

최종보고서										보안등급		
										일반[O], 보안[]		
중앙행정기관명		국토교통부				사업명		사업명		도로기술연구사업		
전문기관명		국토교통과학기술진흥원				내역사업명		내역사업명		도로기술연구사업		
공고번호		2018년 공고-제22호				총괄연구개발 식별번호		20POQW-B148886-03				
						연구개발과제번호		20POQW-B148886-03				
기술 분류	국가과학기술표준분류	1순위 E10505	50%	2순위 EE1203	30%	3순위 ED0705	20%					
	부처기술분류	1순위 E10505	50%	2순위 EE1203	30%	3순위 ED0705	20%					
총괄연구개발명		국문	사업용 차량을 이용한 도로교통 정보 수집 및 활용기술 개발									
		영문	Commercial Vehicle-Based Road and Traffic Information System									
연구개발과제명		국문	사업용 차량을 이용한 도로교통 정보 수집 및 활용기술 개발									
		영문	Commercial Vehicle-Based Road and Traffic Information System									
주관연구기관		기관명	한국건설기술연구원				사업자등록번호		229-82-01135			
		주소	(우) 10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283				법인등록번호		111241-0002284			
연구책임자		성명	류승기				직위		선임연구위원			
		연락처	직장전화	031-910-0388				휴대전화		010-5321-0453		
			전자우편	skryu@kict.re.kr				국가연구자번호		1018-0372		
연구개발기간		전체	2018. 07. 10 - 2021. 03. 31 (33개월)									
		1차 연도	2018. 07. 10 - 2018. 12. 31 (6개월)									
		2차 연도	2019. 01. 01 - 2019. 12. 31 (12개월)									
		3차 연도	2020. 01. 01 - 2021. 03. 31 (15개월)									
연구개발비 (단위: 천원)	정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연계 발의 지원금	
	현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계		
	총계	7,178,000	241,009	2,156,091					7,419,009	2,156,091		9,575,100
	1차 연도	961,000	32,240	290,100					993,240	290,100		1,283,340
	2차 연도	2,511,000	83,784	754,046					2,594,784	754,046		3,348,830
	3차 연도	3,706,000	124,985	1,111,945					3,830,985	1,111,945	4,942,930	
공동연구개발기관 등		기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편		비고				
협동연구개발기관		교통연	채찬들	연구위원	010-4321-0678	culfield@koti.re.kr		협동	연구원			
공동연구개발기관		영남대	정연식	조교수	010-4621-5259	tpgist@yu.ac.kr		공동	대학			
		동아대	김희경	부교수	010-4099-7665	hoekim@dau.ac.kr		공동	대학			
		인하대	이보원	교수	010-2185-1462	bowon.lee@inha.ac.kr		공동	대학			
		교통연	이지선	연구위원	010-3312-5655	jisun_lee@koti.re.kr		공동	연구원			
		대진전자기술	오세태	이사	010-5626-5353	ostdaun@dset.co.kr		공동	중소기업			
		케이웍스	박준규	사업총괄	010-4411-7378	pjk3002@works.co.kr		공동	중소기업			
		AI매틱스	박광일	대표이사	010-4740-2775	plk@plk.co.kr		공동	중소기업			
		건설연	양충현	연구위원	031-910-0184	chyang@kict.re.kr		공동	연구원			
		지앤티솔루션	김성건	이사	02-362-3226	sgkim@gntsolution.com		공동	중소기업			
	에스엠솔루션	차효준	대표이사	010-4866-3802	hjcha@sm-solution.co.kr		공동	중소기업				
위탁연구개발기관		한양대	오철	교수	031-400-5158	cheolo@hanyang.ac.kr		위탁	학교			
연구개발담당자 실무담당자		성명	박근형			직위		수석연구원				
		연락처	직장전화	0312-910-0439			휴대전화		010-2988-6504			
			전자우편	godpark@kict.re.kr			국가연구자번호		1102-7187			

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2021년 6월 22일

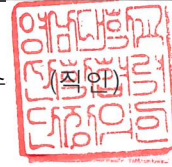
연구책임자:

유 승 기

주관연구개발기관의 장: 김 병 석



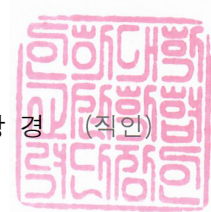
공동연구개발기관의 장: 이 경 수



공동연구개발기관의 장: 김 점 수



공동연구개발기관의 장: 유 창 경



공동연구개발기관의 장: 오 재 학



공동연구개발기관의 장: 박 성 오



공동연구개발기관의 장: 최 종 선



공동연구개발기관의 장: 앤드류 김



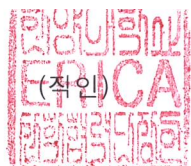
공동연구개발기관의 장: 강 상 철



공동연구개발기관의 장: 차 효 준



위탁연구개발기관의 장: 박 태 준



< 요약 문 >

사업명		도로기술연구사업			총괄연구개발 식별번호		20POQW-B148886-03	
내역사업명		도로기술연구사업			연구개발과제번호		20POQW-B148886-03	
기술 분류	국가과학기술 표준분류	1순위 EI0505	50%	2순위 EE1203	30%	3순위 ED0705	20%	
	부처기술분류	1순위 EI0505	50%	2순위 EE1203	30%	3순위 ED0705	20%	
총괄연구개발명		사업용 차량을 이용한 도로교통 정보 수집 및 활용기술 개발						
연구개발과제명		사업용 차량을 이용한 도로교통 정보 수집 및 활용기술 개발						
전체 연구개발기간		2018. 07. 10 - 2021. 03. 31 (33개월)						
총 연구개발비		총 9,575,100천원 (정부지원연구개발비: 7,178,000천원, 기관부담연구개발비: 2,378,100천원)						
연구개발단계		기초[] 응용[○] 개발[] 기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[]			기술성숙도 (해당 시 기재)		착수시점 기준(○) 종료시점 목표()	
연구개발과제 유형		교통물류연구사업						
연구개발과제 특성		교통물류연구사업						
연구개발 목표 및 내용	최종 목표	[1세부] 도로위험정보 및 교통량 수집기술 개발 ○ 사업용 차량 장착 장치(DTG, 영상, 레이다)를 통해 취득 가능한 데이터를 활용한 면파손, 결빙, 안개, 교통량 수집기술 개발 [2세부]수집정보 활용기술 및 제공서비스 개발 ○ 사업용 차량으로부터 수집된 데이터의 활용성 강화를 위한 통합관리체계 구축 및 서비스 개발						
	전체 내용	[1세부] 도로위험정보 및 교통량 수집기술 개발 ○ 사업용 차량을 이용한 노면파손 정보 수집기술 개발 - 영상 데이터 분석 기반 노면파손 정보 수집 알고리즘 - 영상 기반 노면파손 정보 수집 장치 제작 기술 ○ 사업용 차량을 이용한 결빙(미끄럼) 정보 수집기술 개발 - DTG 데이터 분석 기반 노면 미끄럼 정보 수집 알고리즘 - 노면 미끄럼 정보 수집 DTG 제작 기술 ○ 사업용 차량을 이용한 결빙(적설)/안개 정보 수집기술 개발 - 영상 데이터 분석 기반 적설/안개 정보 수집 알고리즘 - 영상 기반 적설/안개 정보 수집 장치 제작 기술 ○ 사업용 차량을 이용한 교통량 정보 수집기술 개발 - 교통량 정보 수집을 위한 데이터 전처리 기술 개발 - 교통량 정보 수집정확도 분석 및 평가방법 개발 [2세부] 수집정보 활용기술 및 제공서비스 개발 ○ 사업용 차량 생성데이터 집계·제공을 위한 통합분석 시스템 구축 - 서비스 제공을 위한 요구사항 정의 - 사업용 차량 운행지원, 도로위험정보 제공 등을 위한 데이터 분석·처리 - 데이터 관리 및 시각화 ○ 사업용 차량 정보를 이용한 도로 유지관리 정보 공유시스템 개발 - 도로파손정보 등 도로 유지관리 관련 수집데이터 처리·분석 - 도로 유지관리 관련 데이터베이스 설계 및 유관기관 활용을 위한 연계·공유기술						

		개발 - 개발기술의 신뢰성 확보를 위한 검증기술 개발 ○ 사업용 차량 수집정보 활용 운영자/이용자 맞춤형 서비스 개발 - Web, App 기반 차량 운행관리 등 운영자(지자체, 운수업체 등) 서비스 개발 - 스마트폰, 내비게이션 등 디바이스 기반 이용자 서비스 개발 ○ 시범운영 및 효과평가 - 사업용 차량 운행관리 및 도로 유지관리시스템 시범운영 - 차량 운행지원 및 이용자 서비스 효과평가
연구개발성과		[1세부] 도로위험정보 및 교통량 수집기술 개발 ○ 영상 기반 노면파손 정보 수집 장치 ○ 결빙(미끄럼) 정보 수집 차량운행기록계(DTG) ○ 영상 기반 적설/안개 정보 수집 장치 ○ 레이더 기반 교통량 정보 수집 장치 [2세부] 수집정보 활용기술 및 제공서비스 개발 ○ 사업용 차량 수집정보 통합분석 시스템 ○ 사업용 차량 수집정보 기반 도로 유지관리 정보공유 시스템 ○ 사업용 차량 수집정보 기반 제공서비스
연구개발성과 활용계획 및 기대 효과		[1세부] 도로위험정보 및 교통량 수집기술 개발 ○ 활용계획 - 기존의 지점 검지방식의 수집방식에서 벗어나 공간적으로 단절 없는 정보수집이 가능한 이동식 프로브 차량을 이용한 교통상황정보 수집 및 활용기술 개발 - 사업용 차량을 통해 수집된 도로유지관리 관련 정보는 지자체, 도로관리기관에서 운영 중인 도로유지관리시스템과 연계하여 도로 노후화를 사전 예방하고 유지보수 비용 절감에 기여 ○ 기대효과 - 기존 지점 검지방식에서 벗어나 공간적으로 단절 없는 정보수집이 가능한 이동식 프로브 차량을 이용한 도로/교통/기상정보 수집 및 활용기술 개발 - 본 기술개발에 따라 사업용 차량 등에서 수집한 정보를 통해 운영자 및 이용자 기반 서비스 제공을 통해 도로교통 안전 관련 시장 및 일자리 창출 가능 - 야간 블랙아이스 등 운전자가 인지하기 힘든 노면상태 정보제공에 따른 악천후 교통사고 감소에 기여 - 연구 결과를 자율주행차량 등에 적용할 경우, 운행 중 도로교통정보를 수집이 가능하기 때문에 인프라 투자비용은 감소하면서 수집하는 정보의 시공간적 신뢰성 향상이 가능함 - 사업용 차량 기반 이동식 교통정보 수집체계 구축 시, 교통정보 수집체계 미구축 구간에 기존 고정식 체계 구축비용 대비 약 8,576억원(80.8%)의 비용절감 효과 발생 예상 - 이동식 교통정보를 활용한 교통정책 및 서비스 개발을 통해 도로교통사고 발생건수 감소에 기여 예상 [2세부] 수집정보 활용기술 및 제공서비스 개발 ○ 활용계획 - (국토교통부 및 도로관리청) ITS 국가교통정보센터와의 연계를 통해 도로관리청이 법정계획 수립, 도로망 계획 등에 활용 - (국가교통사업) 4차 산업혁명 시대 국가교통사업의 핵심인 C-ITS 사업과 스마트 자율협력주행 도로시스템 사업과 연계하여 이벤트 정보를 보다 신속하게 검지하고, 자율주행차량과 운전자의 차량 제어권 이양 전략을 수립하는데 활용 - (공공 서비스) 기존 공공서비스 기관과 통합분석 시스템의 연계를 통해 정보수집 범위

	확대, 기존 정보의 신뢰성 확대, 대국민 서비스 개선, 데이터 분석 및 정책연구 활성화 추진에 활용 - (민간부문) 교통정보 제공분야, 실시간 돌발상황정보 제공분야, 경로안내정보 제공분야 등 다양한 신규 비즈니스 모델 개발 및 기존 서비스 향상, 사업용 차량 운전자/운영자 대상 제공서비스 개발을 통한 안전운전 유도에 활용 ○ 기대효과 - 본 기술개발에 따라 사업용 차량 등에서 수집한 정보를 통해 운전자 및 이용자 기반 서비스 제공을 통해 도로교통 안전 관련 시장 및 일자리 창출 가능 - 야간 블랙아이스 등 운전자가 인지하기 힘든 노면상태 정보제공에 따른 악천후 교통사고 감소에 기여 - 사업용 차량 기반 이동식 교통정보 수집체계 구축 시, 교통정보 수집체계 미구축 구간에 기존 고정식 체계 구축비용 대비 약 8,576억원(80.8%)의 비용절감 효과 발생											
연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구 시설· 장비	기술 요약 정보	소프트 웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명 정보	생물 자원		정보	실물
	19	9				30						
국문핵심어 (5개 이내)	사업용 차량		노면파손			결빙		안개		교통량		
영문핵심어 (5개 이내)	Commercial vehicle		Pavement damage			Ice		Fog		Traffic volume		

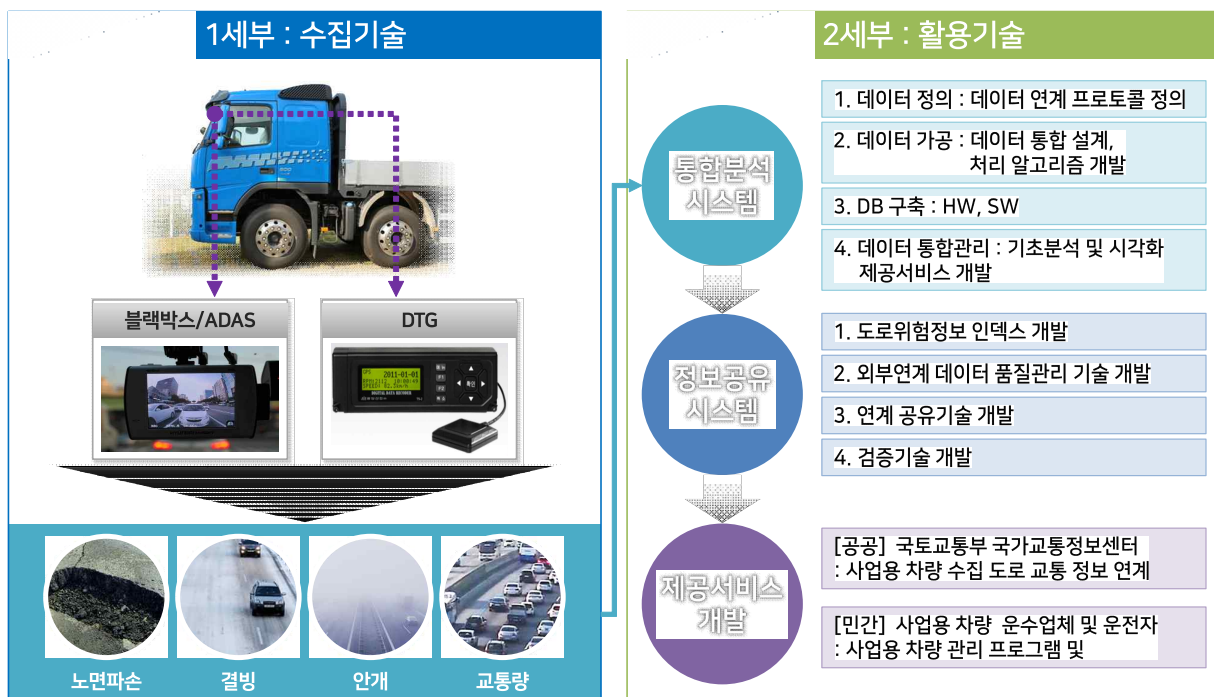
< 목 차 >

1. 연구개발과제의 개요	1
2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용	17
3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도	59
4. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도	71
5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획	78
6. 연구개발 총괄 결론	88

1. 연구개발과제의 개요

가. 연구과제 총괄개요

구분	내용	
최종 목표	비전	악천후 도로교통 안전성 향상 및 교통정보 인프라 투자비용 절감
	목표	사업용 차량 장착 장치(DTG, 블랙박스, ADAS)를 통해 취득 가능한 데이터를 활용한 도로위험정보(노면파손, 결빙, 안개) 및 교통량 수집·활용기술 개발
	연구 내용	1세부 : 수집기술 개발 - 노면파손 정보 수집기술 개발 - 결빙 정보 수집기술 개발 - 안개 정보 수집기술 개발 - 교통량 정보 수집기술 개발 2세부 : 활용기술 - 통합분석시스템 개발 - 공유시스템 개발 - 이용자 맞춤형 서비스 개발 - 시범운영 및 효과평가
	추진 전략	- 연구개발 성과를 18개 국토관리사무소 유지관리차량에 적용하여 국토부 국가교통정보센터로 연계하고, 참여업체가 스마트 차량관제 서비스를 제공하고 있는 사업용 차량 등에 적용 - 원천기술 보유 전문 연구기관 개발기술 활용 플랫폼을 보유한 민간기업간 컨소시엄을 구성하여 개발성과 조기 실용화 도모



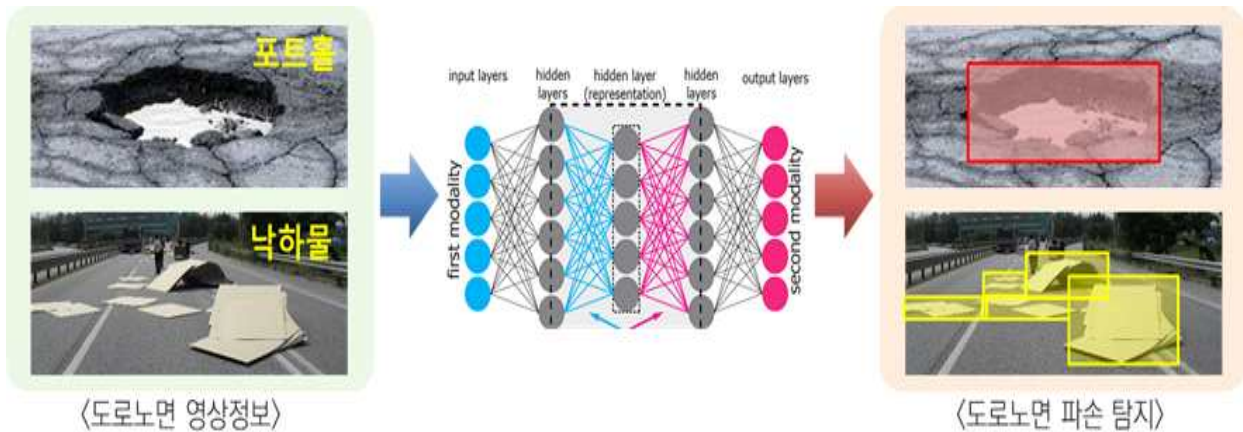
성 능 목 표	구분	성과물	평가항목	현재 성능수준		개발 목표치 (3차년도)	용어설명
				국외	국내		
	도로위험정보 수집기술	노면파손정보	검지율	60% (ATech, 미국)	-	80%	검지율 : 전 체 발생건수 중 개발기술 로 검지 가능 한 건수의 비 율(%) 오검지율 : 개 발 기 술 로 검지한 정 보 중 실제 로 발 생 하 지 않은 정 보를 오 검 지 한 비율(%)
			오검지율	-	-	10%	
		결빙정보	검지율	80% (VTT, 핀란드)	-	80%	
			오검지율	-	-	10%	
		안개정보	검지율	80% (후지쯔, 일본)	-	80%	
			오검지율	-	-	10%	
	교통량 수집기술	밀도정보	정확도	75% (동경공대, 일본)	0%	80%	
		교통량정보	정확도	70% (동경공대, 일본)	0%	80%	



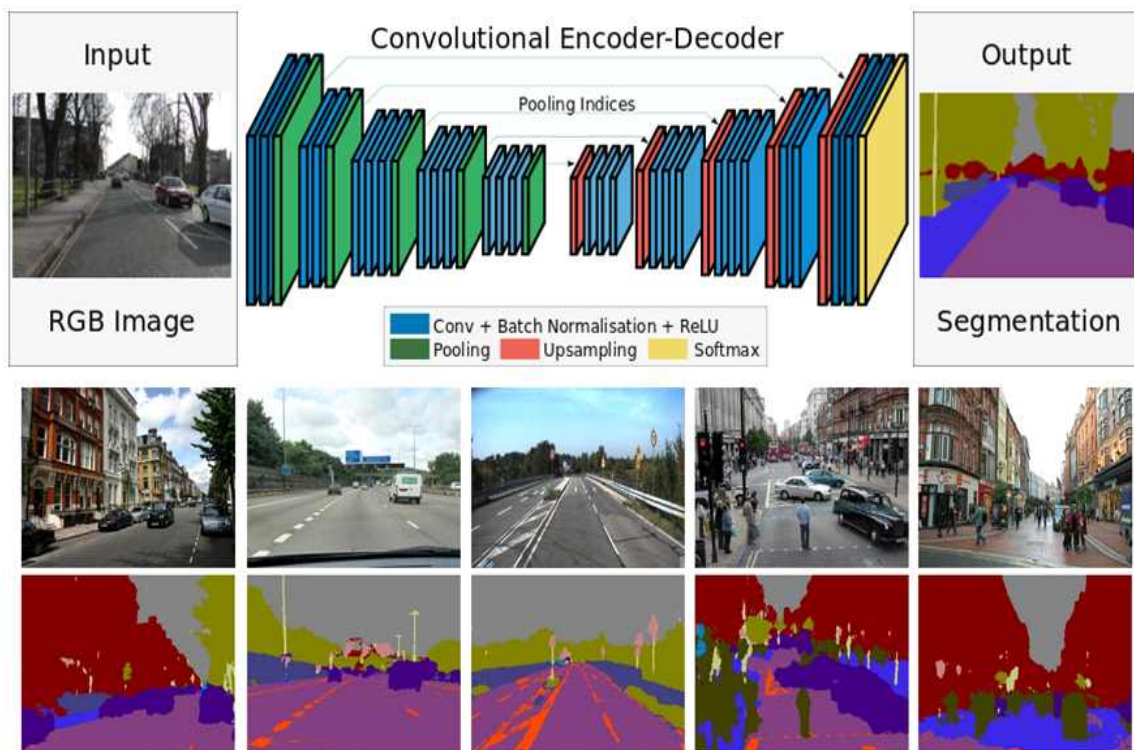
나. 부문별 연구개발 목적

(1) 노면파손 정보 수집기술

- 차량 내에 블랙박스와 비슷한 형태로 거치된 스마트폰과 같은 단말기를 활용하여 노면파손 정보를 수집하는 기술을 개발함. 개발된 기술은 비전 카메라를 활용하여 획득한 이미지를 딥러닝 기반으로 분석하여 노면파손을 분석하고, GPS 정보와 함께 서버로 전송되어 주행 중에 실시간으로 노면파손 정보를 수집함



<인공지능 기반의 노면파손 정보 수집기술>

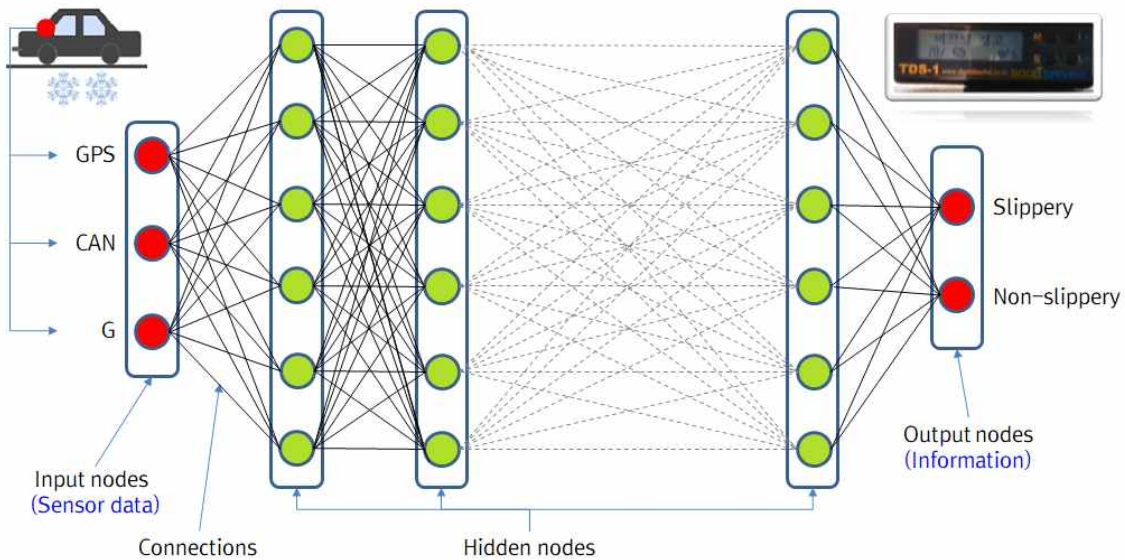


<노면파손 정보 수집을 위한 의미론적 분할 구조 예시>

(2) 결빙/안개 정보 수집기술

(가) 결빙(미끄럼) 정보 수집기술

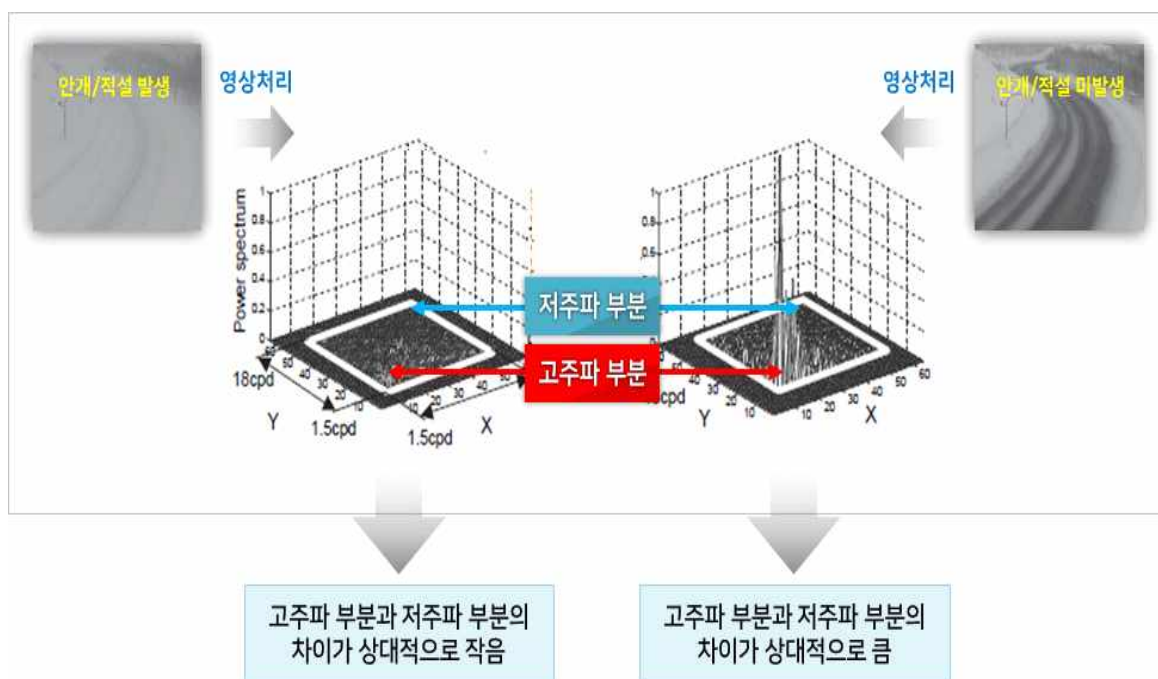
- 사업용 차량에 의무 장착 규정된 DTG를 이용하여 수집된 GPS, 휠 스피드, G-센서 등 데이터와 블랙박스 영상 데이터의 융복합 분석을 통해 노면의 결빙여부를 검지하는 기술 개발을 목표로 함



<딥러닝 기반 노면 미끄럼 정보 수집기술>

(나) 결빙(적설)/안개 정보 수집기술

- 사업용 차량에 장착된 블랙박스 수집 데이터의 영상처리(SVM/딥러닝)를 통한 안개발생 여부를 검지하는 기술 개발을 목표로 함



<영상처리 기반의 안개정보 수집기술>

(3) 교통량 정보 수집기술

○ 차량 간 차두거리 기반 시공간적 정적 교통 밀도 교통량 추정기술

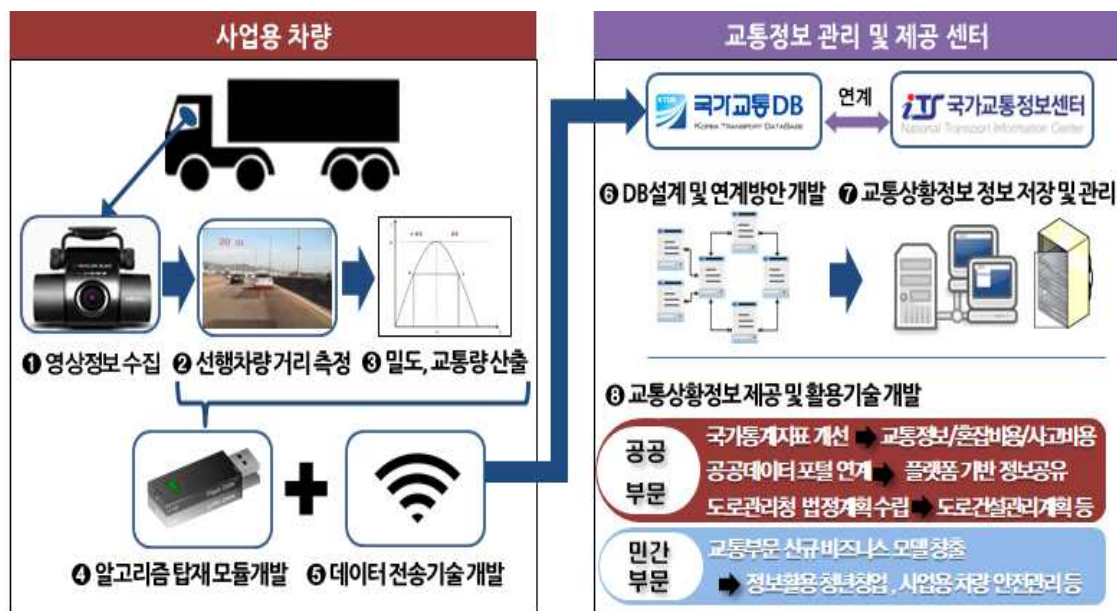
- 차량용 보조장치 및 센서(영상센서 및 영상기록 장치를 활용한 차량 간 거리측정) 기반 측정된 차두 거리 활용 교통밀도 측정 기술과 교통량-속도-밀도 관계식에 의거 교통량 추정기술 개발에 초점을 맞춤
- 이동 중인 차량을 활용한 차량 간 차두거리 측정기술 개발
- 이동 중인 차량 간 차두거리 기반 시공간적 정적 교통 밀도 추정기술 개발
- 이동 중인 차량 기반 측정 교통밀도 및 속도 활용 교통량 추정기술 개발
- 이동 중인 차량 기반 교통밀도 및 교통량 추정을 위한 적정 차량 대수 산정기술 개발



<ADAS 센서 활용 차량 간 차두거리 기반 교통 밀도 측정 및 교통량 추정>

○ 차두거리 기반 교통밀도 · 교통량 추정기술 및 소프트웨어 개발

- 기존 차내 센서 및 단말기 활용 이동 중인 차량 센서 활용 밀도, 교통량, 속도 정보 수집 모듈 개발



<ADAS 센서 활용 차량 간 차두거리 기반 교통 밀도 측정 및 교통량 추정>

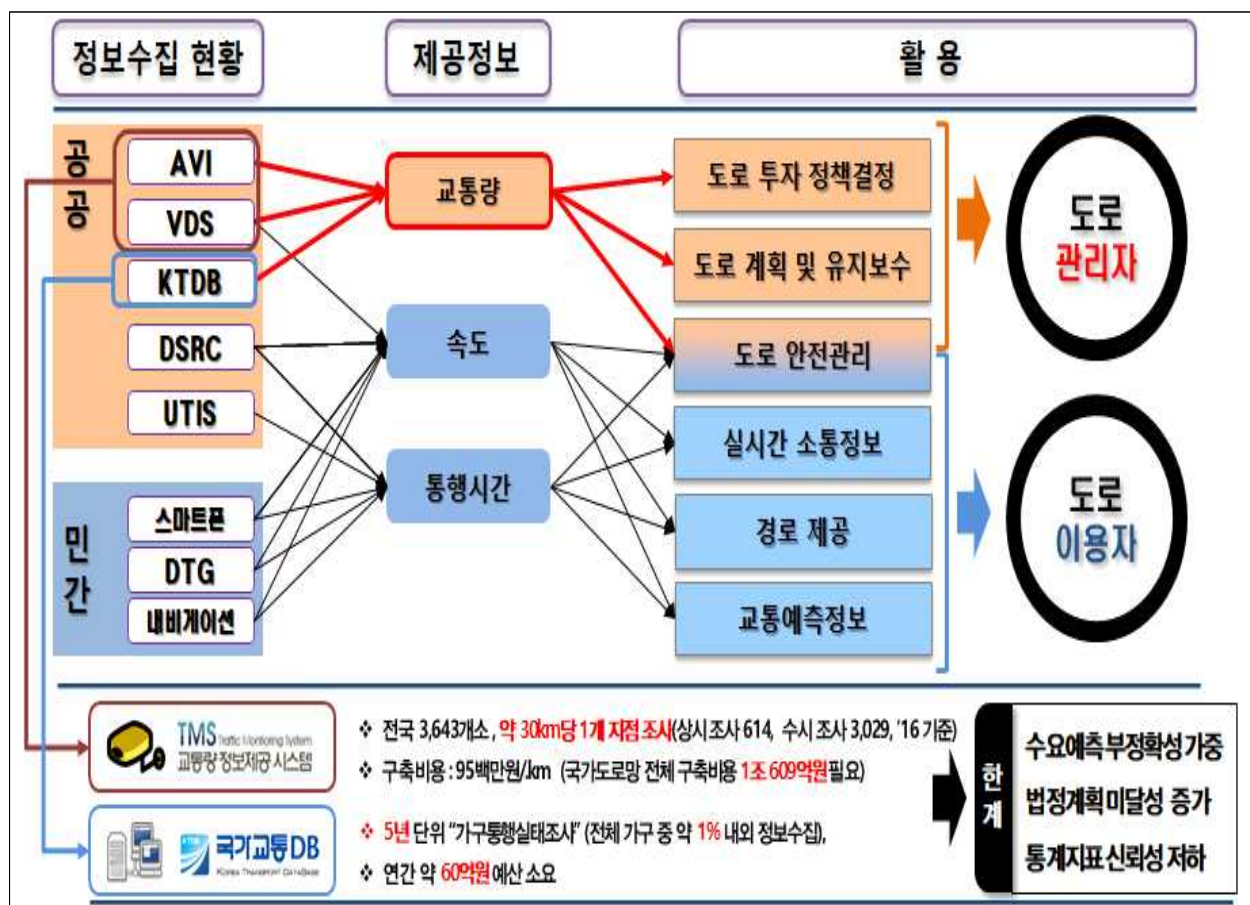
(4) 수집정보 활용기술 및 제공서비스

○ 사업용 차량 수집정보 활용기술 및 제공서비스 개발

- 사업용 차량을 probe 차량으로 도로교통정보를 수집하는 본 연구는 해당 정보의 활용성 확보를 위하여 수집된 정보를 처리하고 제공하는 기술 개발이 함께 추진되어야 함
- 이를 위하여 우선 수집된 정보와 기존 정보와의 연계성을 위해 데이터 형식 정의 및 연계방안 마련이 필요하고, 데이터로부터 유용한 정보만을 걸러내는 데이터 처리기술, 이를 저장하고 관리하는 DB 구축기술 개발이 필요함
- 또한, DB로 구축된 데이터의 활용성 향상을 위하여 공공/민간에서 자유롭게 데이터를 가져다 쓸 수 있도록 플랫폼 형식의 정보 공유 시스템 개발이 필요함
- 아울러, 기존 도로위험정보 및 교통량 정보를 통해 제공되고 있는 도로소통정보 등과 차별화된 새로운 서비스 개발을 통해 수집된 정보를 이용한 새로운 비즈니스 모델 및 국민편의 향상 서비스 창출을 추진할 필요가 있음

○ 사업용 차량 수집정보를 이용한 도로 유지관리 정보 공유시스템 개발

- 향후 다양한 기술적 완성도를 가진 차량들이 교통망 안에 혼재될 가능성이 매우 높기 때문에, 공공부문에서의 도로 안전 및 유지관리 향상을 위해서는 이에 필요한 정보를 공유함으로써 정보 연계성(Connectivity)을 미리 확보하는 것이 필요함
- 정보 공유는 미래 새로운 교통생태계 구성뿐만 아니라, 변화하는 도로환경에 부합한 도로 안전 및 유지관리에 반드시 필요함
- 최적화된 도로 안전 및 유지관리 목표 달성을 위해서는 새로운 정보 개발 및 적극적인 정보공유 방안을 포함한 시스템의 구축·운영·평가 기술 개발이 시급함



사업용 차량 수집정보 활용기술 및 제공서비스 개발 필요성

다. 연구개발 필요성

(1) 노면파손 정보 수집기술

- 포트홀이란 아스팔트 콘크리트 층 내부 손상으로 아스팔트 포장 표면이 떨어져 나가 생긴 원형모양의 구덩이를 가리킴. 이러한 포트홀은 주로 강수량이 많은 여름 장마철과 동결융해로 지반이 연약해지는 이른 봄에 주로 발생함
- 포트홀이 교통안전에 위험한 이유는 포트홀에 물이 고여 운전자가 알아차리기 어렵고 특히 시야 확보가 어려운 비오는 야간에는 운전자가 포트홀을 발견하여 대처하기는 더욱 어려움
- 최근 5년간 포트홀 발생 건수는 94,746건으로 보수금액은 약 128억정도이며, 2011년 이후 지속적으로 매년 20,000건 이상이 발생하고 있음(출처: 국회 국토교통위원회)
- 2012년 서울특별시에서 발생한 포트홀 민원 건수는 6,400건에서 2013년에는 25,600건으로 급증함(출처: 서울특별시 통계보고서)
- 포트홀로 인한 사고는 최근 5년간 4,223건으로 약 4년 7개월 동안 5배 급증한 양상을 보임(출처: 국회 국토교통위원회)
- 현재 사용 중인 도로에 대해서는 무엇보다도 포트홀이 발생되자마자 최대한 빠른 시간에 보수하여 사고발생을 미연에 방지하는 것이 중요하나, 한정된 인력으로 포트홀을 실시간으로 검출하여 즉시 보수하는 것은 현실적으로 어려운 것으로 나타남
- 아래의 그림과 같은 노면파손 정보 수집을 위한 시스템으로 지자체에서 운영하고 있지만, 실시간으로 노면파손을 검출하여 보수하는 데에는 많은 무리가 있음



<노면파손 정보 수집을 위한 시스템 개요>

- 이러한 포트홀을 탐지하기 위하여 다양한 기법들이 제안됨. 크게 세 가지 방식으로 나눌 수가 있는데, 진동센서 방식, 레이저 스캐닝 방식, 영상 방식임
- 진동센서 방식은 주로 가속도 센서와 같은 진동의 크기를 잡을 수 있는 센서를 활용하는데, 도로노면의 파손 부위가 실제 차량과 부딪히지 않았을 경우 탐지하기 어렵고, 차량마다 진동의 크기가 다를 수 있기 때문에 다소 인식률의 성능이 달라질 수 있는 특징을 가짐
- 레이저 스캐닝 방식은 다른 방식에 비하면 다소 높은 정확도를 가지고 포트홀을 탐지가 가능하지만, 장비의 크기가 다소 규모가 있으며, 상대적으로 고가임. 또한, 저속 주행을 하면서 도로를 스캐닝하기 때문에, 교통 체증을 유발할 수 있음
- 영상 방식의 경우에는 도로노면 영상의 움직임정보(Optical Flow)를 활용하여 도로노면의 파손여부를 탐지하고, 이를 임베디드 블랙박스 기기에 실장하여 영상 기반 알고리즘의 실시

간 수행을 위한 최적화 작업이 수행되고 있음. 영상 방식의 경우에는 날씨와 시간대에 따라서 획득한 이미지 정보가 흐리게 획득될 경우 성능이 달라질 수 있는 특징을 가짐

	택시 포트홀 신고 시스템 (인력식)	버스 포트홀 탐지신고장치 (진동 센서)	레이저 비전 스캐닝 (Laser Vision)
관련 사진			
장점	유관 확인에 의한 신고로 정확도가 매우 높음	센서(G-sensor)에 의한 자동 정보 수집 가능	고정밀 조사가 가능
단점	- 운전자의 직접적인 개입이 필요 - 인위적인 행위가 필요하여 수집율이 높지 않음	- 추가적인 운전자 유관 확인 이 필요 - 센서 오작동에 의한 오탐율 증가 예상	- 비용 대당 5억원 - 외국 기술 의존도가 높음 - 오랜 조사 기간과 분석이 신속한 포트홀 복구에 부적합

<다양한 센서 기반의 노면파손 탐지 방법>

- 최근 영상처리 기술에 있어서 심층신경망의 출현에 따라 많은 진보적인 발전을 거두고 있음. 특히, 다양한 신경망 구조 중에서 합성곱 신경망(Convolutional Neural Network, CNN) 기반의 구조를 많이 활용함
- 분류 문제를 다루는 ImageNet Large Scale Visual Recognition Competition(ILSVRC)에서도 CNN 기반의 알고리즘들이 강세를 보이고 있으며, 회귀(Regression) 문제, 객체 탐지(Object Detection), 의미론적 분할(Semantic Segmentation) 등에서 기존의 고전적인 영상처리 알고리즘에 비하여 높은 성능을 보이고 있는 추세임
- 이 중에서 의미론적 분할은 입력 이미지 정보에서 픽셀 단위 혹은 인스턴스 단위로 각각의 영역을 고유의 의미를 가지게끔 분할하는 신경망 구조이며, 합성곱 신경망만을 활용하여 자기부호화기(Auto Encoder-decoder) 형태로만 구성된 것이 특징임. 이러한 완전 합성곱 신경망 구조를 활용하여 자동 노면파손 탐지 기술을 개발함

(2) 결빙/안개 정보 수집기술

○ 사업용 차량 의무장착 장치 확대

- 교통안전법(법률 제11690호) 및 자동차 및 자동차부품의 성능과 기준에 관한 규칙(국토교통부령 제99호) 등에 의거하여 사업용 차량에는 DTG(Digital Tachograph, 디지털 차량운행기록계), 영상 센서 (블랙박스) 의무 장착 규정
- 사업용 차량은 화물 및 여객수송 영업을 하는 사업자가 사용하는 차량으로 안전 측면에서 정부의 관리를 받고 있으며 운행 빈도가 높고 운행거리가 길 뿐만 아니라 넓은 시야각으로 인해 도로상황정보 수집 측면에서 효율적임

○ 커넥티드 사업용 차량 증가

- 대형 물류업체 및 민간 교통정보사업자를 중심으로 사업용 차량에 의무 장착된 DTG 등을 활용하여 트럭의 위치, 속도, 이동시간 등을 차주, 화주, 운전자 등에게 제공해 주는 트럭관리시스템(Truck Management System, TMS) 구축·운영 중
- 2018년 1월 현재 약 4만대의 사업용 차량 커넥티드 차량이 존재하고 이는 지속적으로 증가되고 있는 추세임
- 국내 DTG 장착 사업용 차량이 약 40만대임을 감안하면 프로브 부족에 따른 개발성과 적용 어려움은 없을 것으로 예상됨



○ 악천후 도로위험정보 수요 증가

- 현재 공공 및 민간에서 제공하고 있는 속도, 통행시간 등 실시간 교통정보 신뢰도가 개선됨에 따라 도로이용자는 이러한 교통소통 정보 외에 결빙, 안개에 대한 서비스 수요가 증가하고 있는 상황임

<과기정통부 교통정보 관련 설문조사 결과>

실시간 교통정보 콘텐츠	필요성
노면 상태 주의 정보	92.8%
악천후 등 도로기상 정보	95.0%

○ 악천후 교통사고 심각성

- 최근 상주-영천 고속도로 도로살얼음(블랙아이스) 교통사고 등으로 인해 이에 대한 방지 대책 마련이 시급한 현안으로 대두
- 스웨덴의 한 연구에 따르면 노면이 결빙 되었을 경우 사고 위험성은 마른 노면에 비해 20배 까지 상승된다고 보고
- 도로교통공단이 밝힌 ‘최근 5년간 도로노면 상태별 교통사고’ 현황자료에 따르면, 서리·결빙으로 인한 교통사고는 2014년 1,812건, 2015년 847건, 2016년 1,135건, 2017년 1,359건, 2018년 1,349건으로 집계되었고, 이로 인한 5년간 사망자는 198명, 부상자는 11,837명 발생
- 2015년 1월 중앙고속도로에서 안개 및 빗길로 43중 추돌사고, 2015년 2월 영종대교에서 안개로 106중 추돌사고 등 기상악화로 인한 대형사고 지속 발생
- 악천후시에 발생하는 교통사고의 비중은 전체 교통사고의 약 11%에 이르며, 경찰에 신고된 교통사고 중 불량노면(결빙노면, 습윤노면, 적설노면)시 발생한 교통사고는 전체 교통사고의 약 14.9%, 사망자 수는 전체 교통사고의 약 19.6%임
- 불량노면에 의한 교통사고 치사율은 노면건조 시 발생한 교통사고의 치사율에 비해 1.3~1.5배에 이르고(2013, 도로교통공단), 특히 불량노면에 의한 미끄럼 교통사고의 치사율은 일반 교통사고의 무려 2.9배에 육박(2013, 현대해상 교통기후환경연구소)

<기상상태별 사고현황 (경찰청, 2013)>

구분	발생건수	사망자수	명/건	구분	발생건수	사망자수	명/건
맑음	186,840	4,233	0.02	안개	316	35	0.11
흐림	10,850	407	0.04	눈	2,774	63	0.02
비	21,460	625	0.03	기타	1,416	29	0.02

- 14% 운전자 : 미끄러운 노면 상태에서 올바른 주행(가속, 감속 등) 판단
- 50% 운전자 : 노면이 미끄러움에도 불구하고 정상상태의 노면으로 오인식
- 사고 위험성 : **강설** 시 교통사고 **9배** 증가, **결빙** 시 **20배** 증가 (출처 : ITS to improve safety and efficiency OBD-II and smartphone apps., 2012), **안개** 시 치사율 맑은 날에 비해 약 **5배** 증가



안전운전을 위해서는
노면상태 정보 필수!



