R&D / 07교통체계-지능08

교통정보 혁신을 위한 제공·관리·평가기술개발 연구보고서 연구단 총괄

2011 국토해양부 한국건설교통기술평가원

Construction & Transportation R&D Report

교통체계효율화사업 최종보고서

R&D / 07교통체계-지능08

교통정보 혁신을 위한 제공·관리·평가 기술개발 연구보고서

(연구단 총괄)

2011. 8.

1세부 협동연구기관 / 한국건설기술연구원
2세부 협동연구기관 / (주)경봉
3세부 협동연구기관 / 한국건설기술연구원
4세부 협동연구기관 / 서울시립대학교

국 토 해 양 부
한국건설교통기술평가원

(보고서 뒷 페이지)

주 의

1. 이 보고서는 국토해양부에서 시행한 국가연구개발사업의 연구보고서입니다.

2. 이 보고서 내용을 발표하는 때에는 반드시 국토해양부에서 시행한 국가연구개발사업의 연구결과임을 밝혀야 합니다.

3. 국가과학기술 기밀유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 아니됩니다.

본 보고서와 관련하여 문의를 원하시는 분은 아래의 문의처로 연락을 주시기 바랍니다.

■ 문의처 : 한국건설교통기술평가원 TEL 031)3896-496

한국건설기술연구원 TEL 031)9100-164

R&D /
07교통체계-지능08

교통정보 혁신을 위한 제공·관리·평가 기술개발 연구보고서

■ **발행일 / 2011. 8.**

■ **발행처 / 한국건설기술연구원**

경기도 고양시 일산서구 고양대로 283

제 출 문

국토해양부장관(한국건설교통기술평가원장) 귀하

이 보고서를 “교통정보 혁신을 위한 제공/관리/평가기술 개발”과제의 보고서로 제출합니다.

2011. 08.

주관연구기관명 : 한국건설기술연구원

주관연구책임자 : 강 원 의

■ 주관연구기관 연구책임자 / 연구 위원 강 원 의

■ 주관연구기관 참여연구원 / 수석연구원 문 병 섭

전임연구원 박 범 진

연 구 원 리 봉

연 구 원 허 진 녕

연 구 원 황 진

보고서 요약서

<table>
<tr><td>과제고유번호</td><td>07교통체계-지능08</td><td>해 당 단 계
연 구 기 간</td><td>2007.12.24 ~
2011.08.29</td><td>단 계 구 분</td><td>전차년도
(1~4차년도)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 사 업 명</td><td>중 사 업 명</td><td colspan="4">교통체계효율화 사업</td></tr>
<tr><td>세부사업명</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 과 제 명</td><td>대 과 제 명</td><td colspan="4">교통정보 혁신을 위한 제공·관리·평가기술 개발</td></tr>
<tr><td>세부과제명</td><td colspan="4">-</td></tr>
<tr><td rowspan="2">연 구 책 임 자</td><td rowspan="2">강원의</td><td>해당단계
참 여
연구원수</td><td>총 : 124명
내부 : 명
외부 : 명</td><td>해당단계
연 구 비</td><td>정부 : 2,840,000천원
기업 : 805,700천원
계 : 3,645,700천원</td></tr>
<tr><td>총연구기간
참 여
연구원수</td><td>총 : 604명
내부 : 명
외부 : 명</td><td>총연구비</td><td>정부 : 15,660,000천원
기업 : 5,185,932천원
계 : 20,845,932천원</td></tr>
<tr><td>연구기관명 및
소 속 부 서 명</td><td colspan="2">한국건설기술연구원</td><td>참여기업명</td><td colspan="2">(주)경봉 외 6개</td></tr>
<tr><td>국제공동연구</td><td colspan="3">상대국명 :</td><td colspan="2">상대국연구기관명 :</td></tr>
<tr><td>위 탁 연 구</td><td colspan="3">연구기관명 :</td><td colspan="2">연구책임자 :</td></tr>
<tr><td colspan="4">요약(연구결과를 중심으로 개조식 500자 이내)</td><td>보고서면수</td><td>419</td></tr>
<tr><td colspan="6">본 연구과제는 ITS를 『수집·가공·제공·평가』의 4단계로 구분하여 각각의 단계별로 4개의 세부과제로 구성하여 연구내용을 선정하였음. 『수집』 단계의 연구를 진행한 1세부과제명은 '교통 및 도로환경 검지기술 개발', 『가공』 단계의 연구를 진행한 2세부과제명은 '지식기반형 교통자료 가공기술 개발', 『제공』 단계의 연구를 진행한 3세부과제명은 '운전자 친화형 교통정보 표출기술 개발', 『평가』 단계의 연구를 진행한 4세부과제명은 '교통자료/정보/사업성 평가기술 개발'로 선정하여 연구를 구성하였음. 연구단의 로드맵을 차년도별로 기초조사 및 프로토타입 개발→1차 시제품 개발→시제품 보완 및 테스트로 설정하여, 즉시 현장적용이 가능한 상용품에 가까운 제품을 개발하였음. 대표성과물로는 『수집』 단계에서 교통정보 및 도로환경정보를 검지하기 위한 다기능 복합검지기와 열적외선을 이용한 교통검지기 시제품이며, 『가공』 단계의 대표성과물은 클라우딩 컴퓨팅이라는 신기술을 접목시킨 새로운 형태의 교통정보센터 플랫폼과 교통정보를 신뢰성 높게 처리하기 위한 가공 알고리즘임. 『제공』 단계에서는 제공매체를 직접개선한 VMS와 HUD, 제공매체를 통하여 스마트폰 등에 직접 서비스하기위한 멀티미디어 기반의 개인 맞춤형 정보제공 기술 등을 개발하였음. 더불어, 지속적인 ITS 재투자의 논리적·학문적 기반을 갖추기 위한 ITS 『평가』 기술로 교통정보의 효용성과 가치화를 평가할 수 있는 기술과 교통시스템을 효과적으로 평가할 수 있는 기술을 개발하였음</td></tr>
<tr><td rowspan="2">색 인 어
(각 5개 이상)</td><td>한 글</td><td colspan="4">ITS 교통정보, 정보수집, 정보가공, 정보제공, ITS평가</td></tr>
<tr><td>영 어</td><td colspan="4">Intelligent Transport Systems, Collection, Processes, Provision and Traffic Service, ITS Evaluation Technology</td></tr>
</table>

요 약 문

Ⅰ. 제목

총괄 제목 : 교통정보 혁신을 위한 제공·관리·평가 기술 개발

1세부과제 제목 : 교통 및 도로환경 검지기술 개발
2세부과제 제목 : 지식기반형 교통자료 가공기술 개발
3세부과제 제목 : 운전자 친화형 교통정보 표출기술 개발
4세부과제 제목 : 교통정보·사업성 평가기술 개발

Ⅱ. 연구개발의 목적 및 필요성

현재 우리나라에서는 지능형교통체계(ITS, Intelligent Transport Systems)를 약 15년 전부터 구축·운영하고 있다. ITS를 통하여 국가의 주요 도로망을 지능화시켰으며 도로이용자들에게 인터넷과 도로전광판(VMS, Variable Message Sign)등으로 도로소통정보 위주의 교통정보를 제공하고 있다. 하지만, 기존 ITS에서 사용하는 시스템의 답습으로는 시스템의 지속적인 확충, 정보제공매체 다양화, 새로운 교통정보 컨텐츠 생성, 이용자들의 고급화된 요구 등을 확대하여 수행하기에 어려운 실정이다. 따라서 향후 예상되는 유비쿼터스 시대의 교통정보이용자들의 정보욕구 충족과 기능혁신을 위해서는 새로운 기술을 이용한 교통정보의 수집·가공·제공체계와 ITS사업의 지속적인 재투자를 위한 ITS 평가에 대한 이론이 확립되어야 할 필요성이 제기되었다.

이에 본 연구에서는 교통정보수집·가공·제공 부문과 이를 평가하는 신기술개발로 국내 ITS를 혁신시켜 국내 ITS구조를 '저비용·고효율의 ITS를 위한 미래지향적인 교통정보 유통기술' 개발을 최종목표로 설정하였다.

이러한 최종목표를 달성하기 위하여 수집, 가공, 제공과 정보의 평가부분을 4개의 세부과제로 나누어서, 각각을 '1)교통 및 도로환경 검지기술 개발', '2)지식 기반형

교통자료 가공기술 개발', '3)운전자 친화형 교통정보 표출기술 개발', '4)교통정보/사업성 평가기술 개발'로 연구 제목을 선정하여 4개의 세부과제별로 최종목표를 아래와 같이 설정하여 과제를 진행하였다. 이들 각 세부과제는 독립적인 연구개발로도 충분한 가치가 있으며, 서로 연계되어 시너지를 발휘하기에 적합한 연구내용을 세부연구내용으로 선정하여 기존 국내 ITS 사업의 혁신을 가져오도록 연구 계획하였다.

Ⅲ. 연구개발의 내용 및 범위

본 연구개발은 최종목표를 달성하기 위하여 4개의 세부과제로 나누어서 총 4년(2007년~2011년)동안 진행하며 1세부과제의 교통정보는 수집단계, 2세부과제의 수집된 교통정보의 가공하는 단계, 3세부과제의 가공된 교통정보의 제공하는 단계, 마지막으로 4세부과제는 교통정보와 시스템을 평가하는 단계와 관련된 내용을 연구한다. 각 단계별 주요 연구내용은 다음과 같다.

교통정보의 수집과 관련된 연구를 진행하는 1세부과제에서는, 기존의 VDS(Vehicle Detecter System), AVI(Automatic Vehicle Identification), CCTV(Closed Circuit Television)등 하나의 기능만을 수행하는 기존 검지기 기능을 융합하여 다기능 복합검지기와 열적외선 검지기를 개발하는 것과 기존검지기와 개발검지기를 특성에 따른 검지기를 지역특성에 맞게 선정할 수 있는 검지기매뉴얼(안)을 작성하는 것을 목표로 연구하였다. 더불어 새로운 검지체계로 항공기를 이용한 방법에 대한 경제성과 이용방안 등을 연구하였다.
2세부과제에서는 교통자료의 가공·처리기술 개발과 관련된 연구를 수행하며, 교통정보센터에서 대용량 데이터를 처리하기 위한 분산처리 기술과 다양한 수집, 제공, 연계 체계와 유연한 정보 연계를 위한 개방형 API(Application Program Interface) 기술 연구, 실제 교통상황과 센터 간의 정보 오차를 최소화하기 위한 정보가공 알고리즘 연구를 통한 교통정보센터 플랫폼 개발과 CCTV 교통영상으로부터 교통정보를 추출하고 관리할 수 있는 교통영상 관리장치 개발을 목표로 연구하였다. 더불어 항공광역자료, 기상정보, 신고/제보정보 등 다양한 매체에서 교통정

보 추출 및 교통상황 판단을 위한 융합가공 방안에 대하여 연구하였다.
3세부과제에서는 운전자 친화형 교통정보제공기술 개발과 관련하여 주로 교통정보를 표출하고 제공하는 매체에 대한 연구를 수행하였다. 즉 최근의 다변화된 첨단 무선통신기술과 ITS를 접목시킨 양방향 멀티미디어 기반 교통정보제공기술 개발로 교통정보 이용의 활성화를 유도 하는 연구, 주요 공공부분의 교통정보매체인 VMS의 고도화에 대한 연구, 허드(HUD, Head Up Display)를 이용한 안전을 고려한 교통 정보제공을 주요 연구내용으로 하였다.
4세부과제에서는 ITS 체계에 대한 평가기술개발과 관련된 연구를 수행하며 교통자료 수집, 가공, 제공의 ITS단계를 교통자료, 교통정보, 교통시스템으로 구분하여 각 부문별로 객관적이고 신뢰할 수 있는 평가기술을 개발하는 것을 주요 연구내용으로 하였다.

Ⅳ. 연구개발결과

본 연구는 총 4차년도로 진행하였으며, 1차년도(기초연구), 2차년도(프로토타입 개발), 3차년도(시제품개발), 4차년도(시스템 보완 및 통합연계)의 절차로 진행하였으며, 각 세부별 연구개발결과는 아래와 같다.

ITS의 『수집』 단계를 연구한 1세부 과제에서는 크게 도로 교통정보 및 환경정보를 한 번에 수집하기 위한 다기능 복합검지기와 열적외선을 이용한 환경독립형 교통검지기 시제품을 개발하였으며, 이동식 밀도기준검지기 시제품용 알고리즘 개발 및 이동식 밀도 기준검지기를 개발하였다. 또한 기존 검지시스템과 개발검지기의 특성에 따른 사업의 목적과 요구사항에 적합한 검지시스템 선정 가이드라인(검지기 매뉴얼)을 작성하였다.
첫째, 다기능 복합검지기 개발의 경우 1, 2차년도 연구 성과인 기상정보 수집기술 및 미끄러움 추정 기술을 기반으로 물 분자의 광(光)파장별 특성(스펙트럼)을 이용한 노면 결빙 및 침수 추정 기술과 물, 먼지 입자의 빛에 대한 산란 특성을 이용한 안개 상태 추정 및 투과 기술을 개발하였으며, 기상정보 수집센서 및 처리 모듈을 보완하여 크기를 줄이고 데이터의 신뢰성 및 안정성을 높이기 위한 보완 시제

품을 제작하였으며, 개발된 도로환경 및 상태정보 수집 기술, 차세대 교통정보 수집 기술의 신뢰성을 향상시키고 이를 검증, 평가를 위한 테스트 베드를 구축하고 평가하고 시험·운영하였으며, 전문적인 검지기 평가기관의 성능평가를 거쳤다.
둘째, 열 적외선을 이용한 환경 독립형 검지기는 요소기술 개발을 통한 시제품 제작, 시험사이트 구축, 성능 검증 및 보완을 수행하였으며 시스템 통합 안정성 및 성능검증을 위한 최종테스트 및 시험·운영하였다.
셋째, 두 지점의 지점검지기를 이용하여 연속류 구간의 밀도측정방안의 쟁점사항을 도출하고 해결대안을 제시하며, 두 지점의 지점검지기를 이용하여 Multi Lanes 밀도검지알고리즘을 개발하였고, 이동식 다차로 기준검지기 개발을 위하여 다양한 형태의 검지방식을 적용하여 각 검지방식의 특성 및 정확도를 검증하였으며, USN방식 이동식 기준검지기 개발에 따른 시제품을 (진·출입 센서부 설계, 일체형 하우징 설계)제작하였다.
넷째, 차량검지기의 기술적 특성 및 설치, 운영 방법에 대하여 사용하기 편리하도록 설명한 사용 지침서를 개발하고 기존검지기의 단점을 보완하여 공동기관에서 연구 개발 중인 다기능복합검지기와 열적외선을 이용한 환경 독립형 교통검지기의 검지기 매뉴얼(안) 작성을 수행하였다. 마지막으로 광역교통정보 수집인프라 구축 및 항공영상을 이용한 교통정보 수집기술 개발의 경우 1,2차년도에 걸쳐 비행운항 환경 조사를 통한 대상지역 선정 및 소규모 무인비행선 그리고 실비행선 제작을 위한 영상안정화 장치를 설계·제작하였으나 향후 실비행선 제작에 있어 비행체 도입 타당성에 대한 조사 및 경제성 평가를 통해 교통부문 활용의 타당성이 다소 떨어지는 것으로 분석되었다.

『가공』 단계에 연구를 진행한 2세부 과제에서는 크게 클라우드 컴퓨팅 환경의 데이터 분산처리 기술과 수집/제공/연계를 위한 개방형 API 기술기반 '개방형 교통정보센터 플랫폼'과 교통정보의 신뢰도 향상을 위한 '지식기반 정보가공 알고리즘', CCTV 교통영상에서 교통정보를 추출하는 '다기능 교통영상 관리장치'를 개발하였다. 이를 시제품으로 제작하여 안산시 기반의 개방형 교통정보센터를 구축하고 1세부 수집 검지기, 3세부 제공 단말과 정보를 연계하였으며, 각 연구 내용별 개발 결과는 아래와 같다.
첫째 개방형 교통정보센터 플랫폼 연구결과로 1, 2차년도에 걸쳐 다양한 대용량

데이터 처리기술을 검토한 결과, 교통정보센터에 적합한 기술로 ① Hadoop 분산처리 플랫폼을 도입하고 비관계형 테이블인 HBase로 데이터를 조직화하여 분산처리와 과거 이력데이터를 이용한 데이터 마이닝이 가능하였다. 또한 DataNode가 많을수록 분산처리 수행 성능은 일반적으로 증가하는데 DataNode는 최대 1,000개(서버 당 1개)까지 확장가능하며, 본 연구과정에서는 최대 16개의 서버를 이용하여 DataNode를 구성하였다. 이렇게 구성된 분산처리 시스템으로 지점평균, 구간평균, 지식기반 교통정보가공 알고리즘의 과거이력을 활용한 주요 파라메터 추출 등을 수행하여 Database와 상호작용을 하도록 구성하였다. Database는 저용량 실시간 작업 및 현재 데이터의 업데이트를 목적으로 사용되며, 이력데이터는 Hadoop 시스템에 누적 적재된다. 그리고 입력된 하나의 데이터는 3대의 서버에 각각 복제되어 이력데이터의 별도 백업 없이도 서버 장애 시, 스스로 복구되었다. 센터 운영자를 위하여 Hadoop의 HDFS 시스템에 적재된 파일 및 교통이력을 관리, 검색할 수 있는 별도의 툴을 함께 개발하였다. 더불어 ② 다양한 수집 및 제공 장치의 수용과 센터 중심의 정보 연계를 위해 SOAP(Simple Object Access Protocol) 기반의 개방형 API를 개발하였는데 이로 인해 센터 구축 및 센터-센터 간, 센터-장비 간 상호운용성과 확장성을 보장하게 되었으며, 1세부 수집검지기, 3세부 제공단말 및 다기능 교통영상 관리장치와 쉽게 연계 하였다. 최근 센터 표준 API 모델을 제시하고자, ITS Korea를 통해 단체표준을 제안하였다.

둘째 지식기반 정보가공 알고리즘의 연구에서는 ① 정보가공 시뮬레이션 테스트베드 구축, ② 지식기반 정보가공 알고리즘 개발, ③ 통합 및 현장시험으로 크게 3가지의 세부목표로 구분하여 단계별 연구를 수행하여, 정보 가공 시뮬레이션 테스트베드 구축결과, 기존 통행시간 산출 알고리즘에 대해 영향분석을 실시하였으며, 이를 통해 각각 교통 상황별 알고리즘의 장단점을 파악하였다. 또한 ④ 검지기 위치에 따른 통행시간 영향분석을 통해 적정 지점검지기 위치를 도출하였다. 지식기반 정보가공 알고리즘 개발결과, 3차년도 개발한 패턴기반 정보가공 알고리즘 보완(통행시간 산출식 비교분석/요일별패턴분류 알고리즘 개발) 및 세부유형별 파라메터 수정/보완 하였다. 또한 휴리스틱 지식기반 정보가공 알고리즘 모듈 개발을 통해 다양한 교통현황 분석 알고리즘을 개발(소통상황분석 알고리즘/패턴수준판단 알고리즘 개발) 하였다. 교통정보 수집 가공 제공을 위한 개방형 교통정보센터 플랫폼 연구와 함께 통합 환경을 구축하였으며, 기존 통행시간 산출 알고리즘에 비해 우수

한 성능을 나타내는 연구결과를 도출하였다.
셋째, 다기능 교통영상장치의 연구에서는 국내외 영상 검지기 및 CCTV 기능을 상세히 분석하여 개발방안을 도출하고 차별화된 제품개발을 위한 연구를 진행하였으며, 다음와 같은 연구 결과를 도출하였다. ① CCTV 움직임 검지, 도로영역 자동판단, 자동차선 추출 기능 등의 영상처리를 통해 Auto-Configuration 구현하였다. 또한 ② DSP 모듈을 활용하여 실시간 영상처리와 ③ 동영상 저장 및 압축을 위한 H/W 압축 CHIP을 활용, H.264 표준으로 실시간 30 frame/sec 압축을 구현하였다. ④ 교통정보에 따라 동영상 정보를 메타데이터화 하여 연계하였으며, ⑤ 시스템 자체 운영자 Web UI를 제공하여 교통정보 검색 및 동영상 표출 기능을 구현하였다. 개발된 다기능 교통영상 관리장치 상용품을 제주도 ITS 센터에 테스트 베드를 구축하였으며, 구축 영상 취득 및 다기능 교통영상 관리장치에 대한 성능 테스트를 추진하고 있다.
그밖에도 1, 2차년도에 걸쳐, 시도한 광역영상(항공)을 이용한 교통정보 추출 및 활용에 대한 연구와 기상정보와 교통정보를 융합, 가공하기 위한 연구, 신고 및 제보 정보를 교통정보로 활용하기 위한 다각적인 연구를 진행하여 여러 편의 논문을 성과물로 도출하였으나, 실제로 구현 가능한 환경을 구축하는 단계에 이르지 못했다. 최종적으로 2세부는 각 연구기관의 성과를 하나로 집적하여 안산시 기반의 테스트베드를 구축하고 시험운영을 진행 중에 있으며, 교통정보센터의 데이터 저장과 처리 임계치를 높이고 확장성, 신뢰성을 높일 수 있는 기술을 확보, 제시하였다.

ITS『제공』단계의 연구를 진행한 3세부과제는 'VMS 기능 고도화 연구', '멀티미디어기반 교통정보 표출기술개발', '멀티미디어 교통정보제공 컨텐츠 개발', '교통정보제공용 HUD 시스템 시제품 개발'의 네 가지 과제로 구분된다. 각 과제별 연구 내용 및 개발 결과는 아래와 같다.
첫째, VMS 기능고도화 연구결과는 다음과 같다.
1차년도 연구에서는 VMS 기능 고도화를 위한 요구사항 및 연구동향조사를 포함한 연구추진 아키텍쳐를 설계하였으며, 2차년도 연구에서는 실제 이용자들이 VMS에 대해서 어떻게 생각하는지, 또 VMS의 개선사항이 무엇인지에 대한 선호도 조사와 IPA 분석을 수행하였으며, 그 결과 운전자들은 ① 문자보다는 이미지를 선호하고 이미지보다는 음성정보를 선호하는 것으로 나타났고, ② 교통정보제공매체에 있어서

는 여전히 VMS가 우위에 있는 것으로 분석되었다. 3차년도 연구에서는 앞서 조사한 결과 즉, 음성정보에 대한 선호와 VMS라는 매체를 결합하기 위해서, 오디오 워터마킹기법과 FM 라디오 주파수를 이용한 VMS 정보전송 송수신장치를 제작하고 현장테스트를 실시하였다. 테스트 결과 ① VMS 음성정보검출율은 속도 40km/h이상까지 100% 검출되었고, ② 문자정보 검출율의 경우, VMS가 설치되어있는 지점 상류부 200m 지점까지는 95%가 검출되었으나, 차량 진행방향의 하류부로 갈수록 검출율이 떨어지는 것으로 나타났다. ③ 아울러, 차량에 장착된 라디오 액정을 통하여 VMS 정보를 제공받을 수 있는 방안에 대한 기술적인 검토를 실시하였다. 4차년도 연구에서는 VMS 자체의 시인성 향상과 에너지저감을 목표로 ① 광학렌즈를 이용한 시인성 향상 및 에너지 절감 VMS 모듈을 제작하고 ② 광도 및 에너지 절감 효과에 대한 현장시험을 실시하였다. 본 연구의 현장테스트 결과, 에너지 부문 저감 효과는 Chip-LED 사용과 광학렌즈를 이용하여 광원을 집광시킴으로서, 전력소모량이 50% 개선되었으며, 시인성 부문에서는 기존 VMS가 상하좌우 약 50~60도의 '빛 공해'를 발생시킨 반면 본 연구결과는 좌우±40°, 상+10° 하-40°로 그 시야각을 개선하고 운전자의 시인성을 향상시킬 수 있는 것으로 나타났다.

둘째, 멀티미디어기반 교통정보 표출기술 개발의 연구결과는 다음과 같다.

본 연구에서는 Mobile IPTV기반의 멀티미디어 교통정보를 이동단말에 효율적으로 표출하는 것을 목표로 1차년도에는 교통정보 제공 서비스 선진사례 분석, 교통정보 제공 콘텐츠 기획, 교통정보 전송/압축 기술조사 분석, 교통정보 방송 시스템 연동 기술조사 분석, 서비스 시나리오 구성 및 플래시 제작, UMPC 데모 시작품 제작을 진행하였다. 2차년도에는 이를 바탕으로 교통방송 및 전송시스템 개발, 표출기술, 콘텐츠 기술을 위주로 연구를 진행하였으며, 3차년도에는 교통정보 제공 시제품 제작을 위주로 진행하였으며 멀티미디어 교통정보 관련 콘텐츠 연구/구현/연동 시험, 교통정보 가공/제공/변환 기술 개발, 멀티미디어 교통정보 표출을 위한 단말 기술 개발을 수행하였다. 최종 4차년도 주요 연구개발은 크게 ① 콘텐츠 제공기술, ② 전송기술, ③ 표출 및 단말기술 세 가지로 구성되며, 콘텐츠 제공은 교통정보관련 원시데이터 제공기술, 전송은 3G/4G의 WMAN망 관련 기술, 표출 및 단말은 스마트 폰 상에서의 교통정보 제공을 위한 기술개발 중심으로 요약할 수 있다.

셋째, 멀티미디어 교통정보제공을 위한 컨텐츠 가공기술 개발의 연구결과는 다음과 같다. 1차년도 연구는 기초연구 단계로서 상황인식 기반의 지능화된 교통정보 제

공을 기술을 위한 조사 분석과 사용자 및 교통정보에 대한 Ontology 모델링을 통해 상황인식 기반 교통정보 추천 기술 연구의 기초를 다졌다. 2차년도 연구는 설계 단계로서 기초연구를 발판으로 교통정보 제공 Open API 서비스 플랫폼과 Rule 기반 교통정보 추천 알고리즘이 포함된 교통정보 추천 시스템의 상세 설계와 위치기반 교통정보 추천 서비스 기술을 개발하였으며, 상황인식 기반 운전자 콘텐츠 추천 시나리오 수립 및 연차별 기술개발 목표를 설정하였고, 3차년도 연구는 프로토타입 개발 단계로서 교통정보 XML 메시지 규격 확장 개발과 Open API 서비스 확장 개발을 통한 교통정보 콘텐츠 가공 플랫폼의 프로토타입을 개발하였고, 운전자의 선호도를 반영하고 서비스 이용 이력을 활용한 선호도 기반 교통정보 추천 알고리즘을 포함한 교통정보 추천 서비스 개발을 완료하였다. 4차년도 연구는 이전 단계의 연구 내용을 보완하기 위하여 연계 가능한 교통정보 콘텐츠를 발굴하여 제공하는 서비스를 개발하고, 지능화된 교통정보 추천 서비스가 어떠한 형태로 운전자에게 서비스를 제공할 수 있는지를 구현하는 것을 목표로 진행하여, 그 연구의 결과로는 현재 각 기관에서 개별적으로 제공하고 있는 SNS(social network service) 기반 교통정보를 추가 콘텐츠로 발굴하여 이를 활용해 지도 기반의 편리한 SNS 교통정보 제공 스마트폰 기능을 개발하였으며, 교통정보 추천 서비스와 연계되어 교통정보를 중요도 우선순위로 능동적 표출하는 스마트폰 시연 프로그램을 구현하였다. 본 연구의 특성상 다양한 교통정보 콘텐츠를 활용하여 운전자에게 적합한 교통정보를 추천해 주는 시스템을 연구 개발하는 것이 목적으로 콘텐츠 추천 기술은 온톨로지화된 운전자정보, 차량정보, 주행정보(목적, 경로), 다양한 교통정보 콘텐츠(멀티미디어 정보 포함)를 서버단에서 Rule 기반 추론 엔진을 통해 운전자에게 적합한 교통정보로 중요도에 따라 우선적으로 추천하여 제공하는 기술로 교통정보 제공 분야에 있어서 최초 시도되는 것으로 이를 적용한 지능화된 네비게이션 개발이 가능할 것으로 전망된다.

넷째, 교통정보제공용 HUD 시스템 개발의 연구결과는 다음과 같다. HUD개발 목표는 운전자가 주행중 주시야를 이동하지 않고 교통정보제공 취득할 수 있는 HUD 시스템을 개발하는 것이다. 이를 위하여 HUD 시스템의 광원부, 광학부, LCD부, 제어부를 연차별 개발계획에 맞추어 기술개발을 수행하였다. 1차년도에는 홀로그램 영상 디스플레이에 대한 기초연구를 실시하고 교통정보 제공용 HUD 시스템의 개념정립 및 설계를 수행하였으며, 적용성 검토를 위하여 프로토타입을 제작하고 차

량 유리면에 투과실험을 실시하였다. 실험결과, 표출 데이터의 육안 식별은 가능한 수준이나 이중상과 왜란현상이 나타났다. 이를 보완하기 위하여 2차년도에는 HUD 광학부 및 광원부를 보완하고 교통정보제공을 위한 인터페이스 모듈 및 하드웨어를 설계/개발하였다. 상기 결과물을 바탕으로 주야간 실험을 실시하였으며, 실험결과 이중상을 제거하고 선명도와 영상의 크기를 개선하였다. 3차년도에는 HUD 시제품을 제작하여 차량에 장착하고 실제 도로주행 테스트를 실시, 도로 주행 시험에 따른 HUD 시스템 일부(정보전달과 관련된 CAN 통신 모듈)를 보완하였다. 4차년도에는 3차년도 개발된 시제품을 기반으로 콘텐츠와 색상에 대한 설문조사 및 시뮬레이션을 실시하였으며, 다양한 색상과 콘텐츠를 이용자가 직접 선택할 수 있는 키패드 시스템을 개발하고 차량으로부터 전원을 공급받는 HUD 특성을 감안하여 과전압 및 과전류 보호를 위한 전원부 회로 설계 및 제작하였다.

ITS의 『평가』 단계를 연구한 '교통자료 평가기술개발'에서는 기존 연구 및 다양한 알고리즘의 검토를 통하여 ①차량검지기를 통해 수집되는 교통자료의 정확도를 평가함으로써 교통자료 평가 알고리즘 및 프로그램을 개발하였다. 또한 ②교통자료가 요구하는 정확도를 결정할 수 있는 기술을 검토하고, 정확도 개선에 대한 발생 편익을 산정하였다. '교통정보 평가기술개발'에서는 ①교통정보 효용성 평가기술로 이용자 만족도 모형을 구축하였으며, 이는 이용자 만족도 설문조사를 통하여 교통정보의 효용성을 점수로 평가할 수 있는 기술이다. 설문조사를 통하여 평가되는 이용자 만족도 점수는 개발된 이용자 만족도 등급을 통해서도 손쉽게 평가가 가능할 수 있도록 하였다. 또한 ②교통정보 가치화 기술을 개발하여, VMS와 BIS의 교통정보에 대하여 이용자 가치를 산정할 수 있는 가치함수를 개발하였으며, 이를 통하여 손쉽고 간단하게 이용자 가치를 산출할 수 있게 되었다. ③교통정보 품질관리 기술개발을 통해서는 이용자 측면에서 교통정보 제공시스템에 대한 품질관리를 수행할 수 있는 방안을 제시하였으며, 이는 이용자 만족도 모형을 이용한 방법과, 이용자 만족도 설문조사가 불가능할 때 사용할 수 있는 효용함수를 이용한 방법, 본 연구에서 수행한 가상주행실험을 통한 적절한 정보 컨텐츠를 포함한다.
'교통 시스템 평가기술개발'에서는 ①단위 ITS 사업별로 타당성을 평가할 수 있도록 비용 및 편익항목을 설정하고 평가프로세스를 정립하여 ITS사업 타당성 평가지침을 완성하였다. 이는 ITS사업 전체적으로 타당성 평가방법론을 통일하여 객관적

이고 신뢰할 수 있는 방법론을 마련하였다는데 의의가 있다. 개발된 타당성 평가기술에 대한 적용을 위하여 ITSBC 소프트웨어를 완성하였으며, 이는 국외 IDAS소프트웨어를 국내 실정에 맞도록 수정 및 보완한 내용이다.

Ⅴ. 연구개발결과의 활용계획

수집단계를 연구하는 1세부과제는 대부분이 ITS 검지기를 제작하여 현장에 설치하는 업체들이 직접 연구에 참여하여 실제로 현장 적용성이 크고 상용화할 수 있는 연구위주로 연구결과를 도출하였다. 첫째, 도로 환경 및 교통정보 수집을 위한 차세대 검지 시스템 개발로서 기존 검지체계의 단점을 보완하여 도로 이용자에게는 보다 안전한 도로 및 교통 정보를 제공하고 운영 및 관리자에게는 도로의 효율적 관리를 지원하며 다양한 통신 기술 기반 첨단 교통정보 수집 및 제공 기술을 개발하여 향후 요구되는 유용하고 편리한 교통정보 이용 환경 구축의 기반을 제공한다. 또한 기존 ITS검지체계를 개선하여 새로운 교통정보 유통체계의 구축을 통해 교통정보 유통의 활성화 및 여행자정보 고급화 서비스를 조기에 수행할 수 있다. 둘째 환경에 독립적으로 운영이 가능한 고 신뢰성 교통정보 제공이 가능한 열적외선 검지기 개발로 교통관리 시스템을 24시간 효과적으로 활용하며 신뢰성 있는 교통정보를 이용자에게 서비스함으로써 교통정보센터의 교통관리 효율성을 제고하여 ITS 사업의 가속화, U-Traffic 구축의 조기화 등 관련 사업의 활성화를 도모한다. 그리고 셋째, 이동식 밀도 기준검지기의 개발을 통해 한국도로공사 성능 평가팀에 장비를 임대하고, 이에 대한 장비 성능 및 사용성 평가를 의뢰하여 장비의 개선점을 파악할 예정이며, 교통관리의 고도화에 활용될 수 있을 것으로 보인다. 또한 신뢰성 있는 이동식 밀도기준검지기를 위한 알고리즘을 개발하여 과학적이고 효율적인 교통관리, 교통혼잡으로 인한 시간적, 환경적, 경제적 손실 최소화를 통한 국가 경쟁력 향상에 기여한다. 마지막으로 항공을 이용한 교통검지체계에 대한 경제·법적인 실현 가능성을 검토결과에 따라 향후 항공을 이용한 구간검지체계의 연구개발에 활용할 수 있는 기반을 조성하였다.

2세부과제는, 지식 기반형 센터구축연구의 핵심기술은 교통정보용 센터 외의 국가

에서 운영하는 각종 정보센터들을 모듈화 하는 기반으로 활용할 계획이다. 특히, 교통정보센터에 클라우드 컴퓨팅 기술을 활용하는 것은 향후 교통정보센터 시스템 환경을 “고비용/저효율”에서 “저비용/고효율” 구조로 전환하여 센터시스템의 호환성, 개방성, 재사용성을 높이는 체계의 토대가 될 수 있을 것으로 예상된다. 연구시험환경 구축을 통해 대용량 처리 환경에서의 안정된 운영을 위한 최적 설계를 활용하여 ITS 및 일반 IT분야에 적용하여 효율성 증대에 활용하였다. 지식 기반형 정보가공 프로세스 모듈을 이용하여 각 지자체 센터의 교통상황판과 실제 교통지표와의 비교를 통해 신뢰성을 평가하고(센터 효율성에 대한 순위 결정), 각 지자체별 적정 정보가공 알고리즘을 제공하였다. 운영자의 초기 셋팅 과정이 필요 없는 Auto Configuration 기술은 영상처리 분야에 있어 ‘Plug and Play’를 가능하게 한다. Auto Configuration의 요소 기술인 차량 Tracking & Detection 기술은 ITS분야의 무인단속시스템 및 영상 검지기에서 고성능의 알고리즘 활용이 가능하다. 연구시험환경 구축을 통해 대용량 처리 환경에서의 안정된 운영을 위한 최적 설계를 활용하여 다기능 교통 영상 관리 장치는 교통 영상 데이터의 관리 및 구성요소의 검색을 효율적으로 검색할 수 있으므로 검색시간 단축이 기대된다. 양방향 정보 교환을 통해 교통/환경 정보를 공유함으로서 다양한 시스템에 활용 가능하며, 획득한 교통/환경 정보를 통해 ITS 서브시스템과 응용 시스템 사이에서 데이터의 재사용 및 가공이 가능하다.

3세부과제의 연구 결과물인 ‘시인성을 겸비한 에너지 저감형 VMS 모듈’은 향후 고속국도를 비롯한 지방부 ITS구축설계에 적용이 가능하며, Chip-LED 및 광학렌즈 모듈은 ITS 부문뿐만 아니라 실내외 광고나 혹은 가로등과 같은 공공시설물에도 활용가능하다. Real Navigation 및 Traffic Twitter 서비스는 KT 텔레매틱스 서비스에 활용 가능하고, 또한 CCTV가 설치되지 않은 지역의 다른 사용자의 실사영상을 Web을 통하여 서로 공유 가능하므로 교통정보가 많이 수집되지 않는 지선에 관한 교통정보도 제공받을 수 있어 지선 및 CCTV 미 설치지역을 이용하는 사용자들이 효율적으로 활용할 것으로 기대된다. 교통정보 및 관련 콘텐츠를 최근 이슈화된 다양한 스마트폰(아이폰, 안드로이드폰 등)에 구현하고 상용화함으로써 스마트폰 시장에 대비한 기반기술의 조기 확보가 가능하며 이에 따른 추가적인 서비스 시장 영역 개척이 가능하다. 또한 제 3기업을 통한 기술이전의 형태로 추진하여 On-line Application Store 형태로 사업화도 가능하다 개방형 API는 mash-up 서

비스를 가능하게 해줌으로써 다양한 연관 서비스가 쉽게 결합될 수 있게 해줘 교통정보를 관광산업, 전자상거래, 기타 서비스 산업에서 다양하게 활용할 수 있으며, 상황 인식 기반 추천 서비스는 온톨로지를 이용한 상황 인식 기술로 상황을 인식하고 이를 활용하고자 하는 분야에 있어서의 하나의 레퍼런스 모델로 활용될 수 있을 것이다. SNS 교통정보는 지자체별로 별도 관리되고 있어 본 연구의 처리 및 표출 기술을 통해서 GIS 기반의 체계적 현황 관리사업에 적용될 수 있을 것이다. 본 연구에서 개발된 HUD는 차량 출고 전/후에 장착가능한 시제품으로 개발하여 해외 수출 등을 통한 수익이 기대되며, 전시회용 디스플레이 장치로 모니터 대신 투명 유리에 정보를 표출하여 투명 디스플레이 장치 개발로 응용이 가능할 것으로 예상된다.

지속적인 ITS 구축사업의 재투자를 위한 ITS평가부문을 연구한 4세부과제는, 교통정보 제공 관리를 위한 이용자 매뉴얼을 작성하여 교통정보 제공에 대한 평가가 손쉽고 간편하게 이루어질 수 있도록 하였으며, 이는 이용자 만족도 설문조사의 수행부터 품질관리 방안까지를 모두 다루고 있다. 특히 도출된 효용함수는 이용자 만족도 설문조사 없이 VMS 교통정보 제공수준을 이용자 만족도 측면에서 평가하는데 활용할 수 있으며, 노선별 또는 지역별 비교평가가 가능하다. 뿐만 아니라 다양한 정보제공매체에 대한 이용자 선호도 조사를 통하여 그 매체들의 향후 발전방향 및 활용방안을 결정하는데 근거가 된다. ITS 사업 타당성 평가지침과 ITSBC 소프트웨어를 완성하여 ITS 사업 평가기술 개발 대상인 사업들의 분석 및 평가방법론을 정립하고 평가 방법론의 지속적인 업데이트를 통하여 사업의 시행 전 타당성을 효과적으로 평가하기위한 자료로 활용될 수 있다. 특히 ITSBC 평가 소프트웨어 이용자 매뉴얼을 제시함으로써 현실적으로 간단하게 수행하기 어려운 종합적인 시스템의 사업 분석에 효과적으로 활용할 수 있다. 이러한 ITS사업 평가방법론의 개발은 사업별 평가방법을 통일하여 보다 객관적인 결과를 도출할 수 있다는데 의미가 있다. 본 연구결과물인 지침은 국토해양부 ITS시행지침의 일부로 포함될 수 있도록 정책제안을 하여, 개발된 연구결과물을 활용할 수 있도록 한다.

Summary

Ⅰ. Title

General Subject : Development of Provision, Management and Assessment Technology for Innovation of Traffic Information

Title of Particulars 1 : Development of Transportation and Road Environment Detection Technology

Title of Particulars 2 : Development of Knowledge-based Traffic Data Processing Technology

Title of Particulars 3 : Development of Driver-friendly Traffic Information Display Technology

Title of Particulars 4 : Development of Traffic Information and Feasibility Assessment Technology

Ⅱ. Purpose and Necessity of Research & Development

In Korea, Intelligent Transport Systems (ITS) have been constructed and operated for the past 10 years. Major roads of the nation came to be intellectualized through ITS, and the road traffic information has been provided on the internet and VMS (Variable Message Sign). However, sticking to the systems which the existing ITS used doesn't seem to be enough to carry out the takes like consistent expansion of the systems, diversification of information media and creation of traffic information contents. Accordingly, the establishment of collecting, processing and providing systems for traffic

information using new technologies is urgently required to innovate features of the existing systems and meet the needs from traffic information users in the Ubiquitous Era.

On this, this study is aimed at innovating domestic ITS through establishment of traffic information collecting, processing and providing systems and development of new technology for assessment of the systems as well as converting the domestic ITS structures into 'ITS information systems with low cost and high efficiency' and 'systems with traffic information to which users are easily accessible'.

Ⅲ. Content and Scope of Research & Development

This research and development is composed of 4 particulars and proceeded from 2007 to 2011. To achieve ultimate goal for this study, in particular 1, collection of traffic information is dealt with, in particular 2, traffic information processing, in particular 3, provision of traffic information, and in particular 4, the contents related to methods for evaluating traffic information and system. The major research contents by particulars are as follows.

Particulars 1 mainly deals with a research related to the collection of traffic information, which includes technologies for network-based broadband traffic information (aerial) collection and ITS multi-functional traffic information (transportation information + road environment information).

In particulars 2, a study related to the development of traffic information processing technologies is carried out. In this study, research on the development of systems for new-conceptual broadband/multi-traffic operation center to improve traffic data quality management is conducted, and traffic

information fusion and processing technologies to increase usability of real-time transportation data and manage a variety of multi-traffic information is researched.

In particulars 3, a study related to the development of drive-friendly traffic information technologies is proceeded based on interactive multimedia grafting advanced wireless communication technologies onto ITS, centering on the provision of traffic information considering safety through utilization of HUD (Head Up Display).

In particulars 4, a study related to the assessment technology for the ITS systems is conducted, and its main contents are about development of evaluation methodologies by each sector after dividing steps for traffic data collection, processing and provision into traffic data, traffic information and transportation systems.

Ⅳ. Results of Research & Development

In the 4th year, research results were deduced by conducting 'development of algorithm on the research & development related technologies', 'verification on the algorithm through tests' and 'development of a prototype on the final research developments'.
For the study in particulars 1, multi-functional composite detector to collect road traffic information and environmental information, algorithm on the next-generation detectors and a prototype were developed, and a prototype version of an environmentally independent traffic detector using thermal infrared rays was also released.

In particulars 2, for the implementation of technologies on the data

transmission systems and connection between operation centers to construct the systems for final traffic information center, the test to verify the usability of large-capacity data and performance with the existing traffic information centers was carried out by constructing test system environment in Anyang city.

In particulars 3, to develop a prototype for the development of drive-friendly traffic information display technology, technologies for multi-media traffic information provision based on smart phone and SNS-based traffic information processing and display programs were developed. In addition, a prototype of HUD was fabricated to develop traffic information user-friendly information display technology considering safety, and complementary measures were deduced by test results after mounting it in a vehicle.

The assessment guidelines to evaluate traffic information/transportation systems were developed in particulars 4. In addition, a model for measuring user satisfaction level on the usability of traffic information as well as a methodology for system evaluation was developed, which is to be used as an important material for the traffic-related assessment guidelines in the near future.

Ⅴ. Plans to Utilize R&D Results

This study is about the 4th year of research among 4-year R&D projects, and the R&D results of the year are the findings from final R&D stage. Accordingly, the research results can be commercialized and applicable to the business immediately, but there is still a need to complement. In addition, there are restrictions in describing plans for utilization of the R&D results in detail. The major plans for utilization of R&D results are as follows.

Data (road, transportation and environment fused information)collected through

broadband image acquisition technology as a infrastructure construction technology for collection of traffic and road environment information is utilized to provide bypass information and pre-travel information for drivers, and can be used for disaster management, event and telecommunications. In addition, multi-functional/multiple detection techniques are to be utilized as complementary and alternative detection systems in the existing ITS projects.

Now that information provision systems to identify broadband traffic information in real time as a model which can be utilized in construction of metropolitan-regional centers can be constructed due to development of technologies for traffic information collection, processing and provision utilizing cloud computing-based technology, development of a variety of additional contents can be promoted, and based on a relational model of weather and traffic conditions, they can be utilized as methods for accident prevention and traffic management through provision of traffic condition forecasts according to climate change.

The applications (real navigation, traffic twitter services, and etc.) which will be developed in the near future can be commercialized in the form of application store through technology transfer to the third company. SNS traffic information service which is managed separatedly by municipalities will be able to be applied to GIS-based status management projects through the technologies of this study. In addition, it is expected that HUD will make a profit through overseas sales by commercializing a prototype which can be mounted in a car before and after delivery from a warehouse.

Lastly, the established methodologies are to be utilized in analyzing feasibility and effects of the national ITS projects through review on the evaluation indicators for utility of the traffic data, information and systems.

영 문 목 차

Chapter 1. Concepts and Outline of Research and Development 1

Section 1 Background and Necessity ····· 2

Section 2 Objective ····· 6

Section 3 Organization and Method ····· 11

Section 4. Main Product ····· 27

Chapter 2. Current State of Development in Korea and Other Countries ····· 33

Section 1 Detection Technology ····· 33

Section 2 Traffic Data Manufacture ····· 61

Section 3 Traffic Information Display ····· 76

Section 4 Evaluating Techniques for Traffic Data, Information and Project ·· 102

Chapter 3. Content and Result of Research and Development · 129

Section 1 Development of Traffic and Road Environment Detection Technology ···· 129

Section 2 Development of Knowledge-based Traffic Data Manufacturing Technologies ···· 183

Section 3 Development of Driver-friendly Traffic Information Display Technology ···· 251

Section 4 Technology development for evaluating techniques traffic data, information, and project feasibility ····· 299

Chapter4. Attainment Level of Goals and Level of Contribution for Relation Fields ····· 367

Section 1. Attainment Level of Goals ····· 367

Section 2. Contribution for Relation Fields ····· 382

Chapter 5. Application Plan of Research and Development ····· 393

Section 1 Application Plan in Public Sector ····· 393
Section 2 Application Plan in Private Sector ····· 396

Chapter 6. Science and Technology in Overseas Countries ····· 403
Section 1 Ultra Small Vehicle ····· 403
Section 2 Cloud Computing Service ····· 405
Section 3 IDAS ····· 413

Chapter 7. References ····· 415

<목 차>

제 1 장 연구개발과제의 개요 ····· 1

제 1 절 연구의 배경 및 필요성 ····· 2

제 2 절 연구의 목표 ····· 6

1. 연구목표 ····· 6

2. 성과목표 ····· 10

제 3 절 연구추진체계 및 방법 ····· 11

1. 연구대상 정의 및 주요연구내용 ····· 11

2. 연구조직 및 과제연계도 ····· 19

3. 연구로드맵 ····· 24

제 4 절 연구 대표 성과물 ····· 27

1. 『수집』 단계의 대표 성과물 ····· 27

2. 『가공』 단계의 대표 성과물 ····· 29

3. 『제공』 단계의 대표 성과물 ····· 31

4. 『평가』 단계의 대표 성과물 ····· 32

제 2 장 국내·외 기술개발 현황 ····· 33

제 1 절 교통정보 검지기술 현황 ····· 33

1. 지점자료 검지기술 현황 ····· 33

2. 구간자료 검지기술 현황 ····· 45

3. 본 연구의 차별성 및 시사점 ····· 59

제 2 절 교통정보 가공기술 현황 ····· 61

1. 교통정보센터 성능향상 기술 현황 ····· 61

2. 정보가공 및 신뢰성 향상 ····· 67

3. 본 연구의 차별성 및 시사점 ····· 74

제 3 절 교통정보 표출기술 현황 ····· 76

1. 교통정보 제공매체 현황 ····· 76

2. 교통정보 제공서비스 현황 ····· 88

3. 본 연구의 차별점 및 시사점 ····· 100
제 4 절 교통 자료・정보・사업성 평가기술 현황 ····· 102
1. 교통자료 평가기술 ····· 102
2. 교통정보 평가기술 ····· 112
3. 교통사업성 평가기술 ····· 121
4. 본 연구의 차별성 및 시사점 ····· 125

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과 ····· 129

제 1 절『수집』교통 및 도로환경 검지기술 개발 세부연구내용 ····· 129
1. 다기능 복합검지기 개발 ····· 129
가. 도로환경 및 상태정보 수집기술 개발 ····· 130
나. 차세대 교통정보 수집기술 개발 ····· 133
다. 시스템 최적화 및 저전력 기술 개발 ····· 138
라. 테스트베드 구축 ····· 139
2. 열적외선 검지기 개발 ····· 142
가. 요소기술 알고리즘 및 S/W개발 ····· 142
나. 열 적외선 검지기 시제품 제작 ····· 146
다. 통합 테스트베드 구축 ····· 146
라. 성능검증 ····· 147
3. 이동식 기준 검지기 개발 및 밀도 검지 알고리즘 ····· 148
가. 이동식 기준 검지기 개발 ····· 148
나. 밀도검지 알고리즘 개발 ····· 154
4. 검지기 매뉴얼 작성 및 항공영상 교통정보 활용성 연구 ····· 165
가. 검지기의 선정절차 및 기능정의 ····· 165
나. 기존 검지기시스템 특성 분석 ····· 166
다. 개발검지기의 특성 분석 ····· 167
5. 항공영상을 이용한 교통정보 수집 기술 및 추출 기술 개발 ····· 169
가. 항공영상을 이용한 교통정보 수집기술 개발 ····· 169
나. 항공영상을 이용한 교통정보 추출기술 개발 ····· 176
6. 『수집』단계 연구소결 ····· 181

제 2 절『가공』지식기반형 교통정보가공기술 개발 세부연구내용 ····· 183
1. 교통정보센터 성능향상 기술 ····· 183
가. 개방형 교통정보 센터 플랫폼 기반조사 ····· 183
나. 개방형 교통정보 센터 플랫폼 구현 ····· 192
2. 정보가공 및 신뢰성 향상 기술 ····· 205
가. 다기능 교통영상관리 장치 개발 ····· 205
나. 지식기반 정보가공 알고리즘 개발 ····· 224
3. 『가공』단계 연구소결 ····· 247

제 3 절『제공』운전자 친화형 교통정보표출기술 개발 세부연구내용 ····· 251
1. 교통정보제공매체 혁신방안 ····· 251
가. VMS 기능 고도화 ····· 251
나. 교통정보제공용 HUD ····· 262
다. 양방향 교통정보제공용 개인단말(Mobile IPTV) 개발 ····· 271
2. 교통정보제공서비스 혁신방안 ····· 275
가. 멀티미디어 교통정보제공 콘텐츠 개발 ····· 275
나. 멀티미디어 교통정보 표출기술 개발 ····· 285
3. 『제공』단계 연구소결 ····· 293

제 4 절『평가』교통 자료·정보·사업성 평가 기술개발 세부연구내용 ····· 299
1. 교통자료 평가 기술 ····· 299
가. 이론 및 방법론 개발 ····· 299
나. 교통자료 정확도 평가 프로그램 개발 및 검증 ····· 303
다. 교통자료 정확도 향상에 따른 비용/편익 분석 ····· 310
2. 교통정보 평가 기술 ····· 315
가. 이론 및 방법론 검토 ····· 315
나. 교통정보 이용자 설문조사 ····· 318
다. 교통정보 이용자 의식 모형개발 ····· 321
라. 가상주행 실험 및 현장조사 ····· 332
3. 교통사업성 평가 기술 ····· 347
가. 이론 및 방법론 개발 ····· 347
나. 시스템평가 알고리즘 개발 ····· 352

다. ITSBC 소프트웨어 개발 ····· 362
4. 『평가』 단계 연구소결 ····· 365

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도 ····· 367

제 1 절 목표달성도 ····· 367
1. 성과물 ····· 367
2. 성능목표 달성도 ····· 378
제 2 절 관련분야 기여도 및 파급효과 ····· 382
1. 공공부문 기여도 및 파급효과 ····· 382
2. 민간 산업 기여도 및 파급효과 ····· 388

제 5 장 연구개발결과의 활용계획 ····· 393

제 1 절 공공부문 활용방안 ····· 393
제 2 절 민간부문 활용방안 ····· 396
1. 다기능 복합검지기 활용 ····· 396
2. 열적외선을 이용한 환경 독립형 검지기 활용 ····· 398
3. 개방형 교통정보센터 플랫폼 활용 ····· 399
4. 에너지 절감형 VMS 활용 ····· 400
5. HUD 활용 ····· 401

제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보 ····· 403

제 1 절 차세대 도심이동수단(Ultra Small Vehicle) ····· 403
제 2 절 클라우드(Cloud) 컴퓨팅 서비스 ····· 405
1. 클라우드 컴퓨팅 서비스 개념 ····· 405
2. 클라우드 서비스 플랫폼 ····· 409
3. 플랫폼 개발 동향 ····· 411
제 3 절 IDAS 프로그램 ····· 413

제 7 장 참고문헌 ····· 415

<표 차례>

<표 1.1> ITS 구축비용 예시 ····· 2
<표 1.2> 연구단 총괄 성과목표의 계획대비 실적 ····· 10
<표 1.3> 단위연구 내용별 결과 ····· 13
<표 1.4> 연구단 총 연구개발비 ····· 19
<표 1.5> 1~2세부과제 연구추진체계 ····· 21
<표 1.6> 3~4세부과제 연구추진체계 ····· 22
<표 2.1> 도로환경 검지체계 - 매설형 검지기 ····· 35
<표 2.2> 도로환경 검지체계 - 비 매설형 검지기 ····· 35
<표 2.3> 전처리 기법의 개념 및 특징 ····· 36
<표 2.4> 검출 기법의 개념 및 특징 ····· 37
<표 2.5> 인식기법의 개념 및 특징 ····· 37
<표 2.6> 주요 해외 기술 개발현황 ····· 44
<표 2.7> 이동식 레이저 기준 검지기 기능 ····· 45
<표 2.8> 국내특허 동향 ····· 48
<표 2.9> 국내 위성영상의 종류 ····· 48
<표 2.10> 국외 위성영상의 종류 ····· 56
<표 2.11> 미들웨어의 종류 및 기능 ····· 62
<표 2.12> 수집자료의 논리적 오류 범위 ····· 72
<표 2.13> VMS 기술형식 ····· 78
<표 2.14> VMS 기술형식별 특징 ····· 79
<표 2.15> LED 표시면 형식에 따른 장단점 ····· 79
<표 2.16> 국내 유사산업 관련분야 환경 ····· 82
<표 2.17> 국외 HUD 기술동향 ····· 87
<표 2.18> VICS 정보제공시스템 ····· 96
<표 2.19> 유럽의 노변방송 통신방식의 비교 ····· 98
<표 2.20> 국내 교통자료 오류 및 결측처리 기존연구 사례 ····· 102
<표 2.21> 국내 기관별 오류 및 결측보정 방법 ····· 103
<표 2.22> 국내 기관별 오류자료 판단과정의 장 · 단점 ····· 104
<표 2.23> 차량검지기자료 오류유형 및 원인 ····· 105
<표 2.24> 교통자료 요구정확도 결정기술관련 기존 연구사례 ····· 106
<표 2.25> 비정상적인 시계열 행태 ····· 110
<표 2.26> 교통정보의 효용성 평가 국내 연구 사례 ····· 113
<표 2.27> 교통정보의 가치화 국내 연구 사례 ····· 114
<표 2.28> U.S DOT의 교통정보제공시스템 이용자 만족도 평가 사례 ····· 118
<표 2.29> U.S DOT의 교통정보제공시스템 이용자 만족도 평가 항목 ····· 118

<표 2.30> 교통정보 제공서비스 유료화 사례 ····· 119
<표 2.31> 무인단속시스템 설치기준 및 효과분석에 관한 연구의 주요내용 ····· 121
<표 2.32> ITS사업의 평가체계 정립 및 도입효과 사례분석의 주요내용 ····· 122
<표 2.33> 자동요금징수시스템(ETCS)의 시업사업 효과분석의 주요내용 ····· 122
<표 2.34> ITS사업의 타당성 분석기법 정립에 관한 연구의 주요내용 ····· 123
<표 2.35> 버스운행관리시스템 효과분석의 주요내용 ····· 123
<표 2.36> SAFETEA-LU 평가과정 ····· 124
<표 2.37> 오류 및 결측치 보정방법 ····· 126
<표 3.1> 기준검지기와 개발검지기의 비교분석 데이터(안개상태) ····· 140
<표 3.2> 기준검지기와 개발검지기의 비교분석 데이터(노면상태) ····· 140
<표 3.3> 기준검지기와 개발검지기의 비교분석 데이터(VDS+AVI) ····· 141
<표 3.4> 임의영역에 대한 자동초점제어 완료 화면 ····· 142
<표 3.5> 온도 보정 알고리즘 구현 ····· 143
<표 3.6> 자동설정 기능 ····· 143
<표 3.7> 교통정보 추출 알고리즘 구현 ····· 144
<표 3.8> 시스템 구성 현황 ····· 146
<표 3.9> 루프식 지점 기준검지기 시제품의 기능 ····· 149
<표 3.10> 비접촉 레이저 지점 기준검지기 기능 ····· 149
<표 3.11> 밀도 기준검지기 프로토타입 개발 요구사항 및 구현방안 ····· 150
<표 3.12> 다차로 검지 방식에 따른 테스트결과 및 한계성 ····· 154
<표 3.13> 기본알고리즘 구성과 기능 ····· 155
<표 3.14> 기존 검지기 특성 분석 요약 ····· 167
<표 3.15> 다기능 복합검지기의 특성 ····· 167
<표 3.16> 열 적외선을 이용한 환경독립형 교통검지기의 특성 ····· 168
<표 3.17> 현장실험 대상지 검토 ····· 171
<표 3.18> 영상정합 결과 ····· 179
<표 3.19> 연구내용 ····· 183
<표 3.20> 교통정보제공 Entity 정의 ····· 184
<표 3.21> 개별 연구 성과 및 통합방안 ····· 192
<표 3.22> 기존 ITS센터와 개방형 교통정보센터의 정보수집방식에 따른 차이점 ····· 193
<표 3.23> 기존 ITS센터와 개방형 교통정보센터의 정보가공방식에 따른 차이점 ····· 194
<표 3.24> 개방형 수집 API의 특징 ····· 196
<표 3.25> 클라우드 플랫폼 모델 기능 ····· 198
<표 3.26> 클라우드 플랫폼의 기능 ····· 199
<표 3.27> 다기능 교통영상 관리 장치 주요 기능 ····· 205
<표 3.28> 다기능 교통 영상 관리 장치 차별성 ····· 206
<표 3.29> MTC 요구사항 목록 ····· 208
<표 3.30> TCU 요구사항 목록 ····· 208
<표 3.31> 통신 프로토콜 구분 ····· 220

