



# 교통혼잡지도 DB구축

2019. 12



2019년 「국가교통조사·DB시스템 운영 및  
유지보수」

## 교통혼잡지도 DB구축

12





# 제 출 문

국토교통부장관 귀하

본 보고서를 「2019년도 국가교통조사 및 DB시스템 운영 및 유지 보수」 최종보고서로 제출합니다.

2019년 12월

한국교통연구원

원장 오 재 학

**본 『2019년도 국가교통조사 및 DB시스템 운영 및  
유지보수』는 다음 연구진에 의해 수행되었습니다.**

## **참 여 연 구 진**

<b>&lt;한국교통연구원&gt;</b>	
연구책임자	◦ 김주영 연구위원
연 구 진	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 박인기, 최정민, 조종석, 천승훈 연구위원</li> <li>◦ 박용일, 황순연, 장동익, 송태진, 성홍모, 원민수, 김병관, 우왕희 부연구위원</li> <li>◦ 신영권, 김동호, 김규진, 김정은 주임전문원, 이종우 전문연구원</li> <li>◦ 강국수, 강명제, 고두환, 광명신, 김관용, 김성민, 김은미, 박미란, 박준호, 오연선, 이선아, 이슬기, 이채영, 이해선, 정승환, 조용훈, 채정표, 홍성표 연구원</li> <li>◦ 김예은, 송수환 연구조원</li> </ul>
<b>&lt;한국해양수산개발원&gt;</b>	
연 구 진	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 이호춘, 전형진, 이종필 부연구위원</li> <li>◦ 류희영 연구원</li> </ul>
<b>&lt;한국항공협회&gt;</b>	
연 구 진	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 성인영 실장</li> <li>◦ 박수경 과장, 손병열 과장, 유인아 대리</li> </ul>

# 『2019년도 국가교통조사 및 DB구축사업』

## 보고서 구성 및 담당연구진

번 호	과 제 명	연 구 진
제 1권	요약보고서	김주영, 신영권, 박준호
제 2권	전국여객O/D 보완갱신	조종석, 강국수, 박미란
제 3권	빅데이터 기반 여객 O/D 신뢰도 제고 연구	김병관, 채정표, 정승환
제 4권	항공여객 O/D 및 특성조사	한국항공협회
제 5권	물류거점 화물실태조사	박인기, 성홍모, 김정은, 조용훈 강명제
제 6권	전국연안화물O/D 조사	한국해양수산개발원
제 7권	빅데이터 기반 화물OD 신뢰도 제고 연구	박인기, 성홍모, 김정은, 조용훈 강명제
제 8권	교통분석용 네트워크 구축	최정민, 우왕희, 이선아, 이슬기
제 9권	KTDB 플랫폼 기반지도 구축	김동호, 김관용
제10권	국가교통통계조사	박용일, 곽명신
제11권	특별교통대책기간 통행실태 조사	최정민, 우왕희, 김은미
제12권	교통혼잡지도 DB구축	천승훈, 김성민, 김관용, 이채영
제13권	대중교통 정책지원 고도화를 위한 모바일 빅데이터 DB구축	김동호, 송태진, 원민수, 이해선, 이종우
제14권	교통유발원단위조사 예비조사	황순연, 오연선, 고두환
제15권	국가교통물류경쟁력지표 조사연구	장동익, 홍성표
제16권	DB시스템 운영 및 유지보수	신영권, 김규진, 박준호

## 『2019년도 국가교통조사 및 DB구축사업』

### 과제별 공동참여·위탁용역 사업자

#### 【공동사업 참여기관】

- 전국 여객O/D 현행화 공동사업 (제주특별자치도 부문)
  - 홍익대학교산학협력단
- 전국 여객O/D 현행화 공동사업 (부산·울산권 부문)
  - 경성대학교산학협력단, (주)나우건설터트
- 전국 여객O/D 현행화 공동사업 (대전·세종·충청권 부문)
  - 코에스페셜주식회사, (주)신명이앤씨

#### 【위탁용역 사업자】

- 전국 장래 시군 및 읍면동 인구예측에 관한 연구
  - 고려대학교산학협력단
- 물류거점화물실태조사
  - (주)코리아데이터네트워크
- 영업용 화물차 운행기록계 빅데이터를 이용한 화물 기종점통행량 및 운행특성분석연구
  - (주)노트스퀘어
- 도로 및 철도 교통분석용 네트워크 보완갱신
  - (주)신명이앤씨
- KTDB 교통빅데이터 플랫폼 (View-T) 분석맵 구축
  - (주)큐빅웨어

## 【위탁용역 사업자】

- 국가교통 DB Brief 발간 대행
  - ㈜우공이산
- 특별교통통행실태조사 및 이용자 만족도 조사
  - ㈜마크로밀엠브레인
- View-T 서비스 제공을 위한 차량모빌리티 데이터 구축 및 기능개선
  - ㈜큐빅웨어, (사) 한국ITS학회
- 모바일 빅데이터 기반 교통분석용 DB구축
  - ㈜KT
- View-T 2.0 서비스 제공을 위한 통신 빅데이터 구축 및 기능 개선
  - ㈜큐빅웨어
- 교통유발원단위 예비조사
  - ㈜아이로드테크, ㈜지알아이리서치

## **최종보고서 목차**

- 제 1권 요약보고서**
- 제 2권 전국여객O/D보완갱신**
- 제 3권 빅데이터 기반 여객OD신뢰도 제고 연구**
- 제 4권 항공여객 O/D 및 특성조사**
- 제 5권 물류거점 화물실태조사**
- 제 6권 전국연안화물O/D 조사**
- 제 7권 빅데이터 기반 화물OD신뢰도 제고 연구**
- 제 8권 교통분석용 네트워크 구축**
- 제 9권 KTDB 플랫폼 기반지도 구축**
- 제 10권 국가교통통계조사**
- 제 11권 특별교통대책기간 통행실태조사**
- 제 12권 교통혼잡지도 DB구축**
- 제 13권 대중교통 정책지원 고도화를 위한 모바일 빅데이터 DB구축**
- 제 14권 교통유발원단위 예비조사**
- 제 15권 국가교통물류경쟁력지표 조사연구**
- 제 16권 DB시스템 운영 및 유지보수**

# 목 차

## 요 약

제1장 과업의 개요 .....	1
------------------	---

제1절 과업의 배경 및 목적 / 3

제2절 과업의 범위 및 내용 / 4

제2장 View-T 기초 데이터 가공 및 검증 시스템 구축 .....	7
--	---

제1절 View-T 전체 시스템 구성 / 9

제2절 원시 데이터 전처리 및 1차 가공 DB 구축 / 10

제3절 데이터 검증 시스템 구축 / 27

제3장 교통량 추정 및 속도 DB 구축 알고리즘 개선 .....	31
-------------------------------------	----

제1절 관측교통량 신뢰도 검증 알고리즘 개발 / 33

제2절 관측교통량 전수화 알고리즘 개선 / 36

제3절 교통량 추정 알고리즘 및 모듈 개선 / 39

제4절 속도 DB 구축 알고리즘 및 모듈 개선 / 45

제4장 전국 추정 교통량 및 지표 DB구축 .....	61
-------------------------------	----

제1절 전국 추정 교통량 및 교통지표 프로세스 / 63

제2절 전국 교통량 전수화 / 64

제3절 교통지표DB 구축 / 69

제4절 웹 서비스용 지표 생성 / 76



제5장 View-T 시스템고도화 ..... 79

제1절 서비스 프로세스 / 81

제2절 분석기능 고도화 / 82

제3절 신규 분석 기능 개발 / 93

제4절 View-T 시스템 운영 및 유지보수 / 101

제6장 데이터베이스 구성 ..... 107

제1절 데이터베이스 설계 / 109

제2절 시스템 테이블 정의서 / 110

## 표 목 차

<표 2- 1> 제작사 별 포인트 기반 차량 이동궤적 데이터 자료 특징 비교 .....	11
<표 2- 2> 톱크웨어사의 차량 이동궤적 데이터 포맷 설명 .....	12
<표 2- 3> DTG 데이터 포맷 설명 .....	13
<표 2- 4> DTG 데이터의 자동차 유형코드 설명 .....	14
<표 2- 5> DTG 데이터의 자동차 유형코드 별 비율 .....	14
<표 2- 6> KTDB Level 6 도로망 네트워크- 노드 구성 .....	19
<표 2- 7> KTDB Level 6 도로망 네트워크 - 링크 구성 .....	19
<표 2- 8> 경로데이터 테이블 구성 .....	25
<표 3- 1> 회전 교통량 산정 알고리즘 개선 방안 .....	42
<표 3- 2> 교통량 추정 모듈 개선 방안 .....	44
<표 3- 3> 속도 DB 구축 모듈 개선 방안 .....	60
<표 4- 1> 내비게이션 경로탐색 결과 DB테이블 구조 .....	64
<표 4- 2> 교통량 전수화를 위한 교통량 기초 DB테이블 구조 .....	65
<표 4- 3> 관측교통량 지점 데이터 DB테이블 구조 .....	65
<표 4- 4> 지점간 데이터 통행량 상위 100지점 DB테이블 구조 .....	65
<표 4- 5> 연간 일자정보 DB테이블 구조 .....	66
<표 4- 6> 교차로별 회전 통행량 DB테이블 구조 .....	66
<표 4- 7> 연도별 교통량 전수화 결과(Lev6 기준 단순합계, 평일 교통량) .....	67
<표 4- 8> 내비게이션 경로탐색 결과 DB테이블 구조 .....	69
<표 4- 9> 연도별 속도 데이터 DB테이블 구조 .....	71
<표 4-10> 연도별 교차로 Probe O/D DB테이블 구조 .....	72
<표 4-11> 2016년 교통지표 생성 결과(Lev6 기준 단순평균, 평일 평균속도) .....	74
<표 4-12> View-T 서비스를 지표 구성 .....	76
<표 5- 1> 시스템 운영 소프트웨어 업그레이드 현황 .....	100
<표 6- 1> 내비게이션 데이터 DB 테이블 정의서 .....	110

<표 6- 2> KICT 도로교통량 상시 데이터 DB 테이블 정의서 .....	110
<표 6- 3> KICT 도로교통량 수시 데이터 DB 테이블 정의서 .....	111
<표 6- 4> 한국도로공사 데이터 DB 테이블 정의서 .....	111
<표 6- 5> KOTI Lev6 네트워크 노드 데이터 DB 테이블 정의서 .....	112
<표 6- 6> KOTI Lev6 네트워크 링크 데이터 DB 테이블 정의서 .....	113
<표 6- 7> 분석맵 네트워크 링크 데이터 DB 테이블 정의서 .....	114
<표 6- 8> 분석맵과 KOTI Lev6 네트워크 맵핑 테이블 정의서 .....	114
<표 6- 9> 교통량 전수화 데이터 DB 테이블 정의서 .....	115
<표 6-10> 속도 프로파일 데이터 DB 테이블 정의서 .....	115
<표 6-11> 혼잡지표 DB 테이블 정의서 .....	116
<표 6-12> 혼잡비용 DB 테이블 정의서 .....	116
<표 6-13> 테이블 디스플레이 마스터 테이블 정의서 .....	116
<표 6-14> 테이블 속성 마스터 테이블 정의서 .....	116

## 그림목차

<그림 1- 1> View-T 서비스 제공을 위한 차량 모빌리티 데이터 구축 및 기능 개선 과업개요 .....	4
<그림 1- 2> 과업의 주요 세부내용 .....	5
<그림 2- 1> View-T 전체 시스템 구성 .....	9
<그림 2- 2> 원시 데이터 전처리 및 기초 DB가공 프로세스 .....	10
<그림 2- 3> ‘A’ 차량의 1일 통행 경로 분석 .....	12
<그림 2- 4> ‘C’ 차량의 1일 통행 경로 분석 (교통안전공단 DTG) .....	13
<그림 2- 5> 출발시간 기준의 1일 단위 데이터 재생성 .....	14
<그림 2- 6> 위치 오류 데이터 필터링을 위한 공간적 범위 설정 예시 .....	15
<그림 2- 7> 차량 이동궤적 데이터 변환 및 표준 자료 포맷 구성 예시 .....	16
<그림 2- 8> DTG 전처리 기능 UI .....	17
<그림 2- 9> 전처리한 DTG 데이터의 결과화면 .....	18
<그림 2-10> 원시 차량 이동궤적 데이터의 특징 예시 .....	20
<그림 2-11> 단선 링크 → 양선 링크로 변경 예시 .....	20
<그림 2-12> 링크 형상 일반화 예시 화면 .....	21
<그림 2-13> 검색을 위한 공간 인덱스 생성 및 공간연산 예시 .....	21
<그림 2-14> 링크 맵매칭 .....	22
<그림 2-15> 경로 생성 결과 .....	22
<그림 2-16> 통행 병합 .....	23
<그림 2-17> 속도 산출을 위한 궤적 데이터 보정 .....	24
<그림 2-18> 검증 프로그램 UI 및 결과 화면 .....	25
<그림 2-19> 통계 결과 화면 .....	28
<그림 3- 1> 신뢰도 검증 대상 구간 선정 .....	34
<그림 3- 2> 검증 대상구간의 도로 특성 분석 .....	35
<그림 3- 3> 도로 특성에 따른 관측 교통량 신뢰도 검증 .....	35
<그림 3- 4> 관측 교통량 전수화 알고리즘(기준) .....	36
<그림 3- 5> 인접 구간 AADT 집계를 통한 24시간 AADT 자료 구축 .....	37

<그림 3- 6> 24시간 AADT 기반 시간대별 AADP 보정 .....	37
<그림 3- 7> 추정 교통량 자료 구축 .....	38
<그림 3- 8> 교통량 전수화 개선 알고리즘의 결과 .....	38
<그림 3- 9> 교통량 추정 알고리즘(기준) .....	39
<그림 3-10> 미관측 구간 기준 AADP의 연결성 집계 .....	40
<그림 3-11> 미관측 구간 교통량 추정 .....	41
<그림 3-12> 회전 교통량 산정 알고리즘 개선 방안 .....	42
<그림 3-13> DTG 데이터를 이용한 차종별 교통량 추정 알고리즘 .....	43
<그림 3-14> 교통량 추정 모듈 개선 방안 .....	44
<그림 3-15> 기존 알고리즘 예시 .....	45
<그림 3-16> 원시 포인트 궤적데이터 .....	46
<그림 3-17> 집계 시간 기준에 따른 Speed Profile .....	46
<그림 3-18> Stop & Go 보정의 필요성 .....	47
<그림 3-19> Stop & Go 보정 알고리즘의 개념 .....	48
<그림 3-20> Stop & Go 보정 알고리즘 적용 결과(정지 후 유턴) .....	49
<그림 3-21> Stop & Go 보정 알고리즘 적용 결과(정지후 이상유형) .....	49
<그림 3-22> Stop & Go 보정 알고리즘 적용 결과(정지후 이상 유형) .....	49
<그림 3-23> 음영구간 판단 개념 .....	50
<그림 3-24> 음영구간 재구성 개념 .....	51
<그림 3-25> 음영구간 재구성 결과 .....	51
<그림 3-26> Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 개념 .....	52
<그림 3-27> Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 과정 .....	53
<그림 3-28> x 좌표 변위 Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 결과 .....	54
<그림 3-29> y 좌표 변위 Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 결과 .....	54
<그림 3-30> xy 좌표 합성변위 Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 결과 · 54	
<그림 3-31> x 좌표 변위 Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 결과 .....	55
<그림 3-32> y 좌표 변위 Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 결과 .....	55
<그림 3-33> xy 좌표 합성변위 Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 결과 · 55	
<그림 3-34> 궤적 전처리 알고리즘 적용 결과 1 .....	56
<그림 3-35> 궤적 전처리 알고리즘 적용 결과 2 .....	57
<그림 3-36> 궤적 전처리 알고리즘 적용 결과 3 .....	57

<그림 3-37> 퀘적 전처리 알고리즘 적용 결과 4 .....	58
<그림 3-38> 퀘적 전처리 알고리즘 적용 결과 5 .....	59
<그림 3-39> 퀘적 전처리 알고리즘 적용 결과(포인트 속도 비교) .....	59
<그림 3-40> 퀘적 전처리 알고리즘 적용 결과(포인트 가속도 비교) .....	59
<그림 3-41> 퀘적 전처리 알고리즘 적용 결과 5 .....	60
<그림 4- 1> 전국 교통량 추정 및 교통지표 구축 프로세스 .....	63
<그림 4- 2> 전국 추정교통량 구축 프로세스 .....	67
<그림 4- 3> 전일 링크별 교통량 전수화 결과 예시(고속도로, 도시고속도로, 일반국도) .....	68
<그림 4- 4> 18~19시 링크별 교통량 전수화 결과 예시(고속도로, 도시고속도로, 일반국도) .....	68
<그림 4- 5> 속도프로파일 생성 프로세스 .....	70
<그림 4- 6> 교차로 Probe O/D 생성 프로세스 .....	71
<그림 4- 7> 교통지표 생성 프로세스 .....	73
<그림 4- 8> 링크단위 혼잡 강도 결과 예시 .....	75
<그림 4- 9> 행정구역단위 혼잡 강도 결과 예시 .....	75
<그림 4-10> 웹 서비스용 DB 구축 프로세스 .....	76
<그림 5- 1> View-T 서비스 프로세스 .....	81
<그림 5- 2> 선택 도로에 대한 AND, OR 조건 설정 UI .....	82
<그림 5- 3> 데이터 설정에 대한 개선 전과 개선 후 UI비교 .....	83
<그림 5- 4> 통행경로분석 기능의 표출 결과(출도착 경로 상세 분석 화면) .....	83
<그림 5- 5> 통행경로분석 기능의 분석구간 AND, OR 조건 분석 결과 예시 .....	84
<그림 5- 6> 통행경로분석 기능의 희망선도 표출 결과 예시 .....	84
<그림 5- 7> 영향권분석 기능의 교차로 선택 여부 및 분석조건 설정 UI .....	85
<그림 5- 8> 영향권분석 기능의 교차로 AND, OR (30분 영향권) 조건 주제도 표출 예시 .....	86
<그림 5- 9> 영향권분석 교차로 그라데이션 주제도 표출 예시 .....	86
<그림 5-10> 시공간분석 분석중인 도로구간의 혼잡 그래프 표출 예시 .....	87
<그림 5-11> 시공간분석 분석중인 도로구간의 결과값 표출 예시 .....	87
<그림 5-12> 차량기반 O/D 분석 행정구역 2016년 평일, 12월25일 비교 분석 화면 .....	88
<그림 5-13> 차량기반 O/D 분석 서울로 진입, 진출 예시 화면 .....	89

<그림 5-14> 혼잡구간 선정 기능 UI .....	90
<그림 5-15> 다중 시간대 선택 및 분석결과 팝업 표출 .....	91
<그림 5-16> 다중 시간대 선택 및 시간대 조건별 주제도 표출 예시 .....	91
<그림 5-17> 분석 지표 조건별 주제도 표출 예시 .....	91
<그림 5-18> 부가기능 레이어 On/Off 설정 결과 예시 .....	92
<그림 5-19> 이용자 맞춤형 교통지표 순위 표출 분석 UI 및 기능 설정 .....	93
<그림 5-20> 이용자 맞춤형 교통지표 순위 표출 분석 .....	94
<그림 5-21> 차량 시뮬레이션 분석조건 설정 .....	94
<그림 5-22> 차량 시뮬레이션 시간 변화 따른 주제도 표출 예시 .....	95
<그림 5-23> 대시보드 분석 조건 설정 UI .....	95
<그림 5-24> 2017년 평일 시도별 차량 통행지표 대시보드 기능 실행 화면 .....	96
<그림 5-25> 시도별 차량 통행지표 대시보드 시도 아이콘 선택 예시 .....	96
<그림 5-26> 시도별 차량 통행지표 대시보드 그래프 표출 예시 .....	97
<그림 5-27> 지역별 차량 통행지표 비교 대시보드 기능 실행 화면 .....	97
<그림 5-28> 지역별 차량 통행지표 비교 대시보드 분석 조건 설정 UI .....	98
<그림 5-29> 주제도 표출 설정 .....	98
<그림 5-30> 2017년 평일 동안구 및 세종시 주제도 표출 예시 .....	99
<그림 5-31> 2017년 평일 과천시 및 세종시 그래프 표출 예시 .....	99
<그림 5-32> 지역별 차량 통행지표 비교 대시보드 지표 선택 .....	99
<그림 5-33> 2017년도 평일 세종시의 차량주행거리와 평균속도 주제도 비교 .....	100
<그림 5-34> View-T 웹 시스템 구성도 .....	101
<그림 5-35> MongoDB의 샤딩 구성 .....	103
<그림 5-36> View-T 시스템 안정화 흐름도 .....	104
<그림 5-37> View-T 사용자 접근 현황 및 UI 화면 .....	105
<그림 5-38> View-T 사용자 접근 현황 그래프 .....	105
<그림 6- 1> ViewT 데이터베이스 구성 .....	109

요약

---





## 요 약

### 1. 과업의의 배경 및 목적

#### 가. 과업의 배경

- 한국교통연구원 국가교통DB센터(Korea Transport DataBase, KTDB)에서는 도로 네트워크의 성능을 계량화하기 위한 기반 연구를 지속적으로 수행하고 있으며, 국가교통정책 및 계획수립을 위한 빅데이터 기반 교통 시스템 및 서비스 지원을 단계적으로 수행하고 있음
- 최근의 빅데이터의 활용에 대한 관심과 기술적 발달로 모빌리티 빅데이터 정보의 경제성·효율성·유용성이 대두되고 있는 실정임
- 정보 수집 및 가공·통신환경·위치기반 기술 등의 발달에 따라 교통정보 수집의 패러다임의 변화로 기존의 설치 장비 중심에서 개별 이동주체에 탑재된 단말기 중심으로 전환되었고 이를 활용하여 KTDB에서는 View-T를 구축하고 있음
- View-T는 국가전반의 교통 데이터를 공공·학계·민간·국민이 쉽고 편리하게 활용하기 위한 기반 시스템임
- View-T 온라인 서비스는 전국단위의 세부 링크별 교통량, 속도 데이터를 제공하는 국내 첫 사례로 교통 분야에서 활용성이 높은 교통 혼잡지표(교통혼잡비용, 혼잡강도 등)와 같은 다양한 교통지표와 분석도구를 제공하고 있음
- 최근 『View-T 기반 지자체 지원 사업 설명회』가 성공적으로 개최되었으며, 이에 따른 지자체와의 협력 사업이 발굴되고 있어 보다 지자체 현안을 적절히 지원할 수 있는 서비스 제공이 필요한 시점임

#### 나. 과업의 목적

- 본 과업에서는 기 구축된 View-T 온라인 서비스의 기능 개선을 통해 이용자 접근성과 편의성을 증대시켜 전문가와 비전문가 모두 가용한 플랫폼으로 개선하고자 함(이용자 맞춤형 분석 플랫폼)
- 또한, 알고리즘 개선을 통해 도로 네트워크상의 교통 속성 정보에 대한 DB를 심도 있게 분석하고 이를 기반으로 도로의 소통상태 및 성능을 보다 정밀하게 평가할 수 있는 검증시스

템을 구축하고자 함

- 특히 교통기초 DB의 안정성 확보, 분석기능의 고도화 등 다양한 개선사항이 존재하며, 이를 위해 본 과업에서는 ① 경로형 데이터 확장을 통한 교통기초 DB의 안정성 확보 ② 최신년도 데이터 업데이트를 통한 최신성 확보 ③ View-T 분석도구의 고도화를 통한 정교한 모니터링 체계 구축 ④ 이용자 요구사항을 반영한 홈페이지 기능 개선을 수행하고자 함

### 데이터의 최신성 확보 및 View-T의 다양한 기능을 개선하여 사용자들에게 현시성 있는 데이터와 유용한 분석환경으로 지속적으로 제공하고자 함



<그림 1> View-T 서비스 제공을 위한 차량 모빌리티 데이터 구축 및 기능 개선 과업개요

## 2. 과업의 범위 및 내용

### 가. 과업의 범위

- 1) 공간적 범위 : 전국 2차로 이상 도로
- 2) 시간적 범위
  - 분석기간 : 2017년 1월 ~ 2018년 12월 31일
- 3) 내용적 범위

- 원시 데이터 전처리 및 1차 가공 DB 구축
- 교통지표 및 분석기능 DB 구축
- 분석기능 및 부가기능 고도화
- 신규 분석기능 개발
- 교통량 추정 및 속도 DB 구축 알고리즘 개선
- 데이터 검증(분석) 시스템 구축
- View-T 통합 대시보드 구축
- View-T 데이터 다운로드 기능 개선
- View-T 시스템 운영 및 유지보수

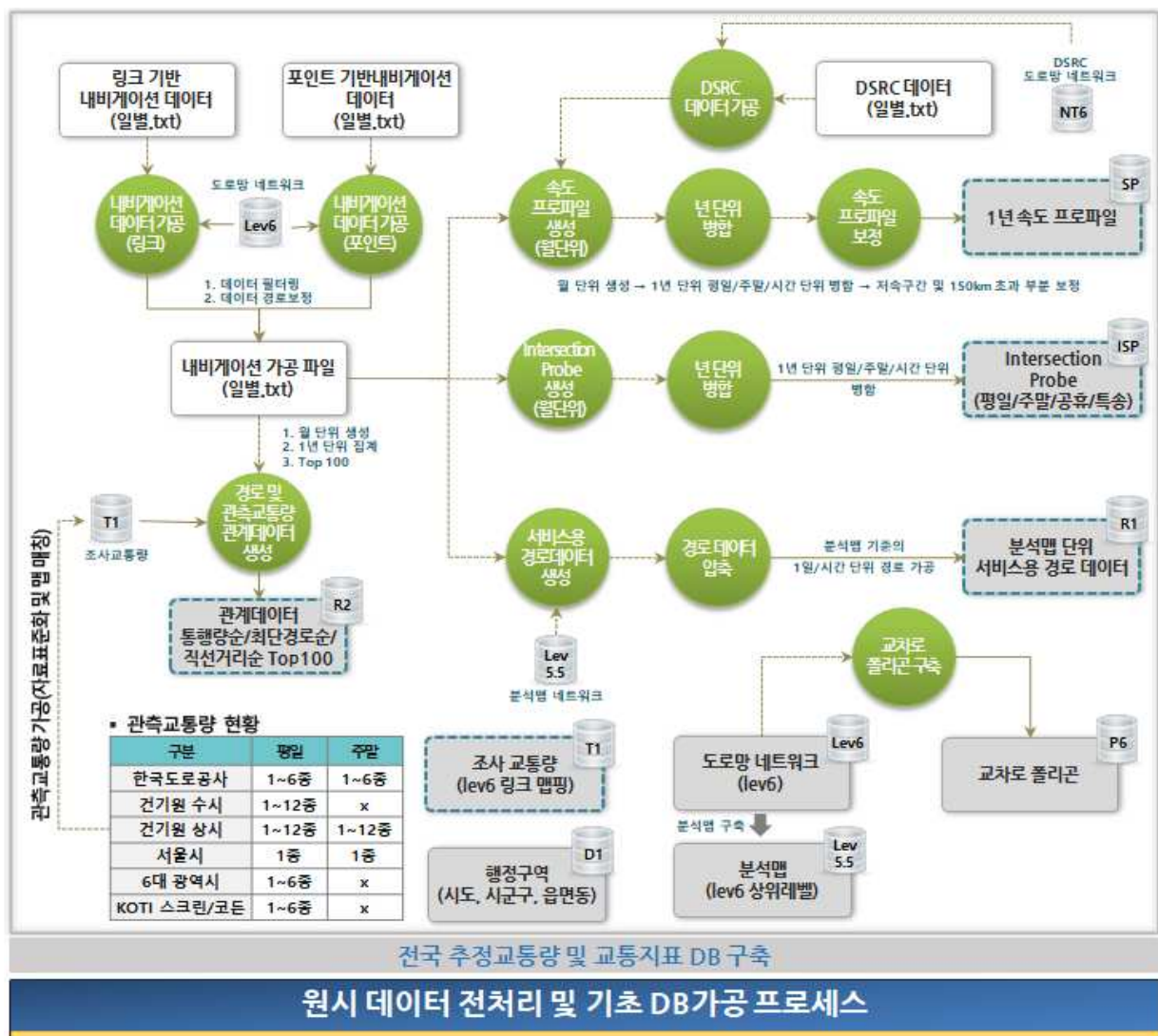
원시 데이터 전처리 및 1차 가공 DB 구축	교통량 추정 및 속도 DB 구축 알고리즘 개선	교통지표 및 분석기능 DB 구축	View-T
1. 내비게이션 데이터 가공 -포인트 데이터 기반 경로 데이터 가공 -링크 데이터 기반 경로 데이터 가공 -통합 내비게이션 데이터 가공  * 경로 보정, 속도 DB 구축, 검증 등	1. 교통량 추정 -교통량 추정 알고리즘 및 모듈 개선 -DTG 데이터를 이용한 차종 별 교통량 추정 알고리즘 개발 -회전교통량 산정 알고리즘 개선	1. 추정 교통량 DB 구축 -전국 교통량 추정을 위한 기초 DB 구축 -전국 교통량 추정	1. 분석기능 고도화 -Selected Link Analysis 분석기능 -Time Maps 분석기능 -주요경로 분석기능 -Congestion Scan 분석기능 -사용자 혼잡구간 선정 분석기능 -부가기능 고도화
2. 한국교통안전공단 DTG 데이터 가공 -KOTI 도로망 기반의 경로 구축 -속도 DB 구축	2. 관측 교통량 -관측교통량 검증 알고리즘 개발 -관측교통량 전수화 알고리즘 개선	2. 교통지표 DB 구축 -교통지표 구축을 위한 기초 DB 구축 -교통지표 DB 구축 혼잡비용, 속도관련, 환경지표 등	2. 신규 분석기능 개발 -차량 모빌리티 데이터 동적 시뮬레이션 분석 기능 개발 -이용자 맞춤형 교통지표의 순위 표출 및 분석 기능 개발
3. 한국도로공사 DSRC 데이터 가공 -한국도로공사 도로망과 KOTI 도로망 맵 매칭 -KOTI 도로망 기반의 경로 데이터 구축 -KOTI 도로망 기반의 속도프로파일 구축	3. 속도 DB 구축 알고리즘 및 모듈 개선 -차종 별 속도 DB 구축 -가산 네트워크 기반 속도 DB 구축 -일별 15분 단위 링크 별 속도 산출 알고 리즘 개발 및 검증	3. View-T 서비스용 지표 구축 -교통 혼잡비용, 속도 관련 -환경지표 등	3. View-T 통합 대시보드 구축 -차량, 모바일 데이터 통합 대시보드 구축 -연도별 데이터 분석 대시보드 구축
4. 통합 경로 데이터 생성 및 압축 -분석맵 단위 경로 데이터 구축 -경로 데이터 압축	-	4. View-T 분석기능 DB 구축 -Selected Link Analysis 기반 DB 구축 -Time Map 기반 DB 구축 -주요경로 분석기능 기반 DB 구축	4. View-T 시스템 운영 및 유지보수 5. View-T 데이터 다운로드 기능 개선
원시 데이터 검증 시스템 구축	알고리즘 검증	• 기초 가공 DB 검증 시스템 구축 • 교통량 및 교통지표 검증 시스템 구축	시스템 테스트 및 운영

<그림 2> 과업의 주요 세부내용

### 3. 과업의 주요 내용

#### 가. 원시 데이터 전처리 및 1차 가공 DB 구축

- 데이터 구축은 교통량 추정 및 혼잡지표를 생성하기 위한 기초 DB 구축과 View-T 서비스를 위한 경로 데이터 가공 및 서비스용 지표 생성으로 크게 구분함



<그림 3> 원시 데이터 전처리 및 기초 DB가공 프로세스

- 기초 DB는 링크/포인트 기반의 차량 이동궤적 자료, DTG 자료, DSRC 자료를 KTDB Level6 도로망 네트워크를 기준으로 경로를 가공함
- 가공한 경로 데이터를 기준으로 속도프로파일 생성, 경로데이터와 관측교통량과의 관계데이

터 생성, 웹 서비스용 경로데이터를 구축함

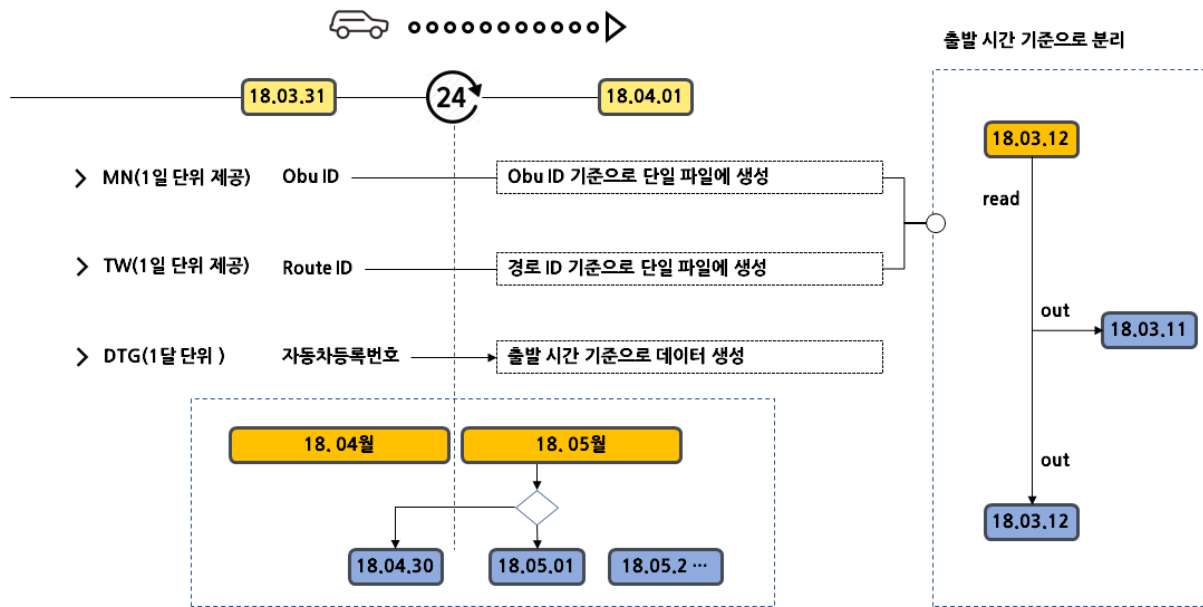
- 구축한 속도프로파일, 경로데이터와 관측교통량과의 관계 데이터는 월단위 병합 → 연단위로 병합함
- 교통량 추정의 주요기반 데이터인 관측교통량은 KTDB Level6 도로망 네트워크와 맵 매칭 후 연단위 평일/주말/시간/차종별로 데이터를 구축함

## 1) 포인트 기반 차량 이동궤적 데이터 포맷 분석

- 차량 이동궤적 데이터는 개별통행의 이동경로에 대해 시간의 연속성과 공간의 연결성이 동시에 수집되는 데이터로 국토교통부에서 제공하고 있는 ITS 표준노드링크 체계의 링크 기반으로 수집되는 데이터와, GPS좌표인 포인트 기반으로 수집되는 데이터로 크게 구분함
- ITS 링크 기반으로 수집되는 차량 이동궤적 데이터는 기존의 가공모듈을 이용하여 전처리 및 6레벨 도로망 네트워크 기반으로 가공함
- 포인트 기반으로 수집되는 차량 이동궤적 데이터는 각 기관/기업 별로 수집 주기, 데이터 형식 등 제공 방식이 상이하기 때문에 이를 분석하여 각 기관/기업 별 전처리 기능 및 가공 기능을 구현함

## 2) 데이터 전처리

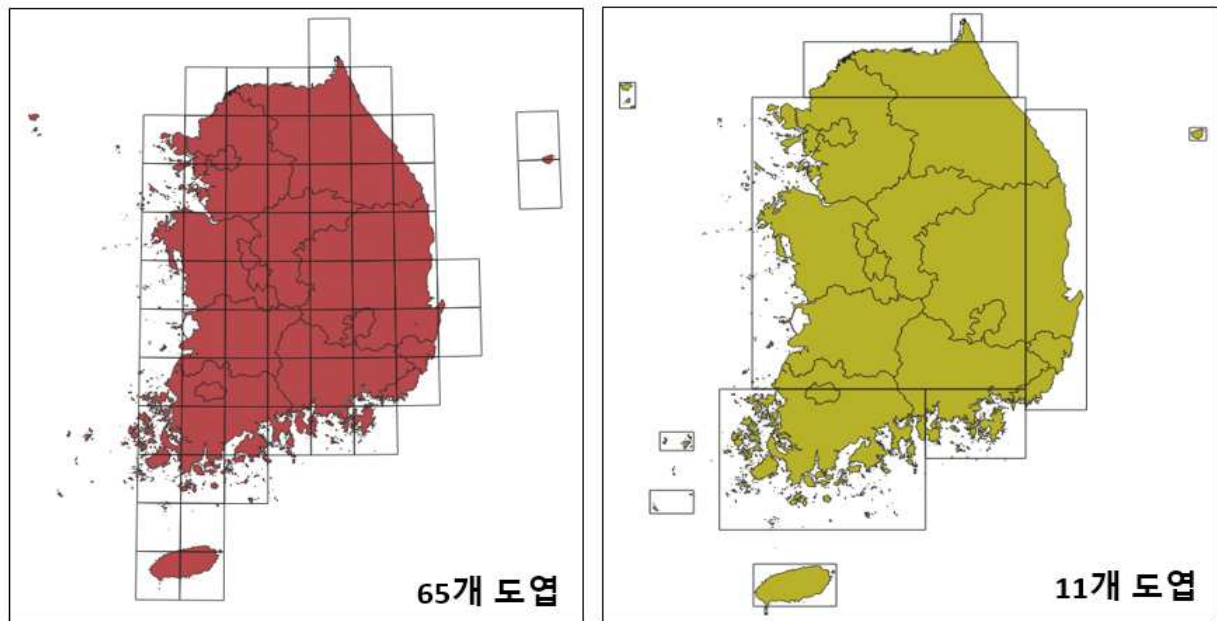
- 1초 단위 정보가 생성되는 포인트 기반의 차량 이동궤적 데이터는 통행정보 이외에도 부가 정보가 많아 1년치 데이터를 수집하면, 약 100TB이상의 데이터 저장소가 필요함. 또한 이를 초고속으로 가공하기 위해서는 불필요한 부가정보를 제외한 데이터 적재가 필요함
- 데이터 검증 및 필터링 : 오류 발견, 보정, 삭제 및 중복 확인 등의 과정을 통해 데이터 품질을 향상시킴
- 데이터 변환 : 경로 및 통행유전자를 구축하기 위한 OBU ID, 시간, 좌표, 주요정보만 추출하여 표준 정보로 데이터 변환 및 적재함  
(좌표계 UTM-K, OBU ID 별로 가로로 정보 저장)
- 데이터 저장 : 1일 단위로 데이터 저장. 2일간 통행한 차량 이동궤적 자료는 출발 시간 기준으로 데이터 저장



<그림 4> 출발시간 기준의 1일 단위 데이터 재생성

#### ① 데이터 필터링 및 변환

- 수집되는 차량 이동궤적 데이터는 GPS오류 및 처리 문제로 인하여 유효하지 않는 데이터가 포함되어 제공됨. 이에 공간적 범위를 설정하여, 설정한 해당 영역외의 데이터는 필터링 되도록 구현함
  - 필터링을 위한 공간적 범위는 처리속도 및 유효하지 않는 데이터를 최소화할 수 있도록 범위를 설정하였음.
  - 이를 위해 공간적 영역 설정 후 처리속도 및 제거된 데이터를 비교 및 검증한 결과 11개의 영역으로 구성한 데이터가 처리 속도가 빠르고, 제거 데이터의 오류가 제일 낮아 처리되어 전처리 가공 모듈에 적용함



<그림 5> 위치 오류 데이터 필터링을 위한 공간적 범위 설정 예시

- 동일 차량ID에서 시간 및 위치의 중복 발생 데이터는 필터링함
- 수집 차량 이동궤적 데이터는 1일 단위 텍스트 파일로 제공되며, 파일명은 수집 년월일 정보로 구성되어 있음. 파일명과, 속성 데이터의 수집날짜 정보가 상이한 경우 필터링 함. 단 파일날짜를 기준으로 연속성 있는 데이터는 필터링 대상에서 제외됨
  - 2일간 통행한 차량 이동궤적 자료는 출발 시간 기준으로 데이터를 저장함
- 각 기관/기업 별 서로 다르게 제공되는 좌표체계는 UTM-K로 변환하여 저장함
- 시간에 대한 정보는 데이터의 용량을 최소화하기 위하여, Timestamp 형식으로 데이터를 저장함

## ② 전처리 데이터에 대한 표준 DB 설계

- 수집되는 데이터는 각 기관/기업 별 제공 방법 및 데이터형식이 상이하야, 각 기관/기업 별 데이터 처리 방식이 필요함. 또한 데이터를 이용한 융합 분석 및 이를 이용한 새로운 지표 산출을 위해서는 표준 자료 포맷으로 변환이 필요함
- 각 사별로 데이터 특징 및 제공되는 부가정보가 서로 상이하기 때문에 이를 향후 패턴 분석 및 다양하게 활용하기 위하여 자료 구분 코드를 부여함
- 대용량의 데이터를 빠르게 검색 및 보정하기 위하여 레코드를 최소화 할 수 있도록 DB를



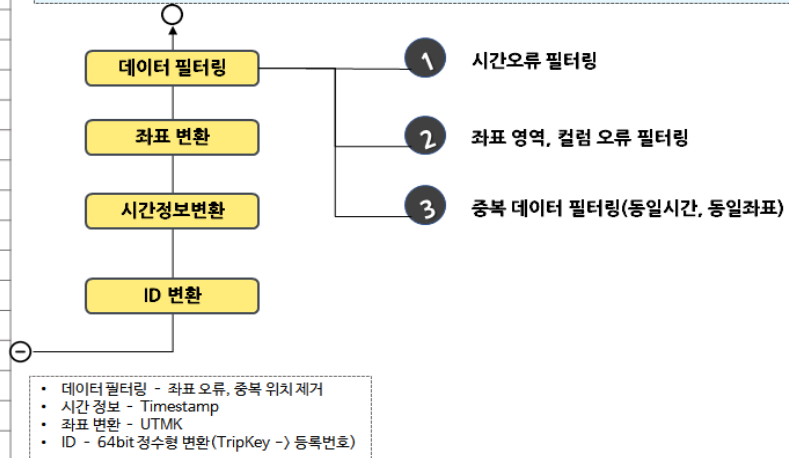
설계함. 이를 위하여 이벤트 별로 세로로 나열된 정보를 OBU ID별로 시간을 정렬하여 가로로 나열할 수 있도록 DB를 설계함

- 텅크웨어의 차량 이동궤적 데이터의 전처리는 데이터 필터링, 좌표변환 후 세로로 구성된 데이터를 경로ID 별 가로로 재구성 함
- DTG 데이터의 전처리는 데이터 필터링, 시간정보 포맷 변환, 좌표변환 후 세로로 구성된 데이터를 경로ID 별 가로로 재구성 함

### ③ DTG

No	항목	설명
1	Trip Key	등록번호 + 정보발생일시
2	운행기록장치 모델명	
3	차대번호	차량 고유번호 1
4	자동차 유형	
5	자동차 등록번호	차량 고유번호 2
6	운송사업자 등록번호	
7	운전자 코드	
8	일일 주행거리	
9	누적 주행거리	
10	차량속도	
11	분당 엔진 회전수	
12	브레이크 신호	1: 유, 2: 무
13	차량위치 X	WGS84 위도
14	차량위치 Y	WGS84 경도
15	GIS 방위각	지점별 방위각
16	가속도 Vx	횡가속
17	가속도 Vy	종가속
18	통신상태코드	
19	운행지역코드	시도 코드
20	정보 발생 일시	YYMMDDHHMMSS

File : RT0										
Record	ID	유형코드	반복(1)				반복(2)			
			시간	X	Y	속도	시간	X	Y	속도
1	3903									
2	8878									
3	3903									
4	3903									



<그림 6> 차량 이동궤적 데이터 변환 및 표준 자료 포맷 구성 예시

### ③ 전처리 기능 개발

○ 전처리 기능은 각 기관/기업 별로 구분하여 기능 구현함

- 전처리 시스템은 데이터 설계한 표준 DB를 데이터를 적재할 수 있도록 기능 구현.
- 사용자의 목적에 따라 정보를 유연하게 변경할 수 있도록 UI설계 및 구현
- 또한 멀티 스레드로 구성하여 최소 1개에서 최대 10개 까지 동시 가공할 수 있도록 구현

- 워본 데이터 필터링 및 변환한 결과는 1일 단위 텍스트 파일로 저장함

2, 21,-584126063, 14844493271, 964573.280287, 1955701.932156, 14844493273, 964573.280287, 1955701.932156, 14844493274, 964573.280287, 1955701.932156, 14844493275, 964573.280287, 19  
8, 41, 1468925996, 1484560556, 1004284.508657, 1910854.968807, 1484560557, 1004281.143739, 1910840.324313, 1484560558, 1004277.867613, 1910825.567129, 1484560559, 1004274.50278  
25, 11,-1035869796, 1484520256, 942382.105202, 1884927.313276, 1484520257, 942382.016179, 1884927.313818, 1484520258, 942381.926402, 1884927.203551, 1484520259, 942382.105202.  
28, 21,-1028029547, 1484493657, 1019634.812188, 1992529.097820, 1484518877, 1019634.812188, 1992529.097820, 1484518878, 1019634.812188, 1992529.097820, 1484518879, 1019634.812  
33, 21,-1028025675, 1484492400, 1018860.330936, 1982703.366128, 1484492401, 1018860.490348, 1982710.578238, 1484492402, 1018860.564070, 1982716.791602, 1484492403, 1018860.463  
43, 21,-140551563, 1484553114, 1038176.085664, 1926703.250709, 1484553115, 1038175.908489, 1926703.249901, 1484553116, 1038176.174251, 1926703.251113, 1484553117, 1038176.174  
53, 16,-1112694364, 1484544523, 1019354.485621, 1984964.569609, 1484544524, 1019354.485621, 1984964.569609, 1484544525, 1019354.485621, 1984964.569609, 1484544526, 1019354.485  
54, 16,-1112694361, 1484555494, 1022729.611995, 1982571.364185, 1484555495, 1022729.611995, 1982571.364185, 1484555496, 1022729.611995, 1982571.364185, 1484555497, 1022729.611  
61, 16,-1112687610, 1484508994, 1019227.337010, 1985731.321125, 1484570895, 1019227.337010, 1985731.321125, 1484570896, 1019227.337010, 1985731.321125, 1484570897, 1019227.337  
66, 16,-1112664484, 1484546895, 1019070.909775, 1984962.130846, 1484546896, 1019070.909775, 1984962.130846, 1484546897, 1019070.909775, 1984962.130846, 1484546898, 1019070.909  
74, 16,-1112596283, 1484542785, 1065153.378037, 1942403.100539, 1484542786, 1065153.378037, 1942403.100539, 1484542787, 1065153.378037, 1942403.100539, 1484542788, 1065153.378  
77, 16,-1112544476, 1484574874, 1066316.399407, 1943901.701943, 1484574875, 1066316.399407, 1943901.701943, 1484574876, 1066316.399407, 1943901.701943, 1484574877, 1066316.399  
78, 16,-1112544454, 1484529866, 1065152.392983, 1964270.017379, 1484529867, 1065152.392983, 1964270.017379, 1484529868, 1065152.392983, 1964270.017379, 1484529869, 1065152.392  
83, 16,-1112508926, 1484538985, 1104299.069517, 1961468.894390, 1484538986, 1104299.072314, 1961468.672487, 1484538987, 1104298.804853, 1961468.891053, 1484538988, 1104298.713  
99, 16,-1083975717, 1484540369, 1129647.711608, 1912685.490984, 1484540370, 1129646.288388, 1912284.078808, 1484540371, 1129650.620025, 1912285.247403, 1484540372, 1129650.866  
103, 11, 1631091366, 1484526756, 1041072.493249, 1935859.241534, 1484526760, 1041072.493249, 1935859.241534, 1484526769, 1041072.493249, 1935859.241534, 1484526770, 1041072.493

<그림 8> 전처리한 DTG 데이터의 결과화면

### 3) KTDB Level6 도로망 네트워크 기반의 경로 가공

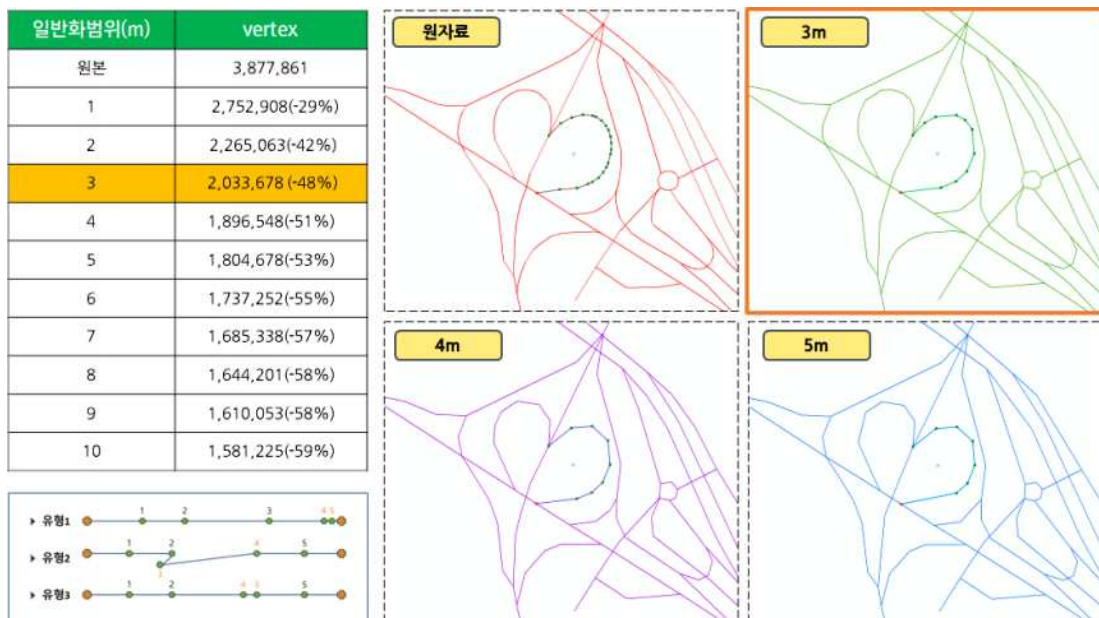
- 전처리한 차량 이동궤적 데이터는 KTDB Level6 도로망 네트워크 기반으로 경로, 속도, 교통량 추정을 위한 기초 데이터를 구축함
- 전처리한 내비게이션 데이터를 KTDB Level6 도로망 네트워크 기반으로 포인트를 링크와 맵매칭 후 경로를 보정함
- 경로보정은 전처리한 데이터를 KTDB Level6 도로망 네트워크와 맵매칭 후 개별통행 별로 경로가 튀거나, 연결성이 끊어진 부분을 보정하여 연속성 있는 경로데이터를 생성함

- 차량에 대한 정차시간에 대한 기준을 정의하여, 이를 기준으로 경로를 분리함. 정차시간은 이벤트 데이터의 전후의 시간차를 계산하여 경로를 분리함
- 또한, 거리차에 대해서도 기준을 정의하여, 이를 기준으로 이벤트 전후의 거리간격을 계산하여, 특정간격이상 발생 시 경로를 분리함
- 포인트 기반의 차량 이동궤적 데이터를 링크와 정확하고 빠르게 맵매칭하기 위하여 링크를 가공함
  - 단선으로 구축된 링크를 Offset하여 물리적인 양방향 링크를 생성함



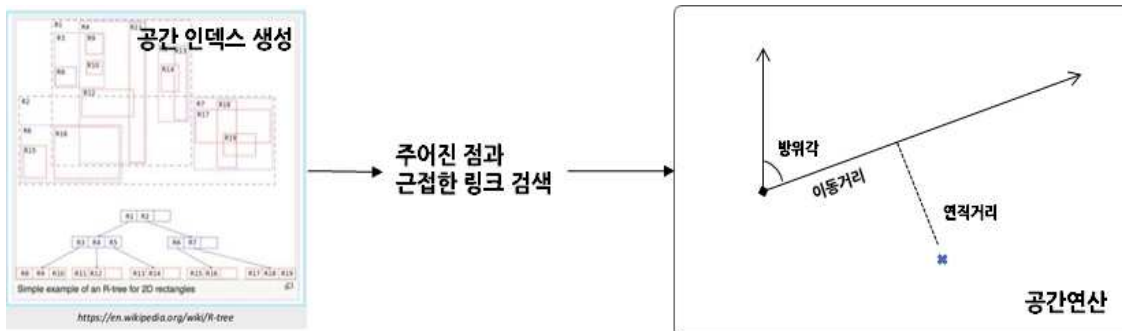
<그림 9> 단선 링크 → 양선 링크로 변경 예시

- 링크의 버텍스 오류 및 공간연산시간 단축을 위해 링크를 일반화하여 버텍스 축소 및 버텍스 오류를 제거함.
- 이를 위해, 일반화 범위를 1m씩 증가하며 테스트한 결과, 일반화의 범위를 3m로 처리하는 것이 버텍스 축소 및 형상 왜곡현상을 최소화하였음



