

도로안정성평가를 위한 차세대 장비 개발 기획연구

-도로교통 안전점검을 위한 차세대 장비 개발-

2010. 10. 11.

주관연구기관 / 한국건설기술연구원
협동연구기관 / 서울시립대학교 산학협력단
(주) 이노시물레이션

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

도로안전성평가를 위한 차세대 장비 개발 기획연구

-도로교통 안전점검을 위한 차세대 장비 개발-

2010. 10

주관연구기관 / 한국건설기술연구원

협동연구기관 / 서울시립대학교 산학협력단

(주)이노시물레이션

국 토 해 양 부

한국건설교통기술평가원

제 출 문

국토해양부장관(한국건설교통기술평가원장) 귀하

이 보고서를 “도로안전성평가를 위한 장비개발기획”의 최종보고서로 제출합니다.

2010. 10. 11

주관연구기관명 : 한국건설기술연구원

주관연구책임자 : 성정곤

연구원 : 윤덕근, 양충현

공동연구기관명 : 서울시립대학교 산학협력단

공동연구책임자 : 이수범

연구원 : 박준태, 신혜정

공동연구기관명 : (주)이노시물레이션

공동연구책임자 : 홍일기

연구원 : 김영삼

보고서 요약서

과제고유번호	10교통체계 미래-01	해당단계 연구기간	1차년도	단계구분	/	
연구사업명	중사업명	교통체계효율화사업				
	세부사업명					
연구과제명	대과제명	도로안전성 평가를 위한 차세대 장비 개발				
	세부과제명					
연구책임자	성정곤	해당단계 참여 연구원수	총 : 8명 내부 : 8명 외부 : 명	해당단계 연구비	정부 : 40,000천원 기업 : 천원 계 : 40,000천원	
		총연구기간 참여 연구원수	총 : 명 내부 : 명 외부 : 명		총연구비	정부 : 40,000천원 기업 : 천원 계 : 40,000천원
		한국건설기술연구원		참여기업명		
		국제공동연구		상대국명 :	상대국연구기관명 :	
위탁연구		연구기관명 :		연구책임자 :		
요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)				보고서면수	178	
1. 도로안전성 평가 시스템의 핵심기술 정의 및 국내외 정책/시장/기술 동향 분석 2. 국내 기술수준 분석 및 SWOT 분석을 통한 미래시장 대응전략 수립 3. 시스템 개발 선진화, 시험평가 선진화, 운용 선진화를 위한 세부과제 도출 4. 도로교통 안전 점검 핵심기술 개발을 위한 장비 융합 및 H/W, S/W 기술 정의 5. 도출된 세부과제의 중복성 검토, 특허분석 및 정책적/기술적/경제적 타당성 검토 6. 도로공학/인간공학 기술을 적용한 과제추진전략 및 추진체계 수립 7. 연구 산출물 정의 및 소요예산 수립 8. 도로안전성 평가 시스템 개발에 따른 기대성과와 활용방안 제시						
색인어 (각 5개 이상)	한글	도로안전, 조사차량, 이동측량시스템, 운전자행태, 도면화 알고리즘				
	영어	Road Safety, Survey Vehicle, Mobile Mapping System Driver Behavior, Automated Mapping Algorithm				

요 약 문

I. 제목

도로안전성 평가를 위한 차세대 장비 개발

II. 연구개발 목적 및 필요성

- 본 기획연구의 최종목표는 “도로안전성 평가를 위한 차세대 장비 개발”의 상세 연구계획 수립과 본 과제 공모를 위한 RFP(Request For Proposal)를 도출하는 것임
- 도로안전성 평가를 위한 차세대 장비는 국내 도로안전 점검시 제약요소를 작용하는 도면수집의 문제점을 해소하고 시설물 확인의 신속화를 통한 점검 효율화를 높이는 이동측량 개발기술임
- 국내외적으로 도로관련 이동측량시스템의 경우 본 과제에서 추구하고자 하는 기능을 일부 탑재하고 있으나, 실제 정부나 수요기관 등에서 요구하는 도로안전 점검을 위한 도로선형 분석 작업을 신속하게 처리하고, 분석된 선형정보를 이용하여 안전성을 점검해줄 수 있는 기술은 아직 없는 것으로 개발의 필요성이 있음
- 이와 함께 다양한 교통환경을 고려하여 운전자 위험요인을 검토할 수 있는 방법론 및 기술개발을 병행하여 보다 실제적인 도로안전점검이 가능하도록 연구를 기획하는 것이 필요함
- 따라서 국내 실정에 적합한 운용 시나리오 및 성능 요구조건을 정의하고 그에 따른 적합성 및 성능 확인 방법에 대한 연구개발이 필요함

III. 연구개발 내용 및 범위

- 국내외 이동 측량장비 기술개발 현황 분석
 - ▶ 각 국가별 이동 측량장비 연구개발 추진현황 파악
 - ▶ 수요처와 전문가 의견을 통하여 차세대 장비 정책 / 시장현황 / 전망 조사
 - ▶ 조사 결과를 토대로 SWOT 분석을 수행하여 비전과 전략 수립

- 차세대 장비 핵심기술개발의 연구과제 기획
 - ▶ 차세대 장비 기술요구수준 / 현재 기술수준 분석
 - ▶ 도로안전성 점검 시스템의 센서 기술 / 응용 기술 분석
 - ▶ 도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전 분석 기법
- 연구과제에 대한 기술적 / 경제적 타당성 검토
 - ▶ 기술기준으로 차세대 장비 핵심요소기술의 요구사항 정의
 - ▶ 국내 전문가와의 자문 및 의견을 통하여 국내 기술수준 파악
 - ▶ 기존 연구와의 중복성 및 국내 기술개발 가능성 검토
- 연구과제에 대한 이행방안 검토(연구일정, 소요예산, 추진전략)
- 연구과제에 대한 RFP 도출

IV. 연구개발결과

- 기술기준에서 제시하고 있는 초기 노면조사차량 응용으로부터 도면화를 수행할 수 있는 핵심기술개발의 연구 내용 도출
- 연구개발 목표
 - ▶ 도로교통 안전 점검을 위한 차세대 장비 개발
- 연구개발 내용
 - ▶ 도로교통 안전점검 통합시스템 개발
 - ▶ 도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전 분석 방법 개발
 - ▶ 현장 시험운영 및 검증
- 연구개발 추진전략
 - ▶ 산·학·연 협력체계를 구축하여 역량을 집중할 수 있도록 추진
 - ▶ 시스템 개발과 시험평가 추진

V. 연구개발결과의 활용계획

- 본 연구과제 진행시 연구 방향 및 예산, 추진전략 수립에 활용
- 도로안전 점검 시 차세대 장비를 통한 점검효율성 증진
- 본 연구과제 공모를 위한 RFP(Request For Proposal) 도출

목 차

제 출 문	i
보고서 요약서	ii
요 약 문	iii
목 차	vi
표 목차	x
그림 목차	xii
제1장 기획연구 개요	1
제1절 과제 추진의 필요성	1
제2절 연구 목표	3
제3절 기획연구 내용 및 접근 방법	4
제2장 국내·외 관련 동향 분석	6
제1절 시장 동향 분석	6
제2절 기술 동향 분석	8
1. 모바일 매핑 시스템	8
2. 도로분야 이동측량시스템 및 안전점검 시스템	13
3. 운전자 특성 분석 시스템	24
4. 도로안전평가 관련	31
5. 차량 위치 정보 획득용 GPS/INS 시스템 관련	39

제3절 특허 동향 분석	48
제4절 정책 동향 분석	60
제5절 기존 연구와의 중복성 검토	62
제6절 동향 분석 결론	68
 제3장 타당성 분석	70
제1절 기술 수준 분석	70
1. 기술 요구 수준	70
2. 현재 기술 수준 분석	71
제2절 경제성 분석	75
1. 국내 시장 수요 분석	75
2. 해외 시장 현황	77
3. 도면화 작업	77
제3절 사회경제적 편익	79
제4절 SWOT분석	84
1. 내부역량	84
2. 외부환경	84
3. 미래시장 대응 전략	85
 제4장 연구 내용	88
제1절 연구개발 목표	88
제2절 연구개발 내용	92
1. 도로교통 안전점검 통합시스템 개발	93
2. 도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전 분석 기법 개발	95
3. 현장 시험운영 및 검증	97

제3절 연차별 연구내용 및 연구성과	99
제4절 성과목표 및 지표 설정	105
제5장 연구 추진 전략 및 추진 체계 수립	106
제1절 연구 추진 전략 및 기술 로드맵 작성	106
1. 연차별 추진과제 기술 로드맵(TRM) 작성	106
2. 연구 추진 전략	108
제2절 연구 추진 체계	109
제6장 연구결과 활용 방안 및 기대성과	111
제1절 연구결과 활용방안	111
1. 연구결과의 직접적 활용	111
2. 연구결과 실용화 방안	112
제2절 연구결과의 기대성과	113
제7장 연구 기간 및 예산	115
제1절 총괄 소요예산	115
1. 총 연구개발비	115
2. 세부과제별 연구비	116
제2절 세부과제별 소요예산 내역	117
제8장 참고문헌	127

부록 1 : 과제 공모를 위한 RFP	130
부록 2 : 기술별 주요 특허 리스트	137
부록 3 : 기획위원회 회의록	169

표 목차

<표 1-1> 도로교통사고비용	2
<표 1-2> 기획위원회 자문위원 구성	5
<표 1-3> 기획연구 수행 절차	5
<표 2-1> 해외 MMS 관련 기술	12
<표 2-2> HAWKEYE 2000 SERIES 측정 장비	14
<표 2-3> DBDV 측정 장비 구성 및 기능 및 내용	21
<표 2-4> 국내외 MMS 시스템의 기능 비교	22
<표 2-5> 국내외 MMS 시스템의 기능 비교	23
<표 2-6> IHSDM의 주요 모듈	35
<표 2-7> 교차로별 상충의 수	36
<표 2-8> 일반적인 절대 측위 GPS 오차 범위	46
<표 2-9> 위성 시계오차와 위성력 오차의 개선	46
<표 2-10> 특허 분석 개요	49
<표 2-11> 특허 분석을 위한 검색식	50
<표 2-12> 특허 검색 결과	51
<표 2-13> 도로안전성점검을 위한 조사 관련 특허의 대표 IPC 분포	56
<표 2-14> 기존 연구과제 검토	63
<표 2-15> 기존 연구와의 중복성 검토	68
<표 3-1> 기술수준 평가척도	72
<표 3-2> 도로 안전성 검토를 위한 국내·외 시스템 기술수준	73
<표 3-3> 수요기관	76

<표 3-4> 노선 측량 방법의 경제성	78
<표 3-5> 도로교통체계 구성요소	80
<표 3-6> 제6차 국가교통안전기본계획(안) 계획지표별 목표	81
<표 3-7 > 총체적인 경제적인 편익	82
<표 3-8> 사회적 편익/비용 추정결과	83
<표 3-9> 도로안전성 평가를 위한 차세대 장비에 대한 미래 시장 대응전략	87
<표 4-1> 연구주제 선정 과정	91
<표 4-2> 연구목표에 따른 세부 연구목표	92
<표 6-1> 각 연구내용별 실용화 항목	112
<표 7-1> 총 연구 개발비	115
<표 7-2> 정부출연금 및 기업부담금 비율	115
<표 7-3> 세부 과제별 연구 개발비(도로교통 안전점검 통합시스템 개발)	116
<표 7-4> 세부 과제별 연구 개발비(도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전 분석 방법 개발)	116
<표 7-5> 세부 과제별 연구 개발비(현장 시험운영 및 검증)	116
<표 7-6> 2010년 학술연구용역 인건비 조정단가	117
<표 7-7> 도로교통 안전점검 통합시스템 개발 1차년도 연구개발비 내역	117
<표 7-8> 도로교통 안전점검 통합시스템 개발 2차년도 연구개발비 내역	119
<표 7-9> 도로교통 안전점검 통합시스템 개발 3차년도 연구개발비 내역	120
<표 7-10> 도로교통 안전 분석 방법 1차년도 연구개발비 내역	121
<표 7-11> 도로교통 안전 분석 방법 2차년도 연구개발비 내역	122
<표 7-12> 도로교통안전 분석 방법 3차년도 연구개발비 내역	123
<표 7-13> 현장 시험운영 및 검증 1차년도 예산	124
<표 7-14> 현장 시험운영 및 검증 2차년도 예산	125
<표 7-15> 현장 시험운영 및 검증 3차년도 예산	126

그림 목차

<그림 1-1> 도로교통사고비용의 구성	2
<그림 1-2> 과제 연구 목표 및 세부 개발 내용	3
<그림 1-3> 기획연구 추진 내용	4
<그림 2-1> 차량측량시스템(국토지리정보원)	9
<그림 2-2> 픽스코리아 장비	9
<그림 2-3> MMS 차량	11
<그림 2-4> IP-S2 Lite MMS 차량	12
<그림 2-5> HAWKEYE 2000 SERIES	13
<그림 2-6> CHASPA	15
<그림 2-7> ARAN	16
<그림 2-8> ARIA	17
<그림 2-9> ROADMAN	17
<그림 2-10> 로드텍 KRISS	19
<그림 2-11> MIDAS 차량	19
<그림 2-12> 운전자 행동 및 반응 검지차량	20
<그림 2-13> 교통사고 분석시스템(TASS, 도로교통공단)	24
<그림 2-14> 차량시뮬레이터	25
<그림 2-15> EDC의 2D HVE 프로그램의 화면일부	27
<그림 2-16> PC-CRASH 프로그램 화면	28
<그림 2-17> 근전도 측정	29
<그림 2-18> 심전도 측정	29

<그림 2-19> 뇌전도 측정	30
<그림 2-20> 생체신호 측정장치 - BIOPAC사의 MP150	30
<그림 2-21> 생체신호 측정장치 - LAXTHA사의 PolyG-A	30
<그림 2-22> 도로안전도 평가 체계 구성	31
<그림 2-23> 사고위험도 지수	32
<그림 2-24> 기하구조 특성	33
<그림 2-25> 교통 시설 및 주변환경 특성	33
<그림 2-26> 교차로와 상충	36
<그림 2-27> Positive Guidance의 정보체계 평가과정	38
<그림 2-28> 현재의 자이로 응용 분야	41
<그림 2-29> 가까운 미래의 자이로 기술의 응용	42
<그림 2-30> 먼 미래의 자이로 기술 응용분야	43
<그림 2-31> GPS/INS 유도 시스템의 혁명	44
<그림 2-32> 특허분석을 위한 프레임워크	49
<그림 2-33> 도로안전성점검을 위한 조사 관련 기술의 연도별 출원 추이	52
<그림 2-34> 도로안전성점검을 위한 조사 관련 기술의 국가별 특허 출원 추이 ..	53
<그림 2-35> 도로안전성점검을 위한 조사 관련 중분류 기술의 연도별 출원 현황	53
<그림 2-36> 도로안전성점검을 위한 조사 관련 기술의 국가별 기술개발 단계	54
<그림 2-37> 도로안전성점검을 위한 조사 관련 기술의 특허지형도 분석	55
<그림 2-38> 도로안전성점검을 위한 조사 관련 기술들의 국가별 특허 출원 추이	56
<그림 2-39> 차량 측량 분야 특허 기술 흐름도	57
<그림 2-40> 레이저 측량 분야 특허 기술 흐름도	58
<그림 2-41> 도로노면 조사 분야 특허 기술 흐름도	59
<그림 2-42> 정책동향	62
<그림 3-1> 교통사고 발생원인	75
<그림 3-2> 교통안전관리 주요조직 현황	76

<그림 4-1> 연구 비전	88
<그림 4-2> 연구 목표	90
<그림 4-3> 기획과제 초기 연구 방향	90
<그림 4-4> 연구과제 도출과정	91
<그림 5-1> 연차별 기술지도(TRM)	107
<그림 5-2> 연구 추진 전략	108
<그림 5-3> 연구추진 체계	109
<그림 6-1> 연구결과의 기대성과	113

제1장 기획연구 개요

제1절 과제 추진의 필요성

- 지속적인 경제개발로 우리나라 국민 생활수준이 향상되면서 사회·경제·문화 등 다양한 분야에서 급격한 변화와 성장을 거듭해 왔음
- 20세기 후반 산업화와 도시화의 진전, 국민소득 향상에 따라 자동차 등록대수가 급격히 증가하였고, 최근에는 교통사고를 비롯해 도로정체, 환경오염 등 다양한 사회문제가 야기되고 있는 실정임
- 특히, 도로교통사고의 경우 2008년 한 해 동안 215,822건이 발생하여 5,870명이 사망하고, 338,962명이 부상을 당했으며¹⁾, 이를 비용으로 환산하면 약 10조원²⁾에 달하는 비용임
- 또한, 2008년 우리나라의 자동차 1만대당 사망자수는 2.9명으로 OECD 가입국 평균인 1.5명의 2배 수준³⁾으로 교통안전 후진성을 장기간 면치 못하고 있는 실정임
- 안전성이 떨어지는 도로에서는 사고발생 위험성이 상존하고 이를 개선하는 데에는 막대한 비용과 시간이 소요되며, 부적절한 도로환경 요인으로 발생한 교통사고는 인적·물적 피해뿐만 아니라 국가와 사회기관의 피해를 가져와 국가적으로 큰 사회적 비용을 초래하고 있음⁴⁾
- 따라서 교통사고 원인분석을 통해 도로교통시설을 개선하고 도로상에서 운전자의 실수까지도 수용할 수 있는 안전한 도로교통환경을 구축하는 방안들이 최근 들어 다양하게 검토되고 있음

1) 경찰청, 『교통사고통계』, 2008, p.17

2) 도로교통공단, 『'07. 도로교통 사고비용의 추계와 평가』, 2008, pp.73~75

3) 도로교통공단, 『OECD 회원국 교통사고 비교』, 2008, pp.27~45

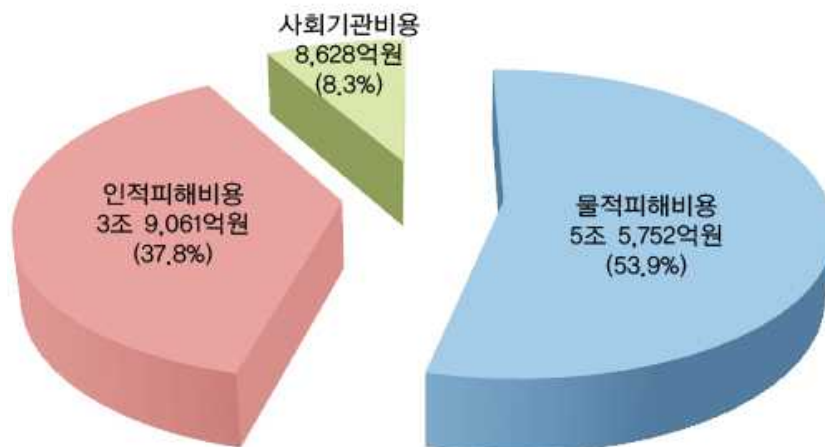
4) 도로교통공단, 교통안전학, 2010, pp.357

<표 1-1> 도로교통사고비용

(단위 : 건, 명, 천원, %)

비 용		2007			전년대비	
		건수(인원)	금액	비율	금액(천원)	비율
총 비 용		-	10,344,116,579	100.0	687,423,008	7.1
물 적 피 해	차 량	3,285,486	3,198,732,238	30.9	251,358,116	8.5
	대 물	2,226,370	2,376,417,770	23.0	313,487,123	15.2
	소 계	5,511,856	5,575,150,008	53.9	564,845,239	11.3
인 적 피 해	사 망	6,166	2,576,605,736	24.9	-28,265,147	-1.1
	부 상	335,906	1,329,538,010	12.9	45,853,993	3.6
	소 계	342,072	3,906,143,745	37.8	17,588,845	0.5
사 회 기 관	교 통 경 찰	-	239,285,146	2.3	-10,558,976	-4.2
	보 험 행 정	-	623,537,680	6.0	115,547,900	22.7
	소 계	-	862,822,826	8.3	104,988,924	13.9

자료 : 장영채, 「'07.도로교통 사고비용의 추계와 평가」, 도로교통공단, 2008.



<그림 1-1> 도로교통사고비용의 구성

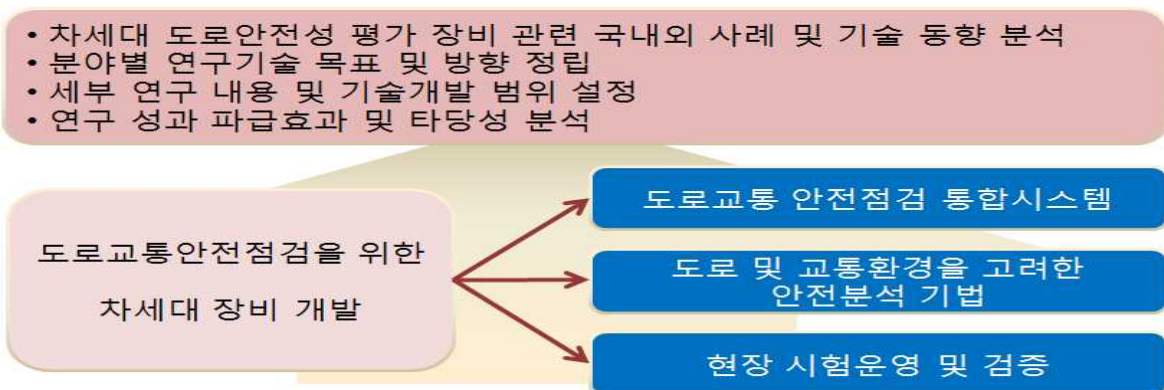
- 이러한 교통안전증진 대책으로 시행하고 있는 교통안전점검은 교통사고를 예방하고 교통안전을 확보하기 위하여 실시하는 제도로 대부분 점검자에 의해 수행되고 있음
- 점검자가 점검을 실시할 때에는 교통안전점검의 객관성과 일관성을 확보하여야 하나 인적·시간적 여러 한계점으로 인한 어려움이 있음. 국토해양부에서는 전국 도로에 대해 교통안전점검을 정기적으로 실시하고 있으나, 시간 소모적이며 주관적인 판단에 의해 도로안전이 평가되고 있어, 신속하고 정확한 도로 안전 점검을 수행할 수 있는 장비 및 시스템이 요구됨
- 인력에 의존해 시행되고 있는 교통안전점검에 대해 점검의 객관성 확보와 자동

화 혹은 자동화에 가까운 신속한 분석을 통한 업무효율성 증진이 필요함

- 또한 기하구조 및 교통시설 중심의 현 점검 방식에서는 교통활동주체인 도로이용자의 인적요인을 충분히 고려하지 못하고 있음
- 도로교통 안전검점을 위한 시스템 개발 과제에서는 도로 교통 안전점검 및 잠재적 위험요인 및 위험구간을 신속히 파악하여 국가 교통안전 증진에 기여할 수 있음

제2절 연구 목표

- 도로교통 안전 검점을 위한 시스템 개발의 성공적 수행을 위해 본 기획과제에서는 시스템 개발에 필요한 사전 연구를 수행함
 - 기획과제에서는 시스템 구성에 필요한 기능을 정의 하고, 해당 기능을 완성하기 위한 연구 내용 정의 및 예산, 기술 타당성, 시장 타당성 등을 제시함
 - 본 기획연구의 최종목표는 도로안전 점검을 신속하고 효율적으로 수행하기위한 차세대 장비 개발로 상세 연구계획 수립과 본 과제 공모를 위한 RFP를 도출하는 것임
- ▶ 국내외 기술개발 현황 분석
 - ▶ 핵심기술개발의 연구과제 기획
 - ▶ 연구과제에 대한 기술적 타당성 검토
 - ▶ 연구과제에 대한 RFP 도출



<그림 1-2> 과제 연구 목표 및 세부 개발 내용

제3절 기획연구 내용 및 접근 방법

- 기획연구의 주내용은 “도로교통 안전 검점을 위한 시스템 개발”의 연구 내용 적절성, 연구 추진체계 및 단계의 적절성, 연구비 적절성 등을 중심으로 총 3단계에 걸쳐 수행함
- ▶ 1단계 : 사전조사 분석(기술동향 및 기반기술분석)
- ▶ 2단계 : 중점기술선정 및 추진방향설정(전문가 의견 수립, 중점연구개발 내용 수립)
- ▶ 3단계 : 연구목표 및 추진전략 설정(연구 개발 전략 수립)



<그림 1-3> 기획연구 추진 내용

- 기획위원회 자문회의를 통해 연구의 질적 향상 및 본 과제의 핵심 개발내용 도출에 활용함

<표 1-2> 기획위원회 자문위원 구성

자문위원활동	성명	소속	직급	전공	비고
도로안전진단	김현진	교통안전공단	선임연구원	교통공학	기획위원
도로조사차량	정동훈	지적공사 연구소	책임연구원	지리정보	기획위원
운전자심리	최병호	교통 안전공단	부연구위원	교통심리	기획위원
도로안전진단	이성관	한국도로공사 도로교통연구원	책임연구원	교통공학	기획위원
도로안전진단	김병은	도로교통공단	과장	도로공학	자문위원

<표 1-3> 기획연구 수행 절차

수행절차	일시	수행내역
기획과제 착수	2010. 7. 12	착수 회의
기술수준분석	2010. 8. 13	기술동향, 특허동향 분석, 기술 예측 및 기술 수준 조사
요구사항도출	2010. 8. 23	수요기관 자문회의
기술요구사항 자문	2010. 9. 8	전문가 자문회의
과제 내용 도출	2010. 9. 8	전문가 자문회의
RFP 제안	2010. 9. 17	RFP 작성
연구개발 예산 편성	2010. 9. 24	연차별, 기술별 예산 편성
기획과제 종료	2010. 10. 11	

제2장 국내·외 관련 동향 분석

제1절 시장 동향 분석

- 도로를 관리하는 도로관리청 뿐 아니라 민간 분야에서도 도로이용자의 편의를 위해 도로 교통 정보를 제공하려는 수요가 많이 발생하고 있으며, 대표적인 정보로 교통소통정보, 도로 주변 영상정보 등이 있음
- 도로관리청의 경우 민간이 제공하는 정보 뿐 아니라 도로관리를 위한 정보로 포장정보, 주변 시설물 정보 등 주로 현황 정보를 획득하고자 하였음
- 이러한 현황 정보를 신속하게 취득하기 위한 가장 보편적인 방법은 항공기를 이용하는 방법과 차량을 이용하는 방법으로 구분할 수 있으나, 항공기를 이용하는 방법의 경우 도로를 밀접하게 조사하는데 한계가 있고, 비용이 고가인 단점이 있어, 차량을 이용하는 방법이 주를 이루고 있음
- 조사차량은 이동측량시스템(MMS, Mobile Mapping System)으로 명명되며, 사용 목적에 맞도록 특화되어 사용되고 있으며 대부분 3D를 이용하여 주변 현황을 다시 재구성하여 도시 모델링이나 GIS DB 구축 등의 분야에 사용하며, 도로 부분은 도로 주변 영상을 촬영하거나 포장조사 분야에 많이 사용되고 있었음
- 이렇듯 조사차량은 도로시설물에 대한 데이터베이스를 구축, 유지, 관리하기 위해 요구되는 기존의 측량방식보다 비용 및 시간 면에서 효율성이 높고, 향후 다양한 목적으로 활용될 수 있는 첨단정보시스템 구축 장비임
- 현재 이동측량시스템의 경우 공공 혹은 민간 측에서 지속적으로 수요가 있으며, 이를 위해 민간측면의 시장 또한 활발하게 진행되고 있음. 2010년 9월 한국 일산의 킨텍스에서 개최된 ‘디지털국토엑스포’에서 약 4가지 종류의 이동측량시스템이 선보였으며, 과거보다 이동측량시스템의 시장이 활발해졌음을 알 수 있음
- 이들 기능의 대부분은 주행 후 영상을 처리하여 영상정보를 제공하는 수준의 이동측량시스템의 수준이었음

- 도로를 관리하거나 도로의 안전성을 평가하기 위해서는 도로의 기하구조 정보는 필수적이며, 도로의 기하구조 정보를 취득하는 가장 보편적인 방법은 도면을 통해 정보를 취득함
- 국토해양부나 기타 도로 안전점검을 수행하는 기관에서는 특별안전진단이나 안전점검을 수행하고 있으며, 안전점검을 수행하기 위해 도면은 필수적임
- 상대적으로 도로 등급이 높은 일반국도의 경우에도 약 2/3정도의 도로에만 도면이 있으며, 건설이 오래된 도로의 경우 대부분 도면이 존재하지 않음. 지방도나 시군도의 경우 상황이 더 좋지 않아 도면이 없는 구간이 많이 존재함
- 도면화를 위한 전통적 방법으로 토탈스테이션이나 GPS를 사용한 노선측량방법과 항공사진 측량 방법이 있으나 비용과 시간적인 측면에 어려움이 있어 모든 도로에 도면화 작업을 수행하지 못하고 있음
- 이에 이동측량시스템을 기존 도로 주변 영상을 촬영하거나 포장상태를 조사하는 수준에서 벗어나 점차적으로 도로의 기하구조 정보를 취득하고 분석된 기하구조를 이용하여 도로의 안전성을 점검하고자 하는 욕구가 증가하고 있음
- 일부 이동측량시스템을 이용하여 도로 기하구조 정보를 취득하려는 시도가 있으나, 현재의 기술은 대부분 차량의 주행 궤적을 이용하여 수작업을 통한 기하구조 정보를 추출하는 것으로 도면화의 기술 수준은 아직 미흡하고, 차량으로부터 취득된 데이터를 이용하여 도로 자체 및 운전자 특성을 반영한 안전성을 점검하는 시스템은 아직까지는 없는 실정임
- 이에 정부 기관 등에서는 전국 기존 도로의 선형 정보를 분석하여 DB화하고, 이를 이용하여 안전 점검을 신속하게 수행할 수 있는 시스템에 대한 요구가 있음
- 이러한 조사차량은 지도제작기관 도로관리기관, 도로 및 교통관련 연구기관, 도로 설계 및 시공업자, 측량업체, 자동차 및 자동차 부품회사, 3차원 콘텐츠 개발 및 제작업체, 인터넷 정보제공업자 등 최신의 지형정보 및 도로 공간정보를 필요로 하는 공공기관 및 민간기업이 주된 수요처임
- 이동측량시스템의 경우 외국에서도 활발하게 활용되고 있으며, 국내와 유사하게

대부분 도로 주변 시설물에 대한 영상이나 레이저 정보를 통한 재구성 및 포장 상태에 대한 조사, 자산 관리(asset management) 등에 활용되고 있음

- iRAP(International Road Assessment Programme)에서는 세계 60개국 20만Km의 도로를 조사하여 도로시설물 안전개선 사업을 수행하고 있는데, 이는 운영되고 있는 도로를 대상으로 조사하여 실시하며 조사된 도로 자료는 주어진 매뉴얼에 따라 점수를 매겨 등급화하고 이를 이용하여 사고의 심각성을 표현함⁵⁾
- iRAP의 경우 도로조사차량의 경우 필수 사항은 아니지만 조사차량을 활용하도록 하고 있으며, 이동측량시스템이 활성화 될 경우 iRAP에서 활발하게 사용될 것으로 그 시장성은 더욱 커질 것으로 전망됨
- 결론적으로 이동측량시스템의 경우 현재 도로 주변 시설물 조사를 위한 영상 취득과 레이저 스캐너 활용 및 포장상태 조사 중심으로 활용되고 있으며, 그 활용성을 기존 도로 및 주변 시설물 관리 기능 뿐 아니라 도로 기하구조 정보 분석 및 도면화와 안전성 점검에 활용될 경우 그 수요는 더욱 증가할 것으로 판단됨

제2절 기술 동향 분석

1. 모바일 매핑 시스템

- 모바일 매핑 시스템(MMS, Mobile Mapping System)이란 이동측량시스템이라고 할 수 있음. 기존 측량 방법과 대비하여 도로지형정보 및 시설물정보의 DB를 구축, 유지, 관리할 때 비용 및 시간면에서 효율성이 높은 첨단정보 시스템임⁶⁾
- 차량에 CCD카메라, 레이저 스캐너, 비디오카메라 등의 이미지 획득 장치와 GPS 수신기, INS(Inertial Navigation System), DMI(Distance Measuring Instrument) 등의 장치를 탑재하여 주행과 동시에 각종 시설물 현황이나 기타 속성정보를 영상과 좌표를 통하여 취득 및 갱신할 수 있는 시스템임⁶⁾
- 이동측량시스템은 주로 측량분야에서 활용되며, 주변 현황정보를 취득하기 위해 영상 혹은 레이저 스캐너를 통해 취득된 데이터를 이용하여 정보를 취득할 수

5) <http://www.irap.net/>

6) 오태완, 모바일매핑시스템으로 취득된 전방위 영상의 광속조정법, 서울시립대학교 석사학위논문, 2010, pp.5

있으며 주로 해당 시설물의 영상 정보와 위치 정보를 함께 취득하여 GIS DB 구축 등에 활용함



<그림 2-1> 차량측량시스템(국토지리정보원)

- 이동측량시스템은 그 목적에 따라 도로안전분야, 시설물 관리 분야, 측량분야 등 다양한 분야에서 활용될 수 있음
- 한국의 픽스코리아에서는 MMS 장치를 자체 개발하여 Daum 로드뷰를 통하여 서비스 하고 있으며 사람이 직접 매고 다니는 타입은 DSLR과 GPS를 연결하여 동기화하는 방식으로 자체 개발한 소프트웨어로 360° 영상촬영이 가능한 방식이며 차량에 부착하는 방식은 어안렌즈 네트워크 카메라를 6대 이상 연결하여 지속적으로 차량내 서버에 저장하는 방식임)



<그림 2-2> 픽스코리아 장비

7) <http://www.pixkorea.com/>

- 미국에서는 1970년대부터 사진기록차량(photo-logging)을 이용하여 도로시설물을 조사하는 연구가 시작되었으며, 초기의 목적은 철도, 고속도로 등을 일정 간격으로 사진을 찍어 이에 대한 영상 정보와 위치 정보를 수집하여 활용하기 위해 개발되었음
- 오하이오 주립대학의 지도제작센터는 교통과 도시계획에 필요한 GIS 자료가 신속한 갱신과 고품질의 공간자료를 필요로 한다는 것을 인식한 후 모바일 매핑 시스템을 개발하였는데 이는 사진기록 차량을 이용하여 도시계획 자료의 수집과 GIS DB 구축 등에 사용되고 있음⁸⁾
- 캐나다의 Visat-Van은 종전에 항공측량이나 위성항법 측량으로 얻어지던 자료의 정확도 한계를 극복하고 토탈스테이션 등을 이용한 지상측량을 대체하기 위해 개발하였는데, 이는 빠른 이동이 가능하여 실시간 지상 정밀 측량 시스템임
- Visat-Van은 캐나다의 고속도로 유지보수 및 도시계획에 필요한 건축의 측량 등에 사용되고 있으며, 이 밖에도 지적도 제작 및 자연재해의 조사 등에도 활발히 적용되고 있으나, 데이터 취득 후 수동으로 분석하여 긴 연장을 분석하는데에는 한계가 있으며, 도면화나 안전점검은 수행하지 못하고 있음
- 독일은 CDSS(Car-Driven Survey System)을 개발하여 고속주행(100km/h)시에도 위치정보를 얻을 수 있는 시스템을 개발하였음
- 호주에서는 멜버른 대학이 철도의 유지 보수 등을 위해 철도측량 시스템을 개발하였음
- 일본의 미쯔비시사에서 3차원 공간계측 및 정보를 관리하는 시스템인 차량 및 소프트웨어를 개발하여 판매하고 있으며 차량의 사양은 크게 MMS Type X와 MMS Type S로 나뉨
 - 3개의 GPS 안테나, 관성 항법 장치(IMU), 카메라와 레이저 스캐너를 이용함, 3개의 GPS 안테나는 삼각망으로 처리되며 차량의 자세를 정밀하게 얻고 노면의 3차원 형상 측정 가능, 절대 측위 방식으로는 20m의 정도, 상대 측위 방식으로는 10cm의 정확도 가능
 - 사용되는 카메라는 수평 80°, 수직 64°의 와이드 앵글 카메라로 5메가 픽셀이 사용되며 6개의 카메라로 360°촬영을 하며 도로의 표지판, 신호등 등의 영상 데이터를 획득

8) 한국건설기술연구원, 2차원에서 3차원에서의 지도학적 차원의 변화모색 연구보고서, 2006, pp235~236

득하며 최대 4개의 레이저 스캐너를 사용함



MMS Type X



MMS Type S

<그림 2-3> MMS 차량

- 일본의 TOPCON에서 IP-S2 Lite라는 MMS 차량을 판매중이며 주행하며 취득한 이미지에서 3D GIS 데이터 취득이 가능함
- 주행 차량에서 360° 전방위 카메라 이미지를 촬영한 후 GPS와 "Camera Vector Technology"(CV기술)을 채용하여 위치정보와 폴리곤을 취득함
- CV 기술은 360° 전방위 카메라 영상에서 카메라의 위치를 고정밀도로 구하는 기술임, 카메라 영상은 연속 프레임과 정지 이미지의 집합체로 1프레임마다 조금씩 이미지가 이어짐, 1프레임 이미지 안에서 복수의 특징점을 추출하고 그것을 프레임마다 추적하여 특징점의 변화로부터 1프레임마다의 카메라 위치와 경사를 해석해 CV값(카메라 벡터값)을 산출하는 알고리즘임
- 각 프레임에 대응하는 카메라위치(x, y, z)와 경사($\theta X \cdot \theta Y \cdot \theta Z$)를 이미지로부터 취득함, 모든 프레임의 카메라 위치와 경사가 결정되면 카메라 영상은 언제든지 3차원화가 가능함, 촬영 노선 근접의 대상물의 위치와 형상을 측정하는 것이 가능함
- 이미지에 의한 3D 공간 데이터를 ArcGIS에 연동하여 현실 공간과 시뮬레이션이 가능함, 화상상의 임의점을 클릭하여 3차원 좌표 계산 가능, 이미지 안의 실사물을 대상으로 등록 속성 정보 입력 가능, 이미지 상이나 지도 안에서 포인트, 폴리라인, 폴리곤을 추출하여 공간정보로 등록가능



<그림 2-4> IP-S2 Lite MMS 차량

- 현재 외국에서 개발된 모바일 매핑 시스템과 그들의 하드웨어는 다음의 표와 같은데 여러 나라의 모든 체계들이 거의 유사하며, 단지 신호차단에 대비한 위치결정의 보조수단을 각각 상이하게 활용하고 있고 수치영상정보의 처리기법 차이가 있다는 것을 알 수 있음

<표 2-1> 해외 MMS 관련 기술

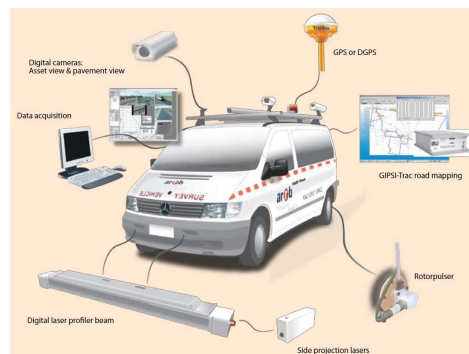
구분	개발 국가	항법센서	맵핑 센서
CDSS	독일	GPS, 주행계, 고도계	흑백 비디오 카메라
GI-EYE	미국	GPS, 저가의 INS	CCD 카메라 비디오카메라
GIM	미국	GPS, 저가의 INS	CCD 카메라 비디오카메라
GPS Van	미국	GPS, Gyros, 속도계	흑백 CCD 카메라 컬러 비디오 카메라
GPS Vision	미국	GPS, 항법용 INS	컬러 CCD 카메라
KISS	독일	GPS, INS, 주행계, 고도계, 경사계	흑백 CCD 카메라 컬러 비디오 카메라
TruckMap	미국	GPS, 디지털 자세 센서	레이저 거리 측정기
MoSES	독일	GPS, 항법용 INS, 주행계, 고도계, 경사계	CCD 카메라
VISAT	캐나다	GPS, 항법용 INS	흑백 CCD 컬러 비디오
MMS-S/X	일본	GPS, 항법용 INS	CCD 카메라 회전식 레이저
IP-S2 Lite	일본	GPS, 항법용 INS	CCD 카메라

2. 도로분야 이동측량시스템 및 안전점검 시스템

- 이동측량시스템 중 도로분야에 활용되는 이동측량시스템은 주로 자산관리나 포장정보를 취득하는 시스템으로 발전 되어 왔음
- 포장조사 장비들은 대부분 외국에서 개발되던 장비들로 일부 기관에서 활용되고 있었으며, 2005년을 전후하여 국내에서 개발을 시도하였음. 국내에서 개발된 포장조사 시스템의 경우 대부분 외국에서 센서를 구매하였으나, 포장센서의 경우 일부 국내 자체적으로 개발할 수 있는 기술수준을 확보한 기관이 있음
- 그러나 현재 국가에서 요구하는 도로안전점검을 위한 도면화나 목적에 맞게 이용할 수 있는 시스템이나 장비는 아직 없는 실정임

(1) HAWKEYE 2000 SERIES

- Hawkeye 2000 Series(Australia)는 도로 전문 조사차량으로 다양한 응용프로그램으로 구성, 새로운 기술 적용을 위해 확장 편의성을 갖추고 있음⁹⁾
- 통합 시스템 구성은 조사 데이터를 완벽하게 생성하기 위해 다양한 모듈을 활용
- 위치 정확도는 다소 떨어짐



