로 많이 적용되고 있는 방법으로는 데이터 기반의 파라미터를 적용하는 서포터 벡터 회귀(Support vector regression, 이하 SVR) 기법이 있으며(Castro-Neto et al. 2009), SVR모형은 장래 예측의 불확실성에 대하여 기존의 최소자승법과 지수평활법(Holt-winters exponential smoothing) 보다 더 우수한 결과를 나타내고 것으로 분석됨

5. 선행연구의 한계 및 시사점

- AADT 추정 관련 선행연구를 고찰한 결과, <표 2-1>과 같이 수시조사 교통량 기반 AADT 추정, 미관측 도로구간의 AADT 추정, 장래 AADT 예측으로 크게 3가지로 요약할 수 있음
- 수시조사 교통량의 AADT 추정에 관한 연구에서는 연 3~5회 교통량 조사가 이루어지는 수시 교통량조사 지점에 대한 간접적인 AADT 추정방법들을 적용하고 있음
- 하지만 전체 도로구간 중 상시 또는 수시 교통량 조사가 이루어지는 지점은 극히 일부이며, 나머지 대부분의 도로구간은 미 관측 상태임
- 따라서 상시 또는 수시조사 지점을 제외한 나머지 미 관측 도로구간에 대한 AADT 추정에 어려움이 발생함
- 미 관측 도로구간의 AADT 추정에 관한 연구에서는 대표적으로 회귀분석, 공간가중회귀 모형, 크리깅 모형 등과 같은 공간통계모형과 TDMs, ODC 등과 같은 교통 분야의 타 모형과 결합된 추정모형이 적용되고 있음
 - 추정모형은 대부분 복잡하고, 해당 분석가의 역량에 따라 AADT의 추정력이 다르게 나타남
 - 공간적 대상범위가 고속도로, 국도, 대도시, 소도시 등과 같이 상이함

- 공간통계 모형의 경우 사회경제 지표가 개별 도로구간 단위로 세분화되어 있지 않아 향후 GIS 기반의 첨단자료관리시스템에 탑재하기 위한 입력 자료의 구축 문제가 발생함
- 다수의 연구들에서는 AADT 추정오차가 수용할 수준에 도달하지 못하고 통계기반 모형의 특성상 교통량 추정을 위한 많은 관측조사 지점이 필요한 한계가 있음
- 빅 데이터의 활용이라는 측면에서 GPS기반의 개별 차량 이동궤적 자료를 이용한 미관측 도로구간의 AADT 추정에 관련 연구도 전무한 실정임
- 마지막으로 장래 AADT 예측의 경우는 시계열 AADT 자료를 이용하여 현재 또는 장래의 AADT를 예측할 수가 있어 대안이 될 수 있으나, 이와 관련된 선행연구는 미미한 실정임
- 국내의 상시, 수시 교통량 조사지점은 전국 도로망 대비 상당히 부족하나, 그렇다고 전체 도로구간에 대하여 상시 교통량 조사 시스템을 설치하여 전수화 조사를 수행하기에는 현실적으로 불가능하며, 현재 소수 상시조사 지점의 수준에서 미관측 도로구간에 대한 교통량을 추정할 수 있는 합리적인 방법론을 개발하는 것이 바람직할 것으로 판단됨
- 최근 기존의 고정식 지점검지체계에서 차량용 내비게이션 등과 같이 개별 차량의 이동궤적 데이터를 알 수 있는 이동식검지체계로 변화하고 있음
- 즉, 데이터의 양과 질이 급속히 발전하고 시·공간적 범위도 전국의 모든 도로망으로 확대되면서 그야말로 빅 데이터 시대에 진입하였으며, 이는 과거 도로의 특성, 사회경제적 지표 등과 같은 통상적인 자료를 이용한 교통량 추정방법에서 벗어나 개별 차량의 이동궤적 데이터 등과 같은 빅 데이터를 활용한 교통량 추정방법으로 진화해야함
- 본 연구에서는 빅 데이터 활용이라는 측면에서 GPS기반 개별 차량의 이동궤적 자료를 이용하여 미관측 도로구간에 대한 AADT 추정 방법론을 개발하고자 하며, 본 개발모형은 향후 GIS 기반의 교통량 추정시스템에 탑재하기 위한 단순하고 일반화된 모형으로 개발해야 하며, 모형개발의 위한 방향설정은 다음과 같음
 - 첫째, 모든 도로구간에 적용할 수 있어야 하며, 모형은 단순하고 파라미터 최적화가 자동으로 이루어져야함
 - 둘째, 빅 데이터의 활용 측면에서 Data기반의 모형으로 개발해야 하며, 수용 가능한 추정 오차 수준 확보해야함
 - 셋째, 소수의 상시조사 교통량 자료를 이용해야 하므로 AADT 추정하기 위한 강력한 설명 변수 필요하며, 도로별 구간별 수요특성을 반영해야함
 - 넷째, 전국 도로망 대상으로 하는 시스템 지향적 모형으로 개발해야 하며, 다양한 인접지역 교통량 조사 자료의 활용이 가능해야함

- 다섯째, 현장 조건의 변화와 수집 자료의 추가 등으로 입력 자료가 변경될 경우 개발모형의 구조변경에 대한 용이성도 확보되어야함

<표 2- 2> AADT 추정관련 연구고찰

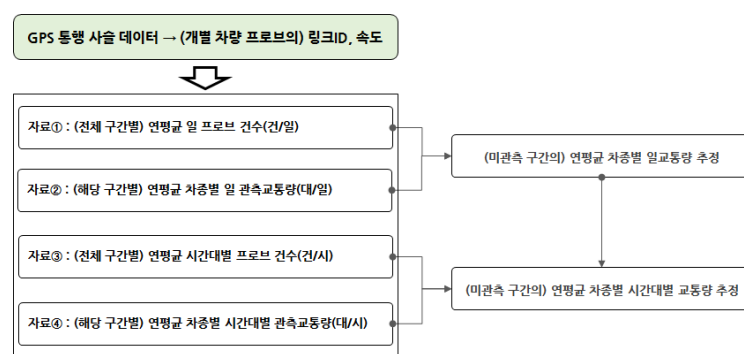
구분	방법론	관련연구
결측 교통량 보정	회귀모형, 유전자알고리즘, SARIMA	Zhong (2004)
	NPR 모형	Chang (2012)
수시조사 교통량 기반 AADT 추정	다항회귀모형	Faghri (1994), Lingras (1996)
	군집분석 (Clustering)	Faghri (1994), Sharma (1986), Flaherty (1993), Rossi (2014), Lingras (1995), Li (2008), Gecchele (2012), Rossi (2012), Gastaldi (2013)
	NN (Neural network)	Faghri (1994), Lingras (1995), Lingras (1996), Sharma (1999), Sharma (2000), Sharma (2001)
	k-means	Flaherty (1993)
	KNN	Li (2008)
	Fuzzy C-means	Gecchele (2012), Rossi (2012), Gastaldi (2013)
	유전자알고리즘	Lingras (2001)
	OLS (Ordinary least squares)	Mohamad (1998), Anderson (2006),
	공간회귀 (GWR) 모형	Zhao (2001), Zhao (2004), Selby (2013)
미관측 도로구간의 AADT 추정	크리깅 (Kriging)	Eom (2006), Wang (2009), Selby (2013), Shamo (2014)
	SCAD (Smoothly clipped absolute deviation)	Yang (2014)
	TDMs (Travel demand models)	Zhong (2009)
	ODC (Origin-destination centrality)	Lowry (2014)
	다중회귀모형	AI-Masaeid (1998)
장래 AADT 예측	SVR (Support vector regression)	Castro-Neto (2009)

- 기존 미관측 도로구간의 AADT 추정모형들에 대하여 본 연구의 적용가능성을 검토한 결과는 <표 2-2>와 같으며, GIS기반 개별 링크 단위로의 입력자료 구축문제와 적용모형의 추정 오차 신뢰도 문제로 인하여 기존 추정모형들을 적용하는 데에는 한계가 있음
- 따라서, 개별 프로브 차량의 이동궤적자료를 활용한 새로운 AADT추정 모형을 개발해야함

제3절 도로구간별 교통량 추정 모형 개발¹⁾

1. 도로구간별 교통량 추정 모형 개발의 개요

- 교통량은 속도, 밀도와 더불어 교통 연구 분야에서 거시적인 교통류 변수로 이용되고 있으며, 특히 AADT의 경우는 장래 교통수요 예측, 계획도로의 차로 수 결정, 교통시설의 규모 결정 등 다양한 교통관련 분야의 의사결정을 위한 핵심적인 변수로 이용되고 있음
- 도로교통량 조사는 크게 상시조사와 수시조사로 구분되며, 전국적으로 교통량을 알 수 있는 교통량 조사 지점은 KOTI Level 6 네트워크의 전체 링크구간 기준으로 약 1.9% 수준에 해당됨
- 즉, 관측링크 구간을 제외한 나머지 98.1%의 미관측 구간에 대한 현황 교통량 자료는 알 수가 없음
- 교통량 조사 지점을 제외한 나머지 98.1%의 링크 구간에 대한 현황 교통량을 파악하기 위하여 대규모 교통량 조사장비와 인력을 투입하는 것은 범국가적인 차원에서 예산 낭비이므로 기존의 설치된 교통량 조사 지점의 교통량 조사 자료를 이용하여 나머지 미 관측 구간에 대한 교통량을 추정할 수 있는 방법론을 개발하는 것이 더 효율적이라고 판단됨
- 본 연구에서는 현재 설치되어 있는 기관별 도로교통량 조사지점의 교통량 자료와 차량용 내비게이션 프로브 자료를 이용하여 미관측 구간의 교통량을 추정할 수 있는 모형을 개발함
- 여기서, 교통량을 추정하기 위한 입력 자료는 (일 또는 시간대별)프로브 건수와 관측교통량 자료가 필요하며, 개별링크 교통량 추정을 위한 입력 자료의 흐름도는 <그림 2-1>과 같음



<그림 2- 1> 개별링크 교통량 추정을 위한 입력 자료의 흐름도

1) 2015년 국가교통조사 및 DB구축사업의 교통량 추정모형을 기반으로 보완함

2. 미관측 도로구간의 일교통량 추정 방법론 개발

- 현재 전국 도로망 기준으로 볼 때 도로 교통량 조사지점은 상당히 부족한 실정이며, 즉 교통량 조사지점을 제외한 나머지 미관측 구간에 대한 현황 교통량 조사 자료는 파악하기 어려움
- 따라서, 본 연구에서는 차량용 내비게이션 프로브 자료와 각 기관별 도로교통량 조사 자료를 이용하여 미관측 도로구간의 (일 또는 시간대별)교통량을 추정하기 위한 모형을 개발하고자 하며, 본 개발모형은 향후 GIS 기반의 교통량 추정시스템의 탑재를 위하여 단순하고 일반화된 모형으로 개발함

3. 추정문제의 정의

가. 입/출력 데이터 정의

- 본 연구의 개발모형은 k 개의 최근린 이웃(k -nearest neighbor)기법과 국부 선형회귀 (Locally linear regression)모형이 결합한 형태의 AADT 추정모형임
- 개발모형의 입력 데이터는 주어진 대상구간(t)과 인접한 k 개의 이웃에 대하여 ①연평균 일 프로브통행량(AADP, p_t), ②연평균 일교통량(AADT, q_t), ③대상구간과 인접한 k 개 관측구간의 KNN 집합으로 정의함
- 여기서, KNN 집합은 AADP 집합 $p_{t,i}$, AADT 집합 $q_{t,i}$, 최단경로거리(km) 집합 $d_{t,i}$, $i \in k$ 로 다음과 같이 정의함

$$p_{t,i} = [p_1, p_2, \dots, p_k]$$

$$q_{t,i} = [q_1, q_2, \dots, q_k]$$

$$d_{t,i} = [d_1, d_2, \dots, d_k]$$

- 개발모형의 출력 값은 주어진 대상구간(t)의 추정교통량(\hat{q}_t)으로 정의함

나. 교통량 추정모형식 설정

- 본 연구의 교통량 추정모형은 앞서 설명한 AADP(연평균 일프로브통행량, 건/일)와 AADT(대/일)의 상관관계가 양의 방향으로 강한 선형관계를 가진다는 조건과 AADP 자료가 전체 통과차량 중 특정 내비게이션을 이용하는 표본 차량에 해당되므로 이면교통량(Background Volume)을 고려해야함
- 따라서, 본 연구의 추정모형 형태는 $y = ax + b$ 형태가 되어야 하며, 추정모형 식은 다음과 같이 설정함

: 주어진 대상구간(t)에 대하여

$$\hat{q}_t = \hat{e}_t \times p_t + \hat{q}_{t,b}$$

여기서, \hat{q}_t = 추정교통량(대/일)

\hat{e}_t = 전수화 계수(Expansion Factor)

p_t = 연평균 일프로브통행량(AADP, 건/일)

$\hat{q}_{t,b}$ = 이면교통량(Background Volume)

다. 추정모형 식의 목적함수 설정

- 본 연구의 AADT 추정 문제는 주어진 대상구간(t)과 인접한 k 개의 관측구간에 대하여 추정 모형식에 기반한 i 개($i \in k$)의 추정교통량($\hat{q}_{t,i}$)과 관측교통량($q_{t,i}$)의 추정오차를 최소화 시키는 문제라 할 수 있으며, 본 연구의 목적함수($f'n(\varepsilon_t)$)는 다음과 같이 설정함

: 주어진 대상구간(t)의 $p_{t,i}$, $q_{t,i}$, $d_{t,i}$, $i \in k$ 에 대하여

$$\text{minimize } f'n(\varepsilon_t) = \sum_{i=1}^k \left(\frac{|\hat{q}_{t,i} - q_{t,i}|}{q_{t,i}} \times 100 \times w_{t,i} \right)$$

$$\text{subject to } 0 < \hat{q}_{t,b}, 0 < \hat{e}_t, 0 < \hat{q}_{t,b} \leq \hat{q}_{t,\max}, \hat{e}_{t,\min} < \hat{e}_t < \hat{e}_{t,\max}$$

$$w_{t,i} = \frac{1/(1+d_{t,i})}{\sum_{i=1}^k (1/(1+d_{t,i}))}, 0 < d_{t,k}$$

여기서, $q_{t,i}$ = i 번째 멤버의 관측교통량(대/일)

$\hat{q}_{t,i}$ = i 번째 멤버의 추정교통량(대/일)

$w_{t,i}$ = i 번째 멤버의 가중치(0~1.0)

4. 도로구간별 교통량 추정 모형 개발

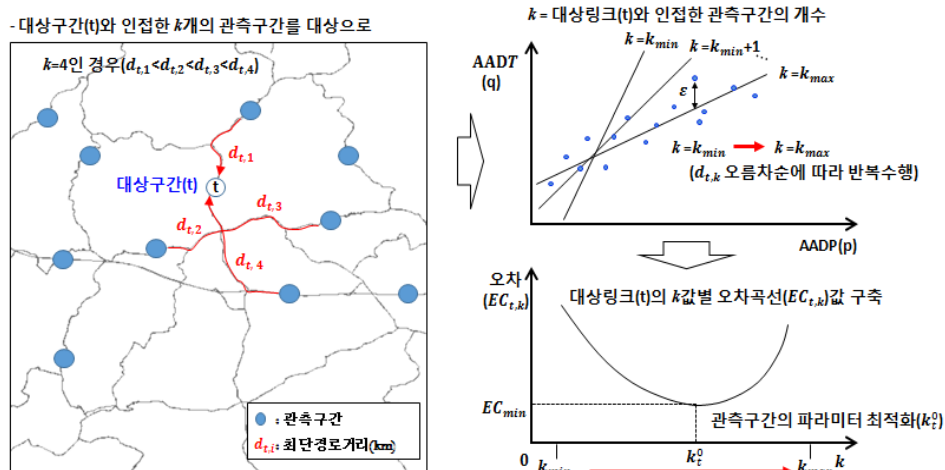
- 미관측 도로구간의 AADT를 추정하는 과정은 ①(관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 오차곡선(EC_t) 구축, ②(미관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 최적 k_t^o 값 산출, ③미관측 대상 구간(t)의 AADT(\hat{q}_t) 추정으로 총 3단계에 걸쳐 수행함
- Step 1: (관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 오차곡선(EC_t)값 구축
 - STEP 1에서는 관측구간을 대상으로 주어진 대상구간(t)의 입력자료($p_t, q_t, p_{t,k}, q_{t,k}, d_{t,k}, k \in k_{\max}$)를 이용하여 최단경로거리($d_{t,k}$)의 순서대로 구축된 전체 멤버를 k_{\min} 부터 k_{\max} 까지 k 값별로 추정모형 식을 구축하고, k 값별로 추정된 추정교통량($\hat{q}_{t,k}$)과 대상구간의 관측교통량(q_t)을 이용하여 다음과 같이 오차곡선($EC_{t,k}$)값을 산출함
: 주어진 대상구간(t)과 인접한 관측구간 k 값에 대하여

$$EC_{t,k} = f'n(k) = \frac{|\hat{q}_{t,k} - q_t|}{q_t} \times 100, k_{\min} \leq k \leq k_{\max}$$

여기서, $EC_{t,k}$ = 대상구간(t)의 k 값별 오차곡선 값

$\hat{q}_{t,k}$ = 대상구간(t)의 k 값별 추정교통량(대/일)

q_t = 대상구간(t)의 관측교통량(대/일)



<그림 2- 2> 관측 대상구간의 오차곡선 구축 및 파라미터 최적화(Step 1)

- Step 2: (미관측 구간을 대상으로)대상구간(t)의 최적 k_t^o 값 산출
 - STEP 2에서는 미관측 구간을 대상으로 주어진 대상구간(t)과 인접한 n 개($n \in k_{\max}$) 관측구간의 오차곡선($EC_{t,n}$)값에 대하여 k 값별로 평균오차곡선($MEC_{t,k}$)값을 구축함
: 주어진 n 개의 오차곡선 값을 평균한 각 k 값에 대하여

$$MEC_{t,k} = f'n(k) = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{|\hat{q}_{t,k,i} - q_{t,i}|}{q_{t,i}} \times 100 \right)}{n}, 0 < n, k_{\min} \leq k \leq k_{\max}$$

여기서, $MEC_{t,k}$ = 대상구간(t)의 k 값별 평균오차곡선 값

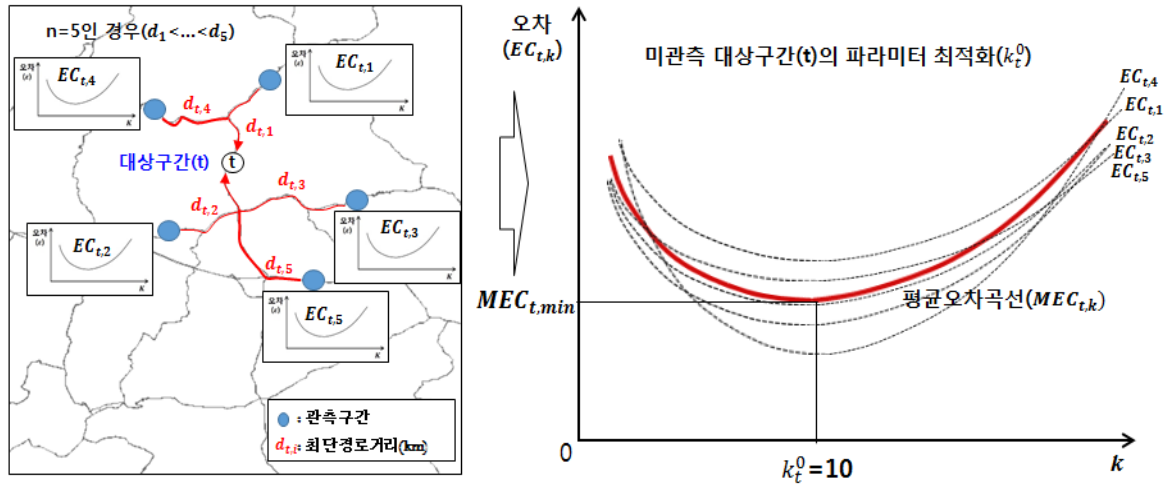
$\hat{q}_{t,i,k}$ = 대상구간(t)과 인접한 i 번째 멤버의 k 값별 추정교통량(대/일)

$q_{t,i}$ = 대상구간(t)과 인접한 i 번째 멤버의 관측교통량(대/일)

- 위에서 산출한 대상구간(t)의 평균오차곡선($MEC_{t,k}$)값에서 k 값별로 오차가 최소화되는 최적 k_t^o 값을 산출하며, 최적 k_t^o 값의 산출 식은 다음과 같음

$$k_t^o = \operatorname{argmin} f'n(k), k_{\min} \leq k \leq k_{\max}$$

- 대상구간(t)와 인접한 n 개의 관측구간 대상으로



<그림 2- 3> 미관측 대상구간의 k 값 파라미터 최적화(Step 2)

- Step 3: 미관측 대상구간(t)의 AADT(\hat{q}_t) 추정

- STEP 3에서는 이전 단계에서 산출한 대상구간(t)의 최적 k_t^o 의 입력자료($p_{t,i}$, $q_{t,i}$, $d_{t,i}$, $i \in k_t^o$)를 이용하여 최종모형 식을 구축하고, 이 식에 대상구간(t)의 p_t 를 적용하여 \hat{q}_t 를 추정함

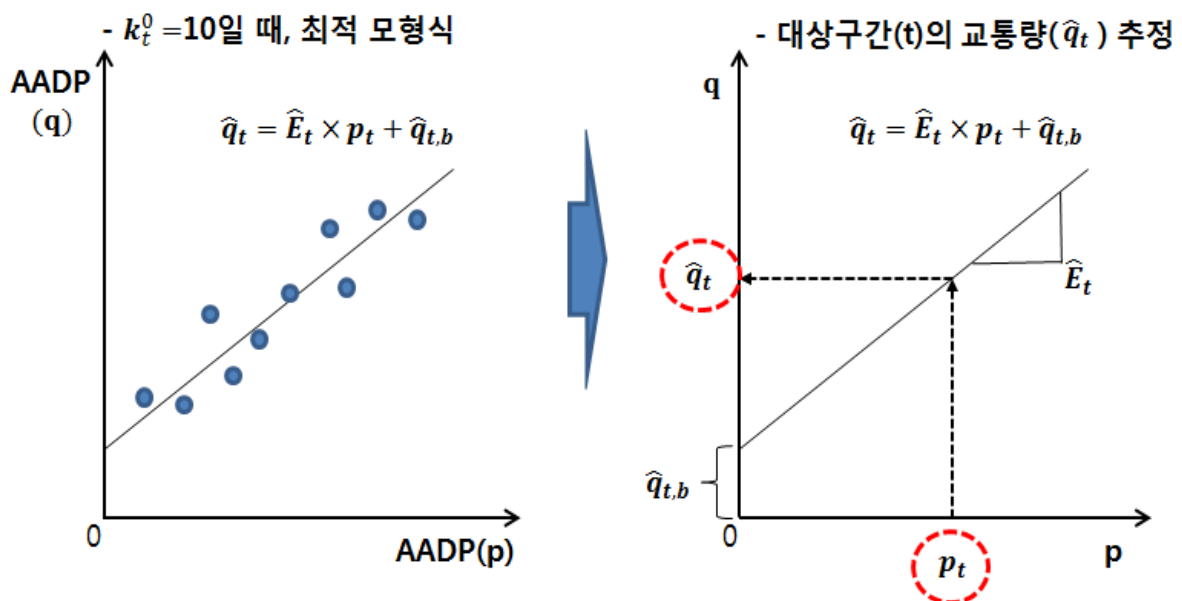
$$\hat{q}_t = \hat{e}_t \times p_t + \hat{q}_{t,b}$$

여기서, \hat{q}_t = 미관측 대상구간(t)의 추정교통량(대/일)

\hat{e}_t = 미관측 대상구간(t)의 전수화 계수(Expansion Factor)

p_t = 미관측 대상구간(t)의 AADP(건/일)

$\hat{q}_{t,b}$ = 미관측 대상구간(t)의 이면교통량(Background Volume)



<그림 2- 4> 미관측 대상구간의 AADT 추정(Step 3)

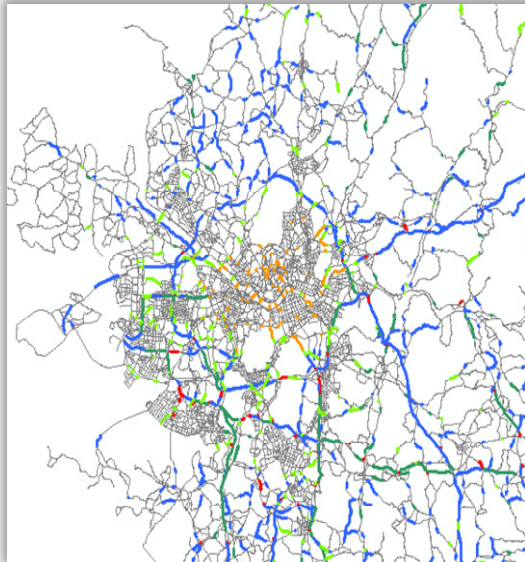
5. 도로구간별 추정 교통량 DB 구축

- 일 추정교통량(대/일)은 개별 구간 단위의 차종별로 추정교통량 DB를 구축하며, 이 중 관측 조사지점에 해당하는 구간은 해당 구간의 관측교통량을 그대로 이용함
- 구간별 차종별 추정교통량(대/일)의 DB구축 형태는 <표 2-3>과 같음

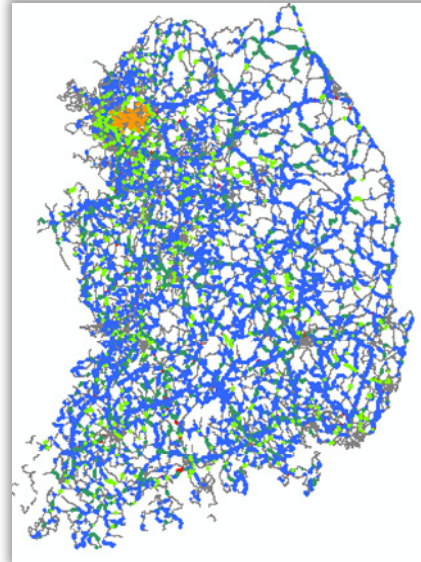
<표 2- 3> 구간별 차종별 일 추정교통량의 DB구축 형태

구분	일 추정교통량(대/일)			
	승용차	버스	트럭	계
구간 1	613	19	226	858
구간 2	1,974	69	564	2,607
구간 3	2,166	66	612	2,844
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
구간 n-2	8,398	724	2,023	11,145
구간 n-1	8,408	736	2,003	11,147
구간 n	9,546	739	1,394	11,679

▶ 수도권 관측지점 분포



▶ 전국 관측지점 분포



- : 한국도로공사
- : 상시 교통량
- : 수시 교통량
- : KOTI-코든라인
- : 서울시 교통량

<그림 2- 5> 수도권 및 전국 관측지점 분포도

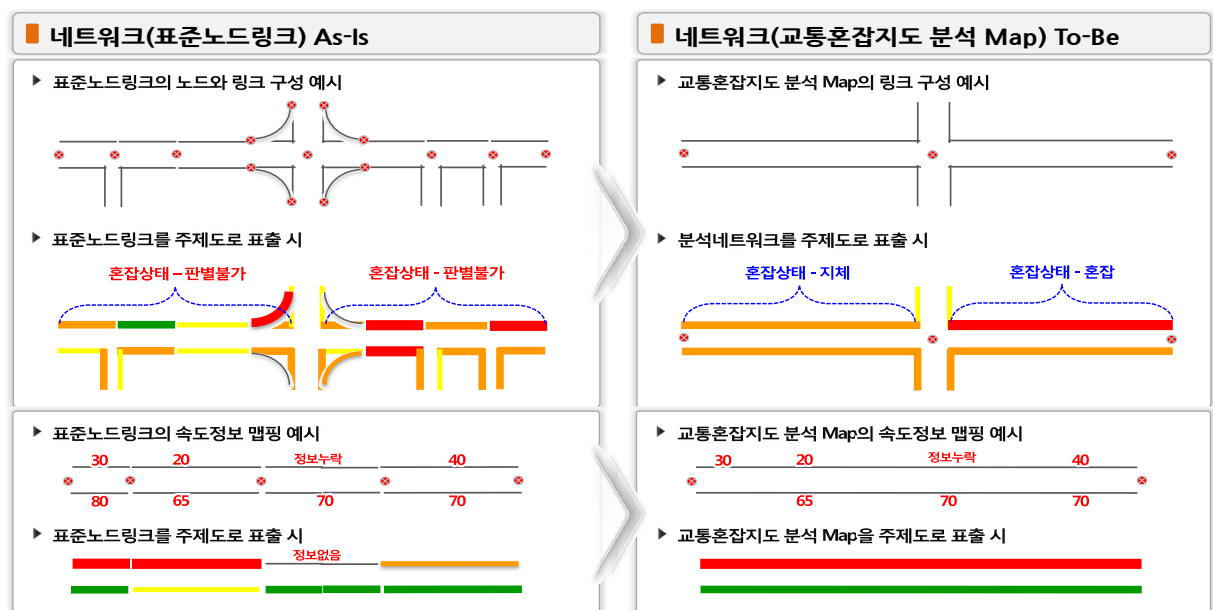
제4절 차량주행거리 산정을 위한 분석 Map 구축²⁾

1. 분석 Map 개요

- 분석 Map이란 표준노드링크가 가지고 있는 분석용 네트워크로서의 문제점 보완과 분석 및 활용성의 극대화를 위하여 구축한 Map을 의미함

가. 분석 Map의 필요성

- 표준노드링크는 동일도로구간이 교차로, 속성변환지점(속도, 차선수 등), 행정경계등으로 인하여 링크가 상세하게 분할되어 있음
- 동일도로구간에 링크가 여러 개로 분할되어 있고, 해당 링크의 혼잡지표의 값이 각기 차이가 발생하기 때문에 단위 구간에 대한 판별이 어려움
- 주요도로의 등급이 별도로 구분되지 않아 주요구간 위주의 분석이 어려움



<그림 2- 6> 표준노드링크 및 분석 Map 비교

²⁾ 2016년 국가교통조사 및 DB구축사업 중 교통혼잡지도DB구축에서 구축한 분석맵을 활용함

나. 구축 범위

- 공간적 범위
 - 대상범위 : 전국권
 - 좌표 계 : TM 중부원점 (타원체 GRS80)



<그림 2- 7> 구축 범위

다. 분석 Map 구축

1) 분석Map 구축 기준

- 분석 Map은 표준노드링크와 동일한 도로등급으로 구분하며, 도로유형과 연결로 코드도 표준 노드링크와 동일하게 적용하여 구축함
- 지방도로 이상의 도로등급에 대해서 연결성이 없는 도로를 제외하고는 모두 분석맵을 생성 하였으며, 특별 광역시도와 시군도로는 인터넷 지도의 주요도로 및 새주소의 '대로', '로' 이상의 주소정보를 참조하여 분석 Map을 생성함