<그림 10> 링크 형상 일반화 예시 화면

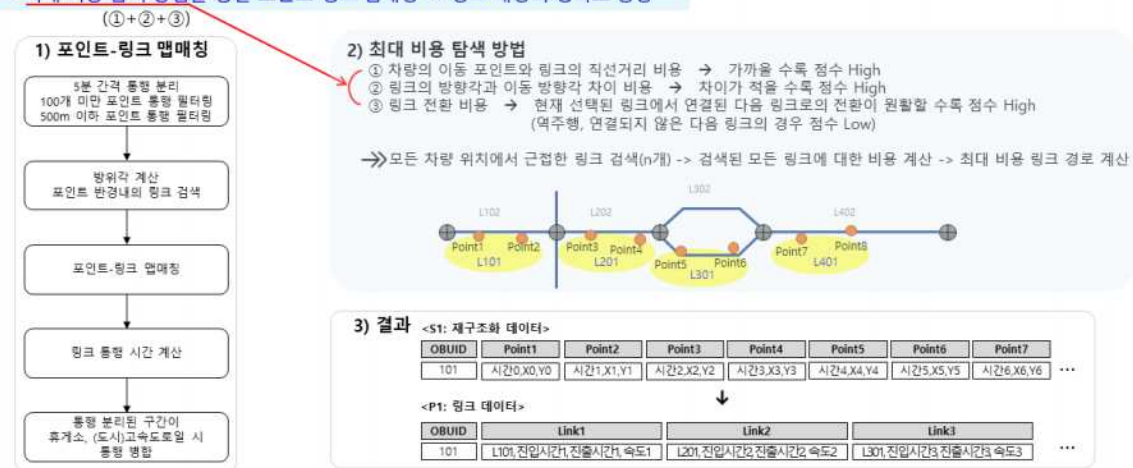
- 가공한 링크를 기반으로 포인트 정보와 공간 조인 후 대상 포인트와 근접한 링크를 검색함
- 검색된 대상 링크들과 대상 포인트 간의 연직거리, 방위각 계산 등을 수행하여 비용이 최소화된 링크와 맵매칭 함



<그림 11> 검색을 위한 공간 인덱스 생성 및 공간연산 예시

- 차량 이동궤적 데이터 별로 포인트와 링크 간의 매칭 비용(거리비용, 방향각 비용, 전환비용)을 계산하여, 최소 경로 비용을 탐색하여 링크 기반으로 경로를 생성함

• 최대 비용 탐색 방법을 통한 포인트-링크 맵매칭 -> 링크 매칭의 정확도 향상

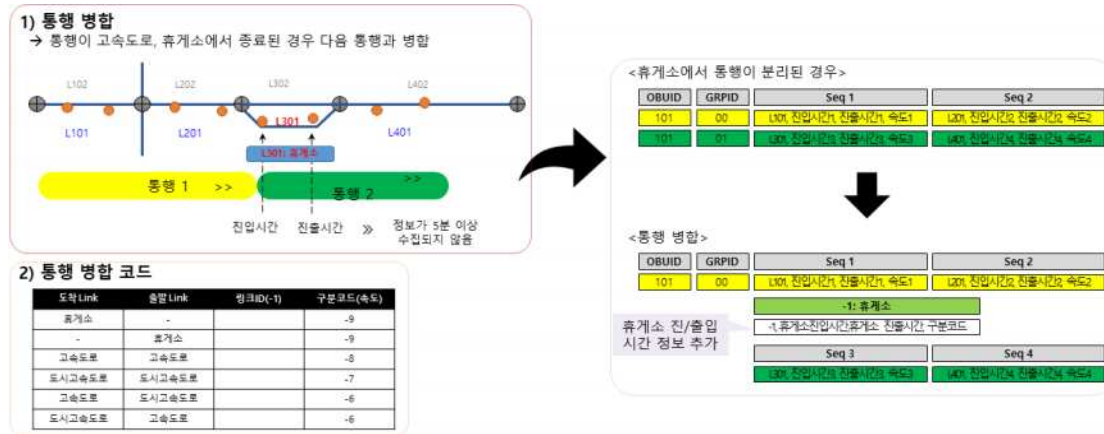


<그림 12> 링크 맵매칭

- 통행 병합
  - 통행 병합은 고속도로 구간, 휴게소에서 종료 된 경우 분리된 경로를 하나의 경로로 생성하여 통행을 만드는 과정
  - 통행이 병합되는 경우는 휴게소-휴게소, 고속도로-고속도로, 도시고속도로-고속도로 조합의 경우 발생



- 동일 차량에 대한 도착과 출발 링크의 도로 정보를 비교하여 고속도로에서 통행이 종료된 경우 통행을 병합하며, 병합 시 시간 정보 및 구분 코드 정보를 추가



<그림 13> 통행 병합

#### 4) KTDB Level6 도로망 네트워크 기반의 속도 DB 구축

- 속도 DB 구축은 링크와 매칭된 궤적정보의 진입시간과 진출시간을 이용하여 속도정보를 산출함.
- 이에 정확한 속도정보를 산출하기 위해서는 궤적자료에 대한 이상치 데이터 제거하고, 또한 신호정차 외의 주차목적에 의해 정차한 정보에 대해서도 제거 및 보정된 궤적정보를 사용하여 신뢰성 있는 링크 통행시간을 산정할 수 있음
- 본 과업에서 개선한 속도 DB 구축 알고리즘을 이용하여 궤적자료 보정 및 속도 DB를 산출함
- 궤적 정보에 포함되어 있는 국부적인 오차(GPS 관측오차, 음영구간 통과 등) 보정을 위해 Wavelet Denoising 기법을 적용하여 개별 주행 특성을 고려한 궤적 보정 가능
- Wavelet Denoising 기법은 기저 함수(Sin, Cos, Sin + Cos)의 무한한 합으로 어떠한 형태의 분포든 표현 가능하여 개별 주행 특성과 연관된 기저 함수를 활용 이상치 요소 신호 선별 및 제외함
- 개별 주행 특성을 고려한 궤적 보정으로 비정상적인 주행 행태를 판별 및 보정 가능하여 합리적 이상치 제거
- Wavelet Denoising을 통해 보정된 궤적은 신뢰성 있는 링크 통행시간 산정을 가능케 함

## 5) 통합 경로 데이터 생성 및 압축

- 통행경로분석, 주요 경로, 영향권 분석의 경우 내비게이션 경로 자료로부터 Path 정보를 검색하여 내비게이션 이용자의 경로 데이터로부터 경로를 추출하여 정보를 표현함
- 내비게이션 1년 자료의 경우 약 1억건의 이벤트(링크)로 구성되어 있음. 웹기반 환경에서 1억건(년)의 데이터를 검색 및 추출해서 실시간 서비스를 하는 것은 정상적인 서비스 속도를 갖을 수 없음
- 서비스 속도 향상을 위한 방안으로 경로 데이터 압축과 NoSQL 솔루션 적용을 통해 검색 속도를 향상
- 경로 데이터에 압축 방법을 통해서 검색 DB의 양을 줄임으로서 검색 서비스를 향상 시킬 수 있음
- 또한, 경로 정보를 RDBMS에서 탑재하여 검색하지 않고 문서 기반 NoSQL 솔루션을 적용함으로써 경로 정보를 빠르게 검색할 수 있음

## 나. 원시 데이터 검증 및 분석 시스템 구축

- 링크웨어 내비게이션/현대MN 내비게이션/DTG 자료는 서로 다른 데이터 구성으로 제공되고 있으며, 오류유형 또한 다양한 형태로 발생함. 이에 자료 별 데이터 특징 및 오류 유형을 분석하여, 이를 기반으로 원시 데이터 검증 및 필터링 할 수 있는 시스템을 개발하고자 함
- 데이터 검증은 파일에 대한 오류(파일깨짐), 좌표에 대한 오류, 데이터 구성요소에 대한 오류 등을 검증 및 제거할 수 있도록 함
- 데이터 필터링은 본 과업에서 사용되지 않는 불필요한 부가정보를 제거하여 데이터를 경량화 시키고자 함
- 또한 데이터 가공속도를 향상시키기 위해, 세로로 나열된 정보를 차량고유ID(OBUID)별 로 정렬 후 한줄로 나열하여 레코드를 최소화 하여, 검색속도를 향상시키고자 함
- 원시 데이터를 분석하기 위해 통계 DB를 작성하도록 개발
- 각 제공사 별로 데이터 구성요소 및 파일 형식이 상이하여, 각 제공사 별로 검증 기능 및 통계 기능을 개발하도록 함
- 각 제공사별로 검증 및 필터링을 정해진 필드만을 추출하는 것이 아니라 사용자가 추출할 필드를 설정하게 함으로써 추후 표준 테이블 포맷이 변경되더라도 프로그램을

수정하지 않고 유연하게 표준 테이블 포맷을 확장 할 수 있도록 기능 구성

- 최적의 멀티스레드를 구성하여 변환 및 통계 DB 생성에 소요되는 절대적인 시간을 감축함
- 한 달 단위의 원시 데이터를 입력받아 일 단위의 데이터 검증 및 필터링 데이터 저장

## 다. 교통량 추정 및 속도 DB 구축 알고리즘 개선

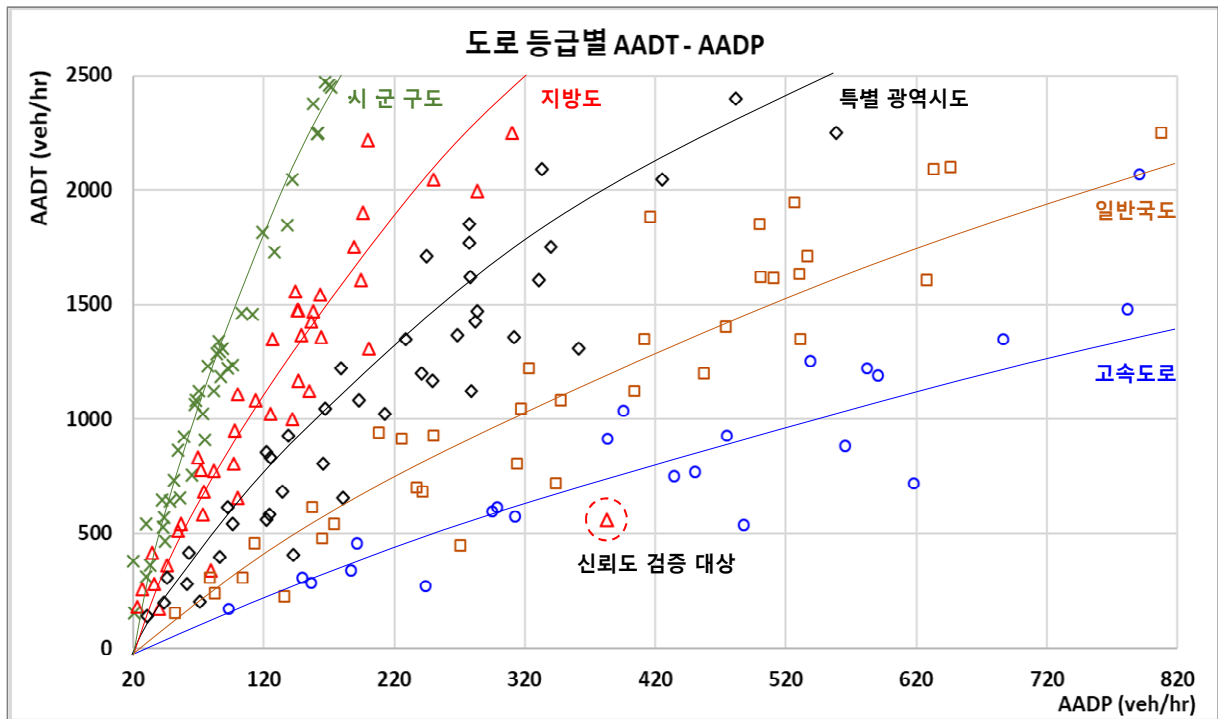
### 1) 관측 교통량 신뢰도 검증 알고리즘의 필요성 및 검증 방안

- 관측 교통량은 조사원의 인적 오류, 검지기의 기계적 오류로 인한 관측 오류(이상치)의 포함 가능성이 항상 존재함
- 이는 관측 교통량 자료의 한계로 관측 교통량의 신뢰도 검증은 필수적임
- 내비게이션 프로브 교통량의 전수화 신뢰성을 확보하기 위해서는 관측 오류의 배제 또는 합리적 조정을 수행함 → 관측 오류의 판단이 선행되어야 함
- 관측 오류를 판단하기 위해 대상 지역의 상시/수시 조사 교통량(이하: AADT, Annual Average Daily Traffic)과 내비게이션 프로브 교통량(이하: AADP, Annual Average Daily Probe)을 변수로 회귀분석을 수행함

### 2) 관측 교통량 신뢰도 검증 알고리즘 프로세스

#### ① 신뢰도 검증 대상 구간 선정(Step1)

- 도로등급별(고속국도, 일반국도, 지방도, 광역시도 등) AADT와 AADP 간의 관계는 일정한 수준을 보임
- 각 도로등급별 AADT와 AADP 간 회귀분석을 통해 최적화된 지수 함수( $y = \alpha x^\beta$ ,  $y$ : AADT,  $x$ : 보정된 AADP)를 도출
- 각 도로등급별 AADT와 AADP 간 지수 함수의 경계 범위(boundary) 설정
- 해당 경계를 벗어난 지점의 AADT 교통량을 검증 대상 구간으로 선정
- 선정된 검증 대상 구간은 STEP2, STEP3 과정을 통해 신뢰도 검증 수행

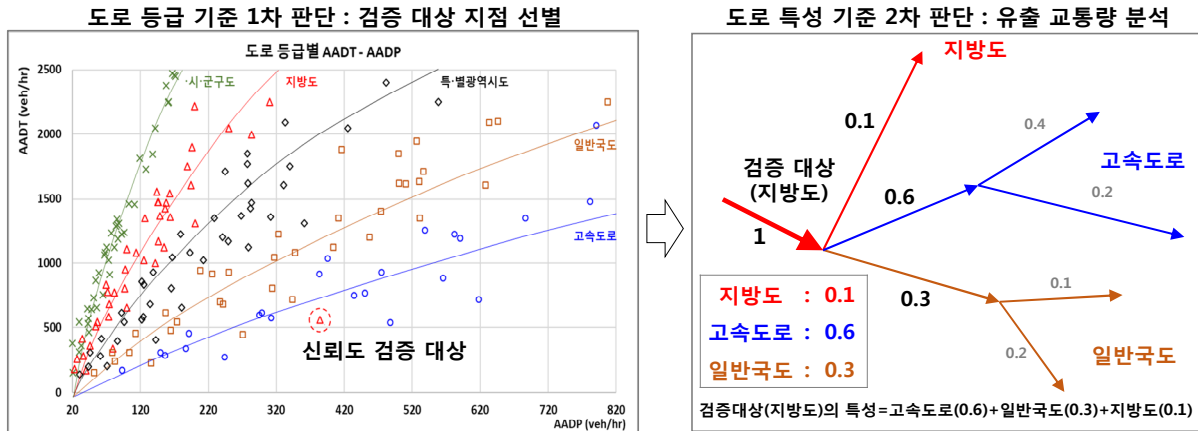


<그림 14> 신뢰도 검증 대상 구간 선정

## ② 검증 대상 구간의 도로 특성 분석(Step2)

- 도로등급 전환구간(도로 등급이 분기되는 구간)은 지정된 도로등급과 다른 도로 특성을 보임  
→ 고속도로와 연결된 국도의 경우(고속도로 특성 + 국도 특성)
- 검증 대상구간의 도로 특성 분석을 통해 지정된 도로등급과 그 특성이 동일한지 여부를 판단
  - 도로등급과 그 특성이 동일한 경우 → 관측 오류(이상치) 배제 또는 조정
  - 도로등급과 그 특성이 동일하지 않은 경우 → 해당 특성에 따른 신뢰도 검증 수행(STEP3)
- 대상 구간의 도로 특성 분석은 검증 대상 구간을 통과한 AADP의 유출 교통량 기반으로 수행
- 유출 링크의 등급과 유출 교통량에 따라 검증 대상 구간의 도로 특성이 결정됨
  - 검증 대상구간이 지방도인 경우(지방도→지방도: 0.1, 지방도→고속도로: 0.6, 지방도→일반국도: 0.3)
  - 대상구간의 도로 특성(특성 값)은 고속도로(0.6), 일반국도(0.3), 지방도(0.1)

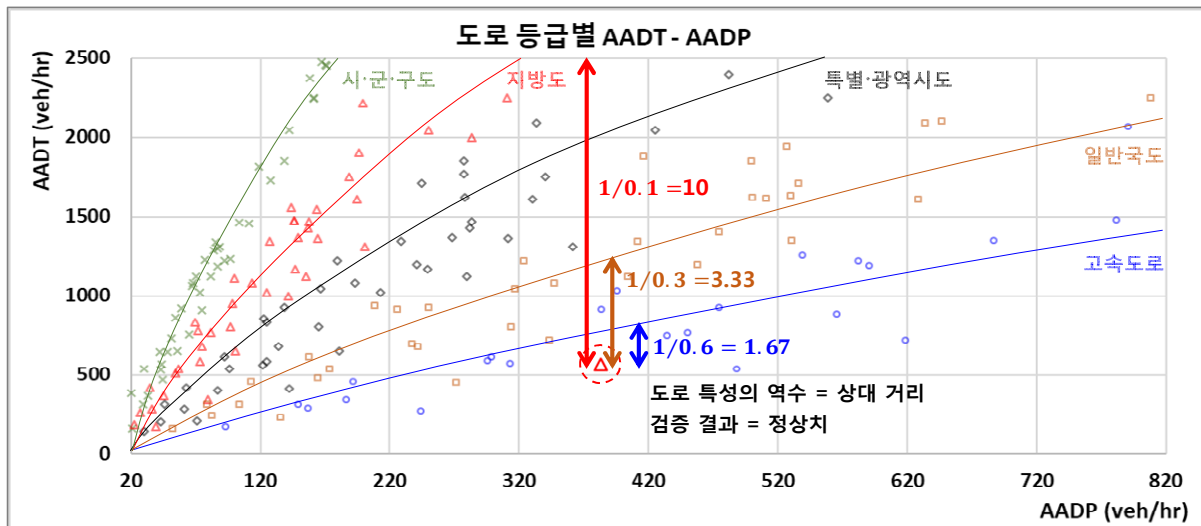




<그림 15> 검증 대상구간의 도로 특성 분석

③ 도로 특성에 따른 관측 교통량 신뢰도 검증(Step3)

- Step2(검증 대상구간의 도로 특성 분석)에서 산정된 특성 값(유출 교통량비)의 역수를 상대 거리로 정의, 상대거리기반 검증 대상 구간의 분포 위치와 일치 여부를 확인
- 대상 구간의 분포 위치와 일치하지 않는 경우 → 관측 오류(이상치) 배제 또는 조정



<그림 16> 도로 특성에 따른 관측 교통량 신뢰도 검증

### 3) 관측 교통량 전수화 알고리즘 프로세스

#### ① 인접 구간 AADT 집계를 통한 24시간 AADT 자료 구축(STEP1)

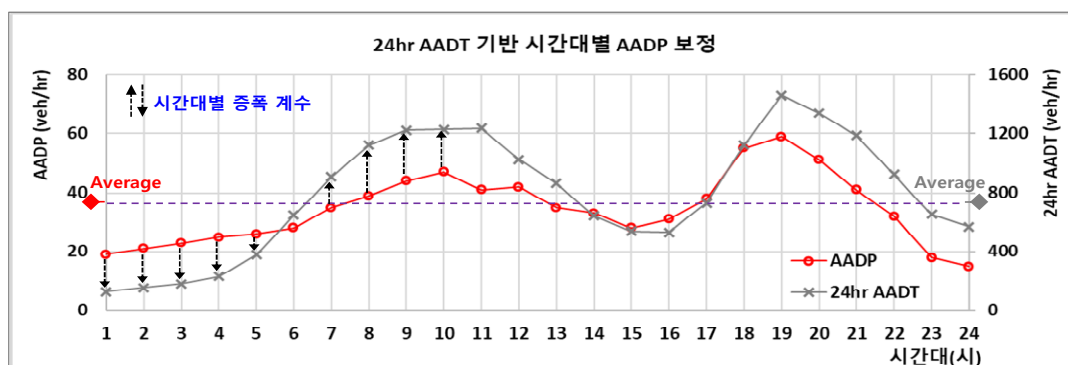
- 신뢰도 확보를 위해 대상 링크에 인접한 AADT 집계 수행 → 24시간 AADT 자료 구축
- 24시간 AADT 자료 구축 시 대상구간과의 유사성 기반 AADT 자료 집계 수행
- 집계의 기준은 대상 구간의 유출·입 교통량 비 기반, 인접 거리 기반 적용



<그림 17> 인접 구간 AADT 집계를 통한 24시간 AADT 자료 구축

#### ② 24시간 AADT 기반 시간대별 AADP 보정(STEP2)

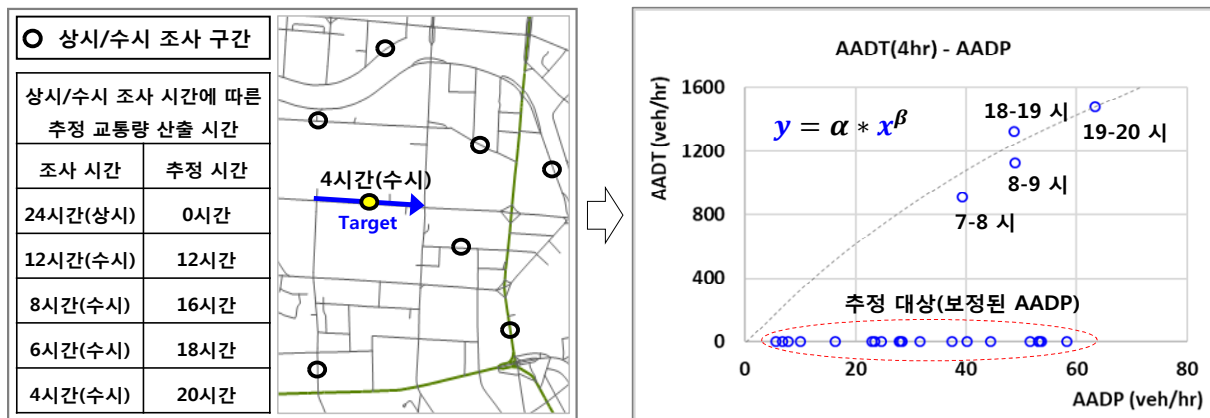
- 주어진 조건하에 합리적인 보정을 수행하기 위해 실제 교통량의 분포를 STEP1에서 구축된 24시간 AADT로 간주함
- 24시간 AADT의 평균 대비 증감정도와 AADP의 평균 대비 증감정도를 기반으로 시간대별 증폭계수를 산정 → 산정된 시간대별 증폭계수를 기반으로 보정된 AADP를 산출



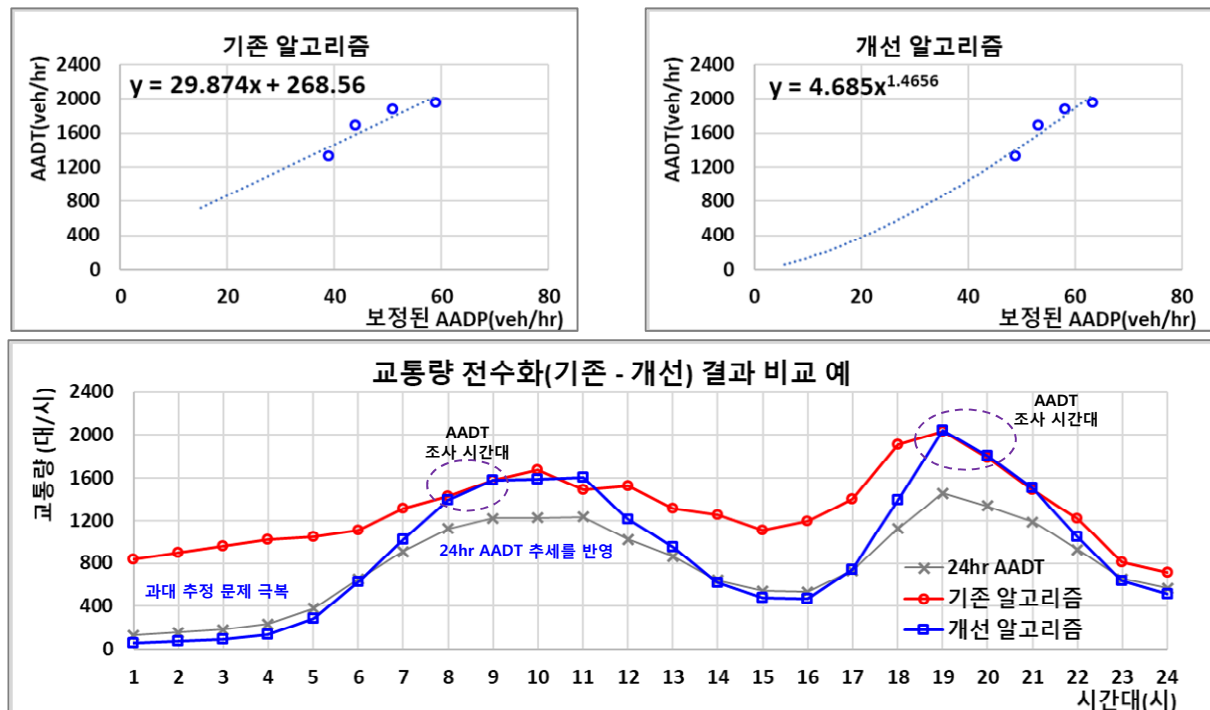
<그림 18> 24시간 AADT 기반 시간대별 AADP 보정

### ③ 추정 교통량 자료 구축(보정된 AADP 전수화)(STEP3)

- 대상 구간의 조사 시간대에 해당하는 AADT(예: 4개 시간대)를 종속변수, 동일 시간대의 보정된 AADP를 독립변수로 회귀분석 수행 ( $y = \alpha x^\beta$ ,  $y$ : AADT,  $x$ : 보정된 AADP)
- 추정 대상 시간대(AADT 조사 시간대 외)에 해당하는 보정된 AADP를 최적화된 지수 함수에 적용(전수화)하여 추정 교통량 자료를 구축



<그림 19> 추정 교통량 자료 구축

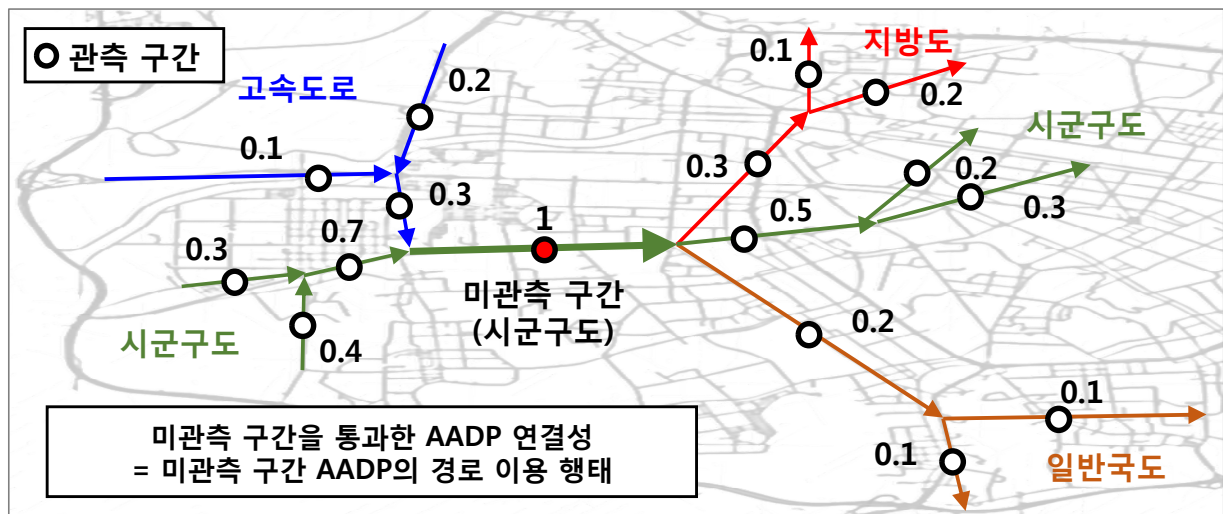


<그림 20> 교통량 전수화 개선 알고리즘의 결과

#### 4) 교통량 추정 알고리즘 프로세스

##### ① 미관측 구간 기준 AADP의 연결성 집계(STEP1)

- 합리적인 대상 선정을 위해 미관측 지점을 통과한 AADP의 경로 이용행태를 분석함
- 경로 이용행태 → 미관측 구간의 경로 통행량 기준 유입, 유출 비를 산정
- 경로 이용행태는 AADP의 비율로 산정( 미관측 지점 = 1, 타 관측 지점 < 1 )
- 각 구간의 AADP 비율은 미관측 구간과의 연결성으로 정의함
- 즉, 미관측 구간과 가장 유사한 관측 구간을 선정하고 선정된 관측 구간의 가중치를 설정하기 위해 미관측 구간 기준 AADP의 연결성을 집계함



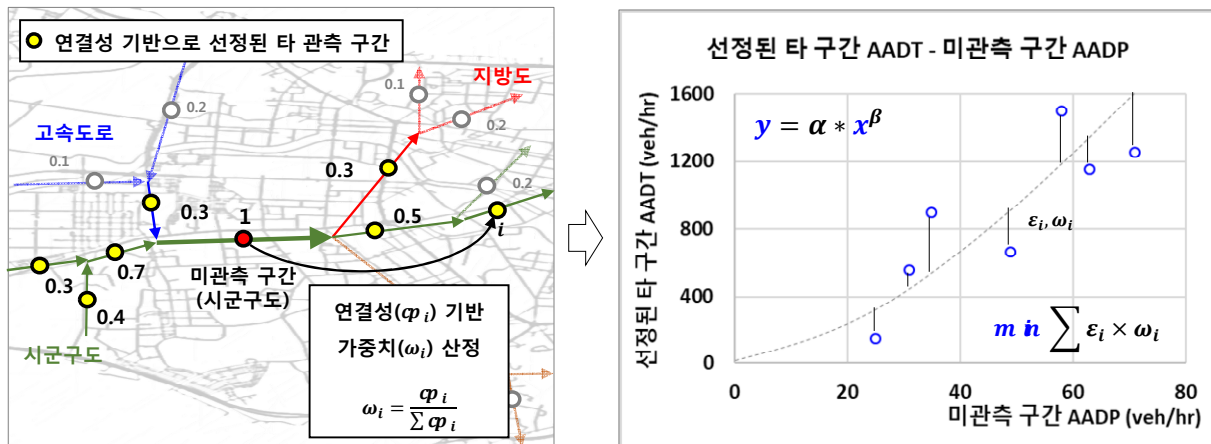
<그림 21> 미관측 구간 기준 AADP의 연결성 집계

##### ② 미관측 구간 기준 AADP 연결성 기반 타 관측 구간 선정 및 가중치 설정(STEP2)

- STEP1에서 집계된 연결성을 정도에 따른 정렬(내림차순)을 수행함
- 정렬된 연결성은 우선순위에 따라 누적 연결성을 산정함
- 일정 수준 누적 연결성까지의 타 관측 구간을 대상으로 선정함
- 미관측 구간과 대상으로 산정된 타 관측 구간 간의 연결성을 산정함
- 각 연결성( $cp_i$ ) 기반의 가중치( $\omega_i$ )를 산정 → 조정오차( $\varepsilon_i$ ) 포함

### ③ 미관측 구간 교통량 추정(STEP3)

- 선정된 각 타 관측 구간의 가중치( $\omega_i$ )는 연결성( $cp_i$ ) 과 조정오차( $\varepsilon_i$ )로 산정  $\rightarrow \omega_i = cp_i / \sum cp_i$
- 선정된 각 타 관측 구간의 AADT를 종속변수, 미관측 구간의 AADP를 독립 변수로 회귀분석 수행
- 조정오차( $\varepsilon_i$ )를 조정해 가며 최적화( $\min \sum \varepsilon_i \times \omega_i$ ) 수행
- 최적화된 지수 함수( $y = \alpha x^\beta$ ,  $y$ : 타 관측 구간 AADT,  $x$ : 미관측 구간 AADP)를 도출
- 미관측 구간의 AADP를 최적화된 지수 함수에 적용하여 추정 교통량 자료를 구축

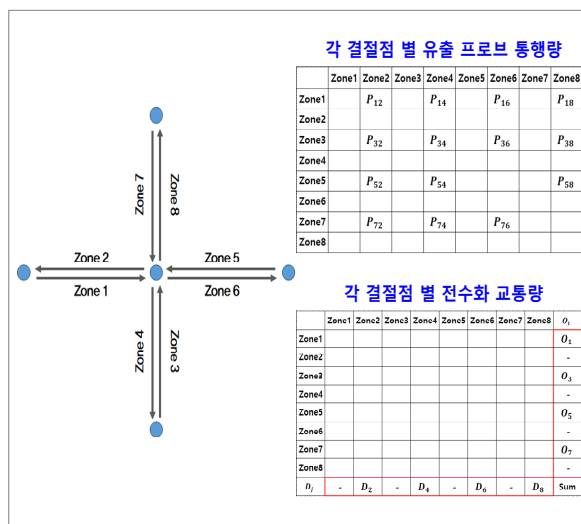


<그림 22> 미관측 구간 교통량 추정

## 5) 회전 교통량 산정 알고리즘 개선

&lt;표 1&gt; 회전 교통량 산정 알고리즘 개선 방안

구분	기존 알고리즘	개선 알고리즘
분석 대상	회전통행 발생 지점별(교차로, IC, JC)	회전통행 발생 지점별(교차로, IC, JC)
분석 자료	기존 전수화 교통량, AADP 활용	개선된 전수화 교통량, AADP 활용
분석 방법	프라타(Fratar)모형 적용 → 회전 AADT	유전자 알고리즘 적용 → 회전 AADT

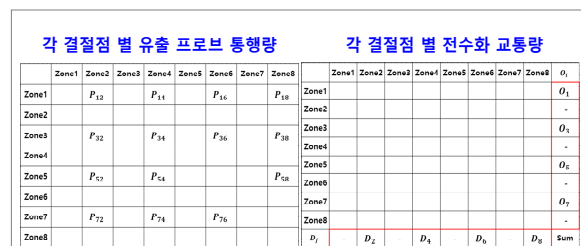


OD Balancing(프라타 모형 적용)

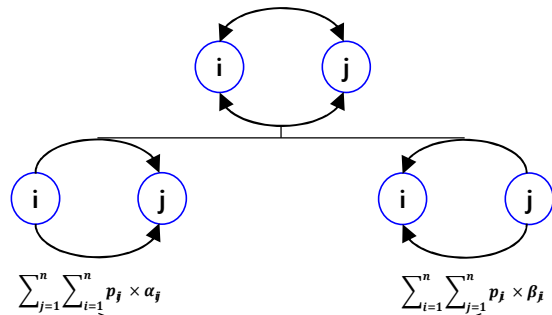


	Zone1	Zone2	Zone3	Zone4	Zone5	Zone6	Zone7	Zone8	$O_i$
Zone1		3		172		103		22	300
Zone2									-
Zone3		95				333		72	500
Zone4									-
Zone5		85		109				6	200
Zone6									-
Zone7		67		19		64			150
Zone8									-
$D_j$	-	250	-	300	-	500	-	100	Sum

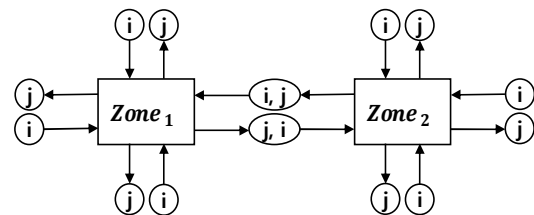
(a) 기존 알고리즘



OD Balancing(유전자 알고리즘 적용)



교배 및 돌연변이(Crossover &amp; Mutation) 학습

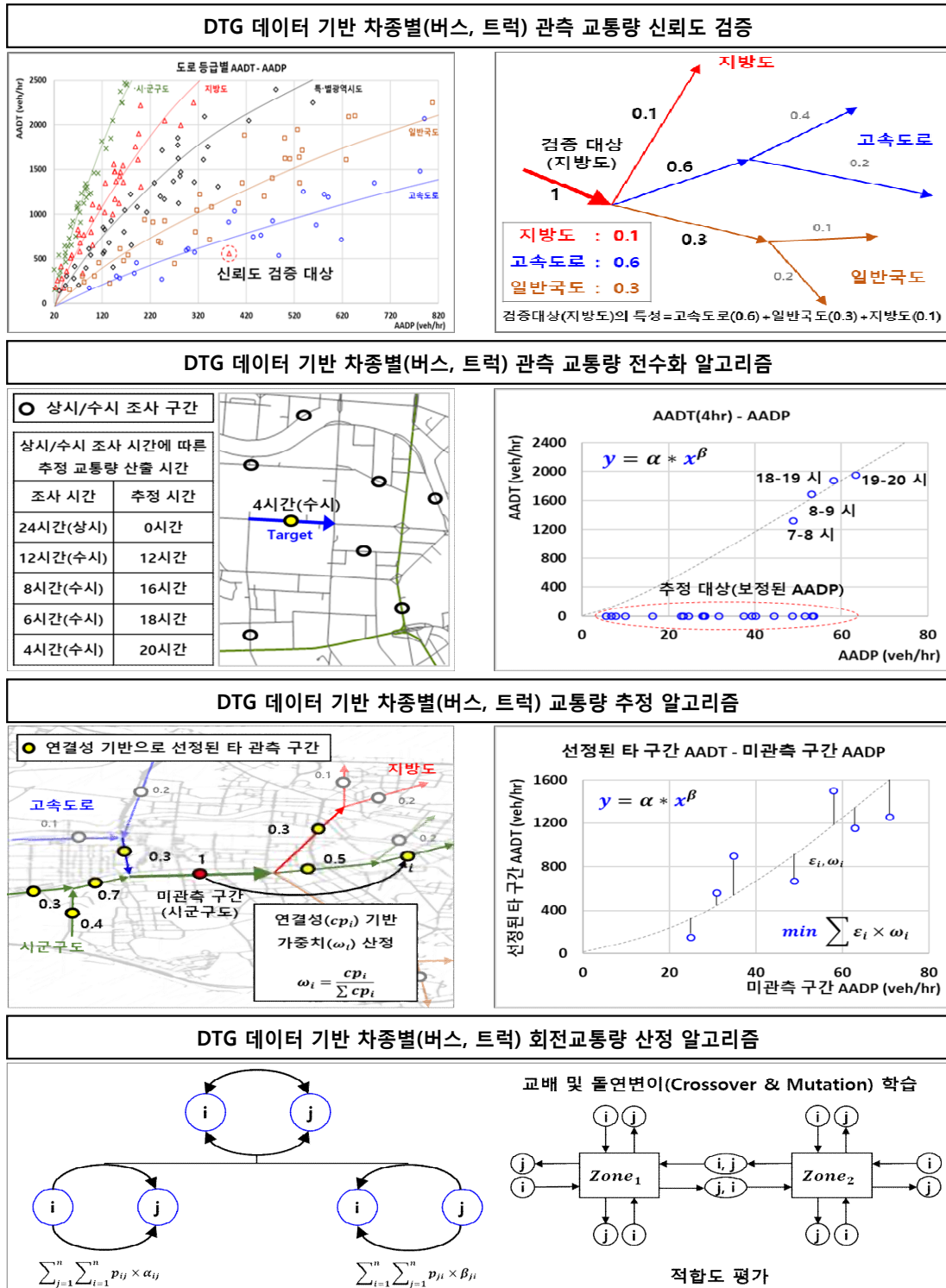


적합도 평가

(b) 개선 알고리즘

&lt;그림 23&gt; 회전 교통량 산정 알고리즘 개선 방안

## 6) DTG 데이터를 이용한 차종별 교통량 추정 알고리즘 개발



&lt;그림 24&gt; DTG 데이터를 이용한 차종별 교통량 추정 알고리즘

## 7) 교통량 추정 모듈 개선

&lt;표 2&gt; 교통량 추정 모듈 개선 방안

기존 모듈 기능	개선 모듈 기능
승용차 교통량(전수화, 미관측, 회전) 산출	관측(조사) 교통량 신뢰도 검증
	신뢰성 확보된 관측(조사) 교통량 자료 활용
	승용차, 버스, 트럭 차종별 교통량(전수화, 미관측, 회전) 및 전수화 계수 산출



(a) 기존 모듈

(b) 개선 모듈

&lt;그림 25&gt; 교통량 추정 모듈 개선 방안



## 8) 속도 DB 구축 알고리즘 개선 방안

### ① 궤적 전처리 과정의 필요성

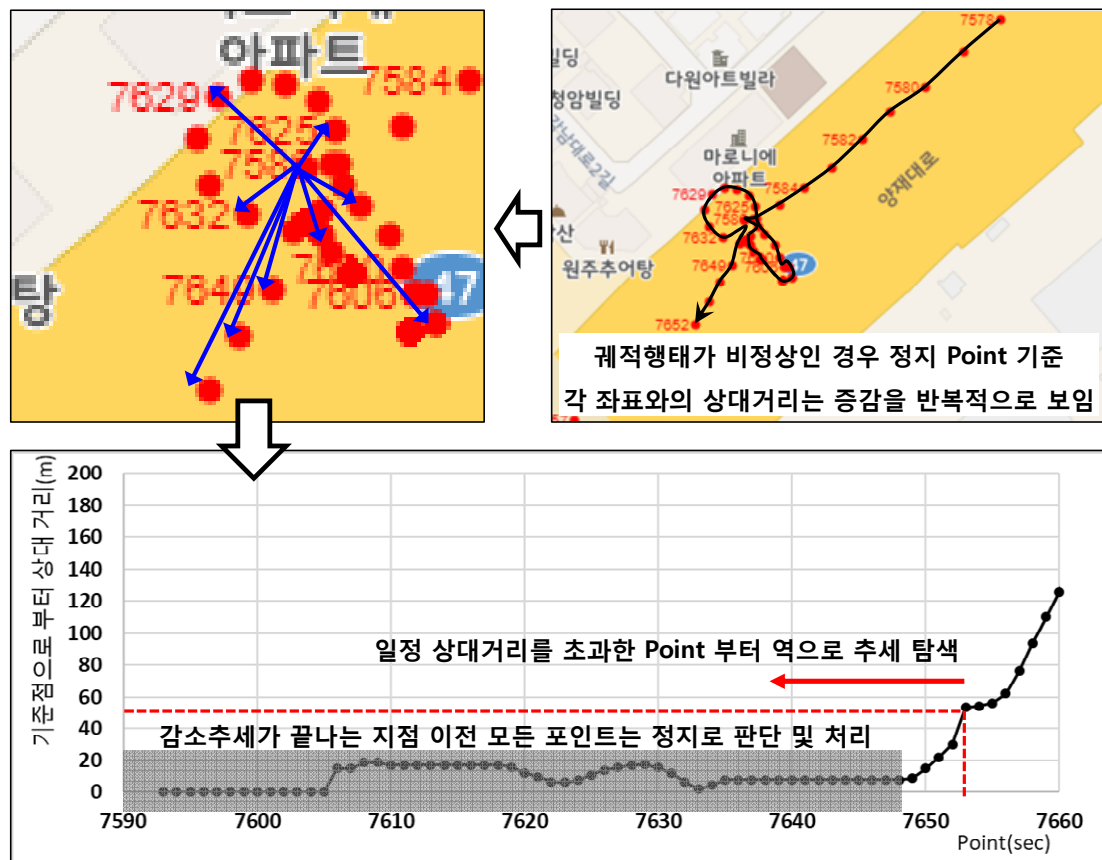
- 원시 궤적 데이터 분석 결과 단말기 성능에 따라 차량이 정지 시 정지 위치 기준 일정 범위 내에서 지속적으로 좌표 값이 수집되는 다양한 유형의 행태를 보임(정지 후 빙글빙글 도는 행태, 기존 벡터량을 기반으로 지속적인 직진 행태를 보인 후 원위치로 돌아오는 행태, 지속적인 직진 및 후진 행태 등)
  - 정지~출발 까지 제어 및 운영 지체로 인한 실제 해당 차량의 정지시간 산출이 불가능
  - 실제 해당 차량의 속도가 아닌 왜곡된 속도값이 산출됨
- 차량의 주행에도 불구하고 간헐적인 GPS 송수신 상태 불량 또는 음영구간 진입으로 인해 해당 포인트 좌표가 소실되는 경우가 발생
  - 음영구간 진입으로 인해 소실된 포인트 및 구간의 속도는 0으로 산정됨
- 궤적 데이터 특성을 통해 주행상태를 판별하고, 그에 따른 보정이 필수적임(x 좌표, y 좌표)



<그림 26> Stop & Go 보정의 필요성

## ② Stop & Go 보정 알고리즘

- 궤적 데이터 주행상태 판별
  - 포인트 간 거리( $p_t = ((p_{t(x)} - p_{t-1(x)})^2 + (p_{t(y)} - p_{t-1(y)})^2)^{0.5}$ )와 변동량 분석을 통해 해당 포인트의 주행상태 및 정지여부 판별
- 정지 포인트 기준 안전거리(예: 50m)를 넘는 포인트까지 좌표별 상대 거리 산정
  - 최초 정지 포인트 좌표( $p_t$ ) 기준, 상대 거리( $p_{t+1} - p_t, p_{t+2} - p_t, \dots$ ) 산정(설정된 안전거리를 초과할 때까지)
- 조건을 만족한 상대거리( $p_{t+n} - p_t$ )에서 초기 상대거리( $p_{t+1} - p_t$ )까지 역으로 감소추세가 종료되는 지점 탐색
  - 정지 후 발생하는 이상행태는 정지 포인트 기준 상대 변위차를 통해 판별이 가능함(정상: 엔트로피의 지속적 증가, 비정상: 엔트로피의 증감 반복)
- 감소추세 종료되는 이전 지점은 정지로 판단 및 처리



<그림 27> Stop & Go 보정 알고리즘의 개념

○ Stop & Go 보정 알고리즘 적용 결과

- 정지후 유턴, 정지후 일반 주행 등 다양한 유형에 대해 Stop & Go 보정 알고리즘의 적정성을 검증한 결과는 다음과 같음



<그림 28> Stop & Go 보정 알고리즘 적용 결과(정지 후 유턴)



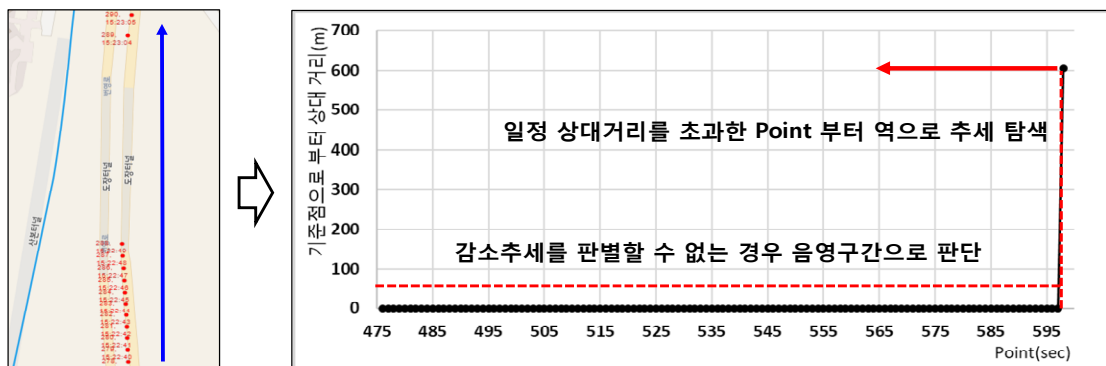
<그림 29> Stop & Go 보정 알고리즘 적용 결과(정지후 이상유형)



<그림 30> Stop & Go 보정 알고리즘 적용 결과(정지후 이상 유형)

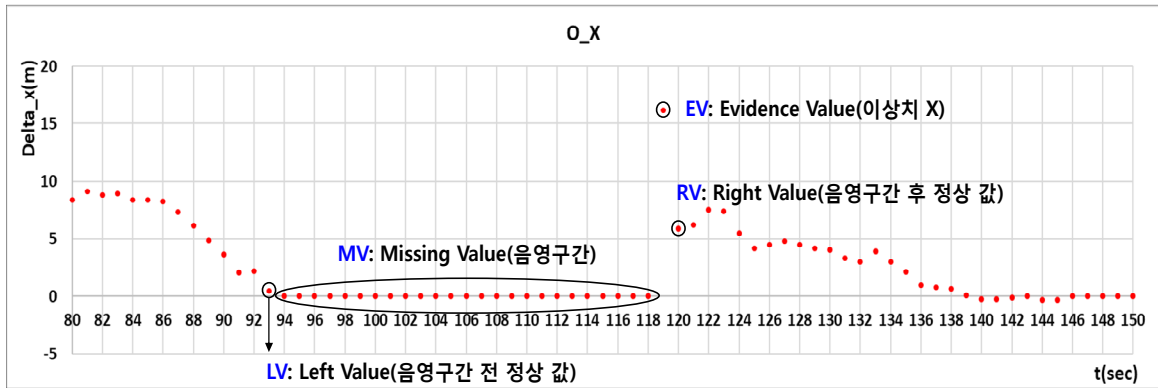
### ③ 음영구간 판단 및 재구성 알고리즘

- 포인트간 거리( $p_t = ((p_{t(x)} - p_{t-1(x)})^2 + (p_{t(y)} - p_{t-1(y)})^2)^{0.5}$ )와 변동량 분석을 통해 해당 포인트의 주행상태 및 정지여부 판별
  - 정지 후 음영구간을 진입하거나 음영구간 통과 후 정지한 유형도 존재함
  - 다양한 유형에서 음영구간 진입 여부 판단이 필요함
- 최초 소실 포인트 또는 정지 포인트 기준 안전거리(예: 50m)를 넘는 포인트까지 좌표별 상대 거리 산정
  - 최초 소실 포인트 좌표( $p_t$ ) 기준, 상대 거리( $p_{t+1} - p_t, p_{t+2} - p_t, \dots$ ) 산정(설정한 안전거리를 초과할 때까지)
  - 음영구간은 정지 상태와 달리 음영구간 진입으로 인해 GPS 송수신 신호가 완전히 사라져 지속적인 좌표 소실행태를 보인 후 좌표 Jumping 현상이 나타남
- 조건을 만족한 상대거리( $p_{t+n} - p_t$ )와 초기 상대거리( $p_{t+1} - p_t$ )가 동일한 경우(감소 추세를 판별할 수 없는 경우) 음영구간 진입으로 인한 좌표 소실 유형판단



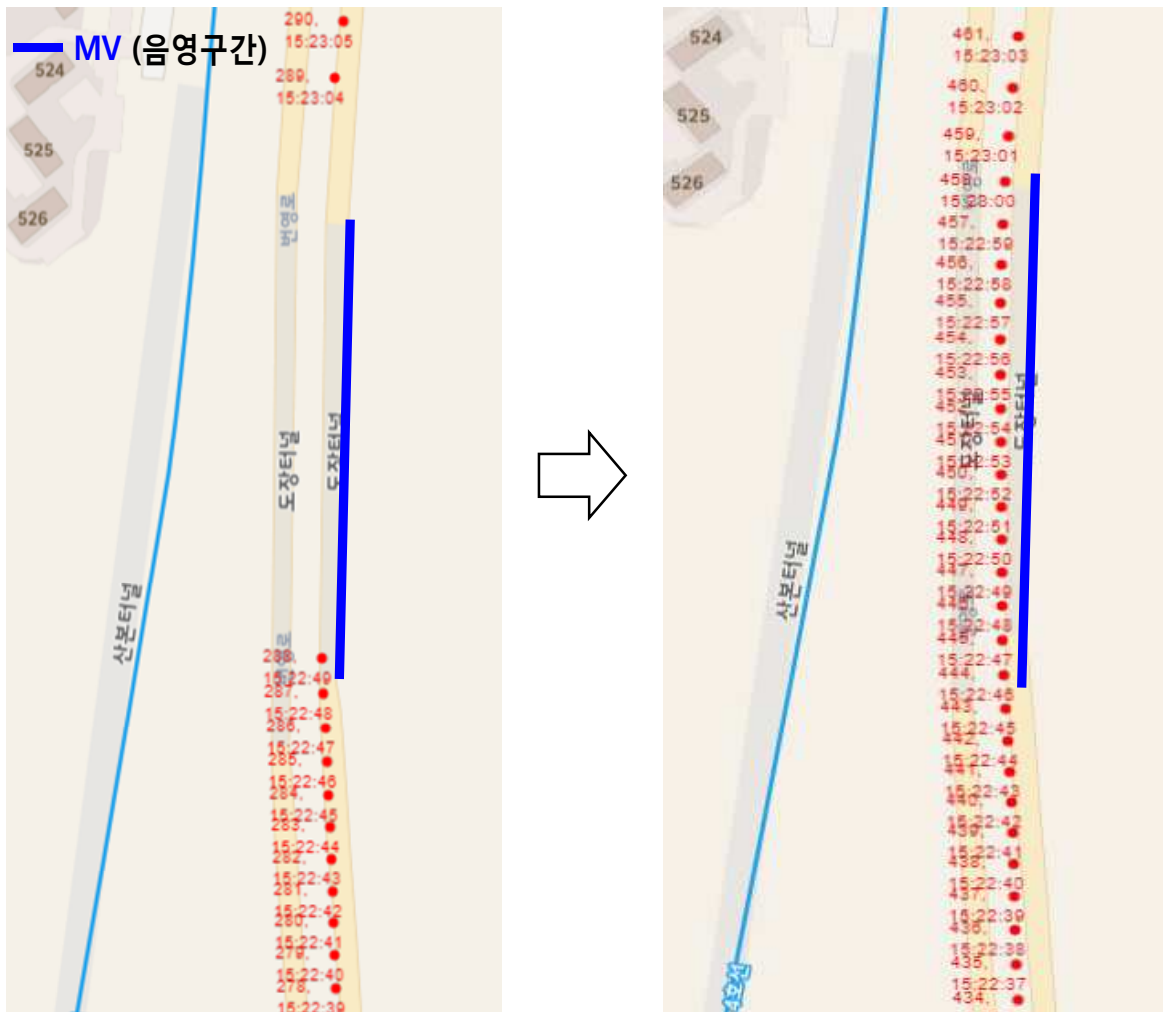
<그림 31> 음영구간 판단 개념

- 해당 유형이 음영구간으로 판단된 경우 음영구간 이전 ~ 이후 구간의 각 포인트 좌표의 변위( $\Delta x = p_{t(x)} - p_{t-1(x)}, \Delta y = p_{t(y)} - p_{t-1(y)}$ ) 산출
- 음영구간 진입 전 정상 좌표 변위(LV: Left Value), 음영구간 진입 후 정상 좌표 변위(RV: Right Value), Jumping된 좌표 변위(EV: Evidence Value) 총 3 변수를 활용 2차 함수의 형태로 궤적 재구성
  - $x$ 좌표,  $y$ 좌표 변위량에 대해 각각 수행 후 조정된  $x$ 변위량,  $y$ 변위량을 통해 좌표( $p_{n(x)}, p_{n(y)}$ ) 재구성