<그림 2-5> HAWKEYE 2000 SERIES

9) <http://www.arrb.com.au/>

<표 2-2> HAWKEYE 2000 SERIES 측정 장비

Digital Laser Profiler	기능
	• 거리 측정기(DMI)를 활용하여 노면 데이터 변화량 측정이 가능 • 출력데이터는 노면 프로파일의 거칠기, macrotexture, 프로 파일링 및 rutting 정보를 포함하여 제공
Asset View DIS	기능
	• 최신 디지털 카메라 기술을 구성하며 비디오 프레임 생성, 도로의 지속적인 디지털 기록 가능 • 보정 비디오 카메라는 정확하게 디지털이미지 로그 • 거리와 같은 다른 매개 변수에 대한 변화, GPS 정보 수집 기능
Pavement View DIS	기능
	• 디지털 카메라 기술을 활용하여 고해상도 비디오 이미지 생성, 도로표면의 디지털 기록을 저장 • 포장 상태 평가, 및 마킹기록, 포장 저하 모델링 및 관리 시스템 도입
GIPSI-Trac Road Mapping	기능
	• 도로 기하정보 데이터 관리와 터널, 교량, 산지등에서도 GPS 보정값을 이용한 데이터 수집 가능 • 도로 기하학과 3D 구현에 의한 도로 매핑

(2) CHASPA

- 일본 토목 기술 연구소에서 개발한 CHASPA의 가장 큰 특징은 노면 촬영을 위한 CCD 카메라가 차량의 내부에 장착되어 있는 상태에서 차량의 바깥쪽에 반사판을 설치하여, 카메라로 반사판에 비춰진 노면을 촬영함¹⁰⁾
- CHASPA에서는 레이저를 이용한 DMI(Distance Measuring Instrument) 시스템을 도입하여 사용하고 있다. 일반적인 조사 차량들에서는 바퀴축의 회전을 측정하여 거리를 재는 장비를 사용하고 있지만, 급제동, 급출발 시 바퀴의 미끄러짐 현상 등이 발생할 경우, 측정 오차가 생기는 반면 레이저 DMI에서는 이러한 문제가 해결될 수 있음. 그러나, 레이저 장비의 경우, 저속 주행 시에는 속도를 측정할 수 없다는 문제점이 존재함



<그림 2-6> CHASPA

(3) ARAN

- ARAN(캐나다) 차량의 후방 상부에 2대의 CCD를 부착하고 있으며, CCD 설치 위치와 동일한 높이에 2대의 스트로보 조명을 설치하여 촬영 도로면의 그림자 문제를 해결하고 야간 촬영이 가능하며, 레이저 시스템을 이용하여 노면의 평탄성 및 단차를 측정할 수 있는 보조적인 역할을 수행함¹¹⁾
- 새로운 신형 모델인 ARAN 9000의 경우에는 기존 하드웨어의 장착비율을 50%로

10) <http://www.toadoro.co.jp>

11) <http://www.roadware.com>

줄이고 기존과 같은 성능을 보여주며, 데이터베이스화 되었으며, 장비의 Plug & Play로 시스템 호환 작동이 가능, Microsoft .net 플랫폼 사용, 실시간 cm 미만의 동기화 정확도, 서브시스템의 이동성 향상, 다중 언어 지원 등의 기능이 향상됨

- 사용 소프트웨어는 차량과 사무실에서 사용이 가능하며 데이터 취득, 장비 캘리브레이션, 시뮬레이션 등을 할 수 있음
- ARAN의 로드 프로파일러는 차량 부착용 장비로 포장의 종, 횡단면을 측정하며 노트북상에서 장비 캘리브레이션, 시스템 점검, 데이터 취득이 가능하며 리포트 제작이 가능함, 측정 가능 항목은 종단 포고, IRI (international roughness index), HRI (half-car roughness index), RN (ride number), Rutting (three point or greater), 차량 속도와 이동 거리임



<그림 2-7> ARAN

(4) ARIA

- ARIA(미국)는 두 대의 비디오카메라가 차량의 후면 중간부에 부착되어 있으며, DMI(Distance Measuring Instrument)에 의해 위치를 파악하게 되어있음
- 분석 방법은 ARAN과 유사한데 한 대의 스트로보 조명을 부착하여 밝은 조명에서 영상을 취득할 수 있도록 하고 있으며 레이저 시스템을 설치하여 노면의 평탄성 및 단차 측정이 가능하도록 함¹²⁾

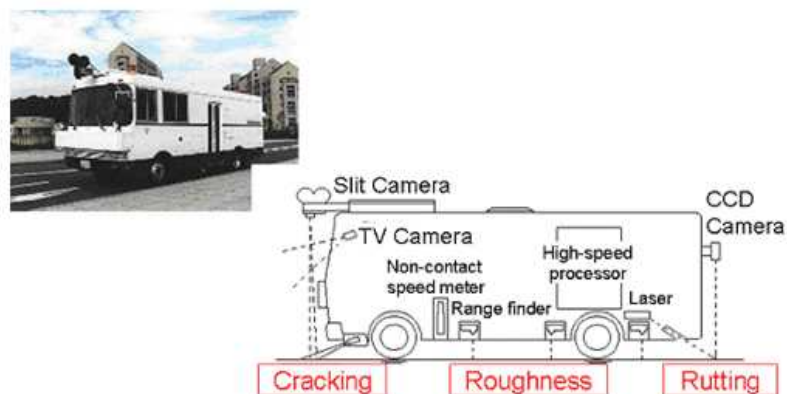
12) 한국건설기술연구원, 도로안전성조사 분석차량 개발, 2006



<그림 2-8> ARIA

(5) ROADMAN

- ROADMAN(일본)은 포장 상태 모니터링 장비로서 균열 이미지의 획득은 차량의 전방부에 장착된 한 대의 Slit 카메라를 이용하여 시속 60km/h로 운행하며, 마이크로프로세서를 통해 균열 분석한 후에 컴퓨터에 입력됨
- 야간 촬영을 위하여 차량의 전방 하단에 10개의 할로겐램프를 설치하여 8000룩스의 밝기를 제공함¹³⁾
- 주로 포장 균열도, 거칠기, 러팅 등을 조사



<그림 2-9> ROADMAN

13) 한국건설기술연구원, 도로안전성조사 분석차량 개발, 2006

(6) RoSSAV

- 한국건설기술연구원에서 개발한 도로안전성 조사 차량 (RoSSAV, Road Safety Survey and Analysis Vehicle)의 경우, 도로의 기하구조와 도로의 현재 상태 측정에 초점이 맞춰져 있으나, 도로 선형에 대해 도면화를 위한 기술 수준은 아직 확보되지 않고, 도로환경과 운전자 특성을 반영하여 안전점검을 수행은 할 수 없는 수준임¹⁴⁾
- 연구개발을 통해 개발된 제품으로 아직 실용화나 현장에 투입되기는 어려움이 있음

(7) KRISS

- 로드텍에서 개발한 장비로 주로 포장상태를 조사하기 위해 개발하였고, 도로 선형 정보 취득이 가능하나, 상당부분 수작업으로 분석이 되고 있어 신속하게 긴 연장을 처리하는 데는 한계가 있음¹⁵⁾
- KRISS는 기하구조 조사장치, 도로안전시설 조사장치, 위치 및 자세 정도 취득 시스템, 차량 탑재 컴퓨터 및 분석 시스템으로 나뉨
- 기하구조 조사 장치는 평면 곡선 반경, 횡단 경사, 편경사 취득이 가능하나 수작업 후처리로 분석이 가능하여 분석에 많은 시간이 소요되어 광범위한 지역에 적용하는데에는 한계가 있음
- 도로안전시설 조사장치에는 이미지로케이션 및 거리측정, 디지털 이미지 시스템이 있음
- 위치 및 자세정도 취득 시스템은 GPS 위치 측정 시스템과 DMI 이동거리 측정 시스템이 있음
- 포장상태 조사를 위한 장비로 도로 노면 평탄성과 균열 측정 이미지 취득
- 취득된 정보를 이용하여 도로의 안전성을 분석하는 기능은 없는 상황임

14) 한국건설기술연구원, 도로안전성조사 분석차량 개발, 2006

15) <http://www.rdth.co.kr>



<그림 2-10> 로드텍 KRIS3

(8) MIDAS

- MIDAS는 (주)로드코리아에서 자체개발한 차량으로 도로의 표면손상, 종단평탄성, 소성변형 등의 도로 포장상태를 조사하기 위하여 개발됨¹⁶⁾
- 수집 자료는 DGPS와 DMI가 연계되어 도로이정에 따라 일전간격으로 자료의 수집 및 저장이 가능하며 최대 120Km/h까지 조사가 가능하며 위치의 오차는 1m이내이며 현재 한국도로공사 고속도로 PMS 정기조사에 사용되고 있음
- 전방영상 수집용 카메라, 2대의 적외선 레이저 방식인 라인스캔카메라와 레이저 변위센서, 가속도계 센서, DMI가 부착되어 있음

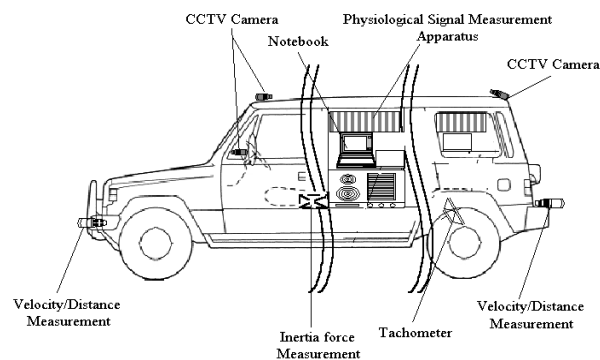


<그림 2-11> MIDAS 차량

16) <http://roadkorea.co.kr>

(9) DBDV

- 운전자 행동 및 반응 검지차량(DBDV, Driver Behavior Detecting Vehicle)은 운전 중인 운전자의 각종 신체, 감성적 변화량을 정량화 할 수 있는 생체신호 수집장치 및 외부 주행환경정보 수집장치로 구성되어 있음¹⁷⁾
- 생체신호 외에 실험차량의 주행속도, 전후방 접근차량의 속도, 관성값, 조도값을 수집할 수 있으며 이러한 자료를 이용하여 도로의 안전도 평가 및 기하구조 진단에 활용 목적이 있음



<그림 2-12> 운전자 행동 및 반응 검지차량

- 실험 차량은 현대 갤로퍼 V6차량을 개조하여 운전자 생체신호 및 주행 환경 측정이 가능토록 되어 있음
- DBDV의 경우 운전자 생체정보 취득만을 위한 장비로써, 도로기하구조 등의 정보는 취득하지 않음

17) <http://research.ex.co.kr>

<표 2-3> DBDV 측정 장비 구성 및 기능 및 내용

실험 차량	기능 및 내용
	- 주행 중의 진동이나 장비의 이동을 고려하여 큰 흔들림에도 견딜 수 있도록 개발 - 추후 장비 업그레이드 등을 고려한 모든 장비의 탈·부착이 가능
생체신호 측정 및 자료입력 장비	기능 및 내용
	- 운전자의 뇌파(EEG), 심전도(ECG), 근전도(EMG), 안구운동(EOG), GSR, PPG, SKT 등의 자료 수집 - 수집된 신호를 화면에 제시하여 수집시 발생 가능한 문제점 침 노이즈 판별 가능 - 자료의 실시간 저장을 통해 실험 완료 후 분석 가능한 시스템 - 생체신호 수집 장비 : MP100WS(미국 BIOPAC SYSTEM Inc.제작) - 데이터의 수집 및 입력/분석 : AcqKnowledge version 3.2.6
주변환경 측정 및 재현 장비	기능 및 내용
   	- 생체신호 측정장비에서 수집되는 운전자 생체신호 변화패턴과 도로 및 주위 교통환경 정보들과의 상관관계를 분석하기 위한 장비 - 모니터, 화면분할기, CCTV(3대), Time Lapse VCR, 관성측정기, GPS 수신장치, 조도 측정장치로 구성

<표 2-4> 국내외 MMS 시스템의 기능 비교

장비명	HAWKEY	CHASPA	ARAN	ARIA	ROADMAN	MIDAS	KRISS	RoSSAV
제조사(국명)	ARRB (호주)	PWRI (일본)	Roadware (캐나다)	MHM (미국)	Kokusa Kogvo(일본)	로드코리아 (한국)	로드텍 (한국)	건기연 (한국)
장비	디지털 카메라, DGPS, 레이저 프로파일러, DMI	GPS CCD카메라, 레이저 DMI	GPS/INS CCD카메라, 레이저 프로파일러 DMII	GPS 비디오 카메라, DMII	GPS Slit카메라, TV카메라,레이 저 프로파일러	GPS, DMI, 노면 측정 레이저	GPS, AHRS, DMI, 노면 측정 레이저, 360° 카메라	GPS/INS, 전방,측방카메 라, DMI, 회전식 레이저, 노면측정레이 저
한계	일부 기하구조 분석 기능이 있으나 처리속도가 느리고 도면화 기능과 도로 안전 점검 기능 없음	레이저 DMI는 저속 주행시 속도 측정 불가	포장조사에 특화된 장비, 외국 장비로 고가임	포장조사에 특화된 장비, 실험적인 구형 모델임	포장조사에 특화된 장비, 하드웨어 장비의 부피가 큼	포장조사에 특화된 장비로 도로 자체의 안정성 분석 곤란	주로 포장에 특화된 장비, 상당부분 수작업에 의존	도로 선형에 대한 자동분석 도면화 기능 없음 도로 안전 점검 기능 부족
시사점	디지털카메라 를 이용한 영상기술 이용가능함	레이저 DMII 보다는 차량 측에 부착하는 DMI 필요	장비의 경량화, 장비 간의 호환성, 에러 자동 복구, 탈부착 가능 장비 등의 기능이 본 과제에 필요함	비디오 카메라 이용하려면 스트로브 조명 등이 필요함	고속촬영을 위하여 Slit카메라를 활용할 수도 있음	최대 120Km/h까지 조사 가능, 차량의 조사 가능 속도를 최대 한으로 올릴 필요가 있음	360° 카메라를 사용	이동성을 위한 하드웨어 부피 감소 필요, 데이터 통합, 처리 소프트웨어 필요

<표 2-5> 국내외 MMS 시스템의 기능 비교

장비명		HAWKEY	CHASPA	ARAN	ARIA	ROADMAN	MIDAS	KRISS	ROSSAV	본과제 추진	비고
제조사(국명)		ARRB (호주)	PWRI (일본)	Roadware (캐나다)	MHM (미국)	Kokusa Kogvo(일본)	로드코리아 (한국)	로드텍 (한국)	건기연 (한국)		
도로 선형	평면	△	△	△	△	△	△	△	○	◎	도면 정보 수준
	종단	△	△	○	△	△	△	○	○	◎	
	횡단경사	△	△	○	△	△	△	○	○	◎	
	차로폭	△	△	△	△	△	△	○	○	◎	
안전 시설	상태	△	△	△	△	△	△	△	△	△	설치 간격, 높이 적정성
	설치위치	X	X	△	X	X	X	△	△	◎	
포장 상태	평탄성	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	기존기술 활용가능
	소성변형	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
노면 정보	노면온도	X	X	X	X	X	X	X	○	◎	노면 온도 등
	노면마찰력	X	X	X	X	X	△	X	X	◎	
주변 환경		△	△	○	△	△	△	○	○	◎	도로주변 시설물 제원
안전성 분석	시거	X	X	X	X	X	X	X	△	◎	
	일관성	X	X	X	X	X	X	X	△	◎	
	기타	X	X	X	X	X	X	X	△	◎	

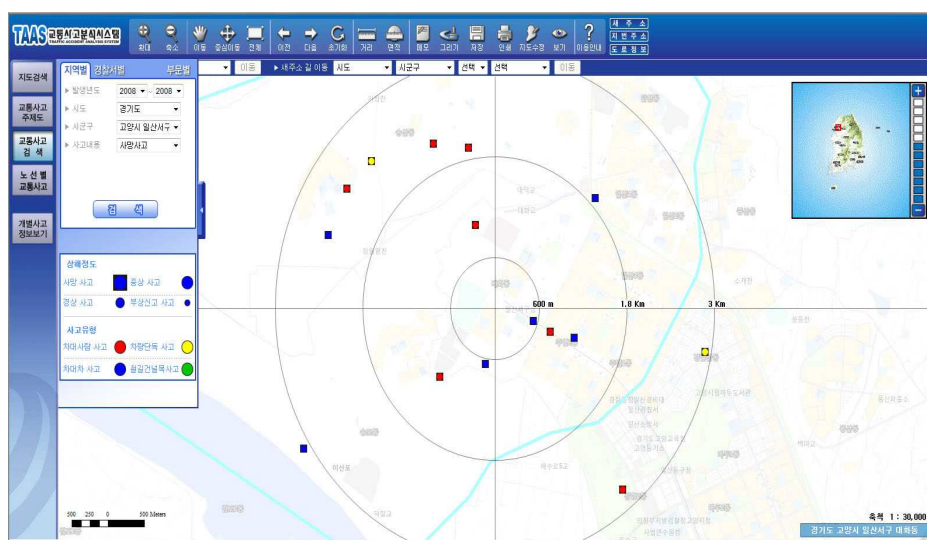
※ X : 기능 자체가 없음

△ : 현장 조사 후 자세한 정보, 제원보다는 실내에서 현황 조회정도 수준(선형은 차량 궤적만 표출)

○ : 상당한 전문지식과 실내에서 수작업 등으로 많은 시간 투입 후 결과 도출이 가능하나 결과의 신뢰성이 미흡한 수준

◎ : 어느 정도 자동화하여 분석 시간이 상당히 단축되며, 전문지식이 없는 사용자도 분석이 가능하고, 그 결과는 신뢰할 만한 수준

- 국내에는 안전분석 시스템은 아직 활용되고 있지 못하며, 단지 사고데이터를 GIS와 연계하여 분석하고자 하는 시스템정도만 존재함
- 도로교통공단에서는 부처별, 보험사별로 독립적으로 관리되어 오던 교통사고기록을 통합시킨 도로교통사고 통합DB시스템(교통사고 분석시스템:TAAS)을 2008년부터 개발하기 시작하여 2010년 현재 안정화 단계에 있으나, 사고위치에 대한 지정학적 통계 분석이 주된 기능으로 사고 예방대책 수립에 활용하기에는 한계가 있음¹⁸⁾



<그림 2-13> 교통사고 분석시스템(TASS, 도로교통공단)

3. 운전자 특성 분석 시스템

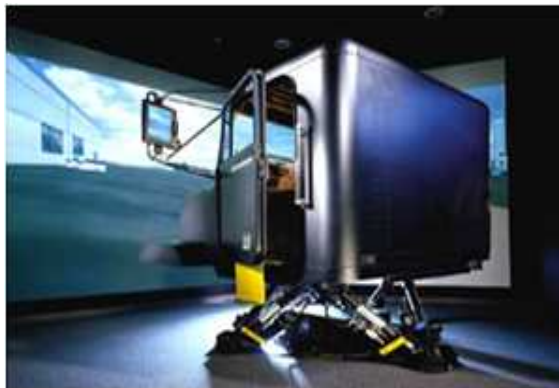
(1) Driving Simulator

- 도로 교통 안전진단 또는 도로안전점검을 위해서는 도로 기하구조와 시설물 특성, 사고와의 관련성을 객관적으로 조사하고 검토해야하며, 이를 위해서 도로환경 조사뿐만 아니라 운전자 주행 특성까지 조사할 수 있는 장비가 요구됨
- 대부분의 운전자 특성을 분석하기 위해 가장 많이 사용되는 방법은 드라이빙 시뮬레이터(Driving Simulator)로 이것은 가상의 운전공간에서 운전자가 실제로

18) <http://taas.rota.or.kr>

자동차를 운전하고 있는 것처럼 시각적, 청각적, 촉각적으로 현실감을 느낄 수 있게 만든 장치임¹⁹⁾

- 가상의 운전공간에서 운전자가 핸들조작, 가속페달조작, 브레이크페달조작 등 다양한 운전조작을 수행하게 되면 차량의 운동이 실시간으로 시뮬레이션을 통해 나타내고, 그 결과를 운전자에게 현실상황과 같이 전달하는 장비임
- 보통 차량시뮬레이터는 시나리오를 정해놓고 모의실험을 진행하여 도로의 구조 및 교통상황, 음주여부, 돌발상황 등 다양한 운전조건에서 나타나는 운전자의 반응, 운전특성을 반복적으로 수행함으로써 각각의 시나리오에서 반응하는 운전자 행동을 연구하는데 많이 사용됨²⁰⁾



<그림 2-14> 차량시뮬레이터

- 드라이빙 시뮬레이터는 국내 한국건설기술연구원, 도로교통공단, 한국도로공사 등 뿐 아니라 외국에서도 보편화되어 사용하고 있는 기술이나 가상현실이라는 한계로 인해 실제 도로에서의 위험성을 완벽히 재현하는데 한계가 존재하며, 분석하고자 하는 도로를 구현하기 위해 많은 시간과 비용이 소요되는 한계가 있음

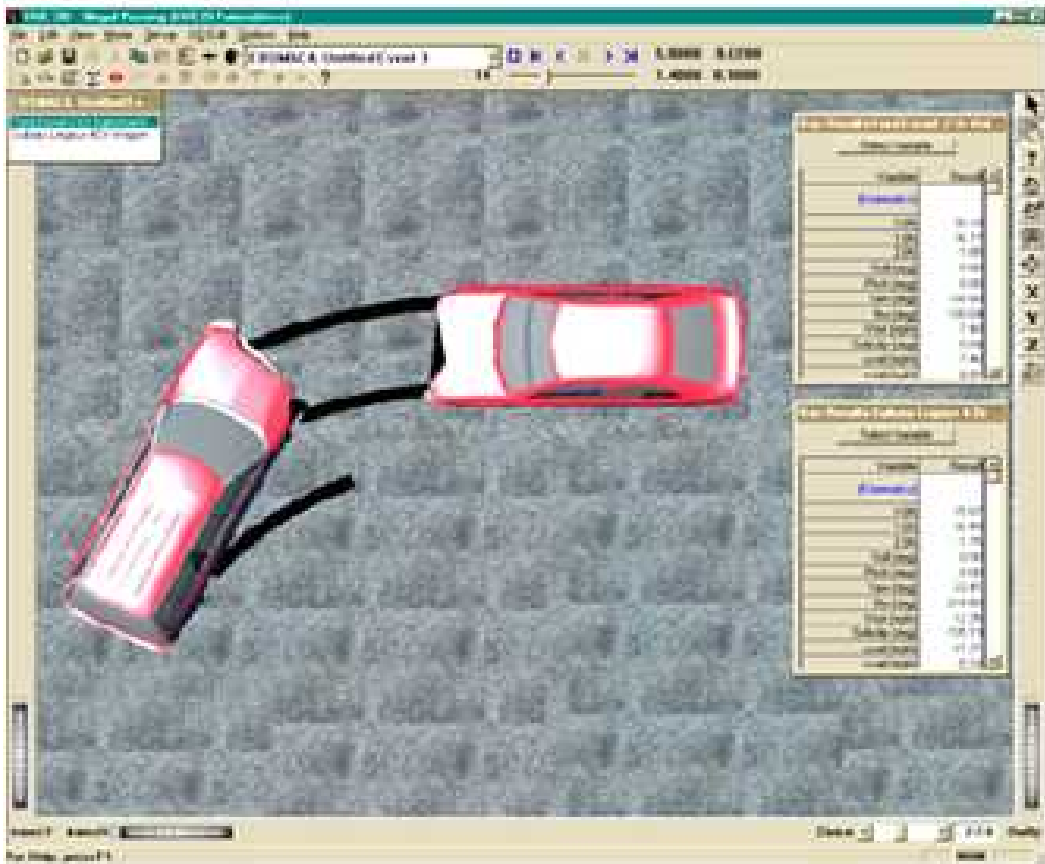
19) <http://www.innosim.com>

20) 조준희, 차량 시뮬레이터의 개발 및 응용 동향, 한국도로학회논문집 제10권, 제1호, 2008, pp68~74

(2) 충돌모의 실험 프로그램

- 교통사고재현을 위한 충돌모의실험은 수많은 실차충돌실험 데이터와 자동차의 충돌·운동역학을 통해 얻어진 공식을 프로그램화 한 것임
- 차량의 제원, 차량의 파손상태, 차량의 최종정지위치, 사고현장에 나타난 노면흔적 등의 사고현장 자료를 바탕으로 충돌전 차량의 운동조건과 운전자의 운전행동을 가상적으로 반복 입력·실험함으로써 최적의 충돌상황 및 충돌 후 진행상황을 찾아내는 과학적인 실험방법임
- 충돌모의실험용 프로그램은 1973년경 미국의 코넬대학 칼스판연구소에서 2차원 자동차충돌프로그램인 SMAC, 1975년경 CRASH를 개발한 후 상용화되었으며 현재 가장 많이 사용되고 있는 상용 프로그램으로는 EDVAP과 PC-CRASH가 있음
- EDVAP(Engineering Dynamics Vehicle Analysis Package)는 미국 코넬대학 칼스판연구소에서 개발한 SMAC, CRASH 프로그램을 개선하여 EDC(Engineering Dynamics Corporation)사에서 상용화한 2차원 및 3차원(HVE) 교통사고재현 프로그램 패키지제품으로 EDVAP은 아래와 같은 각각의 프로그램으로 구성되어 있음²¹⁾
 - : EDCRASH(Engineering Dynamics Corporation Reconstruction of Accident Speeds on the Highway)
 - : EDSMAC (Engineering Dynamics Simulation Model of Automobile Collisions)
 - : EDSVS (Engineering Dynamics Single Vehicle Simulator)
 - : EDVTS (Engineering Dynamics Vehicle Trailer Simulator)
 - : EDHIS (Engineering Dynamics Human Impact Simulator)
 - : EDCAD (Engineering Dynamics Computer-Aided Drafting)
 - : EDVDS (Engineering Dynamics Vehicle Dynamics Simulator)

21) http://www.taei.re.kr/main_03_01.htm

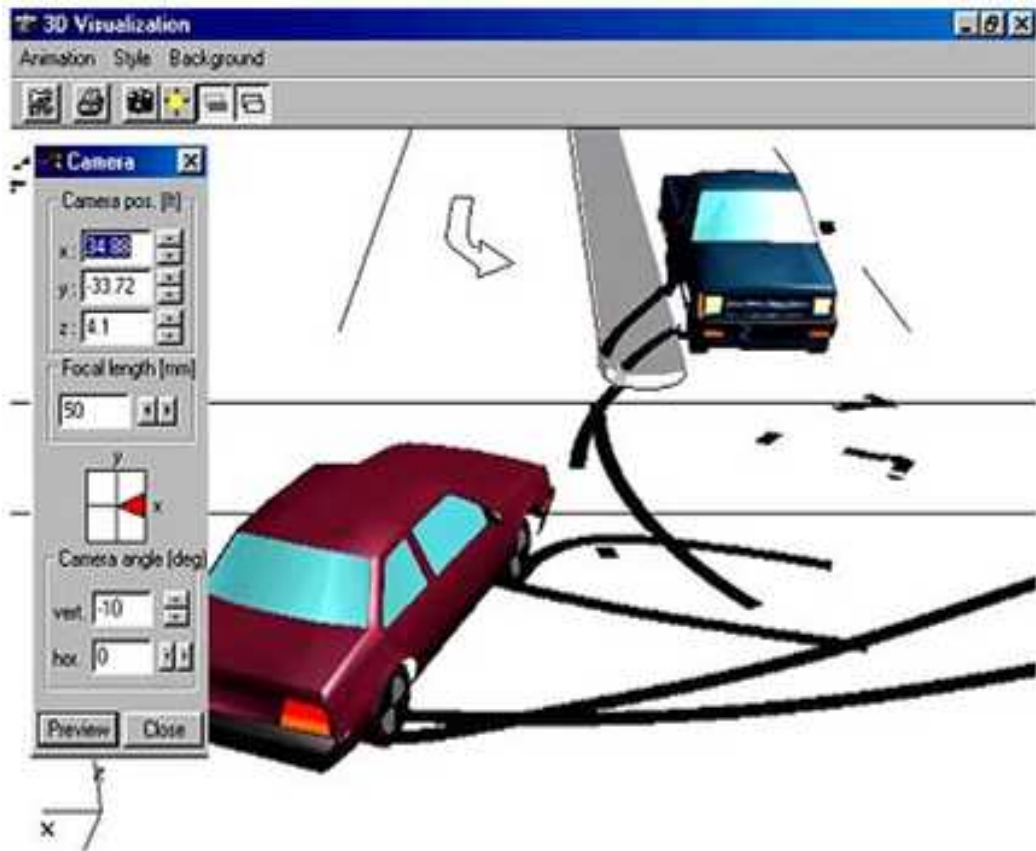


<그림 2-15> EDC의 2D HVE 프로그램의 화면일부

- PC-CRASH는 오스트리아 Graz 대학에서 개발되어 Dr. steffan datentechnik (Lins, Austria)에 의해 상용화된 교통사고재현 시뮬레이션 프로그램으로 뉴턴의 운동법칙에 기반한 2차원 및 3차원 충돌모델을 적용하고 있음²²⁾
- 이 프로그램은 충돌현상을 크게 충돌한 양차량이 공통속도에 도달하게 되는 완전충돌(full impact)와 공통속도에 도달하지 못하는 측면충돌(sliding impact)로 구분하며, 충격점(point of impact), 충격위치와 관련된 차량의 손상깊이와 손상에 의한 양차량의 에너지손실을 이용한 EES(Equivalent energy speed)가 사용됨
- 일반적으로 차대차사고, 보행자사고, 전도사고, 오토바이사고, 트레일러사고, 장애물 충돌실험 등의 모의실험이 가능하며 특히 MADYMO를 이용한 보행자모델은 차량의 특성 및 주행속도, 보행자의 충격부위 및 신체특성, 제동여부 등의 조건에 따라

22) 최지훈, PC-CRASH의 유전자 알고리즘을 적용한 충돌 해석, 한국법과학회지 제10권 제1호, 2009

다양한 모의실험이 가능함



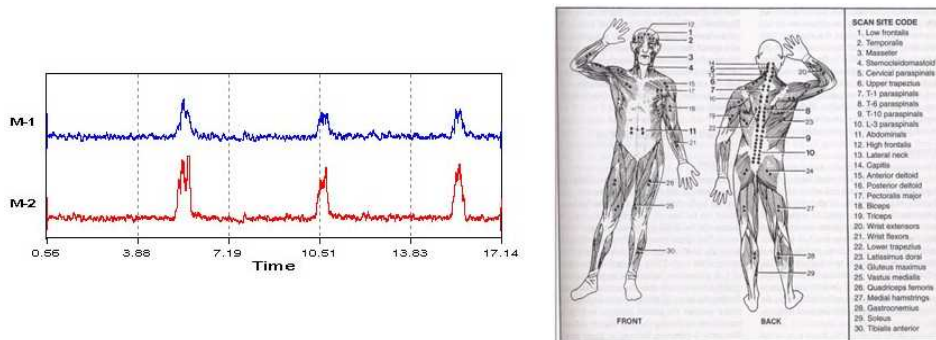
<그림 2-16> PC-CRASH 프로그램 화면

(3) 운전자 환경 시험장비

- 운전자 인지반응(이하, 생체데이터) 및 차량거동 측정 기술은 기존의 개별 상용제품을 사용하는 것이 일반적임. 그러나 차량운동 특성데이터 및 도로환경 평가 데이터 등을 실시간으로 동기화하여 저장 및 분석할 수 있는 기능이 제공되지 않아 사후통합과정에서 시간적인 손실을 유발할 뿐만 아니라, 데이터의 신뢰성 저하의 원인이 될 수 있음. 따라서 도로환경-차량거동-생체데이터를 실시간으로 동기(同期)하여 저장하고 분석할 수 있는 통합 애플리케이션의 개발이 필요함
- 사용목적에 따라서 온도, 습도, 평탄도, 조도, 휘도 등의 환경센서, 운전자의 시선운동, 심전도(ECG), 뇌파(EEG), 적맥파(PPG), 피부전도반응(SCR)등의 생체센서를 추가 장착함으로써 도로환경의 취득뿐만 아니라 운전자 운전행태 분석, 사고원인 조사,

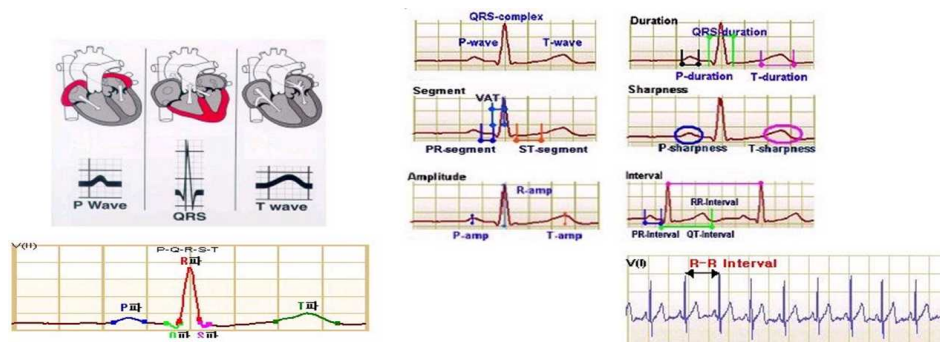
사고예방 대책수립, 도로환경의 개선 등에 활용되고 있음

- 운전자의 근전도(EMG)는 RMS방식을 사용하여 근수축, 또는 근긴장 정도를 측정하여 근육의 구조적 특성이 아닌 기능적 이상여부를 진단하는 데에 유용하며, 피부표면에 전극을 부착하는 무통증, 비침습적인 방식을 적용함²³⁾



<그림 2-17> 근전도 측정

- 심전도(ECG)는 신체표면에서 측정가능한 심장의 전기적 활성단계를 반영하는 미약한 전기 신호를 측정하며, 측정된 전기신호는 P파형, QRS파형, T파형으로 반영됨
- 심장의 파형은 P-QRS-T파형이 하나로 구성되는 것을 표준형태라 하며, 표준형태의 주기적 발생과 R-R 간격의 일정한 발생을 통해 심장의 전기적 활성의 정상 유무를 판단하며, 신체의 스트레스 상태를 반영하는 변수인 교감/부교감 신경계의 활성양상을 R-R 간격의 변화를 분석하면 파악가능함

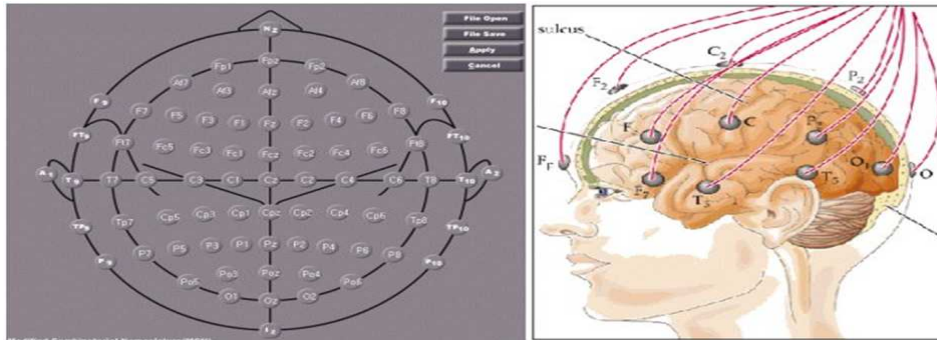


<그림 2-18> 심전도 측정

- 뇌전도 또는 뇌파(EEG)는 신경세포집단의 활동에 수반하는 시시각각의 μV 단위

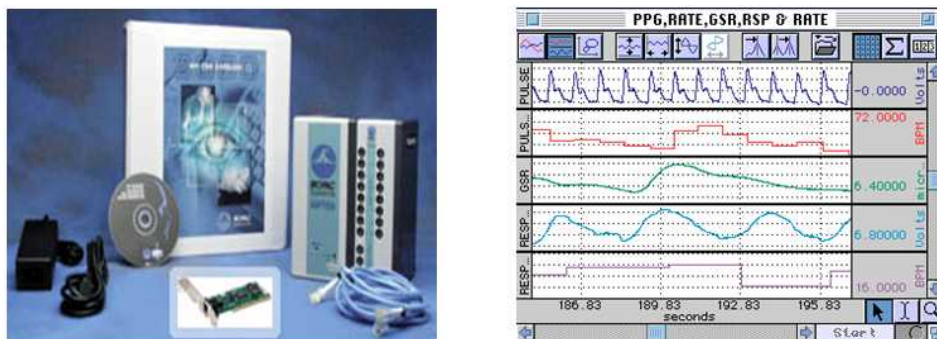
23) 정철기, 방추형 근육의 근전도 신호발생 모델링에 관한 연구, 서울시립대학교대학원, 박사학위 논문, 2010, pp.86~88

의 미약한 활동을 두피상의 전극으로부터 뇌파계등으로 증폭시켜 전기적 변화로 시각화한것이며 주파수에 의해 감마파, 베타파, 알파파, 세타파, 델타파등으로 분류함

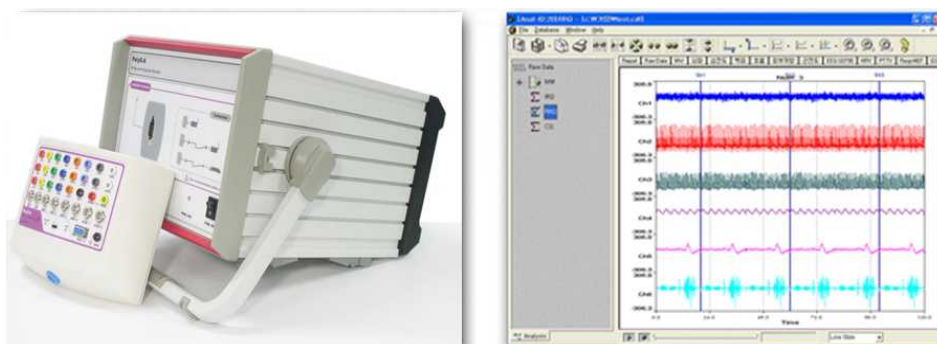


<그림 2-19> 뇌전도 측정

- 운전자 의 심전도(ECG), 뇌전도(EEG), 근전도(EMG)등의 생체신호를 측정하기 위한 상용제품으로는 대표적으로 BIOpac system의 MP150 Data Acquisition System과 Laxtha의 PolyG-A등이 있음



<그림 2-20> 생체신호 측정장치 - BIOPAC사의 MP150



<그림 2-21> 생체신호 측정장치 - LAXTHA사의 PolyG-A

- 최근에는 도로환경 조사차량에서 주변차량과의 거리, 상대속도, 차선 인식, 도로표

지, 신호등에 관한 정보를 취득할 수 있는 기술이 개발되어 실시간 교통흐름, 충돌 예측 등 기능이 다양화되어 가고 있으며, 도로 IT기반시설과 유기적으로 연계되는 등 새로운 기술이 도입되고 있음²⁴⁾

- 결론적으로 도로에서의 안전성을 점검하기 위해서는 도로기하구조 및 주변환경 자체에 대한 점검뿐 아니라 운전자들의 운전행태에 영향을 미칠 수 있는 상황까지 함께 고려되어야 하며, 이는 도로환경뿐 아니라 운전자 행태까지 함께 분석할 수 있는 시스템이 필요함을 의미함. 현재 국내·외에서 실제 도로에서 도로환경 및 운전자 행태를 함께 분석할 수 있는 안전성 점검 시스템은 아직 없는 실정임

4. 도로안전평가 관련

(1) 도로안전도평가 프로그램²⁵⁾

- 도로안전도평가 프로그램(RAP, Road Assessment Program)은 도로구간의 사고 위험성을 등급화하여 표현하는 프로그램으로 대상노선의 사고위험도를 가시적으로 표현함
- 평가체계 구성은 사고위험도지수와 도로사고예방지수의 거시적 지표를 사용하고 있으며 네트워크적 평가 수행이 가능함(노선간의 위험도 비교)

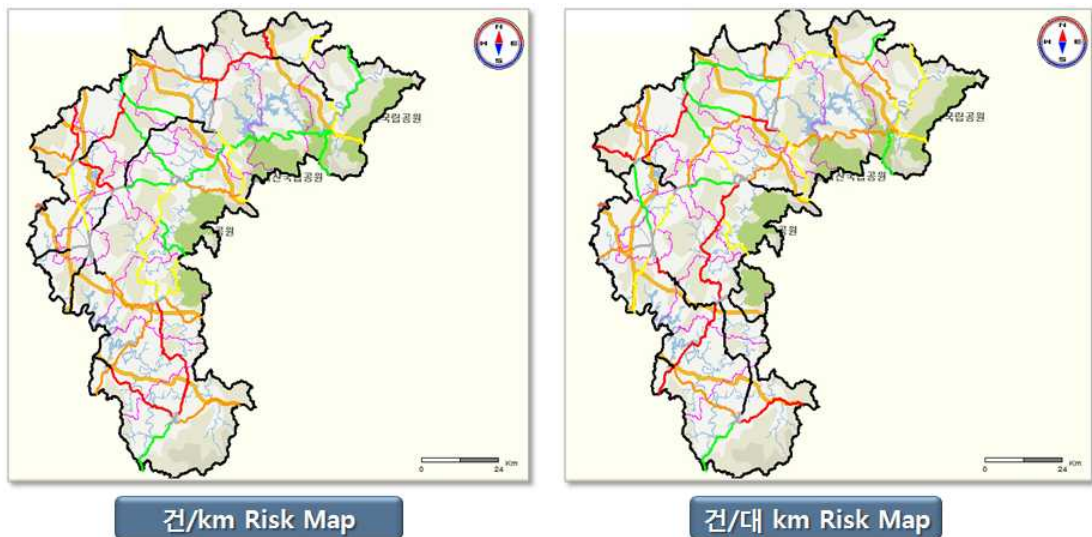


<그림 2-22> 도로안전도 평가 체계 구성

24) 이순철, 교통심리학, 학지사, 2000, pp105~109

25) 한국교통연구원, 도로교통 안전진단 및 관리를 위한 통합정보시스템 구축, 2010

- 사고위험도 지도(Risk Map)에서는 아래 그림과 같이 노선별 사고발생에 따른 사고위험도를 등급화하여 보여줌
- 이는 분석 노선의 사고건수에 따라 등급이 주기적으로 달라지는데 미시적인 사고위험지점을 선정할 수 없는 한계점이 있음
- 또한 사고유형과 반복사고를 고려하지 않고 사고빈도 총량데이터를 사용하기 때문에 실질적인 위험구간 개선 활용이 어려움