2) 분석Map 구축을 위한 표준노드링크 오류 수정

- 분석 Map 관리시스템에서 개발한 표준노드링크 오류 검증 기능을 이용하여 다음과 같이 표준노드링크의 오류를 수정함

<표 2- 4> 표준노드링크 오류 수정 내역

오류 항목	오류 건수	처리 건수	기타 오류 체크 현황
노드 위치 중복 검수 (설정: 반경 2m이내)	34	34	- 링크와 연결이 없는 노드 체크 → 283건 발생 (삭제하지 않음) - 링크 분할 여부 체크 → 1504건 중 49건 수정 → IC 및 고가도로/지하차도가 대부분으로 분석맵 생성도로만 검수 및 수정 함
링크속성의 From/To 노드 관계 체크 (위치오류, 노드유무)	1270	1270	
링크속성의 From/To 노드 일치	13	13	
링크의 방향성 체크	469	469	

○ 고속도로 IC/JC/TG 의 형상 및 연결성 체크 및 수정

<표 2- 5> 고속도로 오류 수정 내역

오류 항목	전체 개수	생성 건수	수정 건수	비고
IC	378	19	70	- 고속도로와 연결성을 위하여 12지역 주변도로 생성
JC	73	1	8	
톨게이트	332	27	48	

- 고속도로의 오류유형은 IC의 램프 누락, 톨게이트 형상 누락이 가장 많았으며, 속성정보 오류, IC부근의 주요도로 누락도 다수 발생하여 모두 처리 완료함



<그림 2- 8> 고속도로 형상 수정 결과 화면

3) 분석 Map 구축결과

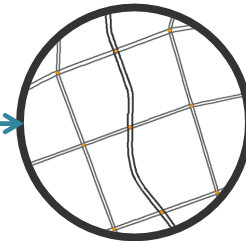
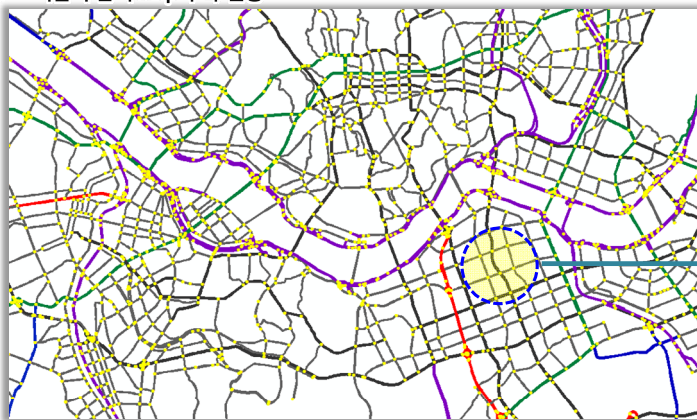
○ 전국 분석 Map 구축 및 검수 결과

<표 2- 6> 분석 Map 도로등급 별 구축 현황

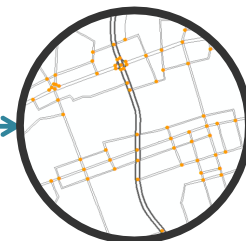
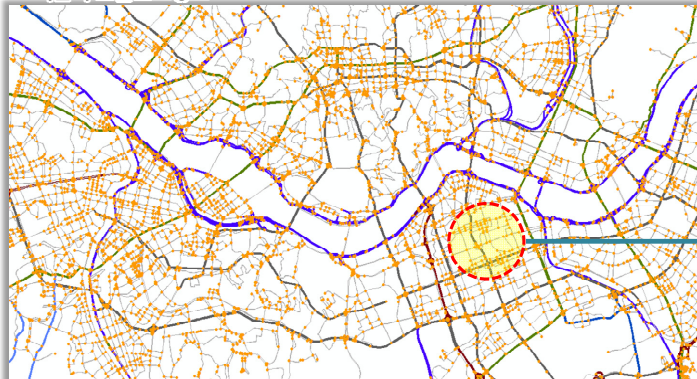
도로 등급	표준노드링크 개수 (전체 : 254,896개)	분석 Map 개수 (전체 : 53,541개)	비고
고속국도	6,296개	5,564개	표준노드링크의 기타도로 (108)은 단지내 도로로 생성하지 않음)
도시 고속국도	2,203개	1,375개	
일반국도	44,665개	12,563개	
국가지원지방도	9,963개	2,762개	
지방도	31,231개	6,315개	
특별·광역시도	35,548개	6,961개	
시·군도	122,422개	1,8001개	

- 분석 Map 구축 결과

▶ 서울시 분석 Map 구축 현황

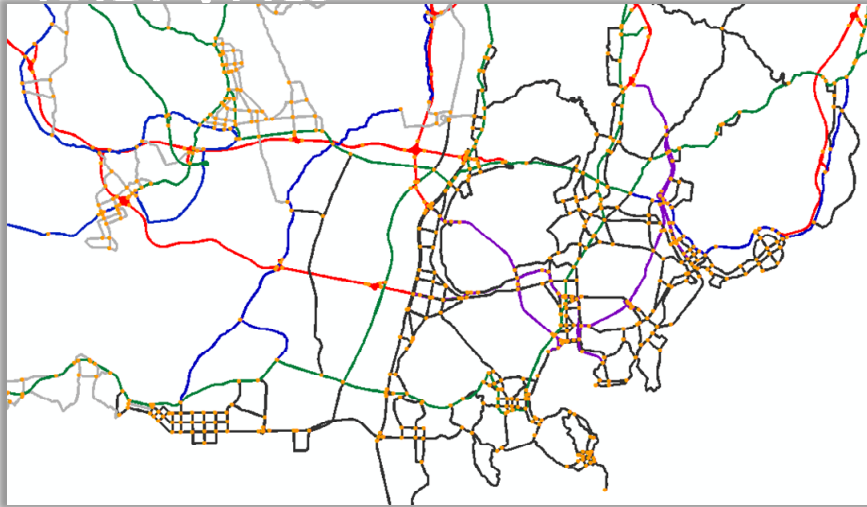


▶ 서울시 표준노드링크

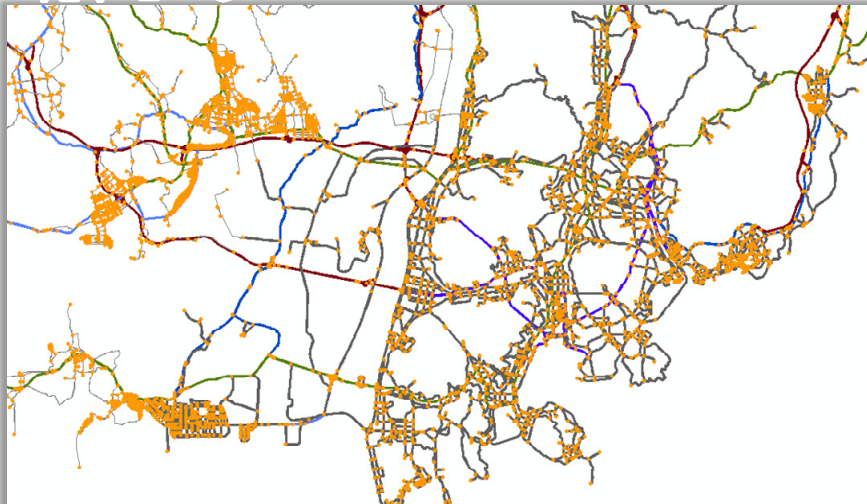


<그림 2- 9> 서울시의 표준노드링크 및 분석 Map 비교 화면

▶ 부산시 분석 Map 구축 현황



▶ 부산시 표준노드링크



<그림 2-10> 부산시의 표준노드링크 및 분석 Map 비교 화면

제5절 차량주행거리의 산정

1. 차량주행거리 산정 개요

가. 차량주행거리 산정 관련 기존연구

1) 차량주행거리 추정 방법론

- 차량주행거리(VKT : Vehicle Kilometer Traveled)는 도로를 이용하는 모든 차량들이 이동한 거리의 단위시간에 대한 합으로 도로시스템에 대한 성능을 평가하고 자동차 배기가스 배출량 산정, 대기질 분석, 에너지 소비량 계산, 교통영향평가 등에 광범위하게 사용될 수 있는 지표임
- 우리나라의 경우, 교통안전공단에서 매년 차량의 정기검사 시 수검자동차를 대상으로 차량주행거리를 산출하고 있으나, 차량 등록지 기준으로 산정되어 차량 등록지와 운행지역이 다를 경우 실제 차량의 주행거리와 차이가 있을 수 있고, 승용차 기준으로 볼 때 출고 후 4년 이상 된 차량만 표본에 포함되어 신차는 통계 작성 시 누락되는 단점이 있음
- 차량주행거리를 산정하는 방법으로는 교통량 자료(Traffic Counts)를 기반으로 산출하는 방법과 비교통량자료(Non-traffic Counts, 예 : 유류소비량, 가구크기, 가구수입, 운전면허 소지자 수 등)를 기반으로 산출하는 방법으로 구분되며, 일반적으로 교통량 자료 기반으로 차량주행거리를 산정하는 것이 더 정확하다고 알려져 있음
- 본 연구에서는 교통량 자료를 기반으로 한 차량주행거리 추정을 시도할 것이며, 금년 연구에서는 차량주행거리 추정을 위한 분석 체계를 수립하는 것을 기본 목표로 함

2) 기존 차량주행거리 산정 사례

- 교통안전공단 차량주행거리 실태분석 연구
 - 목적 : 우리나라에서 운행하는 자동차의 용도별·차종별·연료별 주행거리 현황을 분석하여 교통사고통계, 국가간 교통사고율 산정 등 자동차 관련 교통정책 등을 위한 기초통계로 활용
 - 대상지역 및 차종 : 16개 광역시도를 대상지역으로 자동차관리법 및 자동차검사통합시스템(VIMS, Vehicle Inspection Management System)의 기준에 따라 차종을 다음과 같이 구분함

<표 2- 7> 차량주행거리 실태분석 연구의 조사 대상차종

구분		세부차종
용도별		- 관용자동차, 자가용자동차, 사업용자동차
차 종 별	승용자동차	- 사업용
		- 관용·자가용 : 일반형, 다목적형, 기타형 (승용겸화물 포함)
	승합자동차	- 사업용
		- 관용·자가용 : 소형, 중형, 대형, 특수형
	화물자동차	- 일반형, 덤프형, 밴형, 특수용도형
	특수자동차	- 구난자동차, 견인자동차, 특수작업형
연료별		- 휘발유, 경유, LPG, 기타연료

- 조사방법 : 교통안전공단의 전국 56개 자동차 검사소, 58개 출장검사장 및 1,745개 지정정비사업체로 총 1,859개 검사장소에서 조사기간 내 정기검사를 받은 모든 자동차의 주행거리 조사
- 조사 대상 자동차

<표 2- 8> 교통안전공단 정기검사 적용 기준

구분		적용차량
승용자동차	비사업용	차량 4년이 초과된 자동차
	사업용	차량 2년이 초과된 자동차
경형·소형의 승합 및 화물 자동차	비사업용	차량 3년이 초과된 자동차
	사업용	차량 2년이 초과된 자동차
사업용 대형 화물 자동차	사업용	차량 2년이 초과된 자동차
그 밖의 자동차	비사업용	차량 3년이 초과된 자동차
	사업용	차량 2년이 초과된 자동차

- 주행일수 계산
 - 개별 자동차의 주행일수 계산
- 1일 평균 주행거리 산출
 - 조사된 개별표본의 총 주행거리를 주행일수로 나눈 값들을 합산하여 표본수로 나눔
- 연평균 주행거리
 - 연평균 주행거리는 1일 평균 주행거리에 연간일수(365일)를 곱하는 방식으로 산정되며, 월평균 주행거리는 연평균 주행거리를 월수(12개월)로 나누어 산정

나. 고속도로 교통량 통계(한국도로공사)

- 목적
 - 고속도로 유지보수 계획, 교통사고 분석, 인·물적자원 이동 분석 및 영업시설 개선자료 등으로 활용
- 대상노선 및 영업소
 - 한국도로공사에서 운영하는 31개 노선 3,579km(비운영 민자노선 280km 포함시 32개 노선 3,859km)
 - 한국도로공사에서 운영하는 313개 영업소와 비운영 민자노선 17개 영업소
- 대상차종
 - 차량의 종류는 요금징수기계화설비(TCS : Toll Collection System) 전면 도입('94. 8. 16) 이후인 '95년부터 차종분류 기준에 따라 소형차(1종), 중형차(2종), 대형차(3, 4, 5종)로 구분
- 산정 방법
 - 한국도로공사가 운영하는 영업소 313개 영업소와 비운영 민자노선 17개 영업소를 통행하는 모든 차량을 대상으로 이용자가 출발지에서 목적지까지 최단거리 노선을 이용하였다는 전제로 주행거리를 산출함
 - 총 이용차량은 영업소 출구대수를 기준으로 계수하고, 2개 이상 노선을 운행 시 각각의 운행 노선별로 1대씩의 개별차량이 운행한 것으로 가정

다. 도로교통량통계연보(국토해양부 · 한국건설기술연구원)

- 목적
 - 고속국도, 일반국도, 국가지원지방도, 지방도의 교통량을 조사하여 도로의 계획과 건설, 유지관리 및 도로행정에 필요한 기본 자료와 각종 연구에 필요한 기초자료를 제공함
- 조사지점 수
 - '11년 현재 고속국도 483지점, 일반국도 1,587지점(상시조사 484지점, 수시조사 1,103지점), 국가지원지방도 339지점, 지방도 1,144지점

- 대상차종
 - 승용차, 버스, 화물차로 구분
 - 세부적으로는 다음과 같이 12개 차종으로 구분하고 있으나, 차량주행거리 통계는 3종으로 구분하여 제시함
- 주행거리 산출 방법
 - 구간 선정
 - 지방도 이상의 도로와 교차하여 교통류의 변화가 생기는 구간을 소구간(segment)으로 설정한 후, 교통류의 변화가 크게 일어나는 고속국도, 일반국도와의 교차로 인하여 교통류의 변화가 크게 일어나는 두 분기점 사이의 소구간들을 병합하여 대구간(section)으로 설정
 - 산정 방법
 - 도로등급별 주행거리 = $\sum(\text{도로등급별 해당구간의 평균 일 교통량} \times \text{해당구간 연장})$

$$\text{여기서, 구간의 일평균교통량(ADT)} = \frac{\text{해당구간의 총 교통량}}{\text{해당구간의 총 조사일수}}$$

2. 차량주행거리 산정 결과

- 과거의 차량 주행 거리 산정 절차는 통행에 대한 자료를 수집하여 이를 지역별, 도로 특성별, 도로 등급별로 정제/가공한 후 통계화 과정을 통해 모수를 추정하는 방법을 적용하거나, 차량이 실제로 운행한 주행거리를 통계적으로 분석하여 전체 차량주행거리를 추정하는 방법을 적용함
- 본 연구에서는 앞서 제시된 각 도로 구간별 연평균 평일 일교통량과 교통량이 해당하는 구간의 연장을 연산하여 연평균 평일 차량주행거리(이하 차량주행거리)를 산정함
- 차량주행거리의 추정은 아래의 식을 적용

$$\text{연평균 평일 차량 주행거리} = \sum_i AA WDT_i \times L_i$$

$AA WDT_i$: i구간의 연평균 평일 일교통량

L_i : i구간의 연장

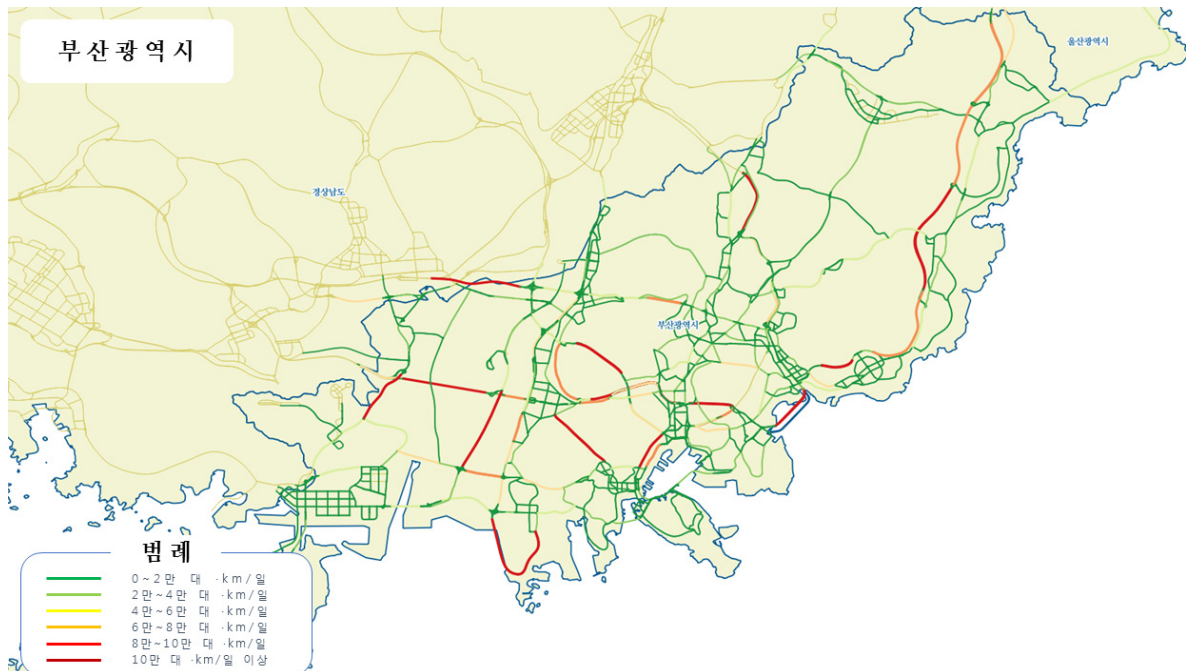
- 본 연구에서는 추정된 연평균 일교통량의 평일 교통량 기준의 차량주행거리를 산정하였으며,

산정된 총차량주행거리의 도로 등급별 산정 결과는 다음의 표와 같음

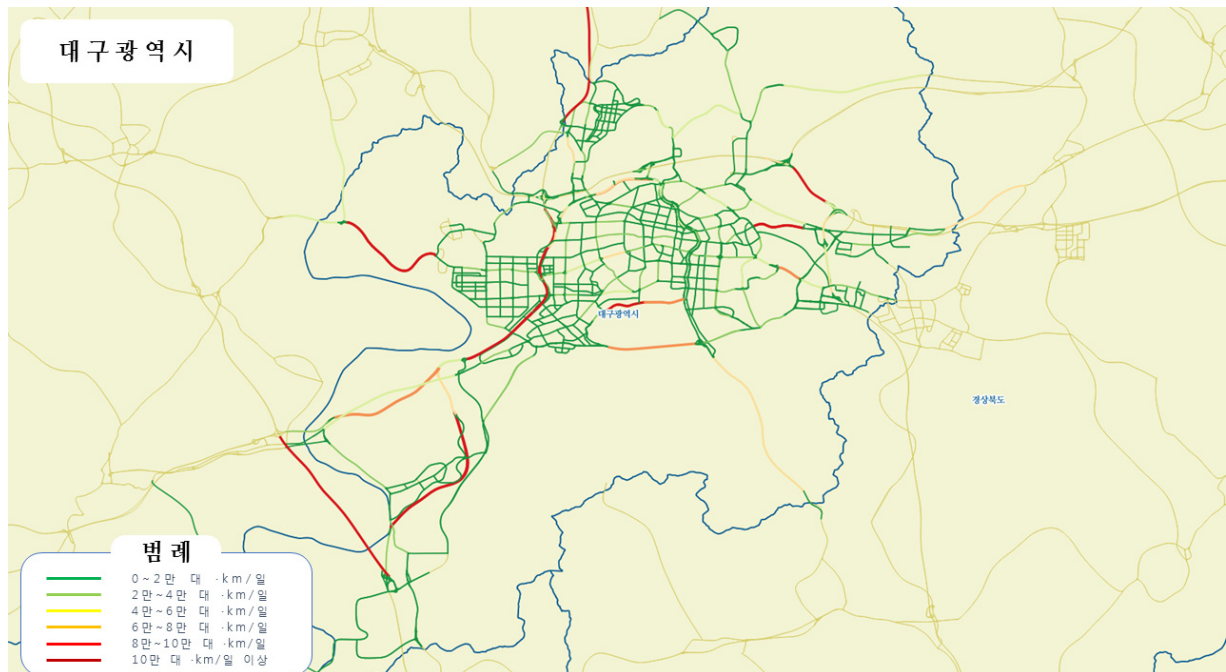
<표 2- 9> 도로 등급별 총차량주행거리 산정 결과

도로등급	총차량주행거리(VKT, 대·km/일)	비율
고속국도	191, 771, 639	29%
도시고속국도	40, 332, 363	6%
일반국도	162, 848, 766	25%
특별·광역시도	108, 422, 497	16%
국지도 및 지방도	55, 776, 542	8%
기타	104, 785, 942	16%
합계	663, 937, 748	100%

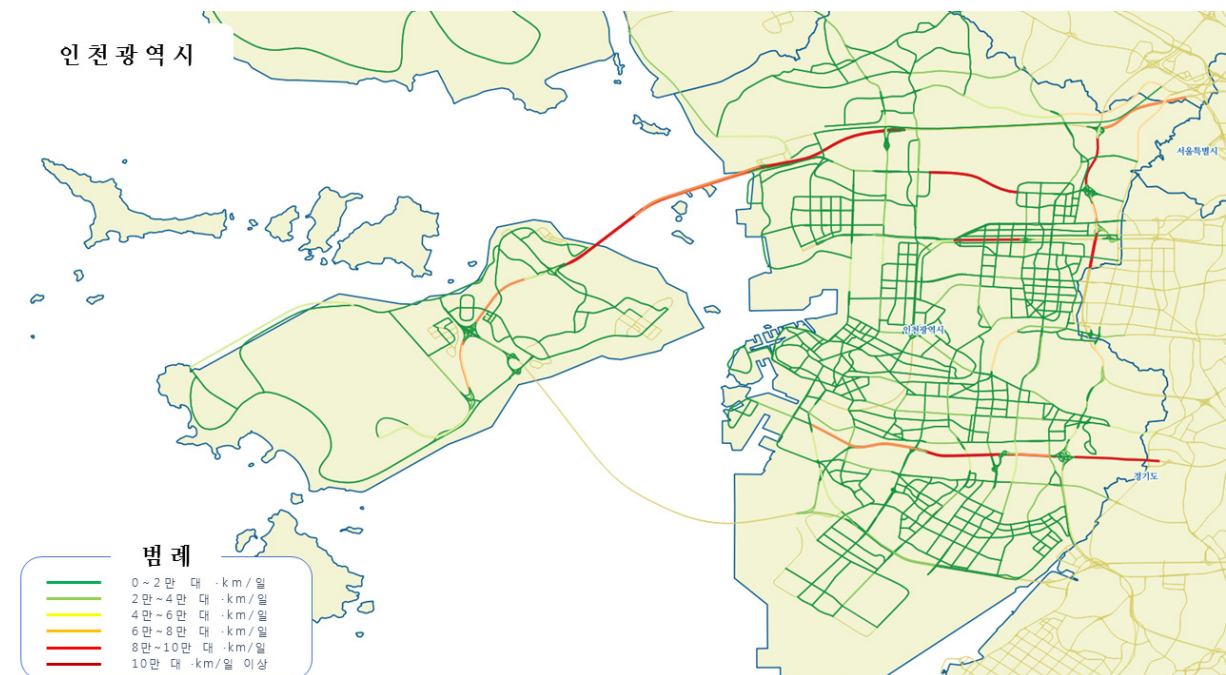
- 총차량주행거리 산정 결과 국내 도로망에서 발생하는 총차량주행거리의 약 30%는 고속국도를 이용하는 차량들로 인해 발생하는 것으로 분석되었으며, 국가도로망인 고속국도와 일반국도를 통해 발생하는 총차량주행거리가 전체의 절반 이상을 차지하여 국가도로망에 대한 통행 의존도가 높은 편인 것으로 분석됨
- 본 연구에서는 추정된 연평균 일교통량의 평일 교통량을 적용하여 차량주행거리를 산정하였으며, 산정된 6대 광역시의 차량주행거리는 다음과 같음



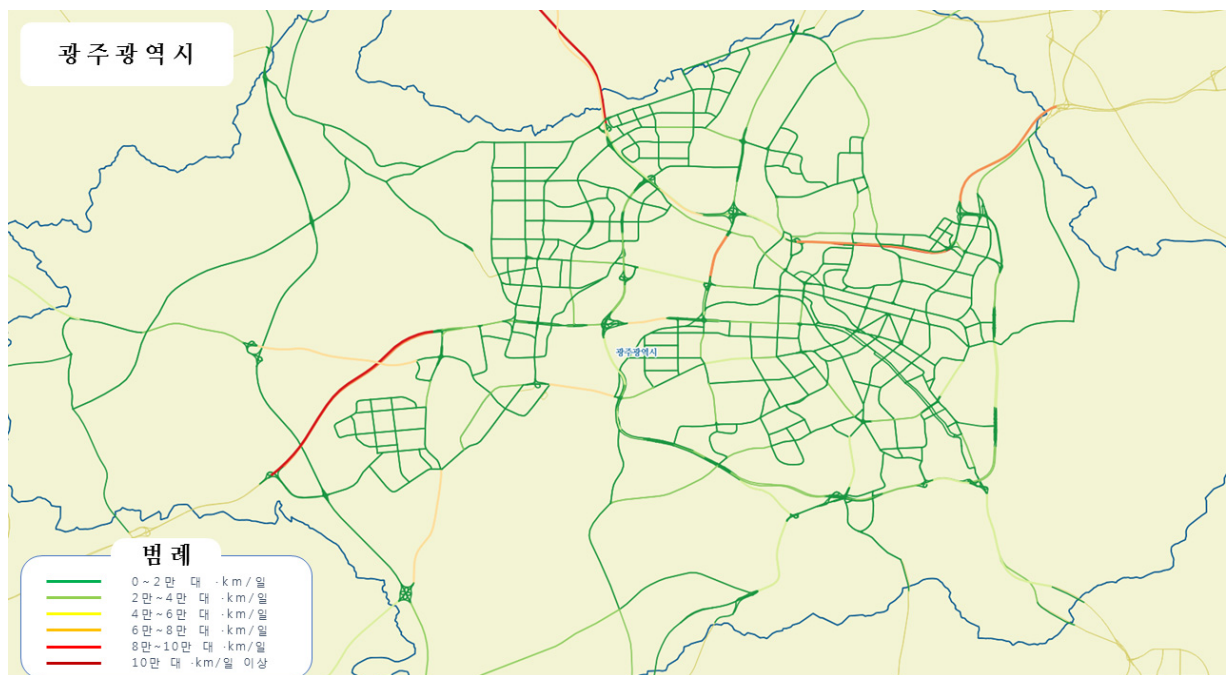
<그림 2-11> 부산광역시 차량주행거리 산정



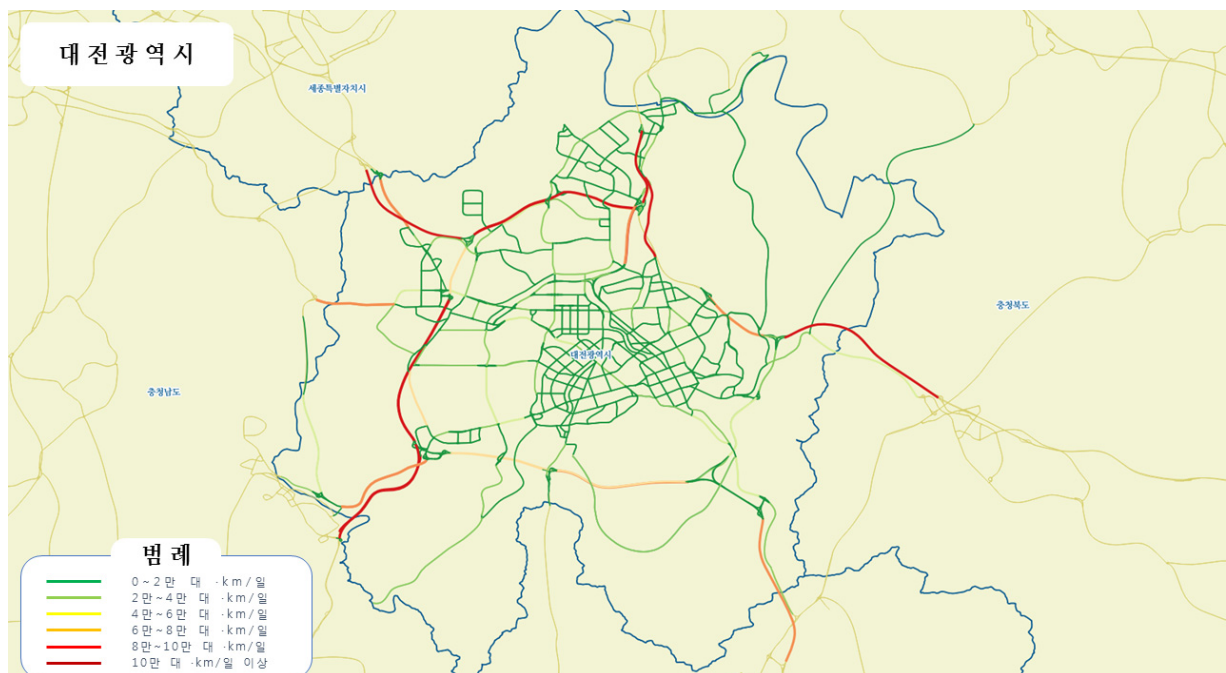
<그림 2-12> 대구광역시 차량주행거리 산정



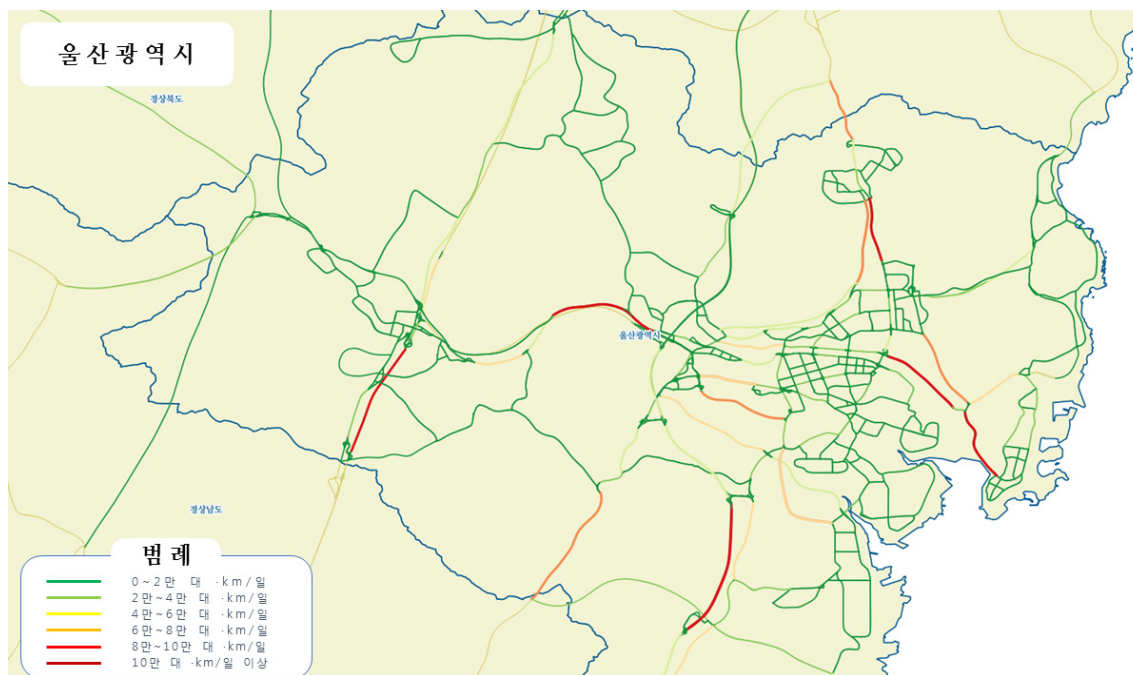
<그림 2-13> 인천광역시 차량주행거리 산정



<그림 2-14> 광주광역시 차량주행거리 산정



<그림 2-15> 대전광역시 차량주행거리 산정



<그림 2-16> 울산광역시 차량주행거리 산정

제6절 결론 및 향후 연구계획

1. 결론

- 본 연구에서는 기존의 차량주행거리 산정 방법에서 얻은 교훈을 바탕으로 새로운 차량주행거리 산정 방법을 시도함
- 국내의 기존 차량주행거리 산정은 크게 다음과 같은 3가지 방법론에 의해 추정됨
 - 교통안전공단 차량주행거리실태조사 : 자동차 성능검사를 통한 주행거리기록계 조사의 샘플 조사를 통한 산정 방법
 - 한국도로공사의 교통량 조사 : 자동화 된 요금징수시스템을 활용한 출발지-도착지간의 주행거리 통계를 집계하는 방법
 - 한국건설기술연구원 도로교통량통계연보 : 교통량 조사지점의 관측 교통량을 기반으로 각 도로 등급별 차량주행거리를 모수화하여 추정하는 방법
- 지금까지 시도되었던 차량주행거리 산정 방법론은 수집 자료의 한계로 인해 세분화된 도로별, 지역별 차량주행거리를 제시하지 못했고 공간적 범위에 제약이 있었음
- 이와 같은 한계점을 극복하고자 본 연구에서는 내비게이션 장치를 통해 수집된 개별 차량의 이동궤적 자료를 활용하여 각 도로 구간별 교통량을 추정하여 차량주행거리를 산정함
- 도로 구간별로 산정된 차량주행거리는 시각적으로 표현이 가능하도록 GIS 기반의 분석맵을 기준으로 작성되었으며, 분석맵을 기반으로 한 산출 결과의 시각화가 가능한 것으로 분석됨
- 산정된 차량주행거리는 전국 6대 광역시의 차량주행거리이며 각 산정결과에서 지역별 도로별로 차량주행거리 발생이 집중되는 지역 및 도로를 원활하게 식별할 수 있는 것으로 분석됨