<그림 32> 음영구간 재구성 개념

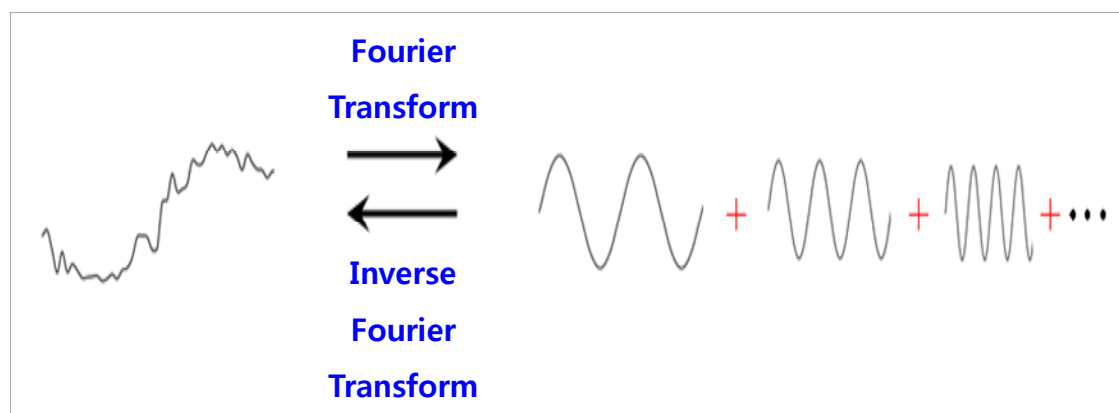
- 음영구간 판단 및 재구성 알고리즘 적용 결과
  - 음영구간 판단 및 재구성 알고리즘의 적정성을 검증한 결과는 다음과 같음



<그림 33> 음영구간 재구성 결과

## ④ 국부적 오차 보정 알고리즘

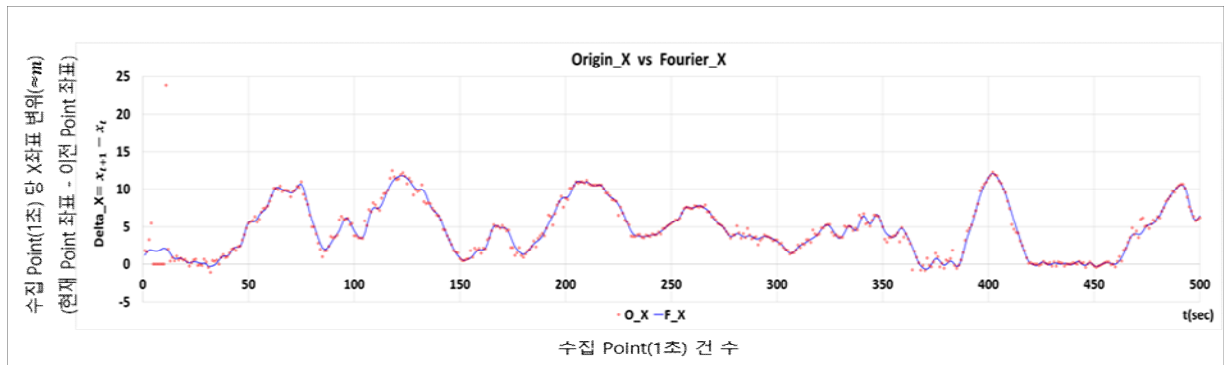
- 레적 정보에 포함되어 있는 국부적인 오차(GPS 관측오차, 음영구간 통과 등)의 보정을 위해 Wavelet Denoising 기법을 적용함
  - 개별 주행 특성을 고려한 레적 보정이 가능함
- Wavelet Denoising(Discrete Fourier Transform) 개념
  - 어떠한 주기/비주기 형태의 신호(Signal)라도 기저 함수(sin, cos, sin+cos, 등)의 무한한 합으로 표현 가능함
  - Fourier Transform: 기저 함수의 주기or주파수를 변화해 가면서 Correlation 정도에 따라 대상 신호를 구성하는 요소 신호의 추출이 가능함(이상치를 유발하는 요소 신호판별이 가능)
  - Inverse Fourier Transform: 반대로, 각 요소 신호의 조합을 통해 원본 신호를 재구성할 수 있음(이상치 요소 신호를 제외 후 재구성 → Denoising)
  - Wavelet Denoising = Fourier Transform + Inverse Fourier Transform(without noise)
- Wavelet Denoising(Discrete Fourier Transform) 요소 산출물
  - 시간에 대한 어떠한 형태의 데이터 분포를 여러 성분의 주파수 복소함수(실수+허수)로 분할함
  - 분할 후 산출되는 요소는 복소함수별 벡터량, 복소함수별 편각으로 구성됨
  - 특정 복소함수의 벡터량은 해당 주파수의 기여도(Magnitude)를 뜻함
  - 특정 복소함수의 편각(Arc tangent)은 기본 곡선(기저 함수)과의 위상차를 뜻함



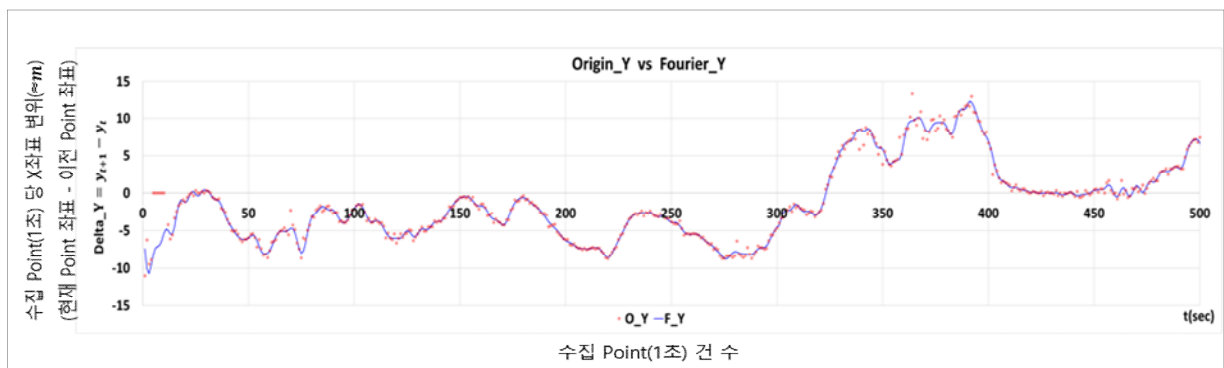
&lt;그림 34&gt; Wavelet Denoising(Discrete Fourier Transform) 개념



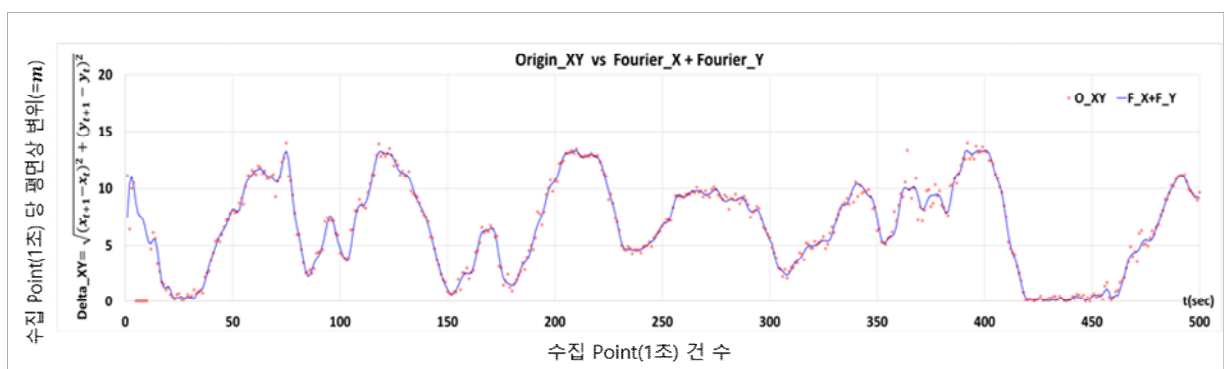
- Wavelet Denoising(Discrete Fourier Transform) 적용 결과
  - － 출발지 부근 : x 좌표 변위와 y좌표 변위를 합성한 결과는 다음과 같음



<그림 35> x 좌표 변위 Wavelet Denoising(Discrete Fourier Transform) 결과

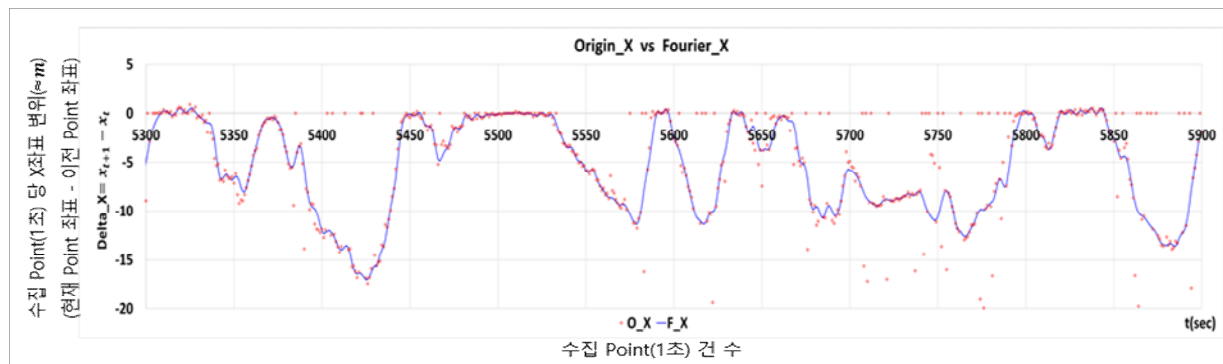


<그림 36> y 좌표 변위 Wavelet Denoising(Discrete Fourier Transform) 결과

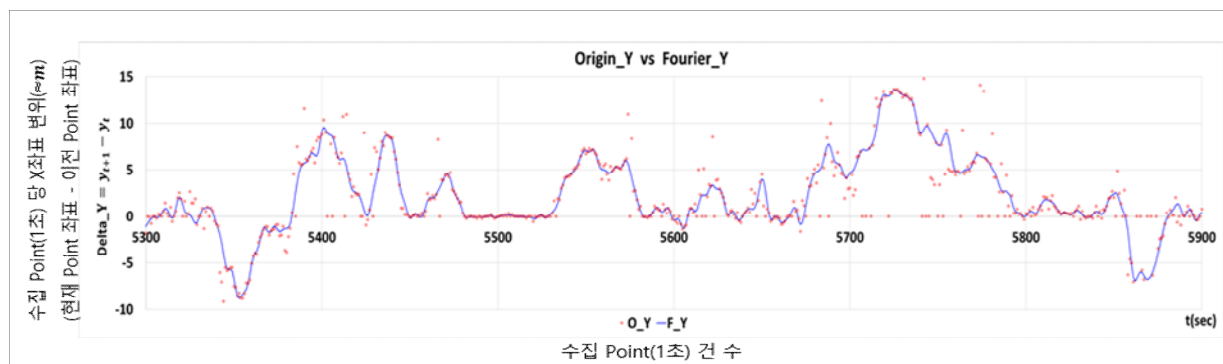


<그림 37> xy 좌표 합성 변위 Wavelet Denoising(Discrete Fourier Transform) 결과

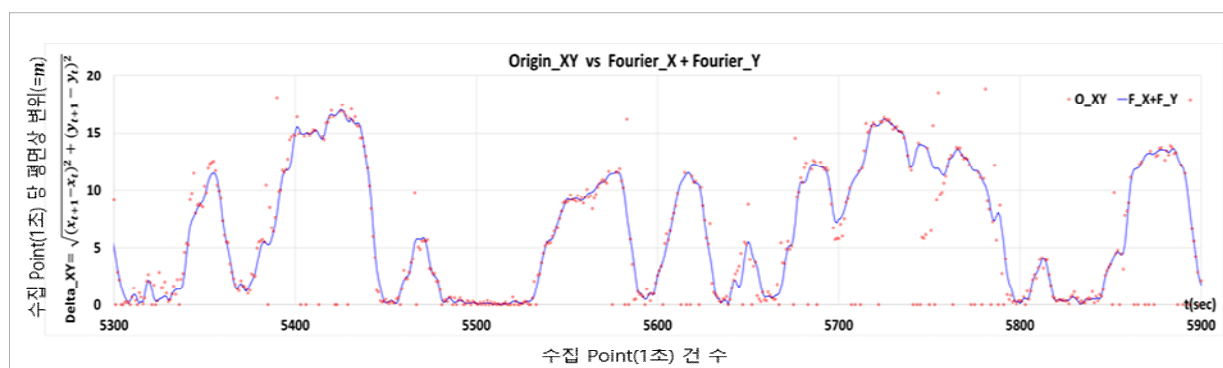
－ 도착지 부근 : x 좌표 변위와 y좌표 변위를 합성한 결과는 다음과 같음



<그림 38> x 좌표 변위 Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 결과



<그림 39> y 좌표 변위 Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 결과

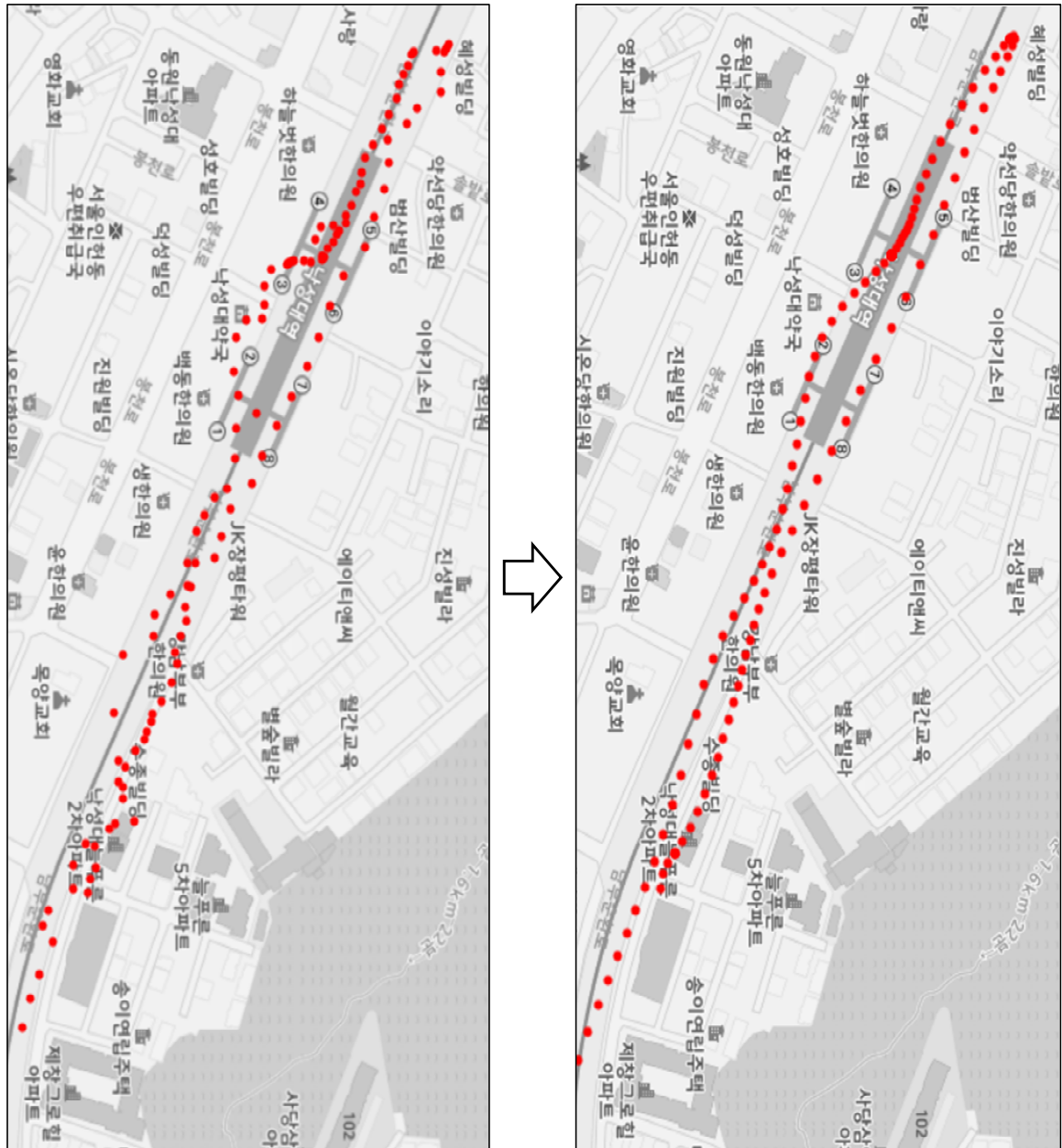


<그림 40> xy 좌표 합성 변위 Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 결과

#### ⑤ 궤적 전처리 알고리즘 적용 결과

- 궤적 전처리 알고리즘의 적정성을 검증하기 위해 다양한 유형의 포인트 궤적 데이터를 사용하였음
- 원본 포인트 궤적이 불량한 유형의 궤적 전처리 결과는 다음과 같음



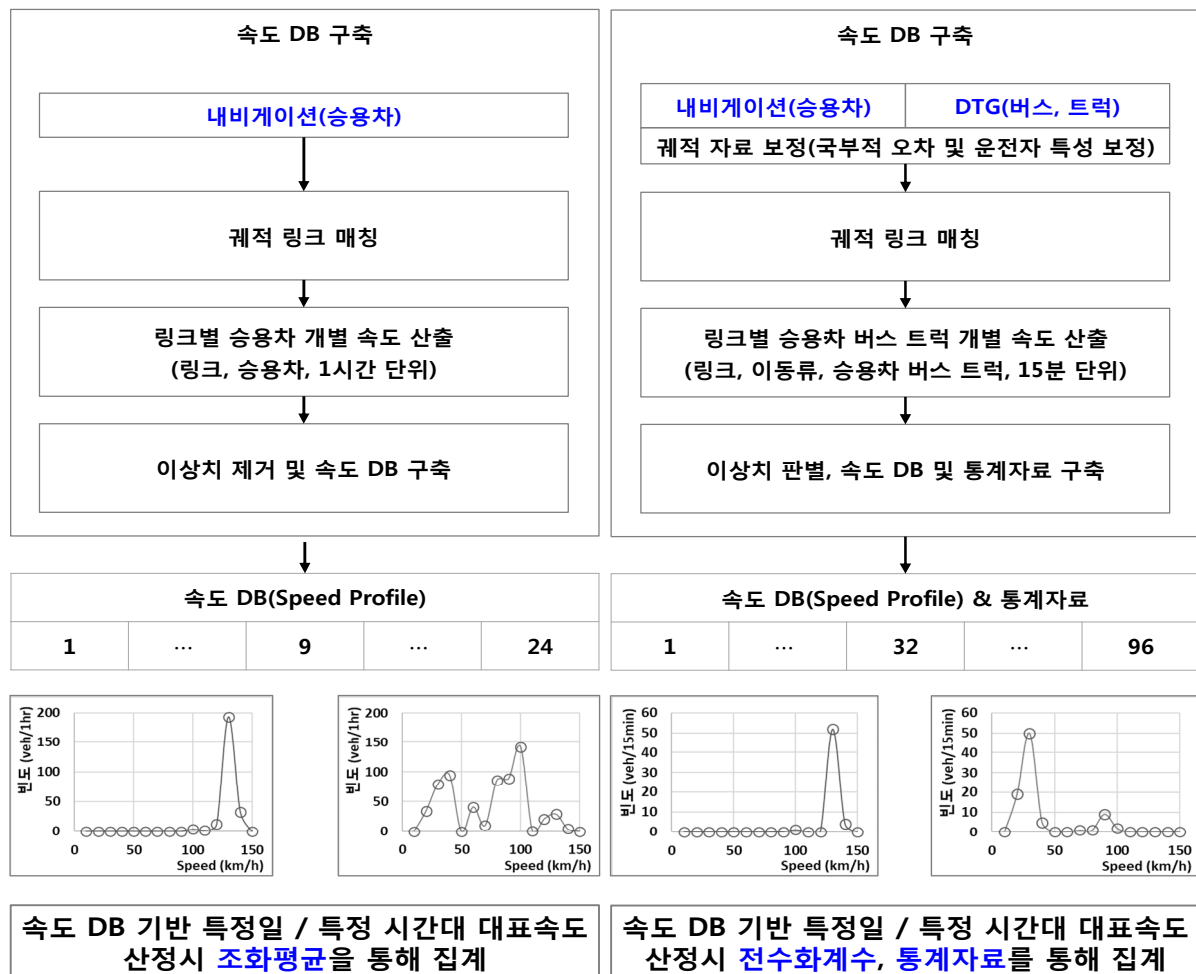


<그림 41> 궤적 전처리 알고리즘 적용 결과

## 9) 속도 DB 구축 모듈 개선

&lt;표 3&gt; 속도 DB 구축 모듈 개선 방안

기존 모듈 기능	개선 모듈 기능
링크별 매칭된 궤적자료 활용 개별 속도 산출	링크 매칭 전 궤적자료의 보정 → 신뢰성 확보
단일 수단의 1시간 단위 속도 DB rncnr	3개 수단의 15분 단위 속도 DB, 통계자료 구축
대표속도 산정 시 조화평균 집계	각 시간대(1시간)별 전수화 계수 적용 (특정 시간대의 프로브 점유율 고려)



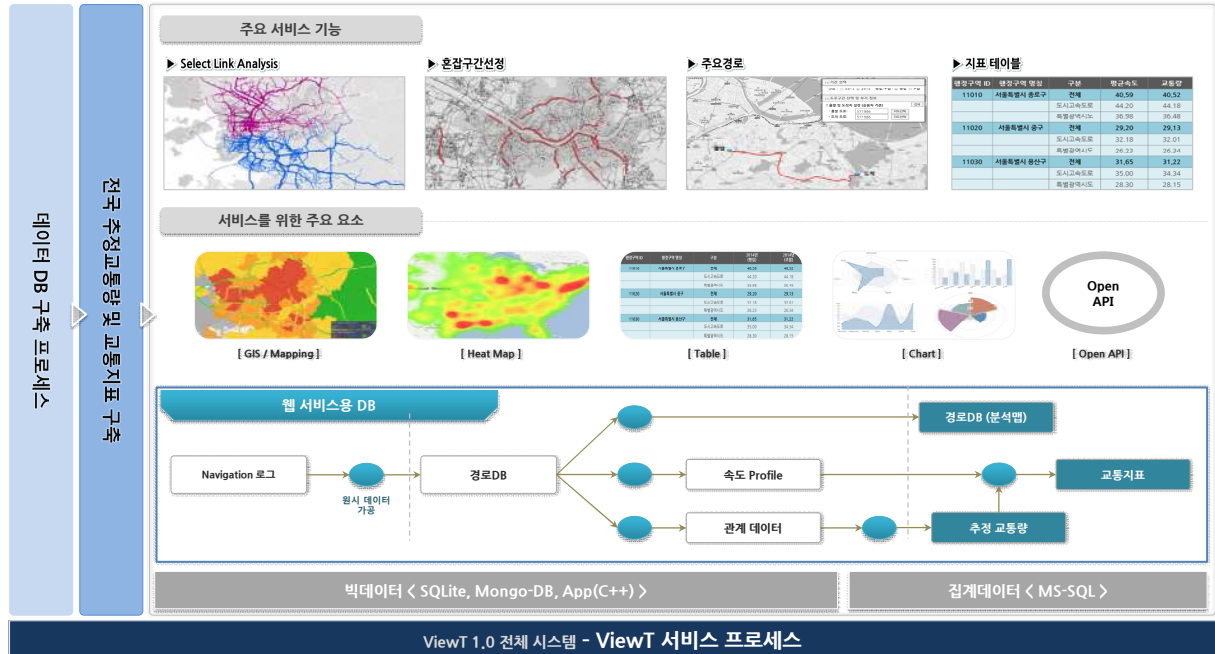
(a) 기존 모듈

(b) 개선 모듈

&lt;그림 42&gt; 속도 DB 구축 모듈 개선 방안

## 라. View-T 시스템 고도화

- View-T 서비스는 경로데이터 기반의 분석기능, 교통지표 분석기능, 검색 기능, 사용자 편의 기능 등을 GIS와 테이블 검색을 구축함



<그림 43> View-T 서비스 프로세스

- View-T시스템은 누적되는 내비게이션 원시로그 자료를 정렬 및 차량단위의 경로 보정하는 과정, 일별 차량 경로 DB로부터 속도 Profile, 교통량 조사지점 진출입 OD를 생성하는 경로 자료 생성과정, 생성된 경로 DB로부터 교통량 추정 및 교통지표를 생성하는 프로세스로 구성됨
- 내비게이션 로그로부터 정제된 경로자료는 연도별 기준 1테라바이트 데이터로 가공 처리됨. 이러한 빅데이터를 처리하기 위해서는 하둡, NoSQL과 같은 빅데이터 처리 솔루션이 필요. 제안사는 대표적인 NoSQL 솔루션인 MongoDB를 적용하여 실시간 경로 분석이 가능할 수 있도록 구성
- OpenLayers, Geoserver, D3.js를 통한 경로 자료를 시각화할 수 있도록 구성

## 1) 분석기능 고도화

- ① 통행경로 분석 기능 개선 및 고도화
- ② 영향권 분석기능 개선 및 고도화
- ③ 시공간 분석기능 개선 및 고도화
- ④ 차량기반 O/D분석 기능 개선 및 고도화
- ⑤ 혼잡구간 선정 기능 개선 및 고도화
- ⑥ 부가기능 개선 및 고도화

## 2) 신규분석기능 개발

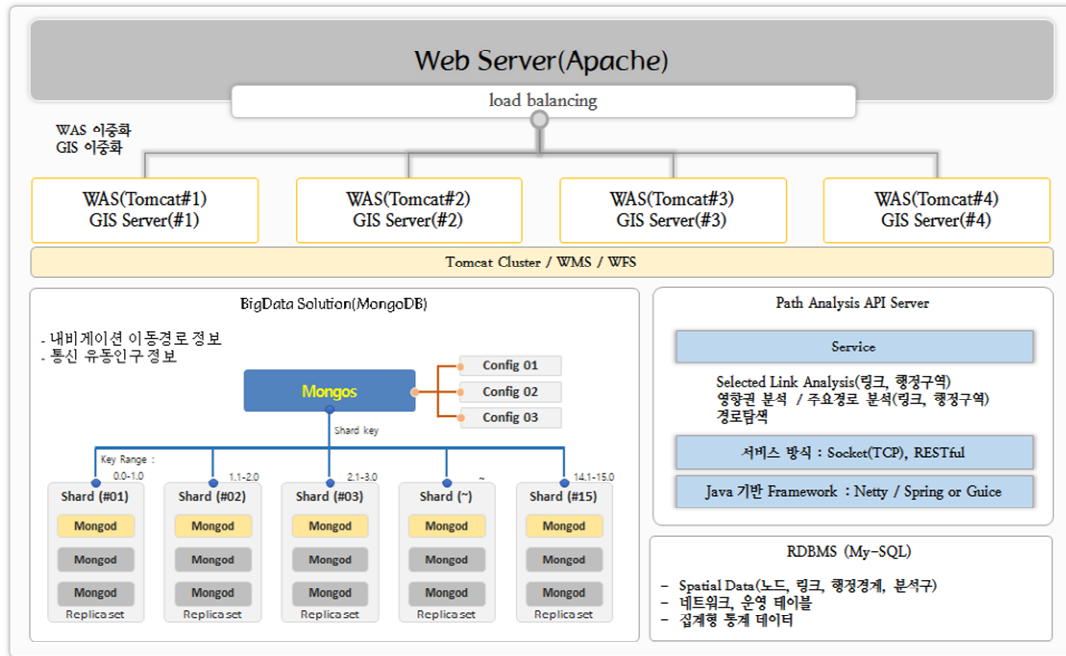
- ① 이용자 맞춤형 교통지표의 순위 표출 및 분석 기능 개발
- ② 차량 모빌리티 데이터 동적 시뮬레이션 분석기능 개발
- ③ View-T 시도별 차량 통행지표 대시보드 기능 개발
- ④ View-T 지역별 차량 통행지표 비교 대시보드 기능 개발

## 마. View-T 온라인 시스템 운영 및 유지보수

### 1) View-T 온라인 시스템 운영 및 유지보수

- ① 웹 시스템 구성
  - 웹서버와 GIS 서버를 이중화 하여 부하 분산 및 안정적인 서비스를 제공함.
    - Apache Http 웹서버의 Load Balancer 기능을 이용하여 WAS서버와 GIS 서버를 이중화 구성 함
  - MongoDB 클러스터링 구성을 통하여 향후 데이터 확장을 위한 기반 마련
    - 단일 MongoDB 환경을 MongoDB의 Sharding 기능을 추가하여 향후 확장에 대비
  - 웹서버의 주요 기능을 전용 API 서버로 개발하여 시스템의 구조를 단순화 하고, 유지보수를

## 쉽게 함



<그림 44> View-T 웹 시스템 구성도

### ② 시스템 운영 업그레이드

- Java, Tomcat, GIS Server 등 주요 S/W를 최신의 안정적인 버전으로 업그레이드 함

<표 4> 시스템 운영 소프트웨어 업그레이드 현황

구분	대상 버전	비고
Java Runtime Environment	Java 8 environment (JRE)	GoeServer 2.13.0 요구 버전
Tomcat(WAS)	Tomcat 8.5.x	Servlet Spec 3.1 및 JSP Spec 2.3을 지원하는 최신 안정화 버전
GIS Server	GeoServer 2.13.0	GeoPackage 성능 개선 및 기타 버그 수정 버전

## 2) 대용량 데이터의 효율적 처리를 위한 시스템 안정화 방안 수립

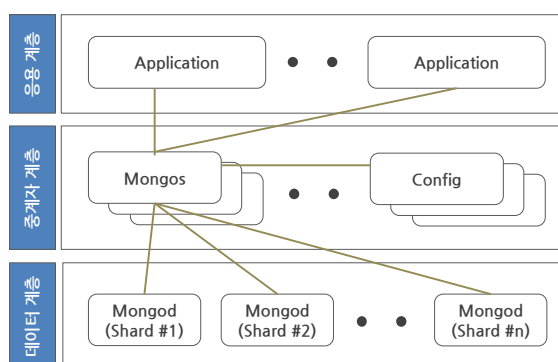
### ① 시스템 안정화 방안

- 대규모 어플리케이션에서 발생할 수 있는 문제중 하나는 데이터베이스에 저장해야 할 데이터의 수가 방대함

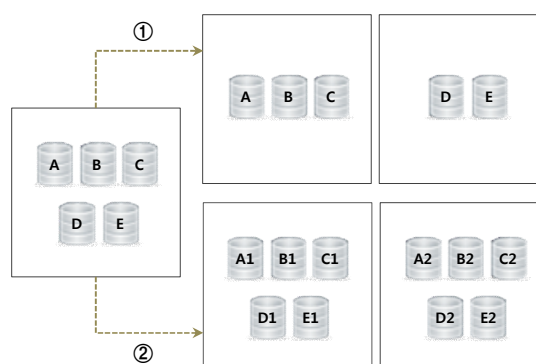
## ② MongoDB의 Sharding

- Sharding이란 데이터셋이 단일 데이터베이스에 저장하기에 매우 큰 경우, 데이터셋을 다수의 데이터베이스에 분산 저장하는 것을 말함
- MongoDB의 Sharding은 Config 서버, Mongos 서버, Mongod(Shard) 서버로 구성됨
- 데이터셋의 분산저장 방식은 테이블 단위로 분리하는 방법(①)과 테이블 자체(②)를 분할하는 방법이 있음

■ MongoDB의 Sharding 서버 구성



■ MongoDB의 분산저장 방식



<그림 45> MongoDB의 샤딩 구성

## ③ 데이터의 분할 정책(데이터의 분산저장)

- Shard Meta 정보는 데이터를 분할하는 정책에 따라 분류 됨
- 형태에 따른 분류 : 테이블(데이터)를 분할하지 않고 테이블 단위로 저장, 테이블 간의 독립성 보장
- 키 기반 분류 : 테이블의 특정 필드(Shard Key)를 기준으로 필드 값의 범위에 따라 결정
- Look-up 테이블 기반 분류 : Shard Key의 해쉬(hash)를 통해서 데이터를 균등하게 배분

## ④ Sharding 구성 방안

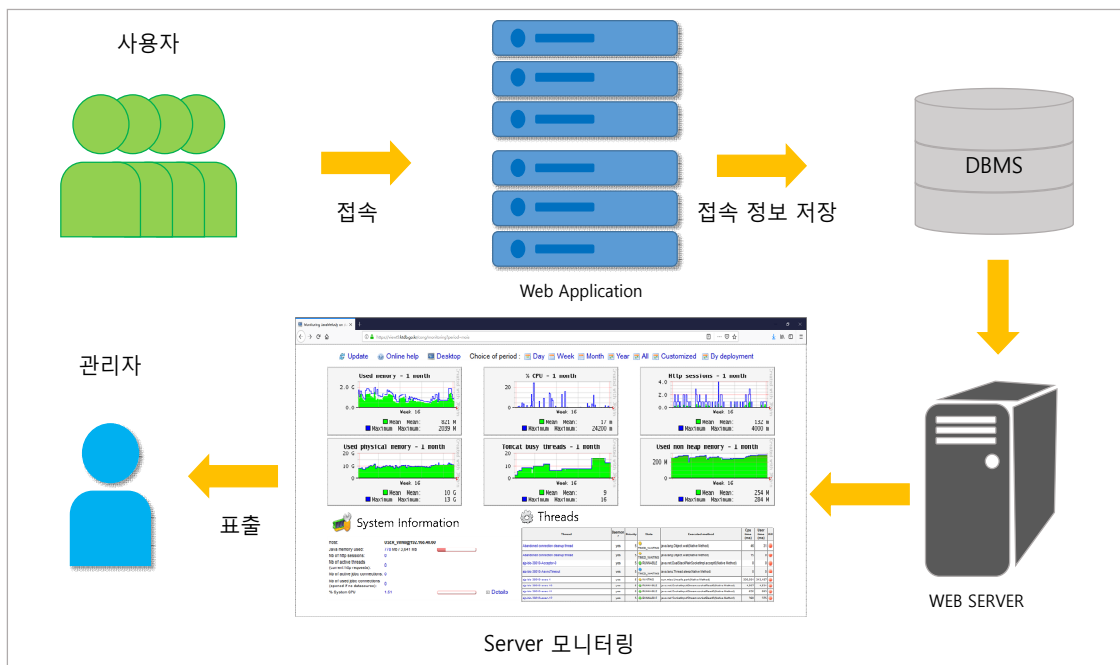
- 형태에 따른 분류 정책은 독립된 쿼리가 보장되는 시스템에서 관계형 데이터베이스를 분할하는데 효과적임
- 키 기반 분류 정책은 Shard key의 데이터 개수에 따라 자동으로 분할범위를 설정하는 장점이 있음(가장 많이 사용)

- Look-up 테이블 기반 분류 정책은 이전 2개의 정책에서 데이터가 한쪽으로 몰리는 단점을 보완한 방법임
- 본 과업에서는 Look-up 테이블 기반 분류 정책에 따라 Sharding을 구성하고 시스템의 성능, 안정성 측면에서 효과가 크지 않는 경우 형태에 따른 분류, 키 기반 분류 정책에 따라 Sharding을 구성 함

### 3) View-T 시스템 유지보수

#### ① 시스템 안정화 방안

- Web Application Monitoring을 통한 현재 서버상태를 모니터링 할 수 있도록 서비스를 제공함
- Sever의 Memory, CPU, Was(Tomcat) 등 주요 내용을 확인 할수 있는 그래프 및 테이블 등으로 제공



<그림 46> View-T 시스템 안정화 흐름도

- 사용자의 Web Application에서의 수행기록을 확인 할 수 있도록 서비스를 제공함
  - 사용자의 접근 브라우저, 로그인 유무, 분석한 기능에 대한 정보를 확인 할 수 있도록 구성
- Web Application 사용 현황을 그래프 및 테이블 등으로 확인 할 수 있도록 제공

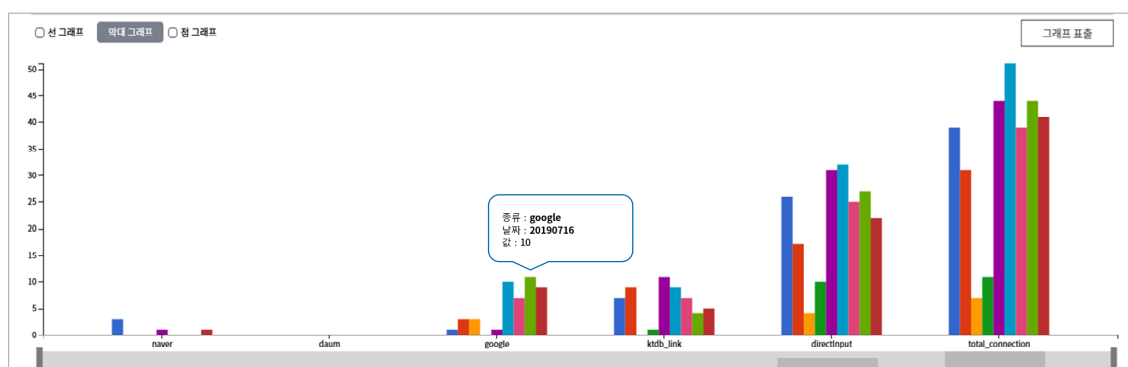
## ② View-T 관리자 시스템 개선

- View-T 사용자 접근 현황
- 사용자가 View-T 접근 시 사용한 포털사이트를 모니터링 할 수 있도록 기능 개발함



<그림 47> View-T 사용자 접근 현황 및 UI 화면

- 분석 범위를 일별, 월별, 연도별로 분석 할 수 있도록 기능 개발
- 관리자 분석 하고자하는 컬럼을 필터링 할 수 있도록 기능 개발
- 접속 현황에 대한 정보 표출
- 누적된 접속자 현황을 그래프로 확인 할 수 있도록 기능 개발
- 사용자 접근 현황을 한눈에 파악 할 수 있도록 그래프 기능을 개발함

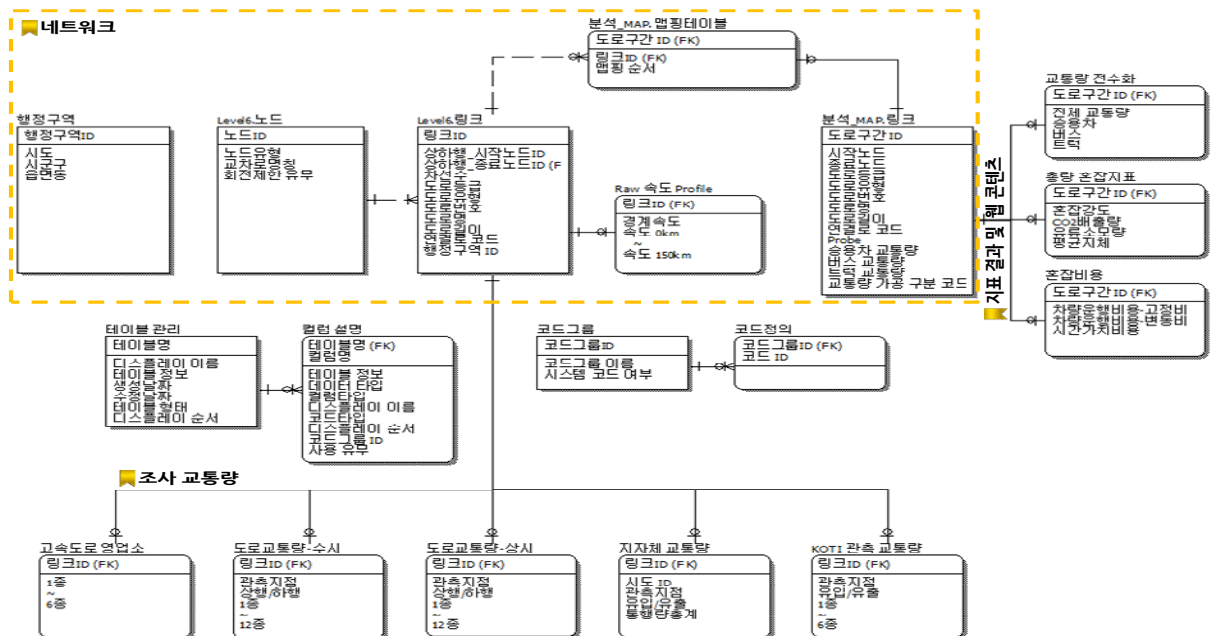


<그림 48> View-T 사용자 접근 현황 그래프



## 바. 데이터베이스 구성

- View-T 데이터베이스는 점차적으로 증가하는 대용량데이터를 고려하여, 안정적이고 효율적으로 관리 할 수 있도록 대용량 데이터베이스 설계
- 데이터베이스 최적화 방안
  - 점차적으로 고도화 되고 있는 View-T 시스템에 부합되도록 확장 가능한 설계를 하여 다양한 유형별 자료를 효과적으로 구축할 수 있는 구조로 설계
  - 데이터베이스 설계 방법론에 입각한 현행 시스템 및 데이터를 분석하고 표준화 방안 등을 마련하여 시스템에서 요구하는 데이터 분석이 가능한 구조로 설계
  - 효율적인 데이터 처리 방식을 이용하여 Disk 자원 최소한으로 줄이며, 데이터의 액세스를 분석하여 DB 성능개선 전략을 수립함
- ERD
  - View-T의 데이터베이스 주요구성은 네트워크, 수집데이터, 지표, 시스템 관리 항목으로 구성



<그림 49> View-T 데이터베이스 구성

## 제1장 과업의 개요

---

제1절 과업의 배경 및 목적

제2절 과업의 범위 및 내용



## 제1장 과업의 개요

### 제1절 과업의 배경 및 목적

#### 1. 과업의 배경

- 한국교통연구원 국가교통DB센터(Korea Transport DataBase, KTDB)에서는 도로 네트워크의 성능을 계량화하기 위한 기반 연구를 지속적으로 수행하고 있으며, 국가교통정책 및 계획수립을 위한 빅데이터 기반 교통 시스템 및 서비스 지원을 단계적으로 수행하고 있음
- 최근의 빅데이터의 활용에 대한 관심과 기술적 발달로 모빌리티 빅데이터 정보의 경제성·효율성·유용성이 대두되고 있는 실정임
- 정보 수집 및 가공·통신환경·위치기반 기술 등의 발달에 따라 교통정보 수집의 패러다임의 변화로 기존의 설치 장비 중심에서 개별 이동주체에 탑재된 단말기 중심으로 전환되었고 이를 활용하여 KTDB에서는 View-T를 구축하고 있음
- View-T는 국가전반의 교통 데이터를 공공·학계·민간·국민이 쉽고 편리하게 활용하기 위한 기반 시스템임
- View-T 온라인 서비스는 전국단위의 세부 링크별 교통량, 속도 데이터를 제공하는 국내 첫 사례로 교통 분야에서 활용성이 높은 교통 혼잡지표(교통혼잡비용, 혼잡강도 등)와 같은 다양한 교통지표와 분석도구를 제공하고 있음
- 최근 『View-T 기반 지자체 지원 사업 설명회』가 성공적으로 개최되었으며, 이에 따른 지자체와의 협력 사업이 발굴되고 있어 보다 지자체 현안을 적절히 지원할 수 있는 서비스 제공이 필요한 시점임

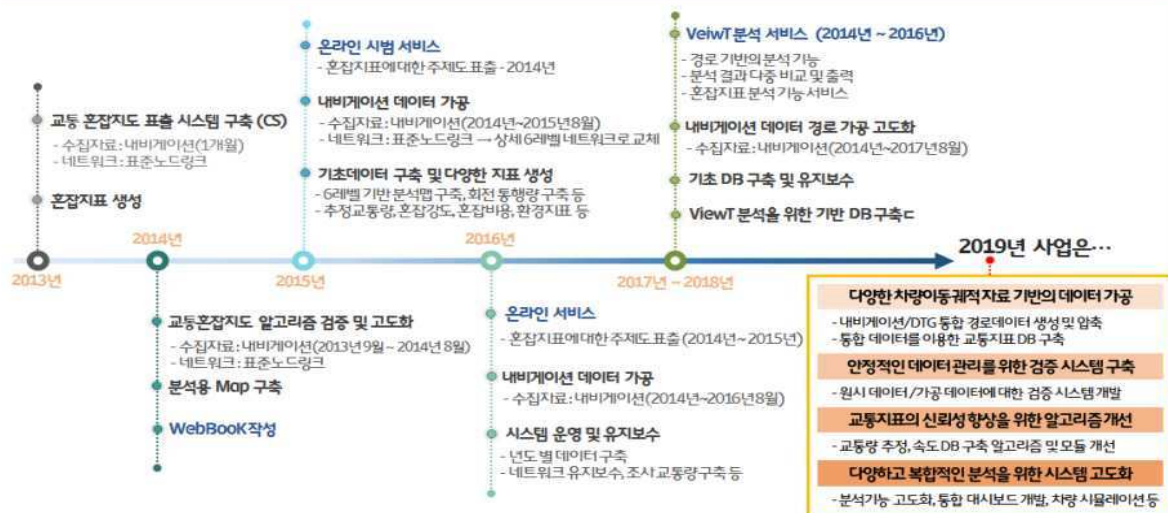
#### 2. 과업의 목적

- 본 과업에서는 기 구축된 View-T 온라인 서비스의 기능 개선을 통해 이용자 접근성과 편의성을 증대시켜 전문가와 비전문가 모두 가용한 플랫폼으로 개선하고자 함(이용자 맞춤형 분석 플랫폼)
- 또한, 알고리즘 개선을 통해 도로 네트워크상의 교통 속성 정보에 대한 DB를 심도 있게 분

석하고 이를 기반으로 도로의 소통상태 및 성능을 보다 정밀하게 평가할 수 있는 검증시스템을 구축하고자 함

- 특히 교통기초 DB의 안정성 확보, 분석기능의 고도화 등 다양한 개선사항이 존재하며, 이를 위해 본 과업에서는 ① 경로형 데이터 확장을 통한 교통기초 DB의 안정성 확보 ② 최신년도 데이터 업데이트를 통한 최신성 확보 ③ View-T 분석도구의 고도화를 통한 정교한 모니터링 체계 구축 ④ 이용자 요구사항을 반영한 홈페이지 기능 개선을 수행하고자 함

### 데이터의 최신성 확보 및 View-T의 다양한 기능을 개선하여 사용자들에게 현시성 있는 데이터와 유용한 분석환경으로 지속적으로 제공하고자 함



<그림 1-1> View-T 서비스 제공을 위한 차량 모빌리티 데이터 구축 및 기능 개선 과업 개요

## 제2절 과업의 범위 및 내용

### 1. 과업의 범위 및 내용

#### 가. 공간적 범위

- 전국 편도 2차로 이상 도로

#### 나. 시간적 범위

- 2017년 기준 데이터 구축

- 분석기간 : 2017년 1월 ~ 2018년 12월

#### 다. 내용적 범위

- 원시 데이터 전처리 및 1차 가공 DB 구축
- 교통지표 및 분석기능 DB 구축
- 분석기능 및 부가기능 고도화
- 신규 분석기능 개발
- 교통량 추정 및 속도 DB 구축 알고리즘 개선
- 데이터 검증(분석) 시스템 구축
- View-T 통합 대시보드 구축
- View-T 데이터 다운로드 기능 개선
- View-T 시스템 운영 및 유지보수

원시 데이터 전처리 및 1차 가공 DB 구축	교통량 추정 및 속도 DB 구축 알고리즘 개선	교통지표 및 분석기능 DB 구축	View-T
1. 내비게이션 데이터 가공 -포인트 데이터 기반 경로 데이터 가공 -링크 데이터 기반 경로 데이터 가공 -통합 내비게이션 데이터 가공  * 경로 보정, 속도 DB 구축, 검증 등	1. 교통량 추정 -교통량 추정 알고리즘 및 모듈 개선 -DTG 데이터를 이용한 차종 별 교통량 추정 알고리즘 개발 -회전교통량 산정 알고리즘 개선	1. 추정 교통량 DB 구축 -전국 교통량 추정을 위한 기초 DB 구축 -전국 교통량 추정	1. 분석기능 고도화 -Selected Link Analysis 분석기능 -Time Maps 분석기능 -주요도로 분석기능 -Congestion Scan 분석기능 -사용자 혼잡구간 선정 분석기능 -부가기능 고도화
2. 한국교통안전공단 DTG 데이터 가공 -KOTI 도로망 기반의 경로 구축 -속도 DB 구축	2. 관측 교통량 -관측교통량 검증 알고리즘 개발 -관측교통량 전수화 알고리즘 개선	2. 교통지표 DB 구축 -교통지표 구축을 위한 기초 DB 구축 -교통지표 DB 구축 혼잡비용, 속도관련, 환경지표 등	2. 신규 분석기능 개발 -차량 모빌리티 데이터 동적 시뮬레이션 분석 기능 개발 -이용자 맞춤형 교통지표의 순위 표출 및 분석 기능 개발
3. 한국도로공사 DSRC 데이터 가공 -한국도로공사 도로망과 KOTI 도로망 맵 매칭 -KOTI 도로망 기반의 경로 데이터 구축 -KOTI 도로망 기반의 속도 프로파일 구축	3. 속도 DB 구축 알고리즘 및 모듈 개선 -차종 별 속도 DB 구축 -가산 네트워크 기반 속도 DB 구축 -일별 15분 단위 링크 별 속도 산출 알고 리즘 개발 및 검증	3. View-T 서비스용 지표 구축 -교통 혼잡비용, 속도 관련 -환경지표 등	3. View-T 통합 대시보드 구축 -차량, 모바일 데이터 통합 대시보드 구축 -연도별 데이터 분석 대시보드 구축
4. 통합 경로 데이터 생성 및 압축 -분석맵 단위 경로 데이터 구축 -경로 데이터 압축	-	4. View-T 분석기능 DB 구축 -Selected Link Analysis 기반 DB 구축 -Time Map 기반 DB 구축 -주요도로 분석기능 기반 DB 구축	4. View-T 시스템 운영 및 유지보수 5. View-T 데이터 다운로드 기능 개선
원시 데이터 검증 시스템 구축	알고리즘 검증	• 기초 가공 DB 검증 시스템 구축 • 교통량 및 교통지표 검증 시스템 구축	시스템 테스트 및 운영

<그림 1-2> 과업의 주요 세부내용



## 제2장 View-T 기초 데이터 가공 및 검증 시스템 구축

---

### 제1절 개요

### 제2절 원시 데이터 전처리 및 1차 가공 DB 구축

### 제3절 원시 데이터 검증 및 분석 시스템 구축

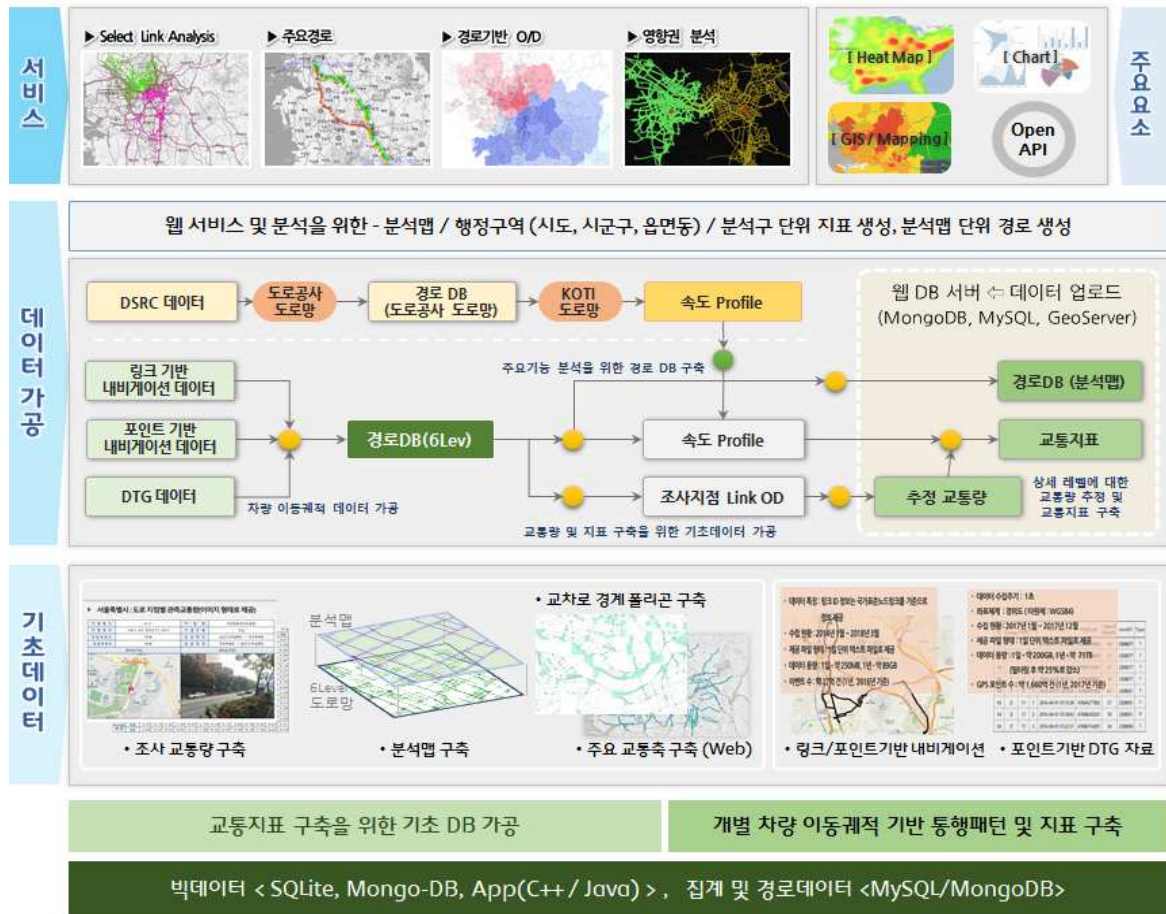




## 제2장 View-T 데이터 가공 및 검증 시스템 구축

### 제1절 개요

- View-T 시스템은 차량 이동궤적 데이터를 이용하여 다양한 통행지표를 생성하며, 생성된 경로 및 다양한 지표를 View-T 온라인 서비스의 분석 기능을 통하여 차량의 공간적 패턴 분석 및 다양한 교통지표 분석을 위한 기반 환경을 제공하고자 함
- 본 장에서는 View-T 서비스 제공을 위한 기초 데이터 가공 및 검증 시스템 구축 내용에 관한 내용을 기술하였음