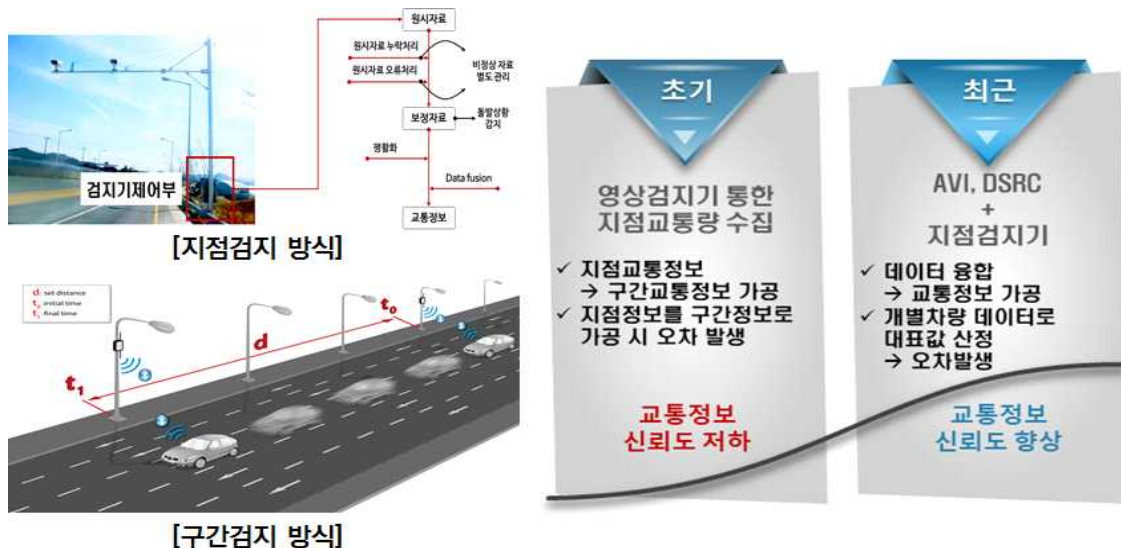
(3) 교통량 정보 수집기술

○ 교통관련 계획 및 영향평가 시 교통량 정보는 필수적으로 활용

- 교통량 정보는 공공 정보로 수익성 사업이 아닌 비수익성 사업으로 국가 주도하에 기술개발 필요
- 전국 단위 교통량 정보 수집을 위해 필요한 대규모 국가 예산투자의 한계를 극복하기 위한 새로운 교통정보 수집 기술개발 필요
 - ※ 현재 전국 약 11만km의 국도 및 지방도에 대하여 고정식 교통정보수집 검지기 설치 도로구간은 약 1만3천km로 미설치 구간 약 10만km에 대하여 2km 당 1개소 설치 시 약 1조원(1개소 당 2천만 원 기준)이 소요되며, 노후로 인한 교체 및 유지보수 비용을 감안하면 더욱 커질 것으로 예상

○ 기존 고정식 검지체계

- 교통량, 속도, 점유율, 대기행렬길이 등을 지점단위에서 수집하고 이를 기반으로 구간단위의 정보를 생성
- 지방국도관리청의 경우 전국적으로 약 1,700개소에 걸쳐 영상 및 루프검지기를 운영하고 있는데 정체관리 및 대응에 근본적 한계
- 혼잡의 시공간적 확산이 빠르게 진행되는 교통문제의 특성을 감안할 때 정체의 원인을 찾고 이를 사전에 차단할 수 있는 수단으로서는 기능은 부족



<국내 교통량 수집기술 개발: 고정식 장비 기술 위주 개발>

○ 교통량 정보 수집 및 추정의 한계

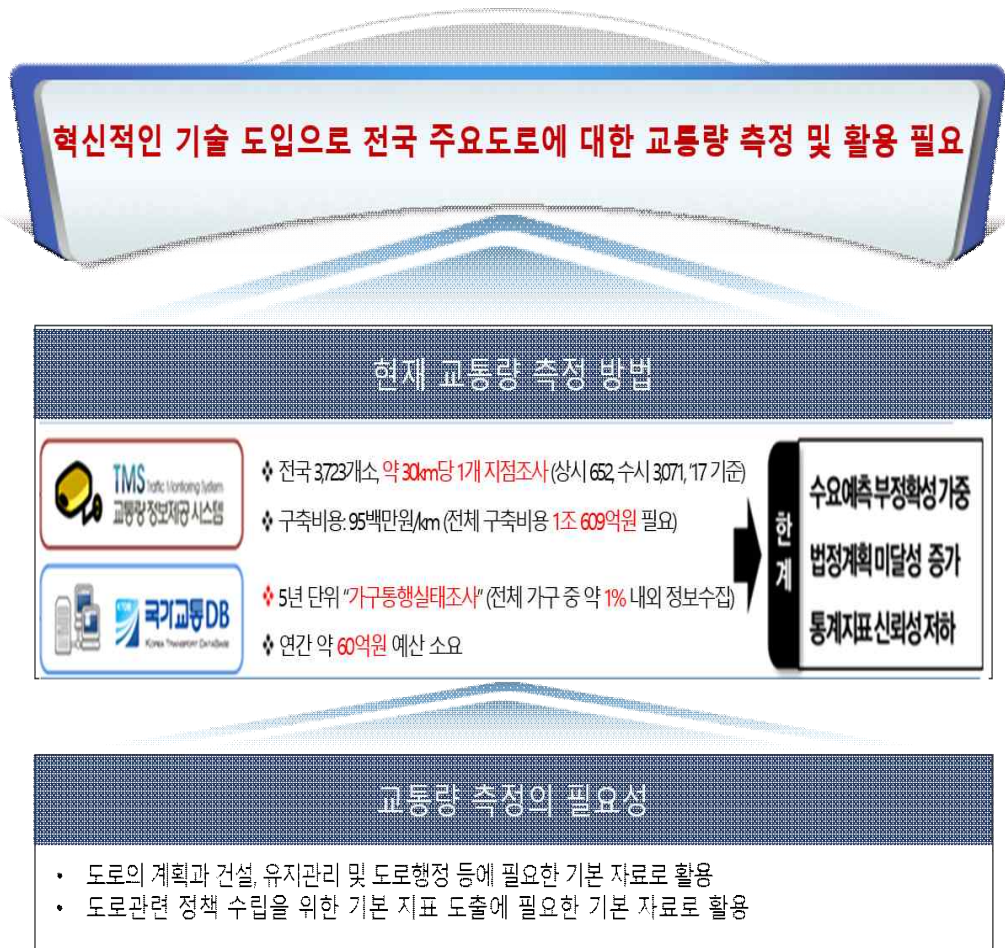
- 교통량 실측을 위해 2017년 현재 약 11만 km 도로구간에 3,723개의 상시 및 수시 조사지점 운영
- 즉, 평균 약 30km 구간에 1개 지점이 설치되어 있으며, 이 지점이 30 km구간의 교통량이 됨
- 시공간적 교통상황 변화 고려 시, 조사지점 인근 지역 이외 구간의 교통량 정보는 매우 부정확
- 기타 도로구간의 교통량 정보 도출을 위해 5년 단위 전국 가구통행실태 조사 시행(국토교통부, 한국교통연구원)
- 조사는 전국 통행자의 2%조사를 목표로 수행되지만, 약 1%의 샘플을 활용하여 전국 기종점 통행량, 목적별 통행량, 수단별 통행량 추정
- 구축된 기종점 통행량을 기반으로 교통계획 기법을 활용 전국 도로(약 11만km)의 연평균일교통량 추정
- 추정 교통량은 현실성 반영을 위해 주요 지점 실측 교통량과 비교하며 결과 수정(calibration)
- 그러나 여전히 부정확하며, 특히 시간대별 교통량 변화를 판단하기에는 한계가 존재
- 주요도로에 대한 시간대별 저비용 활용 교통량 측정 기술 개발 절실

○ 관리비용의 부담

- 고정식 검지체계를 유지하기 위한 관리비용 및 예산투자의 부담 가중
- 정체관리에 대한 지점단위 검지체계의 근본적 한계
- 기술적 측면뿐만 아니라 비용적 측면에서도 새로운 검지체계 도입에 대한 필요성 대두

○ 정부의 국가교통 통계 신뢰성 확보를 위한 교통량 정보 및 속도 정보 확보 필요

- 교통혼잡비용, 교통사고비용, 교통환경비용, 교통물류비용 등 교통관련 주요 국가지표의 추정을 위해서는 정확한 교통량 및 속도 정보 필요
- 현재 국가교통지표는 산발적으로 구축된 고정식 교통량 수집체계와 교통계획 모형을 활용하여 추정·적용하여 신뢰성 극복을 위한 기술개발 필요
- 국가 교통의 핵심 지표 구축의 기반이 되는 국가교통데이터베이스(KTDB)에 대한 신뢰성 확보를 위한 교통량 및 속도 등 교통 핵심 자료 수집 기술개발 필요



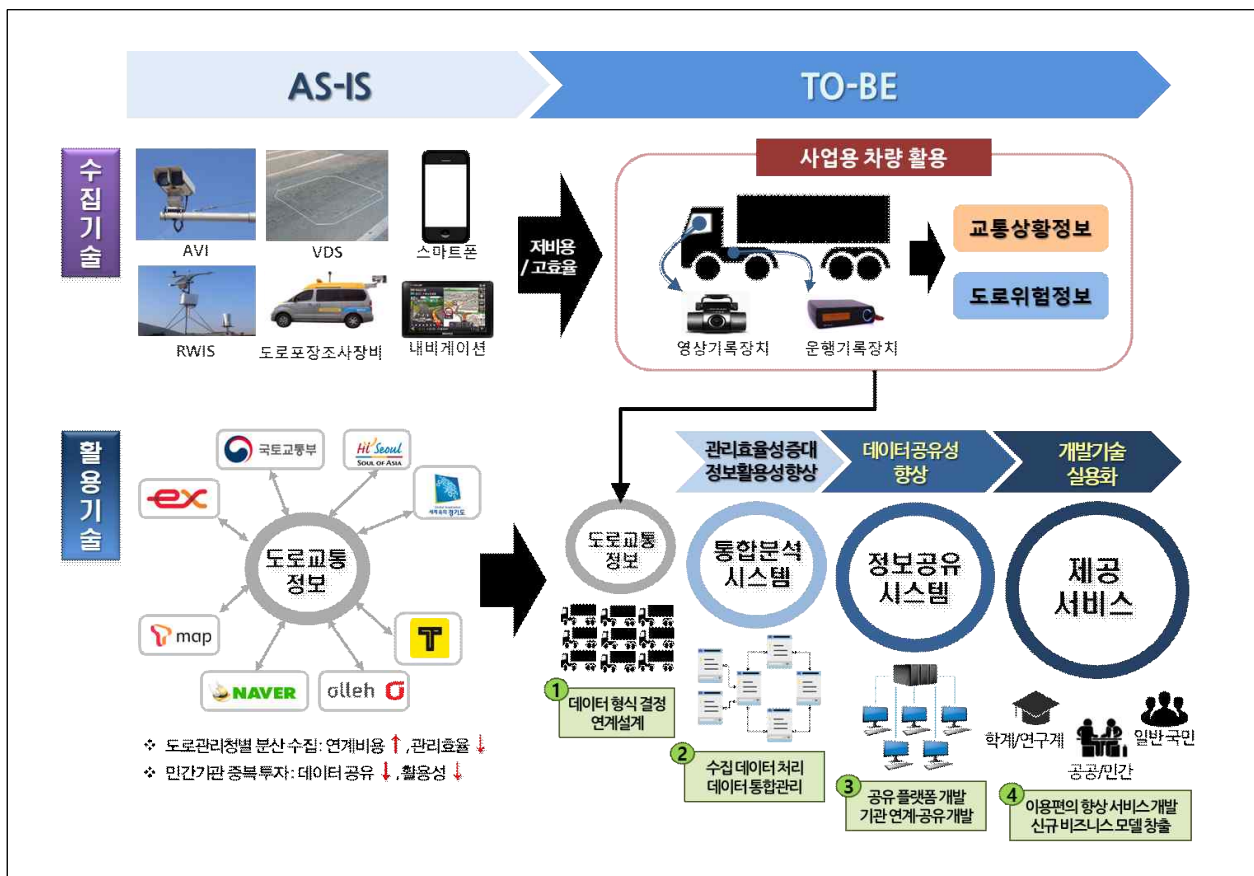
<교통량 수집기술 개발 필요성>

(4) 수집정보 활용기술 및 제공서비스

○ 도로교통 수집정보의 관리효율성 향상을 위한 통합분석 시스템 개발 필요

- 기존 교통상황정보 및 도로안전정보는 정보의 필요에 따라 도로관리청별로 각자 수집하였고, 이에 따라 데이터 형식 및 연계방식이 달라 기관 간 공유가 어려운 한계가 존재함
- 또한, 기존 도로교통정보는 수집하는 도로관리청 및 기관에 따라, 공공/민간에 따라 각자의 시스템에서 DB화하여 저장되었기 때문에 시스템 구축에 많은 비용이 발생하고, 이 정보를 활용하기 위해서는 각 시스템과 개별적으로 연계해야하기 때문에 활용도가 낮은 문제점이 존재함
- 따라서 기존 정보체계의 한계를 극복하고 기존 데이터와의 원활하고 효율적인 연계를 위하여, 수집되는 데이터의 형식을 사전에 정의하고, 연계체계를 개발하는 연구 수행은 매우 중요하다고 할 수 있음
- 아울러 본 연구에서 사업용 차량으로부터 수집되는 교통량, 밀도, 속도, 안개발생, 도로파손, 노면결빙 등 다양한 형태의 데이터의 효율적 활용을 위하여 이를 통합하여 데이터를 가공하고 DB를 구축하여 쉽게 활용할 수 있는 형태로 제공할 수 있는 통합분석 시스템 구축이 필요함

※ 여기서 도로파손은 다양한 종류의 도로 노면파손 중에서 단일 카메라로 파손 유무를 판정하기 용이한 큰 균열 위주의 파손이며, 특히 차량노면에서 발생한 포트홀과 같은 손상 복구가 시급한 파손으로 정의함



사업용 차량 활용기술 개발 중요성

○ 정보 활용성 향상 및 공유를 위한 정보공유 시스템 개발 필요

- 전국 도로망의 교통상황정보 및 도로위험정보의 활용성 향상을 위하여 수집한 데이터를 업로드하고, 이를 필요로 하는 공공 및 민간기관이 자유롭게 다운로드할 수 있는 플랫폼을 개발할 필요가 있고, 이를 위해 본 연구에서 정보공유 시스템을 개발하는 것은 매우 중요한

사항임

- 사업용 차량을 통해 수집되고, 통합분석 시스템을 통해 처리된 정보와 기존 도로관리 데이터와의 융·복합을 통한 협력적 관리(Interoperability)를 통해 도로유지 관리 비용을 감소하고, 더 나은 교통 흐름을 보장하여 궁극적으로 도로 안전을 향상할 필요가 있음
- 도로관리기관별로 활용할 수 있는 데이터의 가용성(Pool)을 확장하여, 궁극적으로 도로서비스의 질을 획기적으로 향상할 필요가 있음

○ 개발기술 실용화를 위한 신규 서비스 개발 필요

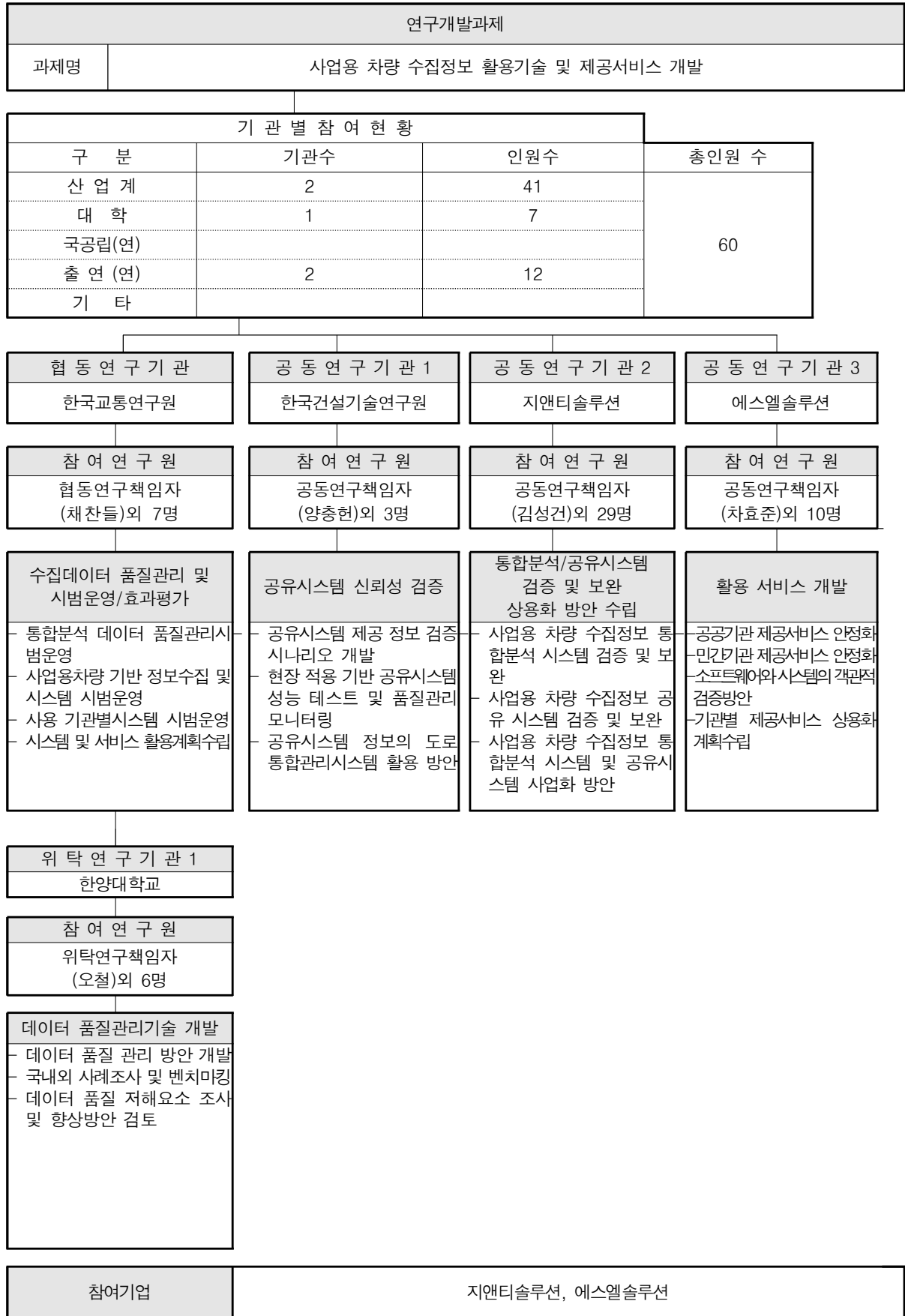
- 본 연구에서 개발하는 수집하는 교통상황정보 및 도로위험정보는 수집수단을 사업용 차량을 이용하여 비용을 절감하고 수집범위를 확대하는 것이 핵심이며, 전혀 새로운 정보를 수집하는 것이 아니고, 교통상황정보 및 도로위험정보를 이용한 서비스 역시 기존에 존재하고 있음
- 따라서, 개발기술 실용화를 위해서는 새로운 서비스 개발이 필요한 상황이며, 특히 기존 정보로는 불가능하지만 개발기술로는 제공 가능한 서비스를 발굴하고 개발하는 연구가 필요함

라. 연구 추진 체계

(1) 1세부 연구추진체계도

연구개발과제				
과제명	사업용 차량을 이용한 도로교통 정보 수집 및 활용기술 개발			
기 관 별 참 여 현 황				
구 분	기관수	인원수	총인원 수	
산 업 계	3	48	77	
대 학	3	22		
국공립(연)				
출 연 (연)	2	7		
기 타				
주 관 연 구 기 관	공 동 연 구 기 관 1	공 동 연 구 기 관 2	공 동 연 구 기 관 3	
한국건설기술연구원	영남대학교	케이웍스	대신전자기술	
참 여 연 구 원	참 여 연 구 원	참 여 연 구 원	참 여 연 구 원	
주관연구책임자 (류승기)외 3명	공동연구책임자 (정연식)외 9명	공동연구책임자 (박준규)외 11명	공동연구책임자 (오세태)외 14명	
도로위험정보 수집 알고리즘 개발	교통량 정보수집 알고리즘 개발 및 평가	노면파손정보 수집 및 전송장치 개발	결빙/안개정보 수집 및 전송장치 개발	
- 노면파손 정보 수집을 위한 데이터 전처리 및 판별기술 개발	- 차량 간 차두거리 측정기술 개발	- 노면파손 수집정보 수집 및 전송 장치 개발	결빙 및 안개 수집정보 수집 및 전송 장치 개발	
- 차량센서 및 영상-차량센서 융합 분석 기반 결빙 정보 수집을 위한 데이터 전처리 및 판별기술 개발	- 차량 간 차두거리 기반 시공간적 적정 교통밀도 추정 기술 개발	- 노면파손 정보 수집 및 전송을 위한 사업용 차량 통합단말 장비 표준 반영한 노면정보 수집장치 설계	결빙 및 안개 수집정보 수집 및 전송을 위한 사업용 차량 통합단말 장비 표준 반영한 노면정보 수집장치 설계	
- 영상-차량센서 융합 분석 기반 안개 정보 수집을 위한 데이터 전처리 및 판별기술 개발	- 교통밀도 측정 및 속도 활용 교통량 추정기술 개발	- 노면파손 수집정보 전송을 위한 프로토콜 설계 및 개발	결빙 및 안개 수집정보 수집 정보 전송을 위한 프로토콜 설계 및 개발	
- 개발기술의 신뢰성 확보를 위한 검증기술 개발	- 교통밀도 및 교통량 추정을 위한 적정 차량 대수 산정 기술			
	- 밀도, 교통량, 속도 정보 수집 모듈 개발			
공 동 연 구 기 관 4	공 동 연 구 기 관 5	공 동 연 구 기 관 6	공 동 연 구 기 관 7	
에이아이매틱스	인하대학교	동아대학교	한국교통연구원	
참 여 연 구 원	참 여 연 구 원	참 여 연 구 원	참 여 연 구 원	
공동연구책임자 (박광일)외 20명	공동연구책임자 (이보원)외 6명	공동연구책임자 (김희경)외 4명	공동연구책임자 (이지선)외 2명	
교통량 정보 수집 장치 개발	영상 기반 결빙, 안개정보 수집 S/W 개발	시뮬레이션 기반 교통량 수집정보 평가기술 개발	연속류 특성 단속류 구간의 교통량 추정기술 개발	
- 센서융합을 통한 다차선 차량 추적 기술 개발	- 영상센서 기반 결빙 정보 수집을 위한 데이터 전처리 및 판별기술 개발	- 미시적 시뮬레이션 모델을 이용한 영상 거리측정기법의 파라미터의 효과분석 및 key 파라미터의 선정 관한 연구	연속류 특성 단속류 구간의 교통량 추정 방법 고찰	
- 선행차량 거리 측정 안정화 기술 개발	- 영상센서 기반 안개 정보 수집을 위한 데이터 전처리 및 판별기술 개발	- 영상 및 DTG자료수집차량의 점유율(MPR)에 따른 시스템 성능평가에 관한 연구	데이터 오류검출 및 교통량 정보수집을 위한 알고리즘 개발	
- 추적차량의 거리, 상대속도 측정기술 및 장치 개발		- 개발기술 성능평가	교통량 추정결과에의 현장 검증을 통한 신뢰성 평가	
참여기업	(주)케이웍스, (주)대신전자기술, 에이아이매틱스			

(2) 2세부 연구추진체계도

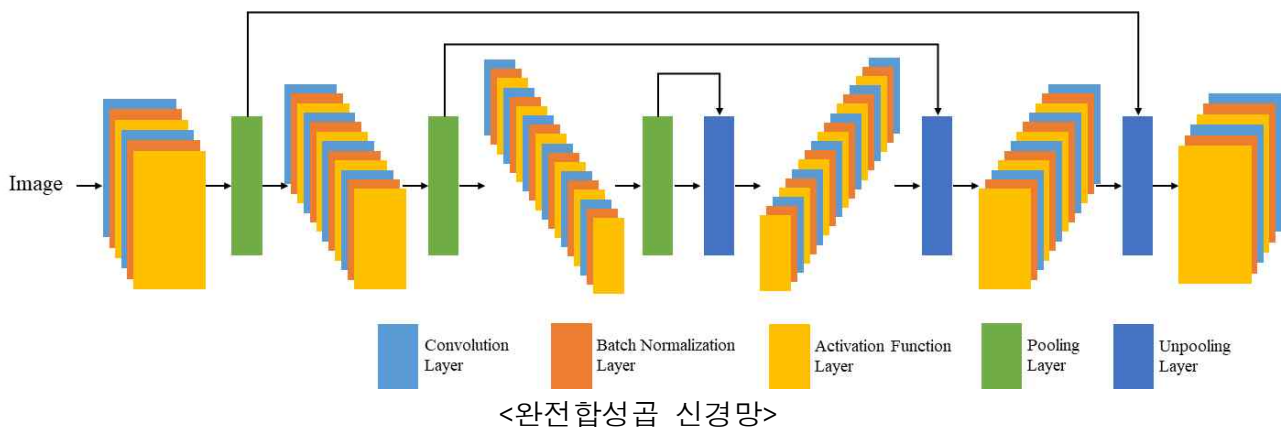


2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

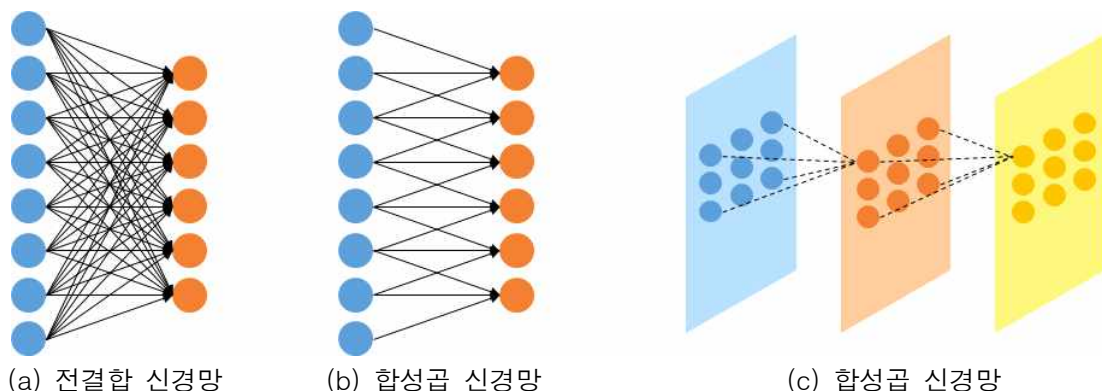
가. 노면파손 정보 수집기술

(1) 노면파손 탐지 모델 구축

- 본 연구에서 사용한 완전 합성곱 신경망 구조는 아래의 그림에서 나타나듯이 전결합 신경망(Fully Connected Network, FCN)이 없이 합성곱 신경망으로만 이루어진 것이 특징. 신경망에 어떠한 입력이 주어졌을 때, 점점 작아지는 구조로 나타나다가 다시 원래의 입력 사이즈로 돌아가는 형태의 구조를 가짐. 이를 부호화(encode) 및 복호화(decode) 하는 것과 유사하다고 하여 자기부호화기(autoencoder)라고도 부르며, 이미지의 픽셀 단위로 분류를 수행하는 의미론적 분할에서 많이 활용되는 신경망 구조임.



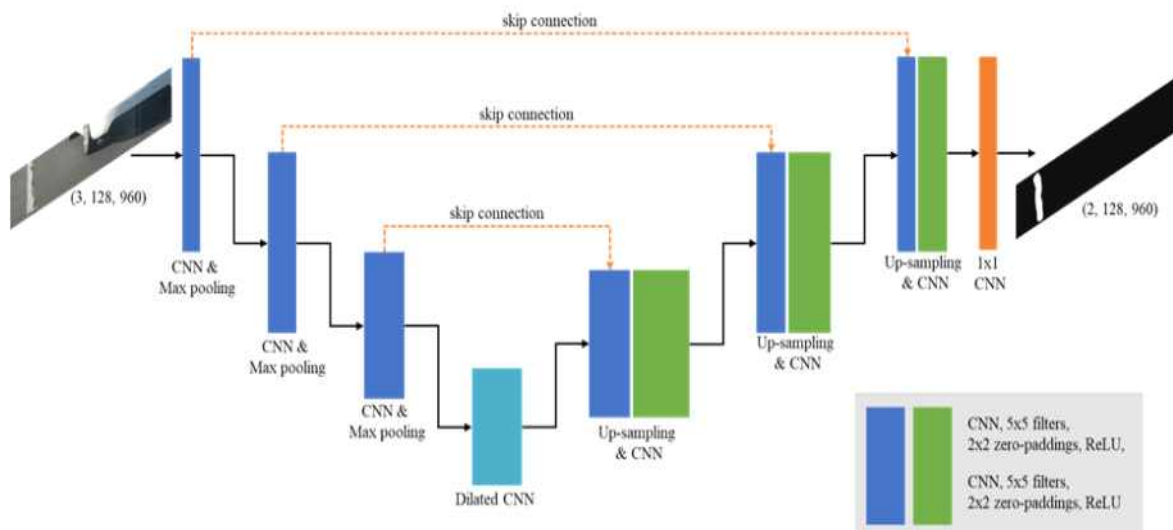
- 아래 그림의 (a)는 전결합 신경망(fully connected neural network, FCN)을 나타내며, (b)와 (c)는 각각 합성곱 신경망(convolutional neural networks, CNN)을 가리킴. 전결합 신경망에서는 이전 레이어와 그 다음의 레이어에 있는 신경망들끼리 모두 연결되어 있는 구조를 가지고 있지만, 합성곱 신경망에서는 굉장히 국소적인 신경끼리만 연결되어 있음.
- 본 연구에서 사용한 합성곱 신경망은 전결합 신경망에서 발생할 수 있는 공간적 정보를 잃는 것을 방지할 수 있으며, 주로 2D 혹은 3D 이미지 데이터를 활용할 경우에 널리 활용됨. 특정 사이즈를 가지는 필터를 일정한 간격으로 쉬프트하면서 계산이 진행되는데, 이를 스트라이드(stride)라고 부르며 스트라이드를 어떻게 주느냐에 따라서 다음 레이어의 사이즈에 영향을 미침. 구체적으로는 풀링(pooling) 레이어와 스트라이드 및 제로 패딩(zero padding)에 따라서 다음 레이어의 사이즈가 결정됨.



- 역합성곱 신경망은 합성곱 신경망을 반대로 진행하는 신경망이며, 합성곱 신경망을 통해서 나오는 출력 레이어의 크기와 역합성곱 신경망의 입력 레이어의 크기는 같은 풀링 레이어, 스트라이드, 제로 패딩을 했을 경우에 동일하며, 합성곱 신경망의 입력 레이어의 크기와 역합성곱 신경망의 출력 레이어의 크기는 마찬가지로 동일함.
- 합성곱 신경망은 풀링 레이어와 쌍을 이룰 수 있는 것처럼 역합성곱 신경망은 언풀링(un-pooling) 레이어와 쌍을 이루는 경우가 많으며, 풀링 레이어가 다운샘플링(down-sampling)의 효과를 얻을 수 있다면 언풀링 레이어는 업샘플링(up-sampling) 효과를 가져올 수 있음.
- 배치 정규화(batch normalization)은 학습의 수렴속도를 가속화시킬 수 있는 기법 중의 하나로, 어파인(affine) 레이어와 활성화 함수 사이에 두는 것이 일반적임. 배치 정규화를 통해서 초기값의 의존도가 떨어지며, 드롭아웃(dropout)이나 정규화(regularization) 작업을 하지 않아도 과적합(overfitting) 되는 현상을 억제하는 효과도 있음. 본 연구에서도 배치 정규화를 수행하였으며, 합성곱 레이어 및 역합성곱 레이어 다음에 활성화 함수가 나오기 전에 배치 정규화를 수행하였음. 활성화 함수로는 아래의 식과 같이 0보다 작은 값이 들어올 경우 0, 이외에는 자기 자신으로 출력값을 표현하는 Rectified Linear Unit (ReLU)을 사용함.

$$f(x) = \max(0, x)$$

- 본 연구에서 사용한 오토 인코더 신경망의 형태에에서는 스킵 커넥션(skip connection)이 널리 적용됨. 특정 이미지 정보는 합성곱 신경망과 레이어와 풀링 레이어를 통해 점차적으로 손실되며, 합성곱 신경망 또는 풀링 레이어가 깊어지면 이미지의 정보는 더욱 손실 될 수 있음. 이 문제를 줄이기 위해 합성곱 단계와 역합성곱 단계를 직접 연결하는 스킵 커넥션을 사용함.
- 아래의 그림은 도로노면 파손 탐지를 위한 신경망 구조를 나타냄. 전체 구조는 입력 레이어를 제외하고 총 8개의 합성곱 레이어를 가지며, 4개의 합성곱 레이어는 인코더 부분과 나머지 4개의 레이어는 디코더 부분으로 활용됨. 합성곱 레이어 다음에는 max pooling과 batch normalization 모듈이 활용되었으며, 합성곱 레이어의 커널 사이즈는 [5 x 5]로 활용함.



