

R&D

발 간 등 록 번 호

11-1613000-000821-01

차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계를 위한
교통시물레이션 기술개발 기획과제 최종보고서

2014.12

국토교통과학기술진흥원

차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통시물레이션 기술개발 기획과제 최종보고서

2014.12.

주관연구기관 / 한양대학교
공동연구기관 / 서울대학교
한국교통연구원

Infrastructure
R&D Report

국 토 교 통 부
국토교통과학기술진흥원

주 의 사 항

1. 이 보고서는 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원이 위탁 시행한 국토교통기술 연구개발사업의 최종보고서입니다.
2. 본 보고서의 내용을 발표할 때에는 반드시 국토교통부가 출연하고 국토교통과학기술진흥원이 위탁 시행한 국토교통기술연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.
3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니 됩니다.

제 출 문

이 보고서를 "차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통시뮬레이션 기술개발 기획"과제의 보고서로 제출합니다.

2014 . 12.

주관연구기관명 : 한양대학교
공동연구기관명 : 서울대학교
한국교통연구원

보고서 요약서

과제고유번호	14RDPP -C074925-0	해 당 단 계 연 구 기 간	2014.04.30~ 2014.12.29	단 계 구 분	
연 구 사 업 명		국토교통연구기획사업			
연 구 과 제 명	대 과 제 명				
	세부과제명	차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통시물레이션 기술개발 기획			
연 구 책 임 자	오철	해당단계 참 여 연구원수	총 : 12명 내부 : 12명 외부 : 0명	해당단계 연 구 비	정부: 80,000천원 기업 0천원 계: 80,000천원
		총연구기간 참 여 연구원수	총 : 12명 내부 : 12명 외부 : 0명	총연구비	정부: 80,000천원 기업 0천원 계: 80,000천원
연구기관명 및 소 속 부 서 명	한양대학교 교통·물류공학과		참여기업명		
국제공동연구	해당사항 없음				
위 탁 연 구	연구기관명 : 연구책임자 :				
요약				보고서면수	187
○ 첨단 미래교통 기반의 교통정보 수집, 가공 및 제어가 가능하며, 첨단 미래교통시스템 환경에 대한 분석/평가/설계가 가능한 미시적 교통 시물레이션 기술을 개발하기 위한 기획연구를 수행함 ○ 차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통시물레이션 기술개발을 위한 중장기적 목표를 설정하고, 이를 달성하기 위한 연구내용 기획 및 방향 설정, 연구개발 추진체계 및 추진 전략, 기술 로드맵 등을 기획을 통해 도출함 ○ 본 과제에서는 국내외 동향 및 환경분석, 기술수요 및 예측, 기술개발방향설정, 비전 및 목표수립 등과 기획위원회, 연구진 내부회의 등을 통해 “이용자행태 자료수집 및 모형화 기술”등 5개 세부과제 및 30개의 세세부과제를 선정함 - (1세부) 이용자행태 자료수집 및 모형화 기술 - (2세부) 차량-ICT 기반 교통관리 서비스 구현 기술 - (3세부) 시물레이션 결과 분석 및 해석 기술 - (4세부) 시물레이션 체계설계 및 개발 기술 - (5세부) 시물레이션 검증 기술 ○ 선정된 과제에 따른 추진전략, 인력계획, 사업단 운영전략 및 추진체계, 과제제안요구서 및 평가기준 등을 제시함					
색 인 어 (각 5개 이상)	한 글	교통시물레이션, 미시적교통시물레이션, 주행시물레이터, 통신시물레이터, 스마트카			
	영 어	Traffic Simulation, Microscopic Traffic Simulation, Driving Simulator, Communication Simulator, SmartCar			

목 차

1장 기획과제 개요	1
1절 기획과제 정의	1
2절 과제 추진의 필요성	2
1. 연구 개발의 필요성	2
2. 연구개발의 중요성	3
3. 타산업 연계 및 국제협력 가능성	4
 2장 국내외 동향 및 환경 분석	5
1절 국내외 연구동향 및 학술적 흐름 분석	5
1. 국내·외 연구동향	5
2. 학술적 흐름 분석	10
2절 국내외 시장분석 및 산업동향	13
1. 국내외 상용 교통시물레이션 동향	13
2. 국내외 상용 통신시물레이션 동향	31
3. 온라인 교통 시물레이션	43
3절 특허 동향분석	45
1. 조사 개요	45
2. 기술분류체계 및 핵심특허 출원현황	47
3. 핵심특허 특허동향분석	47
4. 시사점	51
4절 유사과제 분석	52
1. 선행 연구과제와의 비교분석	52
2. 기존 선행 연구과제와의 연계성	54
5절 종합분석	57
 3장 연구개발과제 구성 및 추진전략	59
1절 연구개발과제 목표	59
1. 비전 및 목표	59
2. 연구개발 과제의 목적	60
3. 연구의 기본방향	61

4. 기획연구 수행절차 및 추진일정	62
5. 기획연구 추진체계	65
2절 기술개발에 따른 미래상	67
3절 연구개발과제 구성	68
1. 후보과제 도출 및 정의	68
2. 연구개발과제 선정 및 조정	79
3. 연구개발과제 구성	80
4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략	82
1. (연구단) 연구기획 총괄 및 개발기술 평가·실용화 방안 연구	82
2. (1세부) 이용자행태 자료수집 및 모형화 기술	84
3. (2세부) 차량-ICT기반 교통관리 서비스 구현 기술	98
4. (3세부) 시물레이션 결과 분석 및 해석 기술	105
5. (4세부) 시물레이터 체계 설계 및 개발 기술	110
6. (5세부) 시물레이션 검증기술	122
5절 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵	127
1. 과제별·연차별 기술로드맵	127
2. 과제별·연차별 성과로드맵	128
3. 성과물 정의	128
6절 성과의 활용방안	135
1. 단계별 활용방안 및 기대효과	135
2. 이용자 수요에 따른 단계별 활용방안	137
2. 성과물 세부 활용방안	140
3. 실용화 방안	143
7절 연구수행체계 제안	149
 4장 사전타당성 검토	150
1절 타당성 검토의 개요 및 조사 방법	150
1. 타당성 검토의 개요	150
2. 평가 내용 및 조사 방법	151
2절 정책적 타당성	153
1. 국가 전략적 중요성	153
2. 정부 정책과의 부합성	153
3. 정책적 위험요인 관리	153

3절 기술적 타당성	154
1. 기존 연구개발 과제와의 중복성 및 차별성	154
2. 기술개발 계획의 적절성	154
3. 기술수준 및 개발 성공 가능성	154
4절 경제적 타당성	156
1. 경제성 분석	156
2. 과학기술 및 사회적 파급효과	157
5절 종합적 타당성	158
1. 세부적 타당성 평가 결과	158
2. 종합 결론	159
 5장 인력투입계획 및 소요예산 산정	 160
1절 연구일정에 따른 인력투입계획	160
1. 전체사업 인력투입계획	160
2. 세부과제별 인력투입계획	160
2절 소요예산 산정	163
1. 예산 산정 방법	163
2. 전체 소요예산	164
3. 세부과제별 소요예산	165
 6장 과제 제안요구서	 176
1절 과제 제안요구서(RFP)	176
2절 평가기준 설정	184
 [부록Ⅰ] 세세부과제 기술수요조사서	 185
[부록Ⅱ] 기술성숙도(TRL) 정의서	186
[부록Ⅲ] 연구비 산정결과	187

표 목 차

[표 2-1] 국내·외의 첨단 스마트카 관련 프로젝트 사례	6
[표 2-2] 차량-ICT 기반 교통관리전략 시나리오/방안 (Mobility 측면)	7
[표 2-3] 차량-ICT 기반 교통관리전략 시나리오/방안 (Safety 측면)	8
[표 2-4] 차량-ICT 기반 교통관리전략 시나리오/방안 (Environment 측면)	9
[표 2-5] 교통시물레이션과 통신모형을 결합시킨 연구사례	10
[표 2-6] 교통시물레이션을 활용한 첨단 스마트카 연구 사례	11
[표 2-7] 교통 시물레이션 모델의 장·단점	14
[표 2-8] 상용 시물레이션의 활용성 비교	16
[표 2-9] 주요 국외 상용 시물레이션 톨 구현범위 및 기술개발현황	17
[표 2-10] 상용 교통 시물레이터의 Traffic/Transit Network 기능	19
[표 2-11] 상용 교통 시물레이터의 Simulation of Pedestrian 기능	22
[표 2-12] Modeling Tool에 따른 Performance Measures	23
[표 2-13] 교통 시물레이터에 따른 Performance Measures 비교	24
[표 2-14] 스마트카 효과분석을 통한 기존 미시 교통 시물레이션 한계	27
[표 2-15] 지정차로제 분석을 통한 기존 미시 교통시물레이션 한계	28
[표 2-16] OSI 구조에 따른 각 계층의 주요 기능 및 시물레이션 내용	31
[표 2-17] 시스템 레벨 시물레이션 주요 성능척도	32
[표 2-18] 검색 DB 및 검색범위	45
[표 2-19] 선행 연구과제와의 유사성 분석 : 교통상황 예측기술 개발	52
[표 2-20] 선행 연구과제와의 유사성 분석 : 고위험군 과제	53
[표 2-21] 자료수집 유형 예시	55
[표 3-1] 연구목표 및 주요연구내용	61
[표 3-2] 단계별 주요연구내용	63
[표 3-3] 주요 추진일정	64
[표 3-4] 기술수요조사 수행 결과	69
[표 3-5] 중점추진분야별 수요조사 결과	69
[표 3-6] 연구수행기관별 수요조사 결과	70
[표 3-7] 기술수요조사 상세내용	70
[표 3-8] 기획위원회 내용	76
[표 3-9] 전문가 세미나 내용	78
[표 3-10] Driving data 수집 방안	88
[표 3-11] 통신 파라미터 예시	99
[표 3-12] 스마트카 파라미터 예시	100
[표 3-13] 교통시설물 파라미터 예시	101
[표 3-14] 이용자 그룹에 따른 단계별 활용방안	139
[표 3-15] 국내 교통시물레이터 주요 수요처 현황	144

그 립 목 차

[그림 1-1] 기획과제 배경	1
[그림 2-1] 다양한 Scale의 교통 시뮬레이션 모델	13
[그림 2-2] Hibrid Network 개념	15
[그림 2-3] 상용 미시 교통시뮬레이터 한계점	26
[그림 2-4] 버스전용차로 분석을 통한 기존 미시 교통 시뮬레이션 한계	27
자료: Binary-cell을 이용한 미시적 교통류 시뮬레이션 기술, NRL-TRAMS	29
[그림 2-6] 링크레벨 시뮬레이션과 시스템레벨 시뮬레이션 간의 연관성	33
[그림 2-7] 이산 이벤트 시뮬레이션의 원리	34
[그림 2-8] NS-2 시스템 구조	35
[그림 2-9] NS-3의 기본 모델	37
[그림 2-10] QualNet 시뮬레이션 시연화면	38
[그림 2-11] OMNet++ 클래스 구조	40
[그림 2-12] OPNET 시뮬레이터 구현 툴 화면	42
[그림 2-13] 온라인 교통 시뮬레이션 개념도	43
[그림 2-14] 독일의 OLSIM 알고리즘 사례	44
[그림 2-15] 핵심특허 추출 Keywords	46
[그림 2-16] 핵심특허 분석방법	46
[그림 2-17] 기술분류체계 및 핵심특허 출원현황	47
[그림 2-18] 핵심특허 출원 기술발전 흐름	48
[그림 2-19] 국가별 출원현황	48
[그림 2-20] 연도별 출원현황	49
[그림 2-21] 기술분야별 출원현황	49
[그림 2-22] 국가별 ABA 출원현황	50
[그림 2-23] 기술분야별 ABA 출원현황	50
[그림 2-24] 기존 R&D 과제와의 자료수집 관계	54
[그림 2-25] 타 과제와의 연계·활용 방안	56
[그림 3-1] 핵심개발기술의 비전	59
[그림 3-2] 기획연구의 최종 성과물	60
[그림 3-3] 기획연구 수행절차	62
[그림 3-4] 기획연구 추진체계	65
[그림 3-5] 시뮬레이션 요구사항에 따른 세부과제(안)	79
[그림 3-6] Data Aquisition System (DAS)	88
[그림 3-7] 교통-통신통합시뮬레이터(iTETRIS) Architecture 예시	112
[그림 3-8] 시뮬레이션 Interface 구성	113
[그림 3-9] 병렬 시뮬레이션 개념도	114
[그림 3-10] 분산 시뮬레이션 개념도	115
[그림 3-11] 주행시뮬레이터/교통시뮬레이터 통합 예시	117

[그림 3-12] 총괄 기술개발로드맵	127
[그림 3-13] 과제별·연차별 성과로드맵	128
[그림 3-14] 융·복합 교통시뮬레이션 소프트웨어 성과물 예시	130
[그림 3-15] Advanced-미시교통시뮬레이터 성과물 예시	131
[그림 3-16] 미래형 온라인 교통시뮬레이터 운영예시	134
[그림 3-17] 운전자 주행행태 데이터베이스 활용방안 예시	140
[그림 3-18] 미래교통시스템 설계 및 평가 예시	142
[그림 3-19] 실용화전략 수립절차	143
[그림 3-20] 국내교통수요 s/w 사용 비율	145
[그림 3-21] 연도별 및 대상지역별 해외사업 수주실적	146
[그림 3-22] 과업내용별, 분석대상별 수주실적	147
[그림 4-1] 사전 타당성 검토 절차	150

요약문

1. 연구과제 개요

- 본 기획연구는 교통혼잡을 최소화하고 도로용량 확대를 위한 막힘없는 첨단교통환경구축 분야인 Smart Mobility 연구개발 로드맵에 제시된 R&D 과제로, Smart Mobility 장기목표 실현을 위한 기획연구임
- 첨단 미래교통 기반의 교통정보 수집, 가공 및 제공이 가능하고, 안전 및 편리성이 향상된 첨단 스마트카 기능이 적용된 교통류 분석 및 해석이 가능한 미시적 교통류 시뮬레이션 기술개발 과제를 기획하는 것임
- 첨단 미래교통시스템 주행환경의 교통류 분석/평가/설계가 가능한 교통류 시뮬레이션 기술 개발을 위해 필요한 제반 기술의 중장기적 기술목표를 설정하고, 연구개발 방향 설정, 세부 기술의 기획, 연구개발 추진전략 및 기술 로드맵을 도출함
- 국내·외에서 ICT 기반의 첨단 자동차 기술에 대한 연구가 활발히 진행 중이나, 기술개발에 비해 ICT 기반의 첨단 자동차가 운행될 도로교통환경에 대한 연구는 미흡하며, 이에따른 운영 및 제도적인 부분에 대한 연구 수행을 위해서는 ICT 기반의 첨단 자동차의 적용시 운영효율 산정 및 교통운영기법 평가에 관한 원천기술개발이 요구됨

2. 국내외 동향 및 환경 분석

- 최근 기계·전자·통신 및 인간공학(Human Machine Interface)의 발달과 더불어 ICT 기반의 첨단 스마트카 기술이 개발되고 있음. 이는 운전의 위험상황을 통보해주는 운전자정보제공 기술뿐 아니라 단순한 정보전달이 아닌 제어까지 자동화시킨 능동형 첨단 스마트카 기술로 발전하고 있음
- 또한, 국내·외에서 차량간 무선통신 기반 차량내 경고정보제공 시스템 평가, 추월지원시스템 효과평가, 유비쿼터스 환경기반 교통관리전략 분석 등의 첨단 스마트카 기능에 대한 효과평가 연구에 교통시뮬레이션 및 API 기능을 활용하여 활발히 수행하고 있음
- 국내·외 특허 동향분석 결과에 따르면, 본 기획연구 과제와 관련하여 341건의 핵심특허가 조사되었으며, 341건의 핵심특허 중 아시아 국가의 출원비중이 80%이상을 차지하였고, 한국의 경우 16.1%의 비중을 차지함
- 차량-ICT 융·복합 교통시뮬레이션 연계 기술 개발에 관한 특허 출원은 매년 특허건수 및 특허 출원인이 급격히 증가하고 있는 성장기의 기술발전 형태를 보임

3. 연구개발과제 구성 및 추진전략

- 내부 연구진, 기획위원회 전문가, 외부 전문가, 기술수요조사 등을 통해 연구단 과제, 1단계 5년, 2단계 5년, 총 10년의 연구기간 동안의 5개의 세부과제, 30개의 세부과제를 도출하였으며, 세부 내용은 아래와 같음

(1단계: 5년)

○ (연구단) 연구기획 총괄 및 개발기술 평가·실용화 방안 연구

- 연구개발의 기획 관리
- 개발기술의 평가 및 조정
- 연구개발 성과의 실용화·사업화 및 홍보 전략 수립

○ (1세부) 이용자행태 자료수집 및 모형화 기술

- 실차 기반 운전자 행태 자료수집 기술
- 주행시뮬레이터(DS: Driving Simulator)기반 운전자 행태 자료수집 기술
- 운전자 주행행태 데이터베이스 구축 기술
- 운전자 행태 자료분석 및 모형화 기술
- 미시적 주행행태 통합 모형 개발

○ (2세부) 차량-ICT 기반 교통관리 서비스 구현 기술

- 시뮬레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술
- 시뮬레이션용 스마트카 기능 구현 기술
- 시뮬레이션용 교통시설물 기능 구현 기술
- 시뮬레이션 서비스 통합 기술
- 기상환경 대응 교통류 시뮬레이션 구현 기술

○ (3세부) 시뮬레이션 결과 분석 및 해석 기술

- 교통운영효율성 분석 기술
- 교통안전성 분석 기술
- 교통환경성 분석 기술
- 시뮬레이션 결과 시각화 기술

○ (4세부) 시뮬레이션 체계설계 및 개발 기술

- 시뮬레이션 Architecture 및 Framework 설계·구현 기술
- Module간 Interface 설계 기술
- 병렬/분산 기반 시뮬레이션 구현 기술
- External Device 연계 기술 (HILS, CPS 등)

○ (5세부) 시뮬레이션 검증 기술

- 시뮬레이션 파라미터 정산 기술
- 시뮬레이션 정확도 및 신뢰도 평가 기술
- 시뮬레이터 평가를 위한 시범 네트워크 사업

(2단계: 5년)

○ (연구단) 연구기획 총괄 및 개발기술 평가·실용화 방안 연구

- 연구개발의 기획 관리
- 개발기술의 평가 및 조정
- 연구개발 성과의 실용화·사업화 및 홍보 전략 수립

○ (1세부) 이용자행태 자료수집 및 모형화 기술

- 차량 Routing 모형화 기술
- Non-motorized Transport 행태 자료수집 기술
- Non-motorized Transport 자료분석 및 모형화 기술
- 노면 대중교통 모형화 기술
- Mesoscopic 교통류 모형화 기술

○ (2세부) 시뮬레이션 체계설계 및 개발 기술

- 온라인 기반 교통시뮬레이션 설계 및 구현 기술
- 주행 시뮬레이터(DS: Driving Simulator)/교통 시뮬레이터(TS: Traffic Simulator) 연계 기술

- Hardware/Software 통합 기술

- IMTAS 연계 기술

○ (3세부) 시뮬레이션 검증 기술

- 시뮬레이션 정확도 및 신뢰도 평가 기술
- 시뮬레이터 평가를 위한 시범 네트워크 사업

4. 성과물 활용방안

- 차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통시뮬레이션 기술개발에 따른 성과물은 아래와 같음

○ 1단계 성과물

- 운전자 주행행태 데이터베이스
- 융·복합 교통시뮬레이션 소프트웨어

○ 2단계 성과물

- Advanced-미시교통시뮬레이터 (A-미시교통시뮬레이터)
- 미래형 온라인 교통시뮬레이터

○ 단기 활용방안

- 본 기획과제에서 구상하고 있는 단기 성과물은 1단계 성과물인 운전자 주행행태 데이터베이스 및 융·복합 교통시뮬레이션 소프트웨어로 정의함
- 교통시뮬레이터와 통신시뮬레이터의 통합 환경 구현 및 정책 활용
- 우리나라 환경에 맞는 Smart Car, C-ITS, V2X 등의 환경에 대한 설계/분석/평가에 활용
- ICT 기반 첨단자동차 및 도로환경에 대한 기초데이터 확보 및 분석에 활용
- ICT 기반 첨단자동차 적용 시 운영효율 및 운영기술 평가에 활용
- 미시교통시뮬레이터 설계 중장기 최적화 및 테스트 환경 구현에 활용
- 미시교통시뮬레이터 프로그램 개발 기술확보 및 효과분석 등에 활용

○ 중·장기 활용방안

- 본 기획과제에서 구상하고 있는 중·장기 성과물은 2단계 성과물인 A-미시교통 시뮬레이터와 미래형 온라인 교통시뮬레이터로 정의함
- 교통시뮬레이션 개발을 적용한 미시적 정책효과 및 합리적 교통투자 결정으로 정부 교통정책 수립에 기여
- 차량-ITS 융·복합 시스템의 분석/평가/설계 및 경제성 분석, 사업 타당성 분석, 환경영향분석 등에 활용
- 첨단 스마트카 기능 적용에 따른 교통류 분석 및 해석에 활용
- 미시교통시뮬레이션 신기술 확보 및 국가 경쟁력 제고
- 기존 외국 상용 교통시뮬레이터 도입·유지비용 절감

5. 사전타당성 검토

○ 정책적 타당성

- 본 연구는 국가 전략적 중요성 측면에서 ‘21세기 선진교통기술국가 구현’과 부합하는 전략적 중요성을 갖고 있음
- ‘국가통합교통체계 효율화법’에서 규정한 국가 차원의 첨단 교통기술 개발 목표를 달성하기 위한 중요한 역할을 담당할 것임
- 현 정부의 5대 국정목표 중의 하나인 ‘안전과 통합의 사회’를 지향하는 현 정부의 정책기조에 부합함

○ 기술적 타당성 측면

- 본 연구의 최종 성과물은 미시교통 시뮬레이터이며 최근에 개발된 거시교통 시뮬레이터인 IMTAS와는 차별화되며, 그 외에 유사성을 갖는 R&D 과제가 기획된 사례가 없음
- 차량-ICT 기반의 교통관리 서비스에 대한 시뮬레이션 기술과 효과 평가 방법론을 포함하기 때문에 기존 상용 소프트웨어와 차별화되며 시장에서 경쟁력을 확보할 수 있음
- 총 5개의 세부과제가 유기적으로 연계되어 작동하고 구체적인 실용화 전략을 갖추고 있다는 점에서 본 연구의 기술개발 계획은 적절함
- 교통 각 분야의 축적된 연구개발 역량과 선진국 수준에 도달해 있는 IT 분야의 기술개발 능력을 접목할 경우 본 연구의 기술 개발 성공 가능성은 매우 높음

○ 경제적 타당성 측면

- 국내 교통관련 기관들이 외산 미시교통 시뮬레이터를 활용하고 있으나 이 틀에 대한 만족도가 높지 않은 상황에서 수요자들의 요구사항이 적극 반영된 미시교통 시뮬레이터가 개발될 경우 경쟁력을 보유할 수 있음
- 국내 기관들의 해외 원조사업과 교통관련 해외 프로젝트에 본 사업에서 개발된 시뮬레이터를 활용할 경우 해외 사업의 성과를 극대화할 수 있을 것임
- A-미시교통시뮬레이터를 개발함으로써 발생할 수 있는 다양한 간접편익을 제외하고 직접편익만 고려할 경우에도 B/C가 5.9로 타당성이 있음

○ 종합 결론

- 본 연구는 현 정부가 추진하고 있는 국정지표와 일치하고, 현재 일시적으로 낙후되어 있는 우리나라의 교통기술수준을 선진국 수준으로 선도할 수 있으며, 경제적 측면에서도 예산 투입에 대한 직접적인 효과를 기대할 수 있음
- 본 연구에 대한 정책적, 기술적, 경제적 타당성 분석 결과 전반적으로 사업 시행에 대한 타당성이 높은 것으로 평가됨

1장 기획과제 개요

1절 기획과제 정의

- 본 기획연구는 교통혼잡을 최소화하고 도로용량 확대를 위한 막힘없는 첨단교통 환경구축 분야인 Smart Mobility 연구개발 로드맵에 제시된 R&D 과제로, Smart Mobility 장기목표 실현을 위한 기획연구임
- 첨단 미래교통 기반의 교통정보 수집, 가공 및 제공이 가능하고, 안전 및 편리성이 향상된 첨단 스마트카 기능이 적용된 교통류 분석 및 해석이 가능한 미시적 교통류 시뮬레이션 기술개발 과제를 기획하는 것임
- 첨단 미래교통시스템 주행환경의 교통류 분석/평가/설계가 가능한 교통류 시뮬레이션 기술 개발을 위해 필요한 제반 기술의 중장기적 기술목표를 설정하고, 연구개발 방향 설정, 세부 기술의 기획, 연구개발 추진전략 및 기술 로드맵을 도출함



[그림 1-1] 기획과제 배경

2절 과제 추진의 필요성

1. 연구 개발의 필요성

- 현행 자동차 및 교통 관련 S/W는 통합적으로 활용이 어려워 미래형 자동차 기술이 교통에 미치는 파급력이 어느 정도인지 정량적으로 분석하는데 한계가 있음
 - 현 범용 시뮬레이션 패키지는 정보통신 기반 차량안전성능 및 기능과 운전자 행태를 개별 차량 단위의 입력변수로 적용하지 못하여 시뮬레이션 결과의 정확도에 관한 신뢰성 문제를 내포하고 있음
 - ICT 융·복합 교통류분석 및 해석/평가를 위해서는 자동차 기능을 연계한 새로운 교통류 시뮬레이션 개발이 요구됨
- VISSIM, CORSIM 등 대표적인 교통류 시뮬레이션 모델은 도로체계의 단속류 및 연속류에 대한 미시적/거시적 교통공학 이론을 반영하여 거의 대부분의 교통류 상황에 대한 모사와 분석이 가능함
- 그러나 프로그램 매뉴얼에 미리 정의된 기존 교통류 이론을 기반으로 한 분석에서 벗어난 특수한 상황에 대한 모사는 패키지 내의 기본 톨로 제공하지 못하고 있음
 - 즉, 분석자 스스로 분석하고자 하는 특정 교통류 상황에 대한 이론적 변수 및 관련 파라미터를 설계하여 이를 Run Time Extension(RTE) 형태로 프로그래밍한 후 VISSIM이나 CORSIM 등 상업용 패키지 Source Code에 연계 컴파일 링하여 시뮬레이션 결과를 얻어냄
- 최근 미국 TRB의 교통류이론 위원회(AHB20)에서 시뮬레이션 개선 문제에 대해 활발히 논의되고 있는데, 향후 ITS 정보화를 통해 얻어지는 다양하고 특수한 교통류 상황 및 데이터를 어떻게 더 정확하게 시뮬레이션에 반영할 수 있는 지에 초점이 맞추어져 있음
 - 예를 들면 2014년 TRB에서는, Active Transportation and Demand Management(ATDM), Dynamic Mobility Application(DMA), Hybrid Simulation for Evaluating Traffic Management Policies, Modeling Managed Lanes with CORSIM, Simulating Drivers' Enroute Decision Behaviors Through Customized Module Development Using VISSIM, Real-time ATM Control with VISSIM 등이 논의됨
- 결과적으로, 현 범용 시뮬레이션 모델은 최근 V2X(V2V, V2I 및 V2N) 기반의 정보통신 적용으로 인한 차량기능(Vehicle Active Function)과 운전자행태(Driver Behavior)에 관한 차량단위 데이터 및 성능속성을 시뮬레이션 모델에 적용하기 어려워 향후 ITS 2단계인 C-ITS 등에 관한 교통류 모사 및 분석에는 한계를 지님
- 따라서 순수 국내 기술로 시도되는 차량-ICT 기반의 첨단 자동차 기능이 반영된

새로운 미시적 교통시뮬레이터가 개발되어야 하며, 이에 따라 수입에 의존된 시뮬레이션 패키지를 대체하여 첨단교통 기술 분야를 선도하는 대표적인 창조경제의 성공사례로 부각될 것임

2. 연구개발의 중요성

가. 연구개발의 시급성 및 중요도

- 최근 기계·전자·통신 및 인간공학 (Human Machine Interface)기술의 발달과 더불어, 차량 지능화와 정보화가 획기적으로 향상됨
- 학계·업계·자동차산업 전문가 등을 대상으로 실시한 설문조사에 따르면, 국내 기술 수준은 최선진국 대비 52%에 불과한 것으로 조사됨
- 일본자동차연구소(JARI)가 발표한 “ITS 산업동향조사보고서”에 따르면 순항제어시스템의 보급대수가 2015년에는 880만대 수준으로 성장할 것으로 예측됨
- 순항제어시스템 등을 탑재한 스마트카의 생산증가율은 국내 일반 자동차 생산증가율을 상회할 것으로 기대됨
- ICT 기반의 첨단 자동차와 일반운전자자동차의 특성을 반영한 교통분석이 필요하며, 이에 적합한 도로교통환경 분석이 이루어져야 할 것임
- 이러한 여러 장애요인을 극복하기 위해서 기존의 사용자 중심 효과분석을 넘어, 교통체계 내에서 운영효과분석 및 변화되는 도로용량에 대한 연구가 필요함
- 국내외에서 ICT 기반의 첨단 자동차 기술에 대한 연구가 활발히 진행 중이나, 기술개발에 비해 ICT 기반의 첨단 자동차가 운행될 도로교통환경에 대한 연구는 미흡하며, 이에따른 운영 및 제도적인 부분에 대한 연구 수행을 위해서는 ICT 기반의 첨단 자동차의 적용시 운영효율 산정 및 교통운영기법 평가에 관한 원천기술개발이 요구됨

나. 정부지원의 필요성

- 최근 국내 자료에 따르면 2020년 첨단 자동차 기술의 세계시장규모는 826억 달러가 되고, 국내시장규모 역시 2020년 30억 달러에 이를 것이라고 전망되어 새로운 국가 신성장동력으로 발전하리라 예상됨
- 향후 첨단 스마트카 기술은 기존도로의 효율성과 안전성에 큰 변화를 가져올 것으로 예상되나, 도로교통 운영측면에서의 연구는 미약한 실정이며, 기존 운행되고 있는 자동차 및 교통 관련 S/W는 통합적으로 활용이 어려워 미래형 자동차 기술이

교통에 미치는 파급력이 어느 정도인지 정량적으로 분석하는데 한계가 있음

- 또한, ICT 기반의 첨단 자동차의 산업화에 장애가 되는 요인으로 일반운전자자동차들과의 상호작용 및 현장의 여러 가지 다양한 도로교통상황에서의 효과분석이 미흡한 것이 큰 문제로 인식됨
- ICT 기반의 첨단 자동차 기술이 기존도로교통시설의 운영측면에 미치는 영향에 대한 정량적인 연구를 수행할 “첨단 자동차 기능이 반영된 새로운 교통 시뮬레이터 개발”이 필요함
- 정부지원으로 “차량-ICT 융복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통시뮬레이션 기술”을 개발한다면, 이에 따라 수입에 의존된 시뮬레이션 패키지를 대체하여 첨단교통 기술 분야를 선도하는 대표적인 창조경제의 성공사례로 부각될 것임

3. 타산업 연계 및 국제협력 가능성

- 첨단 스마트카 관련 연구개발사업 등에서 다양한 교통정보 수집, 가공 및 제공에 따른 교통류 분석과 해석에 활용하여 적은 비용으로 활용성을 높이고, 교통뿐만 아니라, 통신분야의 산업에 연계가 가능할 것으로 기대됨

2장 국내외 동향 및 환경 분석

1절 국내외 연구동향 및 학술적 흐름 분석

1. 국내·외 연구동향

- 최근 기계·전자·통신 및 인간공학(Human Machine Interface)의 발달과 더불어 ICT 기반의 첨단 스마트카 기술이 개발되고 있음. 이는 운전의 위험상황을 통보해주는 운전자정보제공 기술뿐 아니라 단순한 정보전달이 아닌 제어까지 자동화시킨 능동형 첨단 스마트카 기술로 발전하고 있음
- 이러한 능동형 첨단자동차 기술에는 저속주행시 자율주행기술, 일반 및 고속주행 상황에서도 적용가능한 적응순항제어 기술 등이 포함됨
- 국내뿐만 아니라 유럽, 미국, 일본 등의 다양한 국가에서 무선통신 환경 지원 및 안정화를 위한 기술설계, 개발, 검증과 무선통신 기반의 교통안전 및 정보제공을 위한 다양한 전략에 대한 설계, 분석, 평가와 관련된 첨단 스마트카 관련 프로젝트를 수행하고 있음 ([표 2-1])
- 또한 국내·외에서는 활발하게 ICT-차량 기반 교통관리전략에 대한 연구를 수행하고 있으며, 교통관리전략 시나리오 및 방안을 제시하고 있음 ([표 2-2 ~ 2-4])
- 이러한 연구동향에 따른 ICT 융·복합 교통류분석 및 해석/평가를 위해서는 통신, 자동차 기능을 연계한 새로운 교통류 시뮬레이션 개발이 요구됨
- 참고자료는 다음과 같음
 - C-ITS 기술동향 조사 및 국내 도입방안 연구 “국내 Cooperative ITS 도입을 위한 서비스 규격서(안)(Ver 1.1)”, 조순기 외 2명, 2013
 - CVRIA (Connected Vehicle Reference Implementation Architetcture)
 - Drive C2X (www.drive-c2x.eu/)
 - eCoMOVE (http://www.ecomove-project.eu/)
 - AERIS(Applications for the Environment: Real-Time Information Synthesis)
 - Joint public-private research for the realization of next-generation cooperative ITS
 - FHWA, Dynamic Mobility Application Analytical Needs Assessment, 2012
 - 스마트하이웨이 (www.smarthighway.or.kr)

[표 2-1] 국내·외의 첨단 스마트카 관련 프로젝트 사례

구분	프로젝트	기간	내용
한국	첨단안전자동차 안전성 평가기술 개발	2009~ 2016	• 교통사고 사상자 감소 기술개발 및 안전기준 선진화 기술개발 • IT융합 기술개발에 대한 평가기술 개발
유럽	SAFESPOT	2006~ 2010	• V2V, V2I 통신기반 Safety Margin Assistant 개발
	CVIS	2006~ 2010	• V2V, V2I 통신 지원하기 위해 필요한 기술 설계, 개발, 검증을 목적으로 함
	GeoNet	2008~ 2012	• 무선통신의 신뢰성과 확장성을 이용한 geo-networking 기술 개발 • geo-networking과 IPv6를 조합하여 차량 서비스에 대한 on-board 접근과 인터넷접근을 위한 IPv6의 배치를 지원
	PRE-DRIVE C2X	2008~ 2010	• 협력시스템에 대한 미래 필드 운영 시험을 위한 준비 프로젝트 • 유럽형 시스템의 형태, 가장 유망한 응용 시스템의 선정, 시스템의 적용과 배치방법에 대한 해답을 찾으려고 함
	INTERSAFE-2	2008~ 2011	• 교차로 사고 감소를 위한 안전시스템 개발 및 실증 • 독일 Wolfsburg, 스웨스 Gothenburg에 시범설치 • 교차로 접근 차량에게 신호상태(녹색/빨강) 및 신호 지속시간 정보 전송
미국	IntelliDrive	2007~ 2009	• 미국 내 V2X 무선통신 기반시설 구축 프로젝트 • 차량 안전성 및 운영 효율성 향상을 목표로 함 • 차량 및 시설 간 통신을 통해 다양한 정보 수집·취합·가공 후 제공
	Connected Vehicle Safety Pilot	2011~ 2014	• 1단계: Safety Pilot Driver Clinics - V2V기반 안전운전서비스 User Acceptance 평가 • 2단계: Safety Pilot Model Development - V2V 기술에 대한 실제 현장에서의 대규모 테스트 - DSRC/WAVE 등 V2X 관련 통신기술의 실용성 검증 - V2V기반 안전운전서비스(충돌경고, 급제동정보 제공 등) 테스트 - V2I기반 운전운전서비스(교통체증, 교차로 신호, 전방공사구간 등) 테스트
일본	ETC	1993~	• IC카드 이용기록 확인가능 및 선지불과 후지불이 모두 가능한 전자지불시스템 개발 • 5.8GHz DSRC 이용한 라디오 무선통신 시스템 개발 • ITU와 ISO의 표준화에 맞춘 입력
	VICS	1995~ 2003	• 2.5GHz 주파수범위 라디오 통신을 이용한 차량과 기반시설간의 무선통신 지원 • 차량 내비게이션 시스템에 대한 개선 제공 • 안전운전에 대한 지원
	ITS-Safety 2010	2006~	• ITS 안전과 보안에 중점을 둔 V2V, V2I 적용 • 차량 간 또는 차량과 장애물간의 거리 측정을 위해 millimeter wave radar 시스템 사용

[표 2-2] 차량-ICT 기반 교통관리전략 시나리오/방안 (Mobility 측면)

구분	No	어플리케이션	적용사례(Use cases)	구현 서비스 현황			
				한국	미국	유럽	일본
자율주행 지원	1	협조형 차량추종 주행 지원	협조적응형 순항제어(C-ACC)	X	○	○	○
			고속도로 군집주행	X	○	○	○
교차로 통행 지원	2	신호 정보 제공 지원	신호등 간과 예방 지원	X	○	○	○
			녹색등화시 최적속도 안내	○	X	○	○
긴급상황 지원	3	위급상황 통보 지원	안전 기능 이상시 경보	○	○	○	○
			구난구조요청(SOS) 서비스	○	○	○	X
	4	긴급차량 통행우선권 지원	긴급 차량 접근 알림	○	○	○	○
			긴급 차량 통행 지원	○	○	X	○
			긴급 차량 우선 신호	X	○	X	○
			긴급 차량 비디오 릴레이	X	○	X	X
	5	재해·지진 정보 제공	재해·지진 정보 제공	X	X	X	○
협력형 교통관리	6	위치기반 차량데이터 수집	차량 데이터 수집 지원	○	○	○	○
	7	위치기반 교통정보 제공	도로교통 정보 제공	○	○	○	○
			교차로 관리 지원	X	X	○	○
			가변차로 관리 지원	X	X	○	○
			제한 통행 경고·우회로 통지	X	○	○	○
			노변기지국 협력기반의 GPS 오차보정	○	○	○	X
			차량과 노변장치간 협력을 통한 교통 최적화	X	X	○	○
			첨단 합류 관리	○	○	X	X
			첨단 교통류관리	○	○	○	X
전자지불	9	스마트 통행료 징수	본선상 통행료 징수(Free-Flow Tolling)	○	○	○	○
	10	전자 예약·결제 지원	전자 예약·결제 지원	X	○	○	○
대중교통	11	대중교통 관리 지원	대중교통 차량 신호 우선	X	○	X	○
			대중교통 차량 데이터 전송	X	○	X	X
			대중교통 차량 급유	X	○	X	X
			대중교통 지원용 데이터 다운로드	X	○	X	X
운전 지원	12	경로 탐색·경로 안내	경로 탐색·경로 안내	X	○	○	○
	13	전자 표지	전자 표지(In-Vehicle Signage)	○	○	○	○
	14	주차장 정보 제공	주차장 정보 제공	X	X	○	○
상업용 차량	15	렌트카 관리 지원	렌트카 관리 지원	X	○	○	○
	16	상업용 차량 관리	상업용 차량 운행 관리 상업용 차량 물류 관리	X X	○ ○	○ ○	○ X
부가 서비스 제공	17	단문메시지 교환	단문메시지 교환	○	○	○	○
	18	관심정보(POI) 제공	관심정보(POI) 제공	○	○	○	○
	19	다운로드·갱신	지도 다운로드·갱신	X	○	○	○
			미디어 다운로드	X	○	○	○
			차량 소프트/데이터 전달·갱신	X	○	○	○
	20	광고·뉴스 전달	광고·뉴스 전달	○	X	X	○
	21	인터넷 접속	인터넷 접속	○	X	○	○

○:가능, ×:불가능

[표 2-3] 차량-ICT 기반 교통관리전략 시나리오/방안 (Safety 측면)

구분	No	어플리케이션	적용사례(Use cases)	구현 서비스 현황			
				한국	미국	유럽	일본
안전운 전 지원	1	차량 충돌 방지 지원	정지·저속차 충돌 방지 지원	○	○	○	○
			정체 끝 충돌 방지 지원	○	○	○	○
			낙하물 충돌 방지 지원	○	X	X	○
			주행 중 충돌 방지 지원	○	○	○	○
			긴급 전자 브레이크등	○	○	○	X
	2	도로 위험 구간 주행 지원	커브 진입 위험 방지 지원	X	○	○	○
			위험 개소(장소) 정보 제공	X	○	○	○
	3	노면 상태·기상 정보 제공 지원	노면 상태·기상 정보 제공 지원	○	○	○	○
	4	도로 작업구간 주행지원	도로 작업구간 주행지원	X	○	○	○
	5	규제 정보 제공 지원	일방통행 위반 경보	X	○	○	○
			속도 초과시 지원	X	○	○	○
			일시정지 규제 간과 방지 지원	X	○	○	○
	6	합류 지원	합류 지원	○	○	○	○
	7	차로변경/추월 지원	차로변경/추월 안전 지원	X	○	○	○
교차로 통행 지원	9	교차로 충돌사고 예방 지원	우회전시 충돌 방지 지원	X	○	○	○
			좌회전시 충돌 방지 지원	X	○	○	○
			교차로 충돌 방지 지원(우선 도로)	X	○	○	○
			교차로 충돌 방지 지원(비우선 도로)	○	○	X	○
			사전 충돌 금지 경보	X	○	○	X
교통약 자 보호	10	옐로우 버스(어린이 보호차량) 운행 안내	특수 차량 정보 제공	X	X	X	○
	11	스쿨존, 실버존 경고	스쿨존, 실버존 경고	X	X	X	X
	12	교통 약자 충돌 방지 지원	보행자등 횡단 간과 방지 지원	X	○	○	○
			사각 보행자등 충돌 방지 지원	X	X	○	○
			보차협조보행자등 충돌 방지 지원	X	X	X	○

○:가능, ×:불가능

[표 2-4] 차량-ICT 기반 교통관리전략 시나리오/방안 (Environment 측면)

구분	No	어플리케이션	적용사례(Use cases)	구현 서비스 현황			
				한국	미국	유럽	일본
교차로 통행 지원	1	신호 정보 제공 지원	감속·정지시 에코 운전 지원 (Eco-Approach and Departure at Signalized Intersections)	X	X	X	○
			발진시 에코 운전 지원	X	X	X	○
Sustai nable Travel	2	에코 운전지원	Connected Eco-Driving	X	○	○	X
			Dynamic Eco-Routing	X	○	○	X
			Eco-Cooperative Adaptive Cruise Control	X	○	○	X
			Eco-Integrated Corridor Management Decision Support System	X	○	○	X
			Eco-Multimodal Real-Time Traveler Information	X	○	○	X
			Eco-Navigation(Car, Truck)	X	○	○	X
	3	에코 교통관리	Eco-Lanes Management	X	○	○	X
			Eco-Ramp Metering	X	○	○	X
			Eco-Smart Parking	X	○	○	X
			Eco-Speed Harmonization	X	○	○	X
			Eco-Traffic Signal Timing	X	○	○	X
			Eco-Transit Signal Priority	X	○	○	X
			Eco-Tolling	X	○	○	X
			Electric Charging Stations Management	X	○	○	X
			Low Emissions Zone Management	X	X	○	X
			Support Merging	X	○	○	X

○:가능, ×:불가능

2. 학술적 흐름 분석

- 국내·외에서 교통시뮬레이션과 통신을 결합시킨 연구가 활발하게 수행되고 있음 ([표 2-5])
- 또한, 차량간 무선통신 기반 차량내 경고정보제공 시스템 평가, 유비쿼터스 환경기
반 교통관리전략 분석 등의 첨단 스마트카 기능에 대한 효과평가 연구에 교통시물
레이션 및 API 기능을 활용하여 활발히 수행하고 있음 ([표 2-6])
- 또한, 램프미터링, 가변제한속도, 하이패스 전용차선, 교통정온화 기법 등 기존의
다양한 교통관리전략의 효과평가 및 운영관리에 활용되고 있음

[표 2-5] 교통시뮬레이션과 통신모형을 결합시킨 연구사례

저자/모형	교통 모형	통신모형	동기화 방법	양방향 피드백	모의실험 적용	평가척도
Lochert 외 (2005)	VISSIM	ns-2	Simulation Control(TCP)	○	Demo city	데이터 전송률, 메시지 지연시간
Eichler 외 (2005)	CARISMA	ns-2	TCP	○	실제 네트워크 (8km ²)	평균 차량 속도
SWANS++ (2007)	STRAW	SWANS	-	X	-	-
Kim 외 (2008)	Paramics	QualNet	TCP/ Shared Memory	○	Maryland, USA 실제 네트워크	평균 통행시간
TraNS (2008)	SUMO	ns-2	TraCI(TCP)	○	가상 네트워크	평균 통행시간
Mei 외 (2010)	Aimsun	Python 모듈	Aimsun API	○	Victoria, Spain 실제 네트워크 (450m×1000m)	메시지 전파속도, 속도, 통행시간, 지연시간
Taghizadeh 외 (2010)	Paramics	ns-2	Simulation Control(TCP)	○	Novi, Michigan 실제 네트워크	Number of collision
Veins (2011)	SUMO	OMNet++	TCP	○	Erlangen, Germany 실제 네트워크	평균 속도, CO2emission
TraCISS (2012)	Paramics	QualNet	TCP/ Shared Memory	○	중부고속도로 실제 네트워크	평균 통행시간
김형수 외 (2012)	Paramics	ns-2	TCP/ Shared Memory	○	국도3호선 실제 네트워크	평균 통행시간

[표 2-6] 교통시뮬레이션을 활용한 첨단 스마트카 연구 사례

저자	연도	내용
Filmon 외	2014	• 미시적 교통류 시뮬레이션 기법을 이용하여 과속, 안전거리 미확보 등의 위험 운전 행태가 교통류의 안전성에 미치는 영향을 평가함 • 개별차량 주행궤적 자료를 이용하여 안전성을 평가하는 모델에 적용하여 상충 건수 및 SSM을 산출하여 분석함
Jeong 외	2014	• 미시적 교통류 시뮬레이터와 시뮬레이터의 API 기능을 이용하여 V2V통신 기반 차량내 경고정보 시스템 효과평가 • 개별차량 주행궤적 자료를 이용하여 시스템의 운영효율성, 안전성, 환경성 측면의 편익을 산출함
Lee 외	2013	• 미시적 교통류 시뮬레이터를 이용하여 교통정온화 기법 중 시케인, 과속방지턱, 스피드테이블의 효과평가를 통해 대안 비교 • 시뮬레이션에서 수집된 개별차량 주행궤적 자료를 이용하여 가속소음과 속도를 산출하였으며, 미시적 차량 배기가스 모형을 이용하여 차량배기가스를 추정함
Zegeye 외	2013	• 거시적 교통류 모형인 ‘METANET1’ 과 미시적 차량 배기가스 모형인 ‘VT-micro’의 통합 방법론인 ‘VT-macro’를 개발하였으며, 기존의 미시적 차량 배기가스 모형과 통합 모형을 비교·분석함
신흥권, 남두희	2013	• 미시적 교통류 시뮬레이션 기법을 이용하여 톨게이트에서 하이패스 전용차선 제한속도 변경에 따른 교통흐름의 변화와 이에 따른 환경오염에 대한 영향을 비교·분석함 • 다양한 하이패스 전용차선 제한속도에 대한 시뮬레이션 분석을 수행하였으며, 수집된 자료를 이용하여 속도변화 및 환경적 효과를 평가함
Madireddy 외	2011	• 미시적 교통류 시뮬레이터와 배기가스 배출모형을 통합하여 speed limit reduction과 coordinated traffic lights의 효과를 평가함
Park 외	2011	• 미시적 교통류 시뮬레이터와 시뮬레이터의 API 기능을 이용하여 램프 진입부에서의 차로변경 경고정보 알고리즘 평가 • 개별차량 주행궤적 자료를 이용하여 운영효율성을 평가하였으며, 미시적 차량 배기가스 배출 모형을 통해 환경측면의 효과를 평가함
김규옥 외	2011	• 고속도로 진입제어 전략 중 하나인 ALINEA를 미시적 교통류 시뮬레이터에서 구현하여, 진입제어 전략을 보다 효과적으로 운영하기 위한 진입제어 실시영역에 대한 분석을 수행함 • 고속도로 본선 및 램프부의 교통량에 따라 시나리오를 수립하여 분석한 후, 시뮬레이션에서 수집된 자료를 이용하여 밀도와 평균속도를 이용하여 시나리오를 평가함
Yeo 외	2010	• 시뮬레이션 환경에서 V2V기반 돌발상황시 전방 위험상황 경고정보 제공에 따른 운전자 행태를 모델링 • V2V기반 경고정보 제공에 따른 운전자 행태를 적용하여 교통운영효율성을 평가함
Hegeman	2009	• 지방부 2차로 도로에서 추월 지원시스템에 대한 효과를 미시적 교통류 시뮬레이터를 이용하여 평가함 • 시뮬레이션으로부터 수집된 자료를 이용하여 운전자의 안락감, 도로 안전성, 교통운영효율성 측면의 편익을 추정하였으며, TTC의 변화를 통해 시스템을 평가함

Park and Lee	2009	• 미시적 교통류 시뮬레이터와 시뮬레이터의 API 기능을 이용하여 감응식 연동화 신호시스템 효과평가 • 시뮬레이션에서 수집된 개별차량 통행시간 자료를 이용하여 기존운영방식과 개선된 운영방식을 비교·분석함
박준형 외	2009b	• 유비쿼터스 교통정보시스템 하에서 구간정보생성기법을 활용하여 구간통행시간을 추정하고 검증하는 방법론을 제시하였으며, 미시적 교통류 시뮬레이션을 활용하여 적용·분석함 • 시뮬레이션을 통해 개별차량 주행궤적 자료를 산출하고, 개발한 방법론에 적용하여 다양한 통신환경 조건을 반영하여 생성정보의 정확도를 산출함
박준형 외	2009a	• 유비쿼터스 환경기반의 교통정보시스템을 구성하는 인프라(RSE: Rosdside Equipment)의 적정 설치간격을 설정하는 방법론을 연구함 • 미시적 교통류 시뮬레이터를 이용하여 개별차량 주행궤적 자료를 수집하였으며, RSE 설치간격, 시스템의 시장보급률 등을 주요 변수로 설정하여 구간통행시간을 비교·분석함
Abdel-Aty 외	2008	• 미시적 교통류 시뮬레이터를 이용하여 다양한 고속도로의 가변제한속도 전략의 사고감소 효과와 통행시간 절감 효과를 평가함 • 시뮬레이션을 통해 수집된 개별차량 주행궤적 자료를 가공하여 교통상충에 대한 안전성과 통행시간 절감 편익을 산출함
Lee and Park	2008	• 미시적 교통류 시뮬레이터와 시뮬레이터의 API 기능을 이용하여 돌발상황시 V2I통신 기반 최적경로 제공 서비스 평가 • 시뮬레이션을 통해 수집된 개별차량 주행궤적 자료를 이용하여 교통운영효율성을 평가함
신대섭, 이선하	2008	• 차량추종모형에 의한 미시적 교통류 시뮬레이션 기법을 적용하여, 사업 대상 교통영향반경 내의 교통흐름을 제시하고, 이를 바탕으로 개선방안 및 개선대책 수립에 따른 효과분석 방안을 도출함
Bartin 외	2007	• 미시적 교통시뮬레이션을 이용하여 자동요금징수시스템의 환경적 측면의 효과를 평가함 • 시뮬레이션을 통해 수집된 개별차량 주행궤적 자료와 거시적 배기가스 배출모형을 이용하여 분석네트워크에서 발생하는 차량 배출가스를 산출하여 시스템을 평가함
Chen and Yu	2007	• 미시적 교통시뮬레이션과 배기가스 배출모형을 활용하여 차량에서 발생하는 배기가스 배출량 제어 전략 수립 • 속도/가속도 변화량과 차량 배기가스 배출량/연료소모량 간의 관계수립을 통해 다양한 전략을 수립함
양충현 외	2007	• 미시적 교통류 시뮬레이터를 이용하여 다차로 고속도로에서 트럭주행 차로 제한이 평균속도, 차선변경 횟수, 교통량의 변화에 미치는 영향을 분석함 • 시나리오에 대한 대안들의 적용타당성 분석 수행
Hasan 외	2002	• 미시적 교통류 시뮬레이터를 이용하여 램프미터링 기법의 다양한 운영방안을 적용하여 평가함 • 시뮬레이션 기법을 이용하여 램프미터링의 운영방안에 따른 교통수요 변화, 도로 정체현황을 비교·분석함
Hidas	2002	• 미시적 교통류 시뮬레이터를 이용하여 합류부에서의 차로변경 행태를 모델링함 • 차로변경 행태를 적용하여 시뮬레이션에서 수집된 출력 결과를 이용하여 돌발상황관리, 최적경로 제공 등의 ITS 시스템에 의한 교통운영효율성 평가