2. 향후 연구계획

- 본 연구에서 산정한 차량주행거리는 다음과 같은 개선이 필요함
 - 평일 기준 차량주행거리의 확대
 - 본 연구에서 제시하고 있는 교통량 추정은 연평균 평일 교통량(AAWDT, Annual Average Weekday Daily Traffic)으로 공휴일과 주말을 제외한 연평균 교통량임
 - 본 연구에서 적용하고 있는 모든 도로 링크에 대한 교통량 추정은 기본적으로 관측 교통량에 기반하고 있으나 공휴일 및 주말은 관측교통량 자료가 부족하기 때문에 차

량주행거리 산정에서 제한함

- 따라서, 차량주행거리 산정의 시간적 범위 제한을 극복하기 위해서는 주말 및 공휴일에 대한 교통량 조사가 추가적으로 이루어 질 필요가 있음

- 관측 교통량의 신뢰도 제고

- 본 연구에서 활용되고 있는 차량주행거리 산정 방법론은 현황에서 관측된 조사 교통량이 주요한 기초자료임
- 연구 수행과정에서 확인된 바에 따르면 관측 교통량 중 일부 조사 교통량의 경우 교통량 조사 결과 간의 관계가 비정상적으로 형성되는 경우가 확인되었으며, 이는 일부 조사 교통량 자료의 오류의 가능성이 존재함을 의미함
- 현황에서 파악된 교통량의 오류에 대한 검토 방법론은 기존에 연구된 바가 없기 때문에 우선 현황 교통량에 대한 신뢰도 평가의 수행을 통해 적합한 관측 교통량을 선별하는 과정이 필요하며 단계적으로 오류를 포함한 관측 교통량에 대한 신뢰도 개선 작업이 병행 될 필요가 있음
- 교통량 조사가 여러 기관에 의해 산발적으로 수행되고 있기 때문에 관측 교통량에 대한 오류 검토와 수정보완은 기관간의 협의와 조정을 거쳐 단계적으로 시행될 필요가 있을 것으로 판단됨

제3장 국가교통물류경쟁력 조사 [미시지표 II: 접근성]

제1절 국외 접근성 통계 검토

제2절 교통접근성 산출을 위한 기초자료 수집

제3절 교통네트워크 통행시간 DB 구축

제4절 사례분석: 수도권 교통접근성 산정

제5절 향후 연구과제

제3장 국가교통물류경쟁력 조사 [미시지표 II: 접근성]

제1절 국외 접근성 통계 검토

- 주요 국가들 중 매년 교통접근성에 관한 통계를 공표중에 있는 영국의 교통접근성지표 산정 방법론을 종합정리하였음

1. Accessibility Statistics¹⁾

가. 연혁

- 2007년부터 접근성지표를 공표하였으며, 대상 서비스 추가 등 산정방법론 개선을 통하여 산출결과와 질을 제고하고 있음

<표 3- 1> 영국 'Accessibility statistics' 연혁

기준년도	내용
2007년	- Accessibility Statistics 산출 및 공표 · 대상 서비스 : 직장, 식료품점, 초등학교, 중·고등학교, 기타 교육기관, 의원, 병원 · 교통수단 : 대중교통/도보, 자전거, 승용차
2009년	- 대상 서비스 추가(도시 중심지)
2010년	- 자가용차량 속도 인용출처 변경 · Car statistics 내 속도 통계 → Probe 차량의 속도를 기반으로 생산된 속도) · 목적 : 도로의 혼잡 등을 고려하여 현실성 있는 통행시간 산출 - 각 대상 서비스의 인용출처 변경
2013년	- 대중교통/도보 최소 통행시간 변경(10분 → 5분)

자료: UK Department for Transport(2014a), 「Accessibility Planning Guidance: Full Guidance」에서 재정리.

나. 접근성(Accessibility)의 정의 및 통계 수록 범위

- 정의 : 개인 또는 가구가 일상의 서비스에 접근할 수 있는 범위
- 목적 : 지방 정부의 접근성 향상을 위한 기초지표 제시
- 지표 : 통행시간 지표(Travel time indicators), 도착지 지표(Destination indicators), 출발지 지표(Origin indicators)로 구분됨

1) UK Department for Transport(2014d), 「Accessibility Statistics 2013」에서 재정리하였음.

<표 3- 2> 영국 'Accessibility Statistics' 내 각 지표별 정의

지표	설명
통행시간 지표	- 구역별 각 서비스로 도달하기 위한 최단 소요시간의 평균값으로 교통수단별 가장 가까운 서비스로의 최단 소요시간을 측정 ※ 구역별 가장 가까운 초등학교에 접근하기 위한 시간
도착지 지표	- 구역별 특정시간 내 각 서비스로 도달할 수 있는 이용자의 비율로 구역 내 전체 이용자 중 특정시간 이내에 서비스로 접근가능한 이용자 수의 비율로 산출 ※ 구역별 초등학교로 20분 이내 접근할 수 있는 초등학생의 비율
출발지 지표	- 각 구역에서 특정시간 내 도달할 수 있는 각 서비스의 수 등으로 산출 ※ 구역별 20분 이내에 접근할 수 있는 초등학교의 수

자료: UK Department for Transport (2014a), 「Accessibility Planning Guidance: Full Guidance」에서 재정리.

- 포함된 서비스 : 아래와 같이 5개의 그룹으로 서비스를 정의함
 - 직장(Employment)
 - 교육(Education) : 초등학교(Primary schools), 중·고등학교(Secondary schools), 기타 교육기관(Further Education institutions)
 - 진료(Health) : 의원(GPs), 병원(Hospitals)
 - 식료품점(Food stores)
 - 도시 중심지(Town Centers)
- 포함된 교통수단 : 대중교통/도보, 자전거, 승용차의 3개로 구분됨
 - 대중교통²⁾/도보(Public Transport/Walking)
 - 자전거(Cycle)
 - 승용차(Car) : 모든 이용자(Users)와 제한된 이용자³⁾('at risk' Users)로 구분
 - 대중교통/도보/자전거에 기반한 복합수단⁴⁾

다. 지표별 세부구분 및 통계 산출방법

- 도착지 지표에서의 이용자와 제한된 이용자(Users & 'At risk' users) 정의
 - 이용자(Users) : 해당 목적과 관련이 있거나, 해당 시설을 가장 많이 이용할 것으로 예상되는 주거 인구

2) 적용수단 : 버스, 철도, 도시철도, 해운

3) 자가용을 보유하고 있지 않은 가구 내 가구원수이며, 의원, 병원, 식료품점 접근성지표를 산출할 때 적용

4) 도착지 지표에서만 계산하며 초등학교, 의원, 병원 서비스에서는 적용하지 않음

- 제한된 이용자('At risk' users) : 제외될 위험성이 있는 특별한 사회적 그룹

<표 3- 3> 영국 'Accessibility statistics' 내 각 서비스별 이용자 & 제한된 이용자

서비스	이용자	제한된 이용자
직장	- 각 구역별 16~74세 인구수	- 각 구역별 구직자 수당을 받는 인구수
식료품점	- 각 구역별 가구수	- 각 구역별 자가용차량 미보유 가구수
초등학교	- 각 구역별 5~10세 학생 수	- 각 구역별 무료 급식의 자격이 있는 5~10세 인구수
중·고등학교	- 각 구역별 11~15세 학생 수	- 각 구역별 무료 급식의 자격이 있는 11~15세 인구수
기타 교육기관	- 각 구역별 16~19세 인구수	-
의원	- 각 구역별 가구수	- 각 구역별 자가용차량 미보유 가구수
병원	- 각 구역별 가구수	- 각 구역별 자가용차량 미보유 가구수
도시 중심지	- 각 구역별 가구수	- 각 구역별 자가용차량 미보유 가구수

자료: UK Department for Transport(2014b), 「Accessibility Statistics: Travel time calculation methodology」에서 재정리.

○ 도착지&출발지 지표의 두가지 유형

- 한계값 지표 : 시간 상 한계를 정해놓은 후 해당 한계점 안의 이용자수, 시설수 등을 계산하며, 한계값은 'National Travel Survey' 자료에서 산출함
 - 최저 한계값 : 해당 통행목적별 통행시간의 중간값
 - 최대 한계값 : 해당 통행목적별 통행시간의 80~90% 값

<표 3- 4> 영국 'Accessibility statistics'의 서비스별 통행시간 한계값

한계값 (분)	직장	초등학교	중·고등학교	기타 교육기관	의원	병원	식료품점	도시 중심지
최저	20	15	20	30	15	30	15	15
최대	40	30	40	60	30	60	30	30

자료: UK Department for Transport(2014a), 「Accessibility Planning Guidance: Full Guidance」에서 재정리.

- 계속적 지표 : 각 서비스로 통행시간/거리/비용 등의 민감도를 기준으로 측정($\exp(-\beta \cdot t)$)
 - ☞ 특정 서비스로 이동하기 위한 시간이 더 소요될수록 더 적은 사람이 이동할 것으로 가정

<표 3- 5> 영국 'Accessibility statistics' 내 한계값/계속적 지표의 유형별 예시

지표	한계값 지표 (Reach 접근성과 유사)	계속적 지표 (Gravity 접근성과 유사)
도착지 지표	- 특정구역 내 도보 또는 대중교통을 이용하여 15분 이내에 초등학교에 접근 가능한 5~10세 인구의 비율	- 도보 또는 대중교통을 이용하여 가장 가까운 학교에 접근가능한 5~10세 인구수를 주어진 시간별 통행 가능성에 의해 가중하여 산출
출발지 지표	- 특정구역에서 도보 또는 대중교통을 통해 15분 이내에 접근 가능한 초등학교 수	- 특정 구역에서 도보 또는 대중교통을 통해 접근 가능한 시설수를 통행의 접근 가능성을 가중하여 산출

자료: UK Department for Transport(2014a), 「Accessibility Planning Guidance: Full Guidance」에서 재정리.

※ 한계값 & 계속적 지표 계산 예

① 조건



② 도착지 지표 : 지역별 15분 이내에 초등학교에 접근가능한 초등학생 인구수 비율

지표	A지역	B지역
한계값 지표	- 100%	- 100%
계속적 지표	- $1,000\text{명} \times \exp(-0.107 \times 5\text{분}) = 585.67\text{명}$ ☞ $585.67 \div 1,000 = 58.6\%$	- $2,500\text{명} \times \exp(-0.107 \times 4\text{분}) = 1,629.53\text{명}$ ☞ $1,629.53 \div 2,500 = 65.18\%$

② 출발지 지표 : 지역별 15분 이내에 접근가능한 초등학교 수

지표	A지역	B지역
한계값 지표	- 2개	- 2개
계속적 지표	- 0.86개 ☞ $1\text{개} \times \exp(-0.107 \times 5\text{분}) + 1\text{개} \times \exp(-0.107 \times 12\text{분})$	- 0.88개 ☞ $1\text{개} \times \exp(-0.107 \times 4\text{분}) + 1\text{개} \times \exp(-0.107 \times 14\text{분})$

자료: UK Department for Transport(2014b), 「Accessibility Statistics: Travel time calculation methodology」에서 재정리.

<그림 3- 1> 영국 'Accessibility statistics' 내 한계값지표와 계속적지표 계산 예

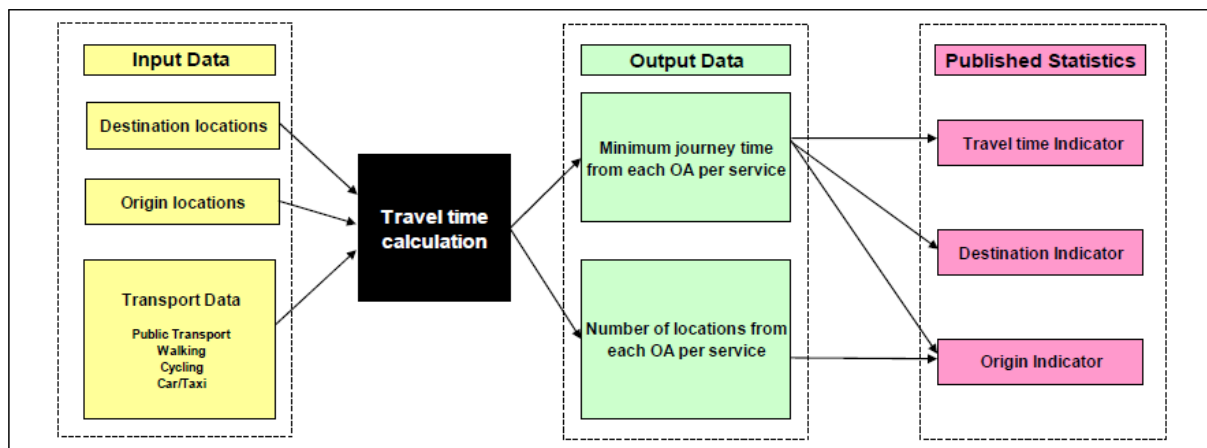
- 해당 지표를 계산할때의 교통수단별·서비스유형별 감쇄함수 파라미터값은 아래와 같음

<표 3- 6> 영국 'Accessibility statistics' 내 계속적 지표에서의 감쇄함수($\exp(-\beta \cdot t)$) 파라미터(β)

이용수단	직장	초등학교	중·고등 학교	기타 교육기관	의원	병원	식료품점	도시 중심지
대중교통 /도보	0.022	0.107	0.056	0.032	0.055	0.055	0.080	0.080
자전거	0.091	0.101	0.101	0.095	0.095	0.095	0.094	0.094
승용차	0.022	0.107	0.056	0.032	0.055	0.055	0.080	0.080

자료: UK Department for Transport(2014b), 「Accessibility Statistics: Travel time calculation methodology」에서 재정리.

라. 통행시간 산출방법



자료: UK Department for Transport(2014b), 「Accessibility Statistics: Travel time calculation methodology」.

<그림 3- 2> 영국 'Accessibility statistics'의 통행시간 산출과정

○ 입력자료

- 출발지(Origins) : 각 구역별 중심점으로 가정한 후 각 지점을 도로 및 도보 네트워크 등 교통네트워크와 연결
- 도착지(Destinations) : 직장의 경우 각 구역별 중심점을 산출한 후 사업체 수 등을 가중하여 입력하였으며, 그 외 서비스의 경우 위치 좌표값을 입력
- 교통 자료
 - 대중교통 : 각 대중교통 시각표와 대중교통 정류장 등의 데이터 적용
 - ※ 영국 National Public Transport Data Repository 사용
 - 도보 : 도로와 보행로로 구분된 Integrated Transport Network 데이터
 - 자전거 : 자전거도로 등이 포함된 Integrated Transport Network 데이터

- 승용차 : Integrated Transport Naework 데이터
- 통행시간 계산
 - 대중교통 : 대중교통 통행시간 + 대중교통 접근시간
 - 승용차 : 출발지에서 도착지까지의 소요시간(승용차 통행이 가능한 도로만 고려)
 - 자전거/도보 : 출발지에서 도착지까지의 소요시간(자동차전용도로 제외)

<표 3- 7> 영국 ‘Accessibility statistics’의 통행시간 산출 시 교통수단별 가정사항

교통수단	구분		가정사항
대중교통	대중교통 탑승 최소 통행시간		5분
	대중교통 최대 대기시간		20분
	최대 환승횟수		3회
	최대 환승시간		10분
	대중교통 정류장까지의 최대 도보거리		1. 25mile
	대중교통 정류장에서의 최대 도보거리		1. 25mile
도보	도보 통행속도		3mile/hour
자전거	최소 통행시간		5분
	통행 속도	A · B road, Minor road, Local street, Private road(public access)	10mile/hour
		Private road(restricted access), Pedestrian street, Alley	3mile/hour
	교차로 지체시간		-
	주차시간		-
승용차	최소 통행시간		5분
	통행속도		네트워크별 통행속도
	교차로 지체시간		-
	주차시간		-

자료: UK Department for Transport(2014b), 「Accessibility Statistics: Travel time calculation methodology」에서 재정리.

- 통행시간 조정(대중교통, 승용차 대상)
 - 사유 : 도로의 혼잡 등으로 인해 시간대별 통행시간이 다르게 산출됨에 따라 해당 수단의 일평균 통행시간 산출 시 이를 보정하여야 함
 - 보정방법 : 시간대별 각 목적통행량을 가중하여 일평균 통행시간 산출

2. Connectivity Statistics⁵⁾

가. 개요

- 연계성(Connectivity)의 정의 및 통계 수록 범위
 - 연계성은 개인 또는 가구가 교통거점에 접근할 수 있는 범위로 주요 서비스를 대상으로 하는 'Accessibility Statistics'와는 차이가 있음

<표 3- 8> 영국 'Accessibility statistics'와 'Connectivity statistics'의 차이점

Accessibility statistics	Connectivity statistics
- 지역적 또는 사회적으로 의미가 있는 도착지로의 통행시간 등을 산출	- 공항, 철도역 등과 같이 국가적으로 중요하고 장거리 통행이 요구되는 도착지로의 통행시간 등을 산출
- 대상 서비스가 상대적으로 많으며, 2시간 이내의 단거리 통행만을 포함	- 대상 서비스가 상대적으로 적으며, 각 출발지로부터 모든 도착지까지의 통행시간이 계산됨
- 각 서비스별 한정된 이용자 그룹만을 대상으로 함 ※ 초등학교 : 각 구역별 5~10세 학생 수	- 각 서비스에 대하여 전체 인구를 고려

자료: UK Department for Transport(2014c), 「Connectivity Travel Time Indicators : Guidance Notes」 에서 재정리.

- 지표 : 평균통행시간 지표 등 5개의 지표를 연계성지표로 설정함

<표 3- 9> 영국 'Connectivity Statistics'의 각 지표별 정의

지표	설명
평균통행시간	- 각 구역에서 가장 가까운 서비스시설까지 통행시간의 평균값
주변 범위 지표 (도착지 기준)	- 각 도착지별 주어진 시간 이내에 접근할 수 있는 인구수 및 특정 거리 내 인구 중 주어진 시간 이내에 접근 가능한 인구수의 비율 ※ 한계시간 : 30분, 60분, 120분
주변 범위 지표 (출발지 기준)	- 각 구역별 전체 인구수 중 특정 도착지로 주어진 시간 이내에 접근 가능한 인구수의 비율 ※ 한계시간 : 30분, 60분, 120분
가중된 연계성 지표	- 각 구역별 도착지(서비스시설)의 중요성(규모 등)을 가중하여 산출된 값 · $\sum_j \frac{W_j}{T_{ij}}$: i -각 구역, j -각 서비스시설, T -통행시간, W -가중치
도달가능한 도착지 수 지표	- 각 구역별 특정 시간 내 도달 가능한 서비스시설 수 ※ 한계시간 : 30분, 60분, 120분

자료: UK Department for Transport(2014c), 「Connectivity Travel Time Indicators : Guidance Notes」 에서 재정리.

5) UK Department for Transport(2014e), 「Connectivity Statistics」.

- 포함된 교통시설 및 가중치
 - 공항(Airport) : 전체 공항을 대상으로 하며, 공항별 도착지 수를 가중치로 적용
 - 철도역(Rail station) : 'C1' 등급 이상의 역을 대상으로 하며, 승강장 수를 가중치로 적용
 - 도로 교차점(Road junction) : 주요 간선도로와 연결된 교차로를 대상으로 하며, 교차로별 연계지점 수를 가중치로 적용
- 포함된 교통수단 : 대중교통/도보와 승용차로 구분하였으며, 도로교차점의 경우 승용차에 의한 연계성지표만을 산출함

나. 통행시간 산출방법

- 'Accessibility statistics'의 방법론과 유사하게 산출하였으며, 최대 통행시간은 6시간으로 가정함
- 그 외 교통수단별 가정사항은 아래와 같음

<표 3-10> 영국 'Connectivity Statistics'의 통행시간 산출 시 교통수단별 가정사항

교통수단	구분	가정사항
대중교통/도보	대중교통 탑승 최소 통행시간	5분
	대중교통 최대 대기시간	20분
	최대 환승횟수	3회
	최대 환승시간	10분
	속도	네트워크별 통행속도
	대중교통 정류장까지의 최대 도보거리	1.25mile
	대중교통 정류장에서의 최대 도보거리	1.25mile
	도보 통행속도	3mile/hour
승용차	최소 통행시간	5분
	통행속도	네트워크별 통행속도
	교차로 지체시간	-
	주차시간	-

자료: UK Department for Transport(2014c), 「Connectivity Travel Time Indicators : Guidance Notes」 에서 재정리.

- 30분 간격으로 통행시간을 산출한 후 각 간격별 통행시간의 평균값을 최종 통행시간으로 적용함

3. Journey Time Statistics

가. 개요

- 기존 ‘Accessibility Statistics’에서 아래와 같은 내용을 보완하여 2014년 기준 통계부터 공표 중임
 - 통행시간 계산을 위한 새로운 분석도구 사용
 - 서비스시설에 대하여 일반에게 개방중인 자료로 대체
 - 통행시간 산정방법론 보완
 - 차량 통행속도 보완
 - 오전첨두시에 대해서만 통계지표 산출
 - 2011년 센서스 자료 업데이트

나. 통행시간 산출을 위한 주요 가정의 변경

- 승용차와 자전거의 경우 기존 Accessibility Statistics와 큰 차이는 없음
- 하지만 대중교통의 경우 환승시간을 기존 최대 10분으로 설정하였으나 최소 5분으로 변경함
- 그리고 최대 도보통행거리, 최대 환승거리 등 주요 가정사항이 추가됨

<표 3-11> ‘Accessibility Statistics’와 ‘Journey Time Statistics’의 교통수단별 가정사항 비교

교통수단	구분	가정사항	
		Accessibility Statistics ¹⁾	Journey Time Statistics ²⁾
대중교통	대중교통 탑승 최소 통행시간	5분	-
	대중교통 최대 대기시간	20분	-
	최대 환승횟수	3회	-
	환승시간	10분 (최대값)	5분 (최소값)
	대중교통 정류장까지의 최대 도보거리	2km	-
	대중교통 정류장에서의 최대 도보거리	2km	-
	최대 도보통행거리 (출발지→정류장 + 정류장→도착지) (출발지→도착지(대중교통 미이용시))	-	3.0km
	Route 알고리즘 상 출발지로부터 고려되는 최대 정류장수	-	100개

자료: 1) UK Department for Transport (2014b), 「Accessibility Statistics: Travel time calculation methodology」에서 재정리.

2) UK Department for Transport (2015), 「Journey Time Statistics: Access to Services: Notes and Definitions」에서 재정리.

<표 3-11> ‘Accessibility Statistics’와 ‘Journey Time Statistics’의 교통수단별 가정사항 비교(계속)

교통수단	구분		가정사항	
			Accessibility Statistics ¹⁾	Journey Time Statistics ²⁾
대중교통 (계속)	대중교통 최초 이용을 위한 대기시간		-	5분
	최대 환승거리		-	500m
	Stop clustering		-	150m
도보	도보 통행속도	도로 네트워크	4.8km/h	4.8km/h
		도로 이외의 네트워크	4.8km/h	4.0km/h
	출발지로부터 도로네트워크까지의 최대 거리		-	2km
자전거	최소 통행시간		5분	5분
	통행 속도	A · B road, Minor road, Local street, Private road(public access)	16km/h	16km/h
		Private road(restricted access), Pedestrian street, Alley	4.8km/h	4.8km/h
	교차로 지체시간		-	-
	주차시간		-	5분
승용차	최소 통행시간		5분	5분
	통행속도		네트워크별 통행속도	네트워크별 통행속도 (일부 도로의 경우 도로별 평균속도 적용)
	교차로 지체시간		-	-
	주차시간		-	-

자료: 1) UK Department for Transport (2014b), 「Accessibility Statistics: Travel time calculation methodology」 에서 재정리.

2) UK Department for Transport (2015), 「Journey Time Statistics: Access to Services: Notes and Definitions」 에서 재정리.