노면파손 탐지 모델의 구조

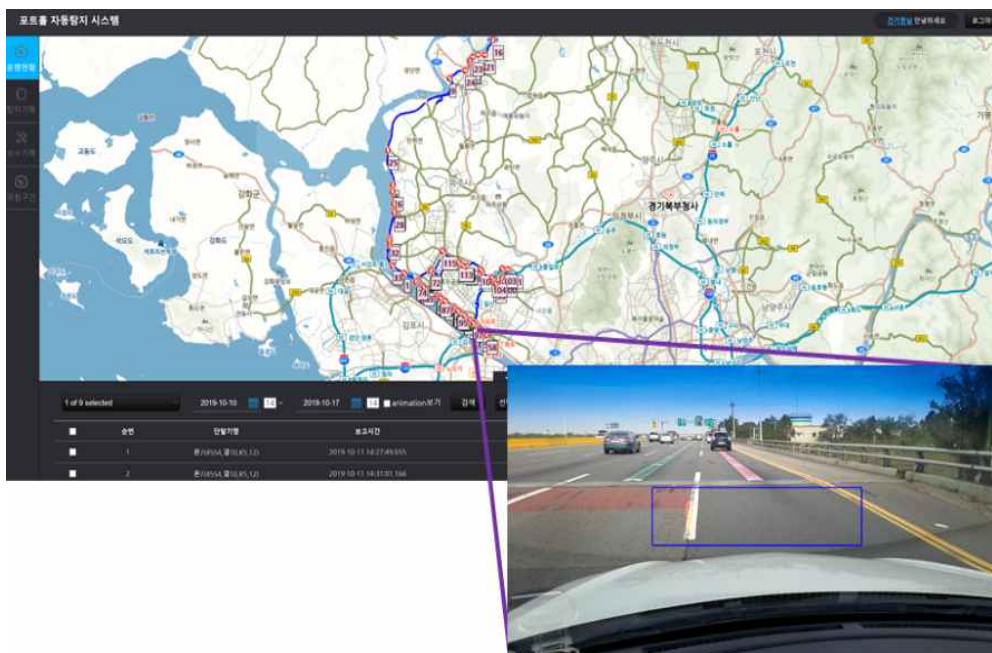
- 합성곱 필터의 수는 각각 16, 32, 64 그리고 128이며, 역합성곱 필터의 수도 동일하게 설정함. 역합성곱 층의 수는 이미지 정보의 손실을 줄이기 위해 스킵 커넥션을 사용하였기 때문에 합성곱 층의 두배이며, 손실 함수는 아래의 식과 같이 표현되는 평균제곱오차 (Mean-Squared-Error, MSE) 형태로 구성하였음. 아래의 식에서 y_i 는 실제 레이블링 값이며, h_θ 는 입력 값인 x 에 대한 신경망 출력을 의미함.

$$J(\theta) = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M (y_i - h_\theta(x))^2$$

- 본 연구에서 구성한 합성곱 신경망의 아래의 식으로 표현되는 최적화 기법은 adaptive moment estimation (ADAM)을 활용함. 아래의 식에서 β_1 과 β_2 를 각각 0.9와 0.999로 설정하였음.

$$\begin{aligned} \theta_{t+1} &= \theta_t - \frac{\eta}{\sqrt{v_t + \epsilon}} \frac{\sqrt{1 - \beta_2^t}}{1 - \beta_1^t} m_t \\ m_t &= \beta_1 m_{t-1} + (1 - \beta_1) g_t \\ v_t &= \beta_2 v_{t-1} + (1 - \beta_2) g_t^2 \end{aligned}$$

- 구성한 합성곱 신경망을 학습하기 위하여 학습 데이터의 20%를 검증 데이터 셋으로 구성하였으며, epoch의 수를 1000개로 제한하여 검증 손실 값이 가장 낮은 모델을 최종 모델로 선정하였음.
- 노면파손 탐지 기술의 경우 여러 지자체에서 실증 사업을 수행하고 있으며, 아래의 사진은 고양시에서 진행하고 있는 실증사업을 보여줌



<고양시 실증사업>

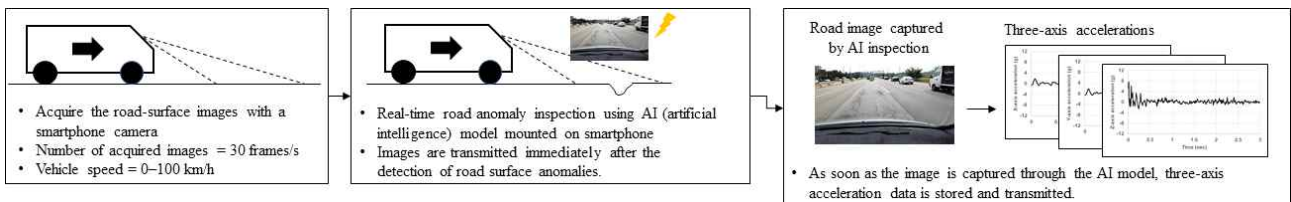
(2) 노면파손 수집정보 수집 및 전송 장치 개발

- 노면 상태 정보 수집 및 실시간 전송 단말기 개발
 - 프로세서: ARM Cortex-A3 이상, RAM 1024MB 이상,
 - 카메라 모듈: 2M 픽셀 센서 탑재 (FHD 이상), shutter speed 15ms 이하
 - 위치 신호 모듈: -165 dBm 감도, 정밀 1PPS 시간동기화
- 차량 내에 블랙박스와 비슷한 형태로 거치된 스마트폰과 같은 단말기를 활용하여 노면파손 정보를 수집하는 기술임
- Vision 카메라를 활용하여 획득한 이미지를 딥러닝 기반으로 분석하여 노면파손을 분석하고, GPS 정보와 함께 서버로 전송되어 주행 중에 실시간으로 노면파손 정보를 수집함
- 노면파손 탐지 기술의 경우 여러 지자체에서 실증 사업을 수행하고 있음
- 기존의 전용 단말에서 스마트폰향 단말로 변경 제작하여, 편의성을 추구하였음



(4) 노면 진동 데이터 처리 기능 개발

- 차량 운행 중 획득한 중력방향 최대 가속도 데이터를 이용하여 진동 데이터 처리 기능 추가 개발함. 심층 신경망의 인공지능 모델에서 노면에 이상을 탐지한 경우에 가속도 측정이 시작되어 100Hz의 주기로 3초간 3축의 가속도가 저장되며, 탐지한 이미지와 가속도 값들은 서버로 즉시 전송되어 저장소에 축적됨. 본 방법을 이용하여 도로 표면에 이상이 발생한 이미지와 이미지에 상응하는 가속도 데이터를 동시에 수집할 수 있음.



<노면 이상 이미지와 가속도 데이터 수집 개념도>

- 아래 그림은 각각 대표적인 수집 이미지와 이에 상응하는 가속도 데이터를 보여줌. 주행 중인 차량의 앞 유리 상단에 부착된 단말기로 도로 노면을 촬영하여 (a)와 같은 이미지를 수집하며, 촬영된 이미지는 인공지능 모델에 입력되며, (b)와 같이 도로 노면 이상을 탐지하여 표시함. 노면 이상이 탐지되면, (c)와 같이 가속도가 측정됨.

나. 결빙/안개 정보 수집기술

(1) 결빙(미끄럼) 정보 수집 알고리즘 개발

(가) 휠 슬립 기반 노면 미끄럼 측정 알고리즘

○ 분석 방법 1 : 회귀분석

- 회귀직선은 아래식과 같이 도출되고, 오차항의 IID(Identical and Independent Distribution) 가정에 의거하여 도출된 회귀 직선의 신뢰구간 산정이 가능함

$$\hat{y}_i = ax_i + b + e_i$$

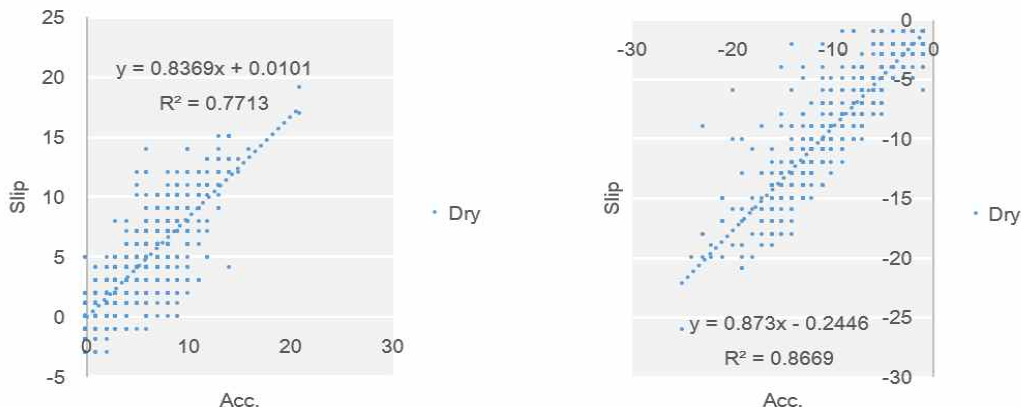
$$e_i \sim N(0, s_e)$$

$$s_e = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-2}}$$

$$Thr = N^{-1}(\hat{y}_i, s_e, 1 - \alpha/2)$$

여기서 $\hat{y}_i$ = i-th 종속변수 추정치, x_i = i-th 독립변수, b = y-축 절편,
 e_i = i-th 오차, s_e = 회귀직선 표준오차, y_i = i-th 관측치, n = 표본수,
 N^{-1} = 누적정규분포 역함수, α = 유의수준

- 마른노면에서 수집한 DTG 데이터 분석 결과, 아래와 같이 상한 및 하한 회귀선 도출됨에 따라, 수집되는 데이터가 추정된 회귀직선 범위를 벗어날 경우, 미끄러운(결빙) 노면으로 간주함

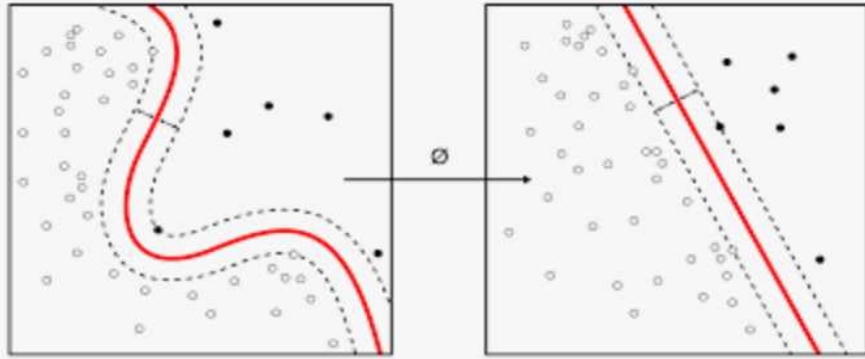


구분	표본수	회귀식	표준오차	하한(유의수준=0.01)	상한(유의수준=0.01)
가속	1742	0.84x+0.01	1.55	0.84x+0.01-(1.55 * 3)	0.84x+0.01+(1.55 * 3)
감속	900	0.87x-0.24	1.96	0.87x-0.24-(1.96 * 3)	0.87x-0.24+(1.96 * 3)

○ 분석 방법 2 : 서포트 벡터 머신

- 서포트 벡터 머신(support vector machine, SVM)은 기계 학습의 분야 중 하나로 패턴 인식, 자료 분석을 위한 지도 학습 모델이며, 주로 분류와 회귀 분석을 위해 사용
- 두 카테고리 중 어느 하나에 속한 데이터의 집합이 주어졌을 때, SVM 알고리즘은 주어진 데이터 집합을 바탕으로 하여 새로운 데이터가 어느 범주에 속할지 판단하는 비확률적 이진 선형 분류 모델을 생성
- 생성된 분류 모델은 데이터가 사상된 공간에서 경계로 표현되는데 SVM 알고리즘은 그 중 가장 큰 폭을 가진 경계를 찾는 알고리즘임
- SVM을 이용하여 비선형 분류를 수행하기 위해서 주어진 데이터를 고차원 특징 공간으로 사

상하는 작업이 필요한데, 이를 효율적으로 처리하기 위해 커널 트릭을 사용함



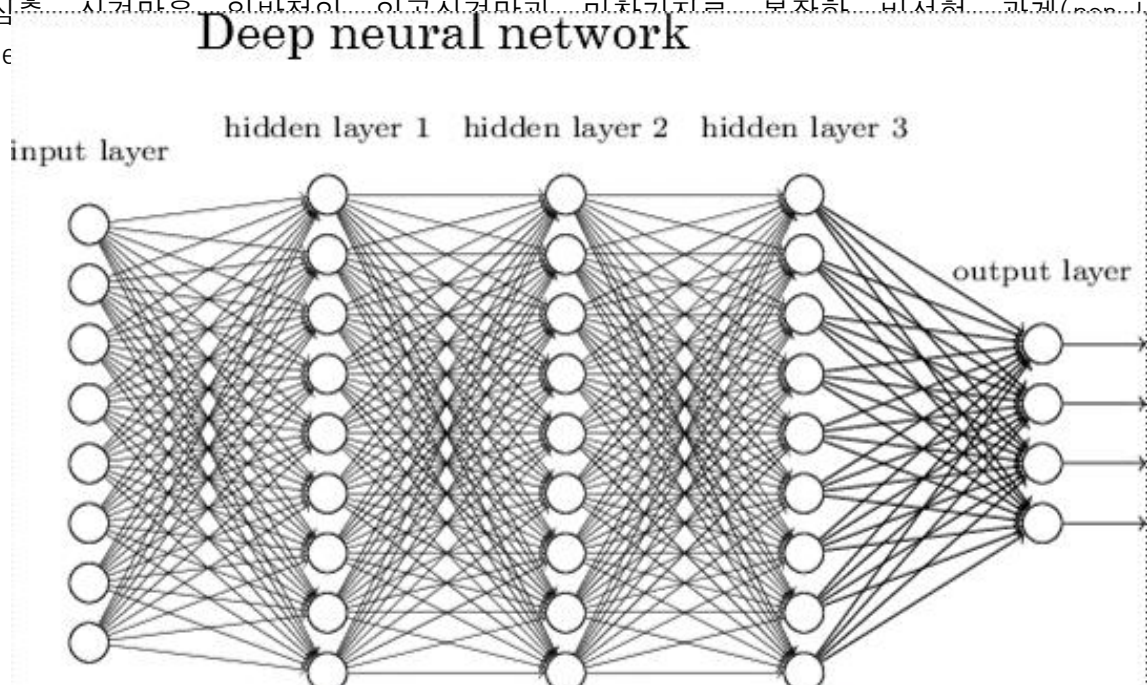
- 본 연구에서는 결빙노면 분류를 위한 SVM 모델을 구축하기 위해 Python sklearn 패키지를 사용하였고, 모형은 선형모형으로 C값은 1.0을 사용

```
C=1.0, cache_size=200, class_weight=None, coef0=0.0, decision_function_shape='ovr',
degree=3, kernel='linear', max_iter=-1, probability=False, random_state=None,
shrinking=True, tol=0.001, verbose=False
```

○ 분석 방법 3 : 딥러닝

- 심층 신경망(Deep Neural Network, DNN)은 입력층(input layer)과 출력층(output layer) 사이에 여러 개의 은닉층(hidden layer)들로 이뤄진 인공신경망(Artificial Neural Network, ANN)

- 심층 신경망은 일반적으로 인공신경망과 마찬가지로 복잡한 비선형 관계(non-linear relationship)



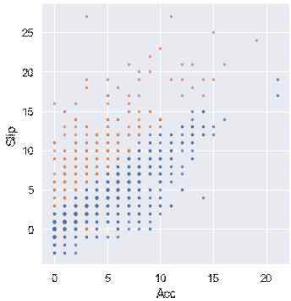
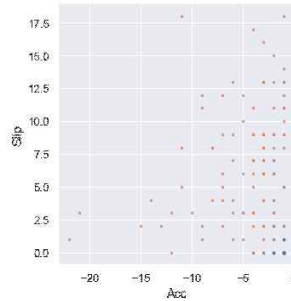
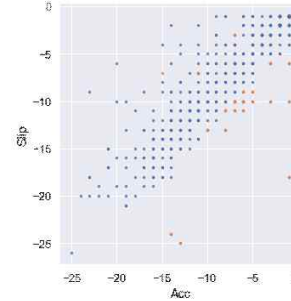
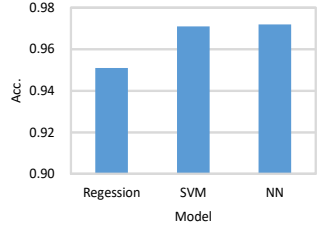
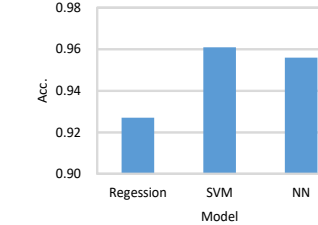
- 본 연구에서 결빙 노면 분류를 위한 은닉층은 총 10개로 구성했고, 각 은닉층은 10개의 노드로 구성되었으며, activation 함수는 Rectified Linear Unit를 사용하였고, AdamOptimizer를 사용하여 파라미터 최적화를 수행했고, 파라미터 초기화는 Xavier, 과적합 방지를 위한 Dropout rate는 0.7로 설정함

○ 방법론별 성능비교

- 평가결과, 목표 정확도인 80%는 충분히 달성하는 것으로 나타났고, 최고 성능은 가속상태에서 딥러닝 알고리즘(97.2%)에서 도출되었으며, 평균적인 성능은 SVM(96.5%)에서 가장

높았음

- 딥러닝의 경우 샘플수가 많고, Dry, Ice/Snow가 고르게 분포된 경우 우수한 성능을 나타내었지만, 표본수가 적은 경우는 SVM이 양호한 성능을 나타내는 것으로 분석됨

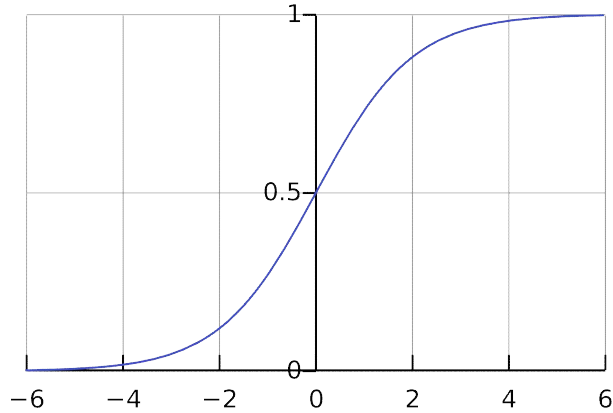
구분	Acc., Posi.	Acc., Nega. & Slip, Posi	Acc., Nega. & Slip, Nega.
학습 데이터			
특징	• Data 多 • Type balanced	• Data 少 • Type unbalanced	• Data 中 • Type unbalanced
비교			

(2) 결빙(적설)/안개 정보 수집 알고리즘

○ 적설/안개 정보 판별 방법론

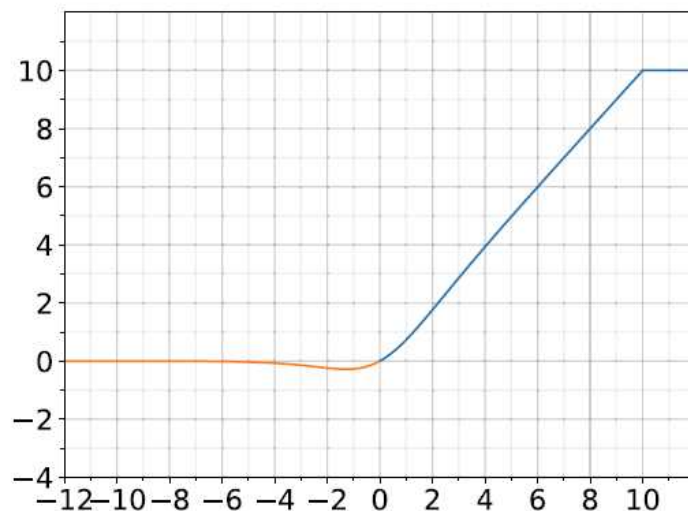
- 영상 분류 : 영상 분류 방법은 규칙 기반 방법과 데이터 기반 방법으로 나뉨. 규칙 기반 방법은 영상의 특징을 통해 규칙 및 조건을 만들어 이 조건에 따라 분류하는 방법임. 이에따라 새로운 영상에 대해서는 조건을 추가해야 하는 특징 때문에 확장성이 떨어짐. 또한 영상의 특성 상 같은 종류의 특징이어도 모양이 다를 경우 조건을 만족시키지 못 해 불안정하다는 특징을 가짐. 데이터 기반 방법은 사람이 직접 알고리즘을 만드는 것이 아닌 데이터를 기반으로 모델을 만들어 학습을 통해 분류를 수행함. 이는 많은 영상 데이터와 정답(레이블)이 있는 데이터셋이 필요하고 이를 통해 모델을 학습함. 학습된 모델은 규칙 기반 방법보다 새로운 데이터에 대해 강인한 특성을 가짐. SVM, Nearest neighbor 알고리즘은 딥러닝 이전 데이터 기반 방법의 대표적 예시.
- SVM : SVM(Support vector machine)은 경계를 결정하는 선을 정의하는 모델임. 이진 분류를 위한 선은 여러개가 될 수 있으나 SVM은 결정 경계를 데이터군으로부터 최대한 멀리 떨어지게 설정함. 이는 데이터 사이의 마진을 최대로 설정 함으로써 가능. 이를 이용하여 결빙 정보에 대한 이진 분류를 수행.
- 이진 분류 : 적설 감지는 적설 및 정상을 분류하는 것으로 이진 분류에 속함. 이진 분류는 로지스틱 회귀(Logistic Regression)으로 회귀를 사용하여 데이터가 어떤 범주에 속할 확률을 0에서 1 사이의 값으로 예측하고 그 확률에 따라 가능성이 더 높은 범주에 속하는 것으로 분류하는 지도 학습 알고리즘. 로지스틱 회귀는 sigmoid 함수를 사용해 회귀를 진행함. sigmoid는 0에서 1 사이의 값을 갖는 함수로 데이터를 sigmoid 곡선에 맞춰 피팅함. 적설

감지에서는 적설은 1로, 정상은 0으로 설정.



< sigmoid 함수 >

- Custom 활성화 함수 : 신경망 모델에서는 퍼셉트론의 내부 연산 후 활성화 함수를 거쳐 결과를 출력함. 이는 학습 과정에서 비선형성을 증가시키기 위함임. 단순히 선형 활성화 함수를 사용해 네트워크를 쌓으면 입력과 출력이 선형결합 형태로 형성되어 학습 과정에서 충분한 Feature를 추출할 수 없음. 이렇게 비선형성을 증가시키기 위한 활성화 함수는 대표적으로 Sigmoid, ReLU 등이 존재함. Sigmoid는 입력에 대해 출력을 0에서 1의 값으로 변경하는 함수고 ReLU는 음수 입력에 대해서는 0, 양수 입력에 대해서는 기울기 1인 그래프 형태를 띄고 있음. 딥러닝은 역전파를 통해 학습이 되며, 활성화 함수의 미분 값이 사용됨. 이때 네트워크가 깊어짐에 따라 기울기가 0인 부분이 많아져 기울기 손실 문제가 발생해 학습이 원활하게 진행되지 않는 문제가 존재. 이러한 문제를 해결하고자 활성화 함수의 변형한 Leaky ReLU 등이 등장함. 학습이 특정한 상황에 있다면 활성화 함수를 직접 수정하여 사용 가능함. 이에 대한 예시로 Swish10 활성화 함수는 ReLU와 유사한 형태를 띄고 있으나 0 부분에서 완만한 형태를 가져 ReLU가 0의 값에서 미분이 되지 않는 문제를 해결함. ReLU가 또한 입력이 커질 때 출력값도 커지는 것을 방지하기 위해 입력이 10 이상에서는 10으로 고정시켜 기울기 발산을 방지함.

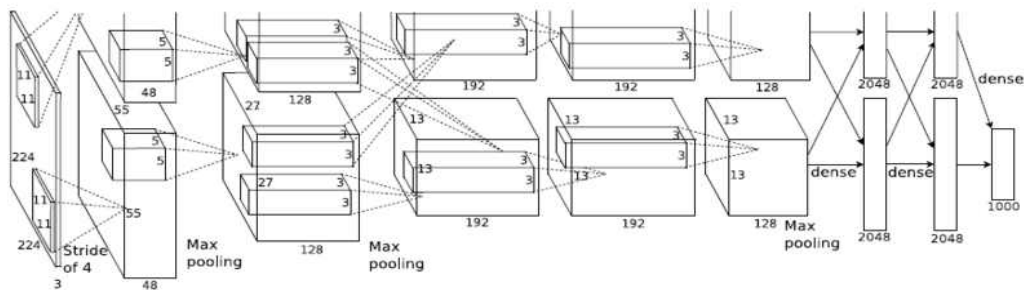


< Swish10 활성화 함수>

- DNN : DNN(Deep Neural Network)는 입력층(input layer)과 출력층(output layer) 사이에 여러 개의 은닉층으로 구성된 ANN(Artificial Neural Network)임. 은닉층은 MLP(Multi layer perceptron)으로 구성되어 있으며 Weight와 활성화 함수를 사용해 비선형 문제를 푼. DNN은 Feed-Forward Network를 구성하고 역전파를 통해 학습시킴. 역전파는 출력층에서 입력층으로 반대로 전파되며 예측결과와 정답간의 오차를 줄이기 위해 각 노드에서 다음 노드로 이어

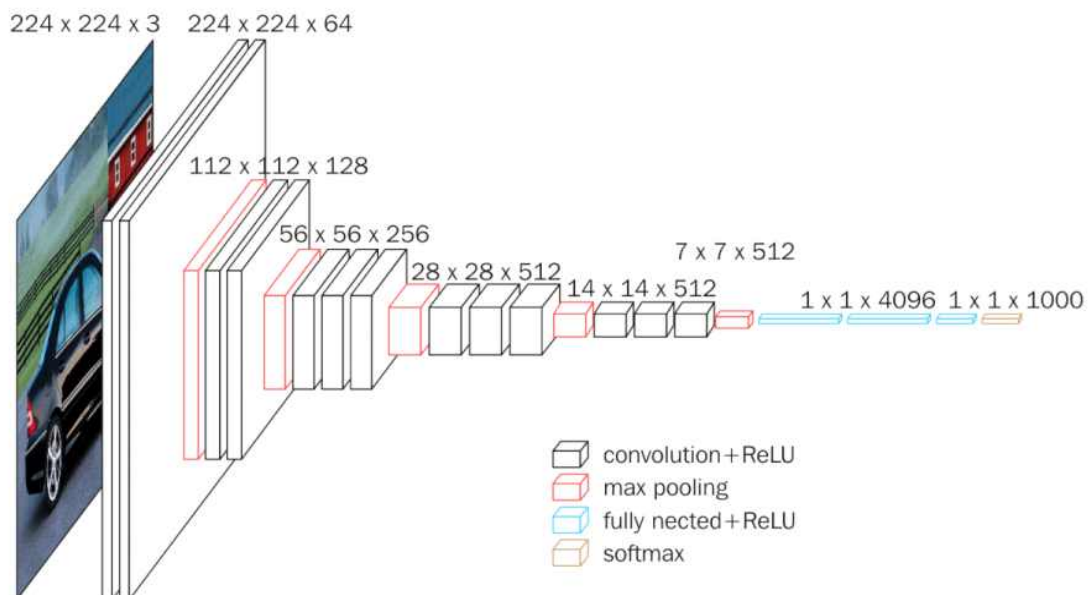
지는 가중치를 조절하는 방법임. 활성화 함수 및 손실함수 정의를 통해 회귀 또는 분류에 사용함.

- CNN : CNN(Convolutional Neural Network)는 영상 데이터에 주로 사용되며 Convolution을 사용하는 딥러닝 모델임. 영상에서 DNN 구조를 사용하면 데이터를 평면화 하는 과정에서 영상의 공간 정보가 손실됨. 이는 형태와 위치가 중요시 되는 영상에 적용하기 적합하지 않은 모델임. CNN에서는 Convolution을 위한 필터를 학습시키며, 각 레이어의 입출력 데이터의 형상이 유지되는 특징을 가짐. 여러 필터를 사용하여 한 레이어에서 여러 특징맵을 추출할 수 있음. Convolution Layer는 필터 크기, stride, padding, pooling 등을 사용해 출력 데이터의 크기 조정 가능. 필터는 공유 파라미터로 사용하기 때문에 DNN에 비해서 학습 파라미터 수가 적음. CNN 레이어 이후 DNN과 같이 Fully Connected 레이어를 사용해 이미지 분류를 실행함. 초기 모델로는 AlexNet이 있으며, 이후 VGGNet, ResNet, InceptionNet 등으로 발전함.



< AlexNet 구조 >

- VGGNet : VGGNet은 CNN 구조를 깊게 쌓은 시도를 한 네트워크임. 기존 CNN 방식에서 여러 크기의 필터를 사용한 것과 달리 네트워크 전체에 3x3 크기의 필터를 사용함. 큰 크기의 필터에 비해 작은 크기의 필터를 사용함으로써 파라미터 수 감소 효과를 볼 수 있음. 예시로 5x5 필터를 사용하는 것 보다 3x3 필터를 여러번 사용함으로써 파라미터 절감과 동시에 여러번 활성화 함수를 통과하므로 더 특징을 잘 추출할 수 있음. 깊은 구조에 따라 sigmoid를 사용하면 기울기 손실이 발생하여 학습이 안될 수 있으므로 모든 활성화 함수를 ReLU 함수로 사용해 기울기 손실을 방지함.

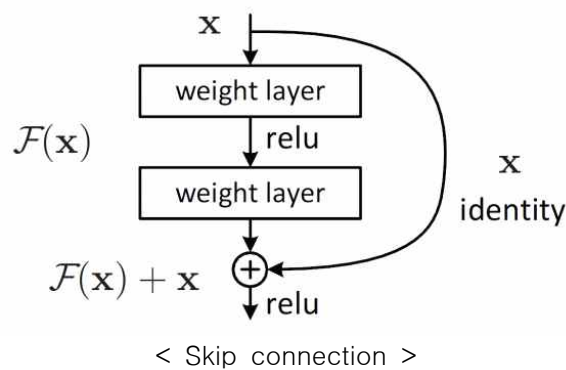


< VGGNet 구조 >

- ResNet 50 : 네트워크의 깊이를 깊게 만들면 gradient vanishing/exploding 문제로 인해 학습이 잘 이루어지지 않고, 비용 함수 값이 수렴하지 않는 현상 발생. 이를 정규화 레이어 추가,

가중치 초기화 방법 등을 통해 어느 정도 해결하였지만, 더 깊은 네트워크 사용 시, 얇은 네트워크 모델의 성능보다 나빠지는 현상이 발생하였음. 이를 Degradation 문제라고 함.

- ResNet 50은 ‘Skip Connection’의 개념을 도입함. 예측 값 $H(x)$ 와 실측값 y 의 차이를 최소화 하는 방향으로 학습을 진행함. ResNet 50의 관점에서 예측값 $H(x)$ 과 입력값 x 의 차이를 얻는 것으로 목표를 수정함. $F(x)=H(x)-x$ 라고 정의를 하고 네트워크는 이 $F(x)$ 를 찾는 것으로 $H(x) = F(x) + x$ 가 됨. 최적의 경우 $F(x)=0$ 이 되어야 하므로 학습의 목표가 이미 정해져 있기 때문에 학습 속도가 빨라질 것이고, 입력 값의 작은 변화에도 민감하게 반응할 것임. 이를 통해 네트워크가 깊어지면서 생긴 Degradation 문제를 해결함. ResNet은 Residual block을 기본 block으로 사용하여 같은 구조를 쌓은 구조임. ResNet50은 50개의 block을 쌓은 구조로, ResNet1000 까지 간단하게 네트워크 확장이 가능함.



- Inception V3 : Inception V1(GoogleNet)은 Inception Module을 적용하여 깊은 망에서 효과적인 성능 결과를 도출함. 입력 값에 대해, 4가지 종류의 연산을 수행하고, 4개의 결과를 하나의 결과로 합침. 이와 같은 Inception module이 Inception V1 모델에 총 9개가 있음. 1x1 convolution 연산으로 이미지의 채널을 줄이고, 3x3과 5x5 convolution 레이어에서의 파라미터 개수를 절감함.

○ 방법론별 성능 비교

- 분류성능평가지표

구분		실제 정답	
		True	False
실험 결과	Positive	TP	FP
	Negative	FN	TN

- 검지율 (Recall) : $\frac{TP}{TP+FN}$
- 오검지율 (1-Precision) : $Precision = \frac{TP}{TP+FP}$
- 이진분류에서는 Recall과 Precision은 같은 값을 가짐. 즉 $FP = FN$ 임.
- server

ROI	Algorithm	검지율 (Recall)	오검지율 (1-Precision)
frame	SVM(2018)	0.95	0.05
	ResNet50	1.00	0.00
	InceptionV3	1.00	0.00
crop1	SVM(2018)	0.93	0.07

	ResNet50	1.00	0.00
	InceptionV3	1.00	0.00
crop2	SVM(2018)	0.89	0.11
	ResNet50	1.00	0.00
	InceptionV3	1.00	0.00
crop3	SVM(2018)	0.89	0.11
	ResNet50	1.00	0.00
	InceptionV3	1.00	0.00

- server : fps (딥러닝 알고리즘의 경우 224*224 로 사이즈 변경 하여 실험 진행)

	SVM(2018)	ResNet50	InceptionV3
frame	22.50	50.46	37.29
crop1	40.91		
crop2	75.00		
crop3	132.35		

- client(pi3) : fps

	SVM(2018)	ResNet50	InceptionV3
frame	1.56	0.30	0.26
crop1	3.00		
crop2	4.28		
crop3	5.70		

(3) 결빙/안개 정보 수집 장치

○ 결빙(미끄럼) 정보 수집장치를 통하여 결빙 구간과 마른 노면에서의 차량센서(회전속도, 차량 속도, GPS) 변화를 비교하여 미끄럼 데이터 수집



○ 차량센서 데이터를 이용한 노면 미끄럼 수집장치

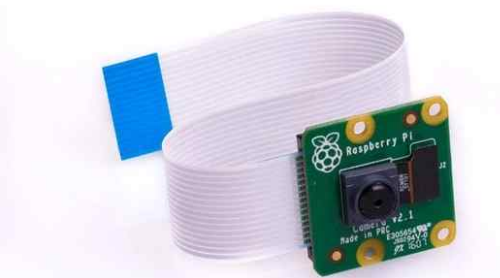
- 차량 센서에서 수집되는 차량회전속도 및 차량속도를 이용하여 노면의 미끄럼 검지

○ 결빙(미끄럼) 정보 수집장치와 결빙(적설) 안개 정보 수집장치간 연동

- 두 장치는 시리얼통신 방식으로 연동
- 연동 모듈을 통해서 두 장치를 간편하게 연결
- 연동 모듈을 통해서 확장성 용의
- 연동 모듈과 신뢰성 있는 통신을 위한 프로토콜 수립

○ 결빙(미끄럼)정보 수집장치 데이터 병합 및 전송

- 결빙(미끄럼)정보 수집장치는 결빙(적설) / 안개 정보 수집장치와 연결되어 데이터 병합
 - 병합된 데이터는 서버 포맷에 맞게 1분 단위 전송
 - 전송 프로토콜 수립
 - LTE모뎀을 통하여 고속 데이터 전송 가능
- 사업용 차량의 운행기록계(DTG) 설치가 법적 의무화가 되어있는 가운데 결빙 구간의 미끄럼 정보를 측정 및 파악하기위한 별도의 데이터 수집 장치 없이 기존에 설치된 운행기록계 (DTG)에 간단한 펌웨어 업데이트를 통하여 결빙 구간에서의 미끄럼 정보 수집 가능
- 결빙(적설) / 안개 정보 수집을 위한 장치 구성
- 차량 전방의 적설, 안개 정보 수집을 위하여 영상처리장치와 카메라로 수집장치를 구성
- 결빙(적설) / 안개 정보 수집 장치와 연동모듈 연결
- 적설 안개 수집장치(영상처리장치)와 연동 모듈을 통해서 시리얼 통신으로 데이터 전송
 - 전송 시 데이터는 이벤트 발생 시간과 이벤트 종류를 전달(프로토콜 수립)

	영상 처리 장치 CPU 1.5-GHz, Quad-Core Broadcom BCM2711B0 (Cortex A-72) RAM 4GB GPU 500 MHz VideoCore VI
	DTG CPU 32Bit EISC 96MHz 사용전압 DC 9 - 36V 내부 메모리 512MB / 데이터 보존 10년 G센서 BMA150/I2C 인터페이스 GPS모듈 SiRF-4/RS232(9600bps)
	카메라 Sensor Sony IMX219 8-megapixel Video 1080p30, 720p60
	연결 허브 사용전압 DC 9~36V MAX 30mA(DC24V) 사용온도 -15℃~70℃ 제품사이즈 67(W) * 36(D) * 16(H) CPU 8Bit MCP 32MHz 신호입력 CAN

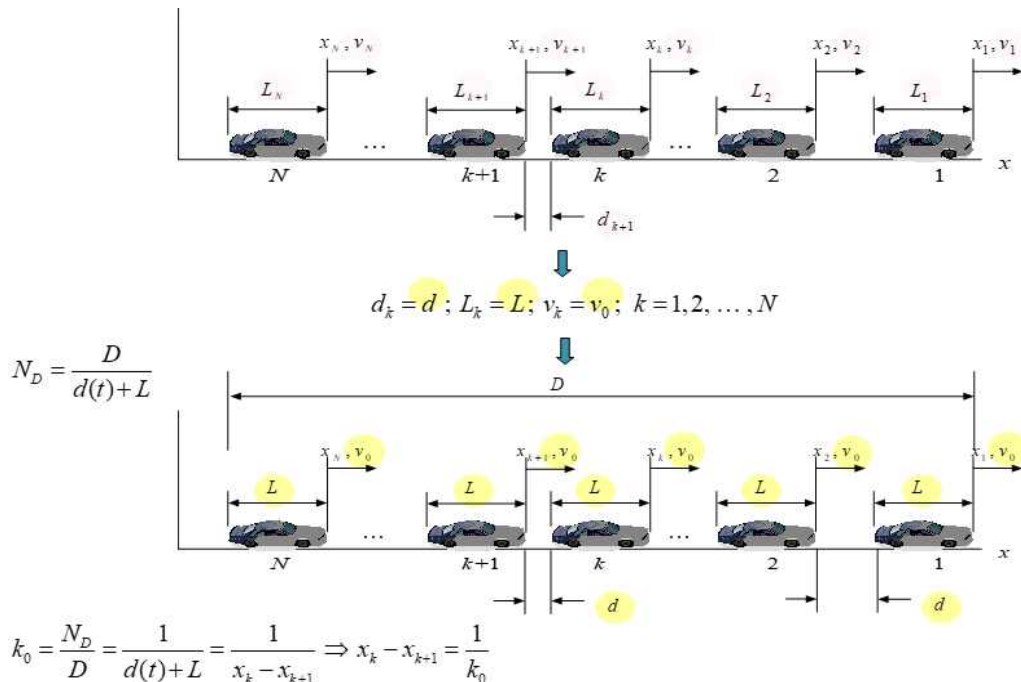
다. 교통량 정보 수집기술

(1) 차간거리 측정 기술 기반 교통밀도 및 교통량 추정 기술

(가) 주행 차로 차두거리별 교통밀도 추정 알고리즘 개발

① Steady state 가정

- 교통밀도 추정을 위해서는 기본적으로 교통 상태에 대한 가정 필요
- Steady state는 특정 도로 구간내 모든 차량간 거리, 속도가 동일한 것을 의미하며, 주로 차량 흐름을 제어하는 시설이 없는 연속류 도로에서 형성
- 반면, 단속류 도로의 경우 신호운영, 버스정류장, 가로변 주정차 차량 등으로 인해 Steady state가 미형성
- 따라서 본 연구에서는 연속류 도로의 진출입로를 제외한 본선구간에 대해 Steady state 가정



<Steady state의 설명>

② Edie의 정의

- 본 연구에서는 교통밀도를 산정하기 위해 Edie의 정의를 활용하였음
 - Edie의 정의를 활용한 교통밀도 기본 산정 방식: $k(A) = \frac{t(A)}{|A|}$, 특정 시공간 영역의 교통밀도 $k(A)$, 모든 차량의 주행시간 $t(A)$, 시공간 영역 면적 $|A|$
- Edie의 정의를 활용하여 교통밀도 산정을 위한 식 1~3을 도출함
 - 구간의 기·종점을 x_a , x_b , 짧은 시간 간격을 dt 라고 할 때, 시공간 단위는 식 1과 같음
 - 이는 특정 구간에서 특정 시간 동안의 교통밀도를 식 2와 같이 표현할 수 있음
 - 또한 식 2를 통해 짧은 시간 동안 차량의 주행시간(VHT) 대비 구간의 시공간 단위 ($x \cdot dt$)로 식 3과 같이 교통밀도 수식을 유도할 수 있음

$$area\ of\ domain = [x_a, x_b] \times dt \quad (\text{식 1})$$

$$k([X_a, X_b] \times dt) = \frac{N([X_a, X_b]; dt)}{(X_b - X_a)} \quad (\text{식 2})$$

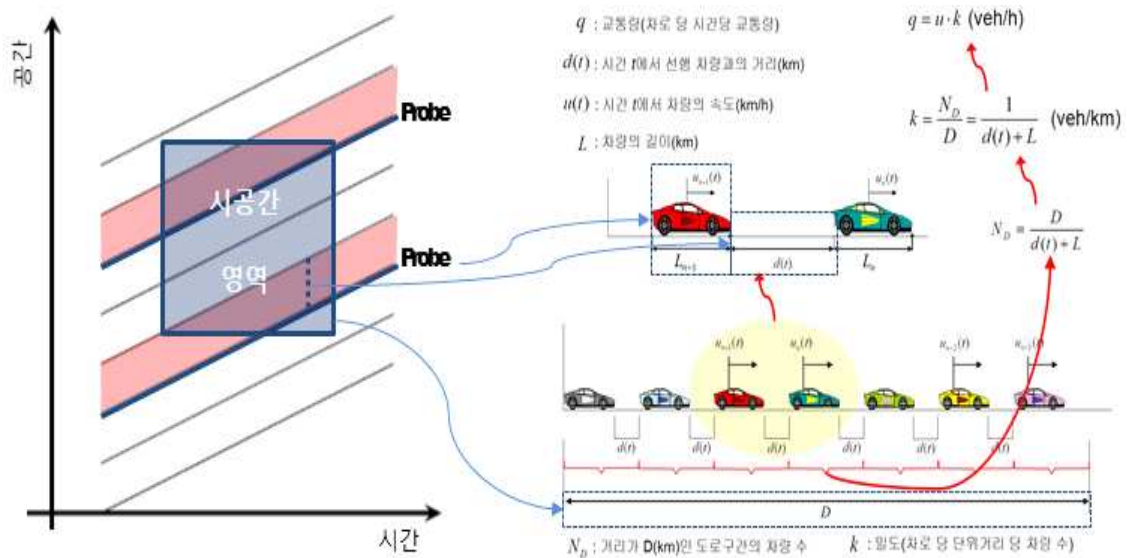
$$k([X_a, X_b] \times dt) = \frac{N([X_a, X_b]; dt) \cdot dt}{(X_b - X_a) \cdot dt} = \frac{\sum_{i=1}^N \tau_i}{(X_b - X_a) \cdot dt} = \frac{VHT}{X \cdot dt} \quad (\text{식 3})$$