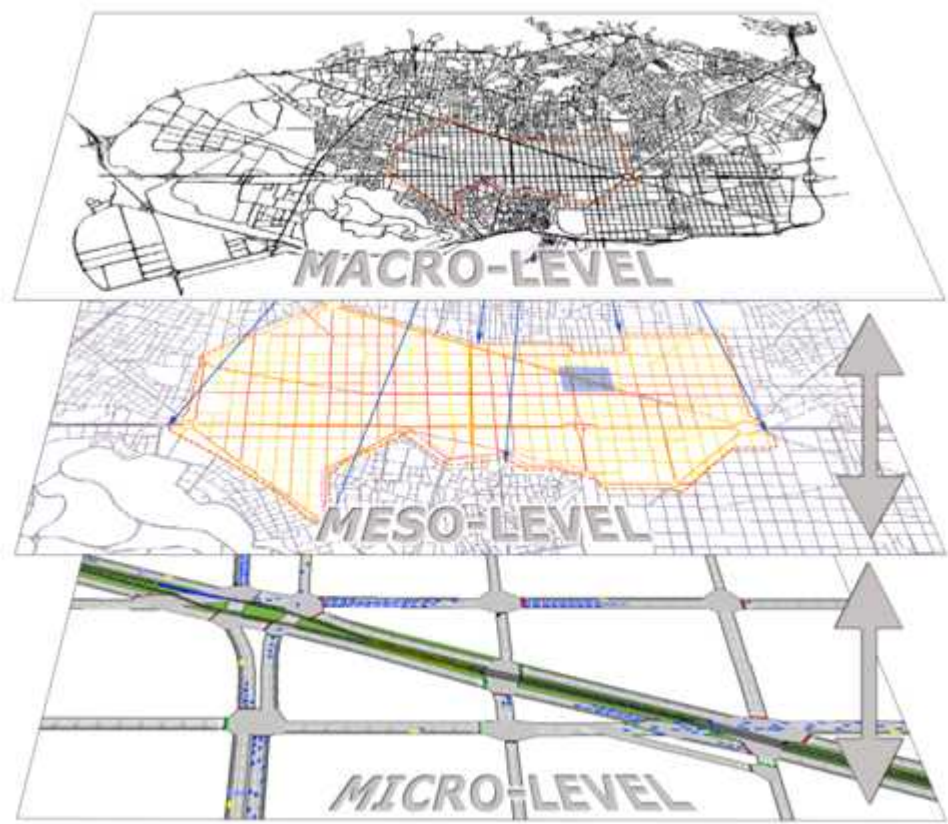
2절 국내외 시장분석 및 산업동향

1. 국내외 상용 교통시뮬레이션 동향

가. 교통 시뮬레이션

(1) 교통 시뮬레이션 개요

- 교통 시뮬레이션이란 분석하고자 하는 실제 교통시스템에 대하여 실제 시스템의 성질을 나타내는 모델을 통해 실험을 수행하는 것으로, Risk-free 상태의 실험을 통해 해당 시스템의 평가, 분석 등에 활용 할 수 있는 도구임
- 교통 시뮬레이션은 교통흐름을 표현하는 정도에 따라 거시적(Macroscopic), 중시적(Mesosopic), 미시적(Microscopic) 시뮬레이션 모델로 분류됨
- [그림 2-1]에 다양한 Scale에 따른 교통 시뮬레이션 모델의 개념도를 제시하였으며, [표 2-7]에 교통 시뮬레이션 모델의 장·단점을 제시함



[그림 2-1] 다양한 Scale의 교통 시뮬레이션 모델

[표 2-7] 교통 시뮬레이션 모델의 장·단점

Model	장점	단점
Macroscopic	• Good planning tool to capture regional level impacts / benefits of traffic demand • Can complete 4-step modeling process • Generates demand data for meso and micro models, and sketch planning ITS tools • Extensive roadway and intersection detail not required	• Majority are static assignment • Cannot capture operational constraints
Mesosopic	• Computation efficiency for large networks • Operationally constrained results • Multiple vehicle types	• Vehicle interactions not considered • Lane by lane analysis not available
Microscopic	• Operationally constrained results • Incorporates driver behavior • Multiple vehicle types, intersection controls • Excellent visual outputs for outreach • Interoperability with programs such as SSAM • Applicability to advanced traffic management system strategy • Efficient for moderate to heavy congested areas	• Detailed roadway and intersection characteristics • Complex network development

(2) Macroscopic 교통 시뮬레이션

- 차량의 종류 및 특성에 상관없이 도로에 존재하는 모든 차량의 상태 정보를 파악하고, 시간당 특정 구역을 지나가는 차량들의 흐름 정보를 종합하여 대략적인 현재 교통흐름 상태를 파악하는데 활용됨
- Macroscopic 분석이라 함은 가장 큰 네트워크 분석 범위로써 Simulation상에서 flow, speed, density를 link기반으로 나타낼수 있는 분석으로, 대표적인 시뮬레이션 Tool로는 TransCAD, Emme/3 등이 있다
- 지역간 교통의 장기적 예측에 주로 사용되며, 일반적으로 네트워크의 규모가 크고 간략화 된 네트워크를 분석에 활용함
- 교통수요예측 4단계 모형을 기반 하여, 통행시간과 속도가 delay curve에 의해 산출되고, 링크 단위로 구성되어 있음

(3) Mesoscopic 교통 시뮬레이션

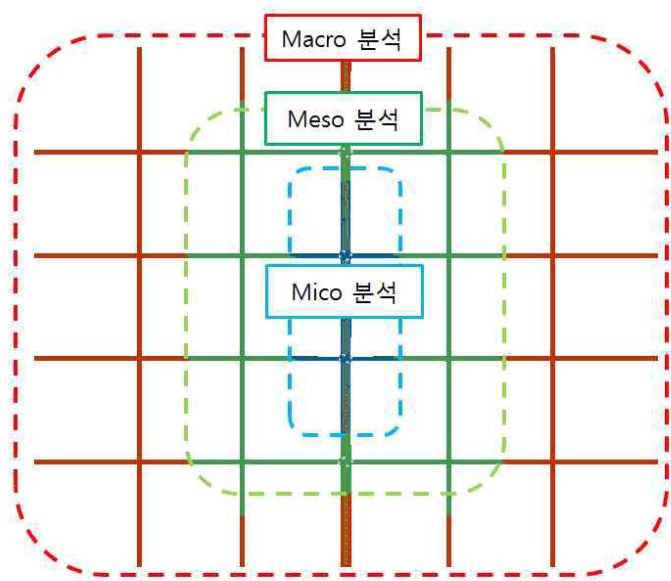
- 교통흐름 표현의 중간 단계에 속하는 중시적 교통 모델은 거시적 정보와 미시적 정보를 모두 수집하여 현재의 교통흐름을 판단하는 역할을 수행함
- 개별차량을 Aggregate behavior로 모형화 하여 차량 간의 상호작용은 반영되지 않지만, 대규모 네트워크 계산에 있어서 효율적으로 활용할 수 있음
- 즉, Mesoscopic 분석은 Macro와 Micro 중간단계의 분석을 시행하며, DYNASMART, DynaMIT, TransModeler 등의 교통 시뮬레이션 Tool이 있음

(4) Microscopic 교통 시뮬레이션

- 미시 교통 모형은 가장 일반적이고 광범위하게 이용되고 있는 모델로, 실제 교통흐름의 세세한 부분까지 관여하며, 차량과 주변 환경 정보를 취합한 후 의사 결정을 통해 자연스러운 교통흐름을 생성함
- 개별차량 모형 및 운전행태(차량추종, 차로변경, 간격수락, 경로선택 등)를 반영한 시뮬레이션 모형으로, 교통운영 평가 및 교통관리전략 수립 등에 적합함
- 대표적인 Microscopic 교통 시뮬레이션 Tool로는 VISSIM, Paramics, TransModeler, CORSIM 등이 있음

(5) Hybrid 교통 시뮬레이션

- Hybrid 교통 시뮬레이션은 하나의 네트워크에서 부분에 따라 Micro, Meso, Macro를 선별적으로 적용하여 동시에 분석하는 시뮬레이션 모델임



[그림 2-2] Hibrid Network 개념

나. 상용 교통 시뮬레이터

(1) 상용 교통 시뮬레이터 활용 현황

- 국내·외에서 활발히 사용되고 있는 상용 시뮬레이션에 대한 활용성을 비교한 결과, 대부분의 시뮬레이션은 단속류 및 연속류, ITS 시스템에 대한 평가능력을 보유하고 있음
- 시뮬레이션과 연동하여 사용하는 외부 API의 확장성에 있어서는 적용 분야가 적은 것으로 나타남
- 주요 상용 시뮬레이션 툴의 구현범위 및 기술개발현황 결과, PARAMICS, VISSIM, AIMSUN, TransModeler가 다양한 ITS 기술 및 교통관리전략 등에 활용도가 높은 것으로 나타남

[표 2-8] 상용 시뮬레이션의 활용성 비교

Tool	Scope	단속류 평가능력	연속류 평가능력	ITS 평가능력	API 확장성
CORFLO	Micro	○	○	△	×
FREQ	Macro	△	○	△	×
INTEGRATION	Meso	○	○	○	×
CORSIM	Micro	○	○	△	×
SATURN	Meso	△	△	△	×
COTRAM	Meso	△	△	△	×
VISSIM	Micro	○	○	○	○
PARAMICS	Micro	○	○	○	○
AIMSUN	Meso	○	○	○	○
TransModeler	Micro	○	○	○	○

자료: 한국교통연구원(2007), ITS 투자평가편람 작성을 위한 연구기반 2014년도 기준 업데이트

[표 2-9] 주요 국외 상용 시뮬레이션 툴 구현범위 및 기술개발현황

국외 시뮬레이션 툴	PARAMICS	AIMSUN	VISSIM	PELOPS	TRANSIMS
신호체계	●	●	●	●	●
감응식 신호 운영	-	-	●	-	●
대중교통 우선권	●	●	●	-	-
램프 미터링	●	-	●	-	-
교통류 제어	●	-	●	●	●
유고관리	●	●	-	-	-
존 접근제어	-	-	-	-	-
가변전광판	●	●	●	-	-
지역적 교통정보	-	-	-	-	-
정적 경로 선택	-	-	-	-	-
동적 경로 제공	●	●	●	-	●
주차장 안내	●		●	-	●
대중교통정보			●	-	-
자동식 요금징수 및 톨 운영	●	●	●	-	-
혼잡비 징수	●	●	-	-	-
감응식 순항 제어	-	-	●	-	-
자동화 도로 시스템	-	-	-	-	-
자동 차량	-	-	-	-	-
보행자 & 자전거	-	●	●	-	-
프로브 차량	-	-	-	-	-
차량 검지기	●	-	-	-	●
날씨 조건들	-	-	-	●	-
주차 공간 탐색	●	-	●	-	●
주차된 차량들	●	-	●	-	●
정교한 engine model	-	-	-	●	●
상업용 차량들	●	-	●	-	-
자전거/오토바이	-	-	●	-	-
보행자	-	●	●	-	-
유고	●	-	-	-	-
대중교통	●	●	●	-	-
Traffic calming measures	-	-	●	-	-
대기열 spillback	-	-	●	-	-
위빙	●	-	●	-	-
로터리 교차로	●	-	●	-	-
혼잡관리	-	-	-	-	-
고속도로	●	●	●	-	-
특수차로 & 고속도로 관리	●	-	●	-	-
운전자 성향 반영	○	○	●	●	●
분산처리	●	●	-	-	-
온라인	-	●	●	-	-
환경 오염물 분석	-	●	●	-	●
API, SDK 제공	●	●	●	-	●
시나리오관리	●	●	●	●	-
문서 내보내기 및 변환	●	●	●	-	-

주: ● : 기능 있음, ○ : 기능 미미, - : 없거나 미확인

(2) 상용 미시 교통 시뮬레이터 기능분석

(가) 개요

○ 차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계가 가능한 교통 시뮬레이션 기술개발을 위한 시뮬레이터 요구사항 분석을 위해 기존 상용 교통 시뮬레이터에 대한 기능 분석을 수행함

○ 본 기획과제에서는 미래교통시스템 구현이 가능한 미시적 교통 시뮬레이션 개발을 목표로 하고 있기 때문에, 상용 교통 시뮬레이터 중 활발하게 활용되고 있는 VISSIM, Paramics, TransModeler의 세 가지 미시적 교통 시뮬레이터를 조사함

○ VISSIM (v7.0)

- 독일의 PTV사에 의해 개발된 미시적 교통시뮬레이션 모형
- 운전자행태와 차량추종모형을 기반으로 한 교통류 분석
- 승용차, 대중교통, 보행자, 자전거 시뮬레이션 가능
- 공사구간, ITS 효과분석, 고속도로, 톨게이트 등 다양한 분야에서 적용 가능

○ Paramics (v6.9)

- 영국의 Quadstone사에 의해 개발된 미시적 교통시뮬레이션 모형
- 차량추종 및 차로변경 모델을 통한 교통류 분석
- 승용차, 대중교통, 보행자 시뮬레이션 가능
- 공사구간, ITS 효과분석, 고속도로, 톨게이트 등 다양한 분야에서 적용 가능

○ TransModeler (v3.0)

- 미국의 Calilper사에 의해 개발된 미시적 교통시뮬레이션 모형
- Macro 교통시뮬레이션 모형과 연동이 가능한 시뮬레이터 기능을 지님
- 승용차, 대중교통, 보행자 시뮬레이션 가능
- 공사구간, ITS 효과분석, 고속도로, 톨게이트 등 다양한 분야에서 적용 가능

(나) Traffic/Transit Network 기능

- Traffic/Transit Network 기능은 미시적 교통 시뮬레이터 구현을 위해 필요한 기본적인 차량, 도로, 운전자 행태 등과 관련된 파라미터 및 기능으로 구성되어 있음
- 각 시뮬레이터의 Traffic/Transit Network 기능을 [표 2-10]에 제시함

[표 2-10] 상용 교통 시뮬레이터의 Traffic/Transit Network 기능

기능	세부기능	VISSIM	PARAMICS	TransModeler
Functions	Vehicle Acceleration and Deceleration Functions	• Max. Acc, Dec., Desired Acc., Dec. 등의 차량 가속속 입력	• Max. Acc, Dec입력 • 가속도 Profile 입력	• Max. ACC, Dec 입력 • Normal Dec. 입력
Distributions	Desired Speed Distribution	• 차종별 속도 분포 입력	• 차종별 최대속도 • Crawl Speed 입력	• 구배별 최대속도 • 방향별 최대속도
	Weight Distribution	• 차종별 무게 분포 입력	• 차종별 무게 입력	• 차량무게, 차량길이 등 설정 가능
	Power Distribution	• 차종별 Power 분포 입력	• Net horse power (HP) 입력	• Vehicle fleet attributes에서 입력
	Color Distribution	• 차량 색상 입력	• 다양한 차량 색상 선택가능	• Vehicle fleet appearance 에서 입력
	3D Model Distribution	• 3D 모드의 차량 모양 입력	• 3D 모드의 차량 모양 입력	• 3D 모드의 차량 모양 입력
	Dwell time Distribution (Stops & Parking Lots)	• Dwell time 분포 입력	• Dwell time 및 passenger rates 입력	• -
Vehicle Type, Class and Category	Vehicle Types	• Car, HGV, Bus, Tram, Bike, and Pedestrian 선택 가능	• Car, LGV, OGV, Coach, Minibus, Bus 선택 • 보행자는 차량으로 취급하지 않음 (agent단위로 표현됨)	• Car, Truck, Bus, Motorcycles, Trailer, Transit, Train
	Vehicle Classes	• 1개 이상의 차종을 Grouping	• Grouping 가능	• 차종 categorize 가능

Driving Behavior	Vehicle Following Behavior	• 차량추종 모형 -Wiedemann 74 Model Parameters -Wiedemann 99 Mode Parameters	• 차량추종 모형 -Target Headway -Target Separation	• 차량추종 모형 -가속도, 감속도의 알파, 베타, 감마 값 설정 -Acc, variance 설정 -Headway 분포설정
	Lane Change	• 차로변경 모형 -Necessary lane change -Free lane change	• 차로변경 모형 - Gap-Acceptance policy - Historical record of suitable gap availability	• 차로변경 모형 -Neighboring lane model -Target lane model (NGSIM) -Discretionary/mandatory -Gap acceptance (Linear, Non-linear, NGSIM)
	Lateral Behavior	• 추월시 운전자 행태	• -	• -
	Signal control	• 황색신호에 대한 운전자 행태	• -	• Yield/Traffic signal • 순응도 설정 • 정지표지 등
	Familiarity	• -	• 네트워크에 대한 친밀도 설정	• -
Links: Behavior type and Display Type	Crossing, Merging and Yielding	• -	• -	• 분류, 합류시 양보행태 -Critical headway -Yielding probability
	Link Behavior Type	• 링크에 대한 운전자 행태 결정	• 링크별로 운전자 행태 Parameter 변경가능	• Road class에 대한 속성 입력 가능
Managed lane facility &Toll pricing calculation model	Display Types of links and construction elements	• 화면 상에 나타나는 링크타입 설정	• Editor Palette에서 설정 가능	• 평면선형, 종단선형, Lane수 등의 설정 가능
	Managed Lane Facilities	• Management Lane 설정: Pricing Model, Decision Model	• Generalized Model 분석	• Ramp metering, HOT lanes 분석 가능
	Toll Pricing Calculation Models	• Managed lane 사용시 통행시간 감소와 평균속도에 의한 가격 결정	• Tolling Rules 를 설정하여 분석가능	• Toll plaza 관련 parameter 설정 - 서비스 시간 - ETC lane 속도

Traffic Input	Vehicle Composition	차종구성비 입력	구현 가능 (Core attributes)	OD Table 입력
	External vehicle course files	외부에서 차량입력	-	-
	Vehicle Inputs (Traffic Volume)	입력교통량 설정	Demand Editor를 통해 입력가능 (Zone을 설정함)	입력교통량 설정
Traffic Input	Routing Decision and Routes	차량의 루트 설정	차량의 루트 설정 가능	Route choice 설정 -Shortest path -Driver group
	Parking Lots	주차장 설정 또는 Dynamic Assignment와 연관이 있음	주차장 설정 가능	주차장 설정 가능
Network	Links	Link 설정 -Behavior, Display type 설정 -차로폭, 구배, Lane closure, No lane change 기능 설정	Editor Palette를 통해 설정 -Behavior type, Display type 설정 -차로폭, 구배, Lane closure, No lane change 기능 설정	Road Classes 설정 -Capacity per lane -Free Flow Speed -Speed limit -Type 등 설정
	Connectors	Link-Link 연결 -차로 연결 (차로통행 지정 가능) -Link 설정과 동일	Junction (Node) -Link를 연결하는 개념과 달리 Node를 찍고 링크로 연결함	Link-Link 연결 -차로 연결 (차로통행 지정 가능)
	Desired Speed Changes	- Reduced Speed Area (일시적) - Desired Speed Decisions (영구적)	- 링크에 따른 speed 설정 가능 - VSL기능을 통해 TOD방식의 속도 변경 가능	링크에 따라 속도 -밀도 함수 설정 가능
	Pavement Markers and Zebra Crossings	노면표시 설정	표지를 이용하여 표시되는 정보를 나타낼 수 있음	-

(다) Simulation of Pedestrian 기능

○ Simulation of Pedestrian 기능은 보행자와 관련된 미시적 교통 시뮬레이션 파라미터 및 기능으로 구성되어 있음

○ 각 시뮬레이터의 Simulation of Pedestrian 기능을 [표 2-11]에 제시함

[표 2-11] 상용 교통 시뮬레이터의 Simulation of Pedestrian 기능

기능	세부기능	VISSIM	PARAMICS	TransModeler
The Pedestrians' Editor (Add-on)	Types of Pedestrians	보행자 Type 설정 (남, 녀)	보행자(Agent)로 생성가능	보행자 시뮬레이션 분석이 아닌, Intersection에서 보행자 crossing 관련 분석 가능
	Classes of Pedestrians	1개 이상의 보행자 Type을 Grouping	보행자 Type 설정하여 Grouping	
	Construction Elements: Areas, Ramps, Obstacles	보행자 통행에 대한 공간, 계단, 장애물 등 설정	보행자 통행에 대한 공간 할당 가능 / 장애물은 장애물 공간 (Blocking) 을 생성	
	Links as Areas of Pedestrians and Detectors etc.	링크 설정	Area지정 가능	- crosswalk width - Width of painted bar - Spacing b/w painted bar
	Compositions of Pedestrians	보행자 구성비 입력	Core Attribute >Agent type 에서 설정가능	-
	Inputs of Pedestrians	보행자 입력통행량 설정	Core Attribute >Agent type 에서 설정가능	-
	Routing Decisions and Routes for Pedestrians	Routing 설정	단순한 node단위로 설정가능	-
	Area-based Walking Behavior	보행자 행태 설정	-	- Walk speed - Extra time per person
Evaluating Pedestrians	Travel Time Measurements	보행자 통행시간 결과	-	-
	Area-based Evaluations	Area 기반 평가 결과	-	-
	Pedestrian Protocol	개별 보행자 궤적자료	-	-

(라) Performance Measures 비교

- Performance Measures란, 시뮬레이션을 수행하여 도출된 결과에 대한 평가를 위한 지표로 교통운영효율성, 교통안전성, 교통환경성 측면의 측정 지표로 구분 할 수 있음
- [표 2-12]에 Mobility, Safety, Environment 측면의 Performance Measures를 제시 하였으며, 다양한 Scale의 교통 시뮬레이터와의 관계를 제시함

[표 2-12] Modeling Tool에 따른 Performance Measures

	Performance Measure		Macroscopic Modeling Tool	Mesoscopic Modeling Tool	Microscopic Modeling Tool
Mobility	Vehicle system delay		O	O	O
	Private passenger vehicle occupant delay		O	O	O
	Commercial vehicle occupant delay		–	–	O
	Goods inventory delay		–	–	–
	Transit vehicle occupant delay		O	–	O
	Pedestrian delay		–	–	O
	Total traveler delay		O	O	O
	Commercial vehicle delay		–	–	O
	Throughput		O	O	O
	Service Quality	Route travel time	O	O	O
		Route travel time reliability	O	O	O
		Emergency vehicle route travel time	–	–	O
Safety	Freeway crashes		Highway Safety Manual(Post–Processing)		
	Crashes at intersections		–	–	Surrogate Safety Assessment Model(SSAM)
	Work zone–related crashes		–	–	–
Environ ment	Fuel consumption		MOVES, CMEM, VT–Micro (Post–Processing or API)		
	Emission				

- 또한, 차량 개별 특성에 따른 Performance Measures, 링크 및 네트워크 특성에 따른 Performance Measures가 있음
- [표 2-13]에 상용 교통시뮬레이터에서 도출할 수 있는 Performance Measures를 비교하여 제시하였음

[표 2-13] 교통 시뮬레이터에 따른 Performance Measures 비교

대분류	Performance Measure	VISSIM 5.40 (독일)	Paramics 6.9 (영국)	TransModeler 3.0 (미국)
Network Performance	Number of Vehicles	○	○	○
	Total Travel Time	○	○	○
	Total Travel Distance	○	○	○
	Average Speed	○	○	○
	VKT	.	○	○
	VHT	.	○	○
	Delay Time (Total)	○	.	○
	Delay Time (Average)	○	.	○
	Stopped Delay (Total)	○	.	○
	Stopped Delay (Average)	○	.	○
	Number of Stops (Total)	○	.	○
	Number of Stops (Average)	○	.	○
	Fuel Consumption / Emission	외부패키지	외부패키지	.
Link Performance	Speed	○	○	○
	Volume	○	○	○
	Density	○	.	○
	Lost Time	○	.	.
Vehicle Trajectory Data	Individual vehicle trajectory data	○	○	.
	Aggregation results of individual vehicle	추가가공	추가가공	○

(3) 상용 미시 교통 시뮬레이터 한계점 및 사례분석

(가) 상용 미시 교통 시뮬레이터 한계점

- 상용 미시 교통 시뮬레이터에 대한 기능분석 및 실제 활용사례를 통해 도출한 한계점은 아래 내용과 같으며, [그림 2-3]과 같이 정리할 수 있음
- 새로운 교통관리기법의 개발 평가의 한계
 - 교통관리기법은 새롭게 진보하고 있음
 - 각국은 상이한 교통법체계에서 상이한 운전행태를 보임
 - 기존 미시 교통류 시뮬레이션으로는 새로운 교통관리기법의 평가나 다양한 운전행태를 모사하는데 한계가 있어 개발 및 평가에 한계가 계속됨
 - Source가 확보된 미시시뮬레이션 개발 및 지속적인 Customizing이 필요함
- Smart Car 등 새로운 차량 출현에 따른 시뮬레이션 한계
 - ACC, AEBS, LDWS 등 장착 차량에 대한 시뮬레이션 한계
 - V2X 기술을 기반으로한 교통관리 영역을 분석하는데 한계
 - 차량-ICT 융·복합 교통류 분석을 위한 시뮬레이션 개발이 필요
- 대규모 네트워크에 대한 영향분석 한계
 - 기존 미시 교통류 시뮬레이션에서 네트워크 또는 차량의 규모가 커질 경우, 분석시간이 길어지거나 분석이 불가능한 경우가 발생함
 - 예를 들어, 강남 가로망 규모의 분석 시, real-time 보다 오래 걸릴 것으로 판단됨 (1시간 분석에 시뮬레이션 시간 1시간 이상 소요)
 - 병렬처리기반 분산 시뮬레이션 기술이 필요
- 시뮬레이션 모델 정산의 어려움
 - 정산에 상당한 시간과 비용이 소요됨(too time-consuming)
 - 정산을 위한 파라미터(desired speed distribution, gap acceptance distribution, acceleration rate, target headway 등)를 직접 측정하기 어려움
 - 이를 정산하기 위해 집계된 측정지표(speeds, flows, travel time on link 등)를 활용하지만, 이렇게 정산된 파라미터의 값을 correct value라 확신할 수 없음
 - 정산된 파라미터를 타 지역에 적용하기 어려움(지역, 날씨, 운전행태 등의 차이)
 - 손쉬운 정산을 위한 시뮬레이션 tool이 필요

○ 현황 변화에 따른 운전자 경로전환 구현이 어려움

- 미시 시뮬레이션은 교통량이 임계치에 근접할 경우, capacity breakdown 으로 이어져 PI에 급격한 변화가 오게 됨
- 미미한 운전자들의 경로전환 등에도 capacity breakdown 현상이 야기될 수 있음에도 현재 미시 시뮬레이션들은 information 등에 따른 경로전환 모사력이 매우 취약함
- 현실적인 운전자 경로전환 구현 모듈 개발이 필요

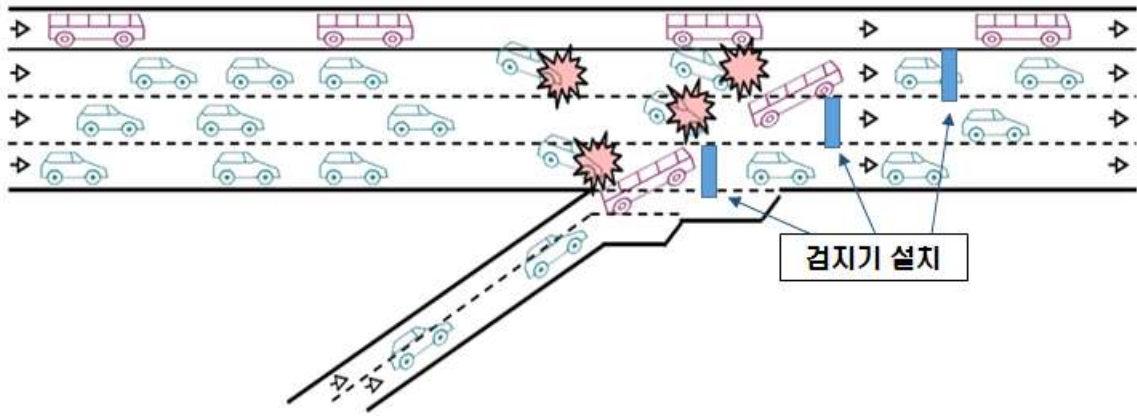
시뮬레이션 Calibration 기능 부재	- 기존 상용 시뮬레이션 정산 시 정확한 기준이 없음 - 시뮬레이션 정산의 비효율성
국외 시설물 기준에 따른 시뮬레이션 모형	- 국내에만 존재하고 있는 시설물을 국외 기준으로 적용함 - 현실과 동떨어진 시뮬레이션 및 결과 가능성 있음
환경변화에 대한 Upgrade 어려움	- 국내 교통시스템 발전에 적합한 업그레이드 등의 발전 필요 - 국외 기준의 업그레이드로 국내 현실성 반영 어려움
실제 주행행태 및 법규위반 등의 모형화 필요	- 무조건 중앙으로 주행하는 시뮬레이션의 한계 - 왕복 2차로 도로에서의 추월행태 등의 법규위반 모형화 부재
작업 History 및 단축키 기능 필요	- 작업 History 기능의 부재로 시뮬레이션 코딩 작업의 비효율성 - 단축키 기능의 부재로 동일한 작업의 반복화
추가적인 가공으로 인한 비효율성	- 시뮬레이션을 통해 수집된 자료를 통한 추가적인 가공 - 평가지표 산출을 위한 추가 분석에 의한 비효율성
통합활용의 어려움	정보통신 기반 차량/운전자 행태를 개별 차량 단위의 입력변수로 적용하지 못함
특수한 상황 모사의 어려움	- 특정 교통류 상황에 대한 이론적 변수 및 관련 파라미터 설계 - 외부 프로그래밍 후 상임용 패키지와 연계

[그림 2-3] 상용 미시 교통시뮬레이터 한계점

(나) 실제 사례분석을 통한 상용 미시 교통시뮬레이터 한계점

1) 버스전용차로 분석

- 경부고속도로 버스전용차로의 버스 운전행태 구현
- 버스전용차로 1차로 위치에서 전용차로 진출입 버스들의 차로변경은 매우 급격함
- 이를 기존 미시시뮬레이션을 통해 분석/개선방안을 평가하고자 할 경우, 조정 가능한 Parameter의 범위 내에서는 국내 버스운전 행태 구현 불가능
- 원천 source가 없고, 교통모델을 변경할 수도 없기에 평가의 신뢰도가 떨어짐



[그림 2-4] 버스전용차로 분석을 통한 기존 미시 교통 시뮬레이션 한계

2) 스마트카 효과분석

- 미시적 교통시뮬레이션을 이용하여 첨단안전자동차 등의 스마트카에 대한 효과분석 수행
- 스마트카 도입에 따른 교통운영효율성, 안전성, 환경성 등의 효과평가
- 분석구간
 - 중부내륙고속도로
 - 16.7km 구간

[표 2-14] 스마트카 효과분석을 통한 기존 미시 교통 시뮬레이션 한계

한계점	세부내용
시뮬레이션 Calibration 복잡성	- 시뮬레이션 정산의 비효율성으로 불필요한 시간 소모 - 정산에 대한 인과관계 규명 어려움
스마트카 알고리즘 구현의 어려움	- 외부 API 적용을 통한 알고리즘 구현의 비효율성 - 알고리즘 추가에 따른 추가 코딩이 필요함
스마트카와 연계되는 통신 구현의 어려움	- 시장점유율 등을 고려하여 적용 시 비효율적임 - 통신 에러 등의 기계적인 결함 적용 어려움
시뮬레이션 결과의 다양성 부재	Text로 검지기 자료 및 차량 주행궤적 자료만을 제공하여 효과분석 결과 도출 시 한계가 있음
추가적인 가공 필요	시뮬레이션 결과를 이용하여 추가적인 가공을 통해 효과 평가 결과를 도출해야 함

3) 지정차로제 효과분석

- 미시적 교통시뮬레이션을 이용하여 지정차로제 준수 비율에 따른 교통운영 효율성, 안전성 등의 효과평가
- 분석범위
 - 경부고속도로 (4.1 km 구간)
 - 제한속도 110km/h, 편도 4차로
 - 1차로 버스전용

[표 2-15] 지정차로제 분석을 통한 기존 미시 교통시뮬레이션 한계

한계점	세부내용
교통량 포화상태 구현의 어려움	사고발생과 같은 특정 상황이 아닐 경우 교통량을 포화상태로 구현하기 어려움
기본 제공되는 차량의 종류가 다양하지 않음	- 기본적으로 제공되는 차량의 경우 승용차, 버스, 트럭으로 한정되어 있음 - 이용자에 의해 추가 생성이 가능하나, 직접 구현해야 하는 불편함이 있음
타 프로그램을 이용한 출력자료의 재가공	- 기본적으로 선택할 수 있는 출력자료의 종류에는 한계가 있음 - 기본 출력자료를 가공하는 기능이 존재하지 않아 타 프로그램을 이용한 추가 가공이 필요함

(다) 시뮬레이션 한계점을 통한 시뮬레이터 기능분석

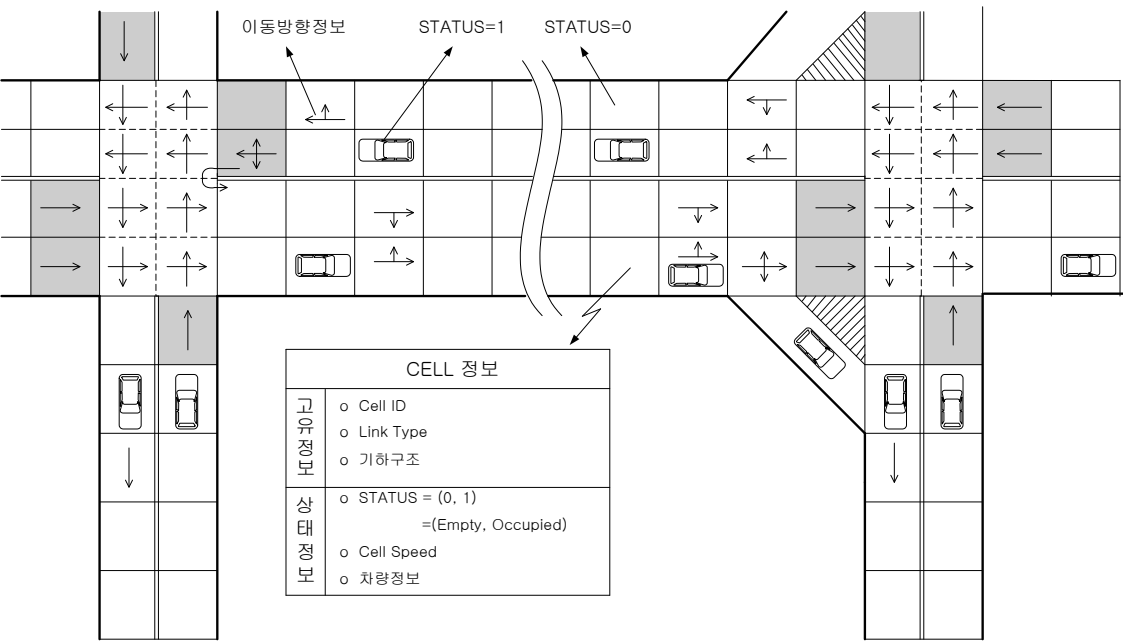
- 상용 미시교통시뮬레이터 사용자 및 수요자의 사례분석을 통한 시뮬레이션 한계점 조사를 통해 개발될 시뮬레이터 기능을 도출함
- 시뮬레이션의 한계점을 통한 시뮬레이터 기능은 아래와 같음
 - 시뮬레이션 모델 정산 기능
 - 스마트카 알고리즘 구현을 위한 통신 시뮬레이션 기능 포함
 - 대규모 네트워크 분석을 위한 기술 개발
 - 결과 표출 및 해석기술 개발
 - 국내·외 운전자 반응행태를 다양하게 반영한 모형화 기술 개발 등

다. 미시교통모형

- 본 기획과제에서는 기존 미시교통모형 중 Binary-cell에 대한 기술을 조사하여 본 과제에서의 활용성을 검토함

(1) Binary-cell 정의

- Binary-cell은 가로망을 차량한대가 점유할 수 있는 공간적 단위인 cell단위(최소안전 차두거리)의 차량점유상태와 cell-speed를 통해 간단한 수학적 모형을 적용한 모형임
- 즉, 차량추종모형과 차로변경모형을 적용하여 개별 차량들을 연속적으로 업데이트 시키면서 차량흐름을 확산시키는 개념을 지닌 시뮬레이션 기술로 정의할 수 있음
- Binary-cell 모형에는 Cell-speed 기반으로 알고리즘이 구현되며, 차량추종 알고리즘, 차로변경 알고리즘으로 구성되어 있음



자료: Binary-cell을 이용한 미시적 교통류 시뮬레이션 기술, NRL-TRAMS

[그림 2-5] Binary-cell 네트워크 구조 및 정보

(2) Binary-cell 장·단점

- 여러 교통현상의 분석에 있어 짧은 Computing Time을 요구함
- 차량을 움직임을 그래픽으로 표현할 경우 차량의 cell 점유상황정보 [0,1]을 통해 차량전이의 표현이 가능하므로 다른 미시적 모형에 비하여 적은 Computing Memory를 필요로 함

- 또한, 여러 교통상황 및 가로망구조에 맞는 다양한 모형을 적용시킬 수 있는 구조를 지니고 있어 대규모 네트워크를 차량 한 대, 한 대 개념을 가지고 미시적으로 시뮬레이션 하는데 용이함
- 그러나, 알고리즘에 대한 세부내용 부재로 인한 활용 어렵고, 비교적 단순한 연속류 네트워크 모형은 가능하지만, 엇갈림 구간 등의 차로변경이 빈번히 발생하는 네트워크에 대한 분석에 어려움이 있음
- 신호, 이면도로 차량 행태 모사에 한계점이 존재하며, 개별운전자의 반응행태를 단순화한 규칙기반으로 차량의 행태를 채택하고 있음

(3) Binary-cell의 한계점

- Binary-cell의 경우 주체 차량과 인접차량 간의 구체적인 상호작용(중·횡방향 가감속) 및 개별차량 주행궤적자료 취득이 불가하여 교통안전성 및 환경성 평가에 한계가 있음
- 특히, 운전자의 반응행태를 반영한 새로운 교통운영관리전략 및 ICT 기반 스마트카 등에 대한 교통안전성 평가 시 해당 모형으로는 시스템의 설계 및 평가에 어려움이 있음
- 본 과제에서 구상하고 있는 첨단 스마트카, V2V, 자율주행환경과 관련된 설계 및 평가에는 Binary-cell을 적용하는데 한계점이 존재함
- 여러 한계점으로 Binary-cell기반 모형을 본 과제에서 적용하는 것은 부적합하지만, Mesoscopic 교통시뮬레이션 및 온라인 미시교통시뮬레이션 운영 시에는 유용하게 활용 할 수 있을 것으로 기대됨

2. 국내외 상용 통신시뮬레이션 동향

가. 통신 네트워크 시뮬레이션

- 컴퓨터 시뮬레이션은 다양한 분야에서 성능분석 기법으로 이용되고 있으며, 대표적인 시뮬레이션 방법으로 이산 이벤트(discrete-event) 시뮬레이션, 연속(continuous) 시뮬레이션, 몬테카를로(Monte Carlo) 시뮬레이션, 스프레드시트(spreadsheet) 시뮬레이션, 트레이스구동(trace-driven) 시뮬레이션 등이 있음
- 통신 네트워크 성능분석에서 주로 사용되는 시뮬레이션 기법은 이산 이벤트 시뮬레이션으로 흔히 이벤트라고 일컬어지는 시간축 상의 이산 지점(point)에서만 시뮬레이션 모델의 상태(state)가 바뀔 수 있다는 것이 핵심적인 특징임
- 통신 네트워크는 대표적인 복잡 시스템(complex system)의 일종으로 전체 기능을 다수의 계층적 기능모듈로 설계 및 구현하는 것이 일반적이며, 주로 OSI(Open System Interface) 7 계층 참조모델을 기반으로 함
- 각 계층은 통신 네트워크 시스템 전체 기능 수행을 위해 상호 독립적으로 일부 기능만을 수행하며 각 계층의 담당 기능 및 시뮬레이션 내용이 [표 2-16]에 제시하였으며, 모든 계층의 주요 기능들에 대해서 시뮬레이션, 특히 이산 이벤트 방식의 시뮬레이션이 폭 넓게 사용되고 있음

[표 2-16] OSI 구조에 따른 각 계층의 주요 기능 및 시뮬레이션 내용

Layer	Data unit	Function	Simulation
7. Application	Data	Network process to application	• Traffic modeling (HTTP, FTP, Voice, Video)
6. Presentation		Data representation and encryption	• Security control • Meta data format
5. Session		Interhost communication	• Session synchronization
4. Transport	Segment/ Datagram	End-to-end connections and reliability (TCP)	• Connection management • TCP/UDP modeling • TCP algorithm
3. Network	Packet	Path determination and logical addressing (IP)	• IP packet modeling • Routing algorithm • Congestion control algorithm
2. Data link	Frame	Physical addressing (MAC & LLC)	• MAC protocol • Random access control algorithm • Scheduling algorithm, etc.
1. Physical	Bit	Media, signal and binary transmission	• Channel modeling • Link level simulation • Signal processing algorithm, etc.

- 통신 네트워크 분야에서의 이산 이벤트 방식 시뮬레이션의 주요 성공요인은 시뮬레이션 방식의 적합성 및 용이성에 있음

- 통신 네트워크 시뮬레이션은 크게 링크 레벨 시뮬레이션(LLS)과 시스템 레벨 시뮬레이션(SLS)의 두 가지로 구분됨

- 링크 레벨 시뮬레이션 (LLS: Link Level Simulation)

- 링크 레벨 시뮬레이션은 단일 송신기와 주변의 수신기 사이의 신호 및 데이터 전달과정을 모사하기 위한 것으로 주로 다양한 전송기법들의 성능분석을 목적으로 함
- WAVE 및 LTR를 포함하는 무선이동통신 시스템의 경우 단일 기지국과 각 단말기(OBU) 간의 무선링크에 의한 데이터 송수신 결과를 계산하며, 주로 신호세기, 비트에러율, 패킷에러율 등의 척도로 결과를 도출함
- 링크레벨 시뮬레이션은 주로 통신시스템의 물리계층과 일부 MAC 계층의 기능에 대한 시뮬레이션에 주안점을 두고 있음

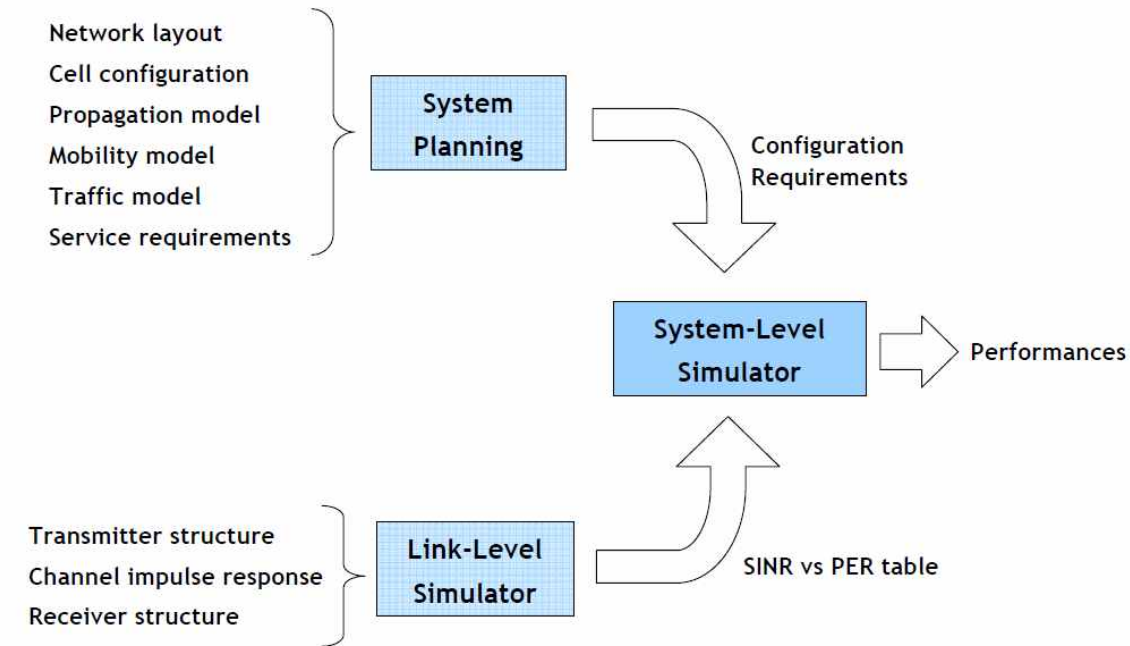
- 시스템 레벨 시뮬레이션 (SLS: System Level Simulation)

- 시스템레벨 시뮬레이션은 기본 통신시스템의 응용수준에서의 성능분석을 목적으로 하며, 복수개의 기지국(셀), 복수개의 단말기, 다수의 사용자를 가정함
- 시스템이 갖추어야 할 모든 계층의 프로토콜 기능을 포함하여 구현되며 전체 시스템의 모든 기능들이 세부적으로 모사되며, 대개의 경우 물리계층은 단순화 시킴
- 시스템레벨 시뮬레이션의 주요 성능척도로는 처리량(throughput), 전송지연(delay), 자원할당량 등이 있으며 구체적인 항목은 [표 2-17]과 같음

[표 2-17] 시스템 레벨 시뮬레이션 주요 성능척도

성능척도	세부항목
처리량	• 총 MAC 처리량 • 세션당 MAC 처리량(VoIP, Video, HTTP, FTP) • MAC 오버헤드(PHY 처리량 / MAC 처리량)
전송지연	• 전체 세션의 평균 지연시간(VoIP, Video, HTTP, FTP) • 각 세션 당 평균 지연시간(VoIP, Video, HTTP, FTP) • 핸드오버 지연시간
하향링크 및 상향링크 자원(대역폭) 소모량	• 각 단말에 할당된 자원 및 각 단말에 의해 사용된 자원 • 각 단말에 할당된 자원
기타	• 하향링크 및 상향링크의 전송 패킷 사이즈 • 트래픽을 발생시키는 각각의 응용의 패킷 사이즈(VoIP, Video, HTTP, FTP) • 밴드 AMC(적응적 변조 및 코딩) 효과 • HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request) 효과

○ [그림 2-6]은 링크레벨 시뮬레이션과 시스템레벨 시뮬레이션의 연관관계를 나타냄



[그림 2-6] 링크레벨 시뮬레이션과 시스템레벨 시뮬레이션 간의 연관성

나. 이산 이벤트 시뮬레이션

(1) 이산 이벤트 시뮬레이션의 구성요소

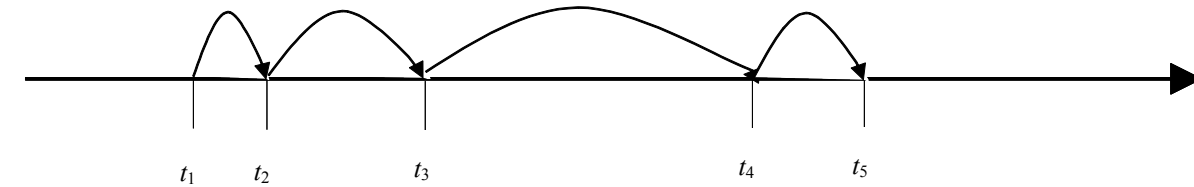
- 엔티티: 시뮬레이션에 있어서의 분석 대상을 추상화한 것으로 다양한 속성을 가지며 객체로 표현됨 (예: 패킷의 길이, 근원지 주소, 목적지 주소 등)
- 시스템: 엔티티들의 집합 및 엔티티 간의 관계로 정의하며, 특정 목표를 달성하기 위한 기능들을 포함함 (예: 호스트, 라우터, 링크 등으로 구성되는 단대단 연결성을 제공하기 위한 네트워크)
- 이산 시스템: 전체 시스템의 엔티티들의 상태에 의해 정의되는 상태를 갖는 시스템으로 특정 이벤트의 발생에 의하여 상태가 변한다.(예: 패킷 전송 상태, 패킷 수신 상태, 웹페이지에서의 하이퍼링크의 선택 상태)

(2) 이산 이벤트의 원리

- 이산 이벤트 시뮬레이션의 기본 원리는 하나의 이벤트에서 다음 이벤트로 전이되는 것으로 이벤트의 발생은 시스템 상태의 변화를 촉발시킬 뿐만 아니라 미래의 이벤트를 발생시킴
- 이벤트는 미래 이벤트 리스트 내에 이벤트 예고(notice)로서 존재하며, 이벤트 리스트는 모든 이벤트들을 관리하기 위한 자료구조임

○ 각 이벤트 예고는 최소한 이벤트 발생시간 및 이벤트 타입의 두 가지의 데이터로 구성됨

○ [그림 2-7]은 이산 이벤트 시뮬레이션의 시간축 상에서의 진행 과정을 보여주는 것으로 상태의 변화가 이산 시점에서만 발생함을 나타냄



[그림 2-7] 이산 이벤트 시뮬레이션의 원리

다. 통신 네트워크 시뮬레이터

(1) NS-2

(가) 개요

- 콜롬비아 대학에서 개발된 테스트베드 NEST를 기반으로 UC Berkeley에서 개발됨
- TCL(Tool Command Language)을 이용하여 NS-1(Network Simulator)을 LBNL(Lawrence Berkeley National Laboratory)에서 개발하였으며, 이를 다시 MIT에서 OTCL(ObjectTCL)을 사용하여 NS-2로 새롭게 개발됨

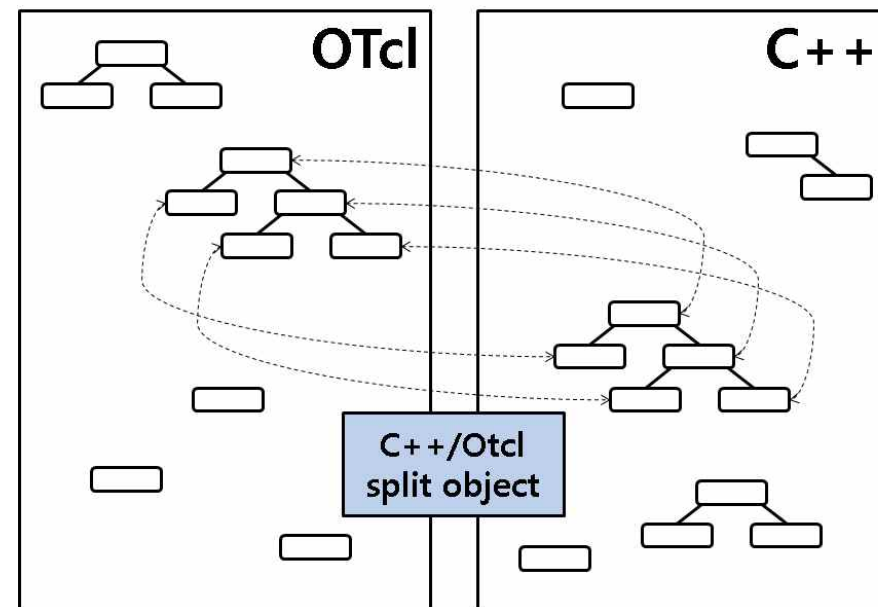
(나) 주요 특징

- NS-2는 이벤트 기반(Event-driven) 시뮬레이션으로서 OTCL 및 C++을 사용함
- 다음과 같이 각 계층 별 다양한 프로토콜이 구현되어 있어 다양한 네트워크 상황에 적용이 가능하며 이외에도 많은 네트워크 프로토콜이 구현되어 있음
 - IP, TCP, UDP 등의 TCP/IP 프로토콜
 - FTP, HTTP 등의 응용계층 프로토콜
 - 라우팅 프로토콜 및 멀티캐스트 라우팅 프로토콜
 - Ad-hoc 네트워크, WLAN, Mobile-IP, UMTS 등
- 노드의 이동성은 노드의 도착점을 지정하고 지정 지점까지의 직선으로 노드를 이동하는 선형이동만을 제공함

- 모든 Linux/Unix 계열의 운영체제에서 동작함
- 오픈소스로서 무상으로 사용이 가능하고, 프로토콜의 수정이 자유로움

(다) 시스템 구조

- NS-2는 C++로 작성된 NS-2 코어 부분과 OTcl로 구성된 이벤트 스케줄러로 구분되어 있음
- NS-2 코어는 컴파일 기반의 C++로 작성되어 있어 소스의 변경에 시간이 걸리지만, 동작 수행 속도가 빠른 반면 OTcl로 작성된 이벤트 스케줄러는 스크립트 기반으로 수정사항의 적용이 쉽지만 수행 속도가 느린 단점을 가지고 있음
- 이러한 장단점을 반영하여 실제 많은 연산이 필요한 NS-2의 코어부분은 C++로 작성되어 빠른 속도를 보장하고, 이벤트 스케줄링, 네트워크 토폴로지, 네트워크 구성 요소 등의 수정이 잦은 이벤트 스케줄러는 OTCL로 작성되어 변경사항을 빠르게 적용 할 수 있도록 구성되어 있음



[그림 2-8] NS-2 시스템 구조

(2) NS-3

(가) 개요

- NS-3는 NS-2에 이어 새롭게 개발된 네트워크 시뮬레이터로서 최신 무선 네트워크 모델을 비롯한 다양한 유무선 네트워크 모델을 지원하며, 빠른 개발 속도와 여러 장점을 가지고 있음

