

위성항법 기반 교통인프라 기술
2단계 기획 보고서

2015. 2.

Infrastructure
R&D Report

한국항공대학교

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

주 의

1. 이 보고서는 국토교통부에서 시행한 교통물류연구사업의 연구결과인 기획보고서입니다.
2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토교통부에서 시행한 교통물류연구사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

제출문

국토교통부장관(국토교통과학기술진흥원장) 귀하

이 보고서를 “위성항법 기반 교통인프라 기술 2단계 기획” 과제의
보고서로 제출합니다.

2015. 2.

주관연구기관명 : 한국항공대학교

주관연구책임자 : 김원규

연구원 : 나승원

연구원 : 최윤선

연구원 : 장은혁

연구원 : 김정아

연구원 : 변상흠

연구원 : 유수인

연구원 : 장시현

연구원 : 한광희

연구원 : 최용길

요약문

I. 제목

- 위성항법기반교통인프라 2단계 기획

II. 연구개발의 목적 및 필요성

- 연구 목적
 - 기 개발된 위성항법기반 교통인프라 기술의 실제 교통환경 적용을 위한 신뢰성제고와 관련 첨단교통사업들과의 연계활용 및 실용화를 위한 2단계 연구 기획
- 연구 필요성
 - 정확한 위치정보를 기반으로 다양한 교통 서비스 제공이 가능하며, 국가 교통문제 해소를 통한 편익 제고
 - 위성항법기반 교통인프라를 공고히 하기 위하여 인프라 구축 및 적용 확산계획을 수립하며, 이의 운영관리체계를 마련함으로써 공공인프라 서비스 원활화
 - 교통체계 효율 증진 및 안전성 제고를 위하여 추진 중인 첨단미래교통서비스들은 차로구분 수준의 정밀 측위정보를 요구

III. 연구개발의 내용 및 범위

- 연구 범위
 - 교통측위 인프라 구축 및 적용 확산 계획
 - 단계별 시스템 구축 계획 수립
 - 단계별 적용 확산 계획 수립
 - 교통측위 인프라 운영관리체계 마련
 - 기존 국가교통정보 체계와 연계한 시스템 관리 및 서비스 체계 마련
 - 구현가능한 서비스 도출 및 구현 가능 서비스 프로세스 설계
 - 스마트 하이웨이, C-ITS, 군집주행, 스마트 교차로 신호기술 등 정밀측위를 필요로 하는 첨단교통서비스와의 연계를 고려한 서비스 설계

- 서비스 구현을 위한 각 서비스 별 기술 수준 및 요구사항 설계
- 위성항법기반 교통인프라 기술 실용화를 위한 2단계 기획
 - 실용화를 위한 서비스 수요 및 기술수요 조사
 - 소요기술 항목 및 요구사항 도출
 - 위성항법기반 교통측위 기술 실용화 로드맵 수립
 - 과제 도출
 - 성과목표 및 성과지표 설정
 - 과제공모를 위한 제안요구서 작성 및 평가기준 제안

IV. 연구개발결과

- 2단계 기획연구 보고서

IV. 연구개발과의 활용계획

- 신규 ITS 서비스 제공 및 기존 첨단교통물류사업과 연계한 서비스 제공시 활용
- 미래 육상교통 분야의 위치정보 제공 인프라로서 기능 수행시 활용

목 차

1장. 기술의 정의 및 필요성	11
1절. 기술의 정의	11
2절. 기술의 필요성	18
2장. 국내외 동향조사 및 환경분석	24
1절. 국내외 정책동향	24
2절. 국내외 시장현황 및 전망	38
3절. 기술동향 및 전망	58
4절. 특허조사 분석	66
3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략	73
1절. 연구개발과제 목표	73
2절. 기술개발에 따른 미래상	78
3절. 연구개발과제 구성	79
4절. 개별과제별 주요내용 및 추진전략	87
5절. 연구 추진 계획(안) 및 로드맵	112
6절. 연구수행체계 제안	119
4장. 사전타당성 검토	124
1절. 정책적 타당성	124
2절. 기술적 타당성	127
3절. 경제적 타당성	136
4절. 종합 평가	152
5장. 인력투입 계획 및 소요예산 산정	154
1절. 연구일정에 따른 인력투입계획	154
2절. 소요예산 산정	156
6장. 과제 제안요구서	165
1절. 차로구분 정밀위치결정 교통인프라 기술 실용화 연구 과제 제안요구서(RFP)	165
[부록] 위성항법 정밀측위 기술 고도화를 위한 요구사항 및 과제 자문의 견	173

표 목차

<표 1> 사용신호에 따른 사용자 위치 오차	15
<표 2> 사용신호에 따른 사용자 위치 오차	17
<표 3> C-ITS 서비스와 차로구분 기술 추가 시 이점	20
<표 4> 위치결정 성능에 따른 응용분야	23
<표 5> GPS 발생요인별 오차	24
<표 6> KASS 사업 추진 경과	26
<표 7> SBAS 구축/운영 또는 개발중인 시스템	37
<표 8> 위성항법기반 차로구분 수준의 위치결정 기술 동향 요약	37
<표 9> C-ITS 주요 서비스	42
<표 10> 위성항법분야 주요 업체	54
<표 11> 국내 위성항법기반 위치결정 시장 산업분야별 시장규모	55
<표 12> 국내 ITS 시장규모	57
<표 13> 위성항법 기반 위치결정기술 동향	58
<표 14> 위치결정 활용 교통서비스	59
<표 15> 국내 우선 추진 서비스 도입 방안	60
<표 16> C-ITS 서비스 제공을 위해 추가로 요구되는 기술	61
<표 17> 음영 지역 내 정밀측위를 위한 기술	62
<표 18> 빅데이터 압축기술	64
<표 19> 자율주행 주요기술	65
<표 20> 검색 DB 및 검색범위	66
<표 21> 분석대상 기술분류기준	66
<표 22> 유효특허 선별 기준 및 선별 결과	67
<표 23> 핵심특허의 국가별 기술장벽도	72
<표 24> 연구 목표 및 주요 연구내용	76
<표 25> 중점추진분야별 수요조사 결과	80
<표 26> 기술수요조사 상세내용	80
<표 27> 기획위원회 내용 및 전문가 세미나 내용	83
<표 28> 최종성과물 및 성과	92
<표 29> 최종성과물 및 성과	99
<표 30> 최종성과물 및 성과	109
<표 31> 기존 ITS 교통인프라와 차로구분 위치결정 교통인프라 비교	136
<표 32> 비용항목의 구성	137

<표 33> 차로수준지도 제작비용 및 유지비용	138
<표 34> 연차별 비용 발생	139
<표 35> 편익항목 및 산정기준	141
<표 36> 고속도로 교통혼잡비용 추계	142
<표 37> 정보 제공에 따른 교통사고 감소 효과	143
<표 38> 사고 유형별 교통사고 건수	143
<표 39> 사고 유형별 교통사고 감소 건수	144
<표 40> 교통사고비용 원단위(2012년 기준)	144
<표 41> ITS로 인한 교통사고 감소 편익 (2016년)	144
<표 42> 속도별 환경오염비용 원단위 변화	145
<표 43> 연간 환경비용 절감 편익 및 산출 과정	146
<표 44> VDS 시스템의 구축단가 및 구축비용	147
<표 45> 차로구분위치결정 기술의 비용, 편익, 현재가치	148
<표 46> 시나리오 분석의 기준	149
<표 47> 시나리오별 B/C ratio	149
<표 48> 시나리오별 NPV	150
<표 49> 위성항법 정밀측위 기술 고도화를 위한 요구사항 자문의견	173
<표 50> 위성항법 정밀측위 기술 고도화를 위한 과제 자문의견	174

그림 목차

[그림 1] 위성항법시스템 기본 원리	11
[그림 2] 코드 관측 방식	12
[그림 3] 코드 신호 구조	12
[그림 4] 반송파 관측 방식	12
[그림 5] 반송파 신호 구조	12
[그림 6] 신호별 분해능 특징	13
[그림 7] 위성 오차 발생 요인	14
[그림 8] 위성 배치로 인한 오차 발생	14
[그림 9] 오차 보정 방법	15
[그림 10] 코드 및 반송파를 활용한 오차 보정 비교	16
[그림 11] C-ITS 기술	18
[그림 12] 미래 교통시스템의 개념도	22
[그림 13] GPS와 DGPS 개요	25
[그림 14] 서비스 제공방식	27
[그림 15] 육상교통 환경 위성항법 신호 관측 환경	28
[그림 16] SBAS의 육상교통 활용 시 한계점	29
[그림 17] WAAS 시스템 운용개념도	30
[그림 18] GMV에서 개발 중인 장비	31
[그림 19] 유럽 FP7 위성항법기반 차로구분 수준 위치결정 개발 연구	32
[그림 20] 차로구분 수준 위치결정 연구를 위한 차량 및 GPS 탑재장비	33
[그림 21] MSAS 제공 APV-1 서비스 가용도 커버리지	34
[그림 22] Beidou 위성의 작동 원리	34
[그림 23] GAGAN 시스템 구성도(FOP 기준)	35
[그림 24] SDCM의 제공 위치정확도	36
[그림 25] 국외 SBAS 개발현황	37
[그림 26] u-Transportation의 위성항법 기반 위치결정	39
[그림 27] 스마트 하이웨이 차선이탈 패턴 분석 기술	40
[그림 28] C-ITS 추진 방향	41
[그림 29] 교통류/차량 기술통합시물레이션패키지 기술 개념도	46
[그림 30] 차차 및 상대차량 실시간 정밀측위장치기술 개념도	47
[그림 31] IVBSS의 위성항법 활용 장비	48

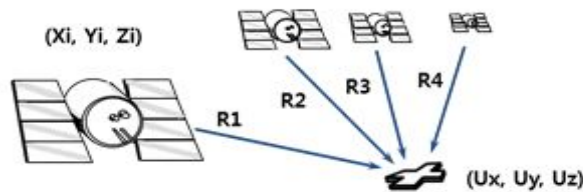
[그림 32] Intelli-Drive의 위성항법 활용 장비	49
[그림 33] CICAS-V의 위성항법 활용 장비	50
[그림 34] COOPERS의 위성항법 활용 장비	52
[그림 35] ASV의 위성항법 활용 장비	53
[그림 36] 세계 첨단교통 시장규모	56
[그림 37] 아시아 태평양 지역 첨단교통 시장 규모	56
[그림 38] ITS 관련 시장분야	57
[그림 39] LDM의 기능 및 그 특징	63
[그림 40] LDM의 Layer 구성	63
[그림 41] 기술 수준 그래프	68
[그림 42] 위치결정기술 추세선을 통한 출원증가율 분석 그래프	69
[그림 43] 음영지역 극복기술 추세선을 통한 출원증가율 분석 그래프	69
[그림 44] 서비스 기술 추세선을 통한 출원증가율 분석 그래프	70
[그림 45] 세부기술의 구간별 출원 건수 및 상대점유율	70
[그림 46] 국제표준선도국가 대비 국내표준화수준	71
[그림 47] 위성항법기반 교통인프라 기술과 첨단교통물류사업의 연계방안	75
[그림 48] 차로구분 정밀위치결정 교통인프라 기술 실용화 연구 개념도	76
[그림 49] 연구 개발과제 선정 및 조정	84
[그림 50] 과제 1의 단위과제 1	90
[그림 51] 과제 1의 단위과제 2	91
[그림 52] 과제별·연차별 기술 및 성과로드맵	113
[그림 53] 과제 1 시험평가 시스템 세부 내용	114
[그림 54] 과제 2 복합 정밀 위치결정 단말시스템	115
[그림 55] 연구 수행 추진체계	120
[그림 56] 과제 1 단위과제별 연구 추진 흐름	121
[그림 57] 과제 2 단위과제별 연구 추진 흐름	122
[그림 58] 과제 3 단위과제별 연구 추진 흐름	123
[그림 59] 우선추진 서비스	128
[그림 60] 차량내부센서 특징 및 국내응용사례	129
[그림 61] LDM 각 층 포함 데이터	130
[그림 62] 자율주행 어플리케이션	131
[그림 63] 운전자 반응시간 단축으로 인한 충돌사고 발생관계	143
[그림 64] 본 연구와 기존 분석 및 주요도시 ITS사업의 경제성 비교	151

1장. 기술의 정의 및 필요성

1절. 기술의 정의

가. 위성항법시스템(GNSS)

- 기지점인 위성에서 방송하는 전파신호를 이용하여, 전파의 도달 시간 또는 전파의 위상차 관측에 의해 위성과 수신기 간의 거리를 계산함으로써 후방교회법에 의해 관측점의 좌표를 구하는 위성측량시스템
 - 후방교회법 : 미지점(수신기)에서 다수의 기지점(위성)까지 거리를 관측하여 미지점(수신기)의 좌표를 결정하는 방법임
- GPS 수신기가 신호를 수신해 4개의 의사거리(Pseudo-Range) 측정치를 구하여 수신기의 3차원 위치와 시간의 해(위도, 경도, 고도 및 시간 오차)를 계산함
 - 의사 거리 : 수신기와 위성간의 전파의 전달시간을 측정하여 구하는 거리임



[그림 1] 위성항법시스템 기본 원리

* 출처: 위성항법기반 교통인프라 기술개발 연차실적보고서 (2013)

- 위성항법 시스템 구성요소는 다음과 같음
 - 위성(Space Segment) : 기본 운용 위성 18개, 예비 운용 위성 3개, 순수 예비 위성 3개로 최소 4개 이상의 위성 관측이 어디에서나 가능함
 - 지상국(Control Segment) : GPS 위성의 움직임을 추적, 궤도 정보와 시계 오차를 계산하여, 갱신된 정보를 GPS 위성으로 재전송하거나 위성의 동작 상태를 점검할 수 있음

— 수신기(User Segment) : 위성 신호를 수신하여 위치를 계산함

○ 위성항법을 구성하는 신호의 종류 및 거리정보 계산 방법은 다음과 같음

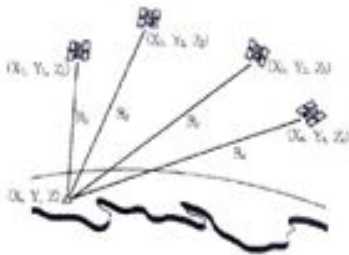
— 항법 데이터 (Navigation Data) : 위성의 궤도, 시각 등의 정보 포함

— 코드 (Code) : 거리 정보를 전달하는 역할 수행함

* 민간용 코드 : C/A, 군용 코드 : P 코드임

* 시간차 관측 방식 : 코드의 반복되는 패턴을 활용하여 위성과 사용자 사이의 거리 계산함

* 현재 단일 GPS의 위치결정은 코드 측정값(C/A코드)을 이용하여 계산함



[그림 2] 코드 관측 방식



[그림 3] 코드 신호 구조

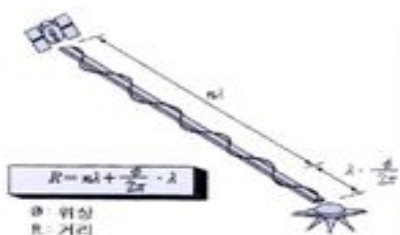
* 출처: 위성항법기반 교통인프라 기술개발 연차실적보고서(2013) * 출처: 위성항법기반 교통인프라 기술개발 연차실적보고서(2013)

— 반송파 (Carrier) : 코드 (Code)와 항법 데이터 (Navigation Data) 전달하는 역할을 함

* L1 반송파 주파수: 1575.42MHz (항법메시지, C/A Code, P Code), L2 반송파 주파수 : 1227.60MHz (P Code)

* 위상차 관측 방식: 위성과 수신기 간에 존재하는 전파의 파장 개수를 관측하여 위성과 수신기간 거리 관측함

* 파장의 개수를 측정하여 위성과 사용자 사이의 거리 계산함



[그림 4] 반송파 관측 방식



[그림 5] 반송파 신호 구조

* 출처: 위성항법기반 교통인프라 기술개발 연차실적보고서(2013) * 출처: 위성항법기반 교통인프라 기술개발 연차실적보고서(2013)

○ GPS 신호 자체의 정밀도는 “반송파>코드>항법데이터” 순으로 파장길이의 차이와 그로인한 정밀도 차이는 현격함

— 반송파 파장 19cm, 코드 파장(chip) 300m, 항법데이터 6000km

— 반송파 정밀도 1.9mm, 코드 정밀도 3m, 항법데이터 60km

* 분해능 : 한 파장을 잘게 쪼개어 구분할 수 있는 능력으로 측정단위의 정밀도를 나타냄



[그림 6] 신호별 분해능 특징

* 출처 : 한국항공우주연구원 내부자료 (2013)

나. 위성항법기반 위치결정 기술

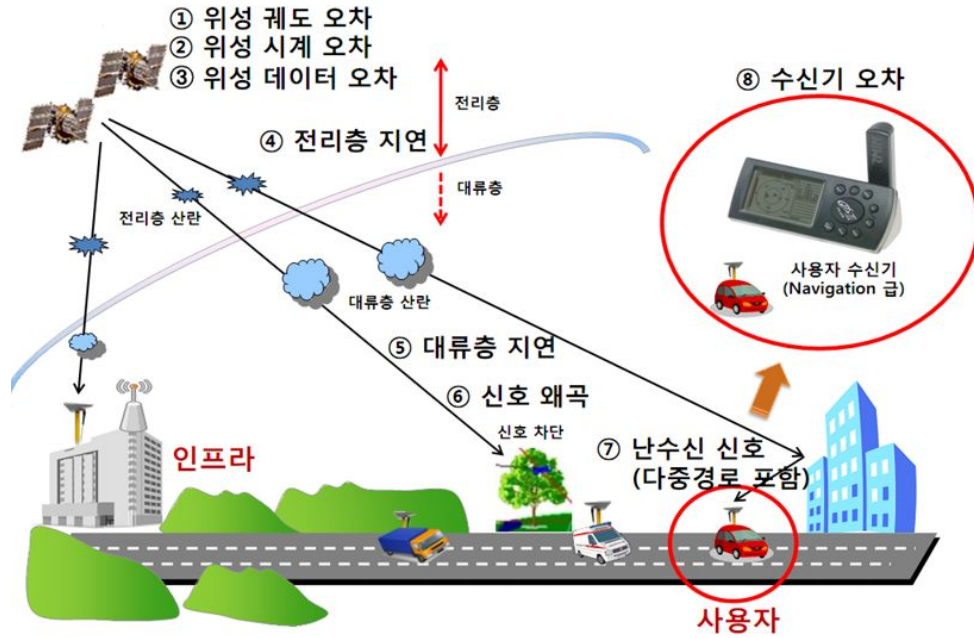
○ 위성항법을 이용한 위치결정 시, 아래와 같은 이유로 오차가 발생하게 되며 그 최대치는 15m에 달함

— 위성에 의한 오차 : 위성궤도 오차, 위성시계 오차, 위성데이터 오차

— 전리층 지연에 의한 오차, 대류층 지연에 의한 오차

— 난수신 신호 및 신호 왜곡에 의한 오차

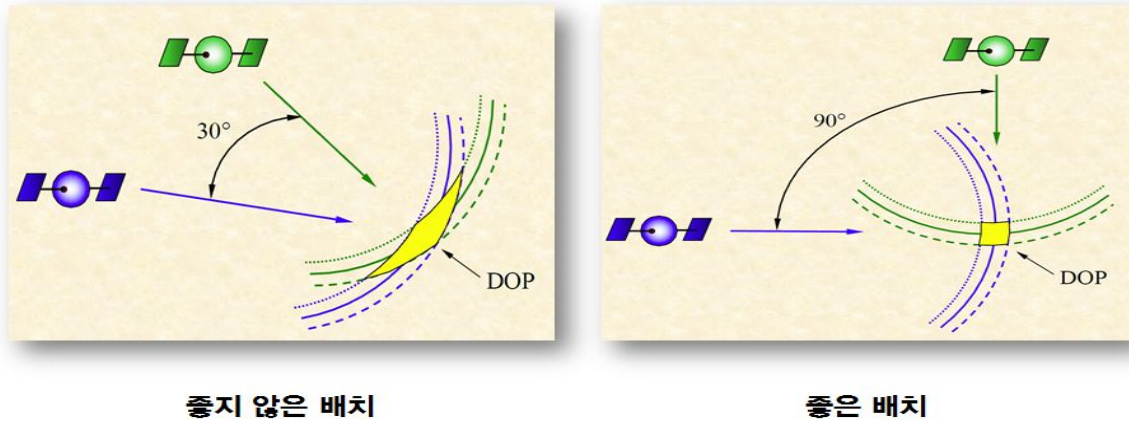
— 수신기 오차



[그림 7] 위성 오차 발생 요인

* 출처 : 한국항공우주연구원 내부자료 (2013)

○ 위성의 기하학적인 배치 또한 사용자의 위치 오차에 영향을 미칠 수 있으며, 오차에 대한 보정이 필요함



[그림 8] 위성 배치로 인한 오차 발생

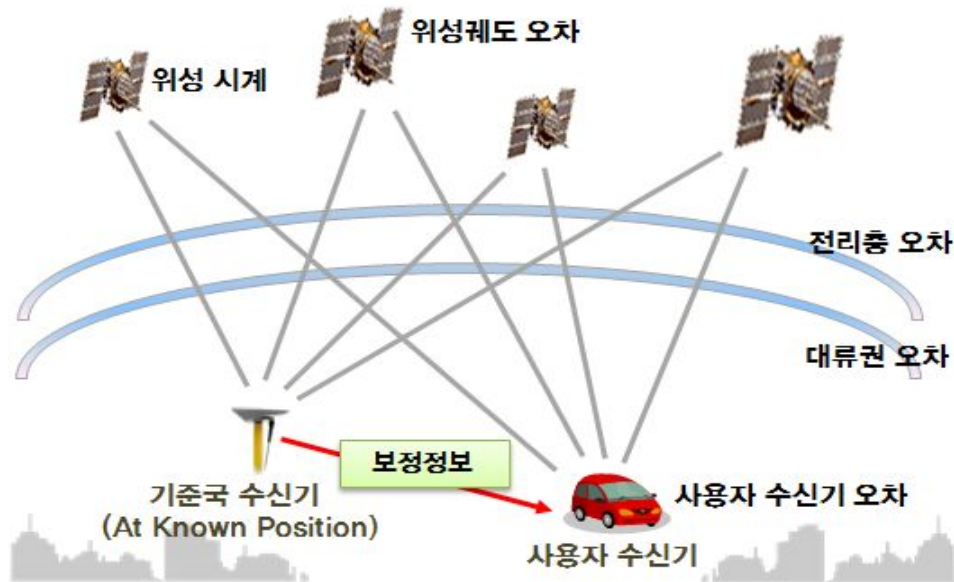
* 출처 : 한국항공우주연구원 내부자료 (2013)

- 사용신호에 따라 사용자 위치오차는 상이할 수 있으며 보정신호에 따른 코드파와 반송파의 위치오차는 다음 <표 2>와 같음

<표 1> 사용신호에 따른 사용자 위치 오차

구 분	신호종류	위치오차(평균)
GPS 단독 사용	코드	1.5m
기준국에서 보정	코드	5m
	반송파	0.3m

- 위치정보에 대한 오차를 보정하기 위하여 다음과 같은 보정방법을 사용함
 - 정확한 위치를 알고 있는 기준국을 지상에 배치하여, 기준국에서 위성항법 시스템의 오차정보를 사용자에게 전송함
 - 사용자는 오차정보를 활용하여 위성항법 신호 오차를 제거함
 - 기준국에서의 사용신호 : 코드 or 반송파 측정값

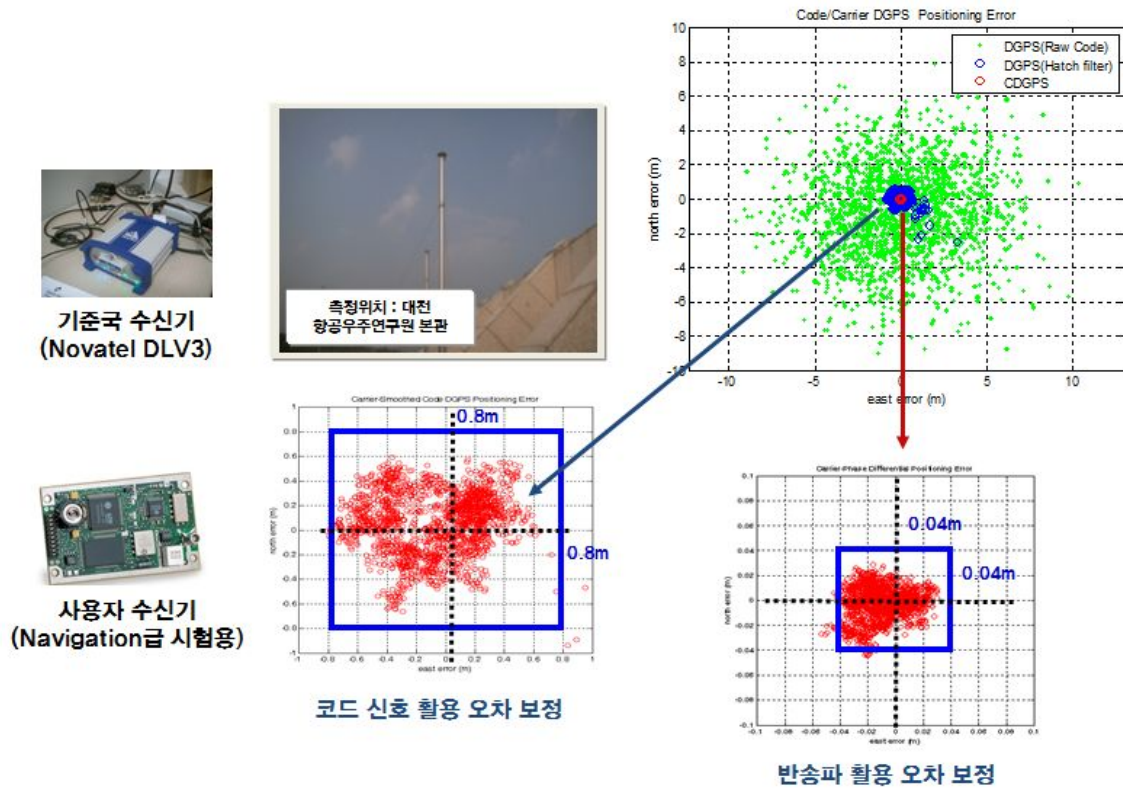


[그림 9] 오차 보정 방법

* 출처 : 한국항공우주연구원 내부자료 (2013)

○ 아래 그림에서 확인할 수 있듯이, 오차 보정방법을 비교 할 경우 반송파를 활용한 오차 보정이 보다 더 정확한 위치정보를 제공함

— 반송파 활용 오차 보정은 4cm이내인데 비해, 코드 신호를 이용한 오차보정은 80cm 이내로 정밀도에 현격한 차이가 나타남



[그림 10] 코드 및 반송파를 활용한 오차 보정 비교

* 출처 : 한국항공우주연구원 내부자료 (2013)

○ 코드파와 반송파의 주요 특징 비교

- 코드 측정값에서는 위성과 사용자 사이의 거리를 쉽게 계산 할 수 있으나, 정확도(거리 계산 눈금의 단위 : 약 3m)의 한계가 있음
- 반송파 측정값은 위성과 사용자 사이의 거리를 정밀하게 계산 할 수 있으나 (거리 계산 눈금이 cm 단위), 거리 계산 방법이 어려움
- 반송파 이용 거리 측정 시, 파장의 개수를 정확하게 계산할 수 있는 기술이 개발된다면 보다 정밀한 위치결정이 가능함

<표 2> 사용신호에 따른 사용자 위치 오차

구분		코드파	반송파
거리측정방법		간단함	어려움 (파장의 개수를 계산하는 기술 필요)
거리계산 눈금 단위		m 단위 (정지상태에서도 위치오차가 3m이상 발생 할 수 있음)	Cm 단위
활용	단일GPS	가능	불가능
	기준국에서의 오차보정	가능	가능

2절. 기술의 필요성

- 지능형교통시스템(ITS)은 기존의 교통시스템에 인공지능을 갖추어 정보를 제공하고, 그 정보를 통하여 교통시설이 상황에 따라 자동제어 되어 이용자에게 최대한 편의를 제공하는 시스템임



[그림 11] C-ITS 기술

* 출처 : C-ITS 기술동향 조사 및 국내 도입방안 연구」 (한국교통연구원, 2013)

- 기존의 C-ITS 서비스를 넘어, 고도화된 서비스를 제공하기 위해서는 차로 구분 수준의(Lane-level) 측위가 요구되며, 이는 위성항법 측위 기술을 통해 가능해졌음
- 다만 한국교통연구원에서 위에서 도출해낸 ‘국내 우선 추진 서비스 도입 방안’의 차로 수준 이하의 정확도를 요구하는 서비스를 제공하기 위해서는 위성항법 측위 기술이 필요함
- 90년대 중반부터 구축되기 시작한 ITS의 실시간 정보수집체계는 기본적으로 지점검지와 차로구분의 되지 않는 측위시스템을 기반으로 하였기 때문에 도로 사용자의 안전 및 효율적인 여행을 위한 요구사항을 충족시키지 못하였음
- 국내 ITS 일방향 형태 제공 위주의 인프라가 대부분이며 사고 감지 등 도로 소통 상황 정보를 수집 및 가공하여 안전을 지원하는 인프라가 부족한 실정임

- 지선·생활도로의 경우 안전지원 서비스가 미비하고, 단순 소통정보 제공에 치중하고 있음
- 제공되는 교통정보는 정확도가 미흡하여 이용자의 불편과 신뢰도 저하를 초래하며, 소통정보 중심의 단순한 콘텐츠임
 - 위치기반 우회 정보, 사고·공사 등 유고·안전 정보 등이 부족함
- 교통정보의 실시간성의 오차, 시간 Delay 현상 이 정확하지 않은 사례가 빈번하게 발생함
 - 교통정보 부정확 요인은 현장수집 단계, 정보전송 단계, 민간사업자 가공단계 등 수집·유통·가공·제공 등 전 단계에 걸쳐 발생함
- '90년대 도입 이후, ITS 정착에 크게 기여할 수 있는 BIS, 하이패스와 같은 신규 킬러서비스 개발 및 창출이 미비함
 - 미래 스마트 녹색교통의 핵심 아이템으로 편익과 경제·산업적 가치 등 중요성이 높음에도 불구하고, 투자·전문성 부족, 체계적 지원정책 미흡 등으로 글로벌 경쟁력이 취약함
- 한편, 교통 선진국들은 도로망의 확충 보다는 교통체계의 효율적 관리를 위하여 수요 축소 및 관리를 위한 교통 수요관리 정책 (TDM, Transport Demand Management)을 시행하고 있으며 미래 교통시스템을 개발하여 효율성, 안전성, 친환경성, 친인간성 등을 증대시킬 수 있도록 함
- C-ITS 서비스와 차로구분 기술의 추가 시 다음과 같은 이점이 있음

<표 3> C-ITS 서비스와 차로구분 기술 추가 시 이점

프로젝트	기술명	정의	차로구분기술 추가 시 이점
U- transportation	SEE- Advisor	교통상황과 정체발생을 고려하여 실시간 적정속도정보를 운전자에게 제공하는 서비스	안전성과 차로선택 및 예측가능성 향상
	돌발상황 차로 회피 정보 제공	돌발상황 발생 시 해당 차선의 정보를 후방 차량 운전자에게 제공하는 서비스	차로 안내 및 회피정보의 정밀성 향상 및 이를 통한 안전성 제고
	램프진입 안내	안전하게 램프진입을 할 수 있는 거리 여부를 알려 램프진입을 돕는 서비스	램프진입 안내 시 차선별 안내가 가능함
	비신호 교차로 통행권 부여 안내	비신호교차로에서 통행 우선 순위를 판단한 뒤 교차로 통과까지 적절한 안내를 제공하는 서비스	서비스 제공을 위해서 정확한 차로구분 기술이 필요함
	V2X기반 위험운전 이벤트 경고정보	실시간으로 개별차량의 위험 운전이벤트를 검지하여 후방차량 및 인접차량에 경고정보를 제공하는 서비스	차로구분기술을 통해 정교한 정보제공이 가능하며 이를 통해 안전성 제고가 가능함 교통사고 예방이 가능
	Bird- Eye View	운전자의 시계가 불량할 때 여러 가지 정보를 제공하여 안전주행을 지원하는 서비스	정보의 우선순위를 두어 적절한 양의 정보제공이 가능
	Follow-me	특정 UVS 차량 군이 선두 차량의 위치, 경로 정보를 제공받는 서비스	후행 차량 군의 경로 예측 가능성이 향상됨
	Virtual VMS	VMS에서 제공되는 교통정보를 여러 통신들을 통해 UVS 차량에 제공하는 서비스	개별차량에게 제공하는 정보의 정교화 및 개인화가 가능
	차로이탈 감지	주행로 이탈 시 이탈 및 위험 정도를 판별하여 운전자에게 이를 전달하는 서비스	이탈 및 위험정도 감지의 정확도 향상이 가능
	실시간 신호제어	차로별 위치정보가 기반인 실시간 구간정보를 이용한 실시간 신호제어 서비스	서비스 제공을 위해서 정확한 차로구분 기술이 필요함

<표 3> C-ITS 서비스와 차로구분 기술 추가 시 이점(계속)

프로젝트	기술명	정의	차로구분기술 추가 시 이점
CVIS	CURB	도심지역에서의 교통류 효율성을 위해 여러 가지 정보와 서비스를 제공함	보다 정확한 정보를 제공함으로써 교통류의 효율적인 통제와 운전자의 안전한 운행이 가능하게 됨
	CINT	노변 또는 차량으로부터 도로 교통상황 정보를 제공받아 운전자에 맞춤형 정보제공	정보제공의 정확도와 정밀도를 향상시켜 도로네트워크 교통 효율성 제고 가능
	CF&F	화물차량의 정보를 지역기관에 제공하여 화물차량을 효율적으로 관리하는 서비스	화물차량의 정보를 제공하여 보다 효율적인 관리와 안전운전을 가능하게 함
	COMO	차량과 도로 네트워크에 대한 정보를 수집하여 다양한 목적으로 이용할 수 있게함	정보의 정밀도를 높여 정보 활용 범위를 넓힐 수 있음
SAFESPOT	LATC	운전자에게 초기경고를 통해 측면추돌의 위험을 피하게 해주는 서비스	차로구분기술을 통해 수집하는 정보의 정밀도와 정확도를 높여 운전자의 안전성을 높일 수 있음
	LONC	전후방 추돌위험에 대해 해당 차량 직접통신 혹은 인프라를 이용하여 경고	위험상황에 대한 예측 정보의 제공 정확도를 제고가능
	RODP	줄지 않은 노면상황 혹은 도로 상태에 대한 정보를 다른차량과 공유하여 적절한 방법을 통해 정보를 공지함	도로상태정보수집에 차로구분 기술을 적용한다면 정보의 정확도를 향상시킬 수 있음
	VURU	다치기 쉬운 도로이용자를 감지하거나 다른 차량에게 정보를 제공하는 서비스	다치기 쉬운 도로이용자의 위치 정보를 차량운전자에게 보다 정확하게 전달 가능함



[그림 12] 미래 교통시스템의 개념도

* 출처 : 유럽 통신표준연구원 (European Telecommunications Standards Institute)

- 미래의 교통시스템을 위해서는 정밀한 제어가 가능해야 하며 정확한 신뢰성을 갖는 위치 정보가 요구됨
- 미래 교통시스템은 또한 현재 육상교통 환경에서의 차량 위치결정 기술 수준을 넘어서는 차로구분 수준의 위치결정(Lane Level Positioning)이 요구됨
- U-Transportation과 같은 신개념 미래교통체계에서는 위험물 운반 및 유로 차로 운영 등을 위한 자율주행, 군집주행, 충돌회피, 차로별 차량 통행 과 같은 차로 구분 수준의 위치결정 기술 필요

<표 4> 위치결정 성능에 따른 응용분야

Position Level	Safety application
Road Level	Stop Sign Assistant Warning
	Curve Speed Assistant Warning
	Location based Hazard Warning
Lane Level (Absolute)	Stop Sign Assistant Control
	Traffic Signal
	Intersection Collision Warning
	Curve Speed Assistant Control
	Lane Departure Warning
Lane Level (Relative)	Blind Spot Warning
	Emergency Electronic Brake Lights
	Cooperative Collision Warning
	Forward Collision Warning