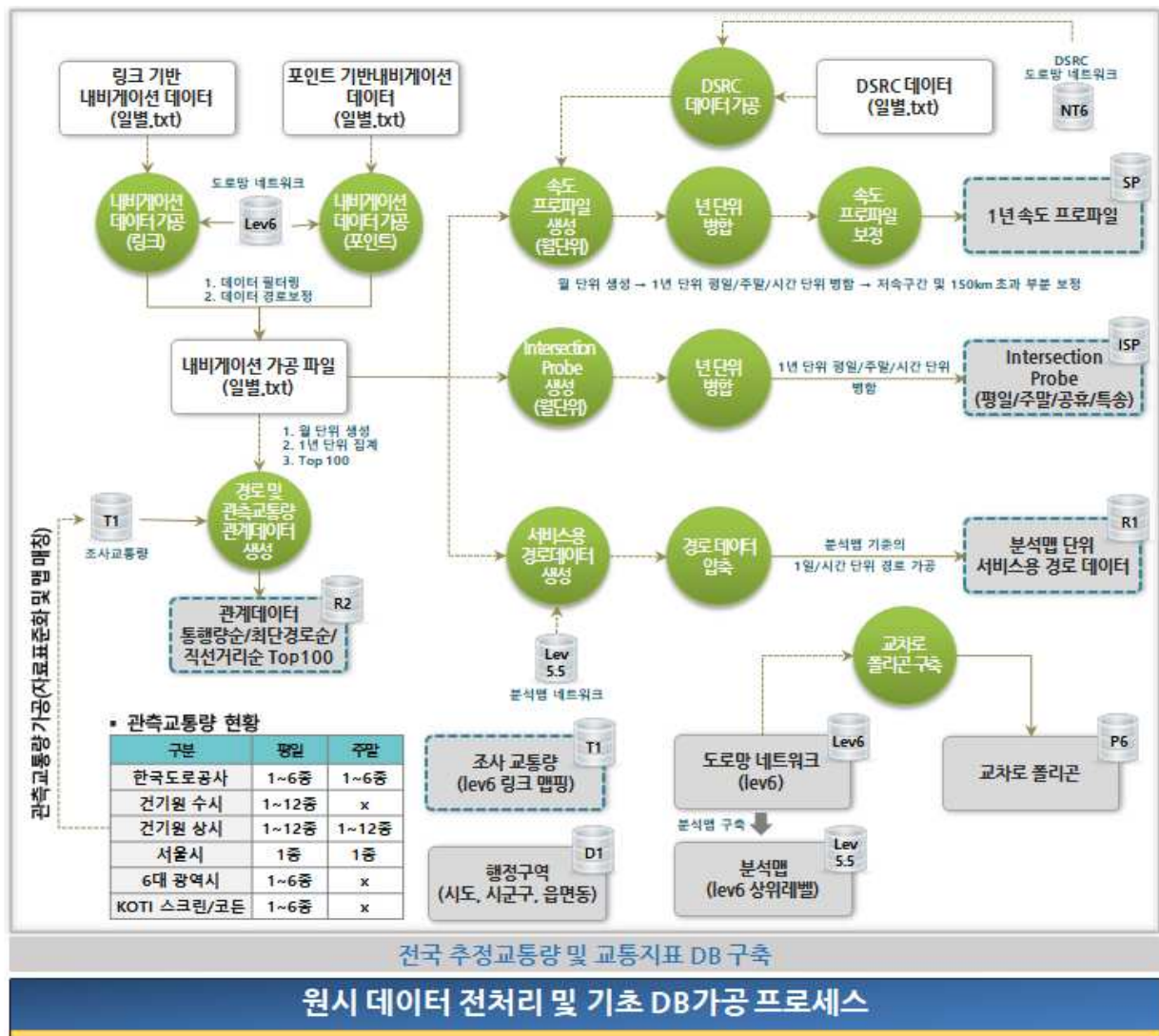


<그림 2-1> View-T 전체 시스템 구성

## 제2절 원시 데이터 전처리 및 1차 가공 DB 구축

### 1. 데이터 구축 프로세스

- 데이터 구축은 교통량 추정 및 혼잡지표를 생성하기 위한 기초 DB 구축과 View-T 서비스를 위한 경로 데이터 가공 및 서비스용 지표 생성으로 구분함



<그림 2-2> 원시 데이터 전처리 및 기초 DB가공 프로세스

- 기초 데이터인 링크/포인트 기반의 차량 이동궤적 자료, DTG 자료, DSRC 자료를 KTDB Level6 도로망 네트워크를 기준으로 경로를 가공함

- 가공한 경로 데이터를 기준으로 속도프로파일 생성, 경로데이터와 관측교통량과의 관계데이터 생성, 웹 서비스용 경로데이터를 구축함
- 구축한 속도프로파일, 경로데이터와 관측교통량과의 관계 데이터는 월단위 병합 후 연단위로 병합함
- 교통량 추정의 주요기반 데이터인 관측교통량은 KTDB Level6 도로망 네트워크와 맵 매칭 후 연단위 평일/주말/시간/차종별로 데이터를 구축함

## 2. 차량 이동궤적 원시 데이터 전처리 및 경로 가공

### 가. 포인트 기반 차량 이동궤적 데이터 포맷 분석

- 차량 이동궤적 데이터는 개별통행의 이동경로에 대해 시간의 연속성과 공간의 연결성이 동시에 수집되는 데이터로 국토교통부에서 제공하고 있는 ITS 표준노드링크 체계의 링크 기반으로 수집되는 데이터와, GPS좌표인 포인트 기반으로 수집되는 데이터로 크게 구분함
  - ITS 링크 기반으로 수집되는 차량 이동궤적 데이터는 기존의 가공모듈을 이용하여 전처리 및 6레벨 도로망 네트워크 기반으로 가공함
- 포인트 기반으로 수집되는 차량 이동궤적 데이터는 각 기관/기업 별로 수집 주기, 데이터 형식 등 제공 방식이 상이하기 때문에 이를 분석하여 각 기관/기업 별 전처리 기능 및 가공 기능을 구현함

<표 2-1> 제작사 별 포인트 기반 차량 이동궤적 데이터 자료 특징 비교

구분	링크웨어 데이터	DTG 데이터	현대엠앤 데이터
제공 파일 구성	1일 단위 텍스트 파일	한달 400개 파일로 제공	1일 단위 텍스트 파일
OBU ID 생성기준	1일 단위 ID 갱신	차량등록번호로 ID 유지	임시 ID로 제공, 유지
수집정보 생성기준	차량 이동궤적 실행 시 데이터 수집	차량 운행 시 수집	차량 이동궤적 실행 시 데이터 수집
수집주기	1초	1초	3초
좌표체계	WGS84	WGS84	WGS84
용량(년)	20TB	120TB	0.7TB
이벤트(억/년)	2,300	7,300	450

## 1) 톱크웨어사의 포인트 기반 차량 이동궤적 데이터

- 톱크웨어사의 차량 이동궤적 데이터는 1일 단위 텍스트 파일로 제공 되며, 수집주기는 1초 단위로 궤로ID, 시간정보, 위치정보, 방향각 등의 정보가 제공됨

<표 2-2> 톱크웨어사의 차량 이동궤적 데이터 포맷 설명

No	Column	설명	비고
1	RouteID	궤로 ID	String 타입의 UniqID
2	Timestamp	시간 정보	Unix Timestamp
3	X	Latitude(wgs84 도분)	ddmm.mmmm*10000
4	Y	Longitude(wgs84 도분)	ddmm.mmmm*10000
5	spd	속도	Km/h
6	dir	방향각	0~359
7	offroad	자사 지도상 길이 아닌 곳으로 간 경우	0: 해당 GPS포인트에 도로가 있음 1: 해당 GPS포인트에 도로가 없음
8	onway	궤로 탐색 후 궤로를 따라간 경우	0: 궤로 없음 1: 궤로 있음
9	reway	재탐색 실행	0: 재탐색 하지 않음 1: 재탐색 요청됨
10	alt_sign	고도값 부호	고도값이 양수일때는 0, 음수일때는 1
11	alt	고도값	alt_sign이 음수일때는 1

- 톱크웨어사의 차량 이동궤적 데이터를 이용하여 통행 궤로를 분석한 예시는 다음과 같음  
- ‘A’ 차량의 1일 통행 궤로 분석(2017년 7월 1일 01시 44분 ~ 14시 04분 운행)



<그림 2-3> ‘A’ 차량의 1일 통행 궤로 분석

## 2) 교통안전공단의 포인트 기반 차량 이동궤적 데이터(DTG 데이터)

- DTG 데이터는 총 400개의 텍스트 파일로 제공되며, 크게 두 개의 그룹으로 분리됨
  - 001 ~ 200번 파일은 1일 ~ 15일까지의 데이터가 분산되어 적재되어 있음
  - 201 ~ 400번 파일은 16일 ~ 30일까지의 데이터가 분산되어 적재되어 있음
- DTG 데이터의 수집주기는 1초단위로 수집되며, 차종 종별을 구분할 수 있는 자동차 유형 정보와, 위치좌표, 차량속도, 방향각 등의 정보가 제공됨

&lt;표 2-3&gt; DTG 데이터 포맷 설명

No	Column	설명	정보 예시
1	TRIP_KEY	등록번호 & 정보발생 일시	C-125901568017101206094700
2	DTG_MDL_NM	단말기 모델명	XDT1000
3	CHASSIS_NO	차량 고유번호 1	XXXXXX301795
4	CAR_TP_CD	차량 유형 구분	11
5	CAR_REG_NO	차량 고유번호 2	-1259015680
6	BIZ_REG_NO	운송사업자 등록번호	XXXXXX47349
7	DRIVER_CODE	운전자 코드	1
8	DLY_DRIV_DIST	일일 주행거리	0
9	ACCM_DRIV_DIST	누적 주행거리	268897
10	OPT_SPD	차량속도	0
11	RPM	분당 엔진 회전수	393
12	BREAK_SIG	1: 유, 2: 무	0
13	GPS_X	차량위치 X (WGS84 경위도)	127075626
14	GPS_Y	차량위치 Y (WGS84 경위도)	37052681
15	GPS_AGL	지점별 방위각	0
16	ACCEL_VX	횡가속	1
17	ACCEL_VY	종가속	1
18	CONT_CODE	통신상태코드	11
19	AREA_CODE	행정기관코드, 대준코드	41
20	OPT_Time	YYMMDDHHMMSSSS	17101206094700



&lt;표 2-4&gt; DTG 데이터의 자동차 유형코드 설명

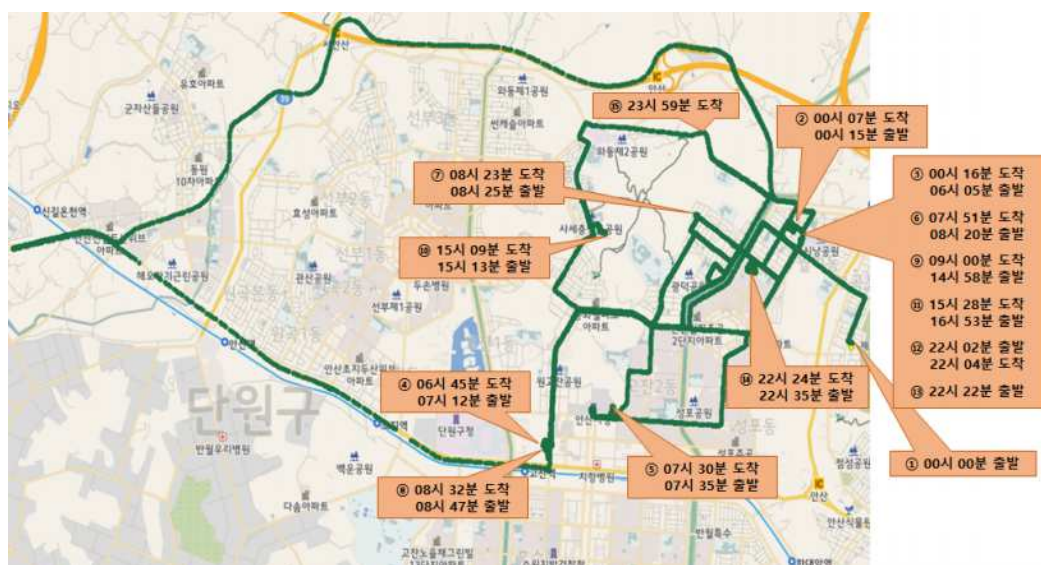
No	자동차 유형코드	자동차 유형	No	자동차 유형코드	자동차 유형
1	00	미분류	8	17	장의차량
2	11	시내버스	9	21	일반택시
3	12	농어촌버스	10	22	개인택시
4	13	마을버스	11	31	일반화물
5	14	시외버스	12	32	개별화물
6	15	고속버스	13	41	비사업용차량
7	16	전세버스			

－ 이벤트 정보 기준으로 자동차 유형코드 별 비율 분석 (2017년 10월 1일 기준)

&lt;표 2-5&gt; DTG 데이터의 자동차 유형코드 별 비율

No	자동차 유형	비율(%)	No	자동차 유형	비율(%)
1	00: 미분류	3.6%	8	17: 장의차량	0.03%
2	11: 시내버스	44.9%	9	21: 일반택시	19.7%
3	12: 농어촌버스	1.2%	10	22: 개인택시	1.2%
4	13: 마을버스	2.3%	11	31: 일반화물	10.3%
5	14: 시외버스	3.8%	12	32: 개별화물	0.8%
6	15: 고속버스	1.2%	13	41: 비사업용차량	0.2%
7	16: 전세버스	10.8%			

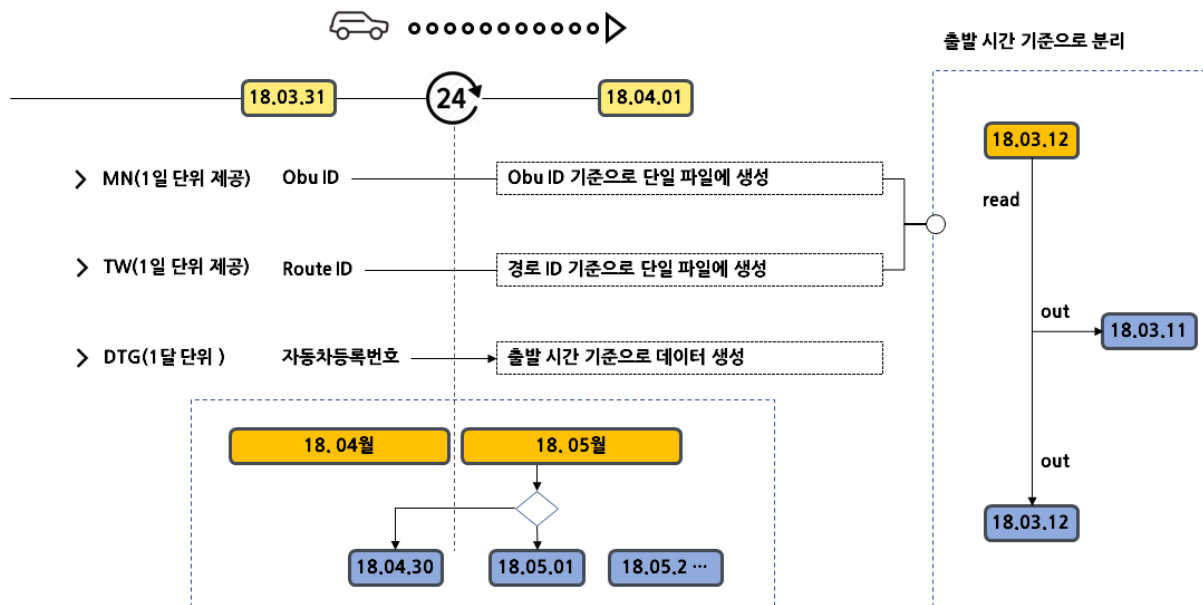
－ ‘C’ 차량의 1일 통행(2017년 1월 19일 00시 01분 ~ 23시 59분)



&lt;그림 2-4&gt; ‘C’ 차량의 1일 통행 경로 분석 (교통안전공단 DTG)

## 나. 데이터 전처리

- 1초 단위 정보가 생성되는 포인트 기반의 차량 이동궤적 데이터는 통행정보 이외에도 부가 정보가 많아 1년치 데이터를 수집하면, 약 100TB이상의 데이터 저장소가 필요함
- 또한 이를 초고속으로 가공하기 위해서는 불필요한 부가정보를 제외한 데이터 적재가 필요함
  - 데이터 검증 및 필터링 : 오류 발견, 보정, 삭제 및 중복 확인 등의 과정을 통해 데이터 품질을 향상시킴
  - 데이터 변환 : 경로 및 통행유전자를 구축하기 위한 OBU ID, 시간, 좌표, 주요정보만 추출하여 표준 정보로 데이터 변환 및 적재함  
(좌표계 UTM-K, OBU ID 별로 가로로 정보 저장)
  - 데이터 저장 : 1일 단위로 데이터 저장. 2일간 통행한 차량 이동궤적 자료는 출발 시간 기준으로 데이터 저장

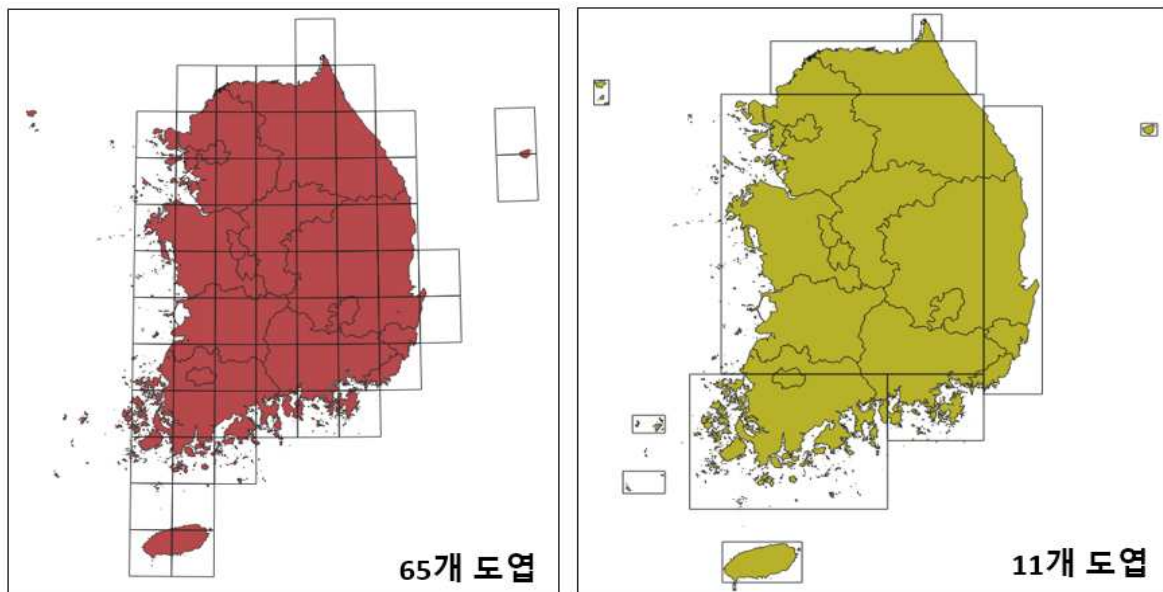


<그림 2-5> 출발시간 기준의 1일 단위 데이터 재생성



## 1) 데이터 필터링 및 변환

- 수집되는 차량 이동궤적 데이터는 GPS오류 및 처리 문제로 인하여 유효하지 않는 데이터가 포함되어 제공됨. 이에 공간적 범위를 설정하여, 설정한 해당 영역외의 데이터는 필터링 되도록 구현함
  - 필터링을 위한 공간적 범위는 처리속도 및 유효하지 않는 데이터를 최소화할 수 있도록 범위를 설정하였음
  - 이를 위해 공간적 영역 설정 후 처리속도 및 제거된 데이터를 비교 및 검증한 결과 11개의 영역으로 구성한 데이터가 처리 속도가 빠르고, 제거 데이터의 오류가 제일 낮아 처리되어 전처리 가공 모듈에 적용함



<그림 2-6> 위치 오류 데이터 필터링을 위한 공간적 범위 설정 예시

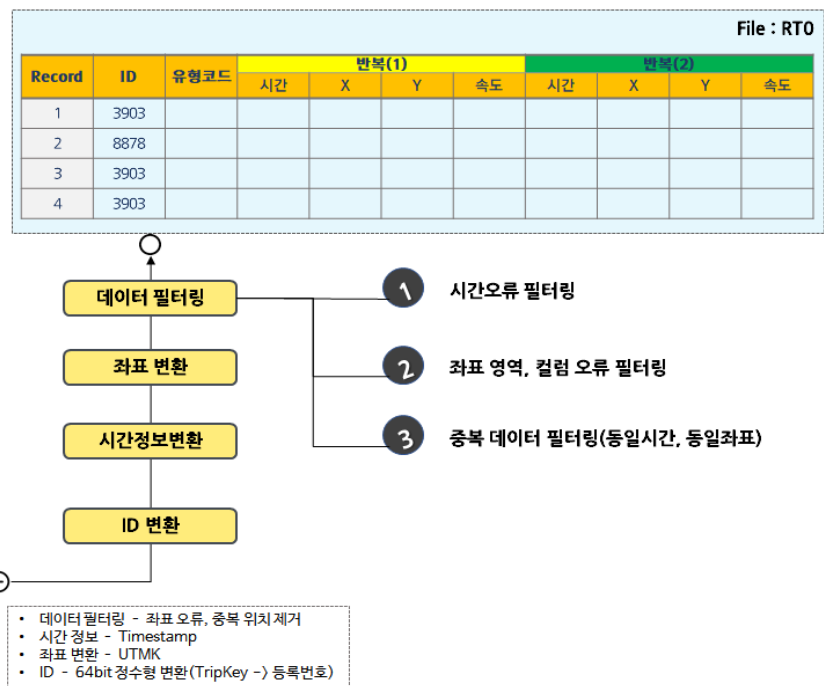
- 동일 차량ID에서 시간 및 위치의 중복 발생 데이터는 필터링함
- 수집 차량 이동궤적 데이터는 1일 단위 텍스트 파일로 제공되며, 파일명은 수집 년/월/일 정보로 구성되어 있음. 파일명과, 속성 데이터의 수집날짜 정보가 상이한 경우 필터링함
- 단 파일날짜를 기준으로 연속성 있는 데이터는 필터링 대상에서 제외됨
  - 2일간 통행한 차량 이동궤적 자료는 출발 시간 기준으로 데이터를 저장함
- 각 기관/기업 별 서로 다르게 제공되는 좌표체계는 UTMK로 변환하여 저장함
- 시간에 대한 정보는 데이터의 용량을 최소화하기 위하여, Timestamp 형식으로 데이터를 저장함

## 2) 전처리 데이터에 대한 표준 DB 설계

- 수집되는 데이터는 각 기관/기업 별 제공 방법 및 데이터형식이 상이하여 각 기관/기업 별 데이터 처리 방식이 필요함. 또한 데이터를 이용한 융합 분석 및 이를 이용한 새로운 지표 산출을 위해서는 표준 자료 포맷으로 변환이 필요함
- 각 사별로 데이터 특징 및 제공되는 부가정보가 서로 상이하기 때문에 이를 향후 패턴 분석 및 다양하게 활용하기 위하여 자료 구분 코드를 부여함
- 대용량의 데이터를 빠르게 검색 및 보정하기 위하여 레코드를 최소화할 수 있도록 DB를 설계함. 이를 위하여 이벤트별로 세로로 나열된 정보를 OBU ID별로 시간을 정렬하여 가로로 나열할 수 있도록 DB를 설계함
  - 텅크웨어의 차량 이동궤적 데이터의 전처리는 데이터 필터링, 좌표변환 후 세로로 구성된 데이터를 경로ID 별 가로로 재구성 함
  - DTG 데이터의 전처리는 데이터 필터링, 시간정보 포맷 변환, 좌표변환 후 세로로 구성된 데이터를 경로ID 별 가로로 재구성 함

## ④ DTG

No	항목	설명
1	Trip Key	등록번호 + 정보발생일시
2	운행기록장치 모델명	
3	차대번호	차량 고유번호 1
4	자동차 유형	
5	자동차 등록번호	차량 고유번호 2
6	운송사업자 등록번호	
7	운전자 코드	
8	일일 주행거리	
9	누적 주행거리	
10	차량속도	
11	분당 엔진 회전수	
12	브레이크 신호	1: 유, 2: 무
13	차량위치 X	WGS84 위도
14	차량위치 Y	WGS84 경도
15	GIS 방위각	지점별 방위각
16	가속도 Vx	횡가속
17	가속도 Vy	종가속
18	통신상태코드	
19	운행지역코드	시도 코드
20	정보 발생 일시	YYMMDDHHMMSS



&lt;그림 2-7&gt; 차량 이동궤적 데이터 변환 및 표준 자료 포맷 구성 예시



### 다. KTDB Level6 도로망 네트워크 기반의 경로 가공

- 전처리한 차량 이동궤적 데이터는 KTDB Level6 도로망 네트워크 기반으로 경로, 속도, 교통량 추정을 위한 기초 데이터를 구축함

#### 1) KTDB Level6 도로망 네트워크

- KTDB Level6 도로망 네트워크는 전국 왕복 2차선 이상의 도로로 노드와 링크로 구성되어 제공됨
  - 노드는 노드ID, 노드유형, 명칭, 링크 연결정보 등으로 구성됨

<표 2-6> KTDB Level 6 도로망 네트워크 - 노드 구성

컬럼명	코드
노드 ID	-
노드유형	101: 도로교차점, 103: 시설물, 속성변환점, 104: 도로종료, 107: 유턴, 109: 터미노드
노드명칭	-
신호등 종류	3: 3색신호, 4: 4색신호
톨게이트 ID	
링크 연결수	링크 연결수 1~8개 까지 표시
회전제한 유무	0: 무, 1: 유
1번 연결 링크 ID	(노드와 연결된 링크 ID 입력)
~	
8번 연결 링크 ID	
1번 링크 통행규제정보	0: 미조사, 1: 조건부, 2: 통행불가, 3: 통행가능
~	
8번 링크 통행규제정보	

- 링크는 링크ID, 시작노드 ID, 종료노드 ID, 도로명칭, 도로번호 등으로 구성됨

<표 2-7> KTDB Level 6 도로망 네트워크 - 링크 구성

컬럼명	코드
링크 ID	-
상행 시작 노드ID	-
상행종료 노드ID	-
하행 시작 노드ID	(일방통행은 '0' 입력)
하행 종료 노드ID	(일방통행은 '0' 입력)
도로 명칭	-
도로 번호	-
도로 등급	101: 고속도로, 102: 도시고속도로, 103: 국도, 104: 특별광역시도, 105: 국가지원지방도, 106: 지방도, 107: 시군도, 108: 연결램프
링크 종별	(본선분리/비분리, 연결로, 휴게소 등의 부가정보)
차로수	(상행차선, 하행차선, 상행+하행 차선정보로 구성)
행정구역 ID	(시도, 시군구, 읍면동 ID로 구성)

## 2) 차량 이동궤적 데이터 경로 가공

- 전처리한 내비게이션 데이터를 KTDB Level6 도로망 네트워크 기반으로 포인트를 링크와 맵매칭 후 경로를 보정함
  - 경로보정은 전처리한 데이터를 KTDB Level6 도로망 네트워크와 맵매칭 후 개별통행 별로 경로가 튀거나, 연결성이 끊어진 부분을 보정하여 연속성 있는 경로데이터를 생성함
  - 차량에 대한 정차시간에 대한 기준을 정의하여, 이를 기준으로 경로를 분리함. 정차시간은 이벤트 데이터의 전후의 시간차를 계산하여 경로를 분리함
  - 또한, 거리차에 대해서도 기준을 정의하여, 이를 기준으로 이벤트 전후의 거리간격을 계산하여, 특정간격이상 발생 시 경로를 분리함



<그림 2-10> 원시 차량 이동궤적 데이터의 특징 예시

- 포인트 기반의 차량 이동궤적 데이터를 링크와 정확하고 빠르게 맵매칭하기 위하여 링크를 가공함
  - 단선으로 구축된 링크를 Offset하여 물리적인 양방향 링크를 생성함

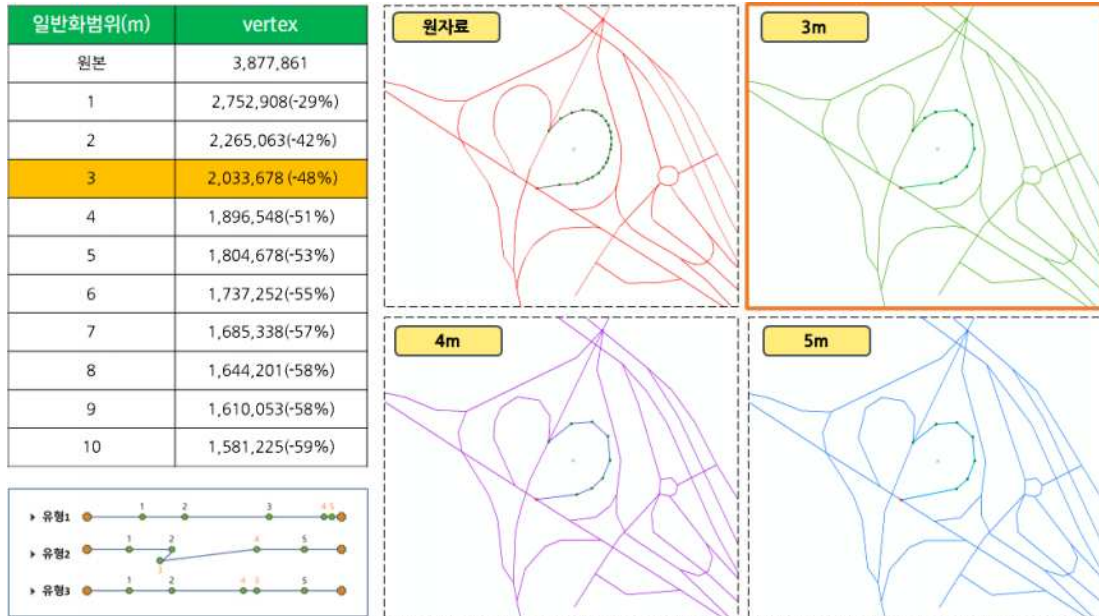


<그림 2-11> 단선 링크 → 양선 링크로 변경 예시

- 링크의 버텍스 오류 및 공간연산시간 단축을 위해 링크를 일반화하여 버텍스 축소 및 버텍스 오류를 제거함.

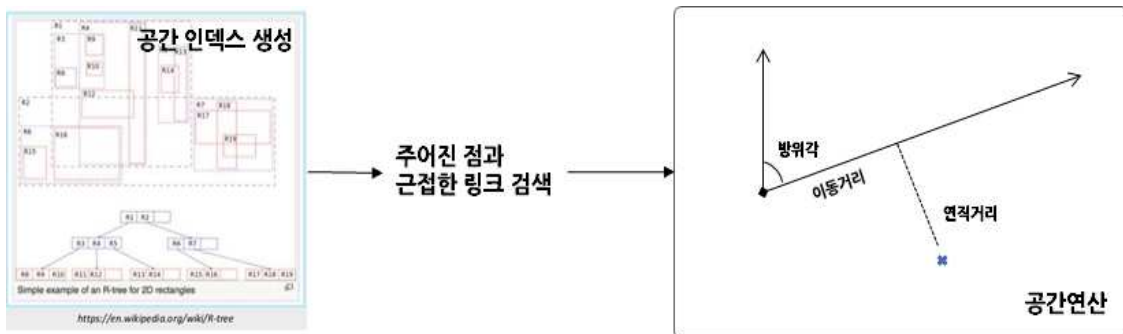


- 이를 위해 일반화 범위를 1m씩 증가하며 테스트한 결과, 일반화의 범위를 3m로 처리하는 것이 버텍스 축소 및 형상 왜곡현상을 최소화하였음



<그림 2-12> 링크 형상 일반화 예시 화면

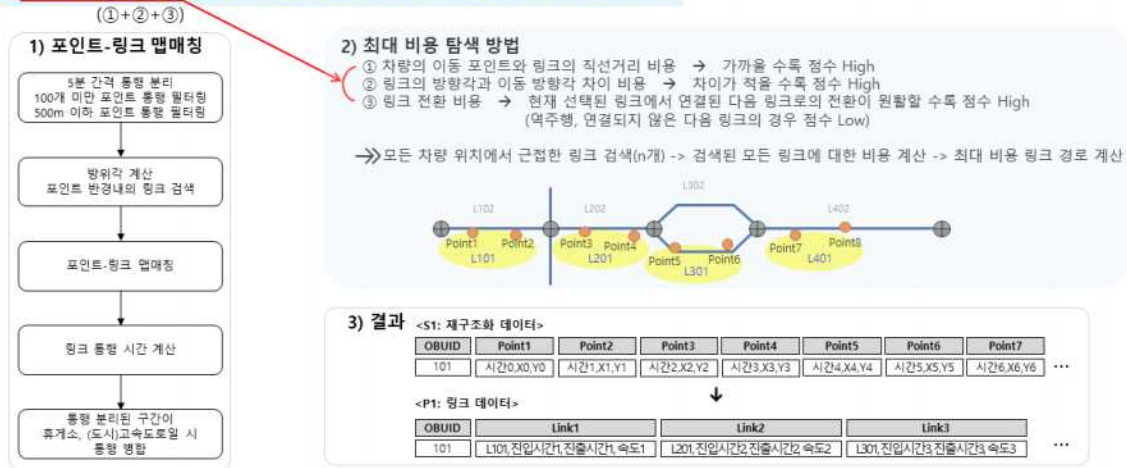
- 가공한 링크를 기반으로 포인트 정보와 공간 조인 후 대상 포인트와 근접한 링크를 검색함
- 검색된 대상 링크들과 대상 포인트 간의 연직거리, 방위각 계산 등을 수행하여 비용이 최소화된 링크와 맵매칭 함



<그림 2-13> 검색을 위한 공간 인덱스 생성 및 공간연산 예시

- 차량 이동궤적 데이터 별로 포인트와 링크 간의 매칭 비용(거리비용, 방향각 비용, 전환비용)을 계산하여, 최소 경로 비용을 탐색하여 링크 기반으로 경로를 생성함

• 최대 비용 탐색 방법을 통한 포인트-링크 맵매칭 -> 링크 매칭의 정확도 향상



<그림 2-14> 링크 맵매칭

○ 경로 생성 과정 결과 예시

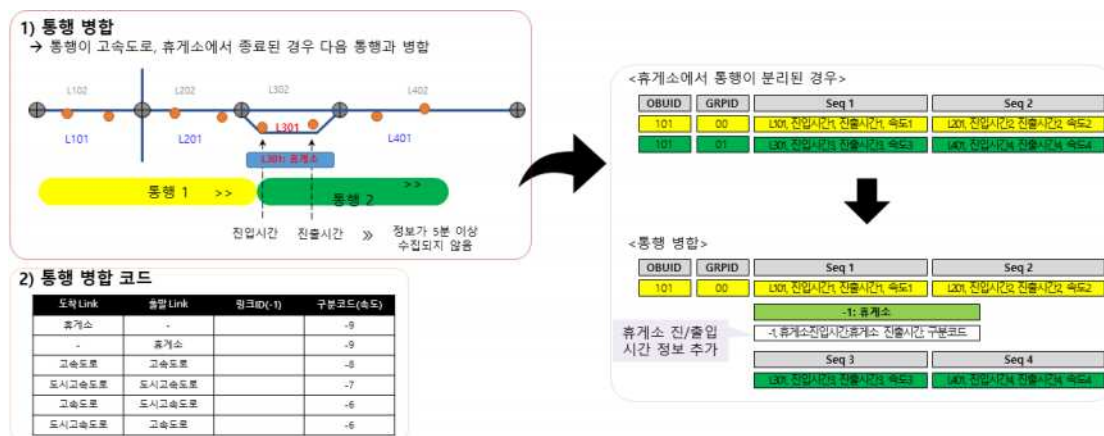
- 궤적 보정 전 데이터는 지하차도 입구와 출구 지점 데이터가 수집되고 지하차도 내에서는 위치 정보 수집이 되지 않는 오류가 발생함
- 궤적 보정 후 데이터는 지하차도의 새로운 차량 위치 정보를 생성하여 링크 상의 경로 정보 생성



<그림 2-15> 경로 생성 결과

### ○ 통행 병합

- 통행 병합은 고속도로 구간, 휴게소에서 종료 된 경우 분리된 경로를 하나의 경로로 생성하여 통행을 만드는 과정
- 통행이 병합되는 경우는 휴게소-휴게소, 고속도로-고속도로, 도시고속도로-고속도로 조합의 경우 발생
- 동일 차량에 대한 도착과 출발 링크의 도로 정보를 비교하여 고속도로에서 통행이 종료된 경우 통행을 병합하며, 병합 시 시간 정보 및 구분 코드 정보를 추가

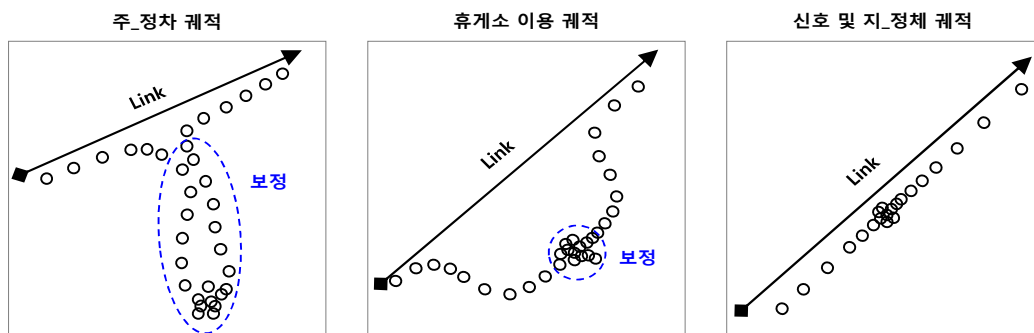


<그림 2-16> 통행 병합



### 3. KTDB Level6 도로망 네트워크 기반의 속도 DB 구축

- 속도 DB 구축은 링크와 매칭된 궤적정보의 진입시간과 진출시간을 이용하여 속도정보를 산출함.
- 이에 정확한 속도정보를 산출하기 위해서는 궤적자료에 대한 이상치 데이터 제거하고, 또한 신호정차 외의 주차목적을 위해 정차한 정보에 대해서도 제거 및 보정된 궤적정보를 사용하여 신뢰성 있는 링크 통행시간을 산정할 수 있음
- 본 과업에서 개선한 속도 DB 구축 알고리즘을 이용하여 궤적자료 보정 및 속도 DB를 산출함
  - 궤적 정보에 포함되어 있는 국부적인 오차(GPS 관측오차, 음영구간 통과 등) 보정을 위해 Wavelet Denoising 기법을 적용하여 개별 주행 특성을 고려한 궤적 보정 가능
  - Wavelet Denoising 기법은 기저 함수(Sin, Cos, Sin + Cos)의 무한한 합으로 어떠한 형태의 분포든 표현 가능하여 개별 주행 특성과 연관된 기저 함수를 활용 이상치 요소 신호 선별 및 제외함
  - 개별 주행 특성을 고려한 궤적 보정으로 비정상적인 주행 행태를 판별 및 보정 가능하여 합리적 이상치 제거
  - Wavelet Denoising을 통해 보정된 궤적은 신뢰성 있는 링크 통행시간 산정을 가능케 함



<그림 2-17> 속도 산출을 위한 궤적 데이터 보정

- 보정된 궤적자료를 이용하여 링크별로 년/월/일/시간 단위 속도자료를 집계함
  - 집계된 속도 자료는 DB 구축 전, 잔존해 있는 이상치의 영향을 완벽히 제거하기 위해 최종 이상치 제거 작업을 수행함 → 각 시간대(15분)별 분포의 특성을 활용
  - 추후 다양한 대표속도 도출과 지표 산출의 기능적 개선을 위해 세분화된 각 시간대별 속도 통계 자료를 구축함

○ 내비게이션 데이터 가공 결과

- 내비게이션 데이터를 활용하여 1일 단위의 데이터를 구축 예정이며, 교통량 및 속도프로파일 생성을 위한 기초 DB로 사용됨
- 구축데이터는 단말기별, 시간대별 링크정보 및 통행속도의 내용을 포함하고 있음. 구축 테이블은 다음과 같음

<표 2-8> 경로데이터 테이블 구성

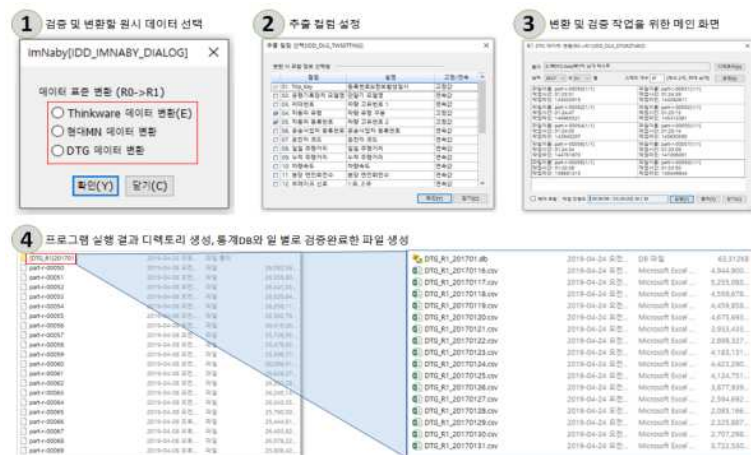
No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	OBUID	Integer	단말기 ID	-	-
2	GroupNum	integer	통행그룹ID	-	-
3	Seq	integer	순서	-	-
4	Date	DateTime	수집일시	-	-
5	Vlink	Integer	6Lev 가상링크ID	-	-
6	Flink	Integer	From 표준링크ID	-	-
7	Tlink	Integer	To 표준링크ID	-	-
8	Speed	Double	통행속도	-	
9	Type	Integer	보정코드	1 4 8	미보정 보정 등록링크아님

#### 4. 통합 경로 데이터 생성 및 압축

- 통행경로분석, 주요 경로, 영향권 분석의 경우 내비게이션 경로 자료로부터 Path 정보를 검색하여 내비게이션 이용자의 경로 데이터로부터 경로를 추출하여 정보를 표현함
- 내비게이션 1년 자료의 경우 약 1억건의 이벤트(링크)로 구성되어 있음. 웹기반 환경에서 1억건(년)의 데이터를 검색 및 추출해서 실시간 서비스를 하는 것은 정상적인 서비스 속도가 나타날 수 없음
- 서비스 속도 향상을 위한 방안으로 경로 데이터 압축과 NoSQL 솔루션 적용을 통해 검색 속도를 향상
  - 경로 데이터에 압축 방법을 통해서 검색 DB의 양을 줄임으로서 검색 서비스를 향상 시킬 수 있음
  - 또한, 경로 정보를 RDBMS에서 탑재하여 검색하지 않고 문서 기반 NoSQL 솔루션을 적용함으로써 경로 정보를 빠르게 검색할 수 있음
- 경로 데이터 압축
  - 상세 6레벨 링크 정보로 구성된 경로 DB를 분석맵 단위로 그룹핑
    - 분석맵은 상세 6레벨의 목록으로 구성되어 있으므로 차량별 이동 궤적 정보를 압축 가능
  - 분석맵 단위 경로 그룹핑
    - 각 차량들은 동일한 경로를 운행할 수 있기 때문에 각 차량별로 경로를 저장하는 것은 공간의 낭비가 발생
    - 유일한 경로별 통과 차량 정보를 집계 처리
- 압축 경로 데이터베이스 인덱스를 통한 경로 검색 속도 향상
  - 경로 정보 검색은 특정 링크 또는 출발/경유/도착 링크를 경유하는 경로를 검색해야 함
    - 통행경로분석 : 특정 링크를 진입하는 경로 검색, 특정 링크를 통과하여 진출하는 링크 검색
    - 주요 경로 : 출발, 도착 링크를 이용하는 주요 경로 검색
  - 문서 기반 NoSQL 솔루션인 MongoDB의 경우 내부 데이터 저장을 JSON 형태로 저장할 수 있음
  - 경로 정보는 링크의 목록이기 때문에 JSON의 배열 정보에 데이터를 저장 가능
  - MongoDB는 배열 데이터에 대한 인덱싱이 가능하기 때문에 빠른 데이터 검색이 가능

### 제3절 원시 데이터 검증 및 분석 시스템 구축

- 텅크웨어 내비게이션/현대MN 내비게이션/DTG 자료는 서로 다른 데이터 구성으로 제공되고 있으며, 오류유형 또한 다양한 형태로 발생함. 이에 자료 별 데이터 특징 및 오류 유형을 분석하여, 이를 기반으로 원시 데이터 검증 및 필터링 할 수 있는 시스템을 개발하고자 함
  - 데이터 검증은 파일에 대한 오류(파일깨짐), 좌표에 대한 오류, 데이터 구성요소에 대한 오류 등을 검증 및 제거할 수 있도록 함
  - 데이터 필터링은 본 과업에서 사용되지 않는 불필요한 부가정보를 제거하여 데이터를 경량화 시키고자 함
  - 또한 데이터 가공속도를 향상시키기 위해, 세로로 나열된 정보를 차량고유ID(OBUID)별로 정렬 후 한줄로 나열하여 레코드를 최소화 하여, 검색속도를 향상시키고자 함
  - 원시 데이터를 분석하기 위해 통계 DB를 작성하도록 개발
- 각 제공사 별로 데이터 구성요소 및 파일 형식이 상이하여, 각 제공사 별로 검증 기능 및 통계 기능을 개발하도록 함
- 각 제공사별로 검증 및 필터링을 정해진 필드만을 추출하는 것이 아니라 사용자가 추출할 필드를 설정하게 함으로써 추후 표준 테이블 포맷이 변경되더라도 프로그램을 수정하지 않고 유연하게 표준 테이블 포맷을 확장 할 수 있도록 기능 구성
- 최적의 멀티스레드를 구성하여 변환 및 통계 DB 생성에 소요되는 절대적인 시간을 감축함
  - 한 달 단위의 원시 데이터를 입력받아 일 단위의 데이터 검증 및 필터링 데이터 저장



<그림 2-18> 검증 프로그램 UI 및 결과 화면

- 원시 데이터 검증(분석) 시스템 필터링 조건
  - 위치정보는 전국 위·경도 범위 내에 존재하는지 검증함
  - 동일 위치의 값이 중복해서 발생할 경우 최초 레코드를 제외하고 필터링함
  - 탱크웨어와 현대MN의 레코드 발생 날짜는 원시 데이터의 날짜와 동일해야 함. DTG 데이터는 원시데이터의 년도, 월이 동일해야 함
  - 연속된 OBU-ID 그룹 내에서 다음 레코드는 시간적으로 이전 레코드보다 반드시 이후의 레코드여야 함
  - 레코드는 반드시 약속된 형식대로 입력되어야 함
- 분석 결과에 대한 통계 DB 생성
  - 연속된 OBU-ID에서 정상적인 데이터의 시작 시간과 종료 시간을 체크하여 주행 시간 추정 가능
  - 연속된 OBU-ID 그룹의 이벤트 개수(event\_cnt)와 GPS 에러(err\_gps\_cnt), 날짜 에러(err\_date\_cnt), 시간 에러(err\_time\_cnt) 및 인덱스 에러(err\_index\_cnt)의 개수를 체크하여 정상 데이터와 에러 데이터의 비율 측정 가능
  - 연속된 OBUID에서 정상적인 위치정보만을 이용해 이동거리를 추정(distance 필드, 단위: meter)
  - OBU-ID의 원시 데이터 및 가공 데이터 파일정보를 기록하여 이력정보를 관리 함

rowid	obu_id	obu_id	event_init_datetime	event_end_datetime	event_cnt	err_gps_cnt	stop_cnt	err_date_cnt	err_time_cnt	err_index_cnt	distance	over_one_minute	date_type	input_file_name	output_file_name
1	1	C-1396677477	20170120154852	20170120160618	704	0	343	0	0	0	4128	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170120.csv
2	2	C-1957904056	20170121211534	20170121234033	7937	26	737	0	0	0	114308	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170121.csv
3	3	C-1386359937	20170117103946	20170117114821	3955	67	94	0	0	0	32052	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170117.csv
4	4	C-1386243595	20170126144727	20170126201833	18325	50	1492	0	0	0	132225	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170126.csv
5	5	C428982426	20170131031341	20170131235017	17999	0	13359	0	0	0	138218	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170131.csv
6	6	C-292113658	20170123161834	20170123173955	3024	0	1857	0	0	0	22085	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170123.csv
7	7	C1336766992	20170126143617	20170126155655	4085	43	711	0	0	0	16992	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170126.csv
8	8	C486358005	20170130083047	20170130104024	814	273	5453	0	0	0	4880	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170130.csv
9	9	C1701647998	20170126081618	20170126212953	10787	0	6738	0	0	0	94461	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170126.csv
10	10	C905220243	20170117160740	20170117161332	3169	0	4303	0	0	0	33106	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170117.csv
11	11	C-1271850095	20170117083659	20170117203900	31166	3	16606	0	0	0	164163	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170117.csv
12	12	C365227639	20170123085914	20170123091751	733	332	53	0	0	0	5361	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170123.csv
13	13	C365227639	20170131155836	20170131162555	1295	296	49	0	0	0	8403	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170131.csv
14	14	C365227732	20170129082303	20170129091342	2961	44	35	0	0	0	29107	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170129.csv
15	15	C365256564	20170121085548	20170121100438	3986	61	84	0	0	0	19843	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170121.csv
16	16	C365256564	20170126141159	20170126170046	9645	91	392	0	0	0	39160	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170126.csv
17	17	C1844762252	20170121000432	20170121234227	9642	0	12193	0	0	0	79988	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170121.csv
18	18	C-1493283652	20170118184907	20170118191250	973	0	451	0	0	0	9389	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170118.csv
19	19	C-1070367852	201701117091724	201701117093246	428	35	460	0	0	0	2062	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170111.csv
20	20	C-1530728331	20170119144931	20170119150226	368	0	408	0	0	0	2854	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170119.csv
21	21	C-1530728331	20170120081559	20170120082708	230	0	440	0	0	0	1633	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170120.csv
22	22	C1224099260	20170122072655	20170122080547	1612	0	663	0	0	0	2285	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170122.csv
23	23	C-126683176	20170126074852	20170126145811	7343	90	15099	0	0	0	367253	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170126.csv
24	24	C430859134	20170117133951	20170117140247	827	0	550	0	0	0	4514	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170117.csv
25	25	C-536794148	20170120141024	20170120142516	279	0	605	0	0	0	3829	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170120.csv
26	26	C-539679565	20170119111329	20170119112536	396	0	332	0	0	0	3657	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170119.csv
27	27	C-1028029545	20170119000000	20170119235959	25350	0	18364	0	0	0	224077	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170119.csv
28	28	C-1028029545	20170127085132	20170127224526	16187	0	13012	0	0	0	137080	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170127.csv
29	29	C-1028029544	20170118034735	20170118192151	30245	0	16058	0	0	0	246063	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170118.csv
30	30	C-1028029521	20170119000000	20170119235959	28596	0	14160	0	0	0	277940	0	C	part-r-00143	DTG_R1_20170119.csv

<그림 2-19> 통계 결과 화면

- 원시데이터를 상단에서 하단으로 읽어가며 연속된 OBU-ID를 하나로 묶기 때문에 하나의 가공파일에 중복된 OBU-ID가 중복해서 나타날 수 있음
- 데이터 가공파일로 변환 시 OBU-ID는 중복되지 않는 정수키로 변환하여 일관성 유지 및 용량을 최소화함 (DTG는 년 단위 유지, TW와 MN은 일 단위 유지)