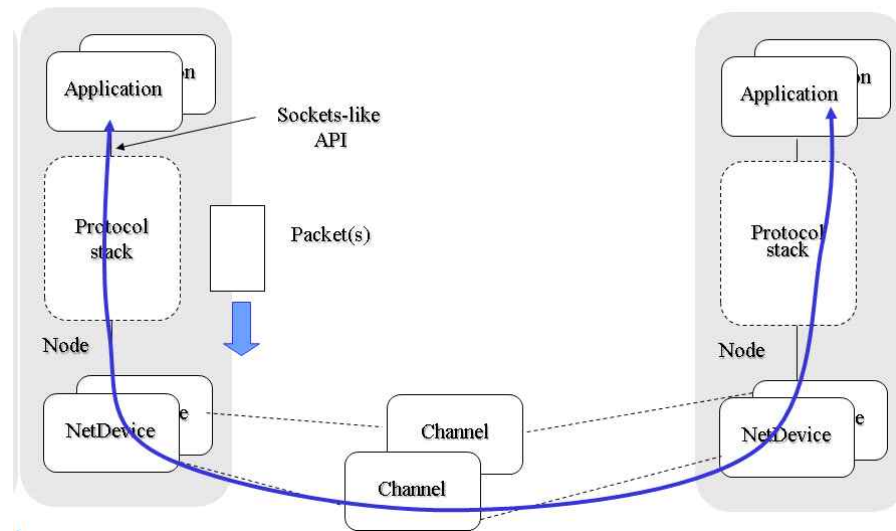
- 그러나, NS-3를 기반으로 한 시각화 도구는 아직 개발 초기 단계에 머물러 있으며, 특히 무선 네트워크를 위한 시각화 도구의 이용은 매우 제한적임

(나) 주요 특징

- NS-2와 동일한 이벤트 기반(Event-driven) 시뮬레이션임
- NS-3의 프로토콜은 C++기반으로 작성되어 빠른 속도를 보장하고 있으며, 이벤트 스케줄러 역시 C++을 이용하여 작성이 가능하지만, 추가적으로 스크립트 기반의 Python을 지원하여 쉽고 간편하게 작성이 가능함
- 가상의 0바이트 패킷인 더미 패킷을 사용가능하며, 이를 통해 시뮬레이션의 메모리 소비를 감소시켜줌
- 노드에 선택적 특성을 적용할 수 있으며, 이를 통해 IPv4를 사용하지 않는 노드를 생성하는 등의 특성을 적용하여 메모리 낭비를 줄이는 것이 가능함
- 선택적 특성을 이용하여 기존에 존재하지 않는 전혀 새로운 특징을 가지는 노드를 쉽게 생성 할 수 있음
- 실제 네트워크와의 통합을 지원하며, 실시간 스케줄링이 가능함
- NS-3는 노드의 위치와 방향벡터를 설정하는 Waypoint 이동성 모델을 지원함

(다) 시스템 구조

- NS-3는 Node, Application, Channel, Netdevice, Topologyhelper로 구성됨
 - Node는 종단 시스템인 호스트를 나타내며 C++을 통한 Node 클래스로 구현됨
 - Application은 시뮬레이션을 통해 생성되어 활성화되는 사용자 프로그램으로 C++을 통한 Application 클래스로 구현됨
 - Channel은 노드 간의 데이터를 주고받기 위한 연결을 표현하며, C++을 통한 Channel 클래스로 구현됨
 - Netdevice는 네트워크 케이블 및 네트워크 인터페이스를 표현하며, C++을 통한 Netdevice 클래스로 구현됨
 - Topologyhelper는 Netdevice를 생성 및 Node에 Netdevice를 설치 와 노드간의 프로토콜 스택을 구성하고 Netdevice간의 Channel을 연결함



[그림 2-9] NS-3의 기본 모델

(3) QualNet

(가) 개요

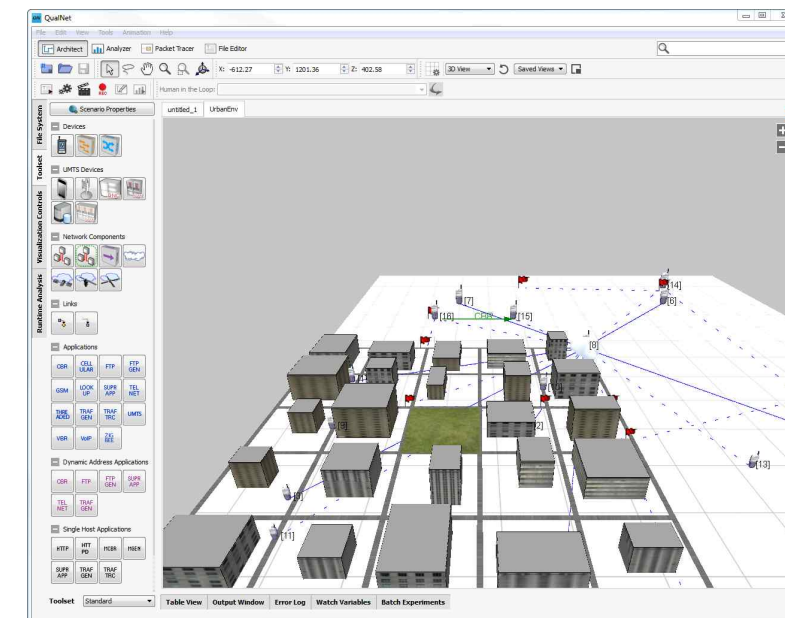
- QualNet은 DARPA의 project로 UCLA에서 만든 GloMoSim의 상용화 버전으로 대규모 이중 네트워크의 효과적인 시뮬레이션을 위해 제작됨
- 대규모 네트워크를 지원하고 빠른 속도와 효과적인 자원활용을 장점으로 하는 통신 시뮬레이션임

(나) 주요 특징

- 유/무선, 혼합 플랫폼 네트워크와 네트워크 장치 성능을 예측함에 있어서 높은 정확성, 멀티코어, 멀티프로세서, 클러스터와 64bit 프로세서 시스템의 장점을 잘 활용하도록 설계되어, 수천개가 넘는 네트워크 노드의 시뮬레이션을 최상의 성능으로 지원함
- 최고의 플랫폼 이식성과 인터페이스의 유연성을 제공하여 UNIX, Windows, 맥 OS X, 리눅스 등의 운영체제에서 실행됨
- 시뮬레이터의 제작당시부터 병렬 CPU의 개념이 포함되어 있어, 단일 CPU에서 병렬 CPU를 지원하도록 수정한 다른 시뮬레이터에 비해 병렬 CPU의 활용도가 높음
- QualNet은 Group Mobility, Random Waypoint, Dead Reckoning 등 다양한 이동성 모델을 지원함

(다) 시스템 구조

- QualNet Architect Design Mode는 사용자들이 지형분포, 물리적인 연결, 네트워크 노드들의 기능적인 파라미터들을 설정하도록 하는 모델 설정 도구임
- QualNet Architect Visual Mode는 상세한 시각적 동작과 네트워크, 시나리오, 디자인의 분석을 사용자에게 제공하여, 시뮬레이션을 실행함에 있어 사용자들은 네트워크를 통해 흐르는 트래픽과 중요 성능 측정치의 동적인 그래프들을 볼 수 있음
- QualNet Analyzer는 수많은 측정치들을 표시하는 통계 그래프 툴로서, 사용자는 그래프 표시를 사용자에게 맞게 변경할 수 있는 특징을 가짐
- QualNet Packet Tracer는 네트워크 시나리오의 시뮬레이션 동안 생성된 패킷 트race 파일의 시각 표현을 제공함
- QualNet File Editor는 텍스트 포맷의 선택된 파일의 내용들을 표시하고, 사용자가 파일들을 편집할 수 있는 텍스트 편집 도구임



[그림 2-10] QualNet 시뮬레이션 시연화면

(4) OMNeT++

(가) 개요

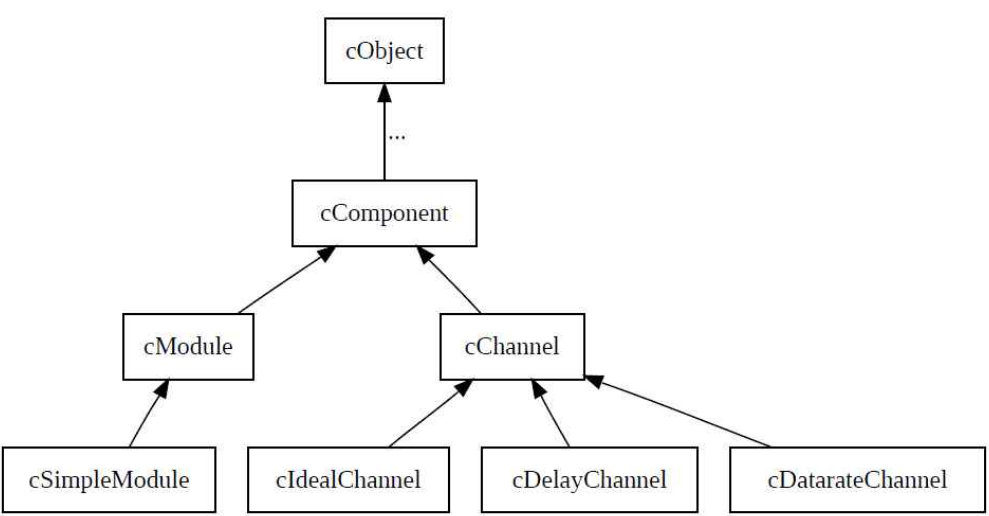
- OMNeT++는 1992년에 Budapest 공과대학에서 개발한 객체 지향 이벤트 기반 시뮬레이터 엔진이며 통신프로토콜, 컴퓨터 네트워크, 멀티프로세서, 분산시스템 등 다양한 형태의 시뮬레이션을 위해 사용할 수 있음
- OMNeT++의 시뮬레이터 커널은 네트워크 구성, 메시지 전달, 이벤트 관리 등 시뮬레이션에 필요한 기본 기능들만을 제공함으로써 에이전트 시스템과 같은 네트워크 시뮬레이션이 아닌 것을 이식하기에 용이하며, 불필요한 기능이 제거된 작은 크기의 커널은 실행 시 큰 효율성을 제공함
- 또한 매우 큰 크기의 시뮬레이션을 빠른 시간에 수행할 수 있도록 MPI를 기반으로 한 병렬 수행을 지원함
- OMNeT++은 학술 및 비영리적 사용을 위해 무료로 제공되어 있으며, 상용버전으로는 OMNEST로 제공되고 있음

(나) 주요 특징

- OMNeT++은 병렬 분산 시뮬레이션을 지원하여, 분산 시뮬레이션 간의 통신을 지원함
- OMNeT++은 유닉스 계열의 운영체제에서 수정 및 컴파일 후 리눅스, 맥OS, Window등의 운영체제에서 테스트가 가능함
- 네트워크의 트래픽, 프로토콜, 큐잉 모델링을 지원함
- OMNeT++은 시뮬레이션을 관리하는 코드로 구성된 시뮬레이션 커널과 C++로 구현된 라이브러리, 시뮬레이션의 실행 및 디버깅을 위한 사용자 인터페이스로 구성됨
- OMNeT++은 Random Position을 통해 Random Waypoint와 유사한 동작을 수행하는 이동성 모델을 지원함

(다) 시스템 구조

- OMNeT++모델은 모듈의 연결로 구성된다. 모듈은 cModule 클래스를 통해 표현되며, 단순한 모듈 또는 복합 모듈로 구분되며, 모듈의 동작은 사용자에게 의해 정의된 C++코드를 통해 정의함
- 채널 객체를 통해 모듈간의 연결을 설정하며, 채널 객체는 cChannel 클래스를 통해 표현되며, 전파 및 전송 시간 모델링, 에러 모델링 등의 동작을 캡슐화 하며, 채널 객체 역시 사용자에게 의해 정의된 C++코드를 통해 채널 객체를 정의함



[그림 2-11] OMNet++ 클래스 구조

(5) OPNET

(가) 개요

- OPNET은 다양한 프로토콜과 이기종 네트워크를 시뮬레이션 할 수 있는 고 레벨의 이벤트 기반 네트워크 시뮬레이션임
- 실제 네트워크의 움직임을 정확하게 시뮬레이션 하는 고품질의 라이브러리를 통해 네트워크 모델들의 특성을 변경함으로써 다양한 시나리오의 결과값을 정확하게 예측할 수 있음
- 시뮬레이터로서 많은 잠재력을 지니고 있지만 최근의 무선 시스템에서는 다소 부족한 모습을 보임
- OPNET은 상용 라이선스로서 비용은 비싸지만 교육 목적으로 사용할 수 있는 무료 라이선스를 제공하고 있음

(나) 주요 특징

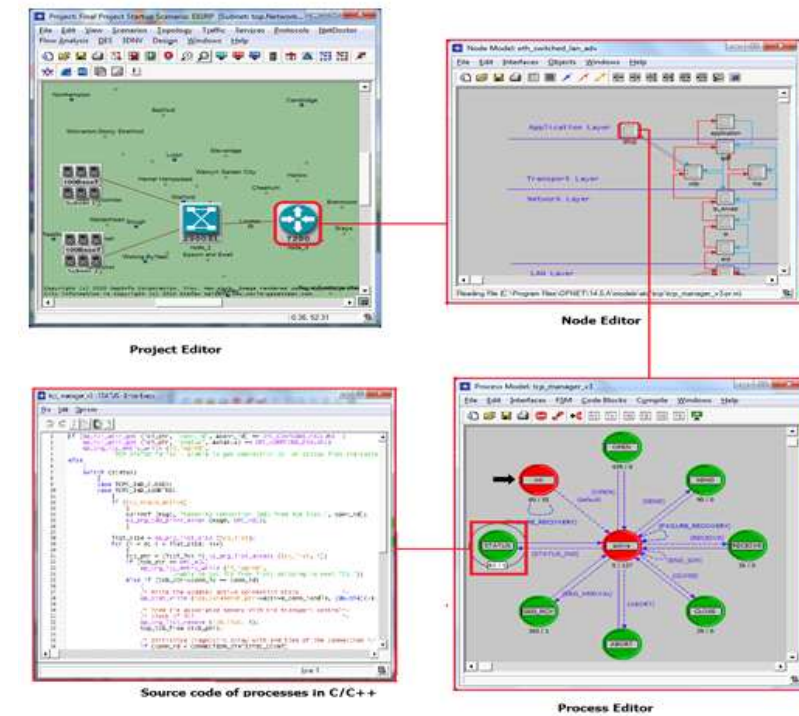
- 네트워크 및 분산 시스템의 모델링을 위한 높은 레버리지를 제공, 통신 및 정보 처리에 관한 많은 구조를 제공함
- 분산 통신 시스템에 대한 광범위한 프로그래밍 언어를 지원한다. 이 환경은 모든 통신 프로토콜, 알고리즘 및 전송 기술의 현실적인 모델링을 가능하게 함
- 계층적 구조의 모델을 제공하고, 네트워크는 실제 통신 네트워크와 같은 병렬 구조로 구성됨
- C언어로 구현된 효율적인 이산 시뮬레이션 이벤트로 컴파일되어 요구 사항을 최소화

화 할 수 있음

- OPNET은 시뮬레이션 하는 동안 수집 할 수 있는 다수의 통계 정보를 제공함
- 노드의 이동성 모델은 이동 궤적, 이동 벡터 또는 프로세서 모듈에 의한 노드의 좌표를 직접 수정하는 방법을 통해 지원됨

(다) 시스템 구조

- OPNET은 계층적 구조를 지니고 있으며, 크게 네트워크 도메인, 노드 도메인, 프로세스 도메인으로 구분 할 수 있음
- 네트워크 도메인은 시스템의 가장 상위 객체로서 시뮬레이션내의 네트워크 전반의 구성을 담당하며, 서브넷, 토폴로지, 지형 정보 및 노드의 이동을 구성함
- 노드 도메인은 네트워크를 구성하는 라우터, 호스트, 모바일 장치 등의 단일 네트워크 노드와 노드내의 응용계층, 네트워크 계층 등의 네트워크 레이어 구조를 표현함
- 프로세스 도메인은 데이터 트래픽 모듈 및 큐 모듈과 같은 노드내의 모듈 및 프로토콜의 동작을 지정하며, 이러한 모듈은 FSM(Final State Machine)으로 모델링됨



[그림 2-12] OPNET 시뮬레이터 구현 틀 화면

- 통신 네트워크 시뮬레이터를 확장 구현하여 미시적 차량 이동 모델링과 도로 모델을 적용할 수 있도록 하는 방법
 - 앞에서 언급한 도로교통 정보의 수신결과에 따른 차량 이동성의 변경을 포함하는 보다 실제에 가까운 통합 시뮬레이션이 가능할 것으로 기대됨
 - 그러나 기존의 통신 네트워크 시뮬레이터의 네트워크 관련 성능분석 기능을 주기능으로 하게 되어 미시적 교통 시뮬레이션에서 필요로 하는 성능분석은 어려울 것으로 예상됨
- 기존의 미시적 교통 시뮬레이터에 링크 레벨 시뮬레이션 모듈을 확장 구현하는 방법
 - 기존의 통신 시뮬레이터의 네트워크 계층 및 전송계층의 기능을 추상화함으로써 상당부분의 통신 네트워크 기능을 제외할 수 있기 때문에 시스템 규모 증가를 어느 정도 최소화 할 수 있을 것으로 예상됨
 - 즉, 링크 레벨 시뮬레이션의 결과로서 패킷 전송 에러율을 기반으로 차량의 정보수신 여부 및 이에 따른 이동성의 변화를 반영함으로써 통신 시뮬레이션에 의한 연산량을 줄이고 오버헤드를 최소화 할 수 있음
 - 이 방법의 단점은 네트워크 계층의 기능을 제외하기 때문에 V2V 통신 및 데이터 폭증에 따른 통신 성능저하 등의 일부 통신 시나리오를 반영할 수 없음
 - 해당 문제는 향후 네트워크 및 전송 계층 기능모듈의 추가개발을 통해 보완이 가능할 것으로 예상됨

라. 통신 네트워크 및 교통 통합 시뮬레이터

- 앞에서 언급한 통신 네트워크 시뮬레이터들은 랜덤 웨이 포인트를 비롯한 단순한 이동 모델만을 지원하고 있음
- 따라서 차량이 도로상에서 제한적인 이동성만을 가질 수 있고 수신된 긴급 교통상황 정보에 따라 차량의 이동성이 변화하는 실제 도로상황에서의 교통 시뮬레이션은 기존의 통신 네트워크 시뮬레이터로는 불가능함
- 개별 차량의 이동을 다루는 미시적 교통 시뮬레이터의 경우에도 통신 네트워크 시스템 모델을 포함하고 있지 않을 뿐만 아니라 가까운 장래에는 통신기능의 추가가 어려울 것으로 예상됨
- 따라서, 기존 통신 및 교통 시뮬레이터의 통합 시스템을 개발하거나 통신 모델을 포함하는 새로운 미시적 교통 시뮬레이터 또는 현실적인 미시적 차량 이동모델을 포함하는 통신 시뮬레이터의 개발이 절실한 상황임
- 통합 교통-통신 네트워크 시뮬레이터의 구현은 크게 두 가지 방법이 가능함

3. 온라인 교통 시뮬레이션

가. 온라인 교통 시뮬레이션 개념

- 온라인 시뮬레이션은 공학 및 자연과학 분야에서 주로 사용되는 용어로, 일반적으로 현장에 설치된 센서로부터 수집되는 실시간 자료를 이용하는 시뮬레이션으로 정의할 수 있음 (Aydt, H., S.J. Turner, W. Cai and M.Y.H. Low, Symbiotic Simulation Systems: An Extended Definition Motivated by Symbiosis in Biology, In Proceedings of the Principles of Advanced and Distributed Simulation, 109-116., 2008)
- 때로는 web 기반의 시뮬레이션을 주로 지칭하기도 하고, 모형화 하는 실제와 시뮬레이션간의 밀접한 관계를 강조한 것을 symbiotic simulation 으로 정의하기도 함
- 교통 분야에서 온라인 시뮬레이션은 도로교통시스템의 현장 검지시스템에서 수집되는 실시간 교통자료를 시뮬레이터의 입력 자료로 바로 활용하여 시뮬레이션을 수행하고, 현재 및 미래 교통상황 변화에 대해 미리 인식할 수 있는 시뮬레이션을 지칭함
- 이를 통해 보다 능동적인 교통운영 관리 및 교통제어가 가능하며, 실제 교통 상황에 적합한 교통정보를 제공 할 수 있음



[그림 2-13] 온라인 교통 시뮬레이션 개념도

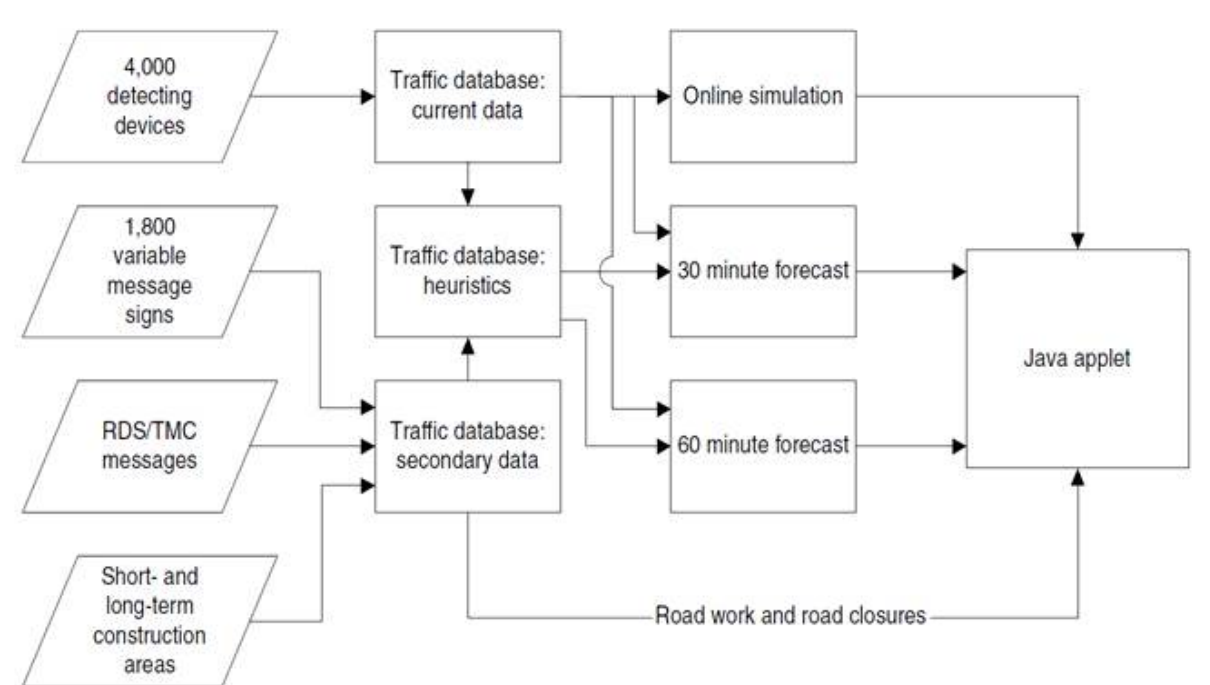
나. 온라인 교통 시뮬레이션 국내·외 기술동향

(1) 실시간 교통자료를 통한 교통제어 실시 사례

- 실시간 미시적 교통자료를 바탕으로 구 단위 이상의 대규모 네트워크를 미시적 시뮬레이션을 통해 실시한 사례는 없음
- 미시적 교통시뮬레이션의 경우, 네트워크 규모와 차량수가 늘어나면서 시뮬레이션 속도가 기하급수적으로 증가하게 되므로, 실시간 능동형 교통제어가 불가능함
- 미시적인 자료를 통합하여 간략화된 교통시뮬레이션을 통해, 실시간 교통관리를 하려는 시도는 존재함
- 일반적으로 개별차량 단위의 시뮬레이션이 아닌, 거시적 성격을 가지는 링크 단위 시뮬레이션을 수행하였으며, 도시의 세부 가로를 기반으로 하지 않고, 간선도로 혹은 고속도로 위주의 시뮬레이션을 수행함

(2) 독일의 OLSIM (On-Line Traffic Simulation) 사례

- 독일에서는 Cellular automate 모형을 이용하여 현재의 교통상황과 30분 후, 60분 후의 교통상황 예측 정보를 제공함
- 약 4,000개의 검지기 자료를 기반으로 하고 있으며, 고속도로 간선도로 위주로 정보를 제공하고 있음



[그림 2-14] 독일의 OLSIM 알고리즘 사례

3절 특허 동향분석

1. 조사 개요

가. 분석목적

- 차량-ICT 융복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 기술에 대한 기술 동향을 분석하기 위해, 소프트웨어 구현에 필요한 운전자행태 자료 수집 및 모형화 기술, 시뮬레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술 등 교통류 시뮬레이션의 구현에 필수적인 기술에 중점을 두고 특허동향분석을 실시함
- 이러한 분석을 통해 본 기술 분야의 전체적인 기술 트렌드, 주요국 그리고 관련 주요 업체들의 기술 개발 흐름을 살펴봄으로써, 최근 중심이 되는 기술 분야에 대한 동향 파악 및 이를 통한 전략적인 연구개발 계획 수립에 활용하고자 함

나. 분석범위 및 방법

- 한국, 미국, 일본, 유럽(영국, 독일, 프랑스, 스페인에 대한 개별국 조사 포함) 공개/등록특허를 특허분석 대상¹⁾으로 하여, 각 기술트리에 부합하는 유효특허를 추출하였고, 1975년(출원일 기준)부터 2013년 8월(검색일 기준)(실제 데이터 분석은 2012년 12월까지의 특허를 기준으로 함)까지 출원공개된 특허 모집단 총 6627건 중 중복 건 제거 및 1차 노이즈 제거한 4296건에 대한 2차 노이즈 제거 작업을 통해 유효특허로 분류된 3103건을 유효 분석대상 데이터로서 확정함

[표 2-18] 검색 DB 및 검색범위

자료 구분	국 가	검색 DB	분석구간	검색범위
공개·등록특허 (공개·등록일 기준)	한국	WIPS	~ 현재 (2012.12.31)	특허공개 및 등록 전체문서
	미국	WIPS		특허공개 및 등록 전체문서
	일본	WIPS		특허공개 및 등록 전체문서
	유럽특허 (EPO, 19개국 특허청 ²⁾)	WIPS, TOTAL PATENT		특허공개 및 등록 전체문서

※ 정량분석구간: 한국, 미국, 일본, 유럽 - ~ 2012. 12(출원년도 기준)
※ 정성분석구간: 한국, 미국, 일본, 유럽 - ~ 2012. 12(공개·등록년도 기준)

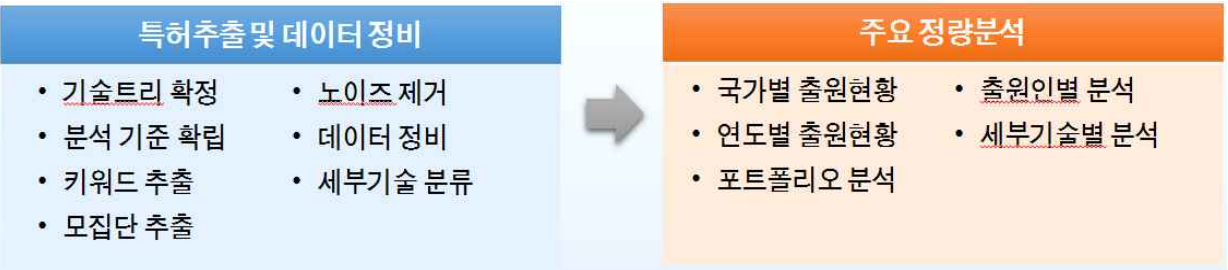
1) 출원일 기준으로 분석하며, 일반적으로 특허출원 후 18개월이 경과된 때에 출원 관련정보를 대중에게 공개하고 있음. 따라서 아직 미공개 상태의 데이터가 존재하는 2012~2013년 출원된 특허는 그 정량적 의미가 유효하지 않으므로 정량분석은 ~ 2011년 12월 까지 한정함
2) 유럽 19개 각국 특허청 : 유럽특허제도는 유럽특허조약의 회원국 사이에서 유효한 유럽특허를 부여하기 위해 만들어진 제도로써 유럽특허조약(EPC : European Patent Convention)에 따라 유럽특허청(EPO)에서 운영함. 유럽특허청(EPO)에 출원함과 관계없이 유럽의 각국 특허청에 출원한 특허를 포함하여 분석함 (DE, FR, GB, ES)

- 그 중, Traffic Simulation 연계 기술 개발 관련 핵심특허를 도출하기 위해 관련 Keywords를 이용하여 341건의 핵심특허를 추출함

핵심특허추출 Keywords	• 교통_시뮬레이션	• <u>Traffic Drive</u>	• 차_통신	• V2*
	• <u>Traffic Simulation</u>	• Microscopic	• <u>Vehicle Communication</u>	

[그림 2-15] 핵심특허 추출 Keywords

- 특허기술의 특성에 따라 세부 기술로 분류하였으며 주요시장국 기술개발 현황, 기술시장 성장단계, 연도별 특허출원 동향, 세부 기술별 특허출원 등을 분석함



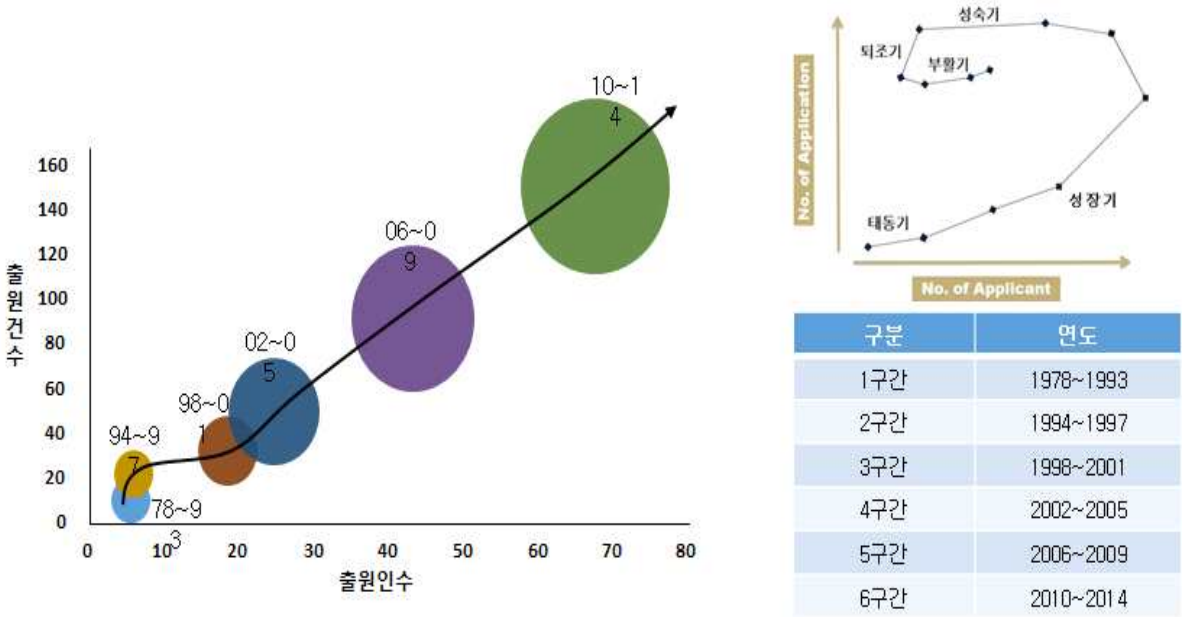
[그림 2-16] 핵심특허 분석방법

2. 기술분류체계 및 핵심특허 출원현황

○ 본 기획과제의 기술분류체계(1 대분류, 5 중분류, 16 소분류)에 따라서 기술트리를 작성하고, 작성된 기술트리에 기초하여 분석 업무를 진행하였으며, 분석대상 기술트리 및 핵심특허 출원건수는 다음과 같음

대분류	중분류	내용	소분류	내용	건수
A (차량-ICT 융복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통 시뮬레이션)	AA	운전자행태 자료수집 및 모형화 기술	AAA	실차기반 운전자 행태 자료수집 기술	14
			AAB	DS기반 운전자 행태 자료수집 기술	0
			AAC	운전자행태 자료 분석 및 모형화 기술	0
	AB	차량-ICT 기반 교통관리 서비스 구현 기술	ABA	시뮬레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술	246
			ABB	시뮬레이션용 스마트카 기능 구현 기술	8
			ABC	시뮬레이션용 교통시설물 기능 구현 기술	45
	AC	시뮬레이션 결과 분석 및 해석 기술	ACA	교통운영효율성 분석 기술	2
			ACB	교통안전성 분석 기술	1
			ACC	교통환경성 분석 기술	4
			ACD	시뮬레이션 결과 시각화 기술	5
	AD	시뮬레이션 체계설계 및 개발 기술	ADA	시뮬레이션 Architecture 설계 기술	4
			ADB	Module간 Interface 설계 기술	1
			ADC	병렬/분산/온라인 기반 시뮬레이션 구현 기술	1
			ADD	DS/TS 연계 기술	8
	AE	시뮬레이션 검증 기술	AEA	시뮬레이션 파라미터 정산 기술	0
			AEB	시뮬레이션 정확성 및 신뢰도 평가 기술	2

[그림 2-17] 기술분류체계 및 핵심특허 출원현황



[그림 2-18] 핵심특허 출원 기술발전 흐름

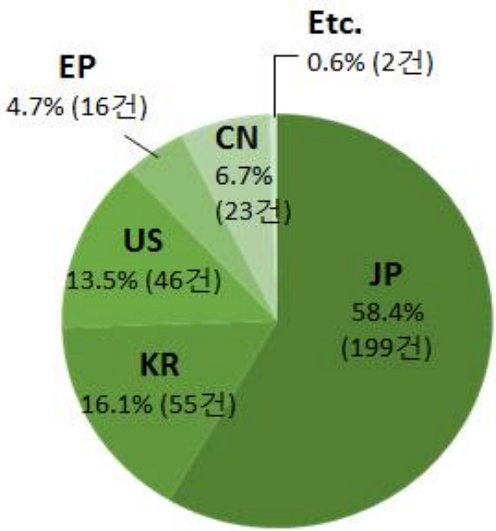
나. 핵심특허 특허동향분석

○ 341건의 핵심특허 중 80% 이상이 아시아 국가에서 출원되었으며, 그 중 일본이 199건의 특허를 출원하여 전체의 58.4%로 가장 많으며, 한국의 경우 55건의 출원으로 16.1%의 비중을 차지함

3. 핵심특허 특허동향분석

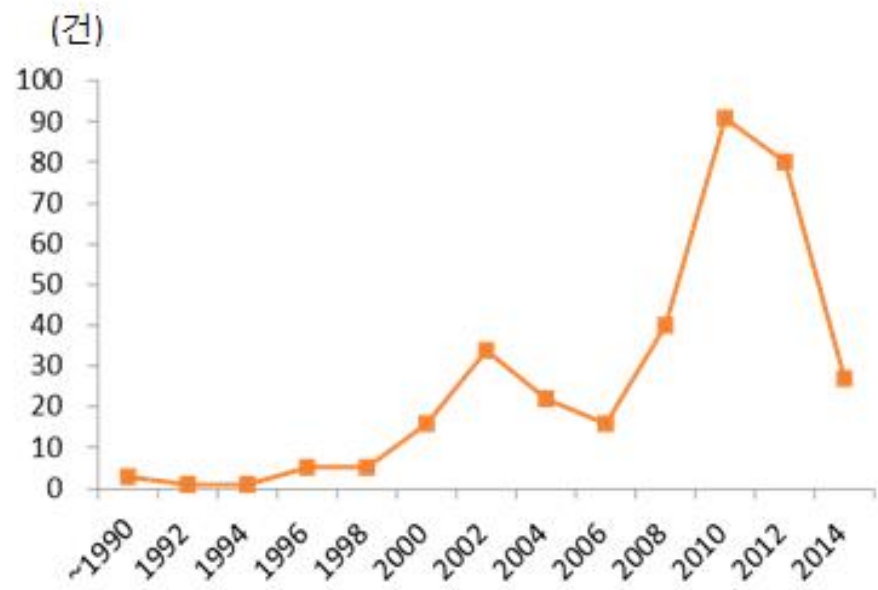
가. 핵심특허 출원의 기술발전 흐름 분석

○ 차량-ICT 융복합 교통시뮬레이션 연계기술 개발에 관한 특허 출원은 현재 지속적인 연구개발 활동을 보이고 있으며, 전반적으로 특허건수 및 특허 출원인이 매년 급격히 증가하고 있는 성장기의 형태를 보임

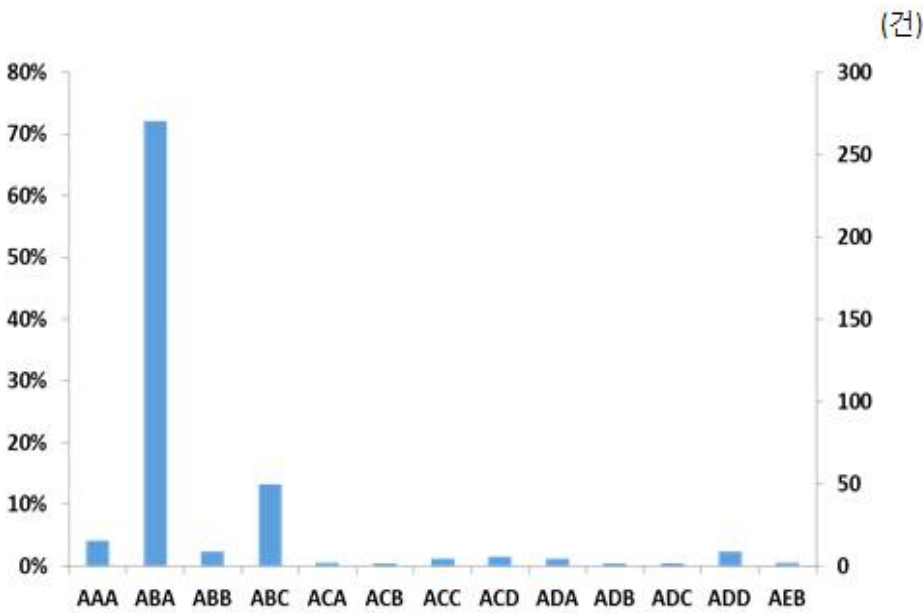


[그림 2-19] 국가별 출원현황

- 2000년대 들어서서 출원건의 증가가 두드러지며 이는 차량간 무선통신(V2V) 및 차량과 인프라간의 무선통신(V2I)을 위한 기술이 2000년대에 본격적으로 확산되고 구현 발전되고 있다는 점에 기인하는 것으로 판단됨
- 특히 시뮬레이션용 V2X통신 기능 구현기술(ABA분야)에 대한 출원이 72.1%로 압도적인 출원 비중을 차지하고 있음



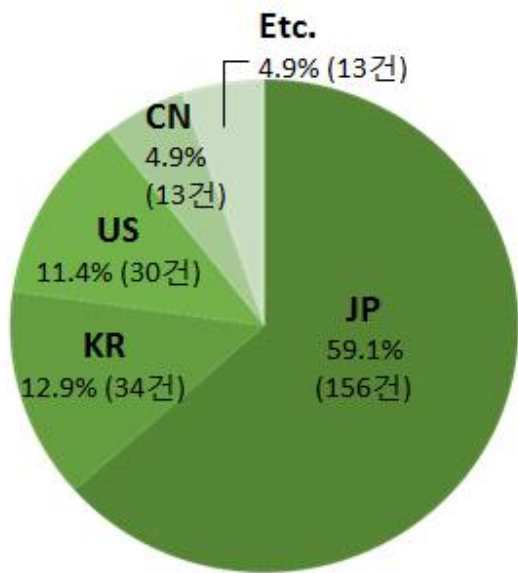
[그림 2-20] 연도별 출원현황



[그림 2-21] 기술분야별 출원현황

다. 시뮬레이션용 V2X 통신기능 구현기술(ABA) 특허출원 현황

- 264건의 시뮬레이션용 V2X통신 기능 구현기술(ABA분야)에 대한 특허 중 일본이 156건으로 전체의 59.1%로 가장 많으며, 한국의 경우 34건의 출원으로 12.9%의 비중을 차지함
- 특히, 통신처리 관련 기술의 출원 비중이 40.2%로 가장 높으며 다음으로 교통정보, 교통안전 관련 기술이 각각 15.4%, 15.0%의 비중을 차지함



[그림 2-22] 국가별 ABA 출원현황



[그림 2-23] 기술분야별 ABA 출원현황

4. 시사점

- 341건의 핵심특허 중 아시아 국가의 출원비중이 80%이상을 차지하며, 그 중 일본 업체의 출원 비중이 58.4%로 가장 높으며 한국의 경우 16.1%의 비중을 차지함
- 차량-ICT 융복합 교통시물레이션 연계 기술 개발에 관한 특허 출원은 매년 특허 건수 및 특허 출원인이 급격히 증가하고 있는 성장기의 기술발전 형태를 보임
- 특히, 시물레이션용 V2X통신 기능 구현기술 (ABA분야)의 출원 비중이 72.1%로 압도적인 출원 비중을 차지하고 있으며, 2000년대에 본격적으로 확산되고 구현 발전되고 있음
- ABA 분야는 자동차 제조업체의 경우 C-ITS 구축을 위해서는 자동차의 전장화가 필수적이라는 점에 비추어 볼 때 당연한 결과라고 사료되며, 향후에도 지속적인 개발과 출원이 이루어질 것으로 예상됨
- 그 중 통신처리 관련 기술의 출원 비중이 40.2%로 가장 높으며 다음으로 교통정보, 교통안전 관련 기술의 비중이 높음

4절 유사과제 분석

1. 선행 연구과제와의 비교분석

- 본 기획과제와 유사성이 있을 것으로 판단되는 기존 선행 연구과제와의 비교분석을 수행함
- [표 2-19]에 교통상황 예측기술 개발 과제와 본 기획과제와의 유사성 분석 내용을 제시하였으며, [표 2-20]에 고위험군 과제와 본 기획과제와의 유사성 분석 내용을 제시함

[표 2-19] 선행 연구과제와의 유사성 분석 : 교통상황 예측기술 개발

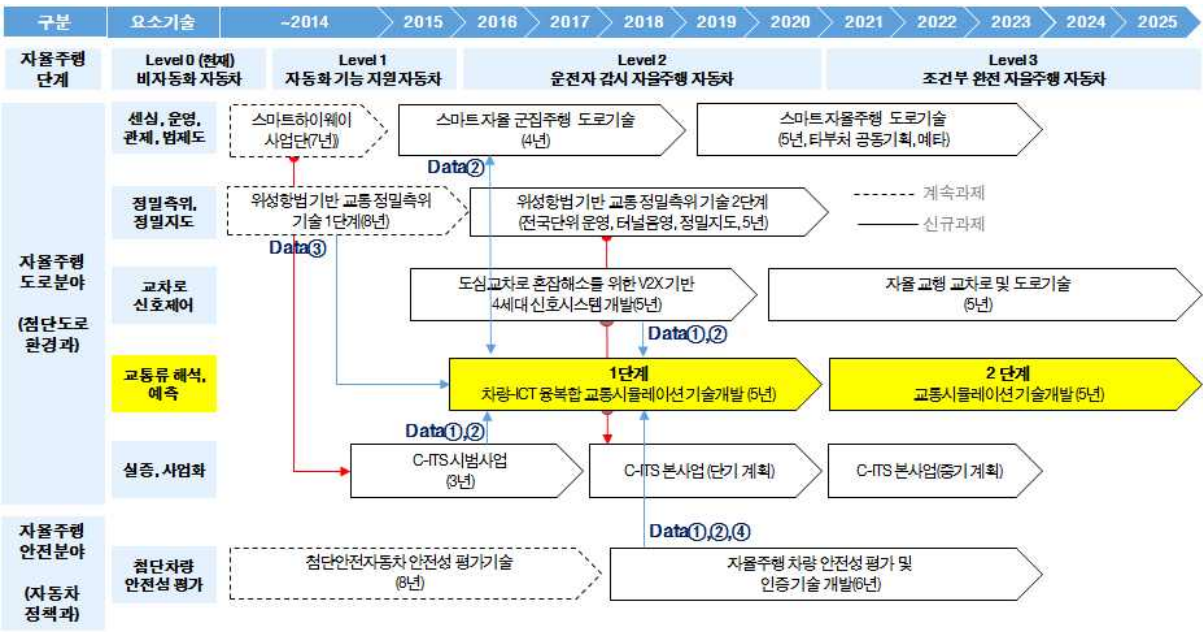
구분	교통상황예측 기술 (교통상황 예측기술 개발 과제)	미시적 시물레이션 기술 (본 과제)
기본 개념	‘특정 조건에서 발현된 교통패턴은 동일한 조건이 주어질 경우 반복된다’라는 가정하에 미래에 예측된 조건의 교통상황은 축적된 이력자료 중 미래의 특정 조건과 가장 유사한 환경에서 관측된 자료를 참고하여 예측값을 제시하는 기술	차량간의 상호작용 또는 외부 여건의 변화에 따른 교통행태의 변화를 수학 또는 물리학적 법칙을 활용하여 모사하는 기술
방법론	데이터 기반 접근법 (Data driven approach)	모형 기반 접근법 (Model driven approach)
장점	- 구축된 자료를 활용하여 방법론이 단순함 - 다양한 교통조건에 대하여 예측의 신뢰성이 우수 - 다양한 원천자료로부터 가공된 구간 교통정보 활용	- 교통상황 변화의 인과관계 해석 용이 - 임의의 외부 조건 및 주행 행태 변화에 대한 교통상황 변화 모사가 용이 - 분석에 필요한 모든 종류의 자료 도출 가능
단점	- 교통패턴 분류가 신뢰도를 결정 - 구축된 자료에 포함되지 않은 상황에 대해서는 예측 불가 - 교통상황 변화의 인과성 파악 불가	- 파라미터 정산이 신뢰도 결정 - 다양한 교통 조건에 적합한 모형 개발이 어려움 - 교통상황별 파라미터 정산 필요 - 분석 대상 시나리오의 시간대별 기중점 통행량 도출이 어려움
활용예	교통상황 예측에 기반하여 이용자에게 교통정보 제공 (예: 네비게이션 시스템, 다양한 포털의 통행시간 예측)	도로 시설물의 변화 및 다양한 교통 제어 기법의 사전 효과 분석 (예: 교통영향평가, 사전 타당성 검토)

[표 2-20] 선행 연구과제와의 유사성 분석 : 고위험군 과제

구분	주행 시뮬레이터 현실 정합성 향상을 위한 운전행태 정밀 측정 (고위험군 과제)	이용자 행태 자료 수집 기술 (본 과제)
목적	- 과제의 목적은 시뮬레이터 기반으로 고위험군 운전자의 운전행동을 평가하고 교육훈련할 수 있는 주행 시뮬레이터를 구동시키는 주행 S/W 개발임 - 주행 S/W 개발을 위하여 다양한 주행환경 (야간, 악천후 포함)에서 실험차량 앞뒤 차량 (특히 뒤 차량)의 운전행태를 측정하고 운전자 시야에서 바라본 영상을 촬영하여 분석함	- 본 과제의 목적은 첨단 미래 교통시스템 주행환경의 교통류 분석/평가/설계가 가능한 미시 교통류 시뮬레이션 기술 개발임 - 미시 교통류 시뮬레이션 기술 개발을 위하여 다양한 환경에서 이용자가 통행 중 만들어 내는 주변 이용자와 지속적인 상호작용을 조사 및 분석
수집 자료	- 추종행태: 앞뒤 차량 간격, 상대속도, 자기 차량 정보, 차로내 차량위치, TTC - 주변환경: 기상, 주야, 조명, 도로기하구조, 교통상황 (영상 정보 활용) - 차로변경행태: 차로변경 과정 및 소요시간, 차로변경 완료 시 앞뒤 차량 간격 - 간격수락행태: 대기시간별/교통상황별 수락 간격의 변화	- 실차 기반: 운전자 정보, 주행정보, 도로정보, 사고정보 - 드라이빙 시뮬레이터 기반: ITS 및 미래교통상황에 대한 운전자 반응실험 - NMT(보행자, 자전거) 기반: NMT 행태 파라미터, 차량-보행자-자전거간 상호작용
자료 수집 방법	- 추종행태: 앞뒤 차량간격을 측정할 수 있도록 레이더 센서를 장착한 실험 차량 활용 - 차로변경행태, 간격수락 행태: 스마트 하이웨이 사업의 일환으로 구축된 중동 IC 진입로 영상자료 분석	- 다양한 센서가 장착된 실차를 이용한 자료 수집 및 분석 - 드라이빙 시뮬레이터를 이용한 운전자 반응실험 - NMT (보행자, 자전거)에 다양한 센서를 부착하여 자료 수집 및 분석
수집 기간	- 실험차량을 다양한 운전자가 주행하여 자료 취득 (1년) - 중동 IC 영상자료 (3개월)	- 실험차량을 특정 피실험자에게 장기간 대여하여 자료 취득 (1~2년) - 드라이빙 시뮬레이터, NMT는 다양한 피실험자를 대상으로 자료 취득 (1년)
활용예	주행시뮬레이터의 주변차량의 주행행태의 현실성 제고를 위하여 활용	미시 교통류 시뮬레이션 개발에 필요한 항목 및 항목별 구현 모형을 규정하는데 활용

2. 기존 선행 연구과제와의 연계성

- 본 기획과제는 차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계가 가능한 미시적 교통 시뮬레이터 기술을 개발하는 과제를 목표로 하고 있으며, 개발된 시뮬레이터를 통해 현재 진행 중인 R&D 과제와 연계하여 다양하게 활용 할 수 있음
- [그림 2-24]에 국토교통부 기존 R&D과제와의 자료수집관계를 검토함



[그림 2-24] 기존 R&D 과제와의 자료수집 관계

- 본 과제와 기존 연구과제 간의 자료수집 관계는 [표 2-21]과 같이 네 가지의 자료로 구분할 수 있음
 - Driver data는 운전자와 관련된 자료로, 운전자 정보(연령, 성별 등), 운전자의 운전행태, 운전습관, 시력 등을 나타냄
 - Driving data는 차량 및 차량의 거동 상태와 관련된 자료로 차종, 에어백 장착여부 등의 차량 정보와 가속도, 각속도, 방향지시등 작동여부 등의 차량 거동자료로 구성됨
 - Roadway data는 도로 기하구조 및 교통상황에 대한 자료로 평면선형, 종단선형, 차로수, 구배 등의 도로 기하구조 및 제한속도, 공사여부 등의 교통상황과 관련된 자료로 구성되어 있음
 - Crash data는 사고와 관련된 자료를 나타냄

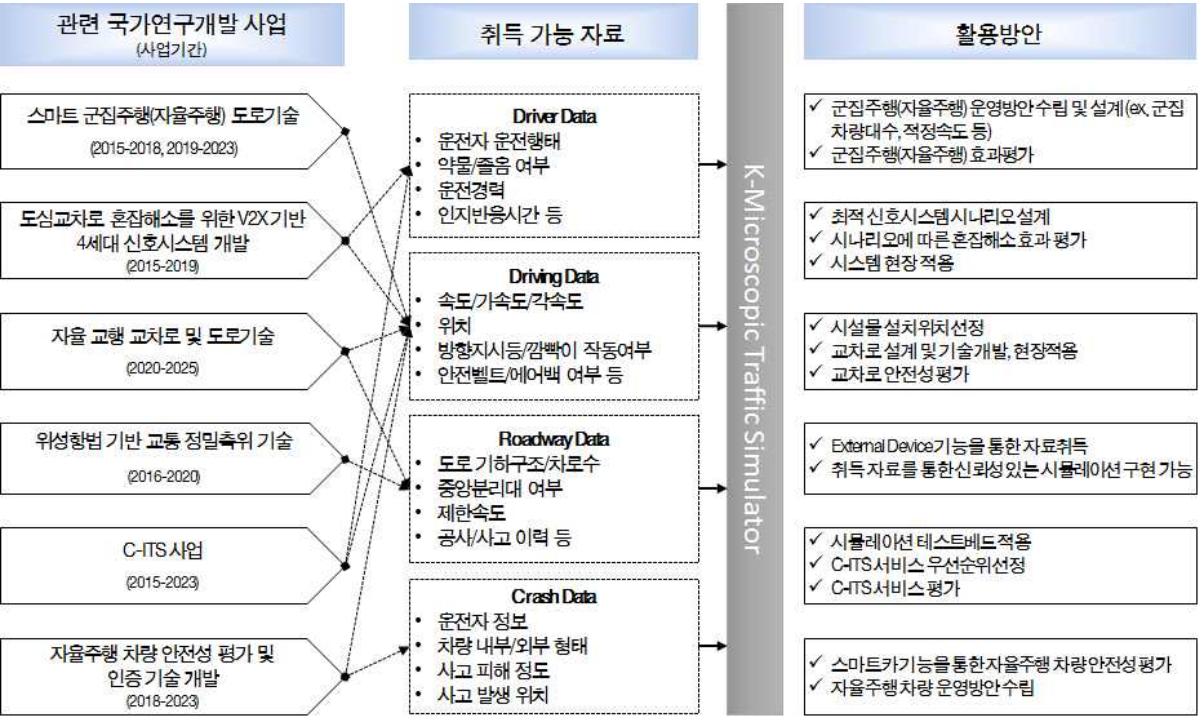
[표 2-21] 자료수집 유형 예시

자료 유형	세부 내용
Driver data	• Demographics • Driving history • Driving knowledge • Driving behavior • Medical conditions • Sleep habits • Risk perception and risky behavior • Sensation seeking • Vision, strength, mobility
Driving data	• Video images – 4 cameras • Rates of acceleration • Lateral and vertical motion • The presence of alcohol within the cabin • Position information • Turn signal actuation • Steering wheel angle • Speed • Seat belt use and air bag deployment • Forward radar
Roadway data	• Horizontal Curvature • Grade • Lane • Shoulder • Barriers • Crash history data • Traffic information(AADT) • Speed limit data • Work Zone
Crash data	• Driver interview • Case x Interior image • Case x Exterior image • Case x Damage image • Case x Google image • Case x Site image