- 육상교통 환경에서 이동하는 차량에 대하여 도로에 RFID (Radio Frequency Identification) 센서 매설법, 카메라를 이용하여 차로를 인식하는 방법 등이 제안되어 차로구분이 가능한 위치결정을 수행하려고 했으나 다음과 같은 문제점이 예상됨
 - RFID를 이용한 차로 인식의 경우 모든 도로에 RFID 센서를 매설해야하므로 경제적인 부담이 발생하며 통신을 이용하기 때문에 여러 가지 외부요인(기후 상황, 차량의 속도)에 의해 인식률이 떨어지는 문제 발생할 수 있음
 - 카메라를 이용한 차로 인식의 경우에 눈, 안개 등 기후에 영향을 많이 받으며, 주로 차선 이탈 경보용으로 개발이 시작되었으므로 차선에 대한 인식만이 가능하며 차량이 절대적으로 어떤 차로에 주행하는지는 알 수 없음
- 시민들이 체감하고 호응할 수 있는 이용자 중심의 서비스 발굴을 통해 ITS 시장 성장 둔화 극복 및 민간시장 확대를 이루어 내야하며 이는 차로구분 수준의 교통 정보 제공 서비스로 해소가 가능 할 것으로 판단됨
- 첨단교통서비스가 실현되기 위해서는 차로구분 수준의 교통정보 제공을 위한 정밀교통측위 기반기술 개발이 함께 이루어져야 함

2장. 국내외 동향조사 및 환경분석

1절. 국내외 정책동향

가. 국내외 기술개발 동향

(1) 국내

(가) DGPS (Differential GPS)

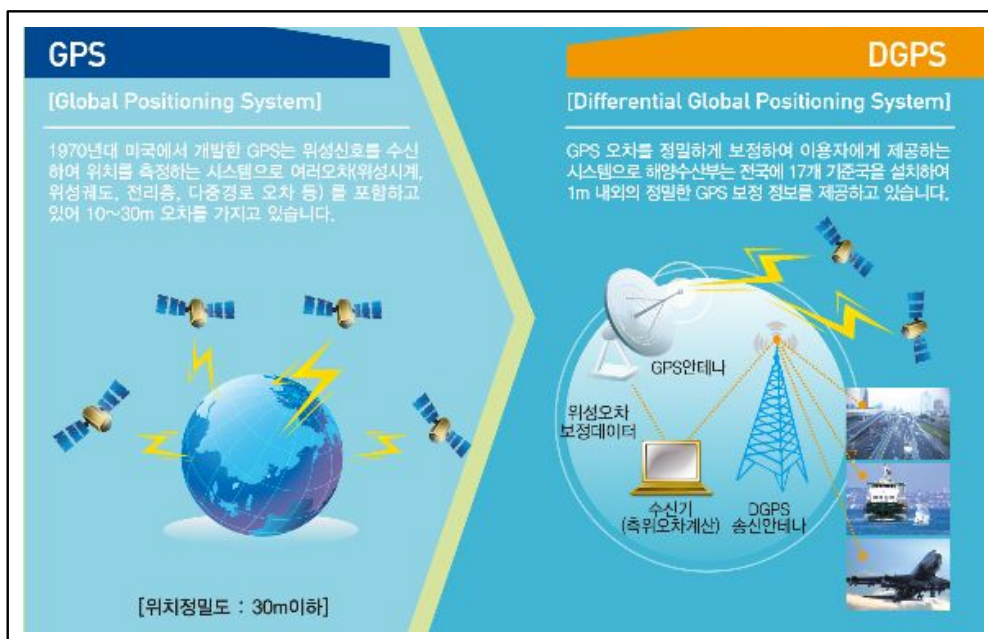
- 위성항법 시스템(Global Navigation Satellite System, 이하 GNSS)은 위성을 이용하여 지상물체의 위치와 고도를 제공하는 시스템의 총칭임
 - 첨단교통시스템의 가장 중요한 기본적인 구성인프라 중 하나임, 이는 실시간으로 제공되는 지상물체의 위치를 바탕으로 속도를 산정할 수 있게 때문임
 - 대표적인 GNSS에는 미국의 GPS(Global Positioning System), 러시아의 GLONASS(Global Navigation Satellite System), 유럽연합의 Gallileo가 있는바 국내에서는 GPS가 가장 많이 사용되고 있음
 - 국내에서 주로 사용되는 GPS는 실제 차량의 위치와의 잠재적인 오차(15m)가 발생하여 차로구분 수준의 위치결정에 한계가 있음

<표 5> GPS 발생요인별 오차

오차발생요인	잠재오차	통상오차
Ionosphere (전리층 지연)	5.0 m	0.4 m
Troposphere (대류권 통과)	0.5 m	0.2 m
Ephemeris data (위성궤도정보오차)	2.5 m	0 m
Satellite clock drift (위성원자시계 오차)	1.5 m	0 m
Multipath (다중경로오차)	0.6 m	0.6 m
Measurement noise (측정오차)	0.3 m	0.3 m
계	~ 15 m	~ 10 m

자료: Diana Cooksey, Understanding the Global Positioning System (GPS), MSU GPS Laboratory, Department of Land Resources and Environmental Sciences, Montana State University-Bozeman <http://www.montana.edu/gps/understd.html>

- DGNSS(Differential GNSS)는 서로 인접한 위치에 있는 GNSS 수신기들이 비슷한 수준의 오차를 갖는다는 점을 이용하여 오차를 보정한 위치결정 기술임
- DGPS(Differential GPS)는 DGNSS의 일종으로 GPS의 오차를 줄이기 위한 시스템의 통칭으로 국내에서는 해양수산부의 시스템을 일컫는 시스템의 명칭으로 주로 사용됨
 - 해양수산부에서는 DGPS 시스템을 전국에 17개 기준국에 세워 기존 GPS의 오차를 줄인 위치결정 기술이 적용된 시스템을 사용하여, 선박 항해·연구·측량 등 특수 목적에 주로 이용하였음
 - GPS 위성으로부터 위치정보를 수신했을 때 발생하는 30m의 위치 오차를 1m 내외로 정밀하게 보정할 수 있음



[그림 13] GPS와 DGPS 개요

* 출처 : 해양수산부 홈페이지 (<http://mof.go.kr/>)

- 그러나 DGPS 전용 수신기의 가격은 대부분 500만원 이상으로, 소비자의 부담이 크며, 또 장애물이 주변에 있으면 정확도가 떨어진다는 단점이 있으며 특히 성능에 비해 가격이 비싸 차로구분 수준의 위치결정에 실제적인 활용이 어렵다는 문제점이 있음

(나) SBAS (Satellite Based Augmentation System)

- 차세대 위성항법보정시스템 SBAS는 정지궤도 위성을 이용하여 수신기와 위성 간의 거리오차, GPS 위성궤도 및 시계오차, 전리층 지연 등에 대한 보정 정보를 보다 광범위한 지역에 제공하기 위한 시스템임
- 2022년 초정밀 위치정보 제공 서비스 상용화를 목표로 국토교통부 및 항공우주연구원을 중심으로 KASS(Korea Augmentation Satellite System) 연구개발에 착수하였음
- 사업 추진 경과는 <표 6>과 같음

<표 6> KASS 사업 추진 경과

2003.12	광역보정시스템 구축 타당성 연구
2005.12	국가 위성항법시스템 종합발전기본계획 반영
2012.03	SBAS 연구개발 기획연구
2013.08	기획재정부 예비타당성 조사결과 적합으로 추진 결정
2013.12	SBAS 개발구축을 위한 기반조성 연구(2013.12~2014.06)
2014.06	SBAS 기반조성연구 최종보고서 제출
2014.09	SBAS 사업단 및 핵심과제 1 사업 공고
2014.10	SBAS 사업단 및 핵심과제 1 주관 기관 선정 및 사업착수
2014.12	SBAS 사업단 조직구성 완료 및 사업착수회의 개최

* 출처 : 항공우주연구원 내부자료(2015)

- 2019년부터 운송용 항공기를 제외한 대한민국 국토, 공역, 영해 내 모든 사용자에게 서비스를 제공할 예정임
- 2022년부터 대한민국 공역을 비행하는 모든 항공기를 대상으로 서비스를 제공할 예정임
- 기준국(5식 이상), 중앙처리국(2식), 위성통신국(4식), 통합운영국(2식), 정지궤도 위성(2기)를 이용하여 서비스를 제공할 예정이며, 각 시설의 용도 및 제공방식은 아래와 같음
 - 기준국: GPS 및 SBAS 정보 수집
 - 중앙처리국: 무결성 및 보정정보 생성

- 위성통신국: SBAS 정보 전달
- 통합운영국: 총괄시스템 감시 및 제어
- 정지궤도위성: SBAS 정보 송신

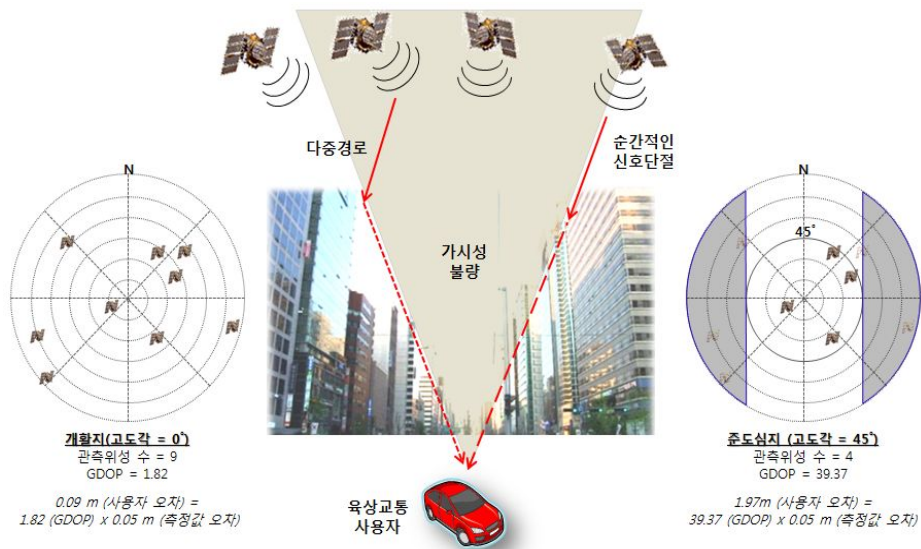


[그림 14] 서비스 제공방식

* 출처 : 한국항공우주연구원 내부자료 (2015)

- KASS를 이용하여 서비스를 제공할 경우 미래 항공교통 수요 대비 및 항공안전 강화, 공역 혼잡도 해소 등의 기대효과가 발생할 것으로 기대함
- SBAS는 항공용으로 사용할 경우 위치정확도 16m, 무결성 2×10^{-7} 성능을 항상 보장하지만, 육상용에 적용할 경우 GNSS의 위치정확도 성능은 향상되지만, 차로 구분을 할 수 있는 수준의 성능을 보장하지 않는 것으로 판단됨
- 개활지에서 SBAS 기준국의 장비를 활용하여 측정하는 경우 움직이지 않는 경우 1m이내의 위치결정 정확도는 가능하나 무결성 2×10^{-7} 을 만족하지 못함

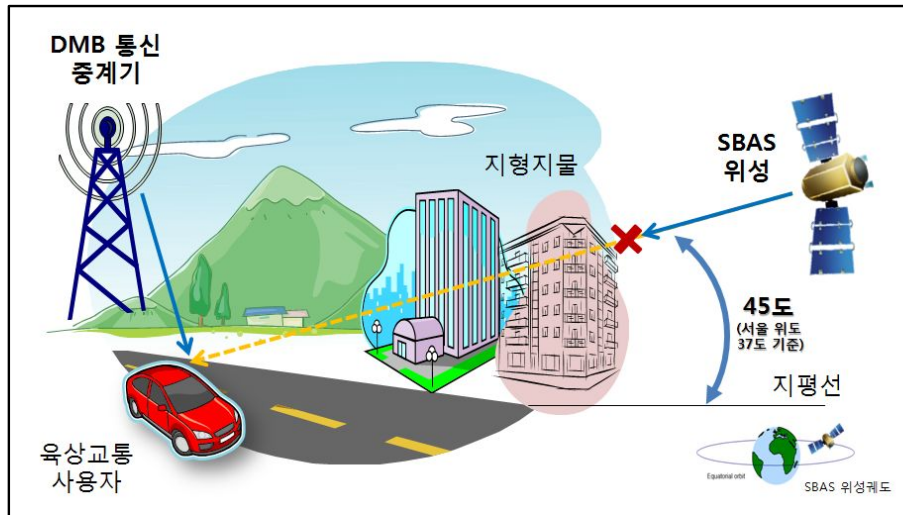
- 육상교통 상황 특히, 도심 및 준도심 상황에서 차로수준의 구분을 위한 1m 내의 위치결정 정확도를 얻기 위해서는 추가적인 센서가 필요함
- 육상교통수단은 여러 가지 장애물(가로수, 고층건물, 고가도로) 같이 가시성과 신호의 수신감도를 방해하는 지역을 주행하는 경우가 많아서 특히 오차발생의 가능성이 커짐
- 아래의 그림과 같은 육상교통 환경에서 다중경로 및 순간적인 신호 단절이 발생하여 SBAS처럼 개활지에서 측정된 위치결정 수준의 정확도 획득이 불가능함



[그림 15] 육상교통 환경 위성항법 신호 관측 환경

* 출처 : 한국항공우주연구원 내부자료 (2013)

- SBAS 정지궤도위성의 기하학적 특성으로 인한 한계로 인해 육상 교통에서 활용할 경우에 장애물이 많은 지역에 활용이 거의 불가능함
- SBAS 위성은 지구적도면에 놓여있으므로, 서울을 기준으로 주변에 고도각 (Elevation Angle) 45도 이하에서 장애물이 없어야 관측 가능함
- 주위 건물 때문에 위성과 연결이 불가능한 경우 위성방송(Sky-life) 설치가 안 되는 이유와 동일함(SBAS 위성 궤도와 위성방송 위성 궤도 동일)



[그림 16] SBAS의 육상교통 활용 시 한계점

* 출처 : 한국항공우주연구원 내부자료 (2013)

나. 국외 정책동향

(1) 미국

○ 미국이 주로 사용하는 전파항법시스템은 GPS임

- 2015년 4월 20일 기준 32개 위성 군과 31개 위성이 작동 중임
- 현대화 과정을 거치면서 시스템 성능을 향상시켰으며 군사 및 상업적 이득도 향상됨

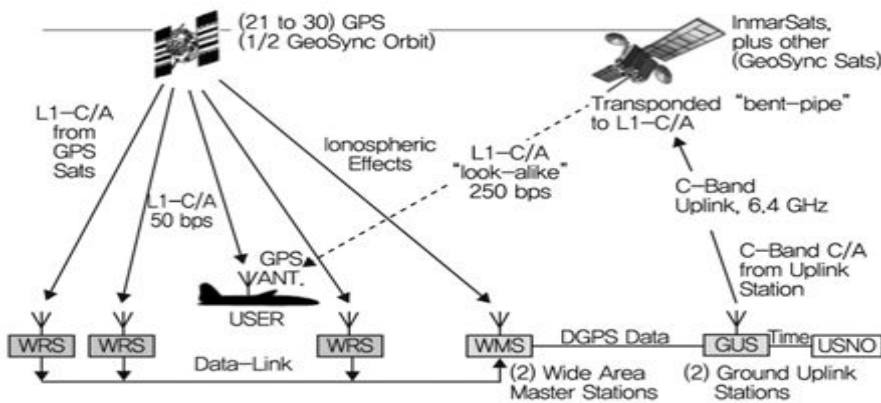
○ 미국의 교통성은 차세대 (Next Generation) 항법을 위하여 GPS RTK (Real Time Kinematic) 기반의 차로구분 수준 위치결정 기술을 개발 중임

- 2009년부터 고가의 복합센서 (레이저, GPS, 관성센서, 영상센서 등)를 활용하여 연구를 꾸준히 수행하여 개활지에서 수 cm 정확도 수준의 위치결정 정보를 제공함
- 현재 도심지에서의 육상교통에 대한 정확한 위치결정 기술개발은 진행 중임

* 미국 교통성에서 개발 중인 사용자 단말기는 이중주파수 사용 고가 단말기임

○ 미국은 WAAS를 개발 사업을 시행하여 2003년에 WAAS의 초기 운용능력 제공, 2008년에 완전한 LPV 성능 제공, 2013년 까지 완전한 LPV-200 성능 제공 뒤 2028년까지 이중주파수 운용을 제공할 계획임

— WASS는 기준국(WRS: WAAS Reference Station), 중앙처리국(WMS: WAAS Master Station), 위성 통신국(GUS: Ground Uplink Subsystem), 통합운영구 등 지상시스템과 단순 중계형 기능의 정지궤도 위성으로 구성되어 있음



[그림 17] WAAS 시스템 운용개념도

* 출처 : 위성기반 포지셔닝 보정시스템(SBAS) 기술개발 동향 (2014)

(2) 유럽

○ 유럽에서 주로 사용하는 전파항법시스템은 Galileo(갈릴레오) 임

— 현재 총 6개의 위성을 발사했으며 작동 중인 위성은 3개이며, 2015년에 6개의 위성을 추가적으로 발사할 예정임.

○ 2008년부터 측지측량에서 사용되는 반송파 기반 정밀 위치결정 기술을 육상교통 활용 연구에 적용, 현재 개활지에서 고가의 위성항법 수신기를 활용하여 차로구분 수준의 위치결정이 가능함

○ 유럽에서 개발 중인 차로 구분수준을 갖는 위성항법 반송파 기반 정밀 위치결정 시스템 원리는 다음과 같음

— Precise Point Positioning (PPP)로 불리는 정밀 위치결정 알고리즘은 중앙국에서 수신된 보정정보를 활용하여 GPS 위성의 궤도 및 시계 오차를

제거하고, 이중주파수 수신기를 사용하여 전리층 오차를 제거하는 기능을 가지고 있음

- 전세계에 분포된 30여개의 위성항법 수신국으로부터의 위성항법 데이터로를 이용하여 PPP 보정정보를 생성함

○ 보정정보 전송 통신 방법

- 휴대 이동 통신 (GSM)과 위성 이동 통신 (Iridium)을 사용함

○ 위성항법 수신기와 정밀위치 계산 단말기

- 정밀위치 항법해를 계산하는 단말기와 고가의 위성항법 수신기를 연결하여 구성되었으며, 유럽의 GMV에서 개발 중인 장비의 형태는 아래의 그림과 같음

* 유럽 GMV에서 개발 중인 사용자 단말기는 이중주파수 사용 고가 단말기임



[그림 18] GMV에서 개발 중인 장비

○ 유럽연합의 연구개발 프로그램 (FP7 : Framework Program 7) GENEVA (Galileo / EGNOS Enhanced Driver Assistance)의 위성항법기반의 차로구분 수준의 위치결정 기술개발 연구

- 2010년 과제를 착수하여 2년 동안 진행되었으며 수 천만원 수준의 장비 사용하는 시스템임
- 개활지에서 GPS 반송파 (2중주파수)를 이용하여 수 cm 정확도 위치결정이 가능함



[차로구분 수준 위치결정을 위한 항법 장비]

[개활지 위치결정 시험 결과]

[그림 19] 유럽 FP7 위성항법기반 차로구분 수준 위치결정 개발 연구

(3) 일본

○ 일본에서 개발한 전파항법시스템은 QZSS임

- 총 1개의 위성이 작동중이며, 도심 지역에서 가용성 및 정확도를 향상시켜 GPS시스템의 보강 시스템으로서 활용할 계획임

○ 일본의 JAXA (항공우주연구개발기구)는 자국의 QZSS (Quasi-Zenith Satellite System) 위성을 활용하여 차로구분 수준의 위치결정 기술을 개발 중임

- QZSS 서비스는 지금까지의 항법위성으로써의 기능 외에 보정항법 위성으로써의 기능을 추가함
- 이전과 달리 다목적 기능을 가진 복합항법위성 개발 사업의 결과물이라고 할 수 있음
- 이 서비스를 응용할 수 있는 분야로는 고정밀 측위가 요구되는 육상측량, 건설장비 자동화, 농기계 자동화를 꼽을 수 있음

○ 2007년부터 반송파 기반 정밀 위치결정 기술의 육상교통 활용을 연구하였으며, 현재 고가의 위성항법 수신기를 활용한 개활지에서의 차로구분 수준의 위치결정 가능함

○ 차로 구분 수준의 위성항법 반송파 기반 정밀 위치결정 원리는 다음과 같음

- QZSS에서 위성항법 보정정보를 전송하고 단말기에서 이를 수신하는 방식을 정밀위치결정에 활용함
- 이중주파수 수신기를 사용하여 전리층 오차를 제거하고, 사용된 정밀 위치결정 알고리즘은 PPP로 중앙국에서 수신된 보정정보를 활용하여 GPS 위성의 궤도 및 시계 오차를 제거함

○ 사용자 단말기 동작원리는 다음과 같음

— 위성항법 수신기, 보정정보 수신기 (QZSS LEX 수신기), 관성센서 (IMU), 차속계 등을 활용하여 정밀 위치결정을 수행함

— 단말기에 탑재된 3차원 지도를 이용하여 위치 정보를 표시함

* 일본 JAXA에서 개발 중인 사용자 단말기는 이중주파수 사용 고가 단말기임

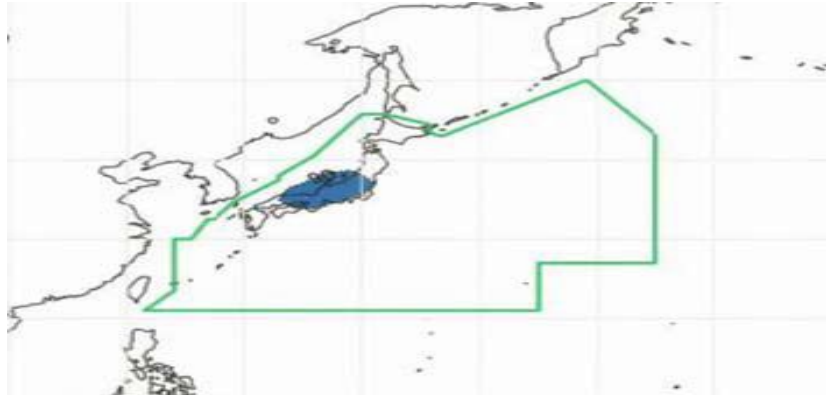


[그림 20] 차로구분 수준 위치결정 연구를 위한 차량 및 GPS 탑재장비

○ 일본은 2007년부터 자국의 SBSS로 Multi-functional Satellite Augmentation System(MSAS)를 구축 운영하고 있음

— 데이터를 수집, 중앙 제어국에 전달하는 지상 감시국(MCS: Master Control Station) 4곳, 시스템 감시/제어 기능, 데이터 분석, 보정정보 생성 기능을 하는 중앙 처리국(MCS) 2곳, MTSAT 위성 궤도결정, 신호감시, 레인징을 담당하는 감시 및 레인징국(MRS: Monitor and Ranging Station) 2곳으로 이루어져 있음

— 수평정확도는 2.2M 이하(95%)이며, 가용도는 99% 이상임



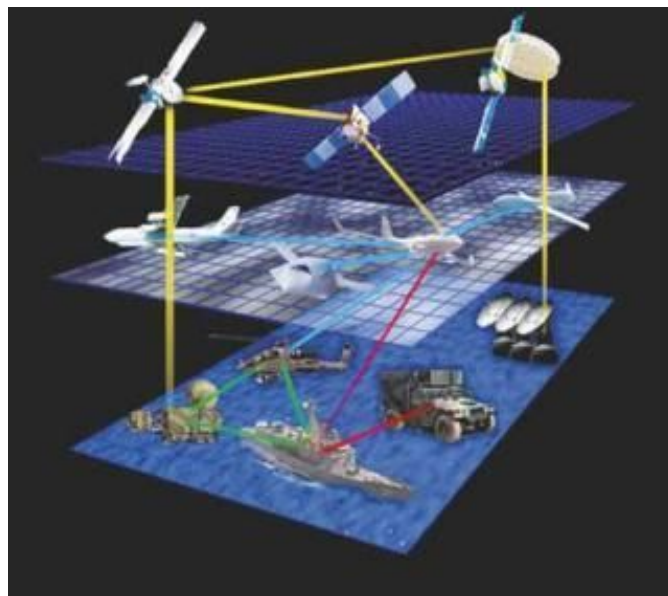
[그림 21] MSAS 제공 APV-1 서비스 가용도 커버리지

* 출처 : 위성기반 포지셔닝 보정시스템(SBAS) 기술개발 동향 (2014)

(4) 중국

○ 중국에서 개발한 전파항법시스템은 BeiDou임

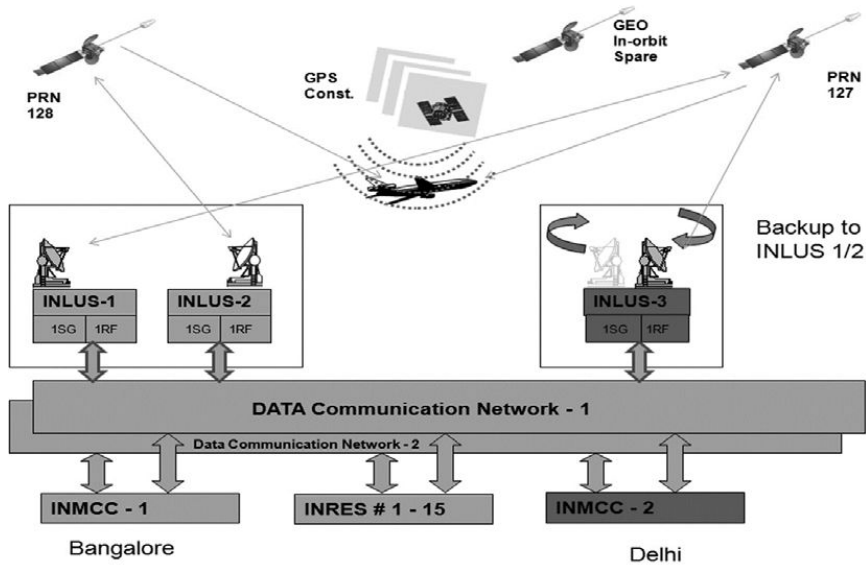
- 2015년 3월 기준, 17번째 위성 발사를 성공하였으며 총 15개의 위성이 작동중임
- 최종적으로 총 35개의 위성군을 구축하는 것이 목표이며, 상호운용성을 고려하여 주파수 대역을 변경하는 사항에 대해 검토 중임



[그림 22] Beidou 위성의 작동 원리

(5) 인도

- 정부 주도로 2004년에 GAGAN 기술 시스템 개발에 착수해 2009년 완전 운영단계 개발 단계에 들어섰고 2011년, 2012년에 각각 GSAT-8, GSAT-10 위성을 발사 하였음
- GAGAN의 목적은 GNSS 송신기의 정확도를 강화하여 인도 공역 및 주변 공역에 네비게이션 시스템을 제공하는 것임
- 기준국(INRES: Indian Reference Station) 15곳, 중앙제어국(INMCC: Indian Master Control Center) 2곳, 위성통신국(INLUS: Indian Land Uplink Station) 3곳이 있음
- 정확도는 3M(95%) 이내이며, 가용도는 99% 이상임



[그림 23] GAGAN 시스템 구성도(FOP 기준)

* 출처 : 위성기반 포지셔닝 보정시스템(SBAS) 기술개발 동향 (2014)

(6) 러시아

- 러시아의 전파항법시스템은 GLONASS임
- 2015년 4월 20일 기준, 28개 위성 중 24개의 위성이 작동중이며, 사용자 위치의 오차를 감소시켰다는 장점이 있음
- 러시아는 GLONASS(Global Navigation Satellite System)와 위성 기반 보정

시스템인 SDCM(System of Differential Correction and Monitoring)을 개발 중임

- GPS 및 GLONASS 위성의 감시는 물론 지상 기준국 및 정지궤도 위성을 이용하여 위치정확도 1~1.5m(수평)/2~3m(수직)를 실시간으로 차등 보정할 수 있는 위성기반 보조시스템(SDCM)을 개발중임



[그림 24] SDCM의 제공 위치정확도

* 출처 : 위성기반 포지셔닝 보정시스템(SBAS) 기술개발 동향 (2014)

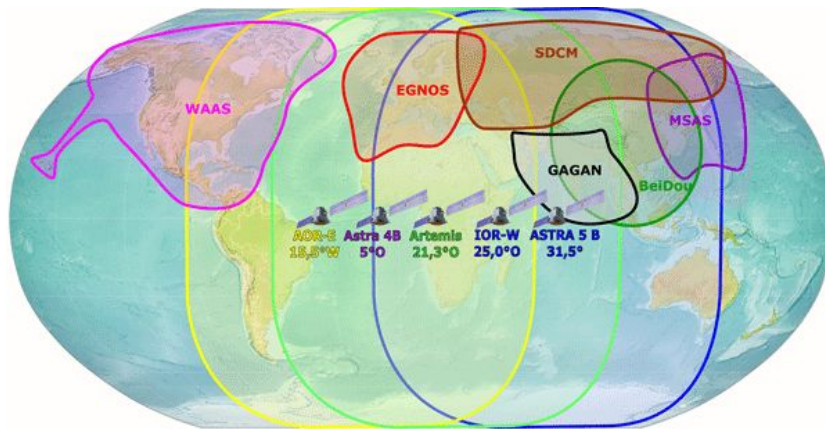
(7) 종합

- 전 세계의 항법신호의 가용도, 연속성을 위한 레인징 신호를 제공하는 위성기반 보정시스템(SBAS) 운용/개발 동향은 다음 <표 6>과 같음
- 현재 운용중이거나 개발중인 SBAS 시스템은 대부분 ICAO SARP(Standards and Recommended Practices)의 요구 성능인 APV-1(Approach procedures with Vertical Guidance) 성능을 제공해야 하고, 무결성 40m(수평)/50m(수직), 가용도 99~99.999% 범위 이내, 정확도 16m(수평)/20m(수직)을 만족해야 함

<표 7> SBAS 구축/운영 또는 개발중인 시스템

구분	운영	주관 기관	운영 등급	위성
WAAS	미국	미연방항공청, 교통성	APV-1	3기
EGNOS	유럽	유럽우주청, 유로컨트롤	APV-1	3기
MSAS	일본	국토교통성	NPV	2기
GAGAN	인도	인도항공공사	APV-1	2기
SDCM	러시아	러시아연방	-	2기

* 출처 : 위성기반 포지셔닝 보정시스템(SBAS) 기술개발 동향 (2014)



[그림 25] 국외 SBAS 개발현황

* 출처 : <http://kompndium.infotip.de/id-4-fehlerquellen-erweiterungen-und-verbesserungen.html>

- 위성항법기반 차로구분 수준의 위치결정 기술개발의 국외 동향은 다음 표와 같이 요약하여 나타낼 수 있음
 - 개활지 대상이며, 도심지에서의 동적 위치결정은 아직 연구가 더 필요한 수준임
 - 수천만원대의 사용자 단말 가격으로 경제적 현실성이 떨어짐

<표 8> 위성항법기반 차로구분 수준의 위치결정 기술 동향 요약

구분	미국	유럽	일본
장비 가격	수 천만원	수 천만원	수 천만원
위치결정 정확도	개활지 대상 수 cm	개활지 대상 수 cm	개활지 대상 수 cm
도심 대상 실험 결과	없음	없음	가용성 76% (GPS 단독 57%)
특징	도심 환경 연구 필요	도심 환경 연구 필요	독자 위성 사용

2절. 국내외 시장현황 및 전망

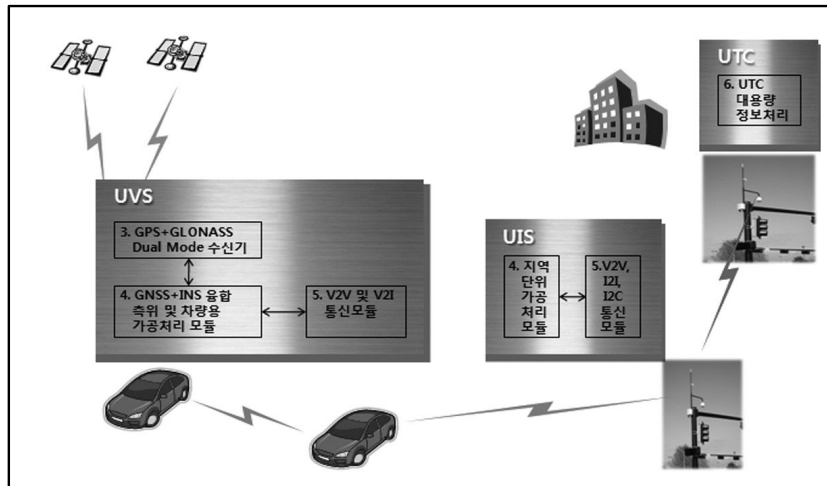
가. 국내 시장현황

(1) U-Transportation 기반 기술 개발

- 국토교통부의 u-Transportation 연구단은 교통, 통신 분야 총 39개 기관이 참여하였으며, 유비쿼터스 교통 환경 구현을 위해 2006년부터 2012년까지 연구를 수행하였음
 - 유비쿼터스 환경 하에서 여행자, 교통시설, 교통수단이 실시간으로 연결되어 안전성과 이동성에 기여하는 미래형 교통서비스 및 시스템 개발을 목표로 함¹⁾
- u-Transportation에서 위성항법 위치결정 방법으로는 DGNSS를 사용하며, 관성 측정 장치인 IMU(Inertial Measurement Unit)를 함께 활용하여 위성신호 송수신이 불가능한 지역에서도 위치결정이 가능²⁾하도록 노력하였으나, 도심지 등에서 차로 구분 수준의 위치결정 시 평균 측정 오차(최대 10~25m)문제가 역시 대두되었음
- DGNSS 수신기와 IMU 모듈을 활용한 u-Transportation 기반 위치결정기술은 대표적으로 다음과 같은 교통서비스를 제공함
 - 차로 판단 기술
 - 링크 주행 판단 기술
 - 돌발 상황 감지 기술
 - 차로변경 위험도 산정기술
 - 통행시간 예측기술

1) 출처: 「u-Transportation 기반기술개발」 (강연수, 한국도로학회 도로 제 10권 제 2호 p.22-31, 2008)

2) 출처: 「육상교통 환경의 위성항법 위치결정 성능향상을 위한 기술 동향」 (이은성·박재익·임성혁·허문범·염찬홍, 항공우주산업기술 동향 제 10권 제 1호 p.179-195, 2012)



[그림 26] u-Transportation의 위성항법 기반 위치결정

* 출처 : U-Transportation 기반기술 연구개발, 한국교통연구원 (2012)

(2) 한국도로공사 스마트 하이웨이 사업

- 국토교통부에서 발표한 ‘건설교통 R&D 혁신 로드맵’의 VC-10³⁾으로 2007년에 선정되어 2014년까지 연구개발 추진하였음
- 스마트 하이웨이 사업단 ‘SMART 도로-자동차 연계기술 개발’ 과제의 주요 기술 중 하나인 자동차 연계 기술에는 좌표의 연계를 통한 주행로 이탈 경고 기술과 GPS기반의 위치결정 방식으로 구현되는 DGPS 기술이 포함되어 있음
- 주행로 이탈 경고 시스템은 주행로 이탈예방을 위한 지원기술로서 차량내부의 카메라를 이용하여 차선 인식과 차량의 위치결정 기술을 융합한 시스템임
- 주행로 이탈 경고 시스템은 차량의 주행패턴을 분석하여 단순차선변경과 차선 이탈을 구분함으로써 신뢰도를 향상시킬 수 있으며, 운전자 부주의로 야기된 차선 이탈 여부를 판단할 수 있음
- 현재 주행로 이탈 경고시스템, 주행로 이탈 판정 프로그램 등이 개발된 상태이며, 자동차의 방향지시등과 경고시스템을 연계한 주행로 이탈판정 시험 연구를 수행하였음
- u-Transportation과 마찬가지로 GDNSS의 일종인 DGPS를 활용하므로, 차로구분 수준의 위치결정에는 오차가 존재하여 한계가 있음

3) Value Creator 10은 혁신 로드맵 비전과 목표를 바탕으로 정책, 산업, 기술적 중요도와 전문가 의견 및 시장동향을 반영하여 세계 일류 기술개발을 위한 국가차원의 10개 중점 추진 R&D 프로젝트임



[그림 27] 스마트 하이웨이 차선이탈 패턴 분석 기술

* 출처 : 스마트 하이웨이 사업단 내부자료 (스마트 하이웨이 사업단, 2013)

(3) C-ITS (Co-operative ITS)