다. 도착지지표와 출발지지표 산정방법 변경

- 기존 ‘Accessibility Statistics’에서는 한계값지표와 계속적지표를 동시에 사용하였으며, 서비스시설별 한계값을 다르게 설정함
- ‘Journey Time Statistics’에서는 더 이상 계속적지표를 사용하지 않고 있으며, 한계값지표에서의 한계시간을 15, 30, 45, 60분으로 동일하게 설정하고, 이에 대한 통계값을 제공중에 있음

제2절 교통접근성 산출을 위한 기초자료 수집

1. 구역경계 및 사회경제지표 DB

가. 구역경계 설정 및 자료수집

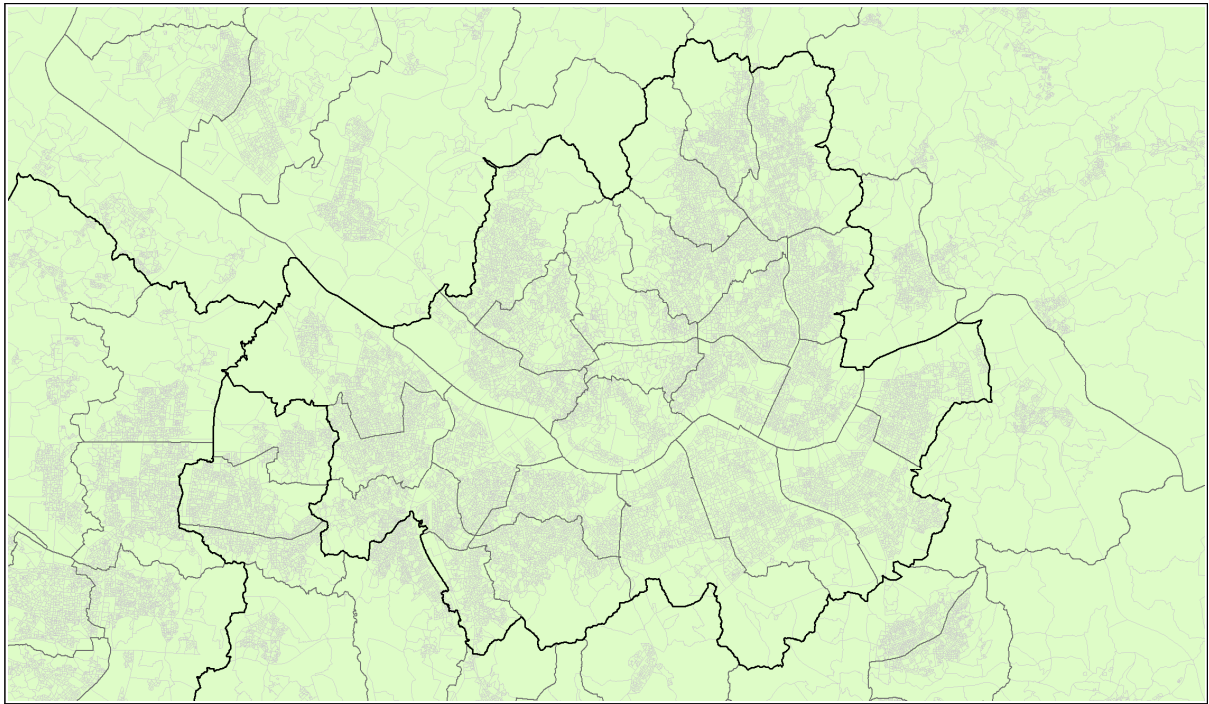
- 접근성 산출은 보다 미시적인 공간단위에서 분석이 필요하므로, 통계청에서 제공하는 가장 작은 공간단위인 집계구를 접근성 산출을 위한 구역단위로 설정하였으며, 통계청 통계지리정보서비스를 통하여 집계구경계 DB를 수집함
- 2014년 기준 전국 집계구 수는 83,424개이며, 서울인천·경기 등 수도권의 경우 40,702개로 전체 대비 약 48.8%를 차지하고 있음
- 집계구 1개당 평균면적 산출결과 강원도가 6.627km²/개로 평균면적이 가장 넓은 것으로 나타났으며, 경상북도, 전라남도 순으로 평균면적이 넓은

<표 3-12> 시·도별 집계구 수 및 면적(2014년)

시도	집계구 수 (개)	면적 (km ²)	집계구 당 평균면적 (km ²)
서울특별시	16,231	606.95	0.037
부산광역시	5,912	787.46	0.133
대구광역시	4,322	880.17	0.204
인천광역시	4,585	1,182.87	0.258
광주광역시	2,522	498.53	0.198
대전광역시	2,543	539.57	0.212
울산광역시	1,894	1,069.56	0.565
세종특별자치시	151	465.76	3.085
경기도	19,886	10,390.44	0.523
강원도	2,556	16,939.83	6.627
충청북도	2,545	7,413.51	2.913
충청남도	3,189	8,329.19	2.612
전라북도	3,027	8,022.86	2.650
전라남도	3,076	12,639.92	4.109
경상북도	4,508	19,043.02	4.224
경상남도	5,587	10,607.03	1.899
제주특별자치도	890	1,889.65	2.123
전국	83,424	101,306.34	1.214

자료: 통계청, 통계지리정보서비스, <http://sgis.kostat.go.kr/> (2016. 11. 24.) 내 집계구경계자료 집계

- 서울을 예로 들어 집계구의 공간적 분포를 나타내면 아래 그림과 같음



자료: 통계청, 통계지리정보서비스, <http://sgis.kostat.go.kr/> (2016. 11. 24.) 내 집계구경계자료 가공

<그림 3- 3> 서울 집계구의 공간적 분포(2014년 기준)

나. 집계구별 사회경제지표 수집

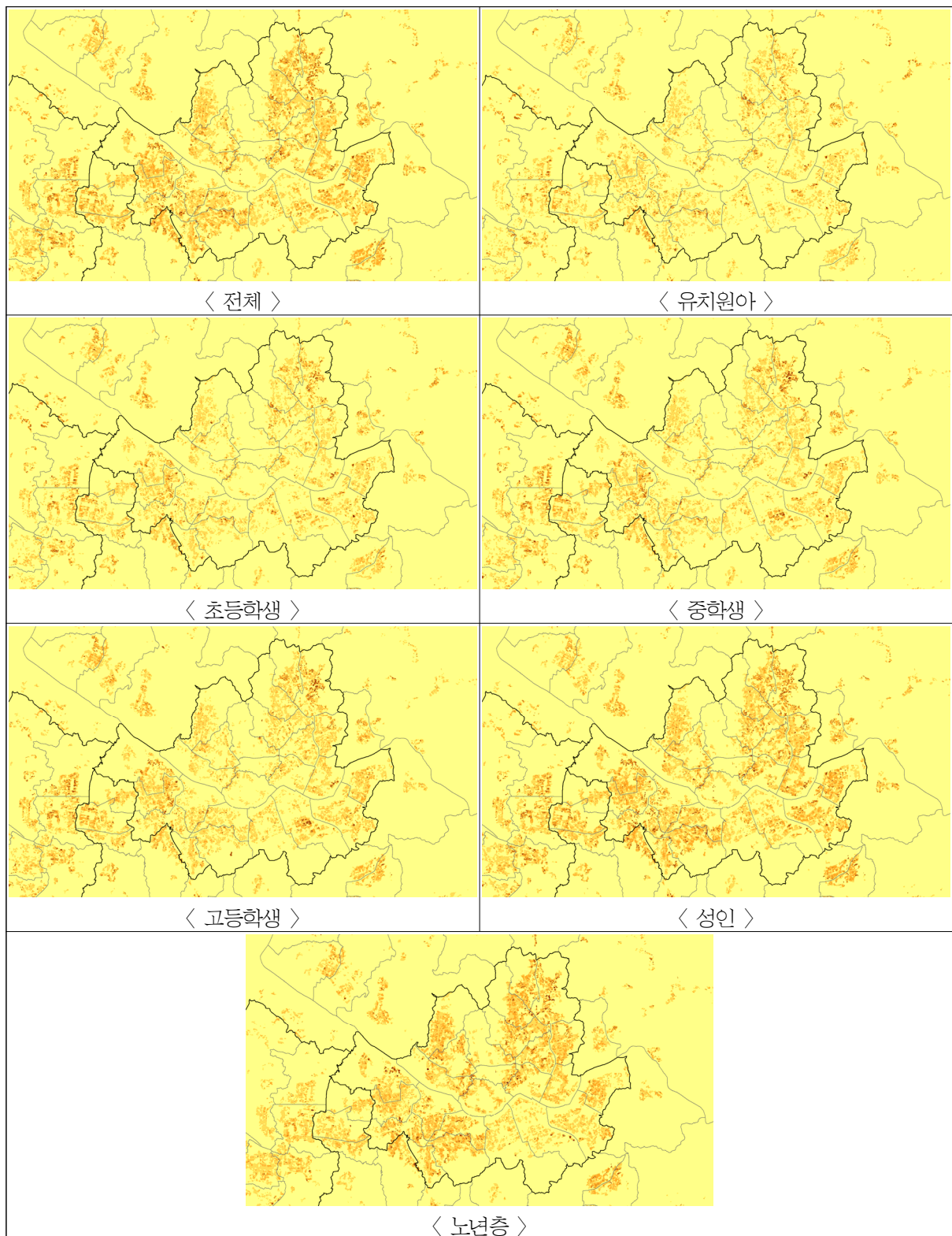
- 통계청 통계지리정보서비스에서 제공하고 있는 2014년 기준 집계구별 인구, 가구, 주택, 사업체 관련 통계자료 중 가장 최신 자료를 수집함
- 각 자료는 총괄지표와 개별지표로 구성되어 있으며, 개별지표의 경우 각 집계구별 통계수치가 '5' 이하일 경우 통계비밀보호를 위하여 통계값을 제외 처리함
- 부문별 통계지리정보서비스에서 제공하고 있는 지표는 아래와 같음

<표 3-13> 통계지리정보서비스에서 제공중인 집계구별 사회경제지표

구분	기준년도	총괄지표	개별지표
인구	2010년	- 7개 · 총 인구수, 평균나이, 인구밀도, 노령화지수, 노년부양비, 유년부양비, 총부양비	- 3개 · 교육정도별 인구수 · 성/혼인상태별 인구수 · 성/연령별 인구수
가구	2010년	- 2개 · 총 가구수, 평균가구원수	- 2개 · 세대구성별 가구수 · 점유형태별 가구수
주택	2010년	- 1개 (총 주택(거처) 수)	- 3개 · 건축년도별 주택수 · 연건평별 주택수 · 주택유형별 주택수
사업체	2014년	- 1개 (총 사업체수)	- 2개 · 산업대분류별 사업체수 · 산업대분류별 종사자수

자료: 통계청, 통계지리정보서비스, <http://sgis.kostat.go.kr/> (2016. 11. 24.) 내 집계구별 통계자료

- 이들 자료중 인구지표를 중심으로 DB를 구축하였으며, 총인구와 유치원아(만4~6세), 초등학생(만7~12세), 중학생(만13~15세), 고등학생(만16~18세), 성인(만19~64세), 노년층(만65세 이상) 인구를 아래와 같은 방법론을 이용하여 DB를 구축함
 - 유치원아 : $(0\sim4\text{세 인구} \times 0.2) + (5\sim9\text{세 인구} \times 0.4)$
 - 초등학생 : $(5\sim9\text{세 인구} \times 0.6) + (10\sim14\text{세 인구} \times 0.6)$
 - 중학생 : $(10\sim14\text{세 인구} \times 0.4) + (15\sim19\text{세 인구} \times 0.2)$
 - 고등학생 : $(15\sim19\text{세 인구} \times 0.6)$
 - 성인 : $(15\sim19\text{세 인구} \times 0.2) + 20\sim64\text{세 인구수 집계}$
 - 노년층 : 만65세 이상 인구수 집계
- 연령대별 인구수 자료의 경우 누락된 항목에 대하여 각 집계구별 총인구와 연령대별 인구 합계 간의 편차를 누락된 항목 수로 나누는 방법으로 값을 보정함
- 이 결과를 집계구 경계와 연계한 후, 서울을 대상으로 집계구별 인구밀도 분포를 나타내면 아래와 같음



자료: 통계청, 통계지리정보서비스, <http://sgis.kostat.go.kr/> (2016. 11. 24.) 내 집계구별 통계자료에서 가공

<그림 3- 4> 서울 집계구별 인구밀도 분포

2. 시설물 위치 DB

- 교육, 의료, 판매, 공공, 교통시설과 사업체 위치정보에 대한 DB를 구축함
- 2015년을 기준으로 하되 자료의 구축방법 등을 고려하여 최선의 자료를 구축함
- 각 DB별 원출처 및 기준시기 등은 아래와 같음

<표 3-14> 시설물 위치 DB별 원출처 및 기준시기

시설구분		자료출처	기준시기	항목 수	비고
교육시설 ¹⁾		- 교육부 교육통계서비스	‘15. 4	- 총 22,460개	- 유치원, 초·중등학교 - 일반고, 자율고, 특성화고, 특수목적고 - 특수학교, 기타학교, 대학교(원)
의료시설		- 건강보험 심사평가원	‘15. 6	- 병원 : 66,325개 - 약국 : 21,217개	- 병원, 의원, 조산원, 보건의료원, 보건소, 약국
판매시설		- 한국콘텐츠 미디어	‘15. 1	- 53,934개	- 대형마트, 슈퍼/마트, 편의점, 백화점, 아울렛, 전자제품매장, 면세점, 재래시장
공공시설		- 행정자치부	‘16. 8	- 12,423개	- 검찰기관, 경찰기관, 고용기관, 관세기관, 국세기관, 법무기관, 법원, 병무기관, 보훈기관, 우정기관, 보건기관, 소방기관, 지방행정기관, 기술센터, 문화(박물관, 도서관) 기관
사업체 위치정보		- 매일경제신문사	‘15. 1	- 524,788개	- 법인/개인사업체 본사
교통 시설	도시철도/경전철역	- 내부자료	‘15. 12	- 844개	
	시내버스정류장	- TAGO, DAUM	‘15. 11~12	- 183,612개	
	철도역 ²⁾	- 국가교통DB센터	‘15. 12	- 235개	
	시외/고속버스 터미널/정류장	- 국가교통DB센터	‘14. 12	- 4,365개	- 터미널, 정류장, 환승휴게소
	공항	- 국가교통DB센터	‘14. 12	- 15개	
	연안여객선터미널	- 국가교통DB센터	‘14. 12	- 357개	

자료: 교육시설 - 교육부, 「교육통계서비스」, <http://kess.kedi.re.kr/> (2016. 11. 30).

의료시설 - 건강보험심사평가원, <http://www.hira.or.kr/> (2015. 11. 30).

판매시설 - 한국콘텐츠미디어 (2014), 「유통업체 주소록」.

공공시설 - 행정자치부, 일선행정기관 주소 및 전화번호.

사업체 위치정보 - 매일경제신문사, 「2015년 SMTp」.

교통시설 - 국가대중교통정보센터, <http://www.tago.go.kr/>, 2015년 12월 16일 기준 노선기반정보(제주도 시내버스).

다음지도, <http://map.daum.net>, 2015년 11월 기준 버스노선정보(제주도 외 시내버스).

국가교통DB센터, 2015년도 대중교통 GIS DB(철도, 시외/고속버스, 공항, 여객선터미널).

주: 1) 휴교(원) 또는 폐교(원) 제외

2) 2014년 기준 자료에서 열차 미정차역은 제외하였으며, 공주역, 포항역(이설)을 추가한 자료임

가. 교육시설

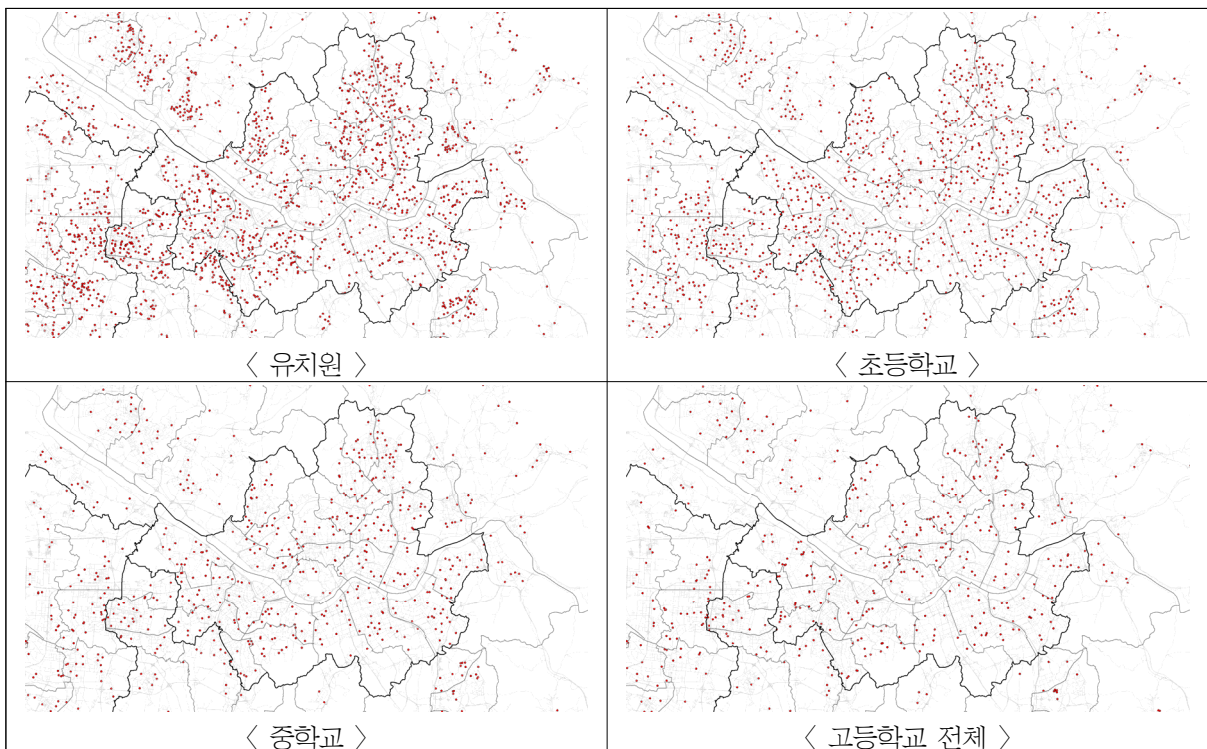
- 교육부 교육통계서비스에서 배포하는 2015년 4월 1일 전국 학교 주소록을 수집한 후, 휴교(원), 폐교(원)를 제외한 22,460개의 교육시설을 DB로 구축함
- 이후 주소를 기반으로 하여 좌표를 산출한 후 공간DB로 변환함
- 각 시설별 교육기관 수는 아래 표와 같음

<표 3-15> 교육시설 유형별 시설수

구분	유치원	초등학교		중학교	고등학교 (일반고)		고등학교 (자율고)		고등학교 (특성학교(대안))
시설 수 (개)	8, 819	6, 212		3, 234	1, 537		161		25

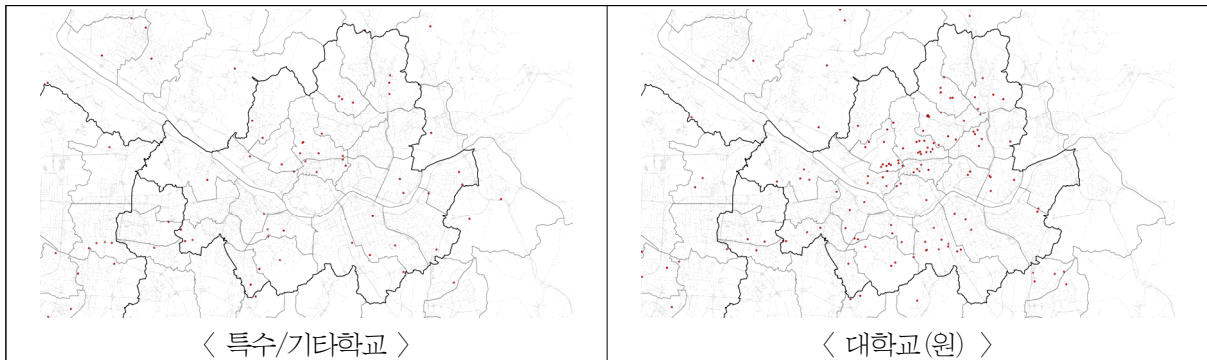
구분	고등학교 (특성학교(직업))	특수목적고	특수학교	기타학교	대학교	대학원	전체
시설 수 (개)	473	148	167	52	435	1, 197	22, 460

자료: 교육부, 「교육통계서비스」, <http://kess.kedi.re.kr/> (2016. 11. 30).



자료: 교육부, 「교육통계서비스」, <http://kess.kedi.re.kr/> (2016. 11. 30) 자료 활용.

<그림 3- 5> 교육시설 분포(서울 및 주변부)



자료: 교육부, 「교육통계서비스」, <http://kess.kedi.re.kr/> (2016. 11. 30) 자료 활용.

<그림 3- 5> 교육시설 분포(서울 및 주변부)(계속)

나. 의료시설

- 건강보험심사평가원에서 제공하는 있는 전국 병/의원, 약국 정보에 대하여 2015년 6월 25일 기준일자로 이들 주소를 일괄 수집한 후 주소정보를 기반으로 하여 공간DB로 변환함
- 각 시설별 의료기관, 약국 수는 아래 표와 같음

<표 3-16> 의료시설 유형별 시설수

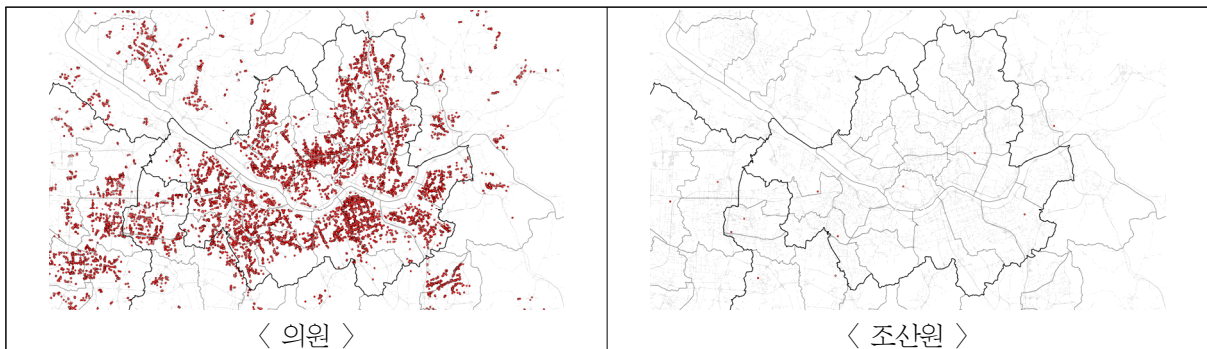
구분	병/의원							약국
	의원 ¹⁾	조산원	병원 ²⁾	공공 의료기관 ³⁾	전체	3차 의료기관	응급의료병원	
시설 수(개)	59,168	35	3,639	3,483	66,325	25	421	21,217

자료: 건강보험심사평가원, <http://www.hira.or.kr/> (2015. 11. 30).

주: 1) 의원, 치과의원, 한의원

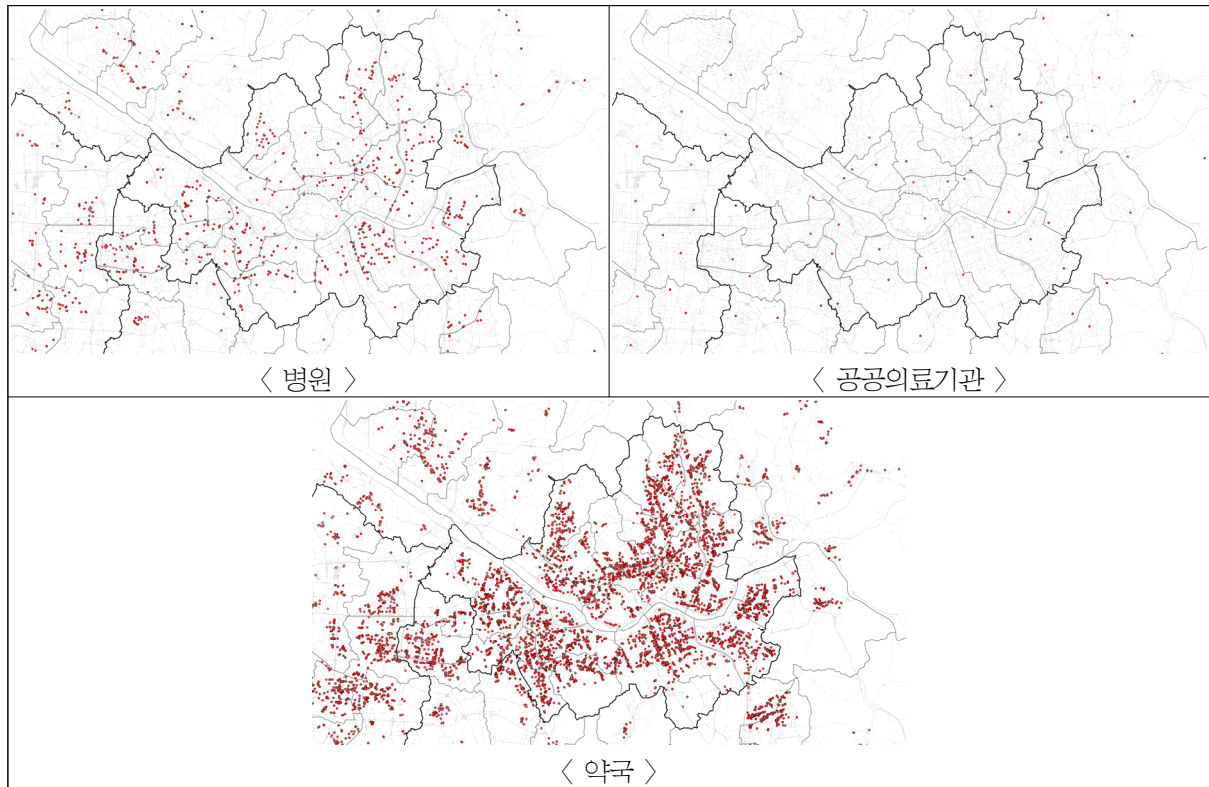
2) 병원, 치과병원, 한방병원, 요양병원, 종합병원, 상급종합

3) 보건의료원, 보건소, 보건지소, 보건진료소



자료: 건강보험심사평가원, <http://www.hira.or.kr/> (2015. 11. 30) 자료 활용.

<그림 3- 6> 의료시설 분포(서울 및 주변부)



자료: 건강보험심사평가원, <http://www.hira.or.kr/> (2015. 11. 30) 자료 활용.

<그림 3- 6> 의료시설 분포(서울 및 주변부)(계속)

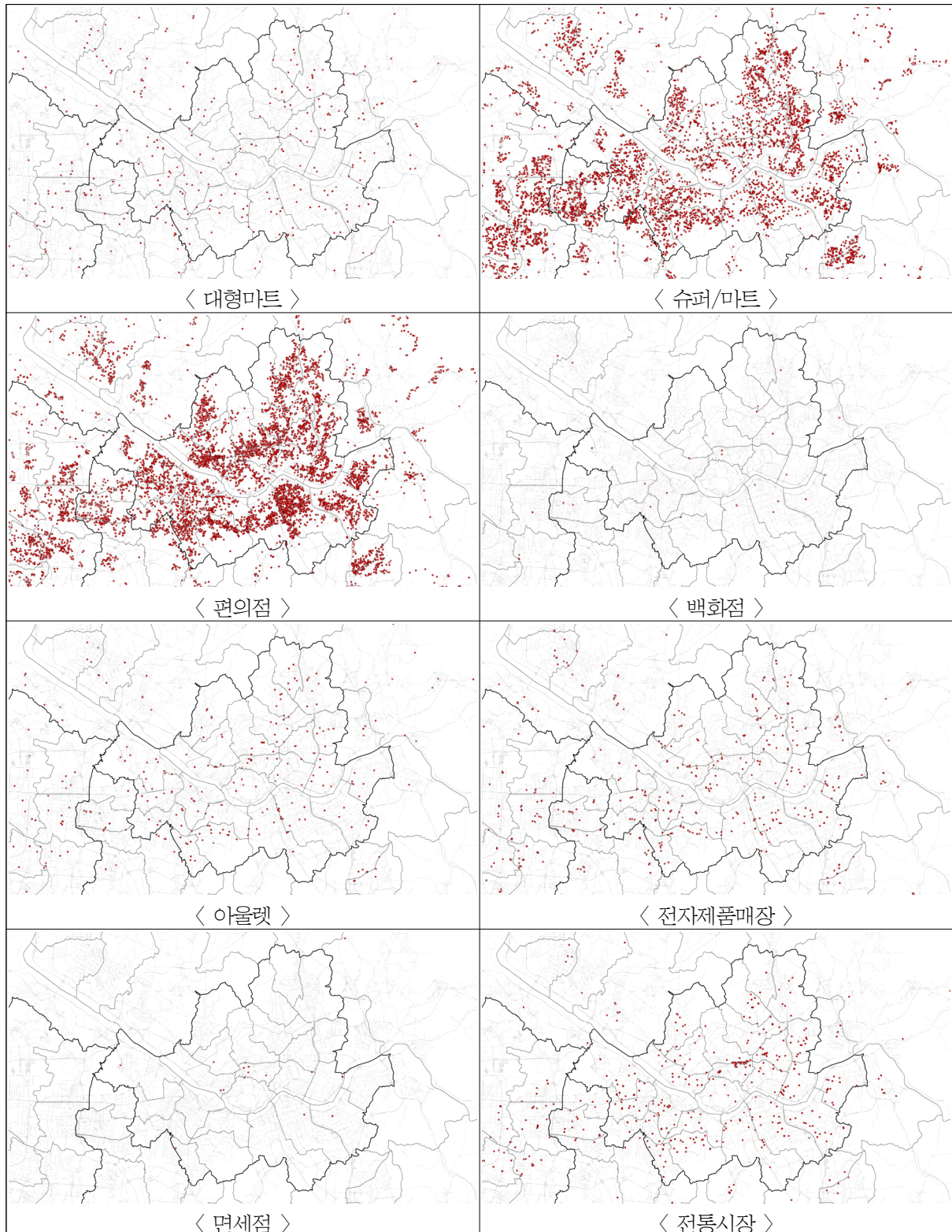
다. 판매시설

- 한국콘텐츠미디어에서 판매하는 「유통업체 주소록」에서 유통업체 주소를 일괄 수집함
- 이후 주소정보를 기반으로 하여 전체 시설을 공간DB로 변환함
- 각 시설별 판매시설 수는 아래 표와 같음

<표 3-17> 판매시설 유형별 시설수

구분	대형마트	슈퍼/마트	편의점	백화점	아울렛	전자제품 매장	면세점	재래시장	전체
시설 수 (개)	2,277	25,189	21,896	61	736	1,995	265	1,515	53,934

자료: 한국콘텐츠미디어 (2014), 「유통업체 주소록」.



자료: 한국콘텐츠미디어 (2014), 「유통업체 주소록」 활용.

<그림 3- 7> 판매시설 분포(서울 및 주변부)

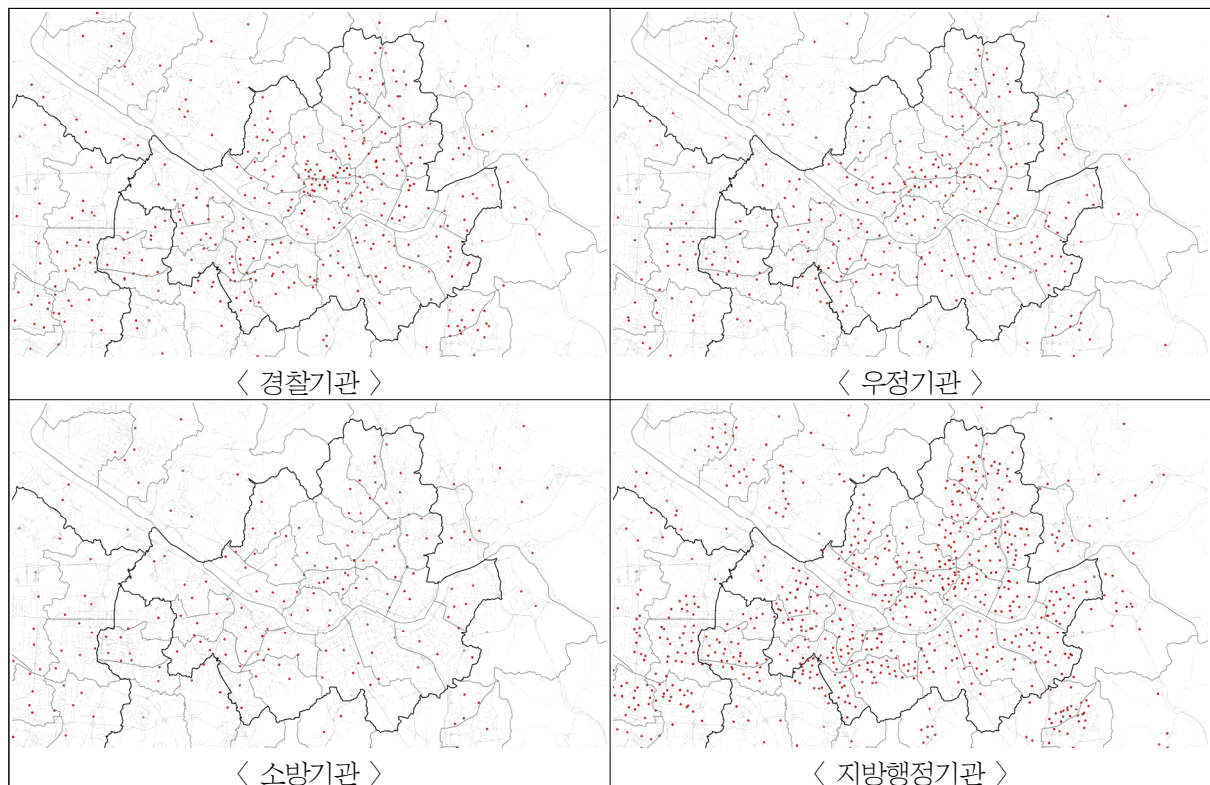
라. 공공시설

- 행정자치부에서 배포한 2016년 8월 31일 기준 일선행정기관 주소 및 전화번호를 수집하여 DB로 구축함
- 이후 주소를 기반으로 하여 좌표를 산출한 후 이를 공간DB로 변환함
- 각 시설별 공공기관 수는 아래 표와 같음

<표 3-18> 공공시설 유형별 시설수

구분	검찰기관	경찰기관	고용기관	관세기관	국세기관	법무기관	법원	병무기관
시설 수 (개)	63	2,239	160	54	141	191	345	16
구분	보훈기관	우정기관	보건기관	소방기관	지방행정 기관	기술센터	문화기관	전체
시설 수 (개)	39	2,609	1,195	1,239	3,794	184	154	12,423

자료: 행정자치부, 일선행정기관 주소 및 전화번호(2016. 8. 31 기준).