자료: John L. Campbell(2014) SHRP2 Naturalistic Driving Study: Data Collection is Complete –Now What?, 2014 Northwest Transportation Conference 발표자료

○ [그림 2-25]에 본 과제로부터 도출되는 미시적 교통 시뮬레이터를 이용한 활용방안을 관련 국가연구개발 사업과 연계하여 제시함

- 다양한 국가연구개발 사업으로부터 driver data, driving data, roadway data, crash data 등을 수집할 수 있음
- 수집된 자료를 활용하여 해당 국가연구개발 사업에 대한 설계 및 평가에 활용할 수 있음



[그림 2-25] 타 과제와의 연계·활용 방안

5절 종합분석

- VISSIM, CORSIM 등 대표적인 교통류 시뮬레이션 모델은 도로체계의 단속류 및 연속류에 대한 미시적/거시적 교통공학 이론을 반영하여 거의 대부분의 교통류 상황에 대한 모사와 분석이 가능하지만, 프로그램 매뉴얼에 미리 정의된 기존 교통류 이론을 기반으로 한 분석에서 벗어난 특수한 상황에 대한 모사는 패키지 내의 기본 툴로 제공하지 못하고 있음
 - 즉, 분석자 스스로 분석하고자 하는 특정 교통류 상황에 대한 이론적 변수 및 관련 파라미터를 설계하여 이를 Run Time Extension(RTE) 형태로 프로그래밍한 후 VISSIM이나 CORSIM 등 상업용 패키지 Source Code에 연계 컴파일링하여 시뮬레이션 결과를 얻어냄
 - 상용 시뮬레이터의 한계로 인해, 스마트카의 기능을 교통시뮬레이션을 통해 분석하는 연구와 교통시뮬레이션과 통신을 결합시킨 연구도 구현능력에 한계점이 존재함
- 기존 연구에서는 대부분 미시적 교통류 시뮬레이터를 구현하고, 시뮬레이션을 통해 수집된 개별차량 주행궤적 자료 및 검지기 자료를 수집하여 추가적인 가공을 통해 결과를 도출함
 - 분석대상 기술의 평가 및 교통류 관리전략 수립을 위한 효과분석 시 시뮬레이션 작업 후, 효과척도 산출을 위한 추가적인 분석을 필요로하기 때문에 효율성이 떨어짐
- 또한, 미시적 교통류 시뮬레이터와 API 기능을 이용하여 첨단 교통시스템 환경(V2V, V2I 통신기반)을 구현하여 분석하고 있지만, 실시간성, 운전자행태, 통신정확도 등 현실적인 시뮬레이션 환경 구현이 어려운 것으로 나타남
 - 즉, 프로그램 매뉴얼에 미리 정의된 기존 교통류 이론 기반에 의한 분석을 제외한 특수한 상황(ex. 첨단운전자지원시스템, 경고정보시스템 제공환경)에 대한 분석은 시뮬레이션 분석 패키지 내의 기본 툴로 제공하지 못함
 - 분석자가 분석하고자 하는 특정 교통류 상황에 대한 운전행태 모형, 파라미터, 알고리즘 등을 설계하여 상업용 미시적 교통시뮬레이터에 연계하여 분석을 수행함
- 과거 ITS 기반의 교통관리 및 정보체계에 활용되던 미시적 교통류 시뮬레이터가 급변하는 시대의 첨단교통시스템, C-ITS 기술, 차량-ICT 융·복합 교통시스템에 대하여 분석 및 평가하는데 있어 한계점이 나타나고 있음
 - 현재 상용화 되고 있는 미시적 교통류 시뮬레이터는 최근 V2X (V2V, V2I 및 V2N) 기반의 통신시스템 적용으로 인한 첨단기술 및 운전자 행태에 관련한 속

성을 적용하기가 어려움

- 또한, 교통시스템, 기계, 전자·통신기술의 접목으로 보다 섬세한 연구가 요구되고 있지만, 상용화된 통신시스템의 부재 및 교통류 시뮬레이터와의 연계에 어려움이 있어 향후 차량-ITS 융·복합 시스템의 분석/평가/설계에 어려움이 있을 것으로 예상됨
- 교통, ITS, 도로사업과 관련된 행정기관 및 사업체, 교육기관 등 다양한 분야에서 활용 할 수 있도록 미시적 교통류 시뮬레이터와 통신 시뮬레이터가 결합된 순수 국내 기술로 시도되는 차량-ICT 기반의 첨단 자동차 기능에 적합한 새로운 교통 시뮬레이터 개발이 필요함

3장 연구개발과제 구성 및 추진전략

1절 연구개발과제 목표

1. 비전 및 목표

- 차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통시뮬레이션 기술은 첨단 미래교통시스템 환경에서 수집된 교통정보를 가공하고 제어하기 위한 기반기술을 개발하는 것을 목적으로 함
- 다양한 교통안전기술 개발 및 평가, 교통관리전략 설계 및 우선순위 선정, 타 국가 교통연구개발사업 등의 활용성 증진을 위한 시뮬레이션 기술을 개발하여 보다 효율적이고 신뢰성 있는 미래교통시스템을 구현하고자 함
- 상용 미시교통시뮬레이터에 포함되어 있는 기능 외에 미래교통시스템 구현을 위한 시뮬레이션 기능을 추가하여 기존 상용 미시교통시뮬레이터를 능가할 수 있는 미시교통시뮬레이션을 개발하고자 함
- 차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통시뮬레이션 기술개발의 핵심 가치 실현을 위한 세부 핵심기술 비전은 [그림 3-1]과 같음



[그림 3-1] 핵심개발기술의 비전

2. 연구개발 과제의 목적

가. 최종목표

- 본 기획연구의 최종목표는 제안요청서의 내용을 토대로 C-ITS 기반의 교통정보 수집, 가공 및 제공(제어)이 가능하고, 안전 및 편리성이 향상된 첨단 스마트카 기능 적용의 교통류 분석과 해석이 가능한 교통류 시뮬레이션 기술개발을 기획하는 것임
- 차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통시뮬레이션 기술개발을 위한 중장기적 목표를 설정하고, 이를 달성하기 위한 연구내용 기획 및 방향 설정, 연구 개발 추진체계 및 추진전략, 기술 로드맵 등을 기획을 통해 도출함

나. 최종목표의 성격 및 설정근거

- 본 연구는 교통혼잡을 최소화하고 도로용량 확대를 위한 막힘없는 첨단교통 환경 구축 분야인 Smart Mobility 연구개발 로드맵에 제시된 R&D 과제로, Smart Mobility 장기목표 실현을 위한 세부 기획연구임
- 본 기획연구의 최종 성과물은 본 과제를 공모하기 위한 RFP 및 기획연구보고서임



[그림 3-2] 기획연구의 최종 성과물

3. 연구의 기본방향

○ 본 기획연구의 기본방향 및 연구내용은 아래 표와 같음

[표 3-1] 연구목표 및 주요연구내용

연구목표	주요연구내용
국내외 현황 및 동향 조사·분석	• 국내외 관련 정책현황 • 국내외 관련 기술개발 현황 및 활용 현황 • 기존 및 현행 교통시물레이션의 자료수집 및 기술적 한계 및 본연구와의 차별화 방안 • 기존 연구의 활용 및 개발
교통시물레이션 개념 및 요구사항 정립	• 교통시물레이션 개념정립 • 교통시물레이션 요구사항 도출 : 교통류상태, 도로 기하구조, 통신네트워크, 외적요인 등
데이터 연계 및 처리기술 개발방안	• 첨단안전차량기능(ASV) 속성데이터 연계 및 처리기술 개발 • 차량-ICT 기반 V2V 및 V2I 정보통신데이터의 도로주행 및 교통상황 시물레이션 연계 및 처리기술 개발
교통류 해석 및 교통관리 전략 시나리오 개발방안	• C-ITS 대규모 교통자료 수집 기반 연속류/단속류 네트워크 교통류 해석 및 교통관리전략 시나리오/방안 개발방안 도출
차량-ICT 융복합 기능 확장형 시물레이션 패키지 개발방안	• 범용중인 시물레이션 모델과 연계 가능한 차량-ICT 융·복합 기능 확장형 시물레이션 패키지 개발방안 도출
교통시물레이션 기술개발을 위한 세부전략 도출	• V2X 기반 교통정보 및 교통관리 전략 • Centralized 교통정보제공 및 교통관리전략 • Decentralized 교통정보제공 및 교통관리전략 • 차량 군집주행 등 첨단 차량군 제어 및 관리전략 • 이벤트(돌발상황, 재난·재해 등)시 교통관리전략
경제성·기술성·사업성 등 타당성 분석 및 기대효과 분석	• 연구개발 성공시 국내외 수요처 및 시장에 대한 구체적인 분석 결과
기술 종합검증 및 시물레이션 패키지 실용화 전략기획	• 교통 시물레이션 프로그램 기술 종합검증 • 차량-ICT 융·복합 기능 확장형 시물레이션 패키지 실용화 전략기획

4. 기획연구 수행절차 및 추진일정

가. 기획연구 수행절차

○ 기획연구는 현황 및 동향분석, 기술수요조사 및 과제도출, 우선순위 결정 및 로드맵 작성, 세부실행계획 및 실용화 등 4단계를 걸쳐 추진함



[그림 3-3] 기획연구 수행절차

○ 연구수행 절차에 따른 단계별 주요 연구내용은 [표 3-2]와 같음

[표 3-2] 단계별 주요연구내용

기획연구 수행절차	주요 연구 내용
국내외 동향 및 환경 분석	• 교통 시뮬레이션 관련 국내외 연구동향 분석 및 시장분석 • 관련 특허동향 분석 • 유사연구 조사를 통한 중복성 점검 • 종합분석
연구의 추진 전략 및 상세개념 방향정립	• 교통시뮬레이션 기술개념 정립 • 교통, 통신, 자동차 등 다양한분야의 전문가 자문을 통한 연구 개발방향 설정 • 수요자 설문을 통한 현황 및 수요자 요구사항 정립 • 기술개발과 관련된 수혜 수요자 중심의 기술개발 서비스 도출
연구개발목표 규모 및 기간산정	• 현황분석 검토결과를 바탕으로 개발목표와 내용정립 • 기술수요조사 결과에 따른 연구개발과제 선정 • 세부연구별 연구범위에 따른 예산 및 과제기간 산정
연구개발 정책적 기술적 타당성 분석	• 국내외 관련 사업추진현황을 고려한 타당성 분석 • 정량적 분석과 정성적 분석 등 기대효과 분석
연구개발 추진전략 수립	• 연차별 분야별 기술개발 일정수립 • 개발기술 활용방안 도출 • 인력구성 등 최적 연구추진체계 제안
연구결과의 활용방안 및 실용화 추진방안 수립	• 성과분석 및 개발기술의 실용화 가능성 분석 • 개발기술의 표준화 및 연구확산 방안 정립
연구결과의 검토 및 수정 보완 완성	• 전문가 검토 및 기획결과 공개를 통한 의견수렴 과정을 거친 최종 기획 결과 보고서 작성
과제공모를 위한 RFP 작성 및 평가기준 설정	• 연구목표와 내용, 추진전략 등을 바탕으로 본 과제를 공모하기 위한 RFP 작성 • 연차별 평가를 위한 성과목표, 지표, 평가방법 및 기준 설정

나. 주요 추진일정

○ 전체 8개월의 기획연구기간 동안 다음과 같은 일정에 따라 연구를 수행함

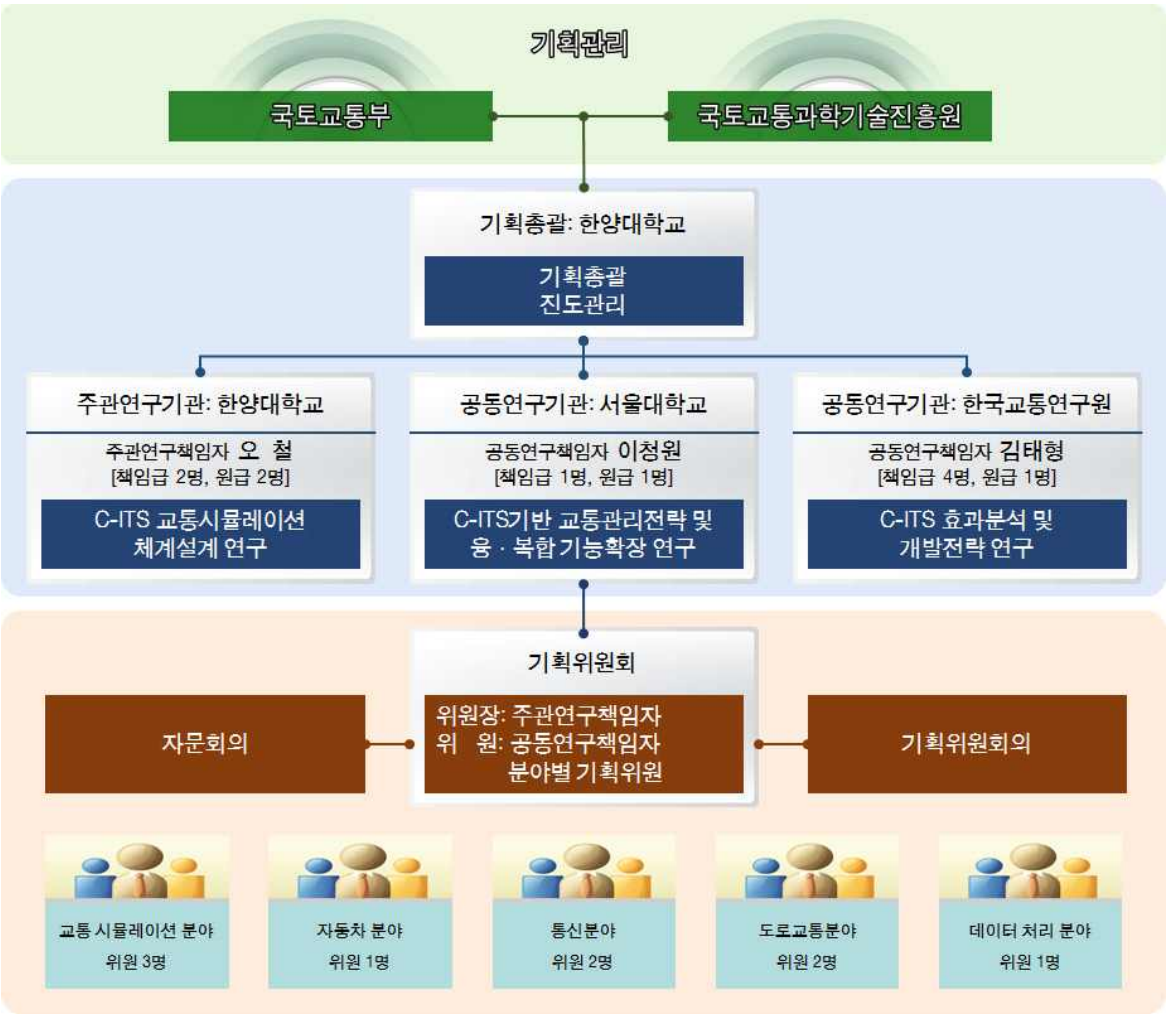
[표 3-3] 주요 추진일정

일련 번호	연구내용	추진일정								비중
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
1	국내·외 현황 및 동향 조사·분석									25.00
2	교통시뮬레이션 개념 및 요구사항 정립									12.50
3	데이터 연계 및 처리기술 개발 방안									12.50
4	교통류 해석 및 교통관리 전략 시나리오 개발 방안									12.50
5	차량-ICT 융·복합 기능 확장형 시뮬레이션 패키지 개발방안									12.50
6	교통시뮬레이션 기술개발을 위한 세부전략 도출									6.25
7	경제성, 기술성, 사업성 등 타당성 분석 및 기대효과 분석									6.25
8	기술 종합검증 및 시뮬레이션 패키지 실용화 전략기획									12.50

5. 기획연구 추진체계

- 본 기획연구는 한양대학교, 서울대학교, 한국교통연구원이 각각 주관연구기관과 공동연구기관으로 참여하여 함께 추진하도록 함
 - 기획연구의 총괄이자 주관연구기관인 한양대학교는 C-ITS 교통시뮬레이션 체계설계 연구를 기획하도록 함
 - 또한, 공동연구기관인 서울대학교와 한국교통연구원은 C-ITS 기반 교통관리전략 및 융·복합 기능확장 연구 및 개발된 시뮬레이션의 활용성을 높이기 위한 C-ITS 효과분석 및 개발전략 연구를 기획하도록 함
 - 기획연구를 수행함에 있어 학계, 관련연구기관 및 다양한 이해관계자 등을 포함한 관련 전문가 풀(pool)을 구성하여 적극적으로 활용함으로써 단계별로 도출되는 전략, 계획, 목표 및 산출물 등에 대한 다양한 의견수렴 및 객관적 검증을 할 수 있도록 함

- 기존 관련연구 관계자들을 중심으로 「기획위원회」 운영
 - 본 연구와 관련하여 직접적이고 세부적인 자문과 기획방향 설정 그리고 기획결과의 검증 등에 참여할 전문가들로 구성하여 자문위원회와 별도로 상시 운영
 - 교통 시뮬레이션 분야 전문가 포함
 - 자동차 분야 전문가 포함
 - 통신분야 전문가 포함
 - 도로교통분야 전문가 포함
 - 데이터 처리 분야 전문가 포함
- 본 연구와 관련된 분야별 전문가들로 구성된 「통합자문위원회」 운영
 - 기획연구를 수행함에 있어 학계, 관련연구기관 및 다양한 이해관계자 등을 포함한 관련 전문가 풀(pool)을 구성하여 필요시 비정기적으로 운영
 - 단계별로 도출되는 전략, 계획, 목표 및 산출물 등에 대한 다양한 의견수렴 및 객관적 검증을 할 수 있도록 함



[그림 3-4] 기획연구 추진체계

2절 기술개발에 따른 미래상

AS-IS	TO-BE
• 시뮬레이션 정산 기능의 비효율성 - 시뮬레이션을 위한 네트워크 정산 시 정확한 기준이 없어 분석의 신뢰성 저하 - 시뮬레이션 정산 시 많은 시간이 소요됨	• 시뮬레이션 정산 기능 제공 - 시뮬레이션 정산 기능을 제공함으로써 정산 시 기준을 제공함 - 보다 간단한 시뮬레이션 정산 작업을 통해 작업의 효율성을 증진시킴
• 급격히 변화하는 교통시스템 환경에 대한 적용 어려움 - 현재 교통 시뮬레이션 기술은 대부분 국외 기준으로 적용됨 - 따라서, 국내의 교통시스템 환경에 현실성을 반영하기가 어려움	• 국내 운전자 주행행태 및 교통시설물 적용을 통한 활용성 증진 - 국내 기준에 대한 시뮬레이션 기술 개발을 통해 급격히 변화하는 교통시스템 환경에 대한 분석 가능 - 국내 교통시스템 발전에 적합한 시뮬레이션 기능 업그레이드 가능
• 실제 운전자 주행행태 및 법규위반 등의 모형화 기능 부재 - 차로변경 시에 발생하는 Jumping 문제 및 무조건 차로 중앙으로 주행하는 행태 등의 시뮬레이션 한계가 존재함 - 법규위반과 관련된 기능 부재로, 왕복 2차로 도로, 이면 도로 등에서의 시뮬레이션 분석이 어려움	• 일반적인 운전자 주행행태 관련 연구 외에 법규위반 등의 다양한 상황에 대한 시뮬레이션 분석이 가능 - 실제 운전자 주행행태와 유사한 차로변경 모형 적용을 통한 현실성 증진 - 법규위반 관련 시뮬레이션 분석을 통해 교통안전기술 개발 및 평가에 활용
• 시뮬레이션 결과 분석 시 추가적인 가공을 통한 결과 도출 - 시뮬레이션 결과가 Report 형식으로 도출됨에 따라 추가적인 가공이 필요함 - 추가적인 분석에 따른 비효율성이 존재하며, 결과 해석에 어려움이 있음	• 시뮬레이션 수행 후 즉각적인 결과 해석 가능 - 시뮬레이션 수행 후 결과 시각화를 통한 즉각적인 결과 해석방안 제공 - 국내의 기준에 적합한 결과 해석 기술 개발을 통한 결과의 신뢰성 증진
• 특정 상황에 대한 분석 및 해석이 어려움 - 특정 교통류 상황 및 첨단 미래교통 시스템 구현과 관련된 파라미터 부재 - 외부 프로그래밍 후 상업용 패키지와 연계함에 따른 추가적인 작업이 소요됨	• 다양한 상황 및 환경에 대한 시뮬레이션 분석 가능 - 기본적인 운전자 행태 외에, 통신, 스마트카, 교통시설물 기능을 추가하여 다양한 상황에 대한 분석이 가능함 - 다양한 기상 및 환경에 대한 운전자 행태 및 파라미터 제공을 통해 시뮬레이션의 활용도를 높임

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 첨단미래교통시스템 주행환경의 교통류 분석/평가/설계가 가능한 미시적 교통시뮬레이션 기술개발을 위해 필요성이 높을 것으로 예상되는 기술을 세부기술과제 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 환경분석 보완
- 기술예측조사를 위한 예측기술명 도출에 활용
- 향후 중점추진분야 선정 및 수행과제 선정에 활용
- 중점추진분야별 후보기술 발굴자료로 활용

(3) 기술수요조사 수행

- 기술수요조사는 [표 3-4]와 같이 산·학·연 기획 전문위원과 관련학회 등의 학회회원을 대상하였으며, 외부기관의 협조를 얻어 학회 홈페이지 공고 또는 메일 발송을 통해 실시함
- 기술수요조사 내용은 인적사항, 연구개발 필요성, 기술중점분야 및 세부기술, 기술수요제안서 등으로 구성되어 있음

[표 3-4] 기술수요조사 수행 결과

구분	내 용
조사기간	조사기간: 2014년 8월 28일(목) ~ 9월 5일(금) 추가조사기간: 2014년 9월 24일(수) ~ 10월 2일(목)
조사대상	- 조사대상 기관 : 참여연구진 및 자문단, 대한교통학회, 한국ITS학회, 한국도로학회 - 응답현황 - 이용자행태 자료수집 및 모형화 기술 : 3건 - 차량-ICT 기반 교통 서비스 구현 기술 : 5건 - 시뮬레이션 결과 분석 및 해석 기술 : 3건 - 시뮬레이션 체계설계 및 개발 기술 : 10건 - 시뮬레이션 검증 기술 : 1건
응답자수	22건
조사방법	이메일을 통한 설문조사

나. 기술수요조사 결과

(1) 기술수요조사 결과 분류

- 회신된 기술수요조사서 취합 후, 기술수요조사서를 항목별로 분류하여 정량적으로 검토함
- [표 3-5]의 중점추진분야별 수요조사 결과에 따르면, 시뮬레이션 체계설계 및 해석 기술에 대한 수요조사가 전체의 45.5%를 차지함
- 또한, [표 3-6]의 연구수행기관별 수요조사 결과에 따르면, 대학교에서 13건의 기술 수요가 조사되어 가장 비중이 높게 나타남

[표 3-5] 중점추진분야별 수요조사 결과

구분	중점추진분야					계
	이용자행태 자료수집 및 모형화 기술	차량-ICT 기반 교통 서비스 구현 기술	시뮬레이션 결과 분석 및 해석 기술	시뮬레이션 체계설계 및 해석 기술	시뮬레이션 검증 기술	
명	3	5	3	10	1	22
비율(%)	13.6	22.7	13.6	45.5	4.6	100

[표 3-6] 연구수행기관별 수요조사 결과

구분		중점추진분야					계
		이용자행태 자료수집 및 모형화 기술	차량-ICT 기반 교통 서비스 구현 기술	시뮬레이션 결과 분석 및 해석 기술	시뮬레이션 체계설계 및 해석 기술	시뮬레이션 검증 기술	
연구 수행 기관	기업	0	0	1	0	0	1
	대학교	2	3	1	7	0	13
	연구소	1	2	1	3	1	8
	계	3	5	3	10	1	22

(2) 기술수요조사 상세내용

- 기술수요조사 상세내용 및 세부 항목에 대한 내용은 [표 3-7]과 같음

[표 3-7] 기술수요조사 상세내용

No.	중점 추진분야	제안 기술명	연구개발내용	연구개발 최종성과물
1	2세부	시뮬레이션용 교통시설물 기능구현 기술	- 기존 ATIS 및 신규 ICT RSE 기능 구현 모듈 개발 - 해외 NTCIP 통신 스펙 연계가능한 모의실험 연계모듈 개발 - ATMS 국내 및 국제 Traffic signal controller 기능 구현 연계 모듈 개발 (해외 및 국내 COSMOS 등 국내 표준 기능 호환) - 통합 교통시설물 (RSE 와 Traffic signal controller 통합) 모의실험 구현을 위한 프로그램 Database Scheme 및 Program Architecture 설계	- ICT기반 ATIS RSE 기능 연계모듈 - ICT기반 ATMS Traffic signal controller 기능 연계모듈 - ICT기반 통합 교통시설 (ATIS RSE 와 ATMS Traffic signal controller) 연계모듈
2	4세부	HILS 기법 기반 External Device 연계기술	- 내부 시뮬레이션 모형과 DS, 교통신호기와 같은 교통안전시설물 또는 VMS, RSE 등과 같은 노변장치 들과의 연계 위한 모형과 외부 장치간 통신 인터페이스 기술개발 - 모형과 차량내 단말장치간 인터페이스 연구 - 모형과 DS간 인터페이스 연구 - 모형과 교통안전시설간 인터페이스 연구 - 모형과 기타 장치들과의 통신 인터페이스 표준 연구 - 연계모듈 개발 - 사례적용 및 평가	- 시뮬레이션 모형과 장치 들 간 인터페이스 연구 보고서 - 시뮬레이션 모형과 장치 들 간 인터페이스 S/W 모듈 개발 - 사례적용 및 평가 보고서

No.	중점 추진분야	제안 기술명	연구개발내용	연구개발 최종성과물
3	5세부	시뮬레이션 정확성 및 신뢰도 평가 기술	- 시뮬레이터의 정확도 및 신뢰도 평가를 위한 기능 분석 - 시뮬레이터의 시스템 성능 평가를 위한 기능 분석 - 시뮬레이터의 각 기능 평가를 위한 지표 개발 및 실험 설계 - 시뮬레이터의 각 기능별 오차 범위 조사 및 평가 모델 구축 - 시뮬레이터의 시스템 성능 평가 모델 구축	- 시뮬레이터의 평가모델 명세서 - 시뮬레이터의 기능평가를 위한 실험 명세서 - 시뮬레이터의 실험 평가 보고서
4	2세부	시뮬레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술	- 교통시스템에서 사용 가능한 통신방식 조사 및 프로토콜 분석 : 802.11p(WAVE), 차세대 통신(수십 Giga 대역) 등 - 실제 상황에서 통신성공에 영향을 줄 수 있는 통신특성(MAC layer, Physical layer 중심)을 조사하여 영향 정도에 따른 추상화(Abstraction) 전략 수립 - 통신방식에 따른 특성에 영향을 주는 파라미터를 추출하여 파라미터에 따른 통신특성 데이터를 실제 교통환경 하에서의 실험을 통하여 축적 - 실험 결과에 입각하여 통신방식별 통신특성과 파라미터 간의 관계 모델 구축 - 도출된 모델에 따른 V2X 통신 시뮬레이션 모듈 구현	- 통신특성 추상화 전략 - V2X 시뮬레이션 모듈
5	4세부	시뮬레이션 Architecture 설계기술	- 차량-ICT 융·복합 교통류를 위한 시뮬레이터의 유즈케이스(Use case) 및 기능 요구 분석 - 기존 ITS/VANET 시뮬레이터의 구조 분석 - 기능별 필요한 구성요소 도출 및 구성요소 간 인터페이스 설계 - V2X 통신 모듈과 차량이동 모듈의 동기화(synchronization) 및 상호작용 메카니즘 설계 - 요구된 확장성(scalability) 확보 방안 개발 - 설계된 시뮬레이터 구현	- 차량-ICT 융·복합 교통류를 위한 시뮬레이터의 유즈케이스 및 기능적 요구사항 - 기존 ITS/VANET 시뮬레이터의 구조 분석서 - 시뮬레이터 Architecture 설계서
6	4세부	병렬/분산 기반 시뮬레이션 구현 기술	- 기존 ITS/VANET 시뮬레이터의 병렬처리 지원기능 분석 (NCTUns) - 시뮬레이션 알고리즘의 병렬화 방안 개발 - 시뮬레이션의 분산처리를 위한 분산 컴퓨팅 프레임워크 설계 및 구현 (HLA 참조) - Scalable 시스템을 위한 병렬/분산 모델 구축	- 기존 ITS/VANET 시뮬레이터의 병렬처리 지원기능 분석서 - 시뮬레이션 알고리즘의 병렬화 방안 보고서 - 시뮬레이션 분산컴퓨팅 프레임워크 명세서 및 모듈 - 병렬/분산 전략 도출 모델

No.	중점 추진분야	제안 기술명	연구개발내용	연구개발 최종성과물
7	4세부	Cyber Physical System(CPS) 기반차량-ICT 융복합 기술 평가 시스템의 개발	- 차량주행 시뮬레이터의 개발 - 차량제어장치와 테스트차량과의 통합 모듈 개발 - GPS 및 무선통신 시뮬레이터 개발 - 차량-ICT 융복합 기술평가를 위한 통합 시뮬레이션 환경의 개발	- 차량주행 시뮬레이터와 차량제어장치 통합 모듈 개발 - ECU와 테스트차량과의 통합 모듈 개발 - HILS 환경과 GPS 및 무선통신 시뮬레이터 융합 모듈 개발 - 차량, 도로, HILS의 통합 평가 시스템 개발
8	3세부	시뮬레이션 결과 시각화 기술	- 추진단계별 연구개발 내용 - 시뮬레이션 결과의 (영상/비영상)시각화 현황분석 - 시뮬레이션 결과의 (영상/비영상)시각화를 위한 요구사항분석 및 최적기법 도출 - 시뮬레이션 결과의 (영상/비영상)시각화 소프트웨어 설계 - 시뮬레이션 결과의 (영상/비영상)시각화 소프트웨어 개발 및 테스트 - 분야별 연구내용 - 시뮬레이션 결과자료 입력모듈 개발 - 시각화 형태에 따른 입력자료 처리모듈 개발 - 영상/비영상 형태의 표현을 위한 출력모듈 개발	시뮬레이션 (영상/비영상)시각화 소프트웨어
9	3세부	Cyber Physical System 기반의 교통안전성 분석 기술	- 운전자의 운전 행태 모형 개발 - 기존의 교통사고와 도로 상황을 Vehicle Dynamics 모형으로 재현하고 교통사고의 위중 (Trauma level)을 예측하는 방법개발 - 자동차에 추가되는 새로운 시스템 module을 software-in-the-loop 또는 hardware-in-the-loop 시스템으로 결합하여 시스템 진단 및 컨트롤 소프트웨어 검증 - 운전자와 자동차/도로 그리고 자동차 모듈을 통합하여 교통시스템 전체의 안전성 분석할 수 있는 Surrogate Safety Assessment 시스템 개발	운전자, 도로, 자동차를 통합한 교통안전평가 모형

No.	중점 추진분야	제안 기술명	연구개발내용	연구개발 최종성과물
10	1세부	Driving Simulator(DS)을 이용한 개별운전자 경로선택 모형의 개발	- 운전자들이 경로선택에 고려하는 다양한 요인 분석. 통행 목적, 통행시간, 통행시간 Reliability, 연료소비, 평균속도, 대안 노선들의 특성 등에서 가장 필요한 요인들 선택해서 DS 시나리오 개발에 사용 - 통계/수학기법을 이용하여 Parametric and Non-parameteric 모형들을 개발해서 개별 운전자들 기반 모형과 전체 모형중 어떤 모형이 더 적합한지 분석 - 실제 도로에서 개별이용자의 경로선택 모형이 효과적인지 검증 (옵션) - 개발된 모형을 TrEP 시스템과 결합하여 교통전체 효과가 얼마나 되는지 추정	DS를 통한 개별운전자 교통경로 선택 모형 개발 툴
11	4세부	교통 시뮬레이션 프레임워크 기술	- 컴포넌트 기반 프레임워크 기술 - 교통류 시뮬레이션 공통 컴포넌트 기술 - 외부 인터페이스 환경 기술 - 교통 시뮬레이션 시각화 기술	- 컴포넌트 기반의 미시적 교통 시뮬레이션 프레임워크 - 교통류 시뮬레이션 공통 컴포넌트 및 저작 도구 - 교통 시뮬레이션과 외부 시스템간의 양방향 정보·이벤트 전달을 위한 Open API - 교통 시뮬레이션 뷰어
12	4세부	병렬·분산 기반 시뮬레이션 구현 기술	- GPGPU 기반 고성능 병렬 시뮬레이션 기술 - 분산서버 기반 분산 병렬 시뮬레이션 기술 - 병렬 분산 시뮬레이션 통합 기술	- GPGPU 기반 고성능 병렬 시뮬레이션 지원 컴포넌트 - 분산서버 기반 분산 시뮬레이션 미들웨어 시스템 - 병렬·분산 시뮬레이션 통합 시스템
13	4세부	분산 시뮬레이션 통합 환경 기술	- 이종의 시뮬레이션 통합을 위한 시뮬레이션 실행 인프라 구축 - 이종의 시뮬레이터와 시뮬레이션 실행 인프라 연결을 위한 어댑터 - 차량-ICT 융복합 환경 최적화를 위한 분산 시뮬레이션 통합 기술 개선	- 이종의 시뮬레이터 간 통합을 위한 시뮬레이션 통합 아키텍처 - 시뮬레이션 실행 인프라 - 시뮬레이터와 시뮬레이션 실행 인프라 연결을 위한 어댑터 - 시뮬레이터와 시뮬레이션 실행 인프라 간의 API 정의 - 시뮬레이터 간 통합을 위한 데이터 교환 규격

No.	중점 추진분야	제안 기술명	연구개발내용	연구개발 최종성과물
14	3세부	시뮬레이션을 통한 스마트카 운영효율 평가 기술	- 스마트카 운행시 운영효과 산정 - 일반차량과 혼합주행하는 도로환경에서 운영효과 산정 - speed harmonization을 포함한 도로용량증대 기법 설계 - 교통시뮬레이션 기반 스마트카 운행시 적정 교통관리체계 구축	- 시뮬레이션 평가기술 보고서 - 시뮬레이션 통한 운영효과 산정 모듈 명세서 - 시뮬레이션 통한 적정 운영관리 평가 보고서
15	1세부	Driving Simulator(DS) 기반 운전자 행태 자료수집 기술	- 설계기준 운전자 선정기술 개발 - 운전자 반응시간 산정기술 개발	-
16	2세부	기상환경변화 대응 안전-운영 통합 교통류 시뮬레이션 기술개발	- 기상환경별 최적화된 교통류 파라미터 개발 - 기상환경에 민감한 교통류 파라미터를 이용한 Safety Surrogate Measure (SSM) 개발 및 위험도별 SSM criteria 제공 - 기상환경 변화 대응 SSM과 교통류 운영을 위한 통합 measure 개발	-
17	4세부	Driving Simulator(DS)/Traffic Simulator(TS) 연계 기술	- DS/TS 통합 설계기술 개발 - Driving Simulator Interface(DS) 설계 - Traffic Simulator Interface(TS) 설계 - DS/TS 통합 Interface 설계 - DS/TS 응용 분석 기술 개발 - DS 수집자료 운전자 행태 모형화 기술 개발 - DS와 TS의 실시간 주행환경 분석 기술 개발 - 사례분석 적용 및 평가	Driving Simulator와 Traffic Simulator의 실시간 주행환경 시뮬레이션/분석 기술
18	4세부	단기 교통대응 전략 수립 및 평가를 위한 교통관리센터 임베디드 시뮬레이션 시스템 개발	- 시뮬레이션 모듈 개발 - 교통관리센터와 연계 - 실시간 구동 기술 개발	-

No.	중점 추진분야	제안 기술명	연구개발내용	연구개발 최종성과물
19	4세부	클라우드 컴퓨팅 기반 교통시물레이 션 설계 및 구현 기술	- 클라우드 컴퓨팅 기반 교통시물레이션 시스템 요구사항 분석 - 기능적 요구사항 분석 (기능, 자료, 인터페이스, 사용자 분석) - 비기능적 요구사항 분석 (자원, 성능, 보안, 품질 분석) - 요구사항 명세화 (요구사항 추출 및 구조적 분석) - 클라우드 컴퓨팅 기반 교통시물레이션 시스템 설계 및 분석 - 아키텍처 설계 및 확장형 아키텍처 설계 (서브시스템, 모듈, 시스템 관계 정립 등) - 인터페이스 설계 및 저장 영역 설계 (서브시스템 사이 인터페이스, DB 설계 등) - 프로그램 설계 및 사용자 인터페이스 설계 (시스템 컴포넌트 및 모듈, 알고리즘 설계) - 가상 시스템 관리자 기술 및 장애 복구형 시스템 기술 설계 및 분석 (시스템 자동관리 및 복구 설계) - 클라우드 컴퓨팅 기반 교통시물레이션 시스템 구현 및 평가 - 클라우드 컴퓨팅 기반 교통시물레이션 시스템 구현 - 클라우드 컴퓨팅 기반 교통시물레이션 시스템 평가 - 클라우드 컴퓨팅 기반 교통시물레이션 시스템 수정 및 보완	클라우드 컴퓨팅 기반 교통시물레이션 시스템 (또는 센터)
20	2세부	ITS 시설물의 운영능력 평가를 위한 시물레이션 시스템 개발	- ITS 시설물의 유형 분류 및 시물레이션 요소 추출 - 시물레이션 요소에 대한 요구기능 분석과 시스템 모델링 - 운영능력 평가를 위한 시물레이션 시스템 개발	-
21	1세부	비정상 주행 차량의 운행 시물레이션 시스템 개발	- 비정상 주행의 유형 분류 및 차량의 거동 분석 - 혼합교통류 모형개발 및 지체/안전 민감도 분석 모델 개발 - 비정상 주행 시물레이션 시스템 개발 및 교통류 영향 분석	-
22	2세부	한국형 교통신호제어기 시물레이터 개발	- 교통신호제어기 H/W 구성요소 분석 및 기능 분석 - 신호제어 알고리즘 구현 및 단독 기능 테스트 - 센터시스템 및 외부 프로그램 연계기술 개발	-

* 1세부: 이용자행태 자료수집 및 모형화 기술
2세부: 차량-ICT 기반 교통서비스 구현 기술
3세부: 시물레이션 결과 분석 및 해석 기술
4세부: 시물레이션 체계설계 및 해석 기술
5세부: 시물레이션 검증 기술

마. 기획위원회

- 본 기획과제에서는 다양한 분야와 기관의 이해관계자 및 관련 전문가를 포함한 기획위원회를 구성하여 교통 시물레이션 관련 학술기관 외에 유관기관, 산업계, 연구소 등의 요구사항을 수렴하여 과제를 구성하였음
- 기획과제 연구기간 중 총 5회의 기획위원회를 통해 세부과제, 세세부과제를 구성하였으며, 다양한 분야 전문가의 의견을 종합하여 과제를 도출함

[표 3-8] 기획위원회 내용

순번	일자	기획위원회 의견	반영사항
1	2014.05.22	- 연구개발 목적관련 - 연구내용에 대한 전체적인 목적 제시 필요 - 연구 최종성과 관련 - 연구 성과를 구체적으로 제시할 필요가 있음 - 사업화/실용화 관련 - 성과물에 대한 유지관리 방안 - 관련 산업의 생태계를 고려하여 결과물 활용방안 고민 필요 - 시물레이션 기능 관련 - 기존 시물레이터의 기능 분석을 통한 차별화 제시 필요 - 통신 기능 적용에 있어 시물레이션에 적용할 방안 고민 - 기타사항 - 수요자의 needs 및 요구사항 수렴 필요 - 시물레이션 S/W 전문가의 의견 수렴 필요	- 기술개발 및 성과물을 단계별로 구분하고, 1단계 성과물이 2단계와 연계되도록 연구내용 기획 - 성과물이 상용화 될 수 있도록 연구내용에 충분한 검증 및 다양한 테스트가 가능하도록 기획 - 사업화/실용화를 위해 결과물의 지속적인 업그레이드 및 유지관리를 위한 조직 및 체계에 대한 구상을 기획에 반영 - 기존 상용 시물레이터의 기능을 면밀히 분석하고 차별화된 기능을 정의하여 기획에 반영 - 운전자의 행태연구를 기획에 반영 - 통신 및 스마트카의 기능을 충분히 반영할 수 있는 추상화방안 논의 - 시물레이션 전문가를 초빙하여 세미나 개최를 통한 연구진의 관련분야 이해도 증진
2	2014.06.25	- 기존 상용 시물레이터에 대한 한계점 구체화 및 사전조사 - 연차별 수행계획에 대한 구체화 필요 - 시물레이터 기능 및 요구사항 구체화 필요 - 시물레이터 개발과 관련하여 효율성 있는 시물레이터 개발을 위한 연구내용 보완 필요	- 시물레이션 가능 규모 조사 및 기존 상용 시물레이터에 대한 기술개발 동향 조사 - 과제개념도 내용을 구체화하고, 시물레이션 결과물에 대한 GUI 예시를 제시하도록 함 - 기존 연구 및 문헌들을 참고하여 시물레이션 기능 구체화 및 요구사항 정의

3	2014.08.21	- 타 과제들을 고려하여 본 과제의 역할을 강조하고, 타 과제와의 연계성 제시 - 상용화 및 시장침투를 위한 전략 수립 필요 - 운전자 반응 실험·조사에 대한 방법론 및 범위 제시 - 타 유사과제의 자료수집 부분과 본 과제와의 차별화 제시 - 시뮬레이션 네트워크 규모 조사 필요	- 타 과제와의 연계성을 고려한 과제로드맵 작성 - 시장조사 등을 통한 상용화 및 시장침투전략 수립 - 운전자 자료수집 방법 다각화를 위한 내용 추가 - 타 유사과제와의 중복성 검토 및 자료수집 부분의 차별성 제시 - 기본 PC 기준으로 시뮬레이션 수행 시 시뮬레이션 네트워크 규모 제시
4	2014.10.23	- 성과 및 활용방안 관련 - 각 단계별로 성과물 제시 - 성과물에 대한 활용성 제시 - 세부과제 및 내용 관련 - 시뮬레이션 체계설계 및 개발 기술에 대한 세부적인 내용 구성 필요 - 이용자 반응행태 수집 관련하여 실제 테스트베드에 대한 고민 필요 - 타 과제와의 연계성 및 중복성 - 타 과제의 시뮬레이션 관련 내용을 검토하여 차별성 제시	- 각 단계별 성과물 및 성과물에 대한 활용방안 제시 - 각 성과물의 사업화/상용화 연계 - 세부과제 내용 보완 - 과제에 대한 기회요인 고려 - 과제에 대한 현실적 타당성 및 기술적 타당성 고려
5	2014.12.18	- 성과 및 활용방안 관련 - 시뮬레이션의 활용방안에 대한 고민 필요 - 환경변화에 따른 변화에 적응할 수 있도록 시뮬레이션 기술을 설계할 필요가 있음 - 정책결정자 입장에서 이해하기 쉽도록 필요성을 제시해야 함 - 성과품간의 관계 규명 필요 - 시뮬레이션 설계 관련 - 요구사항분석-설계-구현 순으로 시뮬레이터 개발	- 시뮬레이션 활용방안 정리 및 구체화하여 제시 - 성과품간의 관계를 통한 활용방안을 정의하였으며, 기존 과제에서의 활용성을 제시함 - 시뮬레이션 설계 관련 내용을 보완하여 제시함

바. 전문가 세미나

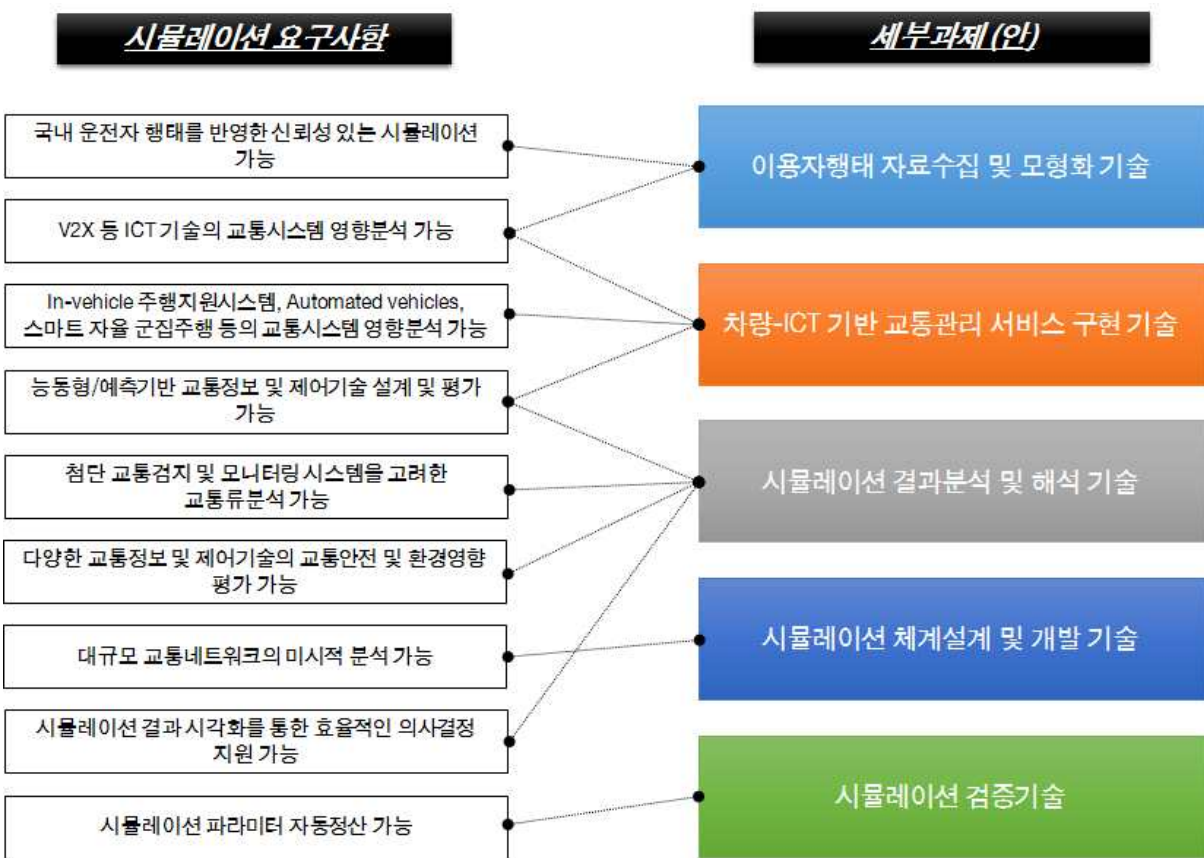
- 본 기획과제에서는 수요조사와 별도로 과제 세부아이템 및 요구사항 도출을 위해 주요 관련 전문가에게 관련 현황 및 기술 세미나를 실시함
- 전문가 세미나와 관련된 주요내용을 [표 3-9]에 제시함

[표 3-9] 전문가 세미나 내용

순번	일자	이름(소속)	주요내용
1	2014.05.22	박경아(한국교통연구원)	한국형 통합 교통정책 지원 및 분석시스템(IMTAS) 개발 및 시사점
		홍영석(명지대학교)	IMTAS 연구 소개
2	2014.05.30	김형수(한국건설기술연구원)	차량간 통신 모의실험 환경 개발 연구
		신민호(명지대학교)	Design & Implementation of ITS Simulator from V2I to V2X
3	2014.06.17	최인성 (교통안전공단 자동차안전연구원)	첨단 사고예방 안전장치 평가기준 동향
		이재원((주)피에이텍)	교통통신통합simulation S/W 개발 내용 및 개선사항
4	2014.07.02	박병규(버지니아 대학교)	시뮬레이션 기반 연구동향
		박제진 (한국도로공사 도로교통연구원)	가상현실 주행시나리오 구현장치 도입 및 대형 도로주행시뮬레이터 도입현황
5	2014.07.17	민덕기(건국대학교)	- Next Generation Microscopic Traffic Simulation - 컴퓨터, 통신 관련 시뮬레이터 기술 개발을 위한 Framework 및 설계 기술

2. 연구개발과제 선정 및 조정

- 앞서 수행한 관련연구 고찰 및 현황조사, 관계자 설문조사, 분야별 전문가 브레인 스토밍 등을 통하여 시물레이션 요구사항을 도출하였으며, [그림 3-5]와 같이 시물레이션 요구사항에 따른 세부과제(안)을 도출함



[그림 3-5] 시물레이션 요구사항에 따른 세부과제(안)

3. 연구개발과제 구성

- 앞서 도출된 세부과제(안)에 대하여 내부연구진 및 기획위원회 전문가, 외부 전문가들의 의견수렴을 통해 최종 연구단 과제, 5개의 세부과제, 30개의 세세부과제를 도출하였음
- (연구단) 연구기획 총괄 및 개발기술 평가·실용화 방안 연구
 - 연구개발의 기획 관리, 개발기술의 평가 및 조정, 연구개발 성과의 실용화·사업화 및 홍보 전략 수립
- (1세부) 이용자행태 자료수집 및 모형화 기술
 - 실차 기반 운전자 행태 자료수집 기술
 - 주행시물레이터(DS: Driving Simulator)기반 운전자 행태 자료수집 기술
 - 운전자 주행행태 데이터베이스 구축 기술
 - 운전자 행태 자료분석 및 모형화 기술
 - 미시적 주행행태 통합 모형 개발
 - 차량 Routing 모형화 기술
 - Non-motorized Transport 행태 자료수집 기술
 - Non-motorized Transport 자료분석 및 모형화 기술
 - 노면 대중교통 모형화 기술
 - Mesoscopic 교통류 모형화 기술
- (2세부) 차량-ICT 기반 교통관리 서비스 구현 기술
 - 시물레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술
 - 시물레이션용 스마트카 기능 구현 기술
 - 시물레이션용 교통시설물 기능 구현 기술
 - 시물레이션 서비스 통합 기술
 - 기상환경 대응 교통류 시물레이션 구현 기술

○ (3세부) 시뮬레이션 결과 분석 및 해석 기술

- 교통운영효율성 분석 기술
- 교통안전성 분석 기술
- 교통환경성 분석 기술
- 시뮬레이션 결과 시각화 기술

○ (4세부) 시뮬레이션 체계설계 및 개발 기술

- 시뮬레이션 Architecture 및 Framework 설계·구현 기술
- Module간 Interface 설계 및 구현 기술
- 병렬/분산 기반 시뮬레이션 구현 기술
- External Device 연계 기술 (HILS, CPS 등)
- 온라인 기반 교통시뮬레이션 설계 및 구현 기술
- 주행 시뮬레이터(DS: Driving Simulator)/교통 시뮬레이터(TS: Traffic Simulator) 연계 기술
- Hardware/Software 통합 기술
- IMTAS 연계 기술

○ (5세부) 시뮬레이션 검증 기술

- 시뮬레이션 파라미터 정산 기술
- 시뮬레이션 정확도 및 신뢰도 평가 기술
- 시뮬레이터 평가를 위한 시범 네트워크 사업

4절 세부과제별 주요내용 및 추진전략

1. (연구단) 연구기획 총괄 및 개발기술 평가·실용화 방안 연구

가. 연구개발 목표

- 연구개발을 성공적으로 이끌수 있도록 연구개발과정을 기획·관리·지원하고 최종 연구개발 성과물들이 실용화/상용화될 수 있는 방안을 모색하는 메타 프로젝트의 성격을 가짐. 따라서 직접적인 연구 성과를 도출하지는 않음