- 교통시스템의 구성요소(교통수단 및 시설, 이용자) 간 실시간으로 끊김 없는 상호 연계(Cooperative)를 통해 안전하고 원활한 교통 활동에 필요한 정보통신기술 (ICT)의 융합 시스템임
- 미래형 교통체계로써 차량이 도로인프라 또는 다른 차량과 서로 통신하면서 전방의 교통사고 및 장애물과 주변 차량정보를 공유해 위험상황을 미리 회피할 수 있도록 사전에 경고하는 시스템임
- 차량 주행 중 도로, 차량, 운전자/보행자 간 연결을 통해 다양한 서비스 제공 가능
 - 도로 ↔ 차량(V2I), 차량 ↔ 차량(V2V), 차량 ↔ 사람 (V2P) 양방향 통신에 기초한 협업 (Co-Worker) 서비스 가능
- C-ITS는 이 같은 기술적 특성을 바탕으로 교통상황에 신속하고 능동적으로 대응할 수 있도록 함



[그림 28] C-ITS 추진 방향

- 도로와 차량(V2I), 차량과 차량(V2V)이 서로 통신하여 교통사고를 사전에 예방하고 안전주행을 지원하는 “차세대 ITS 서비스”상용화에 대비한 기술검증을 추진 중임

<표 9> C-ITS 주요 서비스

연번	구분	서비스(어플리케이션)	적용사례(Use Cases)
1	안전운전지원	차량추돌방지지원	정지·저속차추돌방지지원, 정체끝추돌방지지원, 낙하물충돌방지지원, 주행중추돌방지지원, 긴급전자브레이크 등
2		도로위험구간주행지원	커브진입위험방지지원, 위험개소(장소)정보제공
3		노면상태·기상정보제공지원	노면상태·기상정보제공지원
4		도로작업구간주행지원	도로작업구간주행지원
5		규제정보제공지원	일방통행위반경보, 속도초과시지원, 일시정비규제간과방지지원
6		합류지원	합류지원
7		차로변경/추월지원	차로변경/추월안전지원
8	자율주행지원	협조형차량추종주행지원	협조적응형순항제어, 고속도로군집주행
9	교차로통행지원	교차로충돌사고예방지원	우회전충돌방지지원, 좌회전시충돌방지지원, 교차로충돌방지지원(우선/비 우선도로), 사전충돌경지경보
10		신호정보제공지원	신호등간과예방지원, 녹색등화시최적속도안내, 감속·정지시에코운전지원, 발진시에코운전지원
11	교통약자보호	엘로우버스(어린이 보호차량)운행안내	특수차량정보제공
12		스쿨존, 실버존 경고	스쿨존·실버존경고
13		교통약자충돌방지지원	보행자횡단간과 방지지원, 사각보행자충돌방지지원, 보차협조보행자충돌방지지원
14	긴급상황지원	위급상황통보지원	안전기능이상시경보, 구난구조요청서비스
15		긴급차량통행우선권지원	긴급차량접근알림, 긴급차량통행지원, 긴급차량우선신호, 긴급차량비디오릴레이
16		재해·지진정보제공	재해·지진정보제공

* 출처 : C-ITS 기본계획 한국교통연구원 (2013)

(4) 첨단 교통분야 관련 추진 과제

○ 고속 군집주행 지원시스템

- 도로-개별차량-운전자가 정보가 실시간으로 공유되는 자율주행 환경을 실현하여 도로용량 50% 증대와 신 부가가치 창출을 위한 160km/h이상의 주행이 가능한 도로를 구현하고자함
- 고속 자율주행 실현을 위한 기반기술 확보가 필요함
- 스마트하이웨이에서 개발된 V2X통신기술을 기반으로 자율주행지원 기술이 개발되어야 함
- 세부 기술 내용 및 개념도는 다음과 같음
 - * 자율주행 지원 통신인프라 구축
 - * 자율주행 구현 기술
 - * 자율주행기반 도로교통관리 기술
 - * 기하구조 및 시범도로 구축

구분	개념도	
1단계 (~2018)	 <p>V2X 기반 대용량 통신환경 구현 및 스마트 교통정보 관리</p>	 <p>추돌예방, 탈선경보, 돌발안내 등 (차량-도로시설, 차량-차량 등 통신)</p>
2단계 (~2023)	 <p>V2X 기반 차두간격 축소 주행기술 실현(군집주행)</p>	 <p>초고속도로(160km/hr) 및 스마트 안전 시설물</p>
3단계 (~2030)	 <p>V2X 기반 자율주행 기술 구현</p>	 <p>시범도로(초고속도로) 구축 및 운영</p>

* 출처 : 교통물류연구사업 로드맵 (Smart-Mobility 분야), 국토교통부 (2013)

○ 도심지 교차로 혼잡해소를 위한 지능형 신호시스템

- 신호교차로의 경우 현재 기술적으로는 실시간제어(Real Time Control), 시간대 제어(TOD Control), 고정 제어(Manual Control)의 운영기법 구현이 가능함
- 신호운영체계로는 한국형 실시간 신호제어시스템인 COSMOS(Cycle, Offset, Split, Model for Seoul)을 표준으로 하여 지자체 중심으로 신호관제 시스템을 구축, 운영하고 있지만 COSMOS를 대신할 수 있는 실시간 교통 대응형 신호운영 전략 대안이 요구되고 있음

— 도심지의 돌발교통상황 및 긴급 e-Call 등 이벤트 대응형 시스템, 도시부 교차로 네트워크 상황 인식 통합교통 운영시스템과 같은 패키지를 개발하고자 함

— 세부 기술 내용 및 개념도는 다음과 같음

- * 스마트 교차로 운영 및 제어시스템
- * 스마트 교차로 인프라 시스템
- * 지하 구조개선 및 ICT기술 융합을 통한 교차로 용량확대

구분	개념도	
1단계 (~2018)		 <p>V2I기반 스마트 교차로 (기존 감지체계 활용)</p>
2단계 (~2023)		 <p>V2X기반 스마트 교차로 (스마트카 등 첨단자동차 지원)</p>
3단계 (~2030)		 <p>자율교통 기반 Fully Connected 스마트 교차로</p>

* 출처 : 교통물류연구사업 로드맵 (Smart-Mobility 분야), 국토교통부 (2013)

○ 차량-ICT 융복합 기능 연계 운영기반의 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통 시뮬레이션 기술

- 현재 범용중인 VISSIM 등 대표적인 교통류 시뮬레이션 패키지는 차량의 정보통신 기술기반의 안전성능을 입력변수로 입력하지 못하기 때문에 정확한 교통류분석 및 해석/평가가 불가능 하여 신뢰성에 문제가 있음
- 스마트 카 기술 등 자동차 첨단안전 및 편리기능의 변수가 입력 가능한 교통류 시뮬레이터 개발로 향후 새로운 C-ITS 기반의 교통정보 수집, 가공 및 제공 (제어)에 관련된 교통류 해석 및 설계 기반기술을 확보함으로써, 스마트 자동차 융합기술을 바탕으로 한 교통류의 최적화 용량 증대를 꾀함
- 세부 기술 내용 및 개념도는 다음과 같음
 - * 교통류/차량 인터페이스 기반 군집주행지원 최적 주행 기반기술개발
 - * 고속주행 지원 연속류/단속류 통합형 군집주행 플랫폼 기반기술 개발
 - * 스마트 도로 부합형 자율주행 기반기술 개발



[그림 29] 교통류/차량 기술통합시뮬레이션패키지 기술 개념도

* 출처 : 교통물류연구사업 로드맵 (Smart-Mobility 분야), 국토교통부 (2013)

○ 대도심등 위성항법 음영지역의 도로구간 실시간 차량주행 정밀측위장치 기술

- 터널, 지하도로 및 시설 등 위성항법 음영지역에서 차량 내비게이션과 주행 및 안전정보의 Seamless한 신뢰성 확보가 어려워 첨단교통운영 및 차량주행안전관리, 차량자율주행 도로체계에 응용하기 위한 주행기반의 고정밀 측위장치의 기술은 미확보 상태임
- 본 기술은 V2X 기술 등 지상이동체 국제표준통신체계(CALM : Communication Access for Land Mobile - ISO/TC204)를 바탕으로 함
- 위성항법 음영지역 도로체계 고속차량주행기반 기존 내비게이션 혹은 모바일 디바이스 등 차내 장치와 연계된 자차 측위 및 상대 차량 측위를 포함한 정밀측위장치를 개발하고자 함

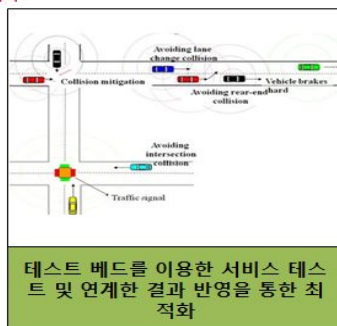
— 세부 기술 내용 및 개념도는 다음 그림과 같음

- * 실시간 차량 (자차 및 상대차량) 주행 정밀측위장치 개발
- * V2X 통신 기반의 자차 및 상대차량 측위 기술
- * V2X 통신 등 CALM 기반 도로체계 위치측위 통신인프라 설계
- * 통신성능 기반 측위결과 분석 통신최적화 알고리즘 설계

V2I 및 V2V 통신을 이용한 자차측위 및 주변차량 측위 기술



V2X 통신 최적화 알고리즘 및 응용 서비스



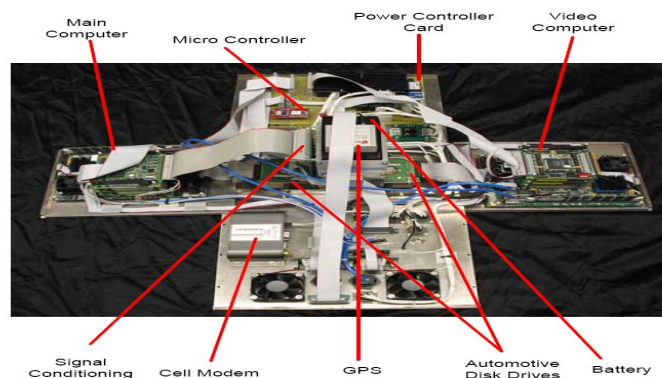
[그림 30] 자차 및 상대차량 실시간 정밀측위장치기술 개념도

* 출처 : 교통물류연구사업 로드맵 (Smart-Mobility 분야), 국토교통부 (2013)

나. 국외 시장현황

(1) 미국

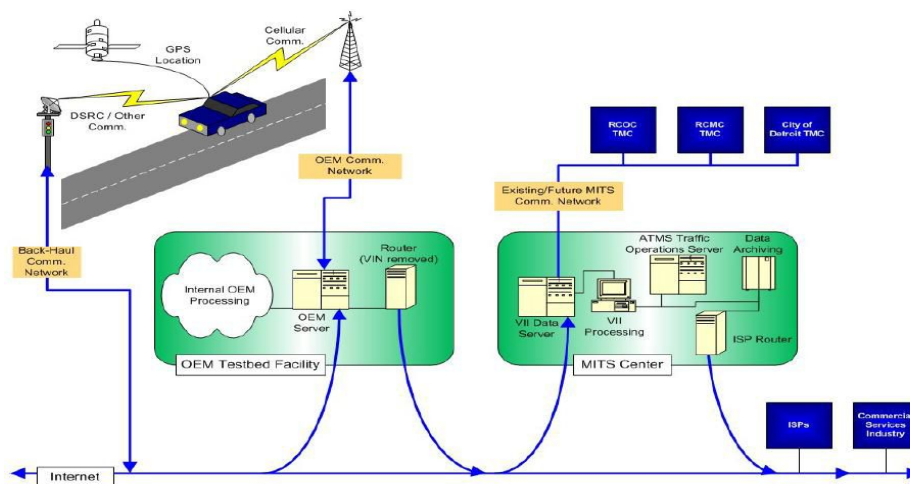
- 미국의 DOT(Department of Transportation)이 육상교통 환경 위치결정 관련 연구 개발을 주관하고 있으며, 다양한 연구기관과 대학이 참여하고 있음
- 대표적인 과제로는 IVBSS (Integrated Vehicle Based Safety System), Intelli-Drive, CICAS-V (Cooperative Intersection Collision Avoidance System for Violations) 등이 있음
- IVBSS 프로그램은 미국 DOT의 연구비의 지원으로 2005년에 시작되었으며, NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration), 미시간대학 UMTRI (University of Michigan Transportation Research Institute)이 중심이 되어 여러 기관들이 컨소시엄을 구성해서 진행하였음
 - 지능형 통합 충돌경고 시스템을 개발하는 것이 주요 목적이며, 이를 진행하기 위하여 통합 충돌경고 시스템을 장착한 차량을 활용하여 실제도로 주행 테스트를 수행하고 시스템의 효과 등을 연구함
 - IVBSS 프로그램에서 위성항법 장비는 아래 그림과 같이 DAS (Data Aquisition System)의 일부로 장착되어서 연구에 필요한 정보(경도, 위도, 헤딩, 속도, 시각정보)를 제공함
 - 이때 활용한 위치결정 기법은 위성항법 DGPS (Differential GPS)이며 사용된 장비는 아래 그림과 같음



[그림 31] IVBSS의 위성항법 활용 장비

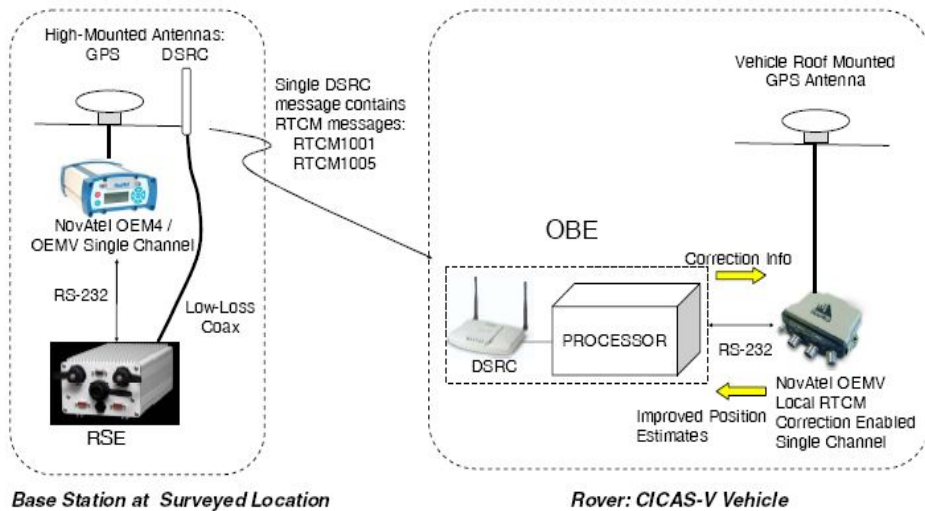
○ 2004년부터 시작된 VII (Vehicle Infrastructure Integration) 프로젝트는 2009년 IntelliDrive로 이름이 변경되었음

- 주요 목적은 안전성 (Safety), 이동성 (Mobility) 등의 향상임
- IntelliDrive 프로젝트는 2004년부터 미국 DOT에서 지원을 하고 각 주의 DOT와 컨소시움의 주도로 진행되었으며, Ford, Nissan Technical Center North America, BMW of North America, GM 등의 완성차 업체들이 컨소시움에 구성원으로 참여하였음
- IntelliDrive 시스템은 운전자에게 다양한 운전 위험 요소에 대하여 자동적으로 경고를 제공하고, 차량운전자는 실시간 교통정보, 혼잡정보, 차량상태정보 등을 제공받아서 교통 혼잡시 우회노선을 선택하거나 대중교통 활용 정보를 받음
- 교통관리자는 각종 실시간 정보를 활용하여 램프미터링, 교차로 진입제어, 돌발상황 관리 등 효율적인 수행할 수 있음
- 위와 같은 연구를 진행하기 위하여 아래와 같은 시스템을 구현함
 - * 10,000대 이상의 위성항법장비와 연동하는 모바일에 서비스 SW 설치
 - * 실시간으로 차량 속도와 위치정보를 서버에 송신하여 교통상황 모델 구성
 - * 교통흐름에 대한 정보를 다시 운전자에게 모바일로 재전송
- IntelliDrive 프로그램에서 차량의 위치결정에 사용된 장비는 아래와 같음



[그림 32] Intelli-Drive의 위성항법 활용 장비

- CICAS-V 프로젝트의 경우 미국 DOT에서 진행하는 프로그램으로 2006년부터 2009년까지 교차로 충돌방지 및 운전자 경고 시스템 개발을 완료함
 - CAMP (Crash Avoidance Metrics Partnership) 산하 VSC2 컨소시엄 (Vehicle Safety Communications 2 Consortium)을 중심으로 GM, FORD, Honda R & D America, Mercedes-Benz R & D America, Toyota Engineering & Manufacturing America 5개 업체들과 버지니아 교통연구소 (VTTI, Virginia Tech Transportation Institute)가 연구를 진행하였음
 - CICAS-V 프로젝트의 주요 목적은 교차로에 접근하는 운전자에게 교통신호 위반 및 보행자 출현 등의 경고를 보내 운전자가 교차로 진입 시 적절한 행동을 할 수 있도록 도와주는 것임
 - 시스템 노변센서 차량감지, 위험 인식을 위한 프로세서 신호 시스템 메시지 표시, 운전자 경고 목적의 통신을 위한 인터페이스 등의 인프라기반 기술연구, DSRC (Dedicated Short-Range Communications)를 이용한 V2I 경고 및 데이터 통신연구 등의 활동을 함
 - GPS 모듈은 CICAS-V 프로젝트에서 아래 그림과 같이 Novatel 수신기를 사용한 DGPS 시스템이 활용됨



[그림 33] CICAS-V의 위성항법 활용 장비

(2) 유럽

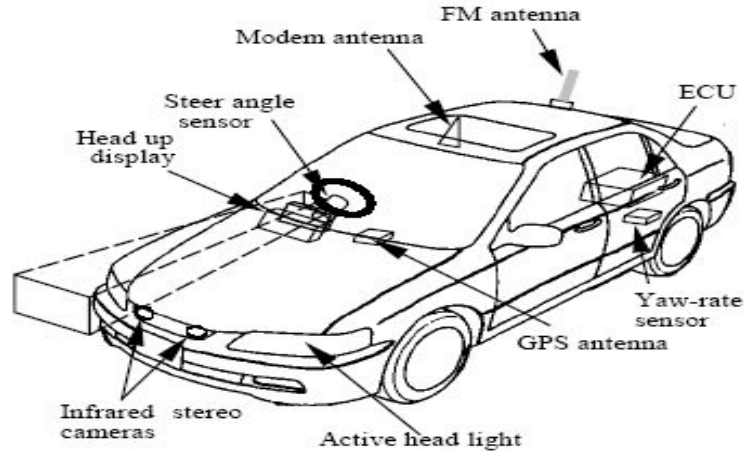
- 유럽의 육상교통 위치결정과 관련된 사업은 크게 COOPERS (Co-operative Systems for Intelligent Road Safety), SAFESPOT 및 CVIS (Cooperative Vehicle - Infrastructure System)사업의 총3개가 현재 진행 중임
- 이 중 SAFESPOT과 CVIS는 공동연구 형태로 진행 중이며 하위연구에는 COOPERS와 같은 연구가 진행 중에 있음
- SAFESPOT은 도로의 안전성을 향상시키기 위해 차량-차량 간, 차량-노변 간 통합협력시스템을 구축하기 위한 연구를 진행함
- CVIS는 CALM (Continuous Air Interface for Long and Medium Range) 표준을 활용하여 차량, 노변, 중앙시스템 간 협력을 통해 차량 내 실시간 도로상황 및 차량상태 정보를 수집하고 제공하는 신개념 양방향 서비스 제공을 목적으로 함
- COOPERS는 SAFESPOT의 안전개념과 CVIS의 협력시스템 개념을 모두 반영하여 차량과 도로인프라의 상호 연결을 추구함
- 운전자에게 다양한 실시간정보 제공하는 하기위한 COOPERS 사업의 최종목표는 끊임 없는 무선 통신 방식을 활용하여 차량과 도로 간의 상호 정보교환 시스템을 구축하는 것임
- COOPERS의 다양한 응용 서비스는 전용 OBU(On Board Unit)를 통해 제공되며, CALM 표준을 기반으로 다양한 통신방식을 수용하여 이용자에게 서비스 됨
- COOPERS 시스템을 사용하는 운전자는 매우 정확한 도로상황 정보를 실시간으로 제공 받아서 안전사고에 대비할 수 있을 것으로 예상됨
- 또한, 실시간 교통정보를 반영한 최적 경로, 도착시간 예측 정보 등을 제공받아 차량운행시간 단축과 교통 혼잡 해소, 탄소배출량 감축 등의 효과가 있을 것으로 예상됨
- 아래 그림은 COOPERS에 사용된 전용 OBU를 나타내고 있으며, 전용 OBU에는 위성항법 장비가 탑재되어 있으며 오도미터 (Odometer)를 함께 활용하여 차량의 위치결정에 활용하고 있음



[그림 34] COOPERS의 위성항법 활용 장비

(3) 일본

- 일본 국토교통성의 ASV (Advanced Safety Vehicle)는 일본의 ITS관련 기술개발 대표 사례로 1991년부터 진행되고 있음
- ASV 프로젝트는 자동차의 안전성 향상을 위한 전자장비 등의 신기술을 적용하여 교통사고방지와 그 피해절감을 목적으로, 1991~1995년에 제1기 ASV를 시작하여 2010년까지 제4기 ASV가 추진되었으며 2011~2015년까지 제5기 ASV를 추진 중임
- 첨단 안전기술을 탑재한 컨셉트카를 활용하여 도로에서 실증실험을 실시하였으며, 이륜차, 사륜차, 도로인프라, 차량과 시설물간 또는 차량간의 통신을 활용한 차량의 존재 유무정보를 획득함
- 본 프로그램을 통하여 추돌 및 충돌 방지 지원, 우회전시 충돌 방지 지원, 긴급 차량 정보 제공 지원 등의 기술을 개발하여 교통사고 방지 기술을 연구하였음
- 차량의 위치정보는 위성항법 DGPS를 사용하여 획득하며, DGPS 이외에 아래 그림과 같이 다양한 센서를 사용함



[그림 35] ASV의 위성항법 활용 장비

다. 국내외 시장 동향

- 미국의 경우 2019년까지 약 17조원의 교통류관리 관련 시장이 형성될 것으로 전망하고 있으며 국내의 자동차 보유 규모의 차이로 비교해 보면 약 1.4조 수준의 관련 잠재시장이 있다고 판단됨
(<http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/traffic-management.asp>)
- 미국, EU 등 선진국에서는 항공용/해양용 의사거리 기반 보정서비스를 위하여 위성항법보강시스템의 성능개선 및 도입을 추진 중임
 - 최근 미국은 보정정확도와 정보 전송측면에서 기술적 타당성 연구를 수행을 통해 위성항법 반송파 기반 보정서비스를 육상교통에 적용하려 하고 있음
 - EU는 2015년 자동차분야와 관련된 산업이 위성항법시장의 41%를 점유할 것으로 예측함
- 국제기구에서는 해양용 항법장비에 RAIM(Receiver Autonomous Integrity Monitoring) 기능의 강제 탑재를 추진하여 항법신호이상 현상에 대응함
 - EU는 해상항행안전성 확보를 위하여 e-Navigation 인프라 구축 기술연구를 진행 중임
- GPS 칩 가격하락에 따른 Mass Market화와 GPS 기능을 탑재한 휴대전화, 네비게이션, 노트북 등 단말기의 보급 확산에 따라 GPS 칩 시장은 2009년 기준 8천만개로 생산량이 증가하고 있음

○ 위성항법 분야에서 두각을 나타내는 세계의 주요 업체 및 분야는 다음과 같음

<표 10> 위성항법분야 주요 업체

업체명		분야
미국	Honeywell	<ul style="list-style-type: none"> • 항공용 SBAS 개발 • 항공기 착륙시 성능요구조건인 CAT I을 만족하며, CAT III를 만족시키는 GBAS 시스템 개발 진행 중
	Trimble	<ul style="list-style-type: none"> • 수신기 위주의 제품 개발 회사 • GPS RTK를 이용한 측량관련 제품 개발
	Raytheon	<ul style="list-style-type: none"> • 항공용 위성항법 보강시스템 개발 • CAT I를 만족하는 GPS 기반의 항공기 착륙 시스템의 무결성 제공 연구
	SIRF	<ul style="list-style-type: none"> • 다양한 항법 부품 및 응용 분야용 GPS 칩 셋 제조 • 경제성, 영구성 및 위치정확성 등을 제공할 수 있는 차량 탑재형의 개인항법시스템 내장 칩 개발
	Broadcom	<ul style="list-style-type: none"> • 유무선 통신 및 GPS 칩 셋용 반도체 분야의 선도제조업체
	Freescale	<ul style="list-style-type: none"> • 개인항법 부품 개발업체
캐나다	Novatel	<ul style="list-style-type: none"> • GPS 수신기 제조회사 • 위성항법 보강 시스템의 신호를 이용하여, 항법정보의 정확도와 무결성 향상을 위한 연구를 수행하며 관련 수신기를 개발 • 고성능의 측정시스템 측위기술 및 장비 보유
프랑스	Thales	<ul style="list-style-type: none"> • GPS/GLONASS 수신기 개발 • 위성항법신호 무결성 모니터링 스테이션 개발
스위스	Nemerix	<ul style="list-style-type: none"> • 저전력·고민감도를 갖는 RF 부품과 디지털 기반의 반도체 및 GPS 솔루션 등에 특화된 반도체 제조
	u-blox	<ul style="list-style-type: none"> • GPS/Galileo 복합 칩셋, 모듈 개발 • A-GPS 서비스 제공
	STMicroelectronics	<ul style="list-style-type: none"> • WAAS, EGNOS 등 정밀도 및 신뢰도 향상을 위한 GPS 칩 셋 개발 • GPS/Galileo에 적용 가능한 2m 이하의 Teseo 장비
네덜란드	NXP	<ul style="list-style-type: none"> • 저전력/단일칩 기반의 GPS 솔루션 제공
노르웨이	Navico	<ul style="list-style-type: none"> • 전문가용 선박, 항공기, 차량용 항법 장비 제조

○ 국내에서 제조·판매되는 일반 위성항법수신기는 외국산 칩 Set과 API를 이용하는 제품이나, 일부 군사용과 같은 특수목적용 위성항법 수신기를 생산하는 일부 업체가 존재함

○ 국내에서 생산되는 일반용 및 특수목적용 위성항법수신기의 경우, 위성신호 이상에 따른 문제 해결을 위한 대책을 갖고 있지 않으며, 국외와 달리 반송파 기반 보정관련 기능이 있는 위성항법수신기 개발이 이루어지지 않고 있음

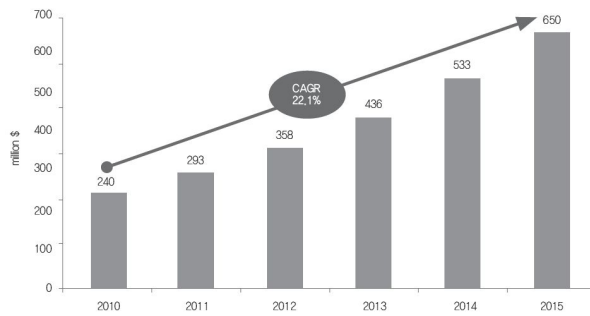
- 국내 위성항법기반 위치결정과 관련한 시장규모는 2010년 기준 약 16.6억 달러로 세계시장에서 차지하는 비율은 약 4.3%수준이며, 텔레메틱스, LBS, 측지·측량 분야 등이 가장 큰 시장을 형성할 것으로 전망됨
 - 텔레메틱스가 차지하는 국내 시장규모는 2010년 기준 약 6.3억 달러로, 차량항법 시스템의 활성화에 따라 향후 지속적으로 성장할 것으로 전망됨
- 차로구분 정밀측위를 기반으로 한 교통관리 및 정보체계는 새로운 교통산업 시장의 요구사항을 충족시켜 시장경쟁가능성이 있을 것으로 판단됨
- 본 기반기술은 스마트폰 애플리케이션을 통한 활용 등 신기술이 관련된 서비스 및 네비게이션 등 관련 하드웨어를 공급하는 산업과 연계되어있으므로 시장의 제품 및 수용성은 높은 것으로 판단되며 도입에 따른 기타 부작용은 없는 것으로 판단됨

<표 11> 국내 위성항법기반 위치결정 시장 산업분야별 시장규모

구 분	2009	2010	2011
시 스템	108,166	209,334	510,634
단 말	247,546	281,459	306,798
서 비 스	273,527	364,510	469,647
기 타	2,330	3,350	3,900
합 계	631,569	858,653	1,290,979

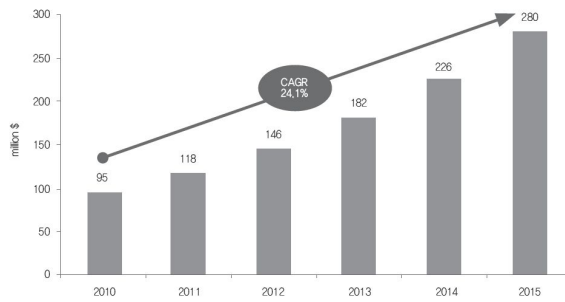
- 국내 시장은 초고속 통신망과 이동통신 기술을 기반으로 향후 위성항법기반 위치결정 시장이 지속적으로 성장할 것으로 전망됨
- 최근 ITS 시장에서 활발히 연구가 진행되고 있는 자율주행, 군집주행, V2V, V2I 기술 등과 위치결정기술을 활용한 교통서비스는 밀접한 관련이 있는 기술로써, 위치결정기술을 활용한 교통서비스 분야의 시장 동향을 검토하기 위해 ITS 시장 규모를 파악함
- 세계 ITS 시장규모는 2010년부터 연평균 22.1% 성장하여 2015년에는 650억 달러에 이를 전망이다
- 특히 낮은 임금 등의 제조업 기반과 IT 기술 등의 강점으로 인해 아시아 태평양 지역은 첨단교통 시장의 강국으로 부상하고 있으며, 2010년부터 연평균 24.1%

성장하여 2015년에는 280억 달러 규모에 이를 것으로 전망됨



[그림 36] 세계 첨단교통 시장규모

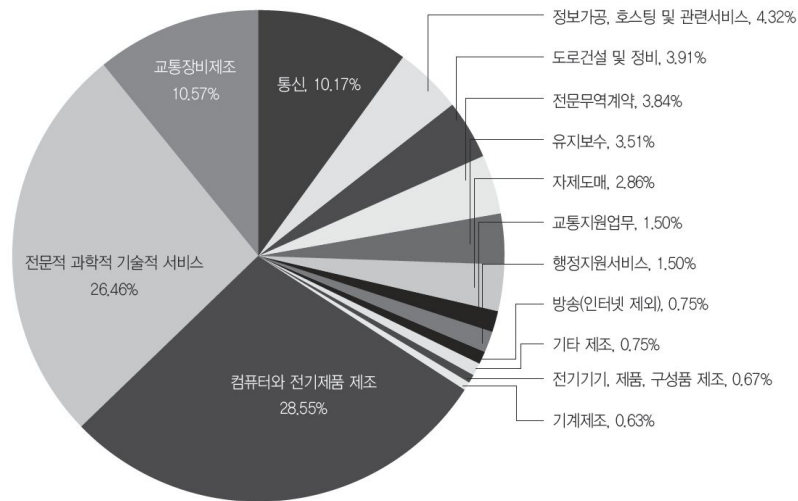
* 출처 : SBI(2011.2) Global Intelligent Transportation Systems Product Market)



[그림 37] 아시아 태평양 지역 첨단교통 시장 규모

* 출처 : SBI(2011.2) Global Intelligent Transportation Systems Product Market)

- 세계 ITS 시장은 정부의 투자와 민간의 시장참여로 인해 빠르게 성장해 나가고 있으며, 이중에서 도로교통부문은 95%를 차지하고 있음



[그림 38] ITS 관련 시장분야

* 출처 : ITS-America(2011.8) 발표자료

- 국내 시장은 2015년 441만 달러 규모로 성장할 것으로 예상되며, 관련 분야의 다양성으로 인한 시너지 효과가 클 것으로 판단됨

<표 12> 국내 ITS 시장규모

년도	2011	2012	2013	2014	2015	증가율(%)
규모	294.26	326.49	361.74	400.12	441.63	11.47

* 출처 : A Global Strategic Business Report('10.9)(Global Industry Analysis, Inc.)

- 교통흐름 개선, 효과적인 교통수요 관리 등을 통해 교통 혼잡 감소가 예상되며, 전국도로에 적용 시 혼잡·사고·물류비용이 절감되어 연간 11.8조원 이상의 사회적 편익이 발생할 것으로 예상됨⁴⁾
- 도로 등은 사회간접자본에 포함되므로, 국가 연구개발을 위한 지원과 산·학계의 연구가 앞으로 꾸준히 증가할 것으로 예상되며, 연구 결과를 통한 상용화 등으로 인한 꾸준한 시장의 성장이 기대됨

4) 삼성경제연구소

3절. 기술동향 및 전망

가. 일반 동향

(1) 위성항법기반 위치결정기술 동향

○ 국내 및 각국의 위성항법기반 위치결정기술을 정리하면 아래 <표 13>과 같음.