자료: 행정자치부, 일선행정기관 주소 및 전화번호(2016. 8. 31. 기준) 활용.

<그림 3- 8> 주요 공공시설 분포(서울 및 주변부)

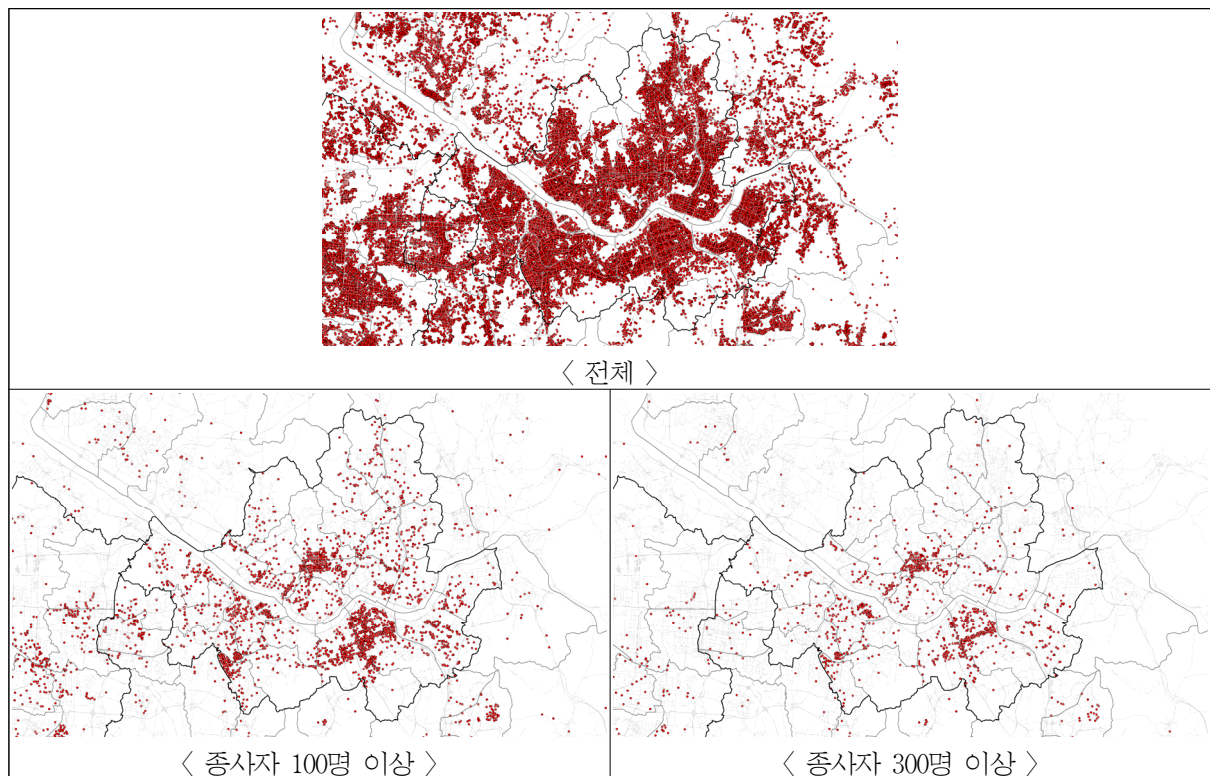
마. 사업체 위치정보

- 매일경제신문사에서 발간한 ‘한국 SMTp’에 기재되어 있는 전국의 개인/법인사업체 본사의 주소를 수집하여 DB로 구축함
- 이후 주소를 기반으로 하여 전체 중 약 97%에 대하여 좌표를 산출한 후 이를 공간DB로 변환함
- 각 시설별 사업체 수 및 공간DB로 변환을 완료한 사업체 수는 아래 표와 같음

<표 3-19> 사업체(본사) 수 및 공간DB 변환 완료 시설수

구분	전체	시설별	
		(종사자 100명 이상)	(종사자 300명 이상)
사업체 수 (개)	524,788	11,441	3,073
공간DB 변환 (개)	509,557	11,187	3,000
공간DB 변환비율 (%)	97.10	97.84	97.62

자료: 매일경제신문사, 「2015년 SMTp」.



자료: 매일경제신문사, 「2015년 SMTp」 활용.

<그림 3- 9> 사업체 분포(서울 및 주변부)

바. 교통시설

- 도시철도/경전철역의 경우 국가교통DB센터 내부에서 구축한 역별 자료를 활용함
 - 환승역의 경우 노선별로 별도 역으로 분리하는 것을 원칙으로 구축하되, 개찰구가 1개 노선에만 있는 경우와 환승역을 통과하는 각 노선의 출입구가 인접하여 어느 노선의 출입구인지를 파악하기 어려운 경우 단일 노드로 표현함
- 시내버스 정류장의 경우 포털사 지도, 국가대중교통정보센터(TAGO), 각 지자체 홈페이지 또는 버스정보시스템 등을 통하여 정류장 정보를 수집할 수 있음
 - TAGO 또는 지자체 시스템을 통한 자료수집 시 버스정류장정보가 제공되지 않는 지자체가 있고, 각 지역별로 다른 정류장ID를 부여함에 따라 동일 정류장이라도 개별로 인식함
 - 이를 고려하여 DAUM MAP의 Open-API를 통하여 2015년 11월 기준 정류장정보를 추출하였으며, 버스노선이 겹치지 않는 제주도의 경우 TAGO에서 수집한 2015년 12월 16일 기준 노선기반정보를 바탕으로 버스정류장 DB를 구축함
- 철도역, 시외/고속버스 터미널/정류장, 공항, 연안여객선터미널의 경우 2015년도 대중교통 GIS DB(2014년 12월 기준)를 활용함
 - 이 중 기존 철도역DB 내 ID를 한국철도공사의 역 ID로 변환하였으며, 2015년 개통된 공주역을 추가하였으며, 포항역의 위치를 조정함
- 각 지자체별 교통시설 수는 아래와 같음

<표 3-20> 시·도별 교통시설 수

시·도	도시철도 /경전철역	시내버스 정류장	철도역	고속/시외버스 터미널/정류장	공항	연안여객선 터미널
서울특별시	331	12,840	7	31	1	1
부산광역시	107	7,296	11	44	1	3
대구광역시	86	4,028	2	76	1	-
인천광역시	55	5,479	2	39	1	29
광주광역시	20	2,901	5	11	1	-
대전광역시	22	2,450	3	19	-	-
울산광역시	-	2,916	5	37	1	-
세종특별자치시	-	1,212	4	19	-	-
경기도	187	38,112	31	606	-	7
강원도	6	9,719	21	487	2	2
충청북도	-	8,517	18	161	1	-
충청남도	10	20,977	22	199	-	25

자료: 1) 국가대중교통정보센터, <http://www.tago.go.kr/>, 2015년 12월 16일 기준 노선기반정보(제주도 시내버스).

2) 다음지도, <http://map.daum.net>, 2015년 11월 기준 버스노선정보(제주도 외 시내버스).

3) 국가교통DB센터, 2015년도 대중교통 GIS DB(철도, 시외/고속버스, 공항, 여객선터미널).

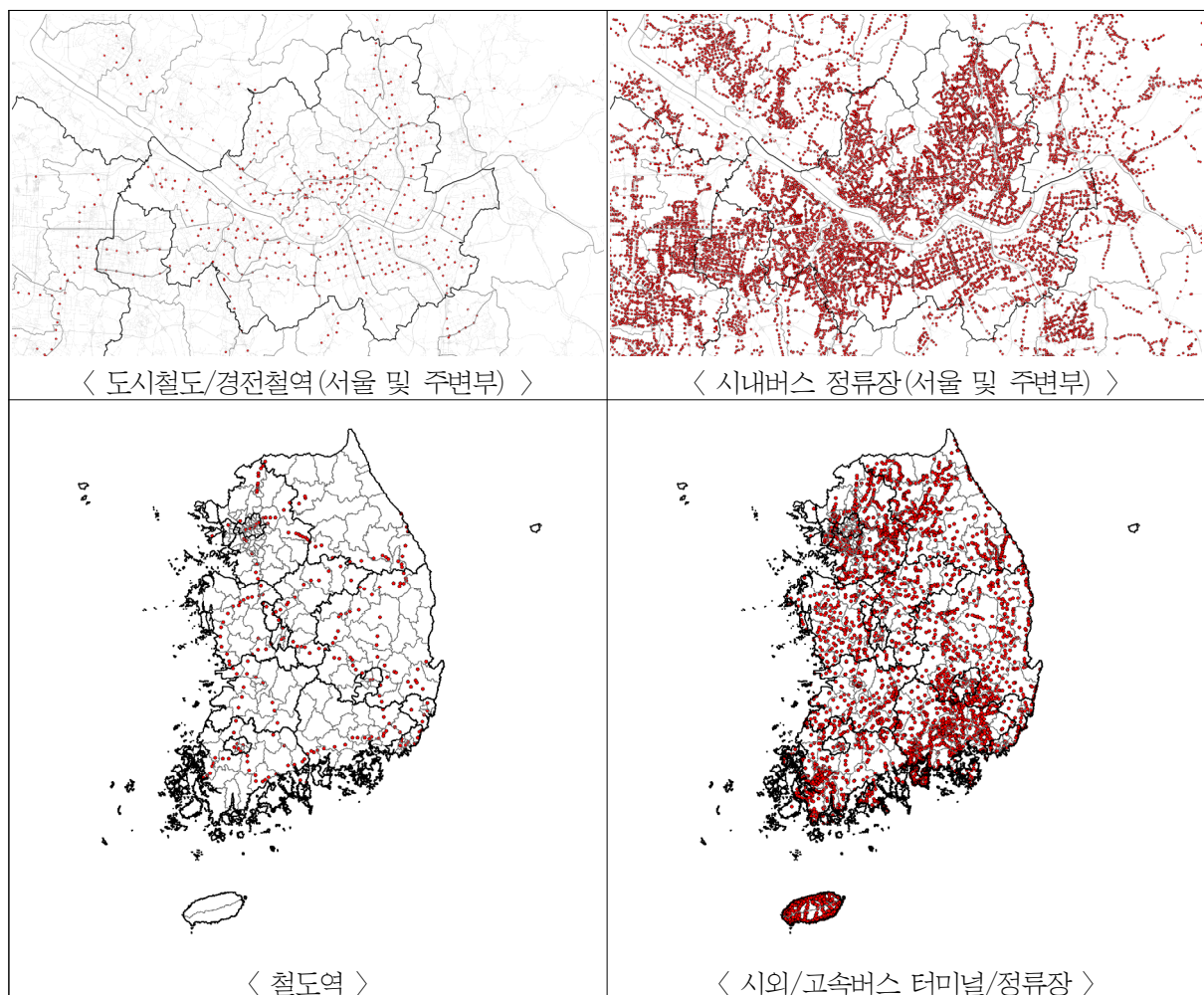
<표 3-20> 시·도별 교통시설 수(계속)

시·도	도시철도 /경전철역	시내버스 정류장	철도역	고속/시외버스 터미널/정류장	공항	연안여객선 터미널
전라북도	-	13,546	12	223	1	18
전라남도	-	18,653	27	443	2	218
경상북도	3	17,377	44	475	1	4
경상남도	17	14,571	21	641	1	43
제주특별자치도	-	3,018	-	854	1	7
전국	844	183,612	235	4,365	15	357

자료: 1) 국가대중교통정보센터, <http://www.tago.go.kr/>, 2015년 12월 16일 기준 노선기반정보(제주도 시내버스).

2) 다음지도, <http://map.daum.net>, 2015년 11월 기준 버스노선정보(제주도 외 시내버스).

3) 국가교통DB센터, 2015년도 대중교통 GIS DB(철도, 시외/고속버스, 공항, 여객선터미널).



자료: 1) 국가대중교통정보센터, <http://www.tago.go.kr/>, 2015년 12월 16일 기준 노선기반정보(제주도 시내버스) 활용.

2) 다음지도, <http://map.daum.net>, 2015년 11월 기준 버스노선정보(제주도 외 시내버스) 활용.

3) 국가교통DB센터, 2015년도 대중교통 GIS DB(철도, 시외/고속버스, 공항, 여객선터미널) 활용.

<그림 3-10> 주요 교통시설 분포

3. 건축물행정정보(건축물대장)

- 건축물대장은 기본적으로 기본개요(대장마스터), 표제수(건축물 동별현황), 층별개요로 구성되어 있음
- 기본개요(대장마스터)의 경우 각 건축물에 대한 총괄 데이터로 총 28개의 컬럼으로 구성되어 있으며, 건축물ID, 건축물위치(필지기반, 새주소기반) 등에 대한 기초정보가 수록되어 있음
- 표제부(건축물 동별현황)의 경우 총 52개 컬럼으로 구성되어 있으며, 건축물 면적, 구조, 용도, 지붕형태, 층수, 주차장 현황 등 개별 건축물에 대한 상세 정보가 수록되어 있음
- 층별개요의 경우 총 17개 컬럼으로 이루어져 있으며, 각 층별 용도와 면적에 대한 정보가 수록되어 있음

<표 3-21> 건축물대장 각 항목별 수록내용

건축물대장 DB	컬럼 수	컬럼명
기본개요	28	- 관리_건축물대장_PK, 대장_구분_코드, 대장_종류_코드, 시군구_코드, 법정동_코드, 대지_구분_코드, 번, 지, 특수지_명, 블록, 로트, 건물_명, 외필지_수, 위반_건축물_여부, 관리_상위_건축물대장_PK, 대장_일련번호, 처리_일시, 자료_버전, 총괄표제부_일련번호, 표제부_일련번호, 전유부_일련번호, 생성_일자, 안보_시설_구분_코드, 새주소_도로_코드, 새주소_법정동_코드, 새주소_지상지하_코드, 새주소_본_번, 새주소_부_번
표제부	52	- 건축물대장_PK, 동_명칭, 주_부속_구분_코드, 주_부속_일련번호, 양성화_여부, 대지_면적, 건축_면적, 건폐율, 연면적, 용적율 산정_연면적, 용적율, 구조_코드, 기타_구조, 주_용도_코드, 기타_용도, 지붕_코드, 기타_지붕, 세대_수, 가구_수, 높이, 지상_층수, 지하_층수, 승용_승강기_수, 비상용_승강기_수, 부속_건축물_수, 부속_건축물_면적, 총_동_연면적, 옥내_기계식_대수, 옥내_기계식_면적, 옥외_기계식_대수, 옥외_기계식_면적, 옥내_자주식_대수, 옥내_자주식_면적, 옥외_자주식_대수, 옥외_자주식_면적, 허가_일, 착공_일, 사용승인_일, 허가번호_년, 허가번호_기관_코드, 허가번호_구분_코드, 허가번호_일련번호, 자료_버전, 호수, 에너지_효율등급, 에너지_절감율, EPL_점수, 친환경건축물등급, 친환경건축물인증점수, 지능형건축물등급, 지능형건축물인증점수, 생성_일자
층별개요	17	- 층별_개요_PK, 건축물대장_PK, 층_구분_코드, 층_번호, 층_번호_명, 구조_코드, 기타_구조, 주_용도_코드, 기타_용도, 면적, 주_부속_구분_코드, 주_부속_일련번호, 주_건축물_동_번호, 자료_버전, 면적_제외_여부, 층_일련번호, 생성_일자

자료: 세움터 내부자료 (2013. 12. 31. 기준)

- ‘건축물대장_PK’ (건축물 ID) 컬럼을 기준으로 기본개요와 표제부 간, 표제부와 증별개요 간 연계되어 있으며, 기본 형태는 아래와 같음



자료: 세움터 내부자료 (2013. 12. 31. 기준)

<그림 3-11> 건축물대장 각 항목 간 연계형태

- 각 DB별 표출형태는 아래와 같음

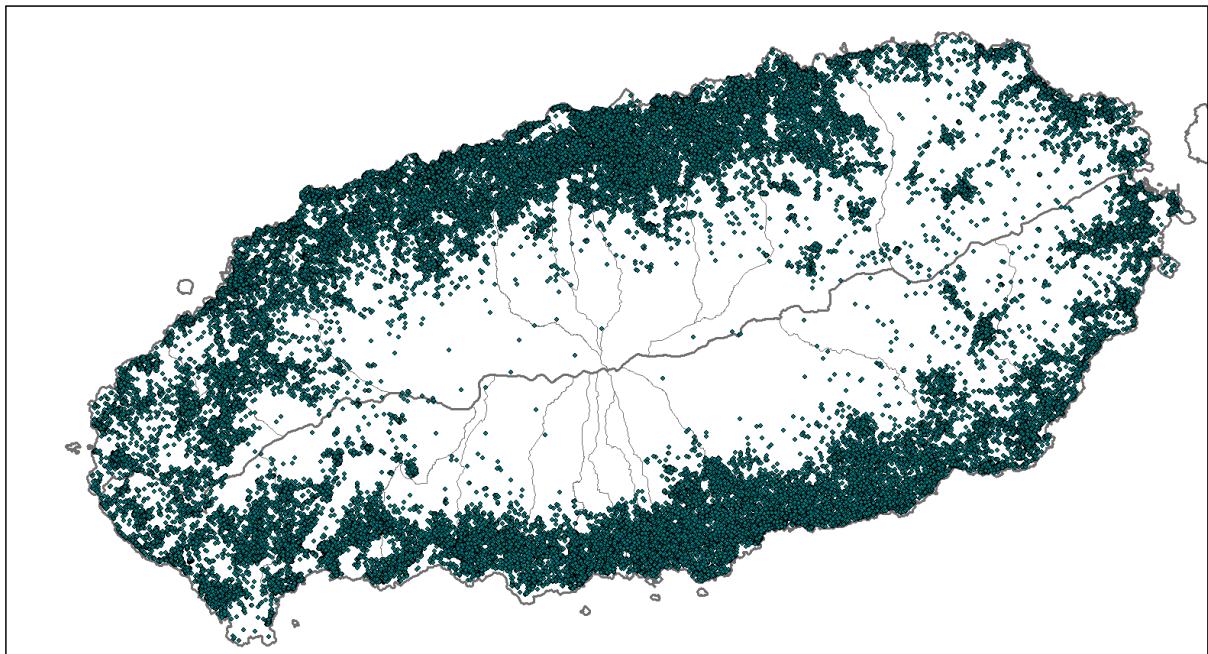
관리_건축물대장_PK	대장_구분_코드	대장_종류_코드	시각구_코드	법정동_코드	대지_구분_코드	번	지	지수지_장	법률_종류	건물_종	외원지_수	위반_건축물_대장	관리_상위_건축물대장_PK	대장_일련번호	차원_일시	차원_비율	승용차대장_일련번호	표제부_일련번호	건물부_일련번호	생성_일시	대장_구분_코드
28110-12534	2	1	28110	14700	0	0678	0002			한민문화유산	3	0		2008072212425	3	1	0	0	0	20080722	0
28110-12535	2	1	28110	14700	0	0678	0006			한민문화유산	3	0		2008072212425	3	1	0	0	0	20080722	0
28110-12536	2	4	28110	14700	0	0678	0132			한민문화유산	0	0	28110-1253228	2	20080625144700	0	1	3	2	20080625	0
28110-12537	2	4	28110	14700	0	0678	0132			한민문화유산	0	0	28110-1253228	3	20080625144700	0	1	3	3	20080625	0
28110-12538	2	4	28110	14700	0	0678	0132			한민문화유산	0	0	28110-1253228	4	20080625144700	0	1	3	4	20080625	0
28110-12539	2	4	28110	14700	0	0678	0132			한민문화유산	0	0	28110-1253228	5	20080625144700	0	1	3	5	20080625	0
28110-12540	2	4	28110	14700	0	0678	0132			한민문화유산	0	0	28110-1253228	6	20080625144700	0	1	3	6	20080625	0
28110-12541	2	4	28110	14700	0	0678	0132			한민문화유산	0	0	28110-1253228	7	20080625144700	0	1	3	7	20080625	0
28110-12542	2	1	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	1	0		2008070410134	2	1	0	0	0	20080704	0
28110-12543	2	4	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0	28110-1253241	2	20080625144700	0	1	2	2	20080625	0
28110-12544	2	4	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0	28110-1253241	3	20080625144700	0	1	2	3	20080625	0
28110-12545	2	4	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0	28110-1253241	4	20080625144700	0	1	2	4	20080625	0
28110-12546	2	4	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0	28110-1253241	5	20080625144700	0	1	2	5	20080625	0
28110-12547	1	1	28110	14700	0	0678	0059			한민문화유산	1	0		20080626111418	0	1	0	0	0	20080626	0
28110-12548	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	1	1	10	0	0	20080626	0
28110-12549	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	2	1	10	0	0	20080626	0
28110-12550	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	3	1	10	0	0	20080626	0
28110-12551	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	4	1	10	0	0	20080626	0
28110-12552	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	5	1	10	0	0	20080626	0
28110-12553	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	6	1	10	0	0	20080626	0
28110-12554	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	7	1	10	0	0	20080626	0
28110-12555	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	8	1	10	0	0	20080626	0
28110-12556	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	9	1	10	0	0	20080626	0
28110-12557	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	10	1	10	0	0	20080626	0
28110-12558	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	11	1	10	0	0	20080626	0
28110-12559	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	12	1	10	0	0	20080626	0
28110-12560	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	13	1	10	0	0	20080626	0
28110-12561	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	14	1	10	0	0	20080626	0
28110-12562	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	15	1	10	0	0	20080626	0
28110-12563	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	16	1	10	0	0	20080626	0
28110-12564	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	17	1	10	0	0	20080626	0
28110-12565	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	18	1	10	0	0	20080626	0
28110-12566	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	19	1	10	0	0	20080626	0
28110-12567	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	20	1	10	0	0	20080626	0
28110-12568	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	21	1	10	0	0	20080626	0
28110-12569	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	22	1	10	0	0	20080626	0
28110-12570	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	23	1	10	0	0	20080626	0
28110-12571	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	24	1	10	0	0	20080626	0
28110-12572	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	25	1	10	0	0	20080626	0
28110-12573	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	26	1	10	0	0	20080626	0
28110-12574	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	27	1	10	0	0	20080626	0
28110-12575	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	28	1	10	0	0	20080626	0
28110-12576	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	29	1	10	0	0	20080626	0
28110-12577	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	30	1	10	0	0	20080626	0
28110-12578	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	31	1	10	0	0	20080626	0
28110-12579	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	32	1	10	0	0	20080626	0
28110-12580	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	33	1	10	0	0	20080626	0
28110-12581	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	34	1	10	0	0	20080626	0
28110-12582	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	35	1	10	0	0	20080626	0
28110-12583	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	36	1	10	0	0	20080626	0
28110-12584	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	37	1	10	0	0	20080626	0
28110-12585	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	38	1	10	0	0	20080626	0
28110-12586	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	39	1	10	0	0	20080626	0
28110-12587	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	40	1	10	0	0	20080626	0
28110-12588	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	41	1	10	0	0	20080626	0
28110-12589	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	42	1	10	0	0	20080626	0
28110-12590	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	43	1	10	0	0	20080626	0
28110-12591	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	44	1	10	0	0	20080626	0
28110-12592	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	45	1	10	0	0	20080626	0
28110-12593	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	46	1	10	0	0	20080626	0
28110-12594	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	47	1	10	0	0	20080626	0
28110-12595	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418	48	1	10	0	0	20080626	0
28110-12596	1	2	28110	14700	0	0678	0060			한민문화유산	0	0		20080626111418							

- 건축물행정정보를 이용한 DB 구축시에는 2015년 12월 31일 기준 자료를 활용하였으며 여기에서 건축물대장 중 표제부(동별개요)를 기준으로 하여 층별개요의 자료를 연계gka
 - 건축물대장에 등록된 전국의 건축물 수는 약 748만개이며, 건물 내 부설주차장의 총 주차대수는 약 5,672만대임
 - ‘건축물대장_PK’(건축물 ID)를 기준으로 표제부와 층별개요를 매칭한 결과 총 층별개요 자료수는 약 1,890개로 산출ehla
- 이후 속성정보를 공간정보로 변환하기 위하여 아래와 같은 방법을 사용하여 개별건축물의 위치정보를 산정함
 - 1차 : 2015년 6월 기준 도로명주소전자지도(행정자치부 배포)의 각 건물DB의 주소별 좌표값을 산출한 후, 건축물행정정보와 연계
 - 2차 : 1차에서 연계되지 않는 자료들에 대하여 2015년 12월 24일 기준 지적도 내 주소별 위치정보를 연계하여 좌표 산출
 - 1~2차에서 위치정보를 도출하지 못한 자료의 경우 공간DB를 구축하는 데에서 제외함
- 위와 같은 방법으로 공간DB화한 결과 전체 중 약 94%가 연계ehla

<표 3-22> 시·도별 건축물대장 기초분석결과

시·도	표제부			총별개요	공간DB 연계	
	건축물 수(A) (개)	부설주차장 주차대수 (대)	연면적 (km ²)		공간DB 연계 건축물 수(B) (개)	연계 비율 (B÷A×100) (%)
서울특별시	639,007	5,751,038	589.42	2,931,131	609,336	95.36
부산광역시	385,793	4,092,535	231.87	1,084,205	348,864	90.43
대구광역시	276,369	1,093,446	164.06	820,412	266,601	96.47
인천광역시	226,589	2,416,542	199.34	753,225	212,556	93.81
광주광역시	199,783	1,628,961	103.43	473,883	192,326	96.27
대전광역시	146,187	1,978,610	114.29	481,547	139,438	95.38
울산광역시	147,555	1,963,410	95.68	390,341	139,974	94.86
세종특별자치시	33,257	138,769	19.06	79,165	30,718	92.37
경기도	1,131,837	13,507,903	1,184.17	3,447,935	1,064,730	94.07
강원도	414,078	1,450,979	137.93	809,071	376,426	90.91
충청북도	411,502	1,681,760	211.35	874,193	389,121	94.56
충청남도	536,056	2,618,857	175.96	988,273	484,487	90.38
전라북도	472,441	1,603,166	179.76	957,412	449,201	95.08
전라남도	682,297	2,256,815	156.74	1,168,741	648,724	95.08
경상북도	847,305	10,701,319	256.15	1,626,489	803,201	94.79
경상남도	751,785	3,536,130	273.64	1,674,423	713,764	94.94
제주특별자치도	181,849	296,299	45.42	337,805	172,199	94.69
전국	7,483,690	56,716,539	4,138	18,898,251	7,041,666	94.09

자료: 건축데이터 민간개방 시스템, <http://open.eais.go.kr/> (2016. 6. 18.)



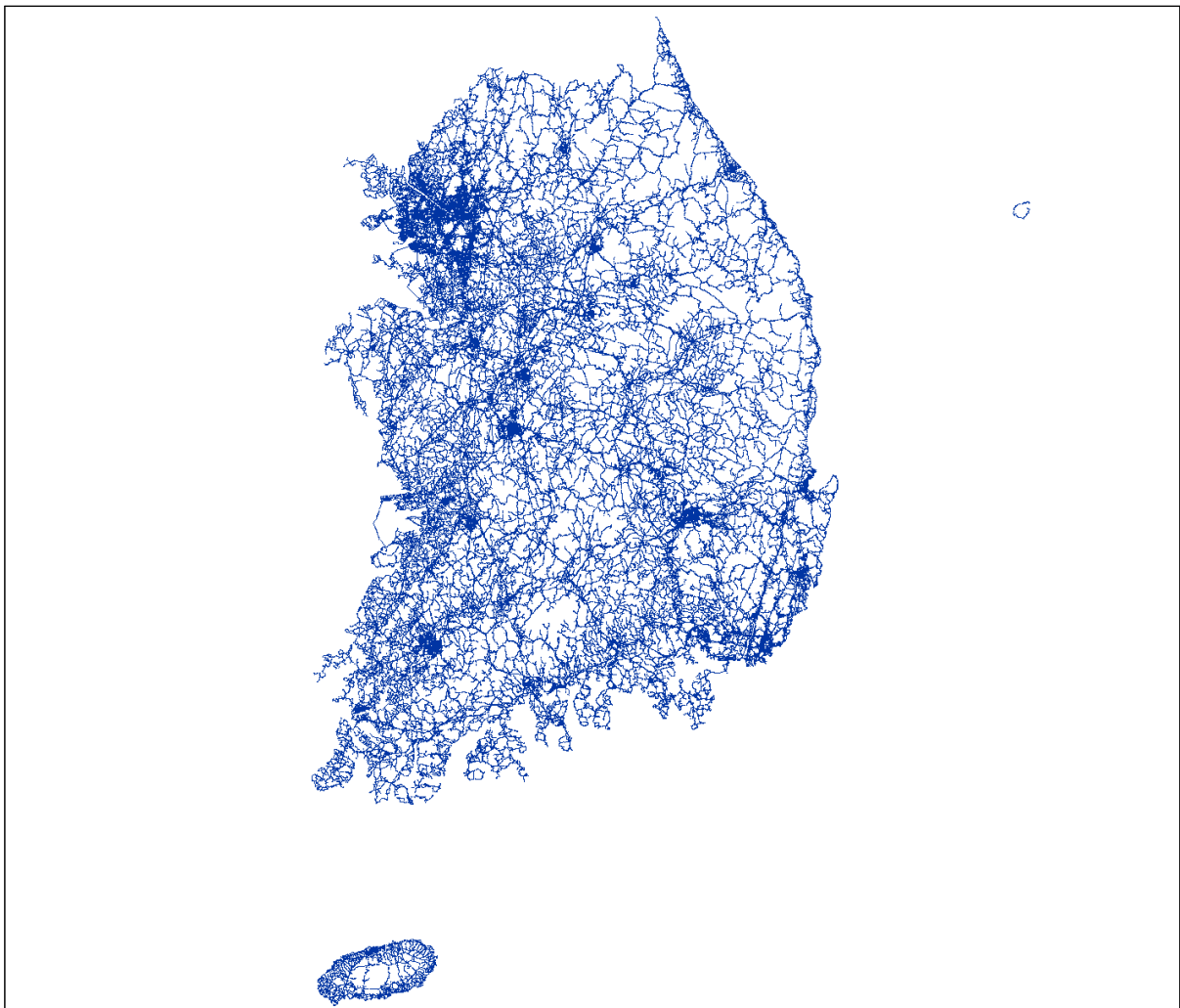
자료: 건축데이터 민간개방 시스템, <http://open.eais.go.kr/> (2016. 6. 18.) 활용.