<표 3.32> 통신 프로토콜 HEADER 부 ····· 220
<표 3.33> 기존 연구와 본 연구의 차이점 비교 ····· 228
<표 3.34> 분석 시나리오 세부 설계내용 ····· 229
<표 3.35> 도시부 2차로 도로에서 지점검지기의 적정위치 ····· 230
<표 3.36> 비혼잡상태의 통행시간 산정식 결과 ····· 235
<표 3.37> 요일별 패턴분류 분석결과 ····· 236
<표 3.38> 도시부 소통상황 분류기준 재정립 ····· 238
<표 3.39> 실시간 소통상황 판단지표 ····· 240
<표 3.40> 지식기반 통행속도 산정 정확도 ····· 246
<표 3.41> 필드 테스트 ····· 256
<표 3.42> 필드 테스트 결과(VMS정보 검출율) ····· 257
<표 3.43> Chip LED 특성 ····· 260
<표 3.44> 평균휘도 ····· 260
<표 3.45> 측정전류 ····· 261
<표 3.46> 휘도 및 소모전력 ····· 261
<표 3.47> BLU 개발품 ····· 264
<표 3.48> HUD 시제품 사양 ····· 266
<표 3.49> 교통정보 콘텐츠 가공 플랫폼 설명 ····· 278
<표 3.50> 추천 시스템 아키텍처 전체 설명 ····· 280
<표 3.51> 국내・외 각 기관별 오류 및 결측 판단 현황 ····· 299
<표 3.52> 물리적 오류로 인한 장애 유형 ····· 300
<표 3.53> 검지환경에 따른 오류 발생원인 ····· 300
<표 3.54> 평가기준 항목 및 평가내용 ····· 301
<표 3.55> 차량검지기 자료평가기법 ····· 302
<표 3.56> 이상치 유형 기준표 ····· 303
<표 3.57> 경부 하행선 검지기자료의 이상치 유형 분석 ····· 305
<표 3.58> 정확도 산정표 ····· 306
<표 3.59> 일반적인 비용항목 검토 ····· 311
<표 3.60> 영상식 차량검지기의 평균단가 ····· 311
<표 3.61> 본 과업에서 적용한 편익(효용) 항목 ····· 312
<표 3.62> 본 과업에서 선정한 효용 항목 및 단위 ····· 313
<표 3.63> 각 변수들의 효용(Utility) 값 ····· 313
<표 3.64> 가중치(Weight) 산출 ····· 314
<표 3.65> 효용/비용 검토 ····· 314
<표 3.66> 뇌파의 주파수 대역과 특징 ····· 317
<표 3.67> 교통정보의 이용자 만족도 설문조사 개요(3차년도, 4차년도) 종합) ····· 319
<표 3.68> 교통정보의 이용자 만족도 최종 평가지표 및 항목 ····· 320
<표 3.69> BIS 이용자 만족도 최종 평가지표 및 항목 ····· 320
<표 3.70> 교통정보 이용자 만족도 통합 모형 ····· 321

<표 3.71> 교통정보 이용자 만족도 매체별 모형 ····· 322
<표 3.72> 통합 교통정보 제공시스템 이용자 만족도 등급 기준 ····· 324
<표 3.73> 고속도로 VMS 이용자만족도 가치추정 모형 ····· 326
<표 3.74> 도시고속도로 VMS 이용자만족도 가치추정 모형 ····· 326
<표 3.75> 고속도로 VMS 설치수준별 이용자만족도 가치 ····· 326
<표 3.76> 도시고속도로 VMS 설치수준별 이용자만족도 가치 ····· 327
<표 3.77> 단속류도로 VMS의 교통정보 이용자가치 ····· 328
<표 3.78> BIS 이용자만족도 가치추정 모형 ····· 329
<표 3.79> BIS 설치수준별 이용자만족도 가치 ····· 329
<표 3.80> 교통정보 효용함수 변수 설명 ····· 330
<표 3.81> 교통정보 가치함수 변수 설명 ····· 331
<표 3.82> 가상주행 실험 시나리오 ····· 334
<표 3.83> 시나리오1 공사중정보 제공유무에 따른 스트레스 지수 ····· 334
<표 3.84> 시나리오2의 스트레스지수 결과(CH1, CH2) ····· 335
<표 3.85> 시나리오3의 스트레스지수 결과(CH1, CH2) ····· 335
<표 3.86> 시나리오4의 스트레스지수 결과(CH1) ····· 336
<표 3.87> 효용성 변화 측정실험과 효용함수의 비교 ····· 337
<표 3.88> 가치 변화 측정실험과 가치함수의 비교 ····· 338
<표 3.89> 도시부 도로 대상지역 VMS 설치 현황 ····· 339
<표 3.90> 도시별 VMS 교통정보 Contents ····· 340
<표 3.91> 단속류도로 VMS 교통정보의 대안 경로 제공여부 평가 방안 ····· 341
<표 3.92> 단속류도로 VMS 교통정보의 교통량 수준의 점수화 ····· 343
<표 3.93> 단속류도로 VMS 교통정보의 대안 경로 제공수준의 점수화 ····· 344
<표 3.94> 단속류 도로 VMS의 교통정보 제공수준 평가 ····· 345
<표 3.95> 안산시 도시부 도로 VMS의 교통정보 제공수준 평가 결과 (개선 전) ····· 346
<표 3.96> 안산시 도시부 도로 VMS의 교통정보 제공수준 평가 결과 (개선 후) ····· 347
<표 3.97> 본 연구의 대상 ITS서비스 ····· 348
<표 3.98> ITS사업의 구분 및 평가항목 ····· 349
<표 3.99> 고속도로 교통정보제공시스템의 대표효과척도 ····· 350
<표 3.100> 속도위반 단속시스템의 대표효과척도 ····· 350
<표 3.101> 신호위반 단속시스템의 대표효과척도 ····· 351
<표 3.102> 버스정보시스템의 대표효과척도 ····· 351
<표 3.103> 자동요금징수시스템의 대표효과척도 ····· 351
<표 3.104> 버스운행관리시스템의 대표효과척도 ····· 352
<표 3.105> 추가적인 통행시간에 따른 우회율 산출 결과 ····· 353
<표 3.106> 고속도로(호남선, 영동선)의 이용자 만족도 가치 ····· 353
<표 3.107> 신호위반 예측모형의 정립 결과 ····· 358
<표 3.108> 통행시간 가치(전국권 : 2009년 기준) ····· 360
<표 3.109> 정시성 예측모형(광역버스) - 최종 ····· 361

<표 3.110> 정시성 예측모형(간선버스) - 최종 ····· 361
<표 3.111> 정시성 예측모형(지선버스) - 최종 ····· 361
<표 4.1> 공공성과물-지침 등 ····· 367
<표 4.2> 공공성과물-정책제안 등 ····· 367
<표 4.3> 공공성과물-홍보 ····· 368
<표 4.4> 기술적 성과물-특허 ····· 369
<표 4.5> 기술적 성과물-소프트웨어 ····· 371
<표 4.6> 학술적 성과물-학술지 ····· 373
<표 4.7> 학술적 성과물-학술회의 발표 ····· 375
<표 4.8> 실용화 성과물-기술실시계약 ····· 377
<표 4.9> 실용화 성과물-제품화 및 상용화 ····· 377
<표 4.10> 1세부과제 목표성능과 달성도 ····· 378
<표 4.11> 2세부과제 목표성능과 달성도 ····· 379
<표 4.12> 3세부과제 목표성능과 달성도 ····· 380
<표 4.13> 4세부과제 목표성능과 달성도 ····· 381
<표 4.14> 검지기 수에 따른 비용-편익분석 결과 예시 ····· 383
<표 4.15> IDAS 소프트웨어 평가 결과 및 평가 소요시간 ····· 385
<표 4.16> ITSBC 소프트웨어 평가 결과 및 평가 소요시간 ····· 386
<표 5.1> VMS 활용 세부추진방안 ····· 400
<표 5.2> VMS 활용용 세부추진방안 ····· 401
<표 6.1> IDAS 시뮬레이션을 통해 평가 가능한 ITS 시스템 ····· 413

<그림 차례>

[그림 1.1] 개인단말 이용 장소(복수응답) ····· 2
[그림 1.2] 국내 교통관련 비용 현황 ····· 3
[그림 1.3] 기존 ITS 체계의 비효율성 ····· 4
[그림 1.4] ITS의 단계별 연계 ····· 4
[그림 1.5] 단계별 ITS 연구개발 수요 ····· 5
[그림 1.6] 연구단 및 세부과제 목표 ····· 6
[그림 1.7] 『수집』중심의 1세부과제 연구목표 ····· 7
[그림 1.8] 『가공』단계의 2세부과제 연구목표 ····· 8
[그림 1.9] 『제공』단계의 3세부과제 연구목표 ····· 9
[그림 1.10] ITS 단계별 구분에 연구대상 정의 ····· 11
[그림 1.11] 연구단 조직구성 ····· 20
[그림 1.12] 세부과제 연계도 ····· 23
[그림 1.13] 세부 과제간 데이터 연계 ····· 24
[그림 1.14] 연구단 로드맵 ····· 24
[그림 1.15] 1~4세부과제와 연구단 로드맵 ····· 25
[그림 1.16] 연구단 소요예산 (정부출연금) ····· 26
[그림 1.17] 다기능 복합검지기와 열적외선 검지기 시제품과 사용개념도 ····· 27
[그림 1.18] 이동식 기준검지기와 검지기 매뉴얼 ····· 28
[그림 1.19] 교통정보수집용 12m 급 시험용 무인 비행선 및 촬영영상 ····· 29
[그림 1.20] Clould K 솔루션과 표준채택 문서 ····· 29
[그림 1.21] 지식기반 정보가공 알고리즘 S/W ····· 30
[그림 1.22] 다기능 교통영상 관리장치 시제품과 설치 예 ····· 30
[그림 1.23] VMS 시제품 / 멀티미디어 교통정보 서비스 / HUD 시제품과 시연 ····· 31
[그림 1.24] ITS 사업 타당성 평가 지침의 구성과 ITSBC S/W ····· 32
[그림 2.1] 도로 기상상태정보 수집 센서 ····· 34
[그림 2.2] 자동차 번호판 인식 과정 ····· 36
[그림 2.3] 국내 적외선 센서 적용 사례 ····· 38
[그림 2.4] 비접촉식 노면 상태 검지기 ····· 41
[그림 2.5] Salzburg社 노면 마찰계수 및 온도 측정 센서 ····· 41
[그림 2.6] Energy Absorption System社의 FreezeFree Automated ····· 42
[그림 2.7] 미국, 영상검지 및 ROI 이용 시정측정 장치 ····· 43
[그림 2.8] 기상측정을 위한 라디오미터 이용 사례(NASA, NASDA) ····· 43
[그림 2.9] 레이저 이동식 기준검지기 ····· 45
[그림 2.10] 테이프-루프형 기준검지기 ····· 46
[그림 2.11] 폴형 기준검지기 ····· 46

[그림 2.12] 원격탐사 매체 ····· 49
[그림 2.13] 위성 및 항공영상을 이용한 3차원 데이터 생성 ····· 49
[그림 2.14] 산불/산림감시의 예 (미국, SmartUAV, 2006.11) ····· 50
[그림 2.15] 원격탐사 플랫폼별 산불피해지역 탐지 ····· 50
[그림 2.16] 항공영상의 군사적 사용 예 ····· 51
[그림 2.17] 실시간 공중모니터링 시스템 개념도 ····· 51
[그림 2.18] 항공영상을 이용한 도로선형 자동추출기법 개발 ····· 52
[그림 2.19] 영상 분석에 기반한 교통 모니터링 시스템에 관한 조사 ····· 52
[그림 2.20] 미국 오하이오 주의 UAV를 이용한 교통관리 ····· 57
[그림 2.21] 독일의 비행플랫폼을 이용한 교통관리 ····· 58
[그림 2.22] 일본의 항공영상을 이용한 교통관리 및 분석 ····· 58
[그림 2.23] 핵심기술별 차별성 ····· 59
[그림 2.24] 그리드형 통합 데이터 베이스 ····· 61
[그림 2.25] 미들웨어 처리구조 ····· 62
[그림 2.26] 아마존 웹서비스 구성도 ····· 64
[그림 2.27] 클라우트 컴퓨팅 관련기술 연관도 ····· 65
[그림 2.28] 제공되는 서비스를 중심으로 한 클라우드컴퓨팅에 대한 기능적구성과 특징 ····· 66
[그림 2.29] 서울시 차량검지기 자료처리 현황 ····· 71
[그림 2.30] 서울 도시고속도로 구간개념도 ····· 73
[그림 2.31] 문자식 VMS 정보제공 형태 ····· 76
[그림 2.32] 도형식 VMS 정보제공 형태 ····· 77
[그림 2.33] 픽토그램식 VMS 정보제공 형태 ····· 77
[그림 2.34] 차로제어식 VMS 정보제공 형태 ····· 77
[그림 2.35] Portable VMS 정보제공 형태 ····· 78
[그림 2.36] DMB Drive 서비스 구성도 ····· 80
[그림 2.37] 세계동향 (VMS 형식) ····· 83
[그림 2.38] 자동화 VMS ····· 84
[그림 2.39] LED 특허현황 ····· 85
[그림 2.40] 고고 내비게이터 재팬 ····· 86
[그림 2.41] 위키튜드 드라이브 ····· 87
[그림 2.42] 혼잡교통정보 UI 예시 ····· 89
[그림 2.43] 유고정보(RTM) UI 예시 (길안내 시) ····· 89
[그림 2.44] 안전운전정보(SDI) UI 예시 ····· 90
[그림 2.45] MBC idio 시스템 구성 ····· 91
[그림 2.46] 도로공사 터널방송시스템 ····· 92
[그림 2.47] 국토해양부 SNS ····· 92
[그림 2.48] KT의 올레네비 ····· 93
[그림 2.49] 미국 노변방송표시 ····· 95

[그림 2.50] 노변방송 안내표지판 ····· 97
[그림 2.51] Trapster(과속단속정보 공유시스템) ····· 99
[그림 2.52] Waze(지도제작 및 교통정보제공 시스템) ····· 99
[그림 2.53] OVS Screening test ····· 107
[그림 2.54] 스크리닝 전 ····· 108
[그림 2.55] 스크리닝 후 ····· 108
[그림 2.56] 교통량과 점유율의 전형적인(a, b) 그래프와 비정상적인(c, d) 그래프 ····· 109
[그림 2.57] EM 알고리즘 ····· 111
[그림 3.1] 수행한 연구개발의 주요 기술 ····· 129
[그림 3.2] 도로환경 및 상태정보 수집기술 개요 ····· 130
[그림 3.3] 노면상태 추정 기술의 착안점과 알고리즘 ····· 131
[그림 3.4] (1)개발 노면상태 검지용 환경센서 모듈, (2)개발 노면상태 검지용 영상 취득 장치, (3)노면상태 기준 장비(Lufft社의 IRS32) ····· 131
[그림 3.5] 안개상태 추정 기술의 착안점과 알고리즘 ····· 132
[그림 3.6] (1)개발 안개상태 검지용 환경센서 모듈, (2)개발 안개상태 검지용 영상 취득 장치, (3)안개상태 기준 장비(Vaisala社의 PWD12) ····· 133
[그림 3.7] 차세대 교통정보 수집 기술의 개요 ····· 134
[그림 3.8] 지점 교통정보 수집 기술 개발 개요 및 알고리즘 흐름 ····· 134
[그림 3.9] 겹침 차량 분할 방법 ····· 135
[그림 3.10] 구간 교통정보 수집 기술 개발 개요 및 알고리즘 흐름 ····· 135
[그림 3.11] 다차로 차량번호 인식의 각 차로별 차량 영상 크기 ····· 136
[그림 3.12] (1) 문자 인식 알고리즘 흐름(2)한글인식의 카테고리별 분류 인식 방법 ··· 137
[그림 3.13] 다기능복합검지기의 단위모듈 임베디스 시스템 설계 board ····· 138
[그림 3.14] 고성능 다차선 적외 조명장치 제작품 ····· 139
[그림 3.15] 안산시 테스트 베드 위치 및 검지기 설치 지점 ····· 139
[그림 3.16] 다기능복합검지기 모니터링 S/W ····· 141
[그림 3.17] Object Tracking 알고리즘 ····· 145
[그림 3.18] 밀도 검지 프로토타입 구성 ····· 150
[그림 3.19] 일체형 하우징 및 교체 구성도 ····· 152
[그림 3.20] 다차로 레이더 기준검지기 2차 테스트 - 분석 화면 ····· 153
[그림 3.21] 기본밀도알고리즘 구성도 ····· 155
[그림 3.22] 수계산에 필요한 C++구성도 ····· 156
[그림 3.23] 수계산에 필요한 C++구성도 ····· 157
[그림 3.24] Excel을 이용한 밀도값 ····· 157
[그림 3.25] 밀도값 산출 Code ····· 158
[그림 3.26] code를 이용한 밀도값 ····· 158
[그림 3.27] Excel을 이용한 밀도값과 code로 계산된 밀도값 비교표 ····· 159
[그림 3.28] Excel을 이용한 밀도값과 code로 계산된 밀도값 비교표 ····· 159
[그림 3.29] In-Out counting method ····· 160

[그림 3.30] 밀도의수집주기 및 관측시각의 개념 ····· 161
[그림 3.31] 실험구간(천호대교 램프구간) ····· 162
[그림 3.32] 측정간격에 따른 %오차변화 추이 ····· 162
[그림 3.33] 밀도검지알고리즘 ····· 163
[그림 3.34] 알고리즘 Logic 분석 ····· 165
[그림 3.35] 검지기 선정 절차 ····· 166
[그림 3.36] 개발된 시험기 ····· 170
[그림 3.37] 항공사진의 예 ····· 170
[그림 3.38] 연속류(안현JCT ~ 조남JCT) 수집영상 ····· 172
[그림 3.39] 영상탑재 조율장치 개념도 ····· 174
[그림 3.40] 영상안정화 장치 ····· 175
[그림 3.41] 실비행선 조종석 구성 ····· 176
[그림 3.42] 특징추출 기반 도로 추출, 차량정보 추출, 광역 교통정보 추출 프로세스 177
[그림 3.43] 공간영상 저장 및 데이터베이스 개발 Schema ····· 178
[그림 3.44] 영상정합 결과 ····· 179
[그림 3.45] 파노라마 영상 생성 절차 ····· 180
[그림 3.46] 모듈별 설계 ····· 184
[그림 3.47] 센터-선테(지역센터)간 연계 ····· 185
[그림 3.48] 3D기반 교통정보표출 화면(예) / 실시간 동영상 동기화화면(예 : CCTV) ·· 185
[그림 3.49] 웹 기반의 클라우드 서비스 플랫폼 ····· 186
[그림 3.50] 클라이언트에서 서버로 파일을 전송 ····· 187
[그림 3.51] 서버에서 가공된 정보를 클라이언트에서 요청하여 전송 ····· 188
[그림 3.52] HADOOP 플랫폼 ····· 189
[그림 3.53] 분산 파일 시스템 구조도 ····· 190
[그림 3.54] MapReduce Flow ····· 191
[그림 3.55] MapReduce 프로세스 ····· 191
[그림 3.56] 현장시험을 위한 교통정보센터 설계 ····· 194
[그림 3.57] 개방형 교통정보센터 플랫폼 ····· 195
[그림 3.58] 개방형 API에 접근하기 위한 WSDL 문서 ····· 197
[그림 3.59] 표준 API를 활용한 수집 프로그램 ····· 197
[그림 3.60] 클라우드 플랫폼 모델 아키텍쳐 ····· 198
[그림 3.61] 배치 프로세스의 분산/병렬 처리 ····· 200
[그림 3.62] MapReduce 프로세싱 과정 설계 ····· 201
[그림 3.63] 한양대학교 교통정보센터의 논리적 H/W 및 S/W 구성도 ····· 202
[그림 3.64] 기존 센터와의 용량대비 구축비용 비교 ····· 203
[그림 3.65] 대용량 데이터 처리와 증설의 유연성 ····· 203
[그림 3.66] 서버 가상화를 통한 소비전력 감소 ····· 204
[그림 3.67] MTC 회로 ····· 209
[그림 3.68] TCU GB 회로도 ····· 210

[그림 3.69] 다기능 교통영상 관리장치 전면판 설계 ····· 210
[그림 3.70] 다기능 교통영상 UI 설계 ····· 211
[그림 3.71] 데이터 처리부 시스템 구성 ····· 211
[그림 3.72] 다기능 교통영상관리 모듈 시제품 ····· 212
[그림 3.73] MTC 시제품 ····· 212
[그림 3.74] TCU 시작품 ····· 213
[그림 3.75] 다기능 교통관리 시작품 ····· 213
[그림 3.76] Auto Configration 순서도 ····· 214
[그림 3.77] 배경 영상 검출 결과 ····· 215
[그림 3.78] 차량 객체 검출 모습 ····· 215
[그림 3.79] 도로 후보 영역 분할 결과 ····· 215
[그림 3.80] 그레이 레벨 히스토그램의 예 ····· 216
[그림 3.81] 부 영상들을 나눈 도로 영역 ····· 216
[그림 3.82] 차선 검출 결과 ····· 216
[그림 3.83] 교통 정보 추출 중 표시 실행 화면 ····· 217
[그림 3.84] 차량 객체 추적 모습 ····· 217
[그림 3.85] 교통량이 업데이트되는 실행 화면 ····· 218
[그림 3.86] 각 차로 평균 속도 업데이트되는 실행 화면 ····· 218
[그림 3.87] 운영자 WEB UI ····· 219
[그림 3.88] 2세부 연계 다이어그램 ····· 220
[그림 3.89] Test Bed 구축 예상도 ····· 221
[그림 3.90] Auto-Configration 흐름도 ····· 222
[그림 3.91] Web 운영자 UI ····· 223
[그림 3.92] 다기능 교통영상 관리장치 H/W 구성 ····· 223
[그림 3.93] 제주도 테스트 베드 구축 ····· 224
[그림 3.94] 지식기반 가공 알고리즘 개발 흐름도 ····· 227
[그림 3.95] 지점검지기 위치결정 연구흐름도 ····· 228
[그림 3.96] 속도 군집 알고리즘 기본 개념 ····· 236
[그림 3.97] 도시부 지점검지기 U-Q Curve ····· 237
[그림 3.98] 실시간 소통상황 판단 유형 ····· 239
[그림 3.99] 소통상황 판단기준 ····· 239
[그림 3.100] 실시간 소통상황 판단 알고리즘 ····· 240
[그림 3.101] 패턴수준판단 알고리즘 ····· 241
[그림 3.102] 휴리스틱 지식기반 정보가공 알고리즘 개요 ····· 242
[그림 3.103] α, β 가중치 산정결과 ····· 243
[그림 3.104] Ud 산정방법 및 결과 ····· 243
[그림 3.105] 지식기반 정보가공 알고리즘 개략도 ····· 243
[그림 3.106] 지식기반 정보가공 알고리즘 모듈의 표출방법 ····· 244
[그림 3.107] 연구대상 정의 ····· 253

[그림 3.108] 개념도 ····· 254
[그림 3.109] 전체 시스템 구조도 ····· 255
[그림 3.110] 개념도 ····· 258
[그림 3.111] 렌즈 개발결과 ····· 258
[그림 3.112] VMS 시제품 ····· 259
[그림 3.113] HUD 시스템 아키텍처 ····· 262
[그림 3.114] 광학부 배치도 ····· 263
[그림 3.115] HUD 통합 UI 구현 ····· 265
[그림 3.116] CAN 통신 H/W 및 S/W구현 ····· 265
[그림 3.117] 연구개발 시스템 ····· 272
[그림 3.118] 프로토 타입 ····· 273
[그림 3.119] 루센A트래픽 루센몰 및 KT 올레마켓 상용화 ····· 274
[그림 3.120] 루센i트래픽 애플 앱스토어 등록 ····· 274
[그림 3.121] 연구대상 정의 ····· 276
[그림 3.122] 교통정보 콘텐츠 가공 플랫폼 ····· 278
[그림 3.123] Open API 서비스 상세 구성도 ····· 279
[그림 3.124] 추천 서비스 아키텍처 ····· 279
[그림 3.125] 위치기반 교통정보 추천 및 제공 시스템 시연 프로그램 ····· 280
[그림 3.126] 선호도 기반 교통정보 수신 화면(단말기 연동) ····· 281
[그림 3.127] 교통정보 추천 서비스 ····· 282
[그림 3.128] 능동적 상황 정보 표출 ····· 283
[그림 3.129] 유고정보 표출 및 선호도 정보 입력 화면 ····· 283
[그림 3.130] SNS 기반 교통정보 표출 프로그램 ····· 284
[그림 3.131] 리얼 내비게이션 개념도 ····· 286
[그림 3.132] 리얼 내비게이션 서비스 흐름도 ····· 287
[그림 3.133] 아이폰 리얼 네비게이션 구동화면 ····· 287
[그림 3.134] Traffic Twitter 시스템 개념도 ····· 288
[그림 3.135] Traffic Twitter PC 버전 ····· 288
[그림 3.136] Traffic Twitter 스마트폰 버전 Intro ····· 289
[그림 3.137] Traffic Twitter 스마트폰 버전 영상 ····· 289
[그림 3.138] 리얼 네비게이션 및 CCTV 교통정보 영상 표출 ····· 290
[그림 3.139] 실시간 교통정보 표출 예시-1 ····· 290
[그림 3.140] 실시간 교통정보 표출 예시-2 ····· 290
[그림 3.141] 본 연구의 가치 ····· 297
[그림 3.142] 이상치 보정 전 ····· 301
[그림 3.143] 이상치 보정 후 ····· 301
[그림 3.144] 자료평가 프로그램 개념도 ····· 302
[그림 3.145] 경부 하행선 검지기자료의 오류 및 결측 패턴 분석 일반적 형태 ····· 303
[그림 3.146] 경부 하행선 검지기자료의 오류 및 결측 패턴 분석 다양한 형태 ····· 304

[그림 3.147] 대상자료(참값) ····· 306
[그림 3.148] 대상자료(이상치) ····· 306
[그림 3.149] 교통자료 평가 알고리즘 ····· 307
[그림 3.150] 교통자료 평가 프로그램 개념도 ····· 308
[그림 3.151] 대상자료의 변수별 이상치 발생 ····· 308
[그림 3.152] MATLAB을 이용한 프로그램 ····· 309
[그림 3.153] MATLAB을 이용한 프로그램 활성화 ····· 310
[그림 3.154] 프로그래밍 표출(1) ····· 310
[그림 3.155] 프로그래밍 표출(2) ····· 310
[그림 3.156] 편익 도출을 위한 최대(최적)효용 산정 흐름도 ····· 312
[그림 3.157] 검지기 수에 다른 비용 및 효용 ····· 315
[그림 3.158] 효용/비용 ····· 315
[그림 3.159] 본 연구에 사용된 차량 시뮬레이터 ····· 316
[그림 3.160] 생체계측시스템(PolyG-I)와 분석 S/W Telescan ····· 317
[그림 3.161] 이용자 만족도 등급 구분의 기준 ····· 324
[그림 3.162] 각 매체별 이용자 만족도 등급 기준값 ····· 325
[그림 3.163] 단속류도로 VMS 교통정보 가치산출을 위한 계층도 ····· 327
[그림 3.164] 가상주행 실험 구축 맵 ····· 333
[그림 3.165] 부천시 VMS 정보제공 범위 ····· 340
[그림 3.166] 대전광역시 VMS 정보제공 범위 ····· 340
[그림 3.167] 수원시 VMS 정보제공 범위 ····· 341
[그림 3.168] 울산광역시 VMS 정보제공 범위 ····· 341
[그림 3.169] 단속류 도로 VMS 교통정보 제공위치 결정 예시 ····· 344
[그림 3.170] 안산시 VMS 정보 제공범위 ····· 346
[그림 3.171] 안산시 도로망의 교통량 수준 ····· 346
[그림 3.172] 개선 전 정보제공범위 ····· 347
[그림 3.173] 개선 전 정보제공범위 ····· 347
[그림 3.174] 대상 ITS서비스의 평가소프트웨어 개발 ····· 348
[그림 3.175] 교차로 영향권 범위 ····· 357
[그림 3.176] EMME/2 Link 파일 ····· 363
[그림 3.177] ITSBC Link 파일 ····· 363
[그림 4.1] 검지기 수에 따른 비용 및 효용 ····· 383
[그림 4.2] 효용/비용 ····· 383
[그림 4.3] 아태지역 클라우드 동향 ····· 390
[그림 4.4] 국내 분야별 온실가스 배출비율 ····· 391
[그림 5.1] 기존 SNS 교통정보와 지도기반 SNS 교통정보 제공 서비스간의 비교 ····· 395
[그림 5.2] 저가형 고해상도 카메라 모듈-1 ····· 396
[그림 5.3] 저가형 환경센서 스테이션 모듈-2 ····· 396
[그림 5.4] 구동 제어시스템 모듈-3 ····· 397

[그림 5.5] 검지타입에 따른 모델 구분 ····· 397
[그림 5.6] 김포공항내 모니터링 구간(왼쪽), 열적외선영상과 일반영상(오른쪽) ····· 398
[그림 5.7] 분산처리 클라우드의 활용분야 ····· 399
[그림 6.1] GM사의 USV ····· 404
[그림 6.2] GM사의 USV 센싱장비 및 주행사진 ····· 404
[그림 6.3] MIT에서 연구개발한 City Car ····· 405
[그림 6.4] 컴퓨팅 환경의 변화 ····· 406
[그림 6.5] 클라우드 컴퓨팅의 정의-Concept과 Delivery ····· 407
[그림 6.6] 클라우드 컴퓨팅 환경모델 ····· 408
[그림 6.7] 클라우드 컴퓨팅 플랫폼 기업 서비스 모델 ····· 409
[그림 6.8] 클라우드 컴퓨팅 플랫폼의 공통 기술 구조 ····· 410
[그림 6.9] Google App Engine 플랫폼 구조 ····· 412

제 1 장 연구개발과제의 개요

○ 본 장에서는 ITS의 연구 분야를 『수집』, 『가공』, 『제공』 과 『평가』 의 4개 단계로 구분하여, 단계별 주요연구과제 테마를 본 연구의 기획보고서[1)]에 의거하여 선정하였음. 발굴된 주제를 중심으로 본 연구단은 각 단계별로 4개의 세부과제를 구성하여, 각 세부과제의 연구내용에 대한 총괄 관리는 연구단에서 수행하였으며, 각 단계별 연구내용의 실질적인 진행은 각 단계별 세부과제총괄 연구기관에서 자율성을 가지고 진행하되, 각 세부과제간의 연구결과 공유를 통한 시너지 효과를 얻기 위한 경우에 연구단의 직접적인 개입과 연구내용에 대한 직접관리를 수행하였음

○ 연구단 과제명은 '교통정보 혁신을 위한 제공·관리·평가 기술개발'로 앞서 언급한 바대로 지능형교통체계(Intelligent Transportation Systems, 이하 ITS)의 4단계별 연구내용을 모두 다룰 수 있도록 선정하였으며, 실질적 연구진행을 하는 각 세부과제는 아래와 같음

『수집』 단계인 1세부과제(과제명 : 교통 및 도로환경 검지기술 개발),

『가공』 단계인 2세부과제(과제명 : 지식 기반형 교통자료 가공기술 개발),

『제공』 단계인 3세부과제(과제명 : 운전자 친화형 교통정보 표출기술 개발),

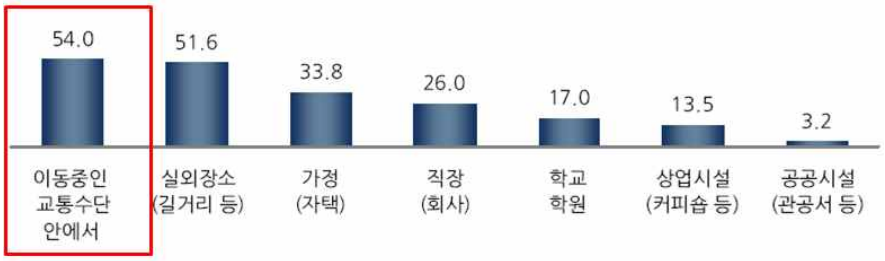
『평가』 부분인 4세부과제(과제명 : 교통자료·정보·사업성 평가기술 개발)

각 세부과제에서는 공동연구 기관을 기획보고서의 연구테마를 중심으로 선정하여, 각 세부과제에서의 완결성을 추구하였으며, 구체적인 연계 조직도에 대한 구성과 설명은 본 보고서 1장 3절 연구추진체계 및 방법에서 기술함. 또한, 상세한 연구내용은 본 보고서(연구단 총괄 연구보고서)보다, 각 세부과제별 총괄 보고서에서 더욱 상세하게 다룰 것이며, 본 보고서는 각 세부과제의 전체적인 구성과 연계 및 주요성과물을 위주로 기술할 것임

1) 교통정보 유통혁신을 위한 교통데이터 구축, 관리 및 평가기술개발, 2007, 한국건설교통기술평가원

제 1 절 연구의 배경 및 필요성

○ 국내 ITS는 1994년 이래 약 20년의 구축 및 운영 경험 확보와 다양한 교통정보 서비스 제공 등의 많은 긍정적 효과가 발생된 것으로 연구되어짐. ITS의 긍정적인 효과는 국민편익증대라는 가시적인 효과로 홍보되었으며, 이는 스마트폰의 발달에 편승하여 다음의 표에서와 같이 이동 중인 교통수단 안에서 개인단말 이용이 개인단말 이용 장소 중 가장 높은 54%의 비율임을 감안하였을 때, 민간에서는 앞 다퉈 교통정보서비스를 쏟아져 낼 것임이 자명함



[그림 1.1] 개인단말 이용 장소(복수응답)

※ 무선인터넷이용실태조사 최종보고서, 한국인터넷진흥원, 2010

○ 교통정보의 이러한 가시적인 효과와 시대적 수요는 공공부문 ITS의 발전 없는 답보라는 부정적인 영향을 시장에 끼쳤음. 대표적인 ITS 구축사례인 첨단교통모델도시[2] 등의 초창기 ITS와 비교하여, 아래의 표와 같이 km당 구축예산은 2005년부터 2009년까지 거의 절감되지 않았으며, 검지기와 VMS 위주의 천편일률적인 구축은 스마트폰의 등장 등과 더불어 운전자의 정보수요가 점차 개인정보 위주로 변하고 있는 시대적인 트랜드를 반영하기에는 역 부족이었다는 것이 대체적인 평가임

<표 1.1> ITS 구축비용 예시

km당 ITS 구축비용[3]		
년도	비용	비고
2005년	1.06억/km	구축구간 200km 내외
2007년	0.96억/km	구축구간 50km 내외
2008년	0.96억/km	구축구간 50km 내외
2009년	0.90억/km	구축구간 100km 내외

2) 국토부에서 지방자치단체의 예산을 지원하였으며, ITS 사업의 구축장려 및 효과검증을 위하여 시범적으로 전주, 대전, 제주 3개 도시에 ITS를 도입한 사업으로 2000~ 2002 동안 진행한 대규모의 ITS 구축사업

3) 한국건설기술연구원 내부 자료를 이용하여 A청의 ITS 구축설계가를 기준 재 산정한 값

○ 당초 ITS의 구축목적을 정보를 통한 도로 주행의 안전성 향상, 교통량의 효율적 배분과 양질의 교통정보서비스제공으로 보았을 때, ITS사업의 미션에 대한 성취도는 아직까지 부족한 실정이라고 판단되어짐. 이러한 결과는 아래 그림에서 더욱 잘 표현되어 있음. 그림에서와 같이 아직도 국내의 연간 교통사고는 증가되고 있으며, 08년 현재 교통혼잡비용은 약 28조가 낭비되는 것으로 발표되고 있음. 더욱이 금세기 들어 새롭게 강조하는 녹색에 대한 수요에 대해서도 많은 부분 기여하지 못하고 있는 실정임



[그림 1.2] 국내 교통관련 비용 현황

출처 : 한국교통연구원, "2008년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이 분석", 2010.을 재편집

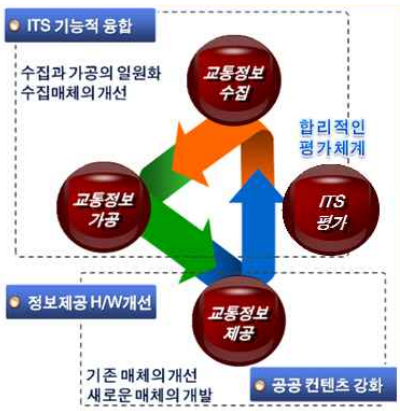
○ 이에 본 연구단에서는 확장 일변의 기존 ITS 구축사업의 한계를 단계별로 다음과 같이 정리하였음. 첫째, 지점 검지기에서 수집되는 교통량·속도·점유률 위주의 정보수집과 이를 활용한 구간소통정보생성을 『수집』의 한계, 둘째, 교통정보 제공에서는 시스템의 유지관리와 기능 개선을 위한 물리적·논리적 확장 등에도 효율성을 제고하기 어려운 『가공』의 한계, 셋째, 스마트 폰의 등장으로 급변하는 국내 IT 시장의 트랜드에 부합하는 멀티미디어 등을 이용한 다양한 컨텐츠 제공서비스 발굴에 대한 미약한 대응 등의 『제공』의 한계, 넷째, ITS 사업을 정량적으로 평가할 수 있는 동일한 척도의 부재로 인한 국가차원의 비용과 편익 산정의 모호성을 『평가』 상의 한계로 보았음

○ 다음의 그림은 상기 언급한 기존 ITS 사업의 한계를 종합한 그림으로 각 단계별 한계가 초래한 초라한 ITS의 비효율적인 단면을 보여주고 있음



[그림 1.3] 기존 ITS 체계의 비효율성

○ 하지만, ITS의 한계극복과 효율성 증진을 위해서는 ITS의 기능적 단계구분인 『수집/가공/제공/평가』에 대한 종합적인 연구가 필요하며, 이는 시스템 전체 차원에서 완결성을 지니기 위함임. 예를 들어 앞서 언급한 『제공』 상의 한계 극복을 위하여 다양한 매체에 다양한 컨텐츠 제공을 위해서는 『수집』 되는 정보가 많고 정확도가 높아야 할 것이며, 공정하고 타당한 『평가』로 효과를 검증할 수 있어야 『수집』, 『가공』, 『제공』의 연구개발과 투자가 자유로워 질 수 있으며, 효율적인 시스템 확장을 통한 손쉬운 『가공』이 가능하여야 시스템의 완결성과 지속적인 투자가 이루어질 것임은 명약관화(明若觀火)한 일임. 아래 그림은 각 단계별 유기적인 연계의 필요성을 표현한 그림으로 ITS 기능적 융합과 컨텐츠의 강화를 위해서 필요함을 알 수 있음



[그림 1.4] ITS의 단계별 연계

○ 따라서, 각 단계별 부분별 연구를 공통된 한개의 테마(ITS 교통정보체계)안에서 유기적인 연결고리를 가진 의미 있는 발전을 지향하여, 『수집/가공/제공/평가』의 단계별 발전을 통한 상호 시너지 발생이 가능한 연구를 진행하여야 할 것임

○ 이에 본 연구단에서는 국내 ITS의 교통정보 저비용 고효율 구조의 미래지향적 ITS 기술개발을 위해서 『수집/가공/제공/평가』의 각 단계별 핵심이 되고, 서로 시너지효과를 발휘할 수 있으며, 공공에서 지향하여야 하는 연구주제를 기획보고서에 의거하여 선정하였음. 아래의 그림은 본 연구단에서 선정한 주요 연구테마를 단계별로 현재와 미래를 구분하여 표현한 그림임



[그림 1.5] 단계별 ITS 연구개발 수요

○ 교통정보 『수집』 단계에서는 기존의 지점정보 수집 개념에서 벗어나 권역 정보 수집인프라를 기반으로 도로, 교통 및 환경 정보 융합에 의한 통합자료 수집의 수요가 있으며, 『가공』 단계에서는 센터운영체계의 안정성과 구축·운영효율을 극대화할 수 있는 지능형 플랫폼을 토대로 대용량의 영상, 교통, 환경 자료의 융합처리 및 가공이 요구되며, 『제공』 단계에서는 최근의 정보제공매체 기술 및 이용자 욕구에 부합하여 영상을 기반으로 한 실시간 그래픽 및 동영상 정보가 제공되어야 하며, 이러한 ITS 사업을 시작하거나 종료 후에도 사후관리와 재투자를 위한 동일한 척도의 『평가』 체계의 공공적인 수요가 있음

제 2 절 연구의 목표

○ 본 절에서는 앞서 언급한 배경과 필요성을 기반으로 선정한 연구단의 연구목표와 세부과제별로 설정한 연구목표와 성과목표의 계획과 실질적인 성과를 기술할 예정임

1. 연구목표

○ 본 연구단 과제는 '저비용 · 고효율 구조를 가지는 미래지향적 ITS 정보제공체계로의 전환'과 '이용자들이 교통정보를 쉽게 접근할 수 있는 기반'을 구축 하기위하여 교통정보의 『수집/가공/제공/평가』 단계의 신기술을 개발하는 것을 최종목표로 설정하였음

○ 최종목표를 달성하기 위하여 4개의 세부과제 1)교통 및 도로환경 검지기술 개발 2)지식기반형 교통자료 가공기술 개발 3)운전자 친화형 교통정보 표출기술 개발 4)교통정보/사업성 평가기술 개발로 나누어서 진행하며, 세부과제별로 최종목표를 상기 그림과 같이 설정하여 과제를 진행하였음

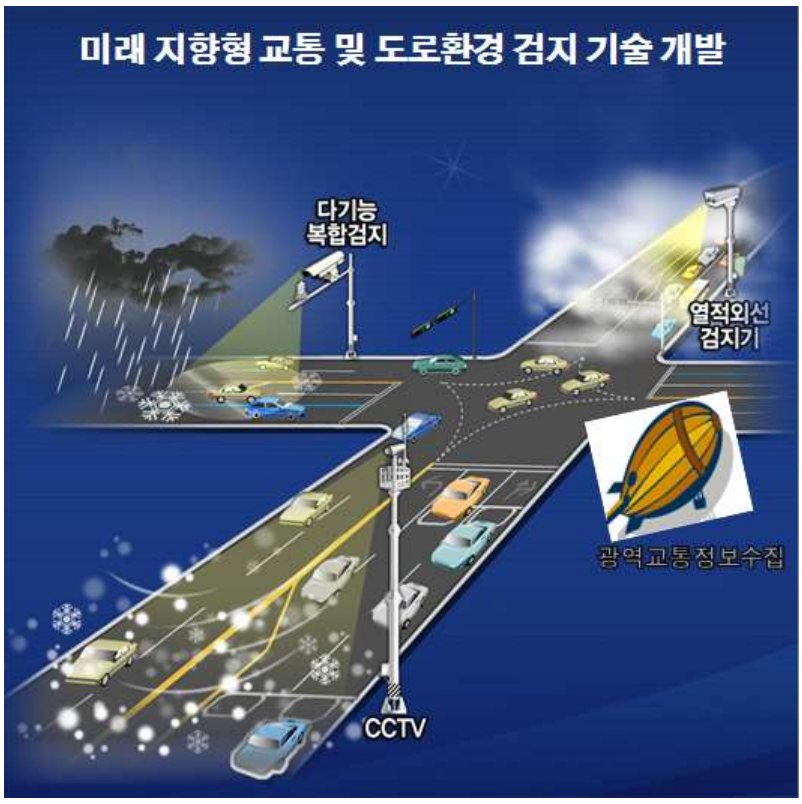


[그림 1.6] 연구단 및 세부과제 목표

가. 『수집』 교통 및 도로환경 검지기술 개발

○ 모든 교통관련 서비스의 근간인 ITS 정보『수집』분야에 대한 연구를 중점적 수행한 1세부과제에서는, 교통정보뿐만 아니라, 환경정보 등의 다양한 교통자료 수집체계 기술을 ITS에 접목시켜 미래지향형 교통 및 도로환경 검지기술을 개발하고자 하였음. 아래 그림을 통하여 교통정보수집의 미래상을 표현하였음

- 세부적으로는 기존의 검지 기술에서 진일보하여 교통정보뿐만 아니라 아래 그림에서와 같이 도로상의 여러 환경인 안개, 결빙, 수막 등의 정보를 수집할 수 있는 도로환경 검지기술 개발과 기타 기존 검지기의 기능개발과 이를 올바르게 사용하는 범용화된 매뉴얼을 개발하는 연구와,
- 영상·루프·레이저 등의 기존 검지방식이 아닌 열적외선 등의 새로운 검지방식을 도입하여 야간이나 환경변화에 따른 검지 정확도를 높이며,
- 기존 ITS 정보수집 방식인 지점검지 방식에서 벗어나 광역 교통정보 수집인프라 구축을 통해 기존의 축(corridor)개념에서 진보한 네트워크 개념의 교통정보 수집체계의 타당성 등을 연구하는 것을 세부적인 연구목표로 설정하였음



[그림 1.7] 『수집』 중심의 1세부과제 연구목표

나.『가공』지식기반형 교통자료 가공기술 개발

○ 수집된 데이터를 정보화하는『가공』단계의 2세부과제 최종연구목표는 '지식기반형 교통자료 가공기술 개발'로 정하고, 이를 세부적으로 개방형 교통정보센터 플랫폼 개발과 다기능 교통영상관리 장치 개발, 지식기반 정보가공 알고리즘의 3가지 세부적인 목표를 아래의 그림과 같이 설정하여 연구를 진행하였음

- 개방형 교통정보센터 플랫폼은 분산처리 클라우드 기반의 데이터웨어하우스를 통한 대용량 데이터 저장, 관리, 처리 기능과 개방형 API를 통한 센터 확장성을 보장하는 교통정보센터의 플랫폼이며,
- 다기능 교통영상관리 장치는 센터에 수집되는 다양한 형태의 교통 CCTV영상으로부터 교통정보를 추출하고, 관리하는 기능의 장치이며,
- 지식기반 정보가공 알고리즘은 지점검지자료를 활용하여 구간 정보화하는 알고리즘으로 교통정보 가공 알고리즘의 신뢰도를 향상시키고자 연구를 하였음

○ 『가공』단계의 2세부 연구과제에서는 연구목표달성을 위하여 실제적인 테스트베드를 구축하여, 실제로 운영 가능한 센터를 개발, 시험운영을 진행하고, 성능과 오류를 검증하여 보다 완성도 있는 연구결과를 얻고자 함



[그림 1.8] 『가공』단계의 2세부과제 연구목표

다.『제공』운전자 친화형 교통정보 표출기술 개발

○ ITS 교통정보를 이용자에게 서비스하는『제공』단계의 연구를 수행하는 3세부과제에서는 급변하는 IT 기술과 그 기술적 혜택에 익숙해져 가는 교통정보 서비스 이용자의 요구에 부응함은 물론 지능형 교통체계의 세부기술개발에 지속적인 연구투자와 개발이 이루어지고 있는 선진국과의 격차를 줄이고 해외시장

의 선점을 위해 필요한 핵심 요소기술을 개발하는 것으로서 보다 세부적으로는,

- 현재 국내 교통정보 표출매체 시장이 개인화/휴대화로 전이되고 있는 과도기 단계에 있으므로, 정부에서 기 구축한 정보제공매체들에 대한 기능적 개선과 그 활용방안 모색이라는 관점에서 대내외 다양한 여건변화에도 탄력적 운용이 가능한 “기존 매체 개선방안(VMS 기능 고도화)”을 제시하고,
- 현재 수요에 대해 지혜로운 편승이 가능한 “고부가가치 서비스(IPTV 및 스마트폰 교통서비스, SNS 통합교통서비스)” 개발 및 미래 수요에 대응할 수 있는 “차세대 매체(교통정보제공용 HUD)”개발을 그 목적으로 함



[그림 1.9] 『제공』 단계의 3세부과제 연구목표

라. 『평가』 교통 자료/정보/사업성 평가기술 개발

○ ITS사업을 평가하는 『평가』 단계의 4세부과제의 연구목표는 ITS를 통하여 얻게되는 기초 데이터인 교통자료, 서비스되는 교통정보 및 전체적인 ITS사업의 사업성을 평가하는 것으로 이를 통하여 공공ITS 사업시행의 정당성 확보와 ITS사업 활성화하기 위한 방법을 강구하는 것임. 세부적으로는 설명하면,

- ITS 사업의 가장 근간이 될 수 있는 교통 검지기 자료의 오류 및 결측자료를 선별하는 평가하는 기술을 개발하며 정확한 교통자료 수집을 위한 방안을 마련하고,
- ITS 사업 분야 중에서도 교통정보는 이용자들이 가장 크게 영향을 받는 부분

이므로 이를 평가할 수 있는 방법을 개발하여, 이용자의 의식이 고려된 교통정보 제공 및 관리의 가이드를 제시하고,

- ITS 사업의 서브시스템별 특성을 반영한 비용편익 분석 방법을 개발하여, 객관적이고 일률적인 ITS 사업 타당성 평가지침을 제시하는 것을 목표로 함

2. 성과목표

○ 성과목표는 정성적 성과목표와 정량적 성과목표로 구분하였으며 정성적 성과의 경우, 연구 추진 중 발생한 공공적 성과, 기술적 성과, 학술적 성과, 실용화 성과를 제시함

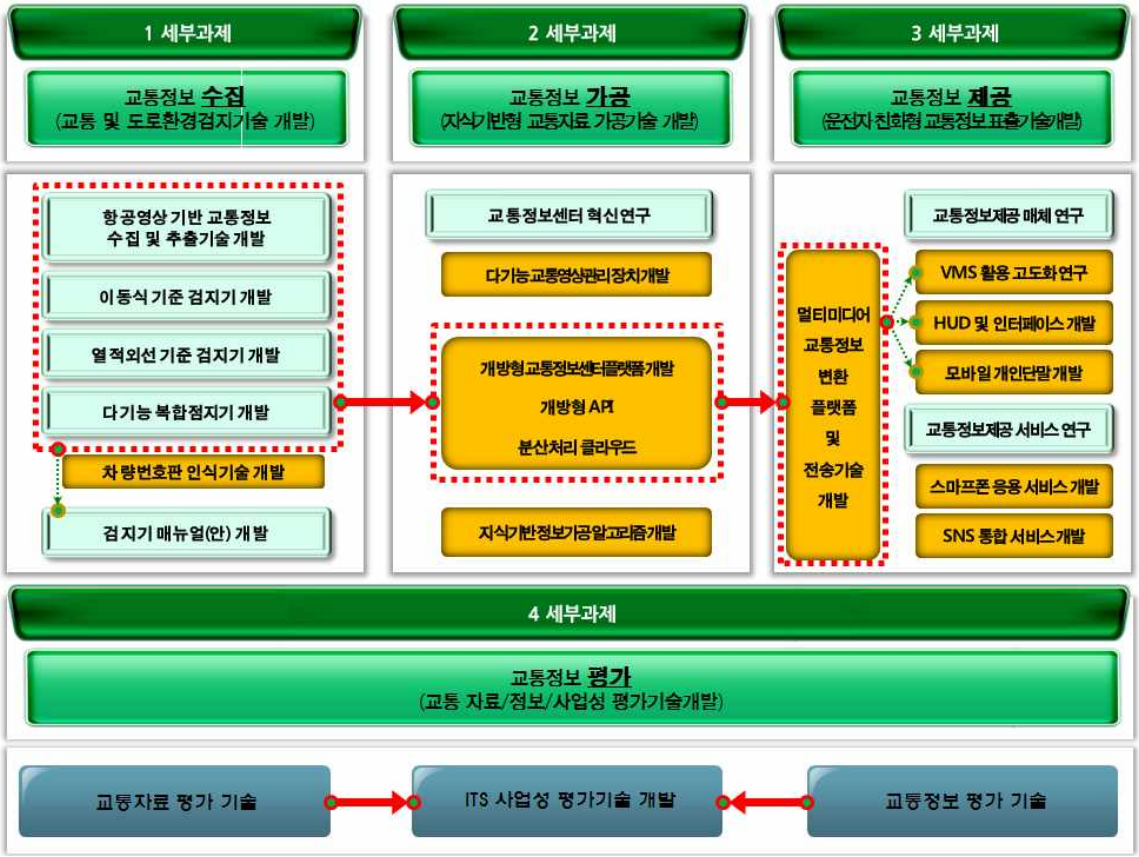
<표 1.2> 연구단 총괄 성과목표의 계획대비 실적

구 분			실적(건)	계획(건)	진행중(건)
공공적 성과	법 제정 및 개선		-	-	-
	설계기준, 시방서, 지침에 제안		3	3	-
	설계기준, 시방서, 지침에 반영		-	-	3
	정책제안		3	-	1
	홍보		36	12	-
기술적 성과	특허	출원	36	36	1
		등록	10	-	-
	실용신안	출원	-	-	-
		등록	-	-	-
	디자인	출원	-	-	-
		등록	-	-	-
	소프트웨어(S/W)		80	56	-
	기타 성과(상표, 서비스 등)		-	-	-
	신기술 지정		-	-	-
학술적 성과	국내외 학술지 게재	일반학술지	33	32	-
		SCI(E)학술지	4	-	2
	국내외 학술회의 발표		56	12	-
실용화 성과	기술실시계약		6	-	-
	사업화/제품화		8	-	-
	현장적용에 의한 비용절감		1	-	-

제 3 절 연구추진체계 및 방법

1. 연구대상 정의 및 주요연구내용

가. 연구대상 정의



[그림 1.10] ITS 단계별 구분에 연구대상 정의

○ 본 연구단에서는 전체 연구를 ITS의 『수집/가공/제공/평가』 단계별로 세부과제를 구분하여 상기 그림과 같이 연구대상을 선정하였음

○ 『수집』 단계의 연구를 수행하는 1세부과제는 검지 체계의 개발, 즉 항공영상 기반 교통정보 수집체계 및 다기능복합검지기를 통해 다양한 교통 및 도로환경 정보를 수집하는 것을 본 1세부의 주요 연구과제 및 역할로 정의할 수 있음. 또한 이러한 1세부의 수집정보는 상기 그림의 실선으로 표현한 것과 같이 본 연구단에서 『가공』 의 역할을 수행하는 2세부과제에 교통자료 및 환경자료 등을 전달함

○ 『가공』 단계의 연구를 수행하는 2세부과제는 교통정보센터 혁신 연구를 진행하며, 1, 3세부 간 정보의 연계는 센터의 개방형 API를 통해 진행함. 정보의 저장과 처리부분은 분산처리 클라우드 시스템을 연구대상으로 선정하여 최신 컴퓨팅 기술을 받아들임. 또한, 1세부에서 전달받는 대용량 데이터(항공영상 등)는 2세부의 다기능 교통영상관리 장치를 통해 교통정보가 추출되며, 이러한 정보도 교통정보센터의 개방형 API를 통해 3세부의 역할이 『제공』 영역으로 전달됨. 더불어 연구대상으로 지식기반 정보가공 알고리즘을 선정하여 지점검지정보를 구간정보로 변환하여 높은 신뢰도를 보장하고자 함

○ 『제공』 단계의 연구를 수행하는 3세부과제가 전체 연구에서 차지하는 역할을 살펴보면, 1세부과제에서 수집된 다양한 교통 및 도로환경 정보(1차 정보)들을 2세부과제에서 개발하는 가공시스템에서 새롭게 재형성 된 정보(2차 정보)를 본 3세부과제에서 수집하여 이용자의 현재 위치 혹은 현재 여건 등에 맞는 다양한 정보로 재포장하여 방송시스템과 연계, 새로운 단말 시스템에 표출하는 역할로 정의함. 이러한 『제공』 단계의 연구는 다시 교통정보매체에 대한 H/W적인 연구와 교통정보서비스와 콘텐츠에 대한 S/W를 연구의 대상으로 선정하였음

○ 『평가』 단계의 연구를 수행하는 4세부는 교통정보뿐만 아니라, 교통정보의 바탕이 되는 교통자료 평가, 더 나아가 ITS 사업성 평가기술을 연구대상으로 정의하였음. 타 세부 과제별 연구내용인 교통정보 수집, 가공, 제공기술은 새로운 매체 개발이나 기술적 측면의 연구라고 할 수 있으나, 본 연구는 학술적인 방법론의 의하여 교통자료, 정보, 사업성을 평가할 수 있는 하나의 기준을 제시하는 것임. 결국, 상기 그림에서 위치한 바대로 『수집, 가공, 제공』 영역의 ITS 사업의 지속적인 재투자를 위한 학문적, 이론적 근간을 이루는 연구라 칭할 수 있음. 4세부과제의 세부적인 연구대상을 정의하면 다음과 같음

- 교통자료평가기술은 지점검지기만 해당되며,
- 교통정보평가기술은 VMS와 버스도착정보시스템을 중심으로 핸드폰, DMB, TPEG, 라디오, 인터넷 매체가 포함되며,
- 사업성 평가기술은 고속도로 교통정보제공시스템, 속도위반 단속시스템, 신호위반 단속시스템, 버스정보시스템, 자동요금징수시스템임

나. 주요연구 내용

○ ITS의 단계별 연구대상에 대한 주요 연구내용과 결과는 다음의 표와 같으며, 상세한 단위연구내용과 결과는 본 보고서 '3장 연구 세부내용 및 결과'와 세부과제별 총괄 연구보고서 '3장 연구 세부내용 및 결과'에서 기술함

<표 1.3> 단위연구 내용별 결과

연구대상	주요 연구내용	연구결과요약
다기능 복합검지기	▪ 차세대 교통자료 수집방식의 혁신을 위한 다기능 검지 시스템 개발	▪ 지점 교통정보 수집기술 개발 ▪ 구간 교통정보 수집기술 개발 ▪ 시스템 최적화 및 저전력 기술 개발 - 다기능 복합검지기를 위한 저전력 설계기술 개발 - 다차선 차량 인식을 위한 고성능 다차선 적외 조명장치 개발 ▪ 열악환경에 강인한 교통정보 수집을 위한 이종정보 융합기술 개발 ▪ 차량번호판 인식기술 개발 - 인식기술 문헌 조사 및 분석 - 번호인식 알고리즘 기본설계 - 고속영상 취득 및 처리기술 개발 - 검증 및 테스트 환경 구축
	▪ 복합정보 보정 및 이벤트 검지기술 개발	▪ 검지정보 자가보정기술 개발 ▪ 이동체의 세부정보 인식기술 개발 - 이동체의 차종/차색 인식 S/W 구현
열적외선 기준검지기	▪ 열적외선 기준검지기 개발	▪ 열적외선 원리 및 문헌조사 ▪ 요소기술 알고리즘 및 S/W 개발 - 임의영역 자동초점제어 알고리즘 및 S/W 개발 - 열적외선 보정 알고리즘 및 S/W 개발 - 열적외선 검지기를 이용한 영상처리 관련 알고리즘 개발 - 열적외선 검지기를 이용한 교통정보 추출 알고릮즘 및 S/W 개발 - Tracking 방식의 교통정보추출 기술 개발 ▪ 열 적외선 검지기의 통신 · 정보 · 데이터 Interface 확립 ▪ 열적외선 시제품 제작 ▪ 테스트 베드 구축 ▪ 성능검증 및 시험운영