<표 13> 위성항법 기반 위치결정기술 동향

구분		내용
국내	DGPS (Differential GPS)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위성으로부터 지상물체의 위치 정보를 제공받는 시스템을 위성항법 시스템(GNSS: Global Navigation Satellite System)라 총칭 <ul style="list-style-type: none"> - 위치정보를 이용하여 속도를 계산할 수 있기 때문에 첨단교통시스템의 필수 구성 인프라임 ○ DGNSS(Differential GNSS)의 일종으로 GPS의 오차를 줄이기 위한 시스템을 DGPS라 총칭 ○ 국내에서는 주로 해양수산부의 시스템을 의미하는 용어로 사용 <ul style="list-style-type: none"> - 해양수산부의 DGPS 시스템은 17개의 기준국을 중심으로 운영되며, 선박 항해·연구·측량 등 특수 목적에 주로 이용됨 ○ 그러나 500만 원 이상의 높은 가격과 높지 않는 정확도 문제로 실제적인 활용이 어려움
	SBAS (Satellite Based Augmentation System)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 수신기와 위성간의 거리오차, GPS 위성궤도 및 시계오차, 전리층 지연 등과 관련된 정보를 정지궤도 위성을 이용하여 보정, 제공하는 시스템 ○ 항공기 항법지원을 목적으로 국토교통부에서 추진 중이며, 2014년부터 연구개발에 착수 ○ 육상교통에 SBAS를 적용할 경우 GNSS의 위치정확도가 향상되기는 하나, 차로구분 수준에는 미치지 못하는 것으로 판단됨 <ul style="list-style-type: none"> - 지구적도면에 놓여있는 SBAS 위성을 사용하므로, 장애물이 고도각 45도 이하에 존재할 경우 관측 불가함
미국	<ul style="list-style-type: none"> ○ 미국의 교통성은 차세대 항법을 목적으로 GPS RTK(Real Time Kinematic) 기반 차로구분 수준 위치결정 기술을 개발 중임 <ul style="list-style-type: none"> - 고가의 복합센서(레이저, GPS, 관성센서, 영상센서 등)를 활용하여 수 cm 정확도의 위치결정 정보 제공이 가능함 	
유럽	<ul style="list-style-type: none"> ○ 측지측량에 사용되는 반송파 기반 정밀 위치결정 기술을 육상교통에 적용 <ul style="list-style-type: none"> - 차로구분 수준의 위치 결정이 가능함 ○ 유럽연합의 연구개발 프로그램(FP7: Framework Program 7) GENEVA (Galileo/EGNOS Enhanced Driver Assistance)의 위성항법기반의 차로구분 수준의 위치결정 기술개발 연구 <ul style="list-style-type: none"> - 2010년을 시작으로 2년 동안 진행됨 - 고가의 장비를 활용한 GPS 반송파(2중 주파수)를 사용하여 개발지 기준 수 cm 정확도를 보임 	
일본	<ul style="list-style-type: none"> ○ 일본의 JAXA(항공우주연구개발기구)는 자국 QZSS(Quasi- Zenith Satellite System) 위성을 활용하여 차로구분 수준 위치결정 기술을 개발 중임 ○ 2007년부터 반송파 기반 정밀 위치결정 기술을 육상교통에 적용, 현재 개발지를 기준으로 차로구분 수준의 위치결정이 가능함 	

*출처: 위성항법 기반 교통인프라 기술개발 재기획 보고서

(2) 위치결정기술을 활용한 교통서비스

○ 국내의 위치결정 기술을 활용한 교통서비스에 대한 기술개발 동향은 아래 <표 14>에서 보는바와 같음

<표 14> 위치결정 활용 교통서비스

구분		내용
국내	U-Transportation 기반 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국토교통부 u-Transportation 연구단은 2006년부터 2012년까지 교통, 통신 분야 총 39개 기관이 참여하는 유비쿼터스 교통 환경 구현 목적 연구를 수행 ○ DGNSS를 위성항법 위치결정 방법으로 사용하며, 위성신호 송수신이 불가능한 지역에서도 위치결정이 가능하도록 하기 위해 관성 측정 장치인 IMU(Inertial Measurement Unit)를 함께 활용하였으나, 차로구분 수준 위치결정 시 평균 측정 오차(최대 10~25m) 문제가 존재하는 것으로 판단됨 ○ u-Transportation 기반 위치결정기술에서는 차로 판단 기술, 링크 주행 판단 기술, 돌발 상황 감지 기술, 차로변경 위험도 산정기술, 통행시간 예측기술 등을 교통서비스로 제공함
	한국도로공사 스마트 하이웨이 사업	<ul style="list-style-type: none"> ○ 2007년 국토교통부 '건설교통 R&D 혁신 로드맵'의 VC-10으로 선정되어 2014년까지 연구되었음 ○ DGPS와 차선 좌표를 연계한 주행로 이탈 경고 기술이 포함되어 있음 ○ 현재까지 주행로 이탈 경고시스템, 주행로 이탈 판정 프로그램 등이 개발되었으며, 자동차의 방향지시등과 경고시스템을 연계한 주행로 이탈판정 기술이 시험단계에 있음
	C-ITS (Co-operative ITS)	<ul style="list-style-type: none"> ○ 교통시스템의 구성요소 간 실시간 상호 연계(Cooperative)를 통해 안전하고 원활한 교통 활동을 지원하는 정보통신기술(ICT) 융합 시스템 ○ 도로인프라 또는 다른 차량과의 상호 통신을 통해 주변 차량정보를 사전 수집하여 위험상황에 대비할 수 있도록 하는 미래형 교통체계

*출처: 위성항법 기반 교통인프라 기술개발 재기획 보고서

나. 서비스 및 기술 수요 조사

(1) 서비스 수요 조사

<표 15> 국내 우선 추진 서비스 도입 방안

구분	어플리케이션 (서비스 명칭)	도입 가능지역			도입 시기			주요 통신 방식
		고속 도로	국도	시가지	1차	2차	3차	
1. 기본 정보 수집제공	위치기반 차량데이터 수집	○	○	○	○	○	○	V21
	위치기반 교통정보 제공	○	○	○	○	○	○	
	스마트(무정차 다차로) 통행료 징수(ETC)	○				○	○	
2. 안전(주의) 운전 지원	도로위험구간 정보제공	○	○	○		○	○	
	노면 상태, 기상정보 제공	○	○	○		○	○	
	도로 작업구간 주행 지원	○	○	○		○	○	
3. 교차로 안전 통행 지원	접근로 신호정보 제공 지원		○	○			○	
	교차로 이동류간 위험경고		○	○			○	
4. 대중교통 상용차량 안 전 지원	상용차 운행관리	○	○	○		○	○	
	옐로우버스(어린이 보호차량) 운행안내		○	○			○	
5. 교통약자 상시 Care	스쿨존, 실버존 경고 및 ISA(속도제어)		○	○			○	
	교통약자 충돌방지 지원		○	○			○	V2P
6. 차량 간 사고예방	차량 충돌방지 지원	○	○	○			○	V2V
	긴급차량 접근경고	○	○	○			○	
	차량 긴급상황 경고	○	○	○			○	

*출처: C-ITS 기술동향 조사 및 국내 도입방안 연구 (한국교통연구원, 2013)

(2) 기술 수요 조사

- 고도화된 C-ITS 서비스를 제공하기 위해 차로 구분 수준 위성항법 측위 기술 외에도 음영지역 내 정밀 측위 기술, LDM(Local Dynamic Map)기술, 빅데이터 기술, 자율주행 기술이 요구됨

<표 16> C-ITS 서비스 제공을 위해 추가로 요구되는 기술

구분	적용 분야
음영지역 보완이 가능한 음영지역 내 정밀 측위 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 위치기반 차량데이터 수집 및 위치기반 교통정보 제공 - 교차로 충돌사고 예방 지원 - 신호정보 제공 지원 - 옐로우 버스 운행 안내 - 스쿨존·실버존 경고 및 속도제어 - 도로 위험 구간 주행 지원 - 차량 충돌방지 지원 - 차량 긴급상황 경고 - 긴급차량 접근 경고 서비스
교통 및 환경 등 모든 정보를 포함한 데이터 베이스로서 LDM 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 위치기반 차량데이터 수집 및 위치기반 교통정보 제공 - 스마트 통행료 징수 - 도로 위험 구간 주행지원 - 노면상태 및 기상 정보 제공 지원 - 도로 작업 구간 주행지원 - 신호정보 제공 지원 - 옐로우 버스(어린이 보호차량) 운행 안내 - 상용차 안전관리 - 스쿨존·실버존 경고 및 속도제어 - 차량 긴급상황 경고 - 긴급차량 접근 경고
거대한 양의 데이터를 처리하고 분석할 수 있는 빅데이터 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 위치기반 차량데이터 수집 및 위치기반 교통정보 제공 - 도로 위험 구간 주행 지원 - 노면 상태 및 기상 정보 제공 지원 - 신호정보 제공 지원 - 상용차 안전관리 - 스쿨존·실버존 경고 및 속도제어 - 차량 긴급상황 경고
운전자원시스템을 위한 서비스 및 자율주행 관련 기술	<ul style="list-style-type: none"> - 운전 지원 시스템(ADAS)과 관련된 전 분야

*출처: 위성항법 기반 교통인프라 기술개발 재기획 보고서

다. 소요기술 현황 조사

(1) 음영지역 정밀 측위 기술

- 위성을 이용한 정밀측위 기술의 적용성을 높이기 위해서는 위성항법 장애 발생 지역의 측위 문제를 보완할 수 있는 기술이 필요함
- 관련기술
 - 차량 내부 센서 이용 기술은 차량 내부에 설치된 센서를 사용하는 기술로, 대상의 상대 위치 측정을 지원하기도 함
 - 전파 탐지 기술은 수신기와 송신기 사이의 신호 전달을 이용하여 위치를 측정하는 기술로, 측위 범위 확장 또는 독립 운용에 적용 가능함
 - 무선 네트워크 이용 기술은 기존의 별도 네트워크를 활용, 구성할 수 있는 무선 네트워크 기술을 이용하여 일정 범위 내에서의 위치 측정을 지원하는 기술임

<표 17> 음영 지역 내 정밀측위를 위한 기술

종류	기술명	정확도
차량 내부 센서 이용 기술	Dead Reckoning(DR)	운행거리의 2~4%
	Inertial Measurement Units(IMU)	운행거리의 1~2%
	Ranging and vision sensors	0.5m 이하
전파 탐지 기술	Locata	Centimeters
무선 네트워크 이용 기술	Bluetooth	Meters
	802.11 (Wi-Fi)	Meters
	Ultra Wide Band(UWB)	Centimeters
	Dedicated Short Range Communications(DSRC)	Sub-meter~meter

*출처: Vehicle Positioning for C-ITS in Australia, 2013

(2) LDM(Local Dynamic Map) 기술

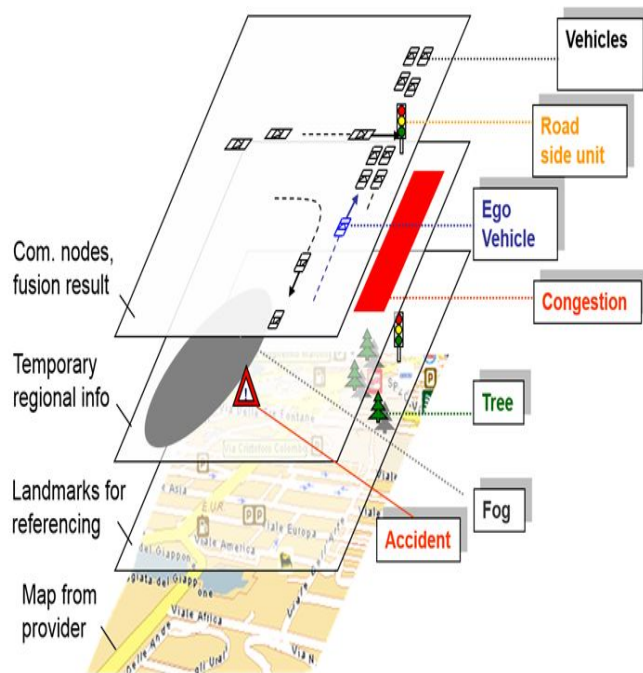
- LDM 기술은 지형정보, 위치정보, 상황정보를 매핑 데이터 베이스에 통합하여 보다 발전된 C - ITS 서비스를 제공하도록 하는 기반 기술임
- LDM은 아래 그림에서 보는 바와 같이 지도표시, 위치측정, 취차결정, 주행지원, 경로설계, 경로안내, POI정보접근의 총 7가지 기능을 제공함

Map Display (지도 표시)	Positioning (위치 측정)	Address Location (위치 결정)	Driving Support (주행 지원)
<ul style="list-style-type: none"> - 최종 사용자(end-user)에게 세부적인 공간의 지도를 보여주는 기능 - 특정 지역의 지점(point) 특징, 선(line) 특징, 공간(area) 특징, 지도 제작상의 부호나 글 등을 보여줌 	<ul style="list-style-type: none"> - 도로망의 경도와 위도와 같은 차량의 위치를 결정하는 기능 	<ul style="list-style-type: none"> - 위치를 결정하는데 사용되는 정보들에 접근이 가능한 기능 - 즉, 위치에 대해 묘사하거나(describing) 명명한(naming) 정보를 토대로 위치를 결정하는 것임 	<ul style="list-style-type: none"> - 안전한 도로 주행을 지원하기 위해 정보를 제공하는 기능
Route Planning (경로 설계)	Route Guidance (경로 안내)	Service/Points-of-Interest(POI) Information Access (POI 정보 접근)	
<ul style="list-style-type: none"> - 사용자가 지정한 장소부터 다른 장소까지의 루트를 결정하는 기능 - 도로망의 속성에 기반하여 루트가 계산됨 - 특히 Route Planning은 최종사용자가 최단거리나 유료도로제외와 같은 특정 기능을 추가한 루트 찾기를 지원함 	<ul style="list-style-type: none"> - 루트를 따라가기 위한 설명이나 지시를 순차적으로(step-by-step) 생성하는 기능 - 방향, 거리, 도로 이름, 사인, 랜드마크 등과 정지되거나 움직이는 모습들을(still or motion images) 보여줌. 또한, 회전 각도나 합류부, 도로 변경과 같은 정보들도 포함됨 - Route Guidance는 글자나 음성 또는 그래픽을 사용하여 나타냄 	<ul style="list-style-type: none"> - 운전자에게 유용한 정보나 루트를 위해 사용되는 출발지나 도착지와 같은 정보들에 접근이 가능한 기능 - 최종 사용자에게 서비스 데이터를 제공하며, Third Party Data(TPD) 또한 제공함 - TPD란 제 3자 조직이 제공하는 일련의 서비스 정보들을 의미함 	

[그림 39] LDM의 기능 및 그 특징

*출처: ISO/TS 17931

Layer 수준	정의
Layer 1 (Static maps)	최신 정보가 반영되지 않은 영구불변의 데이터
Layer 2 (Landmarks)	나무, 신호등과 같은 속성 정보 및 규정 속도 등을 포함하는 일시적 불변 데이터
Layer 3 (Temporary objects)	안개와 같은 기상정보 및 도로 공사 등과 같은 교통정보를 포함한 일시적 동적 데이터
Layer 4 (Dynamic objects)	차량 위치 정보 및 교통사고 정보와 같은 순간 동적 데이터



[그림 40] LDM의 Layer 구성

*출처: 「Co-operative ITS」 (APEC GNSS Implementation Team)

(3) 차량계적 빅데이터 기술

- 차량계적 데이터는 특정 시점에서 좌표계 값으로 표현되는 위치 데이터가 아닌, 차량의 이동 경로를 단위시간별 위치 정보로 연속 기록하는 데이터임
- 큰 용량, 빠른 속도 및 높은 다양성을 갖는 차량계적 데이터의 특성 상 이를 수집, 적용하기 위한 빅데이터 수집 기술이 필요함
- 빅데이터 관련기술은 아래 표에서 보는바와 같음

<표 18> 빅데이터 압축기술

데이터 압축방법	설명
코딩 기반 압축방법	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>데이터를 부호화(Encode) 하여 작은 용량으로 저장하고, 사용 전 이를 해석(Decode)함</p> </div> <div style="flex: 0.5; text-align: center;"> </div> </div>
샘플링 기반 압축방법	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>전체 데이터 중 특정 부분만을 추출하며, 추출된 데이터는 즉시 사용될 수 있음</p> </div> <div style="flex: 0.5; text-align: center;"> </div> </div>

*출처: Sometimes too big: Compressing trajectory(Ting Wang(SAP), 2014)

(4) 자율주행 기술

- 주요기술로는 안전 기술, 편의 기술, 융합 기술이 있음
 - 안전기술은 위험상황으로부터 운전자 및 탑승자를 보호하는 기술을 의미함
 - 편의기술은 정보 및 재미를 제공하여 운전자의 편의를 극대화하는 기술을 의미함
 - 융합기술은 그 외의 ITS 연계 기술을 의미함

○ 자율주행체계의 주요관련기술은 아래 <표 19>에서 보는 바와 같음

<표 19> 자율주행 주요기술

분류		세계최고 국가/기관	국내기술 수준(%)	비고
편의 기술	HMI	독일/ BMW	80	- 디스플레이 기술은 세계적 - 제스처 Haptic, 음성인식 기술에서 선진국과 격차 존재
	차량 상태 모니터링	독일/ BMW	95	- 차량상태 진단은 보편화된 기술 - 사소심각도 등은 미비
	운전자 정보제공 단말	일본/ TOYOTA	95	- 단말기 기술 세계적
	모바일 엔터테인먼트	일본/ TOYOTA	90	- 운전자 편의 어플리케이션 및 서비스 제공 시장 미비
	모바일 오피스	미국/GM	70	- 주행 등 모바일 오피스기술 및 시장 미성숙
안전 기술	주변환경인식	독일/ 컨티넨탈	85	- 레이더 및 Lidar 기술 선진국과의 격차 존재 - 비전 및 초음파 기술은 우수
	운전자 상태 인식	일본/ TOYOTA	85	- 아직 사용 수준에는 미달 - 운전자 상태인식 기술개발 활발
	수동안전 시스템	독일/BM W	95	- 수동안전시스템은 대부분 양산 중 혹은 양산 전 단계
	능동안전 경고/제어 시스템	독일/ Mercedes	85	- 다양한 시스템 생산 중 - 핵심부품은 해외기술에 의존
	통합안전 (반)자율주행	미국/ Google	80	- 선행연구 진행 중
융합 기술	차량내부 네트워크	독일/ Bosch	95	-대부분의 IVN 기술은 양산 수준 -EE-Architecture 등은 선진국과의 기술 격차 존재
	V2V/V2I 자동차 서비스 전용 통신	호주/ COHDA	75	- 국내 선행 개발 완료 - 차량 상용 적용단계까지는 시간이 필요
	전장시스템 기능안전	독일/ Mercedes	65	- 기술 도입 시기
	자동차용 SoC	미국/ Freescale	65	- 개발 사례는 존재 - 양산 사례는 거의 없음
	자동차용 임베디드 SW/HW	미국/-	65	- SW 및 HW는 해외부품/모듈에 기반 - 임베디드시스템 개발 및 어플리케이션 SW 기술은 보유

*출처: 표준기반 R&D 로드맵 스마트카(국가기술표준원, 2014)

4절. 특허조사 분석

가. 특허 동향 분석 개요

- 본 분석에서는 한국, 미국, 일본 및 유럽 공개/등록특허를 특허분석 대상으로 하여, 각 기술트리에 부합하는 유효특허를 추출하였고, 2014년 12월(검색일 기준)까지 출원공개 된 유효특허 총 1,888건을 분석대상으로 하였으며, 특허 검색을 위한 특허 정보 유료 WIPSON을 이용하였음

<표 20> 검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개·등록특허 (공개·등록일 기준)	한국	WIPSON	~ 현재 (2014.12)	특허공개 및 등록 전체문서
	일본	WIPSON		특허공개 및 등록 전체문서
	미국	WIPSON		특허공개, 특허공개(공표), 특허공개(재공표) 전체문서
	유럽	WIPSON		EP-A(Applications) 및 EP-B(Granted) 전체문서

<표 21> 분석대상 기술분류기준

대분류	중분류	소분류	검색개요 (기술범위)
위성항법 기반 교통인프라 기술 (A)	위성항법 위치결정 기술 (AA)	복합센서 활용 기술 (AAA)	센서와 위성항법신호를 융합하여 위치결정을 수 행하는 기술
		위치결정 도움 기술 (AAB)	위성항법 신호를 활용한 위치 결정 수행 시 이를 보조하는 기술
	음영지역 극복 기술 (AB)	전파적 음영지역 극복 기술 (ABA)	위성항법신호가 전달되지 않는 지역에서 전파적 인 방법으로 측위를 수행하는 기술
		비전파적 음영지역 극복 기술 (ABB)	위성항법신호가 전달되지 않는 지역에서 비전파 적인 방법으로 측위를 수행하는 기술
	서비스 기술 (AC)	차량계적 빅데이터 응용 기술 (ACA)	차량계적 빅데이터를 이용한 교통정보 및 안전고 도화 서비스 기술
		위성항법 기반 사고방지 기술 (ACB)	위성항법을 기반으로 하여 사고를 미리 예방하고 예측하는 기술

○ 유효 특허 조사 결과

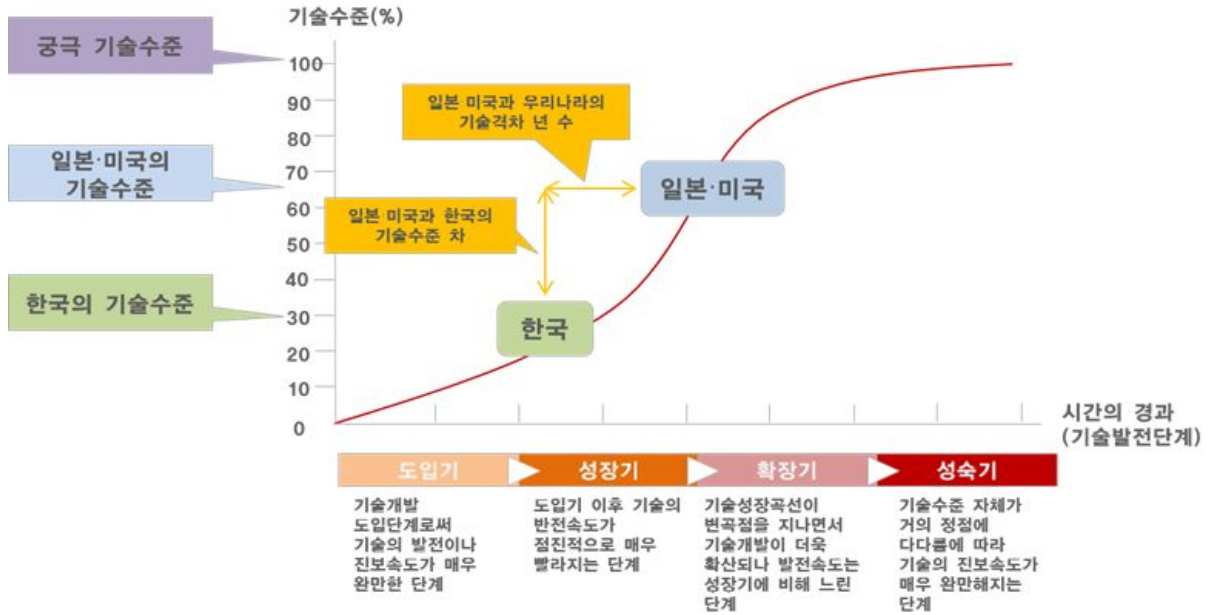
— 2014년 12년 기준 총 1,955건의 유효특허가 검색됨

<표 22> 유효특허 선별 기준 및 선별 결과

대분류	중분류	소분류	국내기술 수준(%)	비고				
				한국	미국	일본	유럽	계
위성항법 기반 교통인프라 기술 (A)	위성항법 위치결정 기술 (AA)	복합센서 활용기술 (AAA)	센서와 위성항법신호를 융합하여 위치를 결정하는 기술	158	120	154	46	478
		위치결정 도움기술 (AAB)	외부 요인에 의하여 위성항법 신호를 수신할 수 없는 경우 측정값, 위치값, 시각정보 등 위치결정에 도움이 되는 정보 일부를 이용하여 위치를 결정하는 기술	132	170	266	63	631
	음영지역 극복기술 (AB)	전파적 음영지역 극복기술 (ABA)	위성항법신호를 수신하지 못하는 지역에서 전파적 방법으로 이를 극복하여 측위를 수행하기 위한 기술	53	75	73	28	229
		비전파적 음영지역 극복기술 (ABB)	위성항법신호를 수신하지 못하는 지역에서 비전파적 방법으로 이를 극복하여 측위를 수행하기 위한 기술	48	45	42	12	147
	서비스 기술 (AC)	차량계적 빅데이터 응용기술 (ACA)	차량계적 빅데이터를 이용하여 교통정보 및 안전고도화 서비스에 활용하기 위한 기술	79	60	76	22	237
		위성항법 기반 사고방지 기술 (ACB)	위성항법기술을 기반으로 사고를 사전 예측하고 방지하기 위한 기술	69	90	57	17	233

○ 위성항법기반 교통 인프라 특허 동향

- 특허 동향 분석 결과, 1990년대를 기점으로 출원 건수가 꾸준히 증가하는 것을 확인할 수 있음
- 일본과 미국은 기술 표준선도국가로서 성장기에 진입한 것으로 판단됨
- 한국의 경우 초기 성장기로 활발히 성장 중인 것으로 판단됨

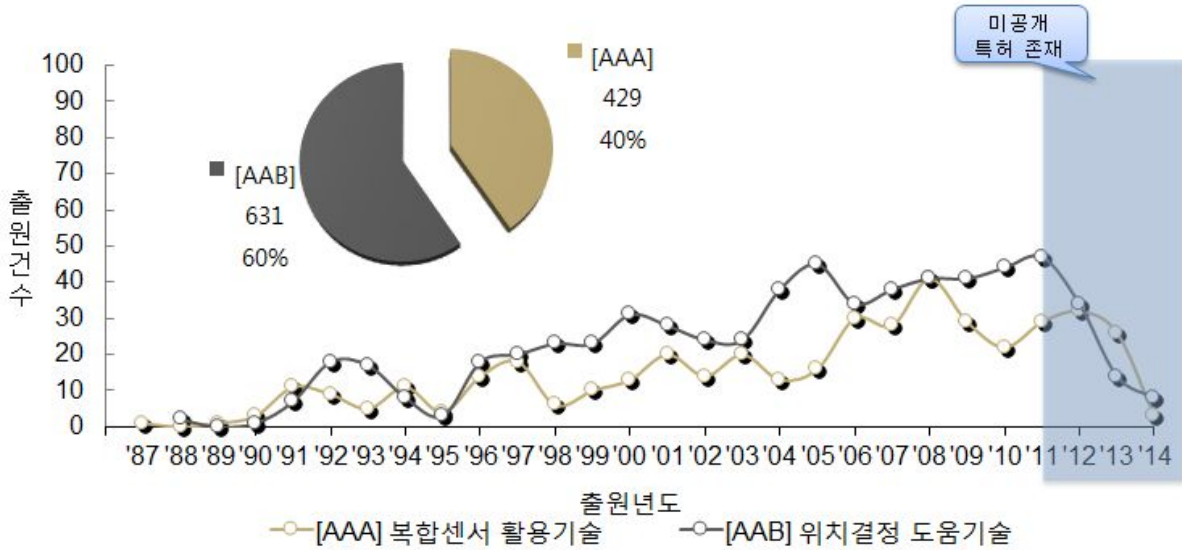


[그림 41] 기술 수준 그래프

나. 분야별 특허 분석

(1) 위성항법 위치결정기술

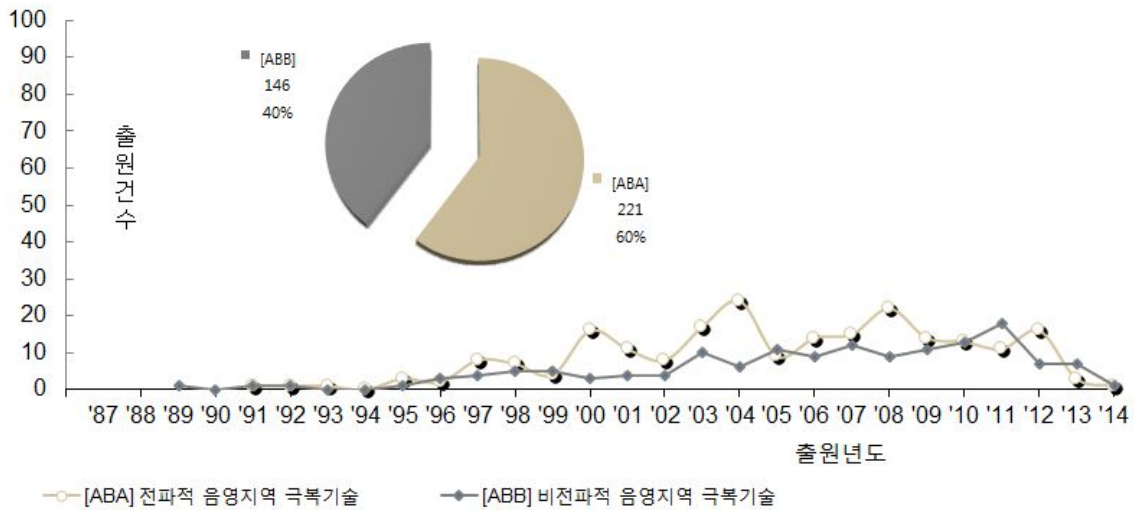
- 위성항법 위치결정 기술(중분류 AA)의 추세선을 살펴보면, 전반적으로 출원 건수가 증가하고 있으며 위치결정 도움기술이 복합센서 활용 기술보다 다소 점유율이 높은 것으로 나타남
- 이러한 출원동향은 위성항법을 기반으로 위치결정을 수행하는 기술에 있어서, 성능을 높이기 위하여 복합센서를 활용하고, 위성신호가 미약한 곳에서 위치결정을 수행하기 위해 위치결정 도움 기술에 대한 기술 개발이 활발히 진행된 것에 기인한 것으로 분석됨



[그림 42] 위치결정기술 추세선을 통한 출원증가율 분석 그래프

(2) 음영지역 극복기술

○ 음영지역 극복기술(중분류 AB)의 출원 동향은 음영지역을 극복하기 위한 기술에 있어서, 전파적으로 음영지역을 극복하기 위한 기술 분야가 비전파적으로 음영지역을 극복하기 위한 기술분야에 비해 우세한 영향에 의한 것으로 분석됨

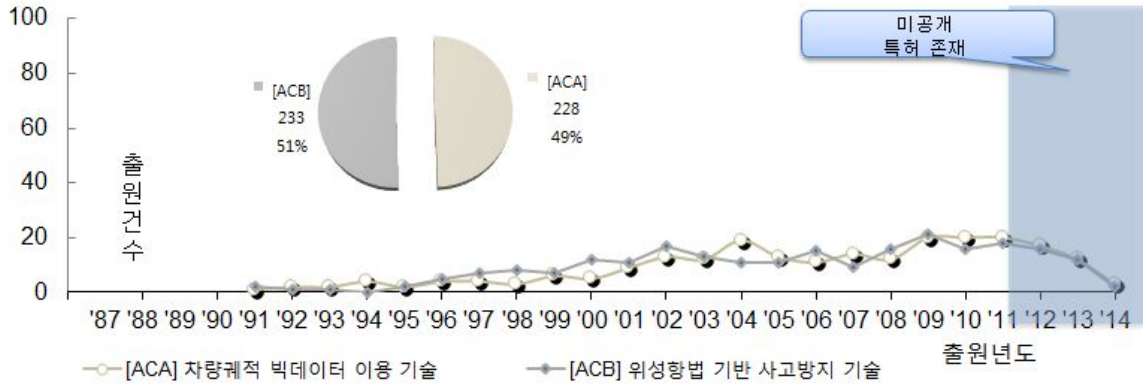


[그림 43] 음영지역 극복기술 추세선을 통한 출원증가율 분석 그래프

(3) 서비스 기술

○ 서비스 기술(중분류 AC)의 추세선을 살펴보면, 차량계적 빅데이터 이용 기술 및 위성항법 기반사고 방지 기술은 전반적으로 유사한 점유율 및 출원동향을 갖는 것으로 관찰되었음

- 이러한 출원 동향은 네비게이션 등을 통해 차량 궤적을 수집하여 빅데이터를 구축하여 이를 활용하는 기술과 위성항법을 기반으로 사고를 방지하는 기술에 대한 연구가 꾸준히 이루어지고 있는 것이 기인한 것으로 분석되며, 차량 궤적 빅데이터를 구축함으로써 위성항법을 기반으로 사고를 방지하는 기술 분야의 발전에 영향을 준 결과로 분석됨

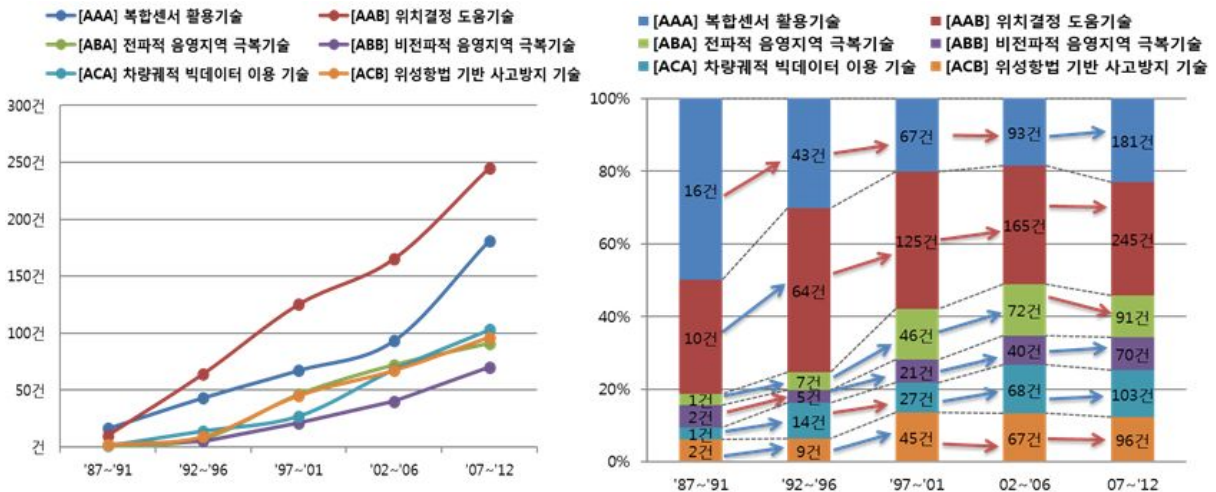


[그림 44] 서비스 기술 추세선을 통한 출원증가율 분석 그래프

(4) 세부기술 분석

○ 세부기술 동향

- 세부 기술의 출원 건수 분석 결과 지속적 성장세를 보이고 있는 것을 확인할 수 있음



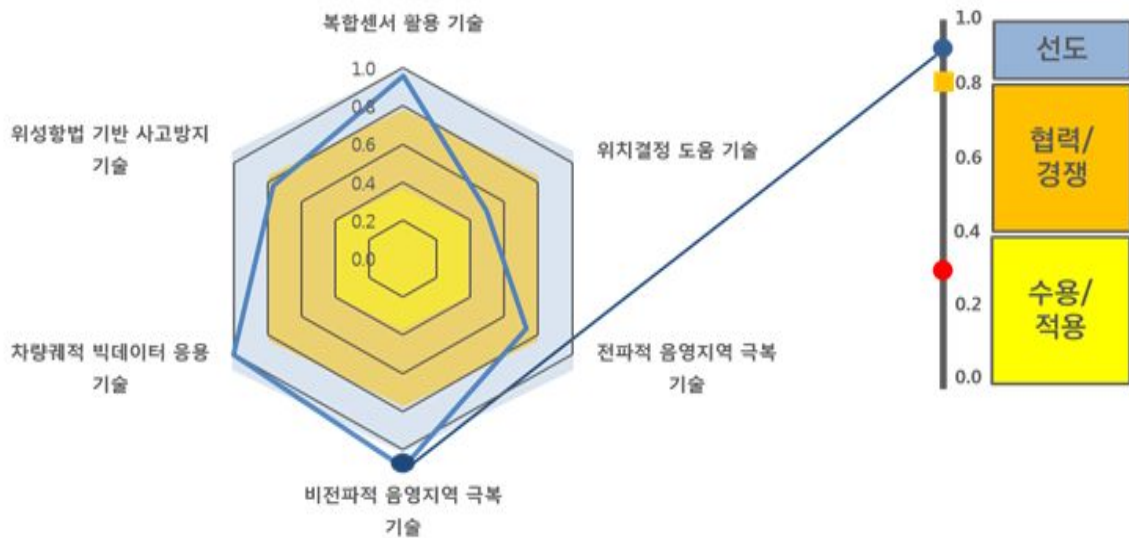
[그림 45] 세부기술의 구간별 출원 건수 및 상대점유율

- 위성항법 위치 결정 기술의 경우 특히 출원 건수가 지속적으로 증가하고 있으며, 안정적 성장기에 진입한 것으로 판단됨

- 음영지역 극복기술의 경우 출원 건수가 지속적으로 증가하고 있으며, 성장기 진입 단계에 있는 것으로 판단됨
- 차량계적 빅데이터 이용 기술 및 위성항법 기반 사고방지 기술의 경우 출원 건수가 증가하고 있으며, 성장기 초기에 있는 것으로 판단됨

○ 국내표준선도국가 대비 국내표준화수준

- 스타지수분석 모형을 차용하여, 소분류 별 기술표준에 있어 국제선도국가 대비 국내의 비율을 나타냄
 - 예를 들어 복합센서 활용 기술에 있어서, 일본이 특허 점유율이 34%로 1위임 (2014년 12월 기준). 이와 비교하여 한국은 33% 수준으로 선도국가 대비 0.96 배의 특허를 점유하였음을 의미함



전략 목표	의미
국제기술 선도	국내가 국제기술의 선도 및 부분 선도가 가능한 경우의 전략 목표
국제기술 협력/경쟁	국제기술이 미결정되어 전략적인 제휴나 경쟁이 치열한 경우의 전략 목표
국제기술 수용/적용	이미 성숙된 국제기술을 국내기술로 수용하거나 국내의 환경에 적합하게 adaption/modification하는 경우의 전략목표

[그림 46] 국제표준선도국가 대비 국내표준화수준

○ 기술장벽도 분석

<표 23> 핵심특허의 국가별 기술장벽도

중분류	핵심특허(등록(공개)번호)	기술장벽도				종합
		한국	미국	일본	유럽	
위성항법 위치결정 기술	US 8,571,789	無	上	上	上	上
	KR 1,231,534	上	上	無	上	上
	KR 1,133,335	上	上	上	上	上
	KR 1,119,704	上	無	上	中	中
	KR 1,470,694	中	無	無	無	下
	US 8,447,519	無	上	無	上	中
음영지역 극복 기술	JP 5,372,802	無	中	中	中	中
	KR 1,186,303	中	中	中	中	中
	KR 1,084,478	中	無	無	無	下
	KR 1,015,892	中	無	無	無	下
	JP 3,168,455	無	無	中	無	下
서비스 기술	KR 1,173,604	中	無	無	無	下
	KR 2014-0091170	中	無	中	無	下
	KR 1,484,308	中	無	無	無	下
	JP 5,598,526	無	無	中	無	下
	KR 1,421,998	上	無	無	無	下
	JP 5,468,986	無	無	中	無	下
	JP 4,617,723	無	無	上	無	下
	KR 0,603,711	中	無	無	無	下