<그림 2-23> 사고위험도 지도

- 도로사고예방지수(Road Protection Score)는 기하구조 및 도로 시설물에 따른 사고예방을 평가함
- 기하구조특성 및 도로시설물 구성에 따라 사고가능성을 제시하나 실제 운전자의 사고경향성과 다른 판단을 할 수 있음
- 기하구조 및 시설의 설치적합성이 좋을수록 사고심각도를 낮게 판단하고 있어 모든 도로가 이상적인 아닌 현실접근이 어려우며 운전자의 능력을 과소평가할 수 있음

구분	코드	관련 내용	예
포장됨 $\geq 2.4\text{m}$	1	포장된 길어깨 폭이 2.4m 이상	
포장됨 $1 < \text{폭} < 2.4\text{m}$	2	포장된 길어깨 폭이 2.4m 미만 1m 초과	
포장됨 $0 < \text{폭} \leq 1\text{m}$	3	포장된 길어깨 폭이 1m 이하이나 0보다 넓음	
없음	4	포장된 길어깨 없음	

<그림 2-24> 기하구조 특성

구분	코드	관련 내용	예
방호시설	1	대부분의 차와 소형 차량을 방 어할 수 있는 장벽	
절토부	2	최대 2m 깊이의 비공격적(예: 흙으로 만든) 절단면	
성토부	3	경사면 >1:3 비율, 최소 5m 하 강 경사, 또는 >1:2 비율로 최 소 1.5m 하강 경사	
깊은 배수로	4	차량 탑승자에게 심한 상해를 입힐 수 있는 깊게 패인 급경사 배수로	

<그림 2-25> 교통 시설 및 주변환경 특성

(2) IHSDM

- 미국 연방도로교통청(Federal Highway Administration)에서 개발한 IHSDM (Interactive Highway Safety Design Model)이라는 도로안전 설계 프로그램은 도로 계획자와 설계자들이 도로 기하구조 설계안의 안전성을 평가할 수 있도록 고유기능을 가진 개별 모듈을 통합하도록 구성함²⁶⁾

- IHSDM은 도로공사의 설계, 시공단계에서 안전개념을 도입한 설계를 평가하고 안전과 도로관련 연구결과를 실수요자에게 전달하며 설계자에게 도로의 안전성, 경제성, 환경친화성 등의 판단 기준을 제공하고 설계자가 정보에 기초한 설계를 할 수 있게 함으로써 안전한 도로설계를 도출하는 것임
- 즉, 설계단계에서 사전안전성을 분석하는 것으로 운영단계의 도로의 안전점검 및 안전성평가에는 활용성이 매우 낮음

26) <http://www.tfhrc.gov/safety/ihsdm/ihsdm.htm>

<표 2-6> IHSDM의 주요 모듈

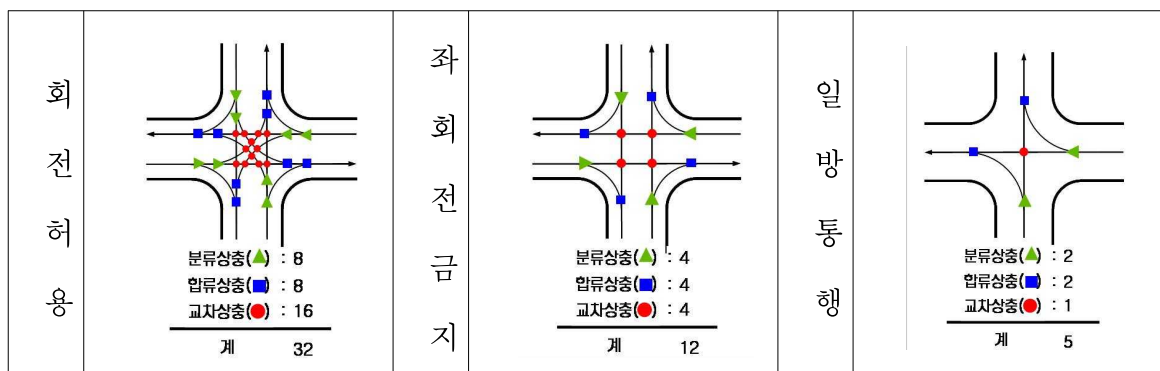
구 분	내 용
Crash Module	• 도로 및 교차로에 있어서 설계 대안에 대하여 충돌 잠재성을 예측하고, 사고의 경중 및 충돌 횟수를 정량적으로 예측 • 충돌의 수를 대안간에 예측하고 사고의 심각도를 비교하거나, 단일 대안의 사고 심각도 분석의 수행을 가능하게 함 예) 차로 및 길어깨의 폭, 평균일교통량 및 다른 중요변수에 따라서 충돌의 빈도가 어떻게 변화하는가?
Design Consistency Module	• 설계연속성(Design Consistency) Module은 도로에 관한 주행속도의 연속성을 평가하고, 기본적으로 연속성에 위배되는 평면선형을 탐색 • 각 선형구간에서 85% speed를 예측하는 speed-profile model을 채택 • speed-prediction model은 평면곡선반경과 종단선형이 도로에서 자유속도에 미치는 영향을 예측 • speed-profile model과 consistency rating measure로 구성
Driver/Vehicle Module	• Vehicle Dynamics Model에 연결된 Driver Performance Model로 구성 • Driver performance는 roadway/vehicle system에 의해 영향을 받음 • Vehicle performance는 driver behavior/performance에 영향을 받음 • Driver Performance Model은 다른 차량의 부재 시 운전자의 속도와 주행 경로를 예측 • 수행결과는 Vehicle Dynamics Model의 입력 값으로 사용 • Vehicle Dynamics Model은 lateral acceleration, friction demand, rolling moment를 예측
Intersection Review Module	• policy review와 diagnostic review로 구성 • policy review는 intersection design element를 검토(corner radius, 회전 차로설계, 교차각, 교차로시거) • diagnostic review는 전문가 시스템으로서 교차로의 기하구조에 관하여 잠재적인 안전침해요소를 규명하고 이에 따른 가능한 대책을 체계적인 평가를 통하여 설계자에게 제시
Policy Review Module	• Policy Review Module은 도로의 계획, 설계과정 전체에 응용되도록 기획 • 기준에 위배되는 설계요소를 규명하고 해당하는 기준의 요약을 제시 • AASHTO의 기준을 이용: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Roadside Design Guide, Guide for the Development of Bicycle Facilities • 각주의 기준에 적합하도록 수정 가능함
Traffic Analysis Module	• Traffic Analysis Module은 도로 기하구조 자료와 speed, travel time, delay, percent following in platoon 등의 정보를 제공하는 traffic simulation model을 연계할 것임 • TWOPAS(2차로 지방부 도로의 traffic simulation model)가 module의 기초 • 모형은 도로기하구조, 운전자 특징, 차량특성, 대향차량 및 동향차량을 고려하여 초단위로 시뮬레이션함 • 2003년의 TWOPAS version은 다음 요인을 복합 구성하여 시뮬레이션이 가능함 : Grades, Curves, Sight restrictions, No-passing zones, Passing and climbing lanes

(3) 교통상충분석

- 상충(Conflict)이란 2개 이상의 교통류가 동일한 도로 공간을 사용하려 할 때 발생하는 교통류의 교차, 합류 및 분류되는 현상을 말하며 교통상충은 어떤 운전자가 다른 차량과의 충돌을 피하기 위해 제동이나 엇갈림에 의한 회피행동을 할 때 발생하는 현상임²⁷⁾
- 1977년 Norway의 Oslo에서 열린 국제학술대회에서 “둘 또는 그 이상의 도로 이용자들이 현 상태를 유지할 때 충돌의 위험을 갖는 공간과 시간의 범위로 서로 접근하는 모습이 관찰 가능한 상황”으로 제시되었음
- 주요 상충 발생에 따른 사고위험지점으로 교차로에 유입하는 도로의 수가 많아지면 교차로 내에서 교차, 합류 및 분류하는 교통류가 수가 기하급수적으로 많아져 교차로에서의 교통처리가 매우 복잡하게 될 뿐만 아니라 사고위험 등이 급격하게 증대됨

<표 2-7> 교차로별 상충의 수

갈래수	교차상충(●)	합류상충(■)	분류상충(▲)	계
3	3	3	3	9
4	16	8	8	32
5	49	15	15	79
6	124	24	24	172



<그림 2-26> 교차로와 상충

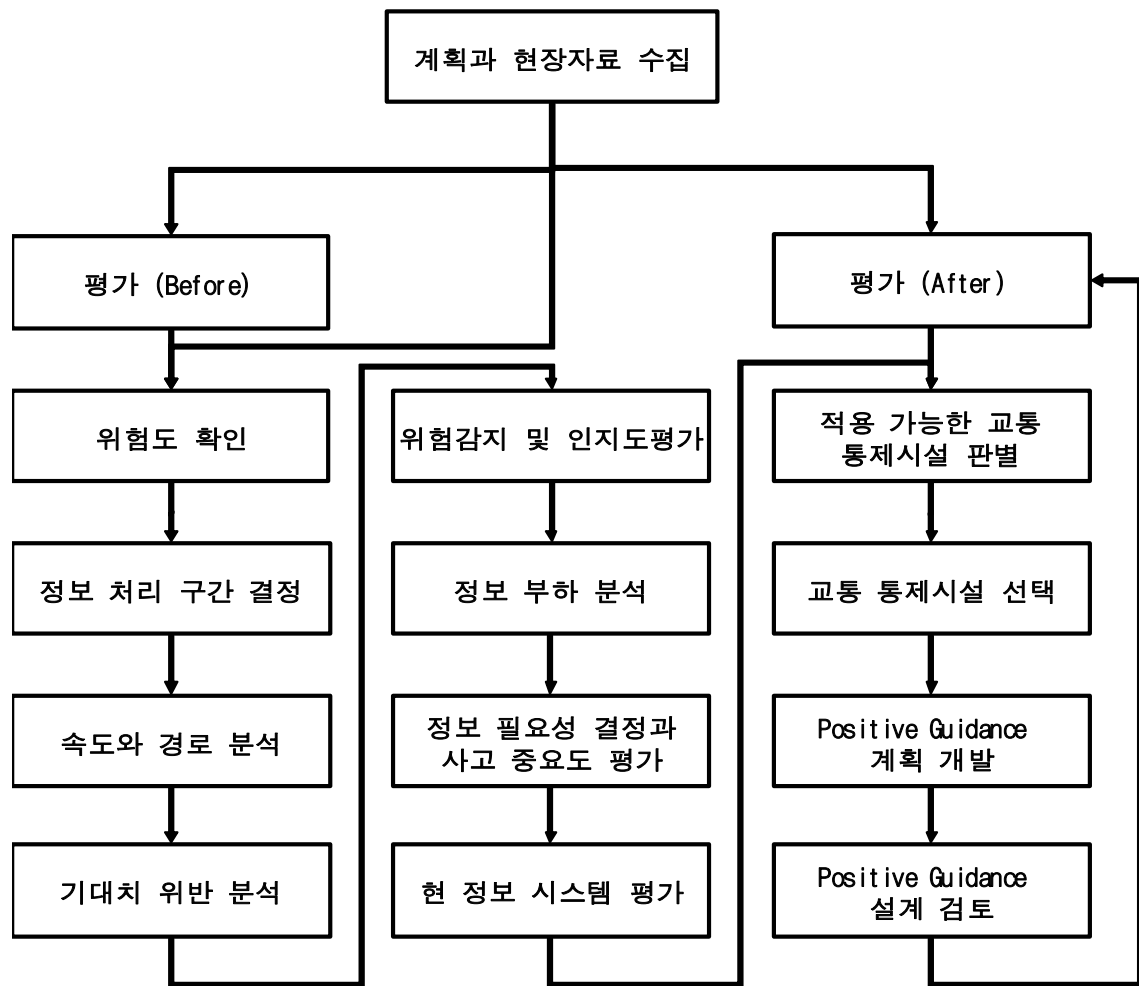
27) 이용택, 스웨덴식 교통상충분석기법의 개발방향, 대한토목학회논문집, 2001, pp48~53

- 이러한 상충 발생의 분석 기법으로 심각한 상충분석 방법이 있으며 Conflict Severity는 Time to Accident(TA)-Value로 정의할 수 있으며 TA값은 사고를 피하기 위해서 어떤 행동을 취한 시점에서부터 도로이용자가 방향과 속도를 변경하지 않는다면 사고가 일어날 수 있다고 추정되는 지점 즉, 잠재된 사고 발생지점까지 남아 있는 시간을 말하며 TA를 구하는 일반적인 방법임

(3) Positive Guidance

- 주행 중 발생하는 도로상의 위험요소는 운전자 부주의, 도로 기하구조, 주변 환경, 차량 간 상충에 기인하며 최근 건설되는 도로들은 높은 설계속도와 효율성을 고려하여 건설되고 있으나 아직 이러한 위험요소들을 모두 제거하지 못하고 있음
- Positive Guidance는 운전자가 적절한 장소와 시간에 위험물을 피해 주행할 수 있도록 정보를 제공하는 방법으로 “도로관리자가 도로상의 모든 위험요소를 제거하지 못한다면 도로이용자가 이러한 장애물들을 피할 수 있도록 필요한 모든 정보를 제공해야 함²⁸⁾
- Positive Guidance는 도로 위험요소 및 상황이 일률적이지 않음을 고려하여 도로의 위치 및 특성을 운전자, 도로, 주변환경 측면에서 다각적인 분석을 실시하고 운전자에게 필요한 정보의 종류와 양, 적절한 교통통제시설의 종류, 위치 및 형태를 판단하여 위험요소가 위치한 도로구간에 개선대책을 제시함

28) Federal Administrator Norbert T. Tiemann, in U.S. Congress. Narrow Bridges-Driver Dilemmas, Hearings before the Subcommittee on Investigations and Review, Committee on Public Works, 93rd Congress, First Session, June 12~14, 1973



참고 : Lunenfeld, H. and Alexander, G.J.(1981), User's Guide to Positive Guidance 2rd Edition, U.S. Dept of Transportation.

<그림 2-27> Positive Guidance의 정보체계 평가과정

5. 차량 위치 정보 획득용 GPS/INS 시스템 관련

- 이동측량시스템의 가장 기초가 되는 센서로는 위치를 측정하는 센서로 GPS/INS 통합시스템이 가장 적합함
- 일반적으로 GPS의 경우 위성으로부터 신호를 받아 시간이 지나도 오차가 누적되지 않으나, 위성으로부터 신호를 수신하지 못하는 지역이 존재함. 반면 INS의 경우 자체 신호를 사용하기 때문에 외부 환경과는 무관하게 항상 위치를 나타낼 수 있으나, 시간이 지나면서 오차가 증가하기 때문에, 일반적으로 GPS와 INS를 통합한 시스템을 많이 사용하고 있음

(1) INS 개요

- 관성 항법 장치(Inertial Navigation System, INS)는 잠수함, 항공기, 미사일 등에 장착하여 자기의 위치를 감지하여 목적지까지 유도하기 위한 장치임.
- INS의 동작원리는 자이로스코프(Gyroscope)에서 가속도를 구해 적분하여 속도를 구하고, 속도를 적분하여 이동한 거리를 구하는 방식
- 처음 있던 위치를 입력하면 이동 후에도 자기의 위치와 속도를 계산해 파악할 수 있고 악천후나 전파 방해의 영향을 받지 않는다는 장점이 있지만 먼 거리를 이동하면 오차가 누적되어 커지므로 GPS나 액티브 레이더 유도 등에 의한 보정을 더해 사용하는 것이 일반적임
- 가속도계(accelerometer)는 어떠한 물체의 가속도를 측정하는 센서임, 이동체가 기울어지게 되면 중력은 z축 가속도계뿐만 아니라 x, y축 가속도계에도 영향을 미침, 각 가속도계에 나타난 중력값을 이용하여 이동체의 기울기를 알 수 있지만, 중력 외의 가속이 측정되는 경우 가속도계만으로는 정확한 동체의 기울기를 알 수 없고 회전각을 측정하는 센서인 자이로를 함께 사용해야 함.
- 가속도계는 기본적으로 자이로를 보정하기 위한 센서임, 자이로로 정확한 자세를 계산하려면 자이로가 아주 정밀해야 하고 가격도 매우 고가이므로 가속도계와 같이 성질이 다른 센서들을 자이로와 혼합하여 사용함. 가속도계는 가속도계 센서 출력을 이용해서 바로 roll, pitch각을 구할 수 있기 때문에, 시간에 따라

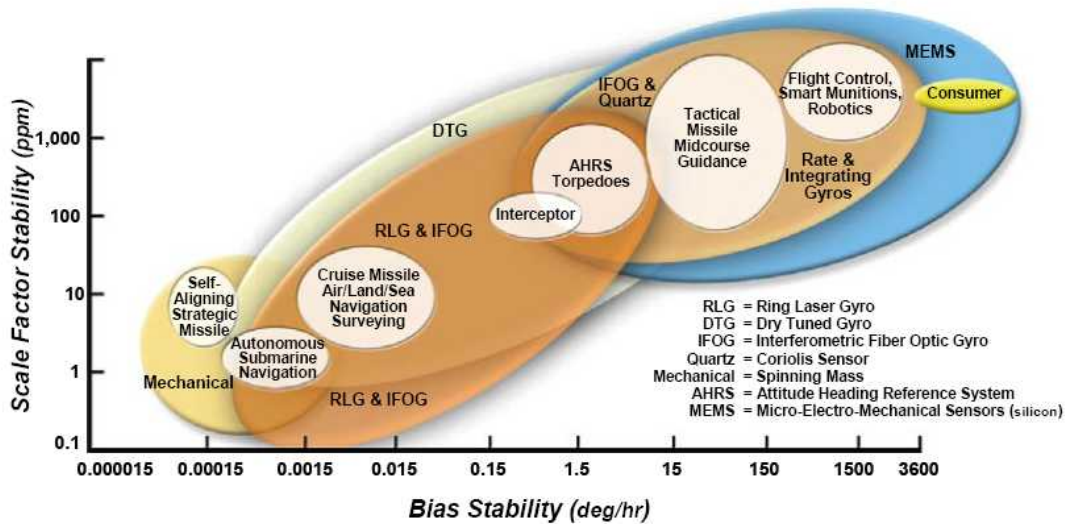
적분할 필요가 없으며 온도, random walk 잡음에 의한 오차를 제외하고는 시간에 따라 오차가 증가할 일이 없음.

- GPS로 구한 위치오차는 큰 오차를 갖고 있지만, INS는 초기에 오차가 아주 작은 반면 시간이 지나면서 지수적으로 위치오차가 발산하게 되는 반면 자이로 센서는 적분을 하여야 자세각을 구할 수 있기 때문에, 오차가 증가하게 됨
- 활용 목적에 따라서 비싼 INS 장비 대신 비교적 저렴한 INS 장비와 GPS를 결합(약결합, 강결합, 심층결합 등)을 하여 비싼 INS 장비를 대체하여 사용하기도 함

[2] INS의 기술동향

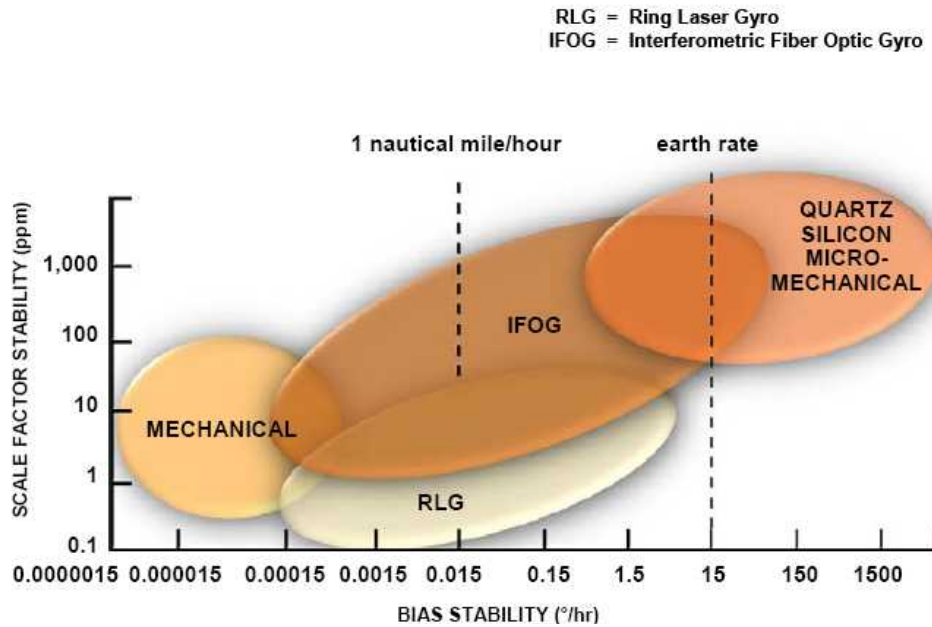
- INS(Inertial Navigation System)의 중요한 오차 원인은 관성 센서와 가속도 측정 오차임, 이 둘을 결합할 때 오차는 측정방식의 차이(자이로의 경우는 deg/h로 오차 표현, 가속도계는 $g(\mu g)$ 로 오차 표현), 측정 안정성(관성을 잴 때 주로 ppm으로 표현)의 오차로 나타남.
- 관성 센서의 경우 경험적으로 0.01deg/h의 정밀한 자이로가 포함된 INS는 일반적으로 시간당 1nm/h의 오차가 발생한다고 알려져 있으며 필요로 하는 프로젝트의 정확도를 얻기 위하여 특정한 관성 시스템을 잘 선택하여야 필요로 하는 성능을 얻을 수 있음
- <그림 2-28>은 현재의 자이로 기술 응용분야를 나타낸다. 자이로 오차와 측정안정성에 따라 어떤 방식의 자이로가 사용되는지 나타내고 있음. 29)

29) George T. Schmidt, "INS/GPS Technology Trends," NATO Research and Technology Organization, 2010



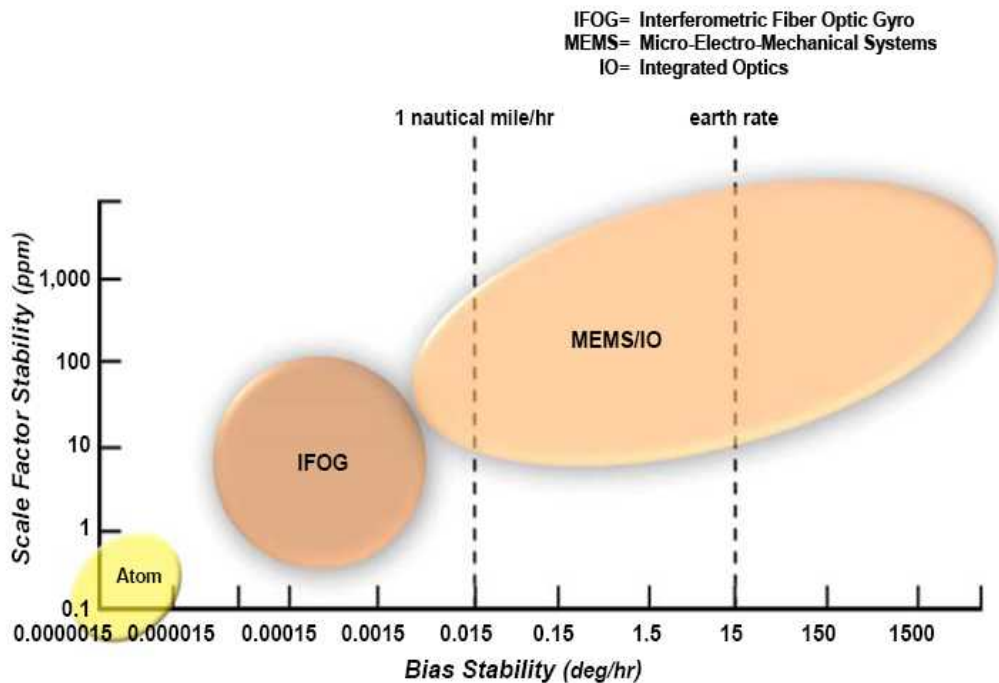
<그림 2-28> 현재의 자이로 응용 분야²⁸⁾

- 반도체를 이용한 관성센서인 MEMS(Microelectromechanical System)는 가격과 크기, 무게 면에서 많은 장점이 있고 그 사용도 계속 확대되는 추세임. 많은 응용 제품이 존재하지만 계속 저가의 아주 작은 부속품 형태로 성능을 떨어트린 제품이 개발되고 있음, <그림 2-29>에서는 향후 가까운 5-10년간의 군사적인 분야에서 사용될 자이로 관성 시스템의 동향임
- MEMS와 간섭 광섬유(Interferometric Fiber-Optic; IFOG) 기술은 매우 고정밀의 측정 안정도가 필요한 몇 분야를 빼고는 현재의 링 레이저 자이로(Ring Laser Gyros; RLGs)를 대신 할 것으로 생각됨. 모든 MEMS 기술의 개발은 전적으로 MEMS 자이로의 개발에 달려 있으며 MEMS 기계의 성능은 많은 응용분야에서 계속 발전되어 왔음.
- 현재 MEMS INS는 16.4cm³의 크기에 0.01deg/h로 성능이 향상되었고 비용은 IFOG 시스템이 \$15,000-\$20,000인 것에 비하여 \$1000 미만으로 줄어들 수도 있음, 저가의 비용은 공장에서 수백만 개의 MEMS를 다량 생산함으로 가능하며 이러한 MEMS 기술의 사용은 저가, 높은 신뢰성, 작은 사이즈, 가벼운 관성 센서를 사용자가 원하는 시스템으로 통합을 가능하게 함.



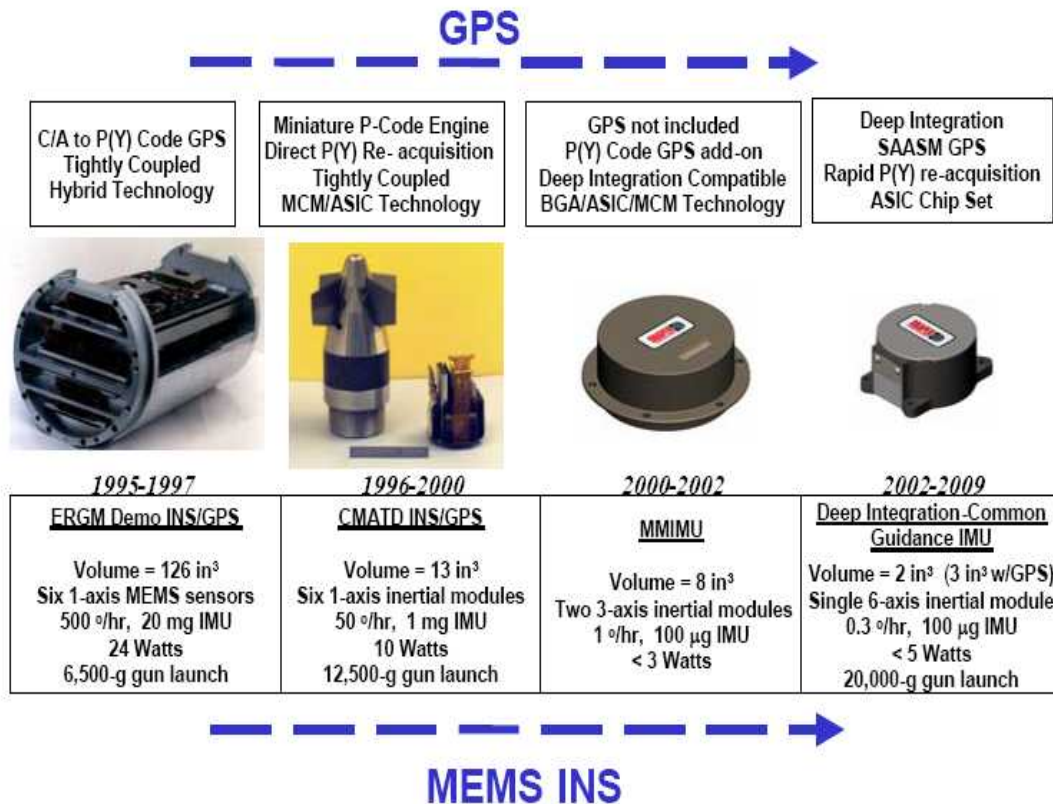
<그림 2-29> 가까운 미래의 자이로 기술의 응용²⁸⁾

- MEMS 방식의 관성 센서가 전략적인 최저 성능의 기계 방식 분야를 차지하게 될 것으로 예상됨, 군수시장에서는 스마트한 장비, 비행기와 미사일의 자동 항법, 짧은 시간의 전략 미사일 유도, 사격 통제 장치, 레이더 안테나 보정, 의복에 부착된 관성 항법 장치인 “스마트 스킨”, 복수의 지능적인 총알이나 화살과 같은 발사체, 아주 작은 GPS/INS 시스템 등에 사용될 것임
- <그림 2-30>는 2020년 이후의 먼 미래에 자이로 기술이 어떻게 변할 것인지 보여주고 있음, MEMS와 결합된 광학시스템(Integrated-Optics; IO 또는 MOEMS)이 중저가 시장 전체를 장악할 것을 보여주고 있음, 이 예측의 근거는 MEMS의 성능향상이 지난 세기 동안 수천, 수만배의 성능이 향상되었고 앞으로 그렇게 될 것으로 예상됨, 시스템 설계자들이 기하학, 크기, 전기와 성능과 안정성에 바탕한 제조 기술을 점점 습득하기 때문에 앞으로 이러한 발전이 가능할 것으로 생각됨



<그림 2-30> 먼 미래의 자이로 기술 응용분야²⁸⁾

- 현재의 응용분야는 여전히 전자적인 센서가 많이 사용되고 있음, 이것은 전자센서가 단순히 저가이며 요구되는 성능만 만족하는 것만이 아니라 대응할만한 기술이 수정 공명(quartz resonators)방식 외에는 아직 개발이 안 되었기 때문으로 수정 공명 방식은 저등급의 상용 제품에 사용되고 있음, MEMS 관성 센서는 아직 시장에 널리 퍼지지 못했으며 여전히 사용자의 응용제품으로 개발되는 단계에 있음.
- 실리콘 방식의 MEMS는 최근에 연속적인 6500G 까지 견디는 사격 포탄에 활용되고 있음. <그림 2-31>에 나타난 작은 MEMS 방식의 강하게 결합된 GPS/INS 시스템이 장래의 발전을 이끌 것이라는 것이 나타나 있음. 이 시스템 들은 수천 배의 무게와 부피 면의 발전을 이루었고 만약 MEMS 방식의 기술이 계속 발전 된다면 이 기술이 전체의 관성 계측 시장을 장악하게 될 것으로 예상됨.



<그림 2-31> GPS/INS 유도 시스템의 혁명²⁸⁾

- 현재 정밀한 INS의 경우 Fiber Optic 방식과 Ring Laser 방식이 주를 이루고 있으며, 일반적으로 Fiber Optic 방식의 경우 더 정밀한 정확도를 제공하나 고가인 단점이 있고, MEMS는 Fiber Optic 방식에 비해 정확도는 많이 떨어지나 가격이 저렴한 장점이 있음
- 이에 센서의 자세한 성능은 실제 데이터를 요구하는 수준에 따라 결정되는 것이 바람직함

[3] GPS의 정확도와 발전방향

- 현재의 PPS(precise positioning)방식의 GPS의 방식의 정도는 군용 P(Y)코드를 이용한 경우 WGS84 좌표계에서는 대략 10m 정도가 됨, 최근에는 GPS의 정도를 개선하

기 위한 연구는 가까운 5-10년 안에 3m의 정도가 될 것으로 예상되며 single GPS 단독으로 사용될 경우 2020년 정도에는 1m의 오차가 가능할 것으로 예상됨.³⁰⁾

- 특히 다중 GPS의 관측값이 칼만 필터를 통하여 INS를 보정해 줄 때 GPS PPS의 정도는 항법 시스템의 성능을 향상시킬 수 있음, 칼만 필터는 적절히 사용되면 어떠한 방식보다 더욱 GPS 오차와 관성 시스템의 오차를 잘 보정할 수 있음
- GPS에서 현재 가장 큰 오차의 원인은 우주 부분과 관제 시스템 부분으로 우주 부분과 관련된 오차는 전리층 오차, 대류권 오차, 위성 시계 오차, 위성력 오차임, 전리층 오차는 2주파 수신기(L1, L2)를 사용하면 줄일 수 있고 대류권 오차는 예측 보완 모델을 사용함으로 줄일 수 있음, <표 2-8>는 일반적인 절대 측위 GPS의 오차 값임.³¹⁾
- 수평위치 정밀도(HDOP)는 GPS 수신기와 관측된 위성 좌표와의 기하학적 관계와 관련이 있음, GPS 수신기가 4개의 위성을 동시에 추적하면 HDOP는 일반적으로 1.5가 되며 이에 해당하는 사용자측의 범위 오차는 3.8m가 되고 대략적으로 GPS의 오차는 $= (0.83)(HDOP)(\text{사용자 범위 오차})$ 로 그 값은 <표 2-8>와 같이 4.7m가 됨.

30) Phillips, R. and Schmidt, G., "Relative and Differential GPS," in NATO AGARD Lecture Series 207, System Implications and Innovative Applications of Satellite Navigation, June 1996, pp. 5.1- 5.22.

31) National Research Council, The Global Positioning System - A Shared National Asset, National Academy Press, Washington, D.C., 1995

<표 2-8> 일반적인 절대 측위 GPS 오차 범위

GPS 노이즈 등과 관련된 오차	1σ 값(m)
멀티 패스	0.6
수신기 노이즈	0.3
RMS 노이즈 등의 에러	0.7
GPS 오류 등의 오차	1σ 값(m)
위성력	1.4
위성시계	3.4
대기권	0.2
RMS 오차 관련 에러	3.7
사용자 범위 오차(UERE) = $(0.7^2 + 3.7^2)^{1/2} = 3.8m$	
CEP = (0.83)(UERE)(HDOP) = 1.5	

- 가까운 미래에 위성 시계 오차와 위성력이 더욱 정확해질 전망이다.(McDonald, K, 2000) 좀 더 먼 미래에서는 5개 이상의 국립 위성, 지도 제작소(NIMA)의 데이터가 공군 모니터링 센터의 관제 자료와 통합될 예정이다. 이것으로 15%의 위성 시계 오차와 위성력 오차가 보정될 수 있음, 지상 관제 센터의 위성 추적 신호에 사용되는 칼만 필터를 보완함으로 15%의 오차가 줄어들 것이며 칼만 필터 안에 좀 더 많은 동적 모델을 사용함으로 5%의 오차를 줄일 수 있고 이는 <표2-9>에 정리하였음.³⁰⁾

<표 2-9> 위성 시계오차와 위성력 오차의 개선

보완 사항	현재의 3.8m(1σ)에 비하여 개선되는 양
보정 업데이트 (50% 감소)	1.8m
추가적인 모니터 관측소 (추가로 15% 감소)	1.5m
비 순차식 칼만필터 (추가 15% 감소)	1.3m
다이나믹 모델 개선(추가 5% 감소)	1.2m

- 대기권의 변동이 없으면 결과적으로 위치 오판은 1.4m가 가능할 것으로 생각된다. HDOP가 1.0일때는 가까운 미래에 CEP가 1m가 가능 할 것으로 생각됨, CEP =

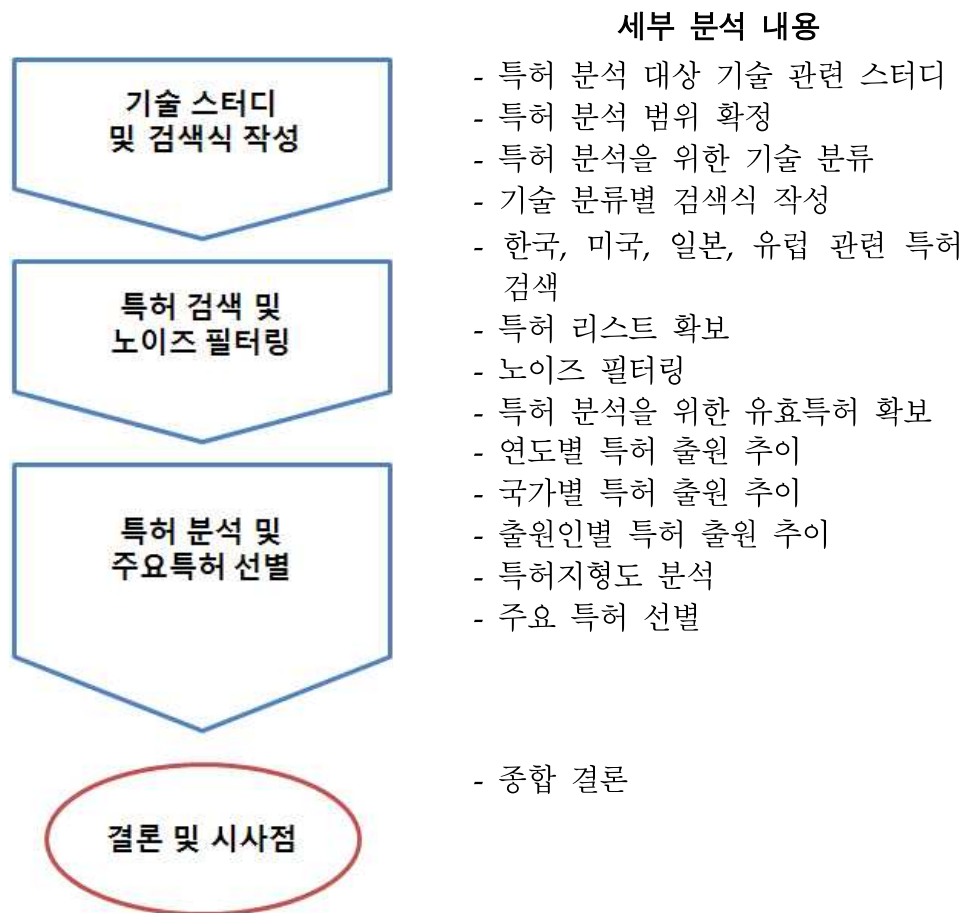
$(0.83)(1.0)(1.4) = 1.1\text{m}$. 만약에 다중 GPS의 관측값이 관성항법시스템과 칼만필터와 결합된다면 1m 미만의 오차도 가능함

- DGPS에는 일반적인 CA코드의 오차만을 이용하는 code DGPS(오차 수m)와 L1/L2대 모두를 이용하는 carrier phase DGPS(반송파 위상 DGPS, 오차 수cm)로 나눌 수 있음
- GPS 자체만으로 수 m 오차가 발생하기 때문에 현재에는 반송파 위상 DGPS(Differential Global Positioning System)방식으로 오차를 수 cm대로 줄이는 방법을 사용하고 있음
- 반송파 위상을 이용한 측정법에는 스태틱 측량과 키네마틱 측량 방법이 있으며 키네마틱 측량은 후처리 방법과 실시간 방법을 동시에 사용이 가능하다.
- RTK(실시간 키네마틱) 기법의 경우는 위성신호 중 L1/L2의 반송파를 처리하여 1~2cm정도의 위치정확도를 얻는 방법, 일반적으로 5개 이상의 위성이 수신되어야 측량이 가능하고 반송파 처리방식으로 계산과정이 복잡하나 정확도는 수 cm 단위로 정확함
- RTK는 주로 실시간 처리용으로 사용되며 후처리용으로는 거의 사용되지 않음, 실시간 처리를 위하여는 위치 보정 데이터의 통신의 문제점이 있으며 최근에 우리나라에서 휴대폰 VRS를 이용하여 사용하기도 하지만 아직 차량 주행 중에 데이터 통신이 불완전하여 끊어지는 단점이 있음
- 앞서 언급한 것처럼 GPS와 INS는 서로 센서 자체의 특성을 가지고 있기 때문에 상호 보완적으로 결합하여 사용하고 있음
- 외국에서는 GPS/INS를 결합하는 기술을 이미 확보하고 있으며, 그 정확도가 군 사장비에 활용되고 있을 정도로 정밀하나, 국내에서는 아직 기초적인 단계로 수행되고 있어 측량의 목적에는 사용될 수 있는 수준은 아님
- 교통체계효율화사업의 “u-TRANSPORTATION” 과제의 2세부 과제 “u-TSN 단말기 개발”에서 개발한 고도계를 추가한 MEMS 방식의 GPS와 IMU 결합시 10분간의 GPS 폐색 구간까지는 GPS의 정확도와 동일한 정확도가 나옴. 이에 본 과제에서 활용 가능할 것으로 판단되며, 향후 본 과제에서는 장비의 국산화를 위하여 이 장비를 활용하는 방안에 대해 연구가 필요함

제3절 특허 동향 분석

[1] 특허 분석 개요

- 특허 분석은 다음과 같이 검색식 작성 단계, 특허 검색 및 노이즈 제거 단계, 특허분석 및 주요특허 선별 단계로 크게 3단계로 나누어 진행됨
- 기술분류 및 검색식 작성 단계: 특허 분석을 실시하기 위해 기술 분류를 실시하고 분류된 기술별로 키워드를 선정하여 검색식을 작성함
- 특허검색 및 노이즈 필터링 단계: 한국, 미국, 일본, 유럽의 분류된 기술별 특허 검색을 실시하여 리스트를 확보하고 기술 전문가의 노이즈 필터링 과정을 통해 특허 분석을 위한 유효 특허를 확보함
- 특허 분석 및 주요특허 선별 단계: 연도별, 국가별, 출원인별 정량분석을 실시하고 특허지형도 분석을 실시하며 기술별 주요특허를 선별함