이동식 기준검지기	▪ 이동식 기준 검지기 개발	▪ 자료 수집 및 기초문헌조사 ▪ 센서분석 ▪ 지점밀도 생성을 위한 이동식 기준검지기 시제품 개발 - 루프식 지점 기준검지기 시제품 개발 - 비접촉 레이저 기준검지기 시제품 개발 ▪ 밀도 검지기 프로토 타입 개발 및 성능평가 ▪ 다차로 이동식 기준검지기 요소기술 연구 - USN방식 이동식 기준검지기 개발 - 비접촉 다차로 레이저 기준 검지기 개발 - 비접촉 다차로 레이더 기준검지기 - 비행체 방식 검지기 - 기준검지기와 거리레이저를 이용한 다차로 검지방안
	▪ 이동식 기준검지기 밀도 검지 기본 알고리즘 개발	▪ 밀도검지 알고리즘관련 문헌조사 및 기술동향파악 ▪ 밀도검지 기본알고리즘 개발 ▪ 알고리즘 적용성 평가 - 알고리즘 로직 분석 ▪ 측정간격오차 분석 ▪ 이동식 기준밀도 검지기 프로토타입용 알고리즘 개발(현장테스트 지원) ▪ 이동식 밀도 기준검지기 시제품용 밀도 검지 알고리즘 개발
검지기 매뉴얼	▪ 검지기 매뉴얼 개발	▪ 검지기의 선정절차 ▪ 검지기의 기능정의 ▪ 기존검지기의 특성분석 ▪ 개발검지기의 특성분석
항공영상 기반 교통정보 수집 및 추출기술	▪ 광역 교통정보 수집인프라 구축 및 항공영상을 이용한 교통정보 수집기술 개발	▪ 실시간항공영상을 이용한 광역교통검지 및 관리기술 개발 - 비행 운항환경 조사 분석 - 비행체 도입의 타당성 연구 - 12m급 ULV시험기 설계 및 제작 및 영상수집실험 ▪ 영상안정화 및 향상기술개발 - 영상탑재 조율장치 개발 - 영상안정화 장치 및 세부기술 개발 ▪ 실비행선 부분설계(해당연구항목 보류)
	▪ 항공영상을 이용한 교통정보 추출기술 개발	▪ 항공 영상정보 기반 실시간 교통정보 추출기술 개발 - 실시간 교통정보 추출에 대한 전처리 - 실시간 차량 검출을 위한 기술 개발 - 광역 항공영상기반 교통정보 추출기술 개발 ▪ 항공 영상정보 기반 위치정보 추출 기술 개발 - 위치정보 추출을 위한 요구분석 - 위치정보추출을 위한 매칭기술 개발 ▪ 항공 영상 기반 Panoramics 생성 기술 개발 - 파노라마 영상 생성 기술 분석 - 파노라마 영상 요구분석 ▪ 공간영상 저장 및 관리기술 개발 - 공간 영상 제공을 위한 프로세스 정의 - 공간 영상 저장 및 관리기술 전반에 대한 연구(영상 Indexing, DB저장, 스키마 설계)

교통정보센터 혁신연구	▪ 교통관리센터 제반 운영 시스템의 부하율 최적 분산화 기술	▪ 운영시스템 간 상호 다중감시 및 제어기술 -국내외 구축 및 운영사례 조사/분석 -요구사항 정의 ▪ 시스템 부하율 최적 분산화 알고리즘 -국내외 구축 및 운영사례 조사/분석 -분산처리기술 및 알고리즘 최신경향 파악 -요구사항 정의
	▪ 센터 운영시스템 내 다중프로세스 스케줄링 관리기법	▪ 다중프로세스 스케줄링 MMI 설계 및 구현기술 -국내외 구축 및 운영사례 조사/분석 -스케줄링 MMI 설계/구현 최신경향 파악 -요구사항 정의 ▪ 프로세스 Management System 설계 및 구현기술 -프로세스 Management System 최신경향 파악 및 구축사례 조사/분석 -요구사항 정의
	▪ 센터 운영시스템 장애 발생시 대응기술	▪ 다중 프로세스 운영 시스템 스위칭 설계 및 구현기술 - 국내외 구축 및 운영사례 조사/분석 - 요구사항 정의 ▪ 프로세스 스위칭 최적 알고리즘 개발기술 - 국내외 구축 및 운영사례 조사/분석 - 스위칭 최적 알고리즘 최신경향 파악 - 요구사항 정의
	▪ 대용량 데이터 처리기술	▪ 프로세스 분산제어 설계 및 구현기술 - 국내외 설계 및 구축사례 조사/분석 - 요구사항 정의 ▪ 온톨리지 기반의 대용량 교통데이터 저장/질의/응답 시스템 - 국내외 구축 및 운영사례 조사/분석 - 요구사항 정의 ▪ 구축환경 조성(Ⅰ) - 도로환경자료 수집 프로토콜 정립 및 수집 환경 구축(통신서버→가공→운영단말)
	▪ 클라우드 컴퓨팅 환경의 교통정보센터 시스템 아키텍처 설계	▪ 현재 운영 및 구축중인 교통정보센터 시스템 현황 분석을 근거로 하여 클라우드 컴퓨팅 환경 하에 적합하도록 교통정보센터 모듈기능 정의 및 시스템 아키텍처를 설계하였음
	▪ 교통자료 분산 파일 시스템 및 분산 데이터베이스 구축	▪ 대용량의 교통정보를 저장 및 관리하기 위해 클라우드 컴퓨팅의 요소기술 중 분산 파일시스템/데이터베이스 구축을 위한 기술을 적용하여 저비용으로 고가용성을 보장하는 분산 파일시스템 서비스를 구현함
	▪ 교통자료 분산 데이터 처리 시스템 구현	▪ 대용량 데이터 병렬처리, 색인검색이 가능하도록 질의어 처리시스템을 구성하여, 대용량 데이터 처리 및 검색이 가능하도록 서비스를 만들어 웹 기반의 교통정보 API 및 질의어 사용을 통하여 질의어 처리서비스를 제공하도록 프레임워크를 개발함
	▪ 개방형 API 기술 설계 및 개발	▪ 다양한 교통자료 수집장치로 부터의 데이터 연계를 위해 웹서비스 기반의 개방형 API를 통해 정보의 수집, 제공 그리고 표출이 가능한 서비스를 개발
	▪ 클라우드 컴퓨팅 기반의 교통정보 분석모듈 설계 및 개발	▪ 대용량의 교통정보를 저장·관리 및 통계처리를 위해 클라우드 컴퓨팅의 요소 기술을 적용하여 저비용으로 고가용성을 보장하는 분산저장 파일시스템을 구현 ▪ 분산데이터 처리기술을 활용하여, 대용량 데이터 병렬처리, 색인검색이 가능하도록 질의어 처리시스템을 구성

다기능교통 영상관리 장치 개발	▪ 다기능 복합 검지기 및 실시간 영상에서의 교통 영상 추출/관리 기능 관련 선진사례 수집 및 분석	▪ CCTV 동영상 정보 활용 및 해외 사례를 분석하였으며, 다기능 교통영상 관리장치에 대한 요구사항을 도출하였음
	▪ 실시간 영상의 Auto-Configuration을 통한 메타 데이터 추출 기술 설계 / 개발	▪ Auto-Configuration 기능 정의 설계 및 메타데이터 관리 기능에 대한 설계 실시 함 ▪ 교통정보 추출에 따른 H/W 설계를 완료하였으며, DFD, 시스템 설계서 등을 작성 하였음
	▪ 검지기 및 차량 단말기능 에뮬레이션 환경 구축	▪ 다기능 교통영상 관리장치에 대한 개발환경을 구축하였음
	▪ 다기능 복합 검지기 및 실시간 영상에서의 교통 영상 추출 및 관리 기능 구현	▪ 설계에 따른 동영상 분석 기능, 도로영역 판단기능, 자동 차선 추출기능, 교통정보 추출 기능, 실시간 동영상 저장, 교통정보 DBMS 관리기능 등에 대한 기능을 구현하였음
	▪ 교통 및 도로환경 정보와 위치기반 정보 서비스 기능 검증 내용 분석에 따른 기능 정의 및 설계 사양 보완	▪ CCTV 동영상 및 교통정보에 대한 노드링크 연계 방안에 대한 설계를 진행하였으며, 다기능 교통영상 관리장치에 DBMS를 설치하여 속성정보 저장 및 수정 가능한 시스템 설계를 실시함
	▪ H/W 및 S/W 기능 개선 및 안정화	▪ H/W 부분 기능 개선은 영상처리 결과 OUT PORT 추가 CPU 사양 개선 등을 수행하였고, S/W는 Auto-Configuration 기능, 교통정보 추출 정확도, 운영자 Web UI 등에 대한 기능 개선을 수행하였음
	▪ 테스트 베드 구축 및 시작품 제작	▪ 다기능 교통영상 관리장치 시작품에 대한 제주도 ITS 센터 테스트 베드를 구축하였으며, 지속적으로 시작품 업그레이드를 실시하였음
지식기반 정보가공 알고리즘 개발	▪ 기존 교통정보 가공처리 운영현황 및 문제점	▪ 지자체 교통정보센터 운영현황 분석 ▪ 1차/2차 정보가공 현황 및 문제점 분석 ▪ 실측조사방법 문제점 및 대체방안 제시
	▪ 기존 정보가공 알고리즘 비교분석 및 민감도분석	▪ 기존 구간통행정보 산출 방법의 비교분석 ▪ 다양한 교통요소에 따른 구간통행정보민감도 분석 ▪ 구간통행정보 신뢰성 평가 영향요인 분석 ▪ 교통정보가공을 위한 과거이력자료 활용방안 제시
	▪ 과거이력자료를 활용한 교통특성분석 및 패턴분류	▪ 교통특성에 따른 도로유형 분류 제시 ▪ 패턴분류를 통한 교통특성분석 ▪ 휴리스틱 교통패턴 룰 생성
	▪ 지식기반 정보가공 알고리즘 및 모듈개발	▪ 소통상황 판단 알고리즘, ▪ 패턴수준 판단 알고리즘 개발 ▪ 적정 가중치(α,β) 산정 및 U_d값 산정 ▪ 기존 지자체 정보가공 알고리즘과 비교를 통한 성능분석 ▪ 지식기반 정보가공 알고리즘

교통정보 매체 연구	▪ 기존 매체 개선 (VMS 활용 고도화 연구)	▪ 기반조사 - 국내외 관련연구동향을 조사/분석하여 연구방향성 정립 ▪ 요구사항 분석 - 매체별 이용자 선호도/만족도 조사를 실시 및 VMS에 대한 개선 요구사항 도출 ▪ VMS 운영 개선방안 구현 - FM-VMS 시제품 제작 및 성능검증 ▪ VMS H/W 개선방안 구현 - 에너지 저감 VMS 모듈 시제품 제작 및 성능검증
	▪ 신규 매체 개발 (교통정보 제공용 HUD 및 인터페이스 개발)	▪ 기반조사 - HUD와 관련한 기초자료를 조사하고, 연구 방향성 정립 ▪ 요구사항 분석 - 설문조사 실시 및 콘텐츠 선호도 조사 - 가상 시뮬레이션을 통한 검증 ▪ HUD H/W 요소기술 구현 - 광원/광학/제어부 단위기술 개발 ▪ HUD S/W 요소기술 구현 - 홀로그램 텍스트 및 표출 레이어, UI S/W 개발 ▪ HUD 부가기술 개발 - 실시간 교통정보표출을 위한 정보연계기술, 이용자 편의성을 감안한 조도/리모컨, 차량정보 추출을 위한 CAN 통신방안 등을 개발 ▪ 시제품개발 및 성능검증 - H/W와 S/W를 통합한 시제품 개발 및 차량장착 - 성능검증 및 기능테스트 - 실차 도로주행 테스트
	▪ 신규 매체 개발 (멀티미디어 교통정보제공용 모바일 개인단말 개발)	▪ 기반조사 - 연구 방향성 정립 ▪ 요구사항 분석 - UI/UX 설계를 위한 사용자 패널분석 - 단말 개발을 위한 상용 네비게이션 인터페이스 분석 및 표출 애플리케이션 분석 등 ▪ 멀티미디어 교통정보 콘텐츠 전송기술 개발 - 대용량 멀티미디어 교통정보전송을 위한 대역할당 방법등을 개발 ▪ WiBro망 전용 단말 표출기술 개발 - PMP/UMPC를 활용한 표출방안 구현 ▪ 시제품 개발 및 성능검증 - 시제품 개발 및 데모시스템 제작 - 전송기술에 대한 성능검증
교통정보 서비스 연구	▪ 신규 서비스 개발 (멀티미디어 교통정보 가공 플랫폼 및 선호도 기반 SNS 통합교통정보 제공 서비스)	▪ 기반조사 - 연구 방향성 정립 ▪ 멀티미디어 교통정보 제공 콘텐츠 개발 - 교통정보 메시지 규격 및 Open API기반 가공 플랫폼 구현 ▪ 멀티미디어 교통정보 콘텐츠 추천기술 개발 - 온톨로지를 이용한 위치/선호도기반 교통정보 추천기술 구현 - SNS 기반 교통정보 제공 서비스 구현
	▪ 신규 서비스 개발 (스마트폰 기반 응용서비스)	▪ 기반조사 - 연구 방향성 정립 ▪ 스마트폰용 교통정보 표출기술 개발 - 와이브로/안드로이드/아이폰 환경에서의 교통정보표출기술 구현 ▪ 응용서비스 및 시제품 개발 - 리얼 네비게이션 및 트래픽 트위터 시제품 개발

교통자료 평가 기술 개발	▪ 교통자료 정확도 평가 프로그램 개발	▪ 교통자료 이상치 유형 구분을 위한 기준표 정립 ▪ 교통자료의 정확성 평가지표 및 정확도 산정표 개발 ▪ 교통자료 평가 프로그램 개발(알고리즘 개발)
	▪ 교통자료 정확도 향상에 따른 비용/편익 분석	▪ 정확도 개선을 위한 비용, 편익 항목 산정 ▪ 검지기 적정 유지보수 주기 산정
교통정보 평가기술	▪ 교통정보 이용자 의식조사	▪ 교통정보 이용자 만족도 평가지표 및 항목 선정 ▪ 교통정보 매체별(VMS, 라디오, 인터넷, DMB, TPEG, 휴대폰, 스마트폰) 이용자 선호도 분석결과표
	▪ 교통정보 효용성 평가기술 개발(교통정보 이용자 의식모형개발)	▪ 교통정보 이용자 만족도 통합모형 ▪ 교통정보 이용자 매체별 만족도 모형(VMS, 라디오, 인터넷, DMB, TPEG, 휴대폰) ▪ VMS, BIS의 이용자 효용함수 ▪ 교통정보 효용성 평가등급 산정표
	▪ 교통정보 가치화기술 개발	▪ 교통정보 이용자 매체별 가치모형(VMS, 라디오, 인터넷, DMB, TPEG, 휴대폰) ▪ VMS, BIS의 이용자 가치함수
	▪ 교통정보 품질관리 기술개발	▪ VMS 가상주행 실험결과서(이용자 효용을 최대화하는 설치위치, 글자크기, 제공형식에 관한 실험) ▪ 도시부도로 VMS 이용자 효용성 평가방법 및 등급산정
ITS 사업성 평가 기술	▪ ITS 사업성 평가대상의 요구사항 검토	▪ 평가대상 선정(고속도로 교통정보제공시스템, 버스정보시스템, 속도위반 단속시스템, 신호위반 단속시스템, 자동요금징수시스템, 버스운행관리시스템) ▪ 6개 시스템별 비용, 편익 평가항목 선정
	▪ ITS 서브시스템별 평가 알고리즘 개발	▪ 고속도로 교통정보 시스템 평가 알고리즘 ▪ 버스정보시스템 평가 알고리즘 ▪ 속도위반/신호위반 단속시스템 평가 알고리즘 ▪ 자동요금징수시스템 평가 알고리즘 ▪ 버스운행관리시스템 평가 알고리즘
	▪ ITSBC 소프트웨어 개발	▪ 개발 알고리즘을 프로그램화 ▪ 현장적용 검증 및 수정

2. 연구조직 및 과제연계도

가. 연구기간

○ 연구단은 총 4차년도 41개월 동안 진행하였으며, 1차년도는 2007년 12월 24일부터 2008년 9월 23일간 총 9개월을 진행하였고, 2차년도는 2008년 9월 24일부터 2009년 6월 23일간 총 9개월을 진행하였고, 3차년도는 2009년 6월 30일부터 2010년 5월 29일간 총 11개월을 진행하였고, 4차년도는 2010년 5월 30일부터 2011년 5월 29일간 총 12개월을 진행하였음.(4차년도의 경우, 일부 기관에 한하여 연구의 품질을 제공하기위한 3개월간의 연장이 있었음)

<표 1.4> 연구단 총 연구개발비

총 연구개발비 내역						
연 도		정부 출연금	기업부담금			합계
			현 금	현 물	계	
1차년도	금액	4,560,000	246,257	1,335,257	1,581,514	6,141,514
	비율	74.25%	4.01%	21.74%	25.75%	100%
2차년도	금액	5,000,000	197,138	1,496,486	1,693,624	6,693,624
	비율	74.70%	2.95%	22.36%	25.30%	100.00%
3차년도	금액	3,260,000	131,740	973,354	1,105,094	4,365,094
	비율	74.68%	3.02%	22.30%	25.32%	100%
4차년도	금액	2,840,000	90,700	715,000	805,700	3,645,700
	비율	78.20%	2.21%	19.59%	21.80%	100%
총계		15,660,000	665,835	4,520,097	5,185,932	20,845,932

나. 연구조직도

○ 연구단의 4개 세부과제는 다음의 그림과 같이 구성하였음. 연구단의 운영은 한국건설기술연구원의 강원의 단장을 중심으로 연구를 진행하였으며, 1세부과제

는 연구단을 운영하는 한국건설기술연구원의 강원의 연구단장이 1세부연구총괄을 동시에 진행함. 2세부과제 총괄연구기관은 민간 연구소인 (주)경봉 중앙연구소 소장 김주환 상무이사가 총괄책임자이며, 3세부는 한국건설기술연구원 문병섭 수석연구원, 4세부과제는 서울시립대학교 이수범 교수가 총괄책임자로 연구관리를 진행하였음



[그림 1.11] 연구단 조직구성

○ 각 세부과제별 공동연구기관은 다음과 같음

- 『수집』과 관련된 연구를 진행한 1세부과제는 다음의 표와 같이 한국건설기술연구원의 총괄책임 기관으로 하여 검지기 매뉴얼 연구를 독립적으로 진행하였으며, 다기능 복합검지기와 관련된 업무를 1차년도부터 4차년도까지 (주)JT에서 진행하였으며, 항공영상수집과 추출과 관련한 연구는 1~2차년도까지 (주)항공항공기술, (주)엔지티, (주)인투텍 등에서 연구하였으며, 이동식 기준검지기와 관련된 연구는 (주)하이테콤과 서울시립대학교에서 진행하였으며, 열적외선과 관련된 연구는 (주)ECM에서 진행하였음.
- 『가공』과 관련된 연구를 진행한 2세부과제는 (주)경봉에서 총괄연구를 책임졌으며, 독립적으로 개방형 교통정보센터 플랫폼 개발에 대한 연구를 진행하였으며, 한양대학교에서 3~4차년도에 지식기반알고리즘을 연구하였으며, 비치로시츠(1차년도에는 1세부과제에서 연구를 수행하였음)에서 1~4차년도까지 다기능 교통영상 관리장치에 대하여 연구하였음

<표 1.5> 1~2세부과제 연구추진체계

구 분	1세부과제 협동(총괄) 연구기관	1세부과제 공동연구기관
1차년도 ('07~'08)	한국건설 기술연구원	(주) 제이티 (주) ECM (주) 한국항공기술 (주) 서진 (주) 엔지티 (주) 타우마텍 (주) 하이테콤 (주) 비치로시스 서울시립대학교
2차년도 ('08~'09)	한국건설 기술연구원	(주) 제이티 (주) ECM (주) 한국항공기술 (주) 인투텍 (주) 타우마텍 (주) 하이테콤 서울시립대학교
3차년도 ('09~'10)	한국건설 기술연구원	(주) 제이티 (주) ECM (주) 하이테콤 서울시립대학교
4차년도 ('10~'11)	한국건설 기술연구원	(주) 제이티 (주) ECM

구 분	2세부과제 협동(총괄) 연구기관	2세부과제 공동연구기관
1차년도 ('07~'08)	(주) 경봉	아주대학교 산학협력단 아주대학교 산학협력단 ((주)버티시스) (주)태원코퍼레이션 (호원대학교)
2차년도 ('08~'09)	(주) 경봉	아주대학교 산학협력단 아주대학교 산학협력단 ((주)버티시스) (주)태원코퍼레이션 (호원대학교) (주)비츠로시스
3차년도 ('09~'10)	(주)경봉	(주)경봉 (주)비츠로시스 한양대학교 산학협력단
4차년도 ('10~'11)	(주)경봉	(주)경봉 (주)비츠로시스 한양대학교 산학협력단

- 『제공』 과 관련된 연구를 진행한 3세부과제는 다음의 표와 같이 한국건설기술연구원의 총괄책임 기관으로 하여 1~4차년도까지의 연구관리와 교통정보제공 매체 중에 대표적인 공공 매체인 VMS에 대한 기능고도화에 관한 연구를 진행하였으며, 미래형 교통정보매체인 HUD와 관련된 개발은 1차년도부터 4차년도까지 (주)V&I에서 진행하였으며, 차세대 교통정보 서비스와 관련된 연구는 1~4차년도 까지 (주)KT와 (주)브레넥스에서 연구하였음
- ITS의 『평가』 부분에 대한 연구는 서울시립대학교에서 총괄 연구관리를 수행하였으며, ITS의 기본 Raw Data를 평가하는 교통자료 평가부분은 1~2차년도

까지 중앙대학교에서 수행하여 과제를 종료하였으며, 교통정보와 ITS사업성 평가에 대한 연구는 시립대학교에서 수행하였음

<표 1.6> 3~4세부과제 연구추진체계

구 분	3세부과제 협동(총괄) 연구기관	3세부과제 공동연구기관
1차년도 ('07~'08)	한국건설기술연구원	(주)브이앤아이 (주)케이티 (주)브레넥스
2차년도 ('08~'09)	한국건설기술연구원	(주)브이앤아이 (주)케이티 (주)브레넥스
3차년도 ('09~'10)	한국건설기술연구원	(주)브이앤아이 (주)케이티 (주)브레넥스
4차년도 ('10~'11)	한국건설기술연구원	(주)브이앤아이 (주)케이티 (주)브레넥스

구 분	4세부과제 협동(총괄) 연구기관	4세부과제 공동연구기관
1차년도 ('07~'08)	서울시립대학교	중앙대학교
2차년도 ('08~'09)	서울시립대학교	중앙대학교
3차년도 ('09~'10)	서울시립대학교	-
4차년도 ('10~'11)	서울시립대학교	-

다. 과제연계도

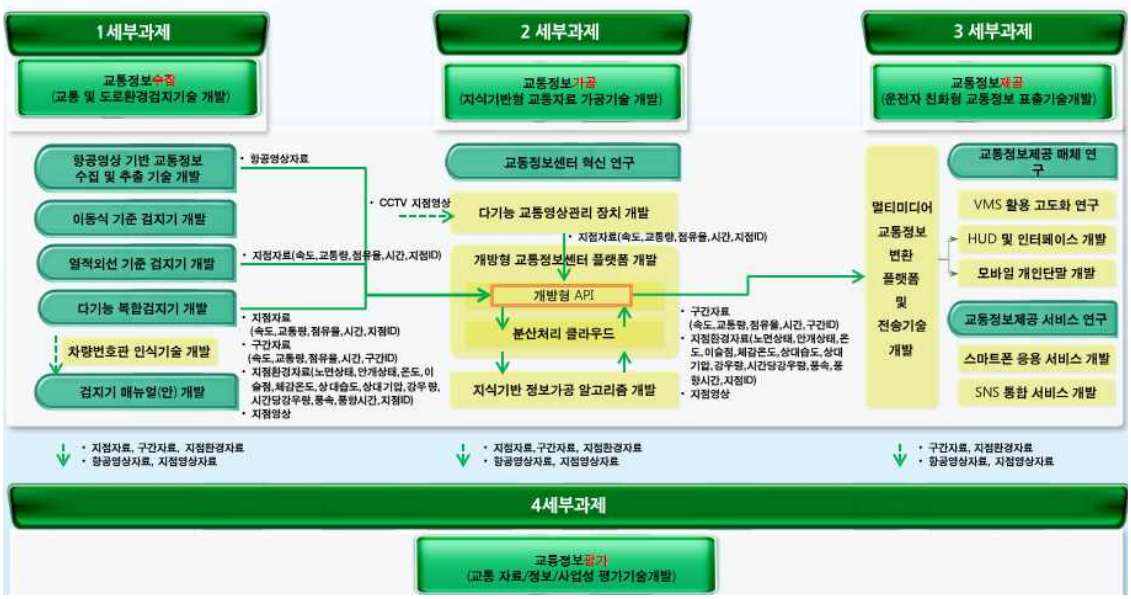
○ 본 연구단에서의 1~4세부과제의 구분은 ITS 서비스 구현의 4단계(『수집/가공/제공/평가』) 단계별로 나누었음. 연구단에서는 각 세부과제별로 독립적으로도 이용가능하며, 더불어 ITS 서비스 구현의 4단계를 하나의 연구단 목표인 '저비용 · 고효율 구조를 가지는 미래지향적인 ITS 정보제공체계로의 전환'과 '이용자들이 교통정보를 쉽게 접근할 수 있는 기반'으로 설정하여 상호 연계성과 독립성을 갖는 연구를 진행하였음. 즉, 본 연구단 과제인 '교통정보혁신을 위한 제공·관리·평가 기술개발"은 독립적인 제품의 개발하지만, 개발 제품 간의 데이터는 원활하게 연결하게 하는 연계중심의 연구를 수행하였음. 연구 아래의 그림은 각 세부과제의 연구적인 연계를 설명하는 과제연계도 임



[그림 1.12] 세부과제 연계도

- 1세부과제는 ITS의 원천인 『수집』과 관련한 독립적인 다기능 복합검지기, 열적외선 검지기, 항공영상의 수집과 분석 등의 연구를 수행하면서, 독립적인 제품에서 『수집』한 대용량의 항공영상·교통·환경 데이터 등은 2세부과제에서 『가공』하기에 적합한 형태로 전달할 수 있게 대비하여 연구를 수행하여 과제를 연계하였음
- 3세부과제는 교통정보 매체(VMS 등)들에 대한 독립적인 연구를 수행하지만, 매체들을 통하여 운전자에게 『제공』(서비스)되는 컨텐츠를 다양하기 위해서는 1세부과제에서 많은 종류의 다양한 정보를 『수집』하여야 하므로, 1세부과제에서 어떤 정보가 수집되는지, 어떤 형태로 수집하는지에 대비하여 연구를 수행하여 과제를 상호 연계하였음
- 2세부과제는 『수집』되는 데이터를 운전자에게 원활하게 『제공』하기 위한 직접적인 데이터 이동을 연계하여 연구를 진행하였으며, 독립적으로는 미래의 대용량 데이터의 관리와 센터의 간소화를 지향하는 클라우드 센터를 ITS구축에 국한하지 않고 타 분야에서도 얼마든지 이용할 수 있게 연구하였음
- 『수집/가공/제공』 체계에 독립적인 ITS 개발품은 4세부과제의 종합적인 『평가』를 통하여 그 의미를 갖게끔 과제를 연계하였으며, 독립적으로는 기존 ITS 시스템들(버스정보시스템 및 과속시스템)의 『평가』도 가능하게 연구하여 연구의 활용성을 높임
- 아래의 그림은 세부과제 간 데이터의 연계도를 표현한 그림임. 1세부 『수집』 단계에서 생성되는 데이터는 그림에서와 같이 2세부 『가공』 단계의 개방형

API를 통하여 3세부『제공』단계로 연계되며, 4세부에서는 1세부『수집』단계의 교통자료와 3세부『제공』되는 교통정보를 평가함



[그림 1.13] 세부 과제간 데이터 연계

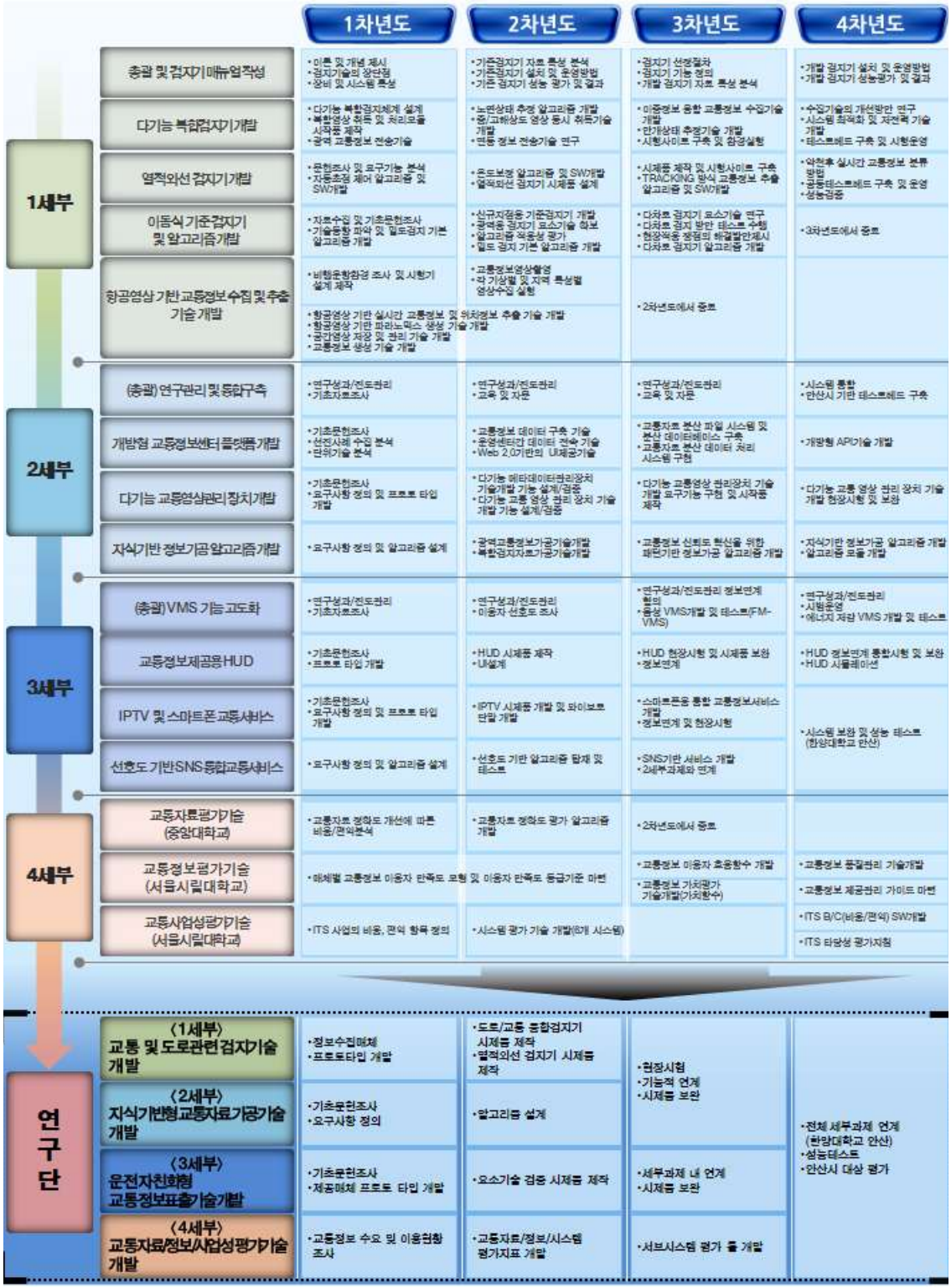
3. 연구로드맵

○ 본 연구단에서는 4차년도까지 연구를 수행하면서 아래 그림과 같은 기본 로드맵을 구성하였음



[그림 1.14] 연구단 로드맵

○ 아래의 그림은 연구단과 세부과제 총괄 로드맵을 정리한 그림임



[그림 1.15] 1~4세부과제와 연구단 로드맵

○ 본 연구단에서는 상용화 할 수 있는 시제품개발이라는 연구단의 연구전략을 선정하여 문헌중심의 연구를 지양하며, 현장시험과 현장적용 중심의 연구를 최대한 발굴하여 연구의 즉시성을 지향하였음. 따라서 로드맵에서와 같이 가능하다면 2차년도에 대부분의 시제품을 제작하고, 3차년도와 4차년도는 개발된 시제품을 현장에 즉시 적용 가능할 수 있게 시제품을 보완하고 테스트 베드를 통하여 직접 운영하는 전략을 로드맵에 반영하였음

○ 아래의 그림은 연구단 소요예산과 최종년도(4차년도) 공동연구기관별 투입예산(정부출연금)을 표현한 그림으로 4차년도 동안 총 15,660 백만원이 소요되었음



단위 : 백만원

구분	기관명	4차년도 예산
1세부과제	건기연	180
	제이티	400
	ECM	145
2세부과제	경봉	250
	비츠로	110
	한양대	200
3세부과제	건기연	270
	KT	330
	브레넥스	300
	V&I	180
4세부과제	시립대	330
계		2,840

[그림 1.16] 연구단 소요예산 (정부출연금)

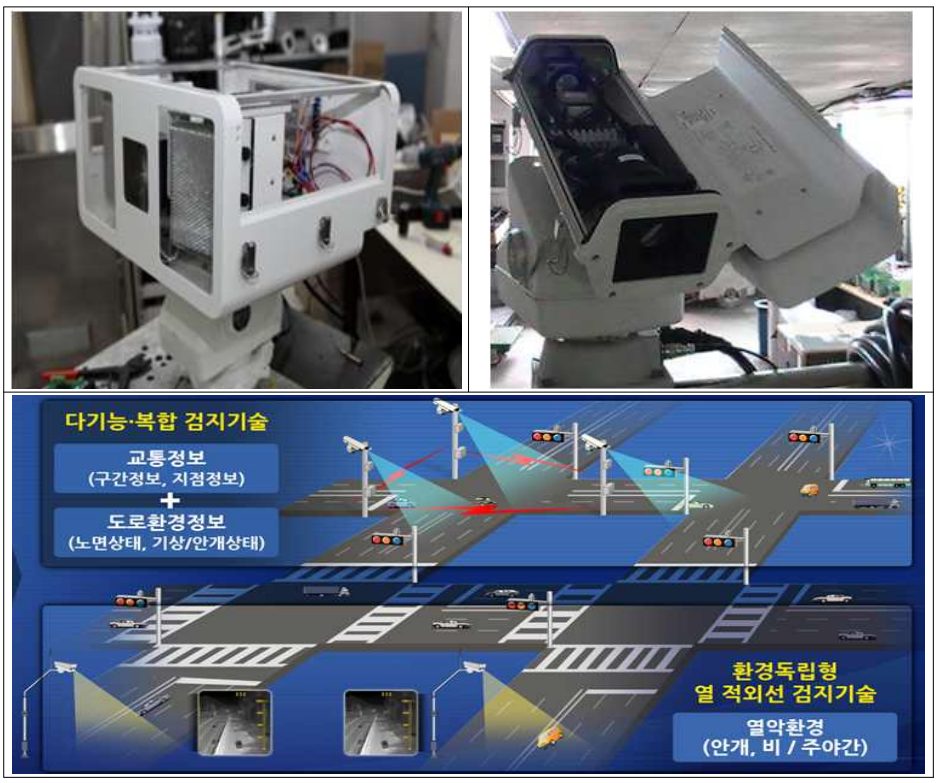
제 4 절 연구 대표 성과물

○ 본 연구단에서는 앞선 '2절 연구의 목표, 2. 성과목표' 에 성과물을 정량적으로 제시하였으며, 더욱 상세한 성과물에 대한 설명은 본 보고서 '제 4장 목표달성 및 관련분야에의 기여도'와 세부과제별 총괄보고서에서 제시할 예정임

○ 본 절에서는 여러 성과물중 각 단계별 대표 성과물을 만들어진 제품 위주로 구성하여 기술할 것임. 대표 성과물은 독립적인 제품으로 『수집/가공/제공/평가』 단계로 구분하여 설명할 것임

1. 『수집』 단계의 대표 성과물

○ ITS의 『수집』 은 검지기로 이루어지며, 본 연구개발에서는 기존 지점 검지기의 기능을 업그레이드한 시제품, 도로 환경검지가 가능한 시제품, 구간 검지가 가능한 시제품 등과 관련 특허 및 구동 S/W라 할 수 있음



[그림 1.17] 다기능 복합검지기와 열적외선 검지기 시제품과 사용개념도

- 상기 그림은 본 연구단에서 개발한 환경정보 수집이 가능하며, 다차로의 번호판 검지 및 기존 검지기능을 향상시킨 다기능복합 검지기 시제품(그림 상단 왼쪽)과 눈/비 등의 급격한 환경변화에 검지능력의 저하 없이 강건한 열적외선 검지기 시제품(그림 상단 오른쪽)의 사진임. 그림 아래의 개념도는 도로상에서 이들 검지기가 활용되는 개념을 표현한 그림임. 다기능 복합검지기는 2011년 8월 현재, 이미 알제리 ITS 구축사업에 납품하기위하여 현재, 알제리에 맞는 세부적인 스펙 등을 협의하고 있으며, 열적외선 검지기는 환경 등에 영향을 없는 고도의 안정적인 모니터링을 요구하는 인천공항 활주로에 이미 설치되어 사용되고 있음



[그림 1.18] 이동식 기준검지기와 검지기 매뉴얼

- 상기 그림은 1세부과제의 대표성과물인 여러 검지기의 정확도 측정을 위한 고도의 정확성이 보장된 이동식 기준검기기(3차년도에 종료되어 연구개발이 종료됨)와 기존 검지기와 본 연구를 통하여 개발된 검지기의 사용법과 적합한 검지기 선정법등을 정리한 안내서인 검지기 매뉴얼임. 검지기 매뉴얼은 지방자치단체의 공무원 등에게 ITS 검지기 장비선정과 검지기 위치선정 등에 활용을 위하여 무상으로 인쇄하여 배포할 예정임
- 아래 그림은 1세부과제에서 2차년도 까지 연구를 수행한 구간검지기가 가능한 무인 항공영상 촬영을 위하여 12m급 시험용 비행선 및 대용량 영상 수집 시스템임. 당초 60m급 유인 비행선을 시험용으로 제작하여 구간 교통정보수집용으로 직접 사용할 계획이었으나, 2차년도 연구진행시 경제적 타당성과 법률적인 문제로 12m급 시험용 비행선과 그를 이용한 교통정보 추출과 활용

에 대한 연구를 2차년도에 종료하였음(이와 관련된 구체적인 내용은 1세부 총괄 연구 보고서 참조)



[그림 1.19] 교통정보수집용 12m 급 시험용 무인 비행선 및 촬영영상

2. 『가공』 단계의 대표 성과물

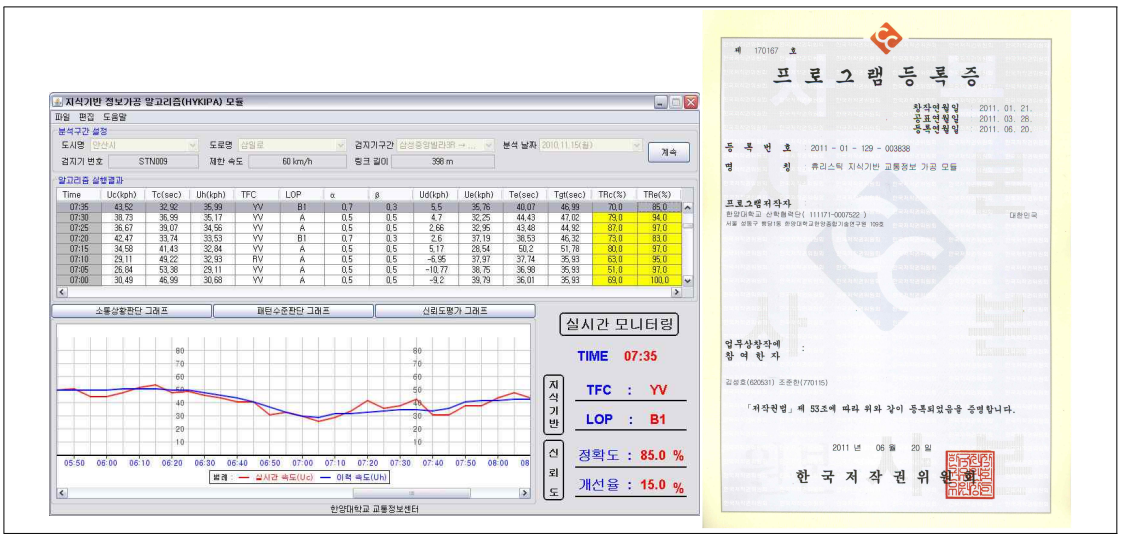
○ ITS의 『가공』은 센터시스템에서 수행하며, 본 연구개발에서는 클라우드 기법을 이용한 ITS 센터 S/W와 직접적인 교통정보가공을 핵심 알고리즘 개발 등을 대표적인 성과물임

– 최종 소프트웨어 개발품을 K-Cloud 솔루션으로 패키지화하였으며, K-Cloud 솔루션의 구성 소프트웨어들은 아래 그림과 같음. K-Cloud 솔루션에서는 개방형 API를 연구하며 도출된 개선점 및 개발 내용을 ITS 표준총회의 단체표준을 진행하고자 '센터-현장장치 간 교통정보연계시스템 표준'을 제안하였고, 표준화과제로 채택위해 노력하고 있음



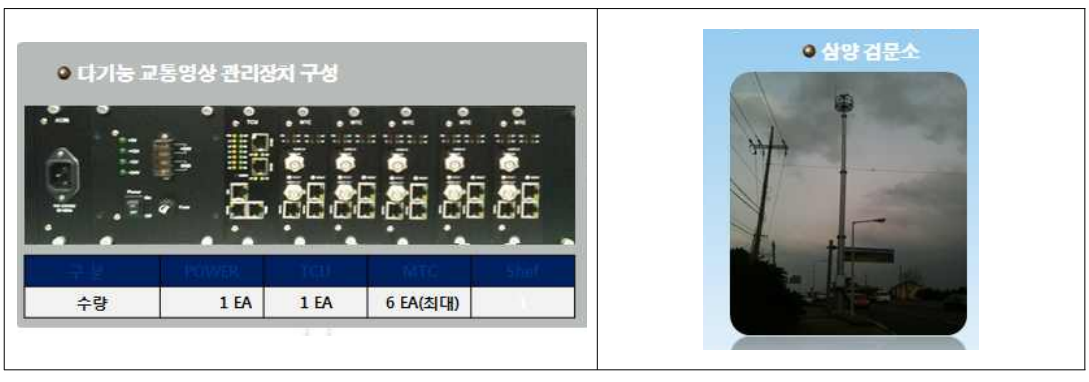
[그림 1.20] Clould K 솔루션과 표준채택 문서

- 『가공』 단계의 또 다른 대표성과물은 운전자에게 전달되는 교통정보의 정확도와 활용성을 높이기 위하여 자료의 패턴을 이용한 휴리스틱 지식기반 정보가공 알고리즘 S/W 개발이며, S/W 등록증과 구동예시는 아래의 사진과 같음



[그림 1.21] 지식기반 정보가공 알고리즘 S/W

- 2세부에서 개발한 다기능 교통영상 관리장치 시제품은 단지 모니터링 기능 중심의 기존 CCTV를 교통정보 검지기로 이용하여 검지기 설치비용을 저감하는 CCTV의 활용을 고도화한 제품으로 제주 ATMS 구축사업에 무상으로 설치하여 이용하고 있음



[그림 1.22] 다기능 교통영상 관리장치 시제품과 설치 예

3. 『제공』 단계의 대표 성과물

○ ITS의 구축은 서비스를 결국 운전자에게 『제공』 하기 위함임. 이러한 서비스는 매체를 통하여 운전자에게 전달되며, 이용자가 원하는 콘텐츠의 발굴과 적합한 운영을 통해 이용도를 극대화 시킬 수 있음. 3세부 과제에서는 이러한 점에 착안하여 연구를 진행하였으며, 대표적인 성과물은 매체와 서비스부문에 시제품과 S/W등의 가시적인 연구 성과물과 이들의 구체적인 활용을 대표적인 성과물이라 할 수 있음

- 연구개발품은 다음 그림과 같이 에너지 저감 VMS 모듈 및 음성 VMS(FM-VMS), 차량용 HUD 및 스마트폰에 활용되는 이용자 기반의 교통정보 서비스임



[그림 1.23] VMS 시제품 / 멀티미디어 교통정보 서비스 / HUD 시제품과 시연

4. 『평가』 단계의 대표 성과물

○ ITS의 지속적인 재투자를 위한 ITS『평가』단계 연구의 대표 성과물은 교통정보 제공 및 관리를 위한 이용자 매뉴얼, ITS 사업 타당성 평가 지침과 한국형 ITSBC 평가 소프트웨어임. 이러한 지침은 각 지방자치단체의 공무원과 ITS 수행 업체들의 참여한 공청회를 개최하여 그들의 의견을 수렴하여 완성도를 높였음



[그림 1.24] ITS 사업 타당성 평가 지침의 구성과 ITSBC S/W

제 2 장 국내·외 기술개발 현황

○ 본 장에서는 국내·외 ITS 구축사업의『수집/가공/제공/평가』단계에 대한 기술 및 연구현황을 검토하였으며, 현황 분석을 통해 기존 연구와의 차별성과 시사점을 서술함

제 1 절 교통정보 검지기술 현황

1. 지점자료 검지기술 현황

가. 국내 기술 현황

(1) 도로 및 기상정보 검지 기술

○ 악천후 시 발생하는 사고로 인한 교통문제에 대해 도로 이용자들의 도로 노면 및 기상에 대한 정보 요구가 증대되어, 악천후 상황에서 도로안전에 대한 안전관리가 요구 되고 있는 실정임

○ 디지털 환경 및 에너지 산업의 시장은 지속적으로 발전하고 있는데 반해 디지털 환경 센서에 대한 연구 개발은 아직 미비한 수준이나 국가 주도하에 연구개발이 점차 확대 되어 가고 있어 향후 관련 산업 및 시장의 성장이 기대됨

○ 현재 국내에서는 대기정보와 노면정보를 구분하여 도로기상정보시스템(RWIS, Road Weather Information System)이 국도 및 고속도로 일부 구간에 설치되어 운영 중에 있으며 점차 확대 설치 중에 있음

○ 최근 한국교통연구원에서는 안전지향형 교통환경 기술개발 연구를 통해 안개 발생 시 차량속도센서를 이용하여 차량 유무 및 속도를 확인하고 노측에 설치된 LED 경고등을 통해 속도 감속을 유도하여 차량과속을 방지하는 시스템을 개발하여 테스트베드에서 시험운영 중에 있음

○ 화홍 도로안전시스템社의 ITS도로기상정보시스템은 기압, 강우·강설, 안개 감지, 일사량, 풍향·풍속, 대기온도 등의 대기정보를 각종센서를 이용하여 수집하며 매설식 센서인 지중온도계, 노면감지기, 결빙감지기와 비매설식의 therom-Q를

이용하여 노면 정보를 수집하고 있음



[그림 2.1] 도로 기상상태정보 수집 센서

○ 라디오미터는 전자파를 발사하여 목표물에서 반사된 반사파를 측정하지 않고, 순수하게 물체에서 방사된 자연 에너지(잡음신호)를 초 광대역, 저 잡음, 고 해상도 수신기를 이용하여 물체의 밝기온도를 검출하는 장비로써 광주과학기술원 센서 시스템 연구실에서 개발된 94GHz 대역의 Polarimetric 라디오미터를 이용하여 도로 노면에 대한 특성을 측정, 분석하고자 하는 연구가 국내에서 진행 중에 있으며 이는 향후 스마트하이웨이 사업에 적용 될 것으로 예상됨

○ 대부분 안개정보는 안개센서와 도로 기상정보 수집 장치로부터 안개 정보를 얻고 있으며 국내 안개경보 관련 연구 동향은 크게 안개소산과 안개경보시스템으로 나뉘고 있으며 적극적 방안의 안개 소산은 주로 공항 등 비용대비 효과가 큰 장소에 적용하고, 소극적 방안인 안개경보시스템인 주로 고속도로에 적용하고 있음

○ 또한 안개경보시스템이 핵심장치인 시정센서를 대체하고 안개, 눈, 비, 주야간의 모든 상황에 대해 도로의 안전 운행에 필요하며 저렴한 CCTV 시정 측정 장치를 개발하려는 연구 중임

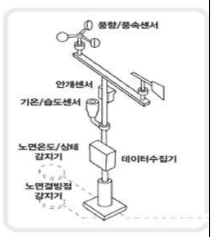
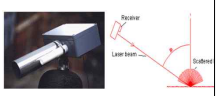
○ 도로환경 정보 수집 검지기 중 매설형 검지기에 대한 내용은 다음 표와 같음

<표 2.1> 도로환경 검지체계 – 매설형 검지기

검지기 종류		수집 정보	장점	단점
노면감지기		도로의 온/습도, 젖음, 결빙, 적설상태	-측정가능온도범위로는 -40°~80°까지 가능	-설치 시 노면 훼손 -구매 및 설치비 과다 -설치와 유지보수에 전문 인력필요

○ 도로환경 정보 수집 검지기 중 비매설형 검지기에 대한 내용은 다음 표와 같음

<표 2.2> 도로환경 검지체계 – 비 매설형 검지기

검지기 종류		수집 정보	장점	단점
도로기상정보시스템		도로노면의 결빙상태, 적설상태, 도로의 시정, 온/습도, 풍향/속, 강수량, 압력, 안개추정 등	-여러 종류의 도로 환경 검지로 인한 정보의 다양성	-구매 및 설치비 과다 -고가의 핵심 센서가 국내에서 생산되지 않으므로 유지보수가 어려움
도로상태검지기		노면의 건조, 수분, 결빙, 눈 상태	-레이저를 이용한 도로노면상태검지기로 가격이 저렴하고 설치가 용이함.	- 검지 범위가 제한적이고, 외산 장비임에 따라 기술지원 제한
안개검지기		대기 상태 및 가시거리 측정	-가격이 저렴하고 설치가 용이하며, 다양한 대기 환경 측정 지원	- 외산 장비임에 따라 기술지원 제한

(2) 차량번호 인식 기술

① 자동차 번호판 인식 시스템

○ 일반적인 자동차 번호판 인식 시스템은 다음 그림과 같이 차량 촬영과 번호판 추출, 음영이나 기울기에 따른 전처리 과정을 수행하고 미리 정해진 기준글자에 따라 번호판 인식함



[그림 2.2] 자동차 번호판 인식 과정

② 번호판 촬영 기법

○ 자동차에 대한 촬영은 흑백 카메라, 칼라 카메라, 적외선 카메라 등을 사용함

○ 최근의 촬영 기술로는 고가의 적외선 카메라보다는 저렴하고 일반화된 칼라 카메라를 사용함

○ 칼라 영상의 경우 RGB 색상 좌표계로 입력되지만 번호판 검출 시에는 다른 색상 좌표계로 변화시켜 번호판 영역을 검출하기도 함

③ 전처리 기법

<표 2.3> 전처리 기법의 개념 및 특징

전처리 기법	개념 및 특징
기울기 보정	▪ 아핀 변환이나, 선형회귀 방정식을 이용하여 보정이 가능
음영 제거	▪ 그레이 영상으로 번호판 영역을 추출할 경우 부분적인 음영에 의해 심각한 오류가 발생하므로 번호판 영역 검출 전후로 음영에 대한 전처리 필요 ▪ 음영이 있는 번호판의 번호판 영역 검출 시 여러 가지 에지 검출기의 성능에 대한 연구가 계속
잡음 제거	▪ 팽창과 수축과 같은 형태학적 필터링을 통해 작은 잡음은 없앨 수 있으며, 레이블링 기법이나 기하학적 방법을 사용하여 번호판 영역 내의 잡음을 제거

④ 번호판 영역의 검출 기법

<표 2.4> 검출 기법의 개념 및 특징

검출기준	개념 및 특징
수평/수직 에지	▪ 차량 영상에서 수평 및 수직 에지 영상을 검지하고 에지로 나타나는 직사각형을 후보 영역으로 설정하여 번호판 영역을 추출하는 방식
번호판 영역의 명암도 변화	▪ 차량 번호판 영역에는 문자와 배경 사이의 밝기 변동폭이 크고 현저하며 변동 회수도 다른 영역보다 많다는 번호판의 특성을 이용 ▪ 영상을 수평 방향으로 한 줄을 읽어 들일 때 번호판의 숫자나 문자 부위에서 명암 값이 음에서 양으로 혹은 양에서 음으로 연속적인 명암 변화 벡터를 가지는 것을 이용하여 명암 변화가 대칭적으로 일어나는 곳에 번호판 영역이 있음을 추정하고, 추정된 좌표로부터 대상 영역을 확장하여 실제 번호판의 위치를 찾아냄
템플릿	▪ 기준 원형 집합을 차량 영상에 적용하여 번호판 영역을 찾아냄 ▪ 표준 패턴에 입력된 영상을 정합시켜 문자를 인식시키는 템플릿을 이용
색상 정보	▪ RGB/HIS 색상 정보를 이용하거나 승용차의 경우 번호판 영역이 녹색이고, 영업용인 경우 노란색이라는 사전 정보를 이용하여 번호판 영역 추출 ▪ 차량 색깔이 번호판 영역의 색과 비슷할 경우 검출 오류가 발생할 소지가 높음
허프 변환	▪ 차량 전면부에는 수직선이 번호판 테두리 외에는 거의 없다는 가정 하에 소벨 연산자를 이용하여 차량 영상에서 에지를 검출한 후 허프 변환을 이용하여 수직 직선군과 수평 직선군을 탐색하여 번호판 영역을 추출
run-length	▪ 4 이웃 방향의 기울기를 이용하여 이진 영상을 얻은 다음 임의의 각도인 Θ로 투영하고 이때 투영되는 직선을 run-length 방법을 적용하여 번호판 후보 영역을 찾고, 수직을 이루는 두 직선의 비가 2:1인 위치를 검출하여 이를 번호판 영역으로 인식

⑤ 번호판 인식 기법

<표 2.5> 인식기법의 개념 및 특징

번호판 인식 기법	개념 및 특징
원형 정합 방법	▪ 기하하적 정합 방법을 개선시킨 방법으로서, 표준 패턴에 입력된 영상을 정합시켜 문자인식 ▪ 기울어진 영상이나 잡음이 있을 경우 인식률이 저하되며, 환경이 변화되면 표준 패턴을 재구성해야 되는 단점
구문론적인 방법	▪ 문자 특징간의 상호 관련성 또는 상호 연결성 정보와 같은 구조적 정보이용 ▪ 글자 크기, 기울기 등에 강한 특징 ▪ 구조적 정보를 정량화하여 추출할 수 있어야 한다는 어려움이 있으며, 특징간의 정확한 구조적 정보를 구하는 것이 용이하지 않은 단점
신경망	▪ 유형을 분류한 후 자소 성분을 추출하는 대신 자소의 영역을 나누어 신경망의 입력으로 사용 ▪ 한글 유형이 주어지면 자소의 위치와 각 자소가 차지하는 일정 영역을 알 수 있으므로 고정된 해당 자소 부분을 자소 인식 신경망의 입력 영역으로 사용할 수 있음 ▪ 입력 특징 벡터나 신경망 모델에 따라 성능이 좌우되므로 최적의 입력 특징 벡터와 신경망 모델을 선택 필요

(3) 열 적외선 검지 기술

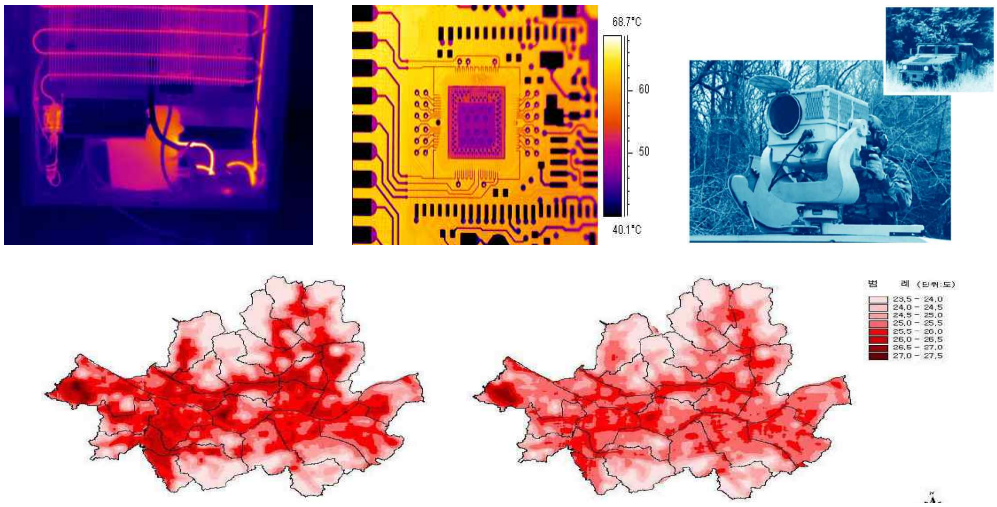
(가) 열 적외선 검지기 산업 동향

○ 영상검지기는 비매설형 교통검지기의 대표라고 할 만큼 현재 국내 ITS에서 대부분 영상검지기를 사용하고 있으며, 비매설식의 경우 구축비용과 유지관리 비용면에서 매설형 교통검지기에 비하여 탁월함

○ 하지만 영상검지기의 영상처리 기술은 가상루프 또는 Tripwire 방식과 시공간 해석(Spatial-Temporal Analysis)방식 그리고 추적(Tracking)방식 등을 사용하여 결과를 얻어내는 일종의 매설형 루프 검지기의 에뮬레이션이기 때문에 결과의 신뢰도는 매설형 교통검지기에 비하여 낮고 환경변화에 대해서는 더 낮은 신뢰도를 생성함으로 환경변화에 대한 기술 개발이 시급히 요구됨

○ 열 적외선 교통검지기는 비매설형 교통검지기로써 아직 국내 ITS에서 활성화되지 않은 상태이고, 영상검지기의 단점인 환경 변화에 대한 신뢰성이 높음

○ 열 적외선 교통검지기의 처리 기술은 Far-Infrared 영역의 파장을 사용하고, 환경변화에 대한 신뢰성은 우수하며, 렌즈의 최적 제어를 통하여 원거리의 감시에도 용이하게 사용될 수 있음