- 식 3을 여러 시간대의 평균값을 통하여 특정 구간의 특정 시간에 대한 교통밀도로 확장할 수 있음
- I 를 여러 시간의 조합이라고 가정하면 ($i \in I$), 다수의 시간대에 식 3의 평균값(대푯값)을 식 4와 같이 유도할 수 있음

$$k([X_a, X_b] \times [t_a, t_b]) = \frac{\sum_{i=1}^I k([X_a, X_b] \times dt_i)}{I} = \frac{\sum_{i=1}^I N([X_a, X_b]; t_i)}{I(X_b - X_a)} \quad (\text{식 4})$$

- 식 5의 분모 · 분자에 한 시간 단위 간격 Δt 를 곱하면, 분자는 구간을 주행한 차량의 총 주행 시간(VHT)을 의미함
- 이는 차량이 해당 시간 내에 구간의 기 · 종점을 통과함에 관계없는 일반화 된 값임
- 또한 분모의 값 중 시간 간격의 개수 I 와 Δt 의 곱은 교통밀도 집계 간격 XT 임
- 따라서 Edie의 정의를 통해 특정 집계시간동안의 구간 교통밀도를 식 5와 같이 유도할 수 있음

$$k([X_a, X_b] \times [t_a, t_b]) = \frac{\sum_{i=1}^I N([X_a, X_b]; t_i) \Delta t}{I(X_b - X_a) \Delta t} = \frac{VHT}{XT} \quad (\text{식 5})$$



<Edie의 정의 설명>

- Steady state 가정된 특정 시공간 영역에 대하여 random하게 분포된 probe 차량을 활용하여 교통밀도, 속도를 측정하고 이 자료를 기반으로 교통량 측정

(다) Probe 차량 간 차두거리 기반 교통 밀도 추정을 위한 시공간적 적정 구간 및 MPR(Market Penetration Rate) 산정기술 개발

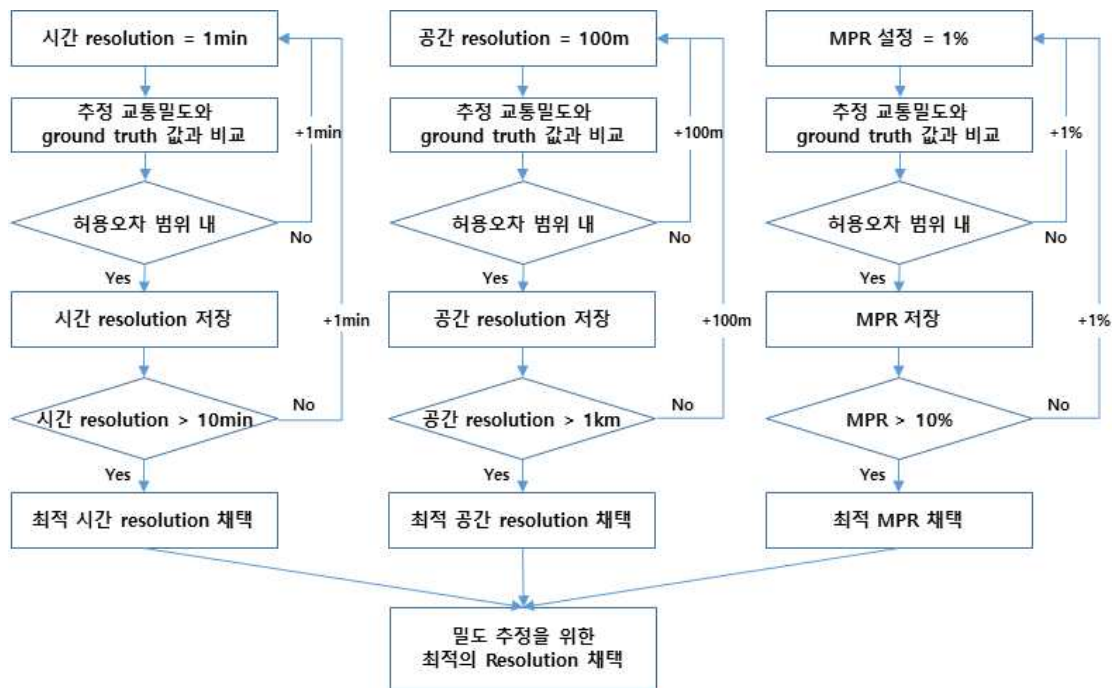
① Probe 차량 활용 교통 밀도 추정 알고리즘

○ Python 기반 최적의 시·공간 resolution 및 MPR 설정 범위 설정

- 시간 범위: 0~60분(resolution: 0~10분, 1분 간격), 공간 범위: 0~1,000m(resolution: 0~1000m, 100m 간격), MPR 범위: 0~10%(1% 간격)

○ 설정된 시·공간 resolution 및 MPR에 따른 교통 밀도 정확도(accuracy) 평가 진행

- 정확도 평가를 위해 평균 제곱근 오차(RMSE, Root Mean Square Error)를 활용



<교통 밀도 추정 알고리즘>

② NGSIM data를 활용한 교통 밀도 알고리즘 검증

○ NGSIM data 개요

- NGSIM(Next Generation SIMulation)은 실제 차량 경로 메타 데이터셋으로 NG-VIDEO를 통한 1/10초 단위 정확한 차량 궤적과 차량 ID, 차종, 위치 및 속도, 차두거리, 차선 정보 등을 제공
- 연속류 구간인 US Highway 101(이하 US-101) Dataset을 활용하여, 차로별 차량 궤적, 교통 밀도 추정 및 ground truth 값과 비교한 정확도 평가를 진행

○ US Highway 101(US-101) Dataset

- 장소: Hollywood Freeway, in Los Angeles, CA
- 일시: 2005년 6월 15일, 8:05-8:20(15분)
- 구간: 2100 ft (약 640m)
- 차로 수: 총 8개의 차로(5mainlane+램프부 차로)

○ NGSIM data 활용 분석 결과

- 시·공간 resolution 및 MPR(Market Penetration Rate)을 동시에 고려하여 이에 대한 정확도 평가를 진행함
- 시간 범위: 0~10분(resolution: 0~5분, 1분 간격), 공간 범위: 0~500m(resolution: 0~500m, 100m 간격), MPR 범위: 0 ~ 10%(1% 간격)
- 분석 결과, 대부분 4분-100m, 4분-200m 등 시간 resolution이 4분인 경우 교통 밀도 정확도

가 높게 나타났으며, MPR 5% 대인 경우 5분-400m, 5분-500m에서 교통 밀도 정확도가 높게 나타났음

- 또한 시간 resolution이 5분, MPR 3% 이상인 경우, 공간 resolution이 증가할수록 대부분 교통 밀도 정확도가 높아지는 것으로 나타났으며, 특히 MPR 8% 이상에서 교통 밀도 정확도는 특정 수준에서 안정화됨

- Probe 차량 기반 측정 교통밀도와 드론을 활용한 실측 값 비교·분석, 즉 실도로 테스트를 통한 알고리즘 평가 필요

<시·공간 resolution에 따른 교통 밀도 정확도 결과(MPR 5%)>

MPR 5%	1분	2분	3분	4분	5분
100m	35.2	15.1	12.7	10.8	12.7
200m	36.3	18.1	18.6	16.8	14.0
300m	36.1	24.7	21.0	20.4	13.6
400m	37.6	27.3	20.4	22.9	9.0
500m	38.0	29.5	19.0	24.4	0.9

<시·공간 resolution에 따른 교통 밀도 정확도 결과(MPR 10%)>

MPR 10%	1분	2분	3분	4분	5분
100m	35.3	15.3	9.4	10.8	14.1
200m	38.3	16.2	15.4	4.7	15.8
300m	38.6	23.5	19.6	1.0	16.3
400m	38.4	28.3	20.9	17.5	14.3
500m	37.2	29.2	17.7	15.4	12.0

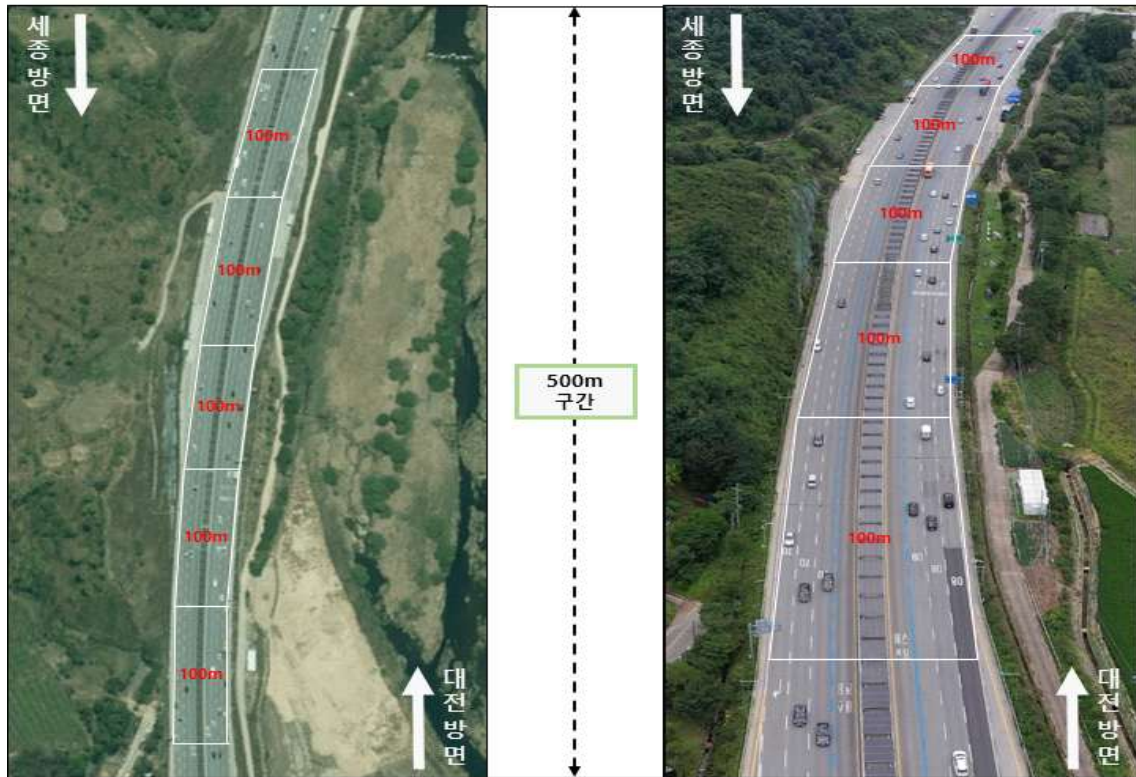
③ 실도로 테스트를 통한 교통 밀도 및 교통량 알고리즘 검증

- 연속류 구간 테스트 베드 선정

- 장소: 1번 국도(남세종 ic 인근 세종로)
- 일시: 2020년 8월 13일(목), 17:20~18:20
- 구간: 500m 구간
- 차로 수: 3개 차로(전체 4개 차로 중 1차선 버스전용차로 제외)
- 실험 차량: 총 3대(주행 수: 세종방향(상행)= 53회, 대전방향(하행)= 48회)

- Probe 차량 기반 측정 교통밀도 및 교통량과 드론을 활용한 실측 값(ground truth) 비교를 통한 알고리즘 평가

- 시간 범위: 0~60분(1분 단위), 공간 범위: 0~500m(100m 단위), MPR: 1.3%(조절 불가)
- 차량 간 차두거리 활용 교통 밀도 추정을 위한 최적 시공간적 resolution 선정
- Probe 차량 기반 측정 교통밀도 및 교통량과 드론을 활용한 실측 값(ground truth) 비교
- 설정된 시·공간 resolution 및 MPR에 따른 교통밀도, 교통량 정확도(precision) 평가 진행



<실도로 테스트 구간(좌: 네이버 지도 캡처, 우: 실제 드론 영상)>

○ 대전 방향(하행) 실도로 테스트(교통 밀도) 분석 결과

- 교통밀도 정확도 분석 결과, 시간 resolution과 공간 resolution이 증가할수록 교통 밀도의 정확도가 높아지는 경향을 보임
- 5분-300m(RMSE=12.1), 5분-500m(RMSE=12.3), 5분-400m(RMSE=13.1) 등 순으로 교통 밀도 정확도가 높은 것으로 나타났으며, 특히 시간 resolution이 5분인 경우 교통 밀도 정확도가 높은 것을 알 수 있음

<대전 방향(하행) 시 · 공간 resolution에 따른 교통 밀도 정확도 결과>

교통밀도	1분	2분	3분	4분	5분
100m	18.4	17.5	14.4	14.7	13.9
200m	17.3	17.5	14.6	15.0	14.5
300m	18.0	18.0	15.3	16.0	15.8
400m	15.4	15.9	13.8	14.6	13.9
500m	14.2	14.6	12.1	13.1	12.3

○ 대전 방향(하행) 실도로 테스트(교통량) 분석 결과

- 교통량 정확도 분석 결과, 시간 resolution과 공간 resolution이 증가할수록 교통 밀도의 정확도가 높아지는 경향을 보임
- 5분-300m(RMSE=743.8), 5분-500m(RMSE=782.5), 5분-400m(RMSE=821.9) 등 순으로 교통 밀도 정확도가 높은 것으로 나타났으며, 특히 시간 resolution이 5분인 경우 교통 밀도 정확도가 높은 것을 알 수 있음

<대전 방향(하행) 시 · 공간 resolution에 따른 교통량 정확도 결과>

교통량	1분	2분	3분	4분	5분
100m	1044.8	1055.7	852.7	903.2	873.7
200m	1019.2	1077.1	874.7	933.6	915.2
300m	1034.9	1089.6	885.8	961.2	950.8
400m	941.5	1006.6	825.5	908.0	871.8
500m	877.4	941.8	743.8	821.9	782.5

○ 세종 방향(상행) 실도로 테스트(교통 밀도) 분석 결과

- 교통밀도 정확도 분석 결과, 시간 resolution과 공간 resolution이 증가할수록 교통 밀도의 정확도가 높아지는 경향을 보임
- 5분-400m(RMSE=11.0), 5분-500m(RMSE=11.2), 5분-300m(RMSE=11.2) 등 순으로 교통 밀도 정확도가 높은 것으로 나타났으며, 시간 resolution이 5분인 경우, 교통 밀도가 높은 것을 알 수 있음

<세종 방향(상행) 시 · 공간 resolution에 따른 교통 밀도 정확도 결과>

교통밀도	1분	2분	3분	4분	5분
100m	17.7	14.9	13.4	12.3	12.4
200m	17.4	13.8	13.2	52.3	12.5
300m	17.1	13.5	13.3	12.1	12.5
400m	16.3	12.9	12.6	11.7	11.9
500m	14.9	11.9	11.5	11.0	11.2

○ 남세종 IC 인근 1번 국도 세종 방향(상행) 실도로 테스트(교통량) 분석 결과

- 교통량 정확도 분석 결과, 시간 resolution과 공간 resolution이 증가할수록 교통 밀도의 정확도가 높아지는 경향을 보임
- 5분-400m(RMSE=660.4), 5분-300m(RMSE=667.6), 5분-500m(RMSE=677.6) 등 순으로 교통 밀도 정확도가 높은 것으로 나타났으며, 특히 시간 resolution이 5분인 경우 교통 밀도 정확도가 높은 것을 알 수 있음

<세종 방향(상행) 시 · 공간 resolution에 따른 교통량 정확도 결과>

교통량	1분	2분	3분	4분	5분
100m	1017.7	903.1	782.4	747.4	771.2
200m	1021.1	892.3	805.9	770.6	800.7
300m	1043.8	916.9	829.7	784.0	824.1
400m	963.4	828.8	752.2	723.7	750.5
500m	890.1	734.8	667.6	660.4	677.6

라. 수집정보 활용기술 및 제공서비스

(1) 사업용 차량 수집정보 통합분석시스템 개발

(가) 통합분석 시스템 구상 및 알고리즘 개발

○ 통합분석 시스템 구상

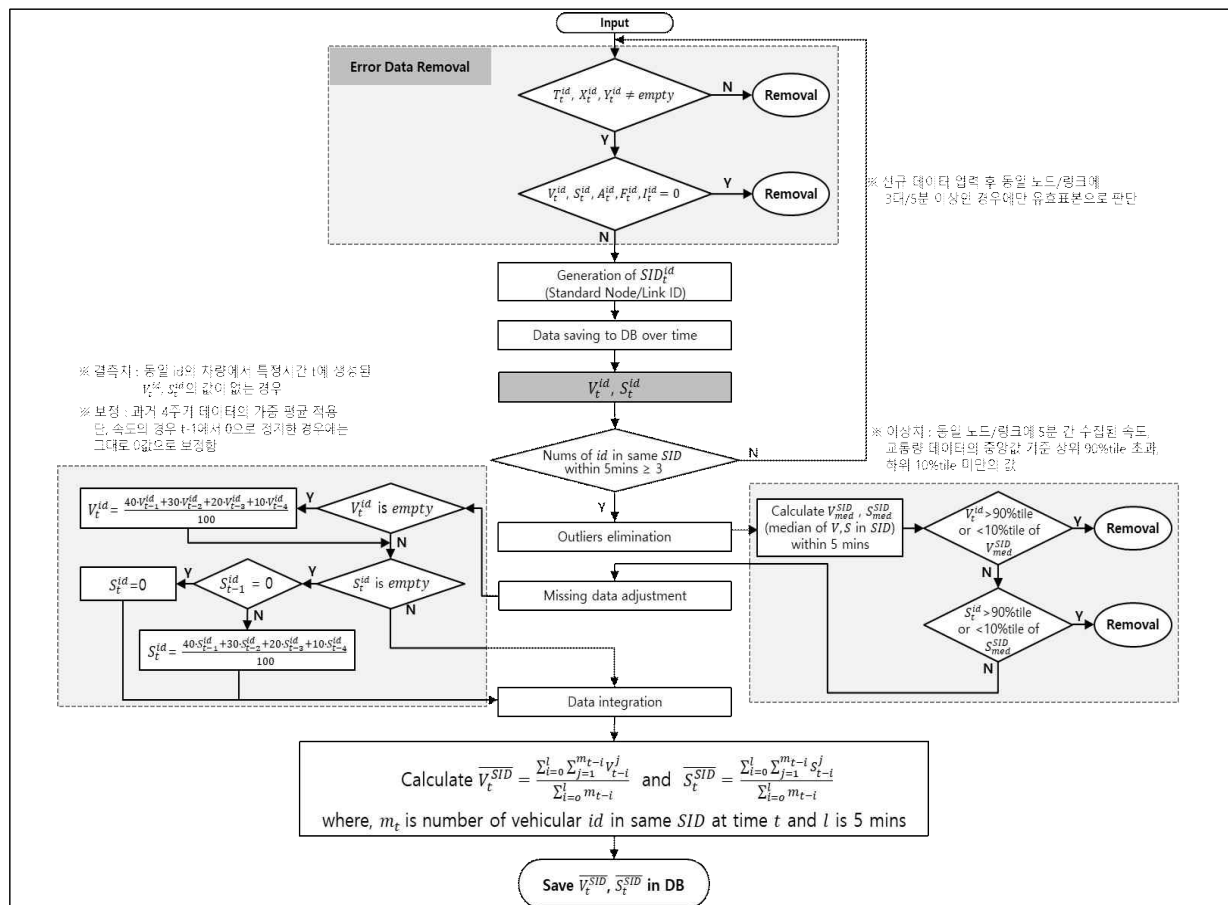
- 기능정의 : 사업용 차량의 영상기록장치 및 운행기록장치를 이용하여 도로위험정보(도로파손, 결빙, 안개), 교통상황정보(교통량, 속도 등)를 수집하는 다수의 차량 또는 기관으로부터 유선/무선 통신망을 통해 실시간/누적 정보 형태로 도로위험정보 및 교통상황정보를 전송받아 ①데이터 통합처리, ②이상치 제거, ③결측치 보정 등 가공·처리 과정을 거쳐 DB를 구축하고, DB 데이터를 ①국가표준노드링크체계 기반 GIS mapping 처리 및 시각화, ②통계 처리·분석, ③품질관리 등 분석·관리할 수 있는 시스템

- 데이터 흐름 및 연계 정의

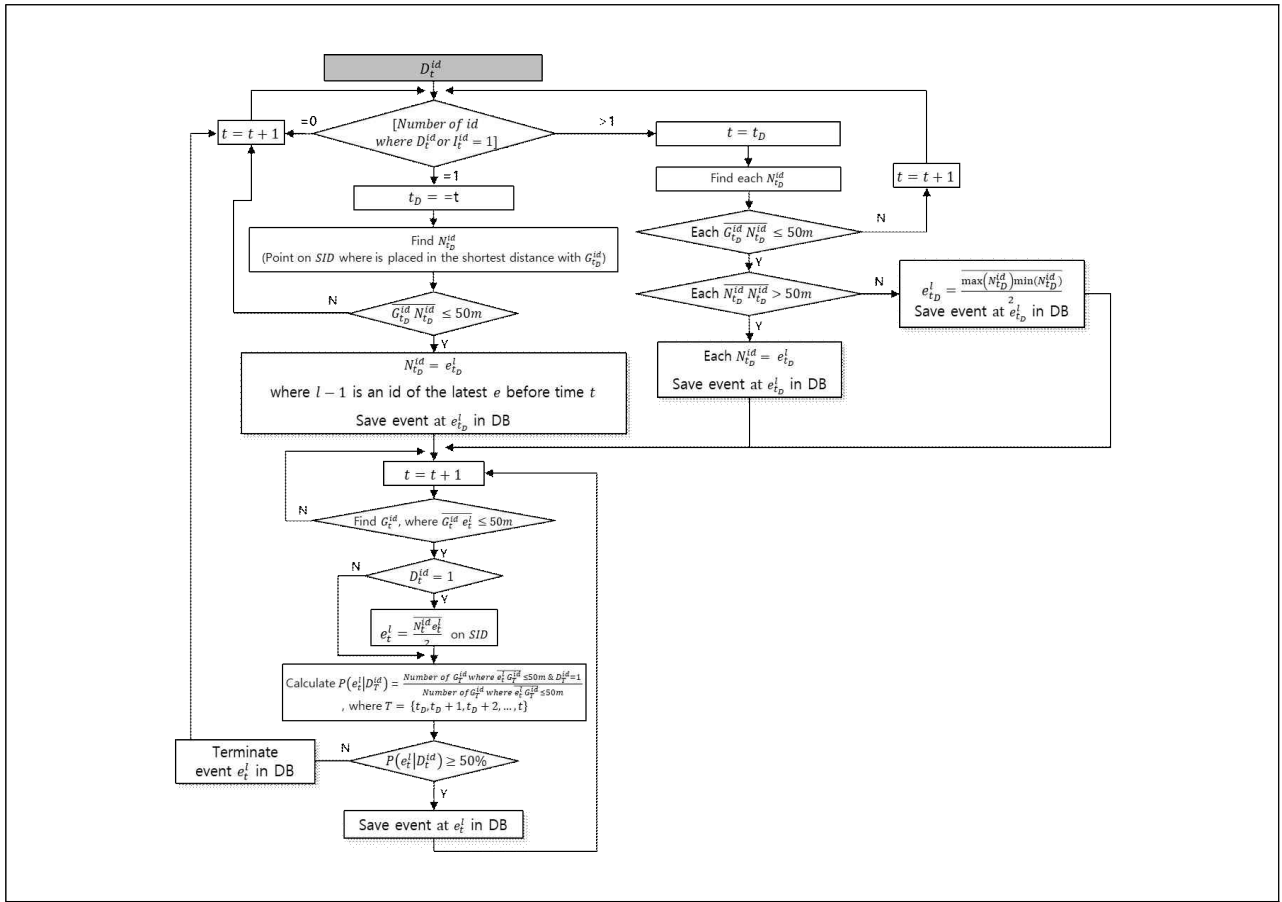
ID	Time	Position G_t^{id}		Direction	Volume	Speed	Damage	Fog	Ice	Obstacle	Lane-changing	Node/Link ID
		X	Y									
id	t	X_t^{id}	Y_t^{id}	W_t^{id}	V_t^{id}	S_t^{id}	A_t^{id}	F_t^{id}	I_t^{id}	O_t^{id}	LC_t^{id}	SID_t^{id}
000000	20180913 140523	127,000000	36,000000	00000	000	0	0	0	0	0	0	00000 00000

통합분석시스템 데이터 형식 정의

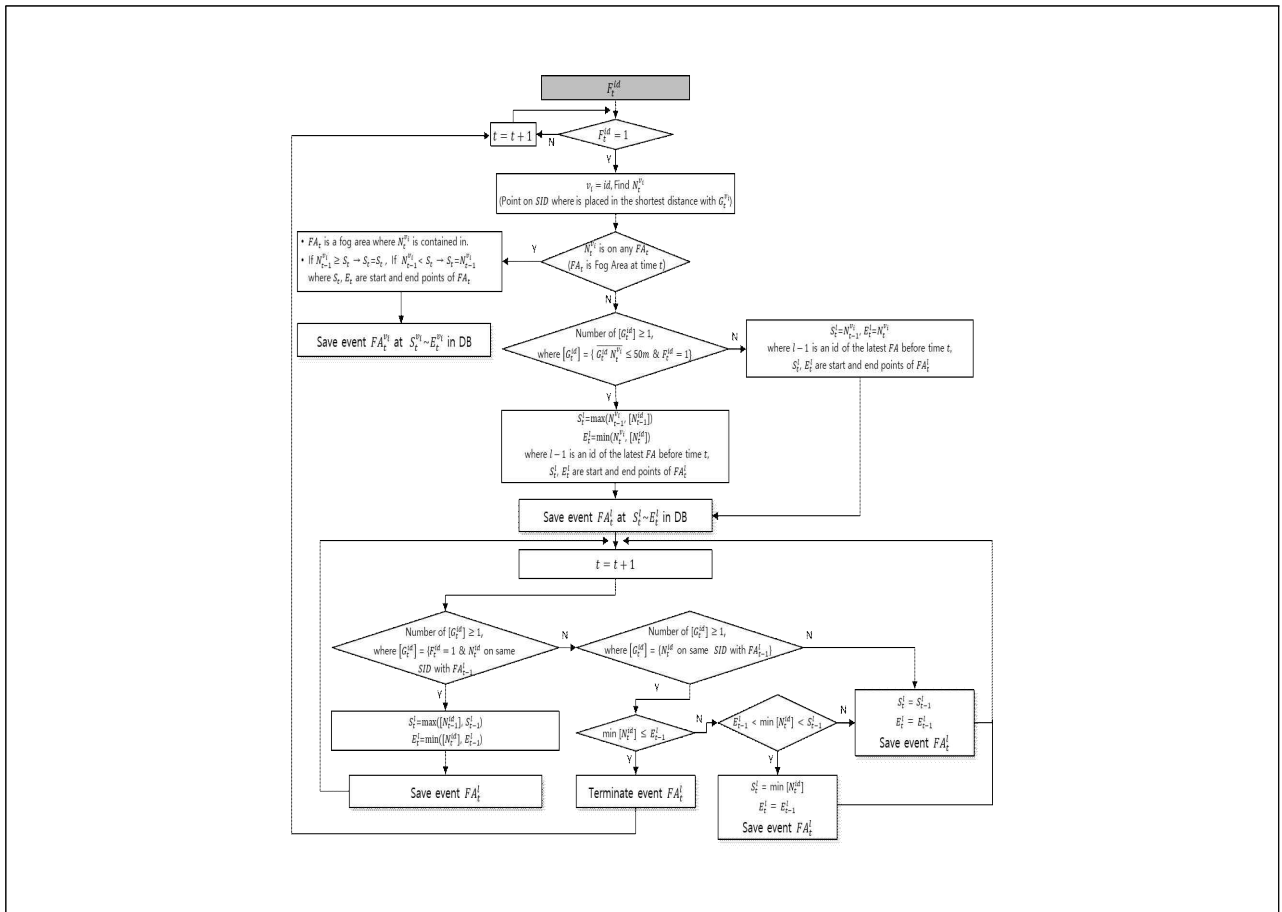
○ 통합분석 알고리즘 개발



연속형 데이터 통합분석 알고리즘 (교통량, 속도)

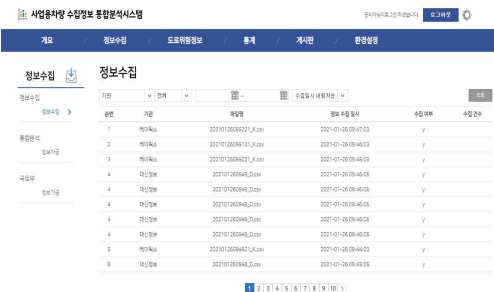
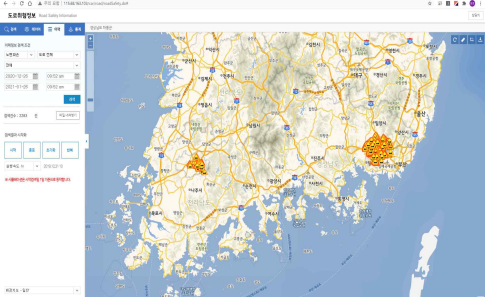


이진형 데이터(지점형) 통합분석 알고리즘(도로파손)

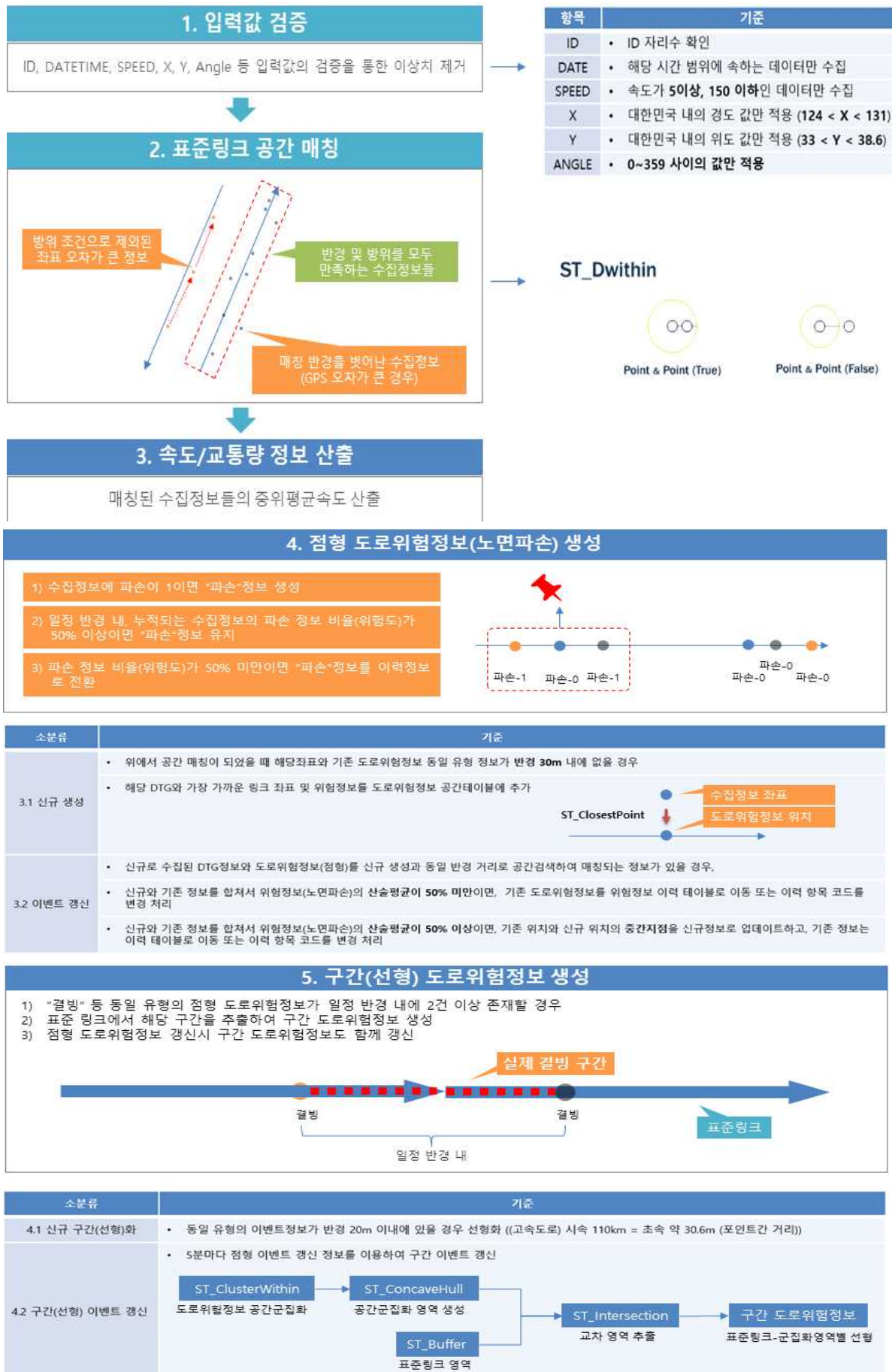


이진형 데이터(구간형) 통합분석 알고리즘(안개, 결빙)

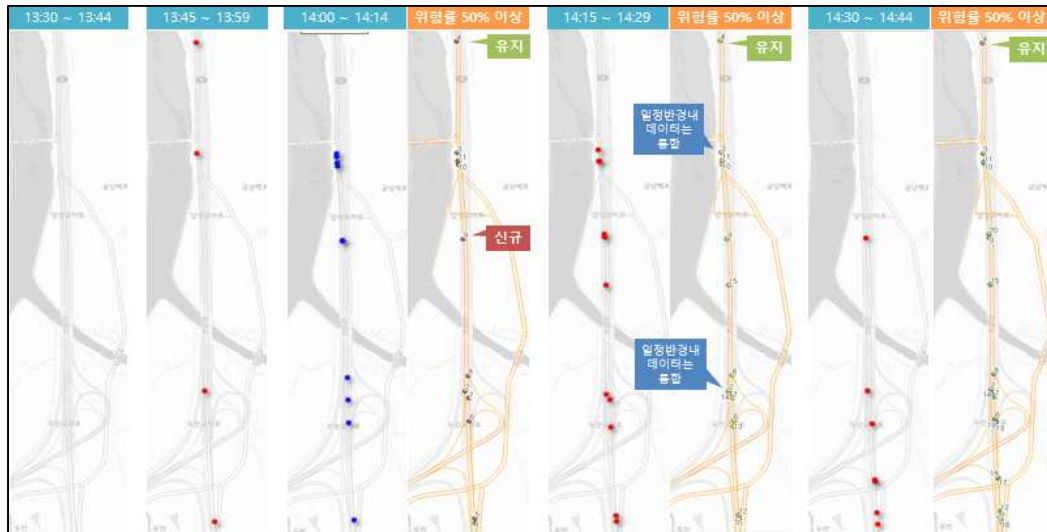
○ 통합분석시스템 개발

메인화면	개요
 – 수집정보 현황 확인 – 로그인, 공지사항	 – 통합분석 시스템 개요 – 도로위험정보 기준 확인
정보수집	도로위험정보
 – 정보수집 Component 개발 – 정보가공 Component 개발 – 수집정보 이력관리 Component 개발 – 국토부 연계 확인기능	 – 교통상황정보, 도로위험정보 표출, 조회 기능 개발 – 국가표준노드링크체계 기반 정보 매칭기술 개발 – 오픈소스 DBMS, GIS 환경 구축 및 개발
통계	게시판
 – 기간별 위험정보 통계 기능 – 도로/지역별 위험정보 통계 기능	 – 공지 및 안내사항 게시 – 등록/삭제, 파일첨부기능
환경설정	
 – 운영자 및 관리자 데이터 모니터링 시스템 개발 – 사용자 및 데이터 관리 기능	

○ 통합분석알고리즘 코드화

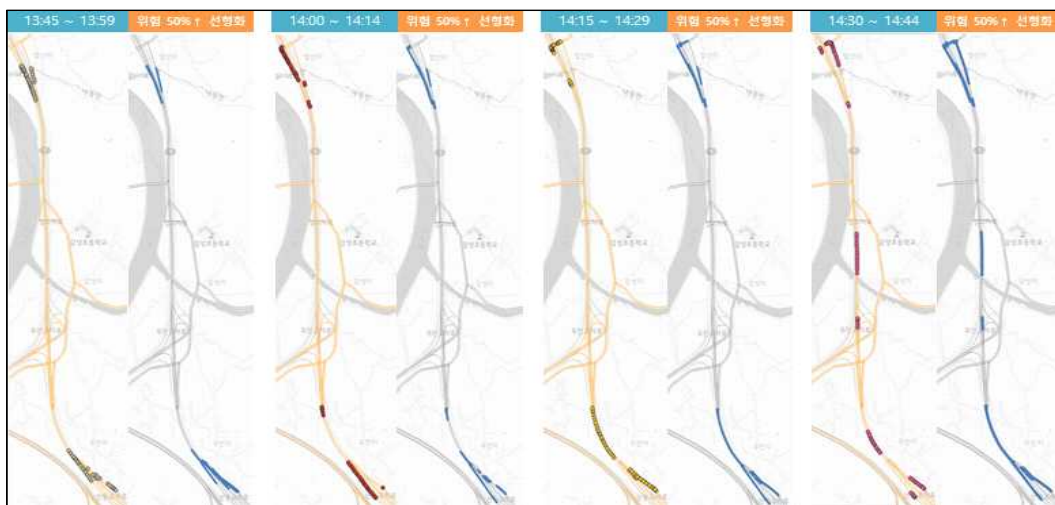


- 포트홀(지점형) 산출 알고리즘 개발



점형 산출 알고리즘

- 안개/결빙(구간형)산출 알고리즘 개발



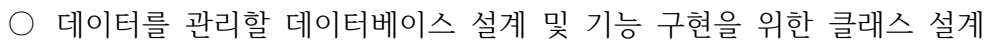
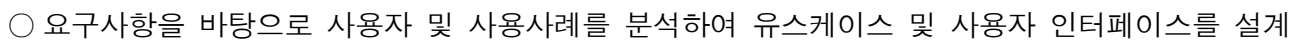
면형 산출 알고리즘

- 속도 산출 알고리즘 개발

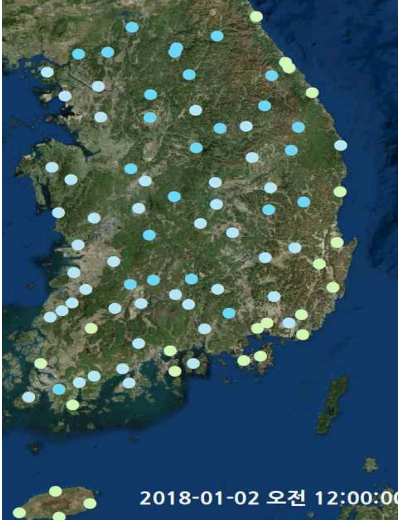


속도 산출 알고리즘

○ 건설기술연구원의 정보 공유를 위한 시스템 요구사항을 분석 및 협의



○ 기상정보 연계 활용을 위한 분석 및 설계

AWS 관측망	시계열 기온 변화	시정거리 (RWIS/과거)
		

○ ITS 표준인 기본교통정보 연계 기반 API 설계

교통소통정보

본 정보영역은 도로의 교통소통정보를 규약함

정보명	교통소통정보
이러택지상 정보명	교통정보, 교통속도교통정보, 도시부 건설도로교통정보, 국도/지방도 교통정보
정보세부항목	속도, 교통량, 밀도, 통행시간, 대기길이, 점유율
설명	도로의 교통소통상황에 따른 도로 상태 정보

```
CURLINKST DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS ::= BEGIN
CurrentLinkState ::= SEQUENCE
{
  link-LinkIdNumber          UTF8String (SIZE(1..40)),
  link-SpeedRate             INTEGER (0..300),
  link-VolumeRate            INTEGER (0..100000) OPTIONAL,
  link-DensityRate           INTEGER (0..2000) OPTIONAL,
  link-TravelTimeQuantity    INTEGER (0..10800) OPTIONAL,
  link-DelayQuantity         INTEGER (0..12000) OPTIONAL,
  link-VehicleQueueLengthQuantity INTEGER (0..500000) OPTIONAL,
  link-OccupancyPercent      INTEGER (0..100)
}
END
```