<그림 3-13> 건축물대장 공간DB화 예시(제주특별자치도)

4. 교통네트워크 DB

가. 승용차

- 승용차 네트워크는 KTDB Lab Platform에서 구축한 2016년 4월 기준 교통주제도 기반 레벨6 도로망 자료를 활용함
 - 이 도로망 자료는 412,746개의 노드와 531,843개의 링크(양방향 기준)로 구성되어 있음
- 위의 도로망 자료 중 도로 끝부분이 일방통행으로 되어 있어 진입 또는 진출이 불가능한 도로망을 제외한 531,802개의 링크(양방향 기준)를 교통접근성 분석을 위한 승용차 네트워크 DB로 구축함



자료: 한국교통연구원 국가교통DB센터 내부자료.

<그림 3-14> 승용차 네트워크 DB 구축

나. 시내/농어촌/마을버스

- 시내버스 및 농어촌버스, 마을버스의 경우 우선 국가대중교통정보센터(TAGO)에서 수집중에 있는 버스기반정보(정류장, 노선, 노선별 경유정류장)를 활용함
- 서울특별시와 부산광역시, 경기도의 경우 각 지자체의 버스정보센터에서 제공중인 버스 기반 정보를 활용함
- 그 외 지역 및 위에서 누락된 버스노선은 민간정보를 활용하여 DB를 구축함

1) 전국대중교통정보센터(TAGO) DB

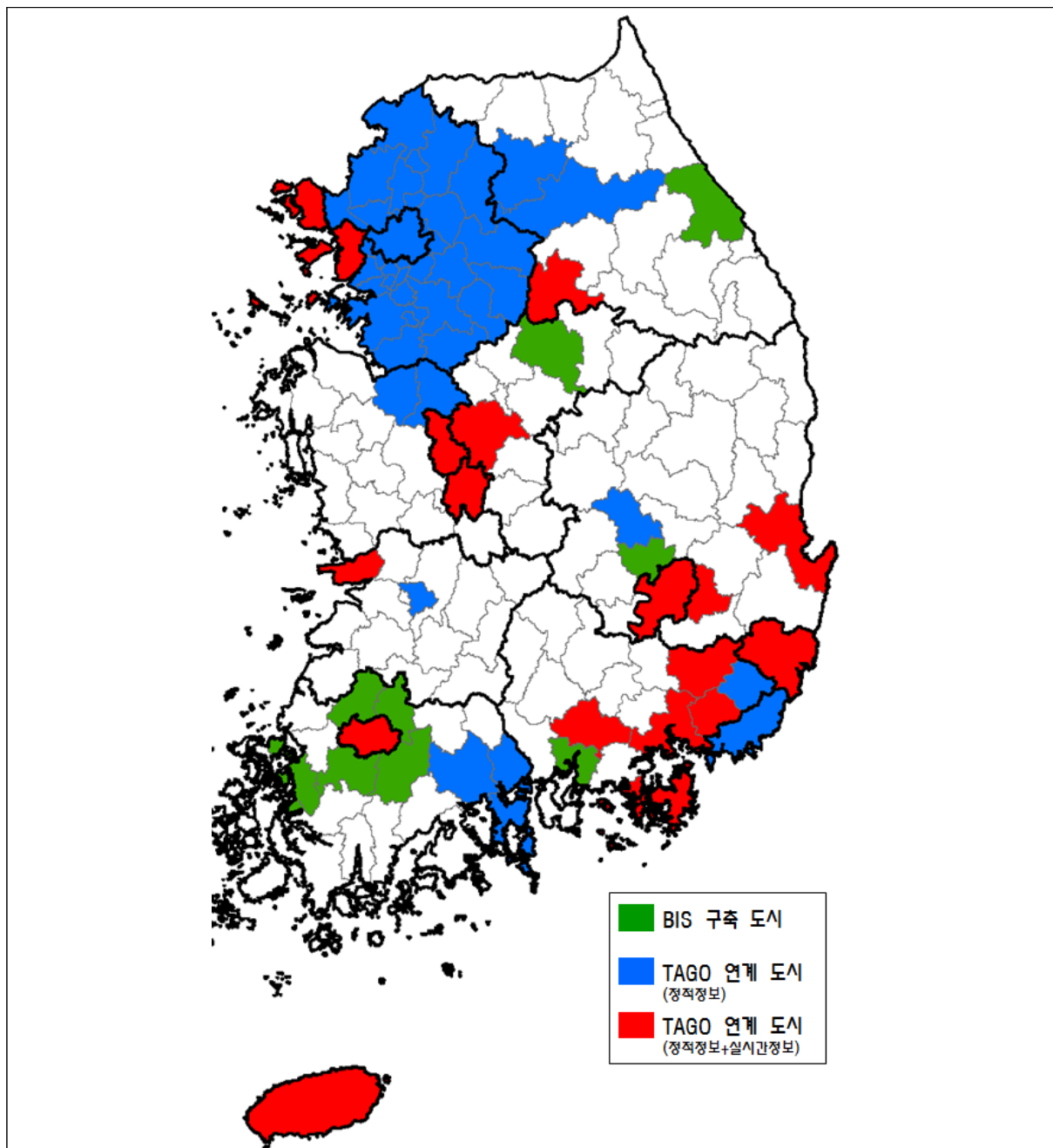
- 국가대중교통정보센터(TAGO)에서 버스, 철도, 항공, 해운에 대하여 노선 및 운행정보 등에 관한 DB를 구축중에 있음
 - 고속·시외버스, 철도, 지하철, 항공, 해운부문은 노선운행정보까지, 시내버스의 경우 실시간 위치정보까지 구축되어 있고, Open-API를 통하여 제공 중에 있음

<표 3-23> 국가대중교통정보센터 대중교통정보 연계 현황

교통수단 구분		대상지역 (기관)	연계구분		비고
			정적	실시간	
버스	시내(BIS)	- BIS구축 지자체	72개	29개	- 노선경로, 정류장, 첫, 막차정보, 실시간버스도착정보 등
	고속	- 전국고속버스운송사업조합	1개	-	- 버스등급별 출도착시간, 운임, 잔여석 정보
	시외	- 전국터미널협회	1개	-	- 운행노선, 시간, 운임정보
	공항버스	- 인천국제공항공사	1개	-	- 노선경로, 정류장, 첫, 막차정보
철도	KTX/ 일반철도	- 한국철도공사	1개	-	- 출도착지 시간, 운임, 잔여석 정보 등
	도시철도	- 지자체 도시철도공사, 코레일공항철도	7개	-	- 노선, 역, 요금, 부가시설 정보
항공		- 서울지방항공청	1개	-	- 항공편, 출도착시간, 운임, 잔여석 정보
해운		- 한국해운조합	1개	-	- 운행시간, 출도착시간, 운임정보

자료: 국가대중교통정보센터 (<http://www.tago.go.kr/>), 2015년 6월 기준.

- 시내버스의 경우 전국 72개 BIS 구축 도시 중 62개 도시와 정적정보가 연계되어 있으며, 이 중 19개 도시의 경우 실시간 위치정보까지 연계되어 있음



자료: 국가대중교통정보센터 (<http://www.tago.go.kr/>), 2015년 6월 기준.

<그림 3-15> 지역별 BIS 구축도시 및 TAGO 연계도시

- 국가대중교통정보센터에서 Open-API로 10개의 서비스, 35개 상세 서비스를 제공하고 있음

<표 3-24> 국가대중교통정보센터 데이터 현황

서비스명	상세 서비스	주요내용
열차정보	출·도착지기반 열차정보	- 출발역, 출발시각, 도착역, 도착시각, 차량종류, 운임
	차량종류	- 차량코드, 차량종류
	시도별 기차역 목록	- 도시코드, 도시명, 역코드, 역명
	도시코드 목록	- 도시코드, 도시명
지하철 정보	키워드기반 지하철역 목록	- 지하철역코드, 지하철역명
	지하철역출구별 버스노선 목록	- 지하철역코드, 지하철역명, 출구번호, 버스번호
	지하철역출구별 주변시설 목록	- 지하철역코드, 지하철역명, 출구번호, 주요시설명
	지하철역별 시간표 목록	- 지하철역코드, 지하철역명, 도착시각, 출발시각, 종착역코드, 종착역명, 호선명, 상·하행 구분
국내항공 운항정보	항공운행정보 목록	- 출발공항명, 출발시각, 도착공항명, 도착시각, 항공편코드, 항공사명, 일반석운임, 비즈니스석운임
	공항 목록	- 공항코드, 공항명
	항공사 목록	- 항공사코드, 항공사명
국내선박 운항정보	선박운행정보 목록	-
	여객선터미널 목록	- 터미널코드, 터미널명, 주소, 전화번호
	선박종류 목록	- 선박코드, 선박종류
시외버스 정보	시외버스등급 목록	- 등급코드, 등급명
	시외버스터미널 목록	- 터미널코드, 터미널명
	출·도착지기반 시외버스정보	- 출발터미널코드, 출발터미널명, 출발시각, 도착터미널코드, 도착터미널명, 도착시각, 운임, 버스등급, 노선ID
	고속버스정보	- 출발터미널코드, 출발터미널명, 출발시각, 도착터미널코드, 도착터미널명, 도착시각, 운임, 버스등급, 노선ID
고속버스 정보	고속버스등급 목록	- 등급코드, 등급명
	고속버스터미널 목록	- 터미널코드, 터미널명
	도시코드 목록	- 도시코드, 도시명
	정류소별 도착예정정보 목록	- 정류장코드, 정류장명, 노선코드, 노선명, 도착예정시각, 노선종류, 차량종류
도착정보 조회	정류소별 특정노선버스 도착예정정보 목록	- 정류장코드, 정류장명, 노선코드, 노선명, 도착예정시각, 노선종류, 차량종류
	도시코드 목록	- 도시코드, 도시명
	노선번호목록	- 노선코드, 노선명, 노선종류, 출발정류장, 종착정류장, 첫차시각, 막차시각
버스노선 정보조회	노선별 경유정류소 목록	- 노선코드, 정차순번, 정류장코드, 정류장명
	노선정보항목	- 노선코드, 노선명, 노선종류, 출발정류장, 종착정류장, 첫차시각, 막차시각
	도시코드 목록	- 도시코드, 도시명
	정류소번호목록	- 정류장코드, 정류장명
버스정류소 정보조회	좌표기반 근접정류소 목록	- 위경도, 정류장코드, 정류장명
	도시코드 목록	- 도시코드, 도시명
	노선별 버스위치 목록	- 노선명, 정류장순번, 정류장코드, 정류장명, 위도, 경도
버스위치 정보조회	노선별 특정정류소	-
	접근버스 위치정보	-
	도시코드 목록	- 도시코드, 도시명

자료: 국가대중교통정보센터 (TAGO) 오픈API.

- TAGO의 시내/농어촌버스정보 중 국가교통DB센터에서 수집중에 있는 26개 지자체의 기반 정보를 활용하여 교통접근성 산출을 위한 시내/농어촌버스 네트워크를 구축함
- 2015년 12월 16일 기준 자료를 활용하되 자료가 존재하지 않는 경우 2016년 6월 15일 기준의 기반정보를 활용함

<표 3-25> 지자체별 국가대중교통정보센터 수록 정류장수 및 버스노선 수

시도	시군	기준일자	정차 정류장수	버스노선수	수록 지자체 (면허지역 기준)
대구	-	2016. 6. 15	3, 296	236	- 대구
인천	-	2015. 12. 16	6, 102	310	- 인천 - 경기, 서울(인천진입노선)
광주	-	2015. 12. 16	2, 778	107	- 광주
대전	-	2015. 12. 16	3, 020	114	- 대전 - 세종, 청주, 계룡, 옥천(대전진입노선)
울산	-	2016. 6. 15	3, 059	398	- 울산 - 양산(울산진입노선)
세종	-	2016. 6. 15	1, 172	131	- 세종
강원	춘천	2016. 6. 15	1, 512	177	- 춘천
강원	원주	2016. 6. 15	2, 457	240	- 원주(횡성운행노선 포함)
충북	청주	2016. 6. 15	2, 094	249	- 청주
충남	천안	2015. 12. 16	2, 119	263	- 천안
충남	아산	2015. 12. 16	1, 838	115	- 아산
전북	전주	2015. 12. 16	2, 187	304	- 전주
전북	군산	2015. 12. 16	1, 610	54	- 군산
전남	여수	2015. 12. 16	1, 302	109	- 여수 - 순천(여수진입노선)
전남	순천	2015. 12. 16	1, 648	159	- 순천
전남	광양	2016. 6. 15	764	142	- 광양
경북	포항	2015. 12. 16	1, 608	124	- 포항
경북	경산	2015. 12. 16	1, 567	249	- 경산 - 대구(경산시와 공동배차노선)
경남	진주	2015. 12. 16	1, 641	328	- 진주
경남	통영	2015. 12. 16	691	211	- 통영
경남	김해	2016. 6. 15	1, 509	61	- 김해
경남	밀양	2015. 12. 16	471	122	- 밀양
경남	거제	2016. 6. 15	1, 088	218	- 거제
경남	양산	2015. 12. 16	801	44	- 양산
경남	창원	2016. 6. 15	2, 309	158	- 창원
제주	-	2015. 12. 16	3, 018	768	- 제주

자료: 국가대중교통정보센터 (<http://www.tago.go.kr/>) 내부자료(국가교통DB센터 수집)

2) 지자체 버스정보시스템

- 서울특별시, 부산광역시, 경기도의 버스정보시스템에서 제공하고 있는 노선기반정보를 수집하여 시내/농어촌버스 네트워크 DB를 구축하는데 활용함

<표 3-26> 서울·부산·경기 버스정보시스템 수록 정류장수 및 버스노선 수

지자체	수집일	정류장수	노선수					
			일반 ¹⁾	좌석	광역급행/직행좌석 ²⁾	마을	기타 ³⁾	전체
서울특별시	2016. 6. 22	13, 227	348	0	10	241	37	636
부산광역시	2016. 3. 3	6, 777	134	2	11	109	18	274
경기도	2016. 3. 29	38, 863	1, 750	31	180	362	125	2, 448

자료: 서울 - 서울TOPIS, <http://topis.seoul.go.kr/>

부산 - 부산시 버스정보관리시스템, <http://bus.busan.go.kr/>

경기 - 경기버스정보, <http://www.gbis.go.kr/>

- 주: 1) 서울특별시의 경우 간선, 지선, 순환, 맞춤버스
 2) 서울특별시의 경우 광역버스, 부산광역시의 경우 급행버스
 3) 시외버스, 공항버스, 심야버스, 시티투어버스 등

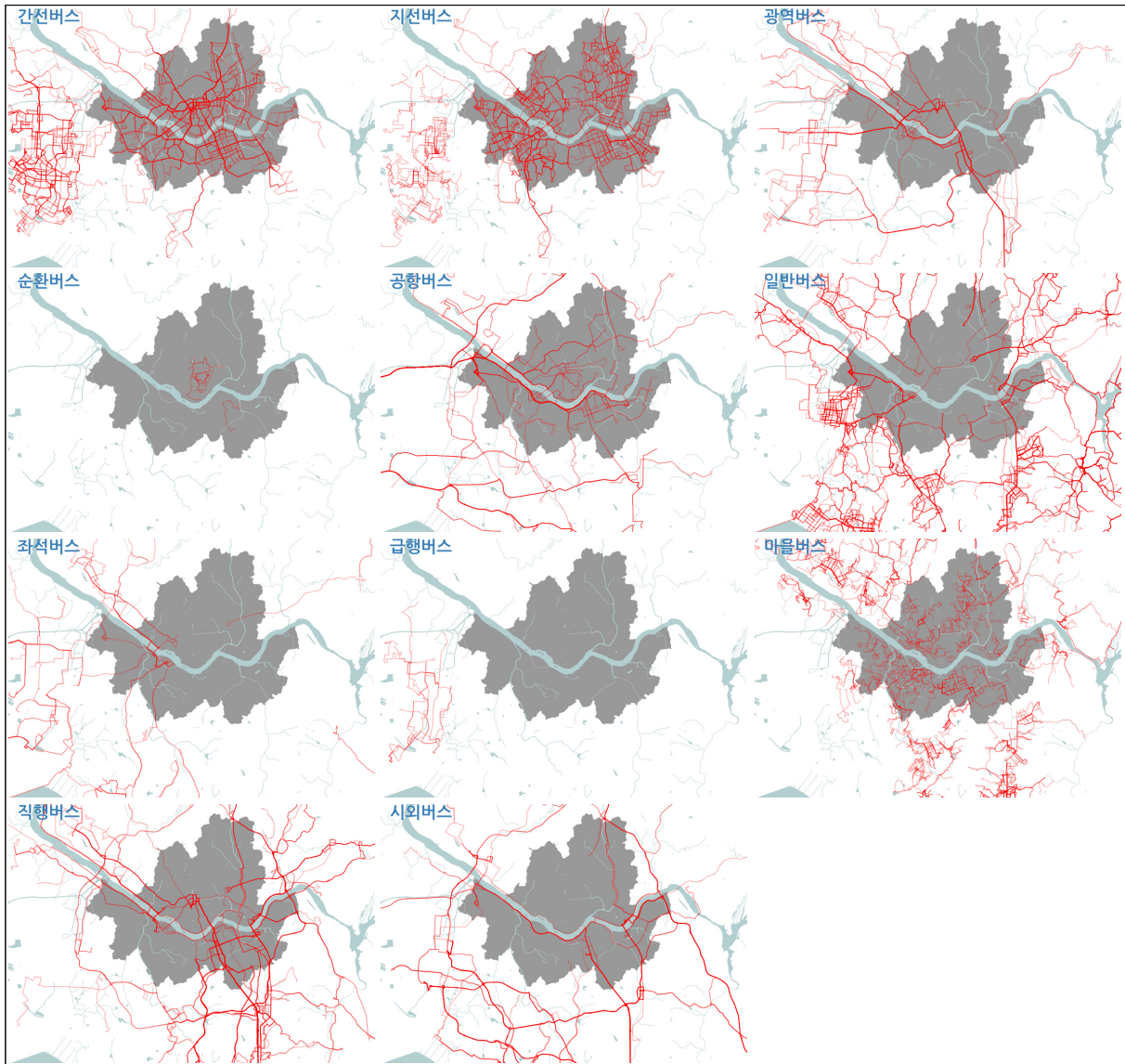
3) 민간정보 활용(Daum, Naver 지도)

- TAGO 및 서울부산경기 버스정보시스템에서 제공하지 않는 버스의 노선 정보는 민간 정보를 활용함

<표 3-27> Daum 대중교통(버스) 노선수

(단위: 개)													
구분	일반	좌석	마을	직행	공항	외곽	간선	지선	순환	광역	급행	시외	농어촌
서울특별시	0	0	235	0	35	0	133	222	6	11	0	0	0
경기도	1748	35	597	168	28	0	0	0	0	22	0	97	0
인천광역시	0	14	0	0	0	0	151	85	0	23	11	0	0
부산광역시	134	4	126	0	3	0	0	0	0	0	18	0	0
울산광역시	126	7	24	0	1	0	0	35	0	0	5	0	0
대구광역시	0	0	0	0	0	0	93	135	4	0	4	0	0
광주광역시	0	0	6	0	1	0	26	68	0	0	4	0	0
대전광역시	2	0	3	0	0	30	51	11	0	0	3	0	0
세종특별자치시	0	0	0	0	0	0	8	64	0	0	3	0	0
강원도	699	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	308
경상남도	723	11	6	7	0	0	38	73	42	0	5	0	799
경상북도	1029	410	0	1	0	0	131	203	16	0	0	0	950
전라남도	734	4	0	0	0	11	9	7	4	0	0	0	1764
전라북도	1395	31	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	763
충청남도	1638	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1322
충청북도	670	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	597
제주도	457	0	0	0	3	0	0	0	171	0	0	101	0

주: 2015년 1월 16일 기준



주: 2015년 1월 16일 기준

<그림 3-16> Daum 서울·수도권 대중교통 네트워크(버스)

4) 최종 DB 구축

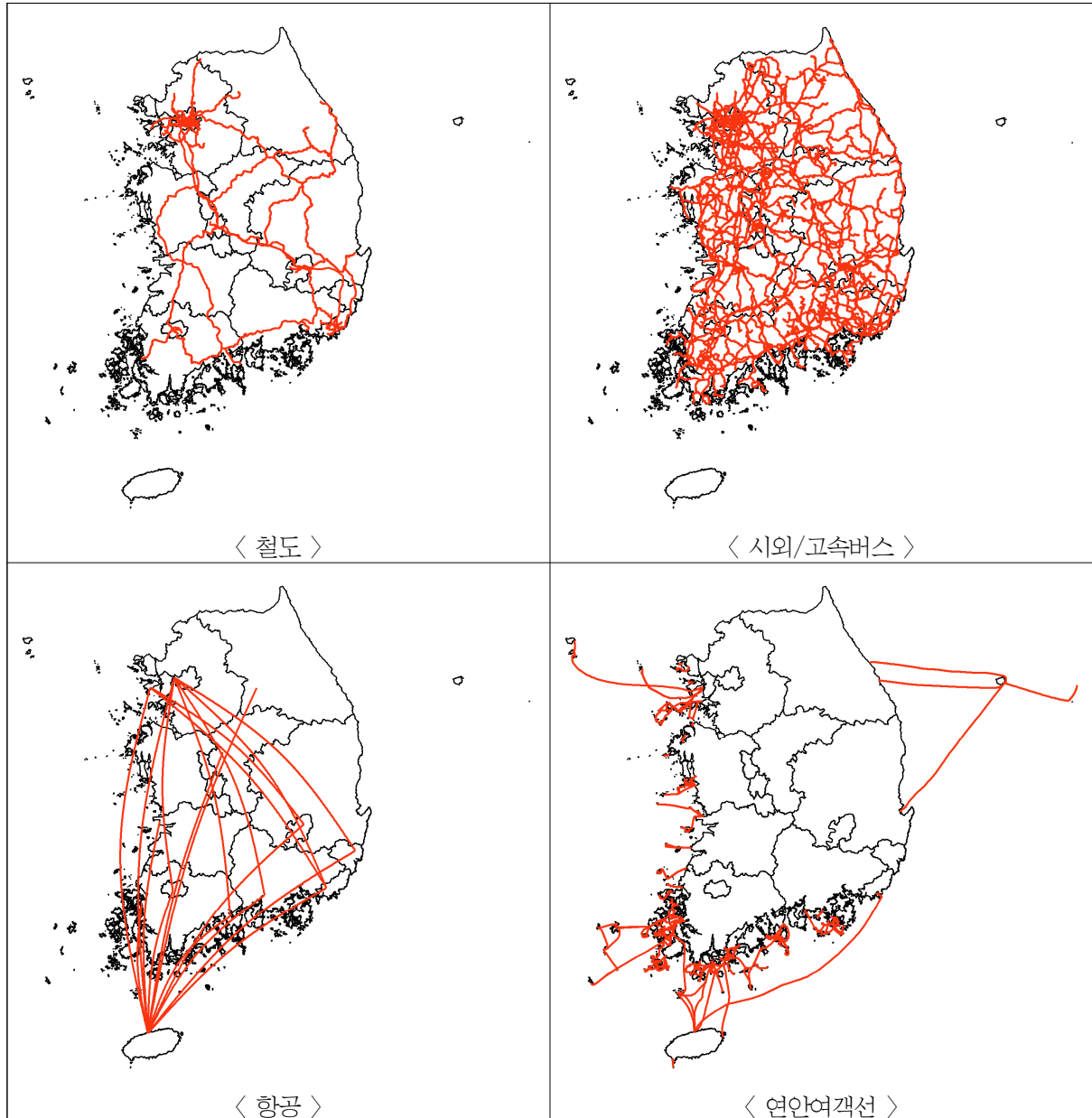
- 위에서 설명한 3가지의 자료들을 이용하여 전국의 시내/농어촌버스 네트워크를 구축하였음
 - 각 노선별 정류장간을 직선으로 연결한 기초 네트워크 구축



<그림 3-17> 시내/농어촌버스 기초 네트워크 구축

다. 기타 대중교통

- 철도(도시철도/경전철, 고속/일반철도), 시외/고속버스, 항공, 연안여객선의 경우 국가교통DB 센터에서 구축한 2014년 기준 대중교통 GIS DB를 이용함



<그림 3-18> 철도, 시외/고속버스, 항공, 연안여객선 네트워크 구축

제3절 교통네트워크 통행시간 DB 구축

1. 도로네트워크 링크별 통행시간 DB 구축

가. 링크별 자유속도 산출

1) 도로유형 분류

- 통행비용함수(VDF)에서 제시하고 있는 등급별 자유속도를 참조하여 전체 도로네트워크에 대하여 자유속도를 산출함
- 1차로 '2014년 전국 교통수요 분석 기초자료 설명자료'에서 제시하고 있는 것과 같이 도로 등급을 기준으로 하여 각 링크별 도로유형을 분류함

<표 3-28> 도로네트워크 도로유형 분류

도로네트워크 내 도로등급		도로유형 분류결과	
Road_Rank	도로등급	도로유형코드	도로유형
101	고속도로	10	고속도로
102	도시고속화도로	20	도시고속도로
103	일반국도	30	비연속류 도로
104	특별/광역시도	30	비연속류 도로
105	국가지원지방도	30	비연속류 도로
106	지방도	30	비연속류 도로
107	시군도	30	비연속류 도로
108	고속도로 연결램프	40	램프

- 2차로 통행비용함수(VDF)에서의 예외등급에 대하여 도로네트워크에서 도로유형을 따로 분류함

<표 3-29> 예외등급 선정기준 및 도로유형 분류

도로네트워크			도로유형 분류결과	
Road_Rank	Road_Name	기준	도로유형코드	도로유형
101	중앙고속도로	원주시 관부면 구간 (치악산휴게소→남원주IC)	11	중앙고속도로 산악
101	88올림픽고속도로	편도 1차로구간	12	88고속도로 미확장

- 마지막으로 링크유형 중 아래와 같은 링크를 ‘램프’로 분류함

<표 3-30> 도로네트워크 도로유형 분류

도로네트워크 내 링크유형		도로유형 분류결과	
Link_Cata	링크유형	도로유형코드	도로유형
2	연결로 (JC)	40	램프
8	연결로 (IC)	40	램프
16	SA 레이어	40	램프
32	복합교차점내 링크	40	램프
64	로타리내 링크	40	램프
513	P-turn 링크	40	램프
514	P-turn 링크	40	램프
516	P-turn 링크	40	램프
2049	진출입로	40	램프
2052	진출입로	40	램프
2056	진출입로	40	램프
2080	진출입로	40	램프
2112	진출입로	40	램프

2) 자유속도 산출

- 앞서 분류한 도로유형 기준과 신호등밀도, 차로수, 각 링크가 소속된 지역(도시부, 지방부)에 따라 통행비용함수(VDF)에서 제시하고 있는 자유속도를 참조하여 각 링크별 자유속도를 아래와 같이 산정함

<표 3-31> 도로네트워크 자유속도 기준

구 분			자유속도(kph)	
도로유형	신호등 밀도	차로수	도시부(동 지역)	지방부(읍면 지역)
고속도로	-	2차로 이하	100.7	95.2
	-	3차로 이상	115.1	108.2
중앙고속도로 산악	-	-	80.6	
88고속도로 미확장	-	-	86.9	
도시고속도로	-	2차로 이하	95.5	
	-	3차로 이상	97.5	
비연속류 도로	<=0.3	1차로	66.5	67.5
		2차로 이상	80.7	82.3
	<=0.7	1차로	63.9	65
		2차로 이상	79.2	80.7

자료: 한국교통연구원, 2016.5, “교통수요 예측 기초자료 배포 설명자료”.

<표 3-31> 도로네트워크 자유속도 기준(계속)

구 분			자유속도(kph)	
도로유형	신호등 밀도	차로수	도시부(동 지역)	지방부(읍면 지역)
비연속류 도로	<=1.0	1차로	55.7	62.8
		2차로 이상	71	72.2
	<=2.0	1차로	51	58.1
		2차로 이상	69.6	70
	<=4.0	1차로	44.1	54.4
		2차로 이상	62.4	69.3
	>4.0	1차로	38.3	44.2
		2차로 이상	57	60
램프, 진출입로 등	-	-	50.0	

자료: 한국교통연구원, 2016. 5, “교통수요 예측 기초자료 배포 설명자료”.