[그림 2.3] 국내 적외선 센서 적용 사례

○ 교통검지기의 기술개발 추이는 비매설형 교통검지기의 기술 개발을 주력으로 국내 업체들이 개발하는 상태이며, 열 적외선 교통검지기의 개발을 통한 신뢰성 있는 교통정보 수집 분야의 활성화가 기대됨

(나) 열 적외선 검지 요소기술 현황

① 열 적외선 카메라의 임의영역 자동초점제어 알고리즘

○ 기존의 기술은 중앙 초점제어방식으로 일체형 카메라에 적용되고 있으나 분리형 CCD 카메라의 경우 View Angle 내 임의의 영역을 Preset으로 설정하여 초점을 지정하는 방식을 적용함. 분리형 카메라의 경우 AUTO IRIS는 있으나 중앙 초점 자동제어는 물론 임의영역 자동 초점제어는 아직까지 구현된바가 없는 실정임

○ 분리형 카메라의 경우 최근까지 운영자의 수동 혹은 Preset Matching 방식으로 초점을 제어하고 있으며, 일체형 카메라의 경우 또한 View Angle 내 임의 영역에 대하여 초점제어가 이루어 지지 않는 실정임

② 열 적외선 기반의 Object Tracking and Tripwire Combine Model의 자동 교통정보추출 기술 및 Parameter Self Calibration 기술

○ 현재의 교통정보 추출기술의 경우 크게 Tripwire방식과 Object Tracking기술로 구분되는 바 최근에는 다양한 특징 추출기술로 인하여 기술수준이 급격히 발전하고 있는 실정임

○ 현재 상기의 두 가지 기술을 적용하고 있으며, 이는 Tripwire 방식으로 교통정보를 추출함에 있어서 검지영역 내에 차량의 속도 오차를 최소화하기 위한 목적으로 Tracking 기법을 부분적으로 이용되고 있음

③ PAN/TILT 정밀제어 기술

○ PAN/TILT의 정밀제어는 PAN/TILT의 물리적인 메카의 정밀도에 의하여 결정되는 요소로 감시영역의 이동 이후 Preset에 의한 원위치 복귀시 오차가 발생하여 특정 검지대상 구간의 경우 수집되는 교통정보의 오류가 발생됨

○ 특히, 이러한 오류 발생 현상은 Tripwire의 경우 그 오류에 대한 심각도가 가장 높으며 Object Tracking의 경우 발생 오차로 인한 위상차에 대하여 실거리의 정보를 알 수 없으므로 오류정보를 추출할 수밖에 없음

○ 현재 국내의 경우 PAN/TILT 정밀제어를 위한 H/W 메카 개발은 지속적으로 이루어지고 있으나 이는 일체형 카메라에 적용되고 있는 실정이며 분리형 카메라의 경우 다소 미흡하며, 또한 본 과제에서와 같이 알고리즘 및 S/W적 기반으로 개발 및 응용 사례는 없는 실정임

나. 국외 기술 현황

(1) 도로 및 기상정보 검지 기술

○ 미국은 2000년대 초반부터 활발한 악천후 대비 교통관리 프로그램을 개발 후 미 교통부 연방도로청(FHWA)의 도로기상관리 프로그램에서는 기상 재해시 교통류를 효과적으로 관리하기 위해서 Weather Responsive Traffic Management (WRTM) 전략에 대한 연구개발이 이루어지고 있음

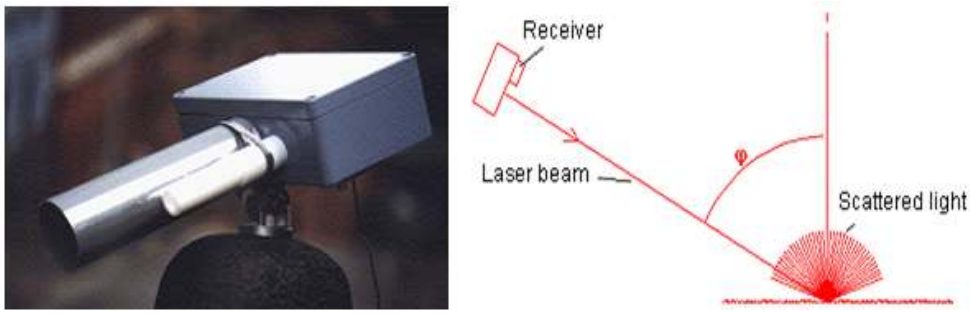
○ 미국 연방 도로청에서는 다양한 기상조건하에서 차로 변경, 고속도로 합류, 비보호 좌회전에서 임계간격 분석, 추종모형 분석에 필요한 운전자 파라미터에 관한 조사 및 분석이 다양하게 수행되었으며, 이러한 파라미터 분석자료를 바탕으로 각종 마이크로 시뮬레이션 프로그램 상에서 다양한 기상조건에 맞는 모의실험 결과를 도출할 수 있도록 연구개발이 추진됨

- 펜실베니아주 교통국은 주내 72개 주요지점에 기상 및 포장센서를 통해 실시간으로 온도, 풍속, 풍향, 상대습도, 이슬점, 시거, 강설률 등의 기상정보를 수집하고 있으며 포장센서를 이용해 도로표면 온도, 표면상태(습윤, 건조, 결빙 등) 등의 정보를 수집, 제공함
- 워싱턴 주 교통국은 안개 및 강수로 인한 기상정보 예측 서비스를 제공함

○ 노면 미끄럼 마찰계수는 바퀴제동방식과 측정 타이어에 의해 측정하는 것이 일반적이었으나 이는 특정 측정 장비로 인해 상시 노면 미끄럼을 측정하기 힘들어 눈이 많이 오는 유럽권의 국가들을 중심으로 상시 노면 미끄럼을 측정하는 방법에 대한 연구가 지속적으로 이루어지고 있음

○ Campbell Scientific社의 도로 노면 상태를 검지하는 매설식 센서(IRS-21)는 노면온도, 노면상태, 염도, 결빙온도, 수막높이, 지중온도 측정이 가능하며, 노면 상태는 dry, damp, wet, ice, frost/snow, residual salt, freezing wet의 7가지 형태의 정보 제공이 가능함

○ Optical sensors社(스웨덴)의 비접촉식 도로노면 센서(Road-Eye)는 노면의 건조, 수분, 결빙, 눈 상태를 판별 정보를 제공함. 적외선 레이저 Beam을 이용하여 발광부의 레이저 Beam이 수광부로 들어오는 빔의 굴절률을 렌즈를 통하여 산란된 빛을 읽어 상태 정보를 인지하는 형태임



[그림 2.4] 비접촉식 노면 상태 검지기

○ Optical sensors社(스웨덴)의 안개 센서(Mini OFS)는 대기 입자들 중에서 눈송이나 , 빗방울 또는 공기오염 물질들의 가시거리를 측정하고 안개를 구성하는 극히 미세한 수분 입자를 판별하는 센서임

○ Salzburg社(호주)의 광학 노면상태 검지 센서는 노면의 상태(건조/습윤/빙설 등) 및 표면 온도, 마찰계수를 실시간으로 측정하는 센서임



[그림 2.5] Salzburg社 노면 마찰계수 및 온도 측정 센서

○ Energy Aborption System社 FreezeFree Automated는 교량, 경사로, 터널 등 결빙으로 심각한 교통장애가 우려되는 지역을 대상으로, 터널와 노면상태를 각종 센서와 계측기를 통하여 실시간으로 감지하고, 수집된 데이터를 컴퓨터 프로그램에 의하여 분석, 처리, 판단하여 고압분사노즐을 통해 결빙방지액을 분사함으로써 도로 결빙을 사전에 예방하는 결빙방지시스템으로 미국 뿐 아니라 국내에서도 설치 운영되고 있고 점차 설치가 확산되어가고 있음

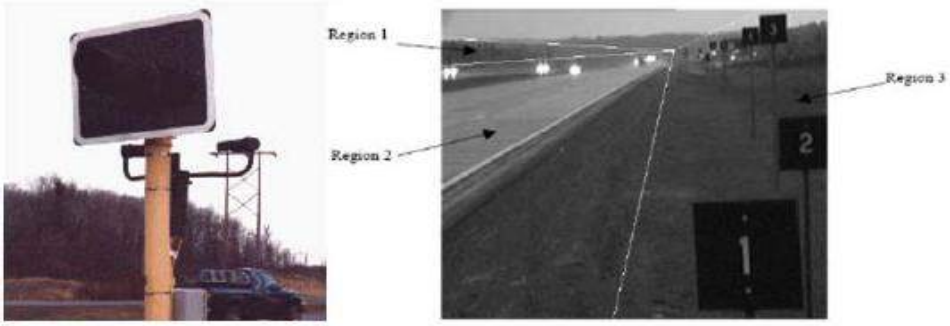


[그림 2.6] Energy Absorption System社의 FreezeFree Automated

○ 해외의 다차로 기반의 차종분류시스템은 차종분류인자를 수집하기 위해 레이저 센서를 사용하고 있으며 수집된 정보를 이용하여 차종을 분류함. 대표적으로 전폭, 전고를 활용하여 차종을 분류하는 kapsch社, O-free社, Tescidel社의 제품들은 영국, 스위스, 오스트레일리아, 오스트리아, 노르웨이, 칠레, 포르투갈 등에서 적용되고 있으며, 전고, 전폭, 축수를 활용하는 Vitronic社의 제품은 독일 내에서 적용하고 있음

○ 안개센서 및 시정측정 장치를 이용하여 해외에서는 안개경보시스템을 운영 중에 있으며 대표적으로 영국 런던의 자동안개 경고시스템, 미국 Utah의 ADVISE 시스템 및 South Carolina DOT의 시정경고시스템이라 할 수 있음. 이는 환경감지센서(Environmental Sensor Station)을 추가로 설치하여 보다 정확한 정보를 제공하기도 함

○ Nephelometer와 Transissometer는 고가의 시정측정장치로 주로 공항 활주로에 쓰이며 Forward-scatter의 안개센서는 대부분 light-scatter방식으로 가장 보편적으로 사용되고 있으나 눈, 비, 안개밀도변화 등의 불균일 조건에서는 심각한 오류 발생의 가능성이 많아서 Motorist의 시정감각과 큰 차이가 발생할 수 있는 문제가 있음. 따라서 현재 해외에서는 저렴하면서도 인간이 시정감각과 유사한 영상검지(CCTV)를 이용한 시정 측정 방법에 대해 연구하고 있음



[그림 2.7] 미국, 영상검지 및 ROI 이용 시정측정 장치

○ 세계적으로 라디오미터를 이용하여 Target 식별을 위한 센서 시스템(군사용), 미국(NASA)와 일본(NASDA)은 대기의 구름분포, 오염상태, 해수면 온도 등 기상측정(우주이용)과 이외의 ITS, 항법장치, 기상측정, 초고속 광대역 통신 등에 점차적으로 사용되고 있으며 현재 도로 및 노면상태의 데이터 분석을 위한 이용에 연구 개발되고 있음

TMI : Tropical Rainfall Measuring Mission's (TRMM) Microwave Imager



Measurement Parameters
- water vapor
- cloud water
- rainfall intensity in the atmosphere

Center Freq. (GHz)	10.65	19.35	21.3	37.0	85.5
Bandwidth (MHz)	100	500	200	2000	3000
Stability (MHz)	10	20	20	50	100
Beam width (deg.)	3.68	1.90	1.70	1.00	0.42
Temp. Sens. (K)	0.63	0.50	0.71	0.36	0.52

[그림 2.8] 기상측정을 위한 라디오미터 이용 사례(NASA, NASDA)

(2) 차량번호 인시 기술

(가) 자동차 번호판 인식 응용

○ 국외에서는 도난 차량의 적발 시스템, 과속 단속 시스템 등에 사용함

○ 호주의 경우 번호판 인식 기술을 이용하여 과속 단속시스템을 구간속도를 측정하여 단속하는 방식으로 변경한 사례도 있음

(나) 주요 해외 기술 개발현황

○ 주요 해외 기술 개발현황은 다음과 같음

<표 2.6> 주요 해외 기술 개발현황

회사	제품명	특징
Advanced Detection Technology	FastPlateTM	▪ Screens vehicles quickly and accurately ▪ Captures vehicle access history ▪ Links to authorized entry and restricted access lists ▪ Available in a fixed or mobile configuration ▪ The system is the recognized leader in terms of its portability, durability, and ease of operation. ▪ The system's modular and lightweight design provides a quickly deployable solution
Genetec Inc.	AutoVu Mobile	▪ Reads vehicles parked in parallel, 45 and 90 degrees ▪ Reading at differential speeds of up to 140 MPH (225 km/h) ▪ Enhanced GPS based location technology
	AutoVu Fixed	▪ Skew and rotational correction ▪ Vanity border and framing compensation ▪ Shadow and glare correction ▪ Reflective and non-reflective plate filter
Vigilant Video Inc.	Fixed LPR Edition for DSP Fixed LPR Edition for PC (CDFS)	▪ License plates compared against "Hot-List" ▪ "In-Car" audio/video alarm notification ▪ Records all records with time stamp & plate image ▪ Power CDM system via cruiser key ignition ▪ GPS coordinates w/ each record ▪ Adaptive Optical Character Recognition engine ▪ Utilizes Infrared and color camera technologies ▪ Display output to MDC w/ CDM Remote Viewer ▪ Export and collect all capture records to LEARN
Appian Technology Inc.	Talon (ANPR Software)	▪ Unique Neural Network Processing ▪ Automatic "in Picture" Trigger - no need for an external trigger ▪ Automatic geometric correction for skew, tilt and rotation ▪ Automatic plate character segmentation and size normalization ▪ High accuracy - typical performance in excess of 97% ▪ High speed vehicle plate recognition - in excess of 195 kph ▪ 24 hour/365 day 'all weather' capability ▪ International number plate reading capability ▪ Operates on any industry standard PC platform
GeoVision Inc.	GV-LPR (Licence Plate Recognition)	▪ High recognition speed: < 0.2 second ▪ Support image up to 720 x 480 (NTSC) / 720 x 576 (PAL) - providing higher accuracy

2. 구간자료 검지기술 현황

가. 국내 기술 현황

(1) 이동식 기준검지기 및 밀도 검지 알고리즘

(가) 이동식 기준검지기 기술 현황 및 동향분석

① 레이저 이동식 기준 검지기

○ 현재 기준검지기로 인증이 되어 사용되는 장비로 하이테콤시스템(주)에서 개발/생산하고 있으며 건설기술연구원과 한국도로공사 성능평가팀에서 성능 평가 및 검·교정을 위해 활용 중이며 고정식 기준검지기와 같은 방식으로 반사식 레이저를 사용하며 휴대할 수 있도록 개발되었음

<표 2.7> 이동식 레이저 기준 검지기 기능

레이저 이동식 기준검지기 기능
▪ 실시간 차량 자료 수집기능(교통량, 속도, 점유율, 동영상 정보) ▪ 차량 정보 저장·분석 기능과 동영상 저장 기능 ▪ 유지보수가 편리하고 안전한 구조 및 설치방법 ▪ 차량으로 이동하고 휴대하기에 적정한 크기로 설치가 편리 ▪ 테이프 스위치 사용이 가능하여 검지방식 다양화



[그림 2.9] 레이저 이동식 기준검지기

② 그 밖의 기준검지기

○ 테이프-루프형 기준검지기

– 테이프-루프형 기준검지기는 ITS 장비·시스템 성능평가 및 검·교정 체계 실용화 연구 2단계 연구 성과물로 테이프 스위치 센서와 루프센서를 조합하여 개발한 장비로 교통량과 속도 자료는 99% 이상 정확도를 유지하지만, 루프센서의 특징으로 인해 점유율 자료의 정확도가 약 96%로서 다소 낮은 것으로 나타났으며 또한 테이프-루프를 설치하기위해 도로로 진입을 하고 설치하기 위한 시간이 비교적 많이 소요가 되어 안전등에 문제점을 보이고 있어 활용도가 떨어짐



[그림 2.10] 테이프-루프형 기준검지기

○ 폴형 기준검지기

– ITS 장비·시스템 성능평가 및 검·교정 체계 실용화 연구 2단계 연구 성과물로서 거리 측정 레이저를 이용한 기준장비로 자료의 정확성은 어느 정도 높으나 장비의 규모가 커 이동 및 설치가 용이하지 않아 활용도가 매우 낮음



[그림 2.11] 폴형 기준검지기

○ 차량형 이동식 기준검지기

- 차량형 이동식 기준 검지기는 ITS 장비·시스템 성능평가 및 검·교정 체계 실용화 연구 2단계 연구 성과물로 차량을 개조하고 반사식 레이저 센서를 설치하여 2차로를 검지할 수 있도록 하였으며 이동이 편리하고 차량 안에서 대부분의 기능을 제어할 수 있기 때문에 사용에 매우 편리하나 차량의 구입 및 개조 비용이 많이 드는 단점이 있음

(나) 다차로 이동식 밀도 검지 알고리즘

○ 이청원(2005), “이동식 기준검지기 알고리즘 개발(1차년도)”에서 국내현황을 살펴본 결과, 2003년 고속도로 우회도로 ITS 사업에서 이동식 기준검지기를 이용하여 사후 평가를 실시하였음

○ 2003년 고속도로 우회도로 ITS 사업에서 이동식 기준검지기를 이용하여 사후 평가를 실시하였음

○ 도로교통 안전관리공단에서는 경찰청에서 의뢰한 과속단속장비에 대한 검증을 하고 있으나, 영상검지기가 많고 분석에 많은 시간과 인력이 소모되기 때문에 설치수량이 많은 ITS 장비의 검증이 현실적으로 어려운 실정임

○ 구간밀도 검지를 실시간으로 지속적으로 수행하기위한 알고리즘 개발은 시도된 바 없음

○ 진입/진출교통이 없는 2지점간의 지점검지기를 이용하여 진입/진출의 차량대수를 통해 In-Out Counting Method으로 구간의 밀도를 구할 수 있지만, 초기존재대수를 파악하지 못한다면 단위 시간별 밀도를 구할 수 없음

○ 초기존재대수를 산정하는 방안의 중요쟁점사항에 대한 구체성 결여 및 실제 교통운영에 활용된 사례는 없음

○ 또한 초기존재차량대수를 주기적으로 Calibration하는 방안의 중요성을 인지하고 해결을 시도한 기술 또한 없음

○ 구간밀도 검지를 실시간으로 지속적으로 수행하기위한 알고리즘 개발은 시도된 바 없음

<표 2.8> 국내특허 동향

구분	특허명	특허번호	연도	특허권기관	내용
1	차량검지기를 이용한 교통관리 시스템	10-2005-0050773	2005	특허청	▪ 차량의 교통정보를 취합하기 위한 연속차량 검지 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는 도로상으로 매설되는 다수의 소형 검지기의 검출신호에 기반하여 차량정보를 산출하여 차량의 연속적인 움직임을 감시하고, 이로부터 도로상의 교통정보를 예측 및 관리할 수 있는 차량 검지기를 이용한 교통관리 시스템
2	다차로 교통정보 추출을 위한 다중 검지영역 레이더 검지기	10-2003-0096306	2003	특허청	▪ 교통정보시스템에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 비매설형의 레이더 검지기를 차로변에 설치하여 하나의 레이더 검기지를 통해 다차로 상의 차량을 검지함으로써 각 검지영역에서 차량의 유/무, 단위시간당 지나간 차량의 총수, 점유율, 속도 등의 교통정보를 원격으로 추출할 수 있도록 하는 다중 검지영역 레이더 검지기에 관한 것임
3	검지정보 복구기능을 갖는 무선차량 검지장치 및 방법	10-2002-0051143	2002	특허청	▪ 도로의 교통신호 운용을 하는데 있어서, 차량을 검지하여 검지된 교통정보에 따라서 교통신호의 주기시간(Cycle time)과 방향별 현시시간(Split)에 변화를 주어 신호를 제어하는 이른바 감응식 교통신호 제어체계에서 필수적인 요소인 차량을 검지하는 체계임

(2) 항공영상 연구개발 사례 및 동향

○ 최근 위성영상을 활용한 지도서비스에 대한 만족도가 높은 것으로 알려지고 있으며, 해당 업체에서는 다양한 위성영상을 통해 최신정보로 업데이트에 많은 노력을 하고 있음

○ 국내·외 이용되는 위성영상 중 국내의 경우는 다음과 같음

<표 2.9> 국내 위성영상의 종류

종류	국가	특성		활용분야
KOMPSAT	한국	1호	EOC공간해상도(6.6m영상제공), OSMI, SPS 탑재	지도제작, 국토관리, 재난관리, 생물학적 해양지도 작성
		2호	관측폭 12km, 공간해상도 1m의 Panchromatic(0.5~0.7㎛) 영상과 공간해상도 4m의 다중분광(0.4~0.9㎛)영상 제공	

○ 위성영상은 시설물관리, 재난재해, 환경감시 등 다양하게 이용 및 활용되고 있으며, 위성영상의 활용분야는 다음과 같음

(가) 원격탐사 분야

○ 원격탐사(Remote Sensing) 이란 물체에 접촉하지 않고 항공기나 인공위성에 탑재된 센서(Sensor)를 이용하여 촬영하거나 물체로부터 반사 또는 방사되는 전자파를 기록하여 물질의 특성을 분석하는 것을 말하며, 원격탐사 매체로는 인공위성, 비행선, 항공기 등을 들 수 있음



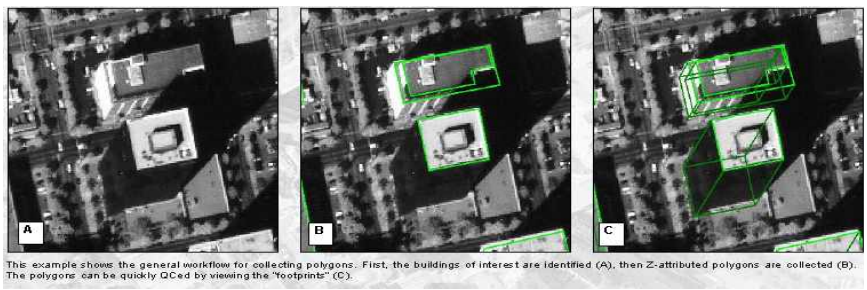
[그림 2.12] 원격탐사 매체

○ 원격탐사는 광학센서나 레이더 센서를 이용하는 방식과 위성영상이나 항공영상을 이용하는 방식이 있음

○ 위성 및 항공영상을 이용한 원격탐사의 영상지도, 토지피복 분포, 식생, 수질 분포, 해수면 온도 등의 측정데이터를 이용하여 도시계획, 환경 및 지질 탐사, 관광, 도시계획 등 분야에서 데이터로 실제 활용되고 있음

(나) GIS 분야

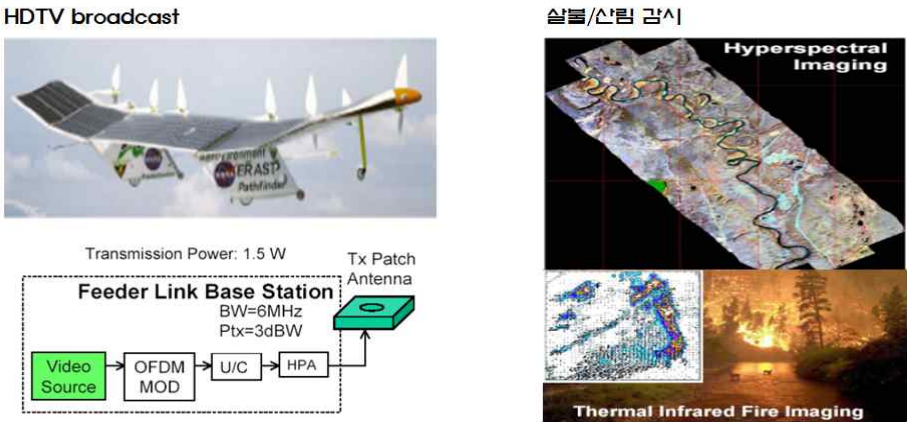
○ 위성/항공영상을 이용해서 건물 등 3차원 데이터를 생성하는 분야가 매우 응용범위가 넓은 편임



[그림 2.13] 위성 및 항공영상을 이용한 3차원 데이터 생성

(다) 재해, 재난

○ 미국의 경우, 민수 UAV를 활용하여 산불/산림 감시에 활용한 예가 있음

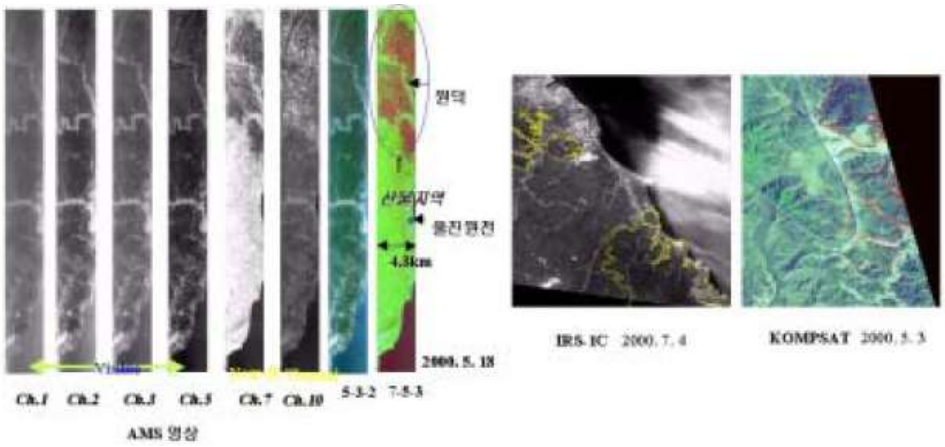


[그림 2.14] 산불/산림감시의 예 (미국, SmartUAV, 2006.11)

○ 재해 상황조사를 이용한 비행선 항공촬영 시스템이 국내에서 시도된 적이 있는데, PCS 통신망을 이용하여 인터넷 연동으로 실시간 촬영지역의 연결이 가능함

○ 또한, 무인 헬기를 이용한 방식도 이용되었는데, 2000년 낙동강 상류 범람시 이용된 무인헬기와 그 사진을 보여줌

○ 1996년 고성산불로 인한 막대한 경제적, 사회적인 손실로 인해 정부에서는 위성탐사를 이용한 산불 예측 및 감시 기술을 주도하였는데, GIS를 이용한 산불위험정보관리시스템의 개발을 한국지질자원연구원에서 수행하였음

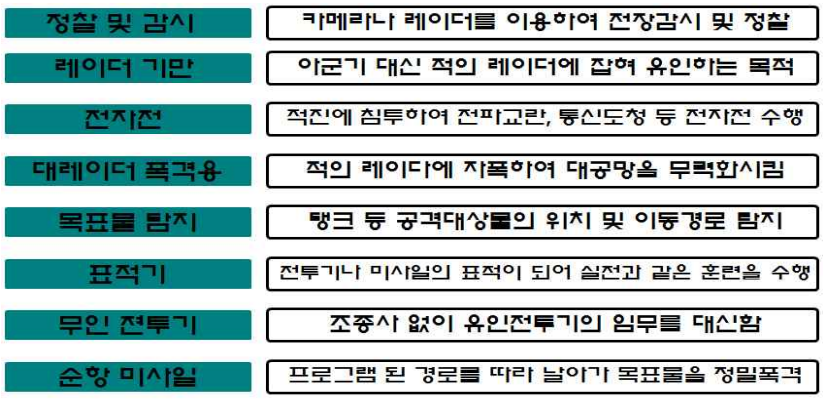


[그림 2.15] 원격탐사 플랫폼별 산불피해지역 탐지

출처: 한국지질자원연구원, "GIS를 이용한 산불위험정보관리시스템 개발", 2002.

(라) 국방 및 소방방재청

○ 국방 및 소방방재청의 활용 사례는 다음과 같음



[그림 2.16] 항공영상의 군사적 사용 예

(마) 국내 연구 동향

○ 막대한 예산이 소요되는 공중모니터링 시스템이 각 부처별로 산재해있어 정보 공유 및 연계 등에 있어 효율성이 떨어지고, 정보의 진입장벽에 따른 개발의 활성화가 미진하므로 국토연구원에서는 다음과 같이 공중모니터링의 통합화를 위한 법제화를 추진하고 있음

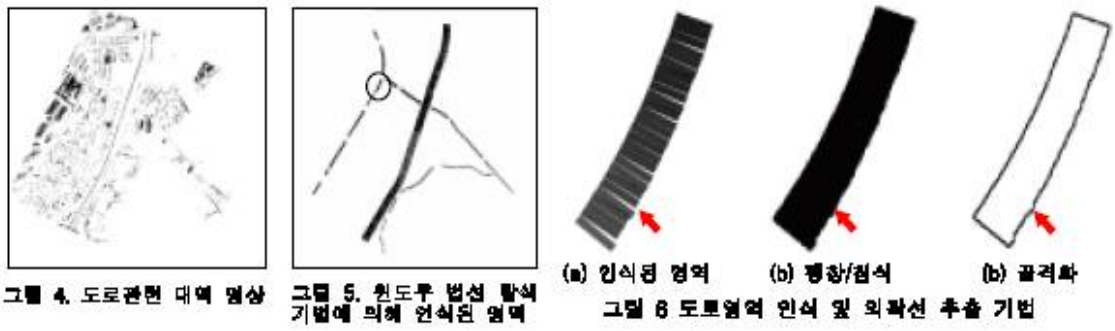


[그림 2.17] 실시간 공중모니터링 시스템 개념도

출처: 국토연구원, "효율적 국토관리를 위한 공중모니터링 체계 구축방향", 2008.

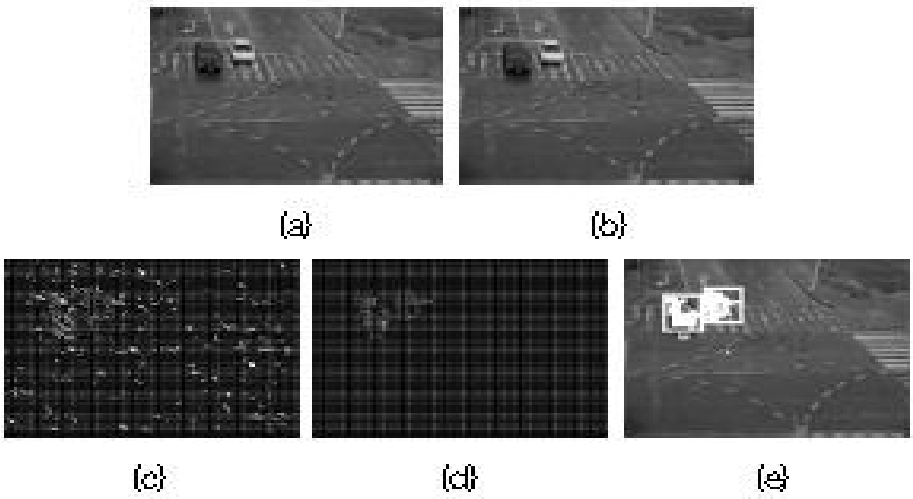
○ 국내 위성/항공영상 기반의 교통정보 관련 연구실적은 미미한 수준이며, 주로 GIS , 산불감시, 홍수 등 재해 재난 예방에 편중되어 있음

○ ITS 분야에서 위성 및 항공영상을 이용한 광역 교통정보 추출 보다는 다양한 알고리즘을 사용하여 영상검지기의 성능개선을 하려는 시도가 많이 보임



[그림 2.18] 항공영상을 이용한 도로선형 자동추출기법 개발

출처: 임인섭, 박경식, 최석근, 이재기, "항공영상을 이용한 도로선형 자동추출기법 개발", 대 대한토목학회, 2002.



[그림 2.19] 영상 분석에 기반한 교통 모니터링 시스템에 관한 조사

나. 국외 기술 현황

(1) 이동식 기준검지기 및 밀도 검지 알고리즘

(가) 이동식 기준검지기 기술현황 및 동향분석

○ 해외의 사례를 살펴보면, 이동식 기준장비는 현재 미국 및 유럽등지에서 교통현실과 관련한 공공의 필요성에 따라 연구 개발의 필요성을 느끼고 있는 상태이지만 드문 선행연구 및 사례를 가짐

○ 대표적인 사례로, 미국의 캘리포니아주 DOT인 Caltrans는 PeMS(Performance Evaluation Monitoring System)의 연구개발단계에 맞추어 최근에 이동식 기준

장비 관련 연구를 진행하고 있음

○ 기존의 루프 검지기와 레이저 검지기로부터 수집되는 데이터의 질적 수준에 대한 산뢰성이 PeMS의 가장 큰 문제점이었으며, 이로 인해 신뢰할 만한 데이터를 얻기 위해서 장비를 교정하고 기존의 검지기나 수집 자료를 평가할 수 있는 이동식 기준장비의 필요성이 대두되었음

○ 사실 미국에서의 이와 같은 연구는 1995년 이후부터 2005년까지의 이동식 장비에 대한 연구를 토대로 출현한 것으로 사료되며, 2002년에 NATMEC(North America Travel Monitoring Exhibition and Conference)를 통해 이동식 장비에 대한 개념을 착상하게 되었음

○ FHWA와 미네소타 주가 중심이 되어 약 16개 주가 공동으로 이동식 검지장비 고안 연구가 진행 되었으며, 2005년의 최종보고서를 끝으로 연구를 종료하였음

○ 기존의 교통자료 수집방식인 매설형 루프 검지기나 튜브 검지기는 교통흐름을 방해하고, 장비의 유지나 설치상의 안전문제를 안고 있었기에 교통흐름을 방해하지 않으면서 일시적이고 단기간 동안의 교통자료를 수집하기 위한 기능이 포함된 이동식 장비의 필요성이 요구됨

① 이동식 기준 장비 : PNIDS

○ 2002년에 NATMEC(North America Travel Monitoring Exhibition and Conference)을 통해 이동식 장비의 개념을 착상하고, 미네소타 주가 중심이 되어 이동식 검지장비 고안 연구를 진행하였음

○ 이후 공동 참여했던 주의 다양한 이동식 장비가 연구되었고 이정표나 도로표지 기둥(sign post)에 부착하는 형태를 가진 다양한 종류의 이동식 장비인 PNIDS(Portable Non-Intrusive Traffic Detection System)가 고안되었고, 이 장비를 활용하여 교통량, 속도, 점유율을 포함한 교통데이터를 보다 안전하고 정확하게 수집할 수 있었으며, 비용 절감의 효과가 대두됨

○ PNIDS는 교통흐름을 방해하지 않으면서 고밀집 교통량 지역에 안전하게 설치 및 운영할 수 있는 방식으로 기존 시스템의 한 대안으로 제시되었다고 볼 수 있으며 이 시스템은 쉽게 이동할 수 있는 이동성, 도로의 가장자리에 설치가 용이하고 다루기 쉬운 용이성, 검지방식의 융통성 그리고 기존의 교통수집 장비의 비매설형 검지센서를 지원할 수 있는 특성을 가짐

○ 결과적으로 이동식 검지장비인 PNIDS는 다양한 기상조건과 주어진 주변 환경

에 따라 교차로나 고속도로에서 운영할 수 있으며, 일시적 자료수집이나 교통상황감시 그리고 센서의 성능시험에도 그 기능을 발휘할 수 있음

○ 또한 센서의 정확도, 성능 그리고 설치위치와 형태에 따라 시스템의 이동성, 사용의 용이성 그리고 시스템의 융통성 등의 효과도 발생함

② 이동식 기준 장비 : VideoSync

○ PeMS(Performance Evaluation Monitoring System)의 연구개발 단계의 움직임에 맞추어 Caltrans(California Department of Transportation)에서 이동식 기준장비를 연구하고 있음

○ PeMS에서 루프 검지기와 레이저 검지기로부터 수집된 자료의 신뢰성이 떨어지는 것을 발견하였고, 신뢰성 있는 데이터를 얻기 위한 방책으로 현장 운영 장비를 검정하고 교정하기에 효율적인 이동식 기준장비의 연구가 제기됨

○ 또한 Caltrans은 45,000 마일의 고속도로(highway and freeway lanes)를 관리하며, 항공, 도로교통, 대중교통, 교통계획, 운영과 장비유지관리센터(Equipment Service Center) 등을 운영하고 있음

○ 이에 공공의 교통에 대한 요구에 부응하고 보다 효과적이고 안전한 도로 시스템의 운영과 장비유지관리 및 사고와 혼잡을 줄이고자 하는 목적에서 이동식 기준장비(VideoSync)의 창안이 필요하였으며, 현재 계속적인 연구를 하고 있음

○ 이동식 기준장비(VideoSync, Portable Roadway Detector Evaluation System)의 목적은 ITS 구축시 도로현장의 검지장비들이 기능을 효과적으로 발휘하여 자료를 수집하고 교통정보를 제공하는 등 보다 신뢰할만한 인공지능적인 역할을 유지하기 위해 그 성능을 평가하는 것이며 그 외 PeMS가 갖고 있는 수집 자료의 질적 문제뿐만 아니라, ITS 장비·시스템 및 현장도로의 불안전한 조건을 감소시키고 도로의 공사나 사고로 인한 지체를 감소시키는 데에도 막대한 역할을 할 것으로 예측하고 있음

○ 이동식 기준장비(VideoSync)는 하드웨어와 소프트웨어로 구성되며 각각 독립적으로 사용됨

○ 소프트웨어는 기준 레이저 검지기를 통해 얻어진 자료를 비디오와 동기화하며, 검지기를 Ground Truthing(참값과 측정값의 연속적인 수집 기록·분석)하기 위한 도표식 및 통계식 분석도구를 제공함

○ 하드웨어는 현장 자료를 수집하도록 하며, Stand-alone Surveillance System(독

립형 감시시스템)으로서 사용됨

(나) 다차로 이동식 밀도 알고리즘

○ 상당히 긴 구간의 밀도를 지점에서 직접 측정할 수 있는 수집체계는 현재 없음

○ 지점검지기로부터 습득되는 자료는 다양하나 크게 보면 속도와 교통량이 있으며 이를 이용하면 간접적이나마 밀도를 추정할 수 있지만 지점검지기에 의한 밀도추정치는 관측이 되는 지점(길어야 5m이내)에 대한 밀도 값이므로 사실상 활용가치가 없음

○ 또한 초기존재차량대수를 주기적으로 Calibration하는 방안의 중요성을 인지하고 해결을 시도한 기술 또한 없음

○ 구간밀도 검지를 실시간으로 지속적으로 수행하기위한 알고리즘 개발은 시도된 바 없음

○ 국외 문헌조사에 따르면 밀도검지알고리즘에 대한 개념만 있었고 구체화된 알고리즘은 없었음

○ 다만 측정간격이라는 개념을 추가한 바, 실용성을 매우 높인 알고리즘개발이라고 볼 수 있겠음

(2) 항공영상 연구개발 사례 및 동향

○ 국외에서는 위성영상을 활용한 지도서비스 및 LBS 서비스에 대한 컨텐츠 개발, 기술개발 등 많은 연구가 진행 중에 있음

○ 위성영상에는 IKONOS, SPOT, EROS 등이 있으며, 종류는 다음과 같음

○ 위성영상은 시설물관리, 재난재해, 환경감시 등 다양하게 이용 및 활용되고 있으며, 위성영상의 활용분야는 다음과 같음

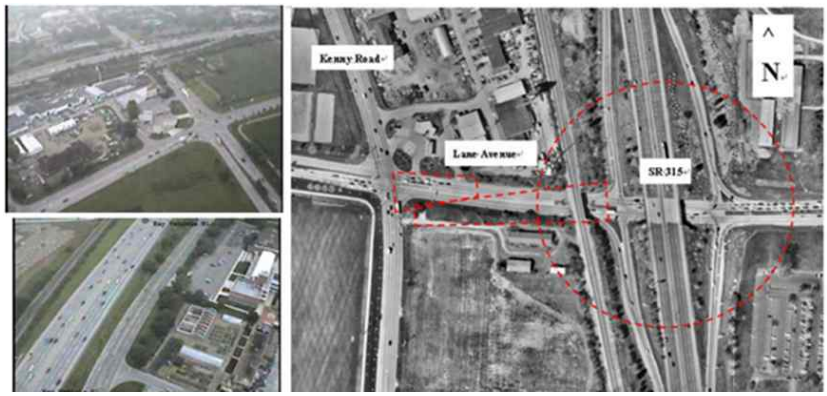
<표 2.10> 국외 위성영상의 종류

종류	국가	특성		활용분야
IKONOS	미국	IKONOS-2호	▪ Panchromatic센서(1m) ▪ Multispectral센서(4m)	농업, 지도제작, 기름 및 가스탐사, 시설물 관리, 응급대응, 자원관리 등
SPOT	프랑스	SPOT 1,2,3호	▪ HRV 센서(10m급) ▪ Multi-Spectral센서(3Band, 20m급)	농작물,환경변화 모니터링
		SPOT 4호	▪ HRVIR센서(중적외선밴드 추가) ▪ Vegetation 센서(농작물 및 환경변화 매일 관측)	
		SPOT 5호	▪ HRG센서(5m급) ▪ Multi-Spectral(가시광선 및 근적외선의 3밴드에서 10m, 중적외선 밴드는 20m 해상도)	
EROS	이스라엘	EROS A1 EROS B1 EROS B2 EROS B3	▪ EROS A1은 CCD센서(1.8m, 전정색 이미지, 흑백영상) ▪ EROS B1부터는 다중 분광 센서 탑재(칼라영상)	농업, 지도제작, 기름 및 가스탐사, 시설물 관리, 응급대응, 자원관리 등
QUICK BIRD	미국	QUICK BIRD-2호	▪ 상업용 탐사위성으로는 최고의 공간해상도 제공 ▪ 흑백(직경 61cm), 컬러(2.4m)의 물체까지 식별 가능 ▪ 영상이 필요한 사용자들로부터 요청된 지역을 촬영가능	해상도의 한계로 대축적 지도제작이 불가능했던 위성영상 지도제작 분야에 비약적인 발전을 이루게 됨
ASTER	미국 일본	ASTER	▪ VNIR, WIR, TIR의 3개의 센서를 탑재(15m, 30m, 90m) ▪ 기존의 영상에 비하여 가격대비 높은 분광 해상도, 분광영역이 넓고, 스테레오 영상을 제공	화산 활동, 해안선의 변화, 열대우림에서의 식생, 습지 등의 모니터링 지표면 에너지 흐름에 대한 예측, DEM 추출
LAND SAT	미국	LAND SAT 1~5, 7호	▪ TM, MSS탑재 ▪ LANDSAT7은 ETM+센서를 탑재(해상도 60m) ▪ Panchromatic Band(15m 해상도)	지구환경 변화 모니터링
IRS	인도	1A, 1C, 1D 운용	▪ 관측 위성의 해상도를 최대 10m로 해오던 제한을 최초로 파기한 영상해상도 5m를 지닌 실용 위성임	농림업, 수산업, 환경, 지질 및 광물탐사, 도시 계획 및 국토 개발 계획 및 관리등
JERS	일본		▪ 레이다 센서인 SAR(Synthetic Aperture Radar)와 광학센서인 OPS(Optical Sensor) 탑재	입체영상제작

RADAR SAT	캐나다	RADARSAT 1~2	▪ 레이다 센서인 SAR(5.3GHz의 주파수 및 HH 편광모드) ▪ RADARSAT 2호는 보다 향상된 해상도와 다양한 기능을 갖춘 SAR(HH, VV, HV, VH 편광모드)탑재	홍수, 가뭄, 산불, 태풍등과 같은 자연 재해의 관측
ENVI SAT	EU		▪ 완전한 지국 관측 범위, 한 지점에 대한 높은 재 통과율(revisiting rate), 계절을 통한 지속적인 관측, 여러 번의 재측정으로 인한 정확성 등임	지구 과학 조사를 지원하고 환경, 기후변화를 모니터링하기 위한 자료로 활용
ERS	EU	ERS 1~2	▪ 상업 영상 레이더 탑재(SAR) 지구 관측 위성임 ▪ ERS2는 오존 관측 센서를 추가한 위성 ▪ ERS 위성은 캐나다의 Radarsat위성과 함께 영상 레이더 위성 리모트센싱 분야를 대표하는 위성체계임	해양 연구, 해빙 연구, 해양 오염 연구, 지중 함수치 분석, 열대 우림 분석, 간섭 기법을 이용한 입체 영상 및 지도 제작

① 미국 오하이오 주의 무인 비행기를 이용한 교통관리

○ 미국 오하이오 주에서는 동영상 카메라를 장착한 무인 비행기 (UAV)를 이용하여 교통관리를 광역적으로 수행하며 교통량, 속도, 밀도, 엇갈림 교통량, 교차로 회전 교통량, 대기행렬, 주차장 이용률 등을 구함



[그림 2.20] 미국 오하이오 주의 UAV를 이용한 교통관리

② 독일의 비행 플랫폼을 이용한 교통관리

○ 독일의 Stuttgart, Cologne, Berlin 3개 도시의 실시간 교통소통상황 측정과 시뮬레이션을 통한 단기미래 (약 30분) 교통상황을 예측함

○ Airborne Traffic Analyzer (하드웨어)와 Traffic Finder (소프트웨어)로 구성되며, 헬리콥터, 비행기 등 비행체의 촬영영상을 실시간으로 이미지 처리함

○ 개별차량 검지, 차량 밀도, 차량 속도 등 소통상황을 측정함

○ IMU, GPS 안테나, differential GPS 리시버, 무선전송장치, 카메라로 구성됨



[그림 2.21] 독일의 비행플랫폼을 이용한 교통관리

③ 일본의 항공영상을 이용한 교통관리 및 분석

○ 일본의 동경에서는 GPS를 장착한 헬리콥터에 비디오카메라를 탑재하여 도심부 교통관리 및 각종 교통 분석을 수행함



[그림 2.22] 일본의 항공영상을 이용한 교통관리 및 분석

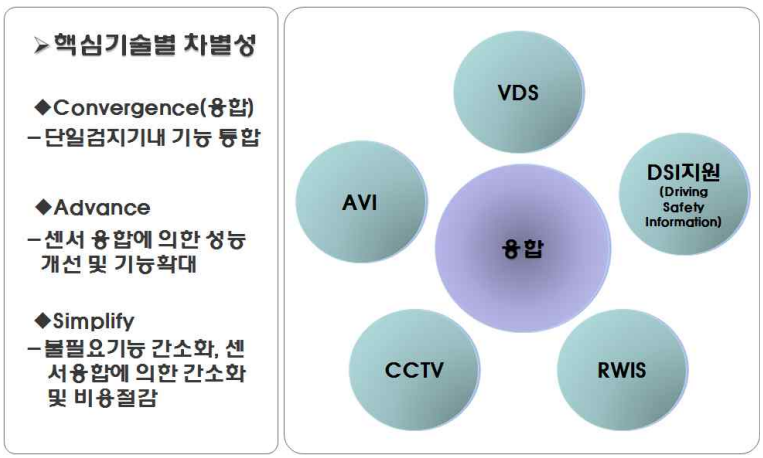
3. 본 연구의 차별성 및 시사점

가. 지점교통 검지기술

○ 기존의 검지체계는 VDS, AVI, CCTV등의 여러 검지기가 각 시설물에 개별로 설치되어 지점 및 구간에 대한 일부 교통정보를 수집하고 이를 가공하여 제공하는 방식을 채택하고 있어 다양한 교통상황 및 정보를 신뢰성 있게 판단하여 제공하기에는 어려운 실정에 있으며, 이를 극복하기 위해서는 신뢰성 있는 정보를 검지하고 운영할 수 있는 차세대 교통정보 통합 검지체계가 필요함

○ 기존 ITS는 교통자료 수집을 위해 차량검지기, 차량번호 인식장치, CCTV 등을 각각 이용하는 한편, 도로환경 자료는 별도의 검기기를 설치하여 자료를 수집하고 있으나 본 연구 대상 검지기는 다기능(차량검지 + 차량번호 인식 + CCTV) 및 복합검지(교통자료 + 도로환경 자료) 능력을 보유한 검지기를 개발 활용함

○ 또한, 기존에는 비효율적인 매설형 검지기 및 고가의 비매설형 환경검지기로 효율성과 고비용의 문제가 있었으나 다기능 복합검지기는 온도/습도/기압/우적 등의 도로환경정보를 수집하고, 복합영상(열영상 + 가시영상)과 환경정보를 융합하여 노면상태정보(정상/젖음/결빙/안개 등)를 추정할 수 있는 차별성이 있음



[그림 2.23] 핵심기술별 차별성

○ 2006년 있은 서해대교 대형연쇄추돌 사고와 같이 환경때문에 교통정보를 정확히 예측하지 못하고 도로이용자들에게 신속하고 신뢰성 있는 정보를 제공하지 못한 문제점을 보완하기 위하여 악천후 시 신뢰성을 확보할 수 있는 검지체계의 도입이 요구되고 있는 실정임

○ 이와 같이 자연환경하의 교통정보 신뢰도 취약성 문제점을 극복하기 위하여 환경(기상)에 강한 비매설형 교통검지기 개발이 요구되며, 특히 열 적외선을 이용한 교통검지기의 필요성이 대두되고 있음

○ 열 적외선을 이용한 독립형 교통검지기는 기존의 검지기에 비해 환경변화하에도 고신뢰성의 교통정보를 수집할 수있고, 국내 기술확보 및 국내·외 경쟁력을 확보할 수 있음

나. 구간교통 검지기술

○ 밀도는 혼잡지표인 교통량, 속도, 밀도 중 혼잡을 가잘 잘 나타내는 변수임. 기존 이동식 기준 검지기를 이용하여 지점 정보만 수집이 가능함

○ 또한 상당히 긴 구간을 기존 지점 검지기를 이용하여 밀도를 측정하는 방안은 현재 쟁점사항들로 인하여 개발되지 못한 실정임

○ 따라서, 기존 이동식 기준 검지기의 단점이던 설치의 위험성을 줄이고, 단차로 정보만 수집하는 문제를 해결하기 위한 이동식 기준 검지기의 개발과 밀도 검지 알고리즘의 개발이 필요함

○ 현재 국내 연구기관 및 산업체의 유인비행선 관련 교통정보 수집 기술과 과련된 연구 또는 사업내용은 없는 상황임

○ 기존의 국토모니터링에 활용되는 비행체는 헬리콥터에 해당하는 것으로 공중에서의 체공성에 한계가 있으며, 정지안전성이 낮아 수직촬영이 부라능하며, 심한 진동으로 인해 교통정보 수집을 위한 항공영상취득에 많은 한계가 있으며, 사실상 교통정보 추출을 위한 항공영상 수집은 불가능함

○ 따라서, 본 연구에서는 항공영상 취득을 위한 체공성이 중요시 되며, 특히 동영상 및 수직각도의 정지영상을 수집하기 위해서는 비행체의 진동 및 안정성이 확보되어야 함

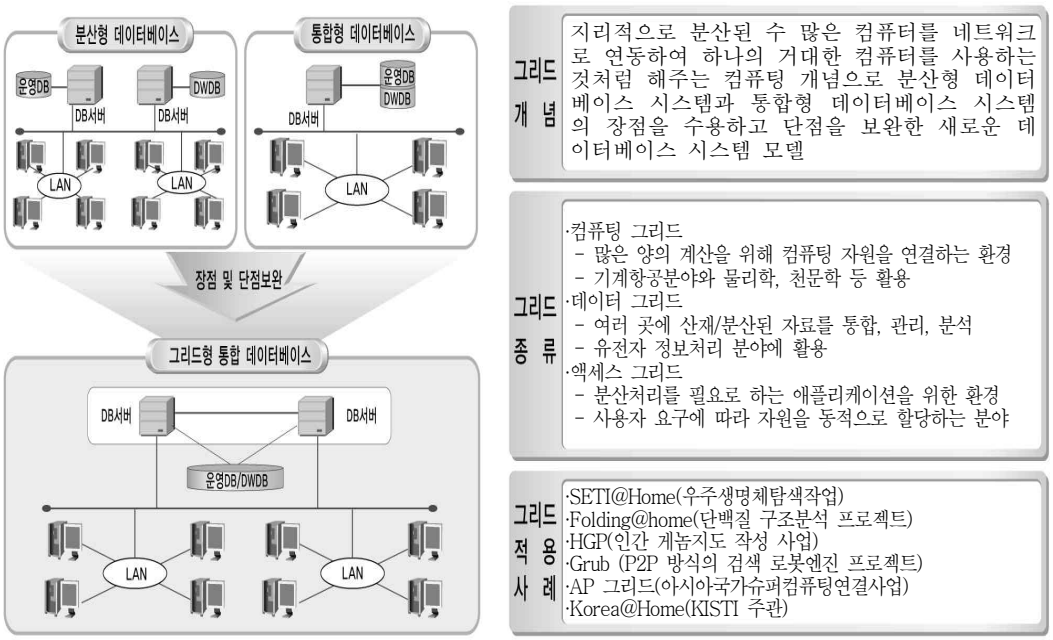
○ 또한, 본 교통정보혁신 과제의 연구대상 비행체는 차로 수에 상관없이 다차로 검지가 가능하며, 정체지역의 경우 정확한 밀도나 속도를 계산할 수 있고 다른 검지기와 달리 도로상의 주차 또는 돌발사고를 구별할 수 있음

제 2 절 교통정보 가공기술 현황

1. 교통정보센터 성능향상 기술 현황

가. 대용량 처리 및 부하율 분산

○ 교통정보 수집단계에서 전송받은 대량의 데이터에 대한 처리와 기존 센터환경에서의 처리부하를 감소하기 위하여 사용된 새로운 시스템이 그리드인데, 일반적으로 지리적으로 분산된 고성능 컴퓨터나, 대용량 저장장치(데이터베이스) 및 첨단 장비 등의 컴퓨팅 자원을 초고속 네트워크로 연결해, 고속연산, 대량의 데이터 처리, 첨단장비를 상호 공유하고 이용할 수 있도록 만든, '차세대 디지털 신경망 서비스임

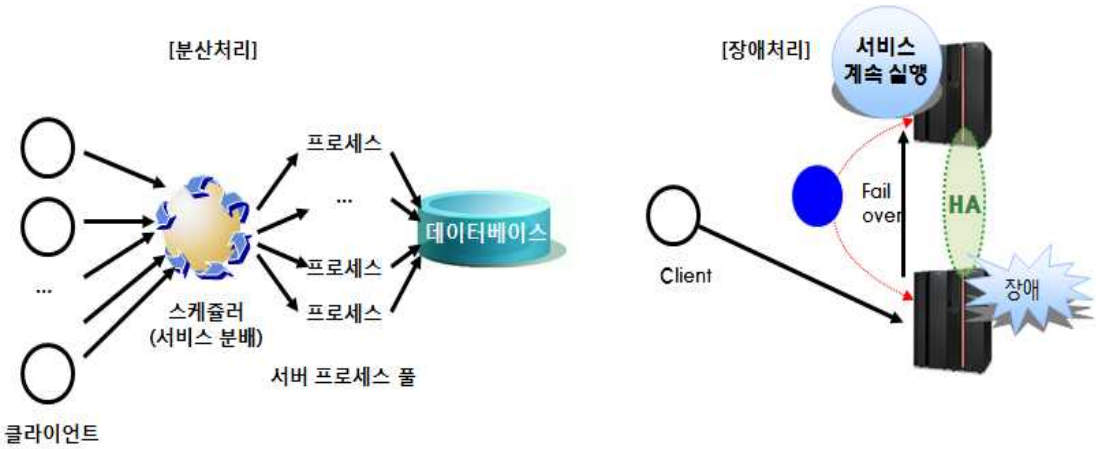


[그림 2.24] 그리드형 통합 데이터 베이스

나. 분산처리 및 장애대책

○ 다양한 하드웨어, 네트워크 프로토콜, 응용프로그램, 근거리 통신망 환경, PC 환경 및 운영체계의 메워주는 소프트웨어인 미들웨어가 있음. 복잡한 이기종 환경에서 응용 프로그램과 운영환경 간에 원만한 통신을 이룰 수 있게 해주는 소프트웨어임

○ 메인프레임 컴퓨터 파워를 다중 호스트로 분리하거나 기존에 구축된 독립적인 이기종 시스템들을 하나의 네트워크에 연결하고자 하는 등 분산컴퓨팅 환경을 구현하며 단일 호스트에 집중되는 부하를 다중의 호스트로 부하분산을 처리하며, 일부 호스트 장애발생 시 다른 호스트로 대체와 동시에 장애 호스트 복구를 하는 등의 부하분산 및 장애처리를 통해 안정적인 컴퓨팅 환경을 제공하는데 발생하는 여러 문제점을 해결함



[그림 2.25] 미들웨어 처리구조

<표 2.11> 미들웨어의 종류 및 기능

구분	기능 및 특징	적용 서버
Tmax	• 분산트랜젝션, 프로세스관리, 부하조절 • 장애대책, 네이밍서비스, 다양한 게이트웨이 모듈 제공	• 메인APP서버
AnyLink	• 미들웨어기능포함, 다양한 통신방식 및 통신회선관리기능 • 다양한 통신프로토콜, 전문타입 수용 및 포맷변환 • 장애처리, 형변환, 통신회선관리 자동화	• VDS통신서버 • 대체서버 • 외부연계서버
JEUS	• 부하조절, 장애대책, 클러스터링	• 인터넷서버

다. 클라우드 컴퓨팅 현황

(1) 웹기반 클라우드 서비스 현황

(가) 구글앱스(Google Apps)

○ 구글은 구글앱스라는 기업솔루션을 제공하며 구글앱스에는 메일서비스인 Gmail, 오피스프로그램인 구글독스, 일부 관리프로그램인 구글캘린더, 개인화 페이지서비스인 아이구글, 그리고 홈페이지서비스인 스타트페이지 등을 제공함

○ 구글앱스를 사용하는 기업은 기업에 맞는 도메인만 갖고 있으면 그 도메인에 연결하여 내부인트라넷을 꾸밀 수 있음

○ 저장 및 처리 등 모든 데이터처리를 구글이 알아서 다 해주기 때문에 사용자는 추가적인 저장 공간을 필요로 하지않으며, Gmail을 통해서 받은 메일도 자동으로 저장해주고 검색해주며 찾아줌

○ 구글독스를 이용해서 만든 문서 역시 자동 저장이 되고, 선택한 사용자에게 공유까지 해주며 개인에 맞게 페이지를 개인화시키는 아이구글서비스를 이용하여 자신만의 웹페이지를 만들 수 있게 해줄 수 있음. 구글앱스를 통해서 만든 인트라넷초기화면을 구글에서 제공하는 화면이 아닌 기업에 맞는 화면으로 꾸미는데 필요한 웹툴도 제공해줌

○ 구글앱스를 사용하는 사용자는 내부적으로는 구글서비스를 이용하고 있는 것 이지만 겉으로 는 자사의 인트라넷서비스를 이용하고 있는 것으로 보이기 때문임

○ 구글은 구글앱스뿐만 아니라 유투브서비스와 같은 대용량동영상서비스도 클라우드컴퓨팅을 이용해서 처리하고 있음

(나) 아마존 웹서비스(AWS, Amazon Web Service)