정보의 이름/시작

링크식별번호
링크속도
링크교통량
링크밀도
링크통행시간
링크지체
차량대기행렬길이
차량점유율

기통 정보
점지 정보

기상정보

본 정보영역은 해당구간의 기상상황 정보를 규약함

정보명	기상정보
이러택지상 정보명	기상정보
정보세부항목	기온, 날씨, 해빙, 가시거리, 풍속, 풍향, 습도, 기압, 영송, 운출시간
설명	일반적인 기상상황을 나타내는 기상정보

```
WETHINFO DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS ::= BEGIN
WeatherIdentify ::= SEQUENCE
{
  wthr-ForecastOrActualCode      ENUMERATED,
  wthr-TemperatureQuantity       INTEGER (-128..127) OPTIONAL,
  wthr-HighTemperatureQuantity   INTEGER (-128..127) OPTIONAL,
  wthr-LowTemperatureQuantity    INTEGER (-128..127) OPTIONAL,
  wthr-ProbabilityPercent        INTEGER (0..100),
  wthr-SpecialConditions         BIT STRING OPTIONAL,
  wthr-SpecialConditionsOther    UTF8String (SIZE(1..256)) OPTIONAL,
  wthr-VisibilityQuantity        INTEGER (0..255) OPTIONAL,
  wthr-WindSpeedQuantity         INTEGER (0..255) OPTIONAL,
  wthr-WindDirectionCode        ENUMERATED,
  wthr-HumidityQuantity          INTEGER (0..100) OPTIONAL,
  wthr-PressureQuantity          INTEGER (0..100) OPTIONAL,
  wthr-SunriseTimeUTCTime       VisibleString OPTIONAL,
  wthr-SunsetTimeUTCTime        VisibleString OPTIONAL
}
END
```

정보의 이름/시작

기상예측유무
현황기상정보(0)
해빙기상정보(1)
기온
최고기온
최저기온
기상예보확률
기상특징상태
초기강설예측(0)
초기강설예측(1), 눈사태(2),
구름(3), 강수(4), 폭설(5),
풍(6), 안개(7), 대霧(8),
오염(9), 호우(10),
뇌우(11), 저지점강설(12)

기통 정보
점지 정보

도로상태정보

105 도로상태정보

본 정보영역은 도로노선의 현재 상태 정보를 규약함

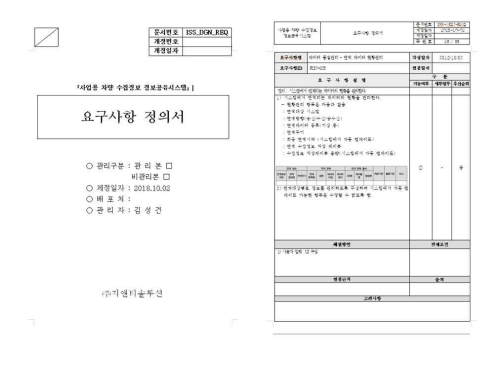
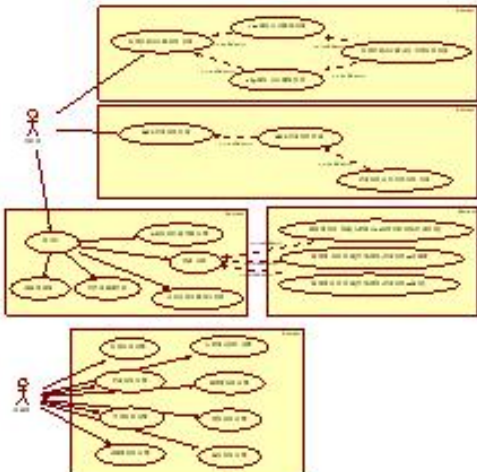
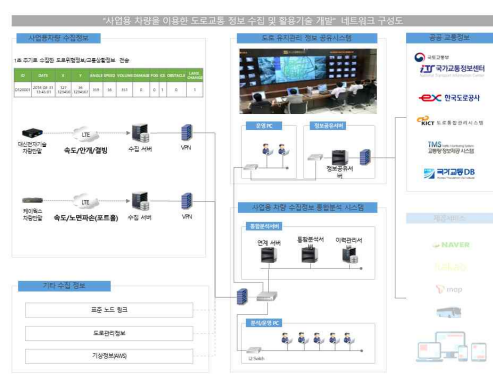
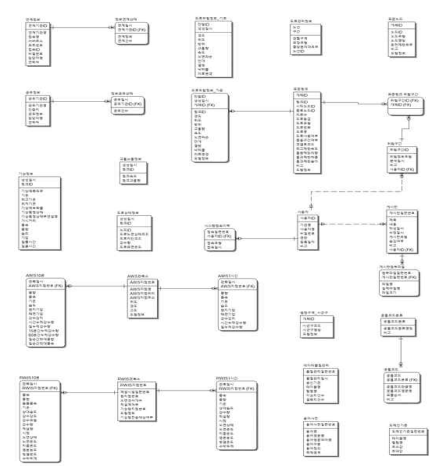
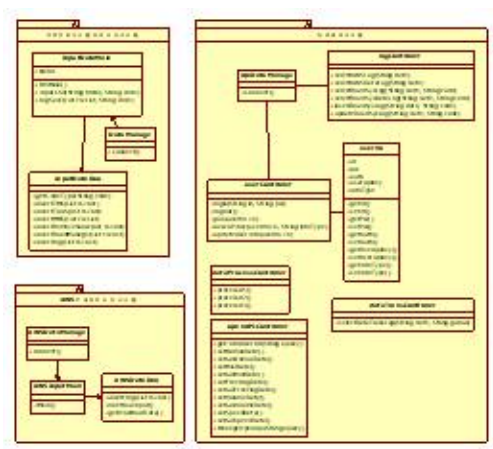
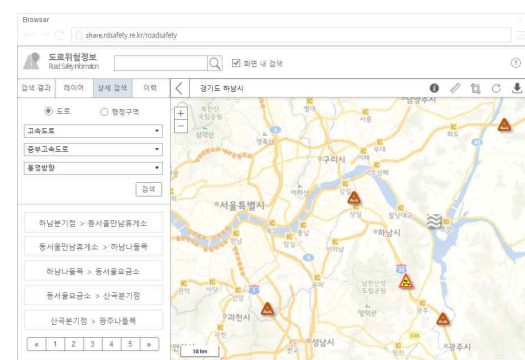
정보명	도로상태정보
이러택지상 정보명	도로정보
정보세부항목	노면상태, 이면가시거리, 강우/강설수위, 표면온도
설명	가시거리 및 이면가시거리에 따른 도로의 상태정보

```
ROWSRST DEFINITIONS AUTOMATIC TAGS ::= BEGIN
RoadwaySurfaceStatus ::= SEQUENCE
{
  node-NodeIdNumber            UTF8String (SIZE(1..40)),
  link-LinkIdNumber             UTF8String (SIZE(1..40)),
  link-SurfaceConditionCode     BIT STRING,
  link-LandBlockedOrClosedCode BIT STRING,
  even-DataSurfacePrecipitationDepth INTEGER (0..3000) OPTIONAL,
  even-DataSurfaceTemperatureQuantity INTEGER (0..300) OPTIONAL
}
END
```

정보의 이름/시작

노도식별번호
링크식별번호
도로노면상태
초기강설예측(0),
초기강설예측(1), 폭설사태(2),
노면온도(3), 강설수위(4),
노면가시거리(5), 노면가시거리(6),
노면가시거리(7), 노면가시거리(8),
노면가시거리(9), 노면가시거리(10),
노면가시거리(11), 노면가시거리(12),
노면가시거리(13), 노면가시거리(14),
노면가시거리(15), 노면가시거리(16),
노면가시거리(17), 노면가시거리(18),
노면가시거리(19), 노면가시거리(20),
노면가시거리(21), 노면가시거리(22),
노면가시거리(23), 노면가시거리(24),
노면가시거리(25), 노면가시거리(26),
노면가시거리(27), 노면가시거리(28),
노면가시거리(29), 노면가시거리(30),
노면가시거리(31), 노면가시거리(32),
노면가시거리(33), 노면가시거리(34),
노면가시거리(35), 노면가시거리(36),
노면가시거리(37), 노면가시거리(38),
노면가시거리(39), 노면가시거리(40),
노면가시거리(41), 노면가시거리(42),
노면가시거리(43), 노면가시거리(44),
노면가시거리(45), 노면가시거리(46),
노면가시거리(47), 노면가시거리(48),
노면가시거리(49), 노면가시거리(50),
노면가시거리(51), 노면가시거리(52),
노면가시거리(53), 노면가시거리(54),
노면가시거리(55), 노면가시거리(56),
노면가시거리(57), 노면가시거리(58),
노면가시거리(59), 노면가시거리(60),
노면가시거리(61), 노면가시거리(62),
노면가시거리(63), 노면가시거리(64),
노면가시거리(65), 노면가시거리(66),
노면가시거리(67), 노면가시거리(68),
노면가시거리(69), 노면가시거리(70),
노면가시거리(71), 노면가시거리(72),
노면가시거리(73), 노면가시거리(74),
노면가시거리(75), 노면가시거리(76),
노면가시거리(77), 노면가시거리(78),
노면가시거리(79), 노면가시거리(80),
노면가시거리(81), 노면가시거리(82),
노면가시거리(83), 노면가시거리(84),
노면가시거리(85), 노면가시거리(86),
노면가시거리(87), 노면가시거리(88),
노면가시거리(89), 노면가시거리(90),
노면가시거리(91), 노면가시거리(92),
노면가시거리(93), 노면가시거리(94),
노면가시거리(95), 노면가시거리(96),
노면가시거리(97), 노면가시거리(98),
노면가시거리(99), 노면가시거리(100),
노면가시거리(101), 노면가시거리(102),
노면가시거리(103), 노면가시거리(104),
노면가시거리(105), 노면가시거리(106),
노면가시거리(107), 노면가시거리(108),
노면가시거리(109), 노면가시거리(110),
노면가시거리(111), 노면가시거리(112),
노면가시거리(113), 노면가시거리(114),
노면가시거리(115), 노면가시거리(116),
노면가시거리(117), 노면가시거리(118),
노면가시거리(119), 노면가시거리(120),
노면가시거리(121), 노면가시거리(122),
노면가시거리(123), 노면가시거리(124),
노면가시거리(125), 노면가시거리(126),
노면가시거리(127), 노면가시거리(128),
노면가시거리(129), 노면가시거리(130),
노면가시거리(131), 노면가시거리(132),
노면가시거리(133), 노면가시거리(134),
노면가시거리(135), 노면가시거리(136),
노면가시거리(137), 노면가시거리(138),
노면가시거리(139), 노면가시거리(140),
노면가시거리(141), 노면가시거리(142),
노면가시거리(143), 노면가시거리(144),
노면가시거리(145), 노면가시거리(146),
노면가시거리(147), 노면가시거리(148),
노면가시거리(149), 노면가시거리(150),
노면가시거리(151), 노면가시거리(152),
노면가시거리(153), 노면가시거리(154),
노면가시거리(155), 노면가시거리(156),
노면가시거리(157), 노면가시거리(158),
노면가시거리(159), 노면가시거리(160),
노면가시거리(161), 노면가시거리(162),
노면가시거리(163), 노면가시거리(164),
노면가시거리(165), 노면가시거리(166),
노면가시거리(167), 노면가시거리(168),
노면가시거리(169), 노면가시거리(170),
노면가시거리(171), 노면가시거리(172),
노면가시거리(173), 노면가시거리(174),
노면가시거리(175), 노면가시거리(176),
노면가시거리(177), 노면가시거리(178),
노면가시거리(179), 노면가시거리(180),
노면가시거리(181), 노면가시거리(182),
노면가시거리(183), 노면가시거리(184),
노면가시거리(185), 노면가시거리(186),
노면가시거리(187), 노면가시거리(188),
노면가시거리(1

○ 공유시스템 요구사항 분석 및 설계

요구사항정의서	유스케이스분석서
	
시스템 아키텍처 설계	ERD 및 DB 설계
	
클래스 설계	사용자 인터페이스 설계
	

정보공유시스템 요구사항정의서, 분석서, 설계서

○ 정보 공유시스템 개발

메인화면	시스템 안내
 - 수집정보 공유시스템 구축 - 메인 화면에서 정보수집/공유상태 확인 가능	 - 정보공유시스템 소개 - 주요 서비스 소개
도로위험정보	도로위험지표 통계
 - 도로 위험지표 정의 - 도로 위험정보 데이터 정의	 - 기간별 위험정보 통계 기능 - 도로/지역별 위험정보 통계 기능
정보제공서비스	정보개방서비스
 - 지역별, 도로별 위험지표 표출/모니터링 - 일자별 위험지표 표출/모니터링 - 지도 상에 위험지표 표출	 - Open-API Component 개발 - 정보연계 Component 개발 - 공공부문 유관기관 정보 연계체계 개발/구축
고객지원	
 - 공지사항 등록/삭제 - 자료실 파일 등록/삭제	

- 정보공유 시스템 HW 구축
 - 정보공유 서버, 연계서버 구축

○ HMS 데이터 분석

데이터분석/가공 - HMS

- 전국 1,698구간의 교통량 TMS 정보 분석/가공
- 전국 85곳의 제설취약구간 정보 분석/가공
- 도로구배정보 분석/가공
- 교량정보 분석/가공

■ **교량 (A0070000) 면형 레이어**

- 교량연장(BRDG_LEN) 속성 항목
- 길이 500 이상인 "장대교량"을 정보공유 알고리즘에 반영

레이어 명칭	교량	영문명칭	BRIDGE	레이어 코드	A0070000	(No) : 도로대장 조사 목록번호 적용
레이어 코드부여	기준	분류	공통 공간정보 공간객체유형		면	
15	BRDG_LEN	교량연장	double	13.3	(14)	단위 : m

교량 길이별 색상

HMS 데이터 분석 결과

- 정보공유 알고리즘 코드화
 - RHA-P (포트홀 지표) 개발

RHI-P (Road Hazard Index - Pothole 노면파손) 알고리즘

```

      graph TD
      A[일단위로 도로위험정보, 정제, 이력 테이블 생성] --> B[노면파손 위험 정도 계산]
      B --> C[일단위 노면파손 위험 정도 표준편차, 평균 산출]
      C --> D[노면파손 위험 정도 정규분포화]
      D --> E[정규분포화 결과값 50~100 사이의 값으로 환산]
      E --> F[4등급으로 코드화]
      
```

노면파손 위험 정도 계산
= (표준링크별 노면파손이 있는 단말 ID 건수 / 표준링크별 단말ID 건수) * TMS교량길이

정규분포화 = (노면파손 위험 정도 - 평균) / 표준편차

정규분포화 결과값 50~100 사이의 값으로 환산

4등급으로 코드화

구상 (50~65)	주의 (66~75)	경계 (76~85)	위험 (86~100)
---------------	---------------	---------------	----------------

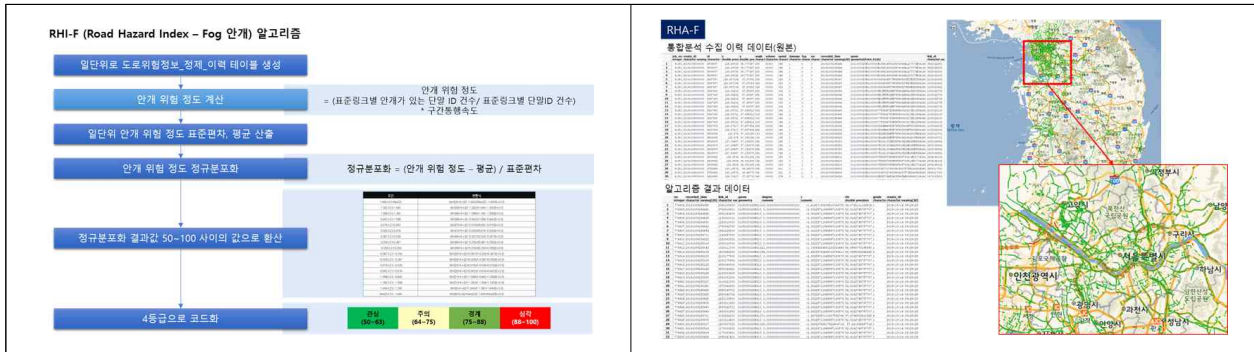
RHA-P

통합분석 수집 이력 데이터(원본)

알고리즘 결과 데이터

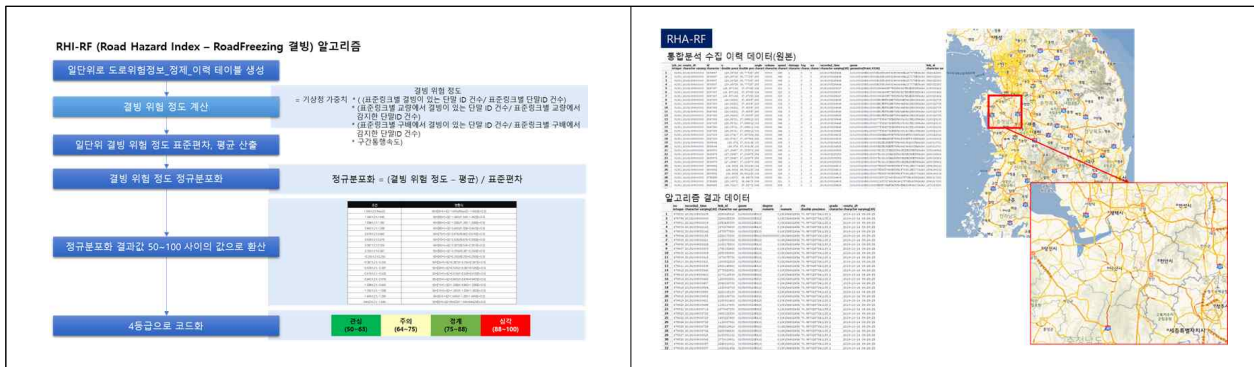
RHA-P (포트홀 지표) 개발

- RHA-F(안개) 개발



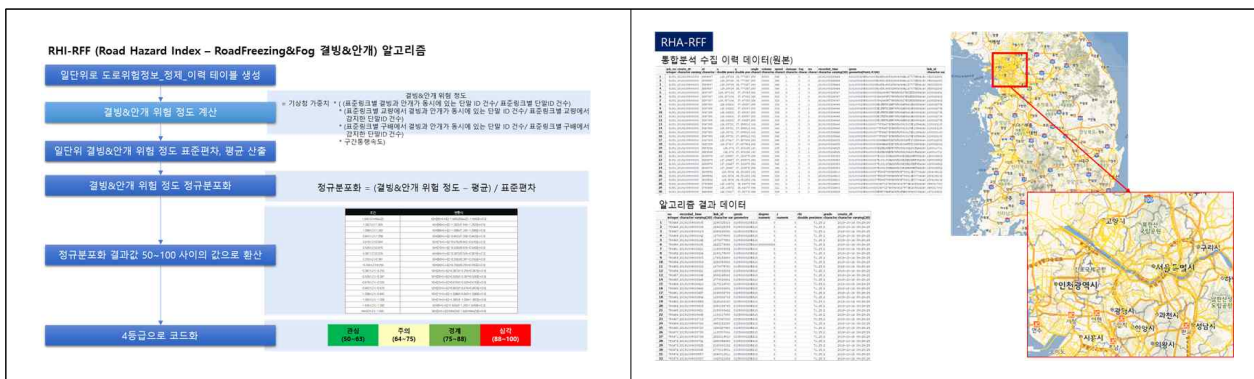
RHA-F (안개) 개발

- RHA-RF(결빙) 개발



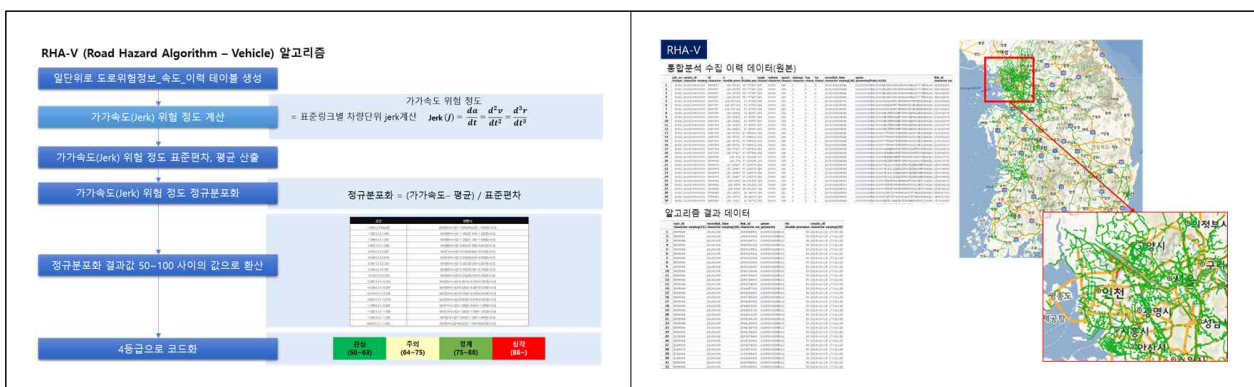
RHA-RF (결빙) 개발

- RHA-RFF(안개+결빙) 개발



RHA-PFF (안개+결빙) 개발

- RHA-V(Jerk) 개발



RHA-V(Jerk) 개발

(3) 제공 서비스 개발

(가) 제공 서비스 설계

○ 기관별 제공 서비스 설계

- 요구사항 정의서

- 요구사항 정의서 목적은 사업용 차량 수집정보 제공 서비스 관련 프로토 타입을 구축하기 위한 소프트웨어 요구사항 명세서(SRS) 임
- 본 사업의 개발 범위는 크게 도로 생애주기 관리 시스템, 사업용 차량운영 관제 시스템으로 구분됨

요구사항 정의서 약어 정의

구분	의미
FMS	Fleet Management System
UFR	User Functional Requirements
UNR	User Non-Functional Requirements
SFR	System Functional Requirements

사용자 기능적 요구사항(User Functional Requirements)

Req. ID	요구사항명	상세 내용	우선순위	수용여부	출처

사용자 비기능적 요구사항(User Non-Functional Requirements)

Req. ID	품질속성	상세 내용	출처

제약사항(Constraints)

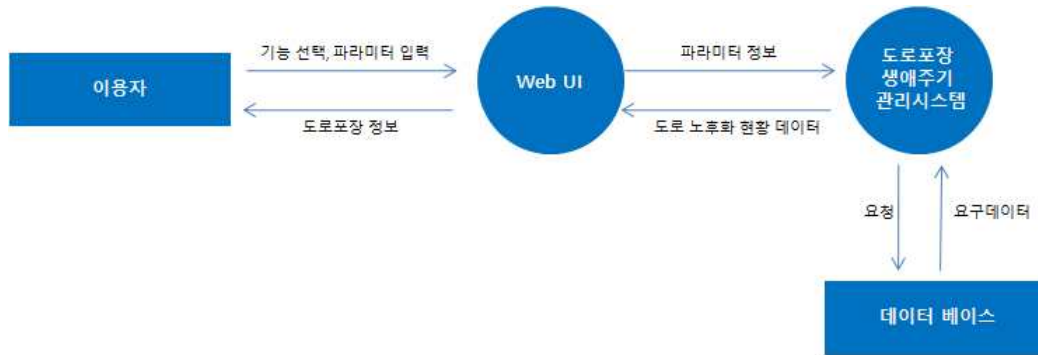
Req. ID	항목	상세 내용	비고
C-001	Server OS	Linux	
C-002	개발언어	JAVA	
C-003	데이터베이스	Maria DB	
C-004	시스템 형태	Web 기반	

시스템 요구사항(Constraints)

Req. ID	요구사항명	상세 내용	관련 UFR

- 자료 흐름도(Data Flow Diagram)

- 본 시스템은 크게 이용자가 시스템을 조작할 수 있는 Web UI와 도로포장 생애주기 시스템으로 구분할 수 있으며, 이용자와 web UI,도로포장 생애주기 시스템의 자료 흐름은 아래와 같음



제공 서비스 자료 흐름도

시스템 기능 정의서

구분	사용범위	메뉴명	기능 설명
도로포장 생애주기 관리시스템	Web	로그인	아이디, 패스워드, ID 저장, 자동로그인 기본 기능 제공
		도로포장 현황	구간별 도로포장의 노후화 현재상태를 조회
		도로포장 예측	구간별 도로포장의 노후화 예측 조회
		유지보수 보강 공법 선정	유지보수 보강 공법을 종류에 따라 선정하고 조회하는 기능
		유지보수 우선순위 결정	구간별 유지보수 우선순위를 단계별 유지보수시점을 조회
		유지보수 규모 및 비용 결정	유지보수 규모 및 도로관리 예산 확보 근거 조회
		통계 관리	구간별, 일별, 월별, 분기별, 년별 이력조회 및 메뉴별 통계 조회
		로그인	아이디, 패스워드, ID 저장, 자동로그인 기본 기능 제공
사업용 차량 운영·관제 시스템	Web	위험운전 분석 서비스	도로 위험지점을 지도에 표출하고 위험구간 회피 안전운행 경로 산출 및 조회
		안전운행 경로분석 서비스	도로 위험지점을 지도에 표출하고 위험구간 회피 안전운행 경로 산출 및 조회
		통계 관리	구간별, 일별, 월별, 분기별, 년별 이력조회 및 메뉴별 통계 조회
	Mobile	로그인	아이디, 패스워드, ID 저장, 자동로그인 기본 기능 제공
		실시간 최적경로 안내	모바일 을 활용한 도로위험지점을 표출하고 실시간 최적경로 안내
		단위 테스트	기능별 메뉴별 단위 테스트 실시
		통합 테스트	웹, 모바일 성능에 대한 통합 테스트 실시

- DAISS 활용 활성화 방안 정립을 위해 시스템 전반에 대한 내용을 전문가 그룹을 대상으로 대면회의를 진행하며, 전문가 그룹은 공공부문과 민간부문으로 구분하였으며, 실질적인 활용방안 정립을 위해 DAISS의 하드웨어 및 소프트웨어적인 요소를 모두 주요 안건으로 설정함
- 공공부문 전문가들은 한국도로공사, 민간자본고속도로 주식회사, 서울시 등을 포함하고 있으며, 민간부문 전문가들은 (주)SK T-map, (주)팅크웨어 등 주로 교통서비스를 제공하는 업체와 전문기상업체도 포함함



전문가 자문회의

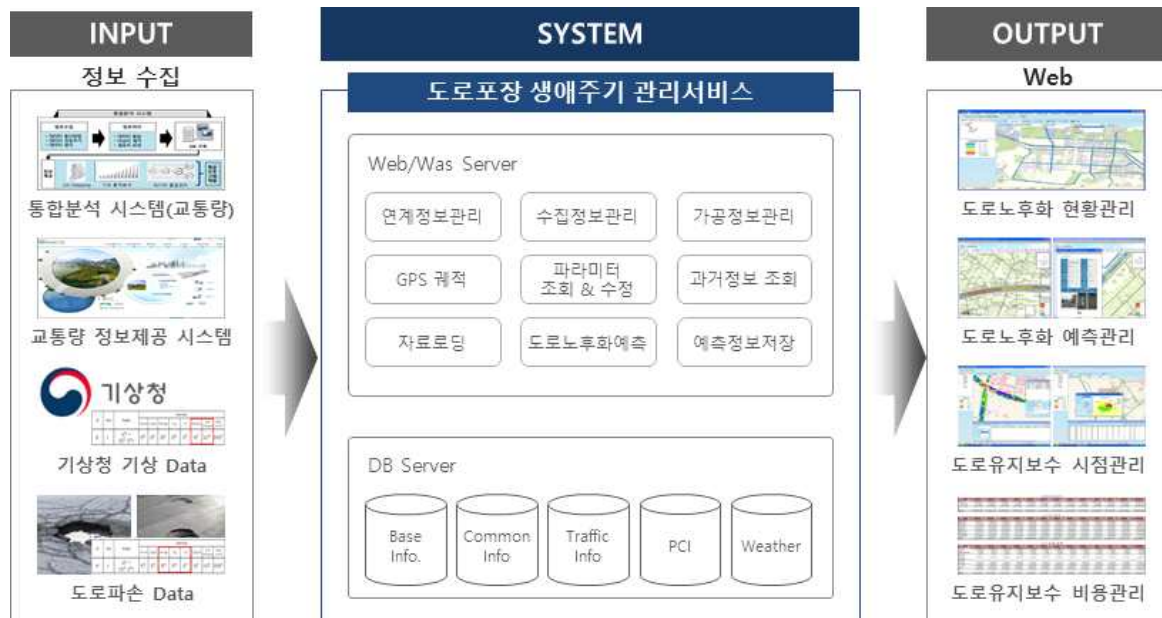
공유시스템 활용 활성화에 대한 공공과 민간부문의 의견 및 대응 방안

공공부문 의견	대응 방안
·고속국도 및 일반국도와 같은 주요 간선망의 경우, 도로속성 데이터(정적)의 체계적 관리·운영 및 도로안전관리가 비교적 잘 수행되고 있으나, 지방부 도로, 국지도로, 지자체 주요간선도로망은 상대적으로 열악한 조건임	·실시간성을 가지는 도로위험 정보를 바탕으로 효율적인(비용 대비 효과가 높음) 시스템 구성을 지원함
·기존의 정보시스템을 운영하고 있는 공공기관(중앙정부, 지자체, 민자고속도로 등)과의 원활한 정보 공유가 이루어 질 수 있도록 하는 것이 중요함	·기존 데이터베이스 및 서비스와의 원활한 연계(정보제공 방식, 정보제공 수준)방안 제시 및 부가적 비용 발생 최소화 유도 ·기존 정보 활용의 경우, 위험 정보의 신속성(Immediacy) 및 반복성(Redundancy) 확보 지원
민간부문 의견	대응 방안
·각자 보유하고 있는 자원(Resource, Database, Service 범위)등을 고려하여 도로위험정보 활용을 극대화 할 수 있는 것이 필요함	·Level of Details 기능을 적극 활용할 수 있도록 홍보 강화 ·보유 정보에 대한 신뢰성 검증 자료로 활용 ·도로위험 지표의 단순화 (예: 상, 중, 하) ·공공포털에 연계하여 활용토록 권장
·공공기관에서 보유하고 있지 않은 도로속성데이터, 즉 데이터가 없는 구간은 민간정보서비스 업체와의 협의를 통해 서비스 제공 방안을 구성하도록 함	·Missing 구간에 대한 상호 협력 방안 도출 ·민간에서 요구하는 공공정보 고도화 방안 협의

○ 제공 서비스 시스템 개발

- 공공기관 제공서비스 : 도로포장 생애주기 관리 시스템 개발

- 교통상황정보, 기상정보, 도로파손 정보를 활용한 도로포장 생애주기 관리
- 서비스 구성



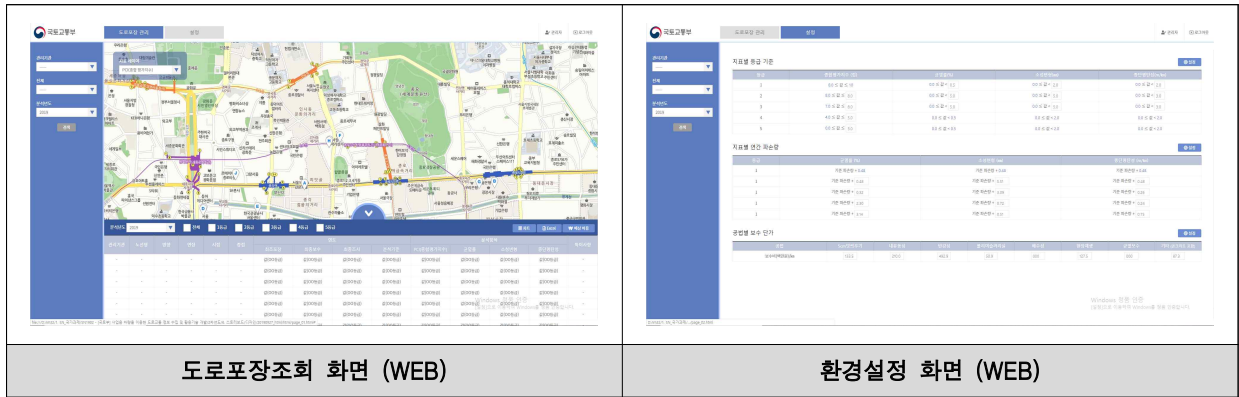
<공공기관 제공서비스 구성도>

- 서비스 요구사항

서비스 요구사항 및 내용

요구사항명 (Req. ID)	상세 내용
도로 정보 조회	- 도로 관리기관별 노선의 각 구간정보를 조회
속성 정보 조회	- 개요정보, 연도정보, 포장파손기준, 지수등급
지도보기	- 노선별 구간정보 map 매칭
도로포장상태 표출	- map 구간 선택 기능 및 범례(1~5등급) 색상 표출
지표 레이어	- 포장상태지수, 균열률, 소성변형, 종단평탄성 구분
속성정보 옵션	- 차트보기, 엑셀 내려받기, 예상비용산출

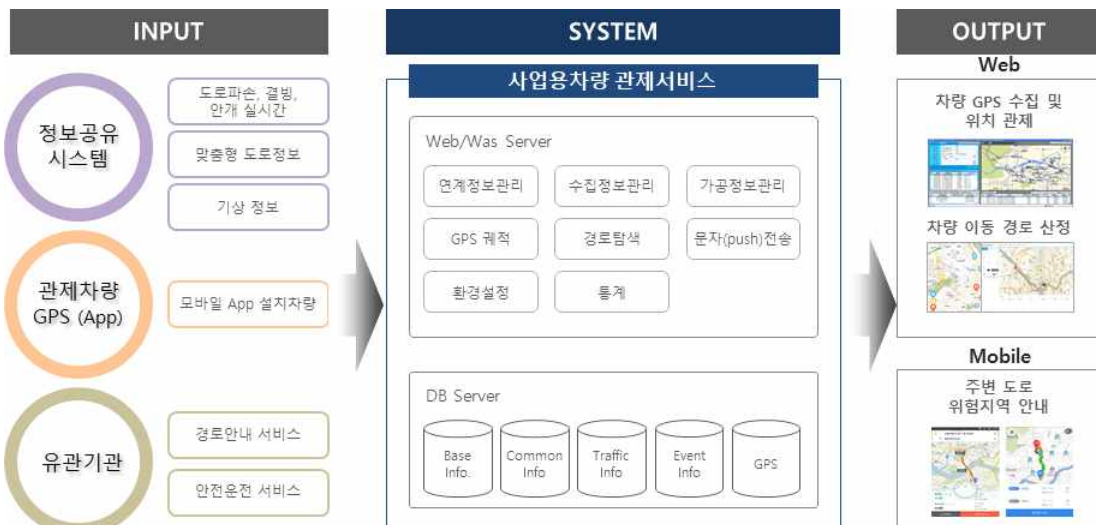
• 시스템 주요 화면



시스템 주요 화면

– 민간기관 제공서비스 : 사업용 차량 운영·관제 시스템 개발

- 스마트폰 GPS 데이터 수집, 교통상황정보, 도로 위험 정보를 활용한 사업용 차량 관제
- 서비스 구성



민간기관 제공서비스 구성도

• 서비스 요구사항

서비스 요구사항

요구사항명 (Req. ID)	상세 내용
지도관리	• 지도 제어 및 경보/이벤트 선택
차량정보 등록/수정/삭제	• 이름, 차량번호, 전화번호, 차량타입, 적재중량, 운행시간
차량경로설정	• 출발지, 경유지, 도착지, 출발시간, 경로옵션 (교통최적, 무료우선, 최소시간)
모바일	• 지도 제어 및 운행계획 조회

- 서비스 기능 정의 : 서비스 요구사항을 바탕으로 설계

서비스 기능

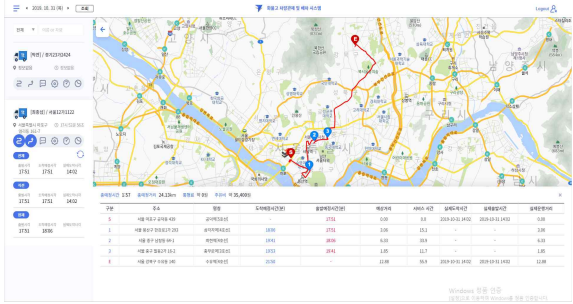
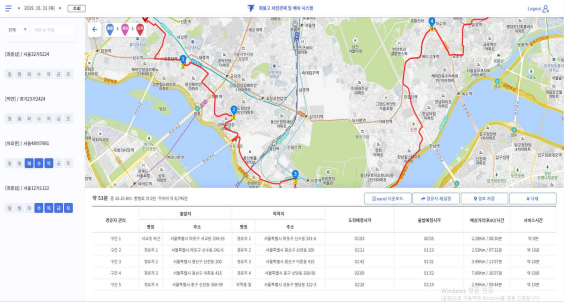
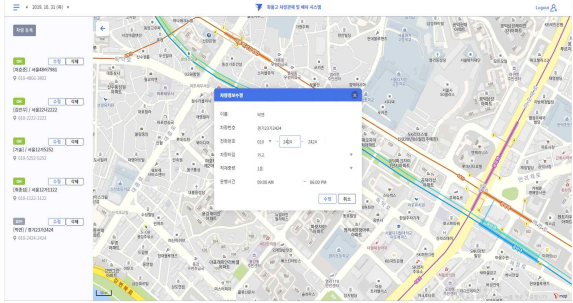
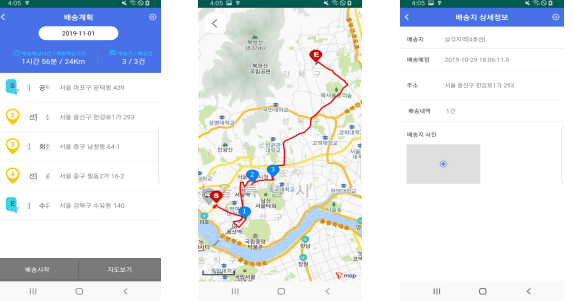
구분		기능 설명
웹	지도 기본기능	• 확대, 이동, 축소 등 지도 제어
	경보/이벤트 선택	• 지도상에 표출할 경보/ 이벤트 선택 - 포트홀, 안개, 이동계적(on/off) 등
	위치조회	• 등록된 차량의 현재 위치 조회 - 최종 위치 전송 주소(동까지), 마지막 GPS 수신일시
	궤적조회	• 등록된 차량의 궤적 조회 - on/off 아이콘
	경로보기	• 미리 설정된 경로 표출 - 도착/출발 예정시간, 예상거리, 서비스/운전 시간 등 - 경유지 추가 : 최대 30개 - 실시간 도로위험정보 반영
모바일	지도 기본기능	• 확대, 이동, 축소 등 지도 제어
	운행계획	• 주행예상시간 및 거리 - 경유지 정보

- DB 설계

tb_member_vehicle_info SEQ INT(10); APP_KEY VARCHAR(100); VEHICLE_NUMBER VARCHAR(100); PHONE_NUMBER VARCHAR(20); DRIVER_NAME VARCHAR(50); GROUPS VARCHAR(50); ADDRESS VARCHAR(255); LATITUDE DECIMAL(20,10); LONGITUDE DECIMAL(20,10); UPDATE_DATE DATETIME WORK_FLAG CHAR(1)	tb_member_vehicle_route_info SEQ INT(10); PLAN_SEQ INT(10); ORDER_SEQ INT(10); NAME VARCHAR(100); ADDRESS VARCHAR(255); LATITUDE DECIMAL(20,10); LONGITUDE DECIMAL(20,10); INSERT_DATE DATETIME	tb_member_info SEQ INT(10); APP_KEY VARCHAR(100); ID VARCHAR(100); PW BLOB NAME VARCHAR(255); MEMBER_LEVEL INT(11); ADDRESS VARCHAR(255); LATITUDE DECIMAL(20,10); LONGITUDE DECIMAL(20,10); UPDATE_DATE DATETIME	tb_member_vehicle_plan SEQ INT(10); APP_KEY VARCHAR(100); VEHICLE_SEQ INT(10); SUNDAY_YN CHAR(1); SUNDAY_STARTTIME VARCHAR(4); MONDAY_YN CHAR(1); MONDAY_STARTTIME VARCHAR(4); TUESDAY_YN CHAR(1); TUESDAY_STARTTIME VARCHAR(4); WEDNESDAY_YN CHAR(1); WEDNESDAY_STARTTIME VARCHAR(4); THURSDAY_YN CHAR(1); THURSDAY_STARTTIME VARCHAR(4); FRIDAY_YN CHAR(1); FRIDAY_STARTTIME VARCHAR(4); SATURDAY_YN CHAR(1); SATURDAY_STARTTIME VARCHAR(4); UPDATE_DATE DATETIME AUTO_UPDATE_YN CHAR(1); DEPARTURE_TIME VARCHAR(20); ARRIVAL_TIME VARCHAR(20); SEARCH_OPTION CHAR(2); PLAN_NAME VARCHAR(100); VEHICLE_TYPE CHAR(1)
tb_member_vehicle_route_list SEQ INT(10); ROUTE_SEQ INT(10); ORDER_SEQ INT(11); SCHEDULE_ARRIVE_TIME VARCHAR(20); SCHEDULE_START_TIME VARCHAR(20); COMPLETE_TIME VARCHAR(20); DISTANCE INT(10); SCHEDULE_SERVICE_TIME INT(10); SCHEDULE_WAIT_TIME INT(10); SCHEDULE_DRIVE_TIME INT(10); ARRIVE_TIME VARCHAR(20); START_TIME VARCHAR(20); SERVICE_TIME INT(10); DRIVE_TIME INT(10); WAIT_TIME INT(10); INSERT_DATE DATETIME UPDATE_DATE DATETIME	tb_member_vehicle_route SEQ INT(10); PLAN_SEQ INT(10); TOTAL_DISTANCE INT(10); TOTAL_TIME INT(10); TOTAL_FARE INT(10); TAXI_FARE INT(10); RAW_DATA LONGTEXT UPDATE_DATE DATETIME	tb_vehicle_gps_info seq BIGINT(20); APP_KEY VARCHAR(100); PHONE_NUMBER VARCHAR(20); DRIVER_NAME VARCHAR(100); ADDRESS VARCHAR(255); LATITUDE DECIMAL(20,10); LONGITUDE DECIMAL(20,10); GATHER_TIME VARCHAR(20); ANGLE INT(10); SPEED INT(10); SATELLITE_COUNT INT(10); SENSOR CHAR(1); RAW_DATA VARCHAR(100); UPDATE_DATE DATETIME	