3장. 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절. 연구개발과제 목표

1. 비전 및 목표

- 본 과제의 최종 목표인 ‘미래 육상교통 시스템의 안전성과 효율성을 증대시키기 위하여 위성항법 활용의 위치정확도와 신뢰도를 차로구분 수준까지 향상시킬 수 있는 교통인프라 기술’의 원천기술을 개발한 1단계 연구에 이어 2단계에서는 적용성을 높이기 위하여 우선 다중클러스터 확장 등의 교통항법인프라를 확대하기 위한 적용기술을 개발, 기반기술을 안정화하여 유용성을 높임
- 교통인프라와 차량탑재센서를 통해 자율주행 차량의 측위 및 고가하부와 터널 등 음영지역의 정밀측위 가용성을 높임
- 연속류 및 단속류에서의 차로구분 수준 실시간 정밀측위 차량계적 데이터가 활용된 기술적용을 위한 자료수집 및 실시간 정보 가공 및 관리기술을 개발하여 기술 실용성을 높임
- 미래 육상교통 시스템의 위치정보 기반 안전성 및 효율성 향상을 위한 차로구분 수준의 위치결정 정확도 확보 원천기술을 개발한 1단계 연구에 이어 2단계에서는 이를 실용화하기 위하여 구축효율성 극대화를 위한 기존 위성항법수신국(국토지리원 상시기준국)를 활용하여 전국단위서비스를 가능하도록 하는 적용기술을 개발하고 기존 단일위성항법시스템(GPS)에 제한되었던 보정정보 제공을 다중위성항법시스템(GPS, GLONASS 등)으로 확대하여 제공함으로써 안정성 및 활용도를 증대함
- 미래교통시스템의 지향점인 자율주행차량에서 가장 중요한 것은 3차원 공간상에서 위치정보의 정확도 및 신뢰도이다. 특히 위성항법신호 열악 및 음영지역에서의 위치정보 정확도 및 신뢰도를 높여 가용성을 향상시키는 연구는 본 다중클러스터 지원 위성항법기반 교통 인프라 연구 성과를 극대화할 수 있음

비전
<ul style="list-style-type: none"> • 미래교통시스템 위치기반 안전성 및 효율성 향상을 위한 다중클러스터기반 위치결정 인프라 기술 개발
목표
<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상시기준국을 활용한 전국단위 서비스 실용화 기술 개발 • 도심 및 터널 등의 위성항법신호 단절구간에서 연속적인 차로구분 수준의 위치결정 성능확보를 통한 가용성 증대를 위한 차량최적화 위치결정 정확도 향상 기술 개발
핵심연구 분야
<ul style="list-style-type: none"> • 상시기준국(국토지리원) 위성항법신호 분석 기술 • 전국단위 보정정보 이용을 위한 클러스터간 연속성 유지 기술 • 차량기반 차로구분 수준 위치결정 정확도 유지 기술
Needs
<ul style="list-style-type: none"> • 기존 상시기준국을 활용하는 전국단위 인프라정보 생성 기술 개발 • 자율주행차량에서 요구되는 정확도 제공 • 위치결정 정확도 및 가용성 향상을 위한 기존 교통시스템의 개선 방안 제시

2. 연구개발 과제의 목적

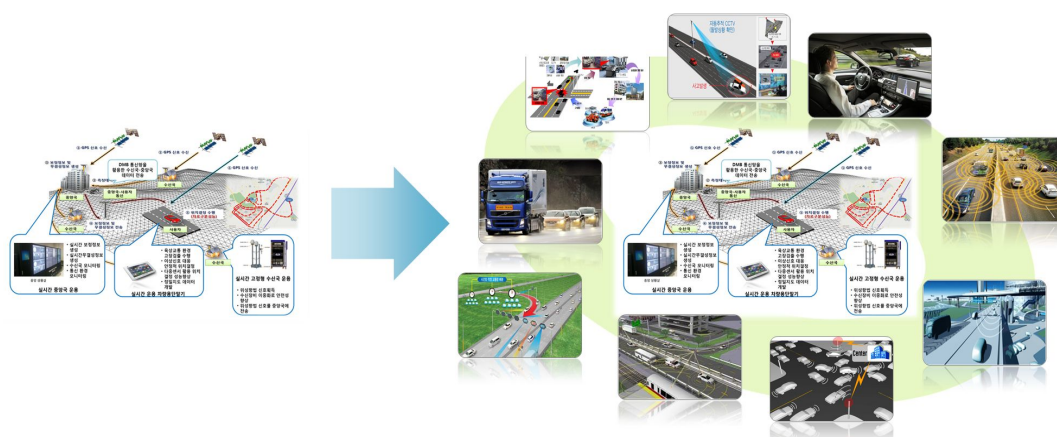
위성항법기반 교통인프라 기술개발 연구개발 목표

- 미래 육상교통 시스템의 안정성과 효율성을 증대시키기 위하여 위성항법 활용의 위치정확도와 신뢰도를 향상시킬 수 있는 교통인프라 기술의 개발
- 다중기준국 위성항법 반송파 기반 차로구분 수준의 위치결정 기술 개발
 - 다중기준국 활용 신호감시를 통한 위치정보의 신뢰성 향상 기술 개발
 - 위성항법기반 육상교통 분야 위치결정 표준화 기술 개발

차로구분 정밀위치결정 교통인프라 기술 실용화 연구개발 목표

- 육상 교통 안전성과 효율성 증대를 위한 차로구분 수준 정확도를 갖는 위성항법 기반 정밀위치결정 교통인프라 실용화 기술 및 첨단 육상교통체계 적용 기술 개발
- 위성항법기반 교통 인프라 확대 및 안정화 연구
 - 육상교통에서의 정밀측위 가용성 향상을 위한 연구
 - 차로수준 정밀측위 기반 실시간 교통 관리 및 정보체계 적용성 향상 연구

- 본 과제에서 개발되는 차로구분 정밀위치결정 교통인프라 기술 실용화 연구를 통해 관련 첨단교통물류과제들과의 연계 및 상생발전을 도모하고, 효율성을 제고함

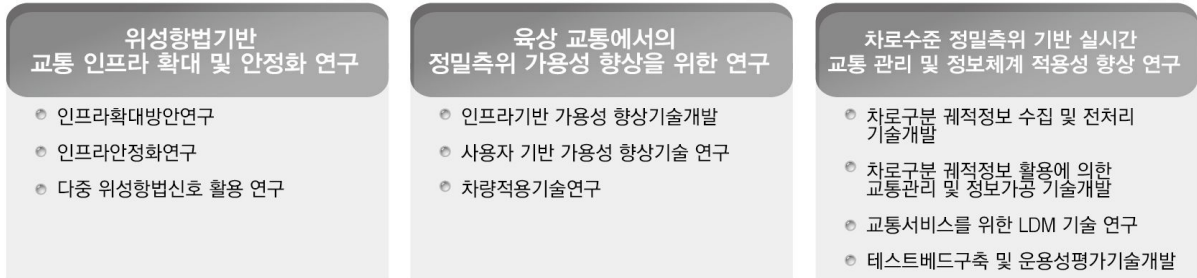


[그림 47] 위성항법기반 교통인프라 기술과 첨단교통물류사업의 연계방안

* 출처 : 위성항법기반교통인프라기술개발 재기획 보고서 (2013)

3. 연구의 기본방향

○ 본 연구의 기본방향 및 연구내용은 아래 그림 및 표와 같음



[그림 48] 차로구분 정밀위치결정 교통인프라 기술 실용화 연구 개념도

<표 24> 연구 목표 및 주요 연구내용

연구목표	주요연구내용
인프라 확대 방안 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 상시기준국 활용 확장클러스터 설계 및 상시기준국 보완 사항 도출 • 클러스터 확장을 위한 주요 상시기준국 신호환경 감시 시스템 제작 및 관리 • 상시기준국 활용 확장클러스터 지역제어시스템 및 통합 운영시스템 제작 및 관리 • 전국확대를 위한 상시기준국 위성항법데이터 분석 및 전국클러스터 구성안 도출 • 상시기준국 활용 전국서비스를 위한 비용분석 • 클러스터간 측위 연속성 방안 제시 및 검증
인프라 안정화 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 클러스터기반 미지정수 기법 안정화 • 상시기준국 활용 다중클러스터 교차기반 보정정보 생성 안정화 기술 개발 • 다중클러스터기반 미지정수 추정속도 향상기술 개발 • 다중클러스터기반 정밀측위 신뢰성 요구조건 설정 • 다중클러스터기반 보정정보 신뢰성 향상 및 확보 기술
다중 위성항법신호 활용 연구	<ul style="list-style-type: none"> • 다중 위성항법신호 기반 보정정보 생성기술 • 다중 위성항법신호 기반 무결성 생성기술 • 다중위성항법과 다중주파수 결합 정밀위치결정기술
인프라기반 가용성 향상 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> • 지상 전파기반 정밀측위 기술 조사 및 적용성 연구 • ITS 인프라기반 차량 감시정보활용 정밀측위 가용성 향상기술 연구 • 지형지물기반 정밀측위기술 조사 및 적용성 연구

	<ul style="list-style-type: none"> 3차원 지도기반 위성항법신호 가용성 및 품질 판단기법 연구
사용자 기반 가용성 향상 기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> 차량탑재 복합센서기반 가용성 향상 기술 개발 전자지도를 이용한 정밀측위 향상 기술 개발 ITS 단말용 통합 차량 측위 시스템 개발 GPS 보정정보와 전자지도기반의 보정정보 가용성 유지 기술 개발 음영지역 탈출 후 신속한 정밀위치 결정기술 개발
차량 적용 기술 연구	<ul style="list-style-type: none"> 차량안전표준 분석 및 적용방안 연구 차량연계를 위한 정밀측위모듈과 차량간 통신방안연구 차량용 정밀위치결정 단말기 표준안 연구 정밀측위모듈과 차량보유 센서 및 제어정보 결합 측위 표준안 연구
차로구분 궤적정보 수집 및 전처리 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 차로구분 궤적 빅데이터 구축 및 운영/관리 기술 개발 IOT 연계 도로센서 정보 수집 기술 개발 V2X 연계 주행상황정보 수집 기술 개발 복합 이벤트 처리를 활용한 전역 도로망 궤적데이터 전처리 기술 개발 시/공간적, 상시적/비상시적 교통혼잡 유발인자 추출 및 가중치 생성, 상관도 분석 기술
차로구분 궤적정보 활용에 의한 교통관리 및 정보공개 기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 차로구분 궤적 정보기반 연속류 돌발상황 자동감지 기술 개발 차로구분기반 차량 안전유도관리 기술개발 차로기반 통행시간 산정 및 정밀경로안내 기술개발 차로구분 궤적 정보의 단속류 관리부문 적용 기술개발
차로구분 교통서비스를 위한 LDM 구현 기술개발 연구	<ul style="list-style-type: none"> 차로기반 교통서비스 요구 데이터 설계 차로기반 교통서비스를 위한 LDM 구현 기술개발 대상 서비스 제공을 위한 LDM 운영 및 유지관리 기술개발 차로기반 교통서비스를 위한 LDM 표준화 기술개발
테스트 베드 구축 및 운용성 평가기술 개발	<ul style="list-style-type: none"> 고정밀 측위기술의 서비스 / 기술 표준화 및 성능평가 기준(안) 개발(성능실험 포함) 차로구분 교통서비스 구현 테스트 베드 구축 및 운영평가

2절. 기술개발에 따른 미래상

AS-IS	TO-BE
<ul style="list-style-type: none"> • 전국서비스를 위한 구축비용 절감 방안 부재 - 신규구축 시 투자대비 편익 비율 저하 • 기존 DGPS 시스템은 차로구분수준의 측위 정확도를 취득하기 위해서는 고가의 위성항법수신기가 사용됨 - 기존 DGPS는 1~3미터의 정확도 제공 - 차로구분수준 측위 정확도 획득을 위해서는 수백~수천만원의 수신기 사용 	<ul style="list-style-type: none"> • 기존 인프라를 활용한 구축비용 절감 - 투자대비 편익 비율 향상 - 국가인프라 활용도 증대 • 저가의 위성항법수신기를 사용하여 차로구분수준의 측위 정확도 획득 가능 - 1미터 이하의 정확도 제공 - 상용차 적용을 위한 단가 상승요인 제거를 통한 보급화 가능성 향상
<ul style="list-style-type: none"> • 개활지 또는 위성항법신호 가용지역에서는 측위 정확도를 보장하지만 터널 등과 같이 위성항법신호 음영지역에서는 차로구분수준 정밀위치결정 정보 획득 불가 - 차로구분 수준의 위치결정 정확도의 연속성 확보 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> • 끊임없는 차로구분수준의 정밀 위치결정 정확도 제공을 통해 연속적인 고정밀 서비스 가능 및 향후 자율주행 차량을 위한 지속적인 정밀위치결정 정확도 제공 가능 - 도로시스템기반 및 차량센서기반의 음영지역의 극복을 통해 자율주행차량의 신뢰도 유지에 기여
<ul style="list-style-type: none"> • 첨단교통서비스 구현을 위한 적정 수준의 측위 정보를 제공하지 못함 - 차로 수준이 아닌 도로 수준(Road-Level)의 측위정보만을 제공함 - 차로 수준의 측위정보를 요구하는 첨단교통서비스를 구현하기 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> • 고차원적인 첨단교통서비스 제공이 가능 - 기존 측위정보제공과 차별화된 차로구분수준(Lane-Level)의 정보를 통해 다양한 첨단교통서비스 제공이 가능함 - 빅 데이터(Big data)나 LDM(Local Dynamic Map)과 같은 신기술과의 융합을 통해 개별차량에 대해 정밀도 높은 실시간 교통정보를 제공하고 장차 자율주행 서비스 차량을 위한 지원에 기여함

3절. 연구개발과제 구성

1. 후보과제 도출 및 정의

가. 기술수요조사 개요

(1) 기술수요조사 목적

- 본 기획과제에서는 후보과제 도출을 위해 기술수요 조사를 실시함
- 본 과제의 기술수요조사 목적은 차료구분 정밀위치결정 교통인프라 기술 실용화를 위해 연구의 필요성이 높을 것으로 예상되는 기술을 개별 단위 기술과제 수준에서 도출하는 것임
- 즉, 기술개발의 우선순위를 파악하고 기술개발과제 간의 효율적인 자원배분 방안을 마련하기 위한 사전 조사에 해당됨

(2) 기술수요조사 활용효과

- 기술수요조사 결과를 활용한 기술분류체계, 동향 및 환경 분석 보완
- 향후 중점추진분야 선정 및 수행과제 선정에 활용
- 중점추진분야별 후보기술 발굴자료로 활용

(3) 기술수요조사 수행

- 기술수요조사는 산·학·연 전문위원들로 구성된 기획위원회를 통하여 이루어짐
- 기술수요조사 내용은 서비스 요구사항, 기술 요구사항, 기술중점분야 및 과제, 기술수요제안서 등으로 구성되어 있음

구분	내용
조사기간	2015년 2월 16일(월) ~ 3월 6일(금)
조사대상	참여연구진 및 자문단, 기획 전문위원
응답 수	30건
조사방법	기획위원회 및 서면회의, 메일을 통한 설문조사

나. 기술수요조사 결과

(1) 기술수요조사 결과 분류

- 회신된 기술수요조사서 취합 후, 기술수요조사서를 항목별로 분류하여 정량적으로 검토함
- 중점추진분야별 수요조사 결과에 따르면, 아래 표에서 보는 바와 같이 육상교통에서의 정밀측위 가용성 향상 기술에 대한 수요조사가 전체의 43.3%를 차지함

<표 25> 중점추진분야별 수요조사 결과

구분	중점추진분야			계
	위성항법기반 교통 인프라 확대 및 안정화	육상교통에서의 정밀측위 가용성 향상	차로수준 정밀측위기반 실시간 교통관리 및 정보체계 적용성 향상	
응답 수	8	13	9	30
비율(%)	26.67	43.33	30	100

(2) 기술수요조사 상세내용

- 기술수요 상세내용 및 세부 항목에 대한 내용은 아래의 표와 같음

<표 26> 기술수요조사 상세내용

No.	중점 추진분야	제안 연구내용	연구개발 최종성과물
1	과제 1	<ul style="list-style-type: none"> • 인프라 확대 방안 - 교통항법인프라의 활용도를 높이기 위한 인프라 확대 방안 연구 필요 - 상시기준국 활용 확장클러스터 설계 및 관리 시스템 제작 - 전국 확대를 위한 구성안 제시 및 연속성 방안 검증 	<ul style="list-style-type: none"> • 다중클러스터기반 지역 제어 시스템 및 통합운영 시스템
2		<ul style="list-style-type: none"> • 인프라 안정화 - 클러스터기반 미지정수기법 안정화 - 다중클러스터기반 보정정보 생성, 보정정보 신뢰성 향상 연구 	<ul style="list-style-type: none"> • 다중클러스터기반 보정정보 생성 S/W

3		<ul style="list-style-type: none"> • 다중 위성항법신호 활용 - 다중 위성항법신호 기반 보정정보, 무결성 생성 기술 - 다중 위성항법과 다중주파수를 결합한 정밀위치결정 기술 확보 	<ul style="list-style-type: none"> • 다중 위성항법신호 활용 보정정보 및 무결성 정보 생성 S/W
4	과제 2	<ul style="list-style-type: none"> • 인프라 기반 가용성 향상기술 - 지상 전파측위 인프라 기반의 정밀 위치결정 향상 기술 - ITS 도로시스템 기반 차량 감시정보를 활용한 정밀 위치결정 성능 향상 - 지형지물 및 3차원 정밀지도를 이용한 위성항법신호 품질판단 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 도로 시스템 기반 위치결정 시스템 • 인프라 기반 위치결정 S/W
5		<ul style="list-style-type: none"> • 사용자 기반 가용성 향상기술 - 차량탑재 복합센서를 활용한 가용성 향상기술 개발 - 전자지도기반의 정밀측위 정확도 향상기술 개발 - 음영지역 진출입에서의 정밀위치결정 유지 및 재결정 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 위성항법기반 교통인프라 활용 차량탑재용 복합항법단말기
6		<ul style="list-style-type: none"> • 차량 적용 기술 - 차량 안전표준에 부합하는 정밀측위모듈 성능 표준안 제시 - 차량과의 연계성 증대를 위한 정밀측위모듈과 차량간 통합 표준안 제시 	<ul style="list-style-type: none"> • 정밀측위모듈 성능 및 통신 표준안
7	과제 3	<ul style="list-style-type: none"> • 차로구분 궤적정보 수집 및 전처리 기술 - 차로구분 수준의 궤적정보는 빅 데이터의 특성을 보이므로, 기존의 로그 데이터나 구간 데이터와 달리 수집 기술과 전처리 기술이 요구됨 - 궤적 빅 데이터 구축 및 운영 관리 기술 개발 - 분산처리, 상관도 분석 등 전처리 기술 개발 - IOT 연계 도로센서 정보 수집 기술 개발 - V2X 연계 주행상황정보 수집 기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 차로기반 차량 궤적정보 정보수집
8		<ul style="list-style-type: none"> • 차로구분 궤적정보를 활용한 교통관리 및 정보가공 기술 - 전처리된 정보를 토대로 교통관리에 활용할 수 있도록 정보 가공 - 그 외 개인 사용자가 사용할 수 있도록, 차량 안전 유도관리, 정밀경로안내 등 정보 가공 및 제공 	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 서비스제공 S/W
9		<ul style="list-style-type: none"> • LDM(Local Dynamic Map) 구현 기술 - 차로기반 교통서비스 구현을 위한 데이터를 고정밀 지도 기반으로 운영하는 LDM 설계/구축/운영/유지관리에 	<ul style="list-style-type: none"> • LDM 규격서 • LDM 운영지침

		필요한 기술개발 - 교통류 특성과는 무관하게 차로기반 교통서비스 제공에 기여할 수 있도록 LDM 표준화	
10		<ul style="list-style-type: none"> • 테스트 베드 구축 및 운용성 평가 - 차로구분 교통서비스 시연 - 실수요자들을 대상으로 한 성능실험을 통해 서비스 및 기술 표준화 및 성능평가 기준(안) 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 테스트 베드 센터 시스템 및 현장시설물

다. 기획위원회 및 전문가 세미나

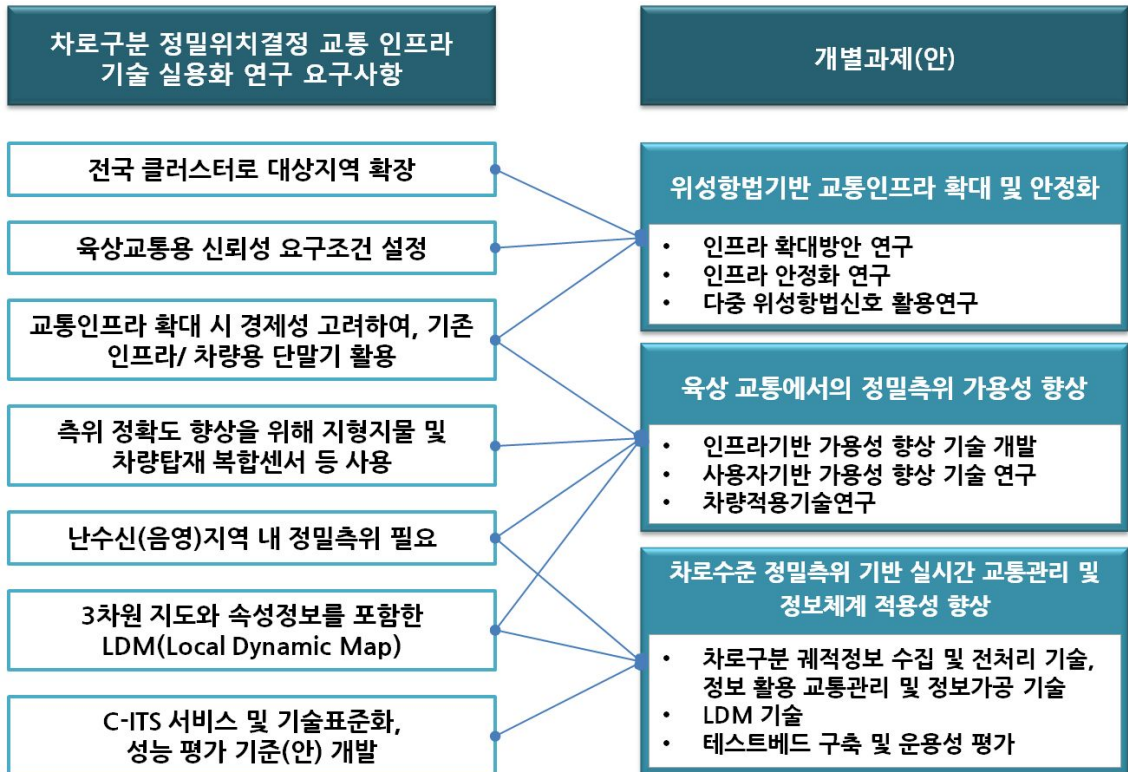
- 본 기획과제에서는 다양한 분야와 기관의 이해관계자 및 관련 전문가를 포함한 기획위원회를 구성하여 교통 시뮬레이션 관련 학술기관 외에 유관기관, 산업계, 연구소 등의 요구사항을 수렴하여 과제를 구성하였음
- 기획과제 연구기간 중 총 5회의 기획위원회 및 전문가 세미나를 통해 개별과제, 단위과제들을 구성하였으며, 다양한 분야 전문가의 의견을 종합하여 과제를 도출함
- 본 기획과제에서는 수요조사와 별도로 과제 세부아이템 및 요구사항 도출을 위해 관련 전문가에게 관련 현황 및 기술 세미나를 실시함

<표 27> 기획위원회 내용 및 전문가 세미나 내용

순번	일자	기획위원회 의견	반영사항
1	2014. 08.08	<ul style="list-style-type: none"> • 측위관련 C-ITS, ADAS Application 요구사항은 기존 연구사례에서의 결과를 활용할 수 있음 • 타 사업과의 차별성을 위해 인프라와 연동하는 형태의 새로운 기술개발 방안 검토 필요 • 음영지역 극복 기술 조사 필요 • 측위정보, 정밀지도 정보 등의 운영, 관리, 권한에 대한 검토 	<ul style="list-style-type: none"> • 현황 분석에 기존연구 사례 활용 • 타 사업과의 차별성 제시를 위한 인프라 연동 전략 제시 • 음영지역 극복 기술 종류별 조사 • 공공재 성격의 측위정보, 정밀지도, 차량 정보 실용화를 위한 운영, 관리, 권한에 대한 연구
2	2014. 09.30	<ul style="list-style-type: none"> • 단말기 측에서 측위 정보를 계산하는 방식을 통해 위치 정보를 획득하는 방안 연구 필요 • congestion 및 고속주행 상황에서의 측위 정확도 검토 • 터널 지역 및 음영지역에서의 정밀 측위기술 개발 	<ul style="list-style-type: none"> • 차량 속도 변화에 따른 측위오차 극복 연구 • 음영지역에서의 주변 인프라 활용을 통한 정확도 향상 연구
3	2015. 02.12	<ul style="list-style-type: none"> • 서비스 제공 측면 개별과제 의견 수렴 및 필요성 언급(빅데이터, LDM) 	<ul style="list-style-type: none"> • 차량 궤적 빅데이터 정보 전처리 및 가공 기술 연구 • 차로기반 교통서비스에 맞는 LDM 구성 방안 모색
순번	일자	이름 (소속)	주요내용
1	2015. 01.21	정재승 (현대 MnSOFT)	<ul style="list-style-type: none"> • LDM 소개 • 국내 LDM 현황 소개 • 해외 LDM 표준 동향
2	2015. 03.19	김도윤 (위드로봇)	<ul style="list-style-type: none"> • 도로표지판 및 노면표지 인식을 통한 차로구분기술

2. 연구개발과제 선정 및 조정

- 앞서 수행한 관련연구비고찰 및 현황조사, 특허조사, 분야별 전문가 브레인스토밍 등을 통하여 위성항법 교통인프라 실용화를 위한 요구사항을 도출하였으며, 아래와 같이 요구사항에 따른 개별과제(안)들을 도출함



[그림 49] 연구 개발과제 선정 및 조정

3. 연구개발과제 구성

- 앞서 도출된 개별과제(안)에 대하여 내부연구진 및 기획위원회 전문가, 외부 전문가들의 의견수렴을 통해 과제를 구성하였음

○ 위성항법기반 교통 인프라 확대 및 안정화 연구

— 인프라 확대를 위한 다중클러스터 구성 방안 연구

- 상시기준국을 활용한 보정정보 정확성 및 신뢰성 분석 연구
- 상시기준국을 활용한 다중클러스터 적용 및 연계방안 연구
- 전국단위 구축을 위한 클러스터 형태 및 비용 분석 연구

- 다중클러스터 구성을 위한 기술개발
 - 다중클러스터 구성을 위한 통합운영국 기술개발
 - 육상 교통 이동차량을 위한 클러스터간 측위 연속성 유지 기술(hand- over 기술) 개발
 - 확장 클러스터 자동초기화 기술 개발

- 인프라 확장을 위한 다중클러스터 구성 및 시범운영
 - 전국단위 구축 효율성 및 안전성 제고를 위한 지역수신국 및 지역제어국 제작 상세설계 보완 연구
 - 클러스터 확장을 위한 지역수신국 및 지역제어국 제작
 - 클러스터 확장을 위한 지역수신국 및 지역제어국 설치
 - 다중클러스터 운영방안 도출 연구
 - 통합운영국 제작 및 설치

- 다중클러스터 보정정보 전송을 위한 DMB(혹은 LTE) 전송 기술개발
 - DMB 방송 권역내(혹은 LTE 통신권역 내) 다중클러스터 보정정보 전송 기술 개발
 - 보정정보 전송 감시 기술개발

- 인프라 안정화 연구
 - 다중클러스터기반 반송파 미지정수 추정속도 향상기술 개발
 - 다중클러스터기반 보정정보 생성 초기화시간 단축기술 개발
 - 다중클러스터기반 보정정보 신뢰성 향상기술 개발
 - 기구축 상시기준국 연계를 통한 보정정보 연속성 향상방안 도출

- 다중 위성항법신호 활용 연구
 - 다중 위성항법신호 기반 보정정보 생성기술 개발
 - 다중 위성항법신호 기반 무결성 생성기술 개발
 - 다중 위성항법과 다중 주파수 결합 정밀위치결정기술 개발

- 육상 교통에서의 정밀측위 활용성 증대 연구

— 차량적용성 확대를 위한 정밀측위기술 연구

- 자율주행용 고정밀 측위 요구 성능 분석 및 표준화 연구
- 차량 거동 센서 및 제어정보 결합 측위 신뢰도 향상 연구
- 정밀측위 가용성 향상을 위한 정밀지도 및 레이저/영상 센서 융합 기반 고정밀 측위시스템 연구

- 차로구분 궤적정보 활용방안 및 표준화 연구

- 차로구분 궤적 정보기반 연속류 돌발상황 자동감지 방안 연구
- 차로구분기반 차량 안전유도관리 방안연구
- 고정밀 측위기술의 서비스 / 기술 표준화 연구

○ 다중 클러스터 기반 정밀위치 제공 시범지역 서비스 운영

- 정밀위치 제공 시범지역 선정(수도권 등)
- 다중 클러스터 구축 및 정밀위치 제공 시범서비스 운영
- 위치정보 신뢰성 분석 및 시범서비스 운영 평가

4절. 개별과제별 주요내용 및 추진전략

1. 위성항법기반 교통 인프라 확대 및 안정화 연구

가. 연구개발 목표

(1) 과제 개념

- 기존 기구측된 국토지리원 상시기준국을 활용한 전국단위 교통 인프라 확대 및 안정화 기술을 개발함
- 다중 위성항법신호 활용방안 연구를 통한 GPS 의존도 집중 해소 및 위치결정 요구위성 부족구간에서의 측위성공률 향상

(2) 과제 범위

- 전국단위 클러스터 확장을 위한 국토지리원 상시기준국 현황을 토대로기준국 환경 및 위성항법데이터 품질 분석하여 위치결정 성능판단 및 상시기준국의 보완사항 도출
- 측위 연속성을 보장하는 국토지리원 상시기준국 활용 확장 클러스터기반 지역 제어 및 통합운영 기술 개발
- 교통 인프라 위성항법 반송파 보정정보 생성 안정성 증대를 위한 다중 클러스터 기반의 미지정수 추정 안정화 및 신뢰성 증대 기술 개발
- 다중 GNSS(GPS, GLONASS, QZSS, 등)에 대비하기 위한 교통 인프라에서의 다중 GNSS 보정정보 생성 기술 개발

(3) 기술개발 목표

- 위성항법기반 도로상 정밀측위 인프라 확대를 위한 다중클러스터 구성방안 제시
- 다중클러스터 구성을 위한 기술개발
- 인프라 확장을 위한 다중클러스터 구성 및 시범운영

- 인프라 안정화 연구
- 다중위성항법신호 활용 연구

나. 연구개발 필요성

- 1단계(2009년~2015년) 연구에서 개발한 성과물의 전국확대를 위해 기구축된 국토지리원 상시기준국을 활용함으로써 구축비용 절감이 가능하므로 추가적인 연구를 통해 기구축 인프라를 최대한 활용할 수 있도록 함
- 기존 보정정보 서비스는 국외 기술로 만들어져 한국지역에 최적화되지 않았고 고가의 위성항법수신기에서만 사용이 가능하다는 한계점이 있음
- 자율주행차량의 정확한 위치측정에 필수적인 정밀도 제공을 통한 궁극적 자율주행 도달할 수 있도록 전국단위 서비스를 위한 기술 개발
- 향후 미래교통시스템에서 사용되는 고정밀 수치지도 활용에 요구되는 위치정확도를 확보하기 위해서는 반송파 기반의 위치결정 보정정보가 반드시 필요함

다. 위성항법 기반 교통 인프라 확대 및 안정화 연구 개발 주요내용

<p>과제 수행 개요</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 전국단위 위성항법기반 교통 인프라 서비스를 위한 신규구축은 구축효율성 및 구축기간의 장기화를 초래할 수 있음 • 전국단위 위성항법기반 교통 인프라 서비스 효율적인 구축을 위한 가장 기본적인 연구과제로서 기구축 상시 기준국을 활용한 전국단위 서비스 방안 도출하고 다중 클러스터기반 보정정보 생성 및 운용기술 개발 • 전국단위 위성항법 교통 인프라 서비스 안정성 확보를 위해 지역별 편차를 반영한 다중클러스터 기반의 정밀 측위 안정성 및 신뢰성을 확보하는 기술 개발 • 다중 GNSS를 활용한 GPS 의존도 감소 및 위치결정 위성 부족지역에서의 측위 성공률 향상 기술 개발
<p>범위</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 전국확대를 위한 상시기준국 위성항법데이터를 분석한 후 이를 검증하기 위한 주요 상시기준국 신호환경 감시시스템 설계 및 제작 • 클러스터 확장을 위한 주요 상시기준국 신호환경 감시 시스템 운용 및 데이터 분석을 통한 상시기준국 보완사항을 도출하고 및 전국 클러스터 구성안 도출 • 상시기준국 활용 확장 클러스터 지역제어시스템 설계 및 제작 후 시험평가를 위한 운용 수행 • 클러스터간 측위 연속성 방안 제시 및 검증 • 다중클러스터 통합운영시스템 설계 및 제작 후 시험평가를 위한 운용 수행 • 상시기준국 활용 전국서비스를 위한 비용분석 • 전국서비스를 위한 통합운영방안 도출 • 클러스터기반 미지정수 기법 안정화 기술개발 • 다중클러스터기반 미지정수 추정속도 향상기술 개발 • 다중클러스터기반 정밀측위 신뢰성 요구조건 설정연구를 통한 다중클러스터기반 보정정보 신뢰성 향상 및 확보 기술 개발 • DMB (혹은 LTE) 방송(통신)권역내 다중클러스터 보정 정보 전송기술 개발 • 상시기준국 활용 다중클러스터 교차기반 보정정보 생성 안정화 기술 개발 • 다중클러스터기반 확장클러스터 신뢰성모듈 초기화시간 단축 연구 • 다중클러스터 인프라운영 안정성 향상을 위한 연구 • 다중 위성항법신호 품질 분석을 토대로 다중 위성항법

	<p>신호 사용 시 정밀위치결정 오차요인 도출한 후 다중 위성항법신호기반 보정정보 생성기술 개발</p> <ul style="list-style-type: none"> • 다중 위성항법신호 기반 무결성 저해요인 분석 및 시나리오 도출하여 다중위성항법신호기반 신뢰성 향상기술 개발 • 다중주파수 활용 보정정보 생성 정확도 향상기술 개발 • 다중위성항법과 다중주파수 결합 정밀위치결정기술 개발
<p>예상 결과물</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 상시기준국 활용 확장클러스터 설계 및 상시기준국 보완 사항 도출 • 클러스터 확장을 위한 주요 상시기준국 신호환경 감시 시스템 제작 및 관리 • 상시기준국 활용 확장클러스터 지역제어시스템 및 통합 운영시스템 제작 및 관리 • 전국확대를 위한 상시기준국 위성항법데이터 분석 및 전국클러스터 구성안 도출 • 상시기준국 활용 전국서비스를 위한 비용분석 • 클러스터간 측위 연속성 방안 제시 및 검증 • 클러스터기반 미지정수 기법 안정화 • 상시기준국 활용 다중클러스터 교차기반 보정정보 생성 안정화 기술 개발 • 다중클러스터기반 미지정수 추정속도 향상기술 개발 • 다중클러스터기반 정밀측위 신뢰성 요구조건 설정 연구 • 다중클러스터기반 보정정보 신뢰성 향상 및 확보 기술 • 다중 위성항법신호 기반 보정정보 생성기술 • 다중 위성항법신호 기반 무결성 생성기술 • 다중위성항법과 다중주파수 결합 정밀위치결정기술
<p>활용방안</p>	<ul style="list-style-type: none"> • 위성항법기반의 차로구분수준 정밀위치결정 교통 인프라 전국서비스 구축에 활용 • 다중클러스터기반의 보정정보 생성 안정성 및 신뢰성 증대를 위해 활용하고 향후 전국서비스를 위한 구축 시 정확도 및 신뢰도 성능 예측에 활용 • 다중 위성항법신호 기반의 성과를 바탕으로 향후 진행되는 다중 GNSS 시대의 도래에 따른 이중 위성항법시스템 추가에 대응