## 제3장 교통량 추정 및 속도 DB 구축 알고리즘 개선

---

제1절 관측 교통량 신뢰도 검증 알고리즘 개발

제2절 관측 교통량 전수화 알고리즘 개선

제3절 교통량 추정 알고리즘 및 모듈 개선

제4절 속도 DB 구축 알고리즘 및 모듈 개선





## 제3장 교통량 추정 및 속도 DB 구축 알고리즘 개선

### 제1절 관측 교통량 신뢰도 검증 알고리즘 개발

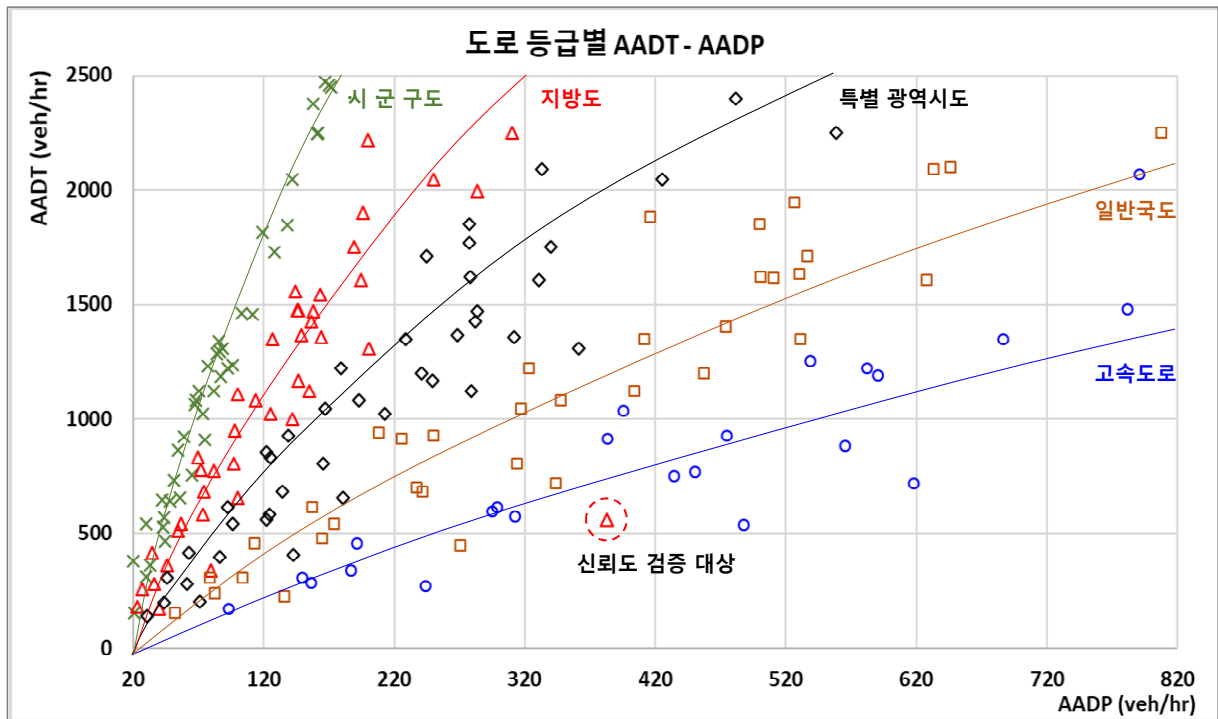
#### 1. 관측 교통량 신뢰도 검증 알고리즘의 필요성 및 검증 방안

- 관측 교통량은 조사원의 인적 오류, 검지기의 기계적 오류로 인한 관측 오류(이상치)의 포함 가능성이 항상 존재함
- 이는 관측 교통량 자료의 한계로 관측 교통량의 신뢰도 검증은 필수적임
- 내비게이션 프로브 교통량의 전수화 신뢰성을 확보하기 위해서는 관측 오류의 배제 또는 합리적 조정을 수행함 → 관측 오류의 판단이 선행되어야 함
- 관측 오류를 판단하기 위해 대상 지역의 상시/수시 조사 교통량(이하: AADT, Annual Average Daily Traffic)과 내비게이션 프로브 교통량(이하: AADP, Annual Average Daily Probe)을 변수로 회귀분석을 수행함

#### 2. 관측 교통량 신뢰도 검증 알고리즘 프로세스

##### 가. 신뢰도 검증 대상 구간 선정(Step1)

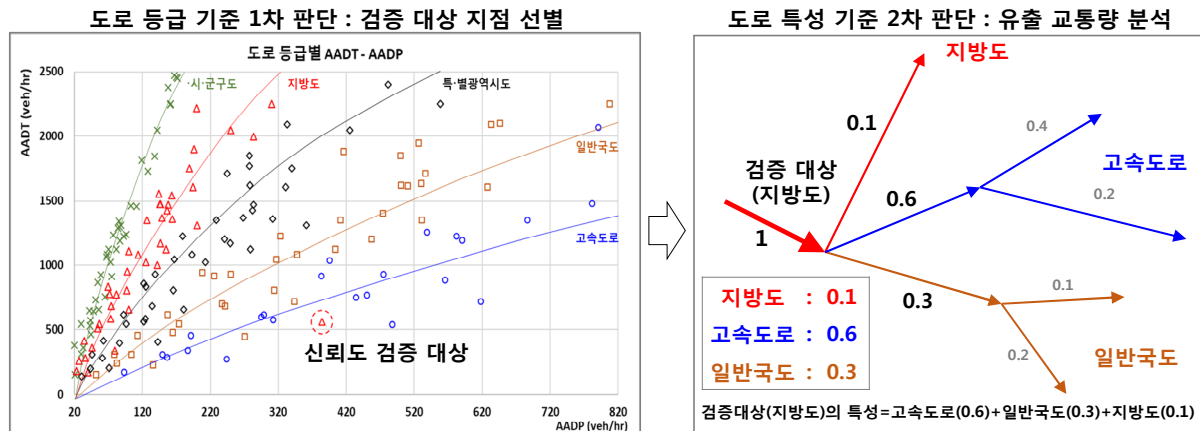
- 도로등급별(고속국도, 일반국도, 지방도, 광역시도 등) AADT와 AADP간의 관계는 일정한 수준을 보임
- 각 도로등급별 AADT와 AADP간 회귀분석을 통해 최적화된 지수 함수( $y = \alpha x^\beta$ ,  $y$ : AADT,  $x$ : 보정된 AADP)를 도출
- 각 도로등급별 AADT와 AADP 간 지수 함수의 경계 범위(boundary) 설정
- 해당 경계를 벗어난 지점의 AADT 교통량을 검증 대상 구간으로 선정
- 선정된 검증 대상 구간은 STEP2, STEP3 과정을 통해 신뢰도 검증 수행



<그림 3-1> 신뢰도 검증 대상 구간 선정

#### 나. 검증 대상 구간의 도로 특성 분석(Step2)

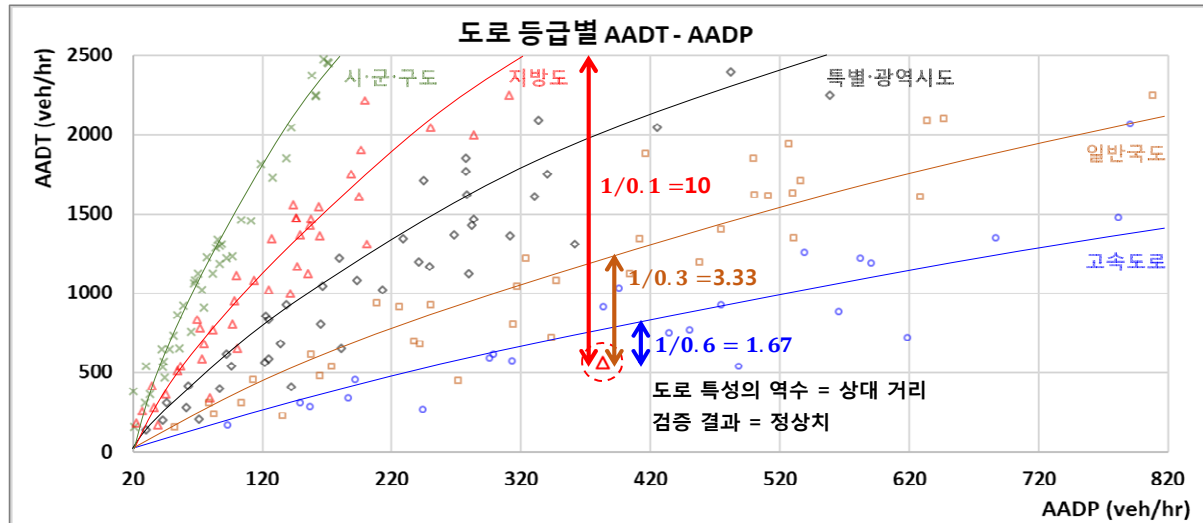
- 도로등급 전환구간(도로 등급이 분기되는 구간)은 지정된 도로등급과 다른 도로 특성을 보임  
→ 고속도로와 연결된 국도의 경우(고속도로 특성 + 국도 특성)
- 검증 대상구간의 도로 특성 분석을 통해 지정된 도로등급과 그 특성이 동일한지 여부를 판단
  - 도로등급과 그 특성이 동일한 경우 → 관측 오류(이상치) 배제 또는 조정
  - 도로등급과 그 특성이 동일하지 않은 경우 → 해당 특성에 따른 신뢰도 검증 수행(STEP3)
- 대상 구간의 도로 특성 분석은 검증 대상 구간을 통과한 AADP의 유출 교통량 기반으로 수행
- 유출 링크의 등급과 유출 교통량에 따라 검증 대상 구간의 도로 특성이 결정됨
  - 검증 대상구간이 지방도인 경우(지방도→지방도: 0.1, 지방도→고속도로: 0.6, 지방도→일반국도: 0.3)
  - 대상구간의 도로 특성(특성 값)은 고속도로(0.6), 일반국도(0.3), 지방도(0.1)



&lt;그림 3-2&gt; 검증 대상구간의 도로 특성 분석

## 다. 도로 특성에 따른 관측 교통량 신뢰도 검증(Step3)

- Step2(검증 대상구간의 도로 특성 분석)에서 산정된 특성 값(유출 교통량비)의 역수를 상대 거리로 정의, 상대거리기반 검증 대상 구간의 분포 위치와 일치 여부를 확인
- 대상 구간의 분포 위치와 일치하지 않는 경우 → 관측 오류(이상치) 배제 또는 조정



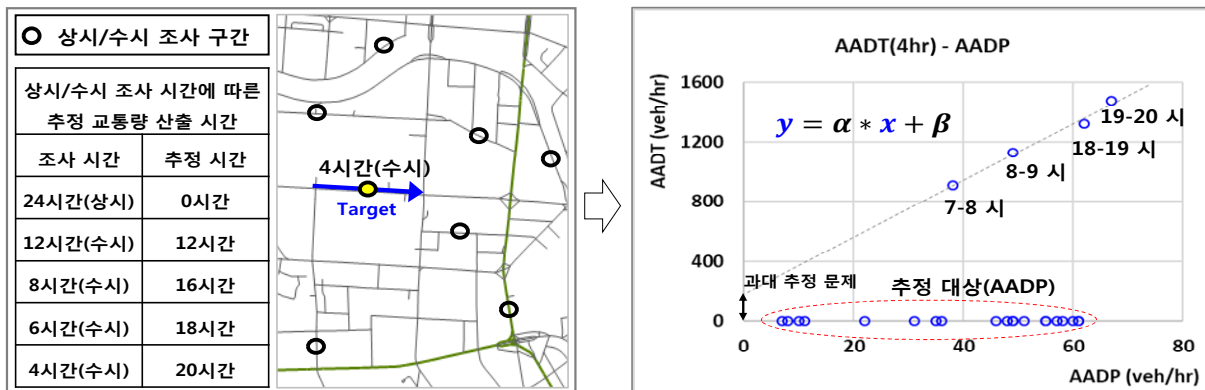
&lt;그림 3-3&gt; 도로 특성에 따른 관측 교통량 신뢰도 검증

## 제2절 관측 교통량 전수화 알고리즘 개선

### 1. 관측 교통량 전수화 알고리즘 개선 방안

#### 가. 기존 알고리즘

- 교통량 전수화를 위해 대상 구간의 AADT와 AADP를 활용, 대상 구간의 AADT 조사 시간대가 감소함에 따라 AADP의 추정 대상 시간대 증가
- 대상 구간의 조사 시간대에 해당하는 AADT(예: 4개 시간대)를 종속변수, 동일 시간대의 AADP를 독립변수로 회귀분석 수행
- 회귀분석을 통해 최적화된 1차 함수( $y = \alpha x + \beta$ ,  $y$ : AADT,  $x$ : AADP)를 도출
- 추정 대상 시간대(AADT 조사 시간대 외)에 해당하는 AADP를 최적화된 1차 함수에 적용(전수화)하여 추정 교통량 자료를 구축



<그림 3-4> 관측 교통량 전수화 알고리즘(기존)

#### 나. 기존 알고리즘의 한계 및 개선방안

- 수시 조사 대상 시간대가 적은 구간의 추정 교통량 신뢰도 문제가 발생 → 인접 구간 AADT 집계(24h AADT) 자료의 활용, 최소 신뢰도 확보
- 시간대 별 AADP의 점유율에 따라 교통량의 과소 및 과대 추정 문제가 발생, 인접 구간과 상이한 교통량 분포 행태가 나타남 → AADP 보정을 통해 집계된 24시간 AADT의 시간대 별 추세를 반영

## 2. 관측 교통량 전수화 알고리즘 프로세스

### 가. 인접 구간 AADT 집계를 통한 24시간 AADT 자료 구축(STEP1)

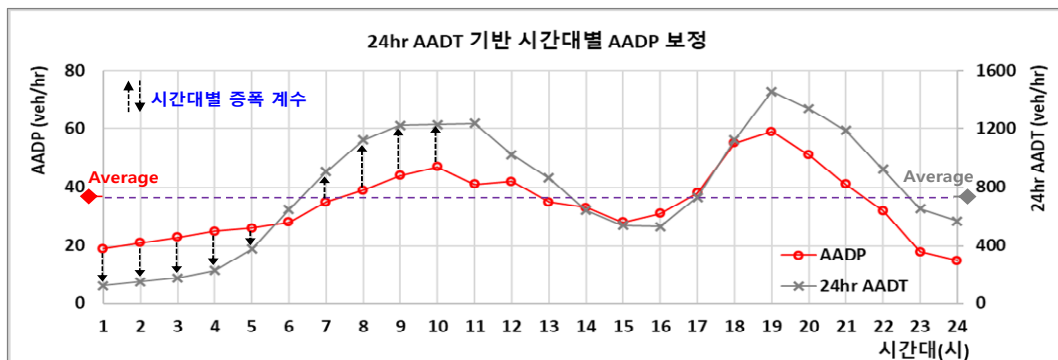
- 신뢰도 확보를 위해 대상 링크에 인접한 AADT 집계 수행 → 24시간 AADT 자료 구축
- 24시간 AADT 자료 구축 시 대상구간과의 유사성 기반 AADT 자료 집계 수행
- 집계의 기준은 대상 구간의 유출·입 교통량 비 기반, 인접 거리 기반 적용



<그림 3-5> 인접 구간 AADT 집계를 통한 24시간 AADT 자료 구축

### 나. 24시간 AADT 기반 시간대별 AADP 보정(STEP2)

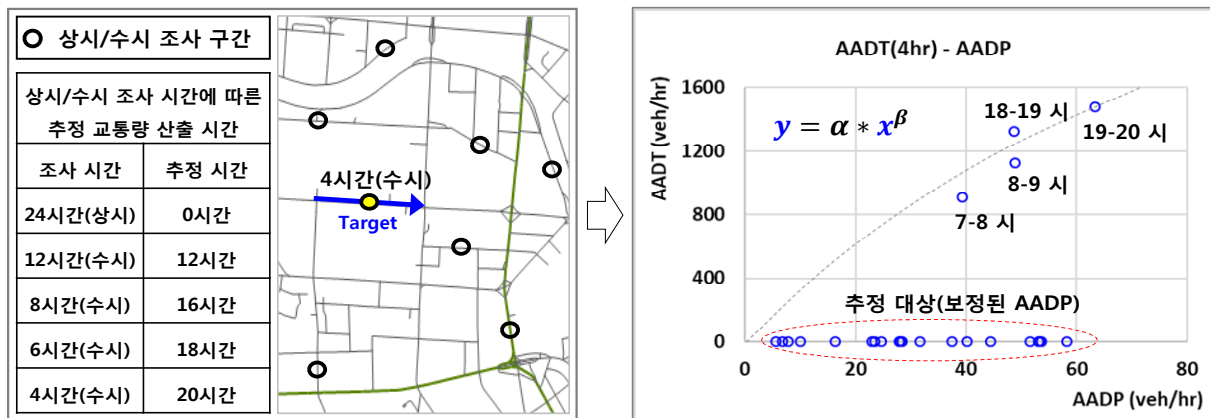
- 주어진 조건하에 합리적인 보정을 수행하기 위해 실제 교통량의 분포를 STEP1에서 구축된 24시간 AADT로 간주함
- 24시간 AADT의 평균 대비 증감정도와 AADP의 평균 대비 증감정도를 기반으로 시간대별 증폭계수를 산정 → 산정된 시간대별 증폭계수를 기반으로 보정된 AADP를 산출



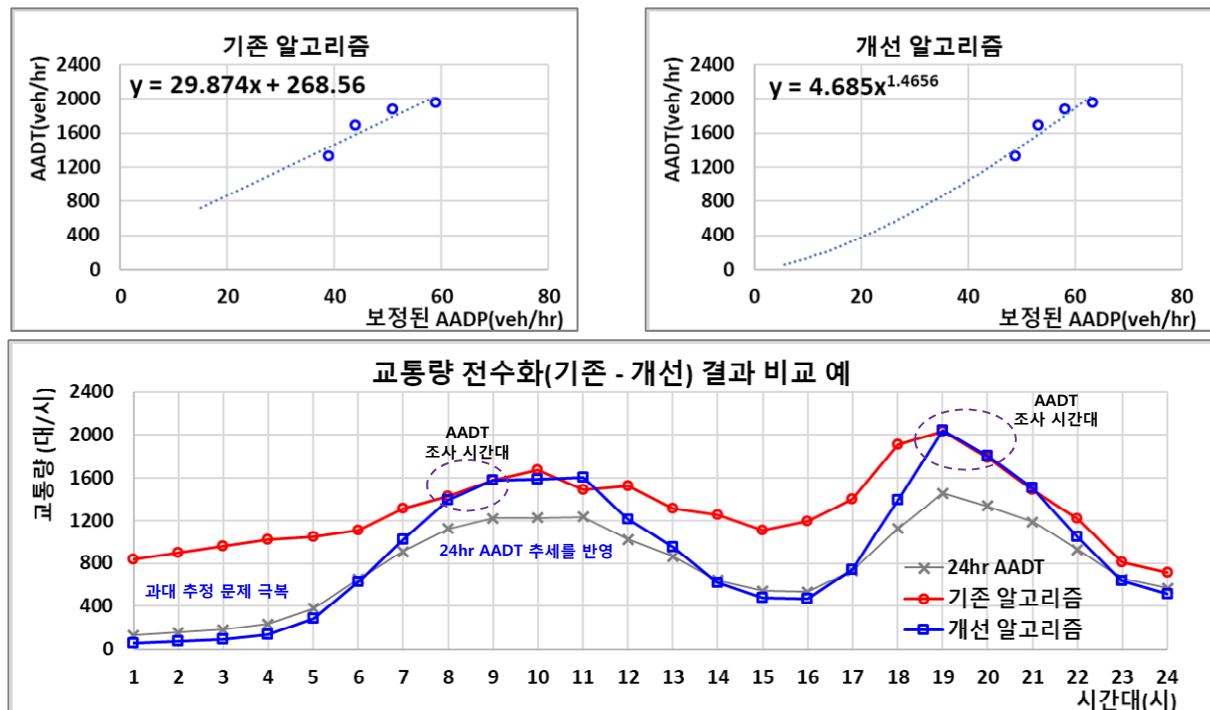
<그림 3-6> 24시간 AADT 기반 시간대별 AADP 보정

### 다. 추정 교통량 자료 구축(보정된 AADP 전수화)(STEP3)

- 대상 구간의 조사 시간대에 해당하는 AADT(예: 4개 시간대)를 종속변수, 동일 시간대의 보정된 AADP를 독립변수로 회귀분석 수행 ( $y = \alpha x^\beta$ ,  $y$ : AADT,  $x$ : 보정된 AADP)
- 추정 대상 시간대(AADT 조사 시간대 외)에 해당하는 보정된 AADP를 최적화된 지수 함수에 적용(전수화)하여 추정 교통량 자료를 구축



<그림 3-7> 추정 교통량 자료 구축



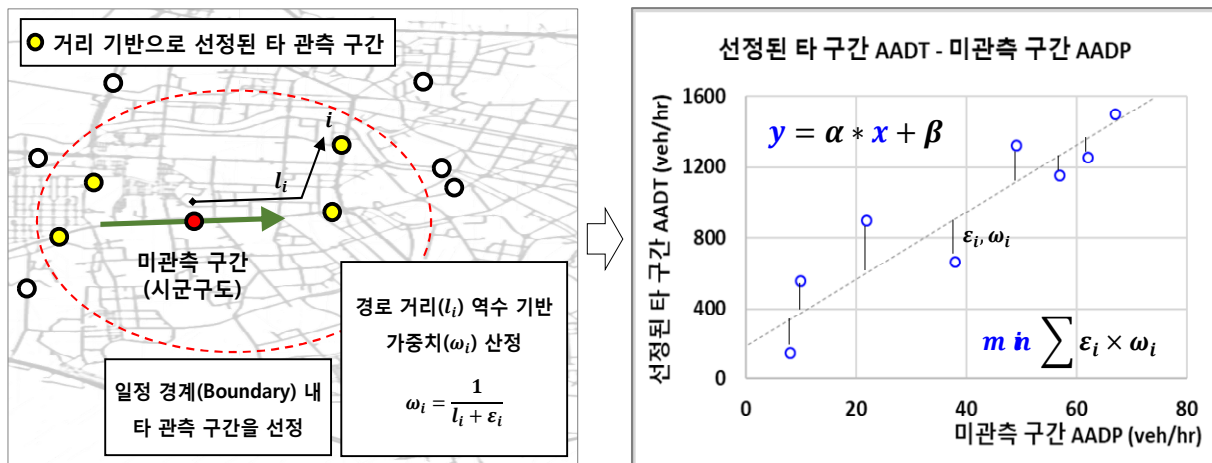
<그림 3-8> 교통량 전수화 개선 알고리즘의 결과

### 제3절 교통량 추정 알고리즘 및 모듈 개선

#### 1. 교통량 추정 알고리즘 개선 방안

##### 가. 기존 알고리즘

- AADT 미관측 구간의 AADP 전수화를 수행하기 위해 인접 경계 내 타 관측 구간 AADT 선정
- AADT 미관측 지점으로 부터 선정된 타 관측 구간 간 AADP 통행 경로 추적을 통해 경로 거리( $l_i$ ) 산정
- 각 경로 거리( $l_i$ )의 역수 기반 가중치( $\omega_i$ )를 산정 → 조정오차( $\varepsilon_i$ ) 포함
- 선정된 타 관측 구간의 AADT를 종속변수, 미관측 구간의 AADP를 독립 변수로 회귀분석 수행
- 조정오차( $\varepsilon_i$ )를 조정해 가며 최적화( $\min \sum \varepsilon_i \times \omega_i$ ) 수행
- 최적화된 1차 함수( $y = \alpha x + \beta$ ,  $y$ : 타 관측 구간 AADT,  $x$ : 미관측 구간 AADP)를 도출
- 미관측 구간의 AADP를 최적화된 1차 함수에 적용(전수화)하여 추정 교통량 자료를 구축



<그림 3-9> 교통량 추정 알고리즘(기존)

##### 나. 기존 알고리즘의 한계 및 개선방안

- 거리 기반의 타 관측 구간 AADT 선정 시 합리적인 기준 설정에 한계가 있음 → 합리적인 기준 설정이 필요
- 미관측 구간 AADP 경로 이용 행태를 활용한 기준 설정(미관측 구간과 유사한 관측 구간 선정)

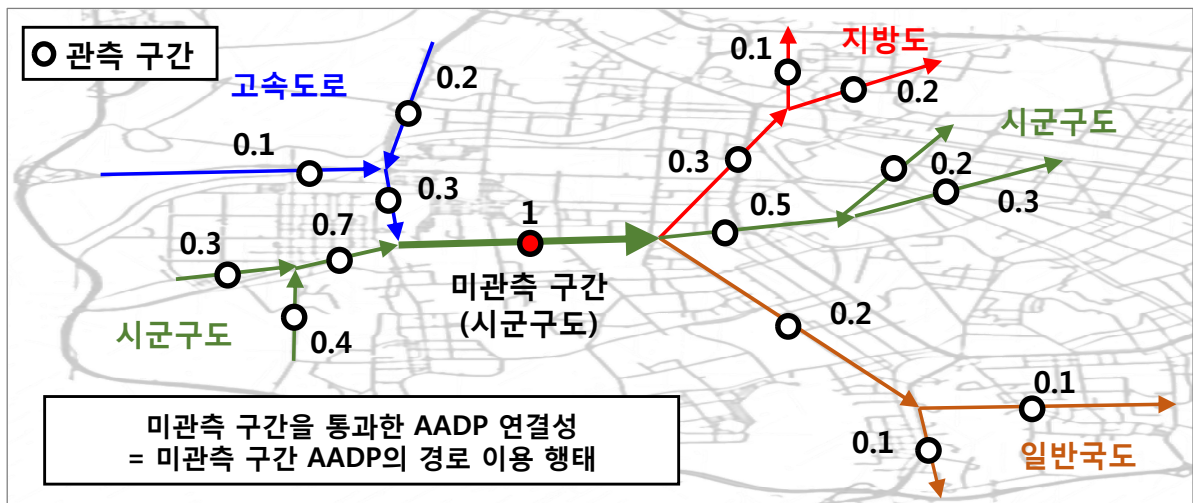


- 거리 기반으로 선정된 타 관측 구간의 도로 특성이 미관측 구간과 상이할 가능성이 있음 → 도로 특성 간 유사 정도 반영이 필요

## 2. 교통량 추정 알고리즘 프로세스

### 가. 미관측 구간 기준 AADP의 연결성 집계(STEP1)

- 합리적인 대상 선정을 위해 미관측 지점을 통과한 AADP의 경로 이용행태를 분석함
- 경로 이용행태 → 미관측 구간의 경로 통행량 기준 유입, 유출 비를 산정
- 경로 이용행태는 AADP의 비율로 산정( 미관측 지점 = 1, 타 관측 지점 < 1 )
- 각 구간의 AADP 비율은 미관측 구간과의 연결성으로 정의함
- 즉, 미관측 구간과 가장 유사한 관측 구간을 선정하고 선정된 관측 구간의 가중치를 설정하기 위해 미관측 구간 기준 AADP의 연결성을 집계함



<그림 3-10> 미관측 구간 기준 AADP의 연결성 집계

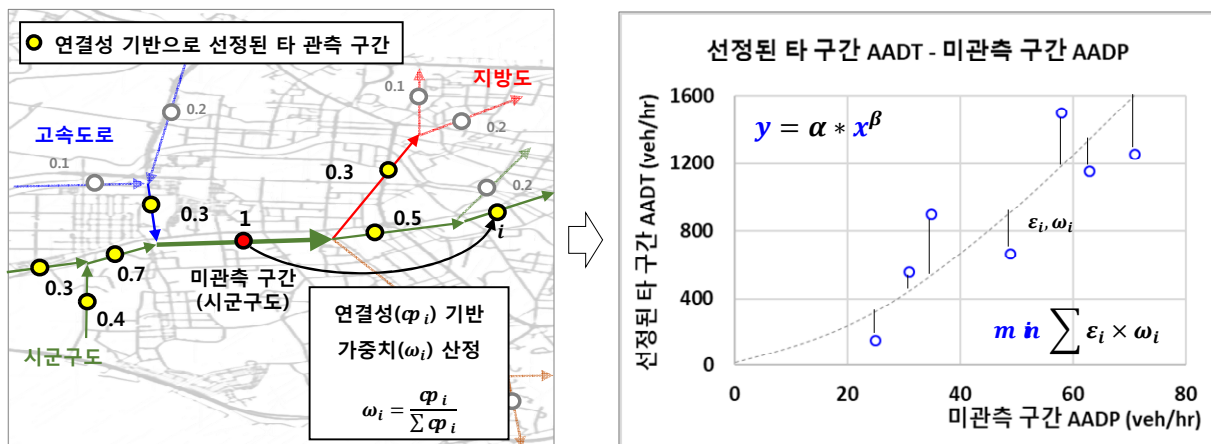
### 나. 미관측 구간 기준 AADP 연결성 기반 타 관측 구간 선정 및 가중치 설정(STEP2)

- STEP1에서 집계된 연결성을 정도에 따른 정렬(내림차순)을 수행함
- 정렬된 연결성은 우선순위에 따라 누적 연결성을 산정함
- 일정 수준 누적 연결성까지의 타 관측 구간을 대상으로 선정함

- 미관측 구간과 대상으로 선정된 타 관측 구간 간의 연결성을 산정함
- 각 연결성( $cp_i$ ) 기반의 가중치( $\omega_i$ )를 산정 → 조정오차( $\varepsilon_i$ ) 포함

#### 다. 미관측 구간 교통량 추정(STEP3)

- 선정된 타 관측 구간의 가중치( $\omega_i$ )는 연결성( $cp_i$ )과 조정오차( $\varepsilon_i$ )로 산정 →  $\omega_i = cp_i / \sum cp_i$
- 선정된 타 관측 구간의 AADT를 종속변수, 미관측 구간의 AADP를 독립 변수로 회귀분석 수행
- 조정오차( $\varepsilon_i$ )를 조정해 가며 최적화( $\min \sum \varepsilon_i \times \omega_i$ ) 수행
- 최적화된 지수 함수( $y = \alpha x^\beta$ ,  $y$ : 타 관측 구간 AADT,  $x$ : 미관측 구간 AADP)를 도출
- 미관측 구간의 AADP를 최적화된 지수 함수에 적용하여 추정 교통량 자료를 구축

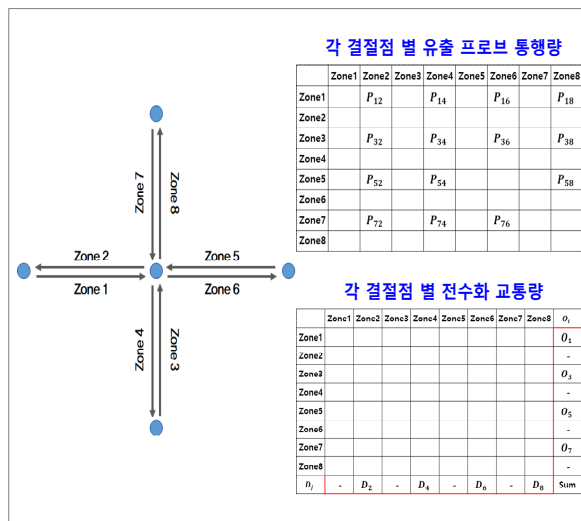


<그림 3-11> 미관측 구간 교통량 추정

### 3. 회전 교통량 산정 알고리즘 개선

<표 3-1> 회전 교통량 산정 알고리즘 개선 방안

구분	기존 알고리즘	개선 알고리즘
분석 대상	회전통행 발생 지점별(교차로, IC, JC)	회전통행 발생 지점별(교차로, IC, JC)
분석 자료	기존 전수화 교통량, AADP 활용	개선된 전수화 교통량, AADP 활용
분석 방법	프라타(Fratar)모형 적용 → 회전 AADT	유전자 알고리즘 적용 → 회전 AADT



OD Balancing(프라타 모형 적용)



	Zone1	Zone2	Zone3	Zone4	Zone5	Zone6	Zone7	Zone8	$O_i$
Zone1		3		172		103		22	300
Zone2									-
Zone3		95				333		72	500
Zone4									-
Zone5		85		109				6	200
Zone6									-
Zone7		67		19		64			150
Zone8									-
$D_j$	-	250	-	300	-	500	-	100	Sum

(a) 기존 알고리즘

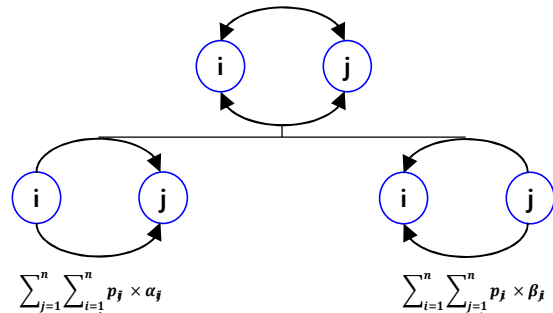
**각 결절점 별 유출 프로브 통행량**

	Zone1	Zone2	Zone3	Zone4	Zone5	Zone6	Zone7	Zone8
Zone1		$P_{12}$			$P_{14}$		$P_{16}$	$P_{18}$
Zone2								
Zone3		$P_{32}$		$P_{34}$		$P_{36}$		$P_{38}$
Zone4								
Zone5		$P_{52}$		$P_{54}$			$P_{58}$	
Zone6								
Zone7		$P_{72}$		$P_{74}$		$P_{76}$		
Zone8								

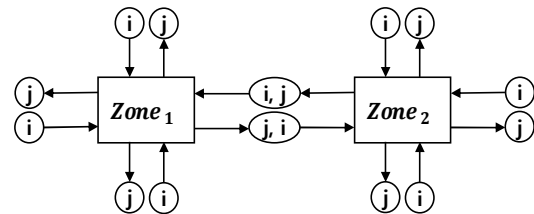
**각 결절점 별 전수화 교통량**

	Zone1	Zone2	Zone3	Zone4	Zone5	Zone6	Zone7	Zone8	$O_i$
Zone1									$O_1$
Zone2									-
Zone3									$O_3$
Zone4									-
Zone5									$O_5$
Zone6									-
Zone7									$O_7$
Zone8									-
$O_j$	-	$D_2$	-	$D_4$	-	$D_6$	-	$D_8$	Sum

OD Balancing(유전자 알고리즘 적용)



교배 및 돌연변이(Crossover & Mutation) 학습

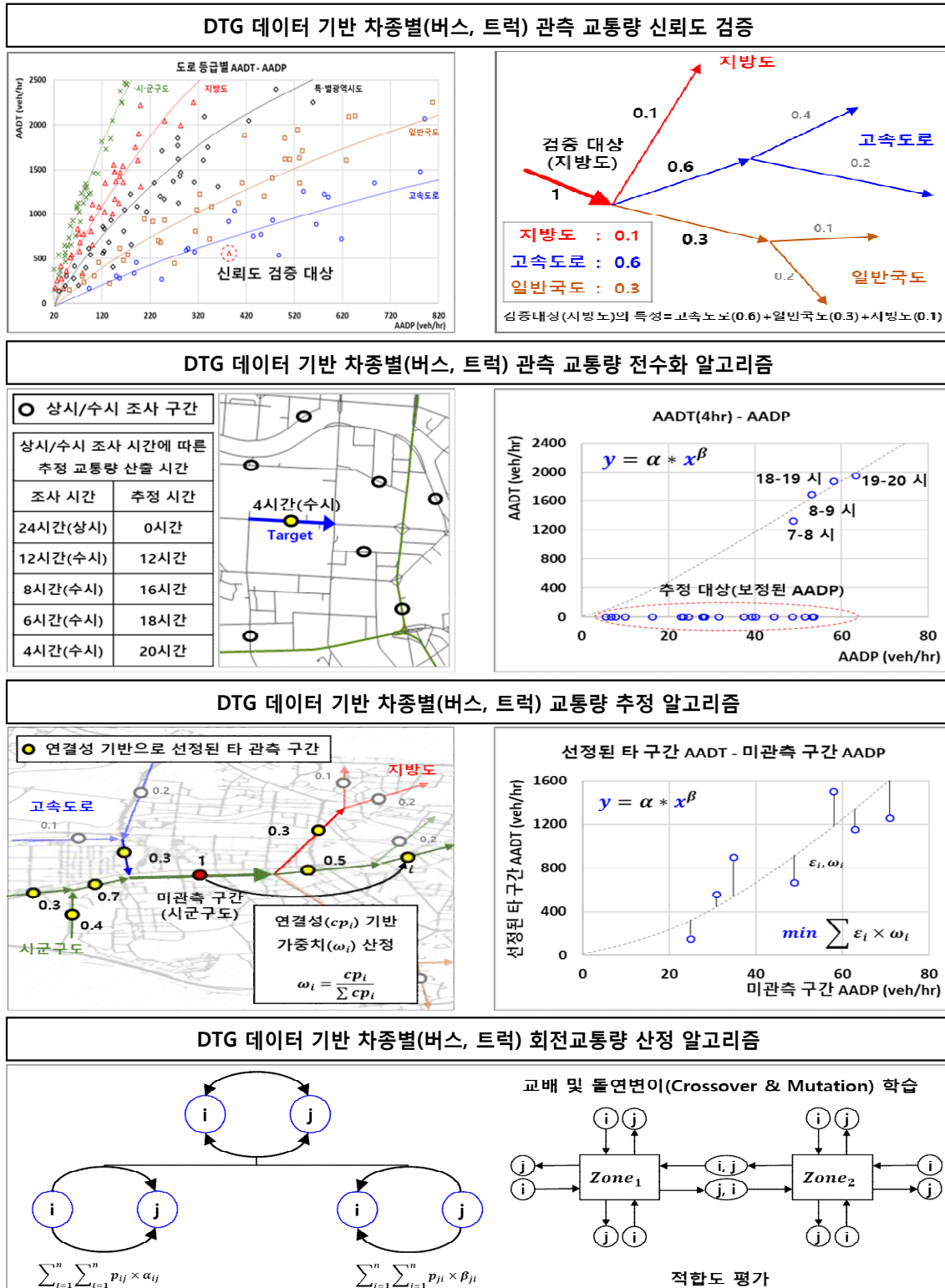


적합도 평가

(b) 개선 알고리즘

<그림 3-12> 회전 교통량 산정 알고리즘 개선 방안

## 4. DTG 데이터를 이용한 차종별 교통량 추정 알고리즘 개발



&lt;그림 3-13&gt; DTG 데이터를 이용한 차종별 교통량 추정 알고리즘

## 5. 교통량 추정 모듈 개선

<표 3-2> 교통량 추정 모듈 개선 방안

기존 모듈 기능	개선 모듈 기능
승용차 교통량(전수화, 미관측, 회전) 산출	관측(조사) 교통량 신뢰도 검증
	신뢰성 확보된 관측(조사) 교통량 자료 활용
	승용차, 버스, 트럭 차종별 교통량(전수화, 미관측, 회전) 및 전수화 계수 산출



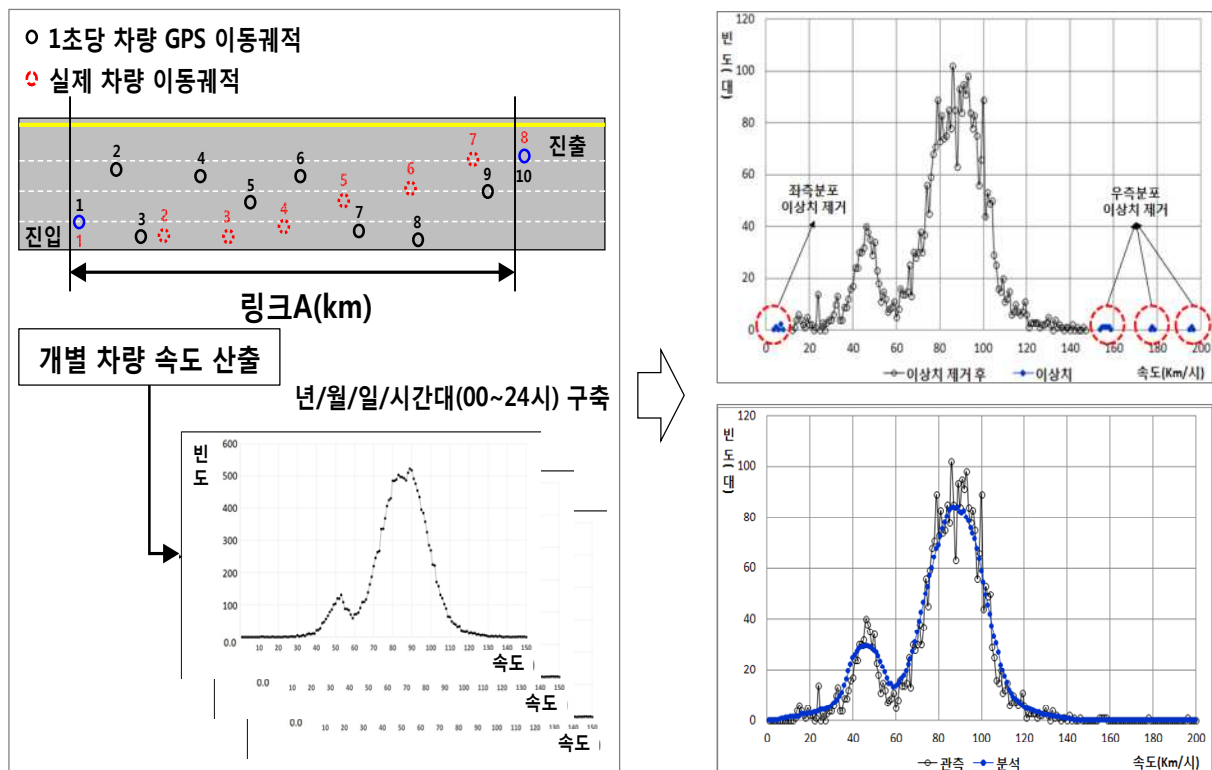
<그림 3-14> 교통량 추정 모듈 개선 방안

## 제4절 속도 DB 구축 알고리즘 및 모듈 개선

### 1. 속도 DB 구축 알고리즘 개선 방안

#### 가. 기존 알고리즘

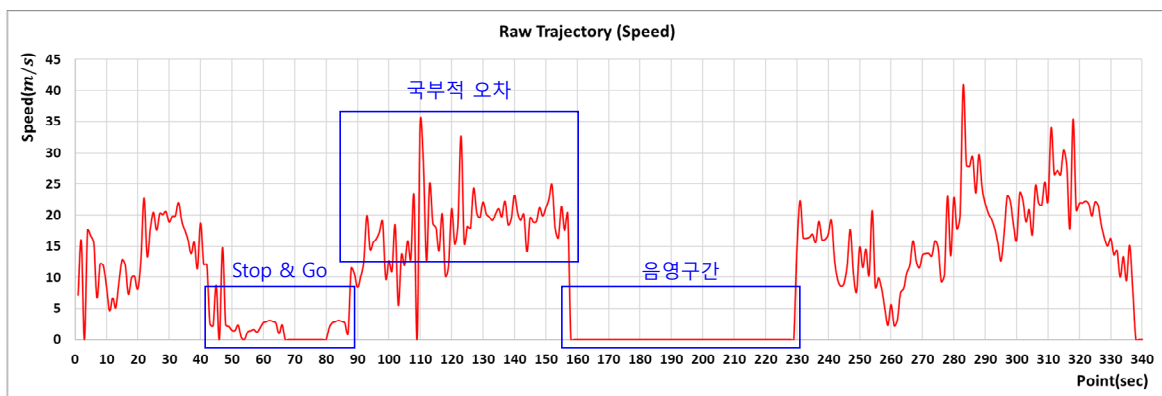
- 기존의 속도 DB 구축 알고리즘은 링크에 매칭된 궤적 정보를 활용해 개별 차량의 속도를 산출하고 산출된 속도의 범위에 따른 집계를 수행함
  - 각 링크별 년/월/일/1시간 기준 시간대(00-24시) 단위 Speed Profile 구축(빈도-속도)
  - 구축된 Speed Profile에서 분포의 특성에 따라 이상치를 제거
  - 해당일의 대표속도 산정은 빈도수 기반 조화평균을 사용함
- 특정 시간대 프로브 점유율을 고려하지 못하는 문제가 발생



<그림 3-15> 기존 알고리즘 예시

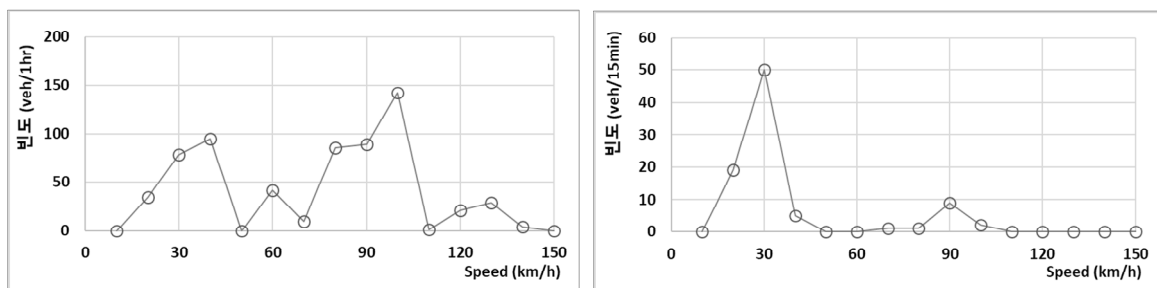
## 나. 기존 알고리즘의 한계

- 궤적 정보는 GPS 관측오차, 음영구간 통과 등으로 인한 국부적인 오차가 존재하며, 이로 인한 링크 통행시간(진입-진출) 산정의 신뢰성이 저하됨
  - 본 과업의 포인트 궤적 데이터 기반의 속도 DB 구축은 기존 링크 궤적 데이터 기반의 속도 DB에 비해 국부적인 오차의 영향을 크게 받을 수밖에 없음
- 개별 궤적자료의 각 포인트 단위 속도 신뢰성확보를 위한 궤적 전처리(Stop & Go 보정, 음영구간 재구성, 국부적 오차보정) 과정이 우선되어야 함



<그림 3-16> 원시 포인트 궤적데이터

- 기존 속도 DB의 집계 단위는 1시간으로 보다 세밀한 시간대의 분석이 불가능 하며, 집계 시간대가 크기 때문에 <그림 6-3> (a)와 같이 교통류 상태가 혼재되어 나타남(Speed Profile의 분산이 증가해 대표속도의 신뢰성을 확보할 수 없음)
- 보다 세밀한 시간대(15분) Speed Profile 구축을 통해 대표속도 신뢰성의 확보가 필요



(a) 1시간 단위 Speed Profile

(b) 15분 단위 Speed Profile

<그림 3-17> 집계 시간 기준에 따른 Speed Profile



## 다. 개선 방안

### 1) 궤적 전처리 알고리즘 구축

#### ① 궤적 전처리 과정의 필요성

- 원시 궤적 데이터 분석 결과 단말기 성능에 따라 차량이 정지 시 정지 위치 기준 일정 범위 내에서 지속적으로 좌표 값이 수집되는 다양한 유형의 행태를 보임(정지 후 빙글빙글 도는 행태, 기존 벡터량을 기반으로 지속적인 직진 행태를 보인 후 원위치로 돌아오는 행태, 지속적인 직진 및 후진 행태 등)
  - 정지~출발 까지 제어 및 운영 지체로 인한 실제 해당 차량의 정지시간 산출이 불가능
  - 실제 해당 차량의 속도가 아닌 왜곡된 속도값이 산출됨
- 차량의 주행에도 불구하고 간헐적인 GPS 송수신 상태 불량 또는 음영구간 진입으로 인해 해당 포인트 좌표가 소실되는 경우가 발생
  - 음영구간 진입으로 인해 소실된 포인트 및 구간의 속도는 0으로 산정됨
- 궤적 데이터 특성을 통해 주행상태를 판별하고, 그에 따른 보정이 필수적임(x 좌표, y 좌표)



<그림 3-18> Stop & Go 보정의 필요성



## ② Stop & Go 보정 알고리즘

### ○ 궤적 데이터 주행상태 판별

- 포인트 간 거리( $p_t = ((p_{t(x)} - p_{t-1(x)})^2 + (p_{t(y)} - p_{t-1(y)})^2)^{0.5}$ )와 변동량 분석을 통해 해당 포인트의 주행상태 및 정지여부 판별

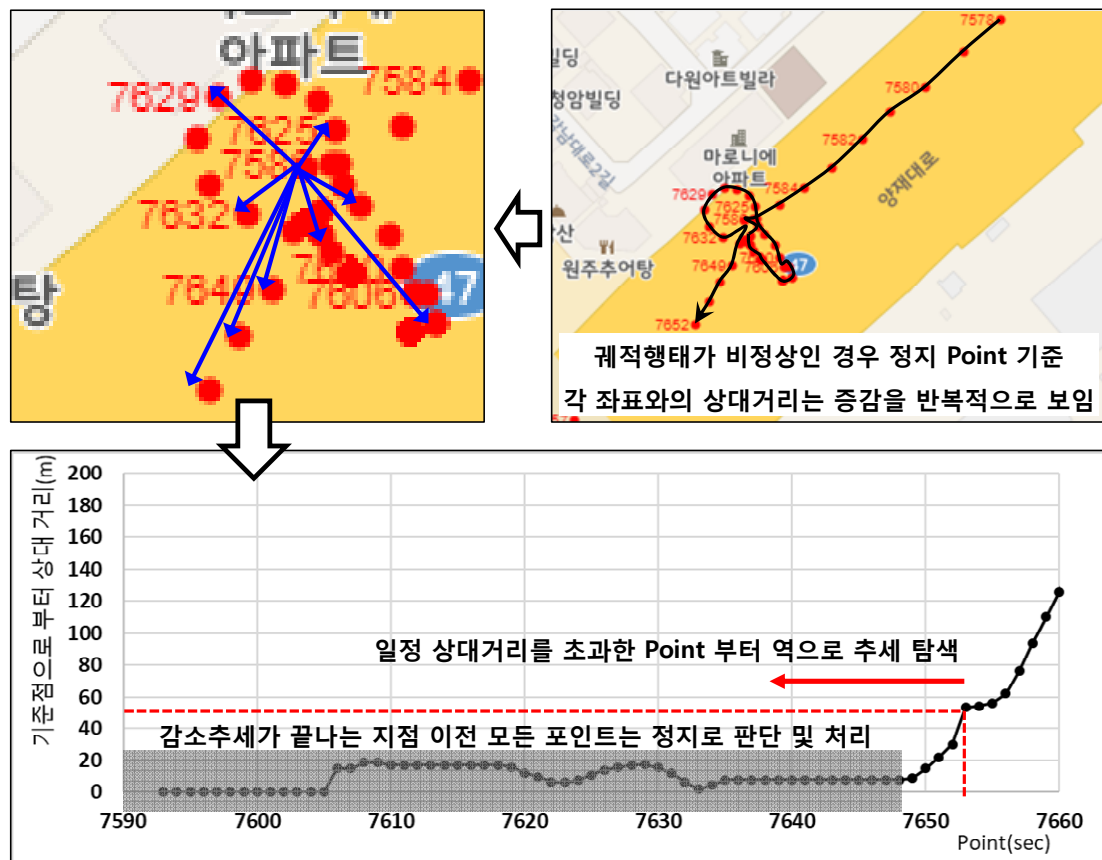
### ○ 정지 포인트 기준 안전거리(예: 50m)를 넘는 포인트까지 좌표별 상대 거리 산정

- 최초 정지 포인트 좌표( $p_t$ ) 기준, 상대 거리( $p_{t+1} - p_t, p_{t+2} - p_t, \dots$ ) 산정(설정된 안전거리를 초과할 때까지)

### ○ 조건을 만족한 상대거리( $p_{t+n} - p_t$ )에서 초기 상대거리( $p_{t+1} - p_t$ )까지 역으로 감소추세가 종료되는 지점 탐색

- 정지 후 발생하는 이상행태는 정지 포인트 기준 상대 변위차를 통해 판별이 가능함(정상: 엔트로피의 지속적 증가, 비정상: 엔트로피의 증감 반복)

### ○ 감소추세 종료되는 이전 지점은 정지로 판단 및 처리



<그림 3-19> Stop & Go 보정 알고리즘의 개념

○ Stop & Go 보정 알고리즘 적용 결과

- 정지후 유턴, 정지후 일반 주행 등 다양한 유형에 대해 Stop & Go 보정 알고리즘의 적정성을 검증한 결과는 다음과 같음



<그림 3-20> Stop & Go 보정 알고리즘 적용 결과(정지 후 유턴)



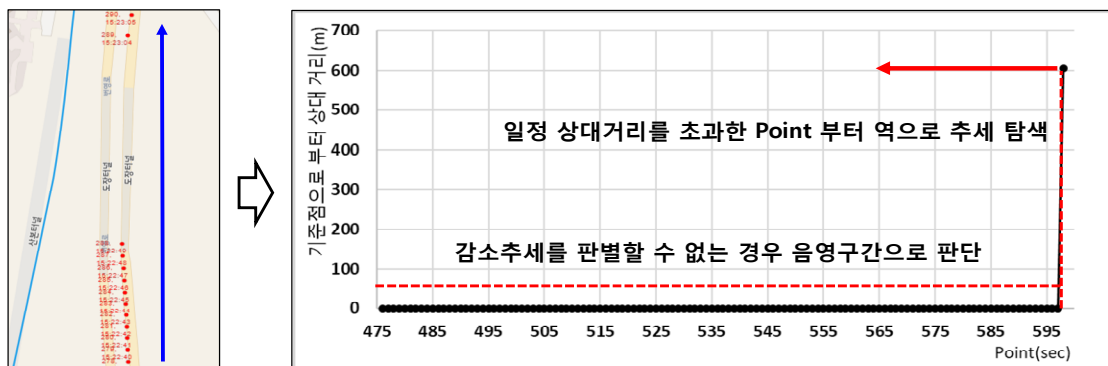
<그림 3-21> Stop & Go 보정 알고리즘 적용 결과(정지후 이상유형)



<그림 3-22> Stop & Go 보정 알고리즘 적용 결과(정지후 이상 유형)