나. 연구개발 필요성 및 정부지원 필요성

- 오늘날 기술의 수명은 이전에 비해 더욱 더 짧아지고, 기술의 개발비용은 더욱 더 커지고 있어, 국가연구개발사업의 역할이 중요시 됨
- 이에, 국가연구개발사업에서 수행한 연구결과의 활용 및 상용화에 대한 관심이 높아지고 있으며 관련법규도 강화되고 있는 상황임
- 본 연구를 통해 다양한 기술이 개발되고 있는 바, 성과활용을 촉진하기 위해서는 연구성과의 사후적 관리뿐만 아니라 연구개발단계에서부터 연구성과활용을 염두해 둔 ‘전주기적 성과중심 연구관리체계’를 구축하는 것이 필요함

다. 연구개발 주요내용

(1) 연구개발의 기획 관리

- 연구단 사업의 체계적인 연구지원 및 공정관리로 연구수행을 효율적으로 수행토록 지원
 - 개발된 기술의 활용가능성, 개발가능성, 실용가능성 등을 고려하여 기존 연구계획 및 추진방안을 조정·구체화하고 이에 따른 연구조정
 - 연구개발 목표 및 연구성과 달성여부 관리를 위한 공정보고서 및 진도보고서 작성
 - 세부과제별 연구목표 대비 월별 및 분기별 추진실적 보고
 - 세부과제별 연구성과 지표 대비 월별 및 분기별 달성도 보고
 - 연구단 운영위원회 운영
 - 연구단 전체의 운영계획 수립 및 연구단 현안사항 검토를 통한 대응방안 모색

(2) 개발기술의 평가 및 조정

- 개발된 기술의 우선순위 제시 및 체계적인 평가 체계 마련
- 공통적인 성과부분을 평가하고, 각 사업 분야별 특성화된 성과부분을 추가지표로 설정하여 성과를 효과적으로 측정
- 성과지표의 지속적인 검토 및 수정·보완

(3) 연구개발 성과의 실용화·사업화 및 홍보전략 수립

- 교통약자 보행지원시스템의 전반적인 교통 서비스, 교통약자 모델 개발, 교통 안정성 분석 등 교통 측면의 혜택, 효과분석, 교통전략 수립
- 연구과정 및 결과를 꾸준히 공개 및 홍보함에 따라 연구성과가 상용화로 이어질 수 있는 체계 마련
- 연구개발단계와 상용화 단계를 동시에 진행함으로써 기술개발사업에서 시장개발에 이르는 주기를 최소화시키고, 시장의 니즈에 부합되는 기술개발 성과품 도출 유도
- 웹사이트 구축 및 운영을 통한 연구단 홍보
 - 연구개발의 홍보, 참여기관간 의사소통, 연구자료의 공유 등 총괄적 관리·운영

2. (1세부) 이용자행태 자료수집 및 모형화 기술

가. 연구개발 목표

(1) 세부과제 개념

- 미시적 교통 시뮬레이터의 구성요소인 운전자, 보행자 등의 이용자 행태 기본 모형을 적용하기 위한 이용자 행태 자료수집 및 모형화 기술을 개발함
- 미국의 NHTSA에서 수행한 Naturalistic Driving Study(NDS)와 유사한 방법을 통해 이용자 주행행태 자료를 수집하고, 수집된 자료를 이용하여 다양한 상황에서의 운전자, 보행자, 자전거 등의 이용자 모형을 도출하고자 함

(2) 세부과제 범위

- 실차 및 주행시뮬레이터를 통한 일반상황 및 특수 상황에 대한 운전자 행태 조사 및 분석
- 수집된 운전자 행태 자료를 이용하여 운전자 주행행태 데이터베이스 구축
- 운전자 주행행태 자료분석 및 모형화 기술을 개발하여 미시적 교통 시뮬레이션의 구성요소로 포함되는 운전자 및 이용자 모형 및 차량 경로선택 모형화 기술 개발
- 다양한 센서를 활용하여 보행자, 자전거 등의 Non-motorized Transport(NMT) 행태 자료수집 기술을 개발하고, 수집된 자료를 이용하여 NMT 모형화 기술 개발
- 대중교통 이용 활성화를 위한 노면 대중교통에 대한 모형화 기술 개발
- 보다 효율성 있는 교통시뮬레이션 기술 구현을 위한 Mesoscopic 교통류 모형화 기술 개발

(3) 기술개발 목표

- 운전자 주행행태 데이터베이스 구축
- 이용자(운전자, 보행자, 자전거 등) 행태 모형 개발
- 대중교통 모형 개발
- Mesoscopic 교통류 모형 개발

나. 연구개발 필요성

- 차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계가 가능한 미시적 교통 시뮬레이터 기술을 개발하기 위해서는 시뮬레이션 구현을 위한 데이터가 뒷받침 되어야 함
- 기존 상용 교통시뮬레이터의 경우 국외 운전자 행태 및 국외 도로교통 상황에 의한 시뮬레이션 기술로, 국내의 도로교통시스템에 대한 전략을 설계하고 평가하는데 있어 한계점이 있음
- 또한, 기존 상용 교통시뮬레이터를 통해 첨단미래교통시스템을 구현하는데 있어 통신 파라미터, 스마트카 파라미터 등의 구성요소가 포함되어 있지 않아, 시뮬레이션 분석 외에 External API 등을 통한 추가적인 작업이 필요함
- 국내·외 급변하는 도로교통환경에 대한 시뮬레이션 기술 업그레이드 및 피드백을 통한 시뮬레이션 신뢰성 증진에 있어, 국내 현실성을 반영한 시뮬레이션 기술 업그레이드에 어려움이 존재함
- 국내 운전자 행태를 반영하고, 다양한 상황에서의 운전자 행태 조사를 통한 시뮬레이션 기술의 신뢰성 증진을 위해 실차 및 주행 시뮬레이터를 통한 운전자 주행행태 자료수집 기술 개발이 필요함
 - 운전자 주행행태 자료수집 기술을 통해 시뮬레이션의 기본이 되는 운전자 행태 모형을 구축할 수 있음 (차량추종 모형, 차로변경 모형, 간격수락 모형 등)
 - 운전자 주행행태 데이터베이스 구축을 통해 운전자 주행행태 모형수립 외에도 교통안전증진 기술 개발 및 평가, 교통류 관리전략 수립, 타 연구개발 과제에 자료를 활용할 수 있을 것임
- 또한, 운전자 외에 보행자, 자전거에 대한 행태 조사 및 모형화 수립을 통해 다양한 기술에 대한 분석이 가능하도록 할 수 있음
- 향후 온라인 교통시뮬레이션 구현 시 보다 효율적인 시뮬레이션 구현을 위해 Mesoscopic 교통류 모형화 기술 개발이 필요할 것임

다. 연구개발 주요내용

(1) 1세세부과제

(가) 개요

세세부과제 제목	실차기반 운전자 행태 자료수집 기술
세세부과제 개념	• 미시적 교통시뮬레이터 구현을 위해 가장 기본적인 연구과제로서, 주행 중 운전자와 인접차량 간의 지속적인 상호작용을 조사 및 분석함
세세부과제 범위	• 다양한 센서가 장착된 차량을 이용한 현장 자료수집 및 분석 • 첨단 교통시스템 상황에서 운전자 운전행태 분석 • 교통시스템 구성요소와 운전자간의 상호작용 조사 및 분석
예상 결과물	• 운전자특성(성별, 연령, 운전경력 등), 기하구조 특성, 교통류 특성 등에 따른 운전자 주행행태 도출 • 속도분포, 가감속분포, 차두거리 등의 기본적인 운전자 파라미터 도출
활용방안	• 다양한 교통정보 제공 및 제어전략의 설계 및 평가를 위한 원천기술 개발에 활용 - 운전자 특성을 반영한 차량추종, 차로변경, 간격수락 모형 수립 - 성별, 연령, 운전경력, 운전자 운전행태 등 반영

(나) Naturalistic Driving Study의 운전자 자료수집 방안

- 본 기획과제에서 제시하는 실차기반 운전자 행태 자료수집 기술은 미국의 Naturalistic Driving Study와 그 성격이 유사함
- Naturalistic Driving Study는 미국의 NHTSA가 주도하여 수행한 연구개발 사업으로, 연구 목적은 아래와 같음
 - 운전자 행태: 교통안전에 있어 운전자의 주행행태 조사
 - 교통시스템 구성요소 간의 상호작용: 도로를 주행 중인 운전자가 인접 차량, 교통 환경, 도로 기하구조 특성, 교통 시설물 등과의 상호작용 분석 기술 개발
 - 사고분석: 교통시스템 구성요소와 사고와의 관계 분석
 - 새로운 교통관리전략, 교통안전 증진기술에 대한 효과평가 지원
- NDS 사업의 개요는 아래와 같음
 - 프로브 차량: 1,900대
 - 데이터 수집기간: 3년

- 대상 차종: 승용차, 승합차, SUV, 트럭 등
- 자료 수집 범위: 6개 지역 (Seattle, Buffalo, State College, Bloomington, Durham, Tampa)

○ Naturalistic Driving Study(NDS)의 Data Acquisition System(DAS)은 Head unit, Main unit, Front radar로 구성되어 있음

○ The head unit



- Approximately 4" X 5" in size
- Cameras
- Other sensors
- An incident pushbutton
- Ambient atmospheric analyzer(detecting alcohol)

○ The main unit



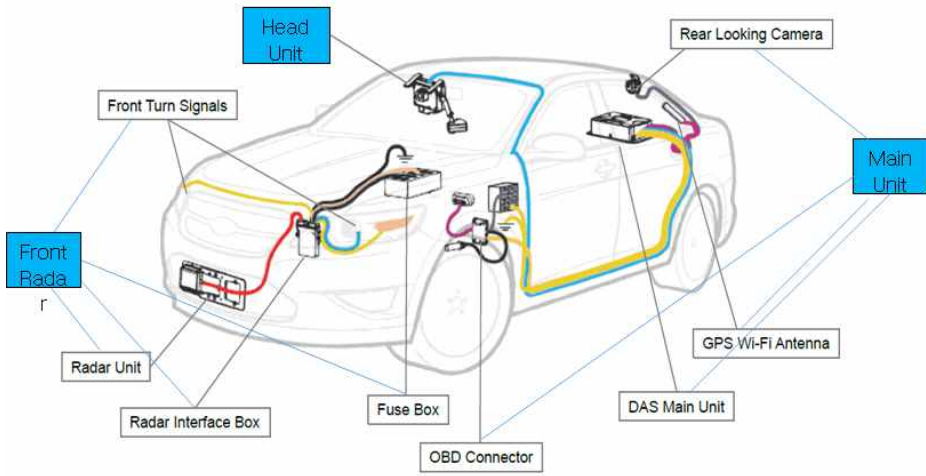
- About the size of a book
- Collecting information on vehicle speed, throttle position, turn signal use, and brake application, as available from the vehicle network

○ The front radar



- Radar will be mounted on the front of the vehicle for data collection

○ [그림 3-6]에 Data Acquisition System의 개념도를 제시함



[그림 3-6] Data Aquisition System (DAS)

(다) Driving data 수집 방안 검토

○ 미국의 NDS 차량 장비를 기본으로 Driving data 수집 방안을 검토함

○ 비용 및 목적을 위한 필요성 수준 고려

[표 3-10] Driving data 수집 방안

구분	장비명	내용	필요성	단가(원)	비고
Head Unit	카메라	내부 및 외부 촬영	◎	300만	최소 2개 이상
	시선추적기	운전자 시선 추적	△	3000~5000만	
	뇌파측정기	운전자 뇌파 측정	△	3000~5000만	
	전화기록 장치	필요시 전화통화 기록	△	-	
	음주감지 센서	Passive Alcohol Sensor	△	-	
	조명센서	조명 상태 기록	○	-	
	적외선 조명	야간시 활용	○	-	
	Incident Push button	필요시 녹음 기록	○	-	
Main Unit	GPS	위치정보 측정	◎	100~150만	3m accuracy
	이동거리 및 속도 측정센서	이동거리 및 속도 측정	◎	500만	
	시스템 동기화 장치	시스템 동기화	◎	350만	
	데이터 저장 장치	데이터 저장	◎	1000만	
	6축 가속계	가속도, 각속도 측정	◎	1000만	
Front Radar	거리측정센서	전후방 차량 거리 측정	◎	1000~1500만	
기타	차량 작업	차량 내 장비 설치	◎	600만	

(2) 2세세부과제

세세부과제 제목	주행시뮬레이터 기반 운전자 행태 자료수집 기술
세세부과제 개념	다양한 환경에서의 운전자의 반응을 실험하여 특수 상황에 대한 운전자 행태 조사 및 분석
세세부과제 범위	- 주행시뮬레이터를 이용한 기존 ITS 및 미래교통상황 (V2X환경 기반 교통 정보, partial/full automated driving 등)에 대한 운전자 반응 실험 - Smart Highway 및 C-ITS 시범사업을 통한 가용자료 조사 및 분석
예상 결과물	- 다양한 돌발상황에 발생에 따른 운전자 운전행태 파라미터 도출 - 정보제공에 따른 운전자의 운전행태 및 정보 순응도 - 차량제어기술에 따른 운전자 반응 특성
활용방안	1세세부과제인 실차기반 운전행태 자료수집 기술 결과와 연계하여 미시적 주행행태 통합모형 수립 - 스마트카 Maneuvering 추상화 기술 파라미터 도출 - 주행시뮬레이터와 교통시뮬레이터 연계 기술(10세세부과제)을 위한 기능 정립 및 요구사항 도출

(3) 3세세부과제

세세부과제 제목	운전자 주행행태 데이터베이스 구축 기술
세세부과제 개념	실차 및 주행시뮬레이터 기반 운전자 행태 자료수집 기술을 통해 수집된 자료의 활용성을 증대시키기 위한 데이터베이트 구축 기술 개발
세세부과제 범위	- 운전자 주행행태 데이터베이스 구축을 위한 요구사항 수립 - 데이터베이스 구축을 위한 Architecture 설계 및 구현 - 효율적인 데이터베이스 관리방안 개발 및 설계 - 운전자 주행행태 데이터베이스 구현
예상 결과물	운전자 주행행태 데이터베이스
활용방안	- 운전자 주행행태 모형 개발 시 활용 - 교통안전증진 기술 개발 및 효과평가에 활용 - 교통류 관리를 위한 시설물 설치 및 설계방안 수립 시 활용 - 타 연구개발 사업의 Input 자료로 활용

(4) 4세세부과제

세세부과제 제목	운전자 행태 자료분석 및 모형화 기술
세세부과제 개념	실차 및 주행시뮬레이터를 통해 수집한 운전자 행태 자료를 분석하여 미시적 교통시뮬레이션 기본 모형 수립
세세부과제 범위	- 운전자 행태 자료분석 기술 개발 - 운전자 행태 모형화 기술 개발
예상 결과물	- 차량추종(Car-following) 모형 - 차로변경(Lane-change) 모형 - 간격수락(Gap acceptance) 모형
활용방안	- 미시적 교통시뮬레이션 기본 모형으로 활용 2세부 과제인 차량-ICT 기반 교통관리 서비스 구현 기술과 접목하여 다양한 상황에 적합한 운전자 주행행태 모형 추가 적용

(5) 5세세부과제

세세부과제 제목	미시적 주행행태 통합 모형 개발
세세부과제 개념	미시적 교통시뮬레이션에 차량추종, 차로변경, 간격수락 모형을 적용하기 위한 미시적 주행행태 통합 모형 개발
세세부과제 범위	- 미시적 주행행태 통합 기술 개발 - 운전자행태 모형 검증 및 튜닝
예상 결과물	미시적 주행행태 통합 모형
활용방안	- 미시적 교통시뮬레이션 기본 모형으로 활용 2세부 과제인 차량-ICT 기반 교통관리 서비스 구현 기술과 접목하여 다양한 상황에 적합한 운전자 주행행태 모형 추가 적용

(6) 6세세부과제

세세부과제 제목	차량 Routing 모형화 기술
세세부과제 개념	- 현재 차량 Routing 모형화 기술은 다양한 상황(교통혼잡, 사고유무, 돌발 상황, 통행목적 등)에 대한 정보가 고려되지 않고 있음 - 실제 도로에서의 경로안내 제공 및 도로상황 판단에 활용하기 위한 차량 Routing 모형화 기술 개발
세세부과제 범위	- 운전자 경로선택 요인 분석 - 운전자 경로선택 모형 개발 - 개발된 모형 검증
예상 결과물	운전자(차량) 경로선택 모형
활용방안	- 개별 운전자들의 선택 모형 기반으로 정보 제공 - 교통정보 제공 및 경로안내 서비스 등에 대한 평가 - 실제 도로에서의 경로안내 제공 서비스 및 도로교통상황 판단 시 활용 할 수 있음

(7) 7세세부과제

세세부과제 제목	Non-motorized Transport 행태 자료수집 기술
세세부과제 개념	교통시뮬레이터에 보행자, 자전거 등의 Non-motorized Transport 시뮬레이션 기능을 추가하기 위한 자료수집 기술 개발
세세부과제 범위	- 다양한 센서를 활용한 현장 자료수집 - Non-motorized Transport 행태 파라미터 조사 - 교통시스템 구성요소와 차량, 보행자, 자전거 간의 상호작용 조사
예상 결과물	- 이용자특성(성별, 연령 등), 기하구조 특성, 교통류 특성에 따른 이용자 이동행태 - Non-motorized Transport 행태 자료 기반 구축
활용방안	다양한 교통정보 제공 및 제어전략의 설계·평가를 위한 원천기술 개발에 활용

(8) 8세세부과제

세세부과제 제목	Non-motorized Transport 자료분석 및 모형화 기술
세세부과제 개념	다양한 센서로부터 수집된 이용자(보행자, 자전거) 행태 자료를 분석하여 미시적 교통시뮬레이션 기본 모형 수립
세세부과제 범위	- 보행자 및 자전거 행태 자료분석 기술 개발 - 보행자 및 자전거 행태 모형화 기술 개발 - 교통시스템 구성요소와 차량, 보행자, 자전거 간의 상호작용 분석
예상 결과물	- 보행자 행태 모형 - 자전거 행태 모형
활용방안	- 미시적 교통시뮬레이션 기본 모형으로 활용 2세부 과제인 차량-ICT 기반 교통관리 서비스 구현 기술과 접목하여 상황에 맞는 보행자 및 자전거 행태 모형 추가 적용

(9) 9세세부과제

세세부과제 제목	노면 대중교통 모형화 기술
세세부과제 개념	- 대중교통 이용 활성화를 위한 다양한 정책수립을 위해서는 노면 대중교통에 대한 모형화 기술이 필요함 - 버스 등의 대중교통에 대한 모형화 기술 개발
세세부과제 범위	- 노면 대중교통 정의 및 요구사항 수립 - 노면 대중교통 자료 수집 및 분석 기술 개발 - 노면 대중교통 행태 모형화 기술 개발
예상 결과물	노면 대중교통 모형
활용방안	- 미시적 교통시뮬레이션 기본 모형으로 활용 2세부 과제인 차량-ICT 기반 교통관리 서비스 구현 기술과 접목하여 다양한 상황에 대한 노면 대중교통 운전자 행태 및 주행행태 모형 활용

(10) 10세세부과제

세세부과제 제목	Mesoscopic 교통류 모형화 기술
세세부과제 개념	• 보다 효율성 있는 교통시뮬레이션 기술 구현을 위한 Mesoscopic 교통류 모형화 기술 개발
세세부과제 범위	• Mesoscopic 교통모형 조사 • 교통 시뮬레이션 추상화 기술 개발 • Mesoscopic 교통류 모형화 기술 개발
예상 결과물	• 교통 시뮬레이션 추상화 기능 구현 • Mesoscopic 교통류 모형
활용방안	• 분석 정밀도 및 전체 네트워크 규모에 따른 미시적 교통시뮬레이션과 Mesoscopic 교통시뮬레이션의 통합적 활용 • Mesoscopic 교통시뮬레이션 기능을 통한 Large-scale network 시뮬레이션 분석 시 활용 가능 • 온라인 교통시뮬레이션 구현시 활용 가능

나. 최종성과물 및 성과

세세부 과제	성과지표		측정방법	단위	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
실차 기반 운전자 행태 자료수집 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	4	0.3	운전자 행태 자료 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.1	운전자 행태 수집 관련 특허
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.1	운전자 행태 수집을 위한 센서 등
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	3	0.2	운전자 행태 자료 수집 시범
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	8	0.3	관련 기술 문서화 (요구사항 분석서, 기술서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-
주행시뮬레 이터 기반 운전자 행태 자료수집 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	4	0.4	시뮬레이터 실험 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	-	-	-
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	-	-	-
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	3	0.2	주행시뮬레이터 실험 시범 (다양한 시나리오)
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	8	0.4	관련 기술 문서화 (시나리오, 분석서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-
운전자 주행행태 데이터베이 스 구축 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	2	0.2	데이터베이스 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.2	데이터베이스 구축 관련 특허
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.2	운전자 주행행태 DB
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	3	0.2	운전자 주행행태 DB 시연
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	7	0.2	관련 기술 문서화 (요구사항, 기술서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-
운전자 행태 자료분석 및 모형화 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	3	0.6	운전자 행태 분석 및 모형화 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	-	-	-
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	-	-	-
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	-	-	-
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	4	0.4	관련 기술 문서화 (자료분석 및 모형화 기술 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-
미시적 주행행태 통합 모형 개발	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	1	0.3	미시적 주행행태 모형 관련
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.3	국내 운전자 주행행태 통합 모형
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	-	-	-
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	-	-	-
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	2	0.4	관련 기술 문서화 (통합 모형 관련 기술 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-

세세부 과제	성과지표		측정방법	단위	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
차량 Routing 모형화 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	3	0.5	차량 경로선택 모형화 관련
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	—	—	—
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	—	—	—
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	2	0.2	운전자 경로선택 시뮬레이션 시범
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	8	0.3	관련 기술 문서화 (모형화 기술, 분석서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—
NMT 행태 자료수집 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	3	0.3	NMT 행태 자료수집 관련
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.2	NMT 행태 자료수집을 위한 센서 기술
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.2	NMT 행태 자료수집 센서
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	—	—	—
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	6	0.3	관련 기술 문서화 (요구사항 분석서, 기술서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—
NMT 자료분석 및 모형화 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	3	0.5	NMT 행태 분석 및 모형화 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	—	—	—
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	—	—	—
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	—	—	—
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	4	0.5	관련 기술 문서화 (자료분석 및 모형화 기술 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—
노면 대중교통 모형화 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	4	0.5	노면 대중교통 모형화 관련
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	—	—	—
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	—	—	—
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	—	—	—
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	6	0.5	관련 기술 문서화 (모형화 기술, 분석서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—
Mesoscopic 교통류 모형화 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	4	0.4	Mesoscopic 교통류 모형화 기술 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	—	—	—
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	—	—	—
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	2	0.3	Mesoscopic 교통 시뮬레이션 시범
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	7	0.3	관련 기술 문서화 (모형화 기술, 분석서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—

다. 연차별 성과목표

세세부 과제	성과지표	연차별 목표									
		1단계					2단계				
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
실차 기반 운전자 행태 자료수집 기술	논문	0	1	1	1	1	-	-	-	-	-
	지재권	0	0	1	0	0	-	-	-	-	-
	시작품	0	0	1	0	0	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	0	0	1	1	1	-	-	-	-	-
	기술문서	2	2	2	1	1	-	-	-	-	-
	표준	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
주행시뮬레이터 기반 운전자 행태 자료수집 기술	논문	0	1	1	1	1	-	-	-	-	-
	지재권	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
	시작품	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	0	0	1	1	1	-	-	-	-	-
	기술문서	2	2	2	1	1	-	-	-	-	-
	표준	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
운전자 주행행태 데이터베이스 구축 기술	논문	0	0	0	1	1	-	-	-	-	-
	지재권	0	0	1	0	0	-	-	-	-	-
	시작품	0	0	1	0	0	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	0	0	1	1	1	-	-	-	-	-
	기술문서	2	1	2	1	1	-	-	-	-	-
	표준	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
운전자 행태 자료분석 및 모형화 기술	논문	0	1	2	-	-	-	-	-	-	-
	지재권	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
	시작품	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
	기술문서	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	표준	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
미시적 주행행태 통합 모형 개발	논문	-	-	-	1	0	-	-	-	-	-
	지재권	-	-	-	0	1	-	-	-	-	-
	시작품	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-
	기술문서	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
	표준	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-

차량 Routing 모형화 기술	논문	-	-	-	-	-	0	1	1	1	0
	지재권	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
	시작품	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	-	-	-	0	0	0	1	1
	기술문서	-	-	-	-	-	2	2	1	1	2
NMT 행태 자료수집 기술	표준	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
	논문	-	-	-	-	-	0	1	1	1	-
	지재권	-	-	-	-	-	0	0	1	0	-
	시작품	-	-	-	-	-	0	0	1	0	-
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-
NMT 자료분석 및 모형화 기술	기술문서	-	-	-	-	-	2	2	1	1	-
	표준	-	-	-	-	-	0	0	0	0	-
	논문	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
	지재권	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
	시작품	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
노면 대중교통 모형화 기술	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
	기술문서	-	-	-	-	-	-	-	1	1	23
	표준	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
	논문	-	-	-	-	-	0	1	1	1	1
	지재권	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
Mesoscopic 교통류 모형화 기술	시작품	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	-	-	-	0	0	0	1	1
	기술문서	-	-	-	-	-	2	1	1	1	2
	표준	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
	논문	-	-	-	-	-	0	1	1	1	1

3. (2세부) 차량-ICT기반 교통관리 서비스 구현 기술

가. 연구개발 목표

(1) 세부과제 개념

- 차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계에 적합한 무선통신 기능, 첨단 스마트카 기능, 교통 시설물 기능 등이 포함된 미시적 교통 시뮬레이션 기술을 개발하기 위한 서비스 구현 기술을 개발함
- 미시적 교통 시뮬레이터를 이용하여 보다 효율적인 시뮬레이션 구현을 위해 V2X 기능, 스마트카 기능 등의 추상화 기술을 개발하여 적용하고자 함

(2) 세부과제 범위

- 미래교통시스템 설계 및 평가를 위한 시뮬레이션용 V2X 통신 기능, 스마트카 기능, 교통시설물 기능 구현 기술 개발
- 차량-ICT기반 교통관리 서비스 구현 기술을 통합하여 적용
- 눈, 비, 안개와 같은 기상상태를 반영할 수 있는 교통류 시뮬레이션 파라미터 개발을 통해 기상변화에 따른 교통류 환경 구현 기술 개발

(3) 기술개발 목표

- 시뮬레이션용 서비스 추상화 기술(V2X 통신, 스마트카, 교통시설물) 개발
- 기상환경 대응 교통류 시뮬레이션 구현

나. 연구개발 필요성

- 본 과제에서 기획하는 미시적 교통 시뮬레이터는 기본적으로 교통상황을 미시적인 관점에서 현실적으로 구현하는 것이 가장 중요한 목표임
- 미래교통시스템을 구현하기 위한 무선통신 및 스마트카 기술 등을 현실세계에 반영하여 구체적으로 교통시뮬레이션 상에서 구현하기 위해서는 과도한 계산부하가 요구되어 시뮬레이션 수행 시 부정적인 결과를 초래함
- 따라서, 통신 및 스마트카 기술을 적정 수준으로 추상화하여 교통시뮬레이션에서 구현할 수 있는 기능이 요구되며, 차량-ICT기반 교통관리 서비스 구현 기술을 통해 도출하고자 함
- 또한, 국내 도로교통상황에 적합한 시뮬레이션 구현을 위해 시뮬레이션용 교통시설물 기능을 통한 ITS 및 첨단 미래교통시스템의 구현을 위한 기반 구축이 필요함

다. 연구개발 주요내용

(1) 1세세부과제

(가) 개요

세세부과제 제목	시뮬레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술
세세부과제 개념	• 시뮬레이션 수행 시 V2X 기반 교통정보 제공 및 스마트카 (자율주행자동차, 군집주행 등) 기술 구현을 위한 무선통신 파라미터 설정
세세부과제 범위	• V2X 기술 동향 및 통신 시뮬레이터 기능 분석 • 교통시스템 구성요소와 통신 구성요소 간의 관계 정립 • V2X 기술 추상화를 통한 파라미터 설정
예상 결과물	• 통신 파라미터 - 통신반경 - 홉 수 - 에러율 등
활용방안	• V2X 기반 교통정보 제공 및 교통제어전략 개발 및 평가 • 스마트카 Maneuvering 추상화 기술과 연계하여 시뮬레이션 내의 스마트카 기능 구현 시 활용

(나) 통신 파라미터 정의

- V2X 통신을 통한 교통정보 제공 및 제어전략의 설계 및 평가를 위해 통신과 관련된 주요기능에 대한 추상화 기술 필요
- 통신과 관련된 주요 기능에 대한 추상화를 통한 통신 파라미터 정의

[표 3-11] 통신 파라미터 예시

항목	파라미터	정의
통신관련	Agent 통신반경	□Vehicle에 대한 통신반경
	Hop 수	□V2V 통신시 통신을 위한 홉수
	송수신주기	□통신의 송수신 주기
통신에러	수신율	□통신 수신비율 (A를 보냈는데 수신을 했는지)
	Error Rate	□통신 에러율 (A를 보냈는데 A로 수신을 했는지)
	통신 Delay	□통신 지연시간

(2) 2세세부과제

(가) 개요

세세부과제 제목	시뮬레이션용 스마트카 기능 구현 기술
세세부과제 개념	• Vehicle automation 기술을 활용한 교통정보 및 제어전략의 설계 및 평가를 가능하게 하고, 교통류에 미치는 영향을 분석하기 위해 스마트카 기능 추상화를 통한 교통류 시뮬레이션 구현
세세부과제 범위	• 스마트카 기능 및 특성분석 • 스마트카 Maneuvering 추상화 기술 선정 • 스마트카 Maneuvering 조사 및 시스템 알고리즘 구현
예상 결과물	• 스마트카 기능 및 Maneuvering 관련 파라미터 • 스마트카 Maneuvering 구현을 위한 알고리즘
활용방안	• 운전자 반응 실험 조사·분석 결과와 연계하여 교통류 시뮬레이터에 적용 • Smart Highway/C-ITS 시범사업 등의 첨단 교통시스템 분석 • 스마트카 개발 및 스마트카 기반 교통제어전략 설계 및 평가

(나) 스마트카 파라미터 정의

- 스마트카의 종방향/횡방향 Maneuvering에 대한 Abstraction을 통해 스마트카 기능을 포함하는 파라미터 설정

[표 3-12] 스마트카 파라미터 예시

항목	파라미터	정의	비고
Warning /Control System	횡방향 경고/제어여부	☐ 횡방향 경고시스템과 관련된 운전자/차량 파라미터와 연계	Maneuvering 기반
	종방향 경고/제어여부	☐ 종방향 경고시스템과 관련된 운전자/차량 파라미터와 연계	
	횡방향 경고/제어시점	☐ 특정 상황에 대한 경고상황을 정의하여 경고정보 제공 및 차량 제어 임계값 설정	
	종방향 경고/제어시점	☐ 특정 상황에 대한 경고상황을 정의하여 경고정보 제공 및 차량 제어 임계값 설정	
	FCWS	☐ Forward Collision Warning System 알고리즘 적용여부	시스템 기반
	LDWS	☐ Lane Departure Warning System 알고리즘 적용여부	
	BSDS	☐ Blind Spot Detection System 알고리즘 적용여부	
기타	시장보급률	☐ Market Penetration Rate (MPR) : 통신 시스템의 보급률	-

(3) 3세세부과제

(가) 개요

세세부과제 제목	시뮬레이션용 교통시설물 기능 구현 기술
세세부과제 개념	• 시뮬레이션을 통해 주요 교통시설물 설치위치, 설치간격, 기능정립 등의 ITS 및 첨단교통시스템 구현을 위한 교통시설물 기능 구현
세세부과제 범위	• 교통시설물 기능 및 특성 분석 • 주요 교통시설물 선정 및 타 교통시스템과의 연관관계 수립 • 교통시설물 추상화를 통해 시설물 파라미터 결정
예상 결과물	• 교통시설물 파라미터 - 시설물 종류, 설치위치, 설치대수, 교통관제 기능을 포함한 세부기능
활용방안	• 통신 파라미터, 스마트카 추상화 기술과 연계하여 첨단 교통시스템 분석 시 활용 가능 • 기존 ITS 시설물, 교통관제시스템, 및 노변장치 등으로 적용하여 활용

(나) 교통시설물 파라미터 정의

- 교통시설물에 대한 파라미터 설정
- V2X 무선통신 기능

- 자료처리 및 전송/전달 기능

- 교통관제 기능

[표 3-13] 교통시설물 파라미터 예시

항목	파라미터	정의
통신	시설물 통신반경	☐ 시설물 통신반경
설치관련	설치간격	☐ 시설물 설치간격
교통관제	교통신호제어 파라메터	☐ 교통신호제어 로직 등

(4) 4세세부과제

세세부과제 제목	시물레이션 서비스 통합 기술
세세부과제 개념	• 앞서 개발한 시물레이션용 V2X 통신 기능, 스마트카 기능, 교통시설물 기능에 대한 통합적인 서비스 구현 기술 개발
세세부과제 범위	• V2X 통신 기능, 스마트카 기능, 교통시설물 기능 보완 • 시물레이션용 서비스 통합 기술 개발 • 관련 사례 분석을 통한 서비스 통합 기술 검증
예상 결과물	• V2X 통신 기능, 스마트카 기능, 교통시설물 기능이 포함된 시물레이션용 서비스 통합 기술
활용방안	• 통신기능, 스마트카 기능이 포함된 첨단 미래교통시스템 구현 및 평가를 위한 서비스 구현시 활용 가능

(5) 5세세부과제

세세부과제 제목	기상환경 대응 교통류 시물레이션 구현 기술
세세부과제 개념	• 눈, 비, 안개와 같은 기상상태를 반영할 수 있는 교통류 시물레이션 파라미터를 통해 기상변화에 따른 교통류 환경 구현을 위한 기술 개발 • 운전자 주행행태 DB에서 수집된 자료를 이용하여 기상상황에 따른 운전자 주행행태를 모형화 기술 개발
세세부과제 범위	• 기상상황(눈, 비, 안개, 도로결빙 등)에 따른 운전자 주행행태 분석을 통한 기상환경 대응 운전자 주행행태 모형 개발 • 기상환경을 반영한 교통류 파라미터 • 기상환경에 관련 파라미터를 이용한 SSM (Surrogate Safety Measure) 개발 및 위험도 별 Criteria 제공 • 기상환경 변화 대응 SSM과 교통류 운영을 위한 통합 측정지표 개발
예상 결과물	• 기상환경 대응을 위한 파라미터 • 기상환경 대응 파라미터와 통합 측정지표를 통한 기상환경 대응 교통류 시물레이션 구현 기술
활용방안	• 눈, 비, 안개와 같은 기상상태를 반영한 교통류 분석시 활용 가능 • 안개 다발지역 등의 기상환경 변화에 대한 교통류 관리전략 수립 시 활용

라. 최종성과물 및 성과

세세부 과제	성과지표		측정방법	단위	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
시물레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	2	0.3	V2X 통신 구현 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.2	V2X 통신 구현 관련 특허
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	-	-	-
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	1	0.2	시물레이션 V2X 통신 시연
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	4	0.3	관련 기술 문서화 (요구사항, 기술서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-
시물레이션용 스마트카 기능 구현 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	2	0.3	스마트카 기능 구현 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.2	스마트카 기능 구현 관련 특허
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	-	-	-
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	1	0.2	시물레이션 스마트카 기능 시연
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	4	0.3	관련 기술 문서화 (요구사항, 기술서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-
시물레이션용 교통시설물 기능 구현 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	2	0.4	교통시설물 구현 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	-	-	-
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	-	-	-
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	1	0.2	교통시설물 기능 시연
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	4	0.4	관련 기술 문서화 (요구사항, 기술서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-
시물레이션 서비스 통합 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	2	0.5	시물레이션 서비스 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	-	-	-
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	-	-	-
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	-	-	-
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	4	0.5	관련 기술 문서화 (요구사항, 기술서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-
기상환경 대응 교통류 시물레이션 구현 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	3	0.5	기상환경 대응 시물레이션 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	-	-	-
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	-	-	-
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	-	-	-
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	4	0.5	관련 기술 문서화 (요구사항, 기술서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-

마. 연차별 성과목표

세세부 과제	성과지표	연차별 목표									
		1단계					2단계				
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
시물레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술	논문	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	지재권	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-
	시작품	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-
	기술문서	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	표준	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
시물레이션용 스마트카 기능 구현 기술	논문	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	지재권	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-
	시작품	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-
	기술문서	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	표준	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
시물레이션용 교통시설물 기능 구현 기술	논문	0	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	지재권	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
	시작품	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	0	0	1	-	-	-	-	-	-	-
	기술문서	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	표준	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-
시물레이션 서비스 통합 기술	논문	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
	지재권	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-
	시작품	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-
	기술문서	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-
	표준	-	-	-	0	0	-	-	-	-	-
기상환경 대응 교통류 시물레이션 구현 기술	논문	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-
	지재권	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-
	시작품	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-
	기술문서	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-
	표준	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-

4. (3세부) 시물레이션 결과 분석 및 해석 기술

가. 연구개발 목표

(1) 세부과제 개념

- 미시적 교통 시물레이션 결과를 활용하여 각종 첨단 미래교통시스템 구성요소 및 서비스에 대한 평가 시 효과척도를 도출하기 위한 시물레이션 결과 분석 및 해석 기술을 개발함

(2) 세부과제 범위

- 교통운영효율성, 교통안전성, 교통환경성 분석 기술 개발 및 평가지표 도출
- 시물레이션 결과에 대한 시각화 기술 개발

(3) 기술개발 목표

- 시물레이션 결과 효과척도(운영효율성, 안전성, 환경성) 정의
- 효과척도 분석 방법론 개발
- 시물레이션 결과 시각화 항목도출 및 GUI 제시

나. 연구개발 필요성

- 새로운 환경에서 수집되는 새로운 자료를 이용한 보다 효과적인 평가지표 필요가 필요하며, 현존하는 교통 시물레이터에서는 개별차량 주행자료가 Raw data로 제공되어 교통운영효율성, 안전성, 환경성 등의 분석을 위해서는 추가적인 분석과정이 필요함
- 또한, 효과지표 도출을 위해서는 해외의 연구 결과에 의한 평가지표 도출 방법론을 활용하는 경우가 대부분이며, 국내 실정에 적합한 지표 산출 방법론의 부재로 인해 결과의 신뢰도가 떨어짐
- 이러한 분석의 비효율성을 감소시키고, 국내 시스템에 맞는 효과척도 개발을 위해서는 시물레이션 결과에 대한 분석 기술 개발이 필요함
- 보다 효율적인 결과 해석 및 평가지표 도출, 서비스에 대한 비교·분석을 위해서는 시물레이션 결과를 시각화 하여 제공해 줄 수 있는 기술이 필요함

다. 연구개발 주요내용

(1) 1세세부과제

세세부과제 제목	교통운영효율성 분석 기술
세세부과제 개념	• C-ITS 환경에서는 개별차량의 움직임과 차량간의 상호작용에 대한 자료가 수집 가능하게 되므로 기존의 집계된 전통적인 평가지표 (링크통행시간, 평균지체도 등) 만으로는 운영효율성을 평가하는데 한계가 있음 • 시물레이터의 활용도를 높이기 위한 교통류 해석 기반의 교통운영효율성 분석 기술 개발
세세부과제 범위	• 교통운영효율성 분석을 위한 다양한 신규 시공간적 평가지표 도출 • 평가지표 도출을 위한 자료 분석기법 개발 • 평가지표 도출 알고리즘 개발
예상 결과물	• 교통운영효율성 분석 평가지표 및 도출 알고리즘
활용방안	• 다양한 시나리오에 따른 시물레이션 결과를 통해 설계 및 평가대상 교통 정보 및 제어전략 효과분석 등에 활용

(2) 2세세부과제

세세부과제 제목	교통안전성 분석 기술
세세부과제 개념	• 기존 교통 시물레이터에서는 개별차량 주행자료가 Raw data로 제공되어 교통안전 분석을 위해서는 추가적인 분석과정이 필요함 • 시물레이터의 활용도를 높이기 위한 교통류 해석 기반의 교통안전 분석 기술 개발
세세부과제 범위	• 교통안전성 평가를 위한 신규 시공간적 surrogate safety measures(SSM) 개발 • SSM 평가지표 도출을 위한 자료 분석기법 개발 • SSM 평가지표 도출 알고리즘 개발 (교통안전 분석모형 개발)
예상 결과물	• 교통안전 분석 평가지표 및 도출 알고리즘
활용방안	• 다양한 시나리오에 따른 시물레이션 결과를 통해 설계 및 평가 대상 교통정보 및 제어전략의 교통안전 효과분석 등에 활용

(3) 3세세부과제

세세부과제 제목	교통환경영향 분석 기술
세세부과제 개념	- 기존 교통 시뮬레이터에서는 개별차량 주행자료가 Raw data로 제공되어 교통환경영향 분석을 위해서는 추가적인 분석과정이 필요함 - 시뮬레이터의 활용도를 높이기 위한 교통류 해석을 기반의 교통환경영향 분석기술 개발
세세부과제 범위	- 기존의 Vehicle Emission, 소음 등 교통환경영향 분석기술 조사 - 평가지표 도출을 위한 자료 분석기법 개발 - 평가지표 도출 알고리즘 개발 (교통환경영향 분석모형 개발)
예상 결과물	교통환경영향 분석 평가지표 및 도출 알고리즘
활용방안	다양한 시나리오에 따른 시뮬레이션 결과를 통해 설계 및 평가대상 교통 정보 및 제어전략의 교통환경 영향분석 등에 활용

(4) 4세세부과제

세세부과제 제목	시뮬레이션 결과 시각화 기술
세세부과제 개념	- 기존 미시적 교통시뮬레이터에서는 출력 결과가 Report 형식으로 제공되어, 추가적인 가공 없이는 시각적으로 결과를 확인하기가 어려움 - 보다 효율적인 결과 해석 및 결과 도출을 위한 시뮬레이션 결과 시각화 기술 개발
세세부과제 범위	- 시각화 항목 도출 - 시뮬레이션 결과 Visualization 기술 개발 - 시뮬레이션 결과를 활용하여 시스템 GUI에 다양하게 적용
예상 결과물	- 시뮬레이션 Visualization 기술 - 시뮬레이션 결과 GUI
활용방안	- 교통 시뮬레이션 결과의 시각화 - 시나리오 결과 비교

라. 최종성과물 및 성과

세세부 과제	성과지표		측정방법	단위	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
교통 운영효율성 분석 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	3	0.4	교통운영효율성 분석 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.2	교통운영효율성 분석 기술 관련 특허
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.2	교통운영효율성 분석 Model
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	—	—	—
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	7	0.4	관련 기술 문서화 (요구사항, 분석서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—
교통 안전성 분석 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	3	0.4	교통안전성 분석 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.2	교통안전성 분석 기술 관련 특허
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.2	교통안전성 분석 Model
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	—	—	—
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	7	0.4	관련 기술 문서화 (요구사항, 분석서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—
교통 환경성 분석 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	3	0.4	교통환경성 분석 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.2	교통환경성 분석 기술 관련 특허
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.2	교통환경성 분석 Model
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	—	—	—
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	7	0.4	관련 기술 문서화 (요구사항, 분석서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—
시뮬레이션 결과 시각화 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	1	0.1	시뮬레이션 결과 시각화 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	2	0.2	시뮬레이션 결과 시각화 기술 관련 특허
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.2	시뮬레이션 결과 시각화 Interface
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	2	0.2	시뮬레이션 결과 시각화 기술 시연
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	6	0.3	관련 기술 문서화 (요구사항, 기술서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—

마. 연차별 성과목표

세세부 과제	성과지표	연차별 목표									
		1단계					2단계				
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
교통 운영효율성 분석 기술	논문	0	1	1	1	0	-	-	-	-	-
	지재권	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-
	시작품	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
	기술문서	2	1	1	1	2	-	-	-	-	-
	표준	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
교통 안전성 분석 기술	논문	0	1	1	1	0	-	-	-	-	-
	지재권	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-
	시작품	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
	기술문서	2	1	1	1	2	-	-	-	-	-
	표준	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
교통 환경성 분석 기술	논문	0	1	1	1	0	-	-	-	-	-
	지재권	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-
	시작품	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
	기술문서	2	1	1	1	2	-	-	-	-	-
	표준	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
시뮬레이션 결과 시각화 기술	논문	0	1	0	0	0	-	-	-	-	-
	지재권	0	0	1	1	0	-	-	-	-	-
	시작품	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	0	0	0	1	1	-	-	-	-	-
	기술문서	2	1	1	1	1	-	-	-	-	-
	표준	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-

5. (4세부) 시뮬레이터 체계 설계 및 개발 기술

가. 연구개발 목표

(1) 세부과제 개념

- 미시적 교통 시뮬레이션 기술을 개발하기 위한 시뮬레이션 Architecture 및 Framework를 설계하고 구현하여 실제로 활용 할 수 있도록 지원함
- 앞서 개발된 다양한 기술들에 대하여 각 Module간의 Interface를 설계하고 구현하여 사용자가 보다 편리하게 활용할 수 있는 도구를 제공해 줌
- 또한, 기존의 미시적 교통 시뮬레이션 기능 외에 추가적인 기능을 개발하고, 기존 시뮬레이션 시스템 간의 융·복합을 통해 보다 효율적인 시뮬레이션 활용이 가능하도록 함

(2) 세부과제 범위

- 시뮬레이션 Architecture 및 Framework를 설계·구현 기술을 개발하고, Module간 Interface를 개발하여 사용자에게 제공함
- 병렬/분산/온라인 시뮬레이션 구현 기술 및 주행시뮬레이터와 교통시뮬레이터의 연계 기술을 개발하여 보다 효율적인 시뮬레이션 구현이 가능하도록 함
- 개발된 Module과 패키지 모두를 통합하여 하나의 시뮬레이터로 통합하고, 거시적 교통 시뮬레이터와의 연계를 통해 시뮬레이터의 활용도를 높임

(3) 기술개발 목표

- 시뮬레이션 Architecture 및 Framework 설계 및 구현
- Module간 Interface 설계 및 구현
- 병렬/분산/온라인 기반 시뮬레이션 구현
- External device와의 연계 및 주행시뮬레이터와 교통시뮬레이터가 통합된 통합 교통 시뮬레이터 개발
- IMTAS와의 연계
- 융·복합 교통 시뮬레이터 및 K-Microscopic Traffic Simulator 개발

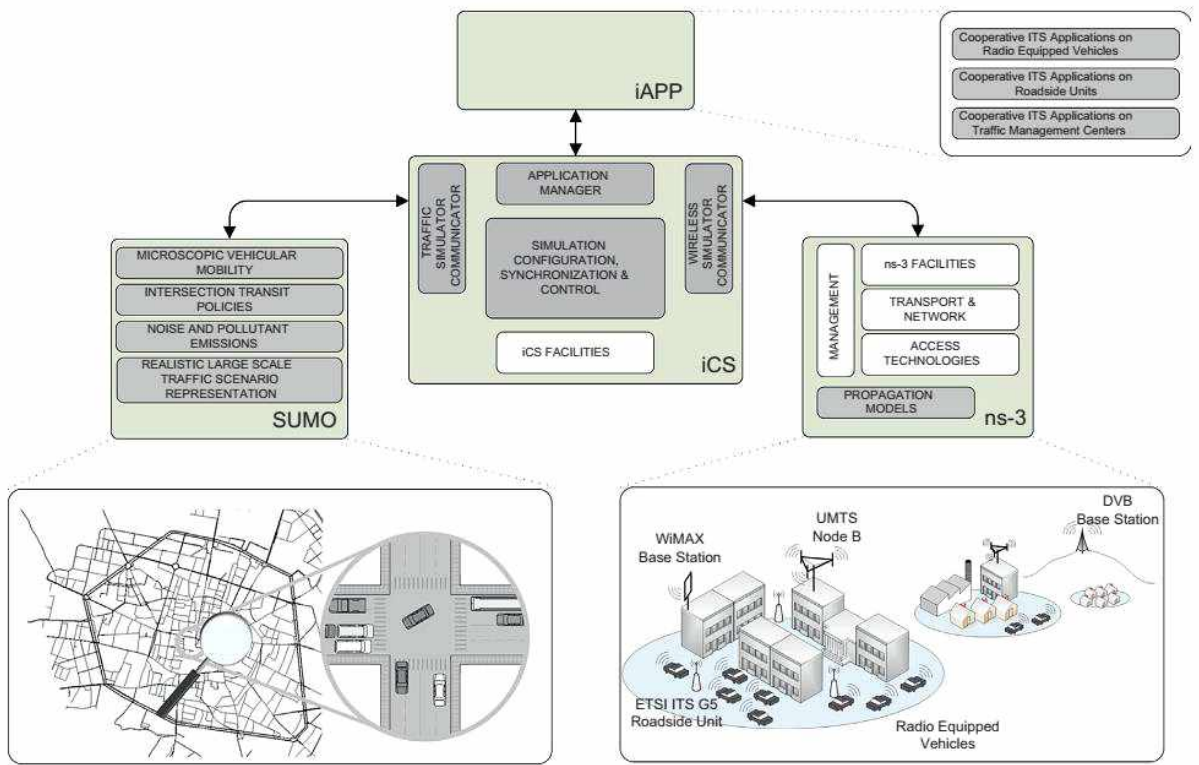
나. 연구개발 필요성

- 시뮬레이션을 분석하고자 하는 분석 목표에 따른 파라미터 설계, 시뮬레이션 설계, 결과 표현 등의 총체적인 기능이 포함된 시뮬레이터 Architecture 및 Framework를 설계하고 구현해야 함
- 이용자 친화적인 GUI를 구성하여 이용자에게 제공하기 위하여 앞서 개발된 다양한 시뮬레이션 Module을 연계하여 통합적인 Interface 제공이 필요함
- 미시적 교통 시뮬레이션은 개별차량 기반의 차량 주행행태를 미시적으로 분석하는 시뮬레이션 기술이기 때문에, 대규모 네트워크 분석 시 과도한 계산부하로 인해 결과 도출 시 장시간이 소요됨
- 이러한 단점을 극복하기 위해 네트워크를 분할하고 각 모듈을 다수의 컴퓨터에서 동시에 시뮬레이션을 연속적으로 수행하고 결과를 연계하여 도출할 수 있는 병렬/분석 시뮬레이터 기술이 필요함
- 첨단 미래교통시스템 및 새로운 교통안전 시설물의 평가를 위해서는 운전자, 차량, 통신 시스템 간의 상호작용을 면밀하고 정확하게 분석 할 수 있는 External device 연계 기술 및 주행시뮬레이터와 교통시뮬레이터 연계 기술이 필요함
- 또한, 자유로운 정보전송이 가능해 질 미래교통시스템을 효과적으로 운영·관리하기 위해서는 실시간 교통자료를 활용한 교통 시뮬레이션 기술이 필요할 것임
- 온라인 교통 시뮬레이션 기능을 통해 실시간으로 수집되는 교통자료를 활용하여 보다 효율적이고 능동적인 교통류 관리가 가능해 질 것이며, 새로운 교통운영전략 및 교통시설물에 대한 신속한 효과 예측을 통한 시스템 도입 지원이 가능함

다. 연구개발 주요내용

(1) 1세세부과제

세세부과제 제목	시뮬레이터 Architecture 및 Framework 설계·구현 기술
세세부과제 개념	분석 목표에 따른 파라미터 설계, 시뮬레이션 설계, 결과 표현 등의 총체적인 기능이 포함된 시뮬레이터 Architecture 및 Framework 설계·구현 기술 개발
세세부과제 범위	- 시뮬레이터 개발을 위한 기능 및 요구사항 분석 - 기존 시뮬레이터 구조분석 - 구성요소 도출 및 구성요소 간 인터페이스 설계 및 시각화 구현
예상 결과물	- 기존 시뮬레이터 구조 분석서 - 시뮬레이터 Architecture 설계서
활용방안	시뮬레이터 Architecture 설계를 통해 미시적 교통시뮬레이터 개발의 기반을 마련함