라. 최종성과물 및 성과

단위과제	성과지표		측정방법	단위	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
인프라 확대방안 연구	1	논문	확진등재지 및 SCI(E) 게재	편	6	1	인프라 확대 방안 관련
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	2	1	인프라 확대 방안 관련
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	2	1	수신국 시제품 제작
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	1	1	시범지역 시범서비스
	5	기술문서	연구관련 기술문서 작성 건수	건	9	0.5	관련기술 문서화 (설계서, 분석서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-
인프라 안정화 연구	1	논문	확진등재지 및 SCI(E) 게재	편	6	1	인프라 안정화 연구 관련
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	2	1	인프라 안정화 연구 관련
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	-	-	-
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	-	-	-
	5	기술문서	연구관련 기술문서 작성 건수	건	9	0.5	관련기술 문서화 (요구사항분석서, 기술서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-
다중 위성항법신 호 활용 연구	1	논문	확진등재지 및 SCI(E) 게재	편	6	1	다중 위성항법 신호 활용 관련
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	2	1	다중 위성항법 신호 활용 관련
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	1	다중 위성항법 신호 성능검증 모듈
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	-	-	-
	5	기술문서	연구관련 기술문서 작성 건수	건	9	0.5	관련기술 문서화 (동향분석서, 기술서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-

마. 연차별 성과목표

단위과제	성과지표	연차별 목표			계
		1차년도	2차년도	3차년도	
인프라 확대 방안 연구	논문	2	2	2	6
	지재권	-	1	1	2
	시작품	1	1	-	2
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	1	1
	기술문서	3	3	3	9
	표준	-	-	-	-
인프라 안정화 연구	논문	2	2	2	6
	지재권	-	1	1	2
	시작품	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	-	-
	기술문서	3	3	3	9
	표준	-	-	0	-
다중 위성항법신호 활용 연구	논문	2	2	2	6
	지재권	-	1	1	2
	시작품	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	-	-
	기술문서	3	3	3	9
	표준	-	-	-	-

2. 육상 교통에서의 정밀측위 활용성 증대를 위한 연구

가. 연구개발 목표

(1) 과제 개념

- 위성항법기반 교통 인프라 기술의 실증을 위한 차량시스템과의 통합방안을 제시하고 가용성을 향상하기 위한 차량과의 연계기술을 개발하고 이에 대한 표준을 제안함
- 차로구분 정밀위치결정 교통인프라 기술 실용화를 위해 차량 궤적정보 기반 교통류관리 기술을 개발 함

(2) 과제 범위

- 차량탑재 센서 및 지도정보를 활용하여 음역지역에서의 정밀위치결정 가용성을 높이는 기술을 개발하고 통합 단말을 개발하여 성능평가를 수행하고 보완함
- 상기된 연구를 바탕으로 자율주행용 차량연계를 위한 통신프로토콜과 차량탑재를 위한 표준안을 연구하고 도출함
- 차로구분 궤적정보기반 연속류 돌발상황 자동감지 기술 개발
- 차로구분기반 차량안전유도관리 방안을 마련함
- 고정밀 측위기술 서비스기술 표준화 연구

(3) 기술개발 목표

- 자율주행 차량에 최적화된 정밀위치결정 기술 개발 및 시험평가 시스템 제작
- 정밀측위를 위한 차량용 통신표준을 제시하고 차량용 정밀 위치결정 단말 성능 표준 제안
- 정밀측위기반 실시간 교통관리 기술 및 차량안전유도관리 방안 연구

나. 연구개발 필요성

- 효과적인 정밀위치결정을 위해서는 차량센서와의 융합이 필수적이며 위성항법 기반 교통 인프라 기술은 순수한 국내 기술로서 차량센서와의 융합기술을 동시에 개발함으로써 정밀위치결정 인프라 및 단말에서 국제적으로 기술적 우위 확보
- 궁극적으로 이와 같은 차량을 위한 정밀위치결정 기술의 국제표준화를 통해 국가 위상의 제고와 기술의 선점효과 극대화 가능
- 교통 서비스 제공의 실효성 향상 및 안전성 제고를 위해 차로구분 수준의 신뢰성 있는 정밀측위 정보를 요구하고 있으며, 본 과제는 첨단교통서비스 제공을 위한 정밀측위 궤적정보를 처리하고 가공하여 교통류 관리기술의 기술수준을 높임

다. 연구개발의 주요내용

단위과제 개념	<ul style="list-style-type: none"> • 위성항법기반 교통인프라 기술의 자율주행 차량 적용을 위한 표준기술을 연구 및 제안 • 차로구분 궤적정보 활용에 의한 교통관리 기술 개발
단위과제 범위	<ul style="list-style-type: none"> • 차량안전표준 분석 및 적용방안 도출 • 차량간 통신방법 조사 및 분석을 통한 차량연계를 위한 정밀측위 데이터 프로토콜을 설계하여 정밀측위모듈과 차량간 통신 표준안 도출 • 항공용 위치결정 단말기 표준 조사 및 분석을 수행한 후 차량안전표준 만족을 위한 단말기 요구사항 도출하여 차량용 정밀위치결정 단말기 표준안 제시 • 정밀측위모듈과 차량보유 센서 및 제어정보 결합 측위 표준안 • 차로구분 궤적 정보기반 연속류 돌발상황 자동감지 기술 개발 • 차로구분기반 차량 안전유도관리 기술개발
예상 결과물	<ul style="list-style-type: none"> • 차량안전표준 분석 및 적용방안 • 차량연계를 위한 정밀측위모듈과 차량간 통신방안 • 차량용 정밀위치결정 단말기 표준안 • 정밀측위모듈과 차량보유 센서 및 제어정보 결합 측위 표준안 • 차로구분 궤적정보를 이용한 교통 관리 및 정보가공 알고리즘
활용방안	<ul style="list-style-type: none"> • 미래교통시스템에 부합하는 차량용 위치결정 단말 설계에 활용 • 교통안전증진 및 효율적인 교통관리 가능

라. 최종성과물 및 성과

단위과제	성과지표		측정방법	단위	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
차량적용기술 연구	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	3	1	차량적용기술 관련 논문 등재
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	1	차량적용기술 관련
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	1	차량 적용 기술 성능검증 모듈 제작
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	-	-	-
	5	기술문서	연구관련 기술문서 작성 건수	건	6	0.5	관련기술 문서화 (설계도, 분석서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-
차로구분 궤적정보 활용 방안 및 표준화 연구	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	3	0.6	기술관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.2	기술 관련 특허 출원
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.2	교통관리 및 정보가공 구현
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	-	-	-
	5	기술문서	연구관련 기술문서 작성 건수	건	-	-	-
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	기술 표준화

마. 연차별 성과목표

단위과제	성과지표	연차별 목표			계
		1차년도	2차년도	3차년도	
차량 적용 기술 연구	논문	1	1	1	3
	지재권	-	1	-	1
	시작품	-	1	-	1
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	-	-
	기술문서	2	2	2	6
	표준	-	-	-	-
차료구분 퀘적정보 활용방안 및 표준화 연구	논문	1	1	1	3
	지재권	-	-	1	1
	시작품	-	-	1	1
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	-	-
	기술문서	-	-	-	-
	표준	-	-	-	-

5절. 연구 추진 계획(안) 및 로드맵

1. 과제별·월별 추진 계획(안)

구 분			월단위 추진 계획(안)																																				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
개발내용																																							
1	위성항법기반 교통 인프라 확대 및 안정화 연구	1-1	• 인프라 확대방안 연구	■																																			
		1-2	• 인프라 안정화 연구	■																																			
		1-3	• 다중 위성항법신호 활용 연구	■																																			
2	육상 교통에서의 정밀측위 활용성 증대를 위한 연구	2-1	• 차량적용기술연구	■																																			
		2-2	• 차로구분 궤적정보 활용 방안 및 표준화 연구	■																																			
3	다중 클러스터 기반 정밀위치 제공 시범지역 서비스 운영	3	▪ 기준국 및 제어국, 정 보서비스 제공 단말기 (혹은 휴대폰) 등에 의 한 시범지역 서비스 제 공																									■											

2. 성과물 정의

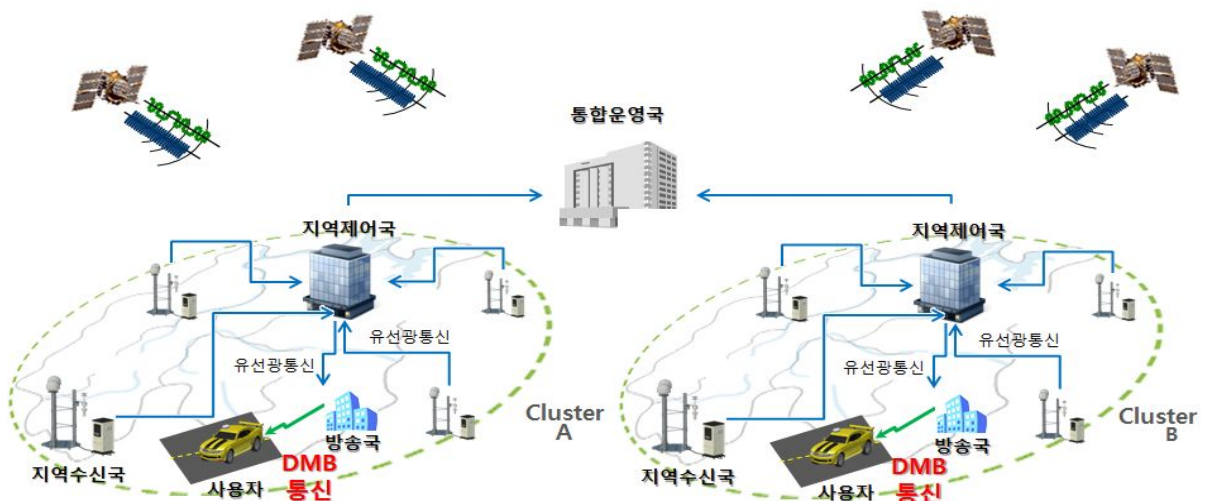
가. 다중클러스터지원 위성항법기반 교통인프라 시스템

(1) 성과물 정의

- 국토지리원 상시기준국을 활용하여 다중클러스터를 지원하는 위성항법기반 교통인프라 기술에 의한 보정정보 및 신뢰도정보 제공 서비스의 질적 수준을 제고하기 위해 시험평가 시스템을 개발함
- 국토지리원 상시기준국 데이터를 수집하여 보정정보 및 신뢰도정보를 생성하는 클러스터기반 지역제어시스템과 S/W를 포함하고 다수의 지역제어시스템을 통합 운영하는 통합운영시스템과 S/W를 개발함

(2) 성과물 세부내용

- 시험평가 시스템의 세부 내용은 아래와 같음
 - 다중클러스터지원 제어제어국 및 통합운영국 H/W 및 S/W
 - 상시기준국 신호환경 감시 시스템 H/W 및 S/W
 - 다중클러스터기반 정밀측위 보정정보 및 신뢰도정보 생성 S/W
 - 다중 위성항법시스템 기반 정밀측위 보정정보 및 신뢰도정보 생성 S/W



[그림 52] 시험평가 시스템 세부 내용

나. 차량탑재를 위한 위성항법기반 복합 정밀 위치결정 단말시스템

(1) 성과물 정의

- 위성항법기반 교통인프라 및 도로시스템 활용할 수 있는 복합 정밀 위치결정 단말시스템 H/W 및 S/W

(2) 성과물 세부내용

- 복합 정밀 위치결정 단말시스템의 세부 내용은 아래와 같음
 - 도로시스템 기반 정밀위치결정 인프라 H/W 및 S/W
 - 차량 탑재용 정밀위치결정 H/W 및 S/W
 - 3차원 정밀지도 활용 S/W



[그림 53] 복합 정밀 위치결정 단말시스템

다. 차로구분 궤적정보를 활용한 연속류 자동감지 알고리즘 및 S/W

(1) 성과물 정의

- 차로구분 수준 정밀측위 기술에 의한 교통관리 및 정보제공 서비스의 질적 수준을 제고하기 위해 차로구분 궤적정보를 활용한 연속류 자동감지 알고리즘을 개발함

(2) 성과물 세부내용

- 차로구분 궤적 정보기반 실시간 교통관리 및 안전유도 기술 및 알고리즘구현 SW

: 실시간 돌발상황관리, 정밀안전경로유도, 알고리즘 구현 SW

라. 시범지역 서비스 운영

(1) 성과물 정의

- 차로구분 수준 정밀측위 기술에 의한 교통관리 및 정보제공 서비스의 질적 수준을 제고하기 위해 시범지역서비스제공 시스템을 구축함

- 정밀측위 차량궤적 정보수집 SW, 실시간 서비스 정보 제공 SW, TSBC(Traffic Streaming Bigdata Center)용 SW/HW, 차로구분 측위를 위한 현장 시설 및 정보제공을 위한 추가 노변시설, 음영지역 극복 가능한 차량 전용 단말기 및 스마트폰 적용 등을 고려한 시범서비스 운영시스템을 구축함

(2) 성과물 세부내용

- 시범서비스 운영시스템 성과물 세부 내용은 아래와 같음

— 정밀측위 차량궤적 정보수집 기술 및 구현 SW

: 동적 환경에서 측정치 이상현상 특성 분석, 측정치 이상현상에 대한 향상 알고리즘 포함 SW

— 빅데이터 전처리 및 실시간 정보 제공 서비스 구현 SW

: 다양한 형태로 수집된 교통 빅데이터 사전 가공, 수정 기능을 통한 정보 제공주기 단절 및 실시간 정보 제공 서비스 구현 SW

— 차로구분 궤적 정보기반 실시간 교통관리 및 교통 서비스 정보가공 기술 및 구현 SW

: 실시간 돌발상황관리, 정밀안전경로유도 등의 알고리즘 및 구현 SW

라. 성과물 검증방안

- 교통관리 부분 기술개발은 알고리즘의 적합성에 대한 시뮬레이션 테스트 베드의 시험을 통한 평가 시나리오를 작성하고, 실제 교통데이터를 통해 성과물을 검증함
 - 연구개발성과물에 대한 관련 요구사항의 수렴 여부 및 전문가집단에 의한 평가
- 연구개발 순서에 따라 평가검증 계획서와 절차서를 작성하고, 단위 시험, 시스템 통합 시험을 실시하여 산출된 결과서를 기준으로 성과물을 검증함
- 연구개발성과물에 대한 관련 서비스 요구사항 및 기술 요구사항 수렴 여부 및 요구 사항에 대한 성능평가표를 작성하여 해당 요구사항의 성과물에 반영되었는가를 추적 조사 및 관리함
- 테스트베드의 시험을 위한 서비스 시나리오를 작성하고, 직접적인 수요자의 시험 참여를 통한 보완 사항이 도출되고 다시 성과물에 반영될 수 있도록 시험 평가단 운영을 통해 성과물을 검증함
- 연구개발성과물에 대한 관련 서비스 요구사항 및 기술적 요구사항, 수요자의 요구 사항 등의 수렴 여부 및 요구 사항들에 대한 수정정보표를 작성하여 해당 요구 사항의 성과물에 반영하고 이에 대한 의견을 수렴함

4장. 사전타당성 검토

1절. 정책적 타당성

가. 국가 전략적 중요성

- 위성항법 기술을 통해 교통혼잡 완화에 의한 에너지절감, 대국민 교통서비스의 질적 향상, 신개념 서비스 도입에 의한 교통산업발전 및 고용증대 등의 사회경제적 효과를 기대할 수 있음
- 전술한 바와 같이 사회경제적 효과가 크기 때문에 교통관리 및 교통정보 대국민 서비스의 질적 향상을 위해 우선적으로 기술 발전을 시행해야 할 필요성이 있음
- 위성항법 기술은 기본적으로 공공교통인프라의 구축을 기반으로 하고 있기 때문에 정부 주도로 기술개발을 추진해야 하는 당위성이 있음
- 향후 교통정보기술에 대한 선진국과의 격차를 생각할 때 현시점이 2단계 기술 개발을 추진할 적기라고 판단됨
- 실제로 자율주행 기술의 경우 타 국가와 비교하였을 때 주요 기술의 발전 정도에 차이가 존재함
- 2단계 사업 2차년도부터 적극적인 현장검증을 통해 2단계 완료시점에 일반 사용자들에 대한 서비스를 제공하는 산업이 활성화 될 수 있을 것으로 전망됨

나. 상위계획과의 부합성

- 국내 위성항법과 관련된 상위 계획으로는 “국가 위성항법시스템 종합발전 기복 계획”(2005.12), “우주개발진흥 기본계획”(2007.6), “우주개발사업 세부 실천 로드맵”(2007.11)이 있음
- 위 계획들을 바탕으로 위성항법시스템 개발과 Galileo 프로그램 참여 두 방향으로 국가 정책이 진행 중에 있음
- 국가 위성항법 종합발전 기본 계획은 GPS 인프라를 정부 차원에서 체계적으로 대응하는 것을 목적으로 함

- 우주개발진흥 기본계획은 국가 차원의 우주기술 개발을 통해 우주를 더욱 적극적으로 이용하고, 이를 기반으로 한 서비스 제공을 통해 국민들의 삶의 질을 향상시키고 국가의 위상을 세계적으로 제고하는 것을 목적으로 함
 - 국가 위성항법 시스템 활용 촉진을 위한 인프라 구축, 기술 표준화 등에 대한 체계적 전략 마련이 위성항법 관련 정책으로 명시되어 있음
- 우주개발사업 세부 실천 로드맵은 우주 개발과 관련된 세부적인 실천 로드맵을 제시함ABV 4
 - 국가 수요에 따라 위성항법 시스템 구축에 필요한 기반을 조성하고 핵심 기술을 개발하는 등의 계획을 구축함
 - 위성항법과 관련된 미확보 기술을 확보하기 위해 국제협력 및 공동연구 권장 및 장려에 대해서 명시되어 있음
- 국내 교통 정책으로는 “교통체계 효율화법(1999.02 제정)”에 따르면 크게 국가 기간교통망계획, 국가교통기술개발계획, 국가교통핵심기술개발사업 기본계획, 철도산업발전 기본계획으로 나뉘어져 있음
- 국가기간교통망계획은 교통시설 확충과 관련된 최상위 계획이며, 교통체계효율화법 제 3조에 의해서 20년 단위로 국가종합교통체계의 효율적인 구축 방향을 제시하며 국가기간교통시설에 관한 장기적, 종합적인 투자의 기본정책을 제시하고 있음
 - 질적인 면에서의 교통정책 추진을 통해 개별 교통시설을 단순하게 배치시키는 것이 아니라, 전체 교통시설에 연결성을 부여한 체계적인 교통시설을 구축하고자 함
- 국가교통기술개발계획은 교통체계효율화법 제 19조 2항을 기반으로 한 법정계획으로 국가가 중점 투자해야 할 핵심 교통기술을 정의하며 이에 따른 연도별 시행계획을 수립, 추진함
 - 관련 기술의 성장과 주변 환경 변화에 따른 교통기술의 개발에 더하여 대응 방안을 함께 수립하였으며 환경문제, 교통안전문제 등을 해결하기 위한 지능형 교통체계의 상용화를 제시함
- 국가교통핵심기술개발사업 기본계획은 교통체계효율화법 19조, 20조, 21조, 22조에 기반하며 국민 교통편익 증진과 국가경쟁력 강화가 목적임
 - 국민교통편익 증진을 위해 신속, 쾌적, 안전한 교통시스템을 구축하려 하며 이를 위해 첨단 교통수단 및 첨단 교통기술 등의 기술개발에 중점을 두었음

- 고부가가치 산업 창출 및 지원을 통해 국가경쟁력 강화를 실현하려고 하며, 동시에 교통 환경을 보다 편리하게 만들어 국민의 삶의 질을 향상시키고자 함
- 이처럼 다양한 교통 정부 정책에 위성항법 기술이 계획되는 만큼, 위성항법 기술은 다양한 효과를 통해 국민의 삶의 질을 향상시키고자 하는 정부 정책에 부합된다고 볼 수 있음

2절. 기술적 타당성

가. 기술개발 계획의 적절성

(1) 시장 전망

- 미국의 경우 2019년까지 약 17조원의 교통류관리 관련 시장이 형성될 것으로 전망하고 있으며 국내의 자동차 보유 규모의 차이로 비교해보면 약 1.4조 수준의 관련 잠재시장이 있다고 판단됨
- 교통서비스에 활용될 경우에 다양한 기술들이 병렬적으로 서로 보완하며 연계되어서 활용되는 것이 세계적 추세임
- 차로구분 정밀측위를 기반으로 한 교통관리 및 정보체계는 새로운 교통산업의 시장 요구사항을 충족시킬 수 있을 것으로 판단됨
- 위성항법 기반 측위기술은 2단계 사업 2차 년도부터 적극적인 현장검증을 통해 2단계 완료시점에 일반 사용자들에 대한 서비스를 제공하는 산업이 활성화 될 수 있을 것으로 전망됨
- 스마트폰 애플리케이션을 통한 활용 등 신기술이 관련된 서비스 및 네비게이션 등 관련 하드웨어를 공급하는 산업과 연계되어 있으므로 시장의 제품 및 수용성이 높을 것으로 판단됨
- 연구개발 과정에서 일반인을 대상으로 수요 조사를 실시한 결과, 육상교통에서 더 우수한 서비스가 제공될 경우 추가적인 비용부담을 할 의향이 있다는 결과가 나옴
- 위와 같은 이유에 따라 위성항법 측위기술의 시장성이 충분하며, 따라서 기술개발의 당위성이 확보된다고 할 수 있음

(2) 서비스 및 기술 수요

- 한국교통연구원에서 2013년에 작성한 ‘C-ITS 기술동향 조사 및 국내도입방안 연구’에 따라 C-ITS에 적용할 어플리케이션을 32개, 적용 사례를 65개 도출하였고 이 중 어플리케이션 15개, 적용사례 31개를 우선추진 서비스로 선정함
- 우선추진 서비스는 다음과 같음

구분	어플리케이션	적용사례 여부			
		일본	유럽	미국	한국
기본정보 수집제공	위치기반 차량데이터 수집	○	○	○	○
	위치기반 교통정보 제공	○	○	○	○
	스마트 통행료 징수	○	○	○	○
안전(주의)운전 지원	도로 위험 구간 주행 지원(CSW, 위험 지점)	○	○	○	X
	노면 상태, 기상 정보 제공 지원	○	○	○	X
	도로 작업 구간 주행지원	○	○	○	X
교차로 안전통행 지원	교차로 충돌사고 예방 지원(좌/우회전 충돌, 교차로 충돌)	○	○	○	X
	신호정보 제공 지원	○	○	○	○
대중교통 상용차량 안전지원	옐로우 버스(어린이 보호차량) 운행 안내	○	X	X	X
	상용차 안전관리	○	X	○	X
교통약자 상시 Care	옐로우 버스(어린이 보호차량) 운행 안내	○	X	X	X
	스쿨존, 실버존 경고 및 ISA(속도제어)	X	X	X	X
	교통 약자 충돌 방지 지원	○	○	○	X
차량간 사고예방	차량충돌방지 지원(정지/저속 차량, 정체 끝)	○	○	○	○
	차량 긴급상황 경고	X	○	○	○
	긴급차량 접근 경고	○	○	○	○

[그림 58] 우선추진 서비스

- 기존의 C-ITS의 서비스보다 고도화된 서비스를 제공하기 위해서는 차로 구분 수준의 측위가 요구되며, 이는 위성항법 측위 기술을 통해 구현할 수 있는 기술임
- 위의 한국교통연구원에서 발표한 ‘국내 도입 방안’에 나온 C-ITS를 위한 적용 어플리케이션 서비스를 제공하기 위해서는 다음과 같은 추가적 기술이 요구됨
 - 음영지역 보완이 가능한 음영지역 내 정밀측위 기술
 - 교통 및 환경 등 모든 정보를 포함한 데이터 베이스로서의 LDM 기술
 - 거대한 양의 데이터를 처리하고 분석할 수 있는 빅데이터 기술
 - 운전지원시스템을 위한 서비스 및 자율주행을 위한 기술
- 따라서 본 기술들에 대한 서비스 수요가 충분하다고 말할 수 있음

나. 기술수준 및 성공 가능성

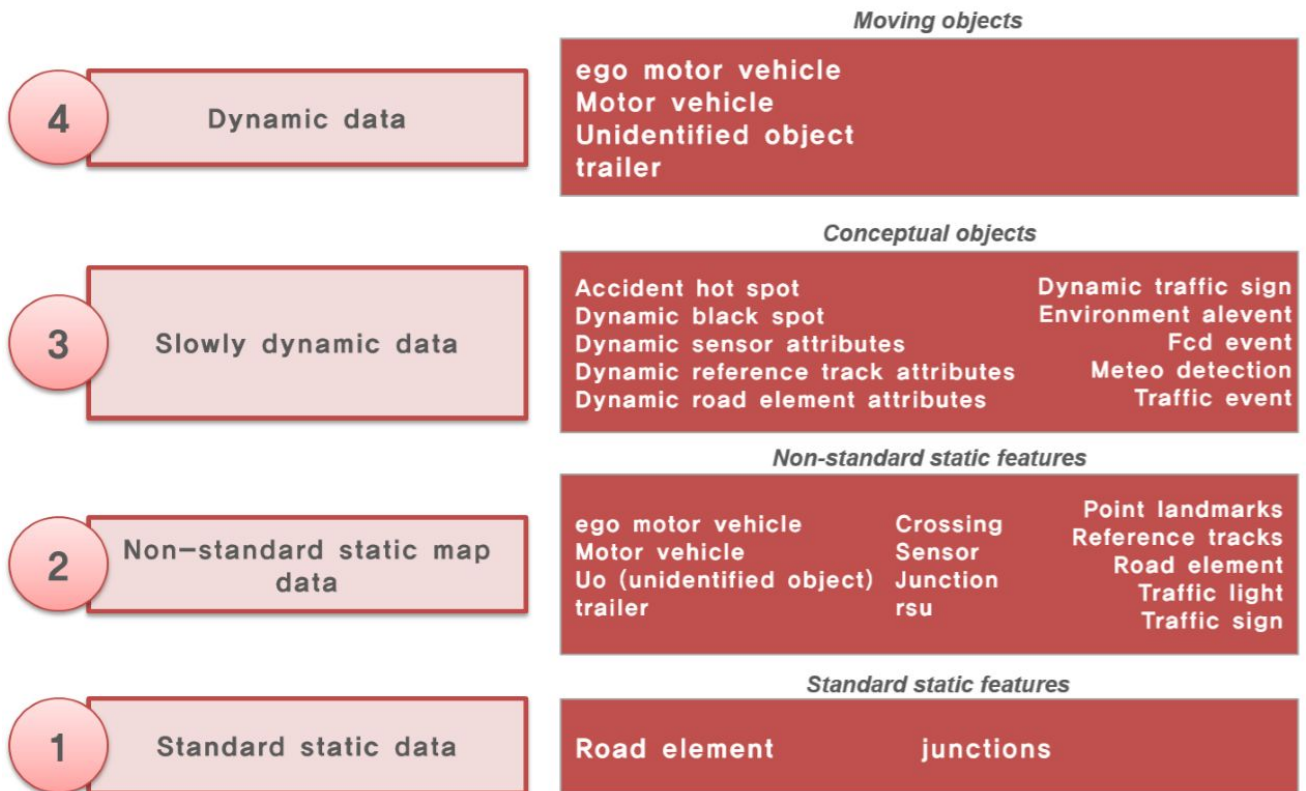
(1) 기술의 진보성

- 반송파를 기반으로 측위정보를 생성하여 보다 정밀하고 신뢰성 높은 위치정보를 제공할 수 있음
- 기술이 발전함에 따라 2020년에는 대부분의 수신기에서 다양한 위치 보정정보와 위성항법 정보를 수신할 수 있을 것으로 예측됨
 - 위성항법 센서와 관성항법센서 간의 융합기술에 교통정밀측위인프라 제공이 더해져 첨단교통서비스를 구현할 수 있으며, 이를 통해 동적 환경에서의 도심 음영지역 극복이 가능함
- 음영지역 극복을 위한 방법으로는 내부센서를 이용한 방법, 전파탐지기술을 이용한 방법, 무선네트워크를 이용한 방법으로 총 3가지 방법이 있으며 이 방법들 모두에 위성항법기반의 측위기술이 포함됨
- 차량내부센서 이용 방법은, 차량 내부에 설치된 센서들을 이용하여서 위성 신호가 단절된 상태에서도 위치측정이 가능하게 하는 기술이며, 차량들의 상대적인 위치를 측정하는 데에도 이용될 수 있는 기술임
- 차량내부센서 이용 방법 기술의 종류와 그 특징, 국내 응용사례는 다음과 같음

종류	특징	국내 응용 사례
추측항법 (DR, Dead Reckoning)	<ul style="list-style-type: none"> • 실시간 정보가 아닌 과거의 정보를 사용하기 때문에 정확도가 다소 낮음 • 이전의 위치 정보는 보통 이미 알고 있는 출발점, 노선 등이며 여기에 속도나 편류 등의 기록을 통해 현재위치를 추정함 • 시간과 거리가 증가함에 따라, 오차가 누적되므로 불확실해지는 경향이 있음 • 오차 보정을 위해서는 DGPS, North Star, U-SAT와 같은 각종 위치인식 센서를 사용하여 칼만필터로 정합하는 과정을 거침 • 음영지역에서 효과가 뛰어나 	휴대용 스마트기기와의 융합을 통한 보행자의 위치추적 (「스마트자동차의 조향각 센서를 이용한 추측항법 정확성 향상 방법」 (이호석, 서강대 정보통신대학원 석사논문))
관성측정장치 (IMU, Inertial Measurement Units)	<ul style="list-style-type: none"> • 크기가 매우 작고, 가볍고 충격에 강하지만, 온도의 변화에는 민감함 • 넓은 주파수 대역에서 사용가능하며, 가격이 저렴함 • 인프라 구성이 필요 없기 때문에 비용이 저렴함 • 초기 편향오차, 환산계수 오차 등 보상이 가능한 오차부터 백색잡음 등 보상이 불가능한 오차까지 다양한 오차가 존재함 • 시간이 지남에 따라 측정 오차가 누적되므로 주기적으로 기준에 대한 오차를 보정해주어야 함 	항공기의 위치추적에 주로 사용됨
거리측정센서 및 시각센서 (Ranging and vision sensors)	<ul style="list-style-type: none"> • 거리측정센서(Ranging sensor)는 물체에 닿거나 직접 연결될 필요 없이, 물체를 인식한 후 거리를 측정할 수 있음 • 거리측정센서로는 레이저 및 적외선 등이 존재함 • 시각센서(vision sensor)는 이미지 프로세싱 알고리즘을 사용하여 포착한 이미지를 보정 및 처리할 수 있음 • 시각센서는 영상이 갖는 원근감으로 인해 종방향 거리 정확도는 떨어지나 횡방향 인지 성능이 높음 	<ul style="list-style-type: none"> • 주로 기존 알고리즘에 추가적 정보로서 이용하여, 기존 인지 알고리즘의 정확도 향상에 사용됨. 이를 센서 융합 알고리즘이라고 함 • 선행 차량 인지 알고리즘에 비전 센서를 통해 얻은 정보를 추가적으로 활용하여 알고리즘의 정확도를 높임 (: 차선 변경 지원에도 이용됨) • 위치추정 알고리즘에 이용되어 자율주행 알고리즘의 성능 보완에 이용됨

[그림 59] 차량내부센서 특징 및 국내응용사례

- 위성항법 정밀측위 기술을 이용하여 위치정보, 상황정보, 지형정보, ITS 스테이션 모두가 내재된 지역 동적 지도(LDM) 구현이 가능함
 - LDM 지도에서는 물체의 유형, 위치, 그 밖의 다른 특성들을 포함한 다양한 수집 정보들을 토대로 궤적 계산, 위험 물체 탐지 등의 고도의 상황분석 및 처리를 수행함
- LDM 지도는 총 4개의 층으로 구성되어 있으며, 각 층들에 포함되는 데이터의 종류는 다음과 같음



[그림 60] LDM 각 층 포함 데이터

- 기술 발전으로 오늘날의 교통 데이터는 그 양이 상당하므로 이를 빅데이터 처리 기법을 통해 분석하는 것이 필요함
- 특히 빅데이터 기법을 통해서 차량 궤적 데이터에 대한 실시간 처리와 분석이 가능해져 이 데이터를 여러 교통시설 및 차량 운전자를 위한 서비스에 활용할 수 있음
- 실제로 국내 교통 분야에서 교통량과 속도 데이터 등의 기본적인 교통 정보들을 빅데이터 분석기법을 통해 효과적으로 처리하고 있음

- 위항법 측위기술을 활용한다면 사람이 탑승한 상태에서 사람의 제어 없이 목적지까지 주행하는 자율주행 기술의 완전화가 가능할 것으로 예상됨
 - 자율주행 기술을 실현하기 위해서는 정확한 측위 기술이 필수적인데, 위항법 기술이 효과적으로 활용될 수 있으며 실제 국내 연구 사례가 존재함
- 다음은 자율주행 전단계의 어플리케이션으로 위항법 측위기술을 이용하여 운전자의 편의성과 안전성을 도모한 사례들임

ADAS 어플리케이션	기본 기능	디지털 맵 개선 예시
Adaptive cruise control (주행 조정 제어장치)	앞의 이동체와의 정해진 안전거리 유지	지도 데이터를 통해 보다 자연스러운 행동이 가능
Adaptive Front Light System (전면 라이트 조정 시스템)	전면 라이트 회전과 높이 조절	지도의 곡률과 경사 데이터를 통해 예측 후 조정 가능
Blind Spot Detection (음영지역 감지)	이동체 주변의 눈으로 식별하기 어려운 물체를 감지할 수 있음	차로 정보를 통해 위험 식별 가능
Curve Warning (커브길 경고)	급격한 커브길이 앞에 있을 때 운전자에게 경고하거나 속도를 줄임	차로 곡률 데이터를 통해 커브길 예측 가능
Drowsy Driver Detection (졸음 운전 감지)	수면상태, 음주상태 혹은 장애가 있는 운전자에게 경고	지도 데이터를 통해 차로 모양과 일치하게 주행하고 있는지에 대해 파악 가능
Electronic Stability Control (전자 안정성 제어장치)	급격한 언더스티어 혹은 오버스티어 상황에서 이동체를 안정시킴	지도 데이터를 통해 대상 차로 확인 가능
Forward/Side Collision Warning (전면/후면 충돌 경고)	위험 상태에 놓인 이동체를 확인하고 그에 대응함	차로 궤적과 정보를 통해 위험을 보다 잘 감지할 수 있음
Green Driving (친환경 운전)	연비 향상	경사길, 교통 신호, 신호기 위치를 통해 에너지 소모량을 예측 가능
Lane Departure Warning (차로 이탈 경고)	운전자에게 이동체의 차로 이탈을 알림	도로 모양 데이터를 통해 이미징 시스템을 개선할 수 있음
Lane Keeping Assistant (차로 유지 보조)	이동체가 차로 안쪽으로 주행할 수 있도록 보조함	도로 모양 데이터를 통해 이미징 시스템을 개선할 수 있음
Lane Change Assistant (차로 변경 보조)	차로 변경 시에 다른 이동체와 근접하지 않도록 경고함	차로 정보를 통해 위험 식별을 개선할 수 있음
Overtake Assistant (추월 보조)	안전한 추월을 위해 위치를 식별함	디지털 맵에 추월 가능 구역이 표시됨
Powertrain Efficiency (동력 전달 장치의 효율성 증대)	연료 소모 정도와 배기가스 양을 감소시킴	경사길 데이터를 통해 동력 전달장치 기능을 예측 가능
Speed Advisory (속도 경보)	운전자에게 제한 속도 혹은 초과된 속도를 통지함	지도를 통해 제한 속도와 권장 제한 속도를 알 수 있음
Stoplight and Stop sign Warning (정지 신호 경고)	운전자에게 근접한 신호 혹은 정지 신호를 알림	지도에 교통 신호와 신호등 위치정보가 제공됨

[그림 61] 자율주행 어플리케이션

- 위 기술들은 모두 위항법신호를 활용하여 이를 사회간접자본에 적용하는 기술로서 기술개발 및 기술의 진보성 과학기술발전에 합목적적임

- 이처럼 위성항법 측위기술을 통하여 미래 교통 시스템에서 요구하는 정확도와 신뢰도가 높은 위치정보 제공이 가능하며, 이에 따라 교통의 효율성 및 안전성을 보다 향상시킬 수 있음
 - 특히, 다양한 알고리즘 개발을 통하여 국내 기술력을 향상시킬 수 있으며 육상 교통에서의 위성항법 사용의 기술적 우위를 확보할 수 있음.
 - 이와 더불어 표준화가 이루어진다면 세계 시장에서의 기술적 우위와 그 파급 효과까지도 기대할 수 있음