○ 아마존은 클라우드컴퓨팅의 대표적인 사례로는 세계적인 인터넷오픈마켓임

○ 서버와 스토리지를 자체적으로 소유하기 힘든 소기업이나 개발자를 겨냥한 서비스로, 스토리지서비스인 S3 서 비스와 웹호스팅 서비스인 EC2로 구성되고 있으며, 기반인프라솔루션으로는 Oracle 제품을 채택하여 서비스를 운영 중임

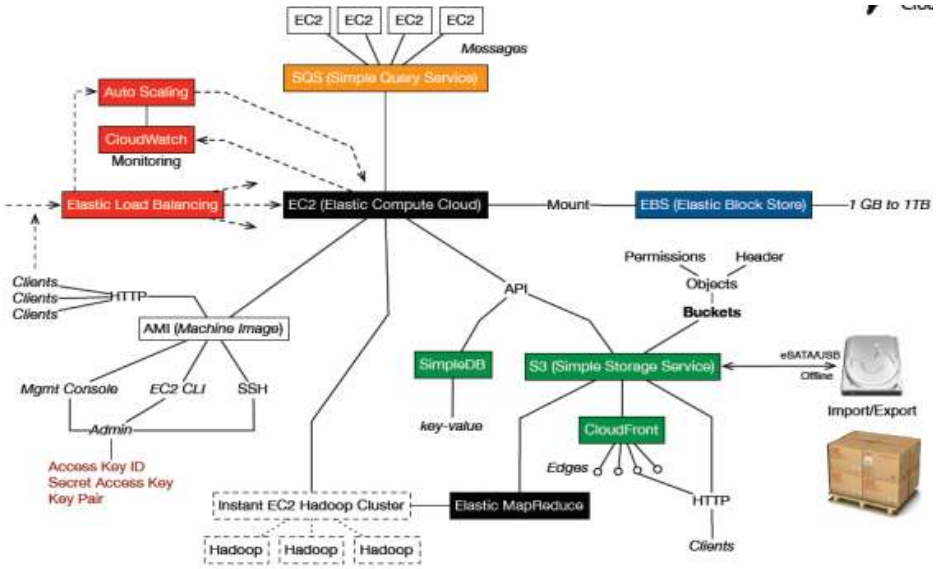
○ Oracle Linux 기반의 가상화솔루션인 Oracle VM, SimpleDB 서비스 를 제공하는Oracle Database Express Edition(XE), J2EE 애플리케이션을 위한 Oracle WebLogic Server 등이 있으며 연계를 위해서 Oracle SOA Suite을 통해 서비스를 제공함

○ 아마존의 ‘Amazon S3 Service’ 는 자체서버와 스토리지를 보유하기 어려운 소규모기업이나 개발자들을 대상으로 아마존의 컴퓨팅인프라를 이용하여 그 기능

을 구현토록하는 클라우드컴퓨팅서비스로 개발자들을 위한 스토리지서비스임

○ 대표적인 웹호스팅서비스인 Amazone EC2(Amazon Elastic Compute Cloud)의 두가지축으로 사업을 구성하고 있으며, 현재 상업적으로 가장 많이 사용되는 클라우드 컴퓨팅환경으로 평가 되고 있음

○ 이러한 차별화는 단순 데이터센터개념으로 IT 자원을 과금정책을 통해서 서비스하는 차원을 넘어, 아마존 내부의 자산인 상품정보, 고객 사용후기, 추천상품 이용정보 및 결제 서비스등에 대한 PaaS형태로 차별화된 정보를 제공해 실제로 클라우드컴퓨팅의 막대한 힘을 제공함



[그림 2.26] 아마존 웹서비스 구성도

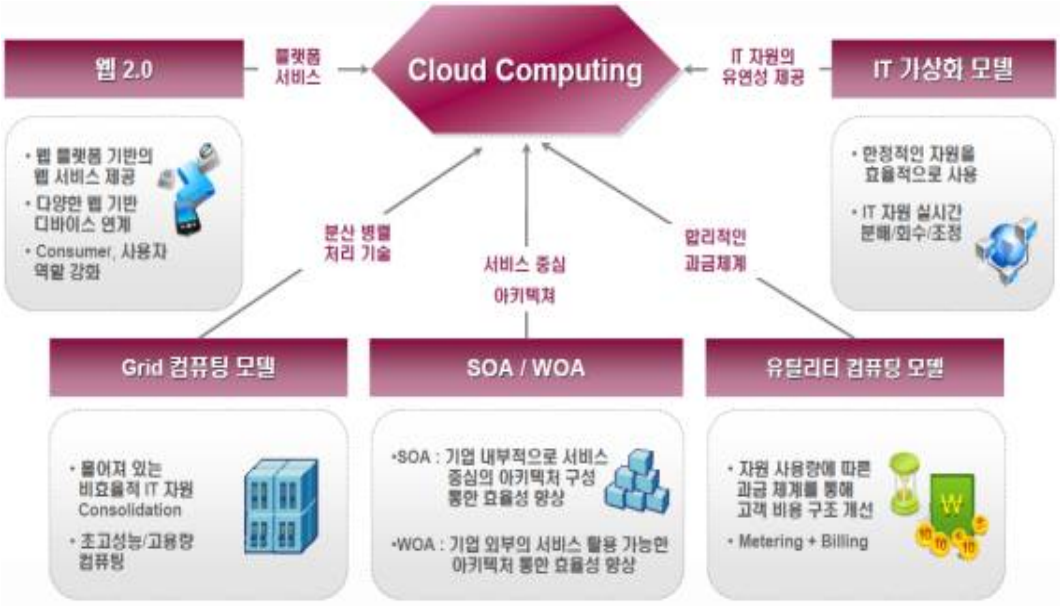
(2) 클라우드 컴퓨팅 응용 기술현황

○ 서로 다른 물리적인 위치에 존재하는 컴퓨터들의 리소스를 가상화 기술로 통합해 제공하는 기술임

○ 즉, 개인용 컴퓨터나 기업의 서버에 개별적으로 저장해 두었던 프로그램이나 문서를 인터넷으로 접속할 수 있는 대형 컴퓨터에 저장하고, 개인 PC는 물론이고 모바일 등 다양한 단말기로 웹 브라우저 등 필요한 애플리케이션을 구동해 원하는 작업을 수행할 수 있는 이용자 중심의 컴퓨터 환경을 말함

○ 아직까지 본격적인 클라우드 컴퓨팅이 이루어진 것은 아니지만, Google DOCs(Google), Work Space(Microsoft), Acrobat.Com(Adobe) 등에서 제한적으로 클라우드 컴퓨팅 서비스가 제공되고 있음

○ 사용자들의 컴퓨팅 요구를 만족시키기 위해 인터넷을 이용하고 있으며 예로서 Google Apps가 있다. 웹 브라우저로 이용할 수 있는 일반적인 비즈니스 응용프로그램들을 온라인으로 제공하며 소프트웨어와 데이터는 서버에 저장됨



[그림 2.27] 클라우트 컴퓨팅 관련기술 연관도

○ 사용자들은 서비스 제공자가 제공하는 서비스 카탈로그를 통해 원하는 서비스를 요청하고, 서비스 제공자의 시스템관리 모듈은 이 같은 요청에 대하여 가상화된 서버 네트워크를 통해 필요한 리소스를 조달하게 됨

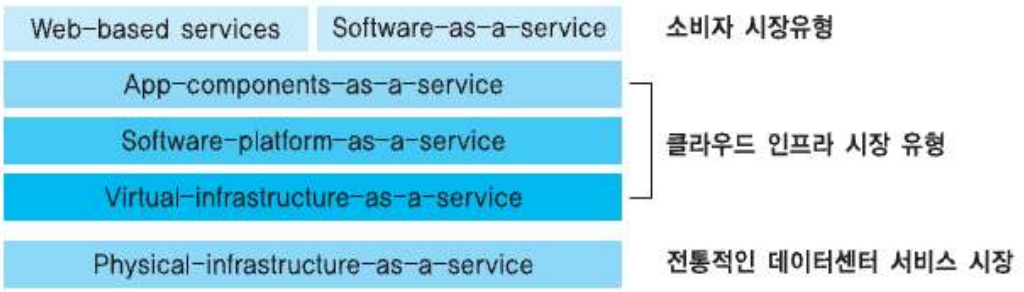
○ 사용자들은 어떤 장소에서든 인터넷 접속과 기본적인 연산기능만 있는 단말기를 가지고 있으면 인터넷을 통해 대용량의 저장장치와 고성능 컴퓨팅 리소스가 필요한 작업들을 수행하고, 고도화된 서비스들도 이용할 수 있게 됨. 이런 의미에서 클라우드 컴퓨팅은 향후 유비쿼터스 시대를 구현하게 될 핵심 컴퓨팅 환경으로 언급됨

(3) 클라우드 컴퓨팅의 특징

○ On-Demand 방식으로 사용자가 필요로 하는 때에 맞춰 컴퓨팅 자원을 사용함

○ 하부 세부 사항이 숨겨지므로 사용자는 컴퓨터 서비스에만 관심을 둘 수 있음

○ 모든 컴퓨터 자원을 한 데 모아 이를 관리함으로써 분산 컴퓨팅을 이룸과 동시에 IT자원 관리의 효율성을 증대시킴



[그림 2.28] 제공되는 서비스를 중심으로 한 클라우드컴퓨팅에 대한 기능적구성과 특징

2. 정보가공 및 신뢰성 향상

가. 다기능 교통영상 관리장치 개발 현황

○ CCTV 기술발전 추이: 현재 국내에는 200여개의 CCTV 제조업체가 있으며, 그 중 대다수가 CCTV 관련 단품을 제조하는 중소 군소업체임. 대규모 제조업체로는 삼성 테크윈, 삼성전자, 하이트론 씨스템즈, LG전자, 씨엔비테크 등이 있으며, 세계시장의 리더로서 자리 매김을 하고 있으며. 주요 DVR 업체들이 네트워크 기능을 보강한 DVR 제품과 IP전용 단말기를 잇달아 출시하고 선점 경쟁을 벌이고 있음

○ DVR 기술발전 추이 : DVR 의 경우 국내 업체가 세계시장을 창출하고 이를 선도하여 왔음. 동영상 코덱의 경우 현재 주력기술은 MPEG-4 기술이며 H.264 가 새로운 기술로 부각되고 있고, 또한 CPU, OS, Network 기술과 함께 디지털 기술의 핵심 분야로서 다양한 업체가 개발 및 판매에 참여하여 급속한 성능의 향상 및 가격의 하락이 있어 왔음. 그만큼 제품 개발에 있어서 다양한 선택을 할 수 있음으로써 H/W 적인 부가가치의 한계에 어느 정도 근접하였다고 판단되고 있으며, 실질적인 제품의 부가가치는 이 같은 코덱의 시스템적 활용으로서 네트워크와의 정합, 다양한 상황에서의 코덱의 운용 방식 등 주로 S/W 적인 요소가 좀 더 큰 부가가치를 창출하는 것으로 평가되고 있음. 이 같은 추세는 앞으로 좀 더 심화될 것이며 이를 위하여서는 IP camera 에서 Network, Client system 에 이르는 Total solution 에서의 상호 호환성을 가지는 S/W 체인을 요구하고 있음

○ 자동화, 실시간 개념의 정보제공 기능 등 새로운 기능의 창출이 시급한 실정임

○ 제한적인 현장장비로 방대한 데이터를 관리하게 되면 장비의 주된 기능에 영향을 미치는 단점이 있지만, 아직까지 방대한 양의 데이터를 분리하여 관리함으로 이용자가 요구하는 정보를 빠르게 제공하는 관리 장치는 없었음

○ 교통 자료 융합 및 처리 분야에서 대규모 처리 및 저장기술은 선진국에 비해 동등한 수준이나, 이러한 자료를 실시간으로 처리하고 활용하는 분야에 있어서는 다소 부족한 실정임

○ CCTV 카메라에 접목된 1 세대 지능형 영상보안 시스템을 꼽으라면 모션 디텍

션(Motion Detection) 기능을 첫 손가락에 꼽을 수 있다. 모션 디텍션은 움직이는 물체를 카메라가 스스로 감지해 포착하는 기능으로, 이미 몇몇 업체에서 대표적 기술로 내세우고 있는 등 시장에서 호평을 받고 있는 기술 임

- 그림자 등에 의해 오보가 발생하지 않거나 궂은 날씨와 악천후 속에서도 오보 없는 감지기능을 갖추고 있다는 점 등은 인코더 형태의 2 세대 지능형 영상보안 시스템이 갖고 있는 또 다른 장점이라고 할 수 있으며, 인코더 형태의 외장형 타입은 모든 형태의 카메라와 연동이 가능한 것이 특징으로, B/W, Color, IR, Thermal 카메라 등 고정형은 물론이고, PTZ 카메라와도 연동될 수 있음
- ITS 및 지능형 감시시스템에 대한 국내 연구 동향은 많은 분야에서 활발히 진행되고 있음. 국내 CCTV 및 DVR 기술 및 제조 인프라는 선진국 수준에 근접해 있으며 삼성, LG 등의 업체가 전 세계 CCTV 등 카메라 시장의 판매량 기준 20% 이상을 점유하고 있음
- 세계 ITS 시장 전반에 걸쳐 아직까지 가시적인 거래의 장을 제공하지 못하고 있는데, 즉, 수요자는 소비자 요구를 만족시킬만한 제품을 찾지 못하고 있고, 공급자는 주로 정부추진 프로젝트에 따른 제품공급으로 공급자와 수요자가 상호 Win-Win하기 위한 창의적이고 고수익의 비즈니스 모델을 개발하지 못하고 있음

나. 교통정보 가공처리 프로세스

- 교통정보가공처리는 크게 취득한 자료의 종류(지점검지자료, 구간검지자료)와 교통류의 특성(단속류, 연속류)에 따라 다르게 적용하여야 함
- 지점검지자료에 대한 가공처리는 원시자료의 수집, 오류 및 누락 처리과정(이상치 제거, 오류판단 및 결측 자료처리), 평활화, 시공간적 집계과정, 이력자료 구축, 정보활용 등의 과정으로 이루어짐. 지점검지기에서는 교통량, 점유율, 속도, 차량존재여부, 대기차량길이, 차종 및 영상 등의 기본자료를 수집하며, 이러한 자료들은 토대로 차두거리, 차두시간, 밀도, 공간 평균속도 등의 자료로 가공이 가능함
- 구간검지체계는 AVI를 차량번호판 매칭기법, 프로브 차량 등을 통한 실시간 차량궤적 추적기법 등을 통해 직접적으로 구간교통정보(구간통행시간, 구간통행속도 등)를 산출하게 됨

(1) 도시부도로(단속류) 교통정보 가공처리

(가) 전반적인 정보가공처리 프로세스

○ 정보가공처리 프로세스는 지점검지체계(영상검지기, 레이더검지기)와 구간검지체계(AVI), 외부연계시스템과 CCTV, 신호제어체계의 수집자료를 종합적으로 정보제공에 활용할 수 있도록 설계됨

○ 신호제어체계의 교통량, 속도, 점유율은 지점검지체계의 자료와 동일한 프로세스로 가공되며, 각 제어최소단위(SA)별로 수집주기가 다른 신호제어체계의 포화도는 지점검지체계의 자료와 통합하여 가공하는 것이 불가능하므로 별도의 과정을 거쳐 포화도에 따른 교차로 혼잡도 정보를 제공함

○ 개략적인 정보처리 프로제스를 정리하면 부체계 수직자료를 바탕으로 하여 구간통행속도를 산출하고 산정된 속도에 따라 구간통행시간과 혼잡도를 예측하도록 함

(나) 교통자료의 오류판단 및 결측처리

○ 교통자료는 교통량, 속도, 점유율, 차종구분이며 수집정보의 신뢰성 향상과 효과적인 정보제공을 위해 차종 및 영상, 신호교차로의 포화도를 추가로 수집함.

○ 지점검지기로부터 수집되는 교통자료는 기본적으로 교통량, 속도, 점유율임. 교통자료는 현장설비의 성능, 자료전송상태, 기후 및 주야간 등 주변 환경에 의해 오류 및 누락이 발생하기 때문에 수집된 자료에 대해 누락보정 및 오류보정 처리 과정을 1차적으로 수행함

○ 오류판단은 교통정보가 연속적으로 동일한 경우와 실제와 다른 정보를 전송하는 경우가 있음

- 4주기 이상의 연속된 교통량, 점유율, 지점속도가 모두 동일한 경우 오류로 판정함. 단 교통량, 지점속도, 점유율이 모두 0인 경우는 수집주기동안 통과한 교통량이 0인 상태이거나, 정체가 심하여 차량이 전혀 이동하지 못하는 상태이므로 이러한 경우에는 지점속도를 대상지점의 이전속도로 보정함
- 차량검지기로부터 수집되는 자료가 변질되어 실제와는 다른 정보를 전송하는 경우가 발생할 수 있으므로, 현실적으로 적용가능한 한계범위를 지정하여 수집자료에 대한 오류여부를 판단함

- 교통관리를 위한 기본자료인 교통량, 속도, 점유율에 대하여 수집주기 단위로 자료수집이 안될 경우(교통자료 3개 중 1개라도 수집이 안 될 경우) 데이터를 누락처리함

○ 누락자료의 보정처리 방안은 '이동평균법을 이용한 결측자료 보정방안'과 '이력자료를 이용한 검지기 장애시의 보정방안'으로 구분하여 적용하였음

- 이동평균법을 이용한 누락자료의 보정은 원시자료가 일시적인 통신장애로 수집되지 않거나 원시자료 오류판단에 의해서 오류자료로 판정된 경우로서, 문제가 발생한 지점의 바로 전 시간대의 자료를 이용하여 누락된 자료를 추정하거나 누락된 자료의 시점에서 이전의 10분 자료(1분 자료 10개)를 이동평균하여 누락된 시점의 자료를 추정함
- 이력자료를 이용한 검지기 장애시의 보정은 영상검지기의 하드웨어적 문제로 인하여 자료수집이 장시간 불가능한 경우로서, 검지기 장애시 데이터베이스에 저장된 과거의 요일별, 시간대별 데이터를 통해 보정하거나 과거 이력자료를 통한 보정값과 CCTV를 통한 상황판단이 상이할 경우 운영자에 의한 수동제어로 보정함

(다) 수집자료의 가공방안

○ 교통정보 가공처리는 수집된 교통정보를 제어나 제공목적에 맞도록 자료를 필요한 형태로 가공하는 과정임. 통계목적으로 이용하기 위한 자료는 목적에 맞게 5분자료, 1시간자료, 일별자료, 월별자료로 저장하며, 필요한 경우 재가공함

○ 교통정보 제공용으로 이용되는 가공자료는 교통관리전략에 맞게 지점속도, 구간속도 등으로 재가공하여 활용함. 수동수집정보는 상황인지 및 확인용으로만 이용하며, 외부연계시스템에서 제공받은 정보는 이력화하여 데이터베이스에 저장함

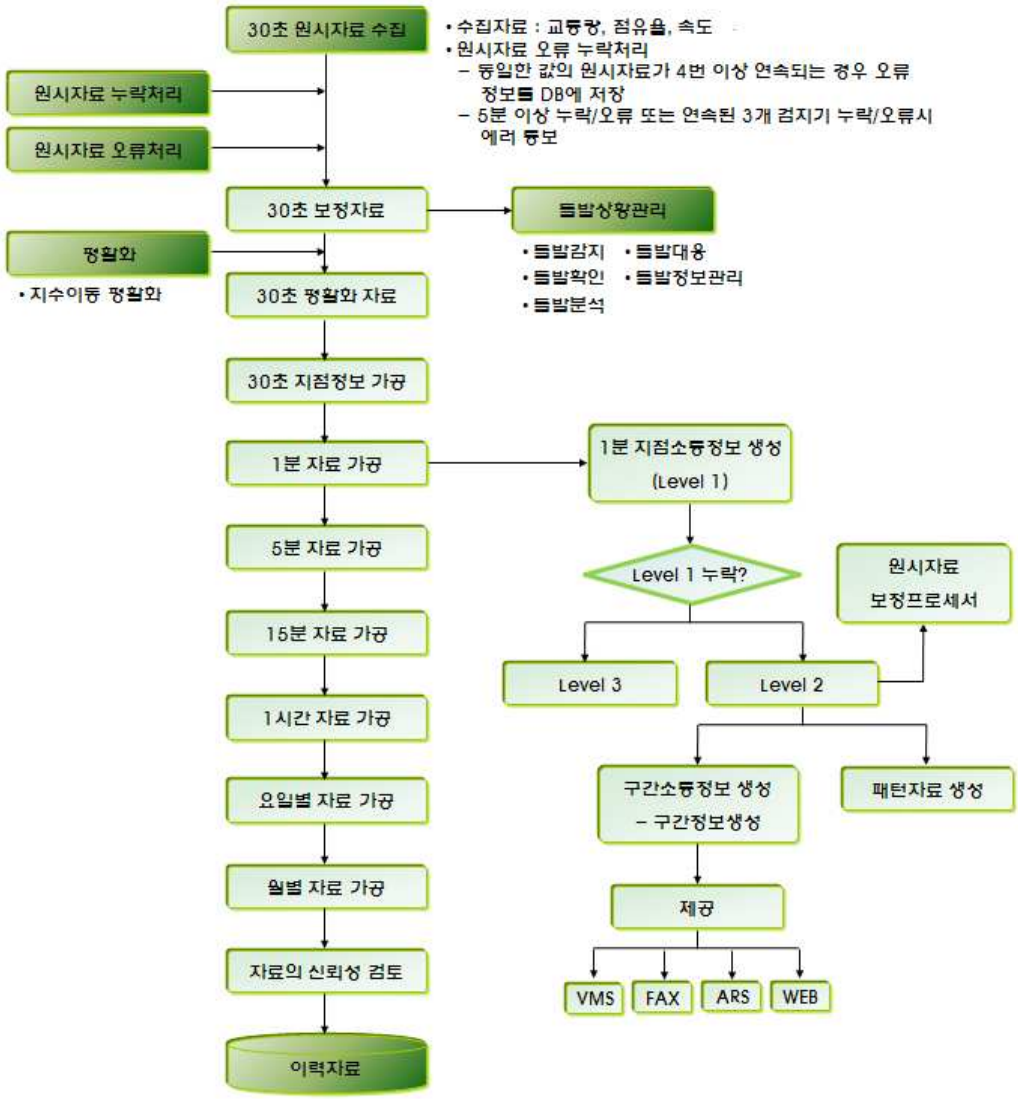
(2) 고속도로(연속류) 교통정보 가공처리

(가) 정보가공처리 프로세스

○ 전형적인 연속류 정보가공처리 프로세스가 적용된 시스템은 서울도시고속도로 교통관리시스템, 한국도로공사 고속도로 교통관리시스템, 고속도로 우회국도 교통정보시스템 등을 들 수 있음. 그 중 서울도시고속도로 교통관리시스템에 적용

되고 있는 정보가공처리 프로세스를 살펴보고자 함

○ 크게 원시자료 수집과정, 오류 및 누락 처리과정, 평활화 과정, 시공간적 집계과정, 이력자료구축 및 활용과정으로 크게 5단계 과정으로 이루어지고 있으며, 교통정보가공처리 프로세스는 아래 그림과 같음



[그림 2.29] 서울시 차량검지기 자료처리 현황

출처: 서울특별시, “도시고속도로 교통관리시스템(2단계 2공구) 설치공사 기본설계보고서”, 2003.

(나) 교통자료의 오류판단 및 결측처리

○ 오류데이터 검출은 동일한 값의 교통자료가 연속적으로 4회 이상 검출된 경우나 수집되는 교통자료의 값이 새벽 일정시간의 교통자료의 값(하루 중 최소 데

이터로 가정)보다 크거나 작을 경우 등 원시자료의 자료값이 설정범위 값을 벗어나면 오류 데이터로 간주함

○ 원시자료 오류검토에 있어서는 차량검지기로부터 수집된 자료로 오류여부를 판별하여 누락자료 보정방법에 의해 보정하며, 데이터 오류 검토 흐름도는 아래 그림과 같음. 또한, 수집자료(교통량, 점유율, 지점속도)에 대한 논리적 오류 범위는 다음 표와 같음

<표 2.12> 수집자료의 논리적 오류 범위

구분	교통량	점유율	속도
오류 조건	0 ≤ 차로별 환산 교통량 ≤ 3,014	0 ≤ 점유율(백분율) ≤ 99	0 ≤ 속도 ≤ 140km/h

출처: 서울특별시, "도시고속도로 교통관리시스템(2단계 2공구) 설치공사 기본설계보고서", 2003.

○ 누락데이터 검출은 교통관리를 위한 기본 교통자료인 교통량, 속도, 점유율에 대하여 수집주기(30초) 단위로 자료수집이 안 될 경우 누락데이터로 처리함. 즉 교통자료 3개 중 1개라도 수집이 안 될 경우에는 누락데이터로 처리함. 또한, 원시자료의 누락과 오류가 5분 이내에서 발생되는 경우에는 원시자료의 결측보정 프로세스로 수행되고 5분 이후에는 운영자에게 통보되어 운영자가 제어함

(다) 평활화 과정

○ 평활화의 목적은 차량검지기로부터 수집되는 교통량, 점유율, 속도 자료가 30초라는 짧은 주기동안 수집되므로, 자료의 일시적인 변동을 수반할 수 있으며 이로 인해 교통자료의 불안정을 가져오는 것을 방지하기 위한 것임. 1차 보정(오류 및 누락자료 보정)이 수행된 자료에 대해서 최종보정 방법으로 평활화를 수행함

○ 평활화 알고리즘 종류는 다음과 같음

- 중앙값 평활화 알고리즘(Median-Smoothing Algorithm)
- 평균 평활화 알고리즘(Mean-Smoothing Algorithm)
- 지수이동 평활화 알고리즘(Exponential-Smoothing Algorithm)
- 지수이동 평활화 알고리즘은 현재 차량검지기자료 평활화 과정에서 적용

(라) 교통자료의 시·공간적 집계

○ 차량검지기 자료의 공간적 집계과정

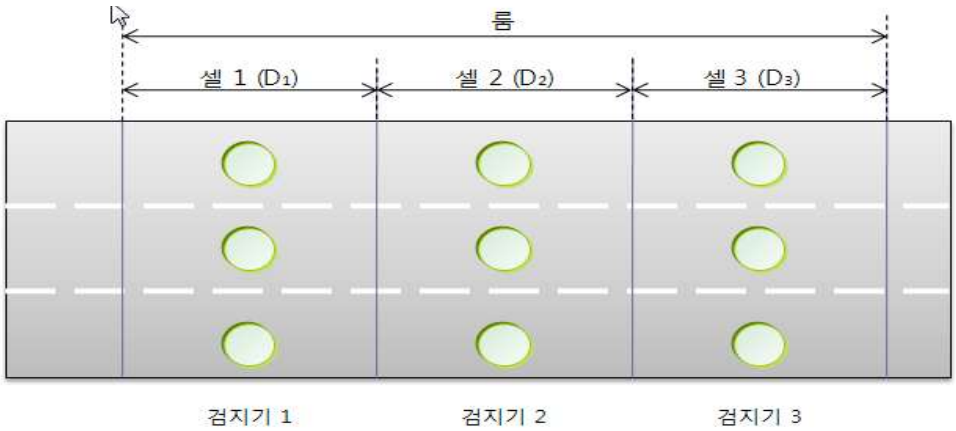
– 서울시의 링크체계는 셀과 룸으로 구분됨

■ 셀은 VDS를 기준으로 검지기가 포괄할 수 있는 구간을 의미함

■ 룸은 2~3개의 셀의 구간을 의미함

– 아래 그림은 서울시 도시고속도로의 구간 개념도이며 그림에서 룸(D)을 구성하는 각 셀들의 영역에 대한 가중치를 부여하기 위하여 각 셀들의 영역을 D_1, D_2, D_3라하고 셀들의 지점속도를 S_1, S_2, S_3라고 한다면 구간의 평균시간(T)과 평균속도(S)는 다음과 같음

$$T = D_1S_1 + D_2S_2 + D_3S_3 \quad , \quad S = (D_1 + D_2 + D_3)/T$$



[그림 2.30] 서울 도시고속도로 구간개념도

(마) 교통자료의 이력자료 구축 및 활용과정

○ 수집된 검지기 자료가 논리적으로 타당한 값이라고 해도 검지기 자체의 고장이나 기상상황의 변화 등으로 수집된 자료가 정확하지 않은 것일 수도 있음. 이에 대비하여 이력자료를 구축하고 저장된 교통량과 점유율의 이력자료 비교를 통해 유효성을 판단하고 신뢰성을 확보함

○ 센터에서 검지자료가 통신상이나, 검지기자체의 문제점으로 인하여 장시간동안 검지자료가 수집되지 않을 시에 기존의 자료를 이용하여 교통제어, 소통정보제공, 통계처리 항목에 이용할 수 있는 산출 자료의 기초가 되며, 각각의 검지기 처리 알고리즘과 프로세스들이 정상적으로 수행되고 있는지 점검할 수 있는 자료의 기초가 됨

3. 본 연구의 차별성 및 시사점

가. 교통정보센터 시스템

○ 기존 ITS 정보수집장비의 운영상 문제점인 데이터 연계에 따른 지속적인 확충 작업, 정보의 다양화를 위한 신규 장비의 추가의 어려움 및 새로운 컨텐츠 생성에 따른 고비용등의 문제점을 해결함

○ 클라우드 컴퓨팅 기술을 활용한 데이터 저장 및 분석 처리는 교통정보의 정량적 데이터의 증가에 따른 처리 문제를 해결하기 위한 인적, 물적 자원의 소모를 최소화 할 수 있음

○ 기존 교통정보센터시스템의 구축에 소요되는 동일 구축 비용을 대비하여 최대의 효과를 낼 수 있는 HW 플랫폼을 구축할 수 있으며, 대용량의 데이터를 저장할 수 있는 여유로운 공간을 추가적으로 확보 할 수 있음. 또한 대용량의 과거이력조회 및 분석을 위해 클라우드 컴퓨팅의 일환인 Hadoop 플랫폼을 이용하여 시스템의 효율을 극대화 하였으며 개방형 API를 활용하여 데이터 수집과 표출, 그리고 가공 처리가 컨버전스가 용이하도록 시스템을 구성함

○ 서비스의 추가 및 확장이 용이한 형태의 플랫폼으로 구성되어 기존 교통정보센터 보다 유연한 확장이 가능할 것으로 판단됨

나. 교통영상 관리장치

○ 기존의 교통영상 관리장치는 자신이 원하는 영상만을 검색할 때 모든 영상을 시청해야 하므로 많은 시간이 소비됨. 따라서 사용자가 교통영상을 쉽고 빠르게 원하는 데이터를 찾아낼 수 있는 장치가 필요함

○ 다기능 교통영상 관리장치는 위치에 제한적이지 않고 다기능 복합 검지기와 일체형 설치는 물론 다기능 복합 검지기가 없는 도로변이나 센터 시스템 어디든 상관없이 동작 할 수 있음

○ 또한, 영상 환경이 변화되었을 때 일정 시간 후 검지영역 및 환경변수를 자동으로 설정하여 교통정보를 추출할 수 있으며 수집된 교통 영상의 각 구성요소를 인덱스 조건으로 이용하여 사용자가 원하는 특정 영상만을 추출해 내어 사용자 요구에 효율적으로 대응할 수 있음

○ 정적 객체와 동적 객체를 분리하여 중요도에 따라 서로 다른 압축 기법을 적용

하였고, 수집된 교통 영상을 이용해 교통정보 통계값을 도출할 수 있음

○ 따라서, 데이터를 소유하고 있는 측면에서는 관리의 용이성, 데이터를 사용하고 있는 측면에서는 검색의 용이성을 보장받을 수 있을 것으로 판단됨

다. 교통정보 가공 알고리즘

○ 기존 교통정보가공 알고리즘에서 과거이력자료를 활용하는 방안에 대해 연구는 되어 있지만 어떠한 기준 및 근거를 통해서 가중치(weight)를 부여하는지에 대한 심도 깊은 연구는 수행되지 않았음

○ 따라서, 본 연구는 과거이력자료 활용에 대한 타당한 근거, 가중치 산정 방법, 기존 산출방법과의 비교분석 등을 수행하여 차별성을 두었음

○ 과거이력자료를 활용하여 일별/주별/요일별/월별로 통행패턴을 분석하여 교통특성을 고려한 휴리스틱 지식기반 정보가공 알고리즘은 소통상황 판단 알고리즘과 패턴수준 판단 알고리즘으로 구성되어 있으며, 이러한 알고리즘 개발의 기초자료는 과거이력자료를 활용한 통행패턴 분석에 근거하였음

제 3 절 교통정보 표출기술 현황

1. 교통정보 제공매체 현황

○ 본 절에서는 1세대 교통정보제공매체인 가변정보표지판(VMS)의 관련연구동향과 다양한 기술들에 대한 기술개발 현황을 검토하고,

○ 2~3세대 교통정보제공 매체라 할 수 있는 DMB 및 기타 민간교통정보매체 현황과 차세대 매체인 전방시향장치(HUD)의 국내외 기술동향에 대해 조사함

가. 국내 기술 현황

(1) 가변정보표지판(VMS)

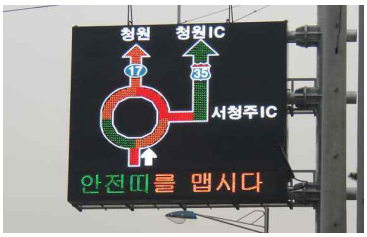
(가) 설치·운영 현황

○ 국내 현재 설치·운영중인 VMS는 크게 문자식, 도형식, 픽토그램식, 차로제어식으로 구분되며, 문자식의 경우 아래와 같이 도로상황에 대한 소통상황 정보, 특별상황에 대한 안내정보, ARS전화번호, 홍보성 정보 등을 제공함



[그림 2.31] 문자식 VMS 정보제공 형태

○ 도형식의 경우, 문자식 표현의 한계를 보완하기 위해 표시면에서 필요한 부분(도형 표현 부분)에만 LED를 배치하여 교통상황을 표현하는 형태와 LED 풀 매트릭스 형식을 사용하여 문자식과 도형식을 다음과 같이, 소통상황에 따라 다양하게 표출 · 운영 중에 있음



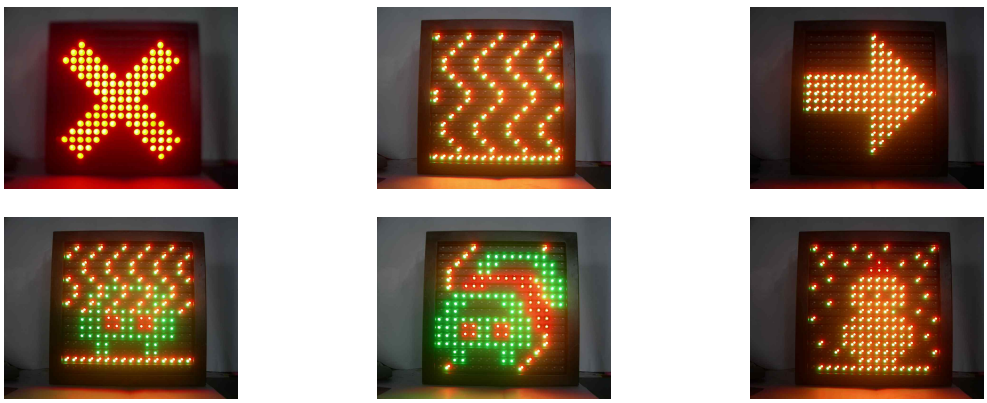
<대전지방국토관리청>



<제주시>

[그림 2.32] 도형식 VMS 정보제공 형태

○ PICTOGRAM형은, 주로 돌발상황, 공사, 기상조건 등에 대한 정보를 이미지 형태로 제공하거나, 국도와 고속도로의 상황정보를 제공시 각 차로를 구분하는데 사용중임



[그림 2.33] 픽토그램식 VMS 정보제공 형태

○ 차로 제어식(LANE CONTROL SYSTEM)의 경우, 주로 유럽에서 사용되는 형태로 차로별 통행제한 속도나 현재 통행속도, 차로폐쇄 등의 정보를 제공함

○ 대부분의 차로제어식 시설은 일반적인 도로전광표지판과 같이 시스템의 범주에 들지 않는 단일시설(STAND ALONE)방식으로 주로 수동으로 운영되고 있음



[그림 2.34] 차로제어식 VMS 정보제공 형태

○ 기타 이동식 VMS(Portable VMS)의 경우, 아래 그림과 같이 공사 혹은 홍보, 특별 재난상황 발생시, Text 위주의 주의/경고 정보만을 제공하고 있음





[그림 2.35] Portable VMS 정보제공 형태

○ 상기 제시한 다양한 VMS를 통하여 제공되는 정보유형[4]은 문구의 내용 및 기능에 따라 아래와 같이 4가지, 즉, 문제문(Problem Statement), 효과문(Effect Statement), 행동문(Action Statement), 주의문(Attention Statement)으로 구분할 수 있음

(나) 기술개발 현황

○ VMS에 적용하는 H/W의 경우, 현재 국내에서는 문자식, 도형식, 동영상식, 픽토그램 조합식이 도입되어 있으며, 기술형식과 기술형식별 특징은 아래 표에 제시한 바와 같이 현재 가장 범용으로 사용되고 있는 LED 방식 외 다양한 방식의 기술적용이 가능함

<표 2.13> VMS 기술형식

구분	종류	내용
기술형식	LED 방식	▪ PN 접합 다이오드에 순방향전류를 흘리는 것에 따라 전자와 정공이 재결합하여 발광
	자기 반전 디스크 방식	▪ 금속 중착된 판막상의 가동판과 두색의 특수 형광물질로 착색된 고정판의 전자석에 의해 색상을 변화
	램프 방식	▪ 전구의 필라멘트 발열에 의한 색의 합성 방식으로 표현
	정전기 방식	▪ 금속중착된 판막가동판과 고정 유전체 전극사이의 정전기 유도로 작동
	Fiber-Optic 방식	▪ Fiber-Optic에 백색 Quartz Halogen 주사

출처: 한국교통연구원, "가변전광표지(VMS) 설치 및 운영방안 연구", 2008.의 결과 재인용

4) 정보제공 유형은 한국교통연구원 "VMS 설치 및 운영방안 연구 (2007) "내용 참조

<표 2.14> VMS 기술형식별 특징

구분	자기 반전 디스크 방식	램프 방식	정전기 방식	LED 방식	Fiber-optic 방식
동작원리	금속 중착된 판막상의 가동판과 두색의 특수 형광물질로 착색된 고정판의 전자석에 의해 색상을 변화	전구의 필라멘트 발열에 의한 색의 합성 방식으로 표현	금속중착된 판막가동판과 고정 유전체 전극사이의 정전기 유도로 작동	PN 접합 다이오드에 순방향전류를 흘리는 것에 따라 전자와 정공이 재결합하여 발광	Fiber-Optic에 백색 Quartz Halogen 주사
표시소자	자기 디스크	램프 (Lamp)	정전기 날개판	LED	Fiber-optic
기본단위	8*8 (64dot)	좌동	1*4 (4cell)	1 dot	-
모듈	16*16 (256dot)	좌동	4*4 (16unit)	16*16 (256dot)	좌동
소자의 크기	30,25,22,15,7.5mm (가로*세로)	20~80mm	50*50mm 80*20mm	25mm 52mm	1.3mm
표시방식	간접 조명식	자체 발광식	간접 조명식	자체 발광식	자체 발광식
필요사항	조명장치	램프의 수시교체, 환풍 및 냉각장치	조명장치, 히터장치	환풍장치	히터장치
수명	4억회이상 가동후 이상이 없으므로 반 영구적 (약 12년)	램프 수명이 짧아 1년이면 교체 필요 (약 2000시간)	고전압 동작이므로 3년이 지나면 금속중착막의 변형 유발(약 300시간)	반도체 소자를 사용하여 반영구적	반 영구적
정보표출	온라인 정보표출	좌동	좌동	좌동	좌동
색상	임의의 2가지 색 선택가능	좌동	바탕색과 변화색	적색,녹색,황색	-

○ 또한, 범용으로 사용되는 LED의 경우, VMS 제작 시 그 표출면을 모듈 매트릭스, 라인 매트릭스, 풀 매트릭스의 3가지 유형으로 제작 가능하며, 그 특징은 아래와 같음

<표 2.15> LED 표시면 형식에 따른 장단점

표시면 형식	특징	장점	단점
모듈 매트릭스	모듈별로 제어 가능	가격이 저렴	다양한 운용이 어려움 모듈내에서 문자표출의 크기,형식에 제한
라인 매트릭스	행별로 제어 가능	가격이 저렴	다양한 운용이 어려움 라인별로 문자표출의 크기, 형식에 제한
풀 매트릭스	행, 열별로 제어 가능	표출 문자나 심볼등 표출내용에 크게 제약이 없고, 다양하게 사용	모듈, 라인 매트릭스에 비해 가격이 상대적 고가

(2) 개인단말기 기술 현황

○ 국내에서는 2000년 건설교통부에서 국제표준화 기구의 기술위원회(ISO TC204[5])의 작업반(WG10)에서 TPEG 현황 파악 및 연구에 착수하였으며 2002년에 TPEG 국가기술표준과제를 제안 및 채택하였음

○ 2003년 10월에 디지털멀티미디어방송(DMB)의 표준이 제정되었으며, 2004년 지상파 디지털멀티미디어방송(DMB)의 비디오 송수신 정합표준을 제정하였음

○ 2006년에는 디지털방송서비스용 TPEG-CTT(혼잡교통정보서비스) 규격의 국제표준을 채택하였으며, 2007년 교통 및 여행정보서비스(TPEG-TTI)를 시작하였음

○ 지난 2005년 지상파DMB 서비스가 시작된 이후 휴대폰과 전용 단말기, PMP 등 DMB 단말기 수요는 꾸준히 증가세를 보여 왔음

○ 2009년 6월말을 기준으로 위성DMB 가입자 수는 201만 4,000명으로 집계되었음

○ 이에 대한 운영은 현재 지상파 4개 사업자(KBS, MBC, SBS, YTN) 및 위성파 1개 사업자(TU 미디어) 등 총 5개 사업자를 통해 제공되고 있음



[그림 2.36] DMB Drive 서비스 구성도

○ 2006년 내비게이션 단말기 중 DMB TPEG 서비스 제공이 가능한 단말기는 2.5% 수준이었으나, 2008년 말 네비게이션 단말기의 약 43%가 DMB TPEG서비스를 적용한 단말기임[6]

○ 내비게이션의 보급률과 DMB-TPEG 단말기의 보급률을 고려해 추정하여 보면 내비게이션을 장착한 차량 수는 약 475만대로 추정할 수 있으며, 이중 DMB-TPEG서비스가 가능한 단말기를 장착한 차량 수는 약 204만대로 추정됨

○ 2010년부터는 통신사를 주축으로 스마트폰에 내비게이션을 기본 탑재하거나 번

5) ISO/TC204(국제표준화 기구 기술위원회 204) : 도로정보 및 제어 시스템에 관한 표준화를 수행하는 ISO기술위원회로 ITS America의 청원에 의해 1993년 활동을 개시함 (ITS 용어사전, ITS KOREA)

6) 3년간의 TPEG 서비스, 방송사별 단말기 보급현황, AVING KOREA, 2009.3.13 기사내용 발췌

들로 제공하는 방식으로 변화하기 시작했으며, 이에 국내 통신사들도 이 변화에 맞춰 제품을 출시하였음

○ KT에서는 아이덴티티탭이라는 단말기를 출시하면서 맵피를 탑재하고 있으며, 올레네비를 출시하여 안드로이드 단말기와 아이폰 단말기를 지원하고 있음 올레네비는 KT 그룹계열사가 각각 개발하던 10여개의 각종 지도를 하나로 통합한 지도를 사용하고 있으며, 실시간 업데이트를 가장 큰 장점으로 꼽고 있음

(3) 전방시현장치(HUD)

○ 전방시현장치(Head Up Display, 이하 HUD)와 관련해서 국내에서는 현대 모비스 카트로닉스 연구소에서 정부 차세대 차량용 디스플레이 장치개발 사업을 통해 차속, RPM, 기어위치, 회전신호 표시용 HUD 시제품 개발을 수행한 바 있음

○ 아울러, 대우 일렉트로닉스에서는 홀로그래피 이미지를 이용한 내비게이션 HUD를 개발 중이며, ODS에서는 자동차 부품연구원, 현대오토넷과 공동으로 HUD 시스템을 개발 한바 있음

○ 또한 자동차부품연구원에서는 현대오토넷, 웨이텍 과 공동으로 HUD을 개발 중이며, 전자부품 연구원에서는 LCD의 백라이트 부착 및 차량내부 온도에 민감한 단점을 극복하기 위하여 LED 방식의 HUD 시스템 개발한 바 있음

○ 그 밖에 유사기술로는 LG디스플레이는 2010년 1월 14일 지금까지 나온 휘는(flexible) 전자종이 가운데 가장 큰 사이즈인 19인치 와이드형(25×40㎝·사진) 플렉서블 전자종이를 개발한 바 있으며, 상기 개발품은 타블로이드 신문 규격과 비슷한 크기로 상용화된 전자책(e북)인 '킨들'이나 '누크'의 6인치대 화면과 비교하면 8배 크기임

<표 2.16> 국내 유사산업 관련분야 환경

구 분	사진	내용
유사산업 관련분야 환경		- 이 제품은 구부려도 원상태로 복구되도록 유리기판 대신 금속박 기판으로 만들어져 화면표시 특성을 유지하면서도 유연성과 내구성이 강한 것이 특징임. 전자적 신호를 송신하는 구동회로인 게이트 드라이버-IC는 패널 옆이 아닌 속에 심어져 있음. - LG디스플레이 측은 인쇄물과 큰 차이를 느끼지 못할 정도로 화면이 선명한 이 제품의 두께는 0.3㎜, 무게는 130g에 불과함. 또한 이 제품이 기존의 LCD 제품에 비해 가볍고 소모 전력도 적은 점을 들어 전자책 외에 전자신문은 물론, 커브형 광고판으로도 활용될 것으로 기대하고 있음 - 전자종이 분야를 신 성장 동력으로 육성하는 LG디스플레이는 우선 올 상반기에 11.5인치 플렉서블 디스플레이의 양산을 시작할 계획임 (출처 : 세계일보 2010.1.14)

나. 국외 기술 현황

(1) 가변정보표지판(VMS)

○ VMS의 경우, 가까운 일본은 ITS 정보제공매체로서의 VMS는 사양길에 접어들고 있으며, 단말장치보급에 주력하고 있는 추세임. 즉, 우리와 같은 과도기단계를 이미 거쳤으며, 과도기 단계의 VMS는 도형식을 활용 시내부 전 구간의 소통상황을 운전자가 쉽게 인지할 수 있도록 플레시 등을 활용하여 정보를 제공하고 있음

○ 또한, 미국, 캐나다 등 북미지역의 경우에는 텍스트 위주의 VMS가 대부분이고 일부 Portable-VMS를 도입하여 재난/안전 정보등을 제공하고 있음

○ 호주/뉴질랜드 등 오세아니아 주변국에서는 현재 국내 ITS 수준으로 정보를 제공하고 있으며, 유럽의 경우 ITS 사업 자체가 유럽 전체를 대상으로 추진중이므로, 각국의 이해관계가 첨예하게 대립중인 가운데 운전자의 안전 및 무인운전, 교통정보 제공 및 경로제공 등의 도로교통 텔레매틱스가 주요 사업 분야이나, 일부 VMS가 설치된 경우 우리나라의 LCS와 같은 소규모 전광판에 픽토그램을

활용하여 소통정보 등을 제공하고 있음



[그림 2.37] 세계동향 (VMS 형식)

○ 관련연구로는 최근 2005년도 미국 PATH에서 실시한 차량 시뮬레이션을 이용한 VMS정보 인지에 관한 연구 등이 있으며, 해당 연구는 통상 교통분야 혹은 유사 시스템 분야가 아닌 비주얼 랩에서 이루어진 연구로 감성공학 혹은 인간공학적 관점에서 접근한 연구라 할 수 있음

○ 또한, 해당 연구에서는 Portable-VMS에 대한 운영방안을 제시하였으며, 또한 VMS를 활용하여 국가 재난상황 혹은 미아찾기 등 Amber Message 제공방안에 대하여 연구한 바 있음

○ 일본의 VMS는 차외정보제공장치[7]로 분류되며, 저전류, 고휘도, 고대비, 장기수명화 등의 특성을 가진 LED 소재개발로 다양한 색상표출이 가능하며, 기술형식에 따른 종류로는 프리 패턴식 전광판, 세미 프리 패턴식 전광판, 멀티 패턴식 전광판, 전용 패턴식 전광판, 소형 문자 전광판, 여행시간 소형 전광판, 혼합형 전광판, 주차유도 전광판, 노측 통신 전광판으로 구분됨

○ 유럽 지역의 경우, ITS 사업 자체가 유럽 전체를 대상으로 추진중이므로, 각국의 이해관계가 첨예하게 대립중인 가운데 운전자의 안전 및 무인운전, 교통정보제공 및 경로제공 등의 도로교통 텔레매틱스가 주요 사업 분야임

7) 본 내용은 도로교통안전관리공단이 2005년도에 수행한 "교통안전을 위한 교통정보제공시스템 개선방안 연구 -VMS를 중심으로" 연구결과를 인용함

○ 그러나, 국가별로는 그 나라에 특성에 맞는 VMS 제작·구축중에 있음. 즉, 날씨에 민감한 북유럽의 경우, 기상 및 도로상태 정보 중심의 정보를 제공하고 있으며, 서유럽의 경우는 우리와 유사하게 소통 및 안전정보 위주의 정보를 제공하고 있음

○ 그 대표적인 사례로, 핀란드의 경우 북유럽 국가의 특성상 비나 눈, 노면결빙등의 사고에 대비한 방한대책으로 교통관리센터(TMC;Transport Management Center로 도로날씨센터와 협력)가 기상관측소와 같은 스마트 센서와 자동화된 데이터 수집, 편집 및 처리 시스템을 양산하고 있으며, 교통량이 많을 때 가변적 제한속도와 가변적 정보표지시스템을 적용하여 교통량을 조절하고 도로의 수용력을 개선하는 것을 목적으로 경로에 대한 정보 및 안내, 교통사고에 대한 정보를 제공하고 있음

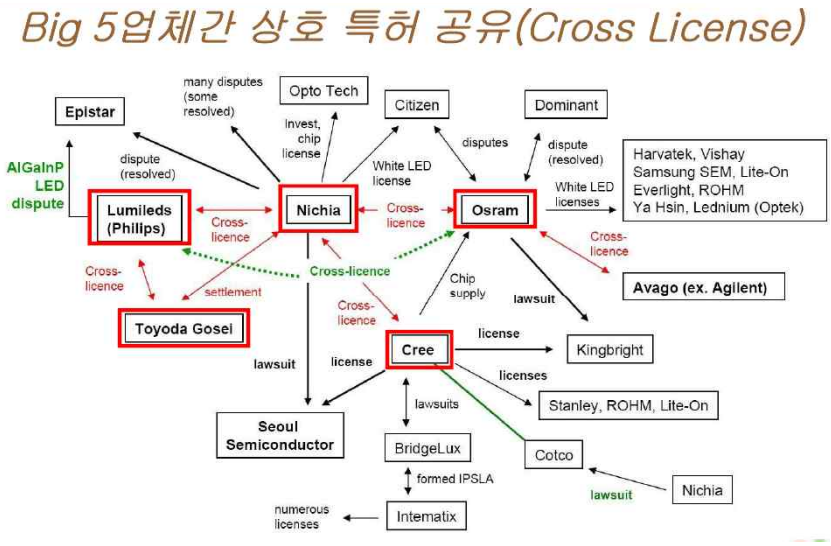
○ 독일의 차로제어식 VMS는 차로별 통행 제한 속도나 현재 통행속도, 차로폐쇄 등의 정보를 제공하기 위한 형태임

○ 그밖에 다음그림에서와 같이 VMS의 유지보수 편의성 증대를 위해서 구조물의 자동화를 구현한 바 있으며, 상기 연구결과물이 현장에 적용될 경우 VMS 유지보수시 도로를 통제하지 않아도 된다는 장점이 있으며, 모듈 교체작업 등을 실시할 때 보다 안전하다는 장점이 있음



[그림 2.38] 자동화 VMS

○ LED와 관련한 원천기술은 대부분 주요 선진국에서 보요하고 있으며, 소위 Big 5로 불리는 필립스, 도요타, 오스람, 크리, 니키아가 보유하고 있음



[그림 2.39] LED 특허현황

○ 각국별로 연구동향을 살펴보면, 미국의 경우 에너지부(DOE)가 주축이 되어 LED 조명산업에 대한 정부 육성정책이 추진되고 있으며, 국방부(DOD)내 연구기관인 국방 고등 연구 프로젝트국도 군용 조명시스템 개발 프로그램을 운영중에 있음

○ 현재 상기 연구기관에서는 국방기술에 적용하기 위한 고효율 분산형 LED 모듈 개발을 위한 HEDLight(High Efficiency Distributed Lighting) 프로그램을 진행중에 있음

○ 일본 NEDO는 1998년부터 2002년에 걸쳐 경제 산업성에 보조를 받아 '고효율 전광변환 화합물 반도체 개발' 프로젝트를 추진하여 근자외광부문 세계최고 외부양자효율을 달성한 바 있으며, 백색 LED 조명광원부문에서 평균 연색 평가수 92라는 높은 값을 실현했지만, 백색 LED 조명광원의 발광효율은 30lm/W로 목표치(80~100lm/W)를 밑돌아 근자외 LED와 조합하는 형광체는 양자효율과 수명에 대해서는 현재도 연구를 진행 중에 있음

○ 그밖에도 LED 응용시스템은 일본을 중심으로 활발히 연구가 진행중에 있으며, 특히, "야마구찌 의료혁신 클러스터 사업"을 중심으로 LED를 이용한 수술용 네비게이션 시스템, 살균장치 등을 개발 중에 있음

○ 또한, 앞서 국내동향에서 언급한 가시광 무선통신 기술부문은 일본에서 VLCC(Visible Light Communication Consortium)를 결성하여 2003년부터 기술

개발과 표준활동을 지속적으로 추진하고 있음

○ LED부문 원천기술개발은 최근 고품질 저결함 박막 성장기술과 발광 메커니즘에 기초한 박막층 구조설계, 광추출 효율향상, 전극재료에 의한 흡수 손실저감, 칩구조 및 고효율화 기술 등으로 구분할 수 있음[8)]

(2) 개인단말기 기술 현황

○ 국외시장에서도 교통정보를 휴대형단말에 탑재하려는 많은 시도가 진행 중임. 본 절에서는 일본의 엔지스, NTT토코모와 파이오니아, 위키듀트에서 출시한 내비게이션의 기능과 특징에 관하여 기술함

– 엔지스는 일본 내 운전자, 보행자 및 외국인 거주자, 일본 여행객을 위한 아이폰용 내비게이션 '고고내비게이터 재팬'을 개발 및 출시했으며, 주소검색, POI 검색 등의 검색 기능과 3DMap 기반의 턴바이턴 경로 안내를 제공함



[그림 2.40] 고고 내비게이터 재팬

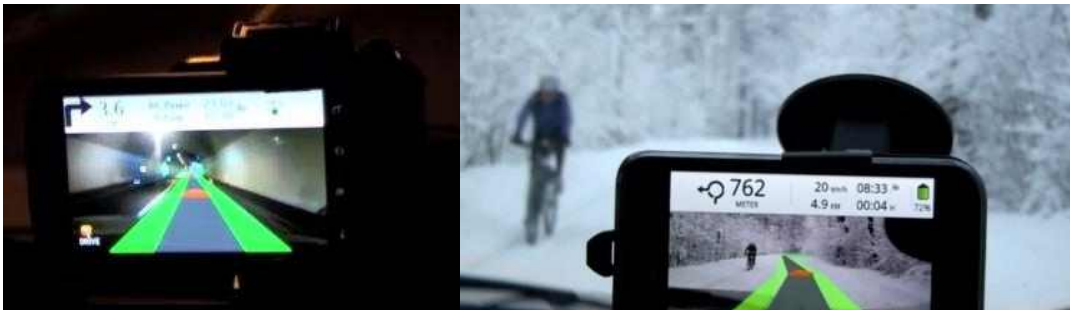
– 일본의 NTT도코모와 파이오니아는 스마트폰을 자동차용 내비게이션으로 사용할 수 있는 안드로이드용 어플리케이션 '도코모 드라이브넷'을 발표했음

– 도코모 드라이브넷은 NTT도코모의 통신 네트워크를 사용하여 최신 지도 정보를 내려 받거나 자동차 근처의 관광시설과 유가정보, 주차장 정보 등을 확인할 수 있고, 파이오니아의 텔레매틱스 서비스로 수집한 교통정보 '스마트루프'를 활용하여 정확도 높은 교통 정보를 제공받을 수 있음

– 위키튜드의 위키튜드 드라이브(Wikitude Drive)는 스마트폰의 카메라를 이용한 안드로이드 기반의 실사 내비게이션 어플리케이션으로 본 연구과제의 연구결과물인 "리얼 내비게이션"과 유사한 종류의 기능을 제공하고 있음 스마트폰

8) 이하 내용은 (이성남, "LED 칩 프로세스 기술동향")을 재인용함

의 카메라를 통해 보이는 영상 위로 주행 방향을 표시하고, 음성으로 안내를 하는 등 기본적인 내비게이션의 기능을 제공함



[그림 2.41] 위키튜드 드라이브

(3) 전방시향장치(HUD)

○ 1990년대 초반부터 자동차용 HUD 시스템에 대한 관심이 고조되어, 미국 GM사를 필두로 독일 BMW등에서 개발하여 장착하기 시작함. 특히 BMW는 2007년에 5시리즈에 장착하여 전 세계로 출시하였으며, 2009년부터는 전 모델로 확대 설치하여 출고 하고 있는 추세임. 또한 일본 도요타에서도 HUD 시스템을 장착하여 출시하고 있음

○ 대부분의 차량용 HUD 개발은 시스템 장착에 따른 운전자의 운전 효율을 증대시키는 것을 목적으로 개발되고 있으며, 기존 개발 단계에 있던 국외업체들이 본격적인 제품출시에 박차를 가하고 있음

○ 또한 차량의 전면 유리 곡율, 두께, 차량표출 컨텐츠를 독자적으로 개발하여 장착하고 있으며, 현재 원색계통의 표출단계에서 3색 이상의 칼라로 변화하고 있는 추세임

<표 2.17> 국외 HUD 기술동향

구 분	사진	내용
도요타 렉서스 모델		도요타에서는 2009년 상반기부터 RX 350, RX 450h, HS 250h모델에 장착하여 출시되고 있음. 표시되는 정보는 차량정보(주행속도), 내비게이션, 에어컨 등. 향후 상황에 따라 다양한 정보를 표출할 수 있으나 현재는 제한적인 정보만 표출하고 있음 (출처 : 머니투데이 2009.2.20)

독일 Delphi사 레이져 개발 HUD		자동차 부품 전문 생산업체인 독일의 Delphi사 HUD 시스템은 홀로그램 방식으로 기존 타사의 HUD 시스템보다 외형적인 크기를 줄일 수 있고 선명도를 향상 시킬 수 있도록 설계됨. 그러나 차량 유리에 특수 코팅을 해야 하는 단점이 있으며 2011년에 시장에 출시할 예정임 (출처 : www.delphi.com)
미국 GM		미국 GM사의 라크로스 모델에 차량용 최초로 HUD를 옵션으로 장착하였고, 국내·외적으로 HUD시스템의 장착은 폭넓게 진행 될 것으로 보임 (출처 : www.gm.com)

2. 교통정보 제공서비스 현황

○ 본 절에서는 앞서 조사한 매체를 기반으로 서비스하는 교통콘텐츠를 중심으로 조사결과를 제시하였으며, 앞서의 매체와 별개로 노변방송시스템 등 교통정보를 취득할 수 있는 전 범위에 대해서 조사한 결과를 제시함

가. 국내 기술 현황

(1) 개인단말 서비스 현황[9)]

○ DMB TPEG은 혼잡교통정보, 안전운전정보, 뉴스정보, 돌방상황정보, 관심지점정보 등 5개의 주요 서비스를 제공하고 있음

○ 혼잡교통정보의 경우, 실시간 소통상황을 반영한 목적지별 주행경로 안내를 받는 서비스로 서비스 지역의 소통상황을 TPEG-CTT 규격으로 방송하고 있으며 약도, 문자, 그래픽 등의 형태로 단말기에 표시되어 운전 중에 정보 확인 가능하며, 도로 소통상황이 다른 색상으로 표시됨

9) "국토연구원, 교통정보 제공 활성화 방안 연구 최종보고서, 2010"의 연구내용을 인용함



[그림 2.42] 혼잡교통정보 UI 예시

출처: www.4drive.co.kr

○ 유고정보의 경우, 도로의 소통상황 정보, 지체구간의 지체원인 등의 정보를 제공해주는 서비스로 도로상의 집회, 공사, 사고, 자연재해 등 돌발상황으로 인한 지·정체의 원인, 상황 지속 예상 시간 등을 제공함으로서 이용자에게 경로를 선택할 수 있도록 정보를 서비스함



[그림 2.43] 유고정보(RTM) UI 예시 (길안내 시)

○ 안전운전정보의 경우, 도로의 신설이나 보수, 시설물의 추가 설치나 이동 등의 이유로 수시로 바뀌는 과속위험지역, 터널, 교량, 급커브, 미끄럼주의 구간 등의 정보를 실시간으로 자동 업데이트하는 서비스임

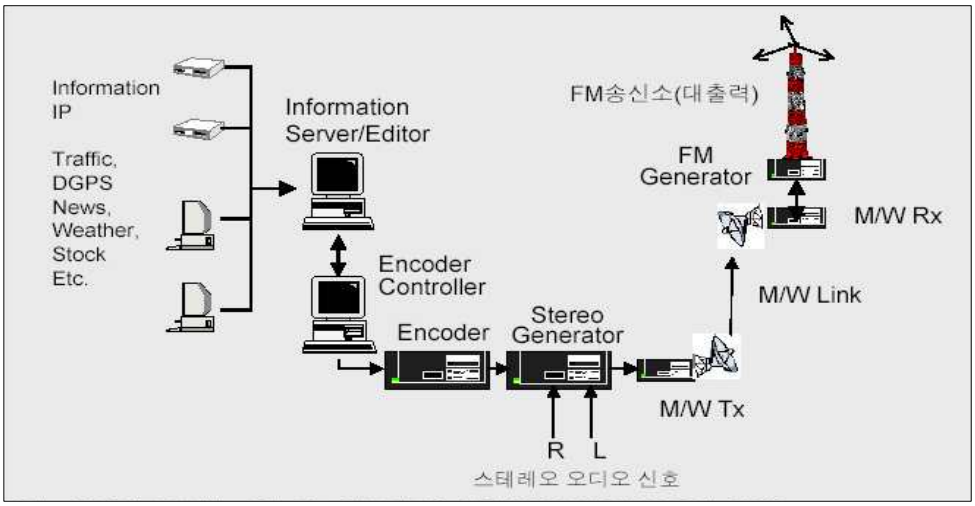


[그림 2.44] 안전운전정보(SDI) UI 예시

○ 또한, DMB TPEG 표준화의 경우, 현재 우리나라는 한국정보통신기술협회가 정한 정보통신단체표준을 사용하고 있으며 「지상파 디지털멀티미디어방송(DMB) 교통 및 여행정보(TTI) 서비스 정합표준 및 전송표준」이 2006년 10월 20일 제정되었으며 지상파 DMB TPEG을 구현하기 위하여 적용하기 위한 표준임

○ 국내에서는 1999년 처음으로 부가방송 서비스를 시작하였으며, 2001년에 MBC에서 제안한 DARC 방식이 국내 부가방송의 표준으로 채택되어 현재까지 MBC idio라는 브랜드로 국민들에게 서비스를 제공 중에 있음

○ MBC idio의 시스템 구성은 교통정보, 기상정보, 생활정보 등을 수집하여 휴대용수신기, PC 카드형 수신기 등을 통해 서비스 이용자들에게 정보를 제공하고, 카 오디오용 및 CNS 수신기로는 차량 운전자들에게 정보를 제공함



[그림 2.45] MBC idio 시스템 구성

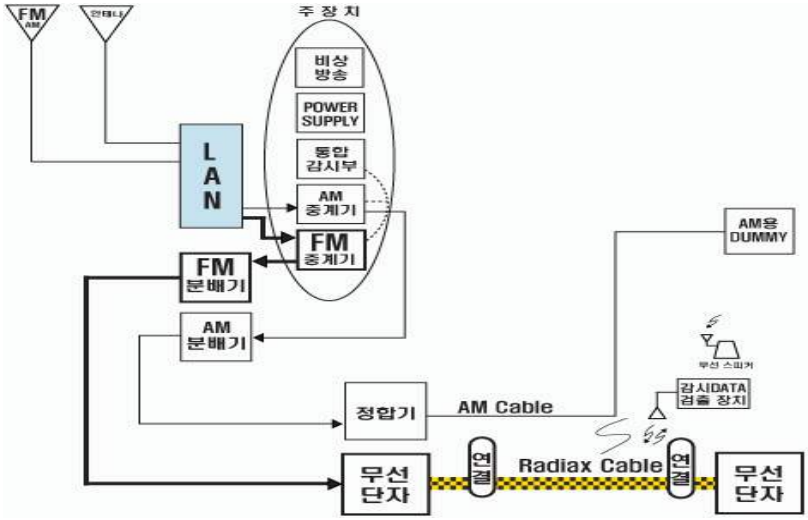
출처: MBC기술연구소, 고속도로정보제공을 위한 MBC DARC 추진, 2002.