<그림 2-32> 특허분석을 위한 프레임워크

- 특허분석을 위해 (주)웍스의 WIPS를 검색툴을 이용하여 검색하였고 특허지형도 분석을 위해 미국 Thomson Reuters 사의 Aureka를 이용함

<표 2-10> 특허 분석 개요

구분	설명
사용 DB	WIPS, Aureka
검색기간	2000년 1월 ~ 2010년 9월에 공개되거나 등록된 특허
검색 국가	한국, 미국, 일본, 유럽
검색 범위	명칭, 요약, 대표청구항

- 특허 분석을 위한 검색식

<표 2-11> 특허 분석을 위한 검색식

기술	기술분류	검색식 구조	검색식
모바일 맵핑 차량	차량측량	차량 and (모바일 맵핑 or GPS or 도로 or 도면) and 측량	(차량* or 자동차* or vehicle* or van) and (모바일맵핑* or (모바일* adj 맵핑*) or mobile-mapping or (mobile adj mapping) or 위성항법장치* or GPS or (Global adj position* adj system*) or 도로* or road or highway or 도면* or drawing) and (측량* or survey*)
	레이저 측량	레이저 and (도면 or 도로) and 측량	(레이저* or 레이저* or laser) and (도로* or 도면* or road or highway) and (측량* or survey* or measure*)
	센서	(레이저 or GPS or IMU or INS) and 측량 and 차량	((레이저* or 레이저* or laser or 위성항법장치* or GPS or (Global adj position* adj system*) or 관성측정장치* or 관성항법장치* or IMU or (Inertial* adj measure* adj unit*) or INS or (Inertial* adj navigation* adj system*)) and (측량* or survey* or measure*)) and (차량* or 자동차* or vehicle* or van)
	영상	카메라 and (측량 or 수치사진) and 차량	(카메라* or camera*) and (측량* or survey or 수치사진* or Photogrammetry) and (차량* or 자동차* or vehicle* or van)
도로 안전	도로 노면	(도로포장 and 레이저) or (도로 and (소성변형 or 종단평탄성))	((road or highway) and pavement and laser) or ((도로* or road or highway) and (소성변형* or Rutting or 종단평탄성* or roughness))

○ 특허 검색 결과

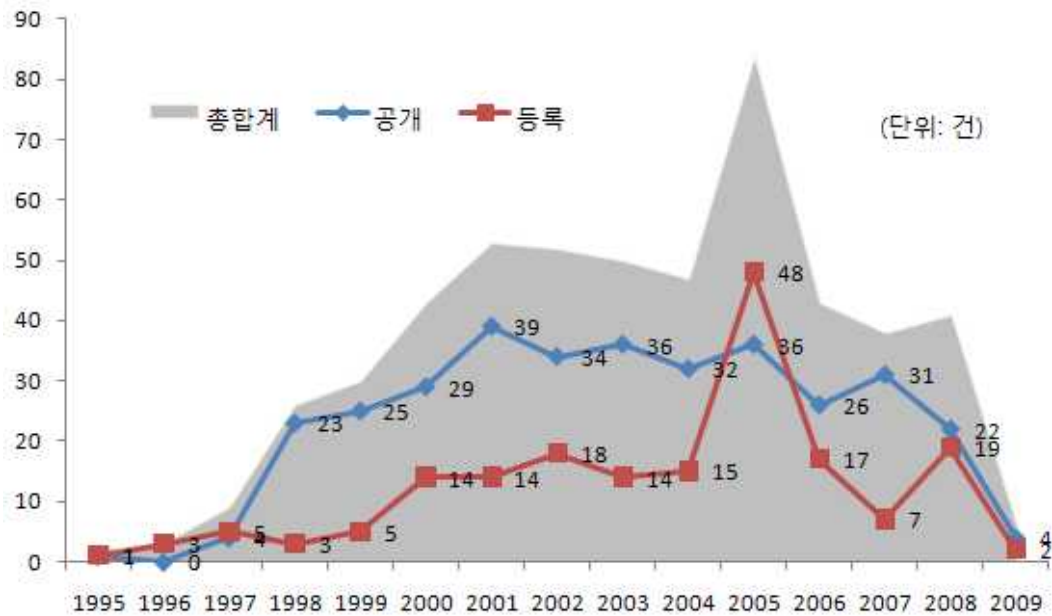
<표 2-12> 특허 검색 결과

기술	기술분류	한국	미국	일본	유럽	합계
모바일 맵핑 차량	차량측량	37 (26)	28 (13)	64 (26)	16 (2)	145 (67)
	레이저 측량	53 (26)	29 (14)	74 (36)	9 (7)	165 (83)
	센서	152 (28)	578 (136)	496 (96)	175 (22)	1,401 (282)
	영상	19 (12)	12 (10)	45 (16)	3 (2)	79 (40)
도로 안전	도로 노면	81 (10)	95 (23)	78 (20)	20 (2)	274 (55)
합계		342 (102)	742 (196)	757 (194)	223 (35)	2,064 (527)

주) ()의 특허 건수는 노이즈 제거 후 유효 데이터 수

[2] 특허분석 결과

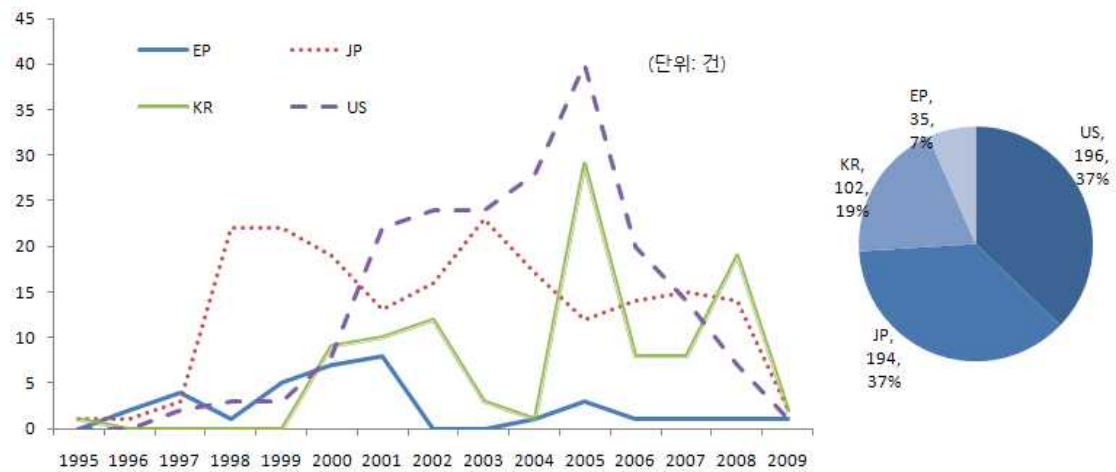
- 도로안전성 점검을 위한 조사 관련 기술의 특허 출원 현황을 살펴보면 2000년대 초반부터 매년 30여건 정도의 지속적인 특허가 공개되었으며 등록 건수도 매년 15건 정도 진행됨
- 출원년도를 기준으로 2005년 가장 많은 84건의 특허 출원이 진행됨



<그림 2-33> 도로안전성점검을 위한 조사 관련 기술의 연도별 출원 추이

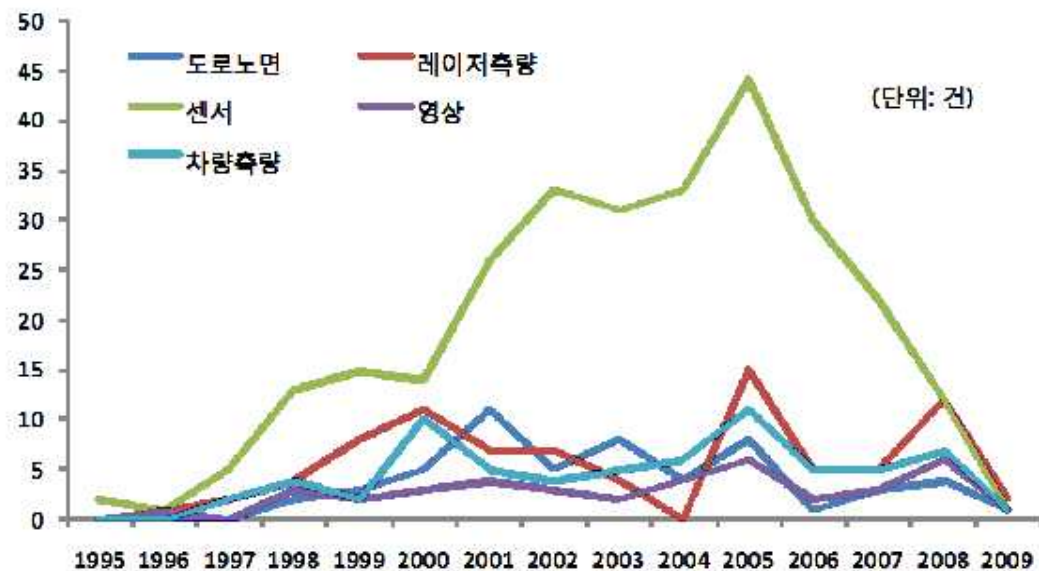
주1) 2008년~09년 특허의 경우 출원되었으나 아직 공개되지 않은 특허가 존재하므로 실제 특허수보다 적을 수 있음

- 국가별로 특허 출원 현황을 살펴보면 미국과 일본에 각각 196건의 특허와 194건의 특허가 출원되었으며 두 국가에 약 74%의 특허가 출원될 정도로 특허 출원이 미국과 일본에 집중되어 있다고 할 수 있음
- 미국은 특허 출원이 2004년부터 급속도로 증가하였으며 한국의 경우도 2005년 가장 많은 29건의 특허 출원이 진행됨
- 일본의 경우는 2000년대에 매년 20여건의 특허가 지속적으로 출원되었으며 유럽의 경우 2000년대 초반 특허 출원이 활발히 진행되었으나 최근 상대적으로 특허 출원이 미비한 실정임



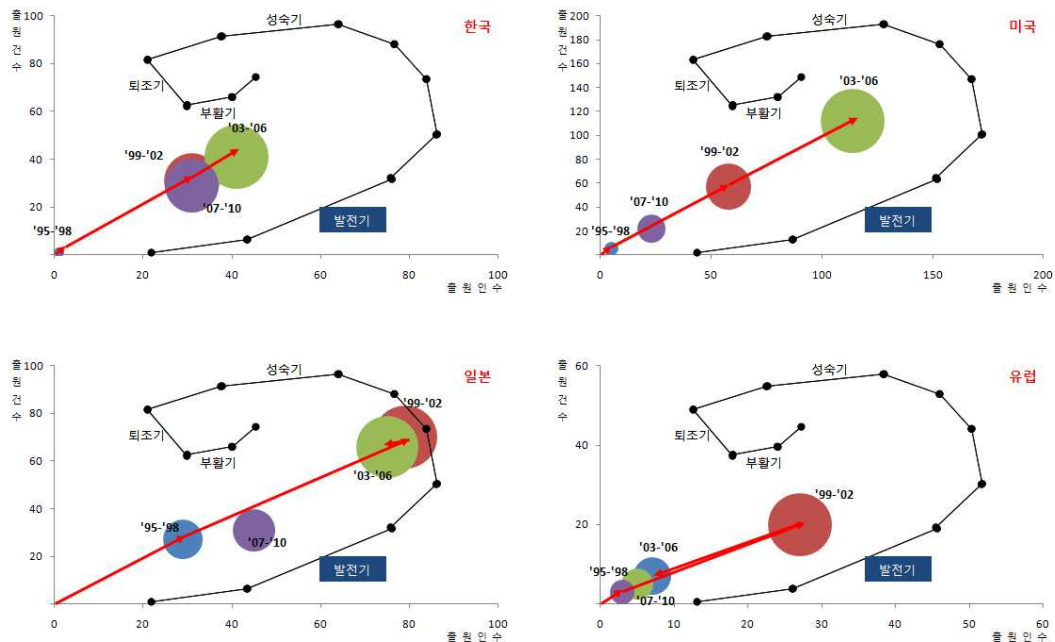
<그림 2-34> 도로안전성점검을 위한 조사 관련 기술의 국가별 특허 출원 추이

- 도로안전성 점검을 위한 조사 기술별로 특허 출원 현황을 살펴보면 가장 많은 특허 출원이 진행되고 있는 센서 기술 분야의 경우 2000년대 중반 가장 많은 특허 출원이 진행되었으며 레이저 측량, 차량 측량, 영상 기술, 도로노면 관련 기술들은 2000년대 중반 이후 특허 출원이 증가함



<그림 2-35> 도로안전성점검을 위한 조사 관련 중분류 기술의 연도별 출원 현황

- 특허출원의 단계를 발전기, 성숙기, 퇴조기, 부활기 총 4단계로 구분하였을 때, 특허 출원인수와 특허 출원수를 활용하여 도로안전성점검을 위한 조사기술의 특허 출원 단계를 살펴보면 모두 발전기 단계의 특허로 판단되어, 앞으로도 지속적인 발전이 가능할 것으로 판단됨



<그림 2-36> 도로안전성점검을 위한 조사 관련 기술의 국가별 기술개발 단계

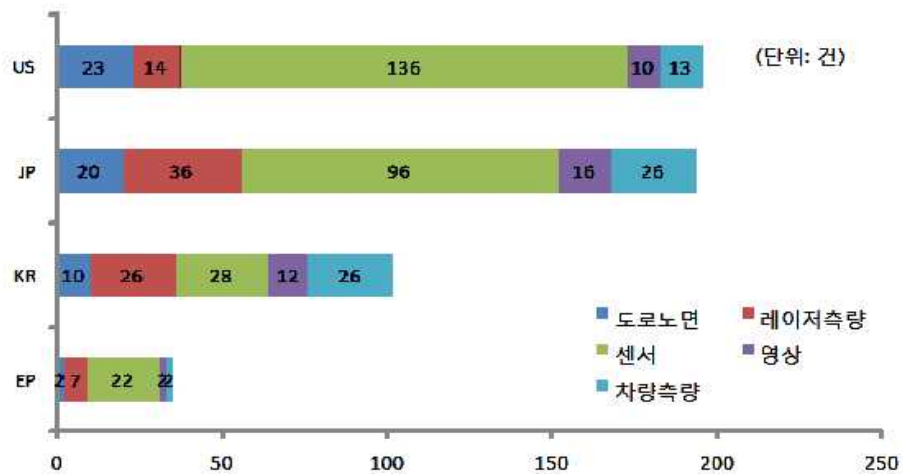
주) 2008년이후의 특허는 아직 공개가 되지 않은 특허가 존재하므로 분석 결과 해석에 포함하지 않음

- Thomson Reuters社의 Thememap 기능을 활용하여 도로의 안전성 점검을 위한 조사 기술의 특허 출원 현황을 살펴보면 다음과 같음
 - 레이저 측량 및 센서를 이용한 측량 기술에 대한 특허 출원이 활발히 진행되고 있으며 카메라를 통한 영상 측량 기술에 대한 특허의 출원도 활발히 진행됨
 - 특히 도로 노면상태 분야의 경우 포장상태와 Roughness를 계측하는 분야 또한 많은 기술개발이 이루어지고 있음을 알 수 있음
 - 또 GPS나 INS, DMI 등 센서 자체의 특허 출원도 활발히 진행됨
 - 그 이외 교통정보 분야의 과속 단속이나 속도 측정하는 분야, 차량 인식 분야의 특허도 활발하게 진행되고 있음



<그림 2-37> 도로안전성점검을 위한 조사 관련 기술의 특허지형도 분석

- 도로안전성 점검을 위한 조사 세부 기술별로 각국의 특허 출원 현황을 살펴보면 미국과 일본, 한국, 유럽 등 모든 국가에서 센서 관련된 특허 출원이 가장 활발히 진행되었으며 한국의 경우 레이저 측량과 센서 관련된 측량의 특허 출원이 활발히 진행됨



<그림 2-38> 도로안전성점검을 위한 조사 관련 기술들의 국가별 특허 출원 추이

○ 대표 국제특허분류(IPC, International Patent Classification)별로 도로 안전성 점검을 위한 조사 기술 특허를 살펴보면 가장 많은 G01C의 경우 160건, G01S의 경우 78건으로 나타남

- 가장 많은 특허가 속한 G01C의 경우 거리, 수평, 방위의 측량 및 사진측량 또는 영상측량에 관련된 IPC임
- G01S는 무선전파를 사용하여 탐지하는 방식에 관련된 IPC임

<표 2-13> 도로안전성점검을 위한 조사 관련 특허의 대표 IPC 분포

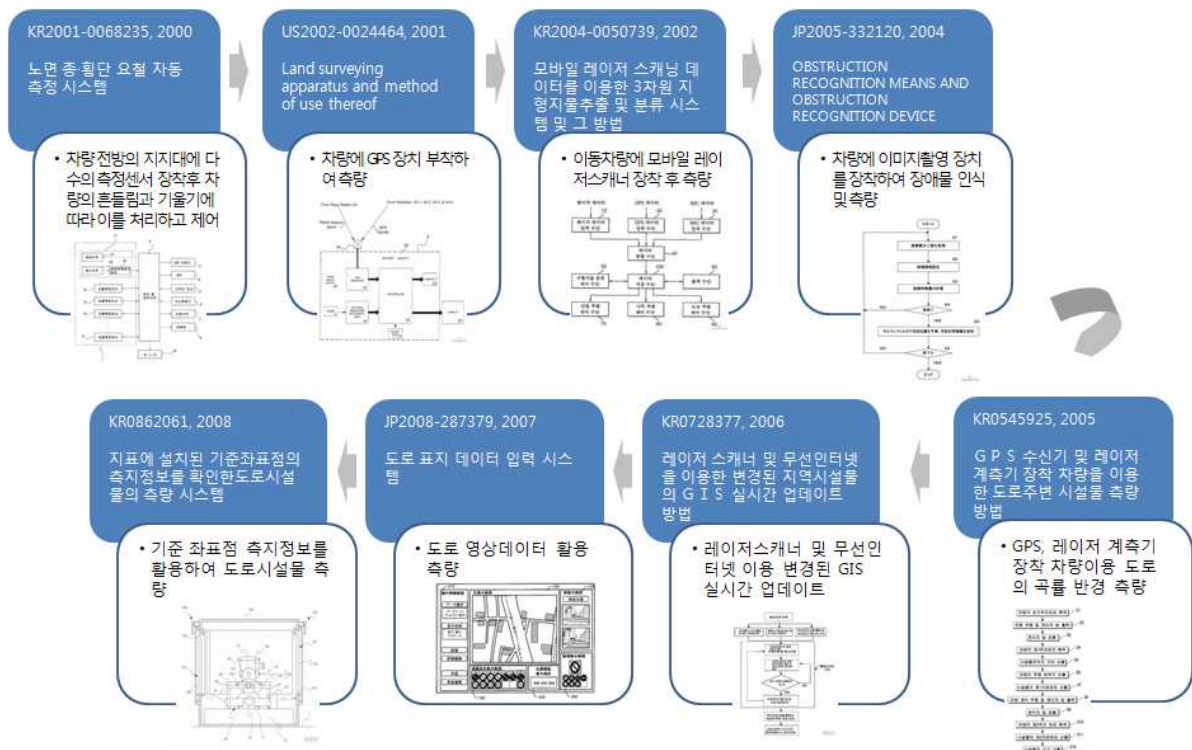
IPC	IPC 설명	도로 노면	레이저 측량	센서	영상	차량 측량	총 합계
G01C	거리, 수평, 방위의 측정; 측량; 항법; 자이로스코프 기기; 사진측량 또는 영상측량	4	15	111	11	19	160
G01S	무선에 의한 방위결정; 무선험행; 무선전파의 사용에 의한 거리 또는 속도의 결정; 무선전파의 반사 또는 재방사의 사용에 의한 위치 또는 유무의 탐지; 기타의 파류를 사용하는 유사한 방식		13	52	4	9	78
G01B	길이, 두께 또는 같은 종류의 직선길이의 측정; 각도의 측정; 면적의 측정; 표면 또는 윤곽의 불규칙성 측정	28	15	19	4	4	70
G08G	교통제어시스템		6	24	3	10	43
G06F	전기에 의한 디지털 데이터처리	3	8	17	3	7	38
G06T	이미지 데이터 처리 또는 발생 일반		2	3	5	3	13
E01C	도로, 경기장 또는 그와 유사한 것의 건설 또는 그 표면의 시공; 건설 및 보수용 기계 또는 보조 공구	3	5	3			11
G05D	비전기적 변량의 제어 또는 조정계	1	3	7			11

[3] 분야별 주요 특허 기술 흐름도

- 2000년 이후부터 주요 분야별 특허의 기술 흐름도를 살펴보면 다음과 같음

■ 차량 측량 분야

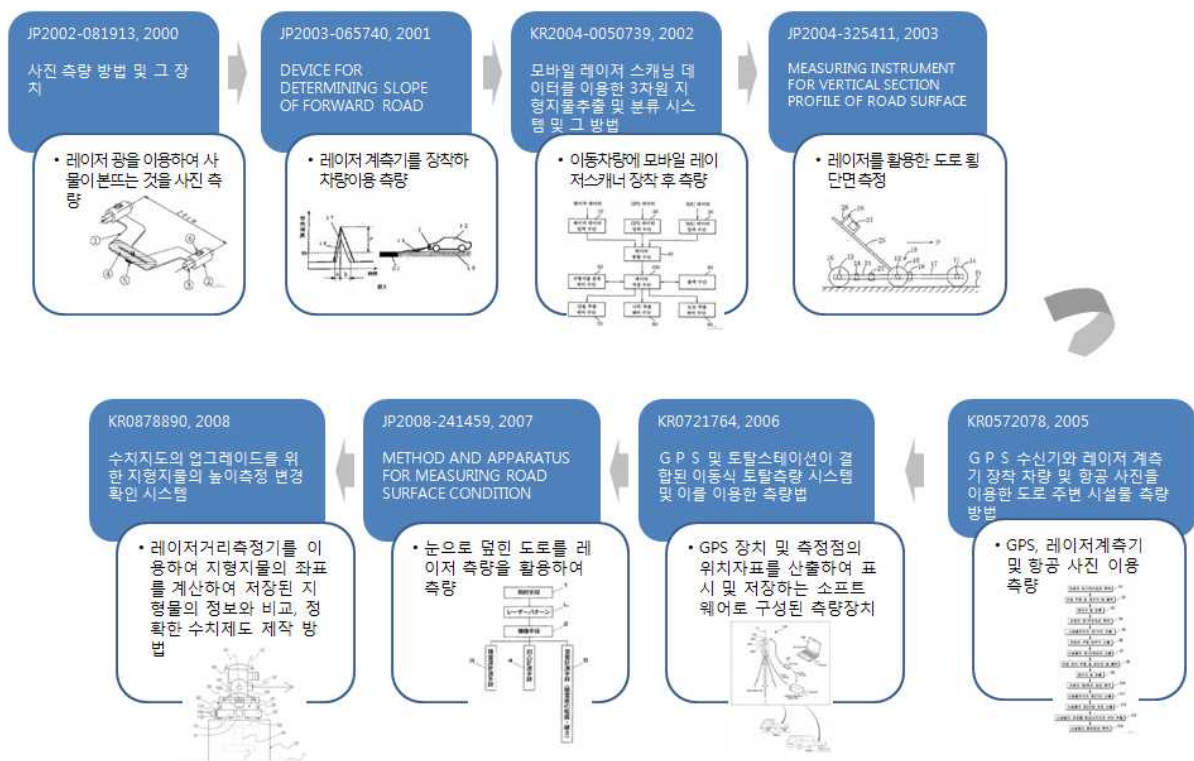
- 차량 측량 분야의 경우 2000초 도로 노면을 측정하기 위해 센서를 이동차량에 장착 도로 포장면을 측량하는 기술로 시작하여 센서 기술이 발달함에 따라 레이저 스캐너와 촬영된 영상 이미지를 처리하는 방법으로 기술이 발달하는 것으로 분석됨
- 그러나 이러한 부분의 경우 대부분 취득된 데이터를 사후에 수작업을 통해 해당 정보를 취득하는 방식으로 본 연구에서 추진하는 기술과 정확히 적합한 기술은 아직 없는 것으로 판별됨



<그림 2-39> 차량 측량 분야 특허 기술 흐름도

■ 레이저 측량 분야

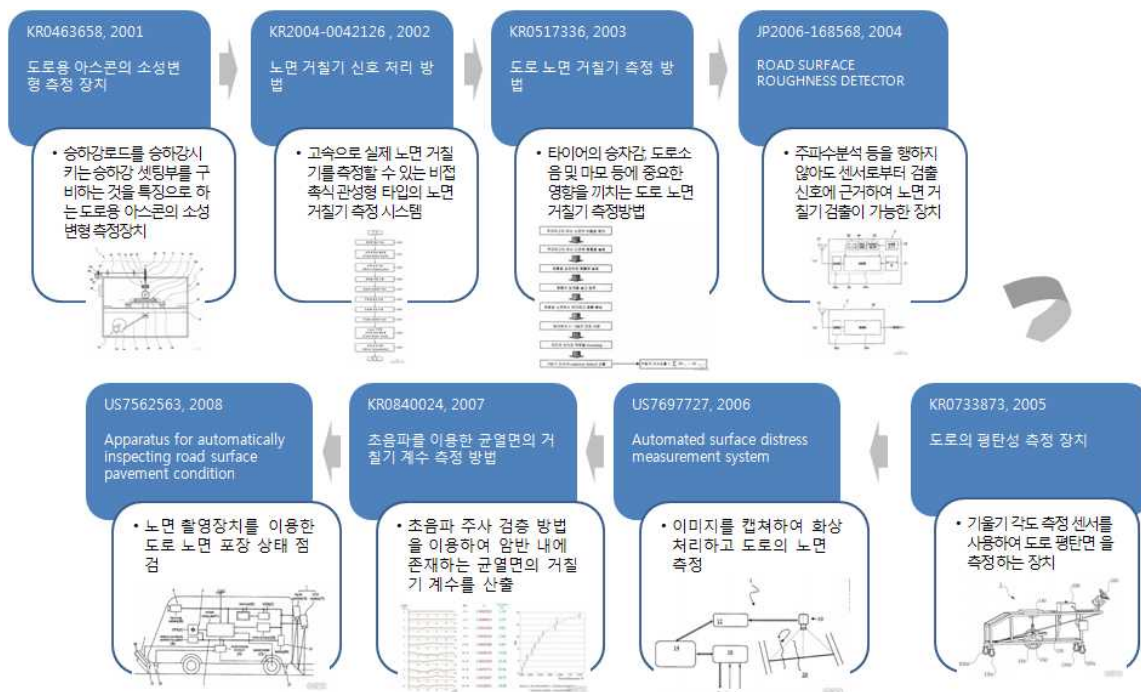
- 레이저 측량분야의 경우 주로 도로 표면이나 주변 사물을 스캐닝하는 기술이고, 도로를 측량하는 경우에도 기존의 전통적인 측량방법의 경우 한 점 한 점을 측량하는 방법대신 레이저 스캐너를 통해 여러 포인트(point cloud)를 취득하여 필요한 데이터만 실내에서 정보를 취득하는 기술로 분야가 발전해갔음
- 이러한 방법은 보편적으로 사용되는 방법으로 필요한 부분의 데이터를 선택하여 후처리로 분석할 수 있는 장점이 있으며, 실제 취득된 데이터를 이용하여 기하구조 정보를 분석하여 도면화와 안전점검을 수행하기 위해 시설물 정보를 취득하는 데에는 한계가 있음



<그림 2-40> 레이저 측량 분야 특허 기술 흐름도

도로노면 조사 분야

- 도로노면 분야의 경우 대부분 노면 평탄성(IRC, International Roughness Index), 소성변형 분야에 초점이 맞춰져 있음
- 본 연구에서는 도로노면의 노면 평탄성과 소성변형을 측정하는 것이 아니라 해당 자료를 이용하여 노면의 안전성을 분석하고자 하며, 이에 대한 기술은 아직 확보되지 않았음



<그림 2-41> 도로노면 조사 분야 특허 기술 흐름도

[4] 특허 분석 결과

- 도로안전성 점검을 위해 정보를 취득하는 방법 및 기술에 대한 특허는 2000년대 이후에 특허 출원이 활발히 진행되었으며 2000년대 중반 이후 미국 및 한국에서 특허 출원이 활발히 진행됨
- 일본의 자동차 기업과 전자 기업에서 관련 특허 출원이 활발하였으며 한국의 경

우에도 상대적으로 많은 특허를 출원하고 있음

- 정보 조사 방법 중 가장 많은 특허 출원이 진행된 기술은 센서를 이용한 기술로 2005년에 가장 많은 특허가 출원되었으며 다른 기술의 경우에는 매년 15건 정도의 특허가 출원되는 경향을 보임
- 관련 특허들은 대부분 G01C 거리, 수평, 방위의 측량 및 사진 측량, 영상 측량으로 구분됨
- 차량 측량 관련 특허들은 대부분 GPS 수신기를 장착한 차량을 이용하여 도로 주변 시설물이나 도로를 측량하는 기술 관련 기술임
- 레이저 측량 관련 특허들은 대부분 레이저 계측기를 사용하여 도로의 시설물에 대한 측량정보를 활용하는 방법과 시스템 관련 기술임
- 센서 기술 관련 특허들도 역시 위성항법장치나 관성항법장치를 이용하는 방법에 대한 특허들이 다수 출원되었으며 차량간 거리나 차량과 시설물의 거리의 측정 방법을 통해 지표면의 지리정보를 측량하는 시스템 관련 특허 출원도 활발히 진행됨
- 영상 기술 관련 특허들은 비디오 화상을 분석하거나 영상 정보를 이용하여 지리 정보를 구축하는 방법에 대한 특허 출원이 활발히 진행됨
- 도로노면 관련된 특허들은 도로의 평탄성을 측정하거나 노면의 거칠기를 측정하여 신호를 처리하는 방법에 대한 특허 출원이 활발히 진행됨

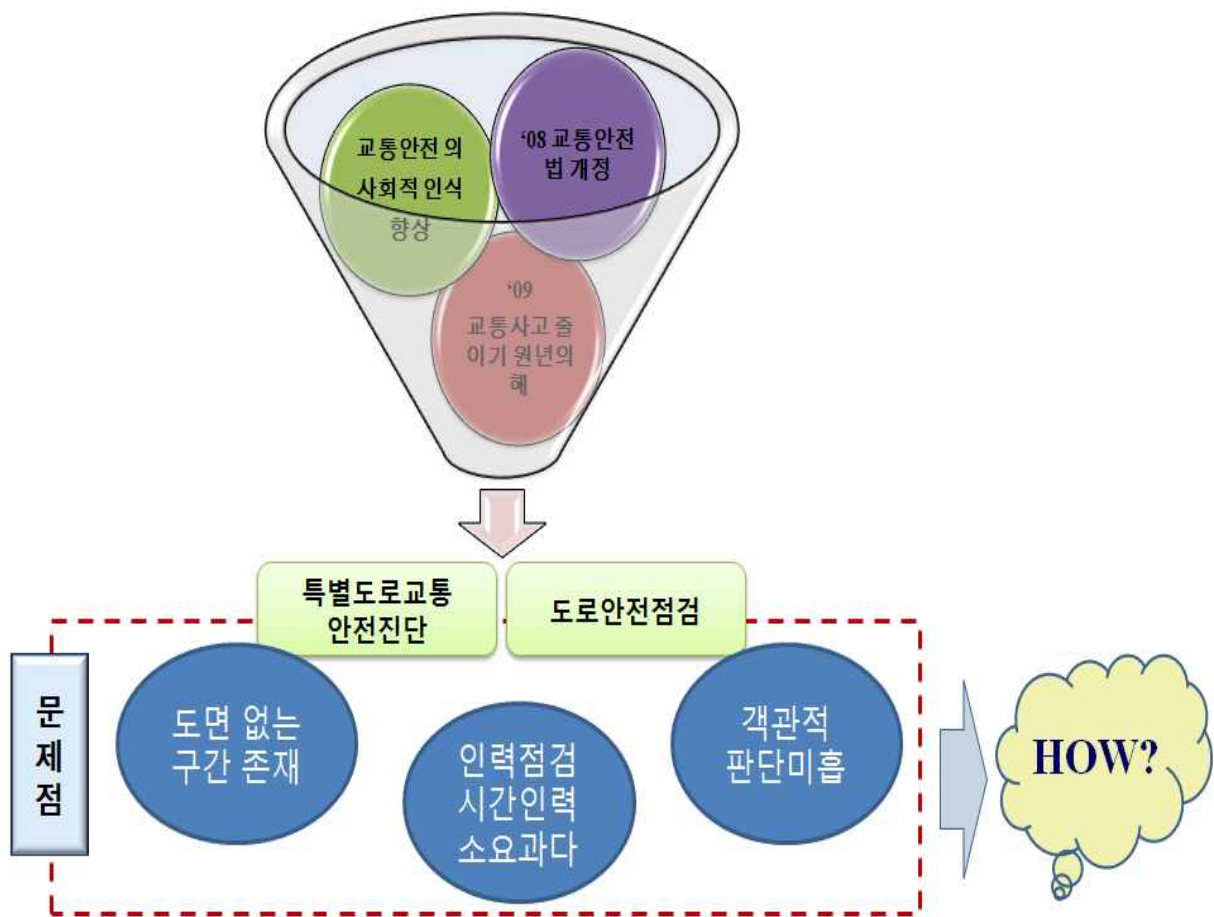
제4절 정책 동향 분석

- 2009년 정부에서는 교통사고줄이기 원년의 해로 선포 한 뒤 도로 환경 측면, 운전자 측면, 차량 측면 등 다각도로 교통사고 줄이기를 추진하고 있음
- 이에 국토해양부 등 관련 부처에서 관련 기관들과 함께 교통안전 정책 간담회를 지속적으로 추진하면서 분야별 교통사고를 줄일 수 있는 방안을 마련하고 있음
- 사회적으로 심각한 문제를 낳고 있는 교통사고를 감소시키기 위해서는 운전자들에 대한 교육(education), 적절한 교통법규와 규칙의 집행(enforcement), 그리고

차량과 도로체계에 대한 공학적인 개선(engineering) 등 소위 3E 차원에서 다양한 교통안전 향상대책을 수립하고 시행하여 사고원인을 제거해야 함

- 각종 교통안내, 제어, 단속을 통하여 운전자의 실수를 예방하는 것이 단기적 대안이라면, 운전자의 실수까지 수용할 수 있도록 안전한 도로를 확보하는 것이 장기적인 대안이라고 할 수 있음
- 제6차 교통안전기본계획('06~'11)의 중요전략-추진사항인 '도로이용자 행태 개선'과 정부의 '교통사고 사상자 절반줄이기' 종합시행계획 수립(6,166명<'07년> → 3,000명<'12년>)의 성공을 위해서 기술적 발전이 뒷받침되어야 함
- 본 연구개발의 결과물인 '도로교통 안전 검점을 위한 시스템'은 정책 동향에 부합하며 교통안전수준을 OECD 중위권 진입을 위해 필요함
- 교통안전법의 개정으로 2008년부터 일정기준에 해당하는 도로에 대해 설계단계부터 도로교통안전진단을 수행하도록 하고 있으며, 특히 공용중인 도로에 대해 3년간 사망사고가 3건 이상 발생하거나 도로교통안전점검 결과 필요한 지점에 대해서는 특별도로교통안전진단을 수행하도록 규정하고 있으며, 이는 약 전국 70여/년 지점 정도임
- 도로교통안전진단과 더불어 국토해양부에서는 전국 도로 약 100,000km에 대해 안전점검을 수행하여 위험이 존재하는 도로에 대해 대안을 마련하고자 함
- 전국 도로에 대한 안전점검을 수행하는데 있어 전문성을 갖춘 점검인력이 모든 도로를 점검하고 있으나, 점검하는데 많은 시간이 소요되어 현재로써 빠른 속도로 도로 정보를 취득하고, 안전성을 점검할 수 있는 시스템이 요구되고 있음
- 특히 도로에 대한 기하구조 정보를 알 수 있는 도면화 작업과 동시에 도로안전성 점검 장비가 도로를 주행 후 안전 취약지점 즉 위험지점에 대한 판단을 기존 방법에서 탈피하여 신속하고, 객관적으로 판단하여 의사지원을 해줄 수 있는 기술이 요구되고 있음
- 또 도로의 위험요소를 거리별로 누적하였을 때, 다른 지점보다 더 위험한 취약지점으로 인지하여 이 지점을 의사결정자에 정보를 제공하여 우선 개선사업을 수행할 수 있는 시스템이 요구됨

- 2011년 정부 예산 계획을 보면 신규 도로 건설에 대한 예산은 전혀 고려되지 않고 있으며, 이는 신규 도로 확장보다는 기존 도로를 잘 관리하고자 하는 정부의 정책방향을 엿볼 수 있음
- 이에 교통안전점검을 위한 시스템을 개발할 경우 개발된 시스템의 경우 기존 도로의 시설물을 파악하고 관리하는 기능 또한 호환 가능할 것으로 판단됨



<그림 2-42> 정책동향

제5절 기존 연구와의 중복성 검토

- 도로교통 안전 검점을 위한 시스템은 국가 교통안전업무에 활용되는 기술로 순수 도로안전점검을 목적으로 개발된 장비는 아직 없는 실정임

[1] 기존 연구과제 검토

<표 2-14> 기존 연구과제 검토

주관	수행기관	연구기간	과제형태	과제명
국토해양부	대한교통학회	2002~2004	연구개발	교통안전진단, 점검기법 및 관리 프로그램개발
국토해양부	(주)평화엔지니어링	2005~2010	연구개발	친환경 지능형 도로 설계기술 개발
국토해양부	한국교통연구원	2006~2013	연구개발	안전지향형 교통 환경개선 기술개발
국토해양부	한국교통연구원	2005~2010	연구개발	도로교통 안전진단 및 관리를 위한 통합정보시스템 구축
국토해양부	국립과학수사연구 소	2009	연구개발	교통사고시 운전자에게 전달되는 가속도 특성에 관한 연구
국토해양부	교통안전공단	2003~2004	연구개발	지능형 교통사고 통보 및 분석시스템 개발
한국학술 진흥재단	인하대학교	2004~2005	연구개발	Lidar 데이터와 항공사진, 수치지도를 이용한 3차원 건물자동 추출 기술 개발
국토해양부	교통개발연구원	2002~2003	연구개발	도로 시설물 DB작성을 위한 DigitalPhotologging 활용방안
중소기업 기술정보 진흥원	(주)시공간	2002	연구개발	GPS, Laser 및 INS를 이용한 측량시스템 개발
국토해양부	지형공간정보학회	2004~2005	연구개발	국토 및 도시의 효율적 관리를 위한 광역 공간 정보처리 기술 연구

(1) 교통안전진단, 점검기법 및 관리 프로그램개발

- 이 과제에서는 운전자 심리만을 분석하여 교통사고 요인을 제거 하는 것을 목적으

로 하고 있으나, 본 과제는 운전자 심리뿐만 아니라 실제 도로환경과 그 환경에 대한 운전자 반응을 분석하여 도로환경 안전성을 확보하는 것을 목표로 하고 있음

(2) 친환경 지능형 도로 설계기술 개발

- 4차년으로 수행되는 이 과제의 연구내용은 다음을 포함함
 - ▶ 친환경, 지능형 도로설계 및 평가시스템 개발
 - ▶ LCC를 고려한 경제성 분석 및 도로시설물 성능 향상
 - ▶ 도로안전 및 기능향상 설계기술 개발
- ‘친환경 지능형 도로 설계기술 개발’연구는 도로의 안전성에 관한 경우, 도로의 기하구조만으로 안전성을 평가하며, 인적요소를 고려하는 기하구조 및 교통시설은 설계 전 단계에서의 도로 및 설치 전의 시설에 관한 내용이므로, 이미 운영 중인 도로를 주 대상으로 하는 본 연구와는 목적 및 연구내용이 상이함

(3) 안전지향형 교통 환경개선 기술개발

- 포함하는 연구 사항은 다음과 같음
 - ▶ 도로 시인성 향상 및 안전운전 지원기술개발
 - ▶ U-safety 교통사고분석 및 교통안전감시시스템 기술개발
 - ▶ 교통약자 보호시스템 기술개발
 - ▶ Test bed 구축 및 체계융합기술개발
- 본 과제는 위의 연구를 포함하여 더 많은 요소를 포괄하고 있음. 예를 들어, 도로의 시인성 확보뿐만 아니라 시인성이 확보되어도 존재하는 모든 도로환경 요소를 분석하여 개선 사항을 도출하는데 목적이 있음

(4) 도로교통 안전진단 및 관리를 위한 통합정보시스템 구축

- 도로 교통사고를 조사하고 분석하는 기술과 도로교통 안전진단 및 개선기술을 개발하는 연구이며 다음 사항을 포함함
 - ▶ 교통사고 조사의 자동화 기술 개발

- ▶ 교통사고 조사의 과학화 기술 개발
- ▶ 교통사고 정밀해석 기술 개발
- ▶ 도로교통 안전진단 기술 개발
- ▶ 안전진단 후 개선 기술 개발 및 효과 평가
- ▶ 도로 안전도 평가 체계 및 안전관리 체계 개발
- ▶ 도로교통 안전관리 통합정보시스템 구축
- ‘도로교통 안전진단 및 관리를 위한 통합정보시스템 구축’의 경우 도로교통 안전진단에 있어 외국 선진 도로안전진단 기술을 도입하고 선형만을 고려하여 도로구간 및 지점별 안전도를 사고 발생 전에 평가하려고 하나, 본 과제의 경우는 우리나라에 맞는 도로안전 진단기술을 개발할 예정이며, 사고 발생 전에 안전도를 평가함에 있어서도 선형뿐만 아니라 인적요인도 고려된 위험 도로구간 및 지점별 안전도를 점검할 수 있게 함으로 그 연구내용 및 목표가 상이함

(5) 교통사고시 운전자에게 전달되는 가속도 특성에 관한 연구

- ‘교통사고시 운전자에게 전달되는 가속도 특성에 관한 연구’는 차량의 시트에서 측정한 가속도 신호를 이용하여 이를 충격진동으로 가정하여 인체반응을 실험하여 교통사고 발생시 운전자에게 미치는 영향을 연구한 것으로 본 연구와는 상이함

(6) 지능형 교통사고 통보 및 분석시스템 개발

- ‘지능형 교통사고 통보 및 분석시스템 개발’은 EDR(Event Data Recorder)의 성능 평가방법 및 표준화 방안을 강구함. 또한 EDR시스템을 이용해 각종 센서에 입력되는 신호들과 이를 가공해 EDR로 추출 가능한 자료에 대한 신뢰도 평가 방법 및 도구를 개발하는 연구 과제임
- 본 과제는 각종 센서에서 입력되는 신호를 분석하여 실 도로환경을 안전성을 확보하는 것을 목표로 하고 있으나, 이 과제는 EDR을 통해 추출된 자료에 대한 신뢰도를 평가하는 도구를 개발하는 것임
- 또한 이를 이용하여 도로설계의 기반 데이터나 각종 법규의 기반 데이터로 활용하는 것으로 본 연구와는 목표 및 연구내용이 상이함

(7) 장수명·친환경 도로포장 재료 및 설계시공기술 개발 연구

- ‘장수명·친환경 도로포장 재료 및 설계시공기술 개발’은 국토해양부 국가 R&D 인 건설기술혁신사업으로 진행된 연구로써 주로 도로포장 재료 및 유지관리 관련 연구임
- 세부과제인 ‘시단위 도로관리 의사결정지원 시스템 개발 연구’의 경우 포장조사 시스템을 개발하였으며, 주 기능은 도로포장의 상태인 노면 균열, 종단평탄성 (IRI), 소성변형 정보 취득 및 분석임
- 차량의 궤적 및 거동 특성을 이용하여 일부 기하구조 분석을 수행하였으나, 상당부분 수작업을 통한 분석이며, 정밀 분석 기능은 구현을 하지 못하였음

(8) Lidar 데이터와 항공사진, 수치지도를 이용한 3차원 건물자동 추출 기술 개발

- 건물의 3차원 형상을 Lidar와 항공사진, 수치지도를 이용하여 추출하는 연구임
- 본 과제는 수치지도와 항공사진이 없는 상태에서 차량의 데이터만을 이용하여 필요한 도로시설물의 3차원 정보를 취득하는 연구로 차이가 있음

(9) 도로 시설물 DB작성을 위한 DigitalPhotologging 활용방안

- 차량의 수치사진 측량을 이용하여 도로 시설물의 DB를 만드는 과정
- 본 연구에서는 GIS DB 뿐만 아니라 영상 등을 이용하여 도로의 시설물 DB 수집에 목적이 맞추어져 있음

(10) GPS, Laser 및 INS를 이용한 측량시스템 개발

- GPS, INS와 레이저거리계를 이용하여 3차원 지형도를 위한 측량 시스템 개발에 관한 연구임.
- 본 연구에서는 레이저거리계가 아닌 회전식 레이저 장치를 이용하여 3차원 지형, 지물의 위치를 얻는 방식이며 얻은 데이터를 이용하여 도로의 내, 외적 안전성 요소를 분석하는데 초점이 맞추어져 있음.