- 기술 현장 검증 결과로 다음과 같은 사항들이 확인됨
 - 다양한 상황들이 혼재되어있는 구간에서의 시험주행을 통하여 차로구분기술을 구현할 수 있는 가능성
 - 위성 수신 열악 지역에서는 단말기에 위치가 허용 오차범위를 벗어나게 표출되었으나, 이는 맵매칭이나 영상보정 등을 통하여 충분히 보완 가능함

- 현장 검증단(위성 및 교통전문가들로 구성)은 공통적으로 C-ITS 등의 첨단교통 서비스에 적용 가능하다는 의견을 제시함

- 단, 각 분야 관련 전문가들은 각 기술별로 대상 측면, 기술 측면, 비용 측면으로 추가적으로 발전이 필요한 부분들이 존재한다고 보았음
 - 음영지역 정밀측위 기술의 경우 정밀 측위 대상 지역의 확대, 실제 주행 시의 정확도 확보, 경제성 타당성 확보, 실외 음영지역에서의 원활한 작동 등의 추가적인 기술의 발전이 필요하다고 보았음
 - LDM 기술의 경우 다양한 랜드마크 포함 필요성, 동적 물체 세분화, 데이터 통신 기술과의 연계, 빅 데이터 기술과의 연계, 실제 구축 및 이용시의 경제적 타당성 확보 등이 필요하다고 보았음
 - 차량계적 빅데이터 기술의 경우 데이터 압축 기술과의 연계, 실시간 처리 기술과의 연계, 민간 사업 주체와의 협의 필요성, 데이터 표현 기준에 대한 연구 등이 필요하다고 보았음
 - 자율주행 기술의 경우 음영 지역 정밀측위 기술과의 연계성, LDM 기술 및 빅 데이터 기술과의 연계성, 측위 정확도 요구 수준 정의 필요성 등을 언급함

(2) 기술의 차별성

- 기존의 코드파를 기반으로 한 NDGPS, SBAS 등은 정확도 혹은 도심환경에 적용할 때를 고려해보았을 때 정밀교통 측위 정보제공 수단으로 이용되는 것은 무리가 있음
- 기존 기술들의 경우 위치결정 및 보정정보 생성 시 코드파를 이용한 반면에, 위성항법신호를 활용한 측위기술은 반송파를 활용하므로 보다 정밀한 위치정보 제공이 가능함
- 기존의 교통체계 측위는 차로구분을 할 수가 없었으며 측량용 시스템의 경우 일반사용자가 접근할 수 없는 가격이었음
- 이에 비해, 위성항법측위는 저가 장비의 추가로 인해 기존에 국민에게 제공하지 못했던 서비스를 제공할 수 있다는 차별성을 가지고 있음
 - 반송파를 활용한 위치보정기술 개발 분야에서 위성항법 기반 교통인프라 기술개발까지 진행 중이며, 현재 비용적 한계를 극복하는 방안으로서 기존 단말기를 활용하는 방안 등을 연구하고 있음
- 음영지역 정밀측위 기술은 현재 산업통상자원부에서 차량 내부 센서를 이용하는 방법을 통한 기술 개발을 지원하고 있으므로, 이와 달리 인프라 등을 활용하는 방법을 연구함

(3) 기술개발 난이도

- 본 과제는 단일 주파수의 반송파와 복합센서를 이용하여 차로 결정이 가능한 수준까지 정확도를 높이며 무결성과 가용성을 확보하고, 이를 실제로 단말기 개발과 지역 제어국 구성을 통하여 실험으로 시연해보는 것을 목적으로 하는 높은 기술 수준 요구 과제임
- 그러나 1단계의 연구진은 해당분야의 국내 정상급 권위자들로 구성되어있으므로 기술개발 성공 가능성은 매우 높다고 할 수 있음
- 2010년부터 2013년까지 진행된 연구결과 및 테스트 베드 시연 결과 등을 종합하여 판단해 본 결과 기술개발 성공가능성은 높다고 볼 수 있음
- 기술개발에 필요한 모든 요소기술은 확보가 가능하며 테스트 베드를 통해 개발 기술을 검증할 예정임

- 현재까지 개발된 기술을 통해 실제로 향후에 서비스가 구현될 수 있는 가능성에 대한 부분은 충분히 검증된 것으로 보임
 - 동적, 정적 환경에서의 95% 정확도
 - 10-3 무결성 조건에서의 실시간 Horizontal Protection Level 계산
 - 1.5m Horizontal Alert Limit 하에서의 시스템 가용성 계산
- 수차례의 현장시험을 통해 1단계 기반기술의 시험적용에 대한 수요가 매우 높은 것으로 판명되었으며, 2단계의 사업을 통하여 국내기술로 실용화가 가능할 것으로 생각됨

다. 기존 사업과의 중복성

(1) 위성항법기반 위치결정기술 관련 분야

- 위성항법기반 위치결정기술의 기존 사업으로는 해양수산부의 NDGPS와 국토교통부의 SBAS가 있음
- 각각 해상용, 항공용 위성항법기반 위치결정기술을 개발하는 사업임
- 위성항법기반 교통인프라 기술개발 과제는 육상용으로 개발되었기 때문에 목적, 사용분야, 용도 측면에서 상기 사업들과의 차이점을 지니고 있음
- 또한 타 기술에 비해 위치결정 정확도가 높고 비교적 저렴한 가격의 단말기를 이용하기 때문에 향후에 활용할 수 있는 가능성이 매우 높은 것으로 보임
- 기술적 측면에서의 차이점으로는, 상기 사업의 경우 위치결정 및 보정정보 생성시 코드파를 사용하였으나 위성항법 기반 교통인프라 기술개발은 반송파를 사용하였다는 점이 있음

(2) 정밀 측지, 측량 관련 분야

- 측지, 측량 분야에서는 정밀위치결정기술로 VRS와 FKP를 활용함
- 위 기술들은 육상용으로 활용될 경우 직접적으로 이용하는 데 어려움이 있으며, 이동차량의 위치결정결과에 대한 무결성 정보를 제공하지 않으며, 도심환경의 위치결정을 고려하지 않는다는 단점이 존재함

- 또한 위 기술들을 이용하는 것은 단말기 가격으로 인해 고비용을 초래함

라. 과학기술적 및 사회적 파급효과

- 항공, 해양 및 육상교통분야에서 위성항법 기반 측위정보를 이용함으로써 다양한 교통수단에서 효율적, 효과적인 위치제공이 가능해짐
- 이러한 위치제공은 사회 기간망으로 활용할 수 있으며 단순히 교통 분야에서만 이용될 뿐만 아니라 국방 분야 등의 다양한 분야에서도 활용이 가능할 것으로 예상됨. 또한 이를 통하여 사회 전반적으로 산업 구조가 개선되는 효과도 나타날 것으로 보임
- 국민에게 제공되는 위치정보의 신뢰도가 보다 높아지기 때문에 이를 통해 다양한 서비스도 함께 제공될 수 있어 삶의 질이 높아지며 국민적 편익이 증대될 수 있음
- 고용효과 및 교통혼잡완화 효과를 감안할 때 부정적인 영향은 없을 것으로 판단됨

3절. 경제적 타당성

가. 개요

- 경제성분석은 ‘위성항법기반 교통인프라 기술개발 재기획보고서(2013)’를 참고하였음
- 국토교통부의 공공투자평가지침에서 제시하는 분석방법을 기본으로 수행하였으며 비용편익분석법을 적용함
- 본 경제성 분석의 대상은 위성항법에 기반한 차로구분위치결정 교통인프라의 비용 및 편익으로, ITS 교통인프라와 별도로 투입되는 비용과 해당 기술로 추가적으로 발생하는 편익효과를 산출함
 - 경제성 분석의 대상 인프라는 차량의 위치를 허용오차 1.5m이내(차로구분 수준)로 정밀하게 파악하고 결정하는 기술수준이 적용됨

<표 31> 기존 ITS 교통인프라와 차로구분 위치결정 교통인프라 비교

기술구분	기존 ITS 교통인프라	위성항법기반 교통인프라
정밀도	GPS 오차 : 최대 30m	GPS 오차 : 최대 1.5m
수집정보	개략적 위치정보 수집	개별 차량 위치정보 수집
효율성제고서비스	O-D간 경로 정보 제공 구간 통행시간 및 소통 정보 제공 자동 요금 지불 서비스(하이패스)	노면상태 및 기상정보 제공 교통류안정성 관리 실시간 신호제어
안전성제고서비스	돌발 상황 정보 제공	돌발상황 발생 시 차로회피정보 제공 차량 간 충돌위험경고정보 제공 차로이탈 감지

- 공간적 분석의 단위는 전국으로, 시간적 분석의 단위는 일반적인 ITS설비의 내구연한을 고려하여 2015년부터 2029년까지의 15년으로 하며 할인율은 교통부문사업 예비타당성조사 지침에 의해 실질할인율 5.5%를 적용함
 - 인프라 구축은 2015년에 이루어지며 운영에 따른 편익은 2016년부터 발생하는 것으로 설정하였으며, 단말기 보급에 소요되는 시간은 고려하지 않음
 - 일반국도 및 지방도, 도심부도로의 경우 혼잡도 환경이 매우 상이하므로 통계 및

문헌조사결과를 적용했을 때 과추정 또는 과소추정의 가능성이 높으므로 편익분석의 공간적 범위는 고속도로로 한정함

나. 비용 및 편익 분석

(1) 비용분석

(가) 비용항목의 식별 및 산정방식

- 비용 항목은 인프라 구축비용과 기술개발비용, 인프라 운영비용으로 구성되며 인프라에는 통합운영국, 중앙국, 수신국, 교통지도가 해당됨
- 편익항목 추정은 기본적으로 단가산정 후 규모를 적용하는 방식을 사용하였으며 구축비용 및 운영비용은 관련 업체정보 및 시세 정보를 사용함
 - 구축 규모는 수신국 23개, 중앙국 14개, 통합운영국 1개이며, 구축단가 및 1년에 대한 운영단가는 아래 표와 같음

<표 32> 비용항목의 구성

(단위 : 백만원)

대분류	소분류	항목	단가	개수	비용
구축비용	수신국	설비비, 공사비	91	23	2,092
	중앙국		103	14	1,446
	통합운영국		103	1	103
	차로수준 지도	제작비	61,306	1	61,306
	소계				
기술개발비용			19,100	1	19,100
연간 운영비용	수신국	임대료, 전기사용료, 통신비, 수선비, 인건비	18	23	404
	중앙국		57	14	798
	통합운영국		777	1	777
	차로수준 지도	유지관리비	6,131	1	6,131
	소계				

- 관련 업계에 따르면 차로수준지도제작비는 고속도로의 경우 기 구축된 위성사진을 활용하여 km당 250만원이 소요되나 그 외 구간에서는 km 당 750만원이 소요되며 이에 따른 제작비용 및 유지비용은 다음 표와 같음

- 지도의 연간 유지관리비는 구축비의 10%로 산정함

- 지도 제작의 규모는 전국 ITS 구축현황과 동일한 수준으로 가정함
(고속도로 100%, 국도 19%, 도시부 8.4%)

<표 33> 차로수준지도 제작비용 및 유지비용

(단위 : 백만원/km, 백만원)

구분	단가	규모			비용	
		총연장 (km)	구축비율 (%)	구축길이 (km)	구축비용	유지비용
고속도로	2.5	4,044	100.0	4,044	10,110	1,011
일반국도	7.5	13,766	19.0	2,616	19,617	1,962
국지도, 지방도	7.5	52,632	8.4	4,211	31,579	3,158
총계					61,306	6,131

- 건축물 공사등과 같이 긴 시간을 소요하는 구축항목이 불필요하므로 인프라 구축 기간은 1년으로 설정하였으며 구축비용은 2015년에 발생하고, 운영비용은 2015년부터 매년 발생한다고 가정함

(나) 연차별 비용투입 계획

<표 34> 연차별 비용 발생

(단위: 백만원)

연도	합계 (할인)	구축비용						운영비용				
		수신국	중앙국	통합운영국	지도제작	기술개발비	합계	수신국	중앙국	통합운영국	지도제작	합계
합계	169,923	2,092	1,446	103	61,306	19,100	84,047	6,058	11,970	11,655	91,959	121,642
'15	92,156	2,092	1,446	103	61,306	19,100	84,047	404	798	777	6,131	8,109
'16	7,687	-	-	-	-	-	-	404	798	777	6,131	8,109
'17	7,286	-	-	-	-	-	-	404	798	777	6,131	8,109
'18	6,906	-	-	-	-	-	-	404	798	777	6,131	8,109
'19	6,546	-	-	-	-	-	-	404	798	777	6,131	8,109
'20	6,205	-	-	-	-	-	-	404	798	777	6,131	8,109
'21	5,881	-	-	-	-	-	-	404	798	777	6,131	8,109
'22	5,575	-	-	-	-	-	-	404	798	777	6,131	8,109
'23	5,284	-	-	-	-	-	-	404	798	777	6,131	8,109
'24	5,009	-	-	-	-	-	-	404	798	777	6,131	8,109
'25	4,748	-	-	-	-	-	-	404	798	777	6,131	8,109
'26	4,500	-	-	-	-	-	-	404	798	777	6,131	8,109
'27	4,265	-	-	-	-	-	-	404	798	777	6,131	8,109
'28	4,043	-	-	-	-	-	-	404	798	777	6,131	8,109
'29	3,832	-	-	-	-	-	-	404	798	777	6,131	8,109

(2) 편익분석

(가) 편익항목의 식별 및 산정방식

- 편익항목은 교통혼잡감소편익, 교통사고감소편익, 대기오염감소편익, 기존설비 대체편익으로 구성되며 내용은 다음과 같음
 - 교통혼잡감소 편익은 교통류안정성 관리, 실시간 신호제어 서비스 제공으로 인한 차량운행비용 및 시간가치비용 감소분을 계상함
 - 교통사고 감소편익은 돌발 상황 발생 시 차로회피정보 제공, 차량 간 충돌 위험경고정보 제공, 차로이탈 감지관련 서비스 제공으로 인해 감소되는 추돌 사고, 기상으로 인한 사고, 차로이탈 사고의 비용 절감효과를 계산함
 - 환경오염 감소편익은 정체 해소에 따른 대기오염물질 배출 감소 효과임
 - 기존설비대체편익은 연구 대상 교통인프라가 기존 ITS시스템에서의 교통정보 수집장치기능을 대체함으로 절감되는 기존설비의 유지관리비용임
- 편익 추정 방법은 통계 및 문헌고찰, 전문가 설문 자료 활용을 통해 이루어졌으며, 산식과 사용 값은 아래와 같음

<표 35> 편의항목 및 산정기준

교통혼잡 감소편익	산정식	$\sum_{yr=2015}^{2029} (\text{대상 도로의 교통혼잡비용}_{yr} \times S\text{성과도} \times \text{기술기여도})$
	사용 단가	<ul style="list-style-type: none"> • 교통혼잡비용(2012): 2조8천억원 • ITS 성과도: 5% • 기술 기여도: 34.8%
교통사고 감소편익	산정식	$\sum_{yr=2015}^{2029} \sum_{i=1}^4 \sum_{j=1}^3 (\text{사고 유형별 교통사고 발생량}_{yr, i, j}$ <p style="text-align: center;">× 사고 유형별 교통사고 비용 원단위 × 사고 유형별 정보 제공의 사고감소효과 × 기술 기여도)</p> <p>여기서, $i =$ 후발충돌, 충돌, 대항차량충돌, 도로이탈 $j =$ 사고건수, 사망자수, 부상자수</p>
	사용 단가	<ul style="list-style-type: none"> • 교통사고 발생량(2012): 1829건, 1946명 사망 2021명 부상 • 원단위: 사고 당 4,895만원, • 사망당 62,072만원, 부상당 2,537만원 • 정보 제공의 사고감소효과: 평균 80% • 기술기여도: 33.1%
환경오염 감소편익	산정식	$\sum_{yr=2015}^{2029} (\text{환경오염비용}_{yr} - \text{환경오염비용}_{yr-1}) \times \text{기술기여도}$ <p>여기서,</p> $\text{환경오염비용}_{yr} = \sum_{i=1}^3 (\text{평균통행속도}_{yr} \times \text{차종별 교통량}_{yr, i}$ <p style="text-align: center;">× 차종별 환경오염비용 원단위)</p> <p style="text-align: center;">$i =$ 승용차, 버스, 화물차</p>
	사용 단가	<ul style="list-style-type: none"> • 평균통행속도(2011): 38.7km/h • 평균통행속도(2020): 50km/h • 차종별 교통량: 아래 표 참조 • 차종별 환경오염비용 원단위: 아래 표 참조 • 기술 기여도: 34.8%
기존설비 대체편익	산정식	$\sum_{yr=2015}^{2029} (\text{기존검지기 유지보수비용}_{yr})$
	사용 단가	<ul style="list-style-type: none"> • 기존검지기 설치비: km 당 2천만원(4차로), 3.36천만원(8차로) • 기존검지기 유지비: 설치비의 10%

(나) 교통혼잡감소편익

- 교통혼잡감소편익은 한국교통연구원의 「전국 교통혼잡비용 추정과 추이 분석」 방법을 참고하여 전국 교통혼잡비용통계를 통해 도로별 혼잡비용의 미래 추정치를 구한 뒤, 분석대상 기술로 인한 고속도로의 혼잡통행 개선 효과를 계산함
 - 교통혼잡비용의 미래예측치는 한국교통연구원이 조사하여 발표하는 전국 교통혼잡비용 통계 중 고속도로에 대한 통계에서 2003-2009년의 평균 증가율을 적용하여 추정함

<표 36> 고속도로 교통혼잡비용 추계

(단위: 십억 원)

년도	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
혼잡비용	2,372	2,295	2,220	2,148	2,078	2,010	1,944	1,881
년도	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	
혼잡비용	1,820	1,760	1,703	1,647	1,594	1,542	1,491	

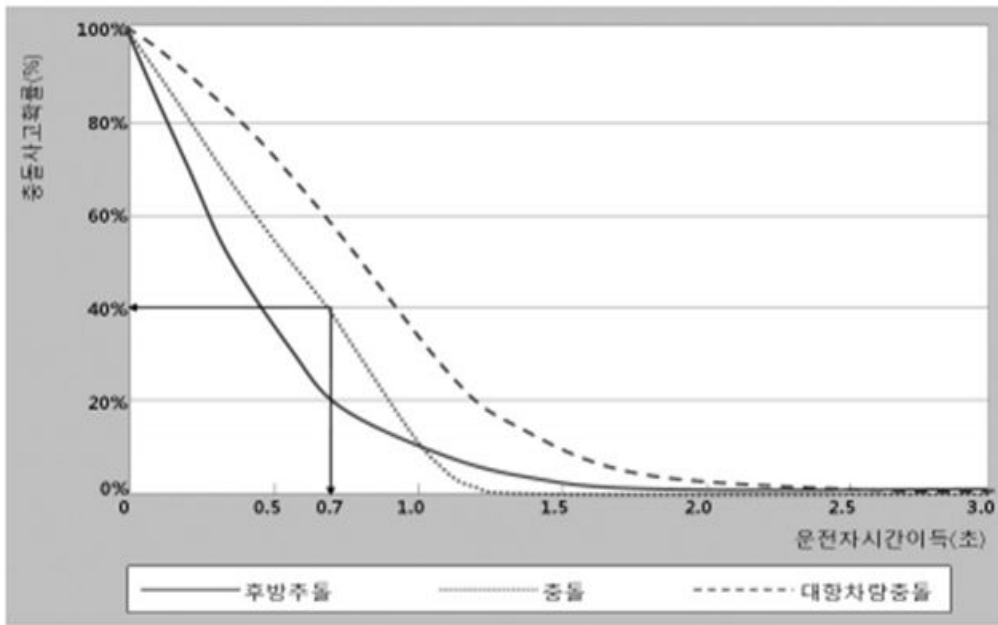
- 고속도로 혼잡통행 개선 효과는 유사 개념인 스마트트래픽의 혼잡절감율⁵⁾을 차용하되, 그 중 차로구분위치결정기술이 기여하는 기술기여도⁶⁾를 별도로 적용하여 계산함
- 교통혼잡감소편익은 2016년 58억원을 시작으로 연간 교통혼잡감소편익은 감소 추세를 보이며, 15년간 464억원 가량의 편익이 발생함

(다) 교통사고감소편익

- 교통사고 감소편익은 유병용(2009)의 연구에 따라 정보 제공으로 인한 운전자 반응시간 확보가 감소시키는 교통사고량의 교통사고비용을 계상함
- 차로구분 위치결정 기술은 운전자에게 1초의 반응시간 확보효과가 있다고 가정하고 eIMPACT(2006)의 연구가 제시하고 있는 교통사고 감소 효과를 적용함
 - 도로이탈에 대한 효과는 후방추돌, 충돌, 대항차량 충돌의 평균값을 적용함

5) 삼성경제연구소(2009)의 “SOC 투자의 신조류, 스마트 SOC”보고서는 스마트 트래픽의 혼잡 절감률은 교통흐름을 원화하게 제어하고 최단시간 경로를 안내함에 따라 발생하는 효과로 GeSI의 자료를 이용했을 때 그 효과가 5%라고 기술함

6) 지난 경제성 분석에서 실시하였던 전문가 설문에서 차로구분위치결정기술의 혼잡관리 서비스에 대한 기술기여도는 34.8%으로 조사됨



[그림 62] 운전자 반응시간 단축으로 인한 충돌사고 발생관계

* 출처 : eIMPACT, Socio-economic Impact Assessment of Stand-alone and Co-operative Intelligent Vehicle Safety Systems(IVSS) in Europe, 2006, 유병용, “주행로이탈예방 지원기술 관련 경제성평가 분석(2009)” 에서 재인용

<표 37> 정보 제공에 따른 교통사고 감소 효과

구분	운전자 확보시간	후방추돌	충돌	대항차량 충돌	도로이탈
사고감소확률	0.7초	80%	60%	40%	60%
	1초	90%	90%	60%	80%

* 출처 : eIMPACT, Socio-economic Impact Assessment of Stand-alone and Co-operative Intelligent Vehicle Safety Systems(IVSS) in Europe, 2006, 유병용, “주행로이탈예방 지원기술 관련 경제성평가 분석(2009)” 에서 재인용

- 교통사고 건수는 도로교통공단의 「13년판 교통사고 요인분석(사망사고를 중심으로)」의 사고유형별 통계에서 분석대상 기술의 제공서비스와 연관된 추돌, 충돌, 도로이탈에 관계된 사고유형의 사고건수, 사망자수, 부상자수 통계를 사용함

<표 38> 사고 유형별 교통사고 건수

구분	후방추돌	충돌	대항차량 충돌	도로이탈	
사고건수	발생건수	334	1,025	298	172
	사망자수	358	1,070	329	189
	부상자수	441	992	513	75

* 출처 : 「교통사고 요인분석(사망사고를 중심으로)」, 2013, 도로교통공단

- 사고 유형별 교통사고 건수에 교통사고 감소효과를 적용하여 사고 유형별 교통사고 감소 건수를 산출함

<표 39> 사고 유형별 교통사고 감소 건수

구분	운전자 확보 시간	분류	후방추돌	총돌	대항차량 총돌	도로이탈	합계
사망자수	286	642	132	113	1,173		
부상자수	353	595	205	45	1,198		
1초	발생건수	301	923	179	138	1,540	
	사망자수	322	963	197	151	1,634	
	부상자수	397	893	308	60	1,658	

○ 교통사고 발생건수, 사망자수, 부상자수 별 교통사고비용 원단위를 적용하였으며 도로교통 안전관리공단이 발표한 2007년 기준 원단위를 물가상승률을 적용하여 2012년 기준 원단위로 변환하여 적용함

- 적용한 원단위는 사상자의 손실생산비용과 의료비용에 해당하는 인적피해 비용, 사고 수습비에 해당하는 물적피해비용, 사고원인분석비와 영업/이미지 손실비에 해당하는 행정비용, 심리적 고통비용(PSG)을 고려함

<표 40> 교통사고비용 원단위(2012년 기준)

구분	사고 1건 당 (백만원/건)	사망1명 당 (백만원/명)	부상1명당 (백만원/명)
교통사고비용 원단위	48.9	620.7	25.4

* 출처 : 「2010년 교통사고 비용 추정」, 2012, 한국교통연구원

○ 전체 교통사고 중 고속도로 교통사고 비중 6%와, 기존 경제성 연구에서 실시한 전문가 설문에서 교통사고 관련 기술 기여도 33.1%를 적용하여 교통사고감소편익을 산출하면 매년 대략 25억원 가량의 편익이 발생하며 이를 할인하면 15년동안 279억원 가량의 편익이 발생함

<표 41> ITS로 인한 교통사고 감소 편익 (2016년)

구분	사고 감소편익 (백만원)	사망자 감소편익 (백만원)	부상자 감소편익 (백만원)	합계 (백만원)
교통사고 감소 편익	1,567	21,093	875	23,535

- 전체 교통사고 중 고속도로 교통사고 비중 6%와, 기존 경제성 연구에서 실시한 전문가 설문에서 교통사고 관련 기술 기여도 33.1%를 적용하여 교통사고감소편익을 산출하면 매년 대략 25억원 가량의 편익이 발생하며 이를 할인하면 15년동안 279억원 가량의 편익이 발생함

(라) 환경오염감소편익

- 환경오염감소편익은 차로구분 위치결정 기술로 인해 통행속도가 증가함으로써 상승하는 연비 및 저감되는 오염물질배출량의 처리비용으로 계산됨
- 국가경쟁력위원회의 분석에서 제시된 2011년과 2020년의 고속도로 통행속도에서 선형 보간법 및 외삽법을 사용하여 2015-2029년까지의 고속도로 평균 통행속도를 산출함
 - 국가경쟁력 위원회(2012)의 “스마트 녹색교통 실현과 신성장동력 육성을 위한 지능형교통체계(ITS) 발전전략”에 따라 ITS로 인해 고속도로 평균 주행속도가 2011년 38.7km/h에서 2020년 50km/h로 증가할 것이라고 분석함
- 한국교통연구원이 발표한 전국 차종별 통행속도별 환경오염처리비용을 고속도로의 차종비용을 적용하여 환경오염비용 원단위를 산출함
 - 한국교통연구원(2013) 전국 교통혼잡비용 추정과 추이 분석자료 사용

<표 42> 속도별 환경오염비용 원단위 변화

속도(km/h)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
환경오염비용원단위 (원/km)	134	87	69	58	52	44	42	39	38	37

- 도로연장은 3,859km, 교통량은 15.9백만 대/연을 고정적으로 적용함⁷⁾
- 산출된 환경오염절감액은 ITS로 인한 교통혼잡 해소에 관한 편익이었으므로 ITS기술 중 교통정보의 기여도 50%를 적용하고 전문가설문에서 조사된 혼잡감소 서비스 중 차로구분 위치결정 기술기여도 34.8%를 적용하여 연간 감소되는 환경오염절감 편익을 산출함

7) 도로수준별 도로연장자료 : 「2012 도로현황조사」, 2012, 국토교통부
 도로수준별, 차종별 통행량자료 : 「도로 교통량 통계연보」, 국토교통부

○ 5.5%의 할인율을 적용했을 때 환경오염 절감편익은 14,214백만 원의 효과가 있는 것으로 분석됨

<표 43> 연간 환경비용 절감 편익 및 산출 과정

(단위 : km/h, 백만원)

연도	속도	환경비용 원단위 (원/km대)	환경비용	환경비용 절감액	환경비용 절감편익
2011	38.7	65	4,009,862		
2012	40.0	64	3,951,056		
2013	41.2	63	3,892,250		
2014	42.5	62	3,833,445		
2015	43.7	61	3,774,639		
2016	45.0	60	3,715,834	58,806	10,222
2017	46.2	59	3,657,028	58,806	10,222
2018	47.5	58	3,598,223	58,806	10,222
2019	48.7	58	3,539,417	58,806	10,222
2020	50.0	57	3,480,611	58,806	10,222
2021	51.3	56	3,421,806	58,806	10,222
2022	52.5	55	3,363,000	58,806	10,222
2023	53.8	54	3,304,195	58,806	10,222
2024	55.0	53	3,245,389	58,806	10,222
2025	56.3	52	3,186,584	58,806	10,222
2026	57.5	51	3,127,778	58,806	10,222
2027	58.8	50	3,068,972	58,806	10,222
2028	60.0	49	3,010,167	58,806	10,222
2029	61.3	48	2,951,361	58,806	10,222

(마) 기존설비대체편익

- 분석 대상 기술이 상용화될 경우 기존의 지점검지기(루프, 영상 등)가 불필요해 지므로 기존 지점검지기들의 유지관리 비용을 기존설비 대체 편익으로 산정함
- 기존설비 대체 편익은 한국도로공사가 발간한 “DSRC를 활용한 도로교통정보 검지시스템 실용화 기술개발“의 추정방식을 사용하여, 루프 검지기, 영상 검지기 등의 기존 ITS 설비 구축비용의 단가와 고속도로 도로연장을 곱하여 산정함

<표 44> VDS 시스템의 구축단가 및 구축비용

(단위 : 백만원)

구분	구축단가(원/km)		도로연장(km)		구축비용 (백만원)
	왕복 4차로	왕복 8차로	왕복 4차로, 왕복 2차로	왕복 8차로, 왕복 6차로	
VDS 시스템	20	34	3,074	1,038	96,341

- 기존시설 대체 편익은 6,698백만 원의 효과가 있는 것으로 분석됨

다. 경제성 분석

(1) 경제적 타당성 분석

- 위의 비용 편익 항목들의 NPV와 B/C ratio를 산정함
 - 차로구분위치결정 기술의 NPV는 490,472백만 원, B/C ratio는 3.95로 분석되어 경제성이 큰 것으로 나타남

<표 45> 차로구분위치결정 기술의 비용, 편익, 현재가치

(단위 : 백만원)

연도	비용			편익					현재가치		
	구축 비용	운영 비용	소계	교통 혼잡 감소 편익	교통 사고 감소 편익	환경 오염 감소 편익	기존 설비 대체 편익	소계	비용	편익	편익/ 비용
2015	80,406	8,109	88,515	-	-	-	-	-	88,515	0	0
2016	-	8,109	8,109	39,889	23,535	10,222	4,817	78,463	7,687	74,372	9.7
2017	-	8,109	8,109	38,589	22,852	10,222	4,817	76,480	7,286	68,714	9.4
2018	-	8,109	8,109	37,331	22,189	10,222	4,817	74,559	6,906	63,496	9.2
2019	-	8,109	8,109	36,114	21,546	10,222	4,817	72,699	6,546	58,684	9.0
2020	-	8,109	8,109	34,936	20,921	10,222	4,817	70,896	6,205	54,245	8.7
2021	-	8,109	8,109	33,797	20,314	10,222	4,817	69,151	5,881	50,151	8.5
2022	-	8,109	8,109	32,696	19,725	10,222	4,817	67,460	5,575	46,374	8.3
2023	-	8,109	8,109	31,630	19,153	10,222	4,817	65,822	5,284	42,889	8.1
2024	-	8,109	8,109	30,599	18,598	10,222	4,817	64,235	5,009	39,674	7.9
2025	-	8,109	8,109	29,601	18,058	10,222	4,817	62,698	4,748	36,706	7.7
2026	-	8,109	8,109	28,636	17,535	10,222	4,817	61,210	4,500	33,966	7.5
2027	-	8,109	8,109	27,702	17,026	10,222	4,817	59,768	4,265	31,437	7.4
2028	-	8,109	8,109	26,799	16,532	10,222	4,817	58,371	4,043	29,101	7.2
2029	-	8,109	8,109	25,926	16,053	10,222	4,817	57,018	3,832	26,945	7.0
합계	80,406	121,642	202,048	454,244	274,038	143,108	67,439	938,829	166,282	656,754	3.9

(2) 시나리오 분석

- 시장여건 및 기술 수준에 따른 경제성 변화를 알아보기 위해 시나리오 분석을 실시함
- 시장여건에 따른 경제성 변화를 알아보기 위해 단말 보급률을 기준으로 하여 보급률이 100%, 70%, 30%일 때의 B/C ratio 및 NPV를 산출함

- 기술 수준에 따른 경제성 변화를 알아보기 위해서는 지도제작 비용이 현재와 마찬가지로 위성사진이 구축된 구간에 대해서는 이를 활용하여 km 당 250만원이 소요되나 그 외 구간에서는 km 당 750만원이 소요되는 시나리오와 모든 구간에서 km 당 250만원이 소요되는 시나리오에 대해 B/C ratio 및 NPV를 산출함

<표 46> 시나리오 분석의 기준

구분		내용
지도제작 비용	현재 제작비용	<ul style="list-style-type: none"> 고속국도: 250만원 일반국도 및 지방도: 750만원
	기술진보 시 제작비용	<ul style="list-style-type: none"> 고속국도: 250만원 일반국도 및 지방도: 250만원
네비게이션 보급률	낙관적 전망	<ul style="list-style-type: none"> 모든 네비게이션 및 스마트폰에 단말이 장착될 경우 보급률: 100%
	중도적 전망	<ul style="list-style-type: none"> 보급률: 70%
	비관적 전망	<ul style="list-style-type: none"> 고급형 네비게이션에 단말이 장착될 경우 보급률: 30%

- 지도제작 관련 비용과 고급형 네비게이션 단말의 보급률을 기준으로 실시한 시나리오 분석 결과, 차로수준 위치결정 기술은 상당한 경제성을 가지는 것을 보임

<표 47> 시나리오별 B/C ratio

시나리오		지도제작비용					
		현실적			기술진보예상		
		비용	편익	B/C ratio	비용	편익	B/C ratio
네비게이션 보급률	낙관 (100%)	166,282	656,754	3.9	96,009	656,754	6.8
	중도 (70%)	166,282	459,727	2.8	96,009	459,727	4.8
	비관 (30%)	166,282	197,026	1.2	96,009	197,026	2.1

<표 48> 시나리오별 NPV

(단위 : 백만원)

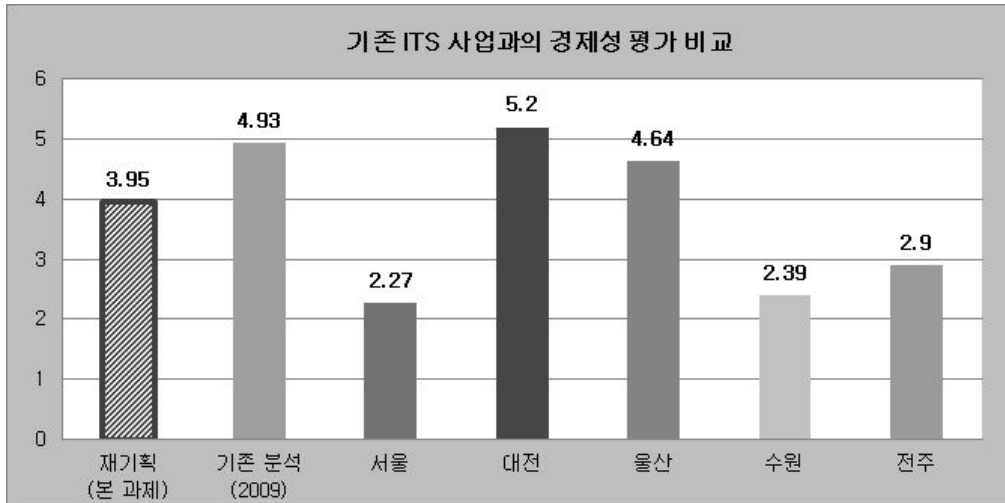
시나리오		지도제작비용					
		현실적			기술진보예상		
		비용	편익	NPV	비용	편익	NPV
네비게이션보급률	낙관 (100%)	166,282	656,754	490,472	96,009	656,754	4,696
	중도 (70%)	166,282	459,727	293,445	96,009	459,727	363,719
	비관 (30%)	166,282	197,026	30,744	96,009	197,026	101,017

(3) 민감도 분석

- 수익성이 보장되는 단말보급률 수준을 알아보기 위해 민감도 분석을 실시함
- 분석 결과 현실적 지도제작비용을 적용했을 때는 단말보급률이 24% 이상, 기술진보가 반영된 지도제작비용을 적용했을 때는 14% 이상인 경우에는 B/C ratio가 1을 넘어 경제성이 있는 것으로 나타남