○ 특히, idio는 매 5분마다 새로운 교통정보로 업데이트하여 정보를 제공하는, 실시간으로 제공되는 시스템으로, 서울시, 수도권, 부산시의 편도 2차선 이상 모든 도로와 전국 고속도로, 고속국도 및 우회국도의 차량 평균속도와 전국 고속도로의 사고 및 공사정보 등을 제공하고 있음

(2) 고속국도 터널 비상방송(라디오)

○ 고속국도의 FM 터널 비상방송은 라디오 방송전파가 전달되지 못하는 터널 내부에서 지상과 같이 방송 청취가 가능하도록 하여 비상상황 발생 시 FM 라디오 주파수를 활용하여 자체적으로 기존 방송을 대치하는 방송을 함으로써 사고예방과 비상시 대응을 하기 위한 서비스임

○ 88MHz에서 108MHz의 FM 방송대역을 사용하는 고속국도 터널의 비상방송은 디지털 방송시스템으로 변경 시에도 중계방송이 가능하도록 설계되어 있으며, 고속국도 터널의 비상방송시스템은 차량 내의 FM 라디오를 통해 스피커로 제공되는데, 자체방송을 통하여 터널 수신안테나에서 중계기와 분배기를 통하고, 이후, 광케이블과 커넥터를 통과하여 단자를 지난 후 무선스피커로 방송됨



[그림 2.46] 도로공사 터널방송시스템

출처: 한국도로공사, 터널방송시스템 시방서, 2004.

(3) 기타 교통정보 서비스 현황

○ 공공부문에서 국토해양부는 지방국토관리청 및 도로공사 상황실에서 관제되는 도로 교통정보를 실시간으로 전달하기 위해서 국가교통정보센터 SNS를 개설하였음

○ 이를 통해서 2010년 설 연휴 전후인 2월12일(목)부터 2월16(화) 동안 무선인터넷과 SNS를 연계하여 실시간 교통정보 서비스를 실시하였음

○ SNS를 이용한 실시간 교통정보의 장점은 현재 나와 비슷한 상황에 처한 여행자의 교통정보를 실시간으로 단문 메시지를 주고받으면서 교환할 수 있음

○ 뿐만 아니라 현재 지속적으로 국도, 고속도로교통상황을 실시간으로 서비스하고 있음



[그림 2.47] 국토해양부 SNS

○ 민간 국내 시장은 2010년부터 통신사를 주축으로 스마트폰에 내비게이션을 기본 탑재하거나 번들로 제공하는 방식으로 변화하기 시작했으며, 이에 국내 통신사들도 이 변화에 맞춰 제품을 출시하였음

○ KT에서는 아이덴티티탭이라는 단말기를 출시하면서 맵피를 탑재하고 있으며, 올레네비를 출시하여 안드로이드 단말기와 아이폰 단말기를 지원하고 있음 올레네비는 KT 그룹계열사가 각각 개발하던 10여개의 각종 지도를 하나로 통합한 지도를 사용하고 있으며, 실시간 업데이트를 가장 큰 장점으로 꼽고 있음

○ WIFI(무선랜)나 3G 무선 통신 서비스를 통해 실시간으로 도로 정보를 자동업데이트 해주는 특징을 가지고 있음 또한, i-Value 요금제 이상에서는 무제한으로 사용이 가능하여 사용자의 관심도가 높아지고 있음



[그림 2.48] KT의 올레네비

○ SK에서는 스마트폰을 위하여 T맵을 무료로 배포하고 있음 T맵은 실시간 교통정보의 정확성이 타제품에 비해 높다는 평가를 받고 있으며, 길안내 무제한, 프리미엄, 레귤러 등의 다양한 스타일의 요금제를 제시하며, 정액요금제의 경우 별도의 데이터 통화료와 부가서비스(운전 도우미) 요금이 없이 사용이 가능함 또한, LG에서는 오즈네비라는 제품을 사용자에게 제공하고 있음

○ 통신사에서 제공하는 내비게이션은 제품별로 기능의 차이는 크지 않으며, 특정

기준 요금제 이상만 되면 무료로 사용이 가능하다는 장점과, 통신사의 인프라를 이용하여 별도의 웹사이트 접속 없이 실시간으로 지도데이터나 교통정보를 업데이트 할 수 있다는 장점을 부각하고 있음

○ 한편 이들 통신사에서 제공되는 교통정보는 대부분 HLR(Home Location Register)내의 단말 정보 및 기지국의 정보를 이용하여 특정 도로상의 차량의 속도를 추정하여 이를 교통정보화 하여 사용함 따라서 어느 정도의 부정확한 면이 있을 수 있음

나. 국외 기술 현황

(1) 국외의 노변방송 서비스 현황

(가) 미국 노변방송 서비스

○ 미국 HAR(Highway Advisory Radio) 노변방송시스템의 경우, 1940년 뉴욕시 조지 워싱톤 다리에 처음으로 이용되었으며, 1970년대 중반까지 미국의 펜실베니아주, 콜로라도주, 미네소타주, 와이오밍주 및 아이오와주에서 활용하였고, 현재는 모든 주(고속도로, 공항, 주요도심부, 미식축구 경기장주변, 야구장이나 전시장, 이벤트 행사장, 철도역사, 자동차극장 등)에서 사용 중에 있음

○ 미국 노변방송은 미연방통신위원회(FCC)의 여행자정보시스템의 일부분으로 미연방통신위원회 지침서와 기술기준에 각 요건과 운영기법을 상정하여 채택하였으며, 부가사용자에게 자격을 취득하게 하고, 방송국과 같은 상업적인 주 사용자는 간섭할 수 없게 간략화 시킴

○ 또한, 전송범위를 3~4마일 이하로 제한하였으며, AM 또는 FM 주파수대역을 사용하였으며, 이중 AM 주파수대역의 10W 송출기를 이용한 노변방송이 당시 여행자정보제공을 위해 미연방통신위원회가 허가한 유일한 방법으로 이 방법이 일반적으로 사용됨

○ 라디오는 오래된 고전 음성표출 방식기술이며, 오랜 전통을 가진 “라디오”라는 매체를 통하여 미국에서는 운전자중심의 노변방송을 재설계함으로서 운전자에게 필요한 정보를 제공하고, 운전자에게 적합한 다중멘탈모형(Multimodal & Mental Models)을 개발하여 알기 쉽고, 간단하고, 편리한 음성표출과 시각표출

에 대한 프로토콜연구를 수행 중에 있음

○ 미국 내 노변방송의 전략적 향후 방향성에 대한 대표적인 사례로 민간에 유치한 사례가 있음. 1998년 초에 TIRN 방송사와 플로리다주 교통부는 민간과 주정부가 합동으로 플로리다 여행자정보 라디오 네트워크(Florida Traveler Information Radio Network)를 개국하였으며, 플로리다 지역에서만 19개의 여행자교통정보 방송서비스가 이루어지고 있으며, 주목할 사항은 민간과 정부의 파트너 쉽에 따라 지역을 커버하여 국민에게 교통정보와 문화정보 등 다양한 서비스를 제공하고 있음

○ 플로리다주 교통부는 플로리다 유료도로(Turnpike) 및 중요한 고속도로를 포함하여 주요 도로변에 도로전광표지를 설치하여 정보를 제공 중에 있으며, 약 2m 크기의 이 광고판은 매년 플로리다를 방문하는 사람들에게 홍보되고 있고, TIRN 노변방송은 천재지변(허리케인, 토네이도, 강풍, 우박, 홍수나 침수, 눈사태, 지진, 하천범람 등등)이나 주요 사고가 있으면 운행자에게 신속하게 대처할 수 있도록 정보를 제공함

○ 또한, 노변방송시스템의 지침 매뉴얼을 개발하여 지역의 특성에 따라 가동 및 인원, 전송기 배치 및 기술, 권고 표시화, 음성메시지 개발 및 장비유지에 대한 표준 절차를 제시하고 있음

○ 노변방송표지에 점등신호가 들어왔을 때, 자동차 운전자에게 긴급/비상메시지가 있는 동안은 연속방송으로, 교통혼잡이 없는 동안은 초기값 메시지를 방송함



[그림 2.49] 미국 노변방송표시

○ 기타 자동노변방송(Automatic Highway Advisory Radio)의 경우, 차량이 해당 지역에 진입하면 전용수신기로 정보를 수신하게 되므로 일반 라디오방송이 차단되고 교통정보를 전달하게 됨. 이 시스템은 해당 정보를 송출하는 주파수를

자동적으로 선정하여 라디오를 통해 제공받게 되며, 자동노변방송이 제공된 이후에는 다시 일반 라디오 방송으로 돌아감

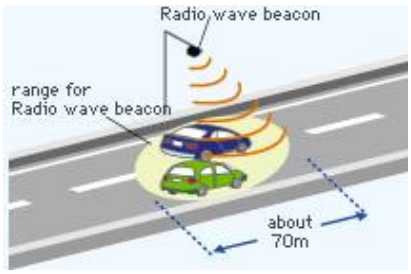
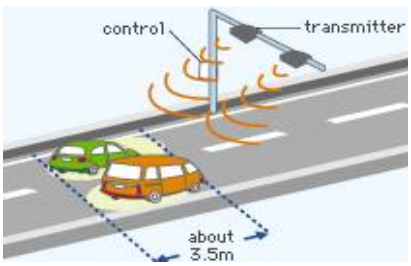
(나) 일본 VICS 노변방송 서비스

○ 일본의 노변방송시스템은 크게 VICS 센터에서 운영하는 노변방송시스템과 국도사무소나 경찰, 동 일본 고속도로 주식회사, 중 일본 고속도로 주식회사, 서 일본 고속도로 주식회사 등의 도로 관리자에 의해 운영되는 노변방송시스템의 두 가지로 구분됨

○ VICS 센터에서는 편집, 처리된 정체나 교통규제 등의 도로교통정보를 실시간으로 FM 다중방송(FM Multiplex Broadcast)과 도로변에 설치된 전파비콘(Radio-wave Beacon), 광비콘(Infrared Beacon)등의 시설을 통하여 차량에 설치된 VICS UNIT으로 송출하는 시스템 임

○ VICS는 차량 내 주행안내장치에 의해 문자표시형(레벨1), 간이도형표시형(레벨2), 지도표시형(레벨3)의 3개 형태로 도로 교통정보를 실시간으로 제공(단, 차량 내 주행안내장치와 주행장소에 의해 활용 가능한 정보는 다를 수 있음)함

<표 2.18> VICS 정보제공시스템

구 분	주 요 내 용
	전파비콘 • 고속도로 경로 상에 있는 차량의 전방 약 200km 범위의 인근 인터체인지 및 일반도로 정보제공 • 인터체인지간 통행시간, 도로 불통, 규제, 교통혼잡 상황, 휴게소(SA)/주차지역(PA) 정보 등 제공 • 네비게이션은 차량 주행방향에 있는 70m 이내의 전파비콘으로부터 정보 수신
	광비콘 • 차량으로부터 후방 1km, 전방 30km까지의 고속도로와 일반도로의 정보를 제공 • 통행시간, 주차 공간 정보, 규제, 교통 혼잡 등에 대한 정보 제공 • 네비게이션 장비는 주행방향에 있는 3.5m 이내의 광비콘으로부터 신호 수신

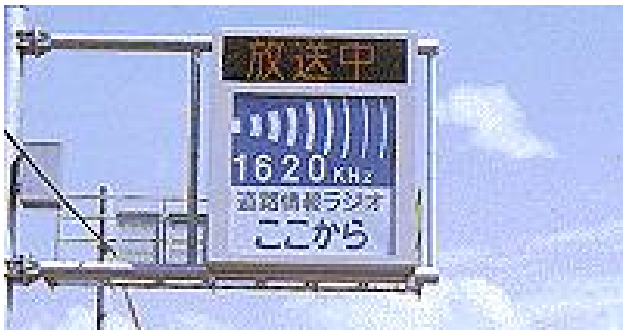


FM 다중방송
- 도도부현, 현 경계근방, 인접 현에 대한 정보제공
- NHK FM 방송국으로 부터 음성방송은 동일 주파수 대역으로 송출
- 2.5분마다 50,000문자의 정보량을 송출

◘ 도쿄 서비스 지역(82.5MHz)의 예

○ 또한, VICS에 의한 노변방송시스템은 VICS 전용단말기를 통해 도로 교통정보를 제공하는 반면에 도로관리자에 의한 노변방송시스템은 해당 도로의 관리청에 의해 라디오로 정보를 제공하고 있음

○ 한신고속도로공단의 경우 교통관제의 목적으로 31개소에 도로정보 라디오 송출기를 설치하여 운영하고 있으며, 한 개의 노선에 2~4개소의 방송 구간을 설치하고, 방송 구간마다 다른 음성정보를 컴퓨터가 자동 편집해 제공하고 있음



[그림 2.50] 노변방송 안내표지판

(다) 유럽 RDS 노변방송 서비스

○ 유럽의 경우, 1989년부터 1991년까지 SOCRATES(System of Cellular Radio for Traffic Efficiency and Safety) 프로젝트가 진행되었고, 1996년부터 1998년까지 RDS- TMC를 위한 EPISODE 프로젝트가 완료되어 영국과 독일에서 RDS-TMC의 통합 실시간 교통정보를 제공하는 디지털 오디오방송(DAB) 서비스가 운영중에 있음

○ 유럽의 노변방송은 1960년대 초반에 유럽방송위원회가 도로 교통정보를 제공하기 시작했으며, 최근 6년 동안 유럽인의 교통혼잡 비용을 조사한 결과, 한해 평균 320억 유로를 투자하고 있음

○ 유럽노변방송은 음성다중문자방송(RDS-Traffic Announcement)을 비롯, 유럽의

언어장벽을 없애는 다중언어를 지원했으며, 유럽 16개국, 102명의 교통관련 전문가와 도로관리국, 도로 교통정보센터, 자동차협회들, 유럽위원회, 오토클럽 등등의 교통방송분야 33대표들이 모두 함께 Eurotravel 프로젝트에 참여하였음

○ 이 프로젝트에서는 RDS를 활용한 차량 라디오 교통정보제공, RDS/TMC 지원 단말기를 활용한 음성동기와 디스플레이 표출을 통한 교통정보, 디지털 라디오를 지원하는 단말기(음성/문자메시지), 인터렉티브 주행안내장치시스템, 모바일 전화를 활용한 여행자교통정보(TTI) 서비스, 공공의 목적으로 사고, 교통혼잡, 도로공사에 대한 정보를 제공, 여행정보, 지역호텔, 레스토랑, 기타 고부가가치 서비스정보 등을 개발하였음

○ 유럽연합(EU)에서 연구비를 지원한 SERTI 프로젝트에서는 1,000명의 운전자가 RDS -TMC 서비스를 활용하고 사용성 평가를 실시한바 있음

○ 유럽의 노변방송을 구분하자면, 교통정보제공방식에 따라 RDS(Data Radio System), - HSDS, DARC(DAta Radio Channel), TDF-C2R, SWIFT EU1197 등으로 구분되며, 통신방식을 비교하면 다음과 같음

<표 2.19> 유럽의 노변방송 통신방식의 비교

시스템	RDS	HSDS	DARC	TDF-C2R	SWIFT EU1197
모듈	DPSK	AM-PSK	LMSK	OQPSK/ OQPRS	L(OQPSK/ MSK)
총 전송률 (Kbps)	1.1875	19	16	19/30	38/16
점유밴드 (kHz)	54.6~59.3	61~76	60~95	61.4~75.6/ 61~76	61.75~90.25/ 60~95
반송파 (kHz)	57	66.5	76	68.5	76
방지율	○	○	○	○	○
오디오-RDS간 호환성	○	○	○	○	○
C/N(dB)	12	29	23	24.5/31.5	28/23
수신상태	모바일, 휴대, 고정	휴대, 고정	모바일, 휴대, 고정	휴대, 고정	모바일, 휴대, 고정
가능	○	×	○	×	×

출처: 교통정보제공 기반조성에 관한 연구 I, 건설교통부・한국건설기술연구원, 2007.을 재편집

○ 독일의 경우, DAB방송을 채택하여 운영중에 있으며, 독일 각 주에서 설립된 방송국에서 DAB 교통정보를 제공하고 있음. 교통정보 데이터 방송은 24시간 운영되며, 음성 또는 문자 형태로 교통정보를 수신할 수 있는 단말기가 개발되어 운영되고 있음

(2) 기타 민간 교통정보 서비스 현황

○ 기타 민간에서는 미국이나 유럽지역을 중심으로 스마트폰을 이용한 다양한 어플리케이션들이 개발되고 있으며, 해당 서비스들은 이용자들간의 정보공유만으로 과속단속정보 혹은 지도제작, 자전거 경로 정보 등을 제공받고 있음



[그림 2.51] Trapster(과속단속정보 공유시스템)



[그림 2.52] Waze(지도제작 및 교통정보제공 시스템)

3. 본 연구의 차별점 및 시사점

○ 국내·외 기술개발 동향 조사결과, 급변하는 IT 기술과 그 기술적 혜택에 익숙해져 가는 이용자의 교통정보 및 서비스 요구에 부응하고 지능형 교통체계의 세부기술개발에 지속적인 연구투자와 개발이 이루어지고 있는 선진국과의 격차를 줄이고 해외시장의 선점을 위한 요소기술개발이 절실함

○ 아울러, 현재 국내 교통정보 표출장치 시장이 개인화/휴대화로 전이되고 있는 과도기 단계에 있으므로, 정부에서 기 구축한 정보제공매체들에 대한 기능적 개선과 그 활용방안 모색이 필요함

○ 보다 세부적으로는 공공성을 중심으로 한 VMS 개선, 개인단말 서비스 개선 및 효율적인 교통정보 유통구조의 확립, 차세대 매체인 HUD 국내 원천기술 확보가 필요하며, 구체적인 사항은 다음과 같음

- VMS의 경우, 그 수요는 1990년대 말 도입한 이래, 약 20년 동안 지속적으로 증가하는 추세에 있으나, 이는 현재 시점에서의 추세일 뿐이고 VMS 구축과 관련한 실 수요기관인 정부 혹은 광역자치단체, 각 지자체 등에서 재정 확보 또는 재정자립도와 정책의 우선순위 등에 의하여 좌우 될 수 있음
- 그러나, VMS가 국가 인프라인 도로의 부속물이라는 점과 민간이 쉽게 접근할 수 없는 특화된 산업구조라는 점, 그리고 정부에서 다양한 분야 전문가 의견수렴을 거친 국가 ITS 기본계획을 비롯한 광역계획, 지방계획, 국도 구축계획 등 2020년까지 확대구축 Master-Plan을 발표했다는 것이며, 이는 시기에 문제일 뿐, 관련 산업이 지속적으로 성장할 수 있는 가능성을 제시하는 것이라 할 수 있음
- 즉, VMS에 대한 정부의지는 여전히 증가일로에 있으나, 활용이나 기술동향은 정체기를 맞고 있음. 따라서, 이에 대한 해법을 본 연구에서 제시 하였으며, 이는 정부 인프라의 재사용성과 새로운 가치정립이라는 측면에서 가치가 있는 것으로 판단됨
- 특히, VMS가 LED에 의존적임을 감안했을 때, 기존 램프타입 LED에서 Chip 타입의 LED로 교체되는 과도기 단계에 필요한 핵심요소기술 개발이 필요하며, 이를 위해서는 VMS가 실외에 전일 가동하는 장비임을 고려하여 Chip 타

입의 LED가 지니는 치명적인 문제점인 자외선 문제해결과 아울러 전력소모량을 감소시킬 수 있는 요소기술개발이 필요함

- S/W 및 지침 측면에서는 최근 한국교통연구원에서 유사과제를 수행하여 해당 연구내용이 반영되어 이미 고시된바 있음. 그러나, 활용측면에서는 여전히 덩치만 큰 VMS에 대한 다양한 활용방안을 찾지 못하고 있는 실정이므로 VMS를 활용할 수 있는 방안 모색이 필요함
- 아울러, 교통정보를 제공받을 수 있는 개인단말장치(네비게이션, 스마트폰 등)의 경우, 2세대 매체인 DMB/TPEG이 현재 사양길에 접어들고 있어 보다 새로운 개념의 컨텐츠 개발을 요하며 단말의 보급 확산을 위해서는 UI개선이 반드시 필요하며,
- 부가적으로 기존 교통정보 서비스(노변방송시스템, DMB/TPEG 등)가 운영자 중심의 단방향의 수동적 서비스임을 감안하면 운전자 중심의 양방향 교통정보 서비스개발이 동시에 이루어져야 함
- 특히, 개별 운전자의 주행상황과 주행경로상의 기본 교통정보에 대한 추론을 통해서 운전자별로 맞추어진 주행 판단을 돕는 2차적 정보 생성 및 제공이 필요하며, 서비스가 범용화 되기 위해서는 특정 상업용 단말 제품에만 제약을 두지 않고, 인터넷 기반의 다양한 단말 제품이 쉽게 교통정보를 활용할 수 있도록 개방형 교통정보 서비스 개발이 필요함
- 또한, 최근 등장하여 급속도로 저변 확대되고 있는 스마트폰 역시, 교통정보를 접할 수 있는 또 다른 매체일 수 있으므로, 이를 이용한 다양한 어플리케이션 개발이 필요함
- 그러나, 현실적으로 이를 활성화 시키기 위해서는 무엇보다도 교통정보의 신뢰성과 정확성 그리고 절대적인 교통정보 수집범위가 담보되어야 하므로 민간에서의 접근은 용이하지 않음. 따라서, 신뢰성 있는 교통정보 유통구조를 확립할 수 있는 기반마련이 필요하며, 이를 위해서는 최근 이슈화되고 있는 집단지성을 이용한 정보서비스 즉, SNS 서비스를 도입이 필요함
- 마지막으로, 교통정보제공 매체의 다양성 확보와 미래가치 확보차원에서 외산 고급 승용차에만 도입되어 있는 HUD기술의 국산화가 시급하며, 후발주자로서 보다 경쟁력을 확보하기 위해서는 기존 기술과 차별화 된 기술개발이 필요함

제 4 절 교통 자료·정보·사업성 평가기술 현황

1. 교통자료 평가기술

가. 국내 기술 현황

○ 현재 국내 연구 중 교통자료에 대한 연구는 미비한 실정이지만 정확한 도로이용의 정보를 얻으며 도로를 이용하기위해 교통자료의 정확성에 대한 연구의 필요성이 대두되고 있기 때문에 기존 연구되어진 연구 및 본 연구를 기초로 향후 많은 관련 연구가 이루어 질 것으로 판단됨

(1) 국내 교통자료 평가기술 기존 연구

○ 차량검지기에서 수집된 원시자료는 항상 오류를 내포할 가능성이 있으며 이러한 이유로 신뢰성 있는 자료로 가공하기 위해서는 원시자료가 결측되거나 오류를 가지는 경우 시스템으로 보정을 수행함으로써 신뢰성을 높일 수 있음

<표 2.20> 국내 교통자료 오류 및 결측처리 기존연구 사례

연구 분야	관련 연구	비 고
교통자료 오류 및 결측자료 보정 방법론 개발	한국도로공사 도로교통기술연구원(2006) 한대철 외(2004) 김태용 외(2003) 등	국외 관련기술고찰 및 통계적 모형 비교

○ 한국도로공사 도로교통기술연구원(2006)에서는 차량검지기 자료처리과정의 개선방안과 차량검지기 이력자료의 효과적인 활용방안을 제시함. 이를 위해 국내·외 교통관리시스템을 조사하였으며 차량검지기 자료처리과정의 문제점을 분석하고 개선방안을 제시하기 위해 각 시스템의 오류자료 판단 및 결측보정 방법, 평활화 방법, 시·공간적 집계, 이력자료 구축 및 활용방안 등을 조사하여 현재 한국도로공사의 자료처리과정의 문제점을 보완함

○ 한대철 외(2004)는 교통량 및 속도 데이터의 보정을 1. 과거 이력자료를 이용한 산술평균 보정 2. 유사지점의 데이터를 이용한 자기회귀 보정으로 구분하였으며 보정을 거친 후 평가지표에 의한 평가를 수행함

(2) 국내 각 기관별 검지기자료 오류 및 결측 보정 방법

○ 현재 국내 각 기관별 검지기자료의 오류 및 결측 보정은 공간적 추세활용법이나 시간적·이력자료 활용법을 이용하고 있으며 또한 고장으로 인한 자료의 보정도 이루어지고 있으며 오류자료의 경우 각 기관별 세부 내용연구에서 자세히 기술되어짐

<표 2.21> 국내 기관별 오류 및 결측보정 방법

한국 도로공사	- 별도의 임계값을 이용하여 교통량, 속도, 점유율, 차량길이에 대해 오류를 판단하고 별도의 결측 보정 없이 Error를 제거한 자료를 집계하고 있음
우회도로	- 공간적 추세활용법: 해당지점과 비슷한 교통특성을 보이는 지점의 자료를 활용하여 누락자료를 보정
	- 시간적 추세활용법: 누락/오류가 된 자료 시점이전의 5분 자료를 평균하여 누락된 시점의 자료를 추정함(이동평균법)
	- 이력자료 활용법: 누락자료가 연속적으로 발생하여 공간적 추세 및 시간적 추세활용이 불가능할 경우, 과거의 요일별, 시간대별 이력자료를 통해 보정함
서울시 도시고속도로	- 공간적 추세활용법 및 시간적 추세활용법은 도로공사 우회국도와 같음 - 고장처리: 5분이상 지속될 경우, 누락/오류가 있는 검지기는 가공될 자료항목에서 제외하여 처리 - 교통류가 측정된 경우 점유율 및 속도가 0일 때에는 속도를 80km(제한속도)로 보정해줌
천안-논산 고속도로	- 공간적 추세활용법 및 시간적 추세활용법은 도로공사 우회국도와 같음 - 고장처리: 누락/오류가 있는 검지기는 가공될 자료의 항목에서 제외 시켜 처리됨

출처: 한국도로공사 도로교통기술원, “차량검지기자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계 연구”, 2006

<표 2.22> 국내 기관별 오류자료 판단과정의 장 · 단점

기관명	장점	단점
고속국도 우회도로	- 간단하면서 중복되거나 불필요한 조건이 없음 - 최대 교통량 산정 기준이 명확함	- 논리오류 부분의 (V!=0 & O!=0) or (V=0 & O!=0) → V,O,S (BAD) 및 (S!=0 & P=0) or (S=0 & O!=0) → V,O,S (NO DATA) 조건에서 유효한 데이터가 오류로 판단될 수 있음 - 자료관계평가에 관한 조건이 없음
서울 도시고속도로	- 동일 자료가 4회 이상 올라오는 경우를 조건에 포함시켜 논리적으로 유혀하지만 통신 장애 등올 인한 중복 자료를 판단할 수 있음 - 최대 교통량 산정 기준이 명확함	- 검지기단에서의 오류자료 평가가 이루어지지 않음 - 기상 상태 및 돌발 상황의 발생으로 인해 새벽 시간의 자료가 항상 최소 교통량, 최소 점유율, 최대 속도를 기록하는 것은 아님 - 자료관계평가 관련 조건 없음
천안-논산 고속도로	- 특정한 장점 없음	- 검지기단에서의 오류자료 평가가 이루어지지 않음 - 한시간 환산 교통량을 기준으로 교통량 최대 임계값을 정하는 것은 무리가 있음 - 자료관계평가에 관한 조건이 없음 - 오류자료 판단과정 너무 단순함

출처: 한국도로공사 도로교통기술원, “차량검지기자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계 연구”, 2006.

(3) 오류 및 결측자료 보정처리 과정

○ 오류자료(invalid data)는 교통량, 속도, 점유율 등의 속성이 논리적으로 정상적인 상태의 교통류 특성을 나타내는 범위를 벗어난 교통자료를 의미함. 정확한 교통정보 산출을 위하여 원시자료에 포함된 오류자료는 FD 모듈에 포함된 자료 필터링 과정(오류자료 판단과정)에서 수집상황에서 발생할 수 없는 값(현재 -999)으로 치환되어 교통정보 산출 과정에 포함되지 않음

○ 오류자료를 정확하게 판단하지 못한 경우 논리적으로 유효하지 않은 자료를 기반으로 구간정보를 산출하거나, 유효함에도 불구하고 자료를 결측시켜 구간정보

의 대표성을 떨어뜨리게 되는 등의 부정적인 영향을 끼침에 따라 오류자료 판단과정에서 정확한 기준에 의해 오류자료를 식별해 내는 것이 중요함

<표 2.23> 차량검지기자료 오류유형 및 원인

오류 유형		원인 및 내용	비고
자료 결측	자료로 확인 가능	통신 단락으로 인해 로컬에서 센터로 전송	Raw 데이터에 지정된 프로그램에 따라 해당 내역이 전송 [? , ?, ?] [data, data, ?] 등
		서버 프로그램의 이상으로 전송 불가능	
		검지기 S/W 이상으로 전송 불가능	
		현장 장비 및 기기 결함 - 실제 통과한 차량의 정보 중 특정 정보가 수집되지 않는 경우	
자료 오류	자료로 확인 가능	DB 세팅 오류 - 초기 파라메터 값의 설정 오류 예) 실제 4차로임에도 6차로로 입력	이 경우 5,6차로는 빈 자료의 형태로 전송
		현장 장비 결함 - 자료는 수집되나 일부가 오류자료로 전송되는 경우	전송된 교통량 속도, 점유율 중 하나가 오류 [data ,data, error data]
	자료로 확인 불가능	자료는 전송이 되나 정확하지 않은 자료 - 장비 세팅 오류 - S/W 이상 - 현장 장비 및 기기 결함	전송되나 해당 내역의 오류가 기준을 벗어나지 않는 경우

주) 비고란의 “?”는 해당 검지기 프로그램 내의 결측 오류 로그를 표현함
출처: 한국도로공사 도로교통기술원, 차량검지기자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계 연구, 2006

(4) 교통자료 요구정확도 결정기술 기존 연구

○ 본 연구에서는 국내·외 교통자료의 오류 및 결측 처리 방법에 관련된 문헌조사를 통해 최적의 교통자료를 제공할 수 있는 방법론들을 개발하게 되었으며 이와 함께 교통자료 요구정확도 결정기술개발을 위해 국내·외 관련 문헌 및 사례연구가 이루어졌음

<표 2.24> 교통자료 요구정확도 결정기술관련 기존 연구사례

관련 연구	주요 연구내용
서울시정개발연구원, 교통자료 구축 및 관리 활용방안 연구, 2006. 12	- 서울시에서 수집되는 교통자료들의 수집체계 및 관리, 활용에 대한 현황조사와 교통전문가들을 대상으로 설문조사를 실시하여 교통자료의 문제점 및 수요를 파악하고 미흡한 교통자료에 대하여 효율적인 수집체계를 마련
한국도로공사, 차량검지기자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계 연구, 2006. 12	- 차량검지기 자료의 주요특성을 조사·분석하고 차량검지기 자료의 효율적 활용기법을 제시하여, 차량검지기 자료의 수집·가공·저장 및 관리체계를 구축
KOTI, ITS정보수집최종보고서, 2006	- 검지자료의 정확도 및 검지체계 설계, 검지 요구사항 설정 및 평가를 통해 검지자료의 오차에 대한 분석을 수행하였으며, 시뮬레이션을 통해 평가함
김재진 외 3, 출발시각기준 링크통행시간 정보의 공간적 설계, 2007. 4	- 출발시각기준의 실시간 통행시간 정보를 제공을 위한 공간적 설계의 적절성을 판단하고 적정 링크길이를 평가하기 위해 실시간 통행시간 정보제공 오차 정의
양충헌, 고속도로 합류부 지점에서의 최적 검지기 설치 위치 산정에 관한 연구, 2008. 6	- 고속도로 합류부에서의 검지기 최적 설치 위치를 통계기법을 이용하여 산정하고 통계 분석을 통해 도로 구간 별 교통류 특성에 매우 의존하고 있음을 규명

나. 국외 기술 현황

(1) 오류 판단 알고리즘

(가) 자료 임계치(Threshold)에 의한 오류 판단

① Payne(1976)

○ 검지기가 기능 불량을 일으키는 5가지 유형을 다음과 같이 정의함

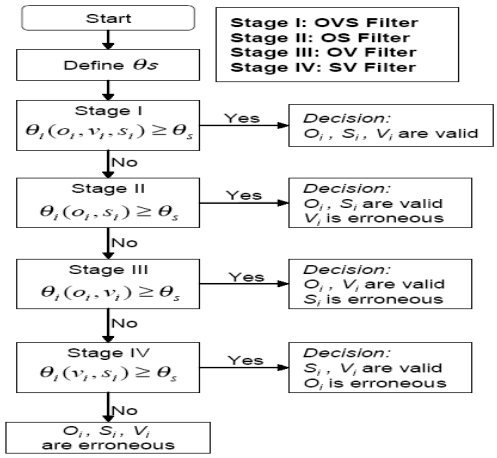
- stuck-on or stuck-off
- chattering
- pulse breakup
- hanging on or off

- intermittent malfunctioning

○ chattering과 pulse break up은 교통량(q)이 높을 때 발생하는 것으로 교통량(q)에 대한 임계치를 적용하여 오류를 판단하지만 검지기가 stuck-off상태(q=0, k=0)는 오류로 판단하지 못하여 제거함

② Ishak(2003)

○ OVS(점유율, 교통량, 속도) Screening test를 이용하여 오류 판단을 하며 점유율, 교통량, 속도를 4단계로 구분하여 순차적으로 임계값과 비교함으로써 점유율, 교통량, 속도 중 어떤 것이 오류인지 판단하는 알고리즘임



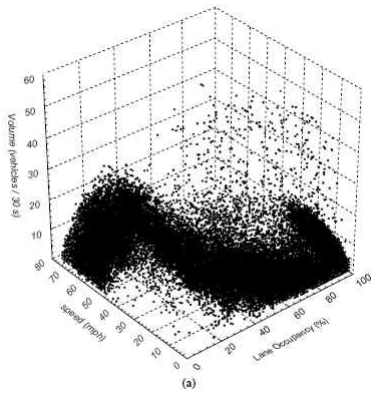
[그림 2.53] OVS Screening test

출처: Ishak, "Fuzzy-clustering approach to quantify uncertainties of freeway detector observations", 2003

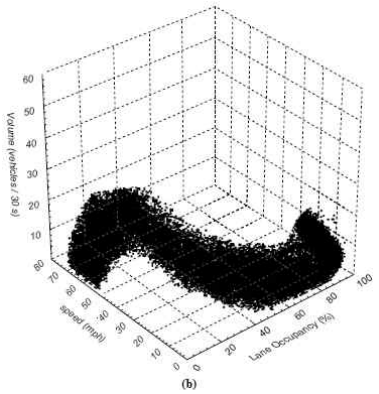
○ OVS Screening test에서 1단계는 3개 파라메타를 결합하여 관측된 θ_i와 임계치 θ_s를 비교한 값이 $\theta_i \geq \theta_s$면 그 관측값은 유용한 자료로 판단하고 반대의 경우에는 관측값이 부분적으로나 전체적으로 오류라고 판단함

○ 오류판단 파라메타 $\theta_i(o_i, v_i, s_i)$는 특정 관측 지점과 관측 구간 중의 중심 사이의 유클리드 거리에 의해 정의됨

○ 다음 그림은 위의 알고리즘을 이용해 오류자료를 판단하여 스크리닝한 사례임



[그림 2.54] 스크리닝 전



[그림 2.55] 스크리닝 후

출처: Ishak, "Fuzzy-clustering approach to quantify uncertainties of freeway detector observations", 2003

(나) 시계열(Time Series)을 이용한 오류 판단

① Zachary and Daniel (2003)

○ 시간차는 두 지점의 결과 값을 비교하여 가장 큰 상관계수를 찾는 것에 의해 추정되며 여기서 두 지점사이의 상관계수는 3단계에 의해 추정됨

○ 첫 번째 단계는 루프검지기 자료의 수집임

- 자료를 수집하려면 타켓지점과 참고지점의 모든 차로에 대한 시간별 총 교통량이 추정되어야 함

$$V_j(k) = \sum_{i=1}^{N} v_{ij}(k) \quad k = 1,...,K$$

여기서, K = 하루동안 20초 간격의 총 수

v_j = j지점의 교통량

v_{ij} = j지점 i차로의 교통량

N = j지점 차로들의 총 수

- 여기에, 매 60초 마다 inductance loop는 차량의 존재를 측정하고, 교통관리체계는 20초 단위의 검색 수를 결집시키는데, 검색 수의 평균은 다음과 같음

$$s_j(k) = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} s_{ij}(k) \quad k = 1,...,K$$

여기서, K = 시간단위의 총 수 s_j = j지점의 검색 수 s_{ij} = j지점 i차로의 검색 수

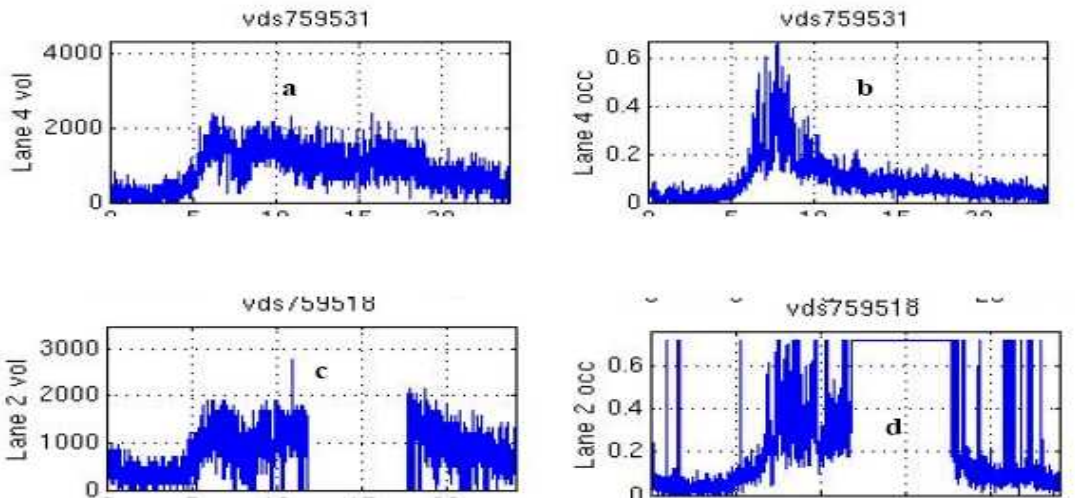
○ 두 번째 단계는 각 불연속적인 차이 값(예, 0, 1, 2, 3)을 이용하여 상관계수를 추정하는 것임. 여기서는 20초 간격의 교통량을 사용하고 각 차이값을 20초 단위로 표현함. 이 추정의 결과는 상관계수 2×2행렬이고 이 행렬 요소의 값은 다음과 같음

$$cor[v_u(k), v_d(k+\tau)] \qquad cor[s_u(k), v_d(k+\tau)]$$
$$cor[v_u(k), s_d(k+\tau)] \qquad cor[s_u(k), s_d(k+\tau)]$$

○ 세 번째 단계는 최대 상관관계 값과 분석을 위해 유도한 시간 차이인 적합한 2차 다항식에 의해 실제 차이 계수를 평가함

② Chen(2002)

○ 루프검지기의 오류판단을 위한 알고리즘은 개개의 자료를 바탕으로 결정하지 않고 시계열적인 관측에 바탕을 두고 있는 교통량과 점유율을 척도로 사용함



[그림 2.56] 교통량과 점유율의 전형적인(a, b) 그래프와 비정상적인(c, d) 그래프

출처: Chen, "Detecting errors and imputing missing data for single loop surveillance system", 2002

○ 이러한 비정상적인 시계열 행태 4가지를 다음과 같이 정의 하였는데 오류형태 1과 4는 자명하고 2와 3은 위 그림의 c, d처럼 나타남

<표 2.25> 비정상적인 시계열 행태

오류 형태	설명	예상오류원인
1	점유율과 교통량이 대부분 0	Stuck off
2	점유율≠0 → 교통량=0	Hanging on
3	매우 높은 점유율	Hanging on
4	일정한 점유율과 교통량	Stuck on or off

○ 위 4가지 오류형태는 한 검지기에서 점유율 값이 모두 0이면 오류형태1과 4에 해당하는 등 상호배타적이지 않음

○ 이러한 오류형태에는 chatter, pulse break up, 비정상적이게 많은 교통량 들을 판단할 수 있는 없어, 시 연속적인 30초 기준 $q(d,t)$와 $k(d,t)$ (여기서, d는 자료 날짜, t=0,1,2,… 즉, 30초 단위 자료 수)를 알고리즘에 넣어 판단하여 출력값 $\Delta(d)$가 0이면 해당 검지기가 정상적이고 1이면 해당검지기가 비정상적이라고 하는 일일통계알고리즘(Daily Statistics Algorithm, DSA)을 사용함

○ $\Delta(d)$값의 산정은 다음과 같음

$$\triangle_i(d) = \begin{cases} & S_1(i,d) > s_1^* \text{or} \\ 1\text{if} & S_2(i,d) > s_2^* \text{or} \\ & S_3(i,d) > s_3^* \text{or} \\ & S_4(i,d) > s_4^* \text{or} \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

여기서, s_j^*는 각 통계치의 임계값

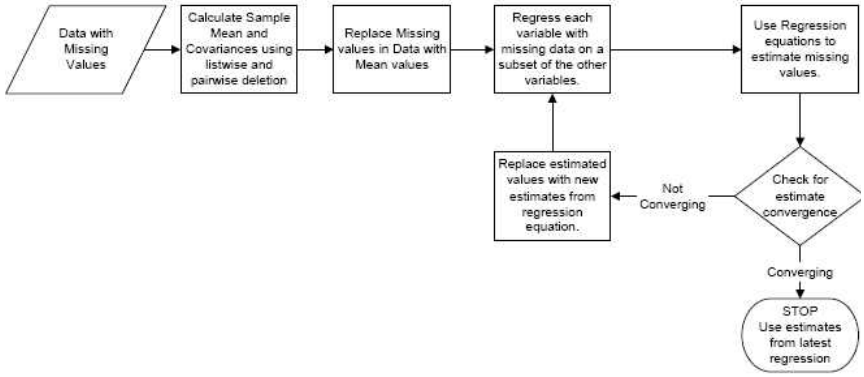
○ DSA는 다른 알고리즘이 각각의 자료샘플로 운영하는 것과 대조적으로 한 검지기의 하루 자료를 모두 판단하지만 날마다 너무 가공되지 않은 원시 자료를 이용하여 판단하고, 좋은 자료샘플의 공간적 상관관계는 활용되지 않는 단점이 있음

(2) 이상치 보정 알고리즘

(가) 비 시계열(Non-Time series)이고 통계적인(statistical) 이상치보정

○ EM 알고리즘은 이상치 변수들이 이용할 수 있는 자료로 회귀시키고 알고리즘에 입력되도록 추가 변수를 제공하는 반복회귀 방법임. 이 EM 알고리즘은 한 변수를 이용할 수 있는 다른 변수로 회귀하는 것에 기초를 둠. 예를 들면 어떤 지점에 추정해야할 이상치값이 있다면 EM 알고리즘을 이용하여 별개의 아침과

오후 자료로 회귀 방정식을 산출함



[그림 2.57] EM 알고리즘

출처: ConKlin, "Data Imputation Starategies for transportation management system", USDOT, 2003

○ EM 알고리즘(Expectation-Maximization Algorithm)은 E(=Expectation) 단계와 M(=Maximization)단계로 구성됨

○ 총자료 X를 관측부분 X_{obs}와 이상치부분 X_{mis}로 구분하여 표기할 때, E 단계에서는 관측 X_{obs}에 조건화하여 이상치 X_{mis}에 대한 추정값을 구하여 X_{mis}를 대체함(파라메타 θ의 잠정 추정값 θ_0을 사용하여)

○ 그리고 M 단계에서는 X_{obs}와 X_{mis}를 모두 써서 θ에 대한 우도(likelihood), 즉 $L(\theta\ X_{obs}, X_{mis})$를 최대화하며 여기서 구한 θ값을 θ_0로 놓고 다시 E 단계로 돌아감

○ 이와 같이 E 단계와 M 단계를 반복함으로서 X_{obs}에서의 파라메타 θ에 대한 가능도 $L(\theta\ X_{obs})$를 최대로 하는 θ값을 찾음. 일반적으로 동일한 변수 세트가 사용된다면 회귀대체와 EM대체간의 차이는 크지 않음. 그 이유는 회귀대체가 EM 알고리즘에서 E 단계에 해당되기 때문임

(나) 시계열(Time series)에 따른 이상치보정

① ARIMA(Auto Regressive Integrated Moving Average)

○ 교통량과 같은 시계열자료는 일정한 시간 간격을 두고 동일한 현상이 반복되는 경향을 가지고 있음. 이와 같이 반복적인 현상이 계속 일어나는 시간간격을 계적주기라고 하며, 이러한 특징을 지닌 시계열을 계절시계열(seasonal time-series)이라고 함

○ 이러한 계절시계열을 분석하는 방법으로는 윈터스의 지수평활법, 분해법에 의한 시계열분석 등이 있으나, 이와 같은 방법은 시계열이 4가지 성분인 추세, 계절, 순환, 불규칙성분 등으로 서로 독립적으로 구성되어 있다는 가정하에서 이용하는 방법임. 그러나 실제로 관측되는 시계열은 그 변동이 확률적이며, 계절변동 역시 확률적으로 다른 변동들과 연관되어 있기 때문에 쉽게 분해되지 않음

○ 확률 시계열모형인 ARIMA 모형에 계절 시계열 모형에 확장하여, 일반적으로 널리 사용되는 모형에는 승법계절통합혼합$[ARIMA(p,d,q)(P,D,Q)_s]$ 모형이 있음

② Space-Time Autoregressive Moving Average(STARMA)

○ Space-Time Autoregressive Moving Average(STARMA)은 univariata time seres(무한변량 시계열)과 유사하고 과거 관측치와 오류들의 일차 결합을 표현할 수 있으며 univariate time series을 발전시킨 것으로 인접지점으로부터의 시계열 자료를 사용할 수 있고 더 발전시키면 특정 지점에서의 미래 값을 예측할 수도 있음

○ 공간-시간 자기회귀 방법은 시간 t, i 지점, i 지점과 인접지점의 과거 관측치의 일차 결합인 $z_i(t)$의 관측치로 설명함

③ C-STARMA

○ C-STARMA는 ARIMA와 STARMA에서 동시에 발생하는 자료를 처리하지 못하였지만 이에 대해 (1)t시간 동안에 특정 검지기의 시계열 자료, (2) 인접검지기와의 공간회귀에 의한 공간적인 상관관계로부터의 t시간 사이의 자료, (3) STARMA에서나온 t시간 사이의 인접 검지기로부터의 시계열 자료 등의 입력 파라메터들의 회귀에 의한 특정 검지기의 t시간 사이에 이상치자료를 추정할 수 있음

2. 교통정보 평가기술

가. 국내 기술 현황

(1) 교통정보 효용성 평가기술

○ 초기 연구의 경우는 교통정보가 미치는 영향에 대한 SP조사가 주를 이루었으나 지속적인 연구가 진행됨에 따라 교통정보 제공에 따라 노선전환에 따른 정량적인 효과산출에 대한 연구가 진행되었음. 최근에는 이러한 효과들로 인하여 이용

자가 얻는 만족도에 관한 연구도 지속적으로 수행되고 있는 실정임

○ 교통정보 제공에 따른 이용자 행태 및 관련 효과의 연구사례는 교통정보의 효용성 평가를 위한 기초가 되는 내용으로써, 이용자 관점에서의 교통정보 효용을 살펴보기 위해 먼저 검토해야 하는 부분임

○ 또한 교통정보 제공에 따른 효과는 통행시감절감과 같은 네트워크의 경제적 편익 뿐만 아니라, 이용자의 불안감 해소와 같은 심리적인 편익을 포함함

<표 2.26> 교통정보의 효용성 평가 국내 연구 사례

구분	관련 연구	방법론	연구내용
교통정보 제공에 따른 이용자 행태 연구	이영인(1998)	SP기법	교통정보 제공시 운전자 요구 반영의 필요성 언급
	이청원(2002)	혼잡지수 개발	남산1호터널 혼잡 개선효과(이용차량 14% 감소)
	박채만(2004)	로짓모형, 시뮬레이션	경로전환에 의한 속도 및 시간 분석을 통한 효과 비교
	이경순(2004)	통계적 기법	VMS 교통정보 제공 전 · 후의 교통량 변화 비교
	최기주(2004)	로짓모형	국도 VMS 교통정보에 따른 우회행태 분석
	장정아(2005)	SP기법	고속도로 VMS 교통정보 우회행태 분석
	김숙희(2006)	SP기법	노선전환에 따른 네트워크 총 통행시간 변화 분석
정성적 항목의 평가 연구	심종섭(2000)	요인분석	지하철 이용자 만족도 결정요인에 관한 연구
	김경도(2006)	구조방정식 모형	버스 유형별 서비스의 평가 모형 개발
	최기주(2006)	IPA 분석	VMS 교통정보의 만족도와 중요도 측면에서의 평가
	윤상훈(2007)	구조방정식 모형	서울시 지하철 2, 7호선 서비스질 평가 모형 개발
	서임기(2008)	SP기법, 로짓모형	교통정보 신뢰도 평가 모형 개발
	장석용(2009)	구조방정식 모형	교통정보시스템의 이용자 만족도 영향요인 분석

(2) 교통정보 가치화 기술

○ 최근 들어 ITS 사업으로 인한 편익 산출시 이용자 편익이 포함되어야 한다는 필요성이 제기됨에 따라 한국교통연구원(2007)에서는 「ITS 투자평가편람 작성을 위한

연구」를 통해 교통정보 제공으로 도로 및 교통혼잡의 완화를 도모할 수 있게 됨

○ 따라서 ITS 투자평가 수행 시, 기존의 사회간접자본시설(SOC) 경제성 평가에서 배제된 항목으로 ITS가 가지고 있는 특징적인 요인, 즉 교통정보제공을 통한 이용자의 심리적인 안정이나 정서적인 만족도 향상 등의 정성적인 항목에 대한 편익이 필요함. ITS사업의 사전평가를 위하여 평가항목 및 평가방법 연구에서 ITS 도입에 따른 편익항목 중 교통정보 가치 만족도가 반영되어야 함을 제시하고 그 방법으로 조건부가치법(CVM)을 제안함

○ 교통정보 가치화와 관련한 연구사례는 다음 표와 같음

<표 2.27> 교통정보의 가치화 국내 연구 사례

구분	관련 연구	방법론	연구내용
고속도로 VMS 이용자 경제적 편익	한국도로공사 (2006)	SP기법, 로짓모형	통행시간 절감편익과 운행비용 절감편익을 산정 연간 1개의 VMS당 약 1.1억원의 편익이 발생
VMS 교통정보 이용자 가치	국토해양부 (2008)	조건부 가치측정법	VMS 1대당 25.7원-77원의 이용자 가치
교통정보에 대한 지불의사액	손영국 (2001)	조건부 가치측정법	사회경제적 변수에 대한 이용자 지불의사액 모형 개발 가구당 월 998~1,048원의 지불의사액 산출
고속도로 교통정보 지불의사액	이의은 (2003)	가격민감도 기법	문자방식은 50~92원, 정지화면은 67~98원, 동영상 정보는 159~200원의 이용자 지불의사액
고속도로 교통정보 지불의사액	이의은 (2004)	조건부 가치측정법	속도정보 139.90원, 시간정보 136.69원, 속보정보 148.10원, 동영상정보 406.81원, 최적경로정보 188.82원
버스도착정보안내 이용자 심리적 가치	빈미영 (2005)	조건부 가치측정법	대기시간 1분에 대한 이용자 불안감 해소 가치는 132.5원/분
ARS 교통정보 지불의사액	금기정 (2006)	조건부 가치측정법	개인의 특성을 고려한 휴대폰 ARS 교통정보의 지불의사액은 242.6원
고속도로 VMS 이용자 가치	유태호 (2007)	로짓모형	통행특성이나 정보형태에 따른 이용자 가치 산출 단거리통행시 정체정보는 3,231원, 장거리 통행시 사고정보는 4,344원의 가치 산출

(3) 교통정보 품질관리 기술

○ 이용자 위주의 교통정보 제공과 그에 대한 지속적인 품질관리와 관련하여, 실험을 통해 뇌파 등 반응에 대한 연구가 상당수 이루어져왔음

○ 한국도로공사 도로연구소와 장명순(1998)은 운전자 행동 및 반응 검지차량 개발연구(Ⅱ)에서 실내주행실험을 통하여 각 도로 상황별 뇌파를 분석하여 운전자의 운전중 반응에 관한 연구를 수행함