(11) 국토 및 도시의 효율적 관리를 위한 광역 공간 정보처리 기술 연구

- 항공레이저 측량 자료의 정확도 향상과 대상물 추출을 위한 연구, 3차원 공간 자료화에 관한 연구임.
- 본 연구에서는 항공레이저 방식이 아닌 차량 Lidar방식이며 항공기의 정사 투영 형식이 아닌 경사 투영방식으로 위치 취득 알고리즘이 다름

[2] 기존 연구와의 연계성 및 중복성 검토

- 도로교통사고 감소 및 도로의 안전성과 관련한 연구는 다수의 사례가 존재함
- 기존 연구와의 연계성이 있는 부분은 조금씩 존재하나 기존 연구의 경우 주로 시설물 수집 등 본 연구와 보는 관점이나 시점이 다르며, 도로 시설물 수집에 주로 초점이 맞추어져 있으며, 도로 안전 분석 관점에서 본 연구와는 그 목적 및 연구내용이 상이함
- 도로 및 도로환경, 운전자를 모두 고려하여 현재 운영 중인 도로에 관해 안전성을 점검하고 개선안을 제공한 사례가 없기에 연구 개발 관련 국내 사례는 없음
- ‘도로교통 안전 점검을 위한 시스템 개발’ 과제는 도로의 선형만을 일부 고려하거나 인적 요인만을 고려하는 기존의 연구와는 다르게 두 가지의 요인을 복합적으로 고려하며, 운전자와 도로환경을 분석하고 점검할 수 있는 시스템을 개발함으로써 종합적인 안전 점검을 추진할 수 있을 것으로 볼 수 있음
- 차량을 이용한 모바일 매핑 시스템 관련 연구는 도로 안전성이 아닌 도로시설물, 도시 GIS 정보 취득, 도로 영상 수집 등으로 도로환경수집 DB 구축에 초점을 두어 본 연구와 상이함

<표 2-15> 기존 연구와의 중복성 검토

과제 범주	과제명		차이점
안전진단 점검	교통안전진단, 점검기법 및 관리 프로그램개발	VS.	도로 및 도로환경, 운전자를 모두 고려한 MMS 안전성 점검 시스템을 개발
	도로교통 안전진단 및 관리를 위한 통합정보시스템 구축		
안전을 위한 도로설계	친환경 지능형 도로 설계기술 개발		
	안전지향형 교통 환경개선 기술개발		
교통사고 분석	지능형 교통사고 통보 및 분석시스템 개발		도로 환경과 교통 환경 등을 모두 고려한 종합 분석 기법 개발
	교통사고시 운전자에게 전달되는 가속도 특성에 관한 연구		
도로 GIS DB 구축	Lidar 데이터와 항공사진, 수치지도를 이용한 3차원 건물자동 추출 기술 개발		도로 GIS DB 취득뿐만 아니라 도로 안전성 정보 취득하고 실제 도로관리 주체의 현장적용 지원
	도로 시설물 DB작성을 위한 DigitalPhotologging 활용방안		
	GPS, Laser 및 INS를 이용한 측량시스템 개발		
	국토 및 도시의 효율적 관리를 위한 광역 공간 정보처리 기술 연구		

제6절 동향 분석 결론

- 정책동향, 기술동향, 시장동향, 특허동향을 전반적으로 분석하였을 때, 도로안전성 점검을 위해 전국 도로를 대상으로 안전성 점검을 수행하기 위해 ① 기하구조 정보를 수집하고 분석하여 도면화하는 기술 ② 기하구조 정보를 이용하여 도로환경 측면과 운전자 특성을 고려한 안전성 점검 및 분석 기법 개발 ③ 이에 대한 현장 안정화를 통한 검증 등으로 구분할 수 있음
- 현재 전국 도로에 대한 안전 점검을 수행하기 위해 도로의 기하구조 요소 정보 및 이를 분석하고 도면화 할 수 있는 시스템은 필요함
- 또, 분석된 정보를 이용하여 도로자체와 도로시설물 등 도로환경 측면과 운전자

특성에서 운전자들이 부담 혹은 부하를 받는 구간을 판단하여 안전성을 점검할 수 있는 시스템의 경우 많은 물량에 대해 신속하게 판단할 수 있는 시스템이 필요함

- 전체 도로에 대해 안전점검을 수행 후 위험도를 직선 지도 상에 표시하여 의사 결정권자들에게 정보를 제공하며, 이 지점에 대해 우선 개선이 이루어 질 수 있도록 지원하는 시스템이 요구됨
- 동향 분석결과 현재까지 도로 기하구조 정보를 분석하는 시스템은 일부 개발하였으나 대부분 현장 조사 후 실내에서 취득된 데이터를 이용하여 분석자가 수작업으로 분석하는 수준으로 도면화까지 수행할 수 있는 수준의 기술은 아직 확보되지 않았음
- 분석된 도로 기하구조 정보와 도면화 정보를 통해 도로와 시설물 측면에서 위험한 구간을 분석하고, 운전자의 운전 특성을 고려해 운전자 측면에서도 불합리한 도로를 구분하는 기술 역시 아직까지 확보되지 않았으며, 나아가 도로상 위험한 요소를 파악하여 위치별로 표시하는 위험도 프로파일(Hazard Profile)을 제공하는 기술 혹은 시스템은 아직 확보되지 않았음
- 그러나 이러한 시스템은 정부와 민간측면에서 필요한 기술로써, 이 기술이 확보될 경우 빠른 시일내에 현장에 투입되어 도로의 안전성을 점검하는데 활용될 것을 전망함

제3장 타당성 분석

제1절 기술 수준 분석

1. 기술 요구 수준

- <표 2-4>, <표 2-5>에 요약한 기존 기술동향처럼 기술동향에서 언급한 것처럼 현재까지 개발된 대부분 도로관련 이동측량시스템은 포장 조사를 위해 개발된 장비로 도로 선형 및 안전 점검을 위한 최적 장비가 아님
- 도로안전 점검의 자동화 및 다음과 같은 기술적 보완이 이루어져야 함
- 기존 장비의 경우 차량을 이용하여 도로 정보를 현장에서 수집하지만 자동화가 되지 않아, 분석하는데 있어 상당한 인력과 시간이 투입됨
 - ▶ R&D를 통해 개발할 장비는 상당 부분 분석 자동화를 통해 빠른 시간내 정확한 분석 가능
- 기존 장비의 경우 도로·교통안전시설을 측정할 경우 사진촬영 후 분석자가 모든 작업을 수작업으로 시설물을 인식
 - ▶ 본 연구 개발 장비는 일부 시설물(갈매기 표지, 가드레일 등)에 대해 자동 인식 혹은 현장 조사시 정보를 입력하여 자동 구축
- 기존 장비의 경우 주로 단순 도로 현황 정보를 취득하는 수준이나 본 연구에서는 도로 안전 점검(시거, 주행속도 프로파일, 물고임/미끄럼 등과 같은 노면 안전성 등) 가능
 - ▶ 개량화된 도로 안전 점검 가능
- 본 연구에서는 도로 기하구조 정보 중 취득된 정보를 이용하여 도면화를 추진하려고 함
 - ▶ 기존 지방도로의 경우 도면정보가 없는 경우가 많아 현황과악이 불가능하였으나, R&D를 통해 개발할 시스템은 기초적인 도면이 제시되어 안전점검과 진단에 필요

한 기본적인 자료 제공 가능

- ▶ 일반국도의 경우 약 1/3이 도면이 없으며, 지방도 이하의 경우 도면 없는 구간이 더 많음
- 인적 요소 및 주변 교통환경 정보 취득 가능
 - ▶ 도로 기하구조 뿐 아니라 운전자 시지각 분포 등과 같은 인적 및 교통환경 정보 취득 가능

2. 현재 기술 수준 분석

- 본 연구의 과제 요구를 충족하기 위한 기술 요구 수준을 분석할 때 고려해야 할 기술수준은 다음과 같음
 - 도로안전성 점검 시스템을 위한 부품(센서) 기술
 - 도로 기하구조 정보 취득 및 분석 기술
 - 도로 및 교통환경을 고려한 안전성 분석 기술
- 도로안전성 점검 시스템을 위한 부품(센서) 기술
 - 도로안전성 점검 시스템을 구성하기 위한 센서의 기술수준이 확보되어 있는지 여부
 - 도로안전성 점검 시스템의 경우 크게 기하구조 정보를 취득하고 도면화 할 수 있는 관련 센서 기술
 - 운전자 특성을 취득할 수 있는 센서 기술로 구분 가능
- 도로 기하구조 정보 취득 및 분석 기술
 - 센서로 취득된 데이터로부터 자동화에 가깝게 선형을 분석하고 도면화를 추구할 수 있는 기술 여부
 - 분석된 도로 및 주변 환경 정보로부터 도로환경 자체의 안전성을 판단할 수 있는 기술
 - 운전자 특성 정보를 취득 한 후 도로 위험구간을 판단하는 분석 기술
- 도로 및 교통환경을 고려한 안전성 분석 기술

- 도로의 위험요소를 판단한 후 이를 위치정보와 함께 위험 요소를 판단하여 S/W로 구현하는 기술
- 기술수준의 평가척도는 <표 3-1>와 같이 5단계로 구분하여 평가함

<표 3-1> 기술수준 평가척도

기술수준	기호	설명
기초단계	-	기본 개념은 있으나 아직 연구나 시제품 등이 시도되지 않은 단계
실험단계	△	기초 연구는 진행되었으나 시제품이나 실용화를 위해 연구개발이 필요한 단계
시제품 제작 단계	○	시제품이 제작되어 실용화를 위한 안정화가 필요한 단계
상용화 단계	◎	실제 제품판매 혹은 판매가 가능할 정도의 활용이 가능한 단계

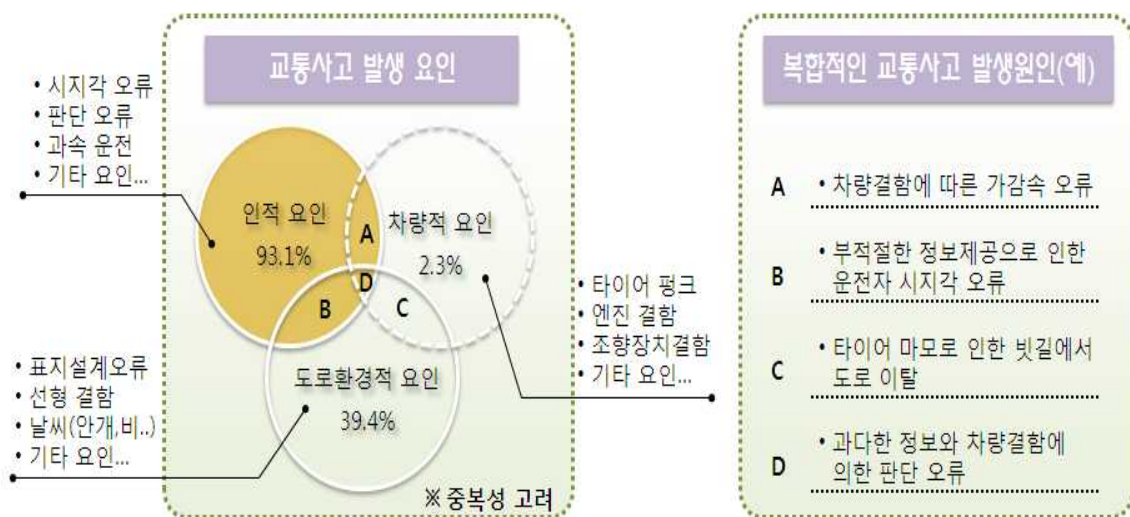
○ 도로 안전성을 검토하기 위한 시스템의 국내외 기술수준은 다음과 같음

<표 3-2> 도로 안전성 검토를 위한 국내·외 시스템 기술수준

분야 및 기술항목				요구수준	기술수준
대분류	중분류	소분류	요소기술		
부품(센서 기술)	도면화	위치정보	GPS/INS	- 위치 오차 수 cm 이내의 정확도 - 차량의 자세 정보 취득 가능 - 시속 100km/h 이상에서 데이터 취득 가능	◎
		시설물정보	카메라	- 고속 이동 중 촬영 가능 - 시설물 인식이 가능한 고해상도 (최소 2백만 pixel 이상)	◎
			레이저 스캐너	- R, G, B 구분이 가능 - 차량 주행 중 취득이 가능하도록 최소 10kHz 이상의 Frequency 및 0.5°이하의 분해각도 - 스캔거리 50m이상 ※ 레이저 스캐너의 경우 필요시 선택 사양	◎
	운전자 특성 취득	시각특성	안구측정장치		◎
		심리특성	심전도계		◎

분야 및 기술항목				요구수준	기술수준
대분류	중분류	소분류	요소기술		
도로 기하구조 정보 취득 및 분석 기술	도면화 작업	선형 분석	평면 선형 종단 선형 횡단 선형	- 자동화에 가까운 선형분석 알고리즘	△
		도면화	도면화	- 취득된 정보를 이용하여 안전점검에 필요한 도면화 구현 기술 - 도면정보에 대한 수정 가능하도록	-
도로 및 교통환경을 고려한 안전성 분석 기술	운전자 특성 분석	주행 스트레스	심전도 프로파일	- 도로환경에 따른 운전자 주행스트레스 분석	△
		시지각 특성	시지각 분포	- 운전자 시지각 특성에 따른 문제구간 파악	△
	도로 위험구간 분석	위험구간 판단 알고리즘	기대 주행속도	- 분석된 도로 선형 정보를 이용하여 기 대 주행속도를 예측	-
			안전시설물 기준 만족	- 안전시설물 적정 설치 판단 알고리즘	-
			노면 안전도	- 노면 미끄럼, 물고임 등 노면 안전성	-
	구현 기술	-	위험도 프로파일 개발	- 도로 위치별 위험도를 분석하여 이를 직선지도 상에 구현하여 위치별로 위 험한 위치를 판단	-

- 현재 기술수준을 고려할 때, 도로안전성 점검을 분석할 수 있는 시스템에 필요한 부품 즉 센서기술은 현재 충분한 수준이나, 이러한 센서들로부터 취득된 데이터를 이용하여 도로의 안전성을 분석하고 위험도를 구현하는 기술은 아직 확보되지 않은 것으로 나타났음
- 결론적으로 본 연구개발의 안전 점검 시스템은 인적 요인과 도로 환경적 요인에 관련한 도로 안전성의 분석에 활용되며, 교통사고를 감소시키고 도로의 안전성을 향상시키고자 하는데 의의가 있음



<그림 3-1> 교통사고 발생원인

제2절 경제성 분석

1. 국내 시장 수요 분석

- 교통안전관리 조직은 크게 정부기관과 민간단체 조직으로 구성되며 정부기관 조직으로는 국무총리실, 행정안전부, 국토해양부, 경찰청 등과 공공기관으로 도로교통공단, 교통안전공단으로 구성되어 있음
- 또한 한국건설기술연구원, 한국교통연구원 등 국책연구기관에서도 교통안전관련 연구를 수행하고 있으며 민간조직으로는 손해보험협회, 안전생활실천시민연합, 녹색어머니중앙회, 모범운전자연합회 등이 있음

정부기관	공공기관	민간단체
·국무총리실 ·행정안전부 ·국토해양부 ·경찰청 등	·도로교통공단 ·교통안전공단 ·한국교통연구원 ·한국건설기술연구원 등	·손해보험협회 ·안전생활실천시민연합 ·녹색어머니중앙회 ·모범운전자연합회 등

<그림 3-2> 교통안전관리 주요조직 현황

- 본 연구결과의 수요기관으로는 도로관리 주체기관과 교통안전 관련기관을 주요 수요기관으로 볼 수 있으며, 기타 네비게이션 DB 구축업체, 포털 정보 제공 업체, 도로 측량업체 등도 수요기관으로 볼 수 있음
- 국토해양부는 국내 교통정책의 종합조정과 투자계획 등을 수립하고 교통안전에 관한 실무를 담당하고 있으며 교통안전기본계획 및 시행계획의 수립·평가에 관한 업무, 차량요인관리업무 등을 수행하고 있음

<표 3-3> 수요기관

구분	수요 기관	목적	예상 소요 대수
도로안전진단 기관	교통안전공단	특별안전진단 수행	5대
	도로교통공단	특별안전진단 수행	2대
도로관리주체	국토해양부 및 산하기관	자체 도로안전점검 및 진단 수행	10대
	한국도로공사		2대
교통안전 관련기관	기타 민간 및 교통안전관 련 기관	잠재적 교통사고 취약구간/지점 선정 및 개선	2대
민간	네비게이션 DB 구축업체 포털 지도 제공 업체 도로 측량업체	도면 작성 및 기타 도로 정보 취득	10대

- 국내 수요는 최소 약 30대 이상으로 예측하며, 장비 1대당 가격을 약 6억정도 예상

시(현재 외산 MMS 장비의 가격이 약 6억 수준) 국내 수요에서 약 180억원 이상의 시장이 기대됨

- 만약 민간 사업자가 사용할 수 있도록 본 연구에서 기능별 모듈화를 할 경우 이에 대한 수요는 더 클 것으로 판단됨

2. 해외 시장 현황

- 도로교통 안전 검점을 위한 시스템은 국가 교통안전업무에 활용되는 기술로 순수 도로안전검점을 목적으로 개발된 장비는 아직 없는 실정임
- 많은 동남아 및 중국의 경우 경제 성장과 더불어 SOC 개발이 활발하게 진행되고 있음
- 이에 이러한 국가들은 외국에서 차관을 도입하여 선진국에서 도로 등을 개발하고, 유지관리를 해당 국가에 위임하게 되나, 건설 이후 유지관리를 위한 정보인 도면 등의 정보가 상대적으로 빈약하여 이러한 정보 제공을 위해 본 연구 과제 결과물이 활용될 것으로 판단됨
- 이에 해외 수요를 고려하면 그 시장은 더욱 클 것으로 판단됨

3. 도면화 작업

- 도로 안전성 조사와 도면화를 위하여 기존의 전통적인 방법은 GPS나 토탈스테이션을 이용한 노선측량방법과 항공사진 측량 방법 등이 있으나 차량을 이용한 방법은 그 두가지 방법에 비하여 5%의 비용으로 더욱 정밀한 조사가 가능하여 앞으로 차량을 이용한 Mobile Mapping Surveying 방법이 많이 활성화 될 것으로 예상
- 도로 노선의 도면화를 위하여 항공사진을 사용할 경우 비용이 많이 들며 이론적인 정확도는 수평위치의 경우는 촬영축척 분모수에 대해 10~30/1,000,000m, 수직위치의 경우는 촬영고도의 0.01~0.02%이나 실제로 얻어지는 1:1000의 축척에서 수평정확도 30cm, 수직 정확도는 50cm 가량으로 노선의 도면화에 많은 오차가 발생할 것으로 예상됨
- 전통적인 토탈스테이션의 방법을 위하여 기지점을 세워야 하며 이는 현실적으로

Static 방법에 의하여 GPS로 기준점을 내려야 하며 이것을 기준으로 하면 GPS의 오차가 그대로 누적되며 GPS의 오차와 오차 범위가 같음.

- 본 연구에서 추구하고자 하는 시스템인 이동측량시스템을 이용하여 도면화를 할 때, 반송파 위상 DGPS를 이용할 경우에는 1~2cm 이내의 측정이 가능하여 DGPS의 경우에도 L1/L2가 모두 지원되는 GPS의 경우에는 20cm 이내의 측정 정도가 가능하여 도로 노선의 도면화에 유리할 것으로 판단됨
- 노선 측량의 경우 2009년 적산집을 참고하면 노선 측량³²⁾을 위한 중심선 측량과 횡단측량을 위한 비용으로 예비답사 62,174원/km, 본답사 227,940원/km, 중심선 측량 608,902원/Km, 종단 측량 488,467원/km, 도면 작성 422,128원/km으로 총 1,809,611원/km의 비용이 발생함.
- 항공사진 측량의 경우 항공사진의 특성상 Strip에 의한 촬영을 해야 하며 일반적인 중소도시 규모의 약 100km의 항공사진 촬영을 위하여 촬영 1억, 기준점 설치, 답사, 도화와 검수 등에 1억으로 총 2억의 비용이 들며 최소 2,000,000원/km의 비용 발생
- Mobile Mapping 장비를 이용한 도로 조사에는 조사비용 120,000원/km, 분석 내업 비용 120,000원/km, 장비 손료 60,000원/km로 총 300,000원/km의 비용이 예상됨

<표 3-4> 노선 측량 방법의 경제성

	km당 비용
노선측량 방법	1,809,611원/km
항공사진 측량 방법	2,000,000원/km
MMS 차량을 이용한 방법	300,000원/km

32) 노선측량이란 도로 주변 시설물에 대한 측량은 수행하지 않고, 도로 선형자체만 측량하는 방식으로 본 과제를 통해 도출될 시스템의 경우 노선측량과 유사한 형태가 될 것으로 판단됨

제3절 사회경제적 편익

- 도로교통사고비용은 교통사고로 인한 인명 및 재화의 막대한 손실을 경제적으로 추계하여 교통안전사업의 투자우선순위를 결정하고, 교통안전의 심각성 홍보자료로 활용하기 위하여 1992년부터 도로교통공단에서 분석하여 왔음
- 도로교통사고로 발생하는 각종 피해와 손실을 비용으로 결정하는 것은 목적과 방법에 따라 또는, 관련 학자와 관계기관에 따라 차이가 있으나, 현재 세계 대부분의 국가는 인간자본의 총생산손실계산법(the gross loss of output approach)을 활용하여 교통사고비용을 추계하고 있음
- Alan Ross도 우리나라에서의 교통사고비용 추계에 이 방법을 권유했으며, 현재 우리나라에서의 추계는 이 방법에 의하고 있음³³⁾
- 2007년 도로교통사고로 인한 사회적 비용은 전년 2006년도에 비해 약 7.1% 증가한 10조 3,441억 원으로 1992년 추계 시작 이래 처음으로 10조원을 넘어섰으며 1분 30초마다 1명의 사상자로 인하여 약 1,142만원의 비용이 발생한 것으로 볼 수 있음³⁴⁾
- 이는 연간 GDP(901조 1,886억원)의 1.15%, 국가예산(156조 5,177억원)의 6.6%, 산업재해비용(16조 2,114억원)의 63.8% 수준임
- 본 연구개발의 활용효과는 안전한 도로교통환경 조성에 따른 사고감소효과를 창출하는 것으로 이는 사고감소에 의한 교통사고비용감소와 관련됨
- 도로교통체계의 구성요소는 크게 3가지로 구성됨

33) Alan Ross, Working Paper No.3 for "Provincial and County Roads Project Road Traffic Safety Study", Seoul : Ministry of Home Affairs, 1984, pp.4~11.

34) 장영채, 『07.도로교통 사고비용의 추계와 평가』, 도로교통공단, 2008, pp.71~73.

<표 3-5> 도로교통체계 구성요소

구성 요소	교통사고 유발원인 관계																
[1] 도로이용자(Road User) : 운전자, 보행자 [2] 차량(Vehicle) [3] 도로 및 환경(Road and Environmental) : 도로, 교통상태, 기후 등	<table border="1"><caption>교통사고 유발원인 관계 (Venn Diagram Data)</caption><thead><tr><th>요인</th><th>비율 (%)</th></tr></thead><tbody><tr><td>Human Factors</td><td>95%</td></tr><tr><td>Road Environment Factors</td><td>28%</td></tr><tr><td>Vehicle Factors</td><td>8%</td></tr><tr><td>Human & Road</td><td>67%</td></tr><tr><td>Human & Vehicle</td><td>4%</td></tr><tr><td>Road & Vehicle</td><td>4%</td></tr><tr><td>Human & Road & Vehicle</td><td>24%</td></tr></tbody></table>	요인	비율 (%)	Human Factors	95%	Road Environment Factors	28%	Vehicle Factors	8%	Human & Road	67%	Human & Vehicle	4%	Road & Vehicle	4%	Human & Road & Vehicle	24%
요인	비율 (%)																
Human Factors	95%																
Road Environment Factors	28%																
Vehicle Factors	8%																
Human & Road	67%																
Human & Vehicle	4%																
Road & Vehicle	4%																
Human & Road & Vehicle	24%																

도 로 및 환 경 적 요 인	인 적 요 인 (도로 이용자)	· 신체적, 생리적, 심리적, 적성, 습관, 태도와 관련된 요인 – 운전자 또는 보행자의 신체적, 생리적, 위험의 인지와 회피에 대한 판단 등에 관한 사항 – 운전자의 적성과 운전습관, 내적 태도, 법규위반 등에 관한 사항
	차 량 요 인 (차량 자체)	· 차량의 구조기준 및 부족품, 정비에 관한 사항 – 차량의 충격흡수장치, 측면보호장치, 에어백, 차량의 노후 관리 등
	도 로 기 하 구 조	· 도로의 선형 및 횡단면구조 – 도로의 선형(평면/종단), 포장상태(아스팔트, 콘크리트), 차로수, 노면 등
	자 연 환 경	· 도로에 설치되어 있는 교통관련 안전시설 – 신호등, 도로표지 및 안내표지, 중앙분리대 및 방호책 설치유무 등
	교 통 환 경	· 자연여건에 관한 사항 – 기상(비/눈), 일조, 명암(터널 진출입시) 등
	교 통 환 경	· 교통여건 및 현황에 관한 사항 – 차량교통량 및 속도, 혼잡, 차종구성비(중차량), 보행자교통량 등
	사 회 환 경	· 일반국민, 운전자에 대한 교통정책 및 단속(규제)에 관한 사항 – 교통정책 및 행정적 요인, 교통단속(음주/속도위반), 형사처벌 등

- 본 연구개발에서는 도로이용자 인적요인과 도로 및 환경요인에 대한 문제점을 찾아내는 기술개발을 통해 교통사고 감소에 기여할 수 있음
- 교통사고발생 원인 중 인적요인은 95%, 도로환경에 의한 사고는 4%, 차량 4%로 복합적 관계로 발생하는 사고는 67%임
- 특별도로안전진단의 경우 3년간 교통사고 3건 이상 발생하는 지점에 대해 수행할 수 있으며, 연간 약 30개 지점에 대해 특별도로안전진단을 수행해 사망자를 지점당 1명씩 총 30명만 줄인다고 하여도 최소 126억의 편익이 발생함³⁵⁾

35) 사망비용은 약 420,000,000원/명으로 가정하였음('07 도로교통 사고비용의 추계와 평가, 2008)

- 도로교통 안전 검점을 위한 시스템은 이러한 사고원인 도출 및 분석을 통해 위험요인을 제거하며 지속적으로 시스템을 활용, 개선을 수행시 “제6차 국가교통 안전기본계획”의 사망자수 감소에 기여할 수 있으며 목표년인 2016년을 앞당길 수 있음

<표 3-6> 제6차 국가교통안전기본계획(안) 계획지표별 목표

계획지표	2005년	2011년	2016년
주지표 : 자동차 1만대당 사망자 수	3.4	1.9	1.4
교통사고 사망자수	6,376	4,350	3,500
보행교통사고 사망자수	2,457	1500	1070
사업용자동차 교통사고 사망자수	1,198	850	690

주 : OECD 가입국가 중 교통사고 사망자 수를 기준으로 10위권 진입을 2016년까지의 장기 목표로 설정

자료 : 건설교통부, 『제6차 국가교통안전기본계획(안)』 2006.12, p.62.

- 결론적으로 국내수요는 약 30대 이상으로 예측되며 장비 1대의 가격은 6억 정도로 예상시 국내에서는 180억원 이상의 시장이 기대됨
- 도면화를 위하여 전통적인 노선 측량으로 하면 1000km 도면화에 20억의 비용이 발생하나 MMS 방식으로 하면 3억이면 가능하고 그 차액인 17억의 경제적 편익 발생함
- 사고 비용은 연간 30명의 사망사고 피해를 줄일 수 있고 이는 최소 120억의 경제적인 편익이 발생함
- 총체적인 경제적 편익을 종합하면 <표 3-7 >과 같다.

<표 3-7 > 총체적인 경제적인 편익

	경제적인 편익
시장규모	180억 이상의 시장규모 생성
도면화(1000km)	17억의 비용 경감
사고비용	연간 120억의 사망사고 피해 줄임
계	연간 317억의 경제적인 편익 발생

- 본 연구에서는 사고감소 편익 분석을 위하여 편익-비용비율(BCR)을 사용함, 이것은 편익의 현재가치의 합을 비용의 현재가치의 합으로 나눈 것으로 다음과 같이 나타낼 수 있음

$$\frac{B}{C} = \frac{\sum_{t=0}^T \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad (3.1)$$

- 편익-비용비율이 1보다 크면 해당 사업은 사회적으로 바람직함, 만약 여러 개의 사업을 동시에 평가하는 경우에는 B/C비율이 큰 순서로 성과가 큰 것이 됨
- 조달청고시 제2008-7호에 따르면 중형 승합차의 내용연수는 8년이며 GPS의 내용연수는 10년으로 차량의 내용연수를 고려하여 8년으로 내용연수를 설정해야 하나 실제로 10년 동안은 차량도 운행이 가능하다 가정하여 본 과제의 도로교통 안전 점검차량과 장착된 내구연수를 10년으로 가정하였음
- 이는 정부 등 도로교통 안전점검 차량을 구매한 기관이 10년 후에 재구매한다고 가정하였음
- 특별안전진단 누락으로 연간 30명의 사망자가 발생한다고 가정하면 이를 줄임으로 사망자에 대한 사회적 편익이 연간 126억 발생함
- 10년간 정부 도로관리 주체에서 12대의 차량을 구입하고 연간 유지관리 비용으로 매년 차량 비용의 10%의 감가상각 비용과 5%의 운영비가 발생하고 물가 상

승률 5%로 가정할 때 사회적 편익/비용 추정 결과는 <표 3-8>과 같음.

- 편익 데이터는 연간 126억에 대하여 5%의 물가 상승률을 고려한 수치이며 비용은 2013년과 2023년에 차량 10대를 구입한 가격에 매년 차량 비용의 10%의 감가상각 비용과 5%의 운영비를 물가 상승률 5%를 더한 값임

<표 3-8> 사회적 편익/비용 추정결과

	편익	비용
2010	126.0	
2011	132.3	
2012	138.9	
2013	145.9	82.8
2014	153.2	11.3
2015	160.8	11.9
2016	168.9	12.5
2017	177.3	13.1
2018	186.2	13.8
2019	195.5	14.5
2020	205.2	15.2
2021	215.5	16.0
2022	226.3	16.8
2023	237.6	134.9
2024	249.5	18.5
2025	261.9	19.4
2026	275.0	20.4
2027	288.8	21.4
2028	303.2	22.5
2029	318.4	23.6
2030	334.3	24.8
합계	4,500.7	493.4

- <표 3-8>로부터 편익/비용 비율을 계산해 보면 $BCR = 9.1$ 이므로 사회경제적 편익이 높게 나타남

제4절 SWOT분석

1. 내부역량

가. 강점요인

- 교통안전에 대한 정부와 사회의 관심이 증대되고 있음
- 시제품 개발 전 국내 다양한 도로구간에서 수차레의 시범조사를 수행하여 에러제거를 통한 제품 완성도 강화할 수 있음
- 첨단 교통시스템 구축 및 운영 경험으로 소규모 시스템 개발 접목이 쉬움

나. 약점 요인

- 선진국의 풍부한 자금력/기술력 대비 열악한 국내의 기술개발 연구환경
- 센서 원천기술 미확보에 따른 센서의 외국 의존도 큼
- 안전성 확보 기술에 대한 연구 및 공감대 미흡

2. 외부환경

가. 기회 요인

- 도로교통안전 문제에 대한 국가적 요구 수준 증대
- 교통환경의 실시간 영상자료 및 도로자료의 수집, 분석에 대한 기술축적
- 새로운 형식의 조사분석시스템으로 새로운 적용분야를 찾아 틈새시장 형성 가능

- 도로안전진단 본격 시행(2008년)에 따른 지차체 및 국가기관 수요 증대
- 도로안전진단을 위한 특화된 차량 개발로 모바일 맵핑 시스템의 새로운 분야 개척가능

나. 위험 요인

- 전통적인 도로기술에 IT 기술을 본격 결합하는 경험 부족
- 선진국의 기술 선점에 대한 기술개발의 위협
- 조사분석장비 개발과 안전기술 개발의 이원화 가능성
- GPS, INS, 회전식 Lidar 장비 등 센서의 원천기술 확보 미흡에 따라 센서 이상 발생시 처리기간 장기화 가능

3. 미래시장 대응 전략

가. 시사점

- 앞서 언급한 연구개발 여건에서 도로안전성 평가를 위한 차세대 장비 개발에 대한 시사점은 다음과 같음
- 도로안전 문제에 대한 국가적 요구 수준의 증대와 이에 대한 대응을 기회로 강점인 IT 기술을 도로안전시설 및 대응 시스템 기술 개발에 접목할 필요가 있음
 - ▶ 국내 IT 기술, 지능형 교통시스템 구축 및 운영 노하우를 적극적으로 동 분야에 응용하여 기술개발의 성공률을 높일 수 있도록 추진해야 함
 - ▶ 정부의 중장기 첨단점검차량 도로안전점검 계획을 활용한 한국형 도로안전점검차량 개발 기회 획득해야 함
- 전통적인 도로기술에 IT 기술을 본격 결합하는 경험이 부족함
 - ▶ 선진국의 기술 선점에 대한 기술개발의 위협을 대처하기 위하여 국산 센서의 활용 적극 고려

- ▶ 조사분석장비 개발과 안전기술 개발의 이원화 가능성이 있고 향후 양산을 위하여 지속적인 R&D 필요
- ▶ GPS, INS, 회전식 Lidar 장비 등 센서의 원천기술 확보 미흡에 따라 센서 이상 발생시 처리기간 장기화되기 때문에 센서 국산화에 대한 연구도 필요
- 국내 실정에 맞는 운전자, 도로환경 특성 분석장비를 개발함으로써 연구개발과 관련 기술을 보유한 전문인력을 양성해야 함
 - ▶ IT 기술접목 기술개발, 관련 정부부처의 업무협조를 통해 약점극복 필요
- 기존 차량일체형 안전 진단 장비의 낮은 활용성 및 운전자 행태의 분석이 제한적임
 - ▶ 기술개발을 통해 본격적 도로안전점검 자동화수요에 적극적으로 부응함으로써 약점 극복할 필요

나. 대응전략

- 이러한 시사점을 토대로 <표 3-9>와 같이 도로안전성 평가를 위한 차세대 장비에 대한 미래 시장 대응전략을 수립할 수 있음

<표 3-9> 도로안전성 평가를 위한 차세대 장비에 대한 미래 시장 대응전략

SWOT 분석을 통한 전략방향 도출	O기회)	T위협)
	◦도로교통안전 문제에 대한 국가적 요구 수준 증대 ◦교통환경의 실시간 영상자료 및 도로자료의 수집, 분석에 대한 기술축적 ◦새로운 형식의 조사분석 시스템으로 새로운 적용분야를 찾아 틈새시장 형성 가능 ◦도로안전진단 본격 시행(2008년)에 따른 지차체 및 국가기관 수요 증대 ◦도로안전진단을 위한 특화된 차량 개발로 모바일 매핑 시스템의 새로운 분야 개척가능	◦전통적인 도로기술에 IT 기술을 본격 결합하는 경험 부족 ◦선진국의 기술 선점에 대한 기술 개발의 위협 ◦조사분석장비 개발과 안전기술 개발의 이원화 가능성 ◦GPS, INS, 회전식 Lidar 장비 등 센서의 원천기술 확보 미흡에 따라 센서 이상 발생시 처리기간 장기화
S강점)	SO전략	ST전략
◦교통안전에 대한 정부와 사회의 관심 증대 ◦시제품 개발 전 국내 다양한 도로구간에서 수차례의 시범조사를 수행하여 에러제거를 통한 제품 완성도 강화 ◦첨단 교통시스템 구축 및 운영 경험 : 소규모 시스템 개발 접목 용이	◦도로안전 문제에 대한 국가적 요구 수준의 증대와 이에 대한 대응을 기회로 강점인 IT 기술을 도로안전시설 및 대응 시스템 기술 개발에 접목 ◦국내 IT 기술, 지능형 교통시스템 구축 및 운영 노하우를 적극적으로 동 분야에 응용하여 기술개발의 성공률을 높일 수 있도록 추진 ◦정부의 중장기 첨단점검차량 도로안전점검 계획을 활용한 한국형 도로안전점검차량 개발 기회 획득	◦실효성 있고 국제 경쟁력 있는 도로안전 첨단 기술대안을 개발, 동분야의 기술력을 확보하여 향후 요구되는 안전한 도로 교통환경 구축에 실제 기반 제공 ◦기존의 차량 중심의 제한적인 정보 외에 운전자 중심의 종합적인 조사분석 시스템을 구축 ◦센서 원천 기술의 부족을 센서운영, 알고리즘 개발, IT와의 융합을 통하여 극복 ◦개발 알고리즘을 이용하여 완성된 시스템을 내세운 해외 진출
W약점)	WO전략	WT전략
◦선진국의 풍부한 자금력/기술력 대비 열악한 국내의 기술개발 연구환경 ◦센서 원천기술 미확보에 따른 센서의 외국 의존도 큼 ◦안전성 확보 기술에 대한 연구 및 공감대 미흡	◦국내 실정에 맞는 운전자, 도로환경 특성 분석장비를 개발함으로써 연구개발과 관련 기술을 보유한 전문인력을 양성함 ◦IT 기술접목 기술개발, 관련 정부부처의 업무협조를 통해 약점 극복	◦기존 차량일체형 안전 진단 장비의 낮은 활용성 및 운전자 행태의 분석이 제한적인 면을 개선하며 기술개발을 통해 본격적 도로안전점검 자동화수요에 적극적으로 부응함으로써 약점 극복

제4장 연구 내용

제1절 연구개발 목표

- 연구의 비전 설정을 위해 다음과 같은 요소를 고려함
 - ▶ 위험구간 추출 및 개선을 통한 국가 교통안전성 향상 기여
 - ▶ 신속한 도로교통 안전점검으로 업무효율 향상 및 예산 절감
 - ▶ 도로교통 안전점검 객관성 확보
 - ▶ 도로안전점검을 위한 도면화 시스템 구축
 - ▶ 도로환경 뿐 아니라 운전자 특성을 고려하여 기하구조 중심 안전점검의 분석한계를 보완한 종합적인 도로안전점검 지원
- 연구의 비전으로 국가 교통안전증진을 위한 안전성 분석의 효율화, 원천기술의 확보를 추구함