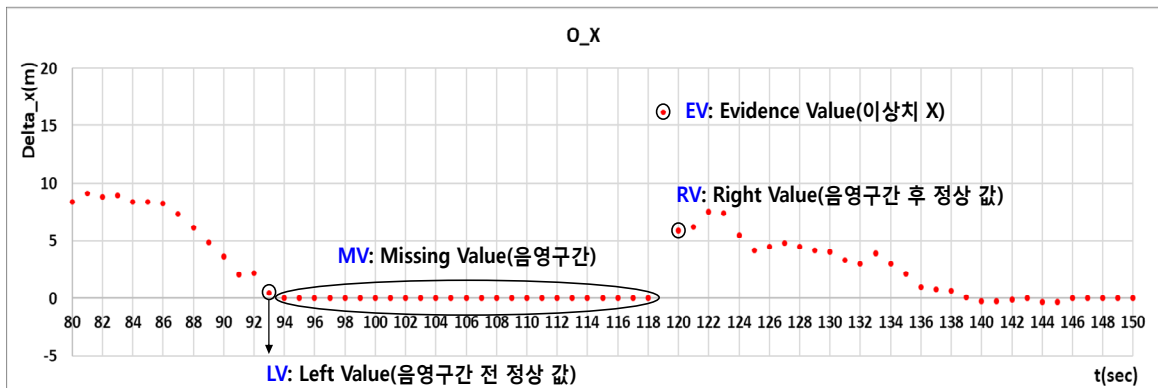
### ③ 음영구간 판단 및 재구성 알고리즘

- 포인트간 거리( $p_t = ((p_{t(x)} - p_{t-1(x)})^2 + (p_{t(y)} - p_{t-1(y)})^2)^{0.5}$ )와 변동량 분석을 통해 해당 포인트의 주행상태 및 정지여부 판별
  - 정지 후 음영구간을 진입하거나 음영구간 통과 후 정지한 유형도 존재함
  - 다양한 유형에서 음영구간 진입 여부 판단이 필요함
- 최초 소실 포인트 또는 정지 포인트 기준 안전거리(예: 50m)를 넘는 포인트까지 좌표별 상대 거리 산정
  - 최초 소실 포인트 좌표( $p_t$ ) 기준, 상대 거리( $p_{t+1} - p_t, p_{t+2} - p_t, \dots$ ) 산정(설정한 안전거리를 초과할 때까지)
  - 음영구간은 정지 상태와 달리 음영구간 진입으로 인해 GPS 송수신 신호가 완전히 사라져 지속적인 좌표 소실행태를 보인 후 좌표 Jumping 현상이 나타남
- 조건을 만족한 상대거리( $p_{t+n} - p_t$ )와 초기 상대거리( $p_{t+1} - p_t$ )가 동일한 경우(감소 추세를 판별할 수 없는 경우) 음영구간 진입으로 인한 좌표 소실 유형판단



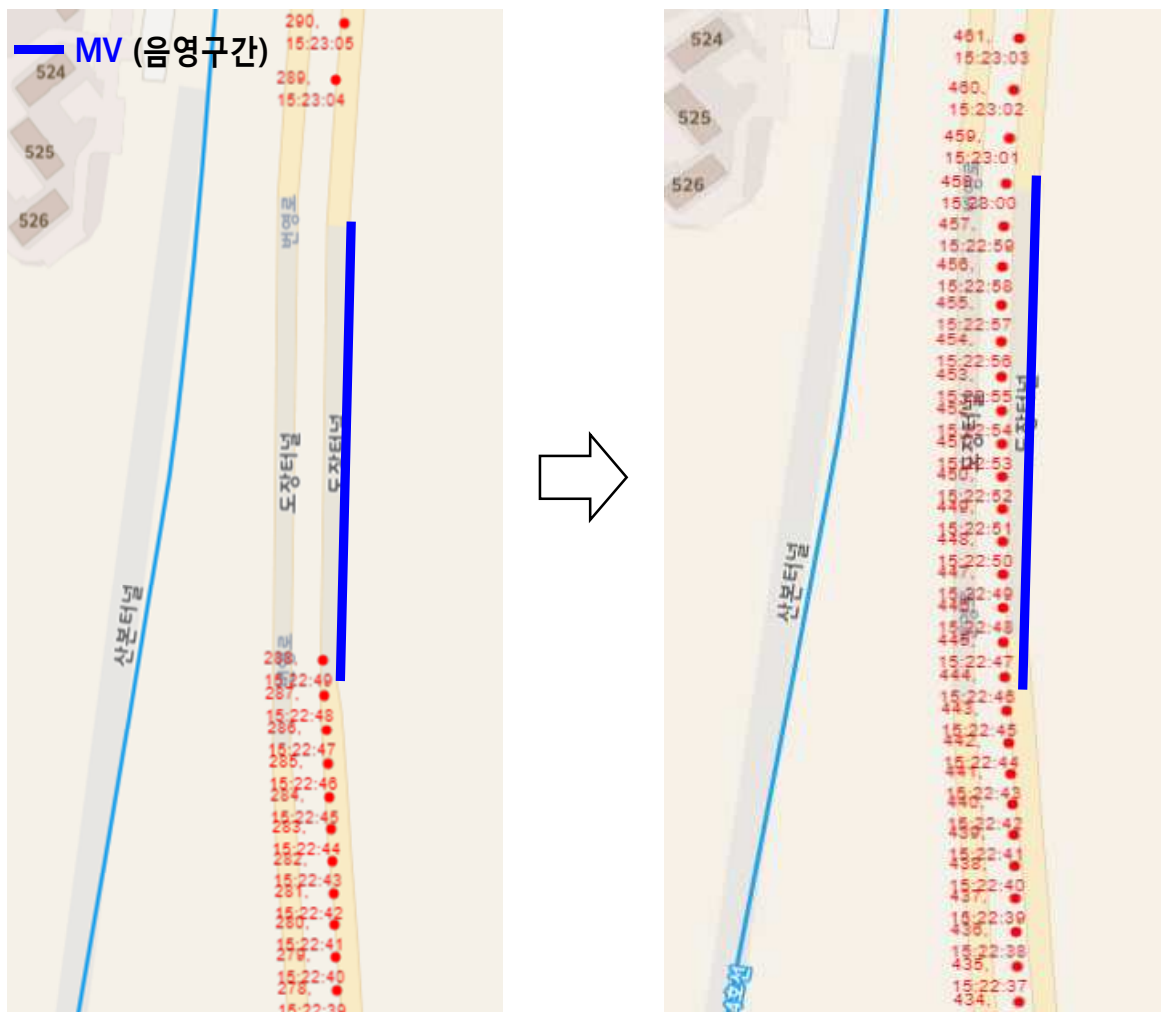
<그림 3-23> 음영구간 판단 개념

- 해당 유형이 음영구간으로 판단된 경우 음영구간 이전 ~ 이후 구간의 각 포인트 좌표의 변위( $\Delta x = p_{t(x)} - p_{t-1(x)}, \Delta y = p_{t(y)} - p_{t-1(y)}$ ) 산출
- 음영구간 진입 전 정상 좌표 변위(LV: Left Value), 음영구간 진입 후 정상 좌표 변위(RV: Right Value), Jumping된 좌표 변위(EV: Evidence Value) 총 3 변수를 활용 2차 함수의 형태로 궤적 재구성
  - $x$ 좌표,  $y$ 좌표 변위량에 대해 각각 수행 후 조정된  $x$ 변위량,  $y$ 변위량을 통해 좌표( $p_{n(x)}, p_{n(y)}$ ) 재구성



<그림 3-24> 음영구간 재구성 개념

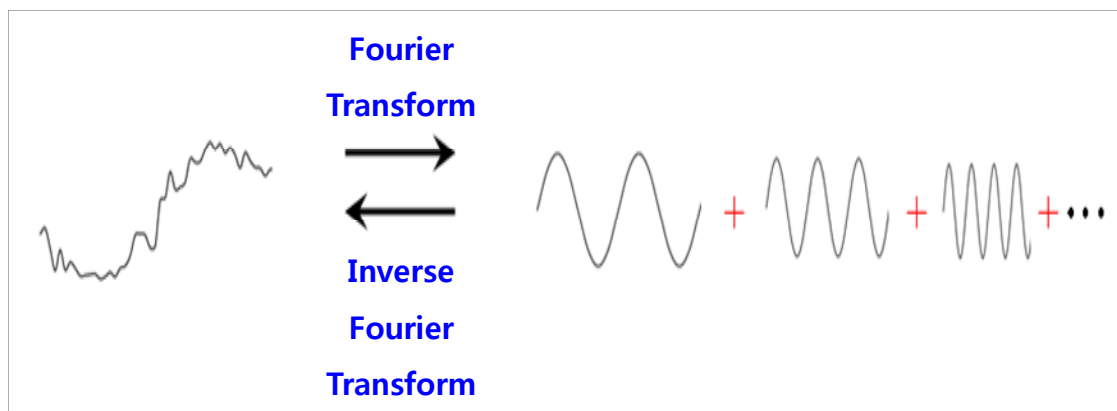
- 음영구간 판단 및 재구성 알고리즘 적용 결과
  - 음영구간 판단 및 재구성 알고리즘의 적정성을 검증한 결과는 다음과 같음



<그림 3-25> 음영구간 재구성 결과

#### ④ 국부적 오차 보정 알고리즘

- 레적 정보에 포함되어 있는 국부적인 오차(GPS 관측오차, 음영구간 통과 등)의 보정을 위해 Wavelet Denoising 기법을 적용함
  - 개별 주행 특성을 고려한 레적 보정이 가능함
- Wavelet Denoising(Discrete Fourier Transform) 개념
  - 어떠한 주기/비주기 형태의 신호(Signal)라도 기저 함수(sin, cos, sin+cos, 등)의 무한한 합으로 표현 가능함
  - Fourier Transform: 기저 함수의 주기or주파수를 변화해 가면서 Correlation 정도에 따라 대상 신호를 구성하는 요소 신호의 추출이 가능함(이상치를 유발하는 요소 신호판별이 가능)
  - Inverse Fourier Transform: 반대로, 각 요소 신호의 조합을 통해 원본 신호를 재구성할 수 있음(이상치 요소 신호를 제외 후 재구성 → Denoising)
  - Wavelet Denoising = Fourier Transform + Inverse Foureier Transform(without noise)
- Wavelet Denoising(Discrete Fourier Transform) 요소 산출물
  - 시간에 대한 어떠한 형태의 데이터 분포를 여러 성분의 주파수 복소함수(실수+허수)로 분할함
  - 분할 후 산출되는 요소는 복소함수별 벡터량, 복소함수별 편각으로 구성됨
  - 특정 복소함수의 벡터량은 해당 주파수의 기여도(Magnitude)를 뜻함
  - 특정 복소함수의 편각(Arc tangent)은 기본 곡선(기저 함수)과의 위상차를 뜻함



<그림 3-26> Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 개념

○ Fourier Transform

$$X(\omega) = \int_{-\infty}^{+\infty} x(t) \cdot e^{-j\omega t} dt$$



Infinite → Finite : In Time series

$$X(k) = \sum_{n=1}^N x(n) \cdot e^{-j\omega_k n} \left( \omega_k \cdot n = \frac{2\pi \cdot k \cdot n}{N} \right)$$



Transform Euler's formula

$$X(k) = \sum_{n=1}^N x(n) \cdot \cos \frac{2\pi \cdot k \cdot n}{N} - j \cdot x(n) \cdot \sin \frac{2\pi \cdot k \cdot n}{N}$$

실수부

허수부

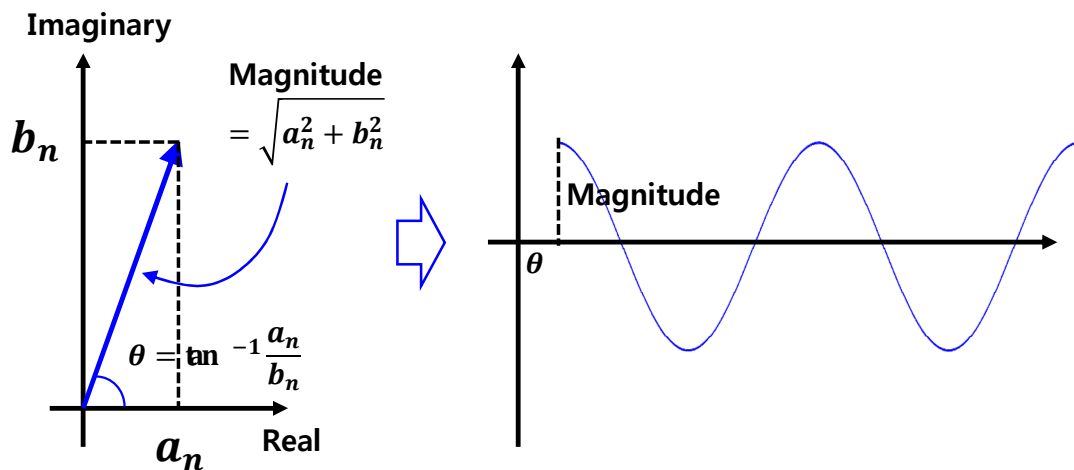
(Real number) (Imaginary number)

○ Inverse Fourier Transform

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^N (a_n \cdot \cos(n \cdot x) + b_n \cdot \sin(n \cdot x))$$

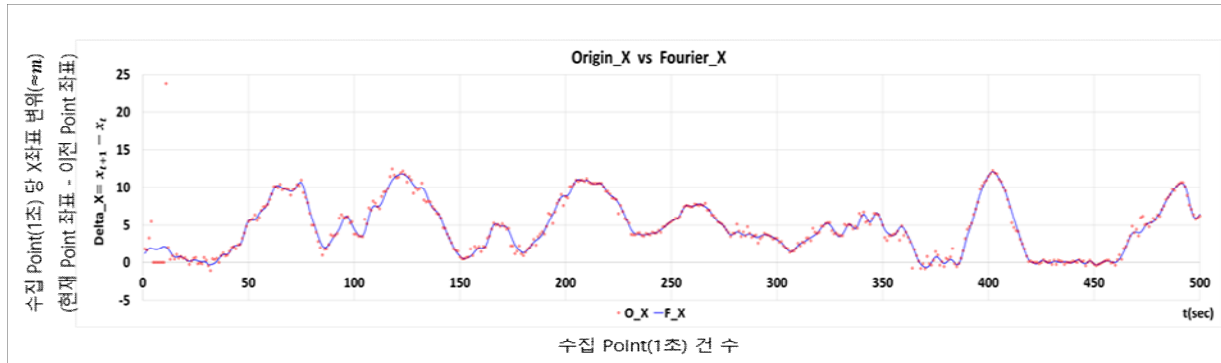
$a_n$  = Real number(실수부)

$b_n$  = Imaginary number(허수부)

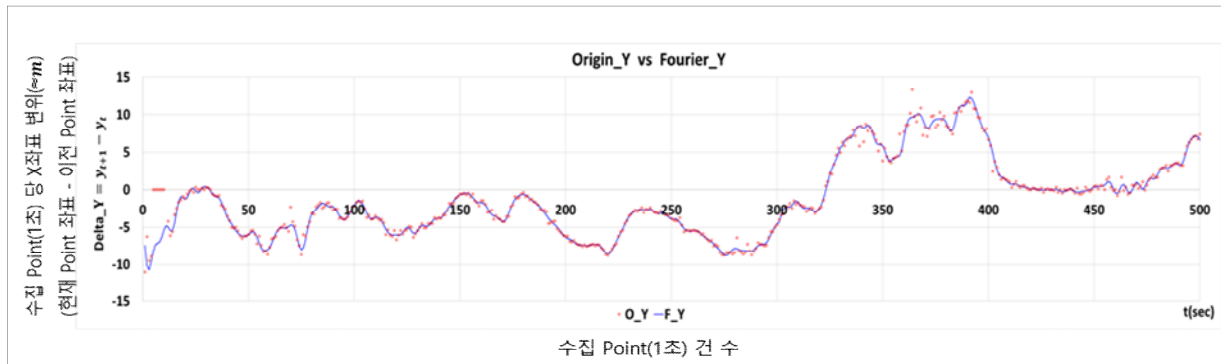


<그림 3-27> Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 과정

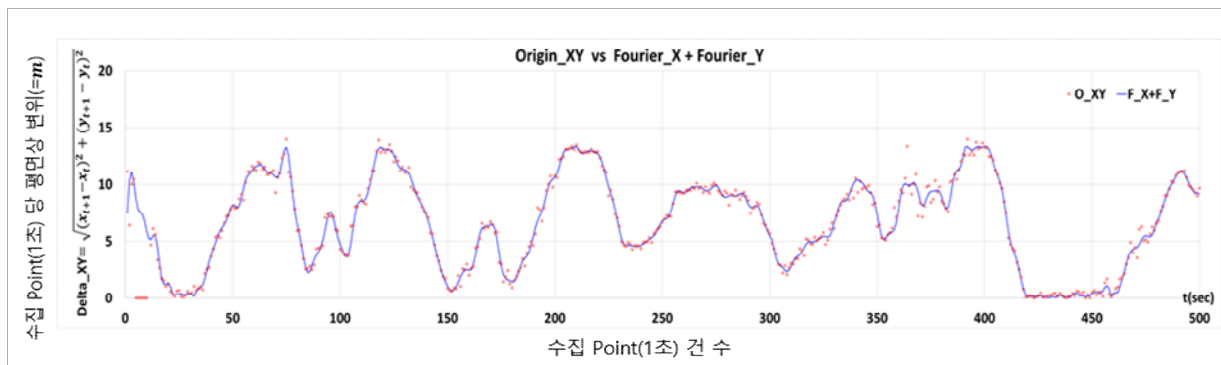
- Wavelet Denoising(Discrete Fourier Transform) 적용 결과
  - － 출발지 부근 : x 좌표 변위와 y좌표 변위를 합성한 결과는 다음과 같음



<그림 3-28> x 좌표 변위 Wavelet Denoising(Discrete Fourier Transform) 결과

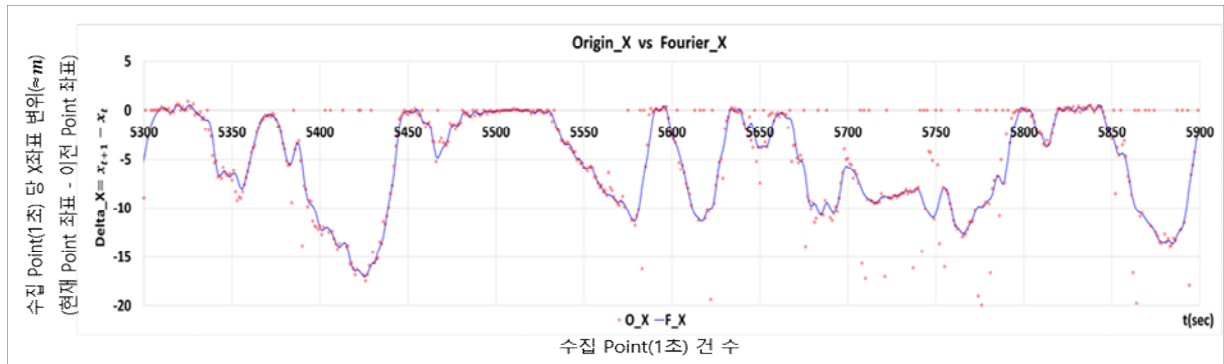


<그림 3-29> y 좌표 변위 Wavelet Denoising(Discrete Fourier Transform) 결과

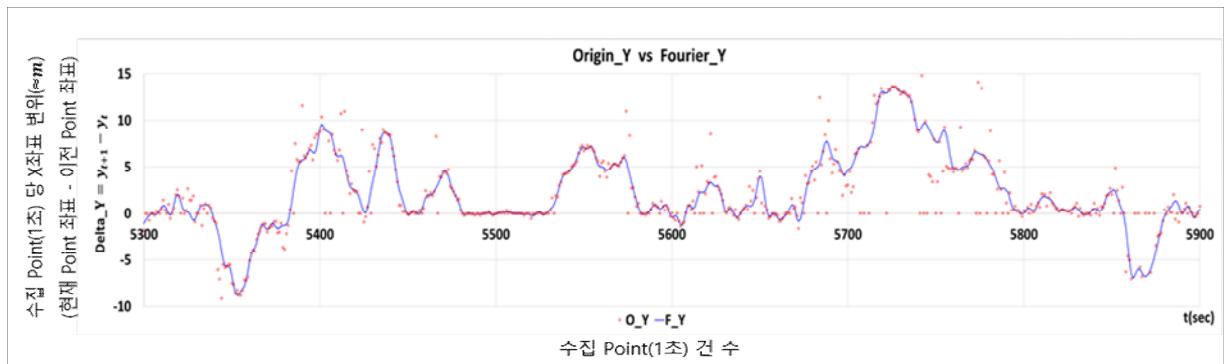


<그림 3-30> xy 좌표 합성 변위 Wavelet Denoising(Discrete Fourier Transform) 결과

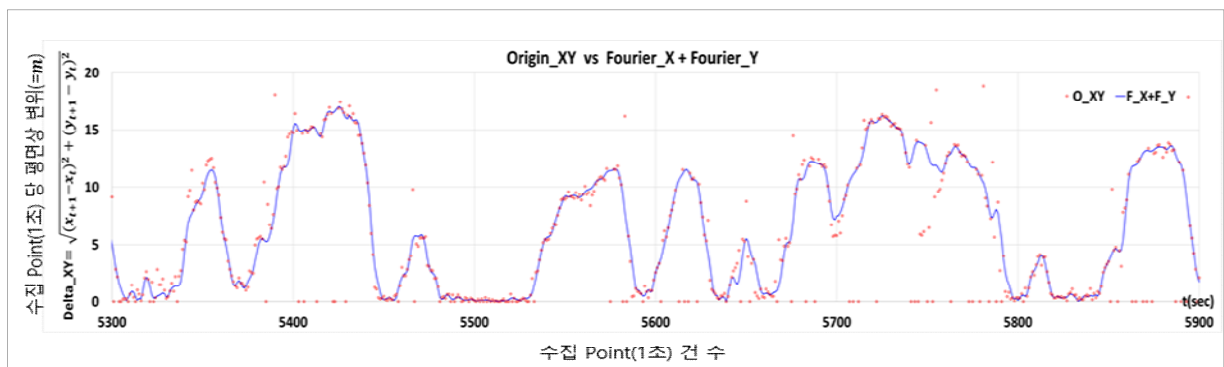
－ 도착지 부근 : x 좌표 변위와 y좌표 변위를 합성한 결과는 다음과 같음



<그림 3-31> x 좌표 변위 Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 결과



<그림 3-32> y 좌표 변위 Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 결과

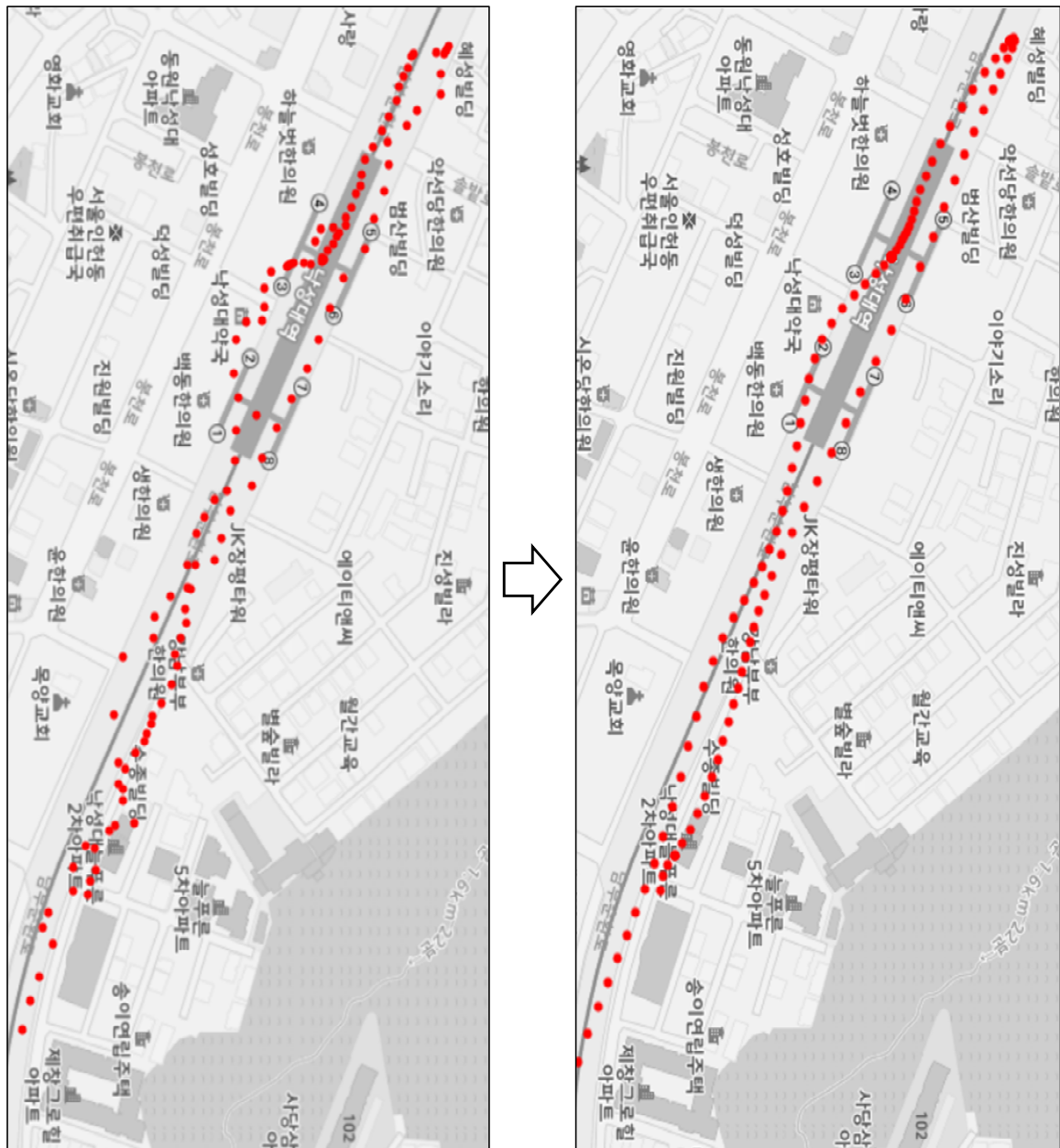


<그림 3-33> xy 좌표 합성 변위 Wavelet Denoisig(Discrete Fourier Transform) 결과

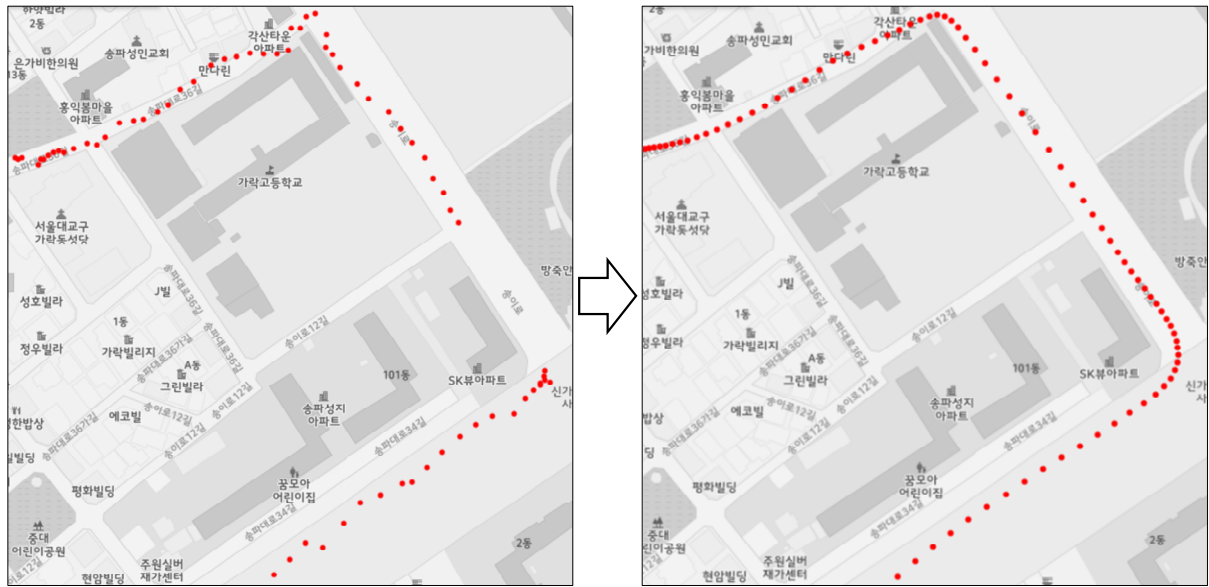


### ⑤ 궤적 전처리 알고리즘 적용 결과

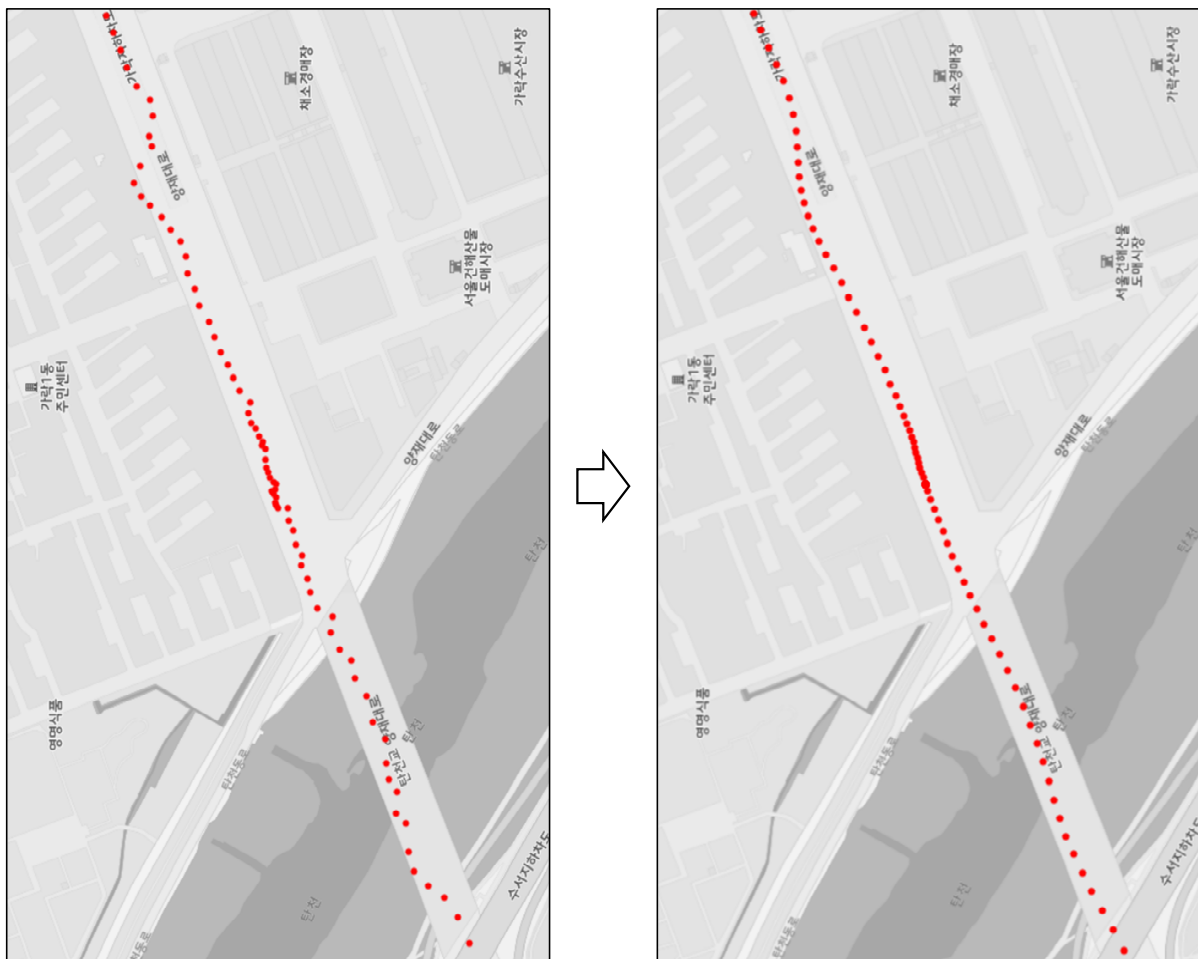
- 궤적 전처리 알고리즘의 적정성을 검증하기 위해 다양한 유형의 포인트 궤적 데이터를 사용하였음
- 원본 포인트 궤적이 불량한 유형의 궤적 전처리 결과는 다음과 같음



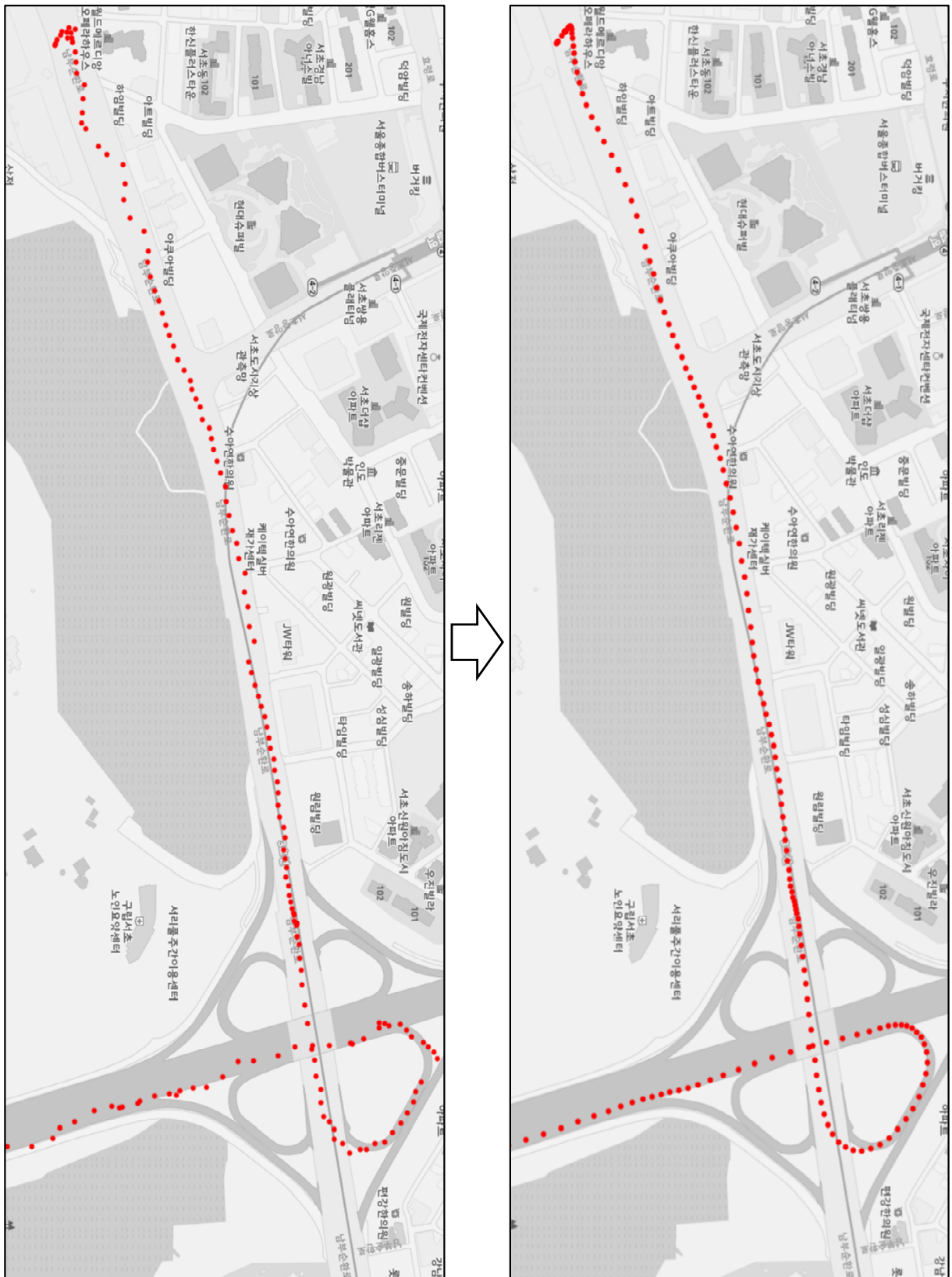
<그림 3-34> 궤적 전처리 알고리즘 적용 결과 1



<그림 3-35> 궤적 전처리 알고리즘 적용 결과 2



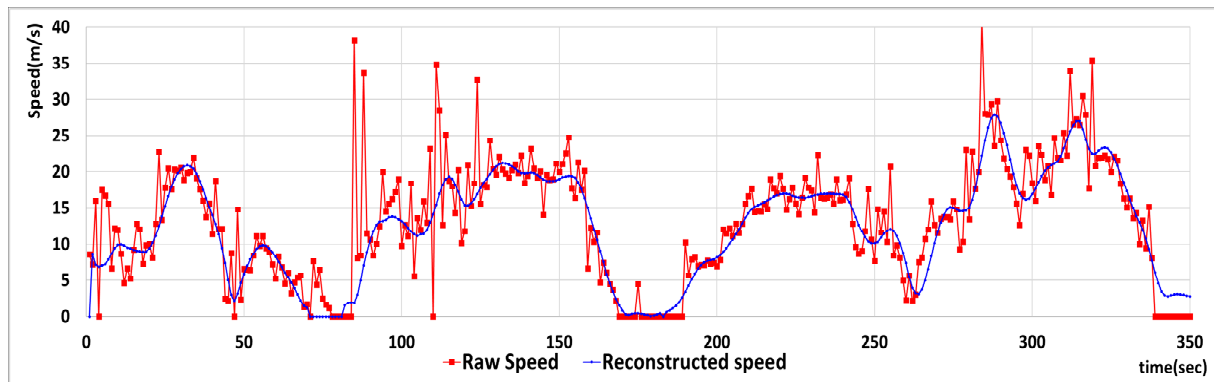
<그림 3-36> 궤적 전처리 알고리즘 적용 결과 3



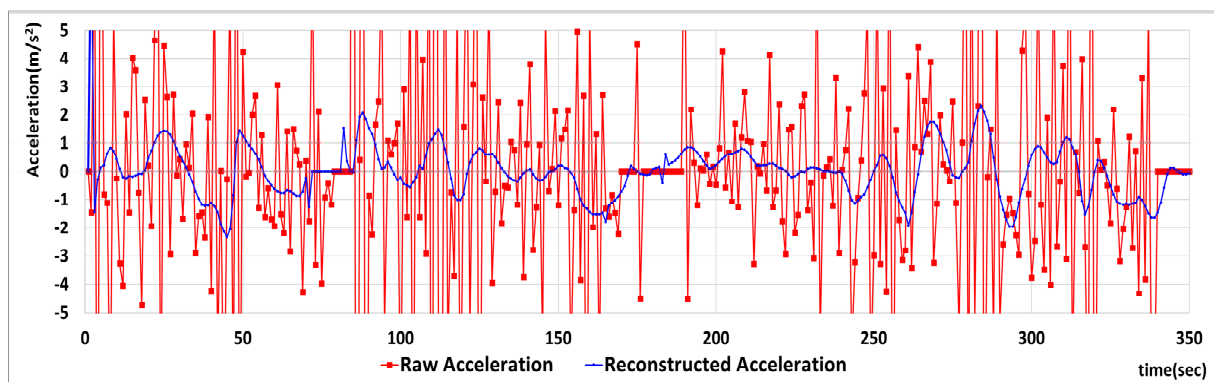
<그림 3-37> 궤적 전처리 알고리즘 적용 결과 4



<그림 3-38> 궤적 전처리 알고리즘 적용 결과 5



<그림 3-39> 궤적 전처리 알고리즘 적용 결과(포인트 속도 비교)



<그림 3-40> 궤적 전처리 알고리즘 적용 결과(포인트 가속도 비교)

## 2. 속도 DB 구축 모듈 개선

<표 3-3> 속도 DB 구축 모듈 개선 방안

기존 모듈 기능	개선 모듈 기능
링크별 매칭된 궤적자료 활용 개별 속도 산출	링크 매칭 전 궤적자료의 보정 → 신뢰성 확보
단일 수단의 1시간 단위 속도 DB rncnr	3개 수단의 15분 단위 속도 DB, 통계자료 구축
대표속도 산정 시 조화평균 집계	각 시간대(1시간)별 전수화 계수 적용 (특정 시간대의 프로브 점유율 고려)

## 제4장 전국 추정 교통량 및 지표 DB구축

---

제1절 전국 추정 교통량 및 교통지표  
프로세스

제2절 전국 교통량 전수화

제3절 교통지표DB 구축

제4절 웹 서비스용 지표 생성

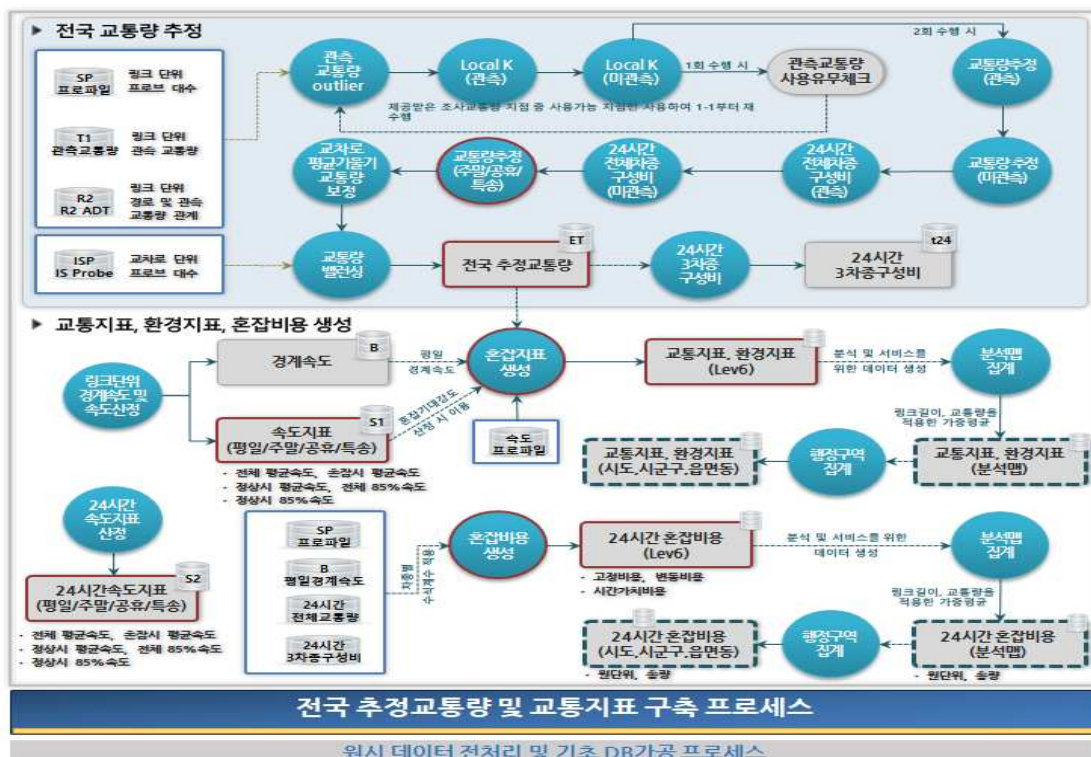




## 제4장 전국 추정 교통량 및 지표 DB구축

## 제1절 전국 추정 교통량 및 교통지표 구축 프로세스

- 가공한 내비게이션 데이터를 및 관측교통량과 레벨 별 도로망 네트워크를 기반으로 전국 교통량 추정/혼잡지표/환경지표 /혼잡비용 DB구축
- 기반 데이터는 Lev6 도로망 네트워크와 매칭된 관측교통량, 년 단위로 병합한 속도프로파일, 교차로 단위의 방향별 프로브 대수, 경로데이터와 관측교통량과의 관계데이터 등이 있음
- 구축한 기반데이터를 이용하여 전국교통량을 추정 후 혼잡지표, 혼잡비용, 환경지표를 구함
- 추정교통량, 혼잡지표, 환경지표, 혼잡비용은 Lev6 도로망(상세 도로망) 기준으로 생성 후 분석맵(상위 주요도로망) 기준으로 병합함
- 추정교통량, 혼잡지표, 환경지표, 혼잡비용은 년 단위/평일·주말/시간 단위로 생성함
- 생성된 지표를 기준으로 웹 서비스용 지표DB 가공



**<그림 4-1> 전국 교통량 추정 및 교통지표 구축 프로세스**



## 제2절 전국 교통량 전수화

### 1. 교통량 전수화를 위한 기초 DB 생성

#### 가. 내비게이션 데이터를 이용한 통행량 생성

- 전국 교통량 전수화를 위한 사전 과정으로 내비게이션 데이터의 경로탐색 결과 DB를 활용하여 Link별 통행량 정보를 집계함
- 내비게이션 경로탐색 결과
  - 내비게이션 데이터의 경로탐색 결과 DB는 단말기별 통과 Link 정보 및 시간, 속도의 정보를 포함하고 있으며, DB테이블 구조는 다음과 같음

<표 4-1> 내비게이션 경로탐색 결과 DB테이블 구조

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	OBUID	Integer	단말기ID	—	—
2	GroupNum	Integer	통행그룹ID	—	—
3	Seq	integer	순서	—	—
4	Date	DateTime	수집일시	—	—
5	Vlink	Integer	6Lev 가상링크ID	—	—
6	Flink	Integer	From 표준링크ID	—	—
7	Tlink	Integer	To 표준링크ID	—	—
8	Speed	Double	통행속도	—	—
9	Type	Integer	보정코드	1 4 8	미보정 보정 등록링크아님

- 교통량 전수화를 위한 교통량 기초 DB
  - 내비게이션 데이터의 경로탐색 결과는 단말기별 정보이며, Link 단위의 정보를 집계하여 일별 교통량 전수화를 위한 기초DB로 구축
  - 월별, 연도별 데이터는 일별 데이터를 재가공 및 병합과정을 거쳐 구축하며, 구축된 연도별 데이터의 DB테이블 구조는 다음 표와 같음

&lt;표 4-2&gt; 교통량 전수화를 위한 교통량 기초 DB테이블 구조

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	Link_id	Integer	링크ID	—	—
2	Week_code	Integer	요일코드	0 1	주말 평일
3	Day_count	Integer	통행량	—	—

#### 나. 경로데이터와 관측교통량과의 관계데이터 생성

- 전국 교통량 전수화는 관측교통량을 활용한 내비게이션 교통량 가공을 통해 산출하며, 관측 교통량과 내비게이션 교통량 간의 관계데이터를 생성하여 DB를 구축함
- 관측교통량 지점 데이터 구축
  - 관측교통량 지점과 내비게이션 경로배정 통행량이 존재하는 일반 지점간의 통행량 및 거리 DB를 구축함

&lt;표 4-3&gt; 관측교통량 지점 데이터 DB테이블 구조

No	Column	Type	설명
1	OriginIDX	Integer	일반지점ID
2	DestinationIDX	Integer	관측지점ID
3	xCnt	Integer	지점간 통행량
4	Dist_Path	Float	지점간 최단경로 길이
5	Dist_Straight	Float	지점간 직선거리

- 구축된 지점간 데이터 DB에서 통행량을 기준으로 상위 100개 지점을 선정하여 DB를 구축하며, 상위 지점 선정 기준은 최단경로, 통행량, 직선거리가 적용됨

&lt;표 4-4&gt; 지점간 데이터 통행량 상위 100지점 DB테이블 구조

No	Column	Type	설명
1	VlinkID	Integer	일반지점 가상링크ID
2	Seq	Integer	순서
3	Traffic_VlinkID	Integer	관측지점 가상링크ID
4	Probe_ADT	Float	지점간 일평균 교통량
5	Probe_Sum	Float	지점간 통행량 합계
6	Dist_MinPath	Float	지점간 최단경로 길이
7	dist_Straight	Float	지점간 직선거리

#### 다. 교차로 통행량 생성

- 복합교차로(IC, JC 등)의 경우 교통량 전수화 이후 회전 방향별 통행량 보정과정 필요하며, 방향별 통행량 보정을 위한 교차로별 회전 교통량 DB를 구축함
  - 교차로별 회전 통행량 구축
  - Link별 통행량 정보에 적용하기 위한 일자 구분 데이터를 구축함

<표 4-5> 연간 일자정보 DB테이블 구조

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	Year	Integer	해당년도	-	-
2	Week_code	Integer	요일코드	0 1	주말 평일
3	Day_count	Integer	데이터 수집일수	-	-

- 전수화 교통량의 복합교차로 통행량 보정을 위한 교차로별 회전 통행량을 구축하여 기초 DB로 활용하며, 테이블 정의는 다음과 같음

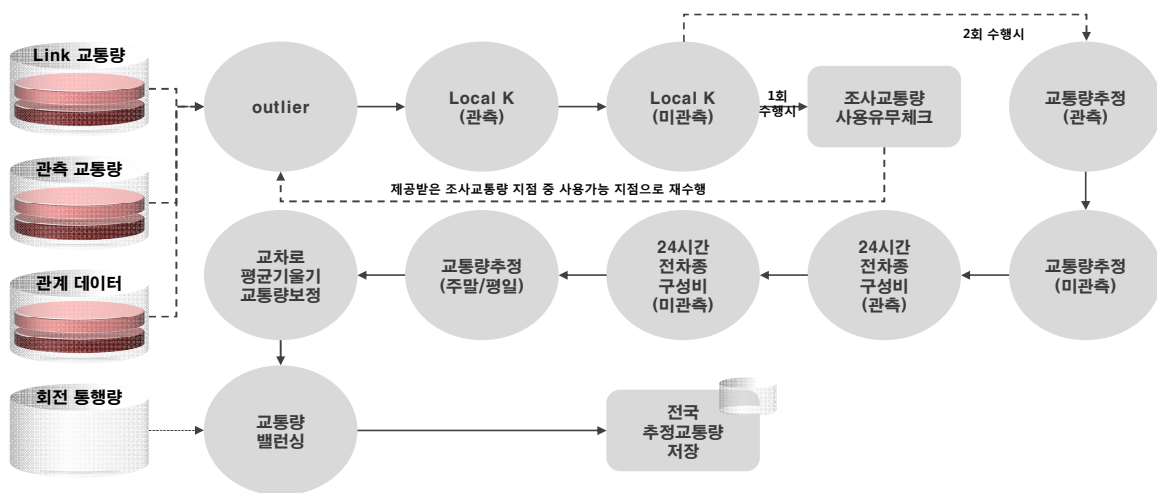
<표 4-6> 교차로별 회전 통행량 DB테이블 구조

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	F_link_id	Integer	시작링크ID	-	-
2	Cross_id	Integer	교차지점(노드 또는 그룹ID)	-	-
3	T_link_id	Integer	종료링크ID	-	-
4	Probe_count	Integer	통행량	-	-
5	Enable_turn	Integer	회전가능여부	0 1	불가능 가능
6	Is_group	Integer	복합교차로여부	0 1	일반노드교차로 복합교차로

## 2. 전국 교통량 전수화 및 결과

### ○ 교통량 전수화

- 경로탐색을 통한 내비게이션 교통량 데이터에 관측교통량과의 관계 데이터를 활용하여 전수화 교통량을 산출함
- 산출된 전수화 교통량은 교차로 회전통행량 데이터를 활용하여 복합교차로 내 교통량 보정 작업을 수행하며, 세부 진행과정은 다음 그림과 같음



<그림 4-2> 전국 추정교통량 구축 프로세스

### ○ 교통량 전수화 결과

- 교통량 전수화 결과는 다음 표와 같으며, 2014년 대비 2016년의 연평균 증가율은 6.28%로 집계되었으며, 고속도로와 국가지원지방도의 증가율이 10.0%를 초과하는 것으로 분석됨

<표 4-7> 연도별 교통량 전수화 결과(Lev6 기준 단순합계, 평일 교통량)

(단위 : 천대/일)

구분	101	102	103	104	105	106	107	합계 (하루)
2014년	164,972	65,197	912,628	1,031,850	110,772	157,285	850,613	3,293,316
2015년	180,193	69,030	960,076	1,055,656	119,320	184,202	937,623	3,506,100
2016년	205,447	76,953	1,015,412	1,070,945	136,126	187,606	1,027,294	3,719,783
연평균 증가율	11.60%	8.64%	5.48%	1.88%	10.86%	9.21%	9.90%	6.28%

주) 101(고속도로), 102(도시고속도로), 103(일반국도), 104(특별광역시도), 105(국지도), 106(지방도), 107(시군도)

－ 평일의 링크별 전국 교통량 전수화 결과 예시는 다음 그림과 같음



<그림 4-3> 전일 링크별 교통량 전수화 결과 예시(고속도로, 도시고속도로, 일반국도)



<그림 4-4> 18~19시 링크별 교통량 전수화 결과 예시(고속도로, 도시고속도로, 일반국도)

### 제3절 교통지표DB 구축

#### 1. 교통지표 생성을 위한 기초 DB생성

- 1일 단위로 처리되는 내비게이션 속도 프로파일을 1년 단위로 집계하는 프로세스를 통해 2016년 기준 평일/주말 시간대별 속도DB 구축하여 KOTI Lev6 도로망 링크 단위로 저장 관리되며 View-T에서는 분석맵 도로망 네트워크와 행정구역 단위로 집계된 결과를 서비스함
- Link별 속도데이터 생성
  - － 내비게이션 데이터의 경로탐색 결과 DB를 활용한 1일 단위의 속도프로파일을 1년 단위로 집계하는 프로세스를 통해 평일/주말 시간대별 속도 DB 구축
- 내비게이션 경로탐색 결과
  - － 내비게이션 데이터의 경로탐색 결과 DB는 단말기별 통과 Link 정보 및 시간, 속도의 정보를 포함하고 있으며, DB테이블 구조는 다음과 같음

<표 4-8> 내비게이션 경로탐색 결과 DB테이블 구조

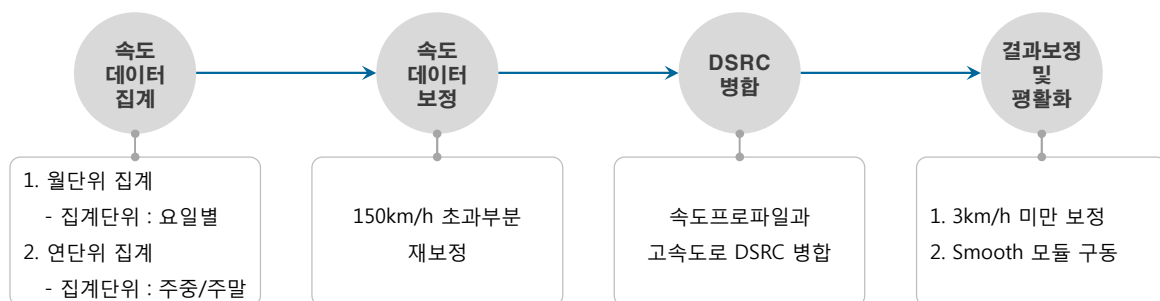
No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	OBUID	Integer	단말기ID	—	—
2	GroupNum	integer	통행그룹ID	—	—
3	Seq	Integer	순서	—	—
4	Date	DateTime	수집일시	—	—
5	Vlink	Integer	6Lev 가상링크ID	—	—
6	Flink	Integer	From 표준링크ID	—	—
7	Tlink	Integer	To 표준링크ID	—	—
8	Speed	Double	통행속도	—	—
9	Type	Integer	보정코드	1 4 8	미보정 보정 등록링크아님

○ 속도 프로파일 집계 전 고려사항

- 대용량의 데이터를 처리는 확보된 메모리에 부하가 발생하지 않도록 효율적으로 운영 할 수 있어야함
- 데이터 가공시간을 고려하여 집계과정을 최소화하도록 프로세스를 설계해야함
- 1년간의 내비게이션 원본파일을 처리하는 과정에서 생성되는 중간파일 결과를 저장할 위한 물리적 공간 확보가 필요함
- 속도DB 데이터 용량 약 48GB (90만개 링크 X 24시간 X 2(平日/ 주말) X 속도(150) X 8byte)

### 가. 속도프로파일 생성

- 내비게이션 경로탐색 결과 1일 단위의 속도 프로파일을 가공하여 월단위(요일별), 연단위(平日/주말)로 병합 및 집계과정을 수행하며, 집계된 데이터는 속도보정, DSRC 병합, 평활작업을 수행하여 속도 프로파일을 보정하여 교통지표 생성을 위한 데이터로 활용함
- 속도프로파일 생성 프로세스
  - 속도프로파일 생성은 총 4단계로 구성되며, 단계별 내용은 다음과 같음



<그림 4-5> 속도프로파일 생성 프로세스

- 속도데이터 집계 : 월단위의 요일별 속도데이터로 집계 후 연단위 병합
- 속도데이터 보정 : 속도 과다 데이터 보정작업 수행
- DSRC 병합 : 고속도로 속도 프로파일과 DSRC 수집 속도결과 병합작업 수행
- 결과보정 및 평활화 : 속도 과소 데이터 보정 및 평활화 작업 수행
- 속도DB 구축
  - 월별, 연도별 데이터는 일별 데이터를 재가공 및 병합과정을 거쳐 구축하며, 링크ID, 요일 코드, 시간대, 통행속도, 통행량순으로 저장함.