- 위의 분류기준에 따른 도로네트워크의 링크수 및 도로연장은 아래와 같음

<표 3-32> 도로네트워크 자유속도 기준에 따른 링크수 및 연장

구 분			링크수(개)		연장(km)	
도로유형	신호등 밀도	차로수	도시부(동)	지방부(읍·면)	도시부(동)	지방부(읍·면)
고속도로	-	2차로 이하	860	5,707	847.1	4,864.6
	-	3차로 이상	948	824	1,169.8	1,036.8
중앙고속도로 산악	-	-	24		26.4	
88고속도로 미확장	-	-	187		296.2	
도시고속도로	-	2차로 이하	476	476	279.6	279.6
	-	3차로 이상	1,003	1,003	580.0	580.0
비연속류 도로	<=0.3	1차로	167,481	278,053	19,489.4	94,494.5
		2차로 이상	24,595	35,157	4,178.8	8,906.9
	<=0.7	1차로	5,897	23,200	2,155.0	8,633.4
		2차로 이상	7,773	12,143	1,881.6	3,078.6
	<=1.0	1차로	5,087	8,910	1,224.5	2,451.1
		2차로 이상	6,560	6,499	1,349.6	1,415.7
	<=2.0	1차로	18,182	16,516	3,484.5	3,417.0
		2차로 이상	34,563	16,689	5,372.1	2,919.3
	<=4.0	1차로	25,006	13,343	3,746.5	1,985.8
		2차로 이상	65,333	16,130	7,599.6	2,100.6
	>4.0	1차로	34,257	17,564	2,842.7	1,324.0
		2차로 이상	63,426	14,456	5,138.5	1,161.5
램프, 진출입로 등	-	-	32,584		5,165.6	
전 체			959,433		204,617.2	

주: 링크수와 연장 모두 단방향 기준임

나. 링크별 시간대별 속도 산정

- 링크별 속도 산정을 위한 기초자료로 KTDB Lab Platform의 내비게이션 장착 차량의 링크 통행시간 기반의 시간대별 속도 자료를 사용함
 - KTDB Lab Platform에서 수집한 시간대별 속도자료는 418,783개 링크(전체 링크수 대비 43.6%)로, 교통접근성 산출을 위해 나머지 540,650개 링크의 속도는 추정이 필요함
- 1차로 도로네트워크 링크 속도가 KTDB Lab Platform에 존재하는 경우 해당 속도를 입력 하였으며, 존재하지 않는 링크의 경우 아래와 같이 가정하여 산정함
 - 시·군·구, 자유속도 분류기준별 시간대별 평균속도를 산정한 후, 속도가 존재하지 않는 링크 가 해당 조건을 만족할 때 평균속도를 적용
 - 위에서 조건을 만족하지 않을 시 시도, 자유속도 분류기준별 시간대별 평균속도를 산정한 후, 이 값을 적용
- 위와 같은 과정을 통하여 링크별 시간대별 속도를 산정하였으며, 각 기준별 링크수는 아래와 같음

<표 3-33> 도로네트워크 시간대별 속도산정 방법 및 해당 링크수

구분	기준	해당 링크수 (개)	비율 (%)
1차	KTDB Lab Platform 속도자료 활용	418,783	43.6
2차	시·군·구, 자유속도 분류기준별 평균속도 적용	529,550	55.2
3차	시·도, 자유속도 분류기준별 평균속도 적용	11,100	1.2
전체	-	959,433	100.0

2. 대중교통네트워크 링크별 통행시간 DB 구축

- 대중교통수단 중 시내/농어촌버스(마을버스 포함), 철도(도시철도/경전철, 고속/일반철도)에 대하여 통행시간 DB를 구축함

가. 시내/농어촌/마을버스 : 전국대중교통정보센터(TAGO) 서비스 제공지역

- 국가교통DB센터에서 TAGO를 통해 실시간정보를 수집하고 있는 26개 지자체에 대하여

2015년 12월 16일(수) 기준 버스위치정보 자료를 링크별 통행시간 산출을 위한 기반자료로 활용함

- 해당 자료는 차량ID, 노선ID, 노드/정류장ID, 메시지발생시각, 위/경도, 차량별 정류장 순번, 이벤트 코드(정류장도착, 정류장출발, ...) 등의 정보로 구성되어 있음
- 이 중 노선ID, 노드/정류장ID, 차량별 정류장 순번 정보의 경우 노선기반정보 중 노선부가 정보(노선별 경유정류장) 자료와 연계되어 있음
 - 26개 지자체별 버스위치정보 수집주기는 5초~5분 정도이고, 해당 자료에서는 노선기반정보 대비 정류장수 기준 44.81%(원주)~98.51%(제주), 노선수 기준 36.25%(원주)~100.00%(군산) 정도 존재하고 있는 것으로 나타남

<표 3-34> TAGO 실시간정보 제공 지자체별 기반정보 및 실시간정보 정류장수, 노선수

시도	시군	기반정보			실시간정보				기반정보 대비 실시간정보 수록비율(%)	
		기준일자	정차 정류장수	노선수	기준일자	수집주기	정차 정류장수	노선수	정류장수	노선수
대구	-	'16. 6. 15	3, 296	236	'15. 12. 16	5~40초	3, 218	211	97. 63	89. 41
인천	-	'15. 12. 16	6, 102	310	'15. 12. 16	7초	5, 293	276	86. 74	89. 03
광주	-	'15. 12. 16	2, 778	107	'15. 12. 16	8초	2, 721	105	97. 95	98. 13
대전	-	'15. 12. 16	3, 020	114	'15. 12. 16	5초	2, 537	109	84. 01	95. 61
울산	-	'16. 6. 15	3, 059	398	'15. 12. 16	5초	2, 800	326	91. 53	81. 91
세종	-	'16. 6. 15	1, 172	131	'15. 12. 16	5~30초	850	82	72. 53	62. 60
강원	춘천	'16. 6. 15	1, 512	177	'15. 12. 16	30초	1, 141	135	75. 46	76. 27
강원	원주	'16. 6. 15	2, 457	240	'15. 12. 16	10초~5분	1, 101	87	44. 81	36. 25
충북	청주	'16. 6. 15	2, 094	249	'15. 12. 16	5~40초	1, 927	216	92. 02	86. 75
충남	천안	'15. 12. 16	2, 119	263	'15. 12. 16	8초	1, 997	260	94. 24	98. 86
충남	아산	'15. 12. 16	1, 838	115	'15. 12. 16	5초	1, 795	111	97. 66	96. 52
전북	전주	'15. 12. 16	2, 187	304	'15. 12. 16	5초	1, 993	274	91. 13	90. 13
전북	군산	'15. 12. 16	1, 610	54	'15. 12. 16	5초	1, 579	54	98. 07	100. 00
전남	여수	'15. 12. 16	1, 302	109	'15. 12. 16	5초	1, 252	108	96. 16	99. 08
전남	순천	'15. 12. 16	1, 648	159	'15. 12. 16	10초	1, 594	135	96. 72	84. 91
전남	광양	'16. 6. 15	764	142	'15. 12. 16	10~40초	651	95	85. 21	66. 90
경북	포항	'15. 12. 16	1, 608	124	'15. 12. 16	5초	1, 484	75	92. 29	60. 48
경북	경산	'15. 12. 16	1, 567	249	'15. 12. 16	5초	1, 372	208	87. 56	83. 53
경남	진주	'15. 12. 16	1, 641	328	'15. 12. 16	5초	1, 379	193	84. 03	58. 84
경남	통영	'15. 12. 16	691	211	'15. 12. 16	5초	675	204	97. 68	96. 68
경남	김해	'16. 6. 15	1, 509	61	'15. 12. 16	10초	1, 480	53	98. 08	86. 89
경남	밀양	'15. 12. 16	471	122	'15. 12. 16	30초	444	79	94. 27	64. 75
경남	거제	'16. 6. 15	1, 088	218	'15. 12. 16	5~60초	1, 054	188	96. 88	86. 24
경남	양산	'15. 12. 16	801	44	'15. 12. 16	10초	734	39	91. 64	88. 64
경남	창원	'16. 6. 15	2, 309	158	'15. 12. 16	5초	2, 168	153	93. 89	96. 84
제주	-	'15. 12. 16	3, 018	768	'15. 12. 16	5초	2, 973	596	98. 51	77. 60

- 2015년 12월 16일 기준 지자체별 버스위치정보 데이터 수는 32,214개(춘천)~67,921,606개(대전) 수준임 <A>
- 여기에서 지자체별 버스위치정보를 노선기반정보 중 노선별 경유정류장정보 내 ‘노선ID’와 ‘정류장ID’ (버스정차정류장)가 일치하는 데이터만 추려 ‘차량ID’, ‘노선ID’, ‘정차순번’, ‘정류장ID’, ‘메세지발생시각’ (정류장 통과시각)에 대한 정보를 추출함
- 이후 5개 필드 모두 중복된 데이터들을 단일화하여, 노선별, 차량별 정류장 통과시간 DB를 구축함 <C>

<표 3-35> TAGO 실시간정보 제공 지자체별 버스위치정보 자료 수 및 최종 DB 추출결과

시도	시군	버스위치정보 <A>		기반정보와 노선ID, 정류장ID 일치 		중복 제외 자료 수 <C>
		기준일자	자료 수	자료 수	비율(%)	
대구	-	'15. 12. 16	5, 829, 351	757, 134	12. 99	751, 697
인천	-	'15. 12. 16	18, 044, 692	2, 192, 477	12. 15	1, 122, 593
광주	-	'15. 12. 16	5, 941, 911	1, 150, 238	19. 36	461, 506
대전	-	'15. 12. 16	67, 921, 606	789, 627	1. 16	418, 403
울산	-	'15. 12. 16	5, 894, 960	1, 100, 657	18. 67	423, 766
세종	-	'15. 12. 16	653, 184	81, 575	12. 49	28, 378
강원	춘천	'15. 12. 16	32, 214	17, 313	53. 74	14, 686
강원	원주	'15. 12. 16	46, 242	28, 432	61. 49	17, 767
충북	청주	'15. 12. 16	1, 095, 248	181, 277	16. 55	135, 510
충남	천안	'15. 12. 16	1, 470, 937	357, 363	24. 29	132, 209
충남	아산	'15. 12. 16	1, 096, 650	768, 122	70. 04	63, 499
전북	전주	'15. 12. 16	4, 032, 177	736, 833	18. 27	176, 519
전북	군산	'15. 12. 16	1, 601, 262	93, 111	5. 81	49, 716
전남	여수	'15. 12. 16	1, 107, 967	171, 717	15. 50	99, 405
전남	순천	'15. 12. 16	657, 153	127, 508	19. 40	73, 434
전남	광양	'15. 12. 16	36, 333	9, 775	26. 90	8, 688
경북	포항	'15. 12. 16	1, 524, 384	166, 607	10. 93	89, 266
경북	경산	'15. 12. 16	1, 807, 333	194, 880	10. 78	77, 456
경남	진주	'15. 12. 16	1, 979, 448	317, 093	16. 02	160, 204
경남	통영	'15. 12. 16	1, 423, 968	52, 497	3. 69	52, 497
경남	김해	'15. 12. 16	844, 423	244, 135	28. 91	100, 770
경남	밀양	'15. 12. 16	30, 161	17, 823	59. 09	12, 768
경남	거제	'15. 12. 16	103, 395	42, 049	40. 67	27, 730
경남	양산	'15. 12. 16	765, 058	99, 976	13. 07	56, 245
경남	창원	'15. 12. 16	9, 988, 896	631, 920	6. 33	367, 256
제주	-	'15. 12. 16	6, 626, 928	524, 245	7. 91	189, 161

- 최종 버스위치정보 데이터를 활용하여 정류장 간 일평균 및 시간대별(오전첨두, 낮시간, 저녁첨두) 통행시간 DB를 구축함

나. 시내/농어촌/마을버스 : 지자체 버스정보시스템

1) 서울대중교통 버스정보시스템

○ 대중교통 기반정보 및 실시간정보

- TAGO는 서울지역 대중교통의 BIS 정보를 제공하지 않음
- TOPIS에서 제공하는 BIS 정보를 이용하여 2016년 11월 기준 정류장간 통행시간을 산출
- 서울에 진입하는 경기·인천 지역 버스 정보를 포함하여 총 1,105개의 노선 정보를 제공

<표 3-36> 서울대중교통 버스 유형별 노선수

유형	공항버스	마을버스	간선버스	지선버스	순환버스	광역버스	인천버스	경기버스
노선수	40	263	134	218	6	10	28	406

<표 3-37> 서울대중교통 제공 버스정보 예

stStationNm	busRouteId	corpNm	edStationNm	term_all	firstBusTm	route Type	term	busRouteNm	length	lastBusTm
김포공항	100100411	공항리무진	잠실역	45분 (평일)	04:30	1	45	6000	77	23:00
인천공항	100100412	공항리무진	동대문	30분 (평일), 30분 (토요일), 30분 (공휴일)	04:50	1	30	6001	134	20:00
인천공항	100100413	공항리무진	청량리역	15분 (평일), 15분 (토요일), 15분 (공휴일)	04:30	1	15	6002	140	23:30
관악구청	100100414	공항리무진	서울대학교	20분 (평일)	04:30	1	20	6003	131	20:00
인천공항	100100415	공항리무진	가산디지털 단지역	35분 (평일), 35분 (토요일), 35분 (공휴일)	04:20	1	35	6004	129	20:40
인천공항	100100416	공항리무진	인사동	45분 (평일), 45분 (토요일), 45분 (공휴일)	04:30	1	45	6005	131	20:40
몽촌토성역	100100506	서울공항리 무진	인천공항	20분 (평일), 20분 (토요일), 20분 (공휴일)	04:00	1	20	6006	145	21:00
영등포역	100100417	공항리무진	인천공항	20분 (평일)	04:40	1	20	6008	112	21:00

- BIS 정보를 이용하여 1시간 단위의 정류장간 평균 통행시간을 산출

<표 3-38> 서울 8001번 버스의 시간대별 정류장간 평균통행시간

(단위: 초)

seq	1	2	3	4	5	6	7	...
stationNm	신덕 성결교회	한겨레 신문사	만리동고개	손기정 체육공원	서울역서부	서울역버스 환승센터	남대문시장 .회현역	...
gpsX	126.9565	126.9590	126.9629	126.9664	126.9692	126.9728	126.9783	...
gpsY	37.5461	37.5481	37.5518	37.5543	37.5570	37.5555	37.5586	...
stationNo	14143	14146	03227	03228	02105	02006	02146	...
5시	-	59.7	72.3	65.0	100.5	159.0	126.1	...
6시	-	61.4	79.7	70.0	92.9	161.2	110.0	...
7시	-	64.6	79.9	76.3	80.2	136.4	110.0	...
8시	-	70.2	93.4	72.8	93.6	152.5	119.4	...
9시	-	68.9	91.2	72.9	90.2	146.9	115.5	...
10시	-	68.5	86.1	74.5	90.2	150.1	118.6	...
11시	-	58.3	81.3	76.3	80.2	136.4	110.0	...
12시	-	68.6	88.5	75.1	86.9	145.5	115.8	...
13시	-	70.0	86.8	75.1	86.9	145.5	115.8	...
14시	-	72.9	94.6	75.1	86.9	145.5	115.8	...
15시	-	66.3	96.8	74.1	89.6	152.8	119.1	...
16시	-	69.7	85.1	74.5	90.2	150.1	118.6	...
17시	-	67.5	93.1	73.9	89.2	154.6	119.4	...
18시	-	72.2	84.7	74.5	90.2	150.1	118.6	...
19시	-	72.8	93.2	74.5	90.2	150.1	118.6	...
20시	-	65.8	95.0	74.1	89.6	152.8	119.1	...
21시	-	66.6	89.0	73.9	90.6	153.6	119.4	...
22시	-	60.0	83.7	74.5	87.0	150.1	117.1	...
23시	-	52.9	81.3	76.3	80.2	136.4	110.0	...

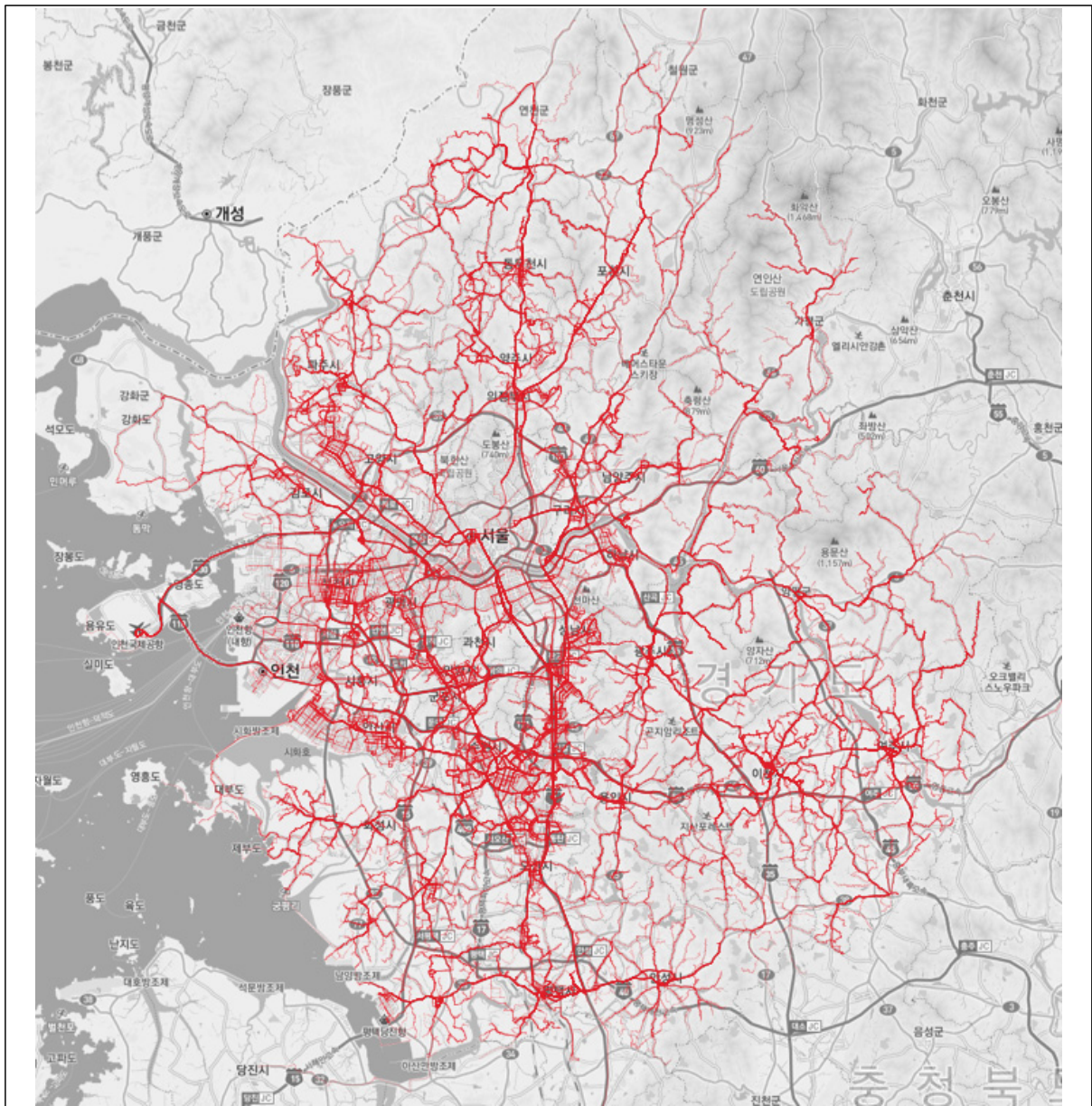
2) 경기 버스정보시스템

○ 대중교통 기반정보 및 실시간정보

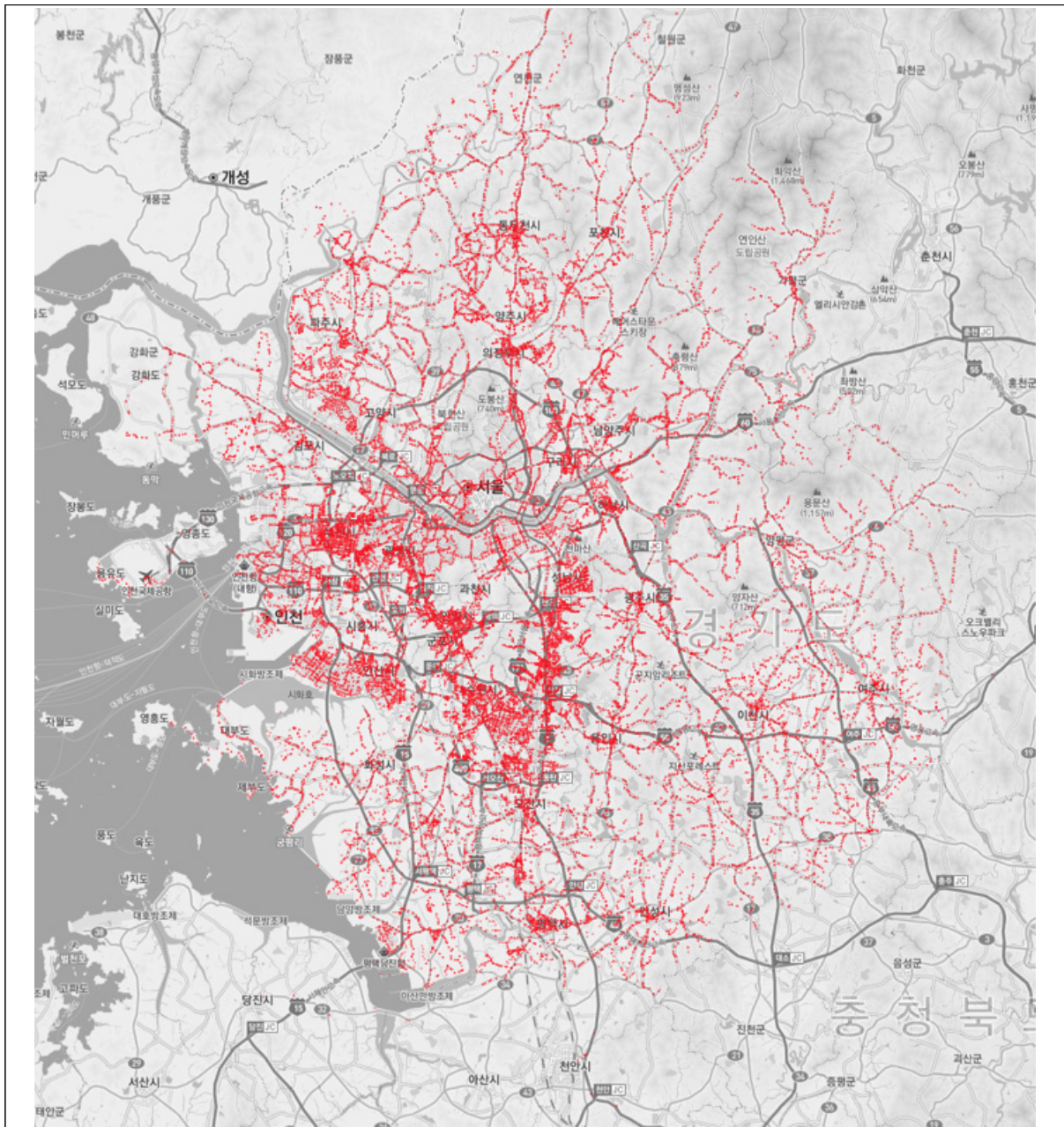
- TAGO는 경기지역 대중교통의 BIS 정보를 제공하지 않음
- 경기 버스정보시스템에서 제공하는 BIS 정보를 이용하여 2016년 11월 기준 정류장간 통행 시간을 산출

ROUTE_ID	ROUTE_NM	ROUTE_TP	ST_STA_ID	ST_STA_NM	ST_STA_NO	ED_STA_ID	ED_STA_NM	ED_STA_NO	UP_FIRST_TIME	UP_LAST_TIME	DOWN_FIRST_TIME	DOWN_LAST_TIME	PEEK_ALLOC	NPEEK_ALLOC	COMPANY_ID	COMPANY_NM	TEL_NO	REGION_NAME	DISTRICT_CD
100100011_106		13	207000023	대원여객	8096	100000109	종로5가.효제초등학교	71445	04:00	23:00			6	8	1101300	대원여객	02-3436-6366	서울,의정부	1
100100012_107		13	207000024	민익통차고지	8366	100000111	종로6가	71446	04:00	23:00			10	13	1101300	대원여객	02-3436-6366	서울,의정부	1
100100013_108		13	225000892	차고지	98884	100000108	영문5가.효제초	71444	04:00	00:00			12	20	1101300	대원여객	02-3436-6366	서울,양주,의정부	1
100100029_150		0	109000406	도봉산의공원환승센터	78071	213000339	기아대교	14288	04:00	22:10			15	30	1101600	동아로수	02-908-4551~4	경남,서울	1
100100031_152		13	108000123	수유동학교명파아고	77025	208000028	경인교과대학부	9120	04:00	22:20			6	11	1101600	동아로수	02-908-4551~4	서울,안양	1
100100038_201		12	221000046	구리수택차고지	22164	101000006	서울특별시회충성터(동)	72099	04:00	00:00			10	15	1101300	대원여객	02-3436-6366	구리,서울	1
100100039_202		13	222001651	202반동점	49335	102000110	후암동우리온점앞	73029	04:00	22:00			5	10	1103400	대원교통	02-972-1512~3	구리,남양주,서울	1
100100052_302		13	205000231	상대원차고지	6217	103000005	상동삼리역	68043	04:00	22:45			18	22	1101500	동성교통	031-718-0540	서울,경남	1
100100053_303		13	205000233	상대원차고지	6217	105000008	신설동역,서울특별시	75040	04:00	22:20			7	13	1101500	동성교통	031-718-0540	서울,경남	1
100100056_341		13	227000094	상산곡동.금영차고지	28154	121000088	서초동상호아파트	90160	04:30	23:30			10	20	1101300	대원여객	02-3436-6366	서울,경남	1

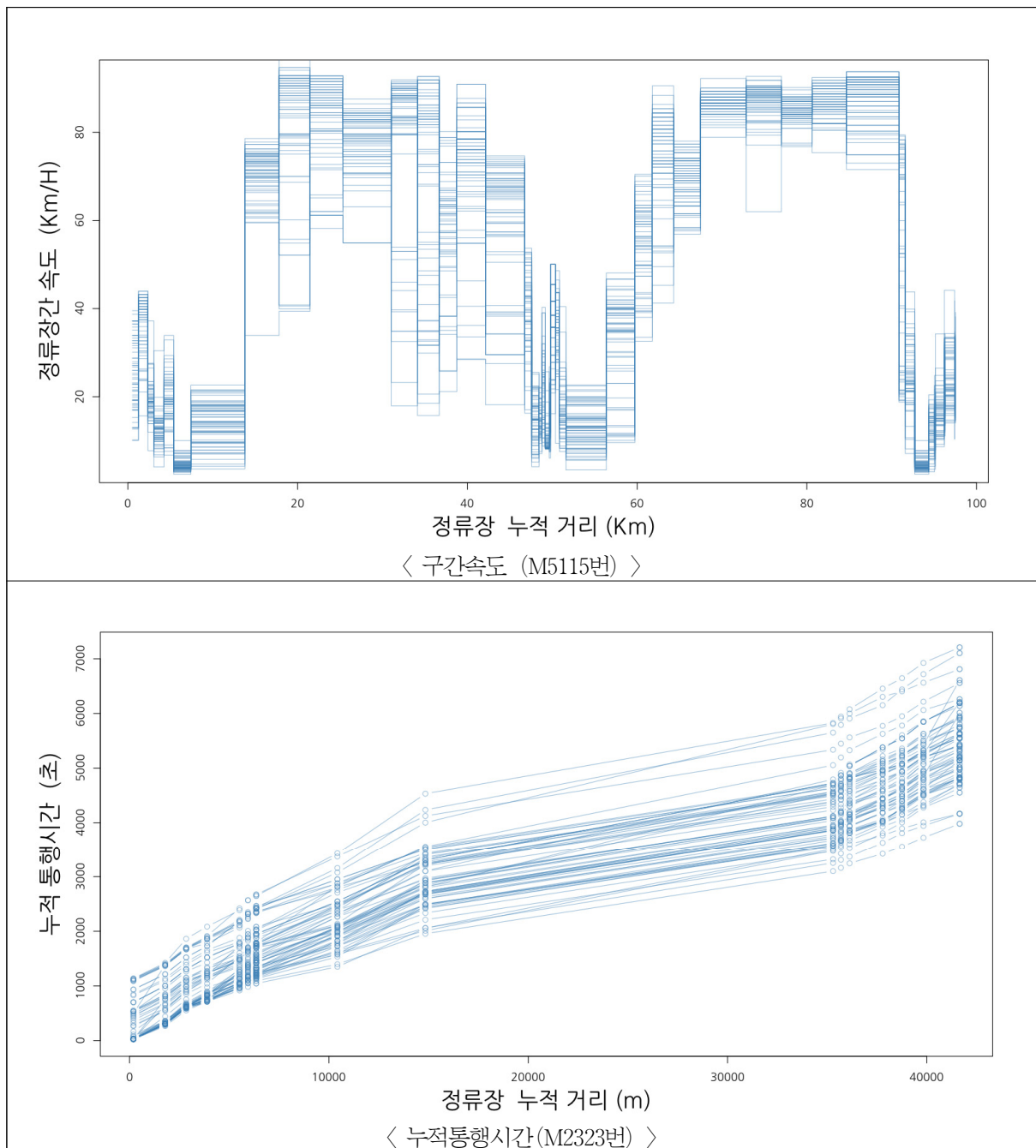
<그림 3-19> 경기도 버스정보 예시



<그림 3-20> 경기도 버스노선망



<그림 3-21> 경기도 버스정류장



<그림 3-22> 경기버스 주요 노선의 구간속도 및 누적통행시간

다. 철도

- 한국철도공사 및 각 도시철도/경전철 운영사에서 제공하고 있는 열차 운전시각표, 역별 시각표 정보를 이용하여 노선별 역간 통행시간 DB를 구축함

제4절 사례분석: 수도권 교통접근성 산정

1. 분석개요

- 본 연구에서는 앞서 구축한 승용차 속도정보, 대중교통 시간정보를 바탕으로 수도권을 대상으로 교통접근성 지표 중 통행시간 지표를 사용하여, 서울 주요지점 접근을 위한 승용차, 대중교통 교통접근성을 산정함
- 분석 범위는 2015년 기준으로 수도권을 대상으로 하며, 분석 대상 교통수단은 승용차와 환승할인이 가능한 대중교통(시내/농어촌/마을버스, 도시철도/경전철)으로 함
- 상세 분석범위는 아래와 같음

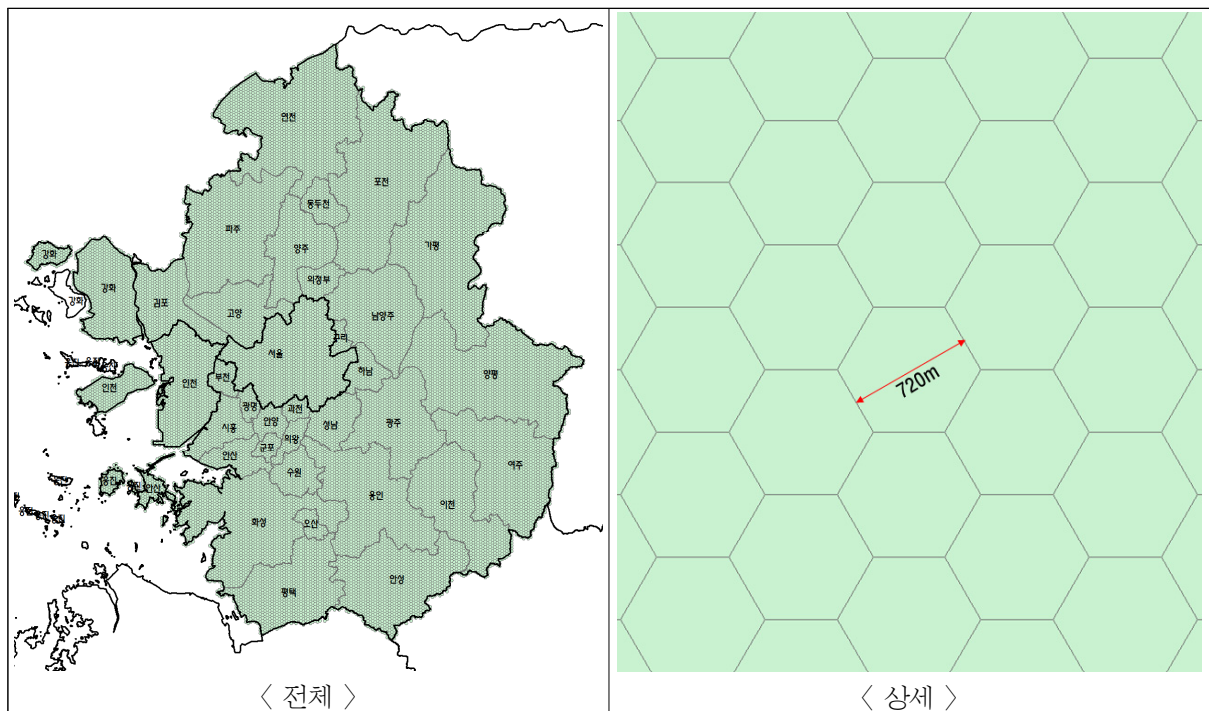
<표 3-39> 수도권 교통접근성 산정을 위한 분석 범위

구분		내용
공간적 범위		- 수도권(서울특별시, 인천광역시, 경기도) 전체 ※ 육지와 도로로 연결되어 있지 않는 도서지역 제외
시간적 범위		- 2015년(12월)을 기준 ※ 일부 자료는 2016년 기준으로 적용
사용 DB	승용차	- 링크별 속도자료가 포함된 도로네트워크
	대중교통	- 2015년 기준 버스네트워크(출처: 다음지도) <ul style="list-style-type: none"> · 수도권 면허 노선을 대상으로 하며, 평일에 운행하지 않는 노선은 제외 · 시외버스, 공항버스, 심야버스, 시티투어버스 제외 · 전체 3,498개 노선, 47,356개 정류장 - 버스정류장간 통행시간 자료 <ul style="list-style-type: none"> · 서울, 경기 : 각 지자체 버스정보시스템에서 추출 · 인천 : 국가대중교통정보센터 실시간 버스위치정보 자료에서 추출 - 도시철도/경전철 자료 <ul style="list-style-type: none"> · 역 위치정보(전체 589개 역) · 환승역간 환승시간 자료(출처: 다음지도) · 지하철 운행시각표(1~8호선, 분당선, 경의·중앙선, 경춘선, 수인선, 인천1호선, 공항철도) (출처: 각 지하철 운영사) · 지하철 역별 시각표(9호선, 신분당선, 의정부경전철, 용인경전철) (출처: 각 지하철 운영사)
분석 소프트웨어		- CUBE 6.1