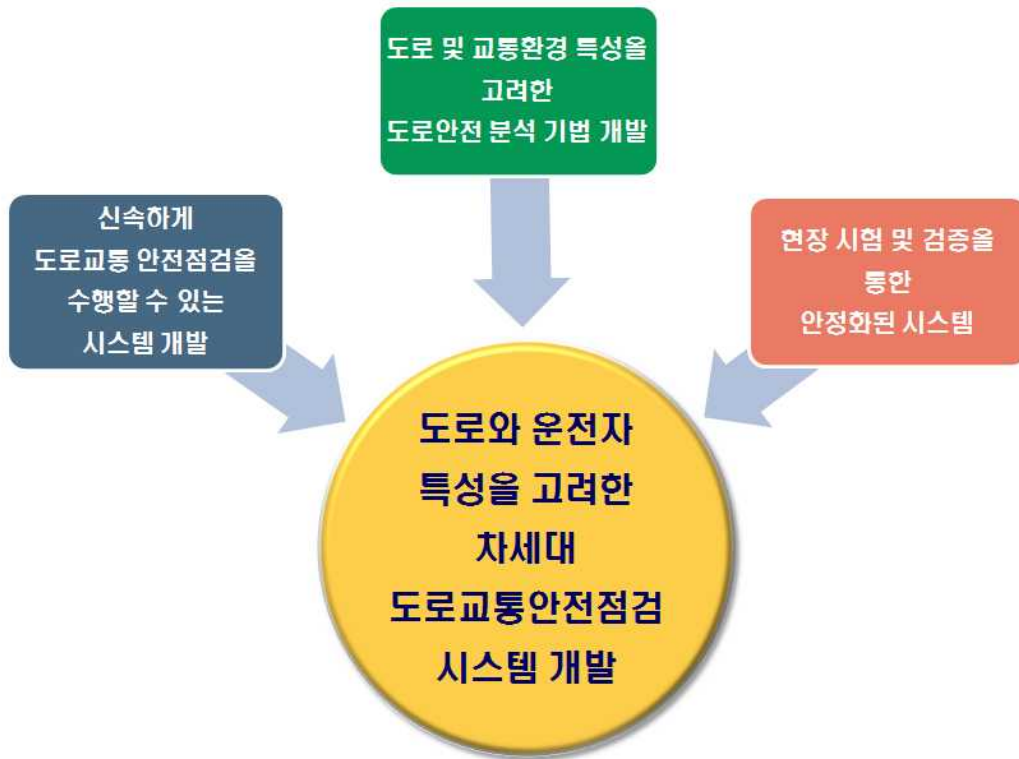


<그림 4-1> 연구 비전

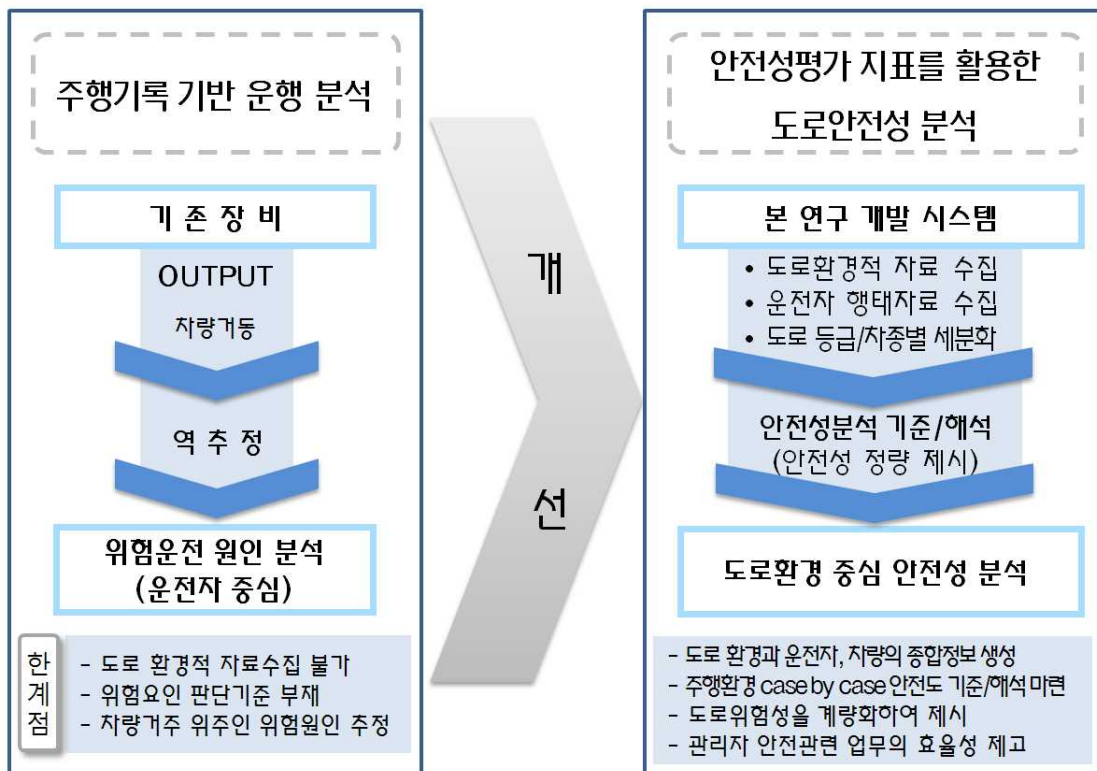
- 현재 요구되는 사회, 정책적 상황 및 기획위원회를 통해 도출된 기술요구 수준

을 고려하면 다음과 같은 요구사항을 도출할 수 있음

- 현재 도면이 없는 도로가 존재하며, 이러한 도로에 대해 안전점검을 수행할 수 있도록 도로기하구조 및 도로 시설물 정보를 취득하고 도로와 교통환경을 고려하여 이를 신속하게 도면화하고 안전점검 기반 정보를 수집하고 분석 할 수 있는 도로교통 안전점검 통합시스템 개발
- 분석된 기하구조와 주변 환경 정보와 운전자를 고려한 교통환경 특성정보를 이용하여 객관적으로 **도로 측면**에서의 안전성을 점검하고, **운전자를 반영한 교통환경 특성**을 분석하며 도로와 운전자 특성을 고려하여 분석된 도로 안전성 및 기타 요소를 고려하여 도로의 위험 요소를 도로의 위치정보와 함께 표시하여 위험한 지점 정보를 표출할 수 있는 **도로 위험도 프로파일(hazard profile)** 구현하는 도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전 분석 기법 개발
- 현장에서 적용이 가능하도록 다양한 현장의 상태에서 안전 점검을 수행하고 검증하여 안정화된 시스템 개발, 즉 시스템 안정화
- 개발된 시스템을
 - 연구 비전을 고려한 연구 목표는 다음과 같이 설정함
 - 주요 연구 내용 도출과정과 연구 항목 우선순위 도출은 기획위원회 및 수요기관의 의견을 반영하여 정립함
 - 기존 도로 조사시스템의 한계점이 노면평탄성 조사 위주의 제한적 기능과 안전 점검 활용도의 저조, 차량거동 중심의 도로위험도 분석으로 나타나 본 연구에서는 도로 및 교통환경을 고려하여 도로교통 안전점검을 수행할 수 있는 안정화된 장비 개발을 기본 연구 방향으로 정립하였음



<그림 4-2> 연구 목표



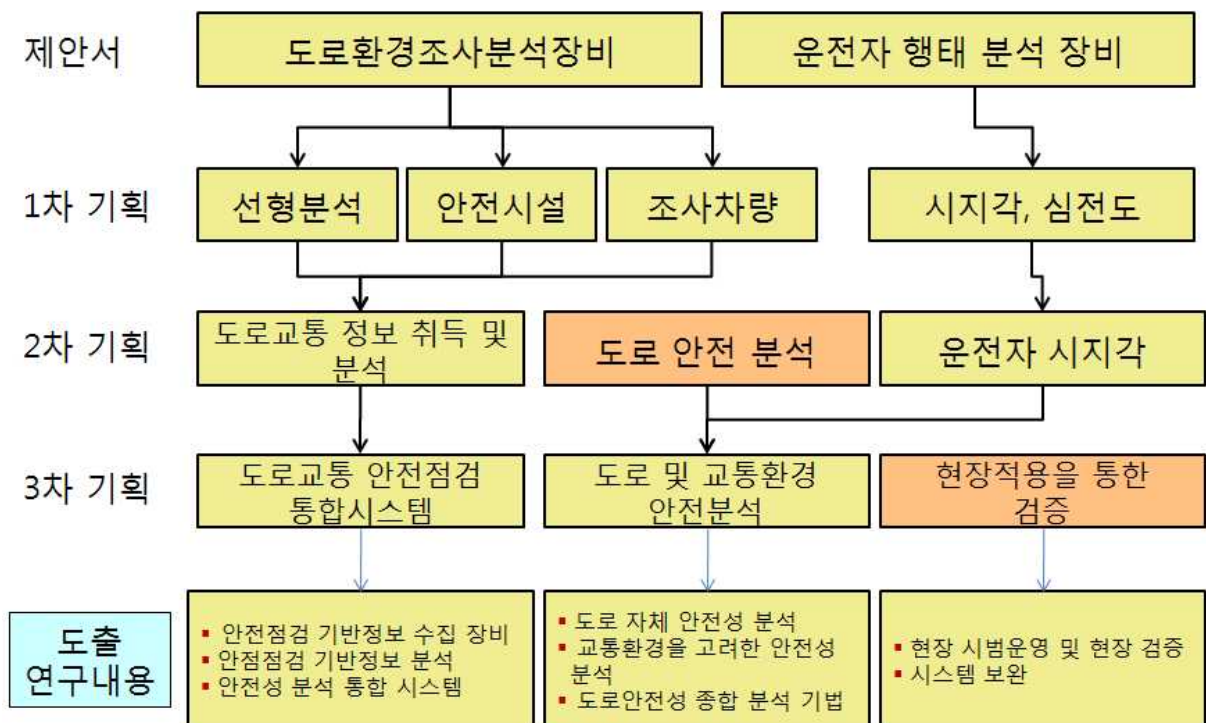
<그림 4-3> 기획과제 초기 연구 방향

- 최종 연구 항목의 도출은 기존 연구의 중복성과 한계성을 파악하고 도로관리청, 도로안전점검 주체의 요구에 부응하는 시스템 개발을 원칙으로 설정함

<표 4-1> 연구주제 선정 과정

연구주제 선정		기획위원회 자문		최종연구 항목 도출
· 도로조사 시스템 · 운전자행태분석 시스템	→	· 자동화 기술개발 · 교통환경분석 방법론 개발	→	· 도면 자동화 기술개발 · 교통환경위험요인 분석 기술개발

- 실제 본 연구 당초 제안한 내용과 기획위원회 및 수요기관의 회의를 거쳐 도출된 내용은 다음 <그림 4-4>와 같음
- 기획위원회의 내용을 통해 요구사항을 keyword화하여 그룹화 하였고, 최종 기획회의를 통해 도출 기술을 선정하였음
- 도출기술 선정 후 기획위원회의 요구 사항을 반영하여 연구내용을 도출함



<그림 4-4> 연구과제 도출과정

- 상세한 기획위원회 의견은 부록에 수록하였음

제2절 연구개발 내용

- 연구목표에 따른 세부 연구목표는 <표 4-2>와 같음
- 연구목표는 '도로와 교통환경 특성을 고려한 차세대 도로교통 안전점검 시스템 개발'로 하위 세부목표로 3가지 연구 내용을 작성함

<표 4-2> 연구목표에 따른 세부 연구목표

목표	도로와 교통환경 특성을 고려한 차세대 도로교통 안전점검 시스템 개발
세부목표	주요 내용
도로교통 안전점검 통합시스템 개발	- 도로교통 안전점검 기반정보 수집 장비 개발 - 도로교통 안전점검 기반정보 분석 기법 개발 - 도로와 교통환경을 고려한 안전성 분석 통합시스템 개발
도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전 분석 기법 개발	- 도로환경을 고려한 안전성 분석 기법 개발 - 교통환경을 고려한 안전성 분석 방법 개발 - 도로 안전성 종합분석 기법 개발
시스템 안정화를 위한 현장 시험운영 및 검증	- 개발 시스템 시범 운영 및 현장 검증 - 개발 시스템 보완

- 연구목표 및 기획위원회를 거쳐 연구과제명은 다음과 같이 설정함

연구과제명 : 도로교통 안전점검을 위한 차세대 장비 개발

- 연구과제명의 변경은 당초 '도로 안전성 평가를 위한 차세대 장비 개발'이었으나

- 도로뿐만 아니라 교통에 대한 영향 고려 → ‘도로교통’으로 변경
- ‘안전성 평가’에서 평가는 등급의 개념으로 개념완화 필요 → ‘안전점검’으로 변경

등의 이유로 과제명을 ‘도로교통 안전점검을 위한 차세대 장비 개발’로 변경됨

- 상세 연구개발 내용은 연구목표의 성공적 달성을 위해 필요한 항목과 기획위원회 자문회의를 통한 기술개발 내용을 바탕으로 작성함
- 연구개발 내용은 세부 목표별로 구분하였음

1. 도로교통 안전점검 통합시스템 개발

- 도로교통 안전점검을 위한 통합시스템 개발은 안전점검을 위해 가장 기본이 되는 도로의 기하구조 정보를 취득하고 분석하기 위하여 센서를 장착한 장비가 운행 후 정보를 취득한 후 취득한 정보를 이용하여 기하구조 속성을 자동화가깝게 분석하여 도면을 작성하는 것을 의미함
- 기존 기하구조 정보를 취득하는 장비나 시스템의 경우 취득된 기하구조 정보를 수작업에 가까운 처리를 통해 분석에 많은 시간이 소요될 뿐 아니라 도로관리자나 안전점검자에게 도면화 정보를 제공해주지 못한 한계점이 있었음
- 이에 본 연구에서는 기하구조 정보를 자동화에 가깝게 분석하여 도로관리자나 안전점검자에게 제공해 줄 수 있는 시스템의 개발을 목표로 함
- 또, 취득된 기하구조 및 도로시설물 정보를 이용하여 도로와 교통환경을 고려하여 안전성을 종합적으로 분석할 수 있는 S/W의 개발이 함께 이루어져야 함
- 상세 연구 내용은 다음과 같음

(1) 도로교통 안전점검 기반정보 수집 장비 개발

- 도로 기하구조/시설물 정보 수집 장비 설계 및 제작
 - 신호, 데이터 특성 등을 고려한 정보수집 장비 설계
 - 도로 기하구조 및 시설물 정보수집 센서 선정 및 장비 제작

- 도로정보 수집을 위한 통합센서 모듈 개발
 - 다양한 정보수집 센서 통합/동기화 기술개발
 - 데이터 취득 통합 모듈 개발

- ※ 신속하게 도로 및 주변 환경 정보를 취득하고 자동화에 가까운 분석을 위한 장비 구성
- ※ 각 각의 개별 시스템을 하나의 S/W에서 제어 및 모니터링, 자료취득이 가능하도록 통합 S/W 및 H/W 개발이 필요함

(2) 도로교통 안전점검 기반정보 분석 기법 개발

- 도로 기하구조 분석 기법 개발
 - 수집된 정보를 이용한 도로 선형 분석 알고리즘 개발

- ※ 도로 안전점검에 필요한 종·평면 및 횡단면 정보를 신속하게 분석할 수 있는 알고리즘 개발

- 도로 시설물 정보 분석 알고리즘 개발
 - 도로안전시설 위치 종류 등 분석 기법 개발

- ※ 취득된 도로안전시설의 위치 등 정보를 도로선형정보와 결합하여 분석할 수 있는 시스템 개발
- ※ 시설 위치 및 형상 정보를 이용하여 hazard profile 생성시 활용

(3) 도로와 교통환경을 고려한 안전성 분석 통합시스템 개발

- 도로 및 교통환경 도면화 시스템 개발
- 도로 및 교통환경 특성 통합분석 S/W 개발

- 도로교통 안전점검 시스템 통합

2. 도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전 분석 기법 개발

- 기존 도로 안전점검이나 도로교통 안전진단의 경우 점검자가 현장 조사를 통하여 안전에 위협이 될 만한 사항을 점검하여 객관적인 데이터보다 대부분 주관적인 판단에 의해 점검을 수행하였으나, 대부분은 기하구조 측면에 초점이 맞춰진 점검이었으며, 운전자 등 교통환경에 대한 특성은 고려하지 못하였음
- 본 연구에서는 객관적으로 도로의 안전성을 판단할 수 있는 사항인 기하구조 설계 적정선 판단, 기대 주행속도 프로파일, 안전시설물 적정 설치 여부 등 도로환경 자체의 안전성은 본 연구에서 개발하는 시스템에서 분석할 수 있도록 함
- 도로환경 뿐 아니라 교통환경 특성을 고려하여 주행시 운전자에게 영향을 주는 요소 등에 대해서 계측하여 이를 도로환경과의 연관성을 판단할 수 있는 내용이 포함됨
- 이는 동일 구간, 동일 시설설치 구간에서도 교통량 및 주변환경 변화에 따라 운전자가 느끼는 주행위험도가 달라질 수 있기 때문에 안전도 분석 및 안전점검 시 포함해야 하는 범위임
- 또한 개발 시스템의 측정장비를 이용하여 교통환경과 병행분석시 도로자체의 안전성 뿐만아니라 교통환경에 따른 안전도도 동시에 분석이 가능하여 효율적임
- 기존 교통환경에 따른 운전자 특성 분석의 주요 관점은 평균속도 및 85%속도에 따른 속도에 관점을 두고 있으나 본 연구에서는 속도의 분산 및 시설물 설치, 도로구간의 형태에 따른 속도의 분산을 분석함
- 속도와 함께 운전자의 급가감속 행태변화는 실제 실험조사를 통해 표준편차 이외의 값들을 이상치로 판정, 이러한 구간이 나타나는 도로-교통환경을 분석함
- 도로와 운전자 특성을 고려한 안전성 분석 방법론을 개발한 후 이를 위치정보와 함께 표현하여, 도로관리자나 점검자에게 위험한 지점의 위치를 표출하여, 의사결정할 수 있도록 지원하는 시스템이 요구됨

- 도로 위험요소를 위치정보가 포함된 직선지도상에 표출한 도로 위험도 프로파일(Hazard Profile)을 이용하여 도로관리자나 점검자는 위험요소가 많이 누적된 지점에 대한 정보를 받을 수 있게 됨
- 이러한 위험도 프로파일(Hazard Profile) 작성은 실제 위험도로뿐만 아니라 잠재적 위험구간 예상 및 개선 우선순위 도출에도 활용이 가능함
- 본 연구에서는 위험도 프로파일(Hazard Profile)을 이용하여 객관적 위험도로의 구조 및 교통환경을 분석함
- 상세 연구내용은 다음과 같음

(1) 도로환경을 고려한 안전성 분석 기법 개발

- 기대 주행속도 분석기법 개발
- 도로환경에 따른 가·감속도 분석기법 개발

※ 선형 변이구간 등 기대심리 위반구간 분석

- 도로 노면에 따른 도로 안전성 분석 방법 개발

(2) 교통환경을 고려한 안전성 분석 방법 개발

- 교통변수를 고려한 안전도 평가지표 개발

※ 엇갈림 구간, 선형 변이구간 등 기대심리 위반구간 등 분석 기능 수행

- 안전시설물 설치 적정성 판단 방법 개발

※ 안전시설물 현황에 따라 안전시설의 적정 설치 여부를 판단

- 교통환경을 고려한 도로 안전성 분석 DB설계 및 구축방안

(3) 도로 안전성 종합분석 기법 개발

- 도로 안전성 분석 모형개발
 - 국도, 도시부 등 유형별 분석모형

※ 실차 실험이 어려울 경우 Driving Simulator를 이용한 모의주행 결과 활용

- 도로와 교통환경을 고려한 위험도 프로파일(Hazard Profile) 개발

※ 위험도 프로파일의 경우 직선지도상에 위험도를 표시하여 위험도가 누적될수록 위험한 도로임을 의미하며 안전성 분석 S/W에서 표출 가능하도록 작성

- 도로교통사고 D/B 연계방안 수립

3. 현장 시험운영 및 검증

- 개발된 도로안전성 점검 시스템의 안정화를 위해 현장에 적용하여 시범 운영하여 연구개발 종료시 활용 가능하도록 해야 함
- 상세 연구 내용은 다음과 같음

(1) 개발 시스템 시범 운영 및 현장 검증

- 다양한 도로 주행을 통한 장비 시범운영 및 결과 도출

※ 개발 시스템의 안정화 및 과제 종료 후 현장에 바로 사용이 가능할 수준을 확보하기 위해 다양한 도로의 안전점검 등에 개발 시스템을 적용하고, 보완점을 파악해 보완함

(2) 개발 시스템 보완

- 시범운행을 통한 알고리즘 및 시스템 보완
- 사용자 매뉴얼 제작

제3절 연차별 연구내용 및 연구성과

1. 연차별 연구내용

○ 본 연구 기간은 3년으로 제안하며, 각 연차별 연구내용은 다음과 같음

- ▶1차년도 : 안전점검 시스템 설계 및 안전점검 장비 제작(I)
- ▶2차년도 : 분석 알고리즘 개발 및 안전점검 장비 제작(II)
- ▶3차년도 : 안전점검 현장 적용 및 시스템 보완

○ 연차별 상세 연구내용은 다음과 같음

가. 1차년도(2010년)

세부 목표	항목	내용
도로교통 안전점검을 위한 기하구조 분석 시스템 개발	도로 기하구조/시설물 정보 수집 장비 설계 및 제작	· 도면화를 위한 장비 구성(I) - 센서 선정 및 장비 설계 - 위치 취득을 위한 장비 구성 - 도로시설물 정보 취득 장비 구성 - 센서 통합 방안 마련
	도로교통 안전점검 기반정보 분석 기법 개발	· 도로 기하구조분석 알고리즘 개발
	도로와 교통환경을 고려한 안전성 분석 통합시스템 개발	· 데이터 취득 방법 정의 · S/W 설계서 작성 · S/W 특성분석
도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전분석 방법 개발	도로환경을 고려한 안전성 분석 기법 개발	· 기대 주행속도 분석기법 개발 · 도로환경에 따른 가·감속도 분석 기법 개발 · 도로 노면에 따른 도로 안전성 분 석 방법 개발(I)
	교통환경을 고려한 안전성 분석 방법 개발	· 교통변수를 고려한 안전도 평가지 표 개발
	도로 안전성 종합분석 기법 개발	· 도로안전도 분석 모형(I) · 도로와 교통환경을 고려한 위험도 프로파일(Hazard Profile) 개발 * 위험 요소 정의

나. 2차년도(2011년)

세부 목표	항목	내용
도로교통 안전점검을 위한 기하구조 분석 시스템 개발	기하구조 정보수집 장비 구성	· 도면화를 위한 장비 구성(Ⅱ) - 도로시설물 정보 취득 장비 구성 - 노면정보 취득 장비 구성 - 개별 시스템 통합을 위한 동기화 - 각종 장비 제어 및 데이터 취득 통합 S/W 개발
	도로교통 안전점검을 위한 기하구조 분석 알고리즘 개발	· 도로안전시설 정보 취득 알고리즘 개발
	도로와 교통환경을 고려한 안전성 분석 통합시스템 개발	· 도로 및 교통환경 도면화 시스템 개발(Ⅰ) · 도로 및 교통환경 특성 통합 안전 성 분석 S/W 개발(Ⅰ)
도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전분석 방법 개발	도로환경을 고려한 안전성 분석 기법 개발	· 안전시설물 설치 적정성 판단 알 고리즘 개발 · 도로 노면에 따른 도로 안전성 분 석 방법 개발(Ⅱ)
	교통환경을 고려한 안전성 분석 방법 개발	· 현장 실차실험 수행 · 실험결과 DB화
	도로 안전성 종합분석 기법 개발	· 도로안전도 분석 모형(Ⅱ) · 도로와 교통환경을 고려한 위험도 프로파일(Hazard Profile) 개발 * 위치에 따른 도로 위험 요소 표시
현장 시험 운영 및 검증	개발 시스템 시범운영 및 현장 검증	· 다양한 도로 주행을 통한 장비 시범 운영 (Ⅰ)

나. 3차년도(2012년)

세부 목표	항목	내용
도로교통 안전점검을 위한 기하구조 분석 시스템 개발	기하구조 정보수집 장비 구성	• 안전점검을 위한 장비 안정화 • 장비 사용자 매뉴얼 제작
	도로교통 안전점검을 위한 기하구조 분석 알고리즘 개발	• 도로선형분석 알고리즘 보완 • 도로안전시설 정보 취득 알고리즘 보완
	도로와 교통환경을 고려한 안전성 분석 통합시스템 개발	• 도로 및 교통환경 도면화 시스템 개발(Ⅱ) • 도로 및 교통환경 특성 통합 안전성 분석 S/W 개발(Ⅱ) • 도로교통 안전점검 시스템 통합
도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전분석 방법 개발	도로환경을 고려한 안전성 분석 기법 개발	• 개발 알고리즘 보완
	교통환경을 고려한 안전성 분석 방법 개발	• 교통환경을 고려한 도로 안전성 분석 DB설계 및 구축방안
	도로 안전성 종합분석 기법 개발	• 도로교통사고 D/B 연계방안 수립
현장 시험 운영 및 검증	개발 시스템 시범운영 및 현장 검증	• 다양한 도로 주행을 통한 장비 시범 운영 (Ⅱ)
	개발 시스템 보완	• 시범운행을 통한 알고리즘 및 시스템 보완 • 사용자 매뉴얼 제작

2. 연차별 성과물 및 평가척도

- 연차별 성과물은 연차별 연구 내용에 따른 성과물을 도출하였으며, 연차별 성과물과 이를 평가할 수 있는 평가척도(MOE)는 다음과 같음

가. 1차년도(2010년)

세부 목표	항목	성과물	MOE
도로교통 안전점검을 위한 기하구조 분석 시스템 개발	기하구조 정보수집 장비 구성	· 장비 설계서 · 장비 1단계	· 위치취득 장비
	도로교통 안전점검을 위한 기하구조 분석 알고리즘 개발	· 도로 선형 분석 알고리즘	· 평면선형 : 직선, 완화 곡선, 원곡선 판단 · 종단선형: 종단경사 · 횡단선형 : 일반횡단경 사, 편경사 판단
	도로와 교통환경을 고려한 안전성 분석 통합시스템 개발	· S/W 설계서	· S/W 설계서
도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전분석 방법 개발	도로환경을 고려한 안전성 분석 기법 개발	· 기하구조 설계 결함 구간 판단 알고리즘 · 설계 일관성 판 단 알고리즘	· 설계일관성 판단 알고 리즘
	교통환경을 고려한 안전성 분석 방법 개발	· 운전자 특성정 보 취득 장비	· 운전자 시지각 취득 장비

나. 2차년도(2011년)

세부 목표	항목	성과물	MOE
도로교통 안전점검을 위한 기하구조 분석 시스템 개발	기하구조 정보수집 장비 구성	· 기하구조 정보 수집 장비	· 기하구조 정보 수집 장 비 1식
	도로교통 안전점검을 위한 기하구조 분석 알고리즘 개발	· 도 로 안 전 시 설 정보 취득 알고 리즘	· 도로안전시설 정보(위 치, 종류 등) 취득 여부
	도로와 교통환경을 고려한 안전성 분석 통합시스템 개발	· 도면화 S/W 초 안 · 안전성 분석 S/W 초안	· S/W 설계서
도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전분석 방법 개발	도로환경을 고려한 안전성 분석 기법 개발	· 노면에 따른 안 전성 분석 방법 론	· 노면 안전성 요소 도출 및 분석 방법론
	교통환경을 고려한 안전성 분석 방법 개발	· 안전시설물 설 치 적정성 판단 알고리즘	· 안전시설물 설치 적정 성 판단 연부
	도로 안전성 종합분석 기법 개발	· 도로위험도 프 로파일	· 도로위험도 프로파일
현장 시험 운영 및 검증	개발 시스템 시범운영 및 현장 검증	· 현장 실험 결과	· 현장 실험 결과

나. 3차년도(2012년)

세부 목표	항목	성과물	MOE
도로교통 안전점검을 위한 기하구조 분석 시스템 개발	기하구조 정보수집 장비 구성	· 기하구조 정보 수집 장비 · 도면화 S/W · 안전성 분석 S/W	· 기하구조 분석 장비를 이용하여 데이터 취득 후 도면화 S/W에서 기하구조 정보를 분석하고 도면화 가능 여부 · 이를 이용하여 안전성 분석 가능 여부
	도로교통 안전점검을 위한 기하구조 분석 알고리즘 개발		
	도로와 교통환경을 고려한 안전성 분석 통합시스템 개발		
도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전분석 방법 개발	도로환경을 고려한 안전성 분석 기법 개발	· 도로와 운전자 특성을 고려한 도로 안전성 분석 방법론 · 도로 위험도 프로파일(Hazard Profile)	· 도로와 운전자 특성을 고려하여 안전성을 분석 가능한 여부 · 도로 위험도 프로파일을 이용한 도로위험구간 판단 가능성 여부
	교통환경을 고려한 안전성 분석 방법 개발		
	도로 안전성 종합분석 기법 개발		
현장 시험 운영 및 검증	개발 시스템 시범운영 및 현장 검증	· 시범운영 및 현장 검증 결과	· 시범운영 및 현장 검증 결과
	개발 시스템 보완	· 개발 시스템 매뉴얼	· 매뉴얼 작성 여부

제4절 성과목표 및 지표 설정

○ 연차별 성과목표 및 지표는 다음과 같음

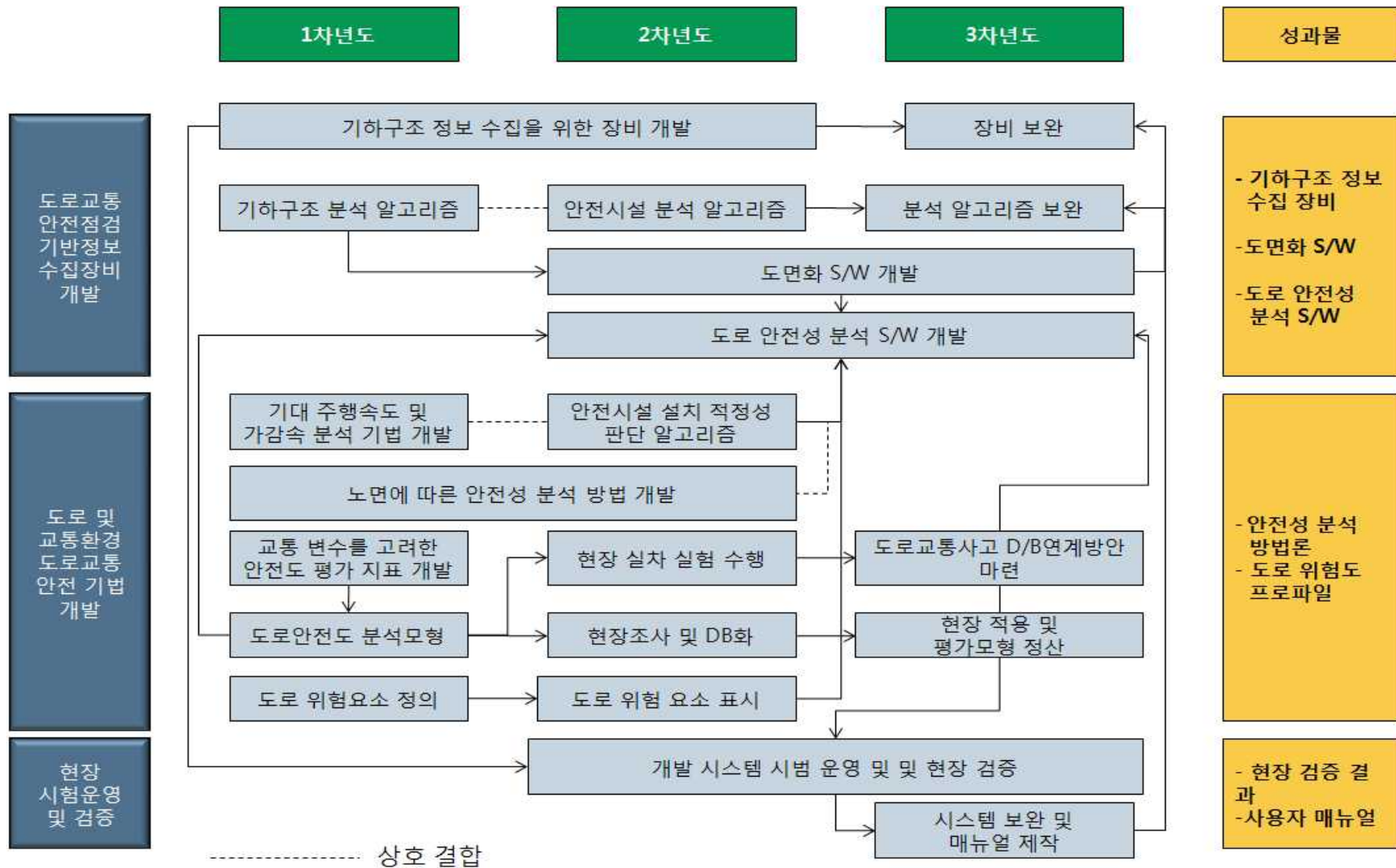
성과지표		연차별 성과목표		
		1차년도	2차년도	3차년도
논문	학술지 게재 논문 건수	3	5	8
	학술발표 논문 건수	5	5	10
	SCI급 학술지 게재 논문 건수	0	1	2
지식재산권	특허출원 건수	3	5	3
	특허등록 건수			3
	소프트웨어 등록건수	2	3	5
기술성능 목표달성	요소기술 성능목표 달성도	70%	90%	100%
S/W	데이터 취득 통합 S/W		1개	
	도면화 S/W		1개	
	안전성 분석 S/W			1개
H/W	도면화를 위한 장비		1식	
문서	매뉴얼			1식

제5장 연구 추진 전략 및 추진 체계 수립

제1절 연구 추진 전략 및 기술 로드맵 작성

1. 연차별 추진과제 기술 로드맵(TRM) 작성

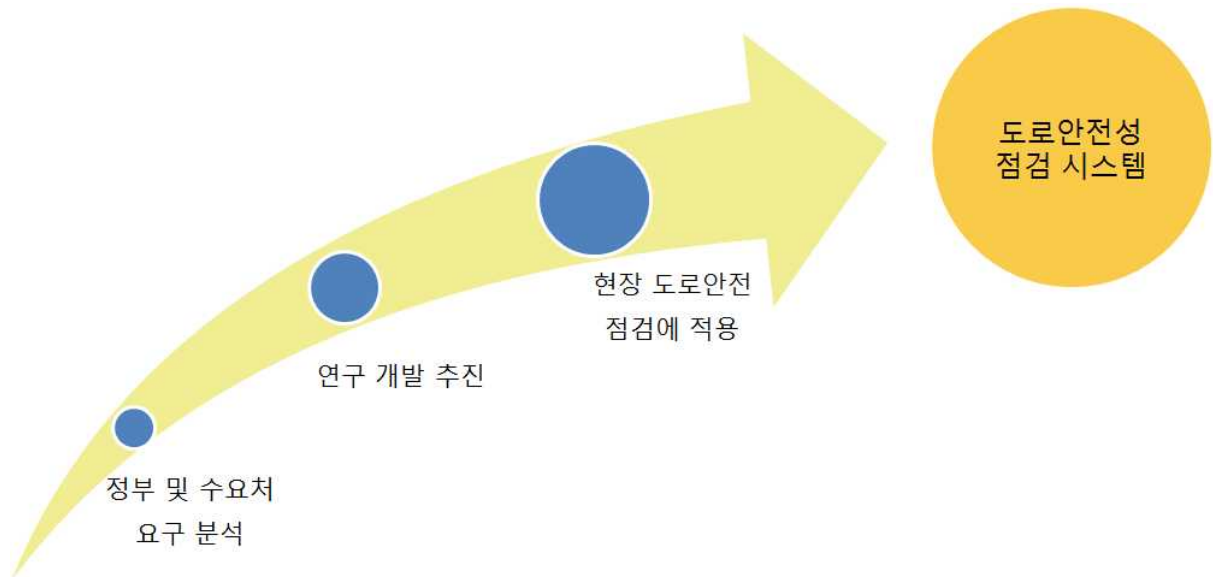
- 연차별 추진과제에 대한 기술 로드맵은 다음과 같음



<그림 5-1> 연차별 기술지도(TRM)

2. 연구 추진 전략

- 연구 진행 중 추진 전략은 다음과 같음



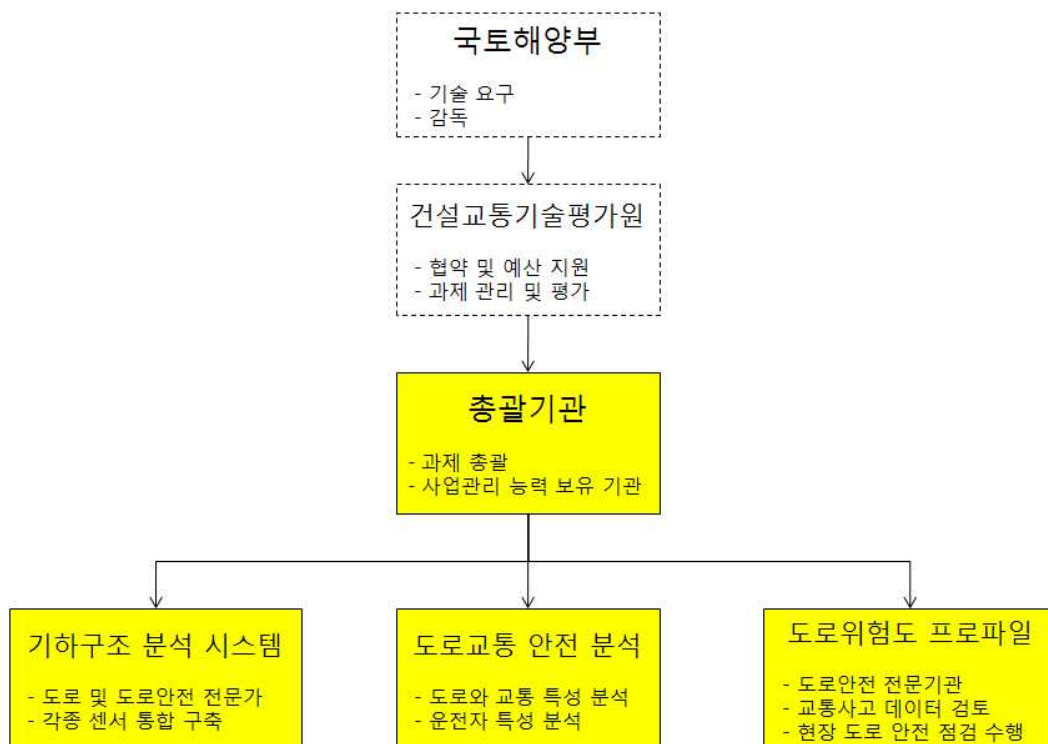
<그림 5-2> 연구 추진 전략

- 도로관리청 도로안전진단, 도로안전점검 주체의 요구에 부응하는 시스템 개발
 - 시스템 운용 후 분석 작업을 최소화 할 수 있는 수준의 시스템 개발
 - 취득된 정보 중 가용 정보를 이용한 도면화 작업
 - 취득된 정보를 이용한 안전성 점검 결과 및 보고서 양식 개발
 - 연구 진행 기간 동안 도로관리청 혹은 도로안전진단, 도로안전점검 주체와의 feedback 수행
- 국내 실정에 맞는 도로안전성 평가 지표 개발
 - 국내 실정에 맞는 도로안전성 평가 지표를 개발하고 이에 대한 충분한 실험을 통해 검증
 - 취득된 도로환경 및 운전 행태 정보를 이용하여 안전성을 점검할 수 있는 시스템 개발

- 개발된 시스템을 현장 도로안전 점검에 적용
 - 개발된 시스템을 고속도로, 일반국도, 시가지 도로 등 현장에 적용하여 문제점 분석 후 보완하여 과제 종료시 바로 실용화하여 현장에 투입할 수 있도록 개발

제2절 연구 추진 체계

- 본 연구개발은 앞 절에서 언급한 연구 추진 전략을 원활하게 수행할 수 있도록 도로 안전, 제어 등에 관련된 유관기관이 참여토록 하여 향후 연구결과가 국내 안전점검에 충분히 반영될 수 있도록 해야 함
- 본 연구의 경우 하나의 목적을 위해 세부 요소기술이 필요한 사업임
- 여러 요소기술의 복합적으로 이루어져 유기적으로 움직이는 시스템이 아닌 관계로 본 연구는 사업단이나 연구단보다 일반과제로 추진하는 것이 바람직 함
- 연구추진체계는 <그림 5-3>과 같음



<그림 5-3> 연구추진 체계

- 주관연구기관은 사업관리능력을 보유한 기관이 선정되어 전체 연구개발을 추진하여야 함
- 산·학·연·관 역할분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진
- 관련 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과 운용 시험을 위한 협력체계 구축

제6장 연구결과 활용 방안 및 기대성과

제1절 연구결과 활용방안

- 연구결과의 활용방안은 크게 3가지로 구분할 수 있음

1. 연구결과의 직접적 활용

- 연구 종료 후 개발되는 성과품을 직접적으로 활용하는 것을 의미하며 다음과 같이 구분할 수 있음

(1) 도로 안전 개선 사업

- 본 연구의 목적에 부합하게 본 연구를 통해 도출되는 성과물인 도로교통안전성 점검 장비를 이용하여 도로의 안전성을 점검하는데 사용하는 것은 가장 큰 목적이자 활용 방안으로 고려될 수 있음
- 도로 안전점검의 경우 본 연구에서 개발한 차량을 주행후 차량으로부터 취득된 데이터를 이용하여 도로에 대한 안전점검을 신속하게 할 수 있음
- 안전점검 혹은 특별안전진단 대상 지점이 아니라도 정밀하게 도로의 안전을 점검하고자 하는 경우 본 연구에서 개발하는 성과물을 이용하여 안전을 점검 하도록 함