[그림 3-7] 교통-통신통합시뮬레이터(iTETRIS) Architecture 예시

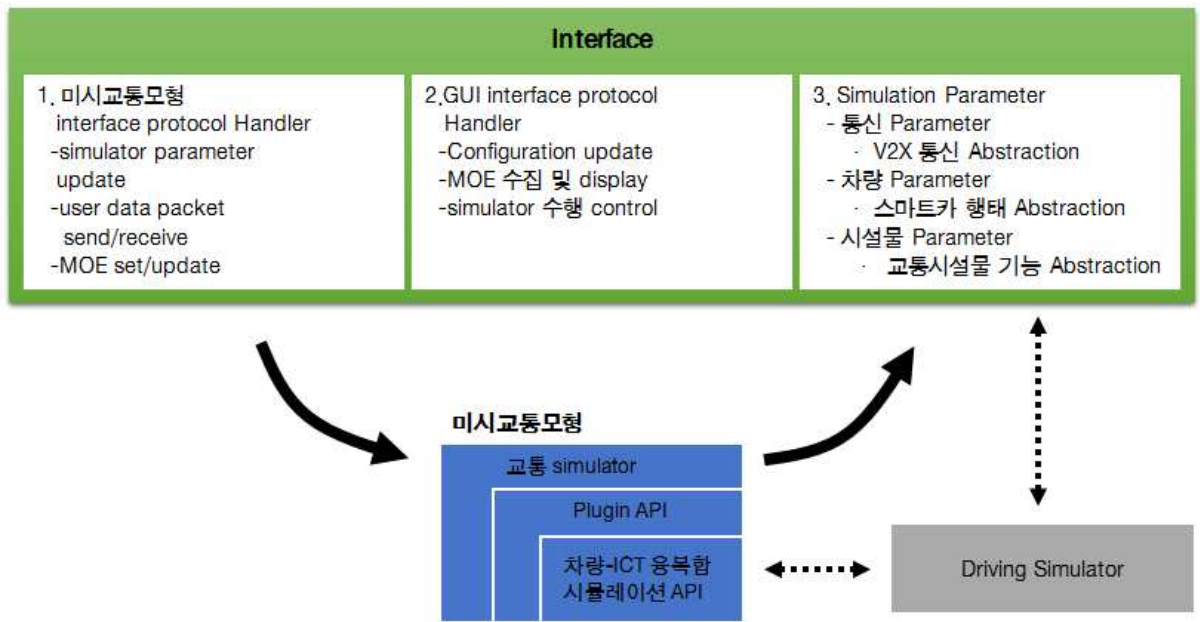
(2) 2세세부과제

(가) 개요

세세부과제 제목	Module 간 Interface 설계 및 구현 기술
세세부과제 개념	- 기존 상용 시뮬레이터 Module과 추가로 개발되는 Module 간 Interface 설계 및 구현 - 각 Module간 Interface 설계를 통해 이용자 친화적인 시뮬레이터 개발
세세부과제 범위	- 컴포넌트 기반 프레임워크 기술 - 외부 인터페이스 환경 기술 - 교통시뮬레이션 Interface 설계 및 구현
예상 결과물	- 교통시뮬레이션과 외부 시스템간의 양방향 정보 전달을 위한 API - 시뮬레이터 Interface
활용방안	- 실제 이용자가 직접적으로 구동하게 될 Interface 개발을 통해 모든 수요자들이 편리하게 활용이 가능 - 하나의 Interface를 통해 시뮬레이션 구현 가능

(나) 시뮬레이션 Interface 예시

○ 차량-ICT 융·복합 시뮬레이터의 핵심 프로그램인 Interface 구성과 기능에 대한 개념도를 [그림 3-8]에 제시함



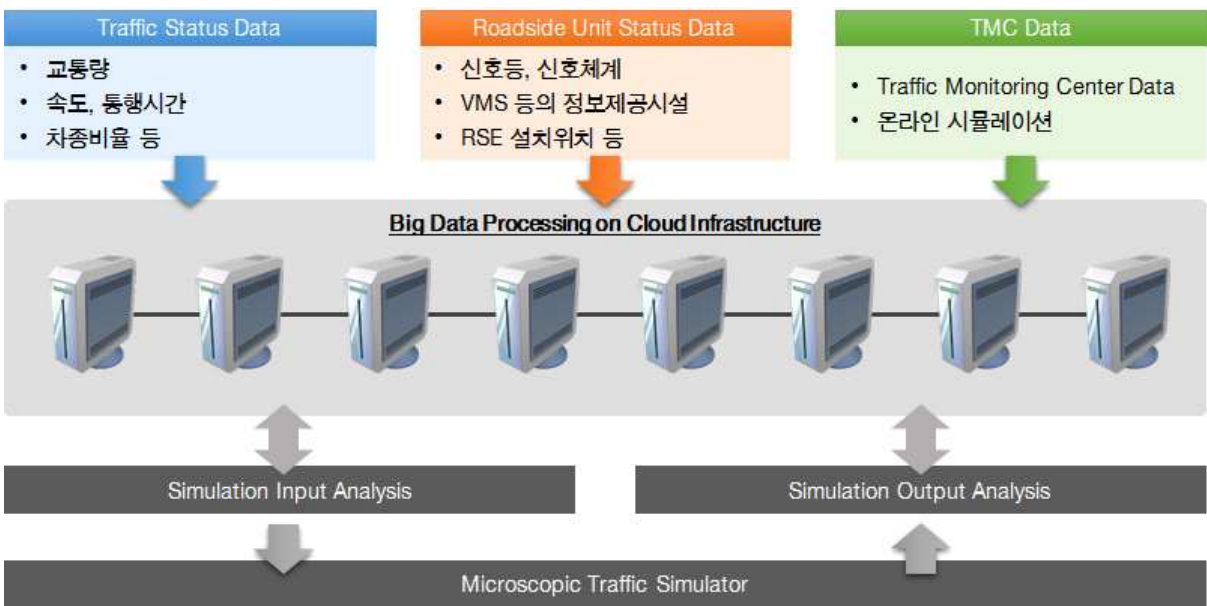
[그림 3-8] 시뮬레이션 Interface 구성

(3) 3세세부과제

(가) 개요

세세부과제 제목	병렬/분산 기반 시뮬레이션 구현 기술
세세부과제 개념	- 대규모 네트워크 분석시 과도한 계산부하로 인해 결과도출 시 장시간이 소요됨 - 이를 극복하기 위해 네트워크를 분할하여 다수의 컴퓨터에서 동시에 시뮬레이션이 연속적으로 수행되고, 결과가 연계될 수 있도록 하는 병렬/분산 기능 구현 기술 개발
세세부과제 범위	- 병렬처리 지원기능 분석 - 분산서버 기반 분산 병렬 시뮬레이션 기술 개발 - 병렬 분산 시뮬레이션 통합 기술 개발
예상 결과물	- 병렬 분산 시뮬레이션 전략 도출 모델 - 분산서버 기반 분산 시뮬레이션 미들웨어 시스템 - 병렬 분산 시뮬레이션 통합 시스템
활용방안	대규모 네트워크에 대한 시뮬레이션 구현 시 효율적으로 활용이 가능함

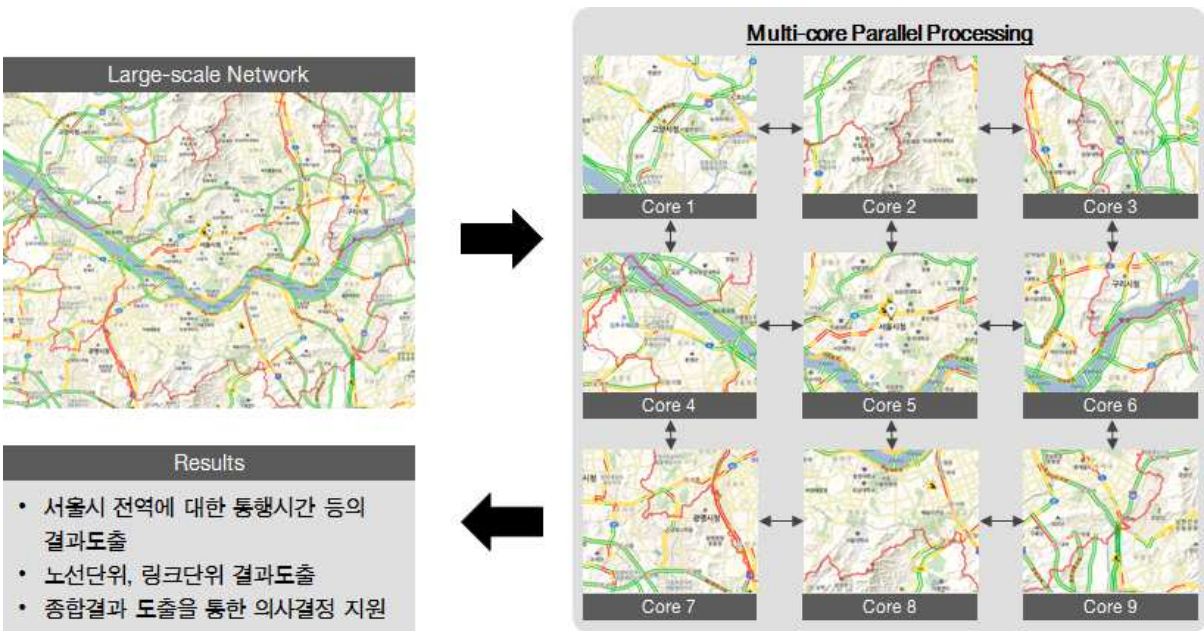
○ Large scale network에 대하여 병렬처리 기반으로 시뮬레이션을 수행하는 동시에, 여러 대의 컴퓨터로부터 자료를 수집하여 분산 시뮬레이션 수행



[그림 3-10] 분산 시뮬레이션 개념도

(나) 병렬/분산 시뮬레이션 예시

○ 병렬 시뮬레이션은 하나의 컴퓨터 내에서 여러 개의 Core를 활용하여 Large scale network 분석 시 활용할 수 있음



[그림 3-9] 병렬 시뮬레이션 개념도

(4) 4세세부과제

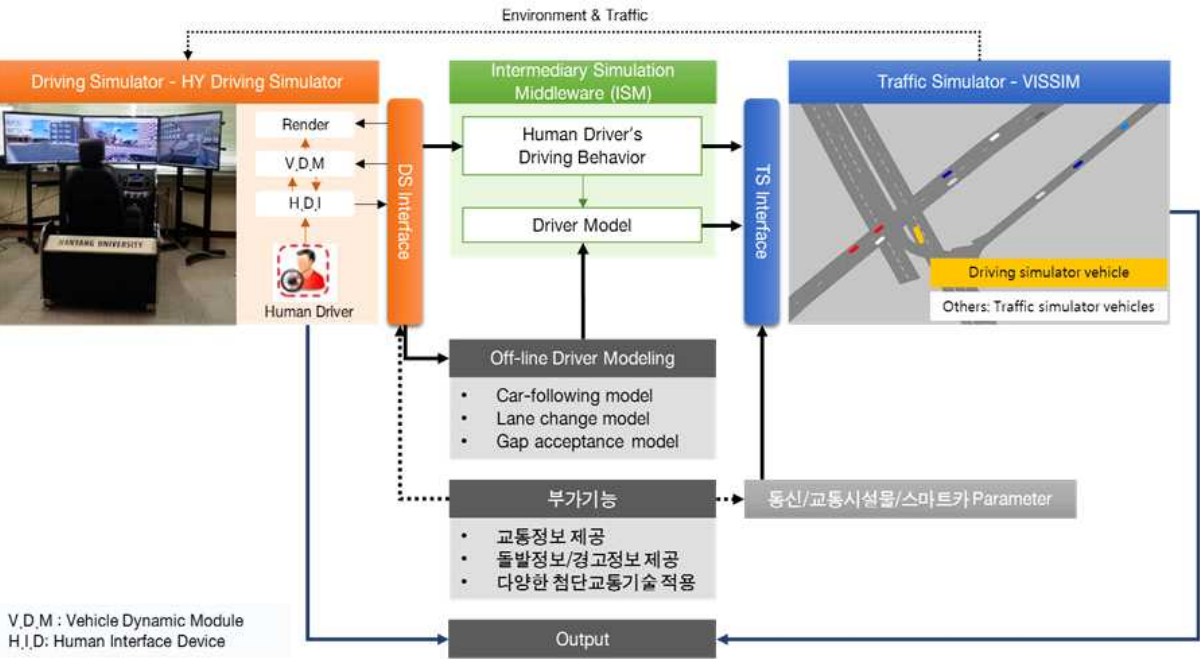
세세부과제 제목	External Device 연계 기술 (HILS, CPS 등)
세세부과제 개념	첨단 미래교통시스템의 평가를 위한 운전자, 차량, 통신 시스템 간의 상호작용을 면밀하고 정확하게 분석하기 위한 External Device 연계 기술 개발
세세부과제 범위	- 통합 시뮬레이션 환경 개발 - 연계모듈 개발 - 사례적용 및 평가
예상 결과물	- 시뮬레이션 모형과 장치 간 인터페이스 SW 모듈 - 사례적용 및 평가 결과
활용방안	- 첨단 미래교통시스템의 효과평가에 대한 신뢰도 및 정확도 개선 가능성 - 교육용 활용을 통한 관련분야 전문가 양성 및 해외 수출을 통한 국가 경제적 파급 효과 기대

(5) 5세세부과제

세세부과제 제목	온라인 기반 교통시뮬레이션 설계 및 구현 기술
세세부과제 개념	실시간 교통자료를 시뮬레이터의 입력자료로 바로 활용하여 시뮬레이션 수행을 통한 능동적인 교통류 관리를 위한 온라인 기반 시뮬레이션 기술 개발
세세부과제 범위	- 온라인 기반 교통시뮬레이션 시스템 요구사항 분석 - 온라인 기반 교통시뮬레이션 시스템 설계 및 분석 - 온라인 기반 교통시뮬레이션 시스템 구현 및 평가
예상 결과물	온라인 기반 교통시뮬레이션 시스템 (또는 센터)
활용방안	- 도로 이용자 및 운영자의 편의성 증진을 통해 국가교통 및 도로정책 수립 시 효율적인 운영관리 방안 분석 및 평가시 활용 - 정보통신환경 및 Large Scale Network 지원 가능 교통시뮬레이션 제공

(6) 6세세부과제

세세부과제 제목	주행시뮬레이터/교통시뮬레이터 연계 기술
세세부과제 개념	실제 운전자가 Field에서 주행할 수 없는 환경에 대하여 risk-free 운전자의 반응을 실시간으로 반영한 다양한 시나리오 분석을 위한 주행시뮬레이터와 교통시뮬레이터 간의 연계 기술 개발
세세부과제 범위	Driving Simulator와 Traffic Simulator 통합기술 개발
예상 결과물	Traffic Simulator와 Driving Simulator의 실시간 주행환경 분석기술
활용방안	- Driving Simulator를 통한 운전자의 운전행태가 Traffic Simulator에 실시간으로 반영되어 교통류에 함께 분석이 됨 - 통합된 Simulator를 통해 개별 운전자 분석 및 실제 교통류에서 운전자 주행시 발생하는 영향분석에 활용이 가능함 - DS/TS 연계를 통한 교통안전시설물 효과분석 툴로써의 활용성 고려



[그림 3-11] 주행시뮬레이터/교통시뮬레이터 통합 예시

(7) 7세세부과제

세세부과제 제목	Hardware/Software 통합 기술
세세부과제 개념	• 앞서 개발한 다양한 시뮬레이션 기능을 통합하여 미시적 교통시뮬레이터 개발을 위한 Hardware 및 Software 통합 기술 개발
세세부과제 범위	• 각종 Hardware 및 Software의 통합 기술 개발
예상 결과물	• 개발된 교통시뮬레이션 기술이 포함된 미시적 교통시뮬레이터
활용방안	• 개발된 미시적 교통시뮬레이터를 통한 차량-ICT 융복합 교통류 분석/평가/설계시 활용

(8) 8세세부과제

세세부과제 제목	IMTAS 연계 기술
세세부과제 개념	• 기존에 개발된 한국형 Macroscopic Simulator와 본 과제에서 개발된 Microscopic Simulator의 연계 기술을 통한 거시적/미시적 통합 교통 시뮬레이션 기술 개발
세세부과제 범위	• 거시적 교통시뮬레이션 구조 및 기능 분석 • 시뮬레이터 연계를 위한 요구사항 분석 • 시뮬레이터 연계 기술 개발
예상 결과물	• 거시적/미시적 분석이 가능한 교통 시뮬레이터
활용방안	• 첨단 미래교통시스템 환경에 대한 미시적 분석을 통한 분석/평가/설계 및 거시적 분석을 통한 국가 교통시스템의 영향력 평가 시 활용

라. 최종성과물 및 성과

세세부 과제	성과지표		측정방법	단위	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
시뮬레이션 Architecture 및 Framework 설계·구현 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	1	0.1	기술 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	2	0.3	기술 관련 특허 출원
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.2	시뮬레이션 Architecture 관련
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	—	—	—
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	7	0.4	관련 기술 문서화
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—
Module간 Interface 설계 및 구현 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	2	0.2	기술 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.2	기술 관련 특허 출원
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.3	시뮬레이션 Interface 구현
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	—	—	—
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	7	0.3	관련 기술 문서화
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—
병렬/분산 기반 시뮬레이션 구현 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	3	0.2	기술 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.1	기술 관련 특허 출원
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.2	병렬분산 시뮬레이션 구현
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	2	0.2	병렬분산 시뮬레이션 시연
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	7	0.3	관련 기술 문서화
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—
External Device 연계 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	1	0.2	기술 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.2	기술 관련 특허 출원
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.3	External Device 연계 구현
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	—	—	—
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	6	0.3	관련 기술 문서화
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—
온라인 기반 교통 시뮬레이션 설계 및 구현 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	2	0.3	기술 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.1	기술 관련 특허 출원
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.1	온라인 시뮬레이션 구현
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	2	0.2	온라인 시뮬레이션 시연
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	7	0.3	관련 기술 문서화
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—
DS/TS 연계 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	3	0.3	기술 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.1	기술 관련 특허 출원
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.1	통합 시뮬레이터 구현
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	2	0.2	통합 시뮬레이터 시연
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	7	0.3	관련 기술 문서화
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—
HW/SW 통합 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	—	—	—
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	1	0.2	기술 관련 특허 출원
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.3	융·복합 교통 시뮬레이터 구현
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	1	0.2	융·복합 교통 시뮬레이터 시연
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	3	0.3	관련 기술 문서화
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—
IMTAS 연계 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	—	—	—
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	—	—	—
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	1	0.3	IMTAS 연계 구현
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	1	0.3	IMTAS 연계 시뮬레이션 시연
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	3	0.4	관련 기술 문서화
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	—	—	—

마. 연차별 성과목표

세세부 과제	성과지표	연차별 목표									
		1단계					2단계				
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
시뮬레이션 Architecture 및 Framework 설계·구현 기술	논문	0	0	1	0	0	-	-	-	-	-
	지재권	0	1	0	1	0	-	-	-	-	-
	시작품	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
	기술문서	2	1	1	1	2	-	-	-	-	-
	표준	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
Module간 Interface 설계 및 구현 기술	논문	0	0	1	1	0	-	-	-	-	-
	지재권	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-
	시작품	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
	기술문서	2	1	1	1	2	-	-	-	-	-
	표준	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
병렬/분산 기반 시뮬레이션 구현 기술	논문	0	1	1	1	0	-	-	-	-	-
	지재권	0	0	1	0	0	-	-	-	-	-
	시작품	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	0	0	0	1	1	-	-	-	-	-
	기술문서	2	1	1	2	1	-	-	-	-	-
	표준	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
External Device 연계 기술	논문	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-
	지재권	0	0	1	0	0	-	-	-	-	-
	시작품	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-
	기술문서	2	1	1	1	1	-	-	-	-	-
	표준	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-

온라인 기반 교통 시뮬레이션 설계 및 구현 기술	논문	-	-	-	-	-	0	0	1	1	0
	지재권	-	-	-	-	-	0	0	0	1	0
	시작품	-	-	-	-	-	0	0	1	0	0
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	-	-	-	0	0	0	1	1
	기술문서	-	-	-	-	-	2	1	1	1	2
	표준	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
DS/TS 연계 기술	논문	-	-	-	-	-	0	0	1	1	1
	지재권	-	-	-	-	-	0	0	0	1	0
	시작품	-	-	-	-	-	0	0	1	0	0
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	-	-	-	0	0	0	1	1
	기술문서	-	-	-	-	-	2	1	1	1	2
	표준	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0
HW/SW 통합 기술	논문	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
	지재권	-	-	-	-	-	-	-	0	1	0
	시작품	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1
	기술문서	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
	표준	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
IMTAS 연계 기술	논문	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
	지재권	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
	시작품	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	-	-	-	-	-	0	0	1
	기술문서	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
	표준	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0

6. (5세부) 시물레이션 검증기술

가. 연구개발 목표

(1) 세부과제 개념

- 개발된 미시적 교통 시뮬레이터에 대한 신뢰성 검증을 수행함
- 시물레이션 구현 시 실제 상황과 유사한 상황을 구축하기 위한 시물레이션 파라미터 정산 기술을 개발하고, 개발된 시뮬레이터에 대한 정확도 및 신뢰도 평가 기술을 개발함
- 또한, 시뮬레이터 평가를 위한 시범 네트워크를 선정하여 시범 네트워크에 도입된 다양한 ITS 기술 및 첨단 교통시스템 기술에 대한 분석 및 평가를 수행함

(2) 세부과제 범위

- 시물레이션 파라미터 정산 기술 개발
- 시물레이션 정확도 및 신뢰도 평가 기술 개발
- 시물레이션 시범 네트워크 선정 및 사례분석·평가

(3) 기술개발 목표

- 시물레이션 파라미터 정산 방법론 수립 및 파라미터 정산 매뉴얼 개발
- 시물레이션 검증 및 평가 기술 개발
- 시물레이션 평가 결과를 제시하여 시물레이션의 신뢰도 검증

나. 연구개발 필요성

- 기존 상용 시뮬레이터에서는 시뮬레이터 내부에 포함되어 있는 파라미터 정산의 어려움으로 인해 많은 시간과 노력이 소비되고 있으며, 이러한 단점을 보완하기 위해서는 보다 효율적이고 간단하게 적용이 가능한 시물레이션 파라미터 정산 기술의 개발이 필요함
- 개발된 미시적 교통 시뮬레이터에 대한 시물레이션 기술의 검증 및 평가가 이루어져야 하며, 시뮬레이터의 안정화 기술 개발을 통해 신뢰성 있고 정확한 시물레이션 기술을 제공해야 함
- 또한, 개발된 시뮬레이터의 상용화를 위해서는 신뢰도 및 정확성 평가가 필요하며, 이를 위해 실제 운영 중인 시범 네트워크를 적용하여 개발된 시뮬레이터를 평가할 필요가 있음

다. 연구개발 주요내용

(1) 1세세부과제

세세부과제 제목	시물레이션 파라미터 정산 기술
세세부과제 개념	• 기존 상용 시물레이션에 포함되어 있는 파라미터 정산의 어려움으로 인해 많은 시간과 노력이 소비되고 있음 • 보다 간단하게 적용이 가능한 시물레이션 파라미터 정산 기술 개발
세세부과제 범위	• 시물레이션 정산 파라미터 선정 • 시물레이션 파라미터 정산 기술 개발
예상 결과물	• 시물레이션 정산 파라미터 • 시물레이션 파라미터 정산 매뉴얼 • 타 시물레이션과의 시물레이션 정산 결과 및 효율성 비교
활용방안	• 추후 개발되는 미시적 교통시물레이션 활용시, 현실과 유사한 시물레이션 환경 구축

(2) 2세세부과제

세세부과제 제목	시물레이션 정확도 및 신뢰도 평가 기술
세세부과제 개념	• 교통 시뮬레이터 개발 후 개발한 시물레이션 기술의 검증 및 평가를 위한 시물레이션 정확도 및 신뢰도 평가 기술 개발 • 개발된 시뮬레이터의 안정화 기술 개발
세세부과제 범위	• 시물레이션 기술 검증 및 평가 기술 개발 : 신뢰성 검증지표 등 개발 • 테스트베드 선정 • 시물레이션 검증 및 평가를 통한 피드백
예상 결과물	• 시물레이션 기술 검증 및 평가기술 • 테스트베드 적용을 통한 시물레이션 검증을 위한 요구사항 수립 • 테스트베드를 통한 교통 시뮬레이터 안정화
활용방안	• 시뮬레이터 개발 및 다양한 분야로써의 활용도를 높일 수 있음

(3) 3세세부과제

세세부과제 제목	시뮬레이터 평가를 위한 시범 네트워크 사업
세세부과제 개념	- 개발된 미시적 교통시뮬레이터에 대한 신뢰성 및 정확도 평가가 필요함 - 실제 운영 중인 교통시스템에 대한 시범도시 사업을 통해 개발된 시뮬레이터 평가 수행
세세부과제 범위	- 시뮬레이터 평가를 위한 시범네트워크 선정 - 시뮬레이터 평가를 위한 서비스 구현 기술 선정 - 사례분석 및 평가
예상 결과물	- 시뮬레이터 평가 결과 - 실제 시범 네트워크 사업 적용 결과 비교
활용방안	- 시뮬레이터 평가 결과를 통한 시뮬레이터 점검 및 보완 - 시뮬레이터 평가 결과를 이용한 시뮬레이터 홍보 방안 마련

라. 최종성과물 및 성과

세세부 과제	성과지표		측정방법	단위	목표치	가중치 (0~1)	목표치 설정근거
시뮬레이션 파라미터 정산 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	3	0.5	시뮬레이션 파라미터 정산 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	-	-	-
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	-	-	-
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	-	-	-
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	4	0.5	관련 기술 문서화 (요구사항, 기술서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-
시뮬레이션 정확도 및 신뢰도 평가 기술	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	4	0.4	시뮬레이션 신뢰도 평가 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	-	-	-
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	-	-	-
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	-	-	-
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	8	0.6	관련 기술 문서화 (요구사항, 기술서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-
시뮬레이터 평가를 위한 시범 네트워크 사업	1	논문	학진등재지 및 SCI(E) 게재	편	4	0.3	시뮬레이션 시범 네트워크 사업 관련 논문
	2	지재권	국내외 특허 등록 건수	건	-	-	-
	3	시작품	시제품 제작 건수	건	-	-	-
	4	시범 서비스	시범 서비스 건수	건	4	0.4	시뮬레이션 시범 네트워크 시연
	5	기술문서	연구 관련 기술 문서 작성 건수	건	4	0.3	관련 기술 문서화 (분석서, 보고서 등)
	6	표준	국내외 표준화 건수	건	-	-	-

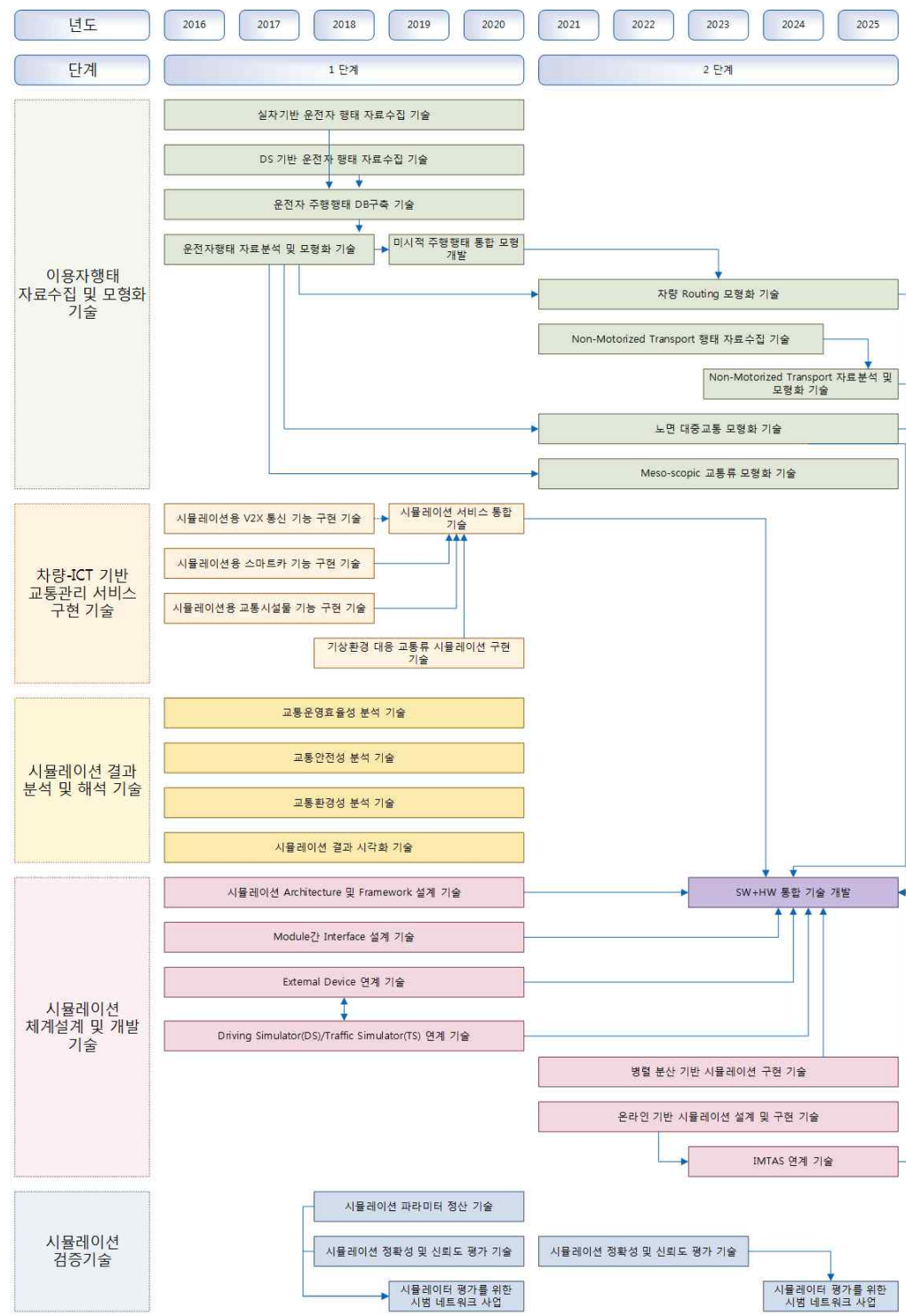
마. 연차별 성과목표

세세부 과제	성과지표	연차별 목표									
		1단계					2단계				
		1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도
시물레이션 파라미터 정산 기술	논문	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-
	지재권	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-
	시작품	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-
	기술문서	-	-	2	1	1	-	-	-	-	-
	표준	-	-	0	0	0	-	-	-	-	-
시물레이션 정확도 및 신뢰도 평가 기술	논문	-	-	0	1	1	1	1	0	-	-
	지재권	-	-	0	0	0	0	0	0	-	-
	시작품	-	-	0	0	0	0	0	0	-	-
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	0	0	0	0	0	0	-	-
	기술문서	-	-	2	1	1	1	1	2	-	-
	표준	-	-	0	0	0	0	0	0	-	-
시물레이터 평가를 위한 시범 네트워크 사업	논문	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1
	지재권	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0
	시작품	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0
	전시 및 시범 서비스 건수	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1
	기술문서	-	-	-	1	1	-	-	-	1	1
	표준	-	-	-	0	0	-	-	-	0	0

5절 과제별·연차별 기술로드맵 및 성과로드맵

1. 과제별·연차별 기술로드맵

- 차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통 시뮬레이션 기술개발을 위한 로드맵은 [그림 3-12]와 같이 1단계 5년, 2단계 5년, 총 10년으로 구성됨



[그림 3-12] 총괄 기술개발로드맵

2. 과제별·연차별 성과로드맵

- 차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통 시뮬레이션 기술개발에 따른 성과물은 아래 [그림 3-13]과 같음

- 1단계 성과물
 - 운전자 주행행태 데이터베이스
 - 융·복합 교통시뮬레이션 소프트웨어
- 2단계 성과물
 - Advanced-미시교통시뮬레이터
 - 미래형 온라인 교통시뮬레이터



[그림 3-13] 과제별·연차별 성과로드맵

3. 성과물 정의

가. 1단계 성과물

(1) 운전자 주행행태 데이터베이스

(가) 성과물 정의

- 1단계 1차 성과물인 운전자 주행행태 데이터베이스는 1세부 과제인 이용자행태 자료수집 및 모형화 기술에서 수집된 운전자 주행행태에 대한 데이터베이스로 정의할 수 있음
- 즉, 실차 및 주행 시뮬레이터로부터 수집된 운전자 정보, 운전자 주행행태, 차량 정보, 교통상황에 대한 운전자 반응 등을 운전자 주행행태 데이터베이스 구축 기술을 통해 구축함
- 첨단 미래교통시스템 환경에서의 미시적 교통류 시뮬레이션 기술 개발을 위하여

다양한 환경에서 이용자가 통행 중 생성하는 지속적인 상호작용을 조사 및 분석하기 위한 데이터베이스를 구축함

(나) 성과물 구축방안

- 성과물인 운전자 주행행태 데이터베이스를 구축하기 위한 수집자료는 아래와 같음
 - 실차기반: 운전자 정보, 주행정보, 도로정보, 사고정보
 - 주행 시뮬레이터 기반: ITS 및 미래교통상황에 대한 운전자 반응실험
 - Non-Motorized Transport 기반: 보행자, 자전거 행태, 차량-보행자-자전거간 상호작용
- 다양한 센서가 장착된 실차를 이용하여 자료 수집 및 분석을 수행하며, 주행 시뮬레이터를 이용하여 운전자 반응행태를 수집함
- 실험차량을 특정 피실험자에게 장기간 대여하여 자료를 취득하여 데이터베이스를 구축함

(다) 성과물 세부내용

- 성과물의 형태는 운전자특성, 차량거동, 자동차 특성, 도로특성 등의 정보들이 통합된 자료 데이터베이스로 세부항목은 아래와 같음
 - 운전자특성: 나이, 연령, 운전경력, 시력, 운전습관 등
 - 차량거동: 속도, 가속도, 각속도, 방향지시등 조작여부 등
 - 자동차특성: 안전벨트, 에어백, 침단안전 장치 장착여부 등
 - 도로특성: 기하구조, 시설물정보, 차로수, 구배 등
 - 사고정보: 사고발생 시 사고정보

(2) 융·복합 교통시뮬레이션 소프트웨어

(가) 성과물 정의

- 1단계 2차 성과물인 융·복합 교통시뮬레이션 소프트웨어는 차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계가 가능한 교통시뮬레이션 소프트웨어로 정의할 수 있음
- 다양한 미시교통모형과 결합되어 활용 할 수 있는 External API를 개발하여 미래 교통시스템을 구현할 수 있는 소프트웨어 모듈 및 통합 Interface를 개발함

(나) 성과물 세부내용

- 기존 미시교통모형에 포함되어 있는 기능 외에 미래교통시스템 구현을 위한 다양한 기능이 추가된 통합 소프트웨어 모듈 및 Interface로 성과물에 대한 예시를 [그림 3-14]에 제시함
- 융·복합 교통시뮬레이션에 포함되는 기능과 관련된 내용은 아래와 같음
 - 운전자: 차량추종 모형, 차로변경 모형, 간격수락 모형 등의 운전자 행태 모형
 - 통신: 통신반경, 송수신주기, 수신율, 통신에러 등의 파라미터 포함
 - 스마트카: 스마트카 관련 횡방향 및 종방향 Maneuvering 파라미터, 시스템 관련 파라미터 포함
 - 교통시설물: 도로변장치의 기능 관련 파라미터 포함
 - 시뮬레이션 결과분석 기능
 - 시뮬레이션 파라미터 정산 기능
 - 주행시뮬레이터/교통시뮬레이터 연계 기능 등
- 융·복합 교통시뮬레이션을 위한 내부 알고리즘과 관련된 내용은 아래와 같음
 - 운전자 주행행태 데이터베이스를 활용한 국내 운전자 행태 모형 적용



[그림 3-14] 융·복합 교통시뮬레이션 소프트웨어 성과물 예시

나. 2단계 성과물

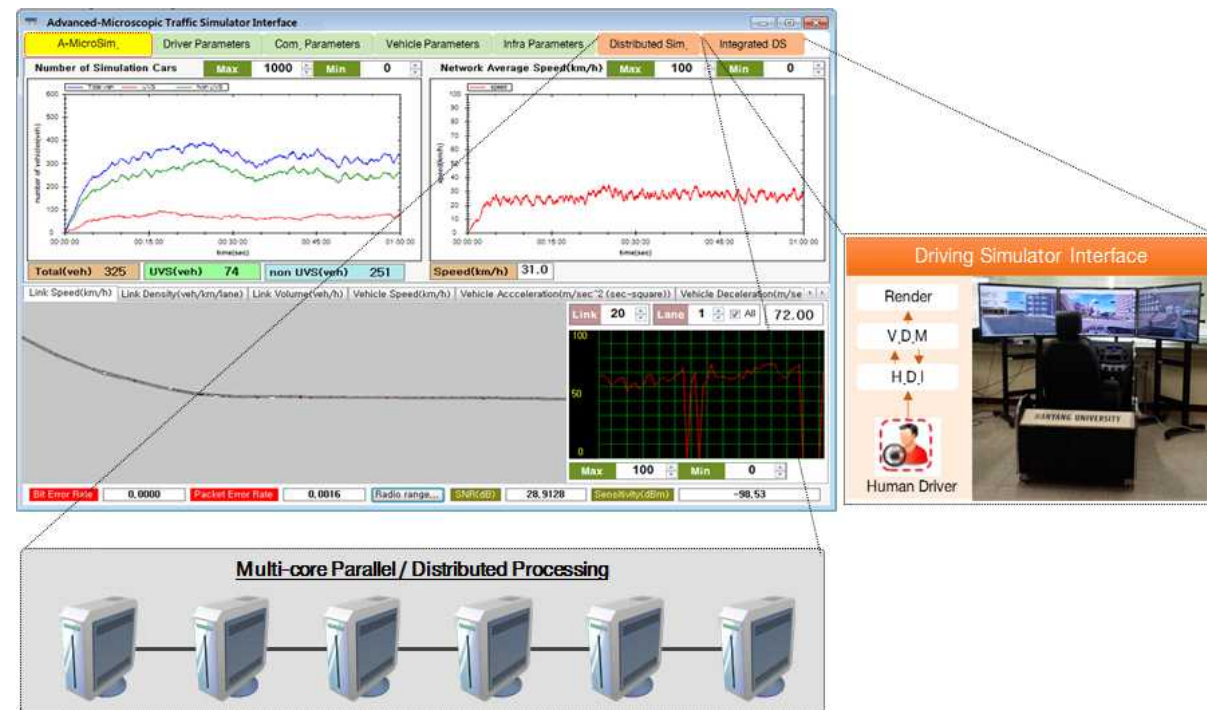
(1) Advanced-미시교통시뮬레이터

(가) 성과물 정의

- 2단계 1차 성과물인 Advanced-미시교통시뮬레이터는 차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계가 가능한 미시교통시뮬레이터로, 미래교통시스템에 대한 운전자의 운전행태 및 교통상황에 적합한 미시적 교통시뮬레이터로 정의할 수 있음
- 첨단 미래교통시스템 환경에서의 운전자 주행행태가 반영된 미시교통시뮬레이션 패키지로, 1단계 2차 성과물인 융·복합 교통시뮬레이션 소프트웨어에서 미시교통모형을 2단계에서 개발한 운전자 주행행태 모형으로 대체하여 적용함

(나) 성과물 세부내용

- 1단계 2차 성과물인 융·복합 교통시뮬레이션 소프트웨어에 첨단 미래교통시스템 환경하의 운전자 행태 모형을 반영한 미시교통시뮬레이션 패키지로, 1단계에서 개발된 소프트웨어 모듈들과 연계되어 제공됨
- 성과물에 대한 예시를 [그림 3-15]에 제시함



[그림 3-15] Advanced-미시교통시뮬레이터 성과물 예시

- Advanced-미시교통시뮬레이터에 포함되는 기능과 관련된 내용은 아래와 같음
 - 기존 미시교통모형에서 제공하는 기본적인 교통시뮬레이션 기능 포함

- 1단계 2차 성과물인 융·복합 교통시뮬레이션 소프트웨어에 포함되어 있는 기능 포함 (운전자, 통신, 스마트카, 교통시설물 파라미터)

- 추가기능: 차량 경로선택 모형, Non-motorized transport, 노면 대중교통, 기상 환경 반영(눈, 비, 안개 등), 병렬/분산 교통시뮬레이션 기능, Mesoscopic 교통시뮬레이션 기능 등

- Advanced-미시교통시뮬레이터의 내부 알고리즘과 관련된 내용은 아래와 같음

- 운전자 주행행태 데이터베이스를 활용한 첨단 미래교통시스템 환경에서의 운전자 행태 모형 적용
- 첨단 미래교통시스템 환경에서의 운전자 주행행태 및 교통/도로 현황이 반영된 시뮬레이션 모형 적용

(2) 미래형 온라인 교통시뮬레이터

(가) 성과물 정의

- 2단계 2차 성과물인 미래형 온라인 교통시뮬레이터는 2단계 1차 성과물인 Advanced-미시교통시뮬레이터에 추가적인 외부기술 및 기능을 접목시킨 미래형 온라인 교통시뮬레이터로 정의할 수 있음
- Advanced-미시교통시뮬레이터와 동일한 형태로 온라인 교통시뮬레이션 등의 추가적인 기능이 포함된 미시교통시뮬레이션 패키지임

(나) 성과물 세부내용

- 미래형 온라인 교통시뮬레이터에 포함되는 기능과 관련된 내용은 아래와 같음
 - 기존 미시교통모형에서 제공하는 기본적인 교통시뮬레이션 기능 포함
 - 1단계 2차 성과물인 융·복합 교통시뮬레이션 소프트웨어에 포함되어 있는 기능 포함 (운전자, 통신, 스마트카, 교통시설물 파라미터)
 - 2단계 1차 성과물인 Advanced-미시교통시뮬레이터에 포함되어 있는 기능 포함 (차량 경로선택 모형, Non-motorized transport, 노면 대중교통, 기상환경 반영 (눈, 비, 안개 등), 병렬/분산 교통시뮬레이션 기능, Mesoscopic 교통시뮬레이션 기능)
 - 추가기능: Non-motorized transport 통합 모형, 온라인 교통시뮬레이션, IMTAS와의 연계 기능
- 미래형 온라인 교통시뮬레이터 구현을 위한 내부 알고리즘과 관련된 내용은 아래와 같음
 - 운전자 주행행태 데이터베이스를 활용한 첨단 미래교통시스템 환경에서의 운전자 행태 모형 적용
 - 첨단 미래교통시스템 환경에서의 운전자 주행행태 및 교통/도로 현황이 반영된 시뮬레이션 모형 적용
 - 거시적 교통시뮬레이션과 연계 가능한 미시적 교통시뮬레이션 알고리즘 구현
 - 온라인 교통시뮬레이션을 통한 실시간 교통상황 해석 및 운영
- 미래형 온라인 교통시뮬레이터의 구현 사례를 [그림 3-15]에 제시함
 - 미래형 온라인 교통시뮬레이터는 현장에서 수집된 실시간 검지기자료, 신호정보, 기타 통신시설 정보 등이 센터에서 수집됨
 - 수집된 자료를 본 연구에서 개발한 시뮬레이터에 적용하여 실시간으로 교통상

황을 해석하고, 신호제어, 정보제공, 돌발상황 관리 등을 통해 교통운영 관리를 수행함

- 교통관리전략 등을 수립하여 실시간으로 적용한 후, 지속적인 모니터링 및 시뮬레이션을 통한 피드백 과정을 거쳐 도로교통시스템을 운영 할 수 있음



[그림 3-16] 미래형 온라인 교통시뮬레이터 운영예시

다. 성과물 검증방안

- 연구개발 순서에 따라 평가검증 계획서과 평가검증 절차서를 작성하고, 단위 시험, 시스템 통합 시험을 실시하여 산출된 결과서를 기준으로 성과물을 검증함
- 연구개발성과물에 대한 관련 수요자의 요구사항 수립 여부 및 요구 사항에 대한 추적표를 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 통한 성과물 검증함
- 연구개발성과물에 대한 관련 수요자의 요구사항 수립 여부 및 요구 사항에 대한 수정보완표를 작성하여 해당 요구사항의 성과물에 반영하고 이에 대한 의견을 수렴함

6절 성과의 활용방안

1. 단계별 활용방안 및 기대효과

- 차량-ICT 미래형 도로교통시스템 융·복합 시스템 계획/설계를 위한 기술적인 의사결정에 지원함
- 교통시뮬레이터 이용자(정부, 연구계, 학계, 산업계)가 교통운영 및 관리, 정책대안 결정, 전문인력 양성, 교통사업 근거제시, 사업효과분석 등에 단기 및 중·장기 연구 성과물에 따라 활용이 가능함

가. 단기(1~5차년도)

- 본 기획과제에서 구상하고 있는 단기 성과물은 1단계 성과물인 운전자 주행행태 데이터베이스 및 융·복합 교통시뮬레이션 소프트웨어로 정의함
- 교통시뮬레이터와 통신시뮬레이터의 통합 환경 구현 및 정책 활용
- 첨단 미래교통시스템 환경에 맞는 Smart Car, C-ITS, V2X 등의 환경에 대한 설계/분석/평가에 활용
- ICT 기반 첨단자동차 및 도로환경에 대한 기초데이터 확보 및 분석에 활용
- ICT 기반 첨단자동차 적용 시 운영효율 및 운영기술 평가에 활용
- 교통시뮬레이터 설계 중장기 최적화 및 테스트 환경 구현에 활용
- 교통시뮬레이터 프로그램 개발 기술확보 및 효과분석 등에 활용

나. 중·장기(6~10차년도)

- 본 기획과제에서 구상하고 있는 중·장기 성과물은 2단계 성과물인 Advanced-미시 교통시뮬레이터와 미래형 온라인 교통시뮬레이터로 정의함
- 교통시뮬레이션 개발을 적용한 미시적 정책효과 및 합리적 교통투자 결정으로 정부 교통정책 수립에 기여
- 차량-ITS 융·복합 시스템의 분석/평가/설계 및 경제성 분석, 사업 타당성 분석, 환경영향분석 등에 활용
- 첨단 스마트카 기능 적용에 따른 교통류 분석 및 해석에 활용
- 교통시뮬레이션 신기술 확보 및 국가 경쟁력 제고
- 기존 외국 상용 교통시뮬레이터 도입·유지비용 절감

다. 기대효과

(1) 기술적 측면

- 교통시스템, 첨단도로개발사업 분야에 활용됨으로써, 국내 시뮬레이션 관련 사업에 기술 파급효과 기대
- 국가에서 진행되는 연구개발 사업에 필요한 기술지원으로 국가산업 고도성장
- 국내·외 교통시뮬레이션 시장 확대로 해외진출사업에 대한 홍보 및 마케팅 기반 확보
- 미시 교통시뮬레이션 기술 증대로 국가기술 경쟁력 확보 가능
- 스마트카, 자율주행도로 등의 조속한 보급에 기술적 지원 가능
- 인력양성 기술지원으로 교통전문가, 연구원, 대학교 등의 연구기술 경쟁력 증가
- 타 분야와의 융합연구를 통해 교통시스템 해외경쟁력 확보

(2) 사회·경제적 측면

- 국내 환경에 맞지 않는 기존 시뮬레이션 구입비용, 유지관리 등으로 인한 비용 감소
- 본 연구개발품의 상용화로 새로운 서비스 시장 창출 및 기회 제공
- 국내·외 시뮬레이션 산업인력양성 및 개발된 연구 기술을 바탕으로 관련 산업 시장 활성화로 인한 전문기업 육성 및 고용증진 기대
- 자동차, 무선통신, 이동통신단말기, 인터넷, 등의 광범위한 산업에 직·간접으로 영향을 주는 등 관련 산업 파급 효과 창출 기대
- 첨단 교통시스템, 도로건설사업 등 관련 교통정책 및 사업의 합리적이고 체계적인 연구개발에 기여
- 국내 전문가 네트워크 구축 및 활발한 교류를 통하여 시뮬레이션 인프라 발전에 기여

2. 이용자 수요에 따른 단계별 활용방안

- 정부, 연구 및 학계, 산업계 등 이용자 그룹별로 교통운영 및 관리서비스 평가, 정책대안 결정 및 사업효과 분석, 국내·외 시작개척 및 전문 인력양성 등 다양한 활용이 가능함

가. 정부

(1) 단기 (운전자 주행행태 데이터베이스/융·복합 교통시물레이션 소프트웨어)

- 스마트하이웨이 사업, C-ITS 시범사업, 평창 동계올림픽 수송계획 등 국가교통 정책 및 사업에 활용
- 첨단 미래교통시스템 설계 및 평가를 위한 미시교통시물레이션(시물레이터 API 모듈 포함)의 활용 촉진을 위한 관련 기준개선에 활용(ex. 에타지침, 교통영향평가 등)
- 국토교통 R&D 기술개발 타과제 및 관련 사업 연계활용
- 각 관련 부처별 기술개발 사업에 따른 연계방안 수립에 활용

(2) 중·장기 (Advanced-미시교통시물레이터/미래형 온라인 교통시물레이터)

- 정부 미래교통시스템 및 첨단자동차 등 정책 수립 및 집행에 활용
- 시물레이터 확대·보급을 위한 체계화된 국가 SW 정책에 활용
- 각 부처별 사업과 연계된 정책효과 분석 및 합리적 정책 수립에 기여
- 차량-ICT 관련 교통정책 결정 지원을 통한 시간·예산절감 에 기여

나. 연구 및 학계

(1) 단기 (운전자 주행행태 데이터베이스/융·복합 교통시물레이션 소프트웨어)

- 미래교통시스템 및 첨단자동차 등에 적용 가능한 시물레이터 개발을 위한 알고리즘 및 모델 개발에 활용
- 중장기 차량-ICT 교통시물레이터 개발을 위한 정책지원에 활용
- 국가 R&D 및 관련 사업 계획 수립에 따른 방향제시 및 연계방안에 활용
- 첨단자동차 및 미래도로환경에 대한 기초데이터 확보 및 분석 자료로 활용
- 교통시물레이터 개발에 따른 다양한 전문 인력양성 및 전문정보 확보를 위한 교육 전략 수립에 활용

(3) 중·장기 (Advanced-미시교통시물레이터/미래형 온라인 교통시물레이터)

- 정부 미래형교통시스템 및 첨단자동차 등 관련 정책 수립 지원에 활용
- 국가 미래형 R&D 및 교통시스템 고도화 사업에 대한 분석·평가 및 투자방향 제시에 활용
- 첨단 미래교통시스템 기반 시물레이션 모델을 응용한 미래형 시물레이터 발전방향 제시 및 개발전략 수립에 활용
- 교통시물레이터를 통한 첨단교통교육 환경 제공 및 교통체계 개선에 활용
- 첨단자동차 및 미래도로에 대한 다양한 교육 및 자료 전달
- 교통시물레이터를 활용한 다양한 연구 활동 및 성과물(논문 및 보고서 등) 산출

다. 산업계

(1) 단기 (운전자 주행행태 데이터베이스/융·복합 교통시물레이션 소프트웨어)

- 교통시물레이터 개발 사업에 대한 기초자료 및 기술 경쟁력 확보
- 첨단자동차 및 미래도로환경 시장에 대한 기초분석 및 관련 산업진출에 대한 전략 수립에 활용
- 미래시장 개척을 위한 인력확보 및 투자 방안 수립에 활용

(2) 중·장기 (Advanced-미시교통시물레이터/미래형 온라인 교통시물레이터)

- 교통시물레이터를 활용한 첨단자동차 및 미래도로환경 시장 개척을 위한 사업타당성 검토 및 평가
- 시물레이터 기술 확보 및 해외시장 개척을 통한 시물레이터 관련 인력 고용확대
- 우리나라 환경에 맞는 차량-ICT 산업 환경 육성 및 이용자 요구에 대응 가능
- 우리나라 현실에 맞는 신규 교통서비스 제공 및 기존 교통서비스 개선
- 첨단 미래교통시스템 기반 시물레이터 기술 확보로 인한 국내시장 보호 및 해외진출 가능

[표 3-14] 이용자 그룹에 따른 단계별 활용방안

구분	단기	중·장기
정부	- 스마트하이웨이 사업, C-ITS 시범사업, 평창동계올림픽 수송계획 등 국가교통 정책 및 사업에 활용 - 시뮬레이터 API 모듈의 활용 촉진을 위한 관련 기준 개선에 활용 - 각 관련 부처별 기술개발 사업에 따른 연계방안 수립에 활용	- 정부 미래교통시스템 및 첨단자동차 등 정책 수립 및 집행에 활용 - 시뮬레이터 확대·보급을 위한 체계화된 국가 SW 정책에 활용 - 각 부처별 사업과 연계된 정책효과 분석 및 합리적 정책 수립에 기여 - 차량-ICT 관련 교통정책 결정 지원을 통한 시간·예산절감에 기여
연구 및 학계	- 미래교통시스템 및 첨단자동차 등에 적용 가능한 시뮬레이터 개발을 위한 알고리즘 및 모델 개발에 활용 - 중장기 차량-ICT 교통 시뮬레이터 개발을 위한 정책 지원에 활용 - 국가 R&D 및 관련 사업 계획 수립에 따른 방향제시 및 연계방안에 활용 - 첨단자동차 및 미래도로환경에 대한 기초데이터 확보 및 분석 자료로 활용 - 교통시뮬레이터 개발에 따른 다양한 전문인력 양성 및 전문정보 확보를 위한 교육전략 수립에 활용	- 정부 미래형교통시스템 및 첨단자동차 등 관련 정책 수립 지원에 활용 - 국가 미래형 R&D 및 교통시스템 고도화 사업에 대한 분석·평가 및 투자방향 제시에 활용 - 시뮬레이션 모델을 응용한 미래형 시뮬레이터 발전방향 제시 및 개발전략 수립에 활용 - 교통시뮬레이터를 통한 첨단교통교육 환경 제공 및 교통체계 개선에 활용 - 첨단자동차 및 미래도로에 대한 다양한 교육 및 자료 전달 - 교통시뮬레이터 활용이 가능한 우수 전문 인력 양성 및 시뮬레이터 분석을 통한 다양한 논문 및 문헌 등 전문정보 확보
산업계	- 교통시뮬레이터 개발 사업에 대한 기초자료 및 기술 경쟁력 확보 - 첨단자동차 및 미래도로환경 시장에 대한 기초분석 및 관련 산업진출에 대한 전략 수립에 활용 - 미래시장 개척을 위한 인력확보 및 투자 방안 수립에 활용	- 교통시뮬레이터를 활용한 첨단자동차 및 미래도로환경 시장 개척을 위한 사업타당성 검토 및 평가 - 시뮬레이터 기술 확보 및 해외시장 개척을 통한 시뮬레이터 관련 인력 고용확대 - 국외뿐만 아니라, 국내 환경에 맞는 차량-ICT 산업 환경 육성 및 이용자 요구에 대응 가능 - 국내·외 현실에 맞는 신규 교통 서비스 제공 및 기존 교통서비스 개선 - 시뮬레이터 기술 확보로 인한 국내시장 보호 및 해외진출 가능