○ 한국교통연구원(2007)은 도로전광표지(VMS) 설치 및 운영방안 연구에서 차량시뮬레이터 실험 및 분석을 통하여 적정 VMS 설치위치는 유출구 3km전방이라는 결과를 도출함

○ 정순철(2000)은 화상 시뮬레이터에서 속도변화에 따른 운전자의 감성 측정에 관한 연구에서 40km/h, 100km/h, 160km/h씩 주행할 때 쾌활성, 긴장감, 이완감, 불쾌감을 분석함

○ 김선웅(2003)은 생리신호를 이용한 운전자 피로감 평가방법 개발에서 졸림감과 피로감을 생리신호를 이용하여 정량적으로 평가하였으며 운전시작후 60-90분 이후부터 급격하게 피로감이 증가하는 것으로 분석함

○ 금기정(2005)은 정보를 인지하고 판단하는 운전자 관점에서 보다 실용적이고 효과적인 정보 전달을 위한 방안의 기초연구로서 인지반응 특성요소를 효과척도로 활용하여 표출방식간 유의성 검증을 실시함. 이를 위한 3D-시뮬레이션을 개발하여 보다 객관적인 비교실험을 수행함. VMS의 요구조건이자 운전자들의 인지특성인 현저성, 판독성, 이해성을 표출방식 항목으로 선정하고, 정확한 판독시간을 위해 초점기록계를 이용함

○ 도철웅(2005)은 차량시뮬레이터 및 아이카메라를 이용한 도로안전성 평가기법 개발에서 실내주행시뮬레이터 실험을 통하여 운전자의 도로상황별 시각움직임을 분석하여 도로안전성을 평가하는 연구를 수행함

○ 김태형(2007)은 차량시뮬레이터를 이용하여 다양한 정보량의 VMS 메시지를 표출하고 운전자의 정보량에 따른 판독시간을 측정하고, 수집된 자료를 이용하여 VMS 메시지 판독시간 모형을 개발하여 효과적인 메시지 설계를 위한 활용방안을 제시하였음. 차량시뮬레이터를 이용하여 다양한 도로조건을 구축하고 VMS 메시지를 달리하여 실험 한 결과 도로선형과 주행속도는 판독시간에 크게

영향을 주지 않는 것으로 나타났고, 정보단위가 판독시간에 직접적인 영향을 주는 결과를 도출하였음

- ○ 김태호(2008)는 도로전광표지판(VMS)의 설치기준을 개선하기 위해 필요한 개별 운전자의 행태분석을 위하여 차량시뮬레이터 실험을 통한 주행결과 자료를 바탕으로 유출지점으로부터 도로전광표지의 적정 설치지점을 판단할 수 있는 판별식을 개발하였음. 피실험자들의 인적사항과 차량의 주행특성, 이격거리 그리고 유출연결로 진입여부 등의 자료에 이항 로지스틱 회귀분석과 요인분석을 적용하여 유출연결로 진입성공확률 모형을 개발함
- ○ 배준형(2008)은 돌발상황에 따른 연령별 운전자 생리반응 비교를 위한 생체신호 추출, 선정 및 정량화에서 돌발상황에 따른 생리반응에는 생초신호의 크기를 나타내는 변수와 생체신호 변화의 양을 나타내는 변수가 동시에 사용되면 더욱 정확하게 측정됨을 증명함
- ○ 송준형(2008)은 차량시뮬레이터에서 차선이탈 경고시스템을 구현하고, 운전자가 차선이탈의 위험을 알리는 경고를 효과적으로 인지 할 수 있는 경고방법과 경고장치 위치 및 경고시점을 평가하였음
- ○ 김태호(2008)은 차량시뮬레이터를 이용하여 유출연결로 전방에 설치되어 운전자에게 경로전환정보를 제공해주는 VMS의 설치위치를 운전자의 주행행태 및 교통안전을 고려하여 결정할 수 있는 방법론을 제시하였음. 피실험자들의 인적사항과 차량의 주행특성, 이격거리 그리고 유출연결로 진입여부 등의 자료에 이항 로지스틱 회귀분석과 요인분석을 적용하여 유출연결로 진입성공확률 모형을 개발함
- ○ 민병찬(2009)은 자동차 화상 시뮬레이터에 의한 운전행동특성분석에 관한 연구에서 교차로 상황에 따라 연령별 운전자 감성분석과 인지수준에 따른 심박률 분석 등을 수행하여 운전환경에 따른 스트레스 수준이 서로 다르다는 것을 밝혀냄
- ○ 박성수(2010)는 차량시뮬레이터를 이용하여 운전 중 운전자의 다른 행동으로 인해 주의가 분산될 경우 운전자의 생체신호 변화를 생체신호 측정 장비를 이용하여 운전자의 주의가 분산될 경우 운전자의 집중도의 변화를 조사하였음. 실험결과 운전 중 휴대전화 조작이나 영상시청시 운전자의 운전집중도가 감소하는 것을 확인 하였으며, 운전집중도를 나타낼 수 있는 변수들을 도출하였음

나. 국외 기술 현황

(1) 교통정보 효용성 평가기술

(가) 교통정보 제공에 따른 이용자 행태 연구

○ 미국 MIT의 R. Balakrishana(2005)은 MITSIML과 DynaMIT 등의 시뮬레이션 기반의 교통정보 제공에 따른 이용자 행태분석기법을 활용하여 현재 시간정보와 이에 대한 가까운 장래의 예측정보의 유용성의 비교분석결과를 제시하고 있음. 특히 전반적으로 교통정보 수혜율이 70%에 육박할 때 그 효과가 극대화되면 이후에는 효과가 오히려 반등할 수 있다는 시사점을 제시함

○ 2005년 2월 일본의 VICS(Vehicle Information & Communication System, 도로교통정보통신 시스템)센터가 운전자들에게 평가 설문조사를 한 결과 62%가 필수품, 19%있으면 편리함으로 81%정도가 그 효용성을 인정하고 있는 것으로 나타남

○ Dongmin Lee(2008)는 남산 터널 ATIS의 일부인 VMS 교통정보에 대한 운전자 만족도를 fuzzy aggregation을 통해 평가하였음. fuzzy aggregation의 적용은 인간의 지각에 대한 변화와 복잡성을 정확하게 나타낼 수 있으며, 이용자 개개인의 만족도는 운전자 그룹의 전체적인 만족도를 추정하여 종합됨. 평가된 전체 만족도는 지체 정보에서 0.65, 여행 시간 정보에서 0.63으로 나타났음

(나) 정성적인 항목에 대한 평가

○ 교통정보 제공으로 인한 이용자 만족도를 평가하는 연구는 주로 적용가능성과 방법론에 대한 연구가 진행되고 있음

○ 미국의 U.S Department of Transportation(US DOT)에서는 Customer Satisfaction, 즉 이용자 만족도라는 것을 '어떤 한 재화나 서비스에 대한 이용자들의 기대와 경험의 차이'라고 정의하고 있음. 또한 이용자 만족도 평가의 핵심적인 사항으로 '그 재화나 서비스가 이용자들이 돈이나 시간으로 바꿀 수 있을 만큼의 충분한 가치를 주는가?'라는 것으로 이용자 만족도 평가가 단지 정성적으로만 다뤄지는 편익이 아닌 실제 계량화하여 화폐가치로 산출할 수 있는 항목으로 간주하고 있다고 생각할 수 있음

○ 실제로 미국에서는 교통정보 시스템에 대한 이용자들의 인식의 정도와 사용빈도, 정확성, 신뢰성 등을 중심으로 설문조사를 실시하여 이용자 만족도를 평가하고 있음

<표 2.28> U.S DOT의 교통정보제공시스템 이용자 만족도 평가 사례

구분	평가 목적	방법론	평가 기준
Model Deployment of a Regional, Multi-Modal 511 Traveler Information System	새로운 여행자 정보 시스템의 이용자 만족도 평가	설문조사	정확성, 적시성, 신뢰성, 심리적인 안정성 등
Final Evaluation Report for the Greater Yellowstone Regional Traveler and Weather Information System (GYRTWIS)	여행자 및 기상정보 시스템의 이용자 만족도 평가	설문조사	정확성, 유용성, 판독성, 활용성 등
Freight Information Real-Time System for Transport	실시간 화물정보 시스템의 이용자 만족도 평가	설문조사	적시성, 정확성, 유용성 등

출처 : http://www.its.dot.gov/evaluation/eguide_resource.htm

○ U.S. Department of Transportation(US DOT)에서의 이용자 만족도를 평가하는 평가 항목으로는 다음과 같이 7가지를 제시하고 있음

<표 2.29> U.S DOT의 교통정보제공시스템 이용자 만족도 평가 항목

평가 항목	정의
Awareness of Product	제공매체와 그에 따른 정보에 대한 인식
Expectations of product performance and product benefits	정보를 사용함으로써 얻게 되는 효과에 대한 기대
Product usability - presentation or organization of information, product design features	정보를 제공받아 사용할 때 느끼는 유용성
Information quality and credibility	정보의 질과 신뢰성
Travel decisions and behavior as a result of product use over time	정보를 이용하고 난 후의 개인적인 반응
Benefits (or disbenefits) realized from product use	정보를 이용하고 나 후의 느낀 성과
Value of product - willingness to pay	정보의 가치

출처 : http://www.its.dot.gov/evaluation/eguide_resource.htm

(2) 교통정보 가치화 기술

○ 국외에서 일부 교통정보 제공서비스에 대하여 유료화를 한 사례가 있으며, 그 서비스의 내용과 요금은 다음 표와 같음

<표 2.30> 교통정보 제공서비스 유료화 사례

서비스명		제공서비스	요금
미국	Trafficmobile	맞춤형 교통정보 3개 교통정보 문자메시지 30회	30일 $2.99 90일 $8.97
		맞춤형 교통정보 3개 교통정보 문자메시지 90회	30일 $4.99 90일 $14.97
		열차/버스/트럭의 차량 배차원용	연간 $36
	TrafficGauge	실시간 모바일 교통지도 서비스	최초 6개월 $79.93 6개월 이후 월$4.99
영국	Transmaster	자동차 안전추적 장치 서비스	월정액 £23.50
		음성 정보 서비스	최초 1년 £79.99 2년 이후 £30.00
		유료 라디오 방송	1년 £30.00
		PDA 그래픽 지도 서비스	1년 £47.50 1분기 £11.95
	Traffic-i	휴대폰 그래픽 교통정보 서비스	최초 1년 £39.99 2년 이후 £34.95
	Travelm8	모바일 네비게이션 서비스	1분당 60p 설치비용 £99.99
	Weathercall	휴대폰 교통정보 서비스	1분당 60p
	THEAA	휴대폰 교통정보 서비스	1분당 60p
독일	T-Mobile Traffic	휴대폰 교통정보 서비스	1분당 1.29euro
일본	ATIS	교통정보/지도 서비스	월 ￥200
	VICS	교통정보/지도/문자 서비스	월 ￥300

출처: 한국도로공사 도로교통기술원, "고속도로 교통정보 제공에 따른 이용자 편익 연구", 2006

○ 유촌 간치 등(2004)은 일본의 기상조건이 열악하고 기상이나 도로상태의 변화가 큰 적설한랭지를 대상으로 하여 도로정보제공 실험을 실시한 지역에 대해서 비용편익분석을 실시하였음. 이 연구에서는 도로정보의 효과를 도로이용자의 기회손실의 감소라고 보고 가치를 산정함. 대상지역은 일본 홋카이도(北海道)의 아사히카와(旭川)주변의 도로로, 여기서 실시된 정보제공실험을 바탕으로 SP조

사(2004.1.26~2.29)를 실시하여 도로정보가 갖는 가치를 산정한 결과, 옥천(旭川)~북견(北見)간은 0.8억 엔, 옥천(旭川)~대광(帯広)간은 0.63억 엔의 가치를 나타냄

(3) 교통정보 품질관리 기술

○ Saroj K.L.(2002)는 운전자가 느끼는 피로가 안전에 얼마나 큰 영향을 미치는지에 대한 연구를 수행하였음. 본 연구에서는 가상주행실험을 통해 뇌파측정이 이루어졌는데, 35회의 실험에서 무작위로 선택된 뇌파분석을 수행하였음. 특히 운전자가 피로를 느낄 때 뇌파에서는 큰 변화가 나타나게 되는데 Delta 와 theta 활동은 피곤이 발생하면 크게 증가하고, 심박수는 Driving Task 후에 크게 낮아졌음. 긴장-불안, 피로-무력 등의 특성이 증가하고, 이는 Delta, Theta 활동의 증가로 이어진다고 볼 수 있음

○ Jahn, Gelau(2005) 등은 도심지 주행조건과 고속도로 주행조건을 사용하여 작업기억 하위 요소들이 고려된 분할주의 과제수행, 즉 인지적 부하수준을 측정하고자 하였으며, 각 조건에서 자율신경계 반응으로 심박율을 동시에 살펴보고자 함

○ Brown(2006)등은 운전 환경의 복잡성을 운전시 얼마나 많은 정보처리와 핸들조작이 요구되는지로 정의하였으며, 운전환경이 복잡해지면 질수록 가용 인지적 자원은 감소되어 인지적 부하 및 운전 수행 저하가 야기될 것으로 예측함

○ Brooke R. Ullman(2007)는 노변에 차례로 위치한 두 Portable Changeable Message Signs(PCMS)의 정보를 운전자들이 정확하게 기억하고 이해하는 능력을 평가하는 운전자 시뮬레이터 연구를 통해 수행하였음. 연구의 초점은 차례차례 사용되는 두 가지의 PCMS에서 정보를 확인하고 처리하는 운전자의 능력을 확인하는 것임. 연구자들은 4, 5 단위의 정보를 가지는 메시지를 시험했으며, 결과는 기존의 지침에 권고된 최대 4단위의 메시지를 유지할 필요가 있다고 나타났음. 순차적 PCMS에서 5단위 정보로 나타내는 것은 이해율이 떨어지는 결과로 이어짐

○ Muizelaar, T.J.(2007)는 교통정보 내용에 따른 이용자들의 선호에 관한 연구를 함. 또한 이용자들 효용에 가장 관련이 깊은 정보의 신뢰성과 시기적절성에 관한 시뮬레이션을 통한 교통정보 제공 내용의 선호도를 분석함

3. 교통사업성 평가기술

가. 국내 기술 현황

(1) 무인단속시스템 설치기준 및 효과분석에 관한 연구[10)]

○ 본 연구에서는 무인과속단속시스템의 설치 현황을 파악하여 도입효과를 분석하고 무인과속단속시스템의 문제점을 분석하였으며, 개선방향 및 향후 설치 지점의 선정기준을 제시함. 무인과속단속시스템에서 수집되는 교통정보를 ITS분야와 연계하여 활용할 수 있는 가능성을 모색함

<표 2.31> 무인단속시스템 설치기준 및 효과분석에 관한 연구의 주요내용

	주요 연구내용
무인단속시스템 설치기준 및 효과분석에 관한 연구	- 무인단속시스템의 설치 전·후에 대한 교통사고율의 변화와 시스템 도입에 따른 편익 검토 - 무인단속시스템의 설치에 따른 공간적, 시간적 속도분포의 변화를 분석하여 교통류 특성 변화에 미치는 영향을 분석 - 기존 시스템의 운영상황과 시스템 설치 효과분석을 바탕으로 한 문제점 파악 및 보완방향 제시

(2) ITS사업의 평가체계 정립 및 도입효과 사례분석[11)]

○ ITS 사업의 평가체계를 정립하여 ITS 시스템별 도입효과를 비교하기 위한 평가과정, 평가방법 등의 평가분석체계를 개발하고, 기존에 구축·운영 중인 시스템에 적용하고자 함

○ 연구 방법으로는 ITS 시행계획 평가체계, 평가방법론 및 국내·외 평가사례연구를 분석하고, 비용 및 편익의 설정방법 및 경제성 평가 등의 ITS 사업 평가를 위한 관련 이론들을 고찰함

○ 또, ITS 도입효과분석을 위해 하위 체계별 평가체계를 정립하고, 서울 강남지역 Case Study를 통한 ITS 도입효과를 분석함

10) 도로교통안전관리공단, "무인단속시스템 설치기준 및 효과분석에 관한 연구", 1997.
11) 김원규, "ITS사업의 평가체계 정립 및 도입효과 사례분석", 교통개발연구원, 1998.

<표 2.32> ITS사업의 평가체계 정립 및 도입효과 사례분석의 주요내용

	주요 연구내용
ITS사업의 평가체계 정립 및 도입효과 사례분석	- ITS 정의, 기능 및 국내외 ITS 추진현황 고찰 - 연구방법론 및 평가체계 구축 - ITS 서비스의 효과분석 - 결론 및 시사점

(3) 자동요금징수시스템(ETCS)의 시범사업 효과분석[12)]

○ 자동요금징수시스템의 시범사업 대상지인 성남, 청계, 판교의 효과를 분석하였음

○ 평균 통행시간, 평균 대기행렬 길이를 현장조사를 통해 분석하여 선형 회귀식을 정립하였고 그 회귀식을 통해 설치효과를 산정하였음

<표 2.33> 자동요금징수시스템(ETCS)의 시업사업 효과분석의 주요내용

	주요 연구내용
자동요금징수시스템(ETCS)의 시업사업 효과분석(하이패스 시스템을 중심으로)	- 자동요금징수시스템의 시범사업 대상지의 효과분석 수행 - 실제 현장조사를 통한 평균 통행시간, 평균 대기행렬 길이 분석 - 선형 회귀식을 정립하여 설시효과를 산정

(4) ITS사업의 타당성 분석기법 정립에 관한 연구[13)]

○ 이 연구는 국내·외 사례분석을 통해 ITS 투자평가의 이론적이고 실증적인 내용의 정리와 ITS 투자사업의 타당성 및 편익으로 인한 효과를 객관적으로 추정 가능한 분석기법의 정리가 목적임

○ 또한, ITS 사업 타당성을 분석하기 위한 분석체계의 개발도 주요 목적 중의 일부분임

○ 국내·외에서 시행중인 ITS 투자사업의 평가사례를 분석하고, 타당성 분석에 관한 사례를 고찰 및 적용 가능성을 검토하여 위 목적들을 달성하려고 연구함

○ 또, 타당성 평가체계를 구축하였는데 사업 타당성 분석방법의 정립과 시뮬레이션 및 위험도 분석기법이 포함되어 있음

12) 이상건 외, "자동요금징수시스템(ETCS)의 시범사업 효과분석(하이패스 시스템을 중심으로)", 대한교통학회, 2001.

13) 남두희, "ITS사업의 타당성 분석기법 정립에 관한 연구", 교통개발연구원, 2002.

<표 2.34> ITS사업의 타당성 분석기법 정립에 관한 연구의 주요내용

	주요 연구내용
ITS사업의 타당성 분석기법 정립	- 국내 ITS 사업의 추진현황 고찰 - 공공교통시설개발사업의 타당성 평가방법론 고찰 - ITS 사업의 평가체계와 방법론 분석 - ITS 사업의 국내외 효과분석 사례 분석 - 시뮬레이션 및 위험도분석기법을 통한 타당성 평가체계 정립

(5) 버스운행관리시스템 효과분석(대구시 BMS를 대상으로)[14)]

○ 대구시 버스운행관리시스템을 대상으로 효과분석을 실시하였음

○ 정량적인 부분과 정성적인 부분으로 분석항목을 나누어 대구시 평가 사례를 검토하였음

○ 정량적인 부분과 정성적인 부분 모두 시스템 설치의 효과가 나타났음

<표 2.35> 버스운행관리시스템 효과분석의 주요내용

	주요 연구내용
버스운행관리시스템 효과분석(대구시 BMS를 대상으로)	- 대구시 버스운행관리시스템을 대상으로 효과분석 실시 - 정량적인 부분과 정성적인 부분으로 분석항목을 나누어 대구시 평가 사례 검토 - 정량적인 부분과 정성적인 부분 모두 시스템 설치 효과 발생

나. 국외 기술 현황

(1) 미국의 SAFETEA-LU 평가지침

○ SAFETEA-LU는 2005년부터 2009년간 총 5년에 필요한 약 2,400억 달러에 달하는 교통재원의 관리를 하는 법으로 육상교통부분에 대한 교통정책의 전략적 목표와 내용을 제시하고 있음

○ SAFETEA-LU에서는 ITS의 목표달성을 위하여 각각의 정량적, 정성적인 정보를 비롯하여 여러 가지 정보의 조합도 활용하여 사업의 효과를 측정하여 사업목표에 부합하는지를 평가하는 것이 주된 목표임

14) 오영태 외, "버스운행관리시스템 효과분석(대구시 BMS를 대상으로)", 한국ITS학회, 2006.

○ 다음 표는 SAFETEA-LU 평가과정을 나타냄

<표 2.36> SAFETEA-LU 평가과정

단 계	평가 전략
Step 1. 평가팀 구성	- 사업 개발과 전개단계에서 독립적인 평가자로서 주기적인 상호작용을 수행하는 팀 구성
Step 2. 평가전략 개발	- 사업의 성공과 관련 있는 제 3자로부터 이해 가능한 평가계획의 설명이 포함되어야 함 - ITS전체의 목표인 안전성, 이동성, 효율성, 생산성, 에너지, 환경 등과 같은 사업의 목적에 부합되어야 함 - 목표의 중요도에 따라 순위를 정하거나 우선권을 부여하여 평가
Step 3. 평가계획 개발	- 평가계획은 가설을 정립하는 방법으로 접근하고 하나 이상의 시험 가능한 가설을 형식화함 - 평가계획은 정량적인 부분과 정성적인 부분에 대해서도 수립
Step 4. 조사계획 수립	- 조사를 어떻게 수행할 것인지에 대한 세부사항 정립 및 배치 - 조사를 수행할 인력, 장비, 과정, 일정, 조사자 등의 요소구성
Step 5. 자료 및 정보 수집·분석	- 조사의 수행단계로 조사자와 평가자 상호간의 긴밀한 협조 필요 - 사업과 평가의 완료 후에도 조사협력자는 시스템 정련 과정을 위한 지속적으로 자료 제공
Step 6. 최종보고서 작성	- 평가과정의 마지막 단계로서 평가전략, 계획, 결과, 결론 및 권고에 대하여 최종적으로 문서화 하는 작업

(2) MMDI(Metropolitan Model Deployment Initiative) 사업

○ 미국 교통국은 1991년에 제정된 「육상교통수단의 효율화에 관한 법률」에 따라 ITS 사업계획을 수립하고 있으며, 1994년 말 부터는 미국 교통부의 ITS Joint Program Office(JPO)에 의해 육상 교통네트워크의 ITS 프로젝트들의 결과를 조사하기 시작하였음

○ MMDI 사업은 이러한 프로젝트의 일부분으로 추진되었으며, 사업평가는 뉴욕/뉴저지, 피닉스, 샌안토니오, 시애틀 등 4개의 도시를 대상으로 신규로 구축된 ITS와 기존 ITS와 통합을 고려하여 수행하고 있음

○ MMDI 사업의 각 시스템인 교통신호제어, 고속도로관리, 돌발상황관리, 통행료

전자지불, 긴급상황관리, 대중교통관리, 요금전자지불, 철도건널목안전, 여행자 정보제공 등 9개의 개별 시스템 평가와 사업 자체에 대한 평가로 구성되며 미국의 ITS 사업의 추진 목표와 MMDI 사업의 목적을 고려하여 운영효율성, 비용-편익, 안전성, 소비자 만족도, 에너지소비와 대기오염, 공공편익 등 6개 분야로 나누어 평가를 실시하고 있음

○ MMDI 사업 평가의 경우 개별 시스템에 대한 효과보다는 시스템 통합으로 유발되는 효과를 측정하고 있음

(3) 일본

○ 일본에서는 VICS와 ETC에 대한 사업이 총괄적인 계획아래 꾸준히 진행되고 있으며, 이러한 정보기술을 도로에 적용하려는 노력을 기울이고 있음

○ 일본의 정부협력체의 VERTIS(Vehicle, Road and Traffic Intelligent System)를 중심으로 ITS 의 종합적인 전략과 모델도시의 타당성을 연구해 오고 있으며 ITS 모델도시 시범사업과 지자체 ITS 사업이 일부 지역과 도로에 구현되어 있음

○ ITS 사업의 효율성을 평가하기 위해 기대되는 정확한 편익을 파악하고, ITS 도입에 대한 타당성을 사회·경제적 측면에서 평가해오고 있음

○ ITS 도입에 따른 편익은 차량 내 장치를 이용한 운전자 정보제공, 대중교통 정보제공 등 11개 서비스 분야로 나누어 제시하고 있음

4. 본 연구의 차별성 및 시사점

○ 국내·외 교통자료의 오류 및 결측 처리 방법에 관련된 문헌조사를 통해 국내에서 사용되고 있는 방법론의 명확한 기준의 부재와 정확성의 부족 등의 문제점을 찾아낼 수 있었고 국외의 다양한 방법론들의 국내 도입을 고려하여 좀 더 정확하며 신뢰성 있는 교통자료를 제공할 수 있을 것으로 생각됨

○ 오류 및 결측치의 보정방법에는 시계열, 교통류, 통계처리 기반으로 나누어지는 다양한 방법론들이 개발·사용되고 있으며 국내 및 다수의 국외 기관에서는 시계열 기반의 과거이력자료를 이용한 Historical Average방법을 사용하고 있음

<표 2.37> 오류 및 결측치 보정방법

구 분	내 용	방법론
시계열 기반	과거이력자료 단순/복합 적용	Historical Average, time series, ARIMA, Factor Approach, using Neighboring detector data (weighted, Average)
교통류 기반	과거이력자료 + 통행패턴	surrounding station time period, lane distribution
통계처리 기반	과거이력자료의 통계적 처리 후 추정치 적용	Expectation Maximization (simple/Multiple), Bayesian method

○ 현재 국내·외에서 다수 이루어지고 있는 오류 및 결측자료 보정방법에는 이력자료를 이용한 단순/복합 적용이 이루어지고 있음. 또한 교통자료 요구정확도 결정기술관련 문헌연구를 통해 현재 국내에서도 다양한 연구가 이루어지고 있는 것을 알 수 있었음

○ 따라서, 본 연구에서는 국외의 다양한 연구를 통해 좀 더 복잡하지만 정확성을 높일 수 있는 보정방법 연구가 필요함

○ 국내・외 교통정보 평가에 대한 연구에 있어서 연구의 필요성 및 방법론에 대한 연구들이 진행 중이지만, 아직까지 이용자 만족도 측면의 교통정보의 효용성 평가나 정량적으로 가치화한 연구는 미진한 상태임

○ 최근 연구동향을 살펴보면, 교통정보를 서비스의 한 형태로 간주하여, 이용자 측면에서의 분석을 통해 이용자들이 원하는 정보제공서비스를 개발하기 위한 내용들이 늘어나고 있으며, 본 연구 역시 이와 같은 흐름에 따라 연구를 수행할 필요가 있음

- 이용자 측면에서의 교통정보 효용성 평가기준 정립
- 객관적인 방법론을 통한 이용자의 심리적 만족도 가치 산출
- 가상주행실험 및 생체신호분석 등의 방법론을 통하여 다양한 품질관리 방안 제시
- 정보 제공자 또는 관리자 입장에서 일방적으로 제공이 이루어지는 것이 아니라, 이용자를 주체로 하여 이를 고려한 제공이 이루어질 수 있는 평가가 필요

○ 국내・외 ITS사업성 평가에 대한 연구 결과 교통정보 시스템의 각 부분들에 관한 문제점들을 기술하고 대안들을 제시하는 수준에서 벗어나지 못하였음

○ 현재 국내에서는 도로 및 철도부문과 같은 SOC 사업의 경우 타당성 조사를 수

행하여 예산의 효율적인 배분이 이루어지도록 객관적인 절차에 따라 검증을 하고 있으나, ITS 사업의 경우 상당히 많은 예산 및 비용이 투입됨에도 불구하고 이러한 과정이나 절차가 마련되어 있지 않은 실정임

○ 따라서, 본 연구를 통하여 객관적이고 체계적인 ITS 사업의 타당성을 평가할 수 있는 방법론을 정립하고, 신뢰할 수 있는 타당성 조사 매뉴얼과 소프트웨어를 개발하고자 함

제 3 장 연구개발수행 내용 및 결과

제 1 절『수집』교통 및 도로환경 검지기술 개발 세부연구내용

1. 다기능 복합검지기 개발

○ 다기능 복합검지기 개발은 크게 “도로환경 정보 수집기술”, “지점/구간 교통정보 수집 기술”과 “테스트베드 구축”으로 나누어 개발하였음

○ 도로환경정보 수집기술은 도로 노면의 결빙 상황을 감시하고 노면의 미끄럼 정도를 파악하며 침수 상황을 판단하는 노면상태 정보 수집 기술 개발을 수행하였으며 Contrast Index Map을 이용한 가시거리 산출, 도로의 안개 유무를 추정하는 안개상태 정보 수집기술을 개발하였음

○ 교통정보 수집기술은 교통량, 속도, 점유율의 실시간 통행차량 정보를 수집하여 모니터링의 기초자료로 활용되는 지점 교통정보 수집 기술 개발과 다차선의 차량번호를 인식하여 구간소통 정보를 수집하는 구간 교통정보 수집 기술을 개발하였음

○ 본 연구 개발 성과물의 신뢰도를 확보하기 위하여 테스트베드에 기준장비를 설치/운영하였으며. 교통정보의 기준장비는 LOOP식 차량검지기, 도로환경정보는 RWIS(Road Weather Information System), RCD(Road Condition Detector)를 설치하여 시험 평가하였음



[그림 3.1] 수행한 연구개발의 주요 기술

가. 도로환경 및 상태정보 수집기술 개발

○ 다기능복합검지기의 도로환경 및 상태정보 수집 기술 개발은 기상정보 수집기술, 노면상태 정보 수집기술, 안개상태 정보 수집기술로 구분하여 개발하였음

○ 노면 상태정보 수집기술은 노면 매질의 물분자에 대한 가시선과 근적외선의 편광영상의 매질반사도 편차를 분석하여 노면의 마름, 젖음, 결빙, 눈의 상태를 판단하는 기술을 개발하였음

○ 안개 상태정보 수집기술은 안개의 근적외선 편광특성을 이용한 Contrast Index Map 정의로 가시거리를 측정하여 안개의 유무를 판단하는 기술을 개발하였음

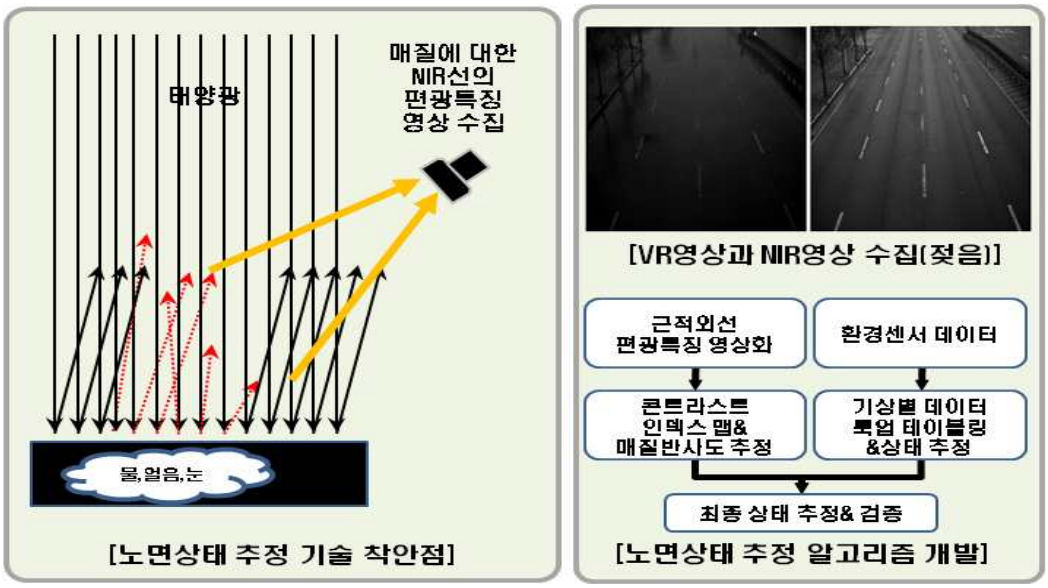


[그림 3.2] 도로환경 및 상태정보 수집기술 개요

(1) 노면상태 정보 수집기술 개발

(가) 연구 개발 내용

○ 도로 노면에 물이 존재하는 상황에서 NIR선의 편광특징을 영상화 하였을 경우 그 특징을 확인할 수 있으며 이에 대해서 Contrast Index Map과 반사도 대한 특징을 분석하여 노면상태를 추정하였음



[그림 3.3] 노면상태 추정 기술의 착안점과 알고리즘

○ 노면상태 추정에 온도, 습도, 강우량의 기상정보를 공유하여 각 계절 및 날씨에 대한 기상데이터 조건을 조합하여 활용하였음

○ 안개상태정보에 대한 신뢰도를 개선하기 위해서 테스트베드에 매립식 도로상태 검지기(Road Condition Sensor)를 설치 운영하여 기준데이터로 활용함



[그림 3.4] (1)개발 노면상태 검지용 환경센서 모듈, (2)개발 노면상태 검지용 영상 취득장치, (3)노면상태 기준 장비(Lufft社의 IRS32)

(나) 연구 개발 결과

○ 노면 상태정보 수집기술의 신뢰도 평가는 기준장비의 출력데이터와 개발 장비의 출력데이터를 이력하여 신뢰도를 평가하였음

○ 본 과제를 통하여 개발된 노면상태 정보는 98%의 신뢰도를 가지며, 안개상태에 대한 온도와 강우량 정확도는 97%와 97%의 신뢰도를 보였음. 노면의 상태를

검지한 시각은 기준장비와 약 5분의 시간차가 있으며 이는 VR 영상과 NIR 영상의 수집 주기에 의한 결과임(평가 데이터 1세부 총괄보고서 참조)

(2) 안개상태 정보 수집기술 개발

(가) 연구개발 내용

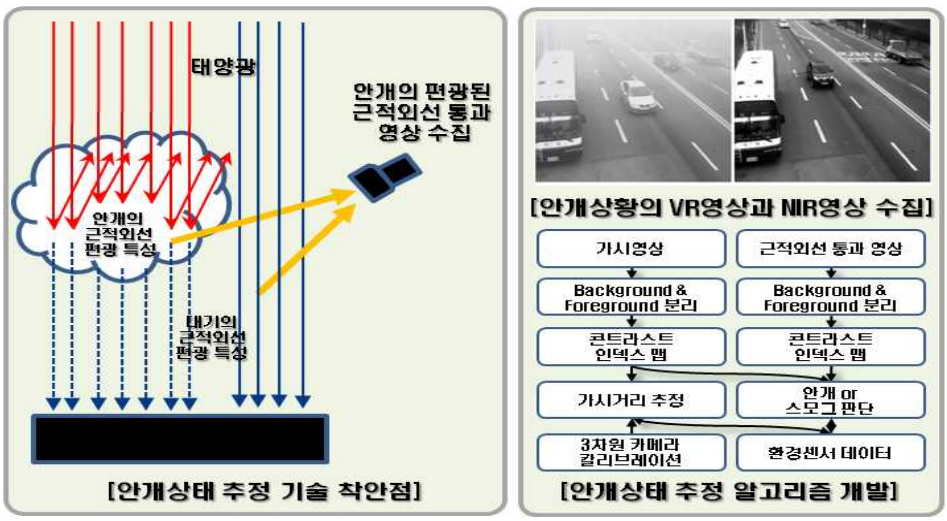
○ 공기중의 물, 먼지 입자의 NIR(Near Infrared Ray)과 VR(visible ray)에서의 빛 파장별 산란 및 편광 특성을 이용하여 안개 환경에서의 가시거리 추정 및 안개 투과 기술에 대한 알고리즘 개발하였음.

○ 시정거리를 계산하기 위해서 Contrast Index Map이라고 정의하는 공간을 사용함. Contrast Index Map은 안개로 인한 거리별/농도별 contrast값들을 테이블링한 공간으로써 시정거리의 척도로 활용하였음.

○ 이는 앞의 단계에서 구해진 foreground image를 사용하였고, 이를 수식으로 표현 하면 다음과 같음

$$I_C(x) = \max_{x \in M}(I_F(x) - I_B(x))$$

○ 여기서 IC(x)는 contrast index map이며 IF는 foreground image, IB는 background image 이고, M은 foreground image의 mask임



[그림 3.5] 안개상태 추정 기술의 착안점과 알고리즘

○ 안개상태 정보의 신뢰도를 확보하기 위해서 다기능복합검지기의 안개상태 검지 알고리즘은 온도, 습도, 강우량의 기상정보를 융합함

○ 안개상태정보에 대한 신뢰도를 개선하기 위해서 테스트베드에 시정계를 설치/운영하여 기준데이터로 활용함



[그림 3.6] (1)개발 안개상태 검지용 환경센서 모듈, (2)개발 안개상태 검지용 영상 취득장치, (3)안개상태 기준 장비(Vaisala社의 PWD12)

(나) 연구 개발 결과

○ 안개 상태정보 수집기술의 신뢰도 평가는 위에서 언급한 기준장비의 출력데이터와 개발장비의 출력데이터를 이력화하여 그 신뢰도를 평가하였음(평가 데이터 1세부 총괄보고서 참조)

○ 본 과제를 통하여 개발된 안개상태 정보는 96%의 신뢰도를 가지며, 안개상태에 대한 온도와 강우량 정확도는 96%와 100%의 신뢰도를 보였음. 안개의 유무를 검지한 시각은 기준장비와 약 5분의 시간차가 있으며 이는 VR 영상과 NIR 영상의 수집 주기에 의한 결과임

나. 차세대 교통정보 수집기술 개발

○ 교통정보 수집기술은 차량의 겹침을 제거하여 부분 가려짐을 극복하는 신뢰도 높은 교통량, 속도, 점유율의 지점 교통정보 수집 기술을 개발하였으며, 저해상도 영상 기반의 다차로 차량번호판 인식 기술 개발을 통한 구간 교통정보 수집 기술을 완성하였음

○ 또한, 다기능 복합검지기를 위한 저전력 설계 기술로써 임베디드 기반의 모듈화 및 다차선 차량인식을 위한 고성능 적외 조명장치를 개발하였음

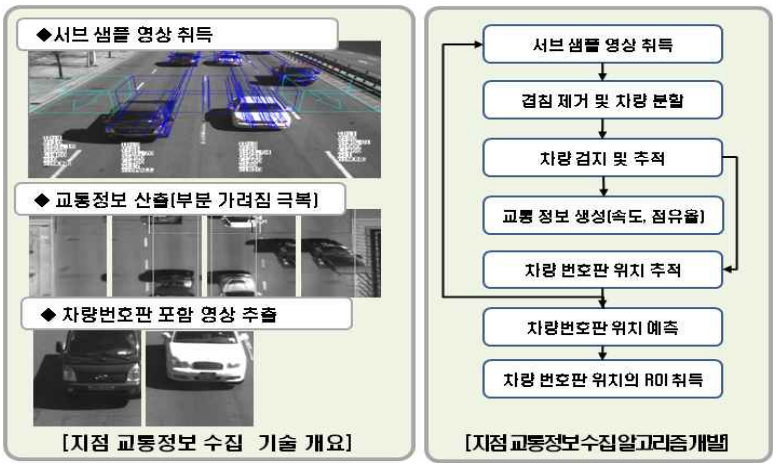


[그림 3.7] 차세대 교통정보 수집 기술의 개요

(1) 지점 교통정보 수집기술 개발

○ 본 연구개발의 지점 교통정보 수집기술은 기존의 영상식 교통정보 수집 성능의 취약점을 보완하며 구간교통정보 수집을 위한 검지영상 취득에 목표를 두었음.

○ 카메라의 설치위치를 변경하지 않으면서 대형차에 의한 차량겹침 및 부분 가려짐을 극복하는 알고리즘을 개발하였음



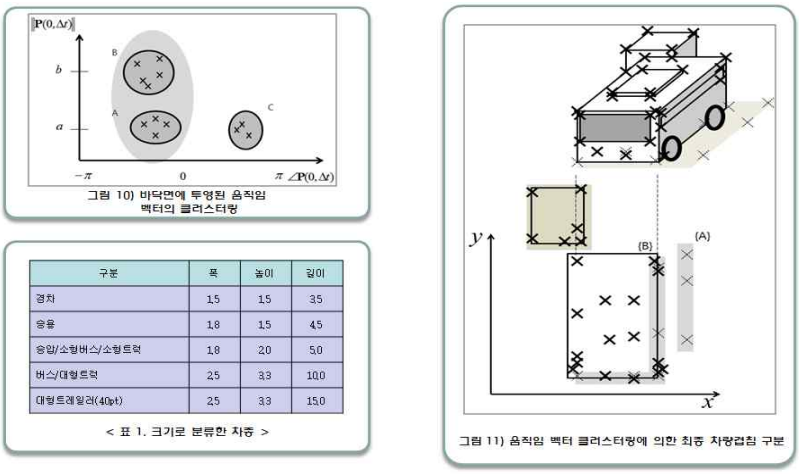
[그림 3.8] 지점 교통정보 수집 기술 개발 개요 및 알고리즘 흐름

○ 이를 위한 지점 교통정보 수집 알고리즘은 서브영상샘플 취득, 겹침 제거 및 차량 분할, 차량 검지 및 추적, 교통정보 생성, 차량번호판 위치 추적, 차량 번호판 위치 예측, 차량 번호판 위치의 ROI 취득의 흐름으로 진행됨

○ 에지영상과 마스크 영상을 이용하여 움직이는 물체를 찾으며 물체에 대한

Harris Corner 특징점을 추출함. 추출된 포인트 특징점은 피라미드와 정규화 상호 상관도와 optical flow 연산을 통하여 추적됨

○ 추적된 포인트 특징점은 실세계 물체에 대한 영상공간으로 사상하여 바닥면에 투영된 움직임 벡터에 대한 특징점들을 clustering함. cluster된 특징점들에 대해서 폭과 높이와 길이로 분류하여 최종적으로 차량의 겹침을 해결하여 검지함



[그림 3.9] 겹침 차량 분할 방법

(2) 구간 교통정보 수집기술 개발

(가) 연구개발 내용

○ 다차로 차량번호 인식률 향상을 위한 알고리즘 및 성능 개선, 차량번호판 크기가 작아짐에 따른 고성능 인식 알고리즘을 적용함



[그림 3.10] 구간 교통정보 수집 기술 개발 개요 및 알고리즘 흐름

○ 대번호의 크기는 신형번호판의 경우 평균 16×16픽셀 크기가 되어 해상력이 현저히 떨어지므로 기존의 차량번호판 인식 알고리즘으로는 인식이 불가능함

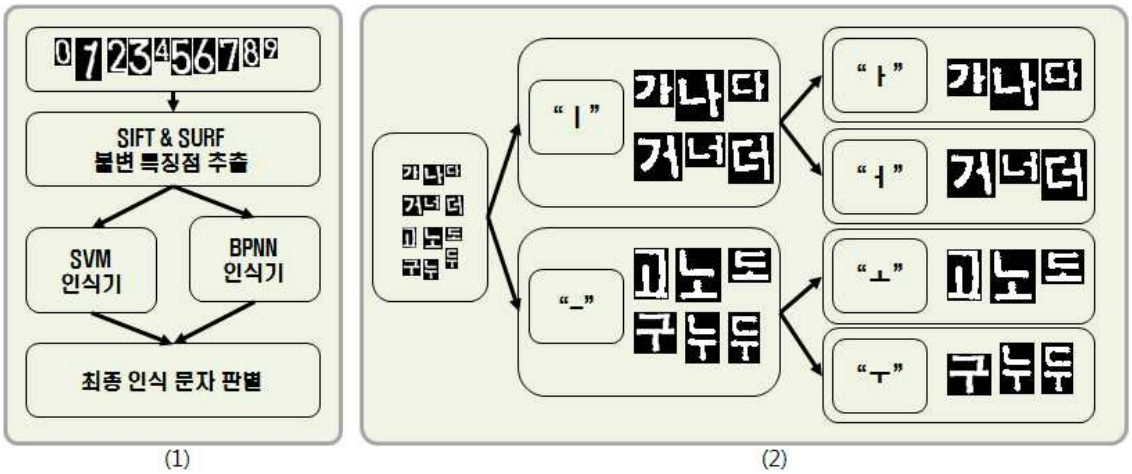


[그림 3.11] 다차로 차량번호 인식의 각 차로별 차량 영상 크기

○ 이러한 문제점을 해결하고자 본 과제의 차량번호판 인식 기술은 저해상도 영상에 대한 DC Rejection Filer의 영상 화질 개선 및 Label Clustering을 통한 대번호 영역 추출의 핵심 기술을 개발하였음

○ DC Rejection Filter는 영상의 DC성분을 제거하여 저화질에서 문자영역을 강조하는 효과를 얻게되며 edge density map은 영상의 윤곽 성분에 대한 밀도를 측정하여 문자영역만 추출하는 결과를 얻을 수 있었음

○ 본 연구개발에서는 차량번호판의 후보영역을 일련번호 선인식을 통하여 추출함. 일련번호 4자리는 차량영상에서 번호판만이 소유하는 고유특징임. 먼저 일련번호 4개를 인식하여 번호판 후보영역을 추출한 뒤에 차종 문자, 차종 번호, 지역 문자를 인식하여 최종 번호판 인식 결과를 생성함



[그림 3.12] (1) 문자 인식 알고리즘 흐름(2)한글인식의 카테고리별 분류 인식 방법

○ 위의 표 (2)와 같이 한글인식의 경우, “l”와 “ㅡ"형태를 가진 문자를 구분하고 ”ㅏ“, ”ㅓ“, ”ㅗ“, ”ㅜ" 형태를 가진 문자를 구분하는 카테고리별 분류방법을 적용하였음. 이는 30개의 많은 문자를 각각 독립의 대상으로 학습하는 방법보다는 더 정확한 인식결과를 보였음.

(나) 연구 개발 결과

○ 공인인증 기관의 품질인증 시험

- 개발한 교통정보 신뢰도 확보 방안으로 공인된 기관인 한국건설기술연구원의 품질인증 시험(VDS+AVI)를 수행하였음.
- 1개 카메라로 2개 차로에 대한 영상식 VDS+AVI 기술시험 수행
- 영상식 VDS : 2개 차로 동시 검지, 단방향, 주야간, 교통량(98%-최상급), 속도(97%-최상급), 점유율(94%-상급)
- AVI : 2개 차로 차량번호 동시 인식, 단방향, 주야간, 인식률(85%-상급)
- 1세부 총괄보고서 ‘별첨자료 : 다기능복합검지기 신뢰도 평가 자료” 참조

○ 지점 교통정보 신뢰도 자체평가 결과

- 지점 교통정보의 신뢰도 평가는 안산의 테스트베드에서 4개 차로에 대해서 평가하였으며, 일출, 주간 ,일몰, 야간에 각 차로당 최소 100대의 차량에 대해서 각각 3회 평가하였음
- 평가 결과, 지점의 평균 교통량 정확도 95%, 속도 정확도 95%, 점유율 정확

도 95%를 달성하였음

- 1세부 총괄보고서 '별첨자료 : 다기능복합검지기 신뢰도 평가 자료" 참조

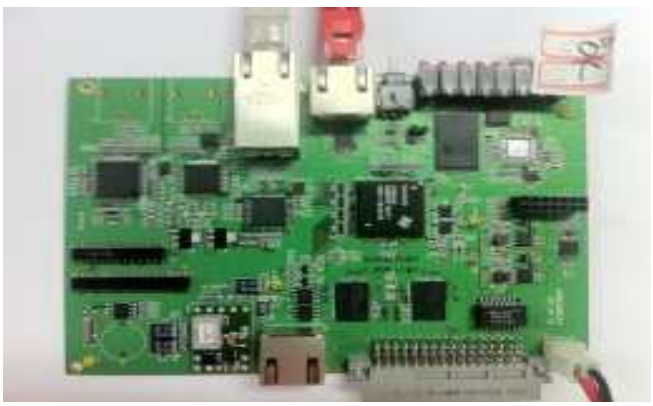
○ 구간 교통정보 신뢰도 자체평가 결과

- 구간 교통정보의 신뢰도 평가 역시4개 차로에 대해서 평가하였으며, 일출, 주간 ,일몰 ,야간에 각 차로당 최소 100대의 차량에 대해서 각각 3회 평가하였음
- 평가 결과, 1차로 평균 인식률 94%, 2차로 96%, 3차로 96%, 4차로 93%의 인식률을 보였으며 전체 평균 95%의 인식 정확도를 달성하였음.
- "별첨자료 1-1 : 다기능복합검지기 신뢰도 평가 자료" 참조

다. 시스템 최적화 및 저전력 기술 개발

(1) 다기능 복합검지기를 위한 저전력 설계 기술 개발

○ 다기능복합검지기의 주요 기능별로 분류하고 이를 임베디드 시스템으로 설계함



[그림 3.13] 다기능복합검지기의 단위모듈 임베디스 시스템 설계 board

(2) 다차선 차량 인식을 위한 고성능 다차선 적외 조명장치 개발

○ 다차로 적외선 조명장치는 LED 발광 모듈과 이를 제어할 수 있는 드라이버로 분류됨. 연속된 촬영 프레임과의 LED 광원과의 정확한 동기를 위해서 정밀제어 LED드라이버 회로를 설계/제작하여 실험하였음

○ 개별 차로에 독립적으로 설치되어 각 차로를 조사하게 설계되어있던 기존 기구에서 카메라와 조명을 통합하여 통합 하우징을 설계



[그림 3.14] 고성능 다차선 적외 조명장치 제작품

라. 테스트베드 구축

(1) 안산시 다기능복합검지기 테스트베드 구축

○ 개발된 기술 및 장비의 성능 검증 및 향상을 통한 연구 개발의 효율성 및 안정성 확보를 위하여 테스트 베드를 구축하며, 본 과제에서 다음과 같은 조건 제시를 통해 보다 유리한 환경의 후보지를 선정함



[그림 3.15] 안산시 테스트 베드 위치 및 검지기 설치 지점

(2) 도로환경 및 교통정보 신뢰도 평가

○ 도로환경 정보 신뢰도 평가

- 신뢰도 평가 방법 : 안산시 테스트베드 내 기준검지기 운영/실험/비교 분석
- 안산시 테스트베드 내 기준검지기와 개발검지기의 비교분석 데이터

<표 3.1> 기준검지기와 개발검지기의 비교분석 데이터(안개상태)

기준검지기(안개상태 정보)	개발검지기(안개상태 정보)
온도(℃)	온도(℃)
-	이슬점(℃)
-	습도(%)
-	체감온도(℃)
-	풍향(°)
-	풍속(m/h)
-	기압(pha)
가시거리(m)	안개상태(있음/없음)
강우(설)량(mm)	강우(설)량(mm)

<표 3.2> 기준검지기와 개발검지기의 비교분석 데이터(노면상태)

기준검지기(안개상태 정보)	개발검지기(안개상태 정보)
노면상태(Dry/Damp/Wet/Icy/Frost/Snow/Residual Wet/Freezing Wet)	노면상태(마름/젖음/눈/얼음)

○ 교통정보 신뢰도 평가

- 신뢰도 평가 방법 : 공인인증 (한국건설기술연구원 ITS기술 성능평가), 안산시 테스트베드 내 기준검지기 운영/실험/비교 분석
- 한국건설기술연구원 ITS기술 성능평가를 통한 공인인증 수행
- 영상식 VDS : 2개 차로 동시 검지, 단방향, 주야간, 교통량 (98%-최상급), 속도 (97%-최상급), 점유율 (94%-상급)
- AVI : 2개 차로 차량번호 동시 인식, 단방향, 주야간, 인식률 (85%-상급)
- 공인인증된 기관의 VDS+AVI 기술시험 인증을 통하여 지점 교통정보 수집 기술의 고성능과 그 신뢰도를 입증하였음
- 안산시 테스트베드 내 기준검지기와 개발검지기의 비교분석 데이터

<표 3.3> 기준검지기와 개발검지기의 비교분석 데이터(VDS+AVI)

기준검지기(교통정보)	개발검지기(교통정보)
루프식 VDS : 교통량	영상식 VDS : 교통량
루프식 VDS : 속도	영상식 VDS : 속도
루프식 VDS : 점유율	영상식 VDS : 점유율
검지 영상 육안 인식	다차로 차량번호 인식

- 분석 결과는 “1세부 총괄보고서 별첨자료 : 다기능복합검지기 신뢰도 평가 자료”를 참조

(3) 시험 운영

○ 다기능복합검지기의 현장 시험을 위한 운영 및 연계 SW 개발

- 각 지점의 다기능복합검지기의 검지데이터를 수집하여 지점 데이터의 조회 및 평가를 위한 SW 개발함
- 각 지점에서 수집되는 데이터에 대한 구간정보 연계 및 생성함
- 다기능 복합검지기에서 산출되는 지점정보를 수집하고 모니터링 하는 서버 시스템을 개발하였음
- 구간정보는 교통정보와 환경정보로 구분되며, 구간 교통정보는 지점 통행 영상, 지점 개별 교통정보, 구간 차선별 평균 교통정보, 구간 통행 차량번호판 정보, 구간 통행 차량영상으로 함. 환경정보는 온도, 습도, 풍속, 강수량, 노면상태, 안개상태로 함
- 다기능 복합검지기 서버는 각 지점의 현장 제어기의 상태를 조회하고 각 지점의 제어기의 운영을 제어함. 또한 현재 수집되는 정보를 모니터링하며, 이력별로 조회하도록 하였음



[그림 3.16] 다기능복합검지기 모니터링 S/W

2. 열적외선 검지기 개발

가. 요소기술 알고리즘 및 S/W 개발

(1) 임의영역 자동초점제어 알고리즘 및 S/W 개발

○ 임의 영역 자동초점제어 알고리즘을 통해 카메라 렌즈를 제어할 있는 어떠한 분리형 카메라도 자동제어 할 수 있으며, View Angle 내의 임의영역에 대하여 최적 초점을 할 수 있도록 하여 CCD카메라 및 열화상 카메라를 기반으로 하는 교통정보 수집 및 감시체계의 효율을 제고할 수 있음

○ 임의영역 자동초점제어는 CCD카메라/ 열적외선 카메라로부터 수신되는 PAL/NTSC 신호를 영상 수집장치(Frame Grabber)와 연계하여 제어하는 S/W임

○ 제어 S/W는 Master 프로세스와 Slave 프로세스로 구성되며, 하나의 마스터 프로세스를 기준으로 복수개의 Slave 프로세스의 운영이 가능하도록 구성하였음

○ 임의영역 자동초점제어 알고리즘 S/W 화면

<표 3.4> 임의영역에 대한 자동초점제어 완료 화면

최적 초점 수행 전 영상	최적 초점 수행 후 영상
	

(2) 열 적외선 보정 알고리즘 및 S/W 개발

○ 온도 보정 방법은 이미지를 활용하여 보정하는 것을 목표로 하며, 온도 보정 방법 알고리즘은 아래와 같음

○ 온도 보정 알고리즘 및 S/W 구현

<표 3.5> 온도 보정 알고리즘 구현

영상화면	설 명
	• 초기의 카메라 상태로써 온도 보정이 이루어 지지 않은 상태임
	• 온도 보정이 조치된 영상정보

(3) 열 적외선 검지기를 이용한 영상처리 관련 알고리즘 개발

○ 최근까지 다양한 영상검지기들이 개발된 바 있으나 Occlusion에 대한 근본적인 문제점을 해결한 알고리즘은 개발된 바는 없음

○ Occlusion의 극복은 영상검지기와 관련하여 향후에도 많은 연구와 노력이 요구되는 부문으로, 아직까지는 관련 부문에 있어서 매우 취약한 실정이라 할 수 있으며, 이와 관련하여 occlusion에 대한 영향을 최소화할 수 있는 방안으로 차량을 추적할 수 있는 검지영역 자동설정에 관한 알고리즘을 개발하는 것이 그 주된 목적임

<표 3.6> 자동설정 기능

설정 화면	내 용
	- 검지영역 설정은 일반적으로 사용자가 임의 설정할 수 있도록 하고 있으나 본 과업에서는 자동설정 방법을 적용 및 실험하고 있음 - 사용자는 화면상에 검지영역 전체 범위를 Click 함으로써 자동영역 설정을 수행함 - 검지영역은 임계수준을 정할 수 있으며, 임계수준에서 최적의 검지영역을 설정하도록 함

	- 검지영역 범위에서 이동체의 임계변화에 따른 발생데이터를 계속 누적하여 이동구간과 차선을 구별할 수 있는 그래프가 생성 됨 - 비정상주행 및 중첩구간 처리를 위한 해당 영역을 제거하고 검지가능한 최적의 영역설정을 도출함 - 불특정다수의 사용자가 운영 및 설정이 가능함

(4) 열 적외선 검지기를 이용한 교통정보 추출 알고리즘 및 S/W 개발

○ 열 적외선 교통검지기의 교통정보 추출 방법의 최종 목표는 Object Tracking and Tripwire Combine Model의 자동 교통정보추출 기술이며, Tripwire 방식을 적용하여 구현하는 것을 목표로 함

○ 교통정보 추출 알고리즘 및 S/W 구현

<표 3.7> 교통정보 추출 알고리즘 구현

영상화면	설 명
 	• A. 정의된 각각의 셀 마다 영상의 특성에 따라 임계수준을 임의 조정 가능 현재의 변화율을 토대로 기준 Noise 상태를 Base로 하여 자동 임계치 설정 • B. 각 셀별 이동성과 존재 여부를 판단하도록 함 교통정보(교통량, 속도, 점유율, 대기길이) 계측을 위한 기초 정보 생성 • C. 영상 정보의 전처리를 위한 임계치 적용 기준을 설정함 • D. 셀 영역 중 정지상태로 구성되어 있는 경우 대기길이 발생 메시지를 출력함 대기길이는 연속된 셀 영역 중 최 끝단을 대기길이 끝으로 간주하여 확정함

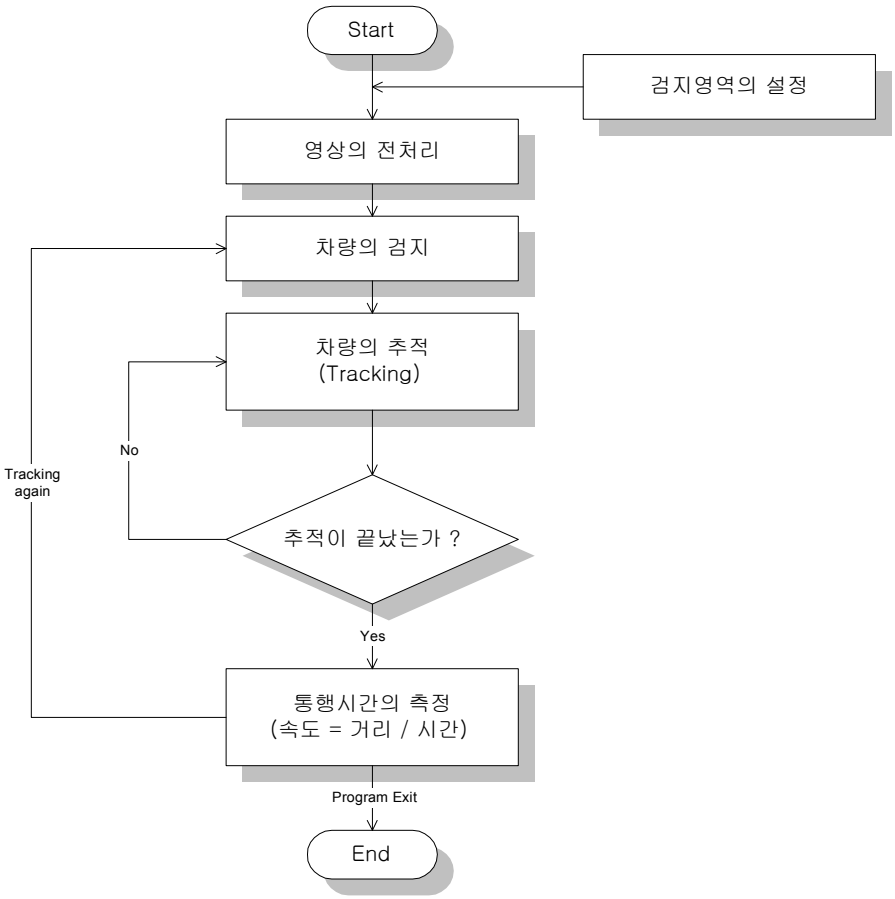
(5) Tracking 방식의 교통정보추출 기술 개발

○ Tracking 방식의 교통정보 추출기술은 궁극적으로 Tripwire 방식과 Combine하기 위한 연계 기술임

○ 열적외선 영상정보의 특성상 이동체의 특성은 일반 CCD 영상과 비교할 때, 이동체들의 고유 특징을 추출하여 이를 추적하는 것이 용이하지 않음. 이는 CCD 영상의 경우 Color 값과 Shape에 의하여 이동체가 특징화될 수 있는 반면, 열적외선 영상의 경우 단지 열과 Shape에 의한 특징을 추출하게 되기 때문임

○ Tracking 알고리즘

- Tracking 알고리즘은 첫째, 영상의 전처리부문, 둘째, 차량의 유무검지 알고리즘 부문, 셋째, 차량의 추적(Tracking) 알고리즘 부문으로 구성됨.
- 본 연구에서 목적한 Object Tracking은 이동체의 속도계측 할 수 있도록 구상하였으며, 수집된 열적외선 영상을 통해 임의 Segment 내에서 속도를 계측하기 위한 Object Tracking 알고리즘은 다음과 같음



[그림 3.17] Object Tracking 알고리즘

나. 열 적외선 검지기 시제품 제작

○ 열 적외선 교통검지기의 제어기로써, 영상/자료/통신 등을 처리함

○ 영상처리 및 정보추출 프로세서의 구동에 용이한 사양으로 설계·제작 함

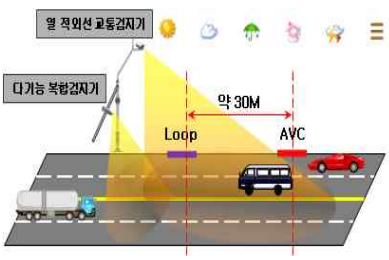
○ 요구사양

- 열 적외선 카메라의 열영상을 영상처리장치가 수신하여야 한다
- 자료의 수집 및 센터로의 자료를 전송하여야 한다
- 전차로 개별차량자료를 동시에 Monitoring이 가능하여야 한다
- 실시간 개별차량자료를 수신하는 도중에도 ATMS file의 자료누락이 없어야 한다
- 통신은 TCP/IP, RS-232를 지원하여야 한다
- 센터에서 원격 통신으로 제어기의 전원을 Reset할 수 있어야 한다
- Web Transmitter를 탑재하여 센터에서 TCP/IP를 통하여 열영상정보를 수집 및 확인 할 수 있어야 한다

다. 통합 테스트베드 구축

○ 제작된 시제품을 통합 테스트베드에 설치하여 각종 성능 검증 및 보완을 시행하며, 향후 연구개발 기간까지 열 적외선을 이용한 환경 독립형 교통검지기의 개발의 현장적용 테스트 및 성능검증을 통한 보완을 수행함.