(2) 도면화 작업

- 앞서 언급한 것처럼 모든 도로에 도면이 존재하지 않고, 존재하더라도 현재 도면과 다른 경우가 존재함
- 도면이 없는 구간에서 실질적으로 도로안전점검은 불가능하므로 도로 안전점검 시 대상 노선에 대한 도면화는 필수적임
- 도로 안전점검에서 도면화 정보를 구축할 때 기존 선형 측량이 아니라 본 연구의 개발품을 현장에 적용할 수 있으므로 도면화의 비용을 약 1/6가량 절감할 것으로 판단됨

(3) 자산관리

- 본 연구의 개발품은 이동측량시스템(MMS) 기반으로 개발되었으며, 기존 MMS의 기능에 도로 안전점검의 기능을 추가하였음
- 많은 MMS는 자산관리(Asset Management)에 활용되고 있으므로, 본 연구에서 개발되는 장비의 경우 자산관리에도 활용될 수 있어 또 다른 시장이 형성될 것으로 판단됨
- 본 연구의 개발품에 장착된 영상장비 등을 활용할 경우 자산관리에도 활용이 가능함

2. 연구결과 실용화 방안

- 본 연구는 3년으로 기획하였음
- 본 연구의 3년차에는 현장에서 직접 안전점검을 수행하고, 보완하도록 계획하고 있음
- 본 연구의 연구 내용을 고려할 때, 도출될 수 있는 실용화 항목의 경우 다음과 같음

<표 6-1> 각 연구내용별 실용화 항목

연구 내용	실용화 항목	비고
도로교통 안전점검 통합시스템 개발	- 도로 정보수집 장비	특허
	- 도로 기하구조 분석 알고리즘	특허
	- 도면화 S/W	S/W 등록
	- 안전성 분석 S/W	S/W 등록
도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전 분석 방법 개발	- 도로 기반 안전성 분석 방법	특허
	- 교통환경을 고려한 안전성 분석 방법	특허
	- 도로 위험도 프로파일 작성	S/W

- 해당 연구에 대한 실용화는 연구를 주도적으 진행하는 기관이 소유하되, 본 연구가 종료된 후 최대한 빠른 시간내에 실용화가 가능하도록 하였으며, 실용화 전략의 경우 일반적으로 실용화를 위한 방법과 같이 기술계약을 통한 기술이전을 추진하는 것으로 고려하고 있음

제2절 연구결과의 기대성과

- 연구결과의 기대성과는 기술적 측면, 사회·경제적 측면, 교통안전, 학술적 측면 등으로 구분가능하며, 각 분야별 기대성과는 <그림 6-1>과 같음



<그림 6-1> 연구결과의 기대성과

- 본 연구과제가 성공적으로 수행시 기대되는 성과는 다음과 같음
- 도면화 시스템의 경우 선진 외국의 경우 레이저 스캐너를 이용하여 도면화 작업을 수행하는 사례는 있으나, 수작업으로 후처리 분석하기 때문에 레이저 스캐너의 취득 데이터를 선으로 연결하는 작업을 수행함. 이에 도면화를 하는데 상당한 시간이 소요됨
- 본 과제서 차량 주행 후 안전점검용 도면화를 성공하게 될 경우 선진외국에서도 확보하지 못한 기술을 확보하게 되므로, 안전점검용 도면화 기술을 선점할 것으로 보며, 선진국 대비 기술력을 100%이상 확보할 것으로 기대함
- 도로 및 운전자 특징을 고려한 안전성 분석의 경우 외국에서 이동차량을 이용하여 수작업 수준의 도로기하구조 조사는 수행하고 있으나, 이를 이용해서 안전점검을 동시에 수행할 수 있는 기술은 아직 미비함. 이에 본 과제가 성공적으로 수행시 도면화 기술과 마찬가지로 선진국 대비 기술력을 100%이상 확보할 것으로 기대함
- 위험도 프로파일의 경우 외국에서 먼저 시작한 기술로 국내에는 아직 생소한 개념으로

본 연구가 종료시에는 위험도 프로파일에 대한 개념 정립뿐 아니라 이를 구현하는 기술까지 확보할 것으로 판단되어 본 연구가 종료시 해당 기술을 선진외국의 기술수준 대비 100% 까지 확보할 것으로 기대함

제7장 연구 기간 및 예산

제1절 총괄 소요예산

- 본 연구 진행을 위한 소요예산을 산정함

1. 총 연구개발비

- 총 연구개발비는 전체 연구 목표를 이루기 위해 정부출연금과 기업부담금을 함께 표시하였음

<표 7-1> 총 연구 개발비

(단위: 천원)

비 목	1차년도	2차년도	3차년도	합계
인건비	927,000	979,800	958,900	2,865,700
직접비	703,180	675,580	356,780	1,735,540
위탁연구비	150,000	150,000	115,560	415,560
간접비	219,820	194,620	168,760	583,200
합계	2,000,000	2,000,000	1,600,000	5,600,000

- 총 연구개발비 중 정부출연금과 기업부담금의 비율을 고려한 예산은 다음과 같음

<표 7-2> 정부출연금 및 기업부담금 비율

(단위 : 원)

구분		1년차	2년차	3년차	계
정부출연금		1,500,000	1,500,000	1,200,000	4,200,000
기업 부담금	현물	450,000	450,000	360,000	1,260,000
	현금	50,000	50,000	40,000	140,000
	소계	500,000	500,000	400,000	1,400,000
총 연구비		2,000,000	2,000,000	1,600,000	5,600,000

2. 세부과제별 연구비

○ 도로교통 안전점검 통합시스템 개발

<표 7-3> 세부 과제별 연구 개발비(도로교통 안전점검 통합시스템 개발)(단위: 원)

비 목	1차년도	2차년도	3차년도	합계
인건비	599,000,000	514,500,000	474,800,000	1,588,300,000
직접비	582,340,000	532,290,000	256,840,000	1,371,470,000
위탁연구비	50,000,000	50,000,000	40,000,000	140,000,000
간접비	128,660,000	103,210,000	88,360,000	320,230,000
합계	1,360,000,000	1,200,000,000	860,000,000	3,420,000,000

○ 도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전 분석 방법 개발

<표 7-4> 세부 과제별 연구 개발비(도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전 분석 방법 개발)
(단위: 원)

비 목	1차년도	2차년도	3차년도	합계
인건비	252,300,000	276,300,000	233,300,000	761,900,000
직접비	83,680,000	79,500,000	36,400,000	199,580,000
위탁연구비	100,000,000	100,000,000	75,560,000	275,560,000
간접비	64,020,000	44,200,000	54,740,000	162,960,000
합계	500,000,000	500,000,000	400,000,000	1,400,000,000

○ 현장 시험운영 및 검증

<표 7-5> 세부 과제별 연구 개발비(현장 시험운영 및 검증) (단위: 원)

비 목	1차년도	2차년도	3차년도	합계
인건비	75,700,000	189,000,000	250,800,000	515,500,000
직접비	37,160,000	63,790,000	63,540,000	164,490,000
위탁연구비	0	0	0	0
간접비	27,140,000	47,210,000	25,660,000	100,010,000
합 계	140,000,000	300,000,000	340,000,000	780,000,000

제2절 세부과제별 소요예산 내역

○ 인건비는 기획재정부에서 공표된 2010년 학술연구용역인건비 조정단가를 적용함

<표 7-6> 2010년 학술연구용역 인건비 조정단가

구분	기준단가 (A)	산출내역	조정단가	적용단가
수석연구원	2,724,727	A * 17월 (기본12 + 상여4 + 퇴직급여1) / 12월	3,860,029	3,800,000
선임연구원	2,089,283		2,959,817	3,000,000
연구원	1,396,617		1,978,540	2,000,000
보조원	1,047,499		1,483,956	1,500,000

※ 인건비 기준단가는 1개월을 22일로 하여 용역 참여율 50%로 산정한 것이며, 용역 참여율을 달리하는 경우에는 기준단가 증감가능

1) 도로교통 안전점검 통합시스템 개발

○ 1차년도

<표 7-7> 도로교통 안전점검 통합시스템 개발 1차년도 연구개발비 내역

(단위: 원)

비목			산출근거	금액
인건비			- 수석연구원 40 M/M - 선임연구원 48 M/M - 연구원 84 M/M - 보조원 90 M/M	152,000,000 144,000,000 168,000,000 135,000,000
인건비소계				599,000,000
직접비	연구차비및재료비	연구기자재	- 위치취득센서 - 차량구매 - 레이저스캐너 - 차량조사용 노트북	140,000,000 25,000,000 170,000,000 3,000,000
		시제품제작비	차량 개조	40,000,000

연구활동비	연구재료비	• 토너 • A4 용지 • 하드 디스크 • 잉크 • 전산처리관리비	4,500,000 840,000 1,200,000 500,000 2,400,000
	국내여비	• 100,000원 * 152회 * 1명	15,200,000
	국외여비	• 6,000,000원 * 1회 * 4명	24,000,000
	수용비및수수료	• 인쇄/복사/인화비 • 공공요금 • 체세 공과금 및 수수료 • 사무용품비	7,600,000 1,000,000 5,000,000 3,600,000
	기술정보활동비	• 전문가활용비 • 기술정보수집비 • 도서 및 문헌구입비 • 회의비 • 세미나 개최비 • 학회/세미나 참가비 • 국내외 홍보비	6,000,000 11,500,000 5,000,000 7,000,000 8,000,000 3,000,000 1,000,000
	연구수당	• 과제관리비 • 연구활동진흥비 • 식대	2,000,000 90,000,000 5,000,000
	직접비소계		582,340,000
위탁연구비		• 50,000,000원 * 1과제	50,000,000
간접비		• 인력지원비 • 연구개발준비금 • 지적재산권 출원등록비 • 연구실 안전 관리비	47,168,000 75,492,000 5,000,000 1,000,000
합계			1,360,000,000

○ 2차년도

<표 7-8> 도로교통 안전점검 통합시스템 개발 2차년도 연구개발비 내역
(단위: 원)

비목			산출근거	금액
인건비			· 수석연구원 30M/M · 선임연구원 40M/M · 연구원 69M/M · 보조원 95M/M	114,000,000 120,000,000 138,000,000 142,500,000
인건비소계				514,500,000
직접비	연구자비및재료비	연구기자재	· 기지국용GPS · 카메라시스템 · 노면평탄성장비 · 노면마찰력센서	30,000,000 60,000,000 100,000,000 50,000,000
		시제품제작비	· 차량개조 · 노면온도센서 장착	10,000,000 30,000,000
		전산처리비	· 토너 · A4 용지 · 하드 디스크 · 잉크 · 전산처리관리비 · DAQ시스템 · 각종 재료비	4,500,000 840,000 1,200,000 550,000 2,400,000 30,000,000 5,000,000
	연구활동비	국내여비	· 100,000원*230회*1명	23,000,000
		국외여비	· 5,375,000원*1회*4명	21,500,000
		수용비및수수료	· 인쇄/복사/인화비 · 공공요금 · 제세 공과금 및 수수료 · 사무용품비	7,600,000 1,000,000 5,000,000 4,800,000
		기술정보활동비	· 전문가활용비 · 기술정보수집비 · 도서 및 문헌구입비 · 회의비 · 세미나 개최비 · 학회/세미나 참가비 · 국내외 홍보비	6,000,000 5,000,000 5,000,000 7,000,000 8,000,000 3,000,000 1,000,000
		연구수당	· 과제관리비 · 연구활동진흥비 · 식대	2,000,000 102,900,000 5,000,000
	직접비소계			532,290,000
	위탁연구비		· 50,000,000원*1과제	50,000,000
	간접비		· 인력지원비 · 연구개발준비금 · 지적재산권 출원등록비 · 연구실 안전 관리비	46,062,000 51,148,000 5,000,000 1,000,000
합계				1,200,000,000

○ 3차년도

<표 7-9> 도로교통 안전점검 통합시스템 개발 3차년도 연구개발비 내역
(단위: 원)

비목			산출근거	금액
인건비			· 수석연구원 26M/M	98,800,000
			· 선임연구원 42M/M	126,000,000
			· 연구원 65M/M	130,000,000
			· 보조원 80M/M	120,000,000
인건비소계				474,800,000
직접비	연구장비및재료비	연구기자재		
		시제품제작비		10,000,000
		전산처리비	· 토너	4,500,000
			· A4 용지	1,080,000
	· 하드 디스크		2,400,000	
	· 잉크		1,500,000	
	· 각종재료비		7,000,000	
	· 전산처리관리비		4,800,000	
	연구활동비	국내여비	· 100,000원*142회*2명	28,400,000
		국외여비	· 6,400,000원*1회*5명	32,000,000
		수용비및수수료	· 인쇄/복사/인화비	10,400,000
			· 공공요금	3,000,000
			· 제세 공과금 및 수수료	5,000,000
			· 사무용품비	4,800,000
		기술정보활동비	· 전문가활용비	6,000,000
			· 기술정보수집비	5,000,000
			· 도서 및 문헌구입비	5,000,000
			· 회의비	7,000,000
			· 세미나 개최비	8,000,000
			· 학회/세미나 참가비	3,000,000
			· 국내외 홍보비	3,000,000
		연구수당	· 과제관리비	5,000,000
			· 연구활동진흥비	94,960,000
			· 식대	5,000,000
직접비소계				256,840,000
위탁연구비			· 40,000,000원*1과제	40,000,000
간접비			· 인력지원비	25,252,000
			· 연구개발준비금	52,108,000
			· 지적재산권 출원등록비	10,000,000
			· 연구실 안전 관리비	1,000,000
합계				860,000,000

2) 도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전 분석 방법 개발

○ 1차년도

<표 7-10> 도로교통 안전 분석 방법 개발 1차년도 연구개발비 내역

(단위: 원)

비목			산출근거	금액
인건비			· 수석연구원 16M/M	60,800,000
			· 선임연구원 17M/M	51,000,000
			· 연구원 38M/M	76,000,000
			· 보조원 43M/M	64,500,000
인건비소계				252,300,000
직접비	연구장비및재료비	연구기자재	· 시선운동추적장치	50,000,000
		전산처리비	· 칼라토너	1,000,000
	· 흑백토너		500,000	
	· 칼라잉크		500,000	
	· 복사용지		1,000,000	
	연구활동비	국내여비	· 100,000원*116.8회*1명	11,680,000
		국외여비	· 6,000,000원*1회*1명	6,000,000
		수용비및수수료	· 인쇄/복사/인화비	24,000,000
			· 사무용품비	1,200,000
		기술정보활동비	· 전문가활용비	3,000,000
· 기술정보수집비	1,000,000			
· 도서 및 문헌구입비	1,000,000			
· 회의비	1,400,000			
· 세미나 개최비	3,000,000			
· 학회/세미나 참가비	1,000,000			
직접비소계				83,680,000
위탁연구비			· 50,000,000원 * 2과제	100,000,000
간접비			· 인력지원비	54,020,000
			· 지적재산권 출원등록비	10,000,000
합계				500,000,000

○ 2차년도

<표 7-11> 도로교통안전 분석 방법 2차년도 연구개발비 내역

(단위: 원)

비목			산출근거	금액
인건비			· 수석연구원 16M/M · 선임연구원 17M/M · 연구원 50M/M · 보조원 43M/M	60,800,000 51,000,000 100,000,000 64,500,000
인건비소계				276,300,000
직접비	연구장비 및 재료비	시제품제작비	· 시뮬레이션 개조	20,000,000
		전산처리비	· 칼라토너 · 흑백토너 · 칼라잉크 · 복사용지 · 연구 재료비	2,000,000 1,000,000 1,000,000 1,000,000 5,000,000
	연구활동비	국내여비	· 100,000원*144회*1명	14,400,000
		국외여비	· 6,000,000원*2회*1명	12,000,000
		수용비및수수료	· 인쇄/복사/인화비 · 사무용품비	2,400,000 1,200,000
		기술정보활동비	· 전문가활용비 · 기술정보수집비 · 도서 및 문헌구입비 · 회의비 · 세미나 개최비 · 학회/세미나 참가비	7,500,000 1,000,000 2,500,000 3,000,000 5,000,000 500,000
	직접비소계			79,500,000
	위탁연구비		· 50,000,000원*2과제	100,000,000
	간접비		· 인력지원비 · 지적재산권 출원등록비	39,200,000 5,000,000
	합계			500,000,000

○ 3차년도

<표 7-12> 도로교통안전 분석 방법 3차년도 연구개발비 내역

(단위: 원)

비목			산출근거	금액
인건비			· 수석연구원 16M/M	60,800,000
			· 선임연구원 16M/M	48,000,000
			· 연구원 36M/M	72,000,000
			· 보조원 35M/M	52,500,000
인건비소계				233,300,000
직접비	연구장비및재료비	전산처리비	· 칼라토너	2,000,000
			· 흑백토너	1,000,000
			· 칼라잉크	1,000,000
			· 복사용지	1,000,000
			· 연구 재료비	5,000,000
	연구활동비	국내여비	· 100,000원*72회*1명	7,200,000
		국외여비		
수용비및수수료		· 인쇄/복사/인화비	24,000,000	
		· 사무용품비	1,200,000	
기술정보활동비		· 전문가활용비	4,500,000	
		· 기술정보수집비	1,000,000	
		· 도서 및 문헌구입비	2,500,000	
		· 회의비	3,000,000	
		· 세미나 개최비	5,000,000	
		· 학회/세미나 참가비	500,000	
직접비소계				36,400,000
위탁연구비			· 37,780,000원*2과제	75,560,000
간접비			· 인력지원비	49,740,000
			· 지적재산권 출원등록비	5,000,000
합계				400,000,000

3) 현장 시험운영 및 검증

○ 1차년도

<표 7-13> 현장 시험운영 및 검증 1차년도 예산

(단위: 원)

비목			산출근거	금액
인건비			· 수석연구원 6M/M	22,800,000
			· 선임연구원 7M/M	21,000,000
			· 연구원 4M/M	8,000,000
			· 보조원 15.93M/M	23,900,000
인건비소계				75,700,000
직접비	연구장비 및 재료비	연구기자재		
		시제품제작비		
		연구재료비	· 토너	1,000,000
	· A4용지		420,000	
	· 하드디스크		1,200,000	
	· 잉크		500,000	
	· 전산처리관리비		1,200,000	
	연구활동비	국내여비	· 100,000원*30회*1명	3,000,000
		국외여비	· 5,000,000원*1회*1명	5,000,000
		수용비및수수료	· 인쇄/복사/인화비	500,000
			· 사무용품비	1,200,000
		기술정보활동비	· 전문가활용비	2,000,000
			· 기술정보수집비	1,000,000
			· 도서 및 문헌구입비	1,000,000
· 회의비	1,000,000			
연구수당	· 학회/세미나 참가비	1,000,000		
	· 연구수당	15,140,000		
	· 식대	2,000,000		
직접비소계				37,160,000
위탁연구비				-
간접비			· 인력지원비	27,140,000
합계				140,000,000

○ 2차년도

<표 7-14> 현장 시험운영 및 검증 2차년도 예산

(단위: 원)

비목			산출근거	금액
인건비			· 수석연구원 14.47M/M	55,000,000
			· 선임연구원 18M/M	54,000,000
			· 연구원 28M/M	56,000,000
			· 보조원 16M/M	24,000,000
인건비소계				189,000,000
직접비	연구장비및재료비	연구기자재	· 현장조사용 노트북	3,000,000
		시제품제작비		
		연구재료비	· 토너	4,500,000
	· A4용지		840,000	
	· 하드디스크		1,200,000	
	· 잉크		550,000	
	· 전산처리관리비		1,200,000	
	연구활동비	국내여비	· 100,000원*50회*1명	5,000,000
		국외여비		
		수용비및수수료	· 인쇄/복사/인화비	500,000
			· 사무용품비	1,200,000
		기술정보활동비	· 전문가활용비	2,000,000
			· 기술정보수집비	1,000,000
			· 도서 및 문헌구입비	1,000,000
	· 회의비		1,000,000	
연구수당	· 학회/세미나 참가비	1,000,000		
		· 연구수당	37,800,000	
		· 식대	2,000,000	
직접비소계				63,790,000
위탁연구비				-
간접비			· 인력지원비	47,210,000
합계				300,000,000

○ 3차년도

<표 7-15> 현장 시험운영 및 검증 구현 3차년도 예산

(단위: 원)

비목			산출근거	금액
인건비			· 수석연구원 21M/M	79,800,000
			· 선임연구원 36M/M	108,000,000
			· 연구원 21M/M	42,000,000
			· 보조원 14M/M	21,000,000
인건비소계				250,800,000
직접비	연구장비및재료비	연구기자재	· 현장조사용 노트북	3,000,000
		시제품제작비		
		연구재료비	· 토너	4,500,000
	· A4용지		1,080,000	
	· 하드디스크		2,400,000	
	· 잉크		1,500,000	
	· 전산처리관리비		1,200,000	
	연구활동비	국내여비	· 100,000원*90회*1명	9,000,000
		국외여비		
		수용비및수수료	· 인쇄/복사/인화비	500,000
			· 사무용품비	1,200,000
		기술정보활동비	· 전문가활용비	2,000,000
			· 기술정보수집비	1,000,000
			· 도서 및 문헌구입비	1,000,000
	· 회의비		1,000,000	
연구수당	· 학회/세미나 참가비	1,000,000		
	연구수당	· 연구수당	31,160,000	
		· 식대	2,000,000	
직접비소계				63,540,000
위탁연구비				-
간접비			· 인력지원비	25,660,000
합계				340,000,000

제8장 참고문헌

- [1] 경찰청, 교통사고통계, 2008, p.17
- [2] 국토해양부, 교통사고 사상자 절반줄이기 종합시행계획(안), 2008
- [3] 도로교통공단, 교통안전학, 2010, pp.357
- [4] 도로교통연구원, <http://research.ex.co.kr/board-index.do>
- [5] 도로교통연구원, <http://www.ntis.go.kr/ThMain.do>
- [6] 윤덕근, 정동훈, 성정곤, 이상화, 센서를 장착한 차량을 이용한 도로 횡단경사 측정에 관한 연구, 한국도로학회논문집, 2006, v.8 no.2, pp.105-116
- [7] 오태완, 모바일매핑시스템으로 취득된 전방위 영상의 광속조정법, 서울시립대학교 석사학위논문, 2010, pp.5
- [8] 이수암, 이태운, 김태정, 성정곤, 차량에 부착된 측하방 CCD카메라를 이용한 차선추출 알고리즘 개발, 한국지형공간정보학회지, 2005, v.13 no.3, pp.87-94
- [9] 이순철, 교통심리학, 학지사, 2000, pp105~109
- [10] 이용택, 스웨덴식 교통상충분석기법의 개발방향, 대한토목학회논문집, 2001, pp48~53
- [11] 이종출, 동적 GPS 관측에 의한 도로의 평면선형 분석, 한국측량학회지, 2001, v.19 no.1, pp.39-45
- [12] 장영채, "07.도로교통 사고비용의 추계와 평가", 도로교통공단, 2008
- [13] 장상규, 홍순현, 김가야, RTK-GPS와 TS를 이용한 도로선형분석 및 GIS 구축, 한국측량학회지, 2003, v.21 no.4, pp.293-299
- [14] 정재승, 모바일매핑시스템에서의 이동객체 추적을 위한 연구, 한국GIS학회지, 제14권, 제2호 2006, pp.235~244
- [15] 정철기, 방추형 근육의 근전도 신호발생 모델링에 관한 연구, 서울시립대학교대학원, 박사학위논문, 2010, pp.86~88
- [16] 조준희, 차량 시뮬레이터의 개발 및 응용 동향, 한국도로학회논문집 제10권, 제1호, 2008, pp68~74
- [17] 최지훈, PC-CRASH의 유전자 알고리즘을 적용한 충돌 해석, 한국법과학회지 제10

권 제1호, 2009

- [18] 차득기, “GPS 측량이해”, 성림출판사, 2006, pp. 95~105
- [19] 한국건설기술연구원, 2차원에서 3차원으로의 지도학적 차원의 변화모색 연구보고서, 2006, pp235~236
- [20] 한국건설기술연구원, “다중센서 통합 및 동기화 방안 연구”, 2003.11, pp.48
- [21] 한국건설기술연구원, “도로 안전성조사 분석차량개발”, 한국건설기술연구원 보고서, 2006
- [22] 한국건설기술연구원, “GPS/INS 위치계산 컴포넌트 모듈연구”, 2003.11, pp.48~52
- [23] 三菱電機, <http://www.mitsubishielectric.co.jp/pas/mms/spec.html>
- [24] Alan Ross, Working Paper No.3 for "Provincial and County Roads Project Road Traffic Safety Study", Seoul : Ministry of Home Affairs, 1984, pp.4~11.
- [25] Anderson, R. et al. “Evolution of Low-Cost MEMS Inertial Systems,” NATO RTO Symposium on Military Capabilities Enabled by Advances in Navigation Sensors, Istanbul, Turkey, October 2002.
- [26] British Columbia Ministry of Transportation and Highways, “Network Level Automated Pavement Surface Condition Surveys Quality Assurance Procedures”, Construction and Maintenance Branch, Victoria, 1999.
- [27] British Columbia Ministry of Transportation and Highways, “Pavement Surface Condition Rating Manual”, Geotechnical and Materials Engineering Branch, Victoria, 1994.
- [28] British Columbia Ministry of Transportation and Highways, “1999 RPMS Network Level Automated Pavement Surface Condition Surveys Quality Assurance Report”, Construction and Maintenance Branch, Victoria, 1999.
- [29] C. Vincent Tao et. al., "Advances in Mobile Mapping Technology", Taylor&Francis, 2004, pp.3~18
- [30] Federal Administrator Norbert T. Tiemann, in U.S. Congress. Narrow Bridges-Driver Dilemmas, Hearings before the Subcommittee on Investigations and Review, Committee on Public Works, 93rd Congress, First Session, June 12~14, 1973

- [31] Fontana, R. and Latterman, D., "GPS Modernization and the Future," ION 56th Annual Meeting, San Diego, CA, June 2000. Also see Aviation Week & Space Technology, September 23,2002, pp. 56- 58.
- [32] George T. Schmidt, "INS/GPS Technology Trends," NATO Research and Technology Organization, 2010.
- [33] Gustafson, D. et al., "A Deeply Integrated Adaptive GPS-Based Navigator with Extended Range Code Tracking," IEEE Plans Conference, San Diego, CA, March 2000. Also, see U.S. Patent 6,331,835 B1, December 18, 2001.
- [34] Gustafson, T. et al., "Rotation Measurements with an Atom Interferometric Gyroscope,"Physical Review Letters, Vol. 78, No. 11, 17 March 1997, pp.2046-2049.
- [35] Honeywell, Inc., "G1900 MEMS IMU,"DFOISR # 05-S-0725 and "G1930 MEMS IMU,"DFOISR 05-S-0723; and Integrated Guidance Systems LLC, "GS-2xx series, deeply integrated guidance family,"on www.igsllc.com. Cited 9 April 2010.
- [36] Inertial Navigation System, http://en.wikipedia.org/wiki/Inertial_navigation_system
- [37] K.W.Ogden, "Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering", Avebury Technical
- [38] LASER MEASUREMENT SYSTEMS RIEGL, <http://www.riegl.com/nc/products/mobile-scanning/>
- [39] McDonald, K. and Hegarty, C., "Post-Modernization GPS Performance Capabilities," ION 56th Annual Meeting, San Diego, California, June 2000.
- [40] Meyer T.H., Bean J, Ferguson R., and Naismith J.Z., "The Effect of Broadleaf Canopies on Survey Grade Horizontal GPS/GLONASS Measurements", In Surveying and Land Information Science, vol. 62, no. 4, 2000, pp. 215 - 224.
- [41] National Research Council, The Global Positioning System - A Shared National Asset, National Academy Press, Washington, D.C., 1995.
- [42] Phillips, R. and Schmidt, G., "Relative and Differential GPS," in NATO AGARD Lecture Series 207, System Implications and Innovative Applications of Satellite Navigation, June 1996, pp. 5.1- 5.22.
- [43] Schmidt, G. and Phillips, R., "INS/GPS Integration Architectures," Draper

- Laboratory Report, 4104, Cambridge, Massachusetts, February 2003. Also in NATO RTO Lecture Series 232, Advances in Navigation Sensors and Integration Technology, October 2003, pp. 5-1 - 5-15.
- [44] Shahin, M.Y. and Kohn, S.D., "Development of a Pavement Condition Rating Procedure for Roads, Streets and Parking Lots", Construction Engineering Research Laboratory, U.S. Army Corps of Engineers, Technical Report M-268, July, 1979.
- [45] Transportation Association of Canada, "Pavement Design and Management Guide", Transportation Association of Canada, Ottawa, 1997.
- [46] Zhan, M. et. al., "old Atom Interferometry,"7th Asian International Seminar on Atomic and Molecular Physics, Journal of Physics: Conference Series 80 (2007) 012047.

부록 1 : 과제 공모를 위한 RFP

연구과제명	도로교통 안전점검을 위한 차세대 장비 개발
1. 연구 목표	☐ 도로교통 안전점검을 위한 차세대 장비 개발 ○ 도로교통 안전점검 통합시스템 개발 ○ 도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전 분석 방법 개발 ○ 현장 시험운영 및 검증
2. 연구 필요성 및 기술 동향	☐ 연구의 필요성 ○ 교통사고는 인적요인 93.1%, 차량적 요인 2.3%, 도로환경적 요인 39.4%의 상호작용으로 발생되며 (Ogden, 1995), 도로환경적 요인만 고려하더라도 약 40%의 사고에 영향을 미칠 수 있음 ○ 교통안전법의 개정으로 2008년부터 일정기준에 해당하는 도로에 대해 설계단계부터 도로교통안전진단을 수행하도록 하고 있으며, 특히 공용중인 도로에 대해 3년간 사망사고가 3건 이상 발생하거나 도로교통안전점검 결과 필요한 지점에 대해서는 특별도로교통안전진단을 수행하도록 규정하고 있으나, 현재 사망사고 다발구간에 대한 특별도로교통안전진단의 경우 일부 도로관리청에서 수행하고 있음 ○ 국토해양부에서는 전국 도로에 대해 도로안전점검을 정기적으로 실시하고 있으나, 시간 소모적이며 주관적인 판단에 의해 도로안전이 평가되고 있어, 신속하고 정확한 도로 안전 점검을 수행할 수 있는 장비 및 시스템을 요구 ○ 기존의 도로안전점검 혹은 진단의 경우 평가자가 도면정보와 현장에서 점검을 수행하며, 도면정보와 현장의 상황을 종합적으로 판단하여 점검하나 모든 도로에 도면이 존재하지 않고, 있더라도 실제도로와 다른 경우가 존재함 ○ 안전점검의 경우 시거, 설계일관성, 안전시설물 적정 설치 등과 같은 항목은 현장에서 점검이 어려움 ○ 특히 도로에서 위험 요인이 누적되는 지점의 경우 다른 지점보다 더 위험한 도로로 고려되며, 우선 개선이 필요한 사항으로, 위험 요인의 가중치를 고려하여 안전 대책을 마련해야 함 ○ 교통안전점검의 자동화 기술개발로 도로관리자의 업무효율 및 도로안전성 평가의 객관성 확보를 제공함

- 도로 안전성 분석 시스템을 개발하여, 도로안전 위험요소의 원인-영향을 분석하여 도로 안전관리에 활용하여야 함

□ 기술동향 <모바일 매핑 시스템>

- 모바일 매핑 시스템(MMS, Mobile Mapping System)이란 이동측량시스템이라고 할 수 있음. 기존 측량 방법과 대비하여 도로지형정보 및 시설물정보의 DB를 구축, 유지, 관리할 때 비용 및 시간면에서 효율성이 높은 첨단정보 시스템임
- 차량에 CCD카메라, 레이저 스캐너, 비디오카메라 등의 이미지 획득 장치와 GPS 수신기, INS(Inertial Navigation System), DMI(Distance Measuring Instrument) 등의 장치를 탑재하여 주행과 동시에 각종 시설물 현황이나 기타 속성정보를 영상과 좌표를 통하여 취득 및 갱신할 수 있는 시스템임
- 이동측량시스템은 주로 측량분야에서 활용되며, 주변 현황정보를 취득하기 위해 영상 혹은 레이저 스캐너를 통해 취득된 데이터를 이용하여 정보를 취득할 수 있으며 주로 해당 시설물의 영상 정보와 위치 정보를 함께 취득하여 GIS DB 구축 등에 활용함
- 미국에서는 1970년대부터 사진기록차량(photo-logging)을 이용하여 도로시설물을 조사하는 연구가 시작되었으며, 초기의 목적은 철도, 고속도로 등을 일정 간격으로 사진을 찍어 이에 대한 영상 정보와 위치 정보를 수집하여 활용하기 위해 개발되었음
- 오하이오 주립대학의 지도제작센터는 교통과 도시계획에 필요한 GIS 자료가 신속한 갱신과 고품질의 공간자료를 필요로 한다는 것을 인식한 후 모바일 매핑 시스템을 개발하였는데 이는 사진기록 차량을 이용하여 도시계획 자료의 수집과 GIS DB 구축 등에 사용되고 있음
- 독일은 CDSS(Car-Driven Survey System)을 개발하여 고속주행(100km/h)시에도 위치정보를 얻을 수 있는 시스템을 개발하였음
- 일본의 TOPCON에서 IP-S2 Lite라는 MMS 차량을 판매중이며 주행하며 취득한 이미지에서 3D GIS 데이터 취득이 가능함
- 이동 차량에 각종 센서를 장착하여 도로 및 주변 정보를 이용하여 정보를 취득하고 이를 표출하는 MMS(Mobile Mapping System)는 주로 측량부분에서 사용하고 있으며, 최근에는 레이저를 이용하여 더 많은 정보를 취득하고 있음. 그러나 대부분의 목적은 도로 및 주변 시설물의 정확한 정보 취득 및

안전성 분석이 아니라 취득된 데이터를 이용하여 수치지도 갱신이나 GIS 구축 분야에만 활용되고 있음

<도로분야 이동측량 시스템 및 안전점검 시스템>

- 이동측량시스템 중 도로분야에 활용되는 이동측량시스템은 주로 자산관리나 포장정보를 취득하는 시스템으로 발전 되어 왔음
- 포장조사 장비들은 대부분 외국에서 개발되던 장비들로 일부 기관에서 활용되고 있었으며, 2005년을 전후하여 국내에서 개발을 시도하였음. 국내에서 개발된 포장조사 시스템의 경우 외국에서 센서를 구매하였으나, 포장 센서의 경우 일부 국내 자체적으로 개발할 수 있는 기술수준을 확보한 기관이 있음
- 그러나 현재 국가에서 요구하는 도로안전점검을 위한 도면화나 목적에 맞게 이용할 수 있는 시스템이나 장비는 아직 없는 실정임
- 현재 국내에서 사용하고 있는 도로분야 이동측량 시스템의 경우 호주 ARRB의 HAWKEYE, 캐나다 Roadware의 ARAN, (주)로드텍의 KRISS, 로드코리아의 MIDAS 등이 있음
- 기존 도로조사장비 혹은 차량의 경우 대부분 도로의 포장 현황을 파악하기 위한 장비이며, 주로 포장의 평탄성, 소성변형, 균열 등을 조사하기 위한 장비였음
- 현재 도로 교통 안전점검을 수행하기 위해 도면이 없는 구간에서 신속하게 도로교통안전점검을 위한 선형분석 시스템은 없는 현실이며, 도로 주변 정보를 취득하더라도 취득된 자료를 이용하여 도로 및 교통환경을 고려하여 종합적으로 도로의 안전을 분석할 수 있는 장비는 없는 실정임
- 교통환경 특성에 따른 운전자 행태변화를 측정할 수 있는 기술 개발 및 도로의 안전성점검에 활용하는 기술 또한 미흡한 수준임
- 이에 교통환경 변화에 따른 위험상황 발생가능성과 사고발생의 원인을 규명하는 것이 도로이용자의 안전성 확보와 도로환경 개선에 도움을 줄 수 있음
- 국내에서 현장 조사 결과(영상 등)를 이용하여 내업 작업을 통해 도로의 위험도를 평가하는 연구는 수행되었고, 일부 외국에서는 활용되고 있으나 이는 전반적인 노선에 대한 안전도 순위를 부여하는 개념으로 특정 지점에 위험도를 분석하고 위험도에 대한 가중치를 부여하여 위험지점을 판단하는 시스템은 아직 없는 실정임

3. 연구내용

□ 도로교통 안전점검 통합시스템 개발

○ 도로교통 안전점검 기반정보 수집 장비 개발

- 도로 기하구조/시설물 정보 수집 장비 설계 및 제작
 - 신호, 데이터 특성 등을 고려한 정보수집 장비 설계
 - 도로 기하구조 및 시설물 정보수집 센서 선정 및 장비 제작
- 도로정보 수집을 위한 통합센서 모듈 개발
 - 다양한 정보수집 센서 통합/동기화 기술개발
 - 데이터 취득 통합 모듈 개발

○ 도로교통 안전점검 기반정보 분석 기법 개발

- 도로 기하구조 분석 기법 개발
 - 수집된 정보를 이용한 도로 선형 분석 알고리즘 개발
- 도로 시설물 정보 분석 알고리즘 개발
 - 도로안전시설 위치 종류 등 분석 기법 개발

○ 도로와 교통환경을 고려한 안전성 분석 통합시스템 개발

- 도로 및 교통환경 도면화 시스템 개발
- 도로 및 교통환경 특성 통합분석 S/W 개발
- 도로교통 안전점검 시스템 통합

□ 도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전 분석 기법 개발

○ 도로환경을 고려한 안전성 분석 기법 개발

- 기대 주행속도 분석기법 개발
- 도로환경에 따른 가·감속도 분석기법 개발
- 도로 노면에 따른 도로 안전성 분석 방법 개발

○ 교통환경을 고려한 안전성 분석 방법 개발

- 교통변수를 고려한 안전도 평가지표 개발
- 안전시설물 설치 적정성 판단 방법 개발
- 교통환경을 고려한 도로 안전성 분석 DB설계 및 구축방안

○ 도로 안전성 종합분석 기법 개발

- 도로 안전성 분석 모형개발
 - 국도, 도시부 등 유형별 분석모형
- 도로와 교통환경을 고려한 위험도 프로파일(Hazard Profile) 개발
- 도로교통사고 D/B 연계방안 수립

□ 현장 시험운영 및 검증

○ 개발 시스템 시범 운영 및 현장 검증

- 다양한 도로 주행을 통한 장비 시범운영 및 결과 도출

○ 개발 시스템 보완

- 시범운행을 통한 알고리즘 및 시스템 보완
- 사용자 매뉴얼 제작

※ 연차별 수행 연구 내용은 첨부 기획보고서 상세내용 참조

4. 연구추진방법

- 추진전략
- 도로관리청 도로안전진단, 도로안전점검 주체의 요구에 부응하는 시스템 개발
 - 시스템 운용 후 분석 작업을 최소화 할 수 있는 수준의 시스템 개발
 - 취득된 정보 중 가용 정보를 이용하여 기하구조 분석 S/W 개발
 - 취득된 정보를 이용한 안전성 점검 결과 및 보고서 양식 개발
 - 연구 진행 기간 동안 도로관리청 혹은 도로안전진단, 도로안전점검 주체와의 feedback 수행
 - 국내 실정에 맞는 도로안전성 평가 지표 개발
 - 국내 실정에 맞는 도로안전성 평가 지표를 개발하고 이에 대한 충분한 실험을 통해 검증
 - 취득된 도로환경 및 운전 행태 정보를 이용하여 안전성을 점검할 수 있는 시스템 개발
 - 개발된 시스템을 현장 도로안전 점검에 적용
 - 개발된 시스템을 현장에 적용하여 문제점 분석 후 보완하여 과제 종료시 바로 현장에 투입할 수 있도록 개발

- 추진체계
- 도로 안전, 제어 등에 관련된 유관기관이 참여토록 하여 향후 연구결과가 국내 안전점검에 충분히 반영될 수 있도록 해야 함
 - 산·학·연·관 역할분담 및 공조체제에 의한 연구개발 추진
 - 관련 정부기관, 수요기관, 운영기관 등과 운용 시험을 위한 협력체계 구축

5. 성과물

□ 주요
성과물

○ 도로교통 안전점검 통합시스템 개발

- 도로 기하구조/시설물 정보 수집 장비 및 설계서
- 도로정보 수집을 위한 통합센서 모듈
- 도로 기하구조/도로시설물정보 분석 알고리즘
- 도로 안전점검을 위한 도면화 시스템 시제품
- 도로 및 교통환경 특성 통합분석 S/W
- 도로교통안전점검 진단차량 시제품
- 도로교통안전점검진단장비 활용을 위한 관련 법제도 개선안

○ 도로 및 교통환경을 고려한 도로교통 안전 분석 기법 개발

- 기대 주행속도, 운전자 가·감속도 프로파일
- 도로 노면에 따른 도로 안전성 분석 기법
- 교통변수를 고려한 안전도 평가지표
- 안전시설물 설치 적정성 판단 기법
- 교통환경을 고려한 도로 안전성 분석 모형 / DB
- 도로와 교통환경을 고려한 위험도 프로파일(Hazard Profile)

○ 현장 시험운영 및 검증

- 도로 유형별 장비 시험운영 및 결과보고서
- 도로교통안전 진단장비 사용자 매뉴얼

※ 연구를 통해 개발된 시제품(장비)은 국토해양부소관 연구개발사업 운영규정 제39조3항의2에 의거하여 국가 소유로 할 수 있음

6. 연구기간 및 소요예산

○ 총 연구기간 : 2010년 11. ~ 2013년 9.(2년10개월)

- 1차년도 연구기간 : 2010.11 ~ 2011.9(10개월)

○ 총 연구비 : 총 연구비 : 56억원 (정부출연 42억 이내)

- 1차년도 정부출연금 : 15억원 이내

※ 연구기간, 총 정부출연금 및 당해 연도 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부예산 사정에 따라 조정될 수 있음

※ 기업참여시 기업부담금은 “국토해양부소관 연구개발사업 운영규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능