2. 성과물 세부 활용방안

가. 운전자 주행행태 DB 활용방안

- 본 연구의 교통시뮬레이터는 이용자에 따라 다양하게 활용이 가능하며 세부 활용방안을 [그림 3-17]에 제시함

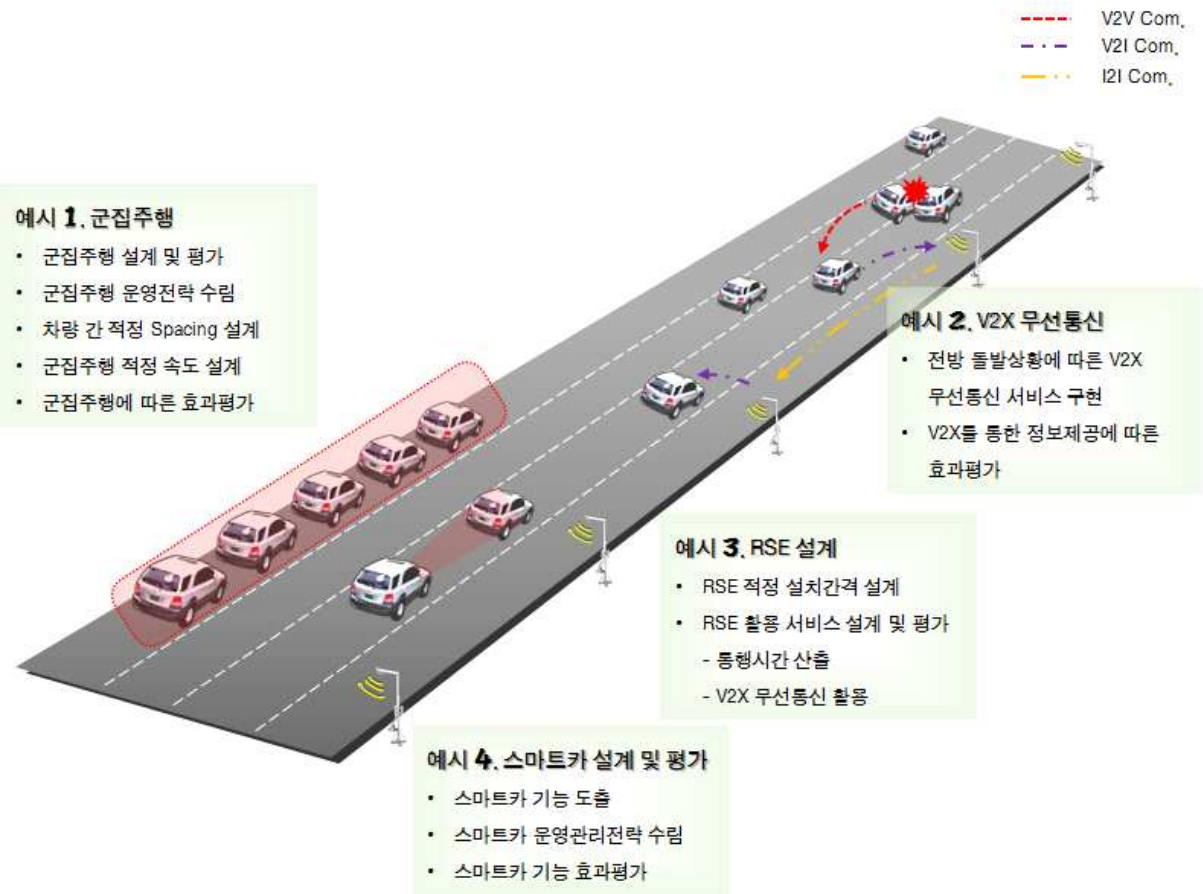
운전자 주행행태 모형 개발	- 미시 교통 시뮬레이터 개발을 위한 개별 운전자 주행행태 모형 개발 시 활용 - 차량추종, 차로변경, 간격수락 모형 등
교통안전증진 기술개발 및 효과평가에 활용	- 교통사고 발생 시 운전자 주행행태 분석을 통한 교통사고 예방 전략 수립에 활용 - 교통사고 원인 분석, 요인 분석, 예방 전략 수립
교통류 관리를 위한 시설물 설치 및 설계방안	다양한 교통 시설물 및 교통류 관리전략에 대한 운전자 행태 분석을 통해 교통시설물 설계 및 교통류 관리전략 수립
타 연구개발 사업의 INPUT 자료로 활용	기존 지능형교통체계 외에 미래형 교통시스템 구현을 위한 다양한 연구 개발시 입력자료로 활용 가능

[그림 3-17] 운전자 주행행태 데이터베이스 활용방안 예시

- 운전자 주행행태 모형 개발
 - 미시 교통 시뮬레이터 개발을 위한 개별 운전자 주행행태 모형 개발 시 활용
 - 차량추종, 차로변경, 간격수락 모형 등
- 교통안전증진 기술개발 및 효과평가에 활용
 - 교통사고 발생 시 운전자 주행행태 분석을 통한 교통사고 예방 전략 수립에 활용
 - 교통사고 원인분석, 요인분석, 예방전략 수립
- 교통류 관리를 위한 시설물 설치 및 설계방안
 - 다양한 교통 시설물 및 교통류 관리전략에 대한 운전자 행태분석을 통해 교통 시설물 설계 및 교통류 관리전략 수립
- 타 연구개발 사업의 Input 자료로 활용
 - 기존 지능형 교통체계 외에 미래형 교통시스템 구현을 위한 다양한 연구 개발 시 입력 자료로 활용이 가능함

- 운전자 주행행태 DB는 운전자(driver), 주행(driving), 도로(roadway), 사고(crash) 데이터로 구분 가능하며 각 데이터를 융합하여 아래와 같이 활용이 가능함
 - 군집주행(자율주행) 운영방안 수립 및 설계 (군집차량대수, 적정속도 등)
 - 군집주행(자율주행) 효과평가
 - 최적 신호시스템 시나리오 설계
 - 시나리오에 따른 혼잡해소 효과평가
 - 시스템 현장적용
 - 시설물 설치위치 선정
 - 교차로 설계 및 기술개발, 현장적용
 - 교차로 안전성 평가
 - External Device 기능을 통한 자료취득
 - 취득 자료를 통한 신뢰성 있는 시뮬레이션 구현 가능
 - 시뮬레이션 테스트베드 적용
 - C-ITS 서비스 우선순위 선정
 - C-ITS 서비스 평가
 - 스마트카 기능을 통한 자율주행 차량 안전성 평가
 - 자율주행 차량 운영방안 수립

- 자율주행시스템(군집주행) 설계 및 평가, 운영전략 수립
- V2X 무선통신 시스템 설계 및 평가, 서비스 구현
- RSE 설계
- 스마트카 설계 및 평가



[그림 3-18] 미래교통시스템 설계 및 평가 예시

나. 미시 교통시뮬레이터 활용방안

- 운전자 주행행태 데이터베이스 외에 개발되는 융·복합 교통시뮬레이션 소프트웨어 및 Advanced-미시교통시뮬레이터는 국내에 개발·적용 될 교통 관리전략 및 서비스 등의 평가에 활용이 가능할 것임
- 특히, 스마트하이웨이사업, C-ITS 사업, 첨단안전자동차 관련 사업 등의 타 연구개발 과제에 대하여 서비스 도출, 사업의 효과 평가 등에 활용이 가능할 것이며, 이와 관련되는 미래교통시스템 및 첨단차량에 대한 기능정립 및 요구사항 설계 시 활용이 가능할 것으로 기대됨
- 미래교통시스템 평가에 대한 예시를 [그림 3-18]에 제시함

3. 실용화 방안

가. 실용화전략 수립절차

- 본 연구의 성과물에 대한 실용화전략은 다음과 같은 절차에 따라 수립될 수 있음



[그림 3-19] 실용화전략 수립절차

나. 교통시뮬레이션 시장의 특성분석

- 공공 인프라인 교통의 특수성
- 수익창출과 시장확대의 한계성
- 제한적 수요와 전문적 지식분야의 협소함
- 중장기적이고 지속적인 투자 필요
- 시장진입과 경쟁이 제한적인 특수성
- 시장 진입 시 안정적이고 지속적인 수익창출 불명확
- 노하우 축적과 신기술 개발의 기회 제공

다. 실용화 목표 및 기본전략 수립

- 최근의 기술 동향을 반영하여 기존 해외 시장의 상업용 교통 시뮬레이션 패키지와 경쟁할 수 있는 제품 판매와 차별화된 실용화 전략을 통한 수익창출을 목표로 함
- 실용화 기본전략은 다음과 같음
 - 상업용과 비상업용 제품의 이원화 전략
 - 교육과 제품판매의 병행전략
 - 정보통신과 교통 엔지니어링 분야와의 다각적인 제휴 노력
 - 컨설팅 사업 참여를 통한 제품판매 확대 전략

라. 표적시장 선정 및 맞춤형 대응전략 수립

- 표적시장 선정 및 맞춤형 대응 전략은 국내시장, 국내지원 해외사업, 해외시장으로 구분할 수 있으며 표적시장 선정에 대한 시장분석 및 대응전략은 다음과 같음

(1) 국내시장

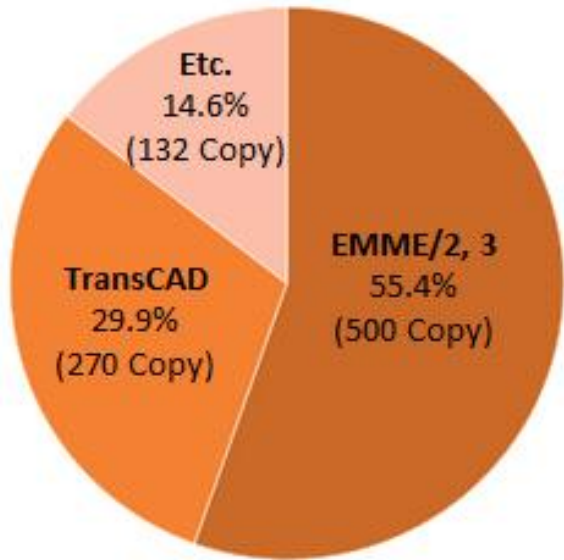
(가) 표적시장 선정(국내시장 현황분석)

- 현재 국내 교통시뮬레이터 주요 수요처는 학교, 연구원, 교통업체 및 관련업체 등 300여 개의 기관으로 추정됨

[표 3-15] 국내 교통시뮬레이터 주요 수요처 현황

사용대상	기관수
학교	77
연구원	11
교통업체	106
관련업체	100
기타	6
Total	300

- 교통수요분석 소프트웨어의 경우, 해외 교통수요분석 소프트웨어의 국내 사용규모는 현재 약 300여개 기관, 약 900copy 규모로 추정되며 교통수요 소프트웨어 중 EMME/2, 3의 사용이 약 500copy로 시장점유율 55%로 가장 많은 비중을 차지함



[그림 3-20] 국내교통수요 s/w 사용 비율

(나) 맞춤형 대응전략

- R&D 등 정부 사업에 대한 평가 도구로서의 권장을 통한 초기 시장진입 전략
- 교육 프로그램 개발을 통한 제품 판매 확대 전략
- IT와 교통 엔지니어링 등 유관사업 분야와의 공조를 통한 마케팅 전략
- 상업용과 비상업용 제품의 이원화를 통한 판매시장 확대 전략

(2) 국내지원 해외사업

(가) 표적시장 선정(국내지원 해외사업 현황분석)

- 국내에서 지원하는 해외사업은 KOICA와 EDCF가 주로 담당하고 있으며, 교통 분야에서는 국가 교통 인프라 개선을 주요사업으로 함
- KOICA
 - KOICA에서 2013년 한 해 동안 지원한 교통 분야 사업규모는 6개국, 11건으로 약 145억 원의 예산을 지원함
 - 1991년부터 2012년까지 KOICA 교통 분야에서 총 660만 불의 금액을 지원하였고 점차 증가하는 추세임

○ EDCF

- EDCF에서 2013년 13개국, 30건의 교통 분야 사업을 지원하며, 총 사업금액 6,148억 원 중 교통 분야가 2,653억 원으로 전체의 39.7%를 차지함

- 국내지원 해외사업 시 개발된 시뮬레이터를 함께 적용하여 교통사업에 활용이 가능함

(나) 맞춤형 대응전략

- KOICA를 비롯한 국내지원 해외사업과의 연계를 통한 해외시장 개척 전략
- 국내지원 해외사업의 평가 프로세스 개발 지원을 통한 제품 판매 확대 전략
- 공무원 교육지원 사업과의 공조체계 구축을 통한 제품 판매 확대 전략
- 현지 업체와의 연계를 통한 제품 A/S지원 확대

(2) 해외시장

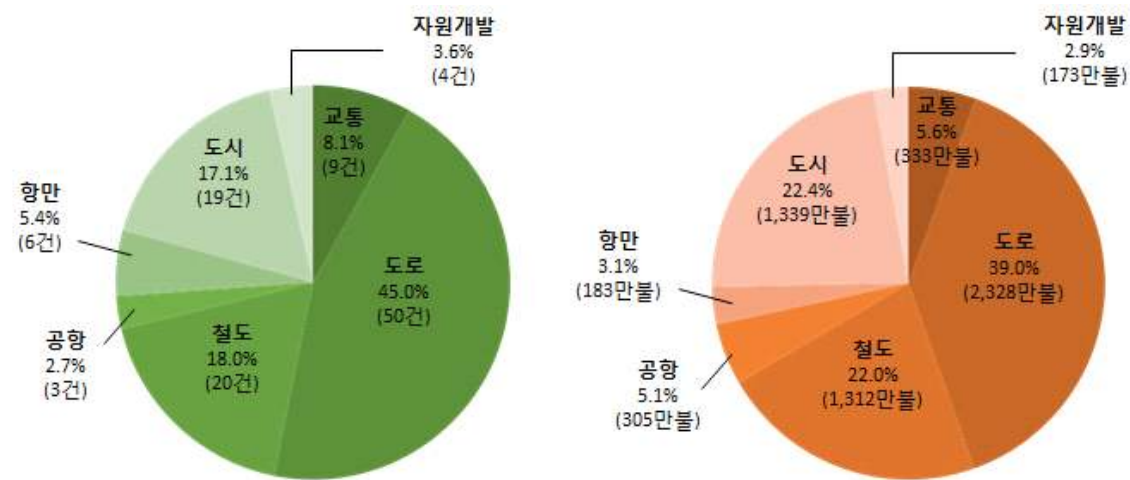
(다) 표적시장 선정(해외사업 현황분석)

- 지난 7년간 수주한 111건의 교통관련 해외 프로젝트의 총 수주금액은 약 5,972만 불이며, 지난 3년간 연평균 약 1,200만불의 수주금액을 거둠
- 아시아(동남아+서남아) 지역이 전체의 67.5%로 큰 비중을 차지하며, 아프리카(20%), 중남미(6%), 중동(5%) 등으로 확대하는 추이를 보임
- 연도별 및 대상지역별 수주실적은 다음과 같음

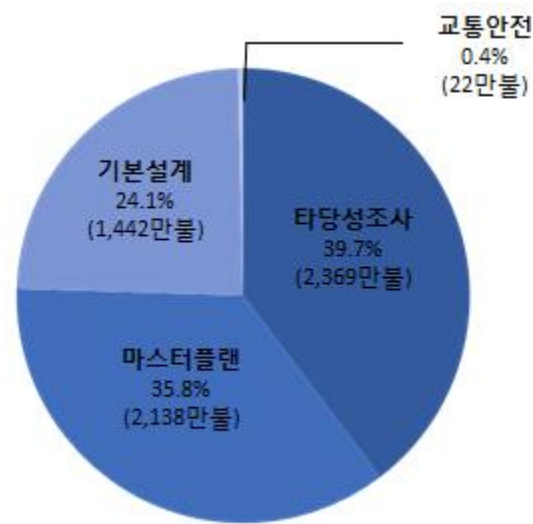


[그림 3-21] 연도별 및 대상지역별 해외사업 수주실적

- 과업내용으로는 타당성조사(40%), 마스터플랜(36%)이 많은 비중을 차지함
- 금액기준으로 도로(39%), 도시(22.4%), 철도(22%) 순이며 건수기준으로 도로(45%), 철도(18%), 도시(17%) 순으로 많은 비중을 차지함
- 과업내용별, 분석대상별 수주실적은 다음과 같음



(a) 분석대상별 건수기준 수주실적 (b) 분석대상별 금액기준 수주실적



(c) 과업내용별 수주실적

[그림 3-22] 과업내용별, 분석대상별 수주실적

(라) 맞춤형 대응전략

- 개발제품의 해외시장 판매 확대를 위한 단기 및 중장기 이원화 전략
- 단기적으로 TRB, ISTTT 등 해외학술 네트워크를 통한 제품홍보 및 판매 확대
- 교통시뮬레이션 분야 해외 경쟁업체와의 기술제휴를 통한 노하우 축적
- 중장기적으로 컨설팅 및 교육 분야와의 시너지 창출

7절 연구수행체계 제안

- 차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통시물레이션 기술개발 기획과제는 연구단 과제로 5개 세부과제, 30개의 세세부과제로 구성하였으며, 아래에 연구수행 추진체계를 제시함

연구단	세부과제	세세부과제
차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통시물레이션 기술개발 첨단 스마트카 기능이 적용된 교통류 분석 및 해석이 가능한 미시적 교통류 시물레이션 기술개발 <연구단 과제> - 연구의 기획 관리 - 기술의 평가 조정 - 연구성과의 실용화·사업화 및 홍보 전략 수립	이용자행태 자료수집 및 모형화 기술 미시적 교통 시물레이터의 구성요소인 운전자, 보행자 등의 이용자 행태 기본 모형을 적용하기 위한 이용자 행태 자료수집 및 모형화 기술 개발	실차기반 운전자 행태 자료수집 기술 DS 기반 운전자 행태 자료수집 기술 운전자 주행행태 데이터베이스 구축 기술 운전자 행태 자료분석 및 모형화 기술 미시적 주행행태 통합 모형 개발 차량 Routing 모형화 기술 NMT 행태 자료수집 기술 NMT 자료분석 및 모형화 기술 노면 대중교통 모형화 기술 Mesoscopic 교통류 모형화 기술
	차량-ICT 기반 교통관리 서비스 구현 기술 무선통신 기능, 첨단 스마트카 기능, 교통 시설물 기능 등이 포함된 서비스 구현 기술 개발	시물레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술 시물레이션용 스마트카 기능 구현 기술 시물레이션용 교통시설물 기능 구현 기술 시물레이션 서비스 통합 기술 기상환경 대응 교통류 시물레이션 구현 기술
	시물레이션 결과 분석 및 해석 기술 평가지표를 도출하기 위한 시물레이션 결과 분석 및 해석 기술 개발	교통운영효율성 분석 기술 교통안전성 분석 기술 교통환경성 분석 기술 시물레이션 결과 시각화 기술
	시물레이션 체계설계 및 개발 기술 - 시물레이션 Architecture 및 Framework를 설계하고 구현 - 앞서 개발된 다양한 기술들에 대한 각 Module간의 Interface를 설계하고 구현	시물레이션 Architecture/Framework 설계 기술 Module간 Interface 설계 기술 병렬/분산 기반 시물레이션 구현 기술 External Device 연계 기술 온라인 기반 교통시물레이션 설계·구현 기술 주행시물레이터/교통시물레이터 연계 기술 Hardware/Software 통합 기술 IMTAS 연계 기술
	시물레이션 검증 기술 - 시물레이션 파라미터 정산 기술 개발 - 개발된 시물레이터에 대한 정확도 및 신뢰도 평가 기술 개발	시물레이션 파라미터 정산 기술 시물레이션 정확도 및 신뢰도 평가 기술 시물레이터 평가를 위한 시범 네트워크 사업

* DS: Driving Simulator
NMT: Non-motorized Transportation

4장 사전타당성 검토

1절 타당성 검토의 개요 및 조사 방법

1. 타당성 검토의 개요

- 사전 타당성 조사는 연구개발 과제의 수행 여부를 결정하기 위한 정책적, 기술적, 경제적 측면의 의사결정 단계로서 객관적인 자료를 바탕으로 다각적인 검토와 세밀한 분석을 필요로 함
- 본 절에서는 타당성 검토를 위한 개략적인 내용과 이를 수행하기 위한 구체적인 조사방법을 제시함
- 제시된 조사방법에 따라서 정책적, 기술적, 경제적 타당성을 분석하고, 각각의 관점에서 수행된 타당성 검토 결과를 바탕으로 종합적 의사결정을 수행함
- 이상에서 제시된 사전 타당성 검토 절차는 아래의 그림과 같음



[그림 4-1] 사전 타당성 검토 절차

2. 평가 내용 및 조사 방법

- 본 과정은 과제 추진의 타당성을 알아보기 위하여 평가의 내용과 기준을 결정하는 단계로서 기존의 다양한 기획과제를 통하여 사용된 평가의 내용과 기준을 참고함
- 정책적, 기술적, 경제적 관점에서 본 과제와 관련성이 깊은 항목을 중심으로 평가의 내용을 결정하고 각각을 평가하기 위한 조사방법을 결정함

가. 정책적 타당성

(1) 평가내용

- 국가 전략적 중요성, 상위 유관계획 및 정부정책 등과의 부합성, 연구개발 추진상의 재원조달 방법에 따른 위험요인과 대응방안 등이 중요한 평가내용

(2) 조사방법

- 국가 전략적 중요성은 미시교통 시뮬레이터 개발과 직·간접적으로 연관되는 국내 교통 관련 정책들을 본 연구개발의 목적 및 활용성과 상호 비교하여 평가함
- 현 정부 국정목표 등 정부정책과 본 연구의 부합성을 평가함
- 본 연구를 추진하기 위한 세부 연구단위 별 재원조달 계획의 구체성 등 위험요인과 대응방안을 평가함

나. 기술적 타당성

(1) 평가내용

- 미시교통 시뮬레이터 개발 관련 기존 연구사업과 중복성 및 차별성, 기술개발 계획의 적절성, 기술수준 및 개발 성공 가능성 등을 평가함

(2) 조사방법

- 미시교통 시뮬레이터 개발의 세부 연구과제 단위별로 기존에 수행되었던 관련 연구개발 사업을 조사하여 본 연구와의 중복성 및 차별성에 대한 평가를 수행
- 세부 연구단위 별 기술개발 계획의 구체성과 실용화 전략 등을 통해 연구개발 계획의 적절성을 평가함
- 미시교통 시뮬레이터 개발 목표와 선진 기술 대비 현재 수준을 고려하여 성공 가능성을 평가함

다. 경제적 타당성

(1) 평가내용

- 본 연구를 통하여 개발된 미시교통 시뮬레이터가 사업화되었을 경우 발생할 수 있는 직접적인 편익을 기준으로 경제성 분석과 본 연구개발을 통하여 직·간접적으로 개발될 기술이 국가 과학기술적 측면에 미치는 파급효과에 대하여 분석함

(2) 조사방법

- 경제성 분석은 본 연구개발에 소요되는 정부 예산을 비용항목으로 설정하고 미시교통 시뮬레이터가 사업화되었을 경우 발생하는 직접 편익인 수입 대체 및 수출효과를 편익항목으로 산정하여 비용/편익 비율을 도출하였음
- 본 연구를 통하여 개발될 미시교통 시뮬레이터를 활용함으로써 발생할 수 있는 통행시간, 혼잡비용, 환경오염비용 절감 편익 등은 객관적으로 정량화하기 어렵다는 한계 때문에 비용/편익 분석에 반영하지 않음
- 과학기술 및 사회적 파급효과는 연구개발을 통하여 개발될 기술이 국가의 과학기술적 측면과 사회적 측면에 미치는 영향을 정성적으로 평가함

2절 정책적 타당성

1. 국가 전략적 중요성

- 정책적 타당성 평가 중 국가 전략적 중요성은 거시적 관점에서 “ 제1차 국가교통 기술개발계획 ” 과 “ 국가통합교통체계효율화법 ” 의 정책적 틀 안에서 살펴볼 수 있고 또한 기초기술 습득이라는 교통 기술의 전략적 중요성 측면에서 설명될 수 있음
- 차량-ICT 기반의 교통관리 정책 및 정보 서비스를 평가할 수 있는 미시교통 시뮬레이터를 개발하는 본 연구는 제1차 국가교통기술개발계획의 전체 비전인 “ 21세기 선진교통기술국가 구현 ” 에 부합하는 전략적 중요성을 갖고 있음
- 본 연구는 “ 국가통합교통체계효율화법 ” 에서 국가 차원의 첨단 교통기술의 개발 목표를 달성하기 위한 정부정책 수행에서 중요한 역할을 담당할 것으로 평가됨
- 또한 본 연구는 시뮬레이터 개발에 따른 관련 분야 해외 선진기술과의 격차해소와 선진국 수준의 교통류 관리 토대 마련이라는 측면에서 중요한 것으로 평가됨

2. 정부 정책과의 부합성

- 차량-ICT 기반의 교통류 관리 및 안전도를 평가하는 본 연구는 5대 국정목표 중의 하나인 ‘안전과 통합의 사회’를 지향하는 현 정부의 정책기조에 정확히 부합하고 있음
- 특히 도로부문의 정책 추진 방향인 교통체계 효율화를 평가하고 달성하기 위한 기반 기술을 개발한다는 측면에서 정부의 정책 방향에 부합함
- 또한 교통운영의 효율성 및 안전관리를 종합적으로 평가할 수 있는 관리수단을 보유함으로써 일관된 정부정책을 추진하기 위한 평가기반 마련을 위해서도 중요함

3. 정책적 위험요인 관리

- 국내 운전자 행태를 분석하기 위한 기초자료 수집단계에서 개인의 프라이버시 침해에 대한 논란이 있을 수 있으나 개인정보의 철저한 보안, 공공의 이익을 위한 최소한의 정보수집 등을 통한 해결 가능성을 모색함으로써 법제도적 측면의 위험요인을 최소화할 수 있을 것으로 판단됨
- 미시교통 시뮬레이터가 본 연구과제의 최종 성과물인 만큼 재원조달 측면에서 공공과 민간의 공조체계 구축이 바람직할 것으로 판단되나, 성과물이 공공의 이익을 대변하는 만큼 정부 예산의 투입비율을 높이는 것이 타당할 것으로 평가됨

3절 기술적 타당성

1. 기존 연구개발 과제와의 중복성 및 차별성

- 교통류 시뮬레이션 모형을 개발하는 본 연구과제와 유사성을 갖는 기존 R&D 과제는 기획된 사례가 없음
- 본 연구과제가 미시교통 시뮬레이터를 개발한다는 측면에서 기존의 거시교통 시뮬레이터인 IMTAS와는 분명히 차별화됨
- 일부 소규모의 모의 교통 네트워크를 대상으로 하는 시뮬레이션 모형이 연구된 사례가 있으나 VISSIM, PARAMICS, AIMSUN 및 CORSIM 등 해외의 상업용 소프트웨어와 비교될 수 있는 대규모 네트워크에 운영될 수 있는 미시교통 시뮬레이터는 개발된 사례가 없음
- 따라서 본 연구는 기존 연구와 중복성이 없다고 판단되며 일부 연계 통합기술을 함께 개발할 경우 기존에 개발되어 있는 성과물과의 시너지 효과를 낼 수 있을 것으로 판단됨
- 또한 차량-ICT 기반의 교통관리 서비스에 대한 시뮬레이터 개발과 효과 평가 방법론을 제시함으로써 기존 상용 소프트웨어와의 차별성이 존재함

2. 기술개발 계획의 적절성

- 본 연구는 이용자행태, 차량의 이동, 차량-ICT 기반의 교통류 관리, 그리고 이들 세 가지 요소를 포괄하는 시뮬레이션 체계 설계와 결과의 평가 및 해석기술 등이 구체적인 세부 연구단위로 기획되어 있음
- 실용화 전략 측면에서는 본 연구 과제에서 개발된 시뮬레이터의 현장 적용이 즉시 가능하다는 점에서 타 과제 대비 실용성이 우수한 것으로 판단됨
- 다만, 연구와 제품 판매, 문제점 보완의 순환구조가 지속성을 갖기 위해서는 구체적인 마케팅 전략과 지속적인 홍보가 필요할 것으로 판단됨
- 총 5개의 세부과제가 유기적으로 연계되어 작동하고 구체적인 실용화 전략을 갖추고 있다는 점에서 본 연구의 기술개발 계획은 적절한 것으로 판단됨

3. 기술수준 및 개발 성공 가능성

- 전문가 설문 조사를 통해 살펴본 결과에 따르면, 미시교통 시뮬레이터 개발과 관련하여 국내 기술수준은 선진국 대비 70%를 밑도는 상황

- 특히 시뮬레이션 체계의 종합설계 능력 및 대규모 교통 네트워크의 자료처리 기술 수준은 선진국 대비 50% 이하로 뒤떨어져 있는 상태
- 본 연구를 성공적으로 수행할 경우 미국과 독일 등 선진국 대비 85% 수준에 도달할 것으로 추정됨
- 교통 각 분야의 축적된 연구개발 역량과 선진국 수준에 도달해 있는 IT 분야의 기술개발 능력을 접목할 경우 본 연구의 기술 개발 성공 가능성은 매우 높은 것으로 판단됨

4절 경제적 타당성

1. 경제성 분석

- 본 연구의 결과는 Advanced-미시교통시뮬레이터의 개발이며, 이 시뮬레이터를 상용화하여 판매하였을 때 발생하는 매출액을 편익으로, 연구개발에 소요되는 정부 예산을 비용으로 분석에 포함하였음
- 본 연구개발에 투입되는 정부 예산은 1단계 150억과 2단계 120억으로 총 비용(C)을 270억으로 설정함
- 현재 국내에서 해외 상용 미시교통 시뮬레이터를 활용하고 있는 기관들이 시뮬레이터의 기능 및 분석 결과에 만족도가 높지 않은 상황으로, 국내 연구진이 사용자들의 요구사항을 적극 반영하여 미시교통시뮬레이터 개발에 성공할 경우 국내 시장에서는 해외 시뮬레이터에 비하여 월등히 높은 경쟁력을 확보할 수 있을 것으로 판단함
- 본 연구로부터 개발되는 Advanced-미시교통시뮬레이터의 주요 수요처는 현재 국내에서 미시 교통시뮬레이터를 사용하는 학교 77개 기관, 연구원 11개 기관, 교통 및 관련 업체 206개 업체, 기타 6개 기관 등 총 300개 기관 (약 900 copy)이 될 것으로 예상됨
- 현재 국내에서 많이 활용되고 있는 미시교통 시뮬레이터인 VISSIM과 PARAMICS 1 copy가 약 2,500만원 정도에 판매되고 있으므로 최대 225억원 국내 판매수익이 발생할 것으로 추정됨
- 현재 KOICA와 EDCF는 수원국의 국가 교통 인프라 개선을 목적으로 교통 분야의 해외원조사업 (ODA)을 추진하고 있으며, 2013년 한 해 동안 2,798억원이 교통사업에 지원되었던 것으로 산출되고 있으며, 국내 교통관련 업계가 최근 3년 동안 수주한 교통관련 해외 프로젝트는 연평균 132억원에 달하는 것으로 집계됨
- KOICA와 EDCF의 해외원조사업과 국내 교통업계의 교통관련 해외 프로젝트 추진시 본 연구를 통하여 개발된 미시교통시뮬레이터를 적용하여 교통사업의 투자 효과를 객관적으로 정량화된 지표로 제시한다면 해외 사업의 성과를 극대화할 수 있을 것으로 예상됨
- 매년 발생하는 해외원조사업과 해외 프로젝트 사업비 총 2,930억원의 10%인 293억을 사업의 사전 타당성 분석 및 사후 효과 평가에 활용한다고 가정하고, 시뮬레이터의 갱신 주기를 5년으로 설정하여 5년 동안 시뮬레이터가 지속적으로 투입될 경우 1,465억원의 편익으로 발생함
- 본 연구에서 도출되는 Advanced-미시교통시뮬레이터의 상용화를 통하여 도출되는 직접적인 편익만 최대 1,597억원으로 추정되므로 편익/비용 분석 결과 (1,597억)/비

용 (270억) = 5.9로 타당성이 있는 것으로 분석됨

- 이는 시물레이터를 개발함으로써 발생할 수 있는 다양한 간접 편익(통행시간, 혼잡비용, 환경오염비용 절감 편익)을 고려하지 않은 결과라는 점에서 더더욱 경제성이 있다고 판단됨

2. 과학기술 및 사회적 파급효과

가. 기술격차 축소

- 거시교통 시물레이터 개발 분야에서 한국은 최근 국토교통 R&D 과제를 통하여 IMTAS를 개발하여 선진국과의 기술격차를 많이 해소하였으나, 미시 교통시물레이터 개발 분야에서는 여전히 선진국과 상당한 기술격차를 보이고 있음
- 미시교통 시물레이터 중 대표적인 VISSIM, PARAMICS, AIMSUN 등이 1990년대에 개발이 시작되어 지속적인 유지·보수를 거쳐 현재와 같은 상용화된 툴로서 자리를 잡고 있으나 우리나라에서는 미시교통 시물레이터를 개발하기 위한 초기 단계이므로 선진국 대비 20년 이상의 기술 격차를 보이고 있음
- 그러나, 국내 연구진은 시물레이터를 개발하기 위하여 필요한 핵심 교통 모형과 소프트웨어 개발 기술을 보유하고 있으므로 이러한 역량을 미시교통 시물레이터 개발을 위하여 집중하면 선도국가와의 기술수준 차이를 극복하고 과학기술 경쟁력을 제고할 수 있을 것으로 기대함

나. 사회적 기대효과

- 본 연구를 통하여 개발되는 Advanced-미시교통시물레이터는 정부, 연구 및 학계, 산업계 등 이용자 그룹별로 교통운영 및 관리서비스 평가, 정책대안 결정 및 사업효과 분석, 국내외 시장개척 및 전문인력 양성 등에 활용될 수 있을 것으로 기대됨
- 정부에서는 C-ITS 시범사업, 평창동계 올림픽 수송계획 등 국가 미래교통시스템의 설계 및 평가를 위한 객관적인 평가 툴로 활용될 수 있으며, 국토교통 R&D 과제 및 관련 사업에서 도출된 기술과 연계하여 ‘종합 교통평가 시스템’의 코어 모듈로 활용될 수 있음
- 연구 및 학계에서는 본 시물레이터를 활용하여 첨단 자동차 및 미래도로환경에 대한 기초 데이터 및 분석 자료를 확보할 수 있으며 다양한 전문인력 양성 및 교육에 필요한 콘텐츠를 개발에 활용할 수 있음
- 산업계에서는 국가 도로 및 교통관련 사업의 설계 및 사전 평가에 적용하여 통행시간 절감편익, 혼잡비용 절감편익, 환경오염비용 절감 편익 등의 편익을 객관적으로 정량화하는데 활용할 수 있음

5절 종합적 타당성

1. 세부적 타당성 평가 결과

가. 정책적 타당성

- 본 연구는 국가 전략적 중요성 측면에서 ‘21세기 선진교통기술국가 구현’과 부합하는 전략적 중요성을 갖고 있음
- ‘국가통합교통체계 효율화법’에서 규정한 국가 차원의 첨단 교통기술 개발 목표를 달성하기 위한 중요한 역할을 담당할 것임
- 현 정부의 5대 국정목표 중의 하나인 ‘안전과 통합의 사회’를 지향하는 현 정부의 정책기조에 부합함

나. 기술적 타당성 측면

- 본 연구의 최종 성과물은 미시교통 시물레이터이며 최근에 개발된 거시교통 시물레이터인 IMTAS와는 차별화되며, 그 외에 유사성을 갖는 R&D 과제가 기획된 사례가 없음
- 차량-ICT 기반의 교통관리 서비스에 대한 시물레이션 기술과 효과 평가 방법론을 포함하기 때문에 기존 상용 소프트웨어와 차별화되며 시장에서 경쟁력을 확보할 수 있음
- 총 5개의 세부과제가 유기적으로 연계되어 작동하고 구체적인 실용화 전략을 갖추고 있다는 점에서 본 연구의 기술개발 계획은 적절함
- 교통 각 분야의 축적된 연구개발 역량과 선진국 수준에 도달해 있는 IT 분야의 기술개발 능력을 접목할 경우 본 연구의 기술 개발 성공 가능성은 매우 높음

다. 경제적 타당성 측면

- 국내 교통관련 기관들이 외산 미시교통 시물레이터를 활용하고 있으나 이 툴에 대한 만족도가 높지 않은 상황에서 수요자들의 요구사항이 적극 반영된 미시교통 시물레이터가 개발될 경우 경쟁력을 보유할 수 있음
- 국내 기관들의 해외 원조사업과 교통관련 해외 프로젝트에 본 사업에서 개발된 시물레이터를 활용할 경우 해외 사업의 성과를 극대화할 수 있을 것임
- Advanced-미시교통시물레이터를 개발함으로써 발생할 수 있는 다양한 간접편익을 제외하고 직접편익만 고려할 경우에도 B/C가 5.9로 타당성이 있음

2. 종합 결론

- 본 연구는 현 정부가 추진하고 있는 국정지표와 일치하고, 현재 일시적으로 낙후되어 있는 우리나라의 교통기술수준을 선진국 수준으로 선도할 수 있으며, 경제적 측면에서도 예산 투입에 대한 직접적인 효과를 기대할 수 있음
- 본 연구에 대한 정책적, 기술적, 경제적 타당성 분석 결과 전반적으로 사업 시행에 대한 타당성이 높은 것으로 평가됨

5장 인력투입계획 및 소요예산 산정

1절 연구일정에 따른 인력투입계획

1. 전체사업 인력투입계획

(단위 : 명)

세부항목	1단계					2단계	소계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
책임연구원	39	88	87	62	35	259	493
연구원	84	191	189	134	77	564	1071
연구보조원	176	399	396	281	162	1181	2243
보조원	168	380	377	268	154	1125	2136
합계	466	1057	1050	745	428	3128	5943

2. 세부과제별 인력투입계획

가. 1세부과제

(단위 : 명)

세부항목	1단계					2단계	소계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
책임연구원	19	39	35	21	8	91	214
연구원	41	86	76	46	18	197	464
연구보조원	86	180	159	96	38	413	972
보조원	82	171	152	91	37	394	926
합계	227	476	422	254	102	1095	2577

나. 2세 부과제

(단위 : 명)

세부항목	1단계					2단계	소계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
책임연구원	7	16	11	6	7	0	47
연 구 원	15	34	24	14	16	0	103
연구보조원	31	72	51	29	33	0	216
보 조 원	30	68	48	27	32	0	205
합 계	82	190	135	76	88	0	572

다. 3세 부과제

(단위 : 명)

세부항목	1단계					2단계	소계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
책임연구원	3	8	10	8	3	0	32
연 구 원	7	18	21	18	7	0	70
연구보조원	15	37	44	37	15	0	148
보 조 원	14	35	42	35	14	0	141
합 계	39	98	117	98	39	0	391

라. 4세 부과제

(단위 : 명)

세부항목	1단계					2단계	소계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
책임연구원	10	24	29	24	10	130	227
연 구 원	21	53	63	53	21	282	493
연구보조원	44	111	133	111	44	590	1,033
보 조 원	42	105	127	105	42	562	984
합 계	117	293	352	293	117	1,564	2,737

마. 5세 부과제

(단위 : 명)

세부항목	1단계					2단계	소계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
책임연구원	0	0	2	2	7	39	50
연 구 원	0	0	4	4	15	85	108
연구보조원	0	0	9	9	31	177	226
보 조 원	0	0	8	8	30	169	215
합 계	0	0	23	23	82	469	598

2절 소요예산 산정

1. 예산 산정 방법

가. 인건비

- 해당과제 참여연구원의 인건비 기준단계 산정을 목적으로 작성하는 것으로 월 기준 단가는 2014년도 회계예규 “예정가격작성기준” 학술연구용역 인건비 기준단가를 참고하여 작성하였음

2. 전체 소요예산

(단위 : 백만 원)

	1단계										2단계		합 계	
	1차년도		2차년도		3차년도		4차년도		5차년도					
	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간	정부	민간
1세부 과제	690	230	1,725	575	1,620	540	1,215	405	750	250	4,200	1,400	10,200	3,400
2세부 과제	315	105	788	263	518	173	293	98	338	113	0	0	2,250	750
3세부 과제	150	50	375	125	450	150	375	125	150	50	0	0	1,500	500
4세부 과제	450	150	1,125	375	1350	450	1,125	375	450	150	6,000	2,000	10,500	3,500
5세부 과제	0	0	0	0	90	30	345	115	315	105	1,800	600	2,550	850
합 계	1,605	535	4,013	1,338	4,028	1,343	3,353	1,118	2,003	668	12,000	4,000	27,000	9,000

3. 세부과제별 소요예산

가. 1세부과제

(단위 : 백만 원)

예산항목	세부항목	예 산 항 목								비율(%)
		1단계						2단계	소계	
		단가 (연급여)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도			
인건비	책임연구원	36.2	114	238	211	127	51	548	1290	18.2
	연구원	27.8	190	397	352	212	85	914	2150	30.3
	연구보조원	18.6	266	556	493	297	119	1279	3010	42.4
	보조원	13.9	190	397	352	212	85	914	2150	30.3
	소 계		759	1589	1409	848	339	3654	8599	121.2
직접비	연구장비 재료비		50	225	0	0	0	0	275	3.9
	연구활동비		63	157	147	111	68	382	928	13.1
	연구수당		0	0	0	0	0	0	0	0.0
	소계		113	382	147	111	68	382	1203	17.0
위탁연구개발비			0	0	0	0	0	0	0	0.0
간접비			27	67	63	47	29	164	398	5.6
합계			900	2037	1618	1006	437	1093	7093	100.0

(1) 인건비

(단위 : 백만 원)

주요 Activity	1단계					2단계	합계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
1.1 실차기반 운전자 행태 자료 수집 기술	159	422	626	522	209	0	1938
1.2 Driving Simulator (DS) 기반 운전자 행태 자료수집 기술	78	96	235	196	78	0	683
1.3 운전자행태 DB구축 기술	52	106	157	131	52	0	498
1.4 운전자행태 자료 분석 및 모형화 기술	261	653	392	0	0	0	1306
1.5 미시적 주행행태 통합 모형 개발	209	313	0	0	0	0	522
1.6 차량 Routing 모형화 기술	0	0	0	0	0	365	365
1.7 Non-motorized Transport 행태 자료수집 기술	0	0	0	0	0	914	914
1.8 Non-motorized Transport 자료분석 및 모형화 기술	0	0	0	0	0	731	731
1.9 노면 대중교통 모형화 기술	0	0	0	0	0	548	548
1.10 Meso-scopie 교통류 모형화 기술	0	0	0	0	0	1,096	1,096

(2) 장비리스트

연차	장비명	용도	수량	단가(만원)	소계(만원)
1차년도	차량	운전자 주행행태 분석	1	2,000	2,000
2차년도	차량	운전자 주행행태 분석	2	2,000	4,000
2차년도	Driving simulator	DS기반 운전자 주행행태 분석시 사용될 Simulator	1	10,000	10,000
2차년도	운전자 주행행태 DB서버	운전자 주행행태 DB구축	1	2,500	2,500

(3) 시작품 제작리스트

연차	장비명	용도	수량	단가(만원)	소계(만원)
1차년도	조사차량	실차기반 운전자 주행행태 분석시 사용될 차량제작	1	1,000	1,000
2차년도	조사차량	운전자 주행행태 분석	2	1,000	2,000

(4) 재료구입

연차	장비명	용도	수량	단가(만원)	소계(만원)
1차년도	차량제작재료	차량제작에 필요한 재료 1set(카메라, 각종센서 등)	1	2,000	2,000
2차년도	차량제작재료	차량제작에 필요한 재료 1set(카메라, 각종센서 등)	2	2,000	4,000

나. 2세부과제

(단위 : 백만 원)

예 산 항 목	세부항목	예 산 항 목								비율(%)
		1단계						2단계	소계	
		단가 (연급여)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도			
인 건 비	책임연구원	36.2	41	95	68	38	44	0	286	12.7
	연구원	27.8	69	159	113	64	73	0	477	21.2
	연구보조원	18.6	96	222	158	89	103	0	668	29.7
	보조원	13.9	69	159	113	64	73	0	477	21.2
	소 계		274	635	450	254	294	0	1,908	84.8
직 접 비	연구장비 재료비		0	50	0	0	0	0	50	2.2
	연구활동비		29	72	47	27	31	0	205	9.1
	연구수당		0	0	0	0	0	0	0	0.0
	소계		29	122	47	27	31	0	255	11.3
위탁연구개발비			0	0	0	0	0	0	0	0.0
간접비			12	31	20	11	13	0	88	3.9
합계			316	788	519	293	337	0	2251	100.0

(1) 인건비

(단위 : 백만 원)

주요 Activity	1단계					2단계	합계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
2.1 시뮬레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술	117	244	176	0	0	0	537
2.2 시뮬레이션용 스마트카 기능 구현 기술	59	147	88	0	0	0	294
2.3 시뮬레이션용 교통시설물 기능 구현 기술	98	245	147	0	0	0	490
2.4 시뮬레이션 서비스 통합 기술	0	0	0	157	235	0	392
2.5 기상환경 대응 교통류 시뮬레이션 구현 기술	0	0	39	98	59	0	196

(2) 장비리스트

연차	장비명	용도	수량	단가(만원)	소계(만원)
2차년도	통신 시뮬레이터	V2X통신기능 분석 시뮬레이터	1	5,000	5,000

(3) 시작품 제작리스트

○ 해당사항 없음

(4) 재료구입

○ 해당사항 없음

다. 3세부과제

(단위 : 백만 원)

예 산 항 목	세부항목	예 산 항 목								비율(%)
		1단계						2단계	소계	
		단가 (연급여)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도			
인 건 비	책임연구원	36.2	20	49	59	49	20	0	196	13.1
	연구원	27.8	33	82	98	82	33	0	326	21.7
	연구보조원	18.6	46	114	137	114	46	0	457	30.4
	보조원	13.9	33	82	98	82	33	0	326	21.7
	소 계		131	326	392	326	131	0	1,305	86.9
직 접 비	연구장비 재료비		0	0	0	0	0	0	0	0.0
	연구활동비		14	34	41	34	14	0	137	9.1
	연구수당		0	0	0	0	0	0	0	0.0
	소계		14	34	41	34	14	0	137	9.1
위탁연구개발비			0	0	0	0	0	0	0	0.0
간접비			6	15	18	15	6	0	59	3.9
합계			152	376	451	376	152	0	1501	100.0

(1) 인건비

(단위 : 백만 원)

주요 Activity	1단계					2단계	합계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
3.1 교통운영효율성 분석 기술	26	65	78	65	26	0	260
3.2 교통안전성 분석 기술	39	98	117	98	39	0	391
3.3 교통환경성 분석 기술	39	98	117	98	39	0	391
3.4 시뮬레이션 결과 시각화 기술	26	65	78	65	26	0	260

(2) 장비리스트

○ 해당사항 없음

(3) 시작품 제작리스트

○ 해당사항 없음

(4) 재료구입

○ 해당사항 없음

라. 4세부과제

(단위 : 백만 원)

예 산 항 목	세부항목	예 산 항 목								비율(%)
		1단계						2단계	소계	
		단가 (연급여)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도			
인 건 비	책임연구원	36.2	59	147	176	147	59	783	1,370	13.0
	연구원	27.8	98	245	294	245	98	1,305	2,284	21.8
	연구보조원	18.6	137	343	411	343	137	1,827	3,197	30.4
	보조원	13.9	98	245	294	245	98	1,305	2,284	21.8
	소 계		392	979	1,175	979	392	5,220	9,135	87.0
직 접 비	연구장비 재료비		0	0	0	0	0	0	0	0.0
	연구활동비		41	102	123	102	41	546	956	9.1
	연구수당		0	0	0	0	0	0	0	0.0
	소계		41	102	123	102	41	546	956	9.1
위탁연구개발비			0	0	0	0	0	0	0	0.0
간접비			18	44	53	44	18	234	410	3.9
합계			451	1125	1351	1125	451	6000	10501	100.0

(1) 인건비

(단위 : 백만 원)

주요 Activity	1단계					2단계	합계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
4.1 시뮬레이션 Architecture 및 Framework 설계 기술	78	196	235	196	78	0	783
4.2 Module간 Interface 설계 기술	117	294	352	294	117	0	1,174
4.3 병렬 분산 기반 시뮬레이션 구현 기술	0	0	0	0	0	1,305	1,305
4.4 External Device 연계 기술 (HILS, CPS 등)	137	343	411	343	137	0	1,371
4.5 온라인 기반 교통시뮬레이션 설계 및 구현 기술	0	0	0	0	0	2,349	2,349
4.6 Driving Simulator(DS)/ Traffic Simulator(TS) 연계기술	59	147	176	147	59	0	588
4.7 HW+SW 통합 기술	0	0	0	0	0	1,044	1,044
4.8 IMTAS 연계 기술	0	0	0	0	0	522	522

(2) 장비리스트

○ 해당사항 없음

(3) 시작품 제작리스트

○ 해당사항 없음

(4) 재료구입

○ 해당사항 없음

마. 5세부과제

(단위 : 백만 원)

예산 항목	세부항목	예 산 항 목								비율(%)
		1단계						2단계	소계	
		단가 (원급여)	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도			
인 건 비	책임연구원	36.2	0	0	12	45	41	235	333	13.1
	연구원	27.8	0	0	20	75	69	392	555	21.8
	연구보조원	18.6	0	0	27	105	96	548	776	30.4
	보조원	13.9	0	0	20	75	69	392	555	21.8
	소 계		0	0	78	300	274	1,566	2,219	87.0
직 접 비	연구장비 재료비		0	0	0	0	0	0	0	0.0
	연구활동비		0	0	8	31	29	164	232	9.1
	연구수당		0	0	0	0	0	0	0	0.0
	소계		0	0	8	31	29	164	232	9.1
위탁연구개발비			0	0	0	0	0	0	0	0.0
간접비			0	0	4	13	12	70	99	3.9
합계			0	0	91	344	316	1801	2550	100.0

(1) 인건비

(단위 : 백만 원)

주요 Activity	1단계					2단계	합계
	1차년도	2차년도	3차년도	4차년도	5차년도		
5.1 시뮬레이션 파라미터 정산 기술	0	0	33	82	49	0	164
5.2 시뮬레이션 정확성 및 신뢰도 평가 기술	0	0	46	114	69	470	699
5.3 시뮬레이터 평가를 위한 시범도시 사업	0	0	0	104	157	1,096	1,357

(2) 장비리스트

○ 해당사항 없음

(3) 시작품 제작리스트

○ 해당사항 없음

(4) 재료구입

○ 해당사항 없음

6장 과제 제안요구서

1절 과제 제안요구서(RFP)

연구과제명	차량-ICT 융·복합 교통류 분석/평가/설계가 가능한 교통시뮬레이션 기술개발
1. 연구개발 목표	○ 첨단 미래교통 기반의 교통정보 수집, 가공 및 제어가 가능하며, 첨단 미래교통시스템 환경에 대한 분석/평가/설계가 가능한 미시적 교통 시뮬레이션 기술개발
2. 연구개발 필요성 및 기술동향	☐ 연구개발의 필요성 ○ 현행 자동차 및 교통 관련 S/W는 통합적으로 활용이 어려워 미래형 자동차 기술이 교통에 미치는 파급력이 어느 정도인지 정량적으로 분석하는데 한계가 있음 - 현 범용 시뮬레이션 패키지는 정보통신 기반 차량안전성능 및 기능과 운전자 행태를 개별 차량 단위의 입력변수로 적용하지 못하여 시뮬레이션 결과의 정확도에 관한 신뢰성 문제를 내포하고 있음 - ICT 융·복합 교통류분석 및 해석/평가를 위해서는 자동차 기능을 연계한 새로운 교통류 시뮬레이션 개발이 요구됨 ○ VISSIM, CORSIM 등 대표적인 교통류 시뮬레이션 모델은 도로체계의 단속류 및 연속류에 대한 미시적/거시적 교통공학 이론을 반영하여 거의 대부분의 교통류 상황에 대한 모사와 분석이 가능함 ○ 그러나 프로그램 매뉴얼에 미리 정의된 기존 교통류 이론을 기반으로 한 분석에서 벗어난 특수한 상황에 대한 모사는 패키지 내의 기본 톨로 제공하지 못하고 있음 - 즉, 분석자 스스로 분석하고자 하는 특정 교통류 상황에 대한 이론적 변수 및 관련 파라미터를 설계하여 이를 Run Time Extension(RTE) 형태로 프로그래밍한 후 VISSIM이나 CORSIM 등 상업용 패키지 Source Code에 연계 컴파일링하여 시뮬레이션 결과를 얻어냄 ○ 최근 미국 TRB의 교통류이론 위원회(AHB20)에서 시뮬레이션 개선 문제에 대해 활발히 논의되고 있는데, 향후 ITS 정보화를 통해 얻어지는 다양하고 특수한 교통류 상황 및 데이터를 어떻게 더 정확하게 시뮬레이션에 반영할 수 있는 지에 초점이 맞추어져 있음 - 예를 들면 2014년 TRB에서는, Active Transportation and Demand Management(ATDM), Dynamic Mobility Application(DMA), Hybrid Simulation for Evaluating Traffic Management Policies, Modeling Managed Lanes with CORSIM, Simulating Drivers’ Enroute Decision Behaviors