라. 결론

- B/C는 3.95로 경제성을 갖는 것으로 나타났으며 유사 사업과 비교했을 때에도 차로구분 위치결정 기술 교통인프라는 양호한 경제성을 보임
 - 주요도시 ITS 사업의 경제성과 비교했을 때에도 양호한 경제성을 보임



[그림 63] 본 연구와 기존 분석 및 주요도시 ITS사업의 경제성 비교

- 본 연구에서 분석된 차로구분 위치결정 기술의 경제성은 B/C ratio가 3.95로 같은 기술에 대해 실시했던 지난 경제성분석(9.8)보다 낮은 값을 보이나 이는 분석기간의 차이⁸⁾에 기인하는 바가 큰 것으로 보이며, 기존 경제성 분석에서 분석기간으로 본 연구와 동일하게 15년의 기간을 상정할 경우 비슷한 수준을 보임
- 위성항법 교통인프라 기반 측위기술을 통해 전국적인 교통 인프라를 구축한다면 고부가가치의 새로운 시장을 창출할 수 있음
 - 교통인프라 구축 시 필요한 사용자 단말기나 기준국 설치 장비 및 응용 시스템 분야에서 새로운 시장 창출이 예상되는 바임
 - 관련 업체들의 측위 기술력이 향상되고 기술 개발과 그에 대한 투자가 활발하게 이루어진다면 여러 분야에서의 비용감소 및 절감효과가 기대되는 바임
 - 교통사고 및 재난을 예방하여 이에 따른 사회적 비용을 감소시킬 수 있음
 - 물류 및 인력수송에서 보다 효율적인 네트워크 시스템 형성이 가능하여 관련 분야에서의 비용 절감이 예상됨
 - LDM 기술의 실제 구축 및 이용 시의 경제적 타당성을 분석해 볼 필요성이 있음
 - 랜드마크 표현 정도, 일시적 데이터와 동적 데이터의 업데이트 주기, 각 층의 구성요소 수준 및 적용 도로 범위 등의 여러 가지 요소들에 따라 달라질 것으로 예상됨

8) 기존 경제성분석(분석기간 20년)에서의 B/C ratio: 9.8
 기존 경제성분석에서 기간을 15년으로 상정할 경우 B/C ratio: 4.93

4절. 종합 평가

가. 정책적 타당성 분석

- 사회경제적인 편익을 극대화 시킬 수 있는 위성항법 기반의 다양한 서비스들은 핵심 인프라의 관리 주체가 정부이기 때문에 정부의 적극적인 지원 및 연구개발 의지가 필요한 분야임
- “국가 위성항법시스템 종합발전 기본계획(2005.12)”, “우주개발진흥 기본계획(2007.6)”, “우주개발사업 세부 실천 로드맵(2007.11)” 등 정부에서 발표하였던 계획들과 위성항법기반 교통인프라 기술개발은 본 계획들 있어서 핵심적인 기술이라는 점에서 밀접한 관련성을 지님

나. 기술적 타당성 분석

- 국내의 자동차 보유 규모로 판단해보았을 때 위성항법 측위기술 서비스의 잠재적인 수요가 있다고 판단됨
- 또한, 스마트폰 애플리케이션을 통한 활용 등의 신기술, 네비게이션 등의 하드웨어 공급 산업과 연계성이 존재하며, 본 기술들에 대한 소비자들의 수용 정도가 높다는 점을 감안하였을 때 기술 개발에 대한 타당성이 존재하는 것으로 판단됨
- 한국교통연구원에서 발표한 우선추진 서비스인 15개의 어플리케이션, 31개의 적용사례에는 위성항법 기반 측위 서비스 4개인 음영지역 정밀측위기술, LDM, 빅데이터기술, 자율주행 기술이 모두 포함되며, 이에 따라 서비스에 대한 정책적인 요구도 존재한다고 간주됨
- 위성항법 측위 기술을 통하여 제공하는 서비스는 미래 교통 시스템에서 요구하는 정확도와 신뢰도가 높은 위치정보 제공에 적절하게 이용될 수 있으며, 이러한 서비스를 통하여 교통의 효율성 및 안전성을 보다 향상시킬 수 있음
- 단, 각 분야 전문가 자문단의 의견에 따르면 현재 기술 수준에서는 상용화를 위해 보완해야 할 점이 존재하며, 이는 향후 수행해야 할 과제로 간주됨

다. 경제적 타당성 분석

- 비용편익분석법, NPV와 B/C ratio 산정에 따라 나온 결과치를 유사 사업과 비교하였을 때 위성항법 기반 교통인프라 서비스의 경제성은 양호한 수준이라고 판단됨
- 또한, 서비스 구축 단계와 상용화 단계에서 새로운 시장 창출과 사회적비용 감소, 관련 분야에서의 비용절감 효과가 나타날 것으로 전망됨
- 다양한 교통수단에서 효과적인 위치정보 제공이 가능해지며, 이러한 위치정보 제공의 파급효과는 단순히 교통분야 뿐만 아니라 국방 분야 등의 타 산업 분야로까지 이어질 수 있음
- 국민에게 제공되는 위치정보의 정확도 향상을 통하여서 국민의 교통 편익을 증진시킬 수 있으며 이에 따라 전반적인 삶의 질 향상까지 가능할 것으로 보임
- 서비스 구축으로 인해 발생하는 편익과 비용을 함께 고려하였을 때 부정적인 영향은 없는 것으로 파악됨

5장. 인력투입 계획 및 소요예산 산정

1절. 연구일정에 따른 인력투입계획

(단위 : 명)

세부 항목	1차 년도	2차 년도	3차 년도	소계
책임연구원	3	7	7	17
연구원	7	20	20	47
연구보조원		3	4	7
보조원				
합 계	10	30	31	71

2절. 소요예산 산정

1. 예산 산정 방법

가. 인건비

- 해당과제 참여연구원의 인건비 산정을 목적으로 기획재정부 고시 2015년 학술연구용역 인건비 단가를 참여율 30% 기준으로 단가를 적용하였음

〈표5-1〉 기획재정부 고시 2015년 학술연구용역 인건비 단가

등급	월 임금('15), 50%기준	본기획연구 적용단가	
		참여율 30% 기준('15)	1년 인건비 단가
책임연구원	월 3,058,029원	약 월 1,800,000원	년 21.6백만원
연구원	월 2,344,854원	약 월 1,400,000원	년 16.8백만원
연구보조원	월 1,567,457원	약 월 900,000원	년 10.8백만원
보조원	월 1,175,633원	약 월 700,000원	년 8.4백만원

주1) 본 인건비 기준단가는 1개월을 22일로 하여 용역 참여율 50%로 산정한 것이며, 용역 참여율을 달리하는 경우에는 기준단가를 증감시킬 수 있다.

주2) 본 기획연구시 적용 참여율은 30% 기준으로 산정함

※ 상기단가는 2012년도 기준단가로 계약예규 「예정가격 작성기준」 제26조 제2항에 따라 소비자물가 상승률(2012년 2.2%)을 반영한 단가이며, 소수점 첫째자리에서 반올림한 금액임

2. 전체 소요예산

(단위 : 백만 원)

구분	1차년도		2차년도		3차년도		합계	
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간
과제 소요 예산	500		3,000		2,500		6,000	

□ 과제별 소요예산

가. 비목별 예산현황

(단위 : 백만 원)

예산 항목	세부 항목	예산 항목					비율 (%)
		단가 (연급여)	1차 년도	2차 년도	3차 년도	소계	
인건비	책임연구원	21.6	65	152	152	369	6.2
	연구원	16.8	118	335	335	788	13.1
	연구보조원	10.8		33	44	77	1.3
	보조원	8.4					
	소 계		183	520	531	1234	20.6
직접비	연구장비 재료비		48	1404	430	1882	31.4
	연구과제추진비		99	329	630	1058	17.6
	연구활동비		99	438	632	1169	19.5
	연구수당		37	104	106	247	4.1
	소 계		283	2275	1798	4356	72.6
현물(시험차량, 장비/설비)							
간접비			34	205	171	410	6.8
합 계			500	3,000	2,500	6,000	100.0

나. 연차별 직접비 계상 현황

(1) 1차년도

(단위 : 백만 원)

구 분		직접비		비고
		예산	주요내용	
총 계		283		
위 성 향 법 기 반 교 통 인 프 라 확 대 및 안 정 화 연 구	계	229		
	인프라 확대를 위한 다중클러스터 구성 방안 연구	52	- 상시기준국 데이터 수집 방안 연구 - 상시기준국 데이터 분석	
	다중클러스터 구성을 위한 기술개발	12	- 통합운영국 개발을 위한 요구사항 도출	

	인프라 확장을 위한 다중클러스터 구성 및 시범운영	37	- 기 개발 지역수신국 및 지역제어국 시스템 설계 보완	
	다중클러스터 보정 정보 전송을 위한 DMB 전송 기술개발	27	- 보정정보 데이터 압축기술 연구	
	인프라 안정화 연구	42	- 미지정수 추정 속도 향상 기술연구 - 보정정보 생성 초기화시간 단축기술 연구	
	다중 위성항법신호 활용 연구	59	- 다중 위성항법시스템 신호 분석	
육상 교통에서의 정밀측위 활용성 증대를 위한 연구	계	54		
	차량 적용기술 연구	26	- 자율주행 요구사항 도출	
	차로구분 궤적정보 활용방안 및 표준화 연구	28	- 차로구분 궤적정보 활용방안 분석	

(2) 2차년도

(단위 : 백만 원)

구 분		직접비		비고
		예산	주요내용	
총 계		2,275		
위성항법 기반 교통 인프라 확대 및 안정화 연구	계	2,075		
	인프라 확대를 위한 다중클러스터 구성 방안 연구	250	- 상시기준국 활용 보정정보 생성 연구 - 생성 보정정보 정확성 및 신뢰성 분석 - 상시기준국 활용 단일 클러스터 적용 연구	
	다중클러스터 구성을 위한 기술개발	150	- 통합운영국 설계 - 클러스터간 중복 지역수신국 데이터 전송 및 획득 연구	
	인프라 확장을 위한 다중클러스터 구성 및 시범운영	900	- 클러스터 확장을 위한 지역수신국 위치 조사 및 주변 환경 분석 - 지역수신국 및 지역제어국 제작, 설치	
	다중클러스터 보정 정보 전송을 위한 DMB 전송 기술개발	100	- 보정정보 송출 권역 DMB 신호 환경 분석 - 다중 클러스터 보정정보 송출 시스템 설계 및 개발 - 다중 클러스터 보정정보 전송기술 연구	
	인프라 안정화 연구	200	- 보정정보 신뢰성 향상기술 연구 - 단일 클러스터 적용 및 분석 - 다중 클러스터 적용기술 연구	
	다중 위성항법신호 활용 연구	275	- 다중 위성항법시스템 데이터 처리 알고리즘 설계 및 개발 - 다중 위성항법시스템 보정정보 생성 연구 - 다중 위성항법시스템 활용 위치결정기술 연구	

육상 교통에서의 정밀측위 활용성 증대를 위한 연구	계	200	
	차량 적용기술 연구	100	- 자율주행용 고정밀 위치결정 성능 분석 및 표준화 연구 - 차량 센서 및 제어정보 결합 위치결정 신뢰도 향상 연구
	차로구분 궤적정보 활용방안 및 표준화 연구	100	- 연속류 돌방상황 자동감지 방안 연구 - 차량 안전유도관리 방안 연구

(3) 3차년도

(단위 : 백만 원)

구 분		직접비		비고
		예산	주요내용	
총 계		1,798		
위성항법 기반 교통 인프라 확대 및 안정화 연구	계	1,383		
	인프라 확대를 위한 다중클러스터 구성 방안 연구	134	- 상시기준국 활용 다중 클러스터 적용 연구 - 전국 구축을 위한 다중 클러스터 구성 및 비용 분석	
	다중클러스터 구성을 위한 기술개발	253	- 다중 클러스터 데이터 전송 및 획득 연구 - 클러스터간 보정정보 연속성 유지 연구 - 클러스터 자동 초기화기술 연구	
	인프라 확장을 위한 다중클러스터 구성 및 시범운영	249	- 다중 클러스터 운영 방안 도출 - 통합운영국 제작 및 설치	
	다중클러스터 보정정보 전송을 위한 DMB 전송 기술개발	84	- 보정정보 감시기술 연구 - 보정정보 보안기술 연구	
	인프라 안정화 연구	249	- 기 구축 지역수신국 및 상시기준국 연계 방안 도출 - 보정정보 연속성 향상 방안 도출	
	다중 위성항법신호 활용 연구	414	- 다중 위성항법시스템 무결성정보 생성 연구 - 다중 위성항법시스템 활용 위치결정 가용성 향상기술 연구	
육상 교통에서의 정밀측위 활용성 증대를 위한 연구	계	215		
	차량 적용기술 연구	105	- 위치결정 가용성 향상을 위한 복합 센서 융합 연구 - 센서 융합을 통한 음역지역 극복 위치결정 연구	
	차로구분 궤적정보 활용방안 및 표준화 연구	110	- 연속류 돌방상황 자동감지 방안 제시 - 차량 안전유도관리 방안 제시 - 고정밀 측위기술 서비스/기술 표준화	
다중 클러스터 기반 정밀위치 제공	계	200		

시범지역 서비스 운영	기준국 및 제어국, 정보서비스 제공 단말기(혹은 휴대폰) 등	200	<ul style="list-style-type: none"> - 정밀위치 제공 시범지역 선정 - 위치정보 신뢰성 분석 - 다중 클러스터 정밀위치제공 시범 서비스 운영 	
-------------------	--	-----	--	--

6장. 과제 제안요구서

차로구분 정밀위치결정 교통인프라 기술 실용화를 위한 인프라 확대 및 활용성 증대 연구	
1. 연구개발 목표	<ul style="list-style-type: none"> ○ 육상 교통수단의 안전성과 효율성 증대를 위하여 차로구분 수준 정확도를 갖는 위성항법기반 정밀위치결정 교통인프라 실용화 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 위성항법기반 교통 인프라 확대(단일 클러스터→다중 클러스터) 및 안정화 연구 - 육상 교통에서의 정밀측위 활용성 증대를 위한 연구 ○ 단일 클러스터*→다중 클러스터 확대에 따른 정밀위치 제공 시범지역 서비스 운영 <ul style="list-style-type: none"> * 4개의 기준국과 1개의 제어국으로 이루어지며 4개의 기준국을 가상의 직선으로 연결한 공간으로써 정밀위치정보를 서비스 받을 수 있는 지역
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	<ul style="list-style-type: none"> ○ 자동차, 버스 등 육상 교통수단의 안전성과 효율성을 향상시키기 위해서는 보다 정확하고 신뢰성 있는 위치 정보를 바탕으로 안전운행 정보, 사고 정보 등의 공유가 필요함 ○ 특히, 자율주행시대에 요구되는 V2X 통신을 이용한 서비스 제공을 위해서는 정밀 차량 측위기술에 대한 기술개발이 선행되어야 함 <ul style="list-style-type: none"> - 차량-차량, 차량-인프라 통신을 통한 자율협력주행시스템(C-ITS) 서비스 제공이 효율적으로 이루어지기 위해서는 차로구분(1.5m) 수준의 신뢰성 있는 정밀 측위정보를 요구하고 있음 - 지능형 신호시스템 운영, E-call 등의 서비스 역시 정밀측위 기술을 기반으로 제공 ○ 미국, 유럽, 일본 등에서는 정확한 위치정보 제공을 위하여 GPS 반송파 기반 정밀 위치결정 기술에 고가의 레이저, 고가의 관성센서, 고가의 영상센서 등을 추가하여 육상 교통환경에서 연속적인 위치결정 정보를 제공하기 위한 기술을 개발 중 ○ 우리나라 역시 육상교통수단을 대상으로 제공되는 위성항법 기반 교통측위 서비스가 교통부문의 기본 인프라로써 기능을 공고히 할 수 있도록 단일 클러스터를 다중 클러스터로 확장하여 전국적인 서비스

기반 마련 필요

- 기본적인 위치정보 정확성을 확보하기 위해서는 GPS 기반 위치 결정기술의 신뢰성을 先확보하고 이후 GPS 음영 등을 보완하기 위해 정확성 높은 영상센서 등을 부착방안 검토 필요

- 본 연구를 통해 위치기반산업 및 교통서비스 제공 산업 등 다양한 분야에 일자리 창출이 가능하여 ‘융·복합기술 실용화를 통한 창조경제 구축’이라는 국가 정책목표에 이바지 가능

3. 연구개발내용

○ 위성항법기반 교통 인프라 확대 및 안정화 연구

- 인프라 확대를 위한 다중클러스터 구성 방안 연구
 - 상시기준국을 활용한 보정정보 정확성 및 신뢰성 분석 연구
 - 상시기준국을 활용한 다중클러스터 적용 및 연계방안 연구
 - 전국단위 구축을 위한 클러스터 형태 및 비용 분석 연구
- 다중클러스터 구성을 위한 기술개발
 - 다중클러스터 구성을 위한 통합운영국 기술개발
 - 육상 교통 이동차량을 위한 클러스터간 측위 연속성 유지 기술 개발
 - 확장 클러스터 자동초기화 기술 개발
- 인프라 확장을 위한 다중클러스터 구성 및 시범운영
 - 전국단위 구축 효율성 및 안전성 제고를 위한 지역수신국 및 지역 제어국 제작 상세설계 보완 연구
 - 클러스터 확장을 위한 지역수신국 및 지역제어국 제작
 - 클러스터 확장을 위한 지역수신국 및 지역제어국 설치
 - 다중클러스터 운영방안 도출 연구
 - 통합운영국 제작 및 설치
- 다중클러스터 보정정보 전송을 위한 DMB(혹은 LTE) 전송 기술개발
 - DMB 방송 권역내(혹은 LTE 통신권역내) 다중클러스터 보정정보 전송 기술개발
 - 보정정보 전송 감시 기술개발
- 인프라 안정화 연구
 - 다중클러스터기반 반송파 미지정수 추정속도 향상기술 개발
 - 다중클러스터기반 보정정보 생성 초기화시간 단축기술 개발
 - 다중클러스터기반 보정정보 신뢰성 향상기술 개발

· 기구축 상시기준국 연계를 통한 보정정보 연속성 향상방안 도출

- 다중 위성항법신호 활용 연구

- 다중 위성항법신호 기반 보정정보 생성기술 개발
- 다중 위성항법신호 기반 무결성 생성기술 개발
- 다중 위성항법과 다중 주파수 결합 정밀위치결정기술 개발

○ 육상 교통에서의 정밀측위 활용성 증대를 위한 연구

- 차량적용기술연구

- 자율주행용 고정밀 측위 요구 성능 분석 및 표준화 연구
- 차량 거동 센서 및 제어정보 결합 측위 신뢰도 향상 연구
- 정밀측위 가용성 향상을 위한 정밀지도 및 레이저/영상 센서 융합 기반 고정밀 측위시스템 연구

- 차로구분 궤적정보 활용방안 및 표준화 연구

- 차로구분 궤적 정보기반 연속류 돌발상황 자동감지 방안 연구
- 차로구분기반 차량 안전유도관리 방안연구
- 고정밀 측위기술의 서비스 / 기술 표준화 연구

○ 다중 클러스터 기반 정밀위치 제공 시범지역 서비스 운영

- 정밀위치 제공 시범지역 선정(수도권 등)
- 다중 클러스터 구축 및 정밀위치 제공 시범서비스 운영
- 위치정보 신뢰성 분석 및 시범서비스 운영 평가

4. 연구개발 추진방법

□ 추진전략

○ 단계별 목표를 수립하고, 그에 적합한 추진전략 및 일정계획 수립

- 1차년도 : 설계 및 구축 방안 도출

- 기술 실용화 시 국내·외 시장성 분석
- 다중 클러스터 구성 및 구축 방안 도출
- 핵심기술이 되는 모듈 및 알고리즘 개발
- 위성항법 기반 교통인프라 안정성 확보

- 2차년도 : 서비스 운영을 위한 시스템 제작 및 구축

- 핵심요소기술의 통합/연계 및 시작품 개발
- 시범지역 범위 대상 확정
- 운용 매뉴얼 등 기타 연관 산출물 제작

- 3차년도 : 시범운영 서비스 본격 운영 및 성능 검증, 실용화

- 시스템 안정화를 위한 테스트 및 보완, 시스템 검증

- 핵심개발기술의 현장 적용성 평가 및 시연
- 개발기술의 실용화 및 기술이전 추진
- 실용화를 위한 비즈니스 모델 구축 및 해외진출 전략 수립
- 연구개발계획서에는 구체적인 연구방법론이 반드시 제시되어야 함
- 연구성과품 및 서비스에 대하여 개발이전에 구체적인 목표가격 및 예상 매출액 등을 분석하여 연구성과품 및 서비스가 시장경쟁력을 확보할 수 있도록 하여야 함
- 정부 및 관련 기업·공사 등 기술수요처와 유기적 협조체제 구축
 - 기술수요기관의 충분한 의견수렴을 통하여 실용성 확보
 - 관련 정부 부처와 협의 수행
- 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 평가단 등을 구성하여 공정하고 신뢰성이 있는 데이터 도출 추진
- 수요자·사용자 지향적 기술 개발 추진
 - 당사자 검증과 비당사자 검증을 통한 상호 공유대안 제시
 - 지자체, 운영기관 등의 자문 및 의견수렴
 - 국내/외 세미나 및 워크숍 개최를 통해 자문 수행 및 실효성 검증
- 관련분야 전문가 자문
 - 각종 유사 선진시스템 및 적용 사례에 대한 조사
 - 과제성공률 제고를 위한 자문회의 등 내·외부 전문가 의견 수렴
 - 관련 첨단교통물류 사업과제들과 정례적인 회의를 통한 방향설정 및 연계활용성 제고
 - 국제 공동연구등 관련연구 기관 활용

- 필요시 외국 전문가 또는 외국기관 활용
- 연구개발 해당 기술 및 법·제도와 같은 기타 관련 전문가 자문단을 구성하여 정기적인 자문회의를 통해 연구개발의 기술·정책적 보완 사항에 대한 자문이 필요

□ 추진체계

- 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것
- 연구진의 연구참여율을 높여 연구집중도 제고 필요

5. 최종성과물

- 위성항법기반 교통 인프라 확대 및 안정화 연구

- 확장클러스터기반 정밀위치결정 알고리즘 특허, 육상 교통기반 정밀위치결정 무결성 판단 알고리즘 특허, 확장클러스터/운용 시스템 및 구조물
- 육상 교통에서의 정밀측위 활용성 증대를 위한 연구
 - 다중 위성항법시스템기반 정밀위치결정 알고리즘 특허, 인프라 및 사용자기반 위성항법 음영구간 극복 알고리즘 특허, 차량적용기술 특허, 차량적용을 위한 위치결정 안전판단 기술, 차량용 단말시스템, 차로구분 궤적정보 이용 및 정보 가공 알고리즘 특허 등
- 다중 클러스터 기반 정밀위치 제공 시범지역 서비스 운영
 - 기준국 및 제어국, 정보서비스 제공 단말기(혹은 휴대폰) 등

6. 기대효과 및 파급효과

- 사회적 기대효과
 - 차로구분수준의 정밀교통측위 정보제공을 통해 기존 측위정보제공과 차별화된 정밀교통측위정보 서비스를 제공함으로써 차원높은 정밀교통측위정보 서비스에 대한 사회적 수요를 충족시킴
 - 신뢰성 있는 위치 정보를 기반으로 하는 다양한 서비스의 산출을 통하여 교통사고 및 교통혼잡 감소 등의 편익이 증대
 - 기존 측위정보 시스템이 갖는 한계를 극복할 수 있는 차로구분수준의 정밀측위 시스템의 활용으로 관련첨단교통서비스 구현이 가능해지므로交通安全, 교통효율성 측면에서 사회적 기여도가 큼
 - 빅데이터 및 LDM(Local Dynamic Map)과 같은 신기술과의 융합을 통해 고차원적인 서비스 제공이 가능
 - 위성항법기반 교통인프라 확대 및 안정적인 운용으로 국가의 사회적 기간망으로써 기능 가능
- 경제적 기대효과
 - 위성항법 교통인프라 기반 기술 제공으로 관련 첨단교통정밀 인프라 개발의 중복투자를 방지할 수 있으며 관련예산의 효율적 집행을 유도 할 수 있음
 - 인프라 구축시 Telematics, 지능형 자동차 등 관련 차세대 성장동력의 신뢰성 향상으로 경쟁력을 높이고 고부가가치의 시장을 창출할 수 있음
 - 상용화시 사용자 단말기 및 응용시스템 분야에서 새로운 시장 창출이 예상됨

- 기술적 기대효과
 - 미래첨단교통시스템이 요구하는 정확하고 신뢰성 있는 위치정보 제공의 실용화로 교통의 효율성 및 안전성을 향상시킬 수 있음
 - 기술의 특성상 관련하드웨어 개발, 통신을 위한 소프트웨어 개발 등 연관 산업에의 파급효과가 발생하며, 축위기술의 관련분야 적용을 통한 관련 산업의 육성을 도모 할 수 있음
 - 정밀하고 현실성 있는 적용기술 개발로 육상교통 분야의 위성항법 사용에 있어 국가적 기술 우위를 점할 수 있으며, 표준화를 통하여 세계시장에서의 기술 파급효과를 가질 수 있음
 - 정밀교통축위정보를 기반으로 하는 첨단교통서비스의 개발에 필요한 요소기술 발전에 기여할 수 있음
 - 기술 연구 중 알고리즘 개발 및 특허 출원을 통해 국내 기술력을 향상에 기여할 수 있음

7. 연구개발기간 및 소요예산

- 연구기간 : 2016.4 ~ 2018.1 (2년 9개월)
 - 1차년도 연구기간 : 2016.4~2017.1(9개월)
- 연구예산 : 총 정부출연금 5,730백만원 이내(정부)
 - 1차년도 : 477백만원(정부) 이내
 - 2차년도 : 2,865백만원(정부) 이내
 - 3차년도 : 2,388백만원(정부) 이내
 - ※ 1차년도 이후 연차별 연구개발비는 제시된 총 정부출연금 범위 내에서 편성
 - ※ 정부출연금은 향후 선정평가 결과 또는 정부 예산 사정에 따라 조정될 수 있음
 - ※ 기업참여시 기업부담금은 연차별로 “국토교통부소관 연구개발사업 운영 규정”의 기준을 따르되, 추가 부담 가능
 - ※ 연구비에 대한 구체적 산정내역을 제시해야 하며, 예산산정 근거가 불명확하거나 타당성이 부족할 경우 축소조정 가능

8. 기 타

- 1차년도 연구 성과에 대한 중간평가 결과에 따라 2차년도 계속지원여부 결정
- 본 과제의 보안등급은 “일반 과제”임

- 연구개발계획서는 과제제안요구서(RFP)에 제시된 연구내용을 참고하여 작성하되, 과제 목적 달성을 위해 반드시 필요하다고 판단되는 경우에는 일부 세부내용을 가감할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시하여야 함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 열린정보, <http://rndgate.ntis.go.kr>의 유사과제 목록 참조
- 개발기술의 목표수준과 성과지표를 연구개발계획서에 명확히 제시하고, 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 구체적 방안을 제시
 - 신청자는 연구를 통해 도출되는 최종성과(핵심성과물)를 유형별(공법, 장비/장치, 소프트웨어, 시스템, 정책제도 등)로 나열하고, 세부 설명 제시
 - 제시한 성과지표에 교통물류연구사업의 공통성과지표가 없거나 부족하다고 판단될 경우, 협약시 조정(추가) 가능
 - ※ 과제선정 후 해당 연구책임자(기관)에 대한 진도점검·관리 및 성과평가 등의 근거자료로 활용
- 연구성과의 실용화 및 사업화 추진계획 필히 제시
 - 신청자는 연구성과의 실용화·사업화로 예상되는 기술, 경제, 사회·문화적 파급효과 및 산출근거 제시
 - 신청자는 시범운영 서비스를 통한 연구성과의 실용성 검증 및 사업화 추진계획을 필히 제시
- 본 과제 기술개발 및 실용화와 관련, 국제 표준화 추진계획과 구체적인 활동방안을 제시할 것
- 본 기술의 전국 서비스 확대를 위하여 전국망 구축계획(안)과 구체적 서비스 계획을 제시할 것
- 참여기업은 참여하고자 하는 과제와 관련된 연구 또는 사업 수행 실적이 있고, 과제추진시 역할(자료·기술조사 또는 제공, 시험시공 현장제공 등)이 명확하여야 하며 연구개발결과를 직접 활용하고자 하는 기업에 한함
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전

문가 활용계획을 연구계획에 포함

- 연구관리 전문기관(국토교통과학기술진흥원)은 필요시 선정된 동
과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발계획서를 수정·보완(연
구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음

[부록] 위성항법 정밀측위 기술 고도화를 위한 요구사항 및 과제 자문의견 (요약)

<표 49> 위성항법 정밀측위 기술 고도화를 위한 요구사항 자문의견 (요약)

<p>대상측면</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 정밀측위 대상지역의 확대 및 기준국 수 축소 <ul style="list-style-type: none"> - 기존 네트워크의 한계를 벗어나 대상지역을 확장해야 함 - 기준국 수를 축소하여 네트워크를 구성해야 함 ○ 전국의 고해상도 3D Map 구축 <ul style="list-style-type: none"> - 도로시설물의 경우 차로 수준의 정보가 포함되어야 함(차로의 위치, 차로의 패턴) - 지하차도, 터널, 고가차도 등 시설물이 입체적으로 존재하는 경우 실제 위치와 형상이 동일하게 표현 할 수 있어야 함 - 도로주변의 각종시설물(신호등, 가로등 등)의 위치와 속성정보가 포함되어야 함 ○ 위성항법시스템 신호 수신 양호 지역 포함 (DOP : Dilution of Precision, OO 이하) ○ 차량의 정밀 측위 서비스 가용 지역 확대 및 통신 음영지역 고려 <ul style="list-style-type: none"> - 서비스 가용 차량의 기존 하나의 네트워크 영역에 대해 수행되었던 정밀 측위 성능 검증용 도(道) 영역의 다중 네트워크로 확대 - 보정정보 전송이 원활하지 않은 통신음영지역에 대해 시간지연을 보상할 수 있는 서비스 고려
<p>기술측면</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 Network RTK에서 발전된 장기저선 RTK (Long Range RTK) 기술이 확보돼야 함 ○ 장기저선 RTK와 함께 PPP(Precise Point Positioning)와 결합된 측위 기술 고려 필요 ○ 실시간 정밀위성궤도 및 위성시계 정보 필요 ○ 3D Map은 시공간상에서 변화가 발생하므로 시간에 따른 변화를 관리할 수 있어야 함 <ul style="list-style-type: none"> - 시공간상 객체 변화가 발생했을 때 실시간으로 서비스 데이터에 변화데이터를 반영할 수 있어야함 ○ 서비스 센터 기반의 클라우드 서비스 및 단말기에서의 단독 이용이 가능하도록 해야 함 ○ 네트워크 RTK 미지정수 추정 성공 확률 향상 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 이중차분 된 반송파 측정값 잔차 감소 기술 - Float 형태에서의 위치정확도 향상 기술 ○ 정밀 측위 기술 신뢰성 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 육상 교통용 신뢰성 (혹은 무결성) 요구조건 설정 - 차량에 탑재된 항법시스템의 최종 항법해에 대한 신뢰성 정보 기술 제공 ○ 기존 다중 기준국을 활용한 반송파 기반 보정정보 신뢰성 향상 및 성능 고도화 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 효율적인 네트워크 구성 기준국 수 및 배치, 보정정보 생성을 위한 기준국간 미지정수 검증 ○ 정밀 측위 서비스 영역 확대 시 효율적인 보정정보 생성 기술 필요 <ul style="list-style-type: none"> - GPS 오차요소 별 보정정보 생성 방안 - 도(道) 영역에 적합한 보정정보 모델링 방안 ○ 사용자 정밀측위 성능 및 음영지역 측위 연속성 향상 기술 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 통신 음영지역에 적합한 보정정보 제시 - 사용자 측위 성능 및 측위 연속성 향상을 위한 다중 위성항법 및 주파수 활용 기술 요구됨
<p>비용측면</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 장기저선 RTK를 위한 기준국 네트워크 구성시 비용 대비 성능 및 기준국 운영비용 등을 고려하여 경제성 분석이 필요함 ○ 고해상도 3D Map은 기초 인프라로서 다른 산업분야, 기술분야에 공통으로 활용 가능함 <ul style="list-style-type: none"> - 기존시스템에서 공통 API를 통해 SW 부분만을 변경함으로써 이용 가능 ○ 기술 적용 시 필요한 인프라 및 운영비용 경제성 분석 ○ 기술 구현에 필요한 인프라, 하드웨어 구축 및 운영비용 경제성 분석 ○ 기준국간 측정치 및 기준국 관리 정보 전송량, 인프라와 사용자간 보정정보 전송량과 그에 따른 통신비용 분석
<p>기타</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 국립지리정보원, 지적공사 등 기존에 구축된 인프라를 최대한 이용

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 기존 인프라를 이용하여 정밀위성궤도, 위성시계 정보 제공 서비스 개발 필요 ○ 고해상도 3D Map을 이용할 경우 전국 어디에서나 균일한 정확도를 유지할 수 있어야 함 ○ 다양한 분야에서의 공동 활용이 가능하도록 표준 관리 형식 및 서비스에 대한 연구가 필요 <ul style="list-style-type: none"> - 정밀측위 필요 구분: 사고시 사용자의 안전이 우려되는 상황 및 지역에 한하여 정밀측위기술 적용 - 정밀 측위 필요 상황 및 지역 : 고속도로, 차량 교차로, 스쿨 존, 횡단보도 주변 ○ 터널, 다리 하부와 같은 위성항법 음영지역을 벗어난 직후, 사용자가 신속 정밀 측위 가능해야 함 <ul style="list-style-type: none"> - 미지정수 신속 결정을 위한 다중 위성항법 시스템 고려 ○ 타 사업과의 차별화 <ul style="list-style-type: none"> - 차량을 대상으로 하는 도(道) 단위 정밀 측위 방식 - 반송파 위상 기반의 정밀한 GPS 오차요소 추정 방식
--	---

<표 50> 위성항법 정밀측위 기술 고도화를 위한 과제 자문의견 (요약)

자문의원 A	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과제 1 : PPP/AR (Precise Point Positioning with Ambiguity Resolution) 기법 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 센티미터 수준의 정밀측위 기술 개발 (3년, 20억) ○ 과제 2 : 실시간 정밀위성궤도/위성시계 정보 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 국내 보유 인프라를 모두 묶어 정밀위성궤도 및 시계정보 생성기술 개발(6년, 50억)
자문의원 B	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과제1 : 고해상도 3D Map 기본도 구축 및 관리 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 3D Map의 관리 및 서비스 Map의 포맷 기술, 고해상도 전국 3D Map 구축, 시공간 변경 데이터의 갱신 및 관리 ○ 과제2 : 고해상도 3D Map 융합 기반 고정밀 측위 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - 3D Map과 기존 측위기술과 융합하여 차로수준 이하의 고정밀 측위 보정 기술 개발 ○ 과제3 : 3 Map 융합 기반 고정밀 측위 정보 서비스 기술 개발 <ul style="list-style-type: none"> - ITS, GIS 등 위치 정보를 활용하는 다양한 응용시스템의 활용 가능한 서비스 개발
자문의원 C	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과제1 : 네트워크 RTK 미지정수 추정 기법 안정화 <ul style="list-style-type: none"> - 이중차분 반송파 측정값 잔차 감소 기술 연구 ○ 과제2 : 정밀 측위 신뢰성 요구 조건 설정 <ul style="list-style-type: none"> - Fault Tree 및 Hazard Misleading Information (HMI) 분석 ○ 과제3 : 사용자 대상 정밀 측위 신뢰성 확보 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 차량에 탑재된 전체 항법시스템 기반 항법해 신뢰성 수치 개발
자문의원 D	<ul style="list-style-type: none"> ○ 과제1 : 보정정보의 신뢰성 및 연속성 향상을 위한 다중 기준국 반송파 위상 정밀측위 인프라 고도화 연구 ○ 과제2 : 정밀측위 서비스 가용 지역의 도(道) 영역 확대를 위한 다중 기준국 인프라간 네트워크 전략 수립 ○ 과제3 : 음영지역 탈출 후 신속한 정밀위치재결정 및 보정정보 성능 향상을 위한 서비스 위성항법의 다원화 ○ 과제4 : 기준국간 미지정수 추정 속도 향상을 통한 정밀측위 인프라 운영 효율성 향상을 위한 주파수 다원화