7. 기타

- 연구신청자는 RFP에 제시된 연구개발 내용을 기준으로 연구개발 계획서를 작성하되, 과제의 목표 달성에 필요하다고 판단되는 경우 연구내용을 충분한 관련근거를 제시하고, 수정하여 제안할 수 있음
- 선정된 연구진은 건교평과 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 성과목표(지표)별 연차별 정량적·정성적 달성목표치 및 가중치 등을 연구개발계획서에 제안하여야 하며, 이는 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용됨
 - 교통체계효율화사업 공통 성과지표 및 양적·질적 지표를 평가결과와 전문기관과 협의를 통해 협약 시 조정 가능
- 연구개발 성과물의 현장시험운영을 통한 실용성 검증 및 사업화 추진계획을 필히 제시해야 함
- 연구추진과정에서 연차별로 관련기술 환경변화를 고려하기 위해 Rolling Plan을 실시하여 연구내용(연구비 포함) 및 추진시기 등이 조정될 수 있음
 - 연차별로 기술 및 시장 동향조사를 실시, 차년도 연구계획에 반영할 것
 - 연구내용을 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화하고, 그 근거를 명확히 해야 함
 - 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발 당위성이 없어진 때에도 해당내용의 조정 가능
- 연구 성과의 정량적·정성적 파급효과 제시
 - 연구 성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도 기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함

부록 2 : 기술별 주요 특허 리스트

1) 차량 측량

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	상태
US	2008	200902222 04	VEHICLE GUIDANCE AND SENSOR BIAS DETERMINATION	UNKNOWN	공개
US	2007	200801146 12	RESPONDER ROUTE AND SITE-SPECIFIC CRITICAL DATA SYSTEM	UNKNOWN	공개
US	2007	200800028 91	Road sign determination apparatus, method and program	UNKNOWN	공개
US	2003	200301454 77	Method for measuring road surface longitudinal profile	UNKNOWN	공개
US	2000	200300972 35	Method of surveying a track	UNKNOWN	공개
US	2001	200200244 64	Land surveying apparatus and method of use thereof	Sun-Lab Technolog y, Inc.	공개
US	2000	7050926	Method of surveying a track	Franz Plasser Bahnbaum aschinen-I ndustriege sellschaft m.b.H.	등록
US	2003	6647636	Method for measuring road surface longitudinal profile	Sunway Co., Ltd.	등록
US	1999	6191732	Real-time surveying/earth moving system	Carlson Software	등록
US	1998	6100842	Chained location determination system	Trimble Navigation Limited	공개
JP	2007	2008-2873 79	도로 표지 데이터 입력 시스템	HITACHI LTD	공개
JP	2005	2006-1191 44	도로 선형 자동 측량 장치	ASIA AIR SURVEY CO LTD	공개

국가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	상태
JP	2006	2008-014681	MAP INFORMATION PROCESSING SYSTEM, CONTROL METHOD OF MAP INFORMATION PROCESSING SYSTEM, CONTROL PROGRAM OF MAP INFORMATION PROCESSING SYSTEM AND RECORD MEDIUM CONTAINING CONTROL PROGRAM OF MAP INFORMATION PROCESSING SYSTEM	PIONEER ELECTRONIC CORP INKURIMEN TO P KK	공개
JP	2006	2008-009915	ROAD SIGN DETERMINATION DEVICE, METHOD AND PROGRAM THEREFOR	PIONEER ELECTRONIC CORP INKURIMEN TO P KK	공개
JP	2006	2007-212972	MAP INFORMATION SURVEY DEVICE, MAP INFORMATION SURVEY METHOD, AND MAP INFORMATION SURVEY PROGRAM	PIONEER ELECTRONIC CORP INKURIMEN TO P KK	공개
JP	2004	2005-332120	OBSTRUCTION RECOGNITION MEANS AND OBSTRUCTION RECOGNITION DEVICE	DAIHATSU MOTOR CO LTD	공개
JP	2001	2002-312799	IMAGE PROCESSOR FOR LANE RECOGNITION AND ITS METHOD	MITSUBISHI ELECTRIC CORP	공개
EP	2001	1316779	METHOD OF MEASURING ROAD SURFACE LONGITUDINAL PROFILE	Sunway Co., Ltd. Sato, Hisayoshi Yoneya, Akihiko	공개
KR	2002	2004-0050739	모바일 레이저 스캐닝 데이터를 이용한 3차원 지형지물추출 및 분류 시스템 및 그 방법 (3D FEATURE EXTRACTION AND CLASSIFICATION METHOD BY USING THE MOBILE LASER SCANNING DATA)	한국전자통신연구원	공개

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	상태
KR	2002	2004-0024 624	영상정보를 이용한 지리정보 구축 및 브라우징 시스템과 그 방법 (System for constructing and browsing geographic information using video data and method thereof)	한국전자통 신연구원	공개
KR	2000	2001-0068 235	노면 종·횡단 요철 자동 측정 시스템 (Automatic Transverse and longitudinal Road Profile Surveying System)	한국도로공 사 정승렬	공개
KR	2008	0892153	지형지물 존재 및 고도정보를 관측하여 지표면의 지리정보를 측량하는 시스템 (surveying system)	(주)원지리 정보	등록
KR	2008	0878890	수치지도의 업그레이드를 위한 지형지물의 높이측정 변경확인 시스템 (GIS upgrade system)	한국종합설 계 주식회사	등록
KR	2008	0862061	지표에 설치된 기준좌표점의 측지정보를 확인한도로시설물의 측량 시스템 (surveying system)	(주)원지리 정보	등록
KR	2006	0728377	레이저 스캐너 및 무선인터넷을 이용한 변경된 지역시설물의 G I S 실시간 업데이트 방법 (Method for Real-time Updating GIS of Changed Region vis Laser Scanning and Mobile Internet)	주식회사 유삼씨앤씨	등록
KR	2006	0721764	G P S 및 토탈스테이션이 결합된 이동식 토탈측량 시스템 및 이를 이용한 측량법 (Total Survey System equipped with Unified GPS and Total Station, and Survey method using thereof)	대한지적공 사	등록

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	상태
KR	2005	0587405	G P S수신기, 레이저 계측기 및 사진기 장착 차량을 이용한 도로 주변 시설물 측량정보의 G I S 수치지도업데이트 방법 (method of updating GIS numerical map of surveying information structural facilities along road by using vehicle with GPS receiver, laser measuring instrument and camera)	(주)대한지 적기술단	등록
KR	2005	0587397	G P S 수신기, 레이저 계측기 및 사진기 장착 차량을 이용한 도로 주변 시설물 측량 방법 (method of surveying structural facilities along road by using vehicle with GPS receiver, laser measuring instrument and camera)	(주)대한지 적기술단	등록
KR	2005	0581235	G P S 수신기와 레이저 계측기 장착 차량 및 항공 사진을 이용한 도로 주변 시설물 측량정보의 G I S 수치지도업데이트 방법 (method for updating GIS numerical map of surveying information structural facilities along road by using aerial photograph as well as vehicle with GPS receiver and laser measuring instrument)	(주)하이컴	등록

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	상태
KR	2005	0581233	G P S 수신기 및 레이저 계측기 장착 차량을 이용한 도로주변 시설물 측량정보의 G I S 수치지도 업데이트 방법 (Method for Updating GIS Numerical Map of Surveying Information of Structural Facilities Along Road by Using Vehicle with GPS Receiver and Laser Measuring Instrument)	(주)하이컴	등록
KR	2005	0572078	G P S 수신기와 레이저 계측기 장착 차량 및 항공 사진을 이용한 도로 주변 시설물 측량 방법 (method of surveying structural facilities along road by using aerial photograph as well as vehicle with GPS receiver and laser measuring instrument)	(주)하이컴	등록
KR	2005	0545925	G P S 수신기 및 레이저 계측기 장착 차량을 이용한 도로주변 시설물 측량 방법 (Method of Surveying Structural Facilities Along Road by Using Vehicle with GPS Receiver and Laser Measuring Instrument)	(주)하이컴	등록
KR	2005	0529511	도로경계선 측량을 통한 수치지도의 제작 및 이를 이용한 G I S의 구축 방법 (Method for Producing Digital Map by Road Boundary Measuring and Constituting Geographic Information System Using the same)	(주)새한지 오텍	등록

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	상태
KR	2005	0496814	GPS 측량을 이용한 도로좌표정보 취득 및 수치지도 제작 방법 (Method for Obtaining Road Coordinates Information and Producing Digital Map using GPS Measurement)	(주)신한항 업	등록
KR	2002	0484941	영상정보를 이용한 지리정보 구축 및 브라우징 시스템과 그 방법 (System for constructing and browsing geographic information using video data and method thereof)	한국전자통 신연구원	등록
KR	2000	0333781	노면 종·횡단 요철 자동 측정 시스템 (Automatic Transverse and longitudinal Road Profile Surveying System)	한국도로공 사	등록

2) 레이저 측량

국가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	상태
US	2008	201000344 26	MEASUREMENT APPARATUS, MEASUREMENT METHOD, AND FEATURE IDENTIFICATION APPARATUS	MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION WASEDA UNIVERSITY	공개
US	2008	201000304 73	LASER RANGING PROCESS FOR ROAD AND OBSTACLE DETECTION IN NAVIGATING AN AUTONOMOUS VEHICLE	HONEYWELL INTERNATIONAL INC.	공개
US	2005	200600555 60	Method and system for detecting with laser the passage by a vehicle of a point for monitoring on a road	Gatsometer B.V.	공개
US	2005	200502888 91	Road surface state estimating system and road surface state measuring apparatus	SEIKITOKYU KOGYO CO., LTD.	공개
US	2001	200200136 44	Method and apparatus for pavement cross-slope measurement	UNKNOWN	공개
US	2006	7697727	Automated surface distress measurement system	Board of Regents, The University of Texas System	등록
US	2005	7405676	Method and system for detecting with laser the passage by a vehicle of a point for monitoring on a road	Gatsometer B.V.	등록
US	2005	7197425	Road surface state estimating system and road surface state measuring apparatus	Seikitokyu kogyo Co. Ltd.	등록

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	상태
US	2001	7142952	Method and apparatus for pavement cross-slope measurement	UNKNOWN	등록
US	2002	6679106	Road surface roughness measuring device	Nippo Sangyo Co., Ltd.	등록
US	2000	6452684	Device for determining the contour of a road surface	Road Ware B.V.	등록
US	1999	6233510	Method and system for predicting road profile	Meritor Heavy Vehicle Technolog y, LLC	등록
US	1998	6157294	Vehicle obstacle detecting system	Honda Giken Kogyo Kabushiki Kaisha	공개
US	1997	6119353	Method and apparatus for non-contact measuring of the deflection of roads or rails	Greenwoo d Engineerin g ApS	공개
JP	2000	2002-0819 13	사진 측량 방법 및 그 장치	SANTO CO LTD	공개
JP	2008	2010-0256 32	ROAD SURFACE MONITORING DEVICE AND SUSPENSION CONTROL DEVICE	NIPPON SOKEN INC DENSO CORP	공개
JP	2008	2009-1991 54	PUDDLE DETECTION DEVICE, UNMANNED TRAVELING VEHICLE, AND PUDDLE DETECTION METHOD	IHI CORP	공개

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	상태
JP	2007	2008-2414 59	METHOD AND APPARATUS FOR MEASURING ROAD SURFACE CONDITION	INSTITUTE OF NATIONAL COLLEGES OF TECHNOLO GY JAPAN NIIGATA DENKI KK	공개
JP	2005	2006-0983 97	SYSTEM AND APPARATUS FOR MEASURING ROAD-SURFACE CONDITIONS	SEIKITOKY U KOGYO CO LTD	공개
JP	2003	2005-1065 32	ROAD CROSS SECTION MEASURING DEVICE AND THE ROAD CROSS SECTION MEASURING METHOD	KEISOKU NET SERVICE KK	공개
JP	2003	2004-3254 11	MEASURING INSTRUMENT FOR VERTICAL SECTION PROFILE OF ROAD SURFACE	SUNWAY:K K SATO HISAYOSHI	공개
JP	2003	2004-3173 23	ROAD SURFACE GRADIENT ESTIMATING DEVICE AND ROAD SURFACE GRADIENT ESTIMATING METHOD	DAIHATSU MOTOR CO LTD	공개
JP	2003	2004-2715 13	DEVICE FOR DETECTING FORWARD OBJECT AND METHOD FOR DETECTING FORWARD OBJECT	NISSAN MOTOR CO LTD	공개
JP	2002	2004-1087 75	ROAD SURFACE MEASUREMENT DEVICE	ZENITAKA CORP SGS:KK	공개
JP	2002	2003-2743 94	VEHICLE CIRCUMFERENCE IMAGE PROCESSOR, PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM	DENSO CORP NIPPON SOKEN INC	공개

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	상태
JP	2001	2003-0657 40	DEVICE FOR DETERMINING SLOPE OF FORWARD ROAD	NISSAN MOTOR CO LTD	공개
JP	2001	2002-3501 16	SYSTEM FOR MEASURING ROAD SURFACE CAVE-IN PART	HITACHI ENGINEERI NG & SERVICES CO LTD MAEDA SEIKAN KK MAETA ECO CARE KK	공개
JP	2000	2002-1162 67	APPARATUS FOR DETERMINING ROAD SURFACE STATE	YOKOGAW A ELECTRIC CORP	공개
JP	1998	2000-1310 43	ROAD SURFACE ROUGHNESS MEASURING SYSTEM	NIPPO SANGYO KK	공개
EP	2000	1203928	ROAD SURFACE ROUGHNESS MEASURING DEVICE	NIPPO SANGYO Co., Ltd.	공개

국가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	상태
EP	1999	1088134	DEVICE FOR DETERMINING THE CONTOUR OF A ROAD SURFACE	Road Ware B.V.	공개
EP	2000	1203928	ROAD SURFACE ROUGHNESS MEASURING DEVICE	NIPPO SANGYO Co., Ltd.	등록
EP	1999	1088134	DEVICE FOR DETERMINING THE CONTOUR OF A ROAD SURFACE	Road Ware B.V.	등록
KR	2002	2004-0050 739	모바일 레이저 스캐닝 데이터를 이용한 3차원 지형지물추출 및 분류 시스템 및 그 방법 (3D FEATURE EXTRACTION AND CLASSIFICATION METHOD BY USING THE MOBILE LASER SCANNING DATA)	한국전자통 신연구원	공개
KR	2002	2004-0024 624	영상정보를 이용한 지리정보 구축 및 브라우징 시스템과 그 방법 (System for constructing and browsing geographic information using video data and method thereof)	한국전자통 신연구원	공개
KR	2000	2001-0068 235	노면 종·횡단 요철 자동 측정 시스템 (Automatic Transverse and longitudinal Road Profile Surveying System)	한국도로공 사 정승렬	공개
KR	2008	0892153	지형지물 존재 및 고도정보를 관측하여 지표면의 지리정보를 측량하는 시스템 (surveying system)	(주)원지리 정보	등록
KR	2008	0878890	수치지도의 업그레이드를 위한 지형지물의 높이측정 변경확인 시스템 (GIS upgrade system)	한국종합설 계 주식회사	등록
KR	2008	0862061	지표에 설치된 기준좌표점의 측지정보를 확인한도로시설물의 측량 시스템 (surveying system)	(주)원지리 정보	등록

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	상태
KR	2006	0728377	레이저 스캐너 및 무선인터넷을 이용한 변경된 지역시설물의 G I S 실시간 업데이트 방법 (Method for Real-time Updating GIS of Changed Region vis Laser Scanning and Mobile Internet)	주식회사 유삼씨앤씨	등록
KR	2006	0721764	G P S 및 토탈스테이션이 결합된 이동식 토탈측량 시스템 및 이를 이용한 측량법 (Total Survey System equipped with Unified GPS and Total Station, and Survey method using thereof)	대한지적공 사	등록
KR	2005	0587405	G P S수신기, 레이저 계측기 및 사진기 장착 차량을 이용한 도로 주변 시설물 측량정보의 G I S 수치지도업데이트 방법 (method of updating GIS numerical map of surveying information structural facilities along road by using vehicle with GPS receiver, laser measuring instrument and camera)	(주)대한지 적기술단	등록
KR	2005	0587397	G P S 수신기, 레이저 계측기 및 사진기 장착 차량을 이용한 도로 주변 시설물 측량 방법 (method of surveying structural facilities along road by using vehicle with GPS receiver, laser measuring instrument and camera)	(주)대한지 적기술단	등록

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	상태
KR	2005	0581235	GPS 수신기와 레이저 계측기 장착 차량 및 항공 사진을 이용한 도로 주변 시설물 측량정보의 GIS 수치지도업데이트 방법 (method for updating GIS numerical map of surveying information structural facilities along road by using aerial photograph as well as vehicle with GPS receiver and laser measuring instrument)	(주)하이컴	등록
KR	2005	0581233	GPS 수신기 및 레이저 계측기 장착 차량을 이용한 도로주변 시설물 측량정보의 GIS 수치지도 업데이트 방법 (Method for Updating GIS Numerical Map of Surveying Information of Structural Facilities Along Road by Using Vehicle with GPS Receiver and Laser Measuring Instrument)	(주)하이컴	등록
KR	2005	0572078	GPS 수신기와 레이저 계측기 장착 차량 및 항공 사진을 이용한 도로 주변 시설물 측량 방법 (method of surveying structural facilities along road by using aerial photograph as well as vehicle with GPS receiver and laser measuring instrument)	(주)하이컴	등록
KR	2005	0545925	GPS 수신기 및 레이저 계측기 장착 차량을 이용한 도로주변 시설물 측량 방법 (Method of Surveying Structural Facilities Along Road by Using Vehicle with GPS Receiver and Laser Measuring Instrument)	(주)하이컴	등록

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	상태
KR	2005	0529511	도로경계선 측량을 통한 수치지도의 제작 및 이를 이용한 G I S의 구축 방법 (Method for Producing Digital Map by Road Boundary Measuring and Constituting Geographic Information System Using the same)	(주)새한지 오텍	등록
KR	2005	0496814	G P S 측량을 이용한 도로좌표정보 취득 및 수치지도 제작 방법 (Method for Obtaining Road Coordinates Information and Producing Digital Map using GPS Measurement)	(주)신한항 업	등록
KR	2002	0484941	영상정보를 이용한 지리정보 구축 및 브라우징 시스템과 그 방법 (System for constructing and browsing geographic information using video data and method thereof)	한국전자통 신연구원	등록
KR	2000	0333781	노면 중·횡단 요철 자동 측정 시스템 (Automatic Transverse and longitudinal Road Profile Surveying System)	한국도로공 사	등록

3) 센서

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
US	2007	200801146 12	RESPONDER ROUTE AND SITE-SPECIFIC CRITICAL DATA SYSTEM	UNKNOWN	공개
US	2007	200702502 63	Road information sensing system, method and program	DENSO Corporatio n	공개
US	2007	200701714 31	Automatic asset detection, location measurement and recognition	UNKNOWN	공개
US	2006	200700464 48	Vehicle based data collection and processing system and imaging sensor system and methods thereof	M7 Visual Intelligenc e	공개
US	2004	200600897 64	System and method for terrain feature tracking	UNKNOWN	공개
US	2005	200600555 60	Method and system for detecting with laser the passage by a vehicle of a point for monitoring on a road	Gatsomete r B.V.	공개
US	2005	200600203 89	Apparatus for generating digital lane mark	UNKNOWN	공개
US	2004	200501626 65	Vehicle measuring system	UNKNOWN	공개
US	2004	200402231 38	Process and device for measuring angles in the horizontal plane	UNKNOWN	공개
US	2003	200401677 09	Vehicle based data collection and processing system	M7 Visual Intelligenc e, LP Visual Intelligenc e Systems, Inc. VISI Technolog y	공개

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
US	2002	200301495 12	Vehicle dynamics measuring apparatus and method using multiple GPS antennas	Ford Motor Company	공개
US	2000	200300972 35	Method of surveying a track	UNKNOWN	공개
US	2002	200201986 55	Determination and control of vehicle sideslip using GPS	UNKNOWN	공개
US	2002	200201949 14	Motion-tracking	Intersense, Inc., a Massachusetts corporation	공개
US	2002	200201883 86	GPS based terrain referenced navigation system	UNKNOWN	공개
US	2002	200201409 23	Method for distance measurement for vehicles by measuring transit time of laser pulses	UNKNOWN	공개
US	2001	200200244 64	Land surveying apparatus and method of use thereof	Sun-Lab Technology, Inc.	공개
US	2001	200200136 44	Method and apparatus for pavement cross-slope measurement	UNKNOWN	공개
US	2006	7725258	Vehicle based data collection and processing system and imaging sensor system and methods thereof	M7 Visual Intelligence, L.P.	등록
US	2005	7664599	Apparatus for generating digital lane mark	Sanei Co., Ltd.	등록
US	2007	7623248	Automatic asset detection, location measurement and recognition	GEO-3D Inc.	등록
US	2008	7562563	Apparatus for automatically inspecting road surface pavement condition	UNKNOWN	등록

국가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
US	2004	7499775	System and method for terrain feature tracking	iRobot Corporatio n	등록
US	2004	7454290	GPS/INS vehicle attitude system	The Board of Trustees of the Leland Stanford Junior University	등록
US	2005	7405676	Method and system for detecting with laser the passage by a vehicle of a point for monitoring on a road	Gatsomete r B.V.	등록
US	2004	7225549	Process and device for measuring angles in the horizontal plane	UNKNOWN	등록
US	2001	7142952	Method and apparatus for pavement cross-slope measurement	UNKNOWN	등록
US	2004	7075635	Vehicle measuring system	Delaware Capital Formation, Inc.	등록
US	2000	7050926	Method of surveying a track	Franz Plasser Bahnbaum aschinen-I ndustriege sellschaft m.b.H.	등록
US	2000	6829046	Vehicle measuring system	Delaware Capital Formation, Inc.	등록

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
US	2002	6681629	Motion-tracking	Intersense, Inc.	등록
US	2002	6681180	Determination and control of vehicle sideslip using GPS	The Board of Trustees of the Leland Stanford Junior University	등록
US	2002	6671587	Vehicle dynamics measuring apparatus and method using multiple GPS antennas	Ford Motor Company	등록
JP	2005	2006-1191 44	도로 선형 자동 측량 장치	ASIA AIR SURVEY CO LTD	공개
JP	2008	2010-0256 32	ROAD SURFACE MONITORING DEVICE AND SUSPENSION CONTROL DEVICE	NIPPON SOKEN INC DENSO CORP	공개
JP	2008	2010-0197 59	TRAVELING LANE DETECTOR FOR VEHICLE	MAZDA MOTOR CORP	공개
JP	2008	2009-1991 54	PUDDLE DETECTION DEVICE, UNMANNED TRAVELING VEHICLE, AND PUDDLE DETECTION METHOD	IHI CORP	공개
JP	2007	2009-1102 49	MAP CREATION DEVICE AND METHOD FOR DETERMINING TRAVELING PATH OF AUTONOMOUS TRAVELING OBJECT	IHI CORP	공개
JP	2006	2007-3105 95	TRAVELING ENVIRONMENT RECOGNITION SYSTEM	DENSO CORP	공개
JP	2006	2007-2060 99	MAP CREATION SUPPORT SYSTEM	MOBILE MAPPING KK	공개

국가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
JP	2005	2006-2268 71	MAP DISPLAY CONTROLLER, AND MAP DISPLAY CONTROL CONTROLLING PROGRAM	DENSO CORP	공개
JP	2003	2005-1407 49	CURVE-ESTIMATING APPARATUS AND TRAVEL CONTROL APPARATUS USING THE SAME	TOYOTA MOTOR CORP	공개
JP	2003	2005-1065 32	ROAD CROSS SECTION MEASURING DEVICE AND THE ROAD CROSS SECTION MEASURING METHOD	KEISOKU NET SERVICE KK	공개
JP	2003	2005-0698 41	ROAD GRADIENT MEASURING SYSTEM	HINO MOTORS LTD	공개
JP	2004	2004-3334 92	METHOD AND INSTRUMENT FOR MEASURING ANGLE IN HORIZONTAL PLANE	ROGG WERNER	공개
JP	2003	2004-3173 23	ROAD SURFACE GRADIENT ESTIMATING DEVICE AND ROAD SURFACE GRADIENT ESTIMATING METHOD	DAIHATSU MOTOR CO LTD	공개
JP	2002	2004-0534 47	VEHICLE MEASURING APPARATUS AND METHOD	NIPPON TELEGR & TELEPH CORP &NTT& t;	공개
JP	2002	2003-2743 94	VEHICLE CIRCUMFERENCE IMAGE PROCESSOR, PROGRAM, AND RECORDING MEDIUM	DENSO CORP NIPPON SOKEN INC	공개
JP	2001	2003-0657 40	DEVICE FOR DETERMINING SLOPE OF FORWARD ROAD	NISSAN MOTOR CO LTD	공개

국가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
JP	2001	2002-2601 85	ROAD SURFACE CONDITION MEASURING DEVICE AND ROAD SURFACE CONDITION MEASURING VEHICLE	NATL INST FOR LAND & INFRASTR UCTURE MANAGEM ENT MLIT	공개
JP	2001	2002-2092 08	IMAGE PROCESSING UNIT AND ITS METHOD, AND STORAGE MEDIUM	MIXED REALITY SYSTEMS LABORATO RY INC	공개
JP	1999	2001-1015 74	VEHICLE DETECTOR USING LASER SENSOR	OMRON CORP	공개
JP	1999	2001-0417 54	MAP DISPLAY DEVICE AND ITS METHOD	ZENRIN CO LTD	공개
JP	1999	2000-3388 65	DATA GATHERING DEVICE FOR DIGITAL ROAD MAP	KOMATSU ENGINEERI NG KK	공개
JP	1998	2000-0094 63	APPARATUS FOR MEASURING GROUND SURFACE LEVEL PROFILE	JAPAN AVIATION ELECTRONI CS IND LTD	공개
EP	2001	1176393	Self-contained mapping and positioning system utilizing point cloud data	CVRD Inco Limited	공개
EP	2007	2123487	DEVICE FOR ESTIMATING TIRE WEAR AMOUNT AND VEHICLE MOUNTED WITH DEVICE FOR ESTIMATING TIRE WEAR AMOUNT	Kabushiki Kaisha Bridgeston e	공개
EP	2001	1176393	Self-contained mapping and positioning system utilizing point cloud data	INCO LIMITED	공개

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
KR	2007	2009-0102 732	사고들을 방지하기 위한 방법 및 시스템 (METHOD AND SYSTEM FOR PREVENTING ACCIDENTS)	유니파이드 메시징 시스템즈 에이에스	공개
KR	2007	2008-0106 702	차량간 거리 측정 장치 및 그 측정 방법 (Apparatus for measuring inter-vehicle distance and method therefor)	주식회사 만도	공개
KR	2002	2004-0050 739	모바일 레이저 스캐닝 데이터를 이용한 3차원 지형지물추출 및 분류 시스템 및 그 방법 (3D FEATURE EXTRACTION AND CLASSIFICATION METHOD BY USING THE MOBILE LASER SCANNING DATA)	한국전자통 신연구원	공개
KR	2002	2004-0024 624	영상정보를 이용한 지리정보 구축 및 브라우징 시스템과 그 방법 (System for constructing and browsing geographic information using video data and method thereof)	한국전자통 신연구원	공개
KR	2008	0892153	지형지물 존재 및 고도정보를 관측하여 지표면의 지리정보를 측정하는 시스템 (surveying system)	(주)원지리 정보	등록
KR	2008	0878890	수치지도의 업그레이드를 위한 지형지물의 높이측정 변경확인 시스템 (GIS upgrade system)	한국종합설 계 주식회사	등록
KR	2007	0758705	도로의 포장상태 자동 조사 장치 (CONSTRUCTION OF Automatic measurement system for road pavement surface condition)	위성동 I (주)한국도 로기술	등록
KR	2006	0728377	레이저 스캐너 및 무선인터넷을 이용한 변경된 지역시설물의 GIS 실시간 업데이트 방법 (Method for Real-time Updating GIS of Changed Region vis Laser Scanning and Mobile Internet)	주식회사 유삼씨앤씨	등록

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
KR	2006	0721764	G P S 및 토탈스테이션이 결합된 이동식 토탈측량 시스템 및 이를 이용한 측량법 (Total Survey System equipped with Unified GPS and Total Station, and Survey method using thereof)	대한지적공사	등록
KR	2005	0587405	G P S수신기, 레이저 계측기 및 사진기 장착 차량을 이용한 도로 주변 시설물 측량정보의 G I S 수치지도업데이트 방법 (method of updating GIS numerical map of surveying information structural facilities along road by using vehicle with GPS receiver, laser measuring instrument and camera)	(주)대한지적기술단	등록
KR	2005	0587397	G P S 수신기, 레이저 계측기 및 사진기 장착 차량을 이용한 도로 주변 시설물 측량 방법 (method of surveying structural facilities along road by using vehicle with GPS receiver, laser measuring instrument and camera)	(주)대한지적기술단	등록
KR	2005	0581233	G P S 수신기 및 레이저 계측기 장착 차량을 이용한 도로주변 시설물 측량정보의 G I S 수치지도 업데이트 방법 (Method for Updating GIS Numerical Map of Surveying Information of Structural Facilities Along Road by Using Vehicle with GPS Receiver and Laser Measuring Instrument)	(주)하이컴	등록

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
KR	2005	0545925	G P S 수신기 및 레이저 계측기 장착 차량을 이용한 도로주변 시설물 측량 방법 (Method of Surveying Structural Facilities Along Road by Using Vehicle with GPS Receiver and Laser Measuring Instrument)	(주)하이컴	등록
KR	2005	0529511	도로경계선 측량을 통한 수치지도의 제작 및 이를 이용한 G I S의 구축 방법 (Method for Producing Digital Map by Road Boundary Measuring and Constituting Geographic Information System Using the same)	(주)새한지 오텍	등록
KR	2005	0510834	측량일자별 도로 시설물 현황이 반영된 수치지도의 제작 및 이를 이용한 G I S의 구축 방법 (Method for Producing Digital Map by Applying Facilities Information of Each Survey Day and Constituting Geographic Information System Using the same)	김기윤	등록
KR	2005	0496814	G P S 측량을 이용한 도로좌표정보 취득 및 수치지도 제작 방법 (Method for Obtaining Road Coordinates Information and Producing Digital Map using GPS Measurement)	(주)신한항 업	등록
KR	2002	0484941	영상정보를 이용한 지리정보 구축 및 브라우징 시스템과 그 방법 (System for constructing and browsing geographic information using video data and method thereof)	한국전자통 신연구원	등록

4) 영상

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
US	2007	200800028 91	Road sign determination apparatus, method and program	UNKNOWN	공개
US	2007	200701714 31	Automatic asset detection, location measurement and recognition	UNKNOWN	공개
US	2007	7623248	Automatic asset detection, location measurement and recognition	GEO-3D Inc.	등록
US	2000	6608913	Self-contained mapping and positioning system utilizing point cloud data	Inco Limited	등록
JP	1999	2000-2936 70	비디오 화상의 도로 표지 자동 인식 방법 및 도로 표지 자동 인식 장치 및 도로 표지 자동 인식의 프로그램을 기억한 기억 매체	ASIA AIR SURVEY CO LTD	공개
JP	2000	4528474	시간 분해에 의한 사진 측량식의 촬 위치치의 측정 장치	UNKNOWN	등록
JP	2009	2009-2178 32	METHOD AND DEVICE FOR AUTOMATICALLY RECOGNIZING ROAD SIGN IN VIDEO IMAGE, AND STORAGE MEDIUM WHICH STORES PROGRAM OF ROAD SIGN AUTOMATIC RECOGNITION	ASIA AIR SURVEY CO LTD	공개
JP	2006	2008-0099 15	ROAD SIGN DETERMINATION DEVICE, METHOD AND PROGRAM THEREFOR	PIONEER ELECTRONI C CORP INKURIMEN TO P KK	공개
JP	2005	2007-1141 42	SYSTEM, APPARATUS, AND METHOD FOR MEASURING ROAD SURFACE MARK AUTOMATICALLY	ASIA AIR SURVEY CO LTD TOYOTA MAPMAST ER:KK	공개

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
JP	2004	2005-3321 20	OBSTRUCTION RECOGNITION MEANS AND OBSTRUCTION RECOGNITION DEVICE	DAIHATSU MOTOR CO LTD	공개
JP	1999	2000-2936 70	METHOD AND DEVICE FOR AUTOMATICALLY RECOGNIZING ROAD SIGN OF VIDEO PICTURE AND STORAGE MEDIUM STORING PROGRAM FOR AUTOMATICALLY RECOGNIZING ROAD SIGN	ASIA AIR SURVEY CO LTD	공개
EP	2001	1176393	Self-contained mapping and positioning system utilizing point cloud data	CVRD Inco Limited	공개
EP	2001	1176393	Self-contained mapping and positioning system utilizing point cloud data	INCO LIMITED	공개
KR	2002	2004-0024 624	영상정보를 이용한 지리정보 구축 및 브라우징 시스템과 그 방법 (System for constructing and browsing geographic information using video data and method thereof)	한국전자통 신연구원	공개
KR	2008	0892153	지형지물 존재 및 고도정보를 관측하여 지표면의 지리정보를 측량하는 시스템 (surveying system)	(주)원지리 정보	등록
KR	2008	0878890	수치지도의 업그레이드를 위한 지형지물의 높이측정 변경확인 시스템 (GIS upgrade system)	한국종합설 계 주식회사	등록
KR	2008	0862061	지표에 설치된 기준좌표점의 측지정보를 확인한도로시설물의 측량 시스템 (surveying system)	(주)원지리 정보	등록
KR	2006	0728377	레이저 스캐너 및 무선인터넷을 이용한 변경된 지역시설물의 G I S 실시간 업데이트 방법 (Method for Real-time Updating GIS of Changed Region vis Laser Scanning and Mobile Internet)	주식회사 유삼씨앤씨	등록

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
KR	2005	0587405	G P S수신기, 레이저 계측기 및 사진기 장착 차량을 이용한 도로 주변 시설물 측량정보의 G I S 수치지도업데이트 방법 (method of updating GIS numerical map of surveying information structural facilities along road by using vehicle with GPS receiver, laser measuring instrument and camera)	(주)대한지 적기술단	등록
KR	2005	0587397	G P S 수신기, 레이저 계측기 및 사진기 장착 차량을 이용한 도로 주변 시설물 측량 방법 (method of surveying structural facilities along road by using vehicle with GPS receiver, laser measuring instrument and camera)	(주)대한지 적기술단	등록
KR	2002	0484941	영상정보를 이용한 지리정보 구축 및 브라우징 시스템과 그 방법 (System for constructing and browsing geographic information using video data and method thereof)	한국전자통 신연구원	등록

5) 도로 노면

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
US	2008	200801847 85	APPARATUS FOR AUTOMATICALLY INSPECTING ROAD SURFACE PAVEMENT CONDITION	UNKNOWN	공개
US	2005	200600203 89	Apparatus for generating digital lane mark	UNKNOWN	공개
US	2003	200402048 12	ROAD RECOGNITION SYSTEM	Continental Teves Inc.	공개
US	2001	200200136 44	Method and apparatus for pavement cross-slope measurement	UNKNOWN	공개
US	2001	200200076 61	Road friction coefficient estimating apparatus for vehicle	UNKNOWN	공개
US	2006	7697727	Automated surface distress measurement system	Board of Regents, The University of Texas System	등록
US	2005	7673495	Method for calculating a friction-slippage curve for a tire	Pirelli Tyre S.p.A.	등록
US	2005	7664599	Apparatus for generating digital lane mark	Sanei Co., Ltd.	등록
US	2008	7562563	Apparatus for automatically inspecting road surface pavement condition	UNKNOWN	등록
US	2001	7142952	Method and apparatus for pavement cross-slope measurement	UNKNOWN	등록
US	2002	7044680	Method and apparatus for calculating and using the profile of a surface	Gomaco Corporation	등록
US	2001	6952637	Rough road detection using suspension system information	Kelsey-Hayes Company	등록

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
US	2003	6807473	Road recognition system	Continental Teves, Inc.	등록
US	2002	6775914	Surface profiling apparatus	UNKNOWN	등록
US	2001	6741949	Real time pavement profile indicator	Caterpillar Inc	등록
US	2002	6679106	Road surface roughness measuring device	Nippo Sangyo Co., Ltd.	등록
US	2001	6526804	Road friction coefficient estimating apparatus for vehicle	Fuji Jukogyo Kabushiki Kaisha	등록
JP	2008	2010-066040	APPARATUS FOR MEASURING ROAD SURFACE FLATNESS	KITAMI INSTITUTE OF TECHNOLOGY WACOM HOKKAIDO KK KYOWA ELECTRON INSTR CO LTD	공개

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
JP	2008	2009-2709 68	ROAD SURFACE QUALITY MEASURING DEVICE, AND ROAD SURFACE MANAGEMENT SYSTEM BASED ON ROAD SURFACE QUALITY MEASUREMENT RESULT	FUKUHARA TOSHIHIKO SATO HISAYOSHI KAMEYAMA SHUICHI WEST NIPPON EXPRESSWAY ENGINEERING CHUGOKU CO LTD	공개
JP	2007	2007-3230 79	MAP DISPLAY DEVICE AND PROGRAM	AISIN AW CO LTD	공개
JP	2007	2007-3230 78	MAP DISPLAY DEVICE AND PROGRAM	AISIN AW CO LTD	공개
JP	2004	2006-1685 68	ROAD SURFACE ROUGHNESS DETECTOR	DENSO CORP	공개
JP	2005	2006-0983 97	SYSTEM AND APPARATUS FOR MEASURING ROAD-SURFACE CONDITIONS	SEIKITOKYU KOGYO CO LTD	공개
JP	2004	2005-3444 08	ROAD SURFACE EVALUATION METHOD	SUNWAY BUREKKUS U:KK KAMEYAMA SHUICHI	공개
JP	2004	2005-3156 75	ROAD SURFACE FLATNESS MEASURING DEVICE	JAPAN SCIENCE & TECHNOLOGY AGENCY	공개

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
JP	2004	2005-2495 25	ROAD SURFACE ROUGHNESS ESTIMATOR AND ROAD SURFACE ROUGHNESS ESTIMATION METHOD	ADVICS:KK	공개
JP	2003	2005-1477 52	METHOD FOR ESTIMATING SURFACE ROUGHNESS OR FRICTIONAL COEFFICIENT OF ICE SURFACE	YOKOHAM A RUBBER CO LTD:THE	공개
JP	2002	2003-2699 48	TRACTION PROPERTY MEASUREMENT DEVICE AND MEASUREMENT METHOD FOR ROAD SURFACE	SANGAKU RENKEI KIKO KYUSHU:K K	공개
JP	2001	2002-3035 14	MEASUREMENT METHOD FOR ROAD SURFACE ROUGHNESS	SUMITOM O RUBBER IND LTD	공개
JP	2001	2002-2284 58	MAP DISPLAY DEVICE AND PROGRAM	AISIN AW CO LTD	공개
JP	2000	2002-1122 52	IMAGE PROCESSING APPARATUS AND IMAGE PROCESSING METHOD	TOSHIBA CORP	공개
JP	1999	2001-0997 79	ROAD SURFACE CONDITION DETECTING DEVICE	TOYOTA CENTRAL RES & DEV LAB INC	공개
JP	1999	2001-0829 06	ROAD SURFACE ROUGHNESS MEASURING METHOD AND DEVICE	YOKOHAM A RUBBER CO LTD:THE	공개
JP	1998	2000-1310 43	ROAD SURFACE ROUGHNESS MEASURING SYSTEM	NIPPO SANGYO KK	공개

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
JP	1998	2000-0746 55	METHOD AND DEVICE FOR MEASURING ROAD-SURFACE ROUGHNESS DISTRIBUTION	PUB WORKS RES INST MINISTRY OF CONSTR	공개
EP	2000	1203928	ROAD SURFACE ROUGHNESS MEASURING DEVICE	NIPPO SANGYO Co., Ltd.	공개
EP	2000	1203928	ROAD SURFACE ROUGHNESS MEASURING DEVICE	NIPPO SANGYO Co., Ltd.	등록
KR	2005	2007-0013 705	도로의 평탄성 측정 장치 (Apparatus for Measuring Pavement Roughness)	전일중	공개
KR	2003	2005-0041 631	도로 노면 거칠기 측정 방법 (Road roughness measuring process)	한국타이어 주식회사	공개
KR	2001	2003-0050 299	도로용 아스콘의 소성변형 측정 장치 (an apparatus for measuring the plastic deformation of asphalt)	김광우	공개
KR	2000	2001-0068 235	노면 종·횡단 요철 자동 측정 시스템 (Automatic Transverse and longitudinal Road Profile Surveying System)	한국도로공 사 정승렬	공개
KR	2007	0840024	초음파를 이용한 균열면의 거칠기 계수 측정 방법 (Method of measuring joint surface roughness coefficient using acoustic scan image)	한국원자력 연구원 한국수력원 자력 주식회사	등록
KR	2005	0733873	도로의 평탄성 측정 장치 (Apparatus for Measuring Pavement Roughness)	전일중	등록
KR	2003	0517336	도로 노면 거칠기 측정 방법 (Road roughness measuring process)	한국타이어 주식회사	등록
KR	2002	0479118	노면 거칠기 신호 처리 방법 (SIGNAL PROCESSING METHOD FOR CALCULATING ROAD ROUGHNESS)	자동차부품 연구원	등록

국 가	출원 년도	특허번호	명칭	출원인	특허 구분
KR	2001	0463658	도로용 아스콘의 소성변형 측정 장치 (an apparatus for measuring the plastic deformation of asphalt)	김광우	등록
KR	2000	0333781	노면 종·횡단 요철 자동 측정 시스템 (Automatic Transverse and longitudinal Road Profile Surveying System)	한국도로공 사 정승렬	등록

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 교통체계효율화사업의 연구보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 교통체계효율화사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.