민간기관 제공서비스_DB 설계>

• 시스템 주요 화면

	
위치조회 화면 (WEB)	경로조회 화면 (WEB)
	
차량관리 화면 (WEB)	업무배정/경로조회/상세정보 화면 (APP)

시스템 주요 화면

(4) 자체 통합평가를 통한 연구성과 검증

(가) 개요

○ 목적

- 2세부 연구성과(통합분석 시스템, 정보공유 시스템, 제공 서비스) 개발 결과에 대한 자체 통합평가 및 검증

○ 평가 대상 및 목표

- 평가 대상 : 수집→통합분석 시스템 이벤트 데이터 생성 → 정보공유 시스템 도로위험정보 생성 및 공유통합 평가
- 평가 목표 : 데이터 수집 오류율 1%이내, 알고리즘 정합성 95% 이내

○ 평가 방법

- 실험차량에 도로위험정보를 입력할 수 있는 기능을 별도로 추가한 통신형 DTG 장착
- 가상의 도로위험지점 및 구간을 설정하여 5대의 시험차량이 일정한 주행 간격으로 출발한 뒤 설정한 지점을 지날 때 이벤트 발생을 현장조사원이 입력 단말기에 해당 버튼을 눌러 이벤트 정보를 입력하는 방식으로 평가 수행
 - 입력 단말기의 해당 이벤트 버튼을 누르면 LCD 화면에 데이터 값이 “1” 로 출력되고, 이후 자동으로 “0” 값으로 전환되도록 설정
 - 구간형 데이터인 안개와 결빙 시나리오에서는 최초 “1”로 출력이 되고 다음에 입력시까지 계속해서 “1” 값이 유지되는 것으로 설정

DTG 기술 사양

Frequency	GPS L1, 1575.42 Mhz, CLONASS L1, 1598.0625~1609.3125Mhz	
C/A code	1.023 MHz chip rate	
Acquisition Engine	99 Channel	
Tracking Engine	33 Channel	
Position	2.5m CEP / 2.0m SBAS	
Velocity	0.1m/s	
Time	1PPS	

- DTG 데이터 수집 형태

- Data collection time, GPS, Speed 등 총 8가지

DTG 데이터 형식 예시(3월 16일 조사 데이터)

Vehicle number	Data collected time	GPS(Y)	GPS(X)	Azimuth	Volume	Speed	Event
D001002	20200316104649	128.1839	37.68478	226	0	036	0
7 digits	14 digits	10 digits	10 digits	3 digits	3 digits	3 digits	1 digits
D001002	20200316104649	128.1839	37.68479	226	0	36	0
D001002	20200316104650	128.1838	37.68475	230	0	35	0
D001002	20200316104651	128.1837	37.6847	226	0	34	1
D001002	20200316104652	128.1837	37.68465	226	0	34	0
D001002	20200316104653	128.1836	37.6846	224	0	34	0
D001002	20200316104654	128.1835	37.68454	230	0	35	0
D001002	20200316104655	128.1834	37.68449	228	0	35	0
D001002	20200316104656	128.1833	37.68443	224	0	35	0
D001002	20200316104657	128.1832	37.6843	196	0	35	0
D001002	20200316104658	128.1832	37.6843	196	0	35	0

○ 평가 결과 활용

- DTG 데이터와 통합분석시스템과의 자동 연계 여부 확인
- 통합분석시스템, 정보공유시스템, 사업용 차량 운영/관제 서비스 및 도로포장 생애주기 관리서비스시스템 연계 및 데이터 정합성 검증

(나) 시나리오 설정 및 검증 내용

○ 도로 파손 시나리오

- GPS 오차가 최대 20m까지 발생하는 것을 고려하여 하나의 도로파손 지점이 두 개의 도로파손으로 인식되는 것을 방지하기 위해 하나의 지점으로 통합하는 통합 시나리오와, 두 정보의 거리가 20m 이상 떨어졌을 경우 다른 지점으로 구분하는 분리 시나리오로 구성되며, 알고리즘 검증에 따른 데이터 수집 오류율, 이상치/결측치 보정 정합성, 이벤트 지점 분리 정합성, 이벤트 지점 통합 정합성, 이벤트 유무 정보생성 정합성, 맵매칭 정합성을 검증
 - 도로파손 분리(S1): 수집 정보 간 거리 20m 초과
 - 도로파손 통합(S2): 수집 정보 간 거리 20m 이하(도로파손 20m 이내 정보 2건 통합)

○ 확률 시나리오

- 도로파손 정보 검지 확률에 따라 동일 구간을 주행하는 차량이더라도 차량별 도로파손 유무 정보가 다를 것으로 예상되기 때문에 확률별 도로파손 유무를 판단하는 알고리즘을 검증하며, 이에 따른 데이터 수집 오류율, 이상치/결측치 보정 정합성, 이벤트 확률 갱신 정합성, 이벤트 유무 정보생성 정합성을 검증
 - 도로파손 확률(S3): 도로파손 생성 → 소멸
 - 도로파손 확률(S4): 도로파손 소멸 → 생성

○ 결빙/안개 시나리오

- 시간대에 따라 이동하고 크기가 변화하는 등 결빙/안개의 특성을 반영하여 실험구간은 상이하지만 동일한 시나리오로 구성하여 데이터 수집 오류, 이상치/결측치 보정 정합성,

시작/끝 지점 생성 적합성, 구간 생성/소멸/분리/결합/OFF 적합성 및 맵매칭 적합성을 검증

- 결빙/안개(S5/11): 결빙/안개 생성
- 결빙/안개(S6/12): 결빙/안개 확장
- 결빙/안개(S7/13): 결빙/안개 분리
- 결빙/안개(S8/14): 결빙/안개 통합
- 결빙/안개(S9/15): 결빙/안개 축소
- 결빙/안개(S10/16): 결빙/안개 소멸

○ 속도변화 시나리오(S17)

- 별도로 설정하지 않고, 도로파손 및 확률, 결빙/안개 시나리오 도로 주행특성을 고려하여 데이터 수집 오류율, 이상치/결측치 보정 적합성, 링크/맵매칭 적합성, 대푯값 설정 적합성 및 처리시간을 검증

(다) 대상지 및 이벤트 지점 선정

○ 대상지 및 구간 선정

- 고려사항
 - 국가표준노드링크체계 기반 맵매칭을 위한 일반국도 대상
 - 가상 시나리오 상황에 부합하는 여건 : 겨울철 상습결빙구간, 금강변 상습 안개구간
 - 안전성 확보(회차 가능 여부, 도로·교통 조건)
 - 왕복 주행시간

강원도내 겨울철 상습결빙구간 현황

도로 관리청	도로 분류	시도	시군구	도로(노선)명	두절 시작 지점 ~ 끝지점(관리구간 명, 고개명 등)	총길이(km)
				13개 도로(노선)	13개 도로(노선)	299.86km
강원도 도로관리사업소 원주분소	국도(위임국도)	강원도	횡성군	국도19호선	횡성군 청일면 속설리 산20-12	1.20
강원도 도로관리사업소 원주분소	국도(위임국도)	강원도	홍천군	국도19호선	홍천군 서석면 청향리 산120-4~홍천군 서석면 청향리 1190-89	1.50
강원도 도로관리사업소 원주분소	국도(위임국도)	강원도	횡성군	국도19호선	횡성군 횡성읍 옥동리 373-5 ~ 횡성군 갑천면 구방리854-7	3.20
강원도 도로관리사업소 원주분소	국도(위임국도)	강원도	춘천시	국도56호선	춘천시 동면 감정리 산 44-1~춘천시 동면 감정리 14-2	1.00
강원도 도로관리사업소 원주분소	국도(위임국도)	강원도	춘천시	국도56호선	춘천시 동면 감정리 산 149-42~춘천시 동면 감정리 산 149-10	1.50
강원도 도로관리사업소 원주분소	국도(위임국도)	강원도	춘천시	국도56호선	춘천시 동면 감정리 산 72-5~춘천시 동면 감정리 산 149-57	1.40
강원도 도로관리사업소 원주분소	국도(위임국도)	강원도	춘천시	국도56호선	춘천시 동면 평촌리 산 46-3	1.50
강원도 도로관리사업소 원주분소	국도(위임국도)	강원도	춘천시	국도56호선	춘천시 동면 평촌리 산 46-6~춘천시 동면 평촌리 산 65-9	1.30
강원도 도로관리사업소 원주분소	국도(위임국도)	강원도	춘천시	국도56호선	춘천시 동면 평촌리 산 87-2~춘천시 동면 상갈리 산 68-5	1.60
강원도 도로관리사업소 원주분소	국도(위임국도)	강원도	춘천시	국도56호선	춘천시 동면 상갈리 147-4~춘천시 동면 상갈리 산 53-3	1.70
강원도 도로관리사업소 원주분소	국도(위임국도)	강원도	홍천군	국도56호선	홍천군 내면 용전리 산 201-9 ~ 홍천군 서석면 생곡리 산 41-79	1.50
강원도 도로관리사업소 북부지소	국도(위임국도)	강원도	화천군	국도56호선	화천군 상서면 다목리 476-1 ~ 철원군 근남면 옥단리산88-14	2.00
강원도 도로관리사업소 북부지소	국도(위임국도)	강원도	춘천시	국지70호선	강원 춘천시 서면 서상리 산2-2~ 춘천시 서면 오홀리 산12-43	1.90

복지·여성

청소년

노인복지

보건

문화체육

산림·휴양

주택·토지

농·축산정보

환경정보

재난안전

재난정책

재난유형

안전문화운동

민생사업관리

사고예방대치요령

국민재난안전포털

안전신고

상습결빙구간 정보

전자민원

소통과 참여

강원도 소개

강원도 뉴스

도정마당

행정정보

분야별정보

강원도내 겨울철 상습결빙구간 현황

강원도내 겨울철 상습결빙구간 현황 다운로드

도로 관리청	시군	도로(노선)명	두절 시작 지점 ~ 끝지점(관리구간 명, 고개명 등)	위약유형	총길이(km)
강원도 도로관리사업소 원주분소	횡성군	국도19호선	횡성군 청일면 속설리 산20-12	고갯길	1.20
강원도 도로관리사업소 원주분소	홍천군	국도19호선	홍천군 서석면 청향리 산120-4 ~ 홍천군 서석면 청향리 1190-89	고갯길	1.50
강원도 도로관리사업소 원주분소	횡성군	국도19호선	횡성군 횡성읍 옥동리 373-5 ~ 횡성군 갑천면 구방리854-7	고갯길	3.20
강원도 도로관리사업소 원주분소	춘천시	국도56호선	춘천시 동면 감정리 산 44-1 ~ 춘천시 동면 감정리 14-2	고갯길	1.00
강원도 도로관리사업소 원주분소	춘천시	국도56호선	춘천시 동면 감정리 산 149-42 ~ 춘천시 동면 감정리 산 149-10	고갯길	1.50
강원도 도로관리사업소 원주분소	춘천시	국도56호선	춘천시 동면 감정리 산 72-5 ~ 춘천시 동면 감정리 산 149-57	고갯길	1.40
강원도 도로관리사업소 원주분소	춘천시	국도56호선	춘천시 동면 평촌리 산 46-3	고갯길	1.50
강원도 도로관리사업소 원주분소	춘천시	국도56호선	춘천시 동면 평촌리 산 46-6 ~ 춘천시 동면 평촌리 산 65-9	고갯길	1.30

강원도청 홈페이지의 겨울철 상습결빙구간 현황 정보

자료 : https://www.provin.gangwon.kr/gw/portal/sub07_09_07

○ 평가 목표 달성

- 데이터 수집 오류율 : 1% 이내 달성
- 알고리즘 정합성 : 95% 이내 달성

자체 통합평가 시나리오 분석 결과표 - 시나리오별 검지율

시나리오			내용	조사 데이터 (개)	분석 결과(개,%)					종합 시나 리오 정확 도	종합 알고 리즘 정확 도	목표 정확도
					정상 데이터1)	시나리오 평가		알고리즘 평가				
						오류 포함 데이터2)	시나리 오 정확도3)	오류 포함 데이터4)	알고리 즘 정확도5)			
도로 파손	통합· 분리	S1	분리	2,295	1,776	1,791	99.2	1,776	100.0	99.8	99.9	95.0
		S2	통합	459	438	439	99.8	439	99.8			
	확률	S3	생성 ⇒ 소멸	365	365	365	100	365	100.0			
		S4	소멸 ⇒ 생성	229	229	229	100	229	100.0			
결빙		S5	생성	315	205	206	99.5	205	100.0	98.9	100.0	95.0
		S6	확장	315	197	199	99.0	197	100.0			
		S7	분리	315	196	198	99.0	196	100.0			
		S8	통합	315	208	208	100.0	208	100.0			
		S9	축소	315	209	212	98.6	209	100.0			
		S10	소멸	315	308	315	97.8	308	100.0			
		S5~ S10	전체 (생성~소멸)	1,804	1,323	1,338	99.6	1,323	100.0			
안개		S11	생성	360	247	261	94.6	251	98.4	95.1	99.8	95.0
		S12	확장	360	250	261	95.8	251	99.6			
		S13	분리	360	240	252	95.2	240	100.0			
		S14	통합	360	236	242	97.5	236	100.0			
		S15	축소	360	252	267	94.4	253	99.6			
		S16	소멸	360	337	360	93.6	337	100.0			
		S11~S 16	전체 (생성~소멸)	3,604	2,548	2,621	95.1	2,554	99.8			
속도변화		S17	속도변화	144	144	144	100.0	144	100.0	100.0	100.0	95.0

주: 1) 정상 데이터의 개수

- 2) 정상 데이터 수에 조사오류와 알고리즘 오류를 더한 데이터의 수
- 3) 시나리오 정확도 = (정상데이터 수 / 오류 데이터(조사+알고리즘) 수) * 100
- 4) 정상 데이터 수에 알고리즘 오류를 더한 데이터의 수
- 5) 알고리즘 정확도 = (정상데이터 수 / 오류 데이터(알고리즘) 수) * 100

(바) 연구성과 검증을 위한 자문단 운영

○ 배경 및 구성

- 연구결과의 성능목표 달성여부에 대한 객관적인 검증
- 도로교통정보 활용 및 서비스 관련 공공/민간/학술 분야 전문가 구성
 - 잠재적인 시스템 운영자(도로관리청), 정보 활용자(교통정보 업체 등) 포함

○ 수시 회의 진행

- (학술) 자체 통합평가 현장 방문 및 자문
- (공공) 시스템 활용성 검토 및 도로관리청 수요 자문
- (민간) 데이터 활용방안 및 민간 수요 자문

○ 자문단 운영 경과

- 1차(3월 첫째주) : 시나리오 검토 회의
- 2차(8월 13일) : 평가결과 분석 및 개선방향 검토



2차 자문단 회의(8월 13일)

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

(1) 성능목표 달성결과

(가) 노면파손 정보 수집기술

(1) 노면파손 정보 수집기술의 성능 검증을 위한 공인인증

○ 노면파손 이미지 1882장과 2125장의 노면 비파손 이미지를 활용하여 mIoU (mean Intersection over Union)을 측정한 결과, 노면파손 이미지에 대해 0.718, 노면 비파손 이미지에 대해 0.963의 mIoU 성능을 보였음.

○ 노면파손 이미지 1882장에 대해 검지율을 측정한 결과 95.84%의 시험결과를 받았으며, 이는 목표치인 95%를 달성한 수치임. 여기서, 검지율은 전체 노면파손 이미지(1882장) 중에서 IoU가 0.5 이상인 이미지의 수를 백분율로 표시한 수치임. 테스트에 사용한 노면파손 이미지 중에서 95%이상의 이미지를 구분한 것으로 검증을 받음.

※ 검지율 = (노면 파손 테스트용 이미지 중에서 학습 모델로 예측한 IoU가 0.5이상인 이미지의 수) / (전체 테스트 이미지의 수)

○ 노면 비파손 이미지 2125장에 대해 오검지율을 측정하여 7.34%의 시험결과를 받았으며, 오검지율 목표치인 10%이하를 달성함. 오검지율은 전체 노면 비파손 이미지 중에서 mIoU가 0.5 미만인 이미지의 수를 의미하는 지표로써, 노면 비파손 이미지를 노면 파손으로 잘못 검지한 이미지의 수를 백분율로 나타낸 수치임.

※ 오검지율 = 1 - {(노면 비파손 테스트용 이미지 중에서 학습 모델로 예측한 IoU가 0.5이상인 이미지의 수) / (전체 테스트 이미지의 수)}

시험 성적서		
한국정보통신기술협회 주 소: 경기도 성남시 분당구 분당로 47 전화: 031-780-9142 Fax: 031-724-0161		
주 소: 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283 전화: 031-780-9142 Fax: 031-724-0161		
1. 의 회 자 - 기관명 : 한국건설기술연구원 - 주 소 : 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283 2. 시 료 : 도로 주행의 차량 카메라 영상 3. 시험기간 : 2021. 3. 22. 4. 시험장소 : 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283 한국건설기술연구원 5. 시험방법 : 시험 성적서 시험방법 참조 6. 시험결과 : 시험결과 참조 이 성적서의 시험결과는 회원자에 의해 제공된 시료에 한하여 유효한 사용을 합니다.		
확 인 성 명 : 박준호	작성자 성 명 : 박준호	승인자 성 명 : 김지영
한국정보통신기술협회 회장		

5. 시험 결과 요약

의뢰사에서 TTA에 시험 의뢰한 과제 결과물에 대한 기능 및 성능 확인시험 결과로, 의뢰사에서 제시한 시험 방법과 절차에 따라 시험한 결과는 [표 5.1]과 같다.

[표 5.1] 시험 결과 요약

ID	시험 항목	목표치	시험 결과
TC1	도로노면 파손 탐지 정확 검지율	검지율 95% 이상	95.84 %
TC2	도로노면 파손 분할	mIoU 0.7 이상	파손 mIoU: 0.718 비파손 mIoU: 0.963
TC3	도로노면 파손 탐지 정확 오검지율	오검지율 10% 이하	7.34 %

(2) 노면파손 수집정보 수집 및 전송 장치 개발 (케이웍스)

○ 목표 : 노면 상태 정보 수집 및 실시간 전송 시제품 개발

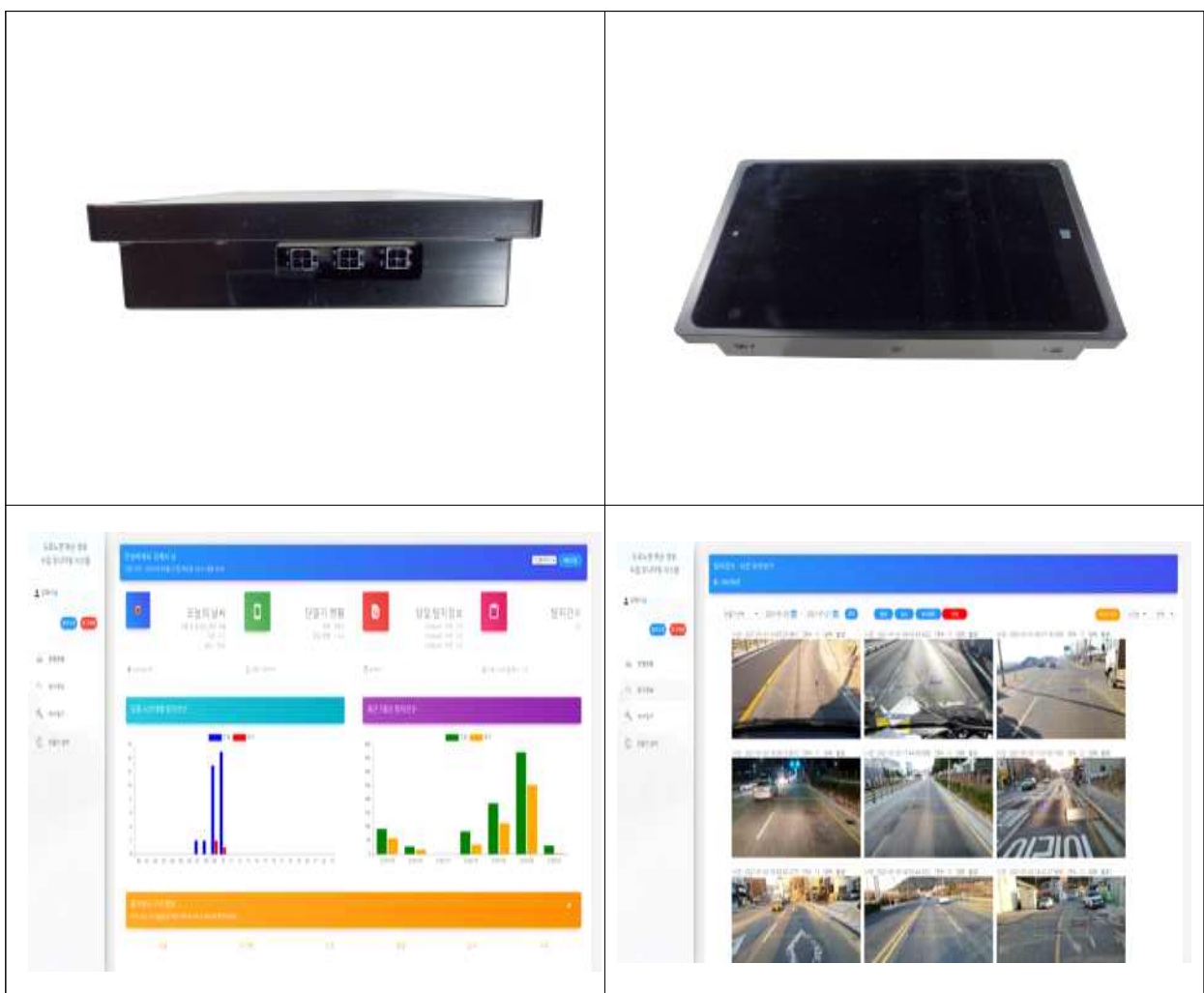
○ 수행 내용

- 정보수집 및 전송을 위한 프로세스 사양 결정
- FHD 급 이상의 상태 정보 수집 광학부 설계
- 10m 이내의 위치오차 범위 내 위치 신호 모듈 개발

○ 평가

- 시제작 제작 완료에 따라 3차년도 테스트베드 적용 가능
- 시스템 구축은 운영 가능한 수준의 관제 모니터링 설계완료

○ 연구성과: 노면 파손 정보 시제품 및 관제시스템



○ 기대효과

- 실시간 도로위험정보 제공을 통한 악천후 교통사고 감소 및 국가도로망 교통정보 수집장치 설치비용 감소
- 기존의 지점 검지방식의 고비용 수집기술에서 벗어나 공간적으로 단절 없는 도로위험 및 교통량 정보 수집기술 확보 가능
- 개발기술을 기존 국토부 도로관리시스템(HMS)과 연계할 경우 제설, 포트홀 복구 등의 업무추진 효율성 제고 기대

(나) 안개/결빙정보 수집기술

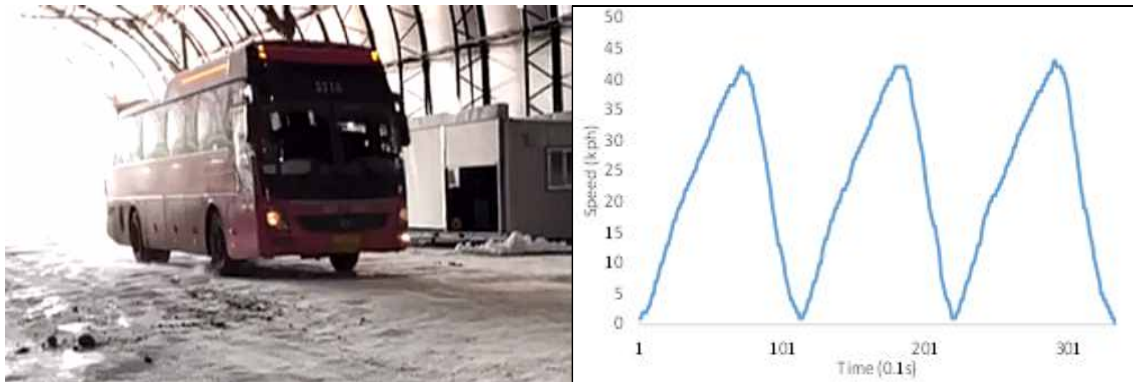
(가) 성능목표 평가방법론

○ 성능평가 기준

평가항목		평가방법	목표성능
결빙	검지율	- 평가요소 : 영상센서를 활용한 적설영상 검지여부 또는 차량센서(주행)를 활용한 결빙구간 검지 여부 - 평가조건 : 영상센서 ROI(관심영역) 내 적설 발생영상 확보 또는 결빙구간 차량주행시 감·가속 재현 - 기준값 : 육안인식 적설영상 - 평가장소 : 악천후재현시설(연천) - 표본수 : 시나리오별 테스트 셋 200개 이상 - 평가척도 : 100(%) - 퍼센트 오차(PE) $DR(\%) = \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{n} \times 100$ 여기서, DR = Detection Rate, T_i = i 번째 테스트 셋에 대한 검지 성공 횟수(0 또는 1), n = 테스트 셋(영상 또는 주행) 수	80%
	오검지율	- 평가척도 : 100(%) - 퍼센트 오차(PE) - 기타사항 : 검지율 평가와 동일 조건 $FAR(\%) = \frac{(S - T)}{S} \times 100$ 여기서, FAR = False Alarm Rate, S = 전체 검지건수, T : 참(True) 검지건수	10%
안개	검지율	- 평가요소 : 영상센서를 활용한 안개영상(시정 100m 이하) 검지여부 - 평가조건 : 영상센서 ROI(관심영역) 내 안개 발생영상 확보 - 기준값 : 육안인식 안개발생 영상 - 평가장소 : 악천후재현시설(연천) - 표본수 : 안개영상 테스트 셋 200개 이상 - 평가척도 : 100(%) - 퍼센트 오차(PE)	80%
	오검지율	- 평가척도 : 100(%) - 퍼센트 오차(PE) - 기타사항 : 검지율 평가와 동일 조건	10%

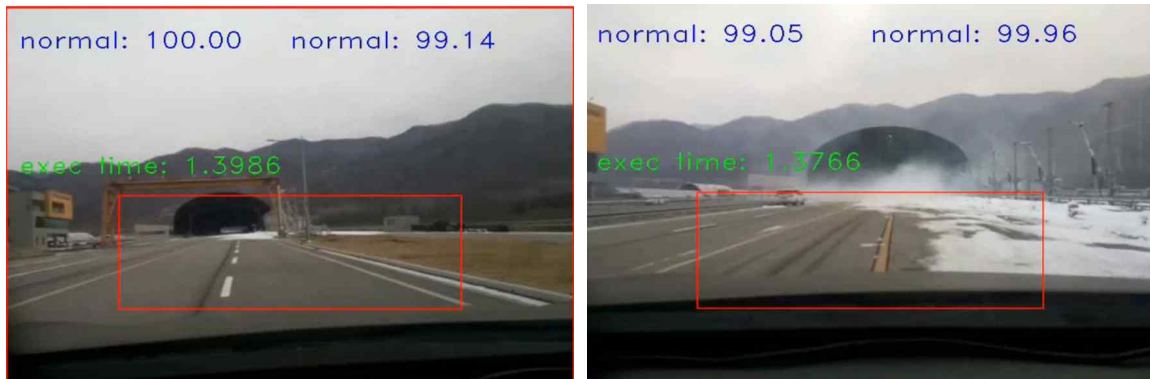
○ 성능평가 환경

- 결빙(미끄럼) 정보 수집기술 평가환경



<테스트 차량 및 운행속도 패턴>

- 결빙(적설)/안개 정보 수집기술 평가환경



<적설 평가환경(좌) 및 안개 평가환경(우)>

(나) 성능평가 결과

구분	검지율			오검지율			성능목표	
	테스트 횟수	검지성공 회수	검지율	전체 검지 건수	오검지 건수	오검지율	검지율	오검지율
결빙(미끄럼)	200	191	95.5%	191	0	0%	80%	10%
결빙(적설)	200	189	94.5%	102	8	7.8%	80%	10%
안개	200	198	99.0%	98	2	2%	80%	10%

※ 세부평가결과 : 부록 7~9 참조

(다) 교통량 정보 수집기술

- 본 연구에서는 교통류 추정 기술의 정확도 달성 목표를 80% 수준으로 정의하여 오차범위(표준 평균제곱근오차)가 20% 이내일 때 추정 기술을 신뢰할 수 있다고 판단함
- 교통 상황에 따라 목표 달성을 위한 적정 수준이 상이하게 나타나며, 차로별로 아래와 같이 제시함
- 1차로 도로
 - 1차로 교통류 추정에서는 LOS F 수준에서 신뢰성이 높음
 - LOS F 수준 점유율(MPR) 10% 이상에서 오차범위가 20% 이하로 나타남
 - LOS F 수준 점유율(MPR) 10~15% 범위에서 시간범위가 180초 이상일 때 오차범위가 20% 이하로 나타남

<표 1> 1차로 추정 정확도 80% 이상 조건

LOS \ MPR	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
LOS A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOS B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOS C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOS D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOS E	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOS F	-	≥240s, ≥100 m	≥180s, ≥100 m	≥120s, ≥100 m	≥120s, ≥100 m	≥120s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m

- 2차로 도로
 - 2차로 교통류 추정에서는 LOS D, E, F 수준에서 신뢰성이 높음
 - LOS D 수준 점유율(MPR) 35~40% 범위에서 시간범위가 180초 이상일 때 오차범위가 20% 이하로 나타남
 - LOS E 수준 점유율(MPR) 15% 이상에서 오차범위가 20% 이하로 나타남

<표 2> 2차로 추정 정확도 80% 이상 조건

LOS \ MPR	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
LOS A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOS B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOS C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOS D	-	-	-	-	-	-	≥180s, ≥100 mand ≤600 m	≥120s, ≥100 mand ≤500 m	-	5-
LOS E	-	-	≥120s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m
LOS F	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m

○ 3차로 도로

- 3차로 교통류 추정에서는 2차로와 마찬가지로 LOS D, E, F 수준에서 신뢰성이 높음
- LOS D 수준 점유율(MPR) 20~25% 범위에서 시간범위가 최소 120초 이상 확보되거나 점유율(MPR) 25% 이상에서 시간범위가 60초 이상일 때 오차범위가 20% 이하로 나타남
- LOS E 수준 점유율(MPR) 5~10% 범위에서 시간범위 180초 이상, 점유율(MPR) 15%에서 시간범위 120초 이상, 점유율(MPR) 20% 이상에서 시간범위 60초 이상일 때 오차범위가 20% 이하로 나타남
- LOS F 수준 점유율(MPR) 5% 이상에서 오차범위가 20% 이하로 나타남

<표 3> 3차로 추정 정확도 80% 이상 조건

LOS \ MPR	5%	10%	15%	20%	25%	30%	35%	40%	45%	50%
LOS A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOS B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOS C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LOS D	-	-	-	≥120s, ≥100 m	≥120s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m
LOS E	≥120s, ≥100 m	≥120s, ≥100 m	≥120s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m
LOS F	≥120s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m	≥60s, ≥100 m

(2) 관련 분야 기여도

- ADAS 차량을 활용함으로써 기존의 지점검지방식에서 벗어나 공간적 단절 없는 교통정보 수집 가능
- ADAS를 장착한 사업용 차량을 이용하여 이동식 교통정보 수집체계 구축 시, 교통정보 수집체계 미구축 구간에 기존 지점 검지방식 체계를 구축할 때보다 약 8,576억원(80.8%)의 비용절감 효과 발생 예상
- MPR 및 시공간 범위의 적정수준을 제시하여 현장 적용 시 추정기술의 정확도 개선과 시행 단계에서 비용절감 효과 기대
- 추가적인 시설이나 장비에 소요되는 비용 없이 ADAS 차량을 이용한 동적 교통정보 추정기술의 구현이 가능하며, 교통계획, 교통운영 및 교통서비스 평가에 사용되는 자료의 공간적 한계를 극복 가능
- 향후 ADAS를 장착한 사업용 차량이 증가함에 따라 기존의 인프라 중심 교통상황 분석에서 탈피하여 저비용 고효율의 교통정보 수집체계 구축이 가능
- ADAS 차량을 통해 추정된 일정 구간의 교통상황 정보를 교통관제센터(TMC) 등으로 전송하여 전국단위 교통상황을 분석하고 이를 통해 효율적인 상황 대처 가능
- 4차 산업혁명시대 정보통신기술의 발달로 ADAS 차량을 통해 추정된 교통상황 정보를 상류부 차량에 공유하는 V2V(Vehicle to Vehicle)통신이 가능하며, 차량간 안전경고 및 교통상황정보 제공 가능

(2) 정량적 연구개발성과

[과학적 성과]

□ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCI 여부 (SCI/비SCI)	게재일
1	Detection of Road-Surface Anomalies Using a Smartphone Camera and Accelerometer	Sensors	이태희, 전찬준, 류승기	2021 Vol.2	스위스	MDPI	SCIE	21.1.14.
2	Non-Temporal Lightweight Fire Detection Network for Intelligent Surveillance Systems	IEEE ACCESS	양훈준, 김태웅, 장혁, 이보원	2019 Vol.7	미국	IEEE	SCI	19.11.26
3	SDM: Squeeze and Excitation Deformable Mask-RCNN for Instance-Level Semantic Segmentation	International Workshop on Frontiers of Computer Vision 2019	양훈준, 이원근, 김경태, 김진겸, 김상홍, 이보원	2019 Vol.1	대한민국	한국컴퓨터비전학회	비SCI	19.2.20
4	Instantaneous Incident Detection System Based on Analysis of Acoustic Signal from Crash and Skid in Tunnel	The Open Transportation Journal	장진환	2018, Vol.12	아랍에미리트	Bentham Open	비SCI	18.12.21
5	개별차량 및 5분 집계 프로브 자료를 이용한 실시간 교통정보 제공	한국 ITS 학회 논문지	장진환	2019, Vol.18 No.1	대한민국	한국ITS학회	비SCI	19.2.28
6	음향신호 기반 터널 돌발상황 검지시스템	한국 ITS 학회 논문지	장진환	2019, Vol.18 No.5	대한민국	한국ITS학회	비SCI	19.10.30
7	Wheel Slip-based Road Surface Slipperiness Detection	The Open Transportation Journal	장진환	2020 Vol.14,	아랍에미리트	Bentham Open	비SCI	20.7.5
8	차량 블랙박스 자료를 활용한 택시-이륜차 사고에서의 이륜차 이용자 사고 심각도 분석	대한토목학회 논문집	김선중	2018, 38(6)	대한민국	대한토목학회	비SCI	18.12.1
9	순서형 프로브 모형을 적용한 고속도로 화물차 사고 심각도	대한토목학회 논문집	강찬모	2019, Vol.39 No.3	대한민국	대한토목학회	비SCI	19.6.1
10	영상기반 차량인식 기법을 이용한 교통류 추정에 관한 연구	한국ITS학회 논문지	김민정	2019, Vol18 No.6	대한민국	한국ITS학회	비SCI	19.12.31
11	Effect of Enhanced ADAS Camera Capability on Traffic State Estimation	Sensors	김회경	2021, 21(6)	스위스	MDPI	SCIE	21.3.12
12	프로브 수집 위치기반 도로위험정보의 복합처리 알고리즘	한국ITS학회 논문지	채찬들, 심현정, 이종훈	2018, Vol.17, No.6	대한민국	한국ITS학회	비SCI	18.12.30
13	Conceptual Framework of Road Management Data Collection and Exchange Platform	American Journal of Engineering Research	양충현	2018, Vol.7, No.9	USA	AJER	비SCI	18.07.04
14	Estimation Road Surface Temperature Variation Using Commercial Vehicle Ambient Sensor	IOP Conference Series: Materials Science and Engineering	양충현, 윤덕근, 김진국, 신성필	603	영국	IOP SCIENCE	비SCI	19.09.26
15	베이지안 마르코프 혼합 해저드 모델을 활용한 도로포장의 기대수명추정	한국도로학회 논문지	최승현, 도명식, 한대석, 심현정, 채찬들	2019, Vol21, No.6	대한민국	한국도로학회	비SCI	19.12.27
16	사업용 차량의 프로브 활용 가능성 평가를 위한 디지털운행기록계 위치정보 정확도 분석	한국ITS학회 논문지	심현정, 채찬들, 강민주, 이종훈	2019, Vol18 No.6	대한민국	한국ITS학회	비SCI	19.12.15
17	사업용차량 센서 자료를 이용한 도로안전정보 콘텐츠 개발 : 교통시물레이션 자료 분석을 중심으로	한국ITS학회 논문지	박수빈, 오철, 고지은, 양충현	2020, Vol19 No.2	대한민국	한국ITS학회	비SCI	20.04.07
18	동적·정적 자료 기반 도로위험도 산정 알고리즘 개발	한국ITS학회 논문지	양충현, 김진국	2020, Vol19 No.4	대한민국	한국ITS학회	비SCI	20.08.19
19	사업용 차량 기반 도로위험정보 제공의 상용화를 위한 통합 평가	한국ITS학회 논문지	유경수, 정경민, 채찬들	2021, Vol20 No2	대한민국	한국ITS학회	비SCI	21.04.30

□ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	한국ITS학회 2018년도 추계학술대회	강성모, 전찬준, 심승보, 윤여환, 류승기	2018.11.02	부산 경성대학교 건학기념관	대한민국
2	대한교통학회 제79회 학술발표회	김선중, 정연식	2018.09.14. 09:30~11:00	대전 KAIST 문지캠퍼스	대한민국
3	대한교통학회 제79회 학술발표회	강찬모, 정연식	2018.09.14. 09:30~11:00	대전 KAIST 문지캠퍼스	대한민국
4	International Conference on Human Systems Engineering and Design 2018	김선중, 정연식	2018.10.26. 10:30~12:30	Regional Institute De Formation, Reims	프랑스
5	Preliminary Study on Road Slipperiness Detection Using Real-Time Digital Tachograph Data	장진환	2019.04.4	제주한라대학교 한라컨벤션센터	대한민국
6	International Workshop on Frontiers of Computer Vision 2019	양훈준, 이원근, 김경태, 김진겸, 김상홍, 이보원	2019.2.20	강릉	대한민국
7	2019년도 한국ITS학회 춘계학술대회	강찬모, 정연식	2019.04.19. 10:30~12:00	제주한라대학교 한라컨벤션센터	대한민국
8	International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics Conference 2019	강찬모, 정연식	2019.07.27. 10:00~12:30	Washington Hilton, Washington D.C.	미국
9	International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics Conference 2019	김선중, 정연식	2019.07.26. 10:00~12:30	Washington Hilton, Washington D.C.	미국
10	2019년도 한국ITS학회 추계학술대회	강찬모, 정연식	2019.11.15. 09:30~10:50	강릉 세인트존스호텔	대한민국
11	Applied Human Factors and Ergonomics Conference 2019	김민정, 김희경	2019.07.28 10:00~12:30	Washington Hilton Washington D.C. Usa	미국
12	Eastern Asia Society for Transportation Studies 2019	김민정, 김희경	2019.09.11 09:00~13:00	Waters Edge No. 316, Ethul Kotte Road, Battaramulla, Sri Lanka	스리랑카
13	2019년도 한국ITS학회 춘계학술대회	김민정, 김희경	2019.04.19. 09:00~10:30	제주한라대학교 한라컨벤션센터	대한민국
14	대한교통학회 제81회 학술발표회	김민정, 김희경	2019.09.27 09:30~11:00	여수엑스포 컨벤션센터	대한민국
15	2019년도 한국ITS학회 추계학술대회	김민정, 김희경	2019.11.15 13:30~14:50	강릉 세인트존스호텔	대한민국
16	2019년도 한국ITS학회 춘계학술대회	이희원, 이지선	2019.04.19. 09:00~10:30	제주한라대학교 한라컨벤션센터	대한민국
17	International Conference on Transportation and Traffic Engineering 2019	이지선	2019.12.20. 16:45~17:00	Rydges Auckland	뉴질랜드
18	Multidisciplinary Civil Engineering-Architecture-Urban Planning Symposium	양충현, 윤덕근, 김진국, 신성필	2019.6.17. 12:45~14:00	프라하 호텔 Duo	체코
19	2019년 한국도로학회 학술대회	김진국, 양충현 윤덕근, 신성필	2019.9.19. 12:45~14:00	부산 벅스코	대한민국
20	대한교통학회 제 81회 학술발표회	최승현, 도명식 채찬들	2019.09.27. 09:30~11:00	여수엑스포 컨벤션센터	대한민국
21	ITS World Congress 2019	심현정, 채찬들 강민주	2019.10.25. 09:00~10:30	Suntec Convention	싱가포르
22	대한전자공학회 2020년도 하계학술대회	류태광, 양훈준, 이보원	2020.8.20	롯데호텔 제주(중문)	대한민국
23	대한전자공학회 2020년도 추계학술대회	류태광, 이보원	2020.11.27	김대중컨벤션센터	대한민국
24	2020 TRB Annual Meeting	정연식, 김종진	2020.01.13. 15:45~17:30	Walter E. Washington Convention Center, Washington D.C.	미국
25	International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics Conference 2020	김종진, 정연식	2020.07.20 10:00~12:30	Virtual Conference, USA	미국
26	2020년도 한국ITS학회 추계학술대회	강찬모, 김종진, 정연식	2020.11.20. 13:30~14:50	제주한라대학교 한라컨벤션센터	대한민국
27	대한교통학회 제82회 학술발표회	정대한, 김희경	2020.06.26 14:50~15:50	온라인	대한민국
28	2020 한국산학기술학회 춘계학술대회	정대한, 김희경	2020.07.25 15:30~16:30	제주국제컨벤션센터 (서귀포시)	대한민국
29	대한교통학회 제84회 학술발표회	정대한, 김희경	2021.02.26. 15:20~16:50	SETEC 컨벤션센터	대한민국
30	2020 대한토목학회 학술대회	김진국	2020.10.23. 11:00~12:00	제주 신화월드	대한민국