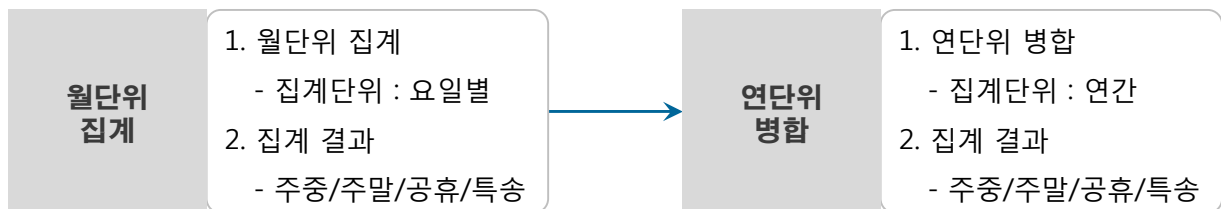
- 구축된 연도별 데이터의 DB테이블 구조는 다음과 같음

<표 4-9> 연도별 속도 데이터 DB테이블 구조

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	Link_id	Integer	링크ID	-	-
2	Week_code	Integer	요일코드	0 1	주말 평일
3	Time	Integer	시간대	-	-
4	Speed	Integer	통행속도	-	
5	Probe_count	Integer	통행량	-	

#### 나. 교차로 Probe O/D 데이터 생성

- 내비게이션 경로탐색 결과 파일을 가공하여 월단위(요일별), 연단위(평일/주말)로 병합 및 집계과정을 수행하며, 집계된 데이터는 교통지표 생성을 위한 데이터로 활용함
  - Probe O/D 파일 생성 결과는 주중/주말/공휴/특송으로 구분되어 파일이 생성됨
- 교차로 Probe O/D 생성 프로세스
  - 교차로 Probe O/D파일 생성은 총 2단계로 구성되며, 단계별 내용은 다음과 같음



<그림 4-6> 교차로 Probe O/D 생성 프로세스

- 월단위 집계 : 월단위의 주중/주말/공휴/특송의 집계결과 산출
- 연단위 병합 : 연단위의 주중/주말/공휴/특송의 병합작업 수행
- 교차로 Probe O/D DB 구축
  - 월별, 연도별 데이터는 일별 데이터를 재가공 및 병합과정을 거쳐 구축하며, 구축된 연도별 데이터의 DB테이블 구조는 다음과 같음



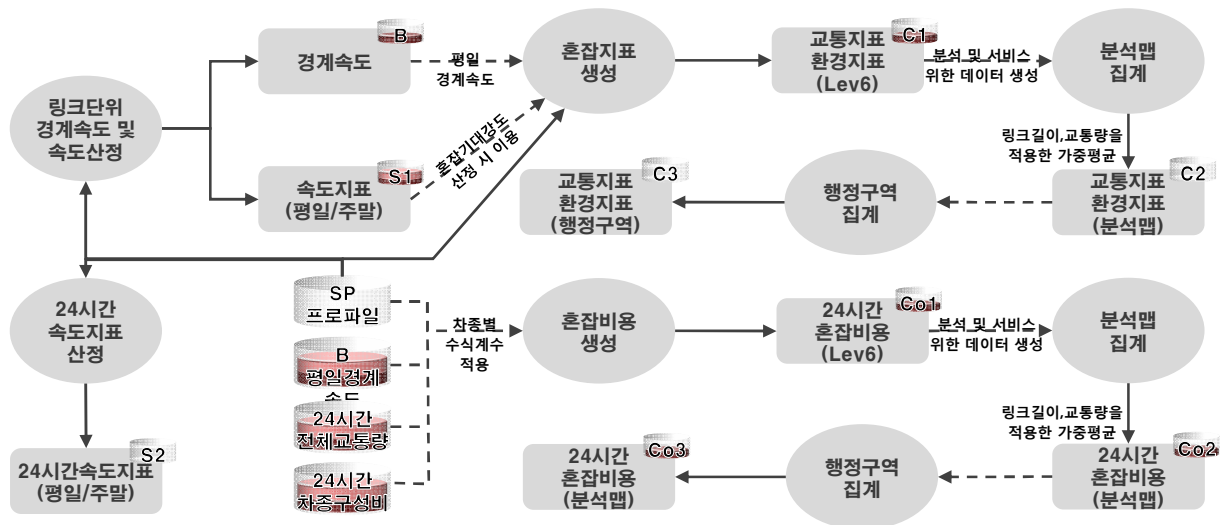
&lt;표 4-10&gt; 연도별 교차로 Probe O/D DB테이블 구조

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	From_link_id	Integer	시작링크ID	—	—
2	Cross_id	Integer	교차지점ID	—	—
3	To_link_id	Integer	종료링크ID	—	—
4	Probe_count	Integer	통행량	—	—
5	Enable_turn	Integer	회전가능	1 2	가능 불가능
6	Is_group	Integer	그룹교차로여부	1 2	일반노드교차로 폴리곤 그룹 교차로

## 2. 교통지표 생성 및 결과

### ○ 교통지표 생성

- 내비게이션 경로데이터, DSRC 데이터, DTG데이터 등을 수집/가공하여 교통량 및 속도 프로파일 등의 기초 DB를 구축함
- 구축된 View-T 시스템에서 교통량 및 속도 서비스 및 교통지표, 환경지표, 혼잡비용 등의 교통지표 산출을 위한 기초데이터로 활용됨
- 교통지표 생성 프로세스는 다음 그림과 같음



<그림 4-7> 교통지표 생성 프로세스

- 연도별 교통소통지표 추정을 위해서는 도로망 네트워크, 내비게이션 데이터, 관측교통량에 대한 연도 기준의 시간적 동기화가 반드시 되어야함
- 내비게이션 데이터 및 관측 교통량은 해당연도의 Lev6 도로망 네트워크를 기준으로 맵 매칭 및 정보가 생성되어야 함

### ○ 교통지표 생성 결과

- 전국 교통소통지표는 혼잡강도(혼잡기대강도, 혼잡시간강도, 혼잡기대강도), 평균지체시간, 혼잡지체시간, 혼잡시 평균속도, 정상시 평균속도로 구성됨
- 평균지체시간 : 교통혼잡으로 인하여 발생하는 차량 1대당 평균 지체시간
- 혼잡시간강도 : 전체차량의 총 통행시간 중 교통혼잡을 경험한 차량들의 총 통행시간 비율

- 혼잡빈도강도 : 전체차량 중 교통혼잡을 경험한 차량들의 비율
- 혼잡기대강도 : 혼잡 시 정상시(85%속도) 대비 몇 배 더 시간이 걸리는지에 대한 비율
- 전국 교통혼잡비용 추정 프로세스는 다음과 같음
  - 교통혼잡비용은 구간별 네트워크 속성정보(차로수, 연장), 속도분포, 혼잡경계속도, 교통량, 도로유형 및 행정구역 구분에 대한 데이터를 입력받아 차량운행비용(고정비+변동비), 시간 가치비용을 합산하여 산정함
  - 교통혼잡비용 추정은 Lev6 링크별로 DB가 구축됨 (전국에 대한 전도로 생성)
- 교통지표 생성 결과
  - View-T 시스템에서 생성되는 지표는 평균속도, 혼잡지표, 환경지표가 있으며, 다음 표는 2016년 평균속도 산출결과임

<표 4-11> 2016년 교통지표 생성 결과(Lev6 기준 단순평균, 평일 평균속도)

(단위 : km/h)

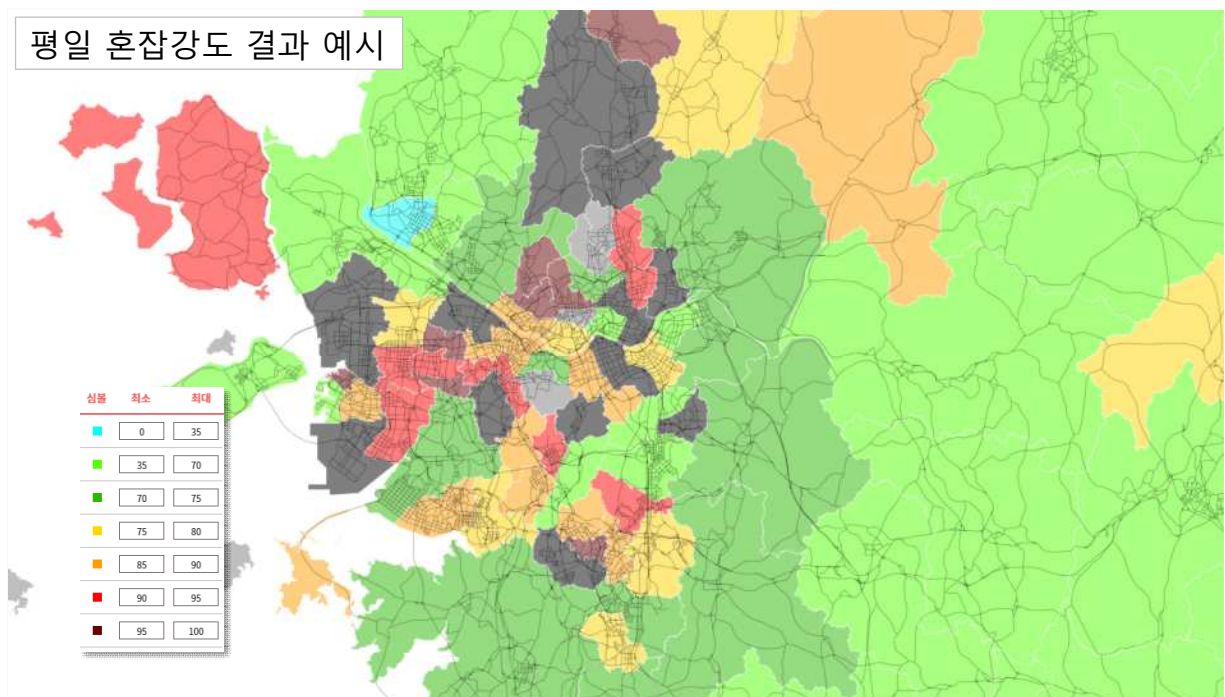
구분	101	102	103	104	105	106	107	전체
평균속도	94.98	68.09	58.60	30.52	50.30	48.76	34.41	41.93
혼잡시 평균속도	31.32	29.49	28.50	14.70	25.68	26.70	17.11	20.63
정상시 평균속도	99.29	74.98	63.46	38.71	54.67	52.26	40.42	47.74

주) 101(고속도로), 102(도시고속도로), 103(일반국도), 104(특별광역시도), 105(국지도), 106(지방도), 107(시군도)

－ 평일의 전국 혼잡강도 결과 예시는 다음 그림과 같음



<그림 4-8> 링크단위 혼잡 강도 결과 예시

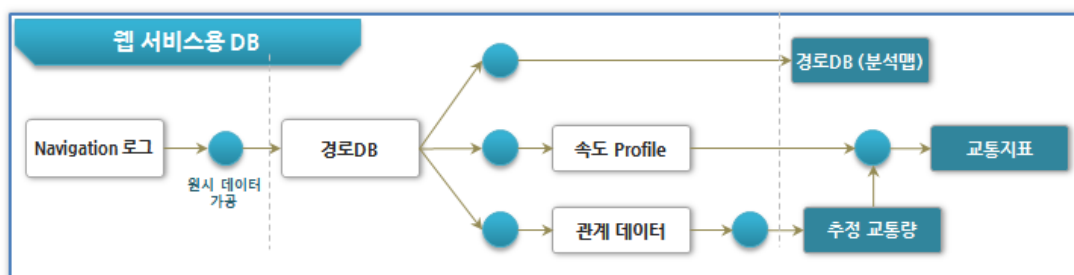


<그림 4-9> 행정구역단위 혼잡 강도 결과 예시

## 제4절 웹 서비스용 지표 생성

### ○ 웹 서비스용 지표 제공

- View-T 서비스를 위한 교통지표는 행정구역별/도로등급별로 구분하며, 표/그래프/지도표출 등으로 제공됨



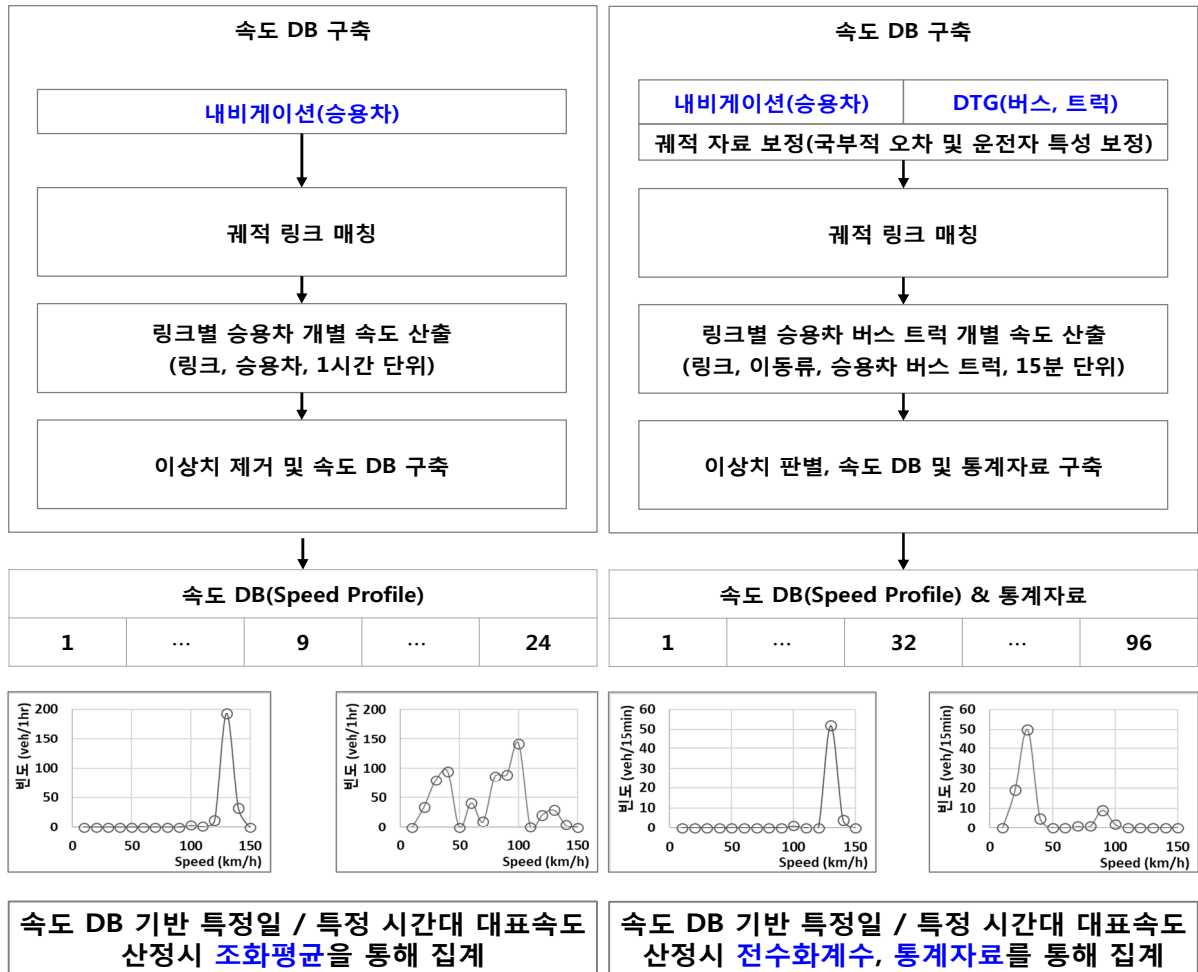
<그림 4-10> 웹 서비스용 DB 구축 프로세스

### ○ 웹 서비스용 지표 구성

- View-T 서비스를 위한 교통지표는 교통량, 속도, 교통혼잡지표, 환경지표의 4가지 분류로 구성됨
- 각 분류별 지표는 교통량지표 3종, 속도 3종, 교통혼잡지표 2종, 환경지표 5종으로 구성되며, 상세 지표별 내용은 다음 표와 같음

<표 4-12> View-T 서비스 지표 구성

교통지표		지표 설명
교통량	관측 교통량	각 기관에서 조사한 차종별 조사 교통량
	구간 추정 교통량	특정 시간대 동안 해당 도로구간을 통과하는 차량 대수
	차량 주행거리	추정 교통량 기준의 차량주행거리
속도	평균속도	전체 차량의 속도를 평균한 값
	혼잡시 평균속도	전체 차량 중 교통 혼잡을 경험한 차량들의 평균속도
	정상시 평균속도	전체 차량 중 교통 혼잡을 경험하지 않은 차량들의 평균속도
교통혼잡지표	혼잡시간강도	전체 차량의 총 통행시간 중 교통 혼잡을 경험한 차량들의 총 통행시간 비율
	교통혼잡비용	교통 혼잡에 따른 차량 통행시간 증가로 인하여 발생하는 추가적인 사회적 손실비용(고정비, 변동비, 시간가치비용)
교통환경지표	이산화탄소 배출량	특정 시간대 동안 해당 도로구간을 통과하는 차량들로 인하여 발생하는 각 교통 환경지표의 평균 배출량
	미세먼지 배출량	
	일산화탄소 배출량	
	휘발성 유기화합물 배출량	
	질소산화물 배출량	



(a) 기존 모듈

(b) 개선 모듈

&lt;그림 4-11&gt; 속도 DB 구축 모듈 개선 방안



## 제5장 View-T 시스템 고도화

---

제1절 서비스 프로세스

제2절 분석기능 고도화

제3절 신규 분석 기능 개발

제4절 View-T 시스템 운영 및 유지보수

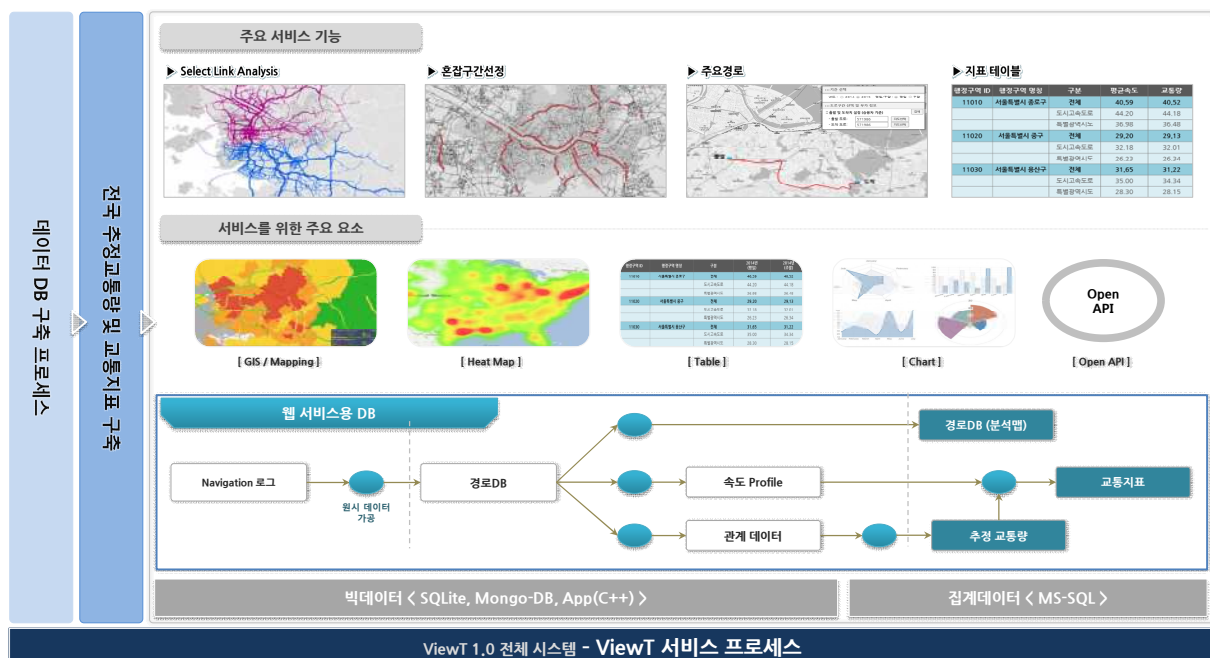




## 제5장 View-T 시스템 고도화

### 제1절 서비스 프로세스

- View-T 서비스는 경로데이터 기반의 분석기능, 교통지표 분석기능, 검색 기능, 사용자 편의 기능 등을 GIS와 테이블 검색으로 구축됨



<그림 5-1> View-T 서비스 프로세스

- View-T 관리시스템은 누적되는 내비게이션 원시로그 자료를 정렬 및 차량단위의 경로 보정하는 과정, 일별 차량 경로 DB로부터 속도 Profile, 교통량 조사지점 진출입 OD를 생성하는 경로 자료 생성과정, 생성된 경로 DB로부터 교통량 추정 및 교통지표를 생성하는 프로세스로 구성됨
- 내비게이션 로그로부터 정제된 경로자료는 연도별 기준 1테라바이트 데이터로 가공 처리됨. 이러한 빅데이터를 처리하기 위해서는 하둡, NoSQL과 같은 빅데이터 처리 솔루션이 필요. 제안사는 대표적인 NoSQL 솔루션인 MongoDB를 적용하여 실시간 경로 분석이 가능할 수 있도록 구성
- OpenLayers, Geoserver, D3.js를 통한 경로 자료를 시각화할 수 있도록 구성

## 제2절 분석기능 고도화

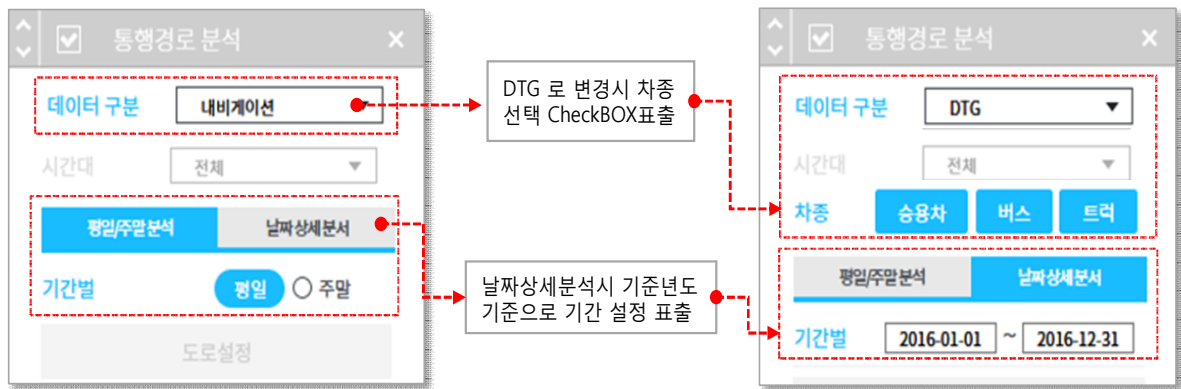
### 1. 통행경로 분석 기능 개선 및 고도화

- 통행경로 분석기능 중 구간 선택에 대한 경로 추출 기능, 날짜 상세 분석 기능, 주제도 표출 조건, 경로 상세 분석 기능을 확장하여, 다양한 분석을 수행할 수 있도록 개선함
- 선택한 도로구간에 대한 경로 추출 조건 변경
  - AND 조건(기준) : 선택한 도로구간에 대하여 모두 통과한 경로에 대하여 검색하여, 링크 단위로 결과 집계함
  - OR 조건(추가) : 선택한 도로구간 중 한 구간만이라도 통과한 경로에 대하여 검색하여, 링크 단위로 결과 집계함
- 통행경로분석 메뉴 선택시 하단 슬라이드바에서 AND 또는 OR 선택 할수 있는 콤보 박스 표출



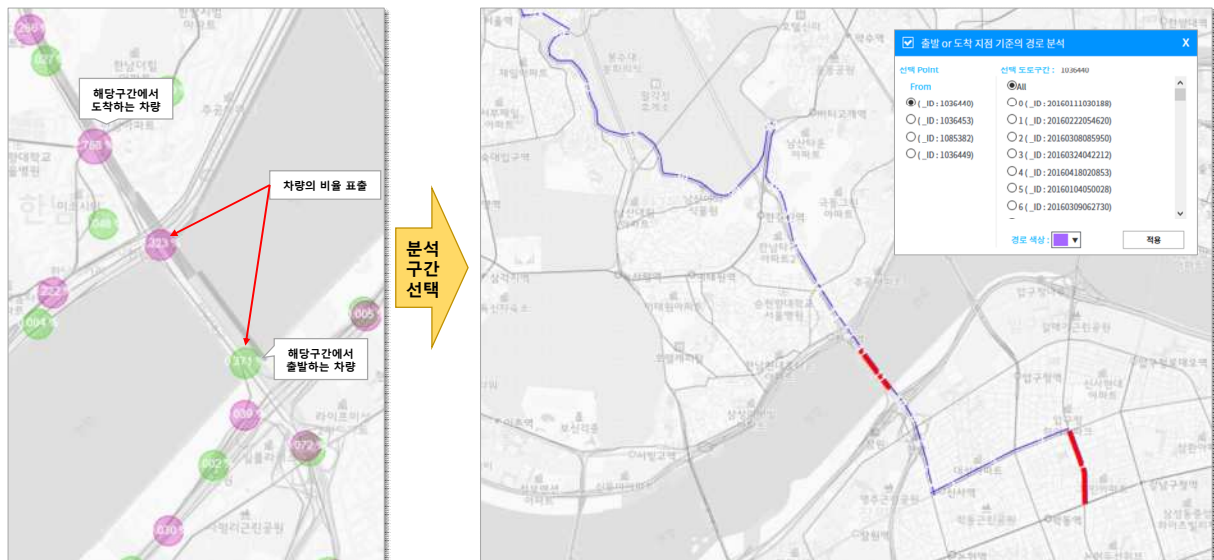
<그림 5-2 > 선택 도로에 대한 AND, OR 조건 설정 UI

- 기존 경로 데이터는 승용차에 대한 평일/주말에 대한 결과 검색을 수행하였음. 이를 경로 데이터에 대한 제공사/차종/기간 선택에 대하여 상세 설정 및 분석 할 수 있도록 데이터 갱신 및 기능을 개선함
  - 데이터는 내비게이션 데이터와 DTG 데이터를 각각 분석 할 수 있도록 기능 구현
  - DTG의 자동차 유형정보를 이용하여 차종 별 경로 분석 할 수 있도록 UI 설계
  - 기존 평일/주말에 대한 경로분석 기능을 개선하여 사용자가 지정한 기간에 대해서 경로 추출 및 분석 할 수 있도록 기능 구현
- 평일/주말 또는 사용자가 날짜 범위를 지정
- 기준년도 기준으로 1월1일 ~ 12월 13일까지의 범위를 제공



<그림 5-3 > 데이터 설정에 대한 개선 전과 개선 후 UI비교

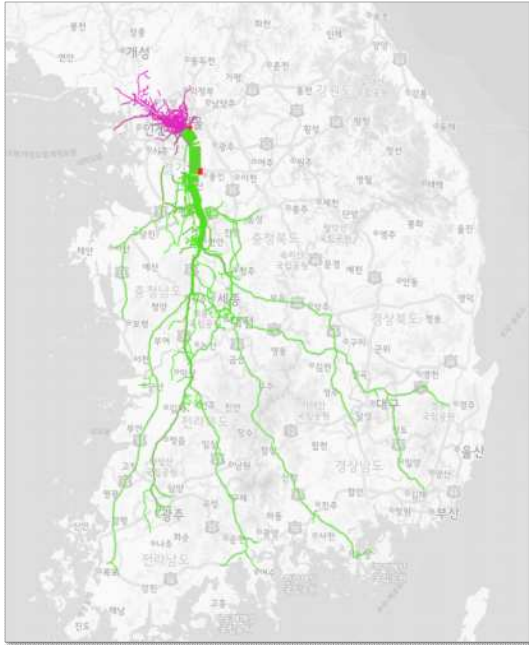
- 검색한 결과에 대하여 상세 분석할 수 있도록 기능을 구현함
  - 검색된 경로의 출발과 도착 정보를 제공하여,표출된 출발 또는 도착 정보를 클릭하면, 선택 지점을 출발 또는 도착한 경로들의 리스트 정보를 제공함. 제공된 리스트 중 분석할 노선을 클릭하면, 선택한 노선의 경로 정보가 표출됨



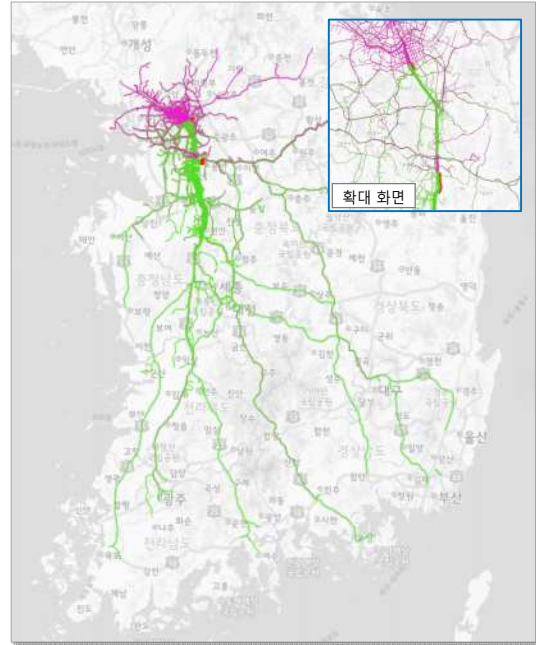
<그림 5-4 > 통행경로분석 기능의 표출 결과(출도착 경로 상세 분석 화면)

○ 선택도로에 대한 AND 조건 및 OR 조건 분석 결과

▶ 선택도로 AND 조건으로 주제도 표출  
(2016년 평일)



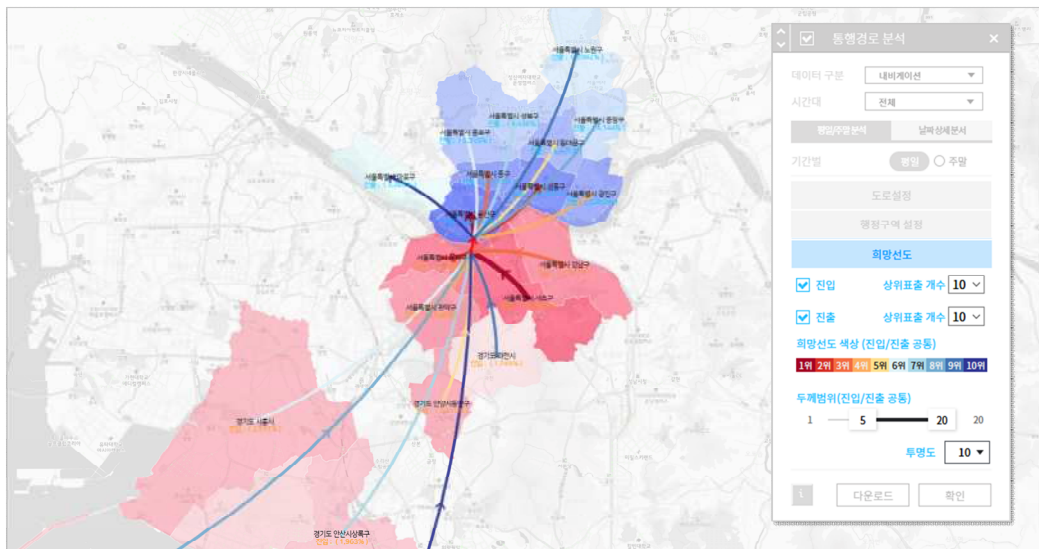
▶ 선택도로 OR 조건으로 주제도 표출  
(2016년 평일)



<그림 5-5> 통행경로분석 기능의 분석구간 AND, OR 조건 분석 결과 예시

○ 선택도로에 결과에 대하여 희망 선을 통한 진입 진출을 분석 할수 있도록 기능 구현함

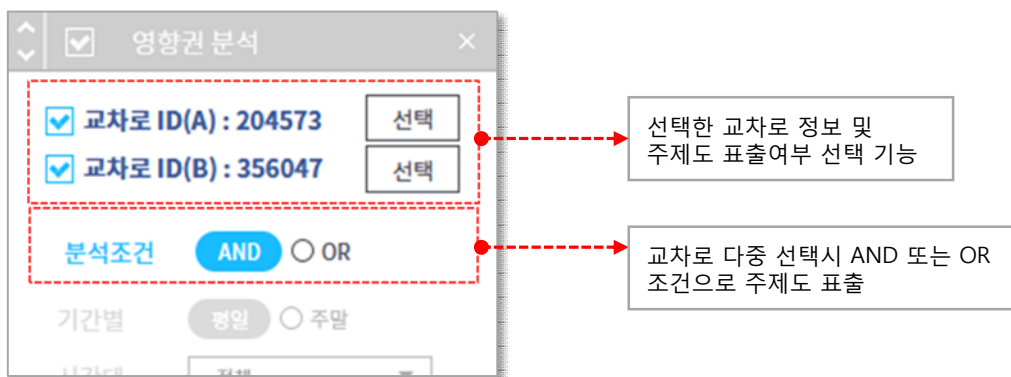
▶ 희망선도 주제도 표출



<그림 5-6> 통행경로분석 기능의 희망선도 표출 결과 예시

## 2. 영향권 분석기능 개선 및 고도화

- 두 개의 교차로 분석 시 조건에 따라 영향권이 중첩 되는 구간 또는 각 교차로의 영향권이 모두 포함되는 구간을 분석 할 수 있도록 기능을 개선함
- 영향권분석 설정창 UI 개선
  - 기존 영향권분석은 교차로 정보를 TAB으로 구성 하였으며 변경 후 CheckBox를 통한 단일 및 다중으로 교차로 영향권을 선택 할수 있도록 UI 개선
- 주제도 표출 조건 개선
  - 사용자가 선택한 교차로의 분석 방법을 AND 또는 OR 조건으로 주제도를 표출 할수 있도록 기능 개발



<그림 5-7 > 영향권분석 기능의 교차로 선택 여부 및 분석조건 설정 UI

- AND 조건 : 선택한 교차로들의 30 또는 60분 영향권이 서로 중첩되는 구간만 표출
- OR 조건 : 선택한 교차로의 30,60분 영향권을 표출



- ▶ 선택 교차로 AND 조건으로 주제도 표출  
(2016년 평일)



- ▶ 선택 교차로 AND 조건으로 주제도 표출  
(2016년 평일)

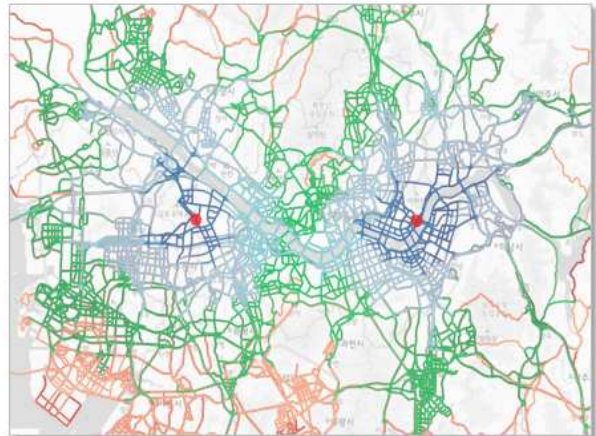


<그림 5-8 > 영향권분석 기능의 교차로 AND, OR (30분 영향권) 조건 주제도 표출 예시

- ▶ 선택 교차로 AND 조건으로 주제도 표출  
(2016년 평일)



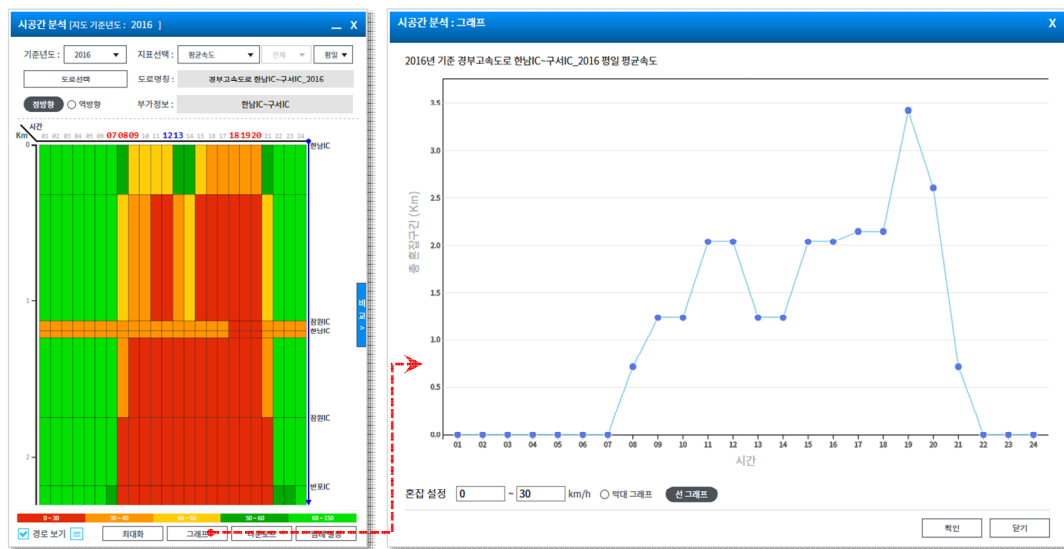
- ▶ 선택 교차로 OR 조건으로 주제도 그래데이션 색상 표출  
(2016년 평일)



<그림 5-9 > 영향권분석 교차로 그래데이션 주제도 표출 예시

### 3. 시공간 분석기능 개선 및 고도화

- 분석 도로구간의 정보를 바탕으로 지도에 해당 지표의 정보를 주체도로 표출 기능을 수행함
- 선택한 분석구간에 대하여 시간대별로 혼잡구간을 비교 분석 할 수 있도록 기능 개발함
- 시공간적으로 변화패턴의 혼잡한 구간만을 분석 할수 있도록 기능 개선함
  - 사용자가 정의한 범위의 값을 시간대별로 집계하여 그래프로 비교할 수 있도록 기능 개발 함



<그림 5-10 > 시공간분석 분석중인 도로구간의 혼잡 그래프 표출 예시

- 경로 설정을 통하여 지도표출의 시간대 및 라벨 설정 할 수 있도록 기능 개선함



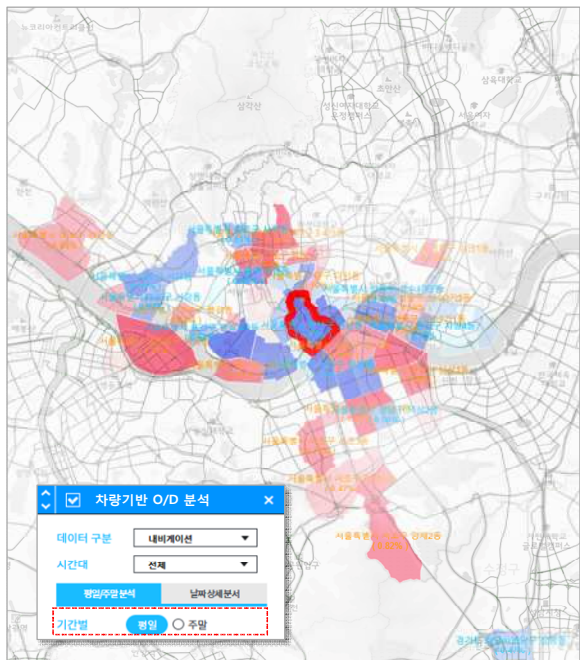
<그림 5-11 > 시공간분석 분석중인 도로구간의 결과값 표출 예시



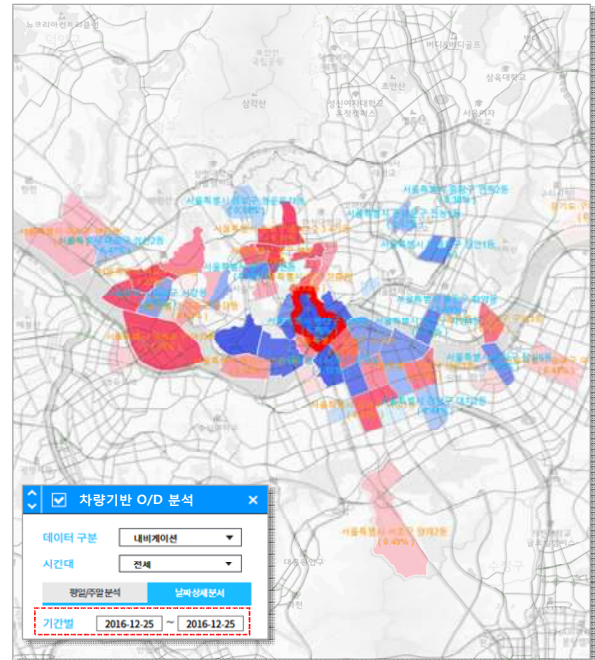
#### 4. 차량기반 O/D분석 기능 개선 및 고도화

- 차량기반 O/D 분석기능 개선을 위해 분석 데이터 선택 기능 개발, 날짜 상세 분석 기능 개발, 선택 구간 조건 개선 작업을 수행함
- 선택 구간 조건 개선
  - 선택 구간을 사용자가 행정구역 또는 분석구 단위로 분석 할 수 있도록 기능 개발
- 분석 데이터 및 날짜 상세 선택 기능 개발을 수행함
  - 분석 데이터 기능을 추가하여 내비게이션 및 DTG를 선택 할 수 있도록 기능 개발
    - DTG 분석시 승용차, 버스, 트럭 차종을 선택할 수 있는 CheckeBox 표출
  - 날짜 상세 분석 기능을 개발을 수행함
    - 평일/주말 또는 사용자가 날짜 범위를 지정
    - 기준년도 기준으로 1월1일 ~ 12월 13일까지 범위를 지정

▶ 행정구역 결과 주제도 표출  
(2016년 용산구 한남동 평일)



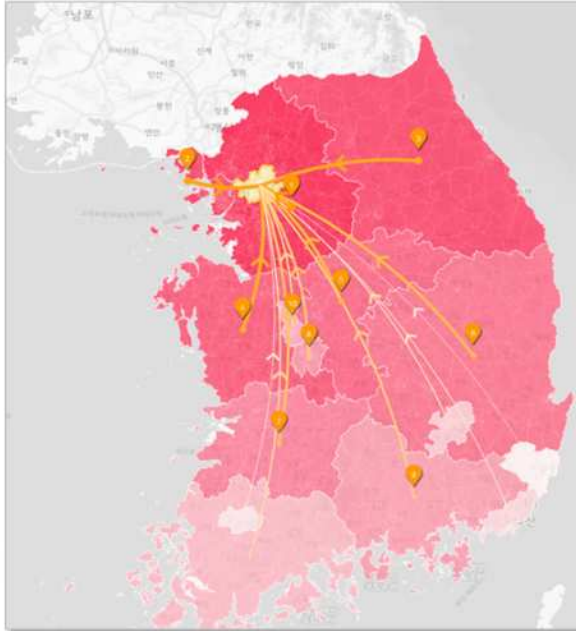
▶ 행정구역 결과 주제도 표출  
(2016년 용산구 한남동 12월25일)



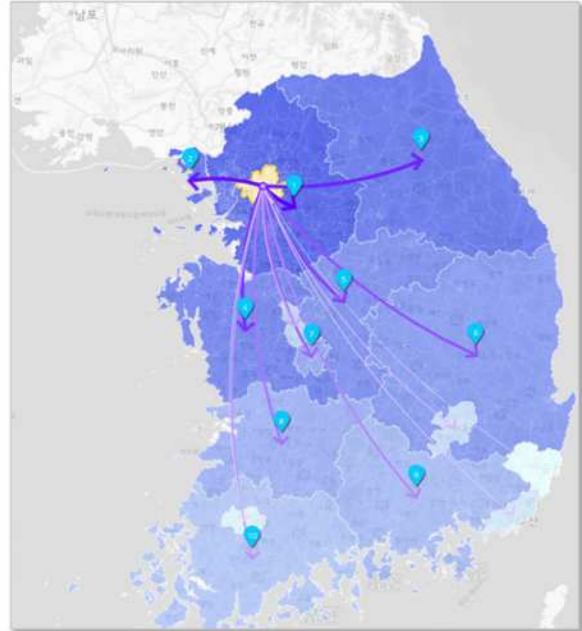
<그림 5-12 > 차량기반 O/D 분석 행정구역 2016년 평일, 12월25일 비교 분석 화면

- 선택구간을 진입 또는 진출하는 차량의 경로를 희망선도로 분석 할 수 있도록 기능 개발함

▶ 행정구역 결과 주제도 표출  
(2016년 서울으로 진입)



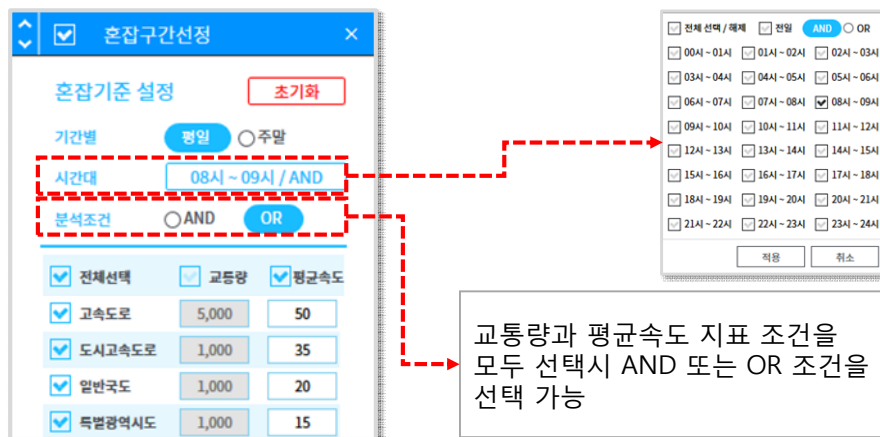
▶ 행정구역 결과 주제도 표출  
(2016년 서울에서 진출)



<그림 5-13 > 차량기반 O/D 분석 서울로 진입, 진출 예시 화면

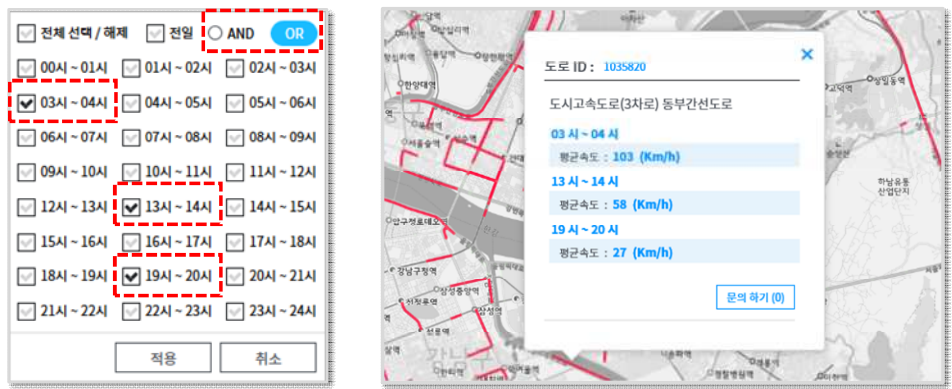
## 5. 혼잡구간 선정 기능 개선 및 고도화

- 혼잡구간 선정 기능 개선을 위해 시간대 다중 선택 기능 개발, 시간대 조건 선택 기능 개발, 분석지표 선택 조건 개선 작업을 수행함
- 시간대 다중 선택 기능
  - 여러 시간대를 동시 선택하여 분석조건을 설정할 수 있도록 기능 개발
- 시간대 조건 선택 기능
  - 다중 시간대 선택 시 AND 또는 OR 조건을 설정할 수 있도록 기능 개발
- 분석지표 선택 조건 개선 작업
  - 기존 OR 조건만 설정할 수 있던 상태에서 AND 조건을 선택할 수 있도록 개선



<그림 5-14 > 혼잡구간 선정 기능 UI

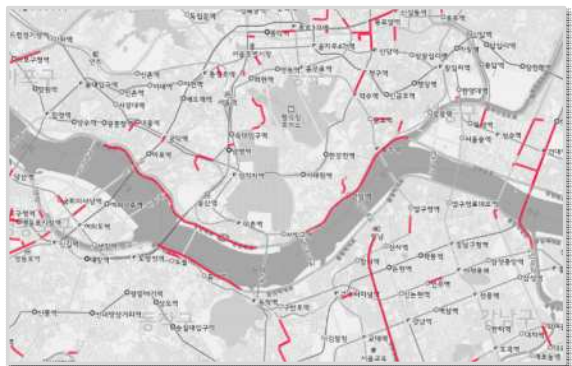
- 시간대 다중 선택이 가능하도록 체크박스 표출 기능 개발
  - 여러 시간대 동시 선택 및 AND 또는 OR 조건을 설정하여 분석할 수 있도록 개발
  - 시간대 AND 조건 선택
    - 선택한 시간대 모두가 분석조건을 만족하여야만 주제도에 표출
  - 시간대 OR 조건 선택
    - 선택한 시간대 중 하나의 시간대만 분석조건을 만족하더라도 주제도에 표출
- 지표 AND 분석조건 기능 추가 개발
  - AND 조건 선택 시 교통량과 평균속도 조건 모두를 만족하는 구간만 주제도에 표출



<그림 5-15 > 다중 시간대 선택 및 분석결과 팝업 표출 예시

○ 다중 시간대를 선택할 경우 분석결과 팝업에 시간대별 분석결과 값이 표출되도록 기능 개발

▶ 다중 시간대 선택 및 시간대 AND 분석조건



▶ 다중 시간대 선택 및 시간대 OR 분석조건



<그림 5-16 > 다중 시간대 선택 및 시간대 조건별 주제도 표출 예시

▶ 분석지표 AND 조건



▶ 분석지표 OR 조건

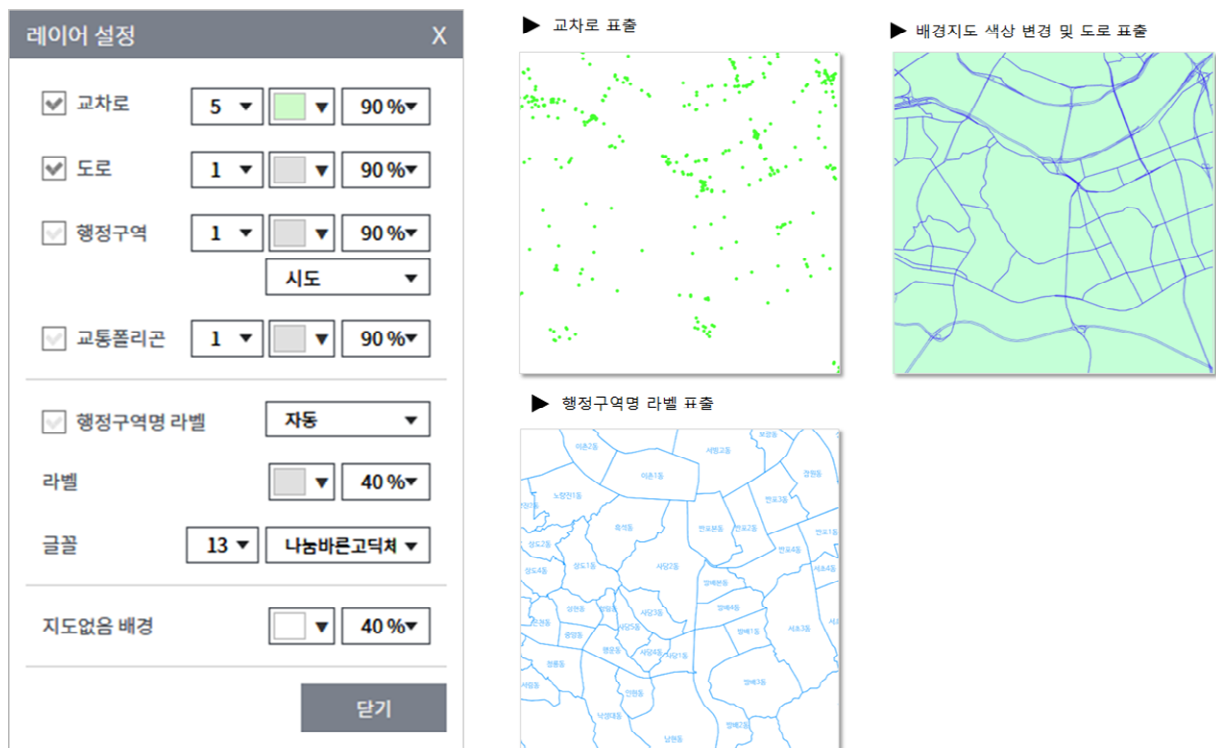


<그림 5-17 > 분석 지표 조건별 주제도 표출 예시



## 6. 부가기능 개선 및 고도화

- 레이어 On / Off 기능 개선
  - 부가 레이어의 색상과 투명도를 조절 할 수 있도록 개발함
  - 배경지도와 레이어 종류에 따라 사용자가 부가 레이어의 색상 및 투명도로를 조절할 수 있도록 개발함