2. 분석 존 및 주요 도착지 설정

가. 분석 존 설정

- 분석 존은 보통 시군구 또는 집계구 등 행정구역 단위로 설정하는 것이 일반적이지만, 각 구역별 면적, 형상 등이 상이한 관계로, 표준화된 공간단위의 접근성을 산정하는 데에는 한계가 발생함
- 이를 고려하여 본 연구에서는 정육각형의 셀을 분석 존의 기초단위로 설정하였으며, 분석 소프트웨어의 존 수 한계값(32,000개)을 고려하여 직경 720m(도보 10분 거리) 단위의 수도권 분석 존을 구축함(N=27,506)
 - 각 존별 센트로이드는 각 셀의 중심으로 함



<그림 3-23> 교통접근성 산정을 위한 분석 존 설정

나. 주요 도착지 설정

- 서울 내 중심업무지역인 도심권, 강남권, 영등포·여의도권 등 3개 지역을 주요 도착지로 설정
 - 도심권은 서울역, 광화문, 종로1~2가, 을지로입구, 명동 주변부를 도착지로 설정함
 - 강남권은 강남역 인근 및 테헤란로 주변부를 도착지로 설정함



<그림 3-24> 교통접근성 산정을 위한 주요 도착지 설정

- 도로의 경우 도로네트워크 중 수도권과 강원, 충청도 지역만을 대상으로 접근성 분석용 도로 네트워크를 구축함
 - 여기에서 오전첨두(7~9시), 낮 시간(12~14시), 저녁첨두(18~20시), 주간평균(6~22시)의 링크별 평균속도를 산출하였으며, 속도자료와 도로연장을 이용하여 링크별 통행시간을 산출함
- 각 존 센트로이드와 연결되는 커넥터 링크의 경우 각 존 중심과 가장 인접한 비연속류 도로 통과 노드 간을 직선으로 연결함
 - 이 때 커넥터 링크의 속도는 30km/h로 가정한 후, 속도와 연장을 이용하여 커넥터 링크의 통행시간 산출
 - 앞 결과와 함께 차량 출차시간(센트로이드→노드: 2분) 및 주차시간(노드→센트로이드: 2분)을 합산하여 커넥터 링크의 최종 통행시간을 산출

나. 대중교통 네트워크

1) 개요

- 대중교통의 통행시간 산정은 일평균 지표만을 산출함
 - 시간대별 접근성 산정을 위해서는 배차간격이 긴 노선의 경우 노선별 운행시각표 등의 정보가 필요함
 - 대도시를 제외하고는 배차간격이 긴 노선이 많으며, 버스의 경우 운행시간이 지자체별로 제각각으로 공개되어 있는 실정으로 관련 DB 수집에 한계가 있음
- 또한 단순 대중교통 노선을 기반으로 네트워크를 적용할 시 각 대중교통 노선이 서로 분리된 노선으로 인식되는 한계가 발생

Ex1) 수도권전철 1호선 인천구간(구로~인천)의 경우 완행 11개 운행계통⁶⁾과 급행 8개 운행계통⁷⁾ 등 총 19개의 운행계통이 혼재되어 있음

Ex2) 특정 정류장 간 2개 이상의 버스노선이 운행하는 경우가 비일비재함

☞ 이와 같은 이유로 각 노선별 네트워크가 아닌 출발→도착지간 통합 네트워크로 구축

2) 대중교통 노드 구축

- 도시철도/경전철의 경우 역 출입구와 역 승강장을 분리하여 노드를 설정함
 - 역 출입구의 경우 역별 중심좌표를 적용하였으며, 역과 버스정류장 또는 존 간을 연계하는 기능을 가짐
 - 역 승강장의 경우 역 출입구와 일정거리 이격하여 위치를 설정하였으며, 각 도시철도/경전철 노선이 정차하거나 환승역에서 2개 이상의 노선 간 연계하는 기능을 가짐
 - 기본적으로 역 출입구와 해당 역의 승강장 노드는 1:1의 관계를 가지지만, 환승역에서 개찰구가 단일 노선에만 존재하는 통합환승역의 경우 1:N의 관계를 가짐
- 버스의 경우 출발→도착 버스정류장 간 링크 연계 시 분석프로그램의 링크 수 한계값(999,999개)을 초과하는 경우가 발생하는 관계로, 각 정류장에 대하여 앞서 구축한 수도권 분석존을 중첩한 후, 버스정류장이 존재하는 분석 존을 대표 노드로 설정함

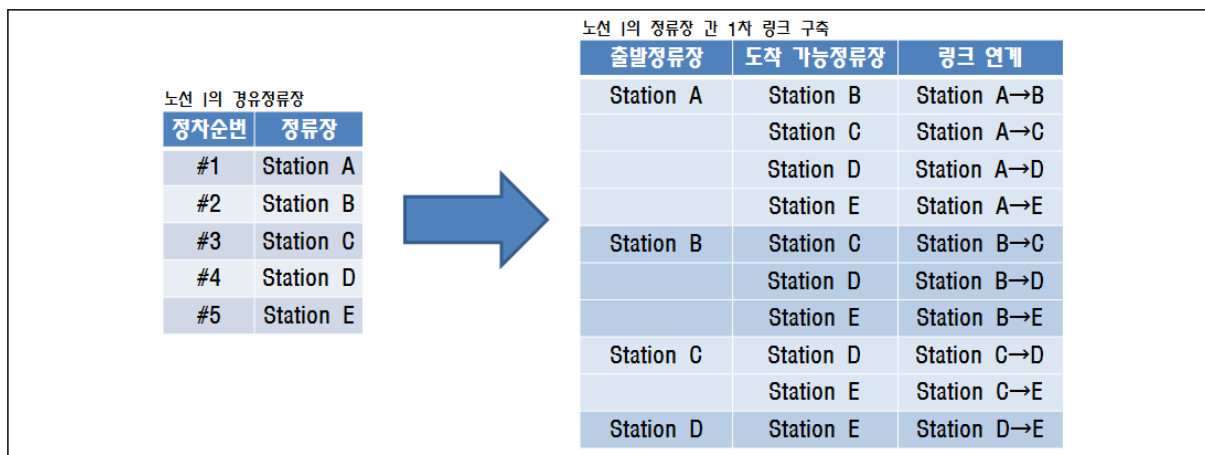
6) 소요산↔인천, 동두천↔인천, 동두천↔부평, 양주↔인천, 의정부↔인천, 창동↔인천, 광운대↔인천, 청량리↔인천, 동묘앞↔인천, 영등포↔인천, 구로↔인천

7) 소요산↔인천, 동두천↔인천, 용산↔동인천, 용산↔부평, 용산↔부천, 구로↔동인천, 구로↔부평, 부천↔동인천

- 이 때 버스정류장 좌표는 각 분석 존 내 버스정류장별 좌표에 1일 총 버스 운행횟수를 가중치로 한 가중평균좌표값을 적용

3) 대중교통 운행링크 구축

- 출발-도착지 간 대중교통 통합 운행링크 구축을 위한 1차 작업으로 노선별 정류장과 해당 정류장에서 이동이 가능한 정류장 간을 연계하는 링크 구축
- 차내시간의 경우 각 노선별 출발지와 도착지까지의 누적 통행시간 값 적용



<그림 3-25> 대중교통 노선별 1차 연결링크 구축방법론

- 다음으로 노선별 일 운행횟수 및 출발→도착 정류장 간 차내시간을 기준으로 아래와 같은 식을 적용하여 출발→도착 정류장 간 통행시간 DB 구축
- 통행시간은 각 노선별 운행횟수에 기반한 평균대기시간(배차간격÷2)과 차내시간의 합으로 산정하며, 이 값이 최소가 될 때의 대기시간과 차내시간을 각 출발→도착 링크에 적용
- 대중교통 이용가능시간은 6시부터 22시까지 16시간(960분)으로 가정하였음

$$T_{(i \rightarrow j)}^{Travel} = \text{Min} \left(\frac{T^{Use}}{2 \times Fre_1} + T_{(i \rightarrow j)}^{PT}, \frac{T^{Use}}{2 \times \sum_{k=1}^2 Fre_k} + \frac{\sum_{k=1}^2 (Fre_k \times T_{k(i \rightarrow j)}^{PT})}{\sum_{k=1}^2 Fre_k}, \dots, \frac{T^{Use}}{2 \times \sum_{k=1}^n Fre_k} + \frac{\sum_{k=1}^n (Fre_k \times T_{k(i \rightarrow j)}^{PT})}{\sum_{k=1}^n Fre_k} \right),$$

$$\text{where } T_1^{PT} < T_2^{PT} < T_3^{PT} < T_4^{PT} < \dots < T_n^{PT}$$

$i \rightarrow j$ = 출발→도착정류장,

T^{Travel} = 통행시간,

T^{Use} = 대중교통 이용가능시간

T^{PT} = 차내시간,

Fre = 일 운행횟수,

k = 각 노선

4) 대중교통 환승링크 및 커넥터링크 구축

- 도시철도/경전철 간 환승링크는 환승역 승강장 간을 연결하였으며, 이 때 통행시간은 다음지 도에서 추출한 환승시간을 적용함
- 버스정류장 간 환승링크 및 버스정류장↔역 간 환승링크는 각 정류장/역 간 직선거리 720m (도보 10분) 이하 또는 각 정류장/역 소속 분석 존 간 직선거리가 720m 이하인 경우에 버스정류장-버스정류장, 버스정류장-역 출입구 간을 연결하였으며, 이 때 통행시간은 링크의 직선거리에 도보 속도(1.2m/s)를 적용하여 산정함
- 커넥터링크의 경우 각 존에서 직선거리가 720m 이하인 정류장/역을 모두 연계하였으며, 만약 720m 이내에 정류장/역이 없을 시 가장 가까운 대중교통 정류장/역을 연계함

다. 교통접근성 분석을 위한 네트워크 구축결과

- 위에서 제시된 방법론을 적용하여 교통접근성 분석을 위한 승용차 및 대중교통 네트워크를 구축함
- 각 네트워크의 노드·링크 수 및 포함된 통행시간 속성정보는 아래와 같음

<표 3-40> 교통접근성 산출을 위한 승용차·대중교통 네트워크 노드 및 링크 수

(단위: 개)		
구분	승용차(시간대별)	대중교통(일평균)
분석 존 수	- 27, 506	- 27, 506
노드 수	- 229, 312 · 센트로이드 : 27, 506 · 일반노드 : 201, 806	- 38, 686 · 센트로이드 : 27, 506 · 역 출입구 : 589 · 역 승강장 : 625 · 버스정류장 : 9, 966
링크 수	- 517, 824 · 커넥터링크 : 55, 012 · 도로링크 : 462, 812	- 968, 590 · 커넥터링크 : 102, 938 · 도시철도/경전철 운행링크 : 25, 954 · 버스 운행링크 : 795, 428 · 역 출입구-승강장 연결링크 : 1, 250 · 도시철도/경전철 간 환승링크 : 214 · 버스정류장 간 환승링크 : 35, 562 · 버스정류장-역 환승링크 : 7, 244
통행시간 정보	- 자유속도 기반 통행시간, 오전첨두(7~9시), 낮 시간(12~14시), 저녁첨두(18~20시), 주간 평균(6~22시)	- 최초 접근/최종 도달 도보시간, 대기시간, 차내시간, 환승 도보시간, 총 통행시간

4. 주요도착지 접근성(접근시간) 산출

가. 방법론

1) 경로탐색 기준

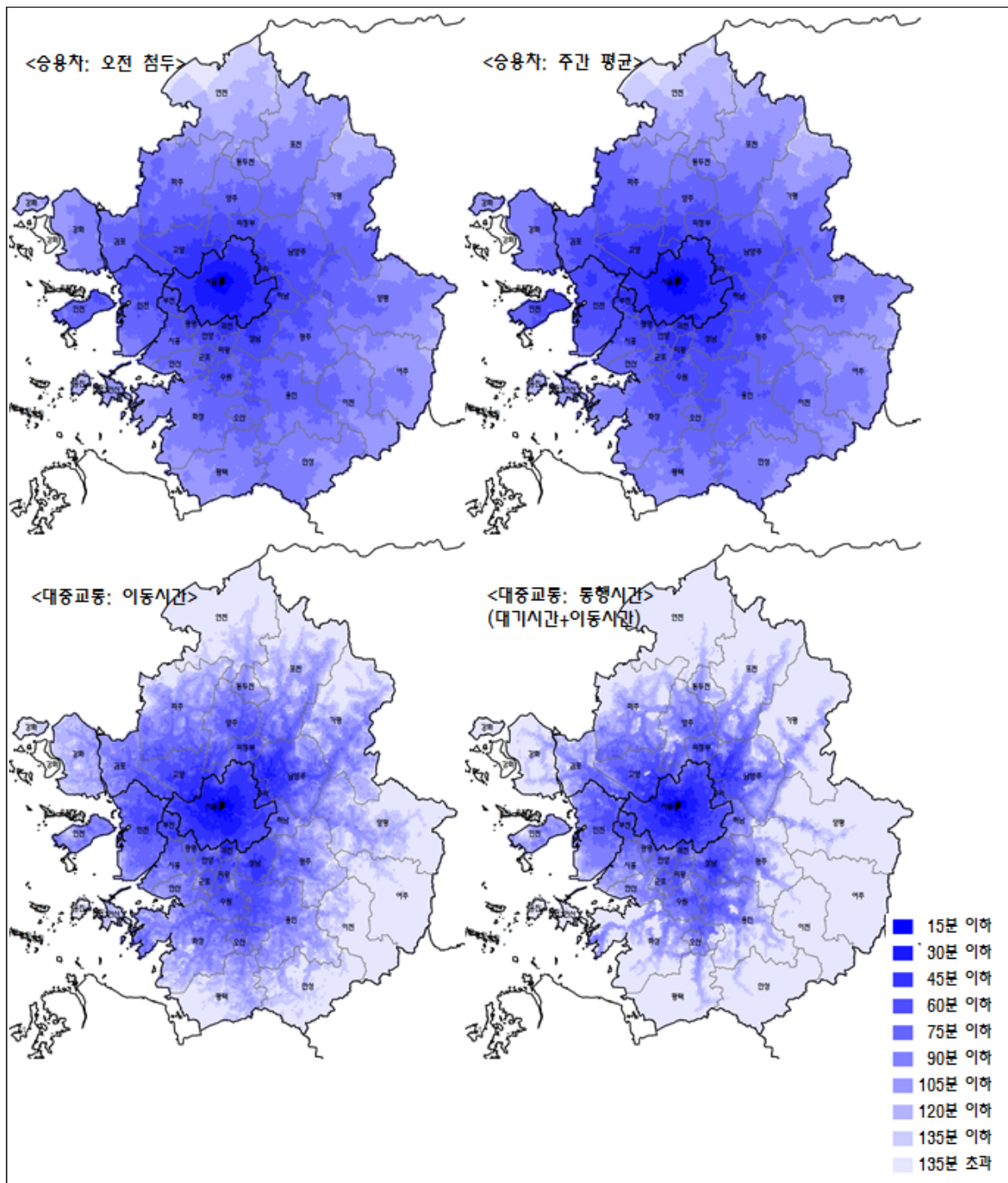
- 승용차의 경우 링크별 자유속도에 기반한 통행시간을 경로탐색 기준으로 설정함
- 대중교통의 경우 총 통행시간(대중교통 대기+차내시간, 도보시간)을 경로탐색 기준으로 설정함
- 교통수단별 위의 기준을 적용하여 수도권 전체 분석 존에서 주요 도착지까지의 최단경로를 탐색하였으며, 이 때의 각 교통수단별 소요시간을 산출함

2) 주요 도착지 평균 접근시간 산정방법

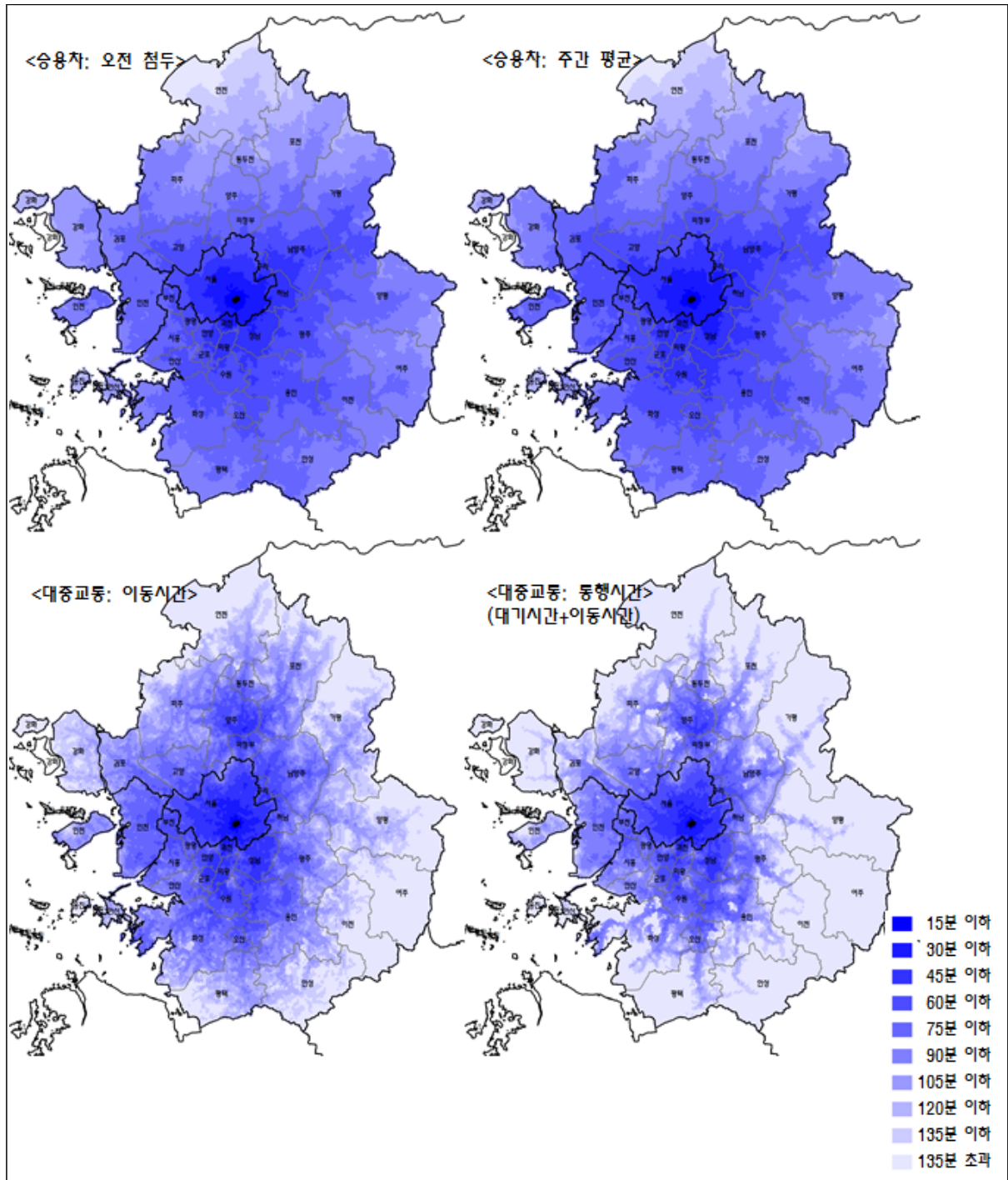
- 각 분석 존에서 주요 도착지별 소속된 존 까지 접근시간의 평균값을 평균 접근시간으로 산정함

나. 주요 도착지 평균 접근시간 산정결과

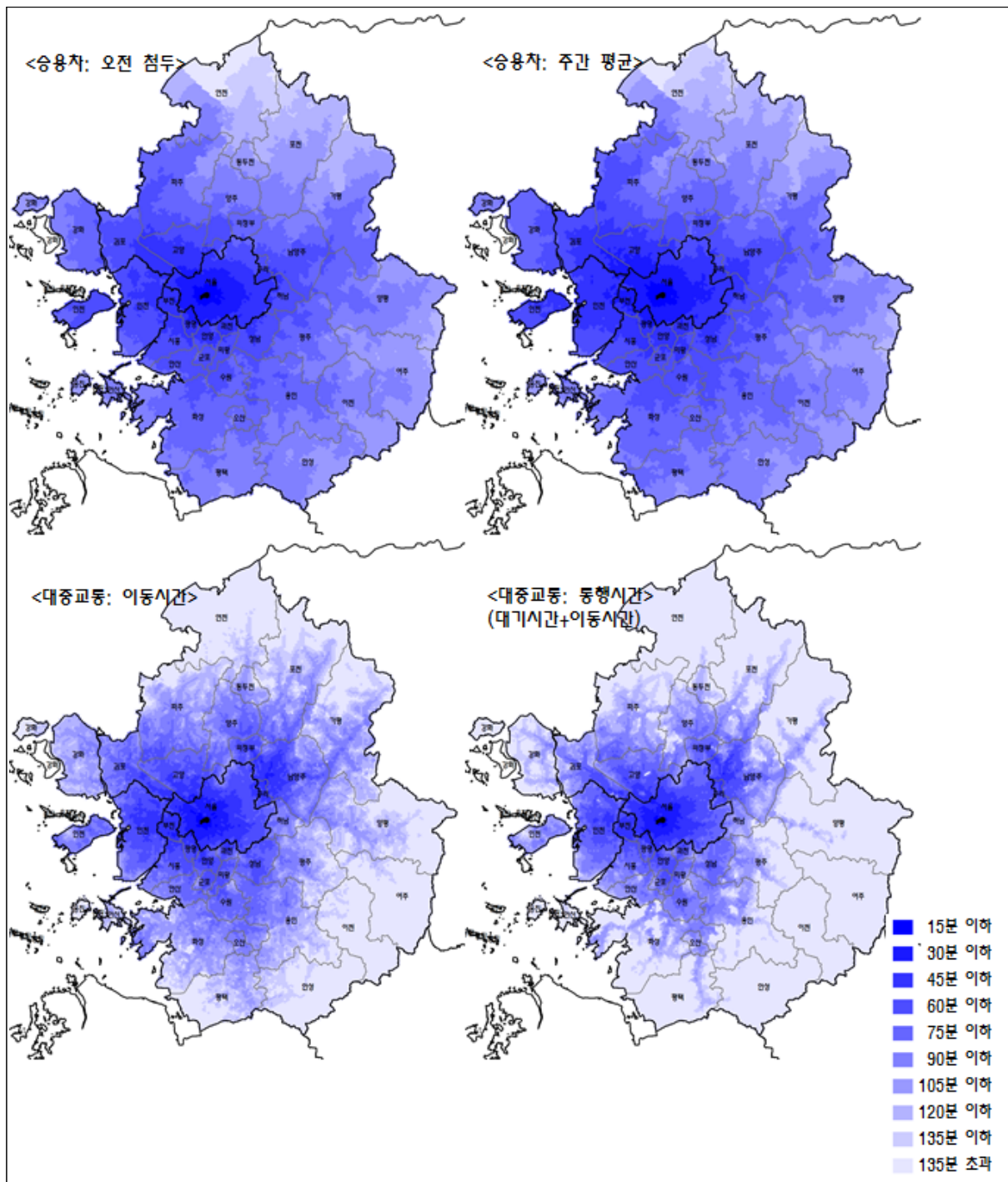
- 도심권, 강남권, 영등포·여의도권을 대상으로 승용차와 대중교통 평균 접근시간을 산출함
 - 승용차의 경우 오전첨두, 낮 시간, 저녁첨두시의 접근시간 및 주간(晝間) 평균 접근시간을 산출
 - 대중교통의 경우 대기시간을 고려한 총 통행시간을 산출하였으며, 교통수단 접근시간, 대기 시간, 차내시간, 환승시간, 대기시간을 제외한 이동시간으로 구분하여 산출함
- 수도권에 대하여 도심권, 강남권, 영등포·여의도권의 접근시간 분포는 아래 그림과 같음
 - 승용차의 경우 오전첨두시와 주간(晝間) 평균 접근시간을 제시
 - 대중교통의 경우 이동시간과 통행시간(대기시간+이동시간)을 제시



<그림 3-26> 교통수단별 도심권 접근시간 분포



<그림 3-27> 교통수단별 강남권 접근시간 분포



<그림 3-28> 교통수단별 영등포·여의도권 접근시간 분포

제5절 향후 연구과제

- 본 연구에서는 국가교통물류경쟁력지표 중 접근성 지표를 산정하기 위한 방법론 및 필요 DB 구축 등 접근성 지표 산정방안을 제시하는 데 초점을 두었음
 - 국외 접근성 통계 중 매년 통계를 생산 및 공표하고 있는 영국의 사례를 중심으로 접근성 지표 산정방법론을 검토
 - 접근성 산정을 위하여 필요한 DB를 제시하고, 이에 대한 구축방법론 제시
 - 승용차(도로) 및 대중교통 네트워크 구축 및 통행시간 산정방법론 제시
 - 앞서 구축한 DB들을 바탕으로 서울 주요권역 통행시간 기반 교통접근성 사례분석
- 향후 연구에서는 본 연구에서 구축한 DB 및 방법론을 바탕으로 전국에 대한 교통접근성을 산출하고, 지역별 비교분석할 예정임
 - 접근성 산정을 위한 행정구역 및 시설물 DB 업데이트
 - 승용차 접근성 산정을 위한 도로망 DB 업데이트 및 링크별 통행시간 산정
 - 시간대별 통행시간 적용방안 검토
 - 대중교통 노선망 DB 업데이트 및 네트워크 구축
 - 대중교통의 경우 서울 등 대도시를 제외하고는 운행빈도가 낮은 관계로 배차간격을 적용한 네트워크 구축 및 분석에 한계를 가짐
 - 또한 출발-도착지 간 운행경로는 동일하나 노선이 다른 경우 일반적인 네트워크 분석에서는 상호 배타적인 노선망으로 인식되는 경향이 발생
 - ☞ 이러한 한계를 어느정도 완화하기 위해 노선별 정류장 통과시각에 기반한 GTFs⁸⁾ 형태의 통행시각표 DB 구축이 필요하며, 향후 연구에서 이에 대한 검토 및 DB 구축을 수행할 예정임
 - 전국에 대한 승용차대중교통 기반 교통접근성 산출 후, 지역별 비교분석 및 시사점 도출

8) Google에서 개발한 대중교통 스케줄 및 이와 연관된 지리정보를 정의하는 표준 포맷(General Transit Feed Specification) (출처: 영문 위키백과)

부 록

A. 참고문헌

A. 참고문헌

가. 국내문헌

- 국가교통DB센터, "2015년도 대중교통 GIS DB"(2016. 11. 30.).
- 매일경제신문사(2014), 「2015년 SMTp」.
- 한국콘텐츠미디어(2014), 「유통업체 주소록」.
- 행정자치부, "일선행정기관 주소 및 전화번호"(2016. 8. 31.).

나. 해외문헌

- UK Department for Transport, 2014a, *Accessibility Planning Guidance: Full Guidance*.
- UK Department for Transport, 2014b, *Accessibility Statistics: Travel time calculation methodology*.
- UK Department for Transport, 2014c, *Connectivity Travel Time Indicators : Guidance Notes*.
- UK Department for Transport, 2014d, *Accessibility Statistics 2013*.
- UK Department for Transport, 2014e, *Connectivity Statistics*.
- UK Department for Transport, 2015, *Journey Time Statistics: Access to Services: Notes and Definitions*.

다. 웹사이트

- DX LINE, <http://www.shinbundang.co.kr/> (2016. 11. 30.).
- 건강보험심사평가원, <http://www.hira.or.kr/> (2015. 11. 30.).
- 건축데이터 민간개방 시스템, <http://open.eais.go.kr/> (2016. 6. 18.).
- 경기버스정보, (2016. 11. 30.).
- 공항철도, <http://www.arex.or.kr/> (2016. 11. 30.).
- 교육부, 교육통계서비스, <http://kess.kedi.re.kr/> (2016. 11. 30.).

- 국가대중교통정보센터, <http://www.tago.go.kr/> (2016. 11. 30.).
- 다음지도, <http://map.daum.net> (2015. 11. 30.).
- 레츠코레일, <http://www.letskorail.com/> (2016. 11. 30.).
- 메트로9, <http://www.metro9.co.kr/> (2016. 11. 30.).
- 부산시 버스정보관리시스템, <http://bus.busan.go.kr/> (2016. 11. 30.).
- 서울TOPIS, <http://topis.seoul.go.kr/> (2016. 11. 30.).
- 서울대중교통, <http://bus.go.kr/> (2016. 11. 30.).
- 서울도시철도공사, <http://www.smrt.co.kr/> (2016. 11. 30.).
- 서울메트로, <http://www.seoulmetro.co.kr/> (2016. 11. 30.).
- 영문 위키백과, <http://en.wikipedia.org/> (2016. 11. 30.).
- 용인경량전철, <https://ever-line.co.kr/> (2016. 11. 30.).
- 의정부경전철, <https://www.ulrt.co.kr/> (2016. 11. 30.).
- 통계청, 통계지리정보서비스, <http://sgis.kostat.go.kr/> (2016. 11. 24.).