[기술적 성과]

□ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신제품, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록				기 여 율	활 용 여 부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호*	등록인	등록일	등록 번호	등록 번호*		
1	영상과 진동을 이용한 도로불량정보 제공 장치 및 서버	대한민국	건설기술연구원	18.11.12	10-2018-0138281	229-82-01135	건설기술연구원	19.9.24	10-2026685	305-81-36265	100%	○
2	커넥티드 차량을 이용한 도로 파손 정보 제공 장치 및 도로 파손 판정 모델 생성 서버	대한민국	건설기술연구원	18.11.12	10-2018-0138290	229-82-01135	건설기술연구원	19.9.24	10-2026686	305-81-36265	100%	○
3	차량센서 데이터를 이용한 노면 미끄럼정보 제공 시스템 및 그 방법	대한민국	건설기술연구원	18.10.29	10-2018-0130078	229-82-01135	건설기술연구원	20.6.25	10-1291270	229-82-01135	100%	○
4	도로면 파손정보 수집 및 전송시스템과 그 방법	대한민국	케이웍스	18.12.04	10-2018-0154586	305-81-36265	케이웍스	20.05.29	10-2119205	305-81-36265	100%	○
5	영상을 이용한 도로의 노면 표시 훼손 정보 제공 장치 및 방법	대한민국	건설기술연구원	19.9.27	10-2019-0119276	229-82-01135					100%	○
6	사업용 차량을 이용하여 도로 위험정보를 탐지하는 방법 및 장치	대한민국	케이웍스	19.12.11	10-2019-0164970	305-81-36265					100%	○
7	차량에서 수집된 영상 기반 안개 검출을 위한 관심 영역 추출 기법	대한민국	인하대학교	19.11.11	10-2019-0143448	121-82-10209					100%	○
8	거리 레이저 파형 및 차량번호인식 결과를 이용한 교통정보 수집장치	대한민국	인하대학교	20.01.08	10-2020-0002448	121-82-10209					80%	○
9	도로 상태 정보 수집 시스템 및 방법	대한민국	건설기술연구원	20.04.24	10-2020-0049952	229-82-01135	건설기술연구원	20.10.13	10-2167291	229-82-01135	100%	○
10	이기종 센싱값을 이용한 도로 상태 정보 수집 장치 및 방법	대한민국	건설기술연구원	20.04.24	10-2020-0049953	229-82-01135	건설기술연구원	20.10.13	10-2167292	229-82-01135	100%	○
11	저조도 환경에서 도로 동적 정보를 수집하는 장치 및 방법	대한민국	한국건설기술연구원	20.12.24	10-2020-0183211	229-82-01135					100%	○
12	속도 프로파일 분석에 의한 사고 영상 선별 방법	대한민국	에이아이매틱스	20.12.30	10-2020-0187559	123-81-89743					100%	○
13	속도 프로파일 분석에 의한 사고 영상 선별 방법	대한민국	에이아이매틱스	20.12.30	10-2020-0187526	123-81-89743					100%	○
14	사업용 차량 수집정보 분석 장치 및 방법	대한민국	교통연구원	18.12.07	10-2018-0157412	120-82-01804					100%	○
15	도로 포장 생애주기 관리 장치 및 방법	대한민국	교통연구원	18.12.07	10-2018-0157428	120-82-01804					100%	○
16	사업용 차량을 활용한 도로 유지관리 정보공유시스템 및 방법	대한민국	건설기술연구원	18.10.16	10-2018-0123338	229-82-01135					100%	○
17	가변형 노드링크 구축 장치 및 방법	대한민국	에스엘솔루션	18.11.21	10-2018-0144503	105-87-59336					100%	○
18	도로포장 생애주기 관리 시스템의 데이터 처리 프로세스 및 서비스 방법	대한민국	에스엘솔루션	18.11.26	10-2018-0147517	105-87-59336					100%	○

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록				기 여 율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호*	등록인	등록일	등록 번호	등록 번호*		
19	도로 위험정보 제공시스템	대한 민국	건설기술 연구원	19.06.13	10-2019-0 070020	229-82 -01135					100%	
20	도로위험지표 산출 방법 및 그 장치	대한 민국	건설기술 연구원	19.10.24	10-2019-0 132831	229-82 -01135					100%	
21	사업용 차량의 거동 정보 기반 도로위험 지표 산정 방법론	대한 민국	건설기술 연구원	19.10.31	10-2019-0 137191	229-82 -01135					100%	
22	도로위험지표 산출 방법 및 그 장치	대한 민국	건설기술 연구원	-	-	-	건설기술 연구원	20.02.21	10-20821 77	229-82 -01135	100%	
23	차량의 거동 정보 기반 도로위험지표 산출 방법 및 그 장치	대한 민국	건설기술 연구원	-	-	-	건설기술 연구원	20.03.26	10-20958 84	229-82 -01135	100%	
24	루프 검지기를 이용한 차로별 위험도 검출 방법 및 시스템	대한 민국	건설기술 연구원	20.05.12	10-2020-0 056306	229-82 -01135	건설기술 연구원	20.08.12	10-21457 63	229-82 -01135	100%	
25	도로 상의 위험 요소 정보를 이용한 전자 장치 및 전자 장치의 동작 방법	대한 민국	에스엘 솔루션	20.08.06	10-2020- 0098780	105-87 -59336					100%	○
26	노이징 기법을 이용한 차량 라우팅 방법 및 장치	대한 민국	에스엘 솔루션 외 1명	20.10.23	10-2020- 0137967	105-87 -59336					100%	○

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타
1	○			○						○
2	○			○						○
3	○			○						○
4	○			○						○
5	○			○						○
6	○			○						○
7	○			○						○
8	○			○						○
9	○			○						○
10	○			○						○
11	○			○						○
12	○			○						○
13	○			○						○
14	○			○						○
15				○						
16				○						
17	○	○								
18	○	○								
25	○	○								
26	○	○								

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
1	안개정보 수집 소프트웨어	18.11.28	인하대학교	18.12.11	C-2018-037191	인하대학교	100%
2	노면 결빙 정보 수집 소프트웨어	18.11.28	인하대학교	18.12.11	C-2018-037190	인하대학교	100%
3	선형레이저스캐닝크래팅선형레이저스캐닝 크래팅(KK 2D v2.4)	19.07.17	건설기술연구원	19.11.20	C-2019-034337	류승기/박근형/장진환	100%
4	3D글로벌 좌표변환(KK 3D v3.1)	19.10.29	건설기술연구원	19.11.20	C-2019-034338	류승기/박근형/장진환	100%
5	딥러닝을 이용한 안개 감지 SW	19.11.15	인하대학교	19.11.15	C-2019-036064	인하대학교	100%
6	딥러닝을 이용한 노면 결빙 감지 SW	19.11.15	인하대학교	19.11.15	C-2019-036063	인하대학교	100%
7	교통 밀도 및 교통량 정보 수집 SW	19.11.26	영남대학교	19.11.29	C-2019-036500	영남대학교	100%
8	레이저선형스캐닝크롭(RaserLineScan3.2)	20.6.8	건설기술연구원	20.8.31	C-2020-029198	박근형/류승기	100%
9	3차원로컬좌표변환(Coodi3DExchanger4.1)	20.6.29	건설기술연구원	20.8.31	C-2020-029199	박근형/류승기	100%
10	도로포트홀영상 이미지크롭(PotImgCrop2.1)	20.8.3	건설기술연구원	20.8.31	C-2020-02920	박근형/류승기	100%
11	도로위험정보 영상분석탐지(RoadEmgDet2.3)	20.8.4	건설기술연구원	20.8.31	C-2020-029201	박근형/류승기	100%
12	노면결빙상태검지(RoadIceDet2.1)	20.7.7	건설기술연구원	20.8.31	C-2020-029194	박근형/장진환	100%
13	노면결빙자료검증맵핑(RoadIceMap2.1)	20.8.10	건설기술연구원	20.8.31	C-2020-029195	박근형/장진환	100%
14	도로안개검측 프로그램(RoadFogDet2.1)	20.7.15	건설기술연구원	20.8.31	C-2020-029196	박근형/장진환	100%
15	도로안개밀도레벨러(RoadFogLevel2.1)	20.7.20	건설기술연구원	20.8.31	C-2020-029197	박근형/장진환	100%
16	중앙집중식 자율주행자동차 모빌리티 서비스 프로그램	21.02.08	동아대학교	21.02.23	C-2021-009972	동아대학교	100%
17	사업용차량 수집정보 가공SW	19.10.01	지앤티솔루션	19.10.28	C-2019-030516	김성건 외	100%
18	도로포장 생애주기관리시스템	19.11.30	에스엘솔루션	19.11.25	C-2019-035261	에스엘솔루션	100%
19	SL차량관제시스템	19.11.30	에스엘솔루션	19.11.25	C-2019-035260	에스엘솔루션	100%
20	DTG 데이터 분석 기반 도로교통정보 제공서비스	20.08.10	에스엘솔루션	20.08.18	C-2020-027659	에스엘솔루션	100%
21	도로포장 파손상태 예측서비스	20.08.10	에스엘솔루션	20.08.18	C-2020-027660	에스엘솔루션	100%
22	도로포장 처짐량(HMD) 예측서비스	20.08.10	에스엘솔루션	20.08.18	C-2020-027661	에스엘솔루션	100%
23	사업용차량 수집정보 통합분석 SW	20.10.05	지앤티솔루션	20.11.02	C-2020-038832	김성건/나석주 외	100%
24	사업용차량 수집정보 정보제공 SW	20.10.12	지앤티솔루션	20.11.02	C-2020-038833	김성건/나석주 외	100%
25	도로위험정보 정보제공 오픈 API(어플리케이션 프로그래밍 인터페이스) SW	20.10.13	지앤티솔루션	20.11.02	C-2020-038834	김성건/나석주 외	100%
26	도로위험정보 안전지표 생성 SW	20.10.06	지앤티솔루션	20.11.02	C-2020-038835	김성건/나석주 외	100%
27	사업용차량 수집정보 품질관리 SW	20.10.15	지앤티솔루션	20.11.11	C-2020-041148	김성건/나석주 외	100%
28	도로 위험도(노면파손) 산정 알고리즘	21.01.05	건설기술연구원	21.01.15	C-2021-002707	양충현, 김진국	100%
29	도로 위험도(안개) 산정 알고리즘	21.01.05	건설기술연구원	21.01.15	C-2021-002706	양충현, 김진국	100%
30	도로 위험도(노면결빙) 산정 알고리즘	21.01.05	건설기술연구원	21.01.15	C-2021-002705	양충현, 김진국	100%
31	도로 위험도(안개-노면결빙)산정 알고리즘	21.01.05	건설기술연구원	21.01.15	C-2021-002704	양충현, 김진국	100%

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
1	방송통신기자재등의 적합등록	국립전파연구원	KC인증	R-R-KMM-PSPH	2019-11-05	대한민국

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간
1	PSPH	2019.08.14	(주)판개아솔루션	-	-	2년 6개월

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	통상	노면 미끄럼 판단장치/방법 및 노면 미끄럼 정보제공 기술	대신전자기술	2020.12.31	80,000,000	80,000,000
2	통상	도로 포장 생애주기 관리 장치 및 방법	(주)에스엘솔루션	2020.10.12.	40,000,000	40,000,000
3	통상	사업용 차량의 수집 정보 분석 장치 및 방법	(주)지앤티솔루션	2020.10.15	30,000,000	30,000,000
4	통상	사업용 차량 정보수집 공유시스템	(주)지앤티솔루션	2020.12.15	30,000,000	-

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
자치단체 SI 업체	2020	70,840	-	70,840	
5G MEC 시스템 구축	2020	264,000	-	264,000	
수원국토 단말기 및 시스템 연동	2020	427,850	-	427,850	
합계		762,690		762,690	

[사회적 성과]

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
1	기술 취재	SBS TV	맨인블랙박스 : 집중취재, 장마후 사고	2020.09.06
2	인터뷰 기사	TBS	기록적인 장마...서울에 접수된 포트홀만 7천 개	2020.08.13
3	기술 취재	KBS 뉴스 9	뒤차에 살얼음 '자동차경고' ...후속 사고 막는다	2020.01.10
4	기술 취재	SBS 8시뉴스	앞차 '미끌'→뒤차 '경고'...블랙아이스 실시간으로 잡는다	2020.01.10
5	기술 취재	MBN뉴스	"2km 전방에 블랙 아이스"...자동차 기술 내년 상용화	2020.01.10
6	기술 취재	조선일보	'소리 없는 사고뭉치' 도로 위 살얼음 예측 서비스 나온다	2020.11.18
7	기술 취재	연합뉴스	"겨울철 교통사고 주범 '도로살얼음' 예측서비스 내년 말 제공 "	2020.11.19.
8	전시	전시 부스	2019 한국ITS학회 추계학술대회 전시 부스 운영	2019.11.14. ~2019.11.15

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
1	학술발표상	2019년도 한국ITS학회 춘계학술대회	우수논문상	동아대학교	2019.04.19	한국ITS학회
2	학술발표상	대한교통학회 제84회 학술발표회	우수논문상	동아대학교	2021.02.26	대한교통학회
3	대회입상	2019 인공지능 그랜드 챌린지 1단계 대회	우승	한국건설기술연구원	2019.08	과학기술정보통신부
4	대회입상	2020 인공지능 그랜드 챌린지 2단계 대회	준우승	한국건설기술연구원	2021.01	정보통신기획평가원

4. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

(가) 노면파손 정보 수집기술

○ 과학기술적 파급효과

- 기존 업무는 순찰인력의 육안 관찰에만 의존한 수동조사방식이었으며, 이를 자동조사방식으로 제안하였고, 아이디어를 실증과정을 통해서 검증했음
- (As is) 노면 파손 조사에 순찰자의 반복 주정차, 지점당 30분 이상 소요
(To be) 순찰자의 반복 주정차 불필요, 무정차 조사, 지점당 5분 내외 탐지
- (As is) 고속 주행차로 접근 조사 불가
(To be) 고속 주행차로 노선 주행시 자동 조사 가능
- (As is) 기존 인력 조사과정의 데이터는 순찰원이 수기 입력하는 방식
(To be) 탐지와 데이터 전송이 모두 자동화 방식으로 개선



○ 경제적 파급효과

- 노면 파손은 우리나라뿐만 아니라 세계 국가에서 다양한 사회 현안으로 대두되고 있는 이슈임. 특히 자율 주행차의 도입을 앞둔 상황에서 노면 파손 탐지기술은 자율 주행차 핵심 기술로 그 필요성이 강조되고 있음
- 자율 주행차의 도입에 따른 교통사고 감소효과는 학술 논문과 국내외 정책보고서에서 기술되고 있으며, 일반적으로 교통사고 유발 요인으로 인적 부주의 사고가 약 90%의 큰 원인을 지목되어 자율 주행차의 연구가 활발히 진행되고 있는 상황임
- 자율 주행차가 운행할 수 있는 환경과 운행이 어려운 환경에 대한 인프라의 연구도 함께 진행되고 있으며, 이중에서 노면 파손 즉 포트홀과 같이 노면 불량 도로에 대한 자율 주행차의 피해를 예상하여, 글로벌 기업에서도 관심을 가지고 연구를 시작하는 분야임
- 포트홀 관련 사고 발생 감소에 따른 편익을 추정한 보고서는 2018년 주요사업에서 기술한 바 있어 이를 인용했으나, 자율 주행차 관련 편익은 포함하지 않아 이보다 더 큰 편익을 추정함
- 연간 도로교통사고 감소편익 = 12.8조원 x 0.4% x 20% ≒ 102.4억원 / 연
 - ※ 근거: 12.8조원(2011년 도로교통사고비용), 0.4%(전체교통사고중 포트홀 관련사고 비율 추정치), 20%: 포트홀 관련사고 감소 비율(추정치)

(나) 결빙/안개정보 수집기술

○ 과학기술적 파급효과

- 기존의 지점 검지방식의 AWS(기상청) 및 RWIS(도로관리청) 수집방식에서 벗어나 공간적으로 단절 없는 노면상태(결빙, 적설) 정보수집이 가능한 주행차량 기반의 도로기상정보 수집기술 개발
- 차량에 장착된 센서(휠 펄스, 영상, GPS 등)를 이용하여 미끄럼, 도로 안개를 수집하는 기술로써, 현재 전 세계적으로 기술개발이 가장 활발하고 향후 100년간의 국부를 창출할 가능성이 있는 기술인 악천후 자율주행 기술수요에 부응하는 기술개발이기 때문에 전·후방 연관산업 파급효과가 막대함
- 본 기술개발 결과의 사업화로 인해 수집되는 민간업체의 노면상태 정보와 기상청, 도로관리청 등에서 고정식 기상장비를 통해 수집되는 도로기상정보와 융합할 경우, 시공간적으로 단절 없는 도로기상 정보 수집이 가능함



○ 경제적 파급효과

- 편익 항목은 본 개발기술 적용으로 발생하는 악천후 교통사고 감소편익 설정

연간 악천후 교통사고 감소 편익(원) = 연간 교통사고 총 비용(원) × 연간 악천후 교통사고 비율(%) × 정보(안개, 결빙) 제공으로 인한 교통사고 감소 비율(%) × 전체 도로에 대한 정보수집 비율(%) × 기술기여도(%)

- 연간 편익 산정 = 41조원(교통사고 비용 추정, KOTI) × 10%(악천후 교통사고 비율 통계, 경찰청) × 80%(Frequency of Target Crashes for IntelliDrive Safety System, 미국 교통부) × 1.8%(DTG 장착 사업용 차량 40만대/전체 차량등록 대수 2200만대) × 33%(기술기여도, LES) = 19.7억원/년
- 사업용 차량을 활용한 도로기상(결빙/안개) 정보 수집 기술 개발로 기존 고정식 장비 설치 대비 36.6백억원(기존 대비 20%) 예산절감 효과 발생

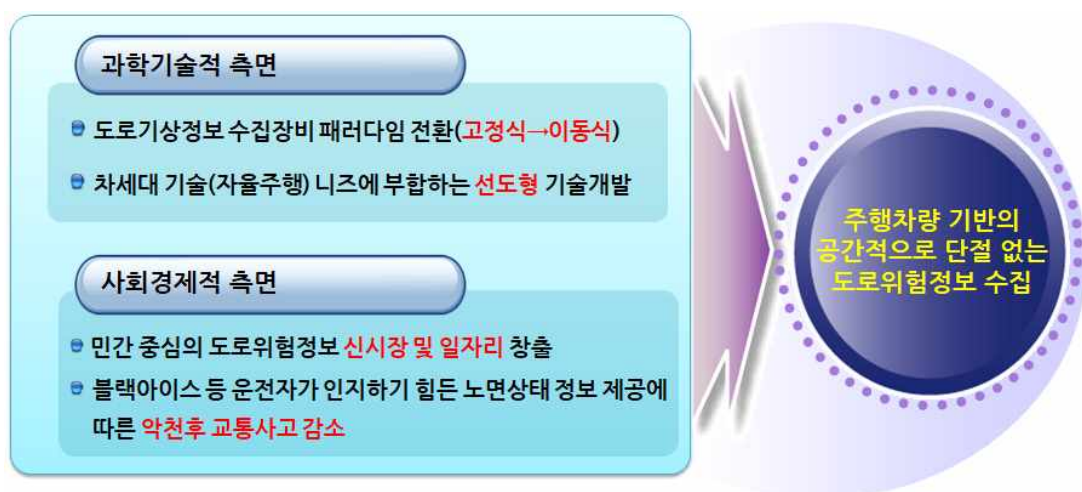
구분		기존 고정식 시스템(RWIS)	개발 기술 적용
인프라투자자	대상	고속도로, 국도	고속도로, 국도(사업용 차량 운행)
	단가	2,000만원 (국도 ITS 설계단가 적용)	60만원 (카메라+DTG)
	비용	0.2억원*(18,000km/0.5km) = 45백억원 (설치간격 0.5km, 근거 : Inrix*)	60만원*14,000대(고속도로/국도 정보수집 적정대수**) = 8.4백억원
	절감효과	36.6백억원(기존 대비 약 20% 예산 소요)	
수집정보		· 지점정보	· 구간정보

* <http://inrix.com/wp-content/uploads/2016/11/INRIX-Road-Weather-Brochure.pdf>

* 고속도로, 국도 연장 18,000km, 사업용 차량 일평균 주행거리 120km, 동일지점 15분 간격 1대 이상 주행

○ 사회적 파급효과

- 본 기술개발 적용을 통해 민간에서 기 운영 중인 화물차량 스마트차량관제시스템을 이용하여 위험한 도로기상(결빙, 안개)을 수집할 경우, 수집된 정보는 스마트폰 기반의 내비게이션 업체 등에게 연계(판매) 되어 현재 실시간 소통정보 위주의 카내비게이션 서비스에 악천후 노면상태 정보가 추가되어 도로교통 안전 관련 신시장 창출
- 민간 플랫폼을 통해 수집되는 노면상태 정보를 도로제설시스템 등 공공에서 활용할 경우 저비용으로 사업 추진 가능(※ 노면이 미끄러운 도로에 우선적으로 제설차량 투입)
- 본 기술 개발로 인해 특히 겨울철 야간 운전시 운전가가 가장 두려워하는 블랙아이스 등 노면 미끄럼 정보 제공이 가능
- 개발기술은 새로운 장비를 생산해서 시장에 보급해야 하는 것이 아니고, 시장에 기 보급된 장비에 소프트웨어만 업데이트함으로써 정보수집이 가능하기 때문에 개발성과 실용화 유리
- 기존에 운전자의 외면을 받은 단순 제설 DTG(2차 산업)에 소프트웨어를 가미하여 운전자에게 필요한 정보를 수집·제공하는 DTG로 탈바꿈시키는 기술개발 즉, ‘소프트파워를 통한 제품 지능화(4차 산업)’ 구현 기술임에 따라 글로벌 트렌드 및 정부정책 부합성이 높음
- 공간적 단절 없는 노면상태 정보를 운전자에게 제공할 경우 전방의 블랙아이스 등 노면 미끄럼 정보를 운전자가 사전에 인지하게 되어 교통사고를 감소시킬 수 있고, 도로관리자에게 제공할 경우 미끄러운 노면부터 제설업무 수행, 제설 후 녹은 눈이 재결빙 되는 지점 파악 등이 용이하여 도로제설 업무 효율성을 극대화할 수 있음



(다) 교통량 정보 수집기술

○ 고정식 교통량 수집 기술의 대체

- 개발된 이동식 기술을 활용한 기존 ILD 기반 고정식 차량 검지기의 대체
- 전국 주요 도로에 대한 교통량 수집 가능(국가도로망 교통정보 수집 범위 38.7% → 100%로 확대)
- 실시간 차량 행태에 대한 빅데이터를 활용 자율주행 차량의 학습 자료로 활용

○ 경제적 파급효과

- 사업용 차량을 활용한 정보수집 기술 개발로 별도의 교통정보 수집 시설투자 없이 전국 국가도로망에 대한 정보수집이 가능해짐에 따라 기존 시설투자비용 대비 약 8천6백억 원의 예산절감 효과 발생(※ 3차년도 실용화 제품 제작 결과 도출되는 세부적인 장비 제작 단가, 신뢰성 있는 정보 수집을 위한 보급대수, 연차별 투자계획 등을 종합적으로 고려하여 경제성 등을 분석하여 최종 연구결과로 도출)

구분		기존 고정식 시스템		사업용 차량 기반 시스템
		기존 구축	신규 구축 대상 구간	
인프라 투자	대상	고속국도 4,139km(100%) 일반국도 2,784km(20%)	일반국도 11,166km (전체 80%)	중대형 트럭 및 사업용 승합차량 약 40만대
	단가	-	95백만원/km	0.5백만원/대
	비용	-	10,609억원	2,000억원
	절감 효과	8,609억원(기존 대비 19% 예산소요)		
수집정보		▪ 지점정보 : 인프라 구축 지점(VDS, AVI 등)정보 ▪ 구간정보 : 지점정보 활용 추정		▪ 전구간 실측정보

○ 과학기술적 파급효과

- 사업용 차량의 ADAS 장치로부터 수집되는 전·후방 영상을 해석하여 속도, 밀도정보를 측정하고 교통량을 측정하는 기술은 기존 영상기술의 발전 뿐 아니라 영상해석 기술의 국제적인 핵심기술 확보
- 특히 영상정보 해석기술을 도로변 CCTV나 경찰청과 지방자치단체가 운영 중인 CCTV 영상정보 해석에 활용한다면 교통정보 수집 이외에 범죄단속을 비롯한 사회 전반에 필요한 정보를 생산 가능
- 또한, 이동하는 차량으로부터 수집된 영상을 해석하여 교통정보를 산출하는 기술은 기존 영상기반 교통정보 수집체계 전체에 적용될 수 있어 관련 산업분야의 발전을 도모

○ 해외 수출

- 고정식 교통량 수집 장치 설치에 대규모 예산이 소요되는 주요 국가(예, 미국, 중국, 러시아 등)의 교통량 수집을 위한 기반 기술 수출 가능

(라) 통합분석 및 정보공유 시스템

○ 과학기술적 파급효과

- 본 시스템은 GIS, 클라우드(Cloud), 빅데이터(BigData)의 4차 산업 핵심 기술을 종합적으로 활용하여 개발하였음
- 수집된 사업용차량 DTG 데이터를 가공하여 표준노드링크에 매핑된 도로위험정보 및 도로위험인덱스를 제공하는 기술로, 향후 자율주행 기술과 연계하여 원활한 자율주행 도로환경을 구축하는데 큰 기여를 할 것으로 보임

○ 경제적 파급효과

국토교통부의 전체 도로예산 중 도로관리 예산이 차지하는 비중은 계속 증가하는 추세이며, 2020년에는 19년 대비 6.9조원이 증가하였음. 본 시스템을 지자체와 민간에 도입할 경우, 보다 효율적인 도로유지보수 업무에 기여하고, 도로관리 예산을 절약할 수 있음

노면파손, 안개, 결빙, 가가속도 정보를 제공하여 해당 도로위험정보에 대한 사고율을 낮출 수 있기 때문에 교통사고 피해로 인한 경제적 비용을 감소시킬 수 있음

○ 사회적 파급효과

- 국내 도로의 대부분이 지자체에 의해 관리되고 있으며, 지자체 소관 도로시설물의 고령화율이 높고 도로시설물의 경과 연수가 오래되어 현재보다 적극적인 유지관리가 필요한 상황임. 본 시스템을 지자체와 연계하여 노면파손으로 인한 도로 유지보수 업무 및 겨울철 결빙 상습구간 등을 파악하여 도로제설 업무 효율성을 증대함
- 가공된 노면상태 정보(노면파손, 결빙)를 도로관리 시스템 등 공공에서 활용할 경우 저비용으로 사업 추진 가능
- 본 기술 개발로 인해 특히 겨울철 야간 운전시 운전가가 가장 두려워하는 블랙아이스 등 노면 미끄럼 정보 제공이 가능
- 정보공유시스템의 가가속도 정보를 통해 운전자들에게 상습 급제동/급출발 지역을 안내하여 이로 인한 교통사고 위험을 감소시킴

(마) 이용자 제공서비스

○ 과학기술적 파급효과

[공공기관 제공서비스]

- 도로포장 노후화 분석을 위해 두 가지 알고리즘(①개별 포장상태 지수별 모형 ②도로포장 처짐량(HWD) 예측모델, (공통)한밭대학교 SOC자산관리센터)을 적용하여 도로포장의 생애주기 단계별 유지·보수 및 재원투입 시점을 산출하는 기술개발
- 국가교통정보센터에서 제공하는 표준노드링크를 활용하여 도로포장 노후화 분석 결과를 표출함으로써 Map 기반의 의사결정지원 기술개발

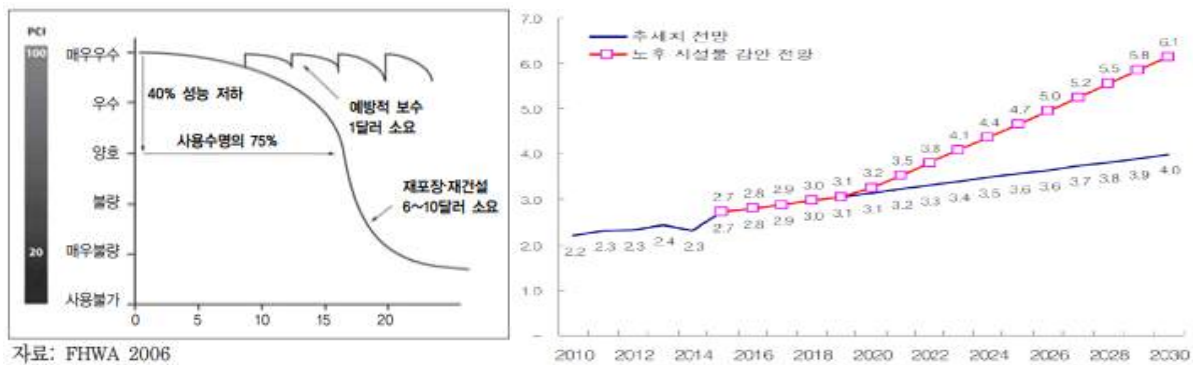
[민간기관 제공서비스]

- 기존 GPS 및 추적기술을 통해 차량의 현재 위치와 경로 등 일부 운행정보에 관한 실시간 데이터를 제공하는 차량운영·관제 방식에서 벗어나, probe 차량으로부터 수집된 실시간 도로 위험정보(①노면파손 ②결빙 ③안개)를 사업용차량 운행 경로에 매칭시켜 PUSH 제공하는 기술개발
- 사업용차량 운전자는 별도의 단말기 설치 없이 스마트폰을 활용하여, 당일 업무배정현황 및 운행지 상세확인 등 업무정보와 운행경로상 위험정보를 Map 기반으로 실시간 알람받을 수 있는 기술개발

○ 경제적 파급효과

[공공기관 제공서비스]

- 도로시설의 성능은 대체로 서서히 저하되다가 성능 수준이 임계점까지 도달하면 이후 급격히 성능이 저하되는 함수 형태를 가져가는데, 이는 도로성능이 임계점 이하로 떨어지면 기능적 가치 하락으로 인하여 자산 가치도 급격하게 하락한다는 것을 의미함 → 예방적 보수 비용은 재포장·재건설 비용 대비 80%이상 절감 (도로포장 성능(PCI)의 변화 참고, 자료:미국 연방 고속도로 관리국)



- 국내 도로 유지보수비의 경우, 과거 추이를 고려할 때 2015년 2.7조원 수준에서 2030년 4.0조원 수준으로 급격히 증가할 것으로 전망됨 (도로 유지보수비 전망 참고, 자료:한국건설산업연구원)
- 본 연구에서 수행한 수요조사 결과 자치단체별 도로포장 유지보수를 위한 산출비용과 공사비용이 각 도출되었으나, 편익 산정 범위는 공사비용을 제외한 광역자치단체의 유지보수 산출비용으로 설정(유지·보수 및 재원투입 시점을 산출하는 기술 특성 고려)
- 기초자치단체 및 한국도로공사 등 기타 도로포장 관리기관의 수요에 따라 연간 편익은 크게 증가될 수 있음

연간 편익 산정 : 53억 x 15개 x 80% = 636억/년

도로포장 생애주기 관리서비스 도입에 따른, 유지보수 산출비용 감소비용(원)
 = 광역자치단체 평균 유지보수 산출 비용(원) × 광역자치단체 수(개) × 예방적 보수비용 절감 비율(%)

구분		현 유지보수 산출비용	개발 기술 적용
인프라투자자	대상	광역자치단체 (15개)	광역자치단체 (15개)
	단가	53억원/년 (수요조사 30개 기관 분석결과)	10.6억원/년 (예방적 보수비용 절감을 적용)
	비용	32억원*15 = 795억원/년	10.6억원*15 = 159억원/년
	절감효과	636억원/년(기존 대비 약 20% 예산 소요)	

[민간기관 제공서비스]

- 본 기술개발 성과물을 대체 적용할 수 있는 커넥티드 DTG 장착 사업용차량(2만대)에 개발기술을 우선 적용한다고 가정하고 경제성분석 수행
- 현재 DTG가 장착된 차량은 전국적으로 약 40만대에 달하므로 시장 확장성은 본 연구 경제성 분석 결과보다 크게 증가할 수 있음
- 편익 항목은 본 기술개발 적용으로 발생하는 도로위험(노면파손/결빙/안개) 교통사고 감소 편익 설정
- 연간 편익 산정 : 20,000대 x 0.025건(경찰청) x 0.055(경찰청) x 0.82(FHWA/미국연방 고속도로관리국) x 188백만원(KOTI) x 0.33(Licensing Executives Society) = 1,399백만원/년

사업용차량 관제서비스 도입에 따른, 연간 교통사고 감소비용(원)
= 서비스 이용차량(대) × 사업용차량 1대당 교통사고 건수(건) × 빙판길 교통사고 비율 × 교통사고 감소비율 × 차량 1대당 교통사고 비용(원) × 기술기여도

구분		현 교통사고 비용	개발 기술 적용
인프라투자자	대상	커넥티드 DTG 장착 사업용차량	커넥티드 DTG 장착 사업용차량
	비용	5,170백만원/년 (2만대 기술적용 분석결과)	1,399백만원/년 (교통사고 감소비율 및 기술기여도 적용)
	절감효과	3,771백만원/년(기존 대비 약 27% 예산 소요)	

○ 사회적 파급효과

[공공기관 제공서비스]

- PMS 기구축 기관 인터뷰를 통해 기능 및 성능 개선사항을 반영하고 신규 사용자와 관리 DB를 확보하여 광역서비스 확장 및 기관별 PMS 일원화를 통한 업무 효율성 극대화
- 도로계획주체 및 도로관리주체 연계 활용으로 도로포장 유지보수 의사결정체계 고도화를 통한 도로포장 유지보수 선제적 관리 실현
- 공공분야 연구개발사업 연계를 통해 도로파손정보 예측·분석 알고리즘 고도화 개발을 기반으로 도로포장 생애주기 관리시스템 안정적 서비스 제공

[민간기관 제공서비스]

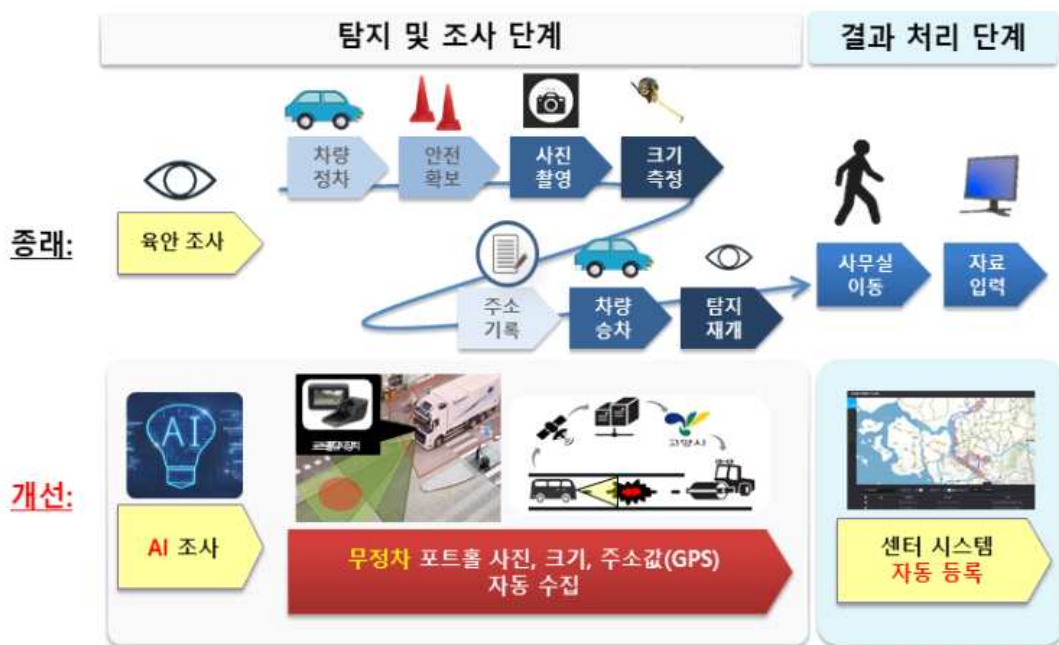
- 화물·유통·배달·이커머스 등 산업 유형별 서비스 강점을 발굴·홍보하여 사업용차량 관제서비스 사용자 확대를 통한 사업용차량 운행 효율성 향상
- 사업용차량 운전자의 스마트폰 앱 설치만으로 운행 경로상 도로위험정보를 실시간 PUSH 받음으로써 안전운전에 대한 인지능력 제고 및 교통사고율 저감, 또한 교통안전성 강화로 인한 정부정책(연구개발사업 추진) 실효성 제고
- 전용 단말기 기반의 차량관제 솔루션 제공업체 및 화물중계 플랫폼 중심의 스타트업 업체에 고도화된 배차관리 솔루션 및 도로위험정보 제공을 통한 저비용 제휴 모델 협의를 통해 도로교통 안전 관련 통합운송서비스 신시장 및 양질의 일자리 창출 가능

5. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

(가) 노면파손 정보 수집기술

○ 활용방안 개요

- 참여기업인 (주) 케이웍스는 본 사업을 통하여 개발된 기술을 지자체와 협의를 통하여 실증 사업으로의 운영 및 확장
- 리빙랩 시범사례를 확대하고, 리빙랩 센터를 적극 홍보하는 전략으로 추진하여, 타 지자체로의 관심을 유도하겠음
- 전국적 사업화에 대한 구상과 전략은 기술이전 기업과 사업화 전략을 수립할 예정임



<도로파손 탐지기술 활용 시나리오>

○ 단기적 활용방안(고양시 및 대구시 실증)

- 현재 고양시와 대구시에 도로파손 객체탐색에 대한 실증화 사업 추진 중(※ 지역, 기후, 선형, 운영거리 등은 장착차량 주행 실제 현장 조건 적용)
- 이에 대한 차량수 확대 및 테스트베드 운영(※ 월별 데이터 수집률, 유효성 등 분석)

□ 테스트베드 실증화

- 총 140 대 단말기 테스트 베드 배포

단체명	단말수	비고
서울 은평구청	3	
대구 시설공단	1	
대구 스마트시티센터	30	
자체 연구차량	11	
광주 스마트시티센터	64	
생산기술연구원(화성시)	1	
김해시청	30	
계	140	