<그림 5-18 > 부가기능 레이어 On/Off 설정 결과 예시

### 제3절 신규 분석 기능 개발

#### 1. 이용자 맞춤형 교통지표의 순위 표출 및 분석 기능 개발

- 이용자 맞춤형 교통지표의 순위 표출 및 분석기능 개발 작업을 수행함
- 교통지표에 대한 지역별, 도로별 순위를 표출 기능 개발
- 지표 상세 선택, 기간 선택, 도로등급 선택, 권역별 선택으로 기능 개발
- 데이터를 추출 기능 개발
  - 사용자가 정의한 결과를 추출 할수 있도록 다운로드 기능 개발

교통지표 순위보기 [지도 기준년도: 2016]

1 지표 선택: 평일 관측교통량

세부 지표: 전체

시간대 선택: 전체

분석 구간: 도로별 전체

상위 표출 개수: 20개

2 ☒ Symbol ☐ Color

3 순위

순위	Link_ID	명칭	평일
1	1011966	서울외곽순환고속도로	125889
2	1038396	서울외곽순환고속도로	119640
3	1038359	서울외곽순환고속도로	118899
4	1036768	강남대로	116239
5	1014336	서울외곽순환고속도로	115995
6	1034292	경부고속도로	115518
7	1038416	서울외곽순환고속도로	115226
8	1011954	서울외곽순환고속도로	115222
9	1013864	서울외곽순환고속도로	115017

4

1 사용자가 분석할 교통지표를 설정

2 색상 설정

색상

두께 3

투명도 30

주제도 표출될 결과값의 색상, 두께, 투명도 설정

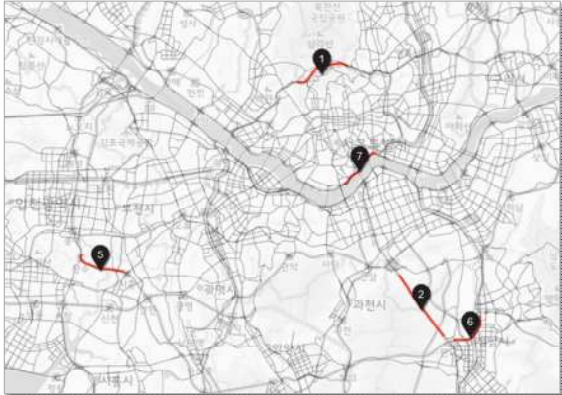
확인

3 1 설정한 값을 기반으로 결과값 표출

4 결과값을 Excel로 다운로드

<그림 5-19 > 이용자 맞춤형 교통지표 순위 표출 분석 UI 및 기능 설정

▶ 교통혼잡 비용 (2016년 평일, 도로별)



▶ 교통혼잡 비용 (2016년 평일, 읍면동)



&lt;그림 5-20 &gt; 이용자 맞춤형 교통지표 순위 표출 분석

## 2. 차량 모빌리티 데이터 동적 시뮬레이션 분석기능 개발

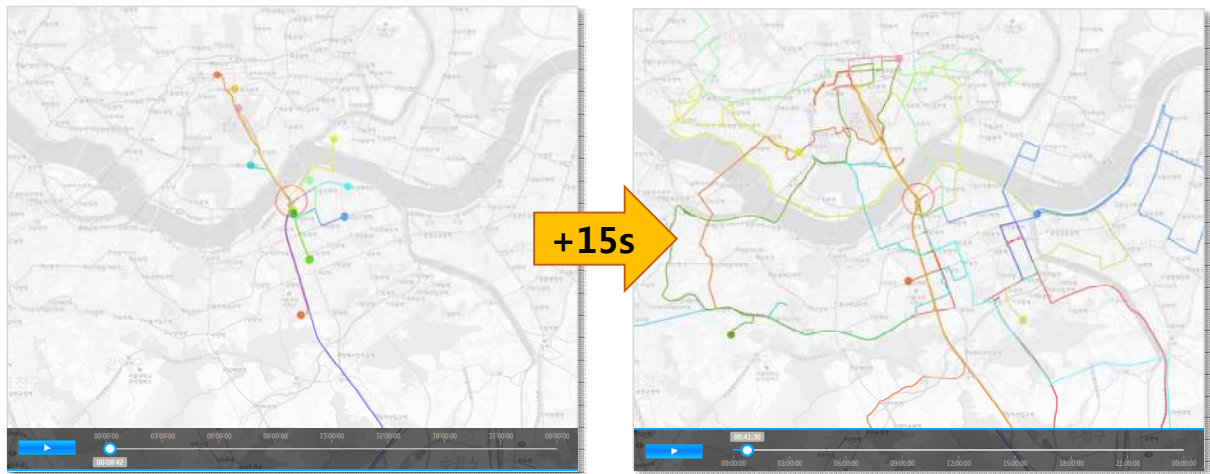
- 사용자 및 분석가의 목적에 따라 분석 범위를 설정 할수 있는 기능 개발함
- 차량 시뮬레이션 분석 데이터 선택 기능 개발, 날짜 상세 분석 기능 개발, 선택 구간 조건 개선 작업을 수행함



&lt;그림 5-21 &gt; 차량 시뮬레이션 분석조건 설정

- 사용자가 설정한 범위 내에 차량의 궤적을 시간에 따른 차량의 위치 이동을 할수 있도록 기능을 개발함

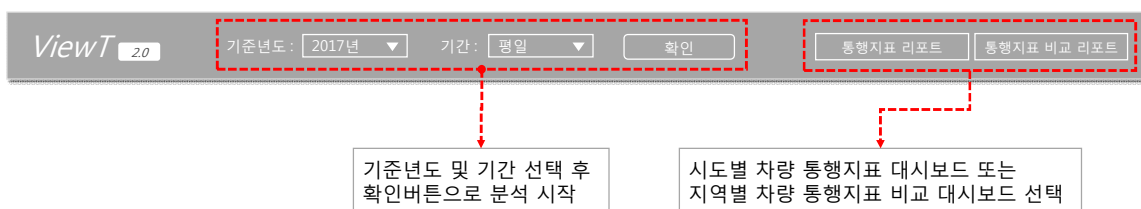
▶ 차량 시뮬레이션 시간에 따른 주제도 표출



<그림 5-22 > 차량 시뮬레이션 시간 변화 따른 주제도 표출 예시

### 3. View-T 시도별 차량 통행지표 대시보드 기능 개발

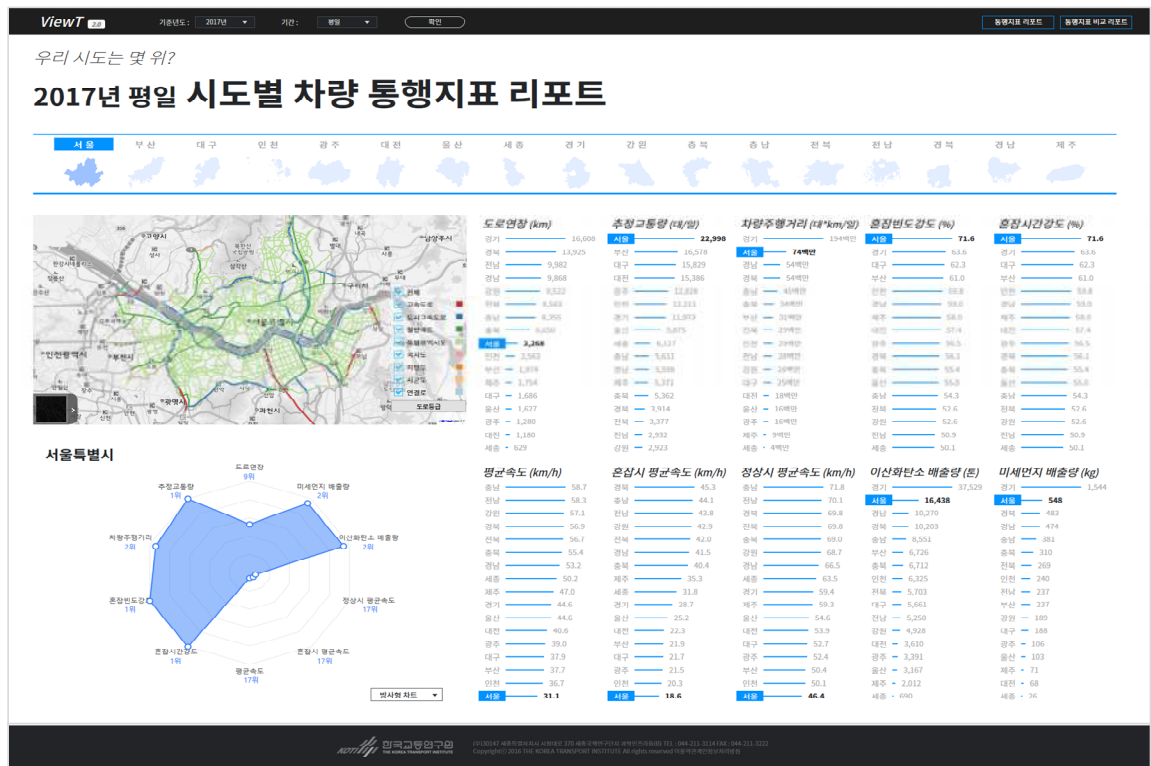
- 분석지표의 확인, 비교, 분석을 용이하게 하기 위해 대시보드 기능 개발 작업을 수행함
- 통행지표에 대한 시도별 순위를 그래프로 표출하는 기능 개발을 수행함
  - 기준년도, 기간을 선택할 수 있도록 개발함
- 선택한 시도에 대한 주제도 표출 기능 개발함



<그림 5-23 > 대시보드 분석 조건 설정 UI

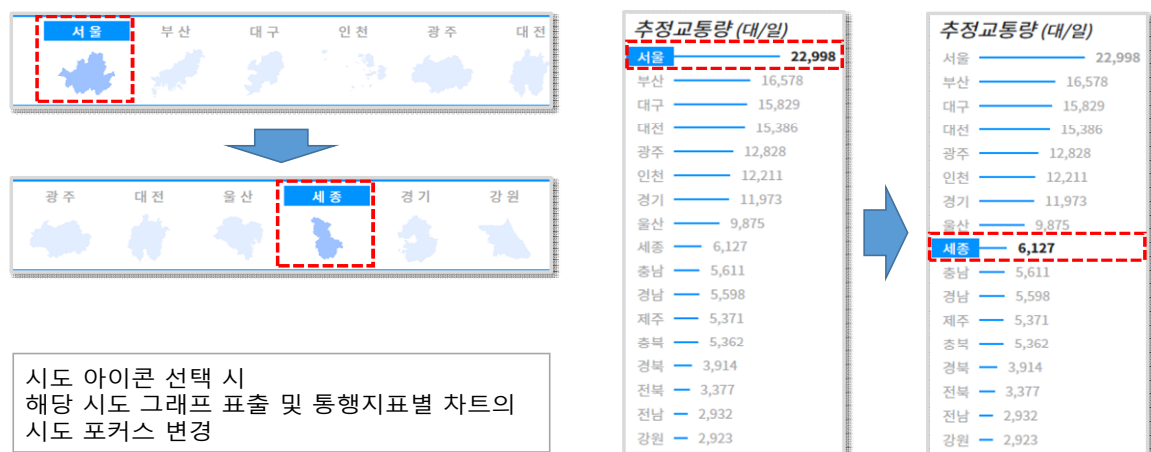
- 기준년도 : 2014~2017년 중 선택된 년도를 기준으로 분석
- 기간 : 평일/주말 중 선택된 기간을 기준으로 분석
- 통행지표 리포트 : 시도별 차량 통행지표 대시보드 표출
- 통행지표 비교 리포트 : 지역별 차량 통행지표 비교 대시보드 표출





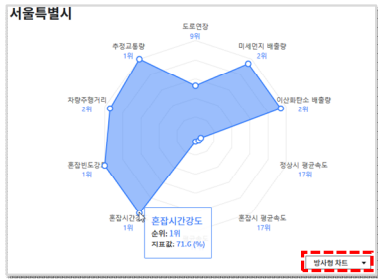
<그림 5-24 > 2017년 평일 시도별 차량 통행지표 대시보드 기능 실행 화면

- 지표별 시도의 통행지표 결과 값을 순위대로 차트 표출함
- 시도 아이콘 클릭 시 해당 시도의 주제도 및 좌측 하단에 그래프를 표출, 지표별 차트에서 해당 시도의 결과 값이 두드러지도록 기능 개발



<그림 5-25 > 시도별 차량 통행지표 대시보드 시도 아이콘 선택 예시

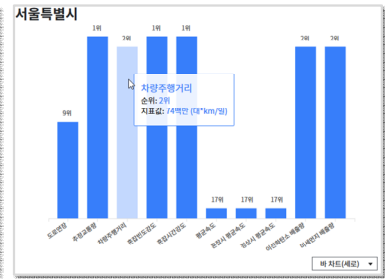
▶ 방사형 그래프 표출



▶ 가로형 막대그래프 표출



▶ 세로형 막대그래프 표출



&lt;그림 5-26&gt; 시도별 차량 통행지표 대시보드 그래프 표출 예시

- 그래프 좌측 상단에 선택된 시도명 표출 및 우측 하단에서 그래프 종류 선택 가능
- 그래프에 마우스 커서 접촉 시 해당 지표 결과값 툴팁이 표출됨

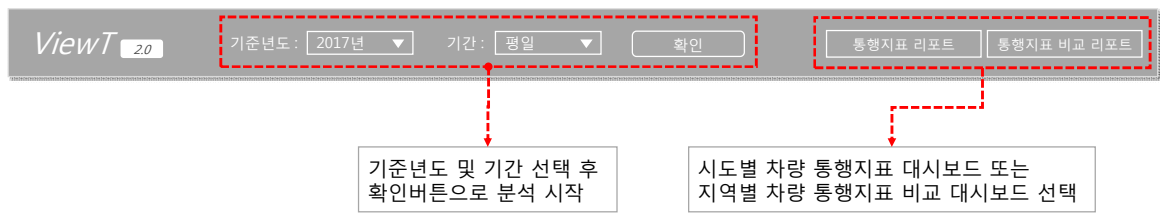
#### 4. View-T 지역별 차량 통행지표 비교 대시보드 기능 개발

- 분석지표의 확인, 비교, 분석을 용이하게 하기 위해 대시보드 기능 개발 작업을 수행함
- 사용자가 선택한 두 개의 지역을 통행지표별 비교 그래프로 분석할 수 있도록 기능 개발
  - 기준년도, 기간을 선택할 수 있도록 개발
  - 2014~2017년 및 평일/주말 선택 가능
- 선택한 지역 및 통행지표에 대한 주제도 표출 기능 개발
  - 표출할 도로등급을 선택할 수 있는 기능 개발
  - 색상 범례를 기준으로 분석지표 결과값 별 도로 색상 표출



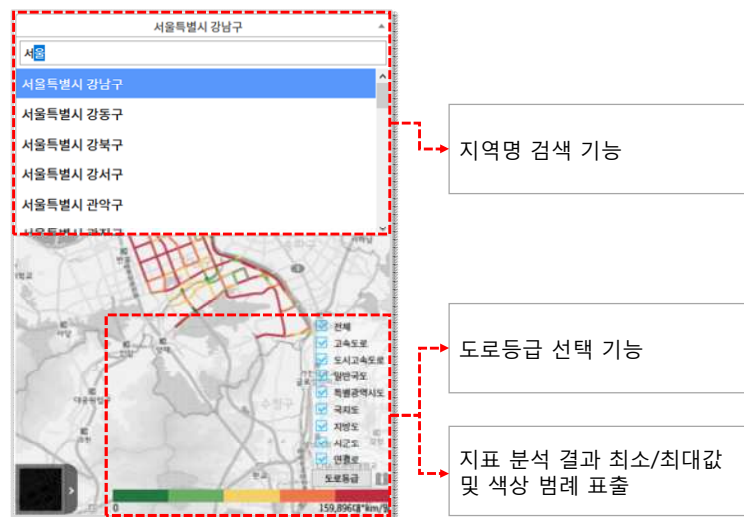
&lt;그림 5-27&gt; 지역별 차량 통행지표 비교 대시보드 기능 실행 화면

- 사용자가 선택한 두 개 지역 및 통행지표의 주제도 표출
  - 지역 선택은 시/군/구 단위로 선택할 수 있도록 기능 개발
  - 통행지표 결과값을 이용하여 도로 색상 표출
  - 주제도 하단에 색상표 및 범례 표출
  - 주제도에 표출 될 도로등급을 사용자가 선택할 수 있도록 기능 개발
- 각 지역 간 통행지표별 분석결과 값을 이용하여 비교 그래프를 표출



<그림 5-28 > 지역별 차량 통행지표 비교 대시보드 분석 조건 설정 UI

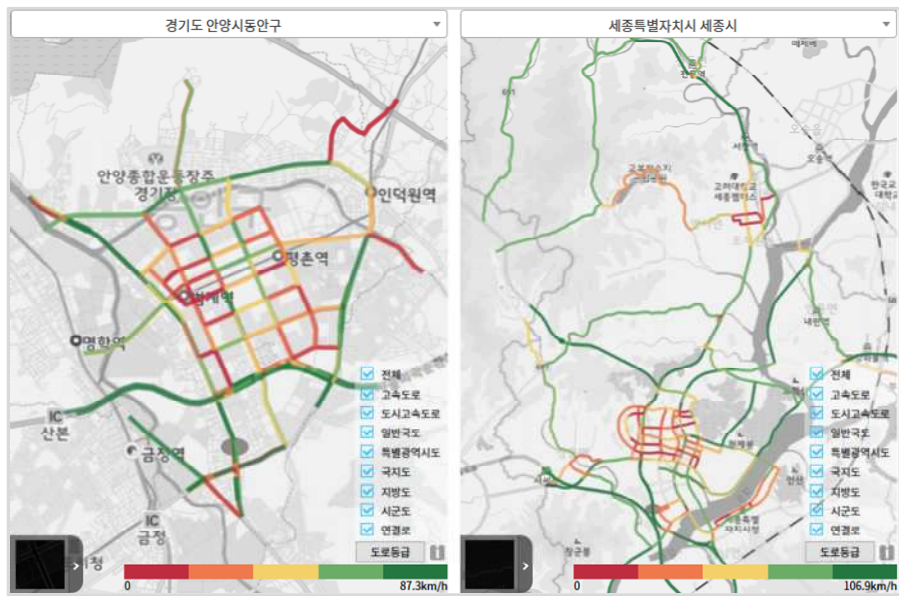
- 기준년도 : 2014~2017년 중 선택된 년도를 기준으로 분석
- 기간 : 평일/주말 중 선택된 기간을 기준으로 분석
- 통행지표 리포트 : 선택시 시도별 차량 통행지표 대시보드로 전환
- 통행지표 비교 리포트 : 선택시 지역별 차량 통행지표 비교 대시보드로 전환



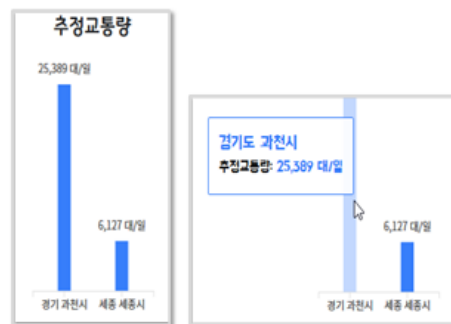
<그림 5-29 > 주제도 표출 설정

- 주제도 상단에 지역 명을 선택할 수 있는 박스 표출
  - 지역 선택 시 지역명 검색 기능을 사용할 수 있도록 기능 개발

- 주제도 하단에 도로등급 선택을 선택할 수 있는 박스 및 선택된 지표의 최소/최댓값, 색상 범례 표출
  - 선택된 도로등급만 주제도에 표출될 수 있도록 기능 개발
  - 선택된 지표에 따라 색상 범례 순서가 변경되도록 기능 개발



<그림 5-30 > 2017년 평일 동안구 및 세종시 주제도 표출 예시



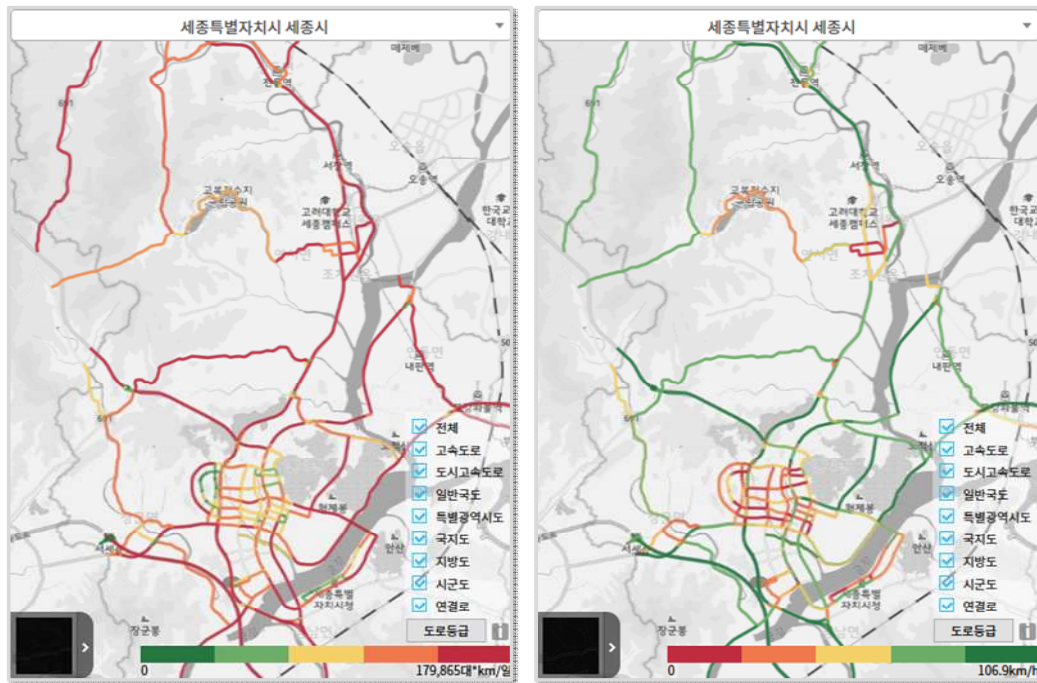
<그림 5-31 > 2017년 평일 과천시 및 세종시 그래프 표출 예시

- 선택된 두 지역간 분석지표 결과를 비교할 수 있도록 그래프 표출
  - 세로 막대그래프 표출 및 그래프에 커서 접촉시 해당 지표값의 툴팁을 표출

연장	추정교통량	차량주행거리	미세먼지 배출량	이산화탄소 배출량	평균속도	정상시 평균속도	혼잡시 평균속도	혼잡빈도강도	혼잡시간강도
----	-------	--------	----------	-----------	------	----------	----------	--------	--------

<그림 5-32 > 지역별 차량 통행지표 비교 대시보드 지표 선택

- 분석지표를 선택할 수 있도록 기능 개발
  - 분석지표 선택시 해당 지표에 따른 지역별 주제도를 표출함



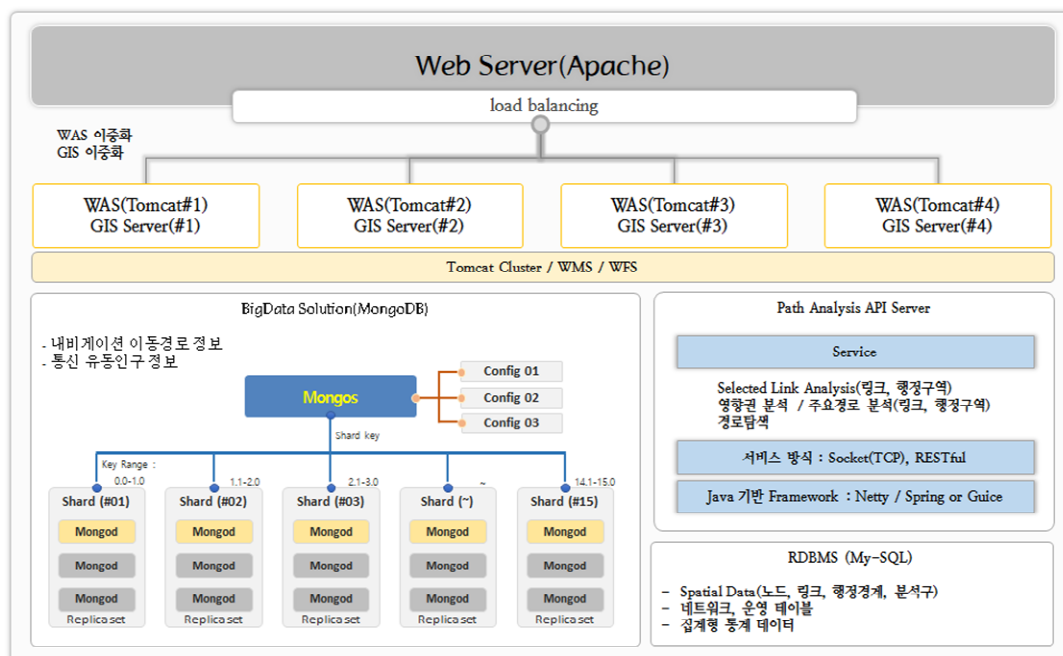
<그림 5-33 > 2017년도 평일 세종시의 차량주행거리와 평균속도 주제도 비교

## 제4절 View-T 웹 시스템 운영 및 유지보수

### 1. View-T 온라인 시스템 운영 및 유지보수

#### 가. 웹 시스템 구성

- 웹서버와 GIS 서버를 이중화 하여 부하 분산 및 안정적인 서비스를 제공함.
  - Apache Http 웹서버의 Load Balancer 기능을 이용하여 WAS서버와 GIS 서버를 이중화 구성 함
- MongoDB 클러스터링 구성을 통하여 향후 데이터 확장을 위한 기반 마련
  - 단일 MongoDB 환경을 MongoDB의 Sharding 기능을 추가하여 향후 확장에 대비
- 웹서버의 주요 기능을 전용 API 서버로 개발하여 시스템의 구조를 단순화 하고, 유지보수를 쉽게 함



<그림 5-34> View-T 웹 시스템 구성도

## 나. 시스템 운영 업그레이드

- Java, Tomcat, GIS Server 등 주요 S/W를 최신의 안정적인 버전으로 업그레이드 함

<표 5-1> 시스템 운영 소프트웨어 업그레이드 현황

구분	대상 버전	비고
Java Runtime Environment	Java 8 environment (JRE)	GoeServer 2.13.0 요구 버전
Tomcat(WAS)	Tomcat 8.5.x	Servlet Spec 3.1 및 JSP Spec 2.3을 지원하는 최신 안정화 버전
GIS Server	GeoServer 2.13.0	GeoPackage 성능 개선 및 기타 버그 수정 버전

## 2. 대용량 데이터의 효율적 처리를 위한 시스템 안정화 방안 수립

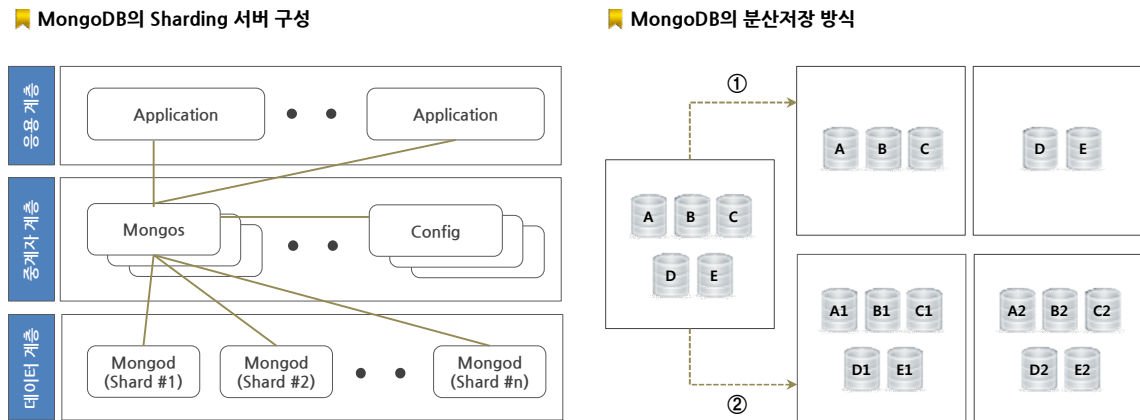
### 1) 시스템 안정화 방안

- 대규모 어플리케이션에서 발생할 수 있는 문제중 하나는 데이터베이스에 저장해야 할 데이터의 수가 방대함
  - 데이터셋의 크기에 따른 인덱싱 작업의 성능 저하, 디스크에 저장된 대용량 데이터에 의한 시스템 성능 저하 및 사용자 요청의 느린 응답을 최소화시키는 데이터베이스 구축 방법

### 2) MongoDB의 Sharding

- Sharding이란 데이터셋이 단일 데이터베이스에 저장하기에 매우 큰 경우, 데이터셋을 다수의 데이터베이스에 분산 저장하는 것을 말함
- MongoDB의 Sharding은 Config 서버, Mongos 서버, Mongod(Shard) 서버로 구성됨
  - Config : 중계자 계층, Shard Meta 정보 저장(데이터분할 정책정보 포함)
  - Mongos : 중계자 역할 수행, 응용계층의 질의와 데이터 계층의 Shard 서버의 응답을 중계하는 역할을 수행함
  - Mongod : 데이터 서버
- 데이터셋의 분산저장 방식은 테이블 단위로 분리하는 방법(①)과 테이블 자체(②)를 분할하는 방법이 있음





<그림 5-35> MongoDB의 샤딩 구성

### 3) 데이터의 분할 정책(데이터의 분산저장)

- Shard Meta 정보는 데이터를 분할하는 정책에 따라 분류됨
- 형태에 따른 분류 : 테이블(데이터)를 분할하지 않고 테이블 단위로 저장, 테이블 간의 독립성 보장
- 키 기반 분류 : 테이블의 특정 필드(Shard Key)를 기준으로 필드 값의 범위에 따라 결정
- Look-up 테이블 기반 분류 : Shard Key의 해쉬(hash)를 통해서 데이터를 균등하게 배분

### 4) Sharding 구성 방안

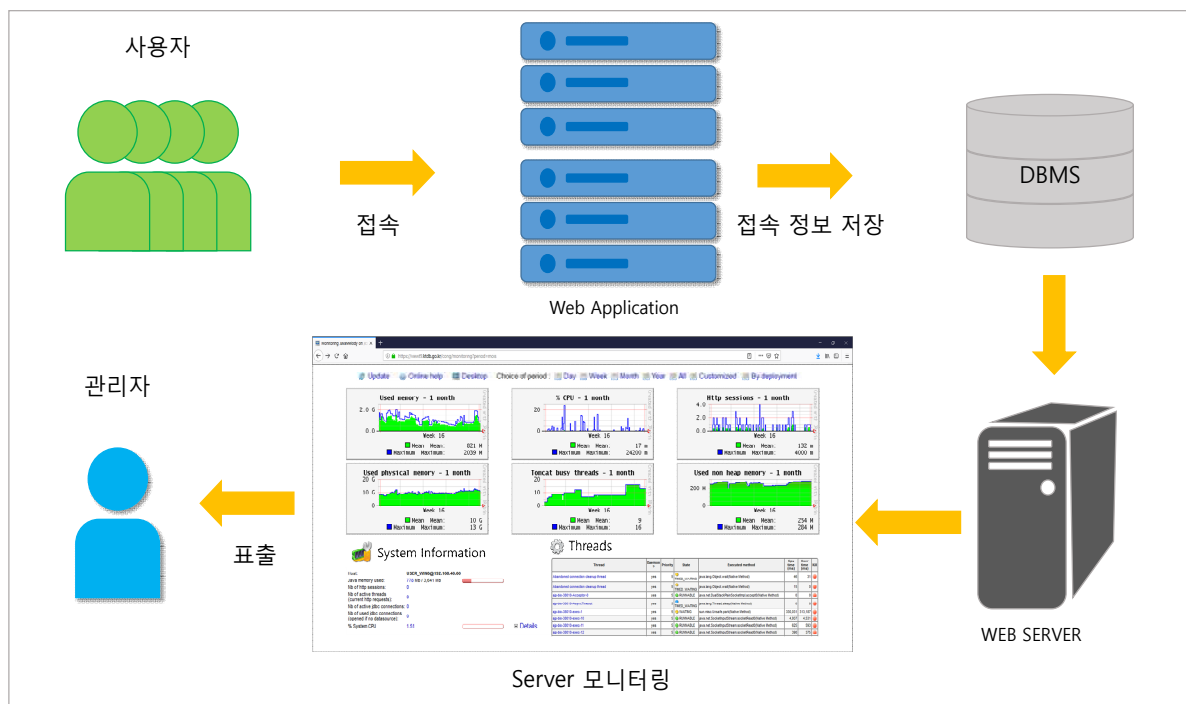
- 형태에 따른 분류 정책은 독립된 쿼리가 보장되는 시스템에서 관계형 데이터베이스를 분할하는데 효과적임
- 키 기반 분류 정책은 Shard key의 데이터 개수에 따라 자동으로 분할범위를 설정하는 장점이 있음(가장 많이 사용)
- Look-up 테이블 기반 분류 정책은 이전 2개의 정책에서 데이터가 한쪽으로 몰리는 단점을 보완한 방법임
- 본 과업에서는 Look-up 테이블 기반 분류 정책에 따라 Sharding을 구성하고 시스템의 성능, 안정성 측면에서 효과가 크지 않는 경우 형태에 따른 분류, 키 기반 분류 정책에 따라 Sharding을 구성 함



### 3. View-T 시스템 유지보수

#### 1) 시스템 안정화 방안

- Web Application Monitoring을 통한 현재 서버상태를 모니터링 할 수 있도록 서비스를 제공함
  - 이중화된 서버의 부하 및 성능을 확인 할 수 있도록 그래프, 테이블 등으로 구성함
- Sever의 Memory, CPU, Was(Tomcat) 등 주요 내용을 확인 할 수 있는 그래프 및 테이블 등으로 제공



<그림 5-36> View-T 시스템 안정화 흐름도

- 사용자의 Web Application에서의 수행기록을 확인 할 수 있도록 서비스를 제공함
  - 사용자의 접근 브라우저, 로그인 유무, 분석한 기능에 대한 정보를 확인 할 수 있도록 구성
- Web Application 사용 현황을 그래프 및 테이블 등으로 확인 할 수 있도록 제공

## 2) View-T 관리자 시스템 개선

### ① View-T 사용자 접근 현황

- 사용자가 View-T 접근 시 사용한 포털사이트를 모니터링 할 수 있도록 기능 개발함

**일별 ViewT 접속 현황**

1. 분석 범위: ☐ 일별 분석 ☐ 월별 분석 ☐ 연도별 분석

2. 사용자: ☐ 내이버\_접근 ☐ 내이버\_기타 ☐ 내이버\_노스 ☒ 다음 ☐ 다음\_접근 ☐ 다음\_기타 ☐ 다음\_노스 ☐ 구글 ☐ 구글\_노스 ☐ KTDB 링크 접근 ☐ 직접접근 ☐ 총 접속자수 ☐ 로그인 접속자

3. [초기화] [현황 적용]

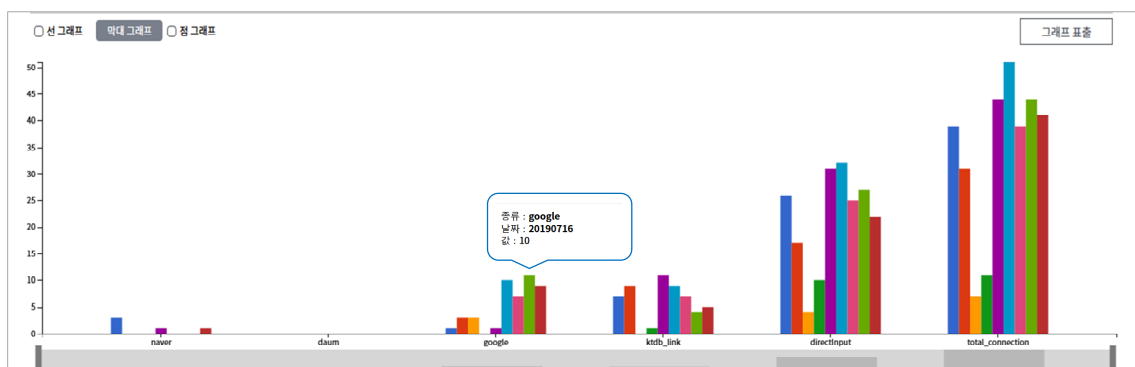
Data No	네이버	다음	구글	KTDB 링크 접근	직접접근	총 접속자수	로그인 접속자
20190711	3	0	1	7	26	39	7
20190712	0	0	3	9	17	31	2
20190713	0	0	3	0	4	7	1
20190714	0	0	0	1	10	11	2
20190715	1	0	1	11	31	44	6
20190716	0	0	10	9	32	51	7
20190717	0	0	7	7	25	39	6
20190718	0	0	11	4	27	44	6
20190719	1	0	9	5	22	41	6

4. Page 1 of 1 | 현재행: 1 - 9 / 검색결과: 9

☐ 선 그래프 ☒ 막대 그래프 ☐ 점 그래프 [그래프 표시]

<그림 5-37 > View-T 사용자 접근 현황 및 UI 화면

- 분석 범위를 일별, 월별, 연도별로 분석 할 수 있도록 기능 개발
- 관리자 분석 하고자하는 컬럼을 필터링 할 수 있도록 기능 개발
- 접속 현황에 대한 정보 표출
- 누적된 접속자 현황을 그래프로 확인 할 수 있도록 기능 개발
- 사용자 접근 현황을 한눈에 파악 할 수 있도록 그래프 기능을 개발함



<그림 5-38 > View-T 사용자 접근 현황 그래프



## 제6장 데이터베이스 구성

---

제1절 데이터베이스 설계

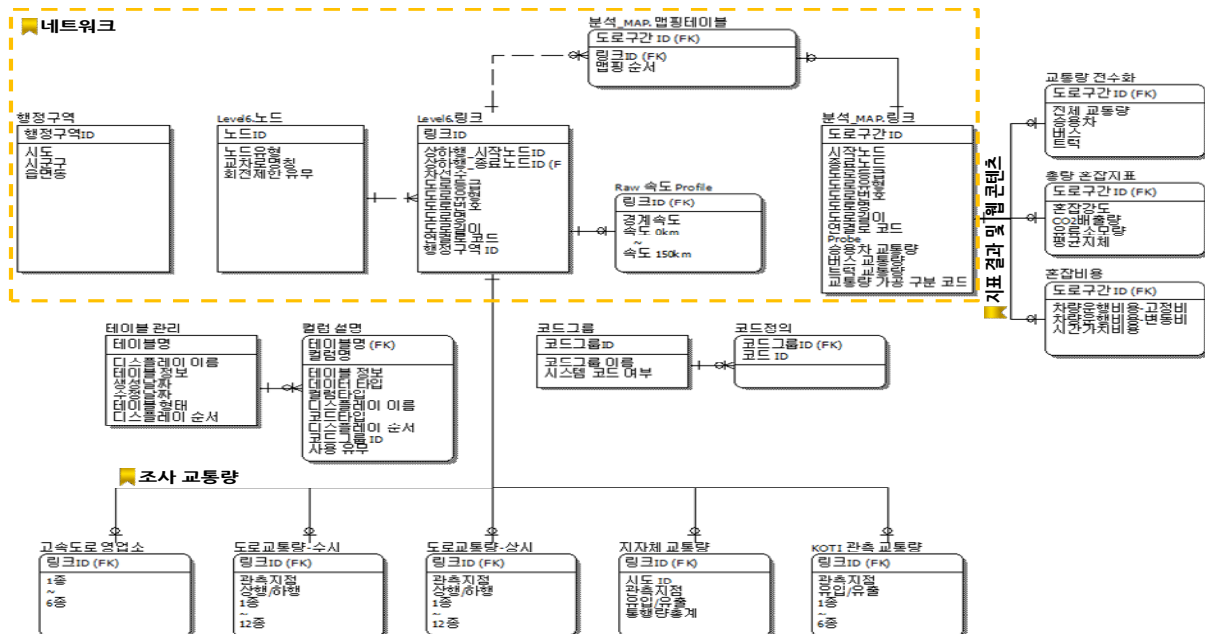
제2절 시스템 테이블 정의서



## 제6장 데이터베이스 구성

### 제1절 데이터베이스 설계

- View-T 데이터베이스는 점차적으로 증가하는 대용량데이터를 고려하여, 안정적이고 효율적으로 관리 할 수 있도록 대용량 데이터베이스 설계
- 데이터베이스 최적화 방안
  - 점차적으로 고도화 되고 있는 View-T 시스템에 부합되도록 확장 가능한 설계를 하여 다양한 유형별 자료를 효과적으로 구축할 수 있는 구조로 설계
  - 데이터베이스 설계 방법론에 입각한 현행 시스템 및 데이터를 분석하고 표준화 방안 등을 마련하여 시스템에서 요구하는 데이터 분석이 가능한 구조로 설계
  - 효율적인 데이터 처리 방식을 이용하여 Disk 자원 최소한으로 줄이며, 데이터의 액세스를 분석하여 DB 성능개선 전략을 수립함
- ERD
  - View-T의 데이터베이스 주요구성은 네트워크, 수집데이터, 지표, 시스템 관리 항목으로 구성



<그림 6-1> View-T 데이터베이스 구성

## 제2절 시스템 테이블 정의서

### ○ 내비게이션 데이터

- 내비게이션 데이터는 차량이 주행한 경로에 대한 링크 ID, 링크 ID별 운행시간과 속도로 구성되어 있음

<표 6-1> 내비게이션 데이터 DB 테이블 정의서

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	auth_key	Integer	단말기 ID	-	-
2	from_link	Integer	진입 링크	-	-
3	to_link	Integer	진출 링크	-	-
4	link_time	DateTime	수집 시간	-	-
5	speed	Double	속도	-	-

### ○ 교통량 조사자료

- 교통량 조사 자료는 교통량 전수화 시 사용되는 자료로 본 과업에서 사용되는 조사교통량은 다음과 같음

<표 6-2> KICT 도로교통량 상시 데이터 DB 테이블 정의서

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	SPOT_ID	Varchar	관측지점 명	-	-
2	LINK_ID	Integer	링크 ID	-	-
3	UP_DOWN	Integer	상행/하행	-	-
4	Traffic_type	Integer	조사교통량 코드	10	건기원 상시
5	V_TOT_wd	Double	통행량 총계 (평일)	-	-
6	V_1_wd	Double	차종_1종 (평일)	-	-
7	V_2_wd	Double	차종_2종 (평일)	-	-
8	~	Double	차종_3종~10종 (평일)	-	-
9	V_11_wd	Double	차종_11종 (평일)	-	-
10	V_12_wd	Double	차종_12종 (평일)	-	-
11	V_TOT_h	Double	통행량 총계 (휴일)	-	-
12	V_1_h	Double	차종_1종 (휴일)	-	-
13	V_2_h	Double	차종_2종 (휴일)	-	-
14	~	Double	차종_3종~10종 (휴일)	-	-
15	V_11_h	Double	차종_11종 (휴일)	-	-
16	V_12_h	Double	차종_12종 (휴일)	-	-

&lt;표 6-3&gt; KICT 도로교통량 수시 데이터 DB 테이블 정의서

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	SPOT_ID	Varchar	관측지점 명	-	-
2	LINK_ID	Integer	링크 ID	-	-
3	UP_DOWN	Integer	상행/하행	-	-
4	Traffic_type	Integer	조사교통량 코드	20	건기원 수시
5	V_TOT_wd	Double	통행량 총계 (평일)	-	-
6	V_1_wd	Double	차종_1종 (평일)	-	-
7	V_2_wd	Double	차종_2종 (평일)	-	-
8	~	Double	차종_3종~10종 (평일)	-	-
9	V_11_wd	Double	차종_11종 (평일)	-	-
10	V_12_wd	Double	차종_12종 (평일)	-	-

&lt;표 6-4&gt; 한국도로공사 데이터 DB 테이블 정의서

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	SPOT_ID	Varchar	관측지점 명	-	-
2	LINK_ID	Integer	링크 ID	-	-
3	IN_OUT	Integer	진입/진출	-	-
4	Traffic_type	Integer	조사교통량 코드	30 31	한국도로공사-톨게이트 한국도로공사-본선-톨게이트
5	V_TOT_wd	Double	통행량 총계 (평일)	-	-
6	V_1_wd	Double	차종_1종 (평일)	-	-
7	V_2_wd	Double	차종_2종 (평일)	-	-
8	~	Double	차종_3종~5종 (평일)	-	-
10	V_6_wd	Double	차종_6종 (평일)	-	-
11	V_TOT_h	Double	통행량 총계 (휴일)	-	-
12	V_1_h	Double	차종_1종 (휴일)	-	-
13	V_2_h	Double	차종_2종 (휴일)	-	-
14	~	Double	차종_3종~5종 (휴일)	-	-
15	V_6_h	Double	차종_6종 (휴일)	-	-



○ 네트워크

- KOTI Lev6 도로망 네트워크는 교통혼잡지도 시스템의 Base 네트워크로 노드와 링크로 구성

<표 6-5> KOTI Lev6 도로망 네트워크 노드 데이터 DB 테이블 정의서

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	node_id	Integer	노드 ID	—	—
2	node_type	Char	노드유형	101 102 103 104 108	도로교차점 도로시정점 속성변화점 도로시설물 IC 및 JC
3	node_name	Varchar	교차로명	—	—
4	approches	Integer	접근로수	—	—
5	restrictedturn	Char	회전제한 유무	—	—
6	joinode_id	Integer	인접연결노드	—	—
7	district_id1	Integer	행정구역 ID 1	—	—
8	district_id2	Integer	행정구역 ID 2	—	—
9	district_id3	Integer	행정구역 ID 3	—	—
10	network_level	Integer	교통망 레벨	—	—
11	mapindex_id	Integer	도엽번호	—	—
12	remark	Varchar	비고	—	—

&lt;표 6-6&gt; KOTI Lev6 도로망 네트워크 링크 데이터 DB 테이블 정의서

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	link_id	Integer	링크 ID	—	—
2	up_from_node	Integer	상행시작노드	—	—
3	up_to_node	Integer	상행종료노드	—	—
4	down_from_node	Integer	하행시작노드	—	—
5	down_to_node	Integer	상행종료노드	—	—
6	up_lanes	Integer	상행차로수	—	—
7	down_lanes	Integer	하행차로수	—	—
8	lanes	Integer	전체차로수	—	—
9	up_maxspeed	Integer	상행최고속도	—	—
10	down_maxspeed	Integer	하행최고속도	—	—
11	oneway	Integer	일방통행 유무	—	—
12	road_no	Integer	도로 번호	—	—
13	road_rank	Char	도로 등급	101 102 103 104 105 106 107	고속국도 도시고속국도 일반국도 특별·광역시도 국가지원지방도 지방도 시·군도
14	road_admin	Varchar	도로관리기관		—
15	autoexclusive	Char	자동차전용도로 유무		—
16	roadfac_type	Char	도로부속시설 유형	000 001 002 003 004	일반도로 고가차도 지하차도 교량 터널
17	roadfac_name	Varchar	도로부속시설 명칭	—	—
18	toll	Integer	통행료징수여부	—	—
19	overroad_cnt	Integer	중용도로수	—	—
20	newroad	Integer	신설도로	—	—
21	district_id	Integer	행정구역 ID	—	—
22	network_level	Integer	교통망레벨	—	—
23	length	Double	길이	—	—
24	ramp	Char	연결접속부유무	—	—
25	uplinkid	Integer	상위레벨링크 ID	—	—
26	crosspass	Integer	교차가능 여부	—	—
27	remark	Varchar	비고	—	—

– 분석맵 네트워크는 시스템 내에서 분석과 표출 기능에 중점을 둔 GIS 기반 교통 네트워크

<표 6-7> 분석맵 네트워크 링크 데이터 DB 테이블 정의서

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	k_link_id	Integer	분석 Map 링크 ID	–	–
2	f_node	Integer	시작노드	–	–
3	t_node	Integer	종료노드	–	–
4	road_rank	Char	도로등급	101 102 103 104 105 106 107	고속국도 도시고속국도 일반국도 특별·광역시도 국가지원지방도 지방도 시·군도
5	road_type	Char	도로유형	000 001 002 003 004	일반도로 고가차도 지하차도 교량 터널
6	road_no	Char	도로번호	–	–
7	road_name	Char	도로명	–	–
8	length	Integer	도로길이	–	–
9	connect	Char	연결로 코드	000 101 102 103 104 105 106 107	연결로 아님 고속국도 연결로 도시고속국도 연결로 일반국도 연결로 특별·광역시도 연결로 국가지원지방도 연결로 지방도 연결로 시·군도 연결로
10	remark	Varchar	비고		

<표 6-8> 분석맵과 KOTI Lev6 도로망 네트워크 맵핑 테이블 정의서

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	k_link_id	Integer	분석 Map 링크 ID	–	–
2	seq	Integer	링크 순서	–	–
3	link_id	Integer	KOTI Lev6 링크 ID	–	–

○ 교통량 전수화

- 교통량 전수화 테이블은 내비게이션 데이터와 조사 교통량을 이용하여 지역간 도로에 대한 교통량을 추정한 데이터로 시나리오(년도구분)별로 관리됨

<표 6-9> 교통량 전수화 데이터 DB 테이블 정의서

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	scenario	Varchar	시나리오 ID (년도구분)	-	-
2	k_link_id	Integer	분석 Map 링크 ID	-	-
3	auto_wd	Double	승용차 평일 교통량	-	-
4	auto_h	Double	승용차 휴일 교통량	-	-
5	auto_tot	Double	승용차 전체 교통량	-	-
6	bus_wd	Double	버스 평일 교통량	-	-
7	bus_h	Double	버스 휴일 교통량	-	-
8	bus_tot	Double	버스 전체 교통량	-	-
9	truck_wd	Double	트럭 평일 교통량	-	-
10	truck_h	Double	트럭 휴일 교통량	-	-
11	truck_tot	Double	트럭 전체 교통량	-	-
12	index	Double	교통량 추정 유무	1 2	정상 추정
13	traffic_type	Integer	조사교통량 구분코드	10 20 30 31 50	건기원_상시 건기원_수시 한국도로공사_톨게이트 한국도로공사_본선_톨게이트 서울시
14	traffic_check	Integer	교통량 데이터 이상여부 체크 코드	1 2	정상 검토대상

○ Speed\_Profile

- Speed\_Profile 데이터는 내비게이션 데이터를 년/월/일/시간 단위로 속도 Profile과 Prove를 구한 데이터임

<표 6-10> 속도 프로파일 데이터 DB 테이블 정의서

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	year	Varchar	수집 년	-	-
2	month	Varchar	수집 월	-	-
3	day	Varchar	수집 일	-	-
4	time	Varchar	수집 시간	-	-
5	from_link_id	Integer	진입 링크 ID	-	-
6	vehicle_count	Double	Probe 대수	-	-
7	boundary_speed	Double	경계속도	-	-
8	spd_0~150km_h	Double	속도 0~150km_h까지의 빈도수	-	-

○ 혼잡지표 및 혼잡비용

- 혼잡지표 및 혼잡비용은 교통량 전수화 및 Speed\_Profile을 이용하여 분석맵 단위로 지표를 생성함

<표 6-11> 혼잡지표 DB 테이블 정의서

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	scenario	Varchar	시나리오 ID (년도구분)	-	-
2	K_Link_id	Integer	분석맵 링크 ID	-	-
3	net_con_intensity	Double	혼잡강도	-	-
4	net_co2_intensity	Double	CO2 배출량	-	-
5	net_fuel_intensity	Double	유류소모량	-	-

<표 6-12> 혼잡비용 DB 테이블 정의서

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	scenario	Varchar	시나리오 ID (년도구분)	-	-
2	K_Link_id	Integer	분석맵 링크 ID	-	-
3	fixed_cost	Double	고정비	-	-
4	variable_cost	Double	변동비	-	-
5	time_value_cost	Double	시간가치비용	-	-
6	total_cost	Double	혼잡비용 총량	-	-

○ DB 관리 테이블

- DB 관리 테이블은 데이터베이스내의 테이블 및 컬럼 구성에 대한 목록으로 시스템에서 표출할 데이터 형태에 대한 정의 테이블임

<표 6-13> 테이블 디스플레이 마스터 테이블 정의서

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	table_name	Varchar	테이블 명칭	-	-
2	display_name	Integer	시스템 내에서의 표출 명칭	-	-
3	table_info	Double	테이블 정보	-	-
4	table_type	Integer	테이블 형태	-	-
5	display_order	Integer	디스플레이 순서	-	-

<표 6-14> 테이블 속성 마스터 테이블 정의서

No	Column	Type	설명	코드	코드정보
1	table_name	Varchar	테이블 명칭	-	-
2	column_name	Integer	컬럼 명칭	-	-
3	display_name	Integer	시스템 내에서의 표출 명칭	-	-
4	column_type	Integer	테이블 형태	-	-
5	display_order	Integer	디스플레이 순서	-	-