	Through Customized Module Development Using VISSIM, Real-time ATM Control with VISSIM 등이 논의됨 ○ 결과적으로, 현 범용 시물레이션 모델은 최근 V2X(V2V, V2I 및 V2N) 기반의 정보통신 적용으로 인한 차량기능(Vehicle Active Function)과 운전자행태(Driver Behavior)에 관한 차량단위 데이터 및 성능속성을 시물레이션 모델에 적용하기 어려워 향후 ITS 2단계인 C-ITS 등에 관한 교통류 모사 및 분석에는 한계를 지님 ○ 따라서 순수 국내 기술로 시도되는 차량-ICT 기반의 첨단 자동차 기능이 반영된 새로운 교통 시물레이터가 개발되어야 하며, 이에 따라 수입에 의존된 시물레이션 패키지를 대체하여 첨단교통 기술 분야를 선도하는 대표적인 창조경제의 성공사례로 부각될 것임
□ 기술동향	(국내·외 연구동향) ○ 최근 기계·전자·통신 및 인간공학(Human Machine Interface)의 발달과 더불어 ICT 기반의 첨단 스마트카 기술이 개발되고 있음. 이는 운전의 위험상황을 통보해주는 운전자정보제공 기술뿐 아니라 단순한 정보전달이 아닌 제어까지 자동화시킨 능동형 첨단 스마트카 기술로 발전하고 있음 ○ 이러한 능동형 첨단자동차 기술에는 저속주행시 자율주행기술, 일반 및 고속주행 상황에서도 적용가능한 적응순항제어 기술 등이 포함됨 ○ 국내뿐만 아니라 유럽, 미국, 일본 등의 다양한 국가에서 무선통신 환경 지원 및 안정화를 위한 기술설계, 개발, 검증과 무선통신 기반의 교통안전 및 정보제공을 위한 다양한 전략에 대한 설계, 분석, 평가와 관련된 첨단 스마트카 관련 프로젝트를 수행하고 있음 ○ 또한, 국내·외에서 차량간 무선통신 기반 차량내 경고정보제공 시스템 평가, 추월 지원시스템 효과평가, 유비쿼터스 환경기반 교통관리전략 분석 등의 첨단 스마트카 기능에 대한 효과평가 연구에 교통시물레이션 및 API 기능을 활용하여 활발히 수행하고 있음 ○ 이러한 연구동향에 따른 ICT 융·복합 교통류분석 및 해석/평가를 위해서는 통신, 자동차 기능을 연계한 새로운 교통류 시물레이션 개발이 요구됨 (국내·외 특허동향) ○ 국내·외 341건의 본 과제 관련 핵심특허 중 아시아 국가의 출원비중이 80% 이상을 차지하며, 그 중 일본업체의 출원 비중이 58.4%로 가장 높으며 한국의 경우 16.1%의 비중을 차지함 ○ 차량-ICT 융복합 교통시물레이션 연계 기술 개발에 관한 특허 출원은 매년 특허건수 및 특허 출원인이 급격히 증가하고 있는 성장기의 기술발전 형태를

	보임 ○ 특히, 시물레이션용 V2X통신 기능 구현기술의 출원 비중이 72.1%로 압도적인 출원 비중을 차지하고 있으며, 2000년대에 본격적으로 확산되고 구현 발전되고 있음 ○ 시물레이션 V2X 통신 기능 구현 분야는 자동차 제조업체의 경우 C-ITS 구축을 위해서는 자동차의 전장화가 필수적이라는 점에 비추어 볼 때 당연한 결과라고 사료되며, 향후에도 지속적인 개발과 출원이 이루어질 것으로 예상됨 ○ 그 중 통신처리 관련 기술의 출원 비중이 40.2%로 가장 높으며 다음으로 교통정보, 교통안전 관련 기술의 비중이 높게 나타남 (국내·외 시물레이션 시장분석) ○ 현재 국내 교통시물레이터 주요 수요처는 학교, 연구원, 교통업체 및 관련업체 등 300여 개의 기관으로 추정됨 ○ 교통수요분석 소프트웨어의 경우, 해외 교통수요분석 소프트웨어의 국내 사용규모는 현재 약 300여개 기관, 약 900copy 규모로 추정되며 교통수요 소프트웨어 중 EMME/2, 3의 사용이 약 500copy로 시장점유율 55%로 가장 많은 비중을 차지함 ○ 이러한 국내 교통시물레이터의 수요 동향에 따라, R&D 등 정부 사업에 대한 평가 도구로서의 권장을 통한 초기 시장진입이 가능할 것임 ○ 국내에서 지원하는 해외 교통사업은 KOICA와 EDCF가 주로 담당하고 있으며, 교통 분야에서는 국가 교통 인프라 개선을 주요사업으로 함 ○ 지난 7년간 수주한 111건의 교통관련 해외 프로젝트의 총 수주금액은 약 5,972만 불이며, 지난 3년간 연평균 약 1,200만불의 수주금액을 거둠 ○ 아시아(동남아+서남아) 지역이 전체의 67.5%로 큰 비중을 차지하며, 아프리카(20%), 중남미(6%), 중동(5%) 등으로 확대하는 추이를 보임 ○ 해외 교통사업과의 연계를 통한 해외시장을 개척하고, 국내지원 해외사업의 평가 프로세스 개발 지원을 통한 성과물의 활용성을 증진시킬 수 있음
3. 연구개발내용	
	(1단계: 5년) ○ (연구단) 연구기획 총괄 및 개발기술 평가·실용화 방안 연구 - 연구개발의 기획 관리 - 개발기술의 평가 및 조정 - 연구개발 성과의 실용화·사업화 및 홍보 전략 수립

- **(1세부) 이용자행태 자료수집 및 모형화 기술**
 - 실차 기반 운전자 행태 자료수집 기술
 - 주행시뮬레이터(DS: Driving Simulator)기반 운전자 행태 자료수집 기술
 - 운전자 주행행태 데이터베이스 구축 기술
 - 운전자 행태 자료분석 및 모형화 기술
 - 미시적 주행행태 통합 모형 개발
- **(2세부) 차량-ICT 기반 교통관리 서비스 구현 기술**
 - 시뮬레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술
 - 시뮬레이션용 스마트카 기능 구현 기술
 - 시뮬레이션용 교통시설물 기능 구현 기술
 - 시뮬레이션 서비스 통합 기술
 - 기상환경 대응 교통류 시뮬레이션 구현 기술
- **(3세부) 시뮬레이션 결과 분석 및 해석 기술**
 - 교통운영효율성 분석 기술
 - 교통안전성 분석 기술
 - 교통환경성 분석 기술
 - 시뮬레이션 결과 시각화 기술
- **(4세부) 시뮬레이션 체계설계 및 개발 기술**
 - 시뮬레이션 Architecture 및 Framework 설계·구현 기술
 - Module간 Interface 설계 기술
 - 병렬/분산 기반 시뮬레이션 구현 기술
 - External Device 연계 기술 (HILS, CPS 등)
- **(5세부) 시뮬레이션 검증 기술**
 - 시뮬레이션 파라미터 정산 기술
 - 시뮬레이션 정확도 및 신뢰도 평가 기술
 - 시뮬레이터 평가를 위한 시범 네트워크 사업

(2단계: 5년)

- (연구단) 연구기획 총괄 및 개발기술 평가·실용화 방안 연구
 - 연구개발의 기획 관리
 - 개발기술의 평가 및 조정
 - 연구개발 성과의 실용화·사업화 및 홍보 전략 수립

- (1세부) 이용자행태 자료수집 및 모형화 기술
 - 차량 Routing 모형화 기술
 - Non-motorized Transport 행태 자료수집 기술
 - Non-motorized Transport 자료분석 및 모형화 기술
 - 노면 대중교통 모형화 기술
 - Mesoscopic 교통류 모형화 기술

- (2세부) 시뮬레이션 체계설계 및 개발 기술
 - 온라인 기반 교통시뮬레이션 설계 및 구현 기술
 - 주행 시뮬레이터(DS: Driving Simulator)/교통 시뮬레이터(TS: Traffic Simulator) 연계 기술
 - Hardware/Software 통합 기술
 - IMTAS 연계 기술
- (3세부) 시뮬레이션 검증 기술
 - 시뮬레이션 정확도 및 신뢰도 평가 기술
 - 시뮬레이터 평가를 위한 시범 네트워크 사업

4. 연구개발 추진방법

☐ 추진전략

- 실용화 및 사업화와 관련된 성과목표 및 지표를 구체적으로 제시하고, 기술의 객관성 및 실효성 확보를 위하여 검증시험 등을 수행. 평가단을 구성하여, 공정하고 신뢰성이 있는 결과 도출 추진
- 수요자·사용자 지향적 기술 개발 추진
 - 당해 기술의 수요자와 관련 운영기관의 실무자 등으로 구성된 기술협의회를 구성하여 상시 자문체계를 구축
 - 당사자 검증과 비당사자 검증을 통한 상호 공유대안 제시
 - 지자체, 운영기관 등의 자문 및 의견수렴
 - 국내/외 세미나 및 워크샵 개최를 통해 자문 수행 및 실효성 검증
- 전문기관과의 긴밀한 협조
 - 전문가 그룹 기술 자문 및 협조 체제 구축
 - 장애인 및 교통약자를 전문가 그룹의 현장적용·검증시 참여
- 국제적인 연구교류의 활성화
 - 해외 전문가 DB구축과 선진국 관련 연구개발 사례에 대한 기술교류 추진
 - Post-Doc. 등 해외 파견 과학자의 활용
 - 국제학술대회 참가를 통한 연구교류

☐ 추진체계

- 실용화 중심의 연구개발 사업으로 정부출연연구기관, 산업체 및 학계 컨소시엄 구성을 통한 공동연구로 수행
- 필요시 외국 전문가 또는 외국기관 활용
- 연구신청자는 과다한 기관수의 참여 및 연구계획 편성으로 인한 추진체계의 비효율성을 최대한 지양하고, 반드시 필요한 기관으로만 구성하여 연구추진의 효율성을 도모할 것
- 연구진의 연구 참여율을 높여 연구집중도 제고 필요

5. 최종성과물	
□ 최종 주요성과물 (1단계: 5년) ○ (전체) 세세부과제별 기술개발 보고서 ○ (1세부) 이용자행태 자료수집 및 모형화 기술 - 실차 기반 운전자 행태 자료수집 기술 - 운전자 주행행태 데이터베이스 - 미시적 주행행태 통합 모형 ○ (2세부) 차량-ICT 기반 교통관리 서비스 구현 기술 - 시뮬레이션용 V2X통신/스마트카/교통시설물 기능 구현 ○ (3세부) 시뮬레이션 결과 분석 및 해석 기술 - 시뮬레이션 결과 분석 기술 - 시뮬레이션 결과 시각화 기술 ○ (4세부) 시뮬레이션 체계설계 및 개발 기술 - 시뮬레이션 Architecture 및 Framework - Module간 Interface ○ (5세부) 시뮬레이션 검증 기술 - 시뮬레이션 정확도 및 신뢰도 평가 (2단계: 5년) ○ (전체) 세세부과제별 기술개발 보고서 ○ (1세부) 이용자행태 자료수집 및 모형화 기술 - Non-motorized Transport 행태 자료수집·분석 및 모형화 - Mesoscopic 교통류 모형화 ○ (2세부) 시뮬레이션 체계설계 및 개발 기술 - Hardware/Software 통합 (Advanced-미시교통시뮬레이터) - IMTAS 연계 ○ (3세부) 시뮬레이션 검증 기술 - 시뮬레이터 평가를 위한 시범 네트워크 사업	

6. 기대효과 및 파급효과	
○ 사회·경제적 기대효과 - 본 연구를 통하여 개발되는 Advanced-미시교통 시뮬레이터는 정부, 연구 및 학계, 산업계 등 이용자 그룹별로 교통운영 및 관리서비스 평가, 정책대안 결정 및 사업효과 분석, 국내외 시장개척 및 전문인력 양성 등에 활용될 수 있을 것으로 기대됨 - 정부에서는 C-ITS 시범사업, 평창동계 올림픽 수송계획 등 국가 미래교통 시스템의 설계 및 평가를 위한 객관적인 평가 툴로 활용될 수 있으며, 국토교통 R&D 과제 및 관련 사업에서 도출된 기술과 연계하여 ‘종합 교통평가 시스템’의 코어 모듈로 활용될 수 있음 - 연구 및 학계에서는 본 시뮬레이터를 활용하여 첨단 자동차 및 미래도로환경에 대한 기초 데이터 및 분석 자료를 확보할 수 있으며 다양한 전문인력 양성 및 교육에 필요한 콘텐츠를 개발에 활용할 수 있음 - 산업계에서는 국가 도로 및 교통관련 사업의 설계 및 사전 평가에 적용하여 통행시간 절감편익, 혼잡비용 절감편익, 환경오염비용 절감 편익 등의 편익을 객관적으로 정량화하는데 활용할 수 있음 ○ 기술적 기대효과 - 거시교통 시뮬레이터 개발 분야에서 한국은 최근 국토교통 R&D 과제를 통하여 IMTAS를 개발하여 선진국과의 기술격차를 많이 해소하였으나, 미시교통시뮬레이터 개발 분야에서는 여전히 선진국과 상당한 기술격차를 보이고 있음 - 미시교통 시뮬레이터 중 대표적인 VISSIM, PARAMICS, AIMSUN 등이 1990년대에 개발이 시작되어 지속적인 유지·보수를 거쳐 현재와 같은 상용화된 툴로서 자리를 잡고 있으나 우리나라에서는 미시교통 시뮬레이터를 개발하기 위한 초기 단계이므로 선진국 대비 20년 이상의 기술 격차를 보이고 있음 - 그러나, 국내 연구진은 시뮬레이터를 개발하기 위하여 필요한 핵심 교통 모형과 소프트웨어 개발 기술을 보유하고 있으므로 이러한 역량을 미시교통 시뮬레이터 개발을 위하여 집중하면 선도국가와의 기술수준 차이를 극복하고 과학기술 경쟁력을 제고할 수 있을 것으로 기대함	
7. 연구개발기간 및 소요예산	
○ 총 연구기간 : 2016년 ~ 2026년 (120개월) - 1단계 연구기간 : 2016.1 ~ 2021.12 (60개월) - 2단계 연구기간 : 2021.1 ~ 2026.12 (60개월) ○ 총 정부출연금 : 27,000백만원 이내 - 1단계 정부출연금 : 15,000백만원 이내 - 2단계 정부출연금 : 12,000백만원 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

- 연구내용, 연구기간 및 연구개발비는 본 과제제안요구서(RFP)를 참조하여 작성
 - 과제의 목적 달성을 위해 필요하다고 판단되는 경우에는 연구내용을 일부 추가할 수 있으나, 그 사유와 근거를 명확히 제시
- 연구수행기관으로 선정 이후 필수 이행사항
 - 연구개발 성과목표·지표별 달성목표치, 가중치 및 개발된 기술·성과물의 목표수준 달성도를 확인할 수 있는 성과점검기준표 작성 및 제출
 - ※ 성과점검기준표는 향후 진도점검·관리 및 평가 등의 근거자료로 활용
 - 주기적 특허 및 시장 동향 조사 실시
- 국제공동연구 또는 전문가 활용방안
 - 필요시 관련 기술 해외 선도기관과의 공동연구 추진방안 및 전문가 활용계획을 연구계획에 포함
- 기 수행되었거나 현재 수행중인 공모과제 관련 연구개발결과의 구체적인 연계·통합 및 활용방안을 연구계획에 포함
- 기 수행하였거나 현재 수행중인 유사과제와 연구내용이 중복되지 않도록 연구개발 계획서를 작성하여야 함
 - ※ www.kaia.re.kr 열린정보, http://rndgate.ntis.go.kr의 유사과제 목록 참조
 - 제안된 연구내용이 타 유사과제와 연구방법이나 목표 등에서 차별화되는 경우에는 포함하여도 무방하되, 그 근거를 명확히 해야 함
 - ※ 연구개발 수행 도중 과제의 중복성이 사후에 발견되거나 연구개발목표가 다른 연구개발에 의하여 성취되어 연구개발을 계속할 필요성이 없어진 때에는 협약을 해약할 수 있음
- 연구관리 전문기관(국도교통과학기술진흥원)은 필요시 선정된 동 과제 연구책임자와 협의를 거쳐 연구개발 계획서를 수정·보완(연구기간 변경, 연구목표, 내용 및 범위 등을 구체화·명확화)할 수 있음
- 기술성숙도(TRL)



2절 평가기준 설정

기준항목		세부항목
연구개발목표(20점)		최종 목표 및 연차별 달성목표의 적절성·타당성(10점)
		성과목표·지표설정의 명확성 및 적절성(10점)
연구개발내용 (20점)		연구과제 연구목표와의 부합성(5점)
		과제목표달성을 위한 세부연구 구성 및 상호연계성(5점)
		연구개발내용의 실현가능성(5점)
		연구개발내용의 차별성 및 창의성(5점)
추진전략 및 계획 (25점)		연구추진체계의 타당성 및 연구진 전문성(10점)
		연구인프라 및 연구지원시스템의 적절성(5점)
		연구기간 및 연구개발비 편성의 적절성(5점)
		국제공동연구 또는 전문가 활용계획의 적정성 및 타당성(5점)
연구성과물의 실용성 및 경제성 (25점)		연구성과물 활용방안의 적절성 및 구체성(10점)
		연구성과물의 실용성 및 사업성(10점)
		연구성과물의 기대성과(사회·경제적, 기술적 파급효과 등)(5점)
핵심연구책임자의 전문성 및 관리능력 (10점)		전문성 및 해당분야 실적(5점)
		연구과제 관리 및 운영 능력(5점)
기타	부합성평가	평가위원 과 반수 이상이 연구개발계획서가 과제제안요구서(RFP)와 부합되지 않는다고 판정 시 탈락 조치
	중복성평가	평가위원 과반수 이상이 기 수행되었거나, 수행중인 과제와 중복되는 것으로 판정 시 탈락 조치

부록 | .

세세부과제 기술수요조사서

부록 || .

'차량-ICT 융복합 교통류 분석/평가/설계를 위한 교통시
물레이션 기술 개발 기획' 기술성숙도(TRL) 정의서

1. 1세부과제 기술성숙도(TRL) 정의서

□ CTE별 기술성숙도 (TRL) 목표 설정

① 핵심기술요소(CTE) 목록

핵심기술요소1-1(CTE1-1)	실차기반 운전자행태 자료수집 기술	최종 TRL	6단계
핵심기술요소1-2(CTE1-2)	운전자 주행행태 데이터베이스 구축 기술	최종 TRL	6단계
핵심기술요소1-3(CTE1-3)	운전자행태 자료 분석 및 모형화 기술	최종 TRL	6단계
핵심기술요소1-4(CTE1-4)	미시적 주행행태 통합 모형 개발	최종 TRL	6단계

② 핵심기술요소(CTE)별 결과물 및 평가항목

- CTE1-1 : 실차기반 운전자행태 자료수집 기술

구 분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	주관기관	자료수집 장비 개발	자료수집 비용 및 수집항목	-논문	실험실	1차 년도
				자료수집 기술 개발				
	2	실용목적 아이디어 · 특허 등 개념정립	주관기관	자료수집 장비 개발	분석서	-요구사항 분석서	실험실	1차 년도
				자료수집 기술 개발			실험실	1차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	자료수집 장비 개발	자료수집 비용, 수집항목, 수집정확도	-논문	실험실	2차 년도
				자료수집 기술 개발		-논문	실험실	2차 년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	자료수집 장비 개발	자료수집 비용, 수집항목, 수집정확도	-논문 -성능 분석서	실험실	2차 년도
				자료수집 기술 개발		-논문 -성능 분석서	실험실	3차 년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	자료수집 장비 개발	자료수집 비용, 수집항목, 수집정확도	-시험 결과 보고서 -시작품 -제작사양서	Test-bed	2차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가		자료수집 기술 개발		-논문, 특허		3차 년도
제 품 화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	-	-	-	-	-	-
	8	시제품 인증 및 표준화	-	-	-	-	-	-
사업화	9	사업화	-	-	-	-	-	-

- CTE1-2 : 운전자 주행행태 데이터베이스 구축 기술

구 분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	주관기관	자료 분석 기술 개발	-	-논문	실험실	1차 년도
				주행행태 DB 구축 기술 개발				
	2	실용목적 아이디어 · 특허 등 개념정립	주관기관	자료 분석 기술 개발	분석서	-요구사항 분석서	실험실	1차 년도
				주행행태 DB 구축 기술 개발			실험실	1차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	자료 분석 기술 개발	성능평가보 고서	-논문 -성능평가보고서	실험실	2차 년도
				주행행태 DB 구축 기술 개발			실험실	2차 년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	자료 분석 기술 개발	성능평가보 고서	-논문 -성능평가보고서	실험실	3차 년도
				주행행태 DB 구축 기술 개발			실험실	3차 년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	자료 분석 기술 개발	성능평가보 고서	-논문 -성능평가보고서	Test-bed	4차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가		주행행태 DB 구축 기술 개발				5차 년도
제 품 화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	-	-	-	-	-	-
	8	시제품 인증 및 표준화	-	-	-	-	-	-
사업화	9	사업화	-	-	-	-	-	-

- CTE1-3 : 운전자행태 자료 분석 및 모형화 기술

구 분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	주관기관	자료 분석 기술 개발	-	-논문	실험실	1차 년도
				모형화 기술 개발				
	2	실용목적 아이디어 · 특허 등 개념정립	주관기관	자료 분석 기술 개발	분석서	-요구사항 분석서	실험실	1차 년도
				모형화 기술 개발			실험실	1차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	자료 분석 기술 개발	성능평가보 고서	-논문 -성능평가보고서	실험실	2차 년도
				모형화 기술 개발			실험실	2차 년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	자료 분석 기술 개발	성능평가보 고서	-논문 -성능평가보고서	실험실	3차 년도
				모형화 기술 개발			실험실	3차 년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	자료 분석 기술 개발	성능평가보 고서	-논문 -성능평가보고서	Test-bed	4차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가		모형화 기술 개발				5차 년도
제품화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	-	-	-	-	-	-
	8	시제품 인증 및 표준화	-	-	-	-	-	-
사업화	9	사업화	-	-	-	-	-	-

- CTE1-4 : 미시적 주행행태 통합 모형 개발

구 분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	주관기관	-	-	-	-	-
	2	실용목적 아이디어 · 특허 등 개념정립	주관기관	-	-	-	-	-
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	주행행태 통합기술	정확도, 시뮬레이션 적용성	-논문 -성능 분석서	실험실	1차 년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	주행행태 통합기술	정확도, 시뮬레이션 적용성			2차 년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	주행행태 통합기술	정확도, 시뮬레이션 적용성	-시험 결과 보고서 -시작품 -제작사양서	Test-bed	3차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	주행행태 통합기술	정확도, 시뮬레이션 적용성			4차 년도
제품화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	-	-	-	-	-	-
	8	시제품 인증 및 표준화	-	-	-	-	-	-
사업화	9	사업화	-	-	-	-	-	-

③ 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

연구과제명		이용자행태 자료수집 및 모형화 기술		과제 유형		시스템		
프레임워크			선행단계		시제품 제작 및 시연			현장적용
마일스톤			현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
				A	B	C	D	최종평가
마일스톤 일정			2014.12.31	2016.12.31.	2017.12.31.	2018.12.31.	2019.12.31.	2020.12.31.
CTE No.	기술 명							
CTE 1-1	실차기반 운전자행태 자료수집 기술		1	2	4	6	-	-
CTE 1-2	운전자 주행행태 데이터베이스 구축 기술		1	2	3	4	5	6
CTE 1-3	운전자행태 자료 분석 및 모형화 기술		1	2	3	4	5	6
CTE 1-4	미시적 주행행태 통합 모형 개발		3	3	3	4	5	6

2. 2세부과제 기술성숙도(TRL) 정의서

□ CTE별 기술성숙도 (TRL) 목표 설정

① 핵심기술요소(CTE) 목록

핵심기술요소2-1(CTE2-1)	시뮬레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술	최종 TRL	7단계
핵심기술요소2-2(CTE2-2)	시뮬레이션용 스마트카 기능 구현 기술	최종 TRL	7단계
핵심기술요소2-3(CTE2-3)	시뮬레이션용 교통시설물 기능 구현 기술	최종 TRL	7단계

② 핵심기술요소(CTE)별 결과물 및 평가항목

- CTE2-1 : 시뮬레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술

구 분	단 계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	주관기관	V2X 통신기능	적용가능성	-논문	실험실	1차 년도
	2	실용목적 아이디어·특허 등 개념정립	주관기관	V2X 통신기능 Abstraction	분석서	-요구사항 분석서	실험실	1차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	V2X 통신기능 Abstraction	통신범위 통신성공률 통신시간	-성능 분석서 -논문	실험실	2차 년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	V2X 통신기능 Abstraction	통신범위 통신성공률 통신시간 타 시스템과의 연계성	-성능 분석서 -논문	실험실	2차 년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	V2X 통신기능 Abstraction	통신범위 통신성공률 통신시간 타 시스템과의 연계성	-성능 분석서 -논문	Test-bed	3차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가						
제품화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	주관기관	V2X 통신기능 Abstraction	통신범위 통신성공률 통신시간 타 시스템과의 연계성	-설계서 -성능/운영 분석서 -논문	시범운영	4차 년도
	8	시제품 인증 및 표준화	-	-	-	-	-	-
사업화	9	사업화	-	-	-	-	-	-

- CTE2-2 : 시뮬레이션용 스마트카 기능 구현 기술

구 분	단 계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	주관기관	스마트카 기능 분석	적용가능성	-논문	실험실	1차 년도
	2	실용목적 아이디어·특허 등 개념정립	주관기관	스마트카 기능 Abstraction	분석서	-요구사항 분석서	실험실	1차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	스마트카 기능 Abstraction	적용가능성 구현정밀성	-성능 분석서 -논문	실험실	2차 년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	스마트카 기능 Abstraction	적용가능성 구현정밀성	-성능 분석서 -논문	실험실	2차 년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	스마트카 기능 Abstraction	적용가능성 구현정밀성	-성능 분석서 -논문	Test-bed	3차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가						
제품화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	주관기관	스마트카 기능 Abstraction	적용가능성 구현정밀성	-설계서 -성능/운영 분석서 -논문	시범운영	4차 년도
	8	시제품 인증 및 표준화	-	-	-	-	-	-
사업화	9	사업화	-	-	-	-	-	-

- CTE2-3：시물레이션용 스마트카 기능 구현 기술

구 분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	주관기관	교통시설물 기능 분석	적용가능성	-논문	실험실	1차 년도
	2	실용목적 아이디어・특허 등 개념정립	주관기관	교통시설물 기능 Abstraction	분석서	-요구사항 분석서	실험실	1차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	교통시설물 기능 Abstraction	적용가능성 구현정밀성	-성능 분석서 -논문	실험실	2차 년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	교통시설물 기능 Abstraction	적용가능성 구현정밀성	-성능 분석서 -논문	실험실	2차 년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	교통시설물 기능 Abstraction	적용가능성 구현정밀성	-성능 분석서 -논문	Test-bed	3차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가						
제품화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	주관기관	교통시설물 기능 Abstraction	적용가능성 구현정밀성	-설계서 -성능/운영 분석서 -논문	시범운영	4차 년도
	8	시제품 인증 및 표준화	-	-	-	-	-	-
사업화	9	사업화	-	-	-	-	-	-

③ 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

연구과제명		차량-ICT 기반 교통관리 서비스 구현 기술		과제 유형		SW		
프레임워크			선행단계		시제품 제작 및 시연		현장적용	
마일스톤			현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
				A	B	C	D	최종평가
마일스톤 일정			2014.12.31	2016.12.31.	2017.12.31.	2018.12.31.	2019.12.31.	2020.12.31.
CTE No.	기술 명							
CTE 2-1	시물레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술		1	2	4	6	7	7
CTE 2-2	시물레이션용 스마트카 기능 구현 기술		1	2	4	6	7	7
CTE 2-3	시물레이션용 교통시설물 기능 구현 기술		1	2	4	6	7	7

3. 3세부과제 기술성숙도(TRL) 정의서

□ CTE별 기술성숙도 (TRL) 목표 설정

① 핵심기술요소(CTE) 목록

핵심기술요소3-1(CTE3-1)	교통운영 효율성 분석 기술	최종 TRL	7단계
핵심기술요소3-2(CTE3-2)	교통안전성 분석 기술	최종 TRL	7단계
핵심기술요소3-3(CTE3-3)	교통환경성 분석 기술	최종 TRL	7단계

② 핵심기술요소(CTE)별 결과물 및 평가항목

- CTE3-1：교통운영 효율성 분석 기술

구 분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	주관기관	평가지표	적용가능성	-논문	실험실	1차 년도
	2	실용목적 아이디어・특허 등 개념정립	주관기관	평가지표 분석 알고리즘	분석서	-요구사항 분석서	실험실	1차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	평가지표 분석 알고리즘	적용가능성 정확도 신속성	-성능 분석서 -논문	실험실	2차 년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	평가지표 분석 알고리즘	적용가능성 정확도 신속성	-성능 분석서 -논문	실험실	3차 년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	평가지표 분석 알고리즘	적용가능성 정확도 신속성	-성능 분석서 -논문	Test-bed	4차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가						
제품화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	주관기관	평가지표 분석 알고리즘	적용가능성 정확도 신속성	-설계서 -성능/운영 분석서 -논문	시범운영	5차 년도
	8	시제품 인증 및 표준화	-	-	-	-	-	-
사업화	9	사업화	-	-	-	-	-	-

- CTE3-2 : 교통안전성 분석 기술

구 분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	주관기관	평가지표	적용가능성	-논문	실험실	1차 년도
	2	실용목적 아이디어·특허 등 개념정립	주관기관	평가지표 분석 알고리즘	분석서	-요구사항 분석서	실험실	1차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	평가지표 분석 알고리즘	적용가능성 정확도 신속성	-성능 분석서 -논문	실험실	2차 년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	평가지표 분석 알고리즘	적용가능성 정확도 신속성	-성능 분석서 -논문	실험실	3차 년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	평가지표 분석 알고리즘	적용가능성 정확도 신속성	-성능 분석서 -논문	Test-bed	4차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가						
제품화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	주관기관	평가지표 분석 알고리즘	적용가능성 정확도 신속성	-설계서 -성능/운영 분석서 -논문	시범운영	5차 년도
	8	시제품 인증 및 표준화	-	-	-	-	-	-
사업화	9	사업화	-	-	-	-	-	-

- CTE3-3 : 교통환경성 분석 기술

구 분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	주관기관	평가지표	적용가능성	-논문	실험실	1차 년도
	2	실용목적 아이디어·특허 등 개념정립	주관기관	평가지표 분석 알고리즘	분석서	-요구사항 분석서	실험실	1차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	평가지표 분석 알고리즘	적용가능성 정확도 신속성	-성능 분석서 -논문	실험실	2차 년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	평가지표 분석 알고리즘	적용가능성 정확도 신속성	-성능 분석서 -논문	실험실	3차 년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	평가지표 분석 알고리즘	적용가능성 정확도 신속성	-성능 분석서 -논문	Test-bed	4차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가						
제품화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	주관기관	평가지표 분석 알고리즘	적용가능성 정확도 신속성	-설계서 -성능/운영 분석서 -논문	시범운영	5차 년도
	8	시제품 인증 및 표준화	-	-	-	-	-	-
사업화	9	사업화	-	-	-	-	-	-

③ 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

연구과제명		시뮬레이션 결과 분석 및 해석 기술		과제 유형		SW		
프레임워크			선행단계		시제품 제작 및 시연		현장적용	
마일스톤			현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
				A	B	C	D	최종평가
마일스톤 일정			2014.12.31	2016.12.31.	2017.12.31.	2018.12.31.	2019.12.31.	2020.12.31.
CTE No.	기술 명							
CTE 3-1	교통운영 효율성 분석 기술		1	2	4	6	7	7
CTE 3-2	교통운영 효율성 분석 기술		1	2	4	6	7	7
CTE 3-3	교통운영 효율성 분석 기술		1	2	4	6	7	7

4. 4세부과제 기술성숙도(TRL) 정의서

□ CTE별 기술성숙도 (TRL) 목표 설정

① 핵심기술요소(CTE) 목록

핵심기술요소4-1(CTE4-1)	시뮬레이션 Architecture 및 Framework 설계 기술	최종 TRL	7단계
핵심기술요소4-2(CTE4-2)	Module간 Interface 설계 기술	최종 TRL	7단계
핵심기술요소4-3(CTE4-2)	HW + SW 통합기술	최종 TRL	8단계

② 핵심기술요소(CTE)별 결과물 및 평가항목

- CTE4-1 : 시뮬레이션 Architecture 및 Framework 설계 기술

구 분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	주관기관	기존 시뮬레이터 분석결과	분석서	-논문	실험실	1차 년도
	2	실용목적 아이디어 · 특허 등 개념정립	주관기관	시뮬레이션 Architecture 및 Framework	분석서	-요구사항 분석서	실험실	2차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	시뮬레이션 Architecture 및 Framework	설계도	-설계도	실험실	3차 년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	시뮬레이션 Architecture 및 Framework	Architecture 평가방법론 활용	-평가보고서	실험실	3차 년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	시뮬레이션 Architecture 및 Framework	Architecture 평가방법론 활용	-평가보고서	Test-bed	4차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가						
제품화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	주관기관	시뮬레이션 Architecture 및 Framework	Architecture 평가방법론 활용	-평가보고서	시범운영	5차 년도
	8	시제품 인증 및 표준화	주관기관	-	-	-	-	-
사업화	9	사업화	공공기관	-	-	-	-	-

- CTE4-2 : Module간 Interface 설계 기술

구 분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	-	-	-	-	-	-
	2	실용목적 아이디어 · 특허 등 개념정립	주관기관	컴포넌트 기반 프레임워크	분석서	-요구사항 분석서	실험실	1차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	Interface 설계	적용가능성 호환성	-성능 분석서 -논문	실험실	2차 년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	Interface 설계	적용가능성 호환성	-성능 분석서 -논문	실험실	3차 년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	Module간 Interface 설계	적용가능성 호환성	-성능 분석서 -논문	Test-bed	4차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가						
제품화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	주관기관	Module간 Interface 설계	적용가능성 호환성	-설계서 -성능/운영 분석서 -논문	시범운영	5차 년도
	8	시제품 인증 및 표준화	-	-	-	-	-	-
사업화	9	사업화	-	-	-	-	-	-

- CTE4-3 : HW + SW 통합기술

구 분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	주관기관	-	-	-	-	-
	2	실용목적 아이디어·특허 등 개념정립	주관기관	-	-	-	-	-
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	-	-	-	-	-
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	-	-	-	-	-
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	HW + SW 통합기술	적용가능성 호환성 시뮬레이션 속도	-성능 분석서	Test-bed	1,2,3차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가						
제품화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	공공기관	HW + SW 통합기술	적용가능성 호환성 시뮬레이션 속도	-통합 SW 시작품	시범운영	4,5차 년도
	8	시제품 인증 및 표준화						
사업화	9	사업화	-	-	-	-	-	-

③ 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

연구과제명		시뮬레이션 체계설계 및 개발 기술		과제 유형		SW		
프레임워크			선행단계		시제품 제작 및 시연		현장적용	
마일스톤			현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
				A	B	C	D	최종평가
마일스톤 일정			2014.12.31	2016.12.31.	2017.12.31.	2018.12.31.	2019.12.31.	2020.12.31.
CTE No.	기술 명							
CTE 4-1	시뮬레이션 Architecture 및 Framework 설계 기술		1	1	2	4	6	7
CTE 4-2	Module간 Interface 설계 기술		2	2	3	4	6	7
마일스톤 일정			2014.12.31	2021.12.31.	2022.12.31.	2023.12.31.	2024.12.31.	2025.12.31.
CTE No.	기술 명							
CTE 4-3	HW + SW 통합기술		-	5,6	5,6	5,6	7,8	7,8

5. 5세부과제 기술성숙도(TRL) 정의서

□ CTE별 기술성숙도 (TRL) 목표 설정

① 핵심기술요소(CTE) 목록

핵심기술요소5-1(CTE3-1)	시뮬레이션 정확성 및 신뢰도 평가 기술	최종 TRL	7단계
-------------------	-----------------------	--------	-----

② 핵심기술요소(CTE)별 결과물 및 평가항목

- CTE5-1 : 시뮬레이션 정확성 및 신뢰도 평가 기술

구 분	단계	TRL 정의	시험평가 주체	시험평가		생산수준 또는 결과물	시험평가 환경	개발 연차
				대상	평가항목			
기초 연구 단계	1	기초이론/실험	주관기관	검증 및 평가기술	적용가능성	-논문	실험실	4차 년도
	2	실용목적 아이디어·특허 등 개념정립	주관기관	검증 및 평가기술	분석서	-요구사항 분석서	실험실	4차 년도
실험 단계	3	실험실 규모의 기본성능 검증	주관기관	검증 및 평가기술	정확도	-성능 분석서 -논문	실험실	4차 년도
	4	실험실 규모의 소재/부품/시스템 핵심성능 평가	주관기관	검증 및 평가기술	정확도	-성능 분석서 -논문	실험실	4차 년도
시작품 단계	5	확정된 소재/부품/시스템의 시작품 제작 및 성능 평가	주관기관	검증 및 평가기술	정확도	-성능 분석서 -논문	Test-bed	5차 년도
	6	파일럿 규모 시작품 제작 및 성능 평가						
제품화 단계	7	신뢰성 평가 및 수요기업 평가	주관기관	검증 및 평가기술	정확도	-실험절차서 -성능/운영 분석서 -논문	시범운영	5차 년도
	8	시제품 인증 및 표준화	-	-	-	-	-	-
사업화	9	사업화	-	-	-	-	-	-

③ 기술성숙도(TRL) 단계별 목표

연구과제명		시뮬레이션 검증 기술		과제 유형		SW	
프레임워크		선행단계		시제품 제작 및 시연		현장적용	
마일스톤		현재 TRL	마일스톤 목표 TRL				
			A	B	C	D	최종평가
마일스톤 일정		2014.12.31	2016.12.31.	2017.12.31.	2018.12.31.	2019.12.31.	2020.12.31.
CTE No.	기술 명						
CTE 5-1	시뮬레이션 정확성 및 신뢰도 평가 기술	-	-	-	-	4	7

6. 핵심기술요소(CTE) 선정 및 목표 설정

□ CTE별 기술성숙도 (TRL) 목표 설정

① 핵심기술요소(CTE) 목록

핵심기술요소1-1(CTE1-1)	실차기반 운전자행태 자료수집 기술	최종 TRL	6단계
핵심기술요소1-2(CTE1-2)	운전자 주행행태 데이터베이스 구축 기술	최종 TRL	6단계
핵심기술요소1-3(CTE1-3)	운전자행태 자료 분석 및 모형화 기술	최종 TRL	6단계
핵심기술요소1-4(CTE1-4)	미시적 주행행태 통합 모형 개발	최종 TRL	6단계
핵심기술요소2-1(CTE2-1)	시뮬레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술	최종 TRL	7단계
핵심기술요소2-2(CTE2-2)	시뮬레이션용 스마트카 기능 구현 기술	최종 TRL	7단계
핵심기술요소2-3(CTE2-3)	시뮬레이션용 교통시설물 기능 구현 기술	최종 TRL	7단계
핵심기술요소3-1(CTE3-1)	교통운영 효율성 분석 기술	최종 TRL	7단계
핵심기술요소3-2(CTE3-2)	교통안전성 분석 기술	최종 TRL	7단계
핵심기술요소3-3(CTE3-3)	교통환경성 분석 기술	최종 TRL	7단계
핵심기술요소4-1(CTE4-1)	시뮬레이션 Architecture 및 Framework 설계 기술	최종 TRL	7단계
핵심기술요소4-2(CTE4-2)	Module간 Interface 설계 기술	최종 TRL	7단계
핵심기술요소4-3(CTE4-2)	HW + SW 통합기술	최종 TRL	8단계
핵심기술요소5-1(CTE5-1)	시뮬레이션 정확성 및 신뢰도 평가 기술	최종 TRL	7단계

☐ 핵심기술요소(CTE) 선정 과정

< 핵심기술요소(CTE) 선정 체크리스트 >

[illegible]

7. 기술성숙도(TRL)에 따른 연구설계도

☐ 세부기술에 따른 연구설계도

세부과제명	세부기술명	목표성능	TRL 유형	TRL 단계	CTE 여부
1. 이용자행태 자료수집 및 모형화 기술	1-1. 실차기반 운전자행태 자료수집 기술		장비/장치	6단계	○
	1-2. Driving Simulator(DS) 기반 운전자행태 자료수집 기술		장비/장치	6단계	
	1-3. 운전자 주행행태 DB구축 기술		시스템	6단계	○
	1-4. 운전자행태 자료 분석 및 모형화 기술		장비/장치	6단계	○
	1-5. 미시적 주행행태 통합 모형 개발		장비/장치	6단계	○
	1-6. 차량 Routing 모형화 기술		장비/장치	6단계	
	1-7. Non-motorized Transport 행태 자료수집 기술		장비/장치	6단계	
	1-8. Non-motorized Transport 자료분석 및 모형화 기술		장비/장치	6단계	
	1-9. 노면 대중교통 모형화 기술		장비/장치	6단계	
	1-10. Meso-scopie 교통류 모형화 기술		장비/장치	6단계	
2. 차량-ICT 기반 교통관리 서비스 구현 기술	2-1. 시뮬레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술		SW	7단계	○
	2-2. 시뮬레이션용 스마트카 기능 구현 기술		SW	7단계	○
	2-3. 시뮬레이션용 교통시설물 기능 구현 기술		SW	7단계	○
	2-4. 시뮬레이션 서비스 통합 기술		SW	7단계	
	2-5. 기상환경 대응 교통류 시뮬레이션 구현 기술		SW	7단계	
3. 시뮬레이션 결과 분석 및 해석 기술	3-1. 교통운영 효율성 분석 기술		SW	7단계	○
	3-2. 교통 안전성 분석 기술		SW	7단계	○
	3-3. 교통 환경성 분석 기술		SW	7단계	○
	3-4. 시뮬레이션 결과 시각화 기술		SW	7단계	
4. 시뮬레이션 체계설계 및 개발 기술	4-1. 시뮬레이션 Architecture 및 Framework 설계 기술		SW	7단계	○
	4-2. Module간 Interface 설계 기술		SW	7단계	○
	4-3. 병렬 분산 기반 시뮬레이션 구현 기술		SW	7단계	
	4-4. External Device 연계 기술(HILS, OPS 등)		SW	7단계	
	4-5. 온라인 기반 교통시뮬레이션 설계 및 구현 기술		SW	7단계	
	4-6. Driving Simulator(DS)/Traffic Simulator(TS) 연계 기술		장비/장치	7단계	
	4-7. HW + SW 통합기술		SW	8단계	○
	4-8. IMTAS 연계 기술		SW	7단계	
5. 시뮬레이션 검증 기술	5-1. 시뮬레이션 파라미터 정산 기술		SW	8단계	
	5-2. 시뮬레이션 정확성 및 신뢰도 평가 기술		SW	7단계	○
	5-3. 시뮬레이터 평가를 위한 시범도시 사업		SW	9단계	

[illegible]

[illegible]

[illegible]

부록 III.

연구비 산정결과

주요 Activity			연구기간 및 연차별 목표					투입인력(명)					장비		재료		시작품		예산 (백만원)	
세부과제	단계	세세부 과제	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	1차 년도	2차 년도	1차 년도	2차 년도	1차 년도	2차 년도		
세부과제 1. 이용자 행태 자료수집 및 모형화 기술	1단계	1.1 실차기반 운전자 행태 자료 수집 기술						책임연: 8 연구원:18 보조연:37 보조원:35	책임연:17 연구원:37 보조연:77 보조원:74	책임연:15 연구원:33 보조연:69 보조원:65	책임연: 9 연구원:21 보조연:43 보조원:41	책임연: 4 연구원: 8 보조연:17 보조원:16	차량 1대	차량 2대	차량제작 재료 1set	차량제작 재료 2set	조사차량 1대	조사차량 2대	2,400	
		1.2 Driving Simulator (DS) 기반 운전자 행태 자료수집 기술						책임연: 3 연구원: 7 보조연:15 보조원:14	책임연: 7 연구원:15 보조연:31 보조원:29	책임연: 6 연구원:13 보조연:27 보조원:26	책임연: 4 연구원: 9 보조연:19 보조원:18	책임연: 2 연구원: 4 보조연: 8 보조원: 7		드라이빙 시뮬레이 터 1set					900	
		1.3 운전자행태 DB구축 기술						책임연: 2 연구원: 5 보조연:10 보조원:10	책임연: 5 연구원:10 보조연:22 보조원:21	책임연: 4 연구원: 9 보조연:19 보조원:18	책임연: 3 연구원: 7 보조연:14 보조원:14	책임연: 1 연구원: 3 보조연: 6 보조원: 5		DB서버					600	
		1.4 운전자행태 자료 분석 및 모형화 기술						책임연: 5 연구원:11 보조연:23 보조원:22	책임연:11 연구원:23 보조연:49 보조원:46	책임연: 9 연구원:21 보조연:43 보조원:41									1,500	
		1.5 미시적 주행행태 통합 모형 개발									책임연: 3 연구원: 7 보조연:14 보조원:13	책임연: 4 연구원: 8 보조연:17 보조원:16							600	
	2단계	1.6 차량 Routing 모형화 기술						2단계 연구과제 내용으로 상세 예산내역 불포함												420
		1.7 Non-motorized Transport 행태 자료수집 기술						2단계 연구과제 내용으로 상세 예산내역 불포함												1,050
		1.8 Non-motorized Transport 자료분석 및 모형화 기술						2단계 연구과제 내용으로 상세 예산내역 불포함												840
		1.9 노면 대중교통 모형화 기술						2단계 연구과제 내용으로 상세 예산내역 불포함												630
		1.10 Meso-scopic 교통류 모형화 기술						2단계 연구과제 내용으로 상세 예산내역 불포함												1,260
세부과제 2. 차량-ICT 기반 교통관리 서비스 구현 기술	1단계	2.1 시뮬레이션용 V2X 통신 기능 구현 기술						책임연: 3 연구원: 6 보조연:12 보조원:12	책임연: 6 연구원:14 보조연:29 보조원:27	책임연: 4 연구원: 9 보조연:18 보조원:17				통신 시뮬레이 터 1set					675	
		2.2 시뮬레이션용 스마트카 기능 구현 기술						책임연: 2 연구원: 4 보조연: 8 보조원: 7	책임연: 4 연구원: 9 보조연:18 보조원:17	책임연: 2 연구원: 5 보조연:10 보조원:10								338		
		2.3 시뮬레이션용 교통시설물 기능 구현 기술						책임연: 2 연구원: 5 보조연:11 보조원:10	책임연: 6 연구원:12 보조연:25 보조원:24	책임연: 3 연구원: 7 보조연:15 보조원:15								563		
		2.4 시뮬레이션 서비스 통합 기술									책임연: 3 연구원: 8 보조연:16 보조원:15	책임연: 4 연구원: 9 보조연:18 보조원:17							450	
		2.5 기상환경 대응 교통류 시뮬레이션 구현기술								책임연: 2 연구원: 4 보조연: 8 보조원: 7	책임연: 3 연구원: 6 보조연:13 보조원:12	책임연: 3 연구원: 7 보조연:15 보조원:14							225	

주요 Activity			연구기간 및 연차별 목표					투입인력(명)					장비	시작품	예산 (백만원)
세부과제		세세부 과제	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도	1차 년도	2차 년도	3차 년도	4차 년도	5차 년도			
세부과제 3. 시뮬레이션 결과 분석 및 해석 기술	1단계	3.1 교통운영효율성 분석 기술						책임연: 1 연구원: 1 보조연: 3 보조원: 3	책임연: 2 연구원: 4 보조연: 7 보조원: 7	책임연: 2 연구원: 4 보조연: 9 보조원: 8	책임연: 2 연구원: 4 보조연: 7 보조원: 7	책임연: 1 연구원: 1 보조연: 3 보조원: 3			300
		3.2交通安全성 분석 기술						책임연: 1 연구원: 2 보조연: 4 보조원: 4	책임연: 2 연구원: 5 보조연:11 보조원:11	책임연: 3 연구원: 6 보조연:13 보조원:13	책임연: 2 연구원: 5 보조연:11 보조원:11	책임연: 1 연구원: 2 보조연: 4 보조원: 4			450
		3.3 교통환경성 분석 기술						책임연: 1 연구원: 2 보조연: 4 보조원: 4	책임연: 2 연구원: 5 보조연:11 보조원:11	책임연: 3 연구원: 6 보조연:13 보조원:13	책임연: 2 연구원: 5 보조연:11 보조원:11	책임연: 1 연구원: 2 보조연: 4 보조원: 4			450
		3.4 시뮬레이션 결과 시각화 기술						책임연: 1 연구원: 1 보조연: 3 보조원: 3	책임연: 2 연구원: 4 보조연: 7 보조원: 7	책임연: 2 연구원: 4 보조연: 9 보조원: 8	책임연: 2 연구원: 4 보조연: 7 보조원: 7	책임연: 1 연구원: 1 보조연: 3 보조원: 3			300
세부과제 4. 시뮬레이션 체계설계 및 개발기술	1단계	4.1 시뮬레이션 Architecture 및 Framework 설계 기술						책임연: 2 연구원: 4 보조연: 9 보조원: 8	책임연: 5 연구원:11 보조연:22 보조원:21	책임연: 6 연구원:13 보조연:27 보조원:25	책임연: 5 연구원:11 보조연:22 보조원:21	책임연: 2 연구원: 4 보조연: 9 보조원: 8			900
		4.2 Module간 Interface 설계 기술						책임연: 3 연구원: 6 보조연:13 보조원:13	책임연: 7 연구원:16 보조연:33 보조원:32	책임연: 9 연구원:19 보조연:40 보조원:38	책임연: 7 연구원:16 보조연:33 보조원:32	책임연: 3 연구원: 6 보조연:13 보조원:13			1,350
	2단계	4.3 병렬 분산 기반 시뮬레이션 구현 기술						2단계 연구과제 내용으로 상세 예산내역 불포함							1,500
	1단계	4.4 External Device 연계 기술 (HILS, CPS 등)						책임연: 3 연구원: 7 보조연:15 보조원:15	책임연: 9 연구원:18 보조연:39 보조원:37	책임연:10 연구원:22 보조연:46 보조원:44	책임연: 9 연구원:18 보조연:39 보조원:37	책임연: 3 연구원: 7 보조연:15 보조원:15			1,575
	2단계	4.5 온라인 기반 교통시뮬레이션 설계 및 구현 기술						2단계 연구과제 내용으로 상세 예산내역 불포함							2,700
	1단계	4.6 Driving Simulator(DS)/ Traffic Simulator(TS) 연계기술						책임연: 1 연구원: 3 보조연: 7 보조원: 6	책임연: 4 연구원: 8 보조연:17 보조원:16	책임연: 4 연구원:10 보조연:20 보조원:19	책임연: 4 연구원: 8 보조연:17 보조원:16	책임연: 1 연구원: 3 보조연: 7 보조원: 6			675
	2단계	4.7 HW+SW 통합 기술						2단계 연구과제 내용으로 상세 예산내역 불포함							1,200
		4.8 IMTAS 연계 기술						2단계 연구과제 내용으로 상세 예산내역 불포함							600
세부과제 5. 시뮬레이션 검증기술	1단계	5.1 시뮬레이션 파라미터 정산 기술								책임연: 1 연구원: 2 보조연: 4 보조원: 4	책임연: 0 연구원: 1 보조연: 2 보조원: 2	책임연: 2 연구원: 4 보조연: 8 보조원: 7			188
시뮬레이션 검증기술	1단계 & 2단계	5.2 시뮬레이션 정확성 및 신뢰도 평가 기술								책임연: 1 연구원: 2 보조연: 5 보조원: 5	책임연: 1 연구원: 1 보조연: 3 보조원: 3	책임연: 2 연구원: 5 보조연:11 보조원:10			263
		5.3 시뮬레이터 평가를 위한 시범도시 사업									책임연: 1 연구원: 2 보조연: 4 보조원: 3	책임연: 3 연구원: 6 보조연:12 보조원:12			300