○ 시장진입

- 단말기 개발
 - 총 2종의 전용 단말기 개발 : 전용단말 1식, 스마트형 단말 1식
 - 전용 단말기의 경우 크게 3부분으로 구성 : 센서부 + 모뎀부 + 분석 모듈부
 - 개발품의 외관의 경우 금형 제작을 원칙하나 필요시 상용 금형 사용성 검토
- 분석 알고리즘 개발
 - 분석 알고리즘 개발은 총 3단계로 나뉘어서 연구개발 수행
 - (1단계: 핵심기술 개발) 도로 파손 정보 인식/분류를 위한 인공지능 핵심기술 개발
 - (2단계: 핵심기술 상용화) 도로 파손 정보 인식/분류를 위한 인공지능 핵심기술 상용화
 - (3단계: 핵심기술 고도화) 도로 파손 정보 인식/분류를 위한 인공지능 핵심기술 고도화
- 관제시스템 개발
 - 개발된 단말기와 알고리즘의 구현을 위해 총 4단계의 시스템을 개발
 - 운영 시스템은 ‘위치 관제 + 업무 관리 + 망연동 + 솔루션’ 으로 구성
 - 위치관제 sys.은 전용 단말기에서 전송되는 수집 데이터 위치 및 상태 정보의 전시를 위한 지도 및 위치 기반 서비스 제공하는 시스템 개발
 - 업무 관리 sys.은 시스템 관리자, 정보수집 근로자, 현장 보수자의 업무로직을 고려하여 전산처리 및 중앙 상황실의 시스템 관리자 화면에 자동 연동토록 개발
 - 망연동 sys.은 본 개발 단말기 및 시스템을 운영하는 주체가 주로 공공기관 및 관련 보수업체로서 종합 상황실 및 현장 운영자의 시스템이 연동 가능토록 공공망과 사설망 연동하는 코드 개발
 - 솔루션 sys.은 해외시장을 대상으로 전용 단말기 및 시스템 구축 없이 라이선스 계약방식의 솔루션 프로그램으로 개발
- 사업화
 - 총 4단계로 구성하여 사업화 실시
 - 시범사업 기반의 1단계 사업화는 기존 시제 모델로 개발한 스마트폰으로 개발된 분석 알고리즘을 적용하여 총 6대로 대구광역시 - 대구시설관리공단 2대, 충청북도 - 청주시청 4대 운영
 - 국내사업 기반의 2단계 사업화는 개발된 전용 단말기를 기반으로 공공기관을 대상으로 사업화

구 분	자치단체(시군구)	국토관리청	한국도로공사	합계
단체수	226	18	310	554
보수차량현황(평균)	5	20	10	-
계	1,130	360	3,100	4,590

* 자치단체 도로보수 용역업체 차량 산정불가로 미계상

* (주)케이웍스는 SK텔레콤 주식회사 IoT 부문 5대 비즈니스 파트너사임

○ 양산사업화

- 국내 전용단말기
 - 시장기준 양산 추정소요 : 48,000 여대
- <공공기관>

구 분	자치단체(시군구)	국토관리청	한국도로공사	합계
단체수	226	18	310	554
보수보유현황(평균)	5	20	10	-
계	1,130	360	3,100	4,590

<민간기업>

구 분	시내버스	농어촌버스	시외버스	고속버스	합계
업체수	352	84	78	11	525
보수대수	33,689	1,826	7,676	2,086	45,277

* 국토교통부(2016년 기준) 대중교통현황조사 : e-나라지표

- 실제 양산 및 판매 소요 : 5개년 기준 납품 / 40,000대

구 분	2019	2020	2021	2022	2023	계
국내 납품 기준	1,000	3,000	6,000	10,000	20,000	40,000

○ 판로개척

- 공공시장 부문

- 주관기관의 차량용 LBS 시장 보유역량
226개 공공기관 보유차량 총 10,000여대 중 67개의 공공기관에 1,800대 납품 운영 중 해당시장의 18% 차지, 위치측위기준 업계 2~3위(1위 에스원, 2위 유비칸, 3위 U+ & 케이웍스), 기능성 차량관리기준 업계 2위(1위 에스원, 2위 케이웍스, 3위 유비칸, 4위 U+)
- 개발기술 前 포트홀 탐지모델 시범운영 개소
 - 차치단체(3개소) : 서울특별시 품질시험소, 대구 시설관리공단, 충북 청주시청
 - 국토관리청(2개소) : 수원 국토관리사무소, 예산국토관리사무소
- 국토교통부 2017년 베스트 프로젝트 사업선정(예산국토관리사무소)으로 관련기술 현장 인증
및 기 납품된 관용차량용 관리시스템 ‘스마트 DTG’ 서비스로 인해 정책제안시 용이
- 예상 판로 개척 시기 : 1 ~ 1.6년 소요예상
 - ※ 테스트베드 : 대구광역시 시설공단, 충청북도 청주시

- 민간시장 부문

- 주관기관의 차량용 LBS 시장 보유역량
국내 민간차량 LBS 시장 총 50,000여대 중 주관기관은 총 10,000대 서비스 운영 중 해당시장의 20% 차지하고 있어 해당분야 업계 3위. 기능성 사업부문 중 특수목적용으로는 업계 1위임
- ADAS 시장진입
現 ADAS의 가격은 50만원에서 340만원대까지 다양하지만 현재 포트홀 탐지 기능을 ADAS에 추가하여 제품화를 계획하고 있는 Mobileye 기준 가격을 확인하면 약 150만원 예상. 해당기술을 하나의 칩으로 제작해 기존 ADAS에 추가한다고 가정, 카메라 등의 기존 영상장비를 이용 할 수 있으므로 약 10만원의 추가비용으로 차량에 설치가 가능할 것으로 판단.
- 해당 모듈은 최근 무인자동차 및 ADAS 시장에 진입한 SK텔레콤과 협업을 통해 칩셋과 개발된 전용 단말기를 서비스 상품화 유통
- 예상 판로 개척 시기 : 2~3년 소요예상

○ 사업화 관련 예상 매출

구 분		2020년	2021년	2022년	2023년
사업화 기술(제품, 공법)		단말기	단말기, 솔루션	서비스	서비스
투자계획(백만원)		490	1,397	2,646	3,920
판매 계획 (백만원)	내 수	1,420	4,980	10,680	19,240
	직접수출	-	-	-	-
	간접수출			1,068	1,924
	계	1,420	4,980	11,748	21,164
비용절감(백만원)		-	10,508	86,864	199,864
수입대체(백만원)		-	-	-	-

○ 판매계획

연도	항목	수량	단가	기간(횟수)	매출(원)		비고
					완전판매시	재고율(15%)	
2020	단말매출	1,000	700,000	1	700,000,000		
	연통신료	1,000	60,000	12	720,000,000		
	계	0			1,420,000,000	1,207,000,000	
2021	단말매출	3,000	700,000	1	2,100,000,000		
	연통신료	1,000	60,000	12	720,000,000		
		3,000	60,000	12	2,160,000,000		
	계	3,000			4,980,000,000	4,341,000,000	
2022	단말매출	6,000	700,000	1	4,200,000,000		
	연통신료		60,000	12	-		20년 가입단말교체
		3,000	60,000	12	2,160,000,000		
		6,000	60,000	12	4,320,000,000		
	계	9,000			10,680,000,000	9,402,000,000	
2023	단말매출	10,000	700,000	1	7,000,000,000		
	연통신료	1,000	60,000	12	720,000,000		
			60,000	12	-		21년 가입단말교체
		6,000	60,000	12	4,320,000,000		
		10,000	60,000	12	7,200,000,000		
	계	20,000			19,240,000,000	17,110,000,000	
2024	단말매출	20,000	700,000	1	14,000,000,000		
	연통신료		60,000	12	-		20년 가입단말교체
		3,000	60,000	12	2,160,000,000		
			60,000	12	-		22년 가입단말교체
		10,000	60,000	12	7,200,000,000		
		20,000	60,000	12	14,400,000,000		
	계	43,000			37,760,000,000	33,500,000,000	

* 해외수출의 경우 내수시장 3차년인 2022년 기준 발생 가정하고 내수시장의 10%로 계상

(나) 결빙/안개정보 수집기술

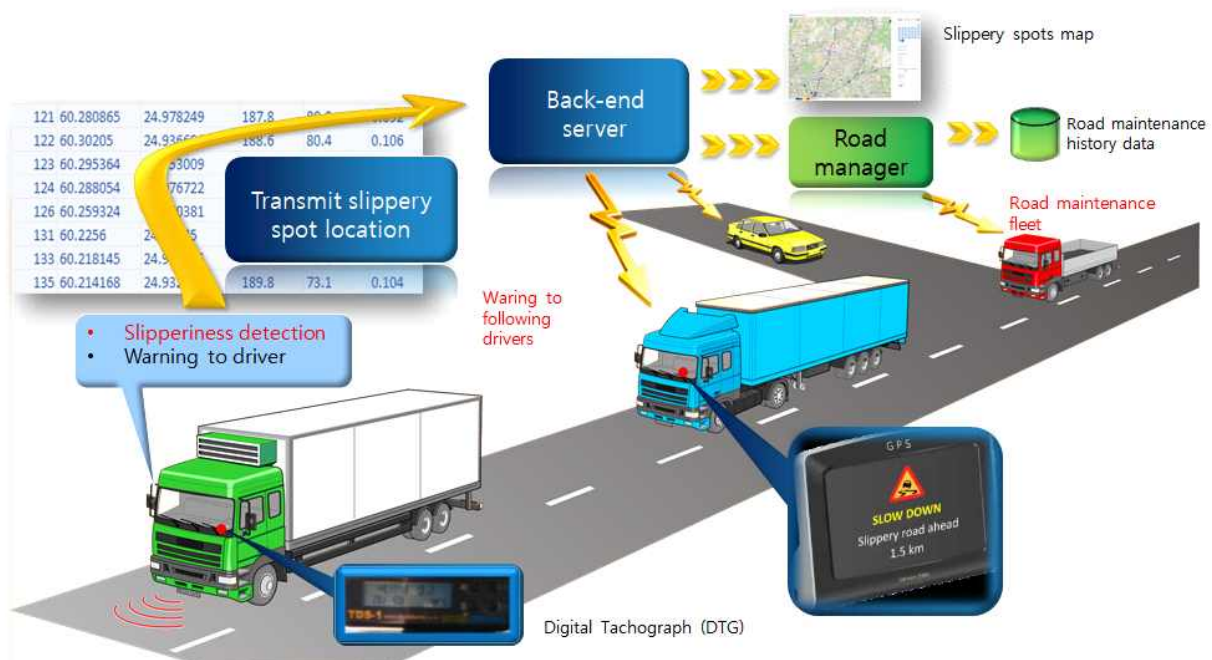
○ 사업화 제품 유형

- 결빙 및 안개정보 기술개발 결과, 사업화 제품은 사업용 차량에 설치하여 결빙(노면 미끄러움/적설) 및 안개(가시거리 100m 이내) 정보를 수집하는 장치임
- 차량 부착식 노면 미끄러움 수집 장치는 스웨덴의 NIRA Dynamic에서 선행 연구를 추진하였으나, 이는 자동차 회사와의 협력을 통해 차량의 센서 데이터를 활용하는 방식으로 연구가 추진됨
- 본 연구 개발 제품은 국토교통부 관한 교통안전법에 의거, 사업용 차량에 의무적으로 장착하는 장치(DTG, 영상 카메라)를 활용하여 정보를 수집하기 때문에 개발제품 사업화 측면에서 중소기업 독자적인 사업화가 가능함

성과물명	사진	구분 (추격형/선도형)	경쟁업체 (국내외)	목표가격
결빙/안개 정보 수집장치		추격형	NIRA Dynamic (스웨덴)	60만원

○ 활용 개념도

- 개발제품을 이용하여 선행 사업용 차량이 수집한 정보는 후행 차량 및 교통정보센터로 전송되어 사고 발생을 미연에 방지하는 기술로 활용 가능함
- 이렇게 수집된 이력 데이터는 도로관리청 입장에서 취약구간을 선정하거나, 효율적 도로관리를 위한 긴요한 자료로 활용 가능함



○ 사업화 전략 및 실증 테스트베드

- 개발기술은 현재 참여업체에서 운영 중인 스마트 차량관리시스템의 부가적인 정보로 활용하여 가입자 추가확보 및 악천후 사업용 차량 교통사고 저감 효과 구현



<개발기술 사업화 전략>

- 현재 개발 시제품은 주관기관과 기술계약을 체결하여 전국 운행트럭, 관광버스, 상주-영천 고속도로 유지관리 및 순찰차량에 설치하여 운영 중임

기술실시 계약서

- 과제번호 : 20POQW-B14886-03 및 19TBP-C11209-04
- 예산연도 : 2020 및 2019
- 연구개발과제명 : 사립을 차량을 이용한 도로교통 정보 수집 및 활용기술 개발
: 융합신호 처리 기반의 차선 보충사고 자동진지시스템 개발
- 연구개발비 : 995,000원 (정부출연금 : 995,000원, 기업부담금 : -)
- 기술실시 계약명 : 5년 미끄럼 안전장치/방범 및 노면 미끄럼 정보제공 기술
- 실시권리 종류 : 독점실시
- 기술료 : 정액기술료 - 80,000,000원 (부가세 별도)
경상기술료 - 매출액의 0.5% (부가세 별도)
- 계약기간 : 5년 (2020.12.31. ~ 2025.12.31.)
- 계약당사자
연구개발과제물 소유기관 : 한국건설기술연구원 (원 장 : 한 승 현)
실시기관 : (주)대진전자기술 (대표이사 : 박 성 호)

물류 트럭(전국)

전국 운행 트럭 90대 장착

관광버스

경기도 관광버스(출퇴근용) 40대

상주-영천 고속도로

순찰/유지관리차량 10대 장착

<기술이전 및 실증 테스트베드 현황>

○ 사업화 방안

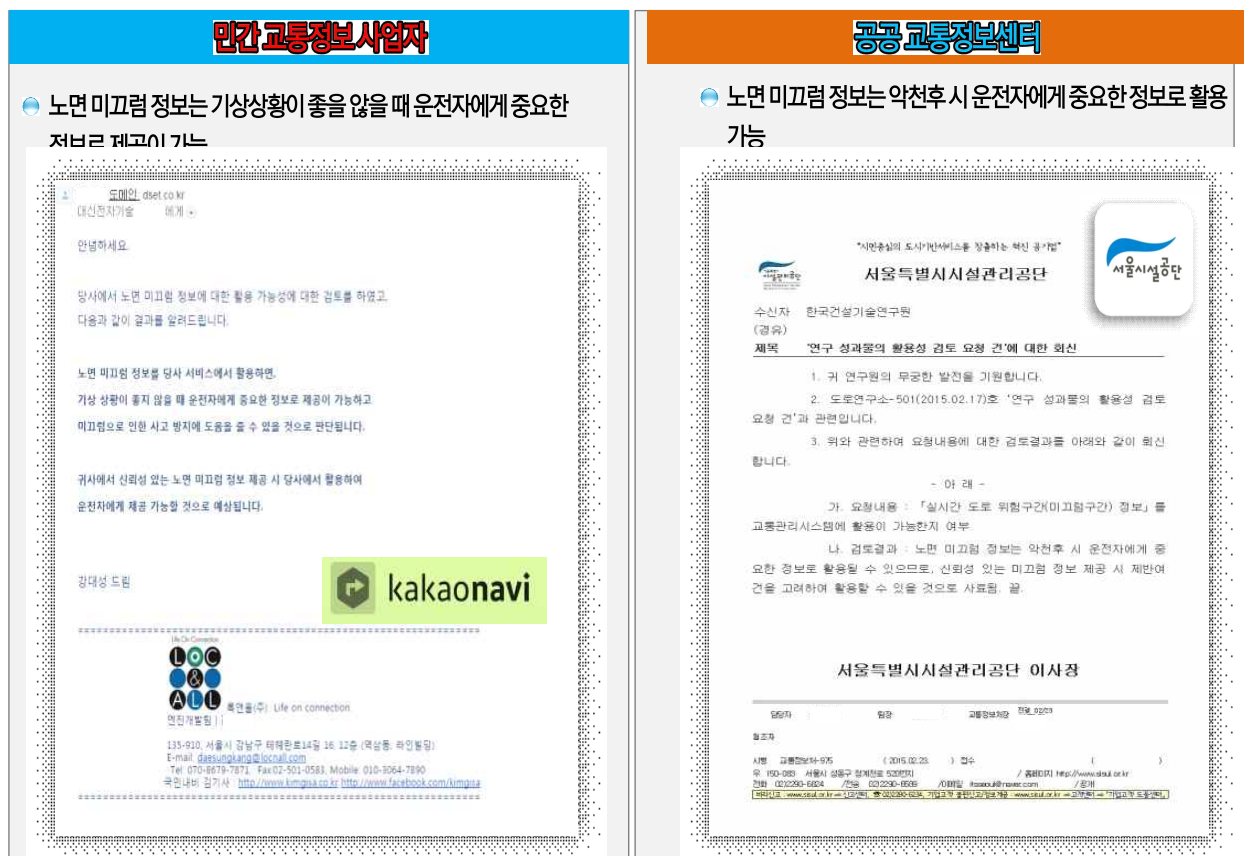
- **적정 프로브 대수 산정** : 고속도로와 일반국도를 주로 주행하는 사업용 차량을 대상으로
적정 프로브 대수 산정

<적정 프로브 대수 산정>

정보 유형	대상도로	대상차량	기준	산출 근거
도로기상 (결빙/안개) 정보	고속도로, 국도	사업용 차량	한 지점을 15분간 최소 1대 이상 통행하는 프로대 대수 확보	$18,000\text{km} \times 96(24\text{시간} \div 15\text{분}) / 120\text{km} = 14,000\text{대}$

* 통계수치 : 고속도로, 국도 연장 18,000km, 사업용 차량 일평균 주행거리 120km

- 장착 대상 차량 및 규모 : 장착 대상 차량은 참여업체(대신전자기술)에서 제작·판매하고 있는 사업용 차량(주로 트럭)에 장착 예정이고, 규모는 현재 대신전자에서 확보한 프로브 대수가 약 1만대이고, 매년 약 1,000대의 신규 차량에 DTG를 보급하고 있으므로, 적정 프로브 대수의 확보가 가능한 상황임
- 본 연구 종료 후 중장기적으로 정보 수요가 있는 공공 및 민간사업자와 비즈니스를 통한 정보 제공 및 수익창출 도모



<개발기술 활용 수요>

(다) 교통량 정보 수집기술

(1) 시범운용 및 데이터 분석 고도화

(가) 수집 데이터 분석 현황과 개선 방향

- 부산 창성운수 68, 134, 168, 583 4개 노선 50대 차량에 장착, 운행기록 확보
- 현 신호대교 구간 분석 결과를 바탕으로 정보고도화 개발 예정
(정확도 향상, 정보 형태 및 표시방법 고안)
- 타 운행구간 추가 분석하여 적용 범위 확대
- 현재 POC 단계인 부산 ESCO(버스조합) 본사업 진행 시, 다수 노선 구간에서의 교통량 정보 정확성 확보로 경쟁력 증대 기대



<시범운용 현황>

(나) 확대적용 방안

- 자사 AID 안전운전관리서비스에 기능 포함하여 부가가치 증대
- 현재 추진 단계인 국토부 “화물운송사업(개별화물조합) AI 안전운전플랫폼 공동개발” 사업 적용시, 다수 도로에서의 데이터 수집 확대로 정확도 향상 및 정보 유용성 증대



<고도화 및 확대적용 방안>

(라) 수집정보 활용 및 서비스 기술

(1) 통합분석 및 정보공유 시스템 활용계획

- 통합분석 및 정보공유 시스템에서 제공되는 노면파손, 안개, 결빙, 속도정보를 국가교통 정보센터와 연계하여 도로이용자의 안전운행에 도움을 줄 것으로 기대됨
- 통합분석 및 정보공유 시스템을 단계별로 점차 확대하여 노면파손, 블랙아이스, 안개데이터 및 실시간 도로소통정보를 민간 교통정보 사업자에게 연계 및 공유하여 도로이용자에게 제공이 가능
- 도로이용자들이 많이 사용하는 민간 교통정보 서비스에서도 도로위험정보 등을 추가로 제공받을 수 있는 환경이 조성되어 도로운행 중 블랙아이스, 노면파손, 안개 등으로 인한 교통사고를 사전에 방지하는 효과가 있을 것으로 예상됨



<통합분석 및 정보공유 시스템 활용 계획>

(2) 제공 서비스 활용 계획

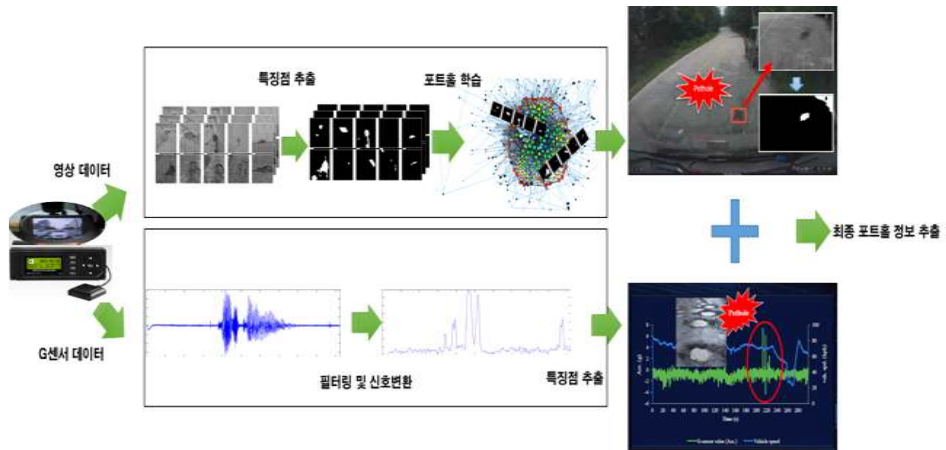
- 본 연구에서 개발된 시스템을 단계별로 점차 확대하여 도로위험정보 및 교통상황정보를 민간 교통정보 사업자에게 연계 및 공유하여 도로이용자에게 정보 제공이 가능
- 도로이용자들이 많이 사용하는 민간 교통정보 서비스에서도 도로위험정보 등을 추가로 제공받을 수 있는 환경이 조성되어 블랙아이스, 포트홀, 안개 등으로 인한 교통사고를 사전에 방지하는 효과가 있을 것으로 예상됨
- 따라서 본 연구에서 개발한 성과물에 대한 기술이전, 기술사업화 등을 국내외 민간 교통정보 및 서비스 사업자와 실시할 예정임

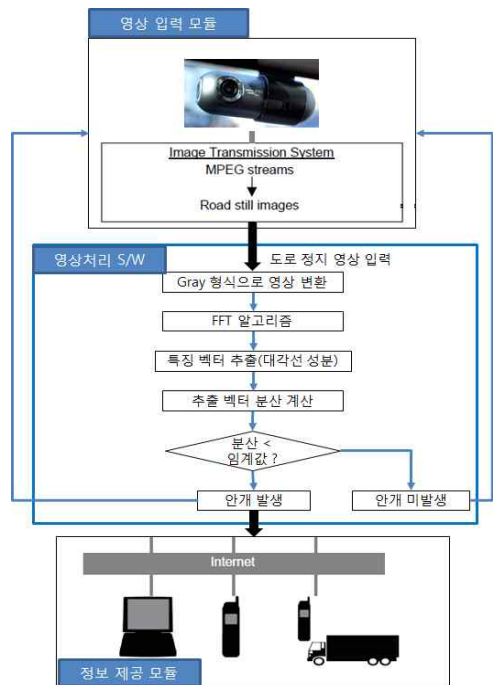


민간분야 대상	활용방안	향후 계획
위치정보사업자 (SKT)	- Tmap Navi 서비스 중에 도로 파손정보 옵션 제공	서비스 기능 검증 이후 사업 제안 진행
블랙박스 사업자 (팅크웨어)	- 도로 파손 정보 수집에 특화된 블랙박스 개발 - 데이터 공유 기반으로 아이나비 블랙박스 사용자에게 도로 파손 경보 정보 제공	
현장 서비스 사업자 (세스코, 웅진, 경업체 등)	- 서비스 차량 대상 블랙박스 및 DTG 연동 기능 제공 - 서비스 사업자 수집 정보를 바탕으로 도로 정보를 수집하고 서비스 차량의 위치 관제와 도로 위험에 따른 안전 서비스 제공	
축산차량	- 축산차량의 위치정보와 이동 경로에 따른 위험 경보 서비스 제공 - 특히 AI 등의 가축 전염병 예방과 관련한 위치 정보 서비스 활용 제시 (검역본부와 협의 필요)	

6. 연구개발 총괄 결론

(가) 핵심 연구성과

핵심성과 1	노면파손 정보 수집시스템
정의	– 노면불량 정보 수집 시스템은 사업용 차량에 장착된 영상 장치 및 센서 장치로부터 얻은 데이터를 통해 포트홀, 크랙, 평탄도 등 노면불량 정보를 수집하는 기술로서 GPS 데이터와의 결합을 통해 각 링크 또는 각 구간의 노면불량률을 제공하여 도로 운영 및 관리에 활용하도록 하는 기술을 의미함 
목적	– 도로의 노면 상태는 차량의 파손 및 사고 등과 직결되며, 따라서 도로 노면의 지속적인 보수/보강은 매우 중요함 – 최근 우리나라의 포트홀과 같은 노면불량 관련 사고발생 현황을 살펴보면 2010년도 862건, 2011년도 1052건, 2012년도 669건으로 연간평균 861건에 이르고 있으며, 도로교통사고로 인한 비용은 연간 12.8조원(출처: 도로교통공단, 2011)으로 노면불량 관련사고 발생 감소를 통해 획득 가능한 사회적 편익은 연간 102.4억원으로 추산됨 – 영국 아스팔트 협회(AIA)의 조사 자료에 따르면, 2013년에만 지방정부에서 보상한 노면불량 등 불량한 도로로 인한 피해보상금액은 2,380만 파운드(415억 원), 노면불량 등 도로 유지관리 예산만 연간 약 9.76억 파운드(1.7조원)가 사용됨 – 본 연구에서 개발하고자 하는 노면불량 정보 수집 시스템은 사업용 차량에 의무 장착되는 장치들을 이용하여 노면 상태를 수집하고 사고 위험 지역을 조기 탐지 및 보수, 보강하도록 하여 도로 운영 및 관리에 활용될 수 있음
핵심성과 2	결빙 정보 수집시스템
정의	– DTG가 수집하는 차량 데이터(휠 스피드, G-센서, GPS 등)를 이용하여 차량이 주행 중인 노면의 미끄럼 상태(적설/결빙)를 측정하는 소프트웨어 – 블랙박스 수집영상의 영상처리(웨이블릿 패킷 알고리즘, SVM/딥러닝)를 통한 전방 노면상태(결빙, 적설)를 측정하는 소프트웨어 – 블랙박스, DTG가 수집하는 영상-차량 데이터 융합 분석을 통한 노면상태(적설, 결빙)를 측정하는 소프트웨어

	
목적	○ 자동차 관련 법률(교통안전법) 및 정부 정책에 따라 의무 장착 규정된 차내 장치 중 실시간 통신 연결성(차량-센터)이 확보된 장치(DTG, 블랙박스)에서 수집된 정보(커넥티드 카 융합정보)를 이용하여 도로의 블랙아이스(결빙)를 실시간으로 수집(측정) 기술 개발 ○ 운전자가 가장 두려워하는 블랙아이스 등 운전자가 인지하기 힘든 노면상태 정보 제공을 통해 노면 미끄럼에 의한 교통사고 감소 ○ 도로관리청 제설업무 효율화를 위한 공간적 단절 없는 구간 노면상태 정보 제공을 통한 제설업무 효율성 극대화 ○ 기존 제조업 기반의 DTG 및 블랙박스에 소프트웨어 기술을 접목하여 시장 니즈 지향형 기존 제품의 성능 고도화
핵심성과 3	안개 정보 수집시스템
정의	- 블랙박스가 수집한 영상을 활용하여 도로안개 정보(가시거리 100m 이내의 안개정보) 검지 ※ 가시거리 100m 이내 안개정보만 수집하는 이유 : 도로교통 특성상 교통안전에 영향을 미치는 안개는 가시거리 100m 이내의 짙은 안개정보로써, 도로교통법에서도 100m 이하 시정 안개 상황에서만 속도제한(50% 감속)을 규정하고 있음 - 블랙박스 영상정보와 안개등, 속도 등 차량센서 데이터 융복합 분석을 통한 수집정보 품질관리 및 신뢰도 향상 - 블랙박스로부터 수집된 영상을 이미지 변환 알고리즘을 활용하여 정지영상으로 변환하고, 변환된 영상은 다시 흑백영상(gray-scale still image)으로 재변환 수행 - 변환된 흑백 정지영상에 영상처리 알고리즘(FFT 등)을 적용하여 대각선 방향의 벡터 성분을 추출하고 추출된 벡터 성분의 분산값을 계산하여 계산된 분산값이 임계값보다 작을 경우 해당 영상은 안개가 낀 영상으로 판별  < 안개정보 수집 알고리즘 >

목적	- 자동차 관련 법률(교통안전법) 및 정부 정책에 따라 의무 장착 규정된 차내 장치 중 실시간 통신 연결성(차량-센터)이 확보된 장치(DTG, 블랙박스)에서 수집된 정보(커넥티드 카 융합정보)를 이용하여 도로의 블랙아이스(결빙)를 실시간으로 수집(측정) 기술 개발 - 안개 발생에 따른 운전자 실시간 정보제공 및 도로관리자 정보 제공을 통한 악천후 도로관리 안전성 향상
핵심성과 4	교통량 수집시스템
정의	- ADAS 기반 밀도 측정 및 교통량 추정 기술은 영상과 레이더를 활용하여 측정거리와 차량의 길이를 측정하고, 이를 통해 밀도를 측정할 수 있으며, 측정된 밀도를 교통류 이론에 적용하여 교통량을 추정하는 기술을 의미함 ADAS (영상+레이더) 기술 활용 ➔ 밀도 측정 및 교통량 추정
목적	- 현재 전국 약 11만km의 국도 및 지방도 3,723개 지점에 고정식 교통정보수집 검지기를 설치(즉, 평균 약 30km 구간에 1개 지점이 설치되어 있음)하여 교통량 정보를 수집하고 있음 - 그러나 현재 설치 구간은 약 1만 3천km로 미설치 구간 약 10만km에 대하여 약 2km 당 1개소 설치 시 약 1조원(1개소 당 2천만 원 기준)이 소요되며, 노후로 인한 교체 및 유지보수 비용을 감안하면 더욱 커질 것으로 예상 - 교통관련 계획 및 영향평가 시 교통량 정보를 필수적으로 활용되기 때문에, 기타 도로구간의 교통량 정보 도출을 위해 5년 단위 전국 가구통행실태 조사 시행(약 1%의 샘플을 활용하여 전국 기종점 통행량, 목적별 통행량, 수단별 통행량 추정) - 추정 교통량은 현실성 반영을 위해 주요 지점 실측 교통량과 비교하며 결과 보완 - 그러나 여전히 부정확하며, 특히 시간대별 교통량 변화를 판단하기에는 한계가 존재하기 때문에 주요도로에 대한 시간대별 저비용 활용 교통량 측정 기술 개발 절실 - 본 연구의 핵심인 교통량 수집시스템은 ADAS 장비(영상, 레이더)를 사업용 차량에 장착하여 전국 주요도로에 대해 저비용으로 광범위한 지역의 교통량 정보를 수집할 수 있음
핵심성과 5	통합분석 및 공유시스템
정의	○ 사업용 차량 내 단말기에서 수집되는 데이터를 집계/제공/융합하기 위하여 도로교통상황 정보를 통합 분석 및 처리하는 시스템 ○ 사업용 차량을 이용하여 수집된 도로교통 상황정보를 지자체, 도로관리기관, 관련 민간기관 등에 연계하여 필요로 하는 정보를 공유하는 시스템

	통합분석 시스템 1. 데이터 정의 : Format, 연계방식 2. 데이터 가공 : 데이터 통합 설계, 처리 알고리즘 개발 3. DB 구축 : HW, SW 4. 데이터 통합관리 : 기초분석 및 시각화, 제공서비스 개발 정보공유 시스템 1. 도로 유지관리 데이터 처리분석 2. 도로 유지관리 DB 설계 3. 연계 공유기술 개발 4. 검증기술 개발 도로교통 정보 국토교통부, Hi Seoul, 서울특별시, 서울교통공사, ex, map, NAVER, olleh, T
목적	- 사업용 차량 기초데이터(안개, 노면파손, 포트홀, 결빙 등) 및 공공데이터(표준노드링크, 도로정보, 기상정보 등) 수집 및 처리시스템 - 수집된 데이터를 집계/가공/융합 처리하기 위한 분석 및 처리시스템 - 도로파손정보 등 도로유지관리 관련 수집데이터 처리 및 분석시스템 - 도로위험정보, 도로유지관리정보 등 제공을 위한 연계 및 공유시스템 - 공유시스템 처리 데이터 품질 및 유지관리를 위한 검증시스템

(나) 연구성과 활용 및 의의

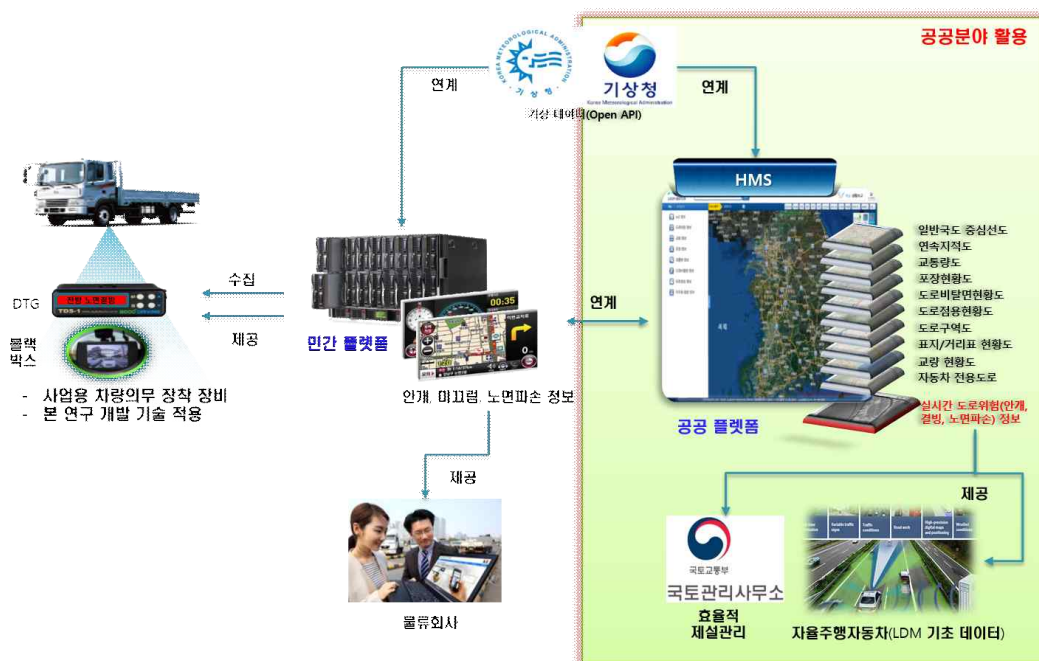
○ 민간분야 활용방안

- 본 연구 참여기업인 대신전자기술 및 케이웁스는 DTG를 이용한 사업용 차량 위치기반서비스를 운영 중인데, 본 기술개발로 인해 위험도로정보(노면파손, 결빙, 안개) 수집시 해당정보를 현재 운영 중인 플랫폼(Web, App)을 이용하여 사업용 차량에게 제공할 수 있고, 타 교통정보사업자에게도 연계하여 부가적인 수익창출이 가능함



○ 공공분야 활용방안

- 현재 한국건설기술연구원에서 관리 중인 도로관리시스템(HMS)에 있는 도로 인벤토리 정보(정적 정보)와 개발기술에 따른 도로위험정보(동적 정보)를 융합하여 지방국토관리청의 효율적인 도로관리를 위한 정보 Web 기반 실시간 도로정보 제공 수단 등으로 활용 가능

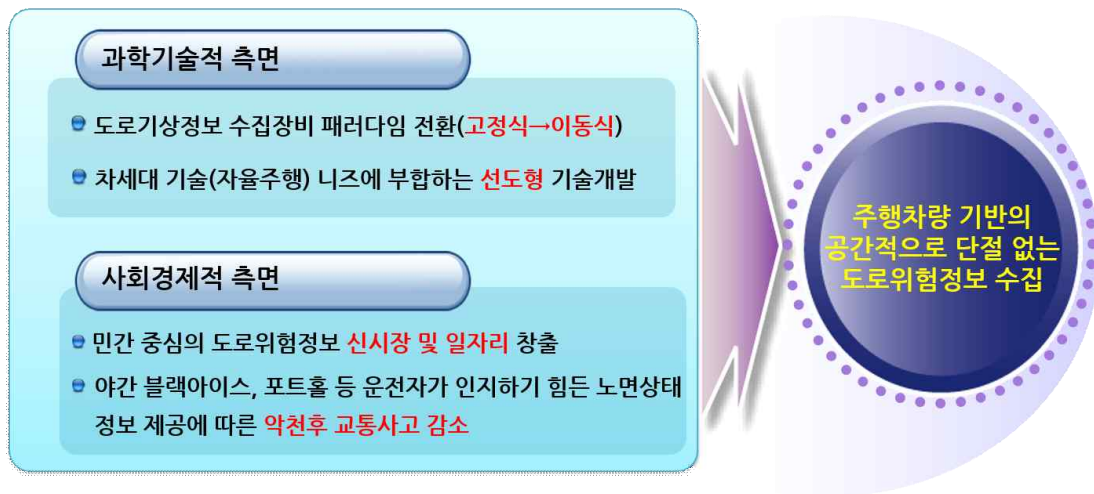


나. 단계적 활용방안

- 단기적(기술개발 완료시) : 국토교통부 소관 법령에 의거하여 사업용 차량에 의무 장착 규정된 DTG 및 영상 카메라(블랙박스 혹은 ADAS)에 적용
 - 블랙박스나 ADAS의 경우 의무 장착 대상은 아니지만, 관련 법령에 의한 후방 확인 영상장치 설치 시 차로 이탈 및 차량 간격 급 변화 시 경고 정보 서비스로 병행 설치 거부감이 없을 것으로 판단하며, 현재 민간에서 운영 중인 물류운송시스템과 실시간 통신을 하고 있는 DTG에 개발완료 후 커넥티드 사업용 차량(2018. 1. 기준 6.5만대) 장치에 즉시 적용이 가능함
 - 국가도로망(고속국도, 일반국도) 대상 영상정보 기반 교통밀도 및 교통량 정보 수집체계 보급 및 정보수집 추진이 가능하고, 기존 고정식 교통상황정보 수집체계를 통해 수집된 정보와의 융합을 통한 국가도로망 교통밀도 및 교통량 정보 신뢰성 향상 추진
 - 대형 화물차, 컨테이너 운송차량, 시외버스 등 국가도로망을 주로 통행하는 사업용 차량 선정, 정보 신뢰성 확보를 위한 샘플 규모 산출 및 도로위험정보, 교통량/밀도 정보 수집체계 구축 추진
- 중기적(기술개발 완료 후 5년) : 현재 국토부가 시범사업을 추진 중에 있고, 2020년까지 약 3조원의 예산투입 계획이 있는 차세대 ITS 사업(C-ITS) 차량 단말기 요소기술로 활용
 - 현재 국토부가 시범사업을 추진 중에 있고, 2025년까지 전체 차량의 50%에 단말기 보급 계획이 있는 차세대 ITS 사업(C-ITS) 차량 단말기(OBU) 요소기술로 활용
 - 사업용 차량 기반 교통상황정보 수집체계를 지자체 단위로 확대 구축하여 지역 내 통행 및 광역 통행행태를 나타내는 중소형 화물차, 시내버스 등으로 교통상황정보 수집체계 확대 보급
 - C-ITS 기술과의 융합을 통해 사업용 차량이 수집하는 영상기반 교통소통정보를 V2X 통신으로 노변 장치 및 주변 차량에게 실시간으로 제공하는 서비스 개발
- 장기적(기술개발 완료 후 10년) : 현재 기술개발 사례가 없는 악천후 시 자율주행 요소기술로 활용
 - 현재 기술개발 사례가 없는 돌발상황 반영 교통상황 예측기술을 자율주행 요소기술로 활용
 - 신규 건설 도로망의 교통류 정보 수집체계를 사업용 차량 기반으로 대체 추진
 - 악천후시에는 차량의 동역학 메커니즘이 크게 다르기 때문에 노면의 미끄럼, 안개 상황 등을 고려한 자율주행 기술개발이 필요하고, 이를 위해서는 차량 센서를 이용한 도로 기상정보 수집기술이 필수적임
 - 자율주행 차량의 핵심요소 기술은 차량 전방 객체인식을 통한 안전한 주행 및 방향설정과 있고, 본 연구의 성과물인 포트홀 탐지는 자율주행차량에 도로노면의 상태정보를 제공해줄 수 있어 자율주행 차량의 핵심요소 기술로 활용이 가능할 뿐만 아니라, 본 연구의 포트홀 탐지 알고리즘은 머신러닝을 기반으로 하므로 레퍼런스 데이터만 확보가 된다면 포트홀 뿐만 아니라 맨홀, 패치 등 그 외 도로노면 객체 인식기술로 확장 가능
 - 영상정보 해석기술을 자율주행차량에 적용하여 운행 중 교통류 정보 및 도로환경정보를 수집할 수 있는 핵심기술로 활용 추진 및 개발 기술의 해외 수출



<개발기술 단계적 활용방안>



<연구수행 성과 의의>