<표 3.8> 시스템 구성 현황

구 성	설 명
	- 열 적외선 & CCTV 통합모드 구성 - 동일지점에 대한 두 가지 영상 취득이 용이하며, 열 적외선 카메라에 의한 환경조건 판단이 어려워 통합모드를 구성함
	- 개발 검지기에서 약 20m 거리에 Loop 센서를 설치하여 교통정보 수집함 - 개발검지기의 화각 및 검지영역과 약 30m 상이하여 AVC센서의 교통정보를 추가로 수집함

라. 성능검증

○ 개발검지기로 인해 수집된 교통정보의 정확성 및 신뢰성을 검증하기 위해 임의로 기준데이터를 수집함

○ 개발검지기의 성능평가는 자체적으로 시간대별 데이터를 수집하여 기준데이터와의 비교를 실시하였음

○ 주간, 야간, 일출/일몰 시간대의 구분으로 1시간 동안의 정상주행 차량에 대한 정확도를 산출함

○ 시험사이트는 편도 4차로의 구간이나 1~2차로는 개발검지기의 검지영역과 Loop 센서와의 거리가 떨어져 있어 측정검증의 오차가 발생함에 따라 제외함

○ 성능검증에 대한 참조데이터는 본 1세부 총괄보고서에 수록함

○ 분석 결과

- 주간 (2011-04-28)

- 주간시간대에서 1시간 분량의 데이터를 5분주기로 통계를 추출하였음
- 교통량 및 속도는 95%이상을 나타냈으며, 점유시간은 90%이상의 결과가 나옴

- 야간 (2011-04-15)

- 야간시간대에서 1시간 분량의 데이터를 5분주기로 통계를 추출하였음
- 교통량/속도/점유시간의 정확도가 주간과 근소한 차이를 보이는 결과를 확인함

- 일출 (2011-04-28)

- 일출시간대에서 1시간 분량의 데이터를 5분주기로 통계를 추출하였음
- 출근차량들의 영향을 받아 물림현상으로 교통량 정확도가 약간 떨어짐

- 비/안개/야간 (2011-04-27)

- 악천후 기상에서 1시간 분량의 데이터를 5분주기로 통계를 추출하였음
- 날씨 환경에서도 일정수준의 데이터를 확보하여 수집이 가능할 가능성 확인

---

3. 이동식 기준 검지기 개발 및 밀도 검지 알고리즘

○ 밀도 검지 알고리즘 개발에 대한 연구는 밀도 검지 알고리즘 관련 문헌조사 및 기술동향 파악하고 이에 대한 밀도 검지 기본 알고리즘을 개발하며 알고리즘 적용성 평가 및 측정간격 오차분석을 통해 밀도 검지 기본 알고리즘에 대해 검증함. 또한 이를 통해 하이테콤에 개발하는 밀도 검지 프로토 타입에 대한 알고리즘을 개발하며 현장테스트 지원을 통해 나타난 다차로 이동식 밀도기준검지 알고리즘 개발를 위한 방안을 모색함

가. 이동식 기준 검지기 개발

(1) 지점 및 밀도 생성을 위한 이동식 기준 검지기 시제품 개발

(가) 루프식 지점 기준검지기 시제품 개발

○ 현재 유일하게 이동식 기준검지기로 사용되는 레이저 방식의 이동식 기준검지기는 단차로(최외각)만 검지가 가능하고 또한 반사지를 사용하기 때문에 도로에 반사지를 부착하기 위해 도로로 진입을 해야만 하는 위험성과 도로변에 설치를 위한 충분한 공간이 확보되어야 하는 사용상의 제한이 있음. 이러한 상황에서 루프식 검지기는 상호 보완할 수 있는 형태라 할 수 있음

○ 루프식 검지기는 갓길이 협소하여도 설치가 가능하며 기존에 VDS용으로 설치된 루프를 사용할 경우 도로에 진입을 하지 않아도 되는 편리함이 있음. 또한 3개 차로 검지가 가능하여 앞으로 진행해야할 다차로 밀도 알고리즘 검증에 적용할 수 있으며 VDS용 루프가 설치되지 않은 현장에서는 테이프스위치를 사용하여 차량을 검지할 수 있어 활용도가 크다고 생각이 됨

(나) 비접촉 레이저 기준검지기 시제품 개발

○ 기존 레이저 기준검지기는 반사지를 부착하기 위해 도로에 진입을 해야만 하는 위험성이 있어 이를 보완할 수 있는 도로에 진입하지 않아도 되는 레이저 기준검지기 시제품을 개발함. 미진입 레이저 기준검지기는 기존 레이저 검지기와 같이 단차로 지점 검지기로서 대체가 가능할 뿐만 아니라 레이저의 수평 조사 등 조사 방법의 변화를 통해 다차로 검지에 적용할 수 있을 것으로 생각되며, 또한 레이저 검지기 2개를 이용하여 밀도 검지기로 사용이 가능함

(다) 연구결과

① 루프식 지점 기준검지기 시제품 개발

<표 3.9> 루프식 지점 기준검지기 시제품의 기능

기능	설명
차량 검지	▪ 진입/진출 각 지점의 통과 차량 검지
데이터 생성	▪ 밀도 값을 산출하기 위한 각 지점의 통과 차량에 대한 시간 정보와 통과 대수 데이터를 생성
동영상 저장	▪ 데이터의 비교를 위한 참값 생성을 위해 각 지점의 통행 차량에대한 동영상 데이터 저장
밀도 값 산출	▪ 수집장치로부터 얻어진 데이터를 이용하여 단차로 밀도 알고리즘을 적용한 소프트웨어를 통해 밀도 값 산출

② 비접촉 레이저 지점 기준검지기 시제품 개발

<표 3.10> 비접촉 레이저 지점 기준검지기 기능

기능	설명
시스템 운영 기능	▪ 노트북과 신호변환장치를 통해 시스템의 전체적인 동작을 제어함
통신 기능	▪ UART0을 통해 센서부의 ULS 파라메터들을 설정힘 ▪ UART1을 사용하여 PC와 데이터를 주고 받음
센서 신호처리 기능	▪ CPU 내장 ADC를 사용하여 ULS에서 출력되는 아날로그 신호를 처리함
Laser Point 제어 기능	▪ 센서부에 부착되어있는 레이저 포인터의 ON/OFF 제어함.
전원 감시 기능	▪ 배터리 사용시 CPU 내장 ADC를 사용하여 전압 체크를 함
표시기능	▪ 보드의 동작상태를 표시함 ▪ 전원 공급 상태를 표시함
데이터 수집	▪ 노트북의 소프트웨어를 통해 데이터를 수집 처리함

(2) 밀도 검지기 프로토 타입 개발

○ 시립대학교에서 연구개발하는 밀도 알고리즘 검증을 위하여 밀도 검지기 프로토타입을 개발하였으며 시제품인 루프식 지점 기준검지기 2대를 이용하여 구간의 밀도를 산출할 수 있도록 하였음

(가) 프로토타입 개발

① 요구사항 및 구현방안

○ 현재 개발된 밀도 알고리즘은 단차로에 대한 것으로 1차로에 대한 차량 검지가 요구되며 데이터의 정밀도를 높이기 위해 두 지점간의 시간 동기화가 필수적임. 또한 수집데이터와 이를 통해 얻어지는 밀도 값이 정확한 값인지를 파악하기 위한 참값을 획득할 수 있는 동영상 데이터가 필요함

<표 3.11> 밀도 기준검지기 프로토타입 개발 요구사항 및 구현방안

요구사항	구현방안
구간 차량 검지	- 2대의 루프식 지점기준검지기 이용
1차로 검지	- 테잎스위치 센서를 이용
시간 동기화	- GPS 수신기를 통해 얻어지는 시간정보 이용
참값데이터 수집	- 진입/진출 두 지점에 카메라 설치를 통하 동영상정보 수집
차량정보수집	- 수집프로그램을 통해 통과 차량의 시간 및 대수 저장

② 시스템의 구성

○ 밀도 검지기 프로토타입은 루프식 지점검지기 시제품을 이용하였으며 그림과 같이 수집 장치와 영상데이터를 위한 카메라, 데이터 수집과 영상정보 저장을 위한 노트북 그리고 시간정보를 얻기 위한 GPS수신기로 구성됨



[그림 3.18] 밀도 검지 프로토타입 구성

(나) 밀도 알고리즘 검증을 위한 테스트 수행 및 결과

○ 시립대학교에서 개발한 단차로 밀도 알고리즘을 검증하기 위해 2차례의 테스트를 진행하였음

③ 밀도 알고리즘 검증을 위한 현장 테스트 분석결과

㉮ 1차 테스트 방법 및 결과

○ 루프식 지점 검지기를 이용하여 1차로의 도로에 40M간격을 두고 진입지점과 진출지점에 테이프스위치를 설치하여 통행 차량의 교통 정보(통과시간, 통과대수, 속도, 길이)를 수집한 데이터를 분석

○ 동영상 정보를 통해 참값을 생성하였고 이를 기준으로 수집된 데이터를 밀도 분석 프로그램을 통해 생성한 데이터를 비교하였고 정확도는 퍼센트 오차로 표현을 하였음

○ 오차 (%) = (소프트웨어 분석 데이터 / 동영상 분석 데이터) * 100

○ 데이터 분석 결과 구간의 거리가 짧아 차량 대수가 적은 시간에서 오차가 크게 나타나며 가공주기에 따라 오차가 발생하며 1분일 때 오차가 크고 가공주기를 5분으로 하였을 때는 오차가 작게 나타남

○ 현재 발생한 오차는 측정간격이 1초로 이보다 더 세밀하게 하여 데이터를 수집함으로써 많이 줄일 수 있다고 판단되며 연구가 진행됨에 있어 이러한 부분은 반영하여 보다 정밀한 장비를 개발하도록 할 것임

○ 데이터의 정확도를 높이기 위해 진입/진출 지점의 동기화가 필요하여 2차 테스트시에는 GPS 시간정보를 활용하여 진행함

㉯ 2차 테스트 방법 및 결과

○ 루프식 지점 검지기를 이용하여 1차로의 도로에 100M, 200M, 300M간격을 두고 진입지점과 진출지점에 테이프스위치를 설치하여 통행 차량의 교통 정보(통과시간, 통과대수, 속도, 길이)를 수집한 데이터를 분석함

○ 동영상 정보를 통해 참값을 생성하였고 이를 기준으로 수집된 데이터를 밀도 분석 프로그램을 통해 생성한 데이터를 비교하였고 정확도는 퍼센트 오차로 표현을 하였음

○ 오차 (%) = (소프트웨어 분석 데이터 / 동영상 분석 데이터) * 100

○ 데이터의 가공 주기에 따라 오차가 변하는 것을 볼 수가 있는데 주기가 빠를수록 오차가 크고 느릴수록 오차가 작게 분석됨

○ 오차의 원인으로는 측정간격 및 동영상 분석의 오차 등으로 발생한 것으로 판단이 되며 측정간격을 세밀화 함으로써 정확도를 향상할 수 있을 것으로 판단됨

○ 현재 프로토타입의 정확도는 95%이상으로 분석이 되었고 차년도 연구를 통해 측정간격을 세밀하게 하여 정확도를 향상 시킬 것임

○ 데이터의 가공 주기에 따라 오차가 변하는 것을 볼 수가 있는데 주기가 빠를수록 오차가 크고 느릴수록 오차가 작아짐. 오차의 원인으로는 측정간격 및 동영상 분석의 오차 등으로 발생한 것으로 판단이 되며 측정간격을 세밀화 함으로써 정확도를 향상할 수 있을 것으로 보임

○ 현재 프로토타입의 정확도는 95%이상으로 분석됨

(3) 다차로 이동식 기준검지기 요소기술 연구 및 검증 결과

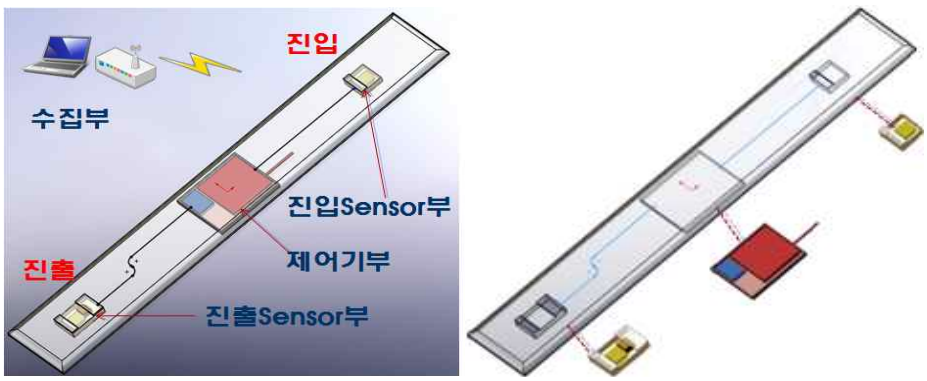
(가) USN방식 이동식 기준검지기 개발

○ 차로별 진출·입 차량을 검지하고 정지영상획득을 위하여 설계함

○ 차량 검지에 적합한 검지센서를 선정하고 소형·저전력 레이저 검지센서 검토 및 테스트를 진행하였음

○ 센서를 분리할 경우 통과차량 정지영상 획득이 곤란하여 일체형으로 구성함

○ 물리적 충격의 최소화를 위한 내구성 및 경량화 구현함



[그림 3.19] 일체형 하우징 및 교체 구성도

(나) 비접촉 다차로 레이저 기준검지기 검증 결과

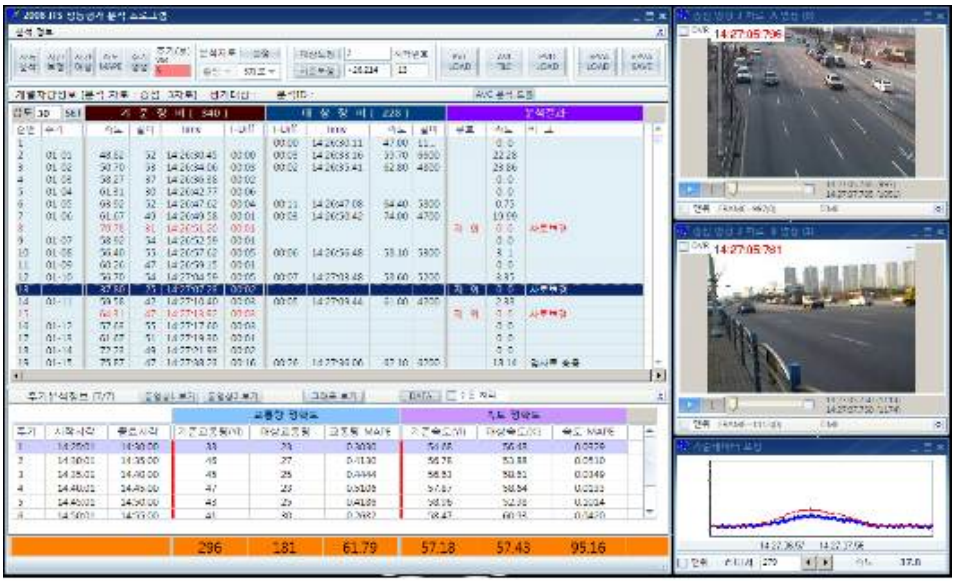
○ 안쪽차로 검지를 위해 폴(Pole)을 세웠을 경우 바깥차로의 차량이 안쪽차로 차

량검지에 영향을 주는지 거리마다 테스트 함

○ 데이터 분석결과 검지기와 차량과의 거리가 안쪽차로 수집에 큰 영향을 미치지 않음

(다) 비접촉 다차로 레이더 기준검지기 검증 결과

○ 비접촉 다차로 레이더 기준검지기 검증을 하기위해 도로에 설치된 AVI (차량번호인식)검지기를 이용함



○

[그림 3.20] 다차로 레이더 기준검지기 2차 테스트 – 분석 화면

○ AVI(차량번호인식) 시스템에서 수집한 데이터(참값)를 기준으로 수집된 비접촉 다차로 레이더 기준검지기의 데이터를 분석하였음

(라) 비행체 방식 기준검지기 검증 결과

○ 비행체의 흔들림 정도를 평가를 위해 비행체를 10m 이상 위치하여 2차로 이상의 차로를 동영상 수집하여, 수집된 영상을 토대로 차량의 정보(통과 시간, 차량 속도, 차량 구분 등)를 분석

○ 테스트 결과, 쿼드로터 자체의 진동으로 인하여 영상수집 시, 전·후 영상 간 50~100픽셀(Pixel)이상의 오차가 발생하여 속도 정확도를 측정하기에 부적합하다고 판단되어 다른 방향의 연구개발이 필요함

(마) 종합결과

<표 3.12> 다차로 검지 방식에 따른 테스트결과 및 한계성

방 식	테 스 트	방 법	결 과	한 계 성
USN	다차로 검지 테스트 설계 제작	차로별로 도로 중앙에 설치하여 차량검지	설치 및 안전상의 문제 발생소지가 있어 진행 중단	설치 및 안전상의 문제 발생 소지 해결이 필요함
레이저	8m높이에 센서를 설치하여 센서와 도로와의 거리를 8m, 16m, 20m 순으로 다차로 가능성 테스트 함	8m높이로 레이저 검지기를 설치하여, 안쪽차로 검지	다차로 측정시 주변환경의 영향(바람, 통행차량의 진동)을 받음	8m높이로 올렸을 경우 주변환경에 영향을 받으며, 운반의 용이성이 떨어짐
레이더	현장의 AVI장비와 데이터 비교 테스트	5.5m높이로 레이더를 설치하여, 안쪽차로 검지를 가능케 함	속 도 정 확 도 95%이상, 교통량 80%이상	속도정확도는 95% 이상으로 결과가 양호하지만, 교통량에서 놓치는 차량대수가 빈번히 발생함
쿼드로터	공중에서 영상 획득후 픽셀 변화 테스트	공중에서 차로를 촬영한후 다차로 검지시 픽셀값의변화량 확인하여 속도, 교통량을 확인	픽 셀 오 차 값 이 최소 5픽셀에서 최대 137픽셀 발생	쿼드로터 자체의 진동으로 인해 50~100 픽셀(Pixel)이상의 오차가 발생됨
차로내 센서	차로내 설치하여 다차로 테스트	차선에 설치하여 양방향으로 차로 검지	4월경 제작하여 테스트 예정	소형으로 차량소통에 문제가 없으나, 고정방안이 문제 될 수 있음

나. 밀도검지 알고리즘 개발

○ 이동식 기준 검지기 개발에 대한 연구는 자료 수집 및 기초문헌조사를 통한 기준장비의 기술동향 파악 및 각종 센서 분석를 분석하여 기존 지점 이동식 검지기에 대한 업그레이드 방안으로 루프식 지점 기준검지기 및 비접촉 레이저 기준검지기 시제품을 개발함. 또한 시립대에서 개발한 밀도검지를 위한 알고리즘에 따른 프로토타입을 개발함과 동시에 다차로 이동식 기준검지기 개발을 위한 요소기술을 개발 및 다차로 검지방안을 모색함

(1) 밀도검지 기본알고리즘 구성

① 알고리즘의 Sub-process 구성과 기능

○ 알고리즘의 구성은 총 3단계의 Process로 구성되어짐. <표 3.165>에서 보는 바와 같이 첫 번계 단계는 초기화 Process이며 이 과정은 알고리즘을 초기화하

기위한 과정으로써 초기존재대수(R)를 파악하기 위한 것임

○ 두 번째 단계는 밀도검지 Process임, 이 과정은 밀도를 실제로 검지하기 위한 과정이며, 이 알고리즘의 구성은 수집주기별로 밀도를 측정하는 것과 수집주기별로 밀도를 가공하는 것으로 구성 되어 있음

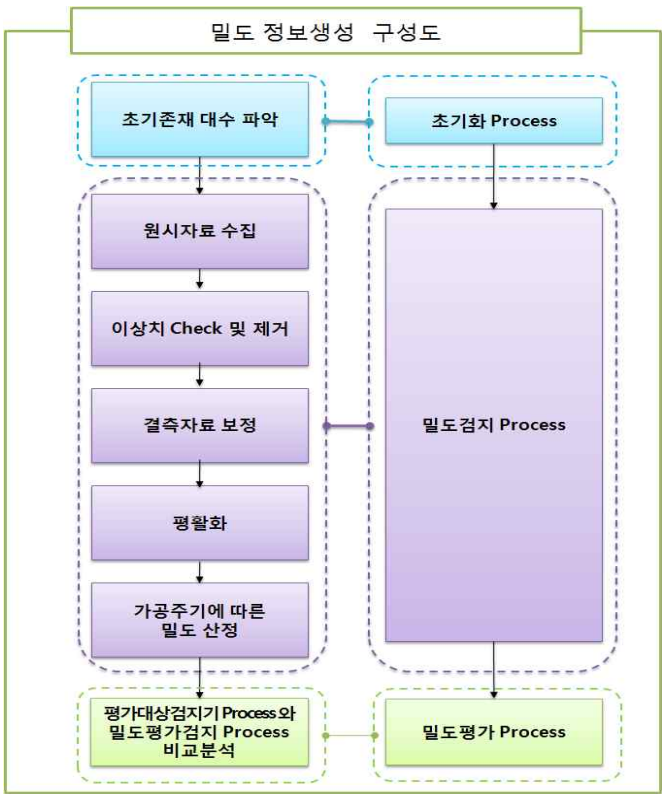
○ 세 번째 단계는 밀도정확도 평가과정으로써 기준 검지기자료와 대상검지기자료를 비교분석하는 과정임

<표 3.13> 기본알고리즘 구성과 기능

3단계 Sub-Process	기능
1단계 초기화 Process	▪ 알고리즘의 초기화 ▪ 초기차량대수 파악
2단계 밀도검지 Process	▪ 수집주기 별로 밀도 측정 ▪ 가공주기 별로 밀도 가공
3단계 밀도 정확도 평가 Process	▪ 기준검지자료와 대상 검지기자료의 비교 분석

② 전체 알고리즘 구성도

○ 기본알고리즘의 구성은 다음의 그림과 같음



[그림 3.21] 기본밀도알고리즘 구성도

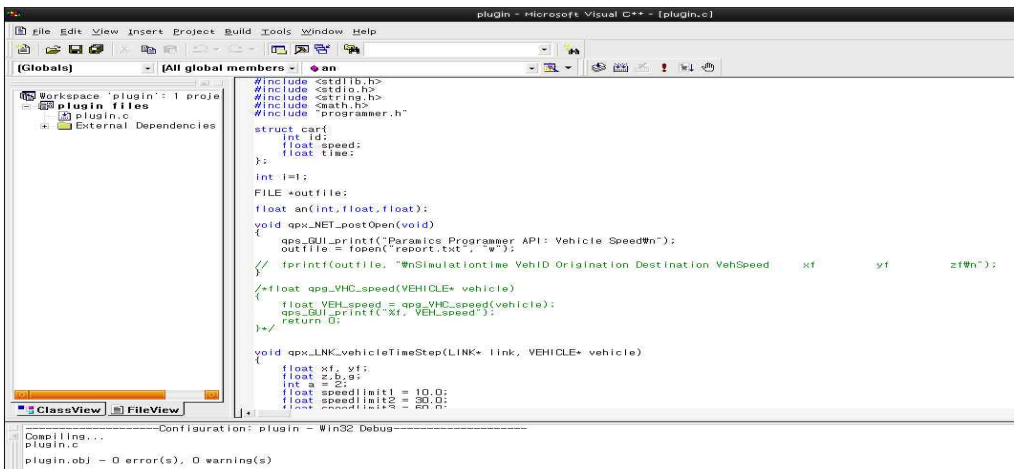
(2) 알고리즘 적용성 분석

○ 알고리즘에 수집자료를 적용하여, 교통수집주기, 가공주기, 평활화 등이 적합하게 작동하는지를 분석함

○ 자료수집은 카메라를 활용하여 촬영한 실자료를 활용하거나 Paramics API기능을 이용하여 자료를 생성함

(가) 알고리즘 로직 분석

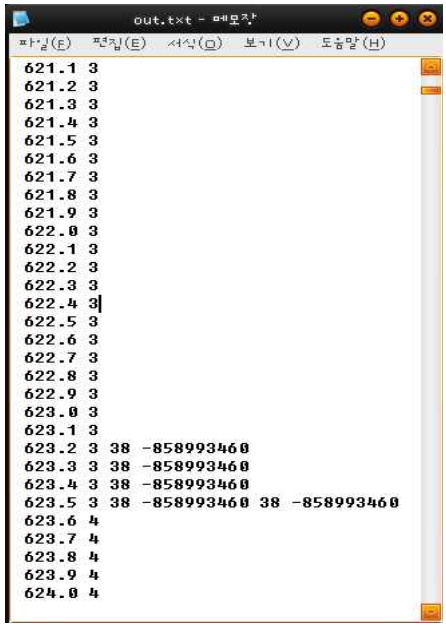
○ 밀도검지알고리즘을 토대로 Paramics API(사용자가 원하는 기능을 Microsoft Visual C++등을 이용하여 Plug-in file에 담아 Paramics를 연결시켜 실행할 수 있는 기능)을 이용하여 coding함. 본 C++구성은 두 개의 진입, 진출구간에서 수집되어지는 차량의 대수를 각각 counting하여 차량대수를 구함



[그림 3.22] 수계산에 필요한 C++구성도

○ 가상시뮬레이션에 현실성을 최대한 부여하기 위하여 현재 천호대교의 연속류 램프구간을 선정하였음. 이 구간의 실험조건은 연속류 램프구간이며, 측정구간 길이는 200m의 천호대교 진출램프 구간을 근거로 하여 지점으로 선정함

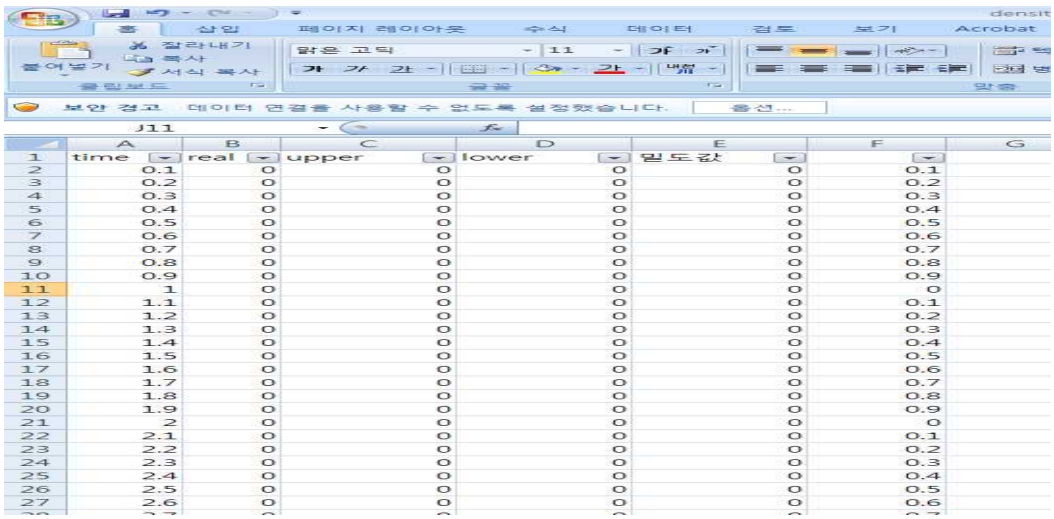
○ 가상시뮬레이션 (Paramics API)에서 수집되는 밀도값을 관측간격을 1초, 5초, 10초, 15초, 30초로 설정하였고 각각의 서비스수준 LOS A, C, F와 시간에 따라 수요가 변하는(LOS C→F→A)인 경우로 수집함



시간(초)	진입구간 차량대수	진출구간 차량대수
621	1	3
622	2	3
623	3	3
624	4	3
625	5	3
626	7	3
627	8	3
628	9	3
629	10	3
630	11	3
631	12	3
632	13	3
633	9	3
634	6	3
635	7	4

[그림 3.23] 수계산에 필요한 C++구성도

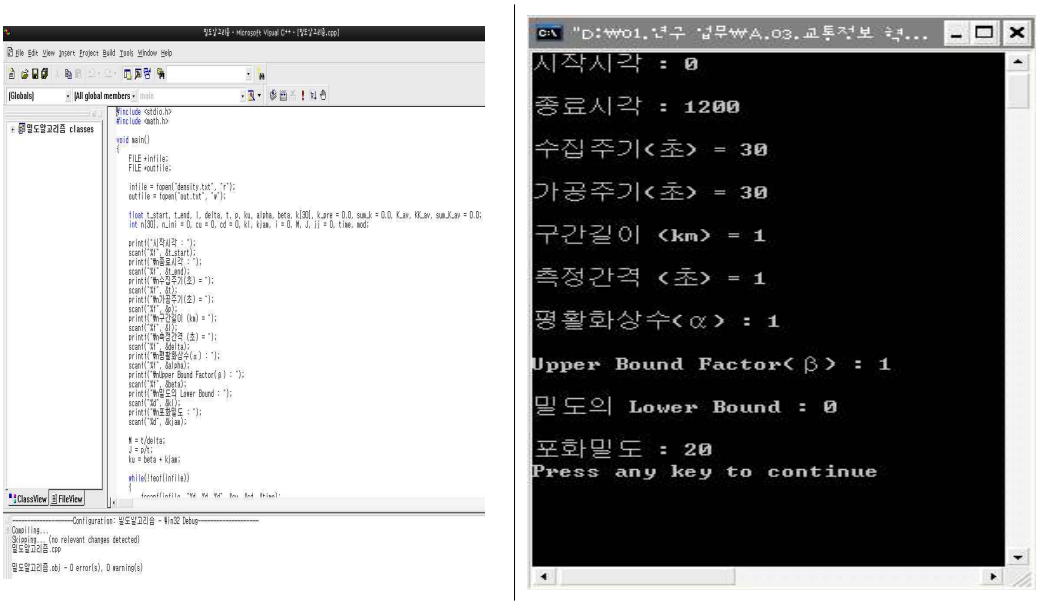
○ 측정간격(△)사이에 들어온 진입구간의 차량대수를 같은 측정간격에 진출한 차량대수를 차감하여 밀도값을 구함



	A	B	C	D	E	F	G
1	time	real	upper	lower	밀도값		
2	0.1	0	0	0	0	0.1	
3	0.2	0	0	0	0	0.2	
4	0.3	0	0	0	0	0.3	
5	0.4	0	0	0	0	0.4	
6	0.5	0	0	0	0	0.5	
7	0.6	0	0	0	0	0.6	
8	0.7	0	0	0	0	0.7	
9	0.8	0	0	0	0	0.8	
10	0.9	0	0	0	0	0.9	
11	1	0	0	0	0	0	
12	1.1	0	0	0	0	0.1	
13	1.2	0	0	0	0	0.2	
14	1.3	0	0	0	0	0.3	
15	1.4	0	0	0	0	0.4	
16	1.5	0	0	0	0	0.5	
17	1.6	0	0	0	0	0.6	
18	1.7	0	0	0	0	0.7	
19	1.8	0	0	0	0	0.8	
20	1.9	0	0	0	0	0.9	
21	2	0	0	0	0	0	
22	2.1	0	0	0	0	0.1	
23	2.2	0	0	0	0	0.2	
24	2.3	0	0	0	0	0.3	
25	2.4	0	0	0	0	0.4	
26	2.5	0	0	0	0	0.5	
27	2.6	0	0	0	0	0.6	

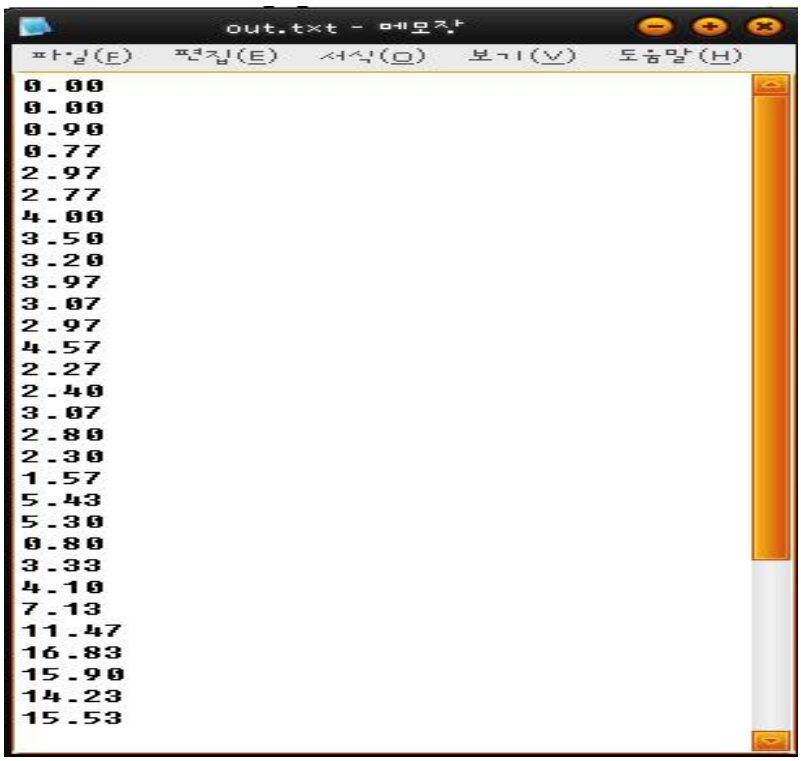
[그림 3.24] Excel을 이용한 밀도값

○ 시작시간, 종료시각, 수집주기, 가공주기(초), 구간길이, 평활화상수, 포화밀도값을 수 계산하여 수집조건을 동일하게 하여 밀도를 산출함



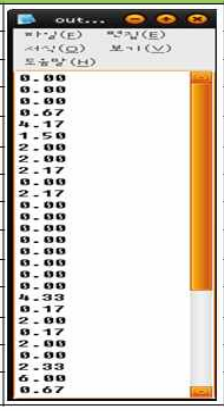
[그림 3.25] 밀도값 산출 Code

○ 본 밀도검지알고리즘으로 구성된 알고리즘 code를 바탕으로 구성하여 계산된 밀도값은 다음 그림과 같음



[그림 3.26] code를 이용한 밀도값

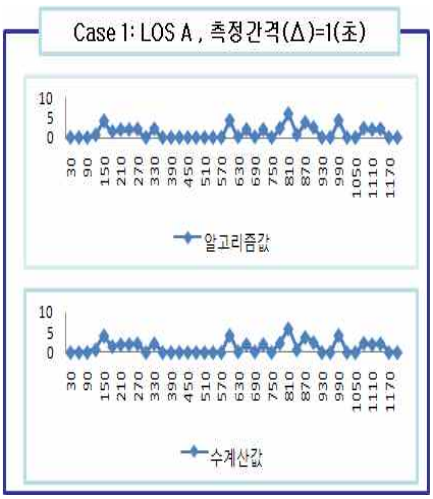
○ 비교분석한 결과 측정간격(△) =1초(수집주기=30초)로 설정하여 알고리즘 값과 수 계산값은 비교 100% 일치함

수집주기(초)	알고리즘 결과 값		수계산한 값	
30	0		0	
60	0		0	
90	0		0	
120	0.67		0.666667	
150	4.17		4.166667	
180	1.5		1.5	
210	2		2	
240	2		2	
270	2.17		2.166667	
300	0		0	
330	2.17		2.166667	
360	0		0	
·	·		·	
-	-		-	

시간	엑셀계산값
30	0
60	0
90	0
120	0.666666667
150	4.166666667
180	1.5
210	2
240	2
270	2.166666667
300	0
330	2.166666667
360	0
390	0
420	0
450	0
480	0
510	0
540	0
570	0
600	4.333333333
630	0.166666667

[그림 3.27] Excel을 이용한 밀도값과 code로 계산된 밀도값 비교표

○ 가상시뮬레이션 (Paramics API)에서 수집되는 밀도값을 관측간격을 1초, 5초, 10초, 15초, 30초로 설정하였고 각각의 서비스수준 LOS A, C, F와 시간에 따라 수요가 변하는(LOS C→F→A)인 경우로 수집분석한 결과, 서비스 수준별로 측정간격(△) =1초, 수집주기=30초로 설정하여 알고리즘 값과 수 계산값을 비교 분석한 결과도 100% 일치함



교통수요수준	수집주기	측정간격	일치여부
LOS A	30	1초	일치
	30	5초	일치
	30	10초	일치
	30	15초	일치
	30	30초	일치
LOS C	30	1초	일치
	30	5초	일치
	30	10초	일치
	30	15초	일치
	30	30초	일치
LOS F	30	1초	일치
	30	5초	일치
·	·	·	·
-	-	-	-

[그림 3.28] Excel을 이용한 밀도값과 code로 계산된 밀도값 비교표

(나) 측정간격오차 분석

○ 교통조건은 연속류, 단차로 구간을 대상으로 알고리즘을 개발하였으며 차선변경이 불가능한 기본 구간을 전제로 하였음. 다음 그림에서 보는 바와 같이 측정지점(1)과 지점(2) 구간사이의 측정시각(t)동안 머문 차량수를 검지하는 진입-진출검지 방법(In-Out counting method)을 제시함



[그림 3.29] In-Out counting method

○ 수집주기(T)에서 측정간격(△)이 좁아질수록 측정횟수 M은 증가하고, 측정간격이 넓어질수록 M은 감소함

$$\text{측정간격}(\triangle) = T/M$$

여기서, T= 수집주기

M= 측정횟수

○ 순간밀도(k)는 측정시각m_i의 관측된 밀도값을 나타냄. 즉, 어떤 측정시각 동안 차량대수(N)를 파악하여 구간길이 [L]로 나눈 값을 뜻함

$$k(m_i) = N/L$$

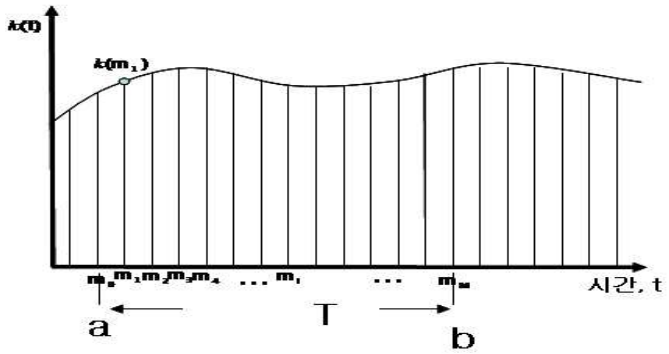
여기서, $k(m_i)$= m_i시점에서의 순간밀도, m_i= 측정시각, N= 차량대수, L= 측정구간길이

○ 평균밀도는 수집주기(T)동안 측정간격(△)으로 순간밀도를 M번 관측하여 평균한 밀도값을 뜻함

$$\text{평균밀도}(K) = \frac{1}{T}\sum_{i=1}^{M} k(m_i)$$

여기서, T= 수집주기

m_i= 측정시각



[그림 3.30] 밀도의수집주기 및 관측시각의 개념

○ 가상시뮬레이션 (Paramics API)에서 수집되는 밀도값의 가장 작은 단위 측정간격 0.1초인 경우를 $K_{기준값}$ 으로 정의하고 관측간격을 1초, 5초, 10초, 15초, 30초로 설정함. 각각의 서비스수준 LOS A, C, F와 시간에 따라 수요가 변하는(LOS C→F→A)인 경우의 $K_{측정값}$ 을 산정하여 $K_{기준값}$ 과 $K_{측정값}$의 그래프로 나타냄. 또한 (식2-4)의 수식을 사용하여 %오차(각각의 수요량과 관측간격의 변화에 따른 관측간격에서의 오차의 정도)를 파악함

$$\%오차 = \frac{K_{측정값} - K_{기준값}}{K_{기준값}} * 100$$

여기서, $K_{기준값}$ = 측정간격이 0.1초일 때 평균밀도

$K_{측정값}$ = 측정간격이 1초, 5초,10초, 15초, 30초 일 때 평균밀도

○ Paramics API(사용자가 원하는 기능을 Microsoft Visual C++등을 이용하여 Plug-in file에 담아 Paramics 연결시켜 실행할 수 있는 기능)을 통해 밀도 수집주기 T 동안 충분히 작은 측정간격에서의 평균 밀도값인 $K_{기준값}$ 을 산출하기 위한 Simulation을 구현함

○ 또한 관측간격을 1초, 5초, 10초,…, T초로 다양하게 설정하고, 각각의 서비스수준 LOS A, C, F와 시간에 따라 LOS C→F→A로 변화하는 경우의 평균밀도값인 $K_{측정값}$ 을 산출하는 Simulation을 구현하여 $K_{기준값}$과 $K_{측정값}$을 분석함

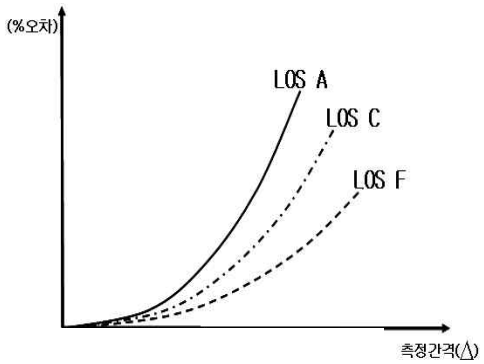
○ 가상시뮬레이션의 현실성을 최대한 주어지기 위하여 현재 천호대교의 연속류 램프구간을 선정함. 이 구간의 실험조건은 연속류 램프구간이며, 측정구간길이 200 m인 천호대교 진출램프 구간을 근거로 하여 지점을 선정함



[그림 3.31] 실험구간(천호대교 램프구간)

○ 수집주기(30초)와 수집주기(60초) 측정간격(1초)에서는 오차가 적으며 측정간격이 클수록 오차율은 높아짐

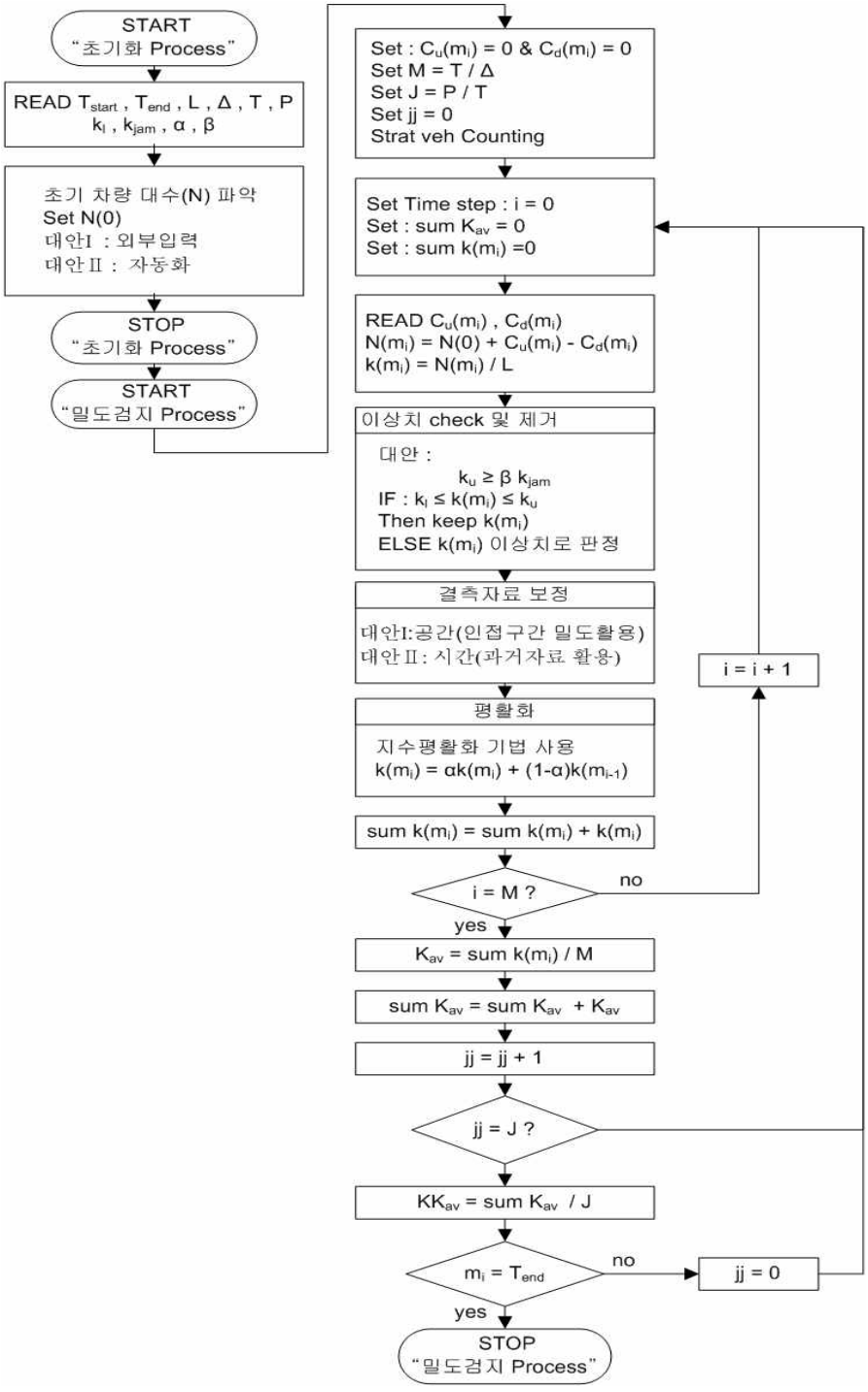
○ 두 개의 그래프는 유사한 패턴을 보였으나 수집주기(60초)일 때 오차율이 전체적으로 적은 것으로 나타남



[그림 3.32] 측정간격에 따른 %오차변화 추이

(다) 프로타입용 알고리즘

○ 단차로 밀도검지알고리즘은 밀도검지를 위하여 측정시각에 초기대수 파악하는 과정을 수행한 후 밀도를 실제로 검지해 낼 수 있는 과정으로 알고리즘을 구성함. 본 알고리즘은 수집주기, 가공주기를 Setting 가능하도록 알고리즘을 재구성하고, 평활화 기법은 지수 평활화 기법을 선택하였으며, 사용자를 고려하여 평활화 계수는 선택 가능하게 작성함



[그림 3.33] 밀도검지알고리즘

○ 당해 연도에는 두 지점의 지점검지기를 이용하여 연속류 구간의 밀도측정방안의 쟁점사항을 도출하고 해결대안을 제시하고, 두 지점의 지점검지기를 이용하여 Multi Lanes 밀도검지알고리즘을 개발함

(3) 밀도관측 시 쟁점사항의 해결대안 제시

○ 밀도를 측정 시 측정개시이전에 머문 차량대수를 산정하는 것이 초기존재대수임

○ In-Out Counting 방식은 진입구간 누적대수 진출구간 누적대수를 구해서 밀도를 산정하는 것이므로 초기존재대수 Error가 발생하면 이후의 수집결과에 계속해서 영향을 미치게 됨

○ 즉, 초기존재대수의 Error Propagation이 정확도 향상에 가장 큰 걸림돌이 될 것으로 추정됨

○ 본 연구진은 실제 현장자료를 이용하여 초기존재대수가 Error가 발생하면 이후의 수집결과가 계속해서 영향을 주는 지 분석함. 분석구간은 미아리 부근에 육교에서 100m, 200m 측정구간길이를 정해 카메라 영상자료를 수집함

○ 초기존재대수의 해결대안 제시

- 임의의 차량을 이용하는 방안
- Floating Car를 이용하는 방안
- 진입/진출구간의 개별차량ID를 모두 검지하는 방안

(4) 밀도검지 알고리즘 개발

(가) 밀도 검지 프로세스

○ 측정시각에 초기대수 파악하는 과정을 수행한 후 밀도를 실제로 검지해 낼 수 있는 과정으로 알고리즘을 구성하였음

○ 측정시각에 초기대수 파악하는 과정을 수행한 후 밀도를 실제로 검지해 낼 수 있는 과정으로 알고리즘을 구성하였음

○ 측정개시시각 이후 기준차량ID를 검지 진입/진출구간의 검지되는 모든 차량ID 검지 Counting 및 ID기억시킴. 진입/진출구간에 차량ID를 비교하여 밀도값을 산출하는 방안임

○ 측정개시시각 이후 진출구간에 ID가 측정개시시각 이후 진입구간누적 ID에 검지되지 않았다면 측정이전에 머문 차량 선행차량의 간주하여 측정시각부터~현재수집된 값까지 보정하는 보정 Process임

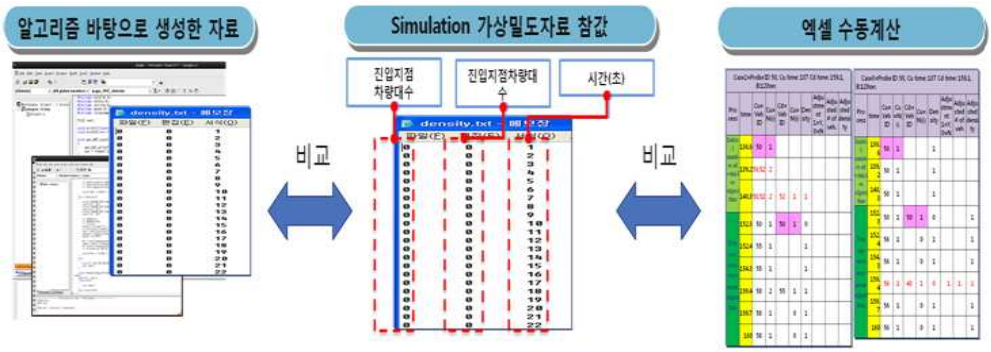
(나) 알고리즘 Logic 분석

○ 교통시뮬레이션 프로그램인 PARAMICS를 이용하여 알고리즘이 정확히 구현이

되는지 확인하기 위한 분석을 시행함

○ 시뮬레이션구간은 Single Lane경우 램프구간0.3Km으로 선정하였고 Multi Lane의 경우 0.5Km 2차선 고속도로를 선정하여 Simulation을 분석하였으며, 분석시간 15분으로 시행함

○ 또한 서비스수준별로 교통량을 달리하여 알고리즘 Logic 분석을 시행함



[그림 3.34] 알고리즘 Logic 분석

○ 본 연구에서 제시한 User a Chosen Vehicle밀도검지 알고리즘을 바탕으로 C Code를 작성하여 수집된 자료를 이용하여 수집한 알고리즘 밀도값, PARAMICS에서 제공되는 시뮬레이션상의 밀도참값을 서로 비교 분석한 결과 두 자료 모두 100% 일치하는 것으로 나타남

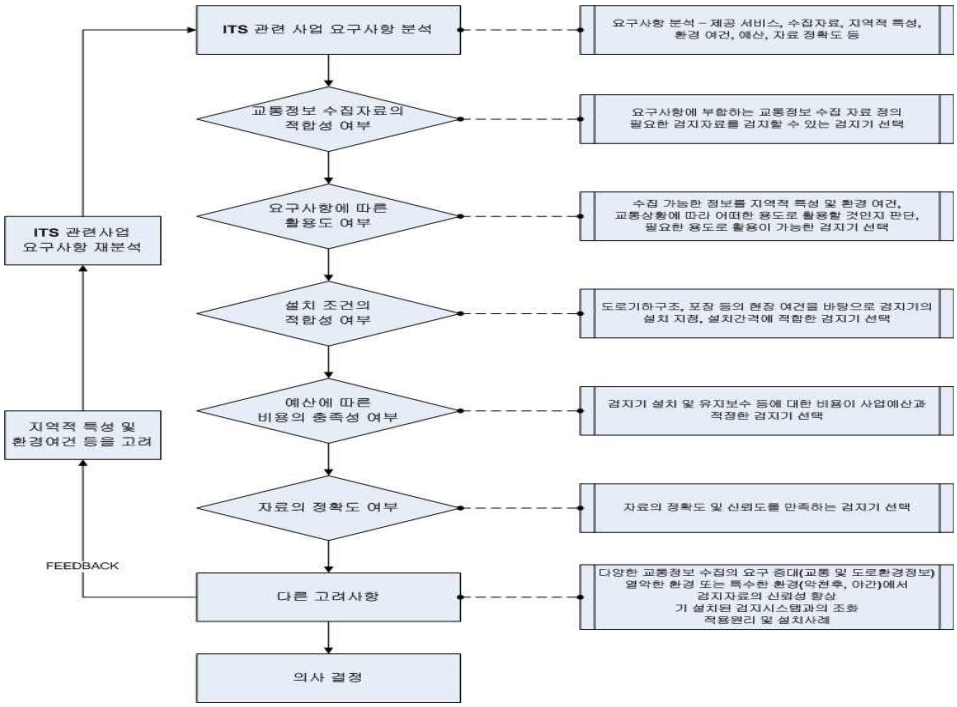
○ 본 연구에서 제시한 User a Floating Car + All vehicle's ID at upstream counting station+ all vehicle's ID at downstream counting station (Multi Lanes) 밀도검지 알고리즘을 Multi Lanes 구간에 적용시켜 분석한 결과 Multi Lanes 구간 역시 모두 100% 일치하는 것으로 나타남

4. 검지기 매뉴얼 작성 및 항공영상 교통정보 활용성 연구

가. 검지기의 선정절차 및 기능정의

○ 사용자에게 어떤 서비스를 제공한 것인가를 결정하고, 사업의 요구사항과 선정된 서비스 분석을 토대로 검지기 선정의 기본방향을 설정

○ 자료의 수집 가능 여부, 요구사항에 따른 용도 및 기능 활용 여부, 검지기의 설치 지점, 설치간격 등의 설치기준에 적합성 여부, 예산에 따른 비용의 충족성 여부 등의 고려사항을 통해 검지기 선정



[그림 3.35] 검지기 선정 절차

나. 기존 검지기시스템 특성 분석

○ 수요자 입장에서 기존 검지시스템과 개발검지기(다기능복합검지기, 열적외선을 이용한 독립형 교통검지기)의 특성에 따라 사업의 목적과 요구사항에 적합한 검지시스템을 선정할 수 있도록 검지기의 기능정의에 본바탕이 되는 검지기의 기본개념 및 검지체계를 제시하였으며, 기존 검지시스템의 장·단점, 설치기준, 환경여건의 특성, 비용, 교체주기, 적용사례 등의 특성을 제시함

○ 검지기의 특성 부분에서는 검지기의 수집자료의 정의와 정확성 비교를 제시하고, 검지기의 장·단점과 환경변화에 따른 검지기의 특성 및 그에 따른 오류 발생원인을 제시함

<표 3.14> 기존 검지기 특성 분석 요약

구분	내 용	검지기 선정 절차
검지기의 특성	▪ 검지기의 수집 자료의 정의와 정확성 비교를 제시 ▪ 검지기의 특성 및 장·단점 제시	교통정보 수집자료 적합성 여부
검지기의 환경여건의 특성	▪ 환경변화에 따른 검지기의 특성 및 그에 따른 오류 발생원인을 제시	요구사항에 따른 활용도 여부
검지기의 설치간격 및 설치기준	▪ 차량검지기의 설치지점 및 선정기준의 국내·외 사례와 설치간격을 제시 ▪ 검지기(VDS, AVI, CCTV)별 설치기준의 사례를 제시	설치 조건의 적합성 여부
검지기의 비용(경제성)	▪ 검지기와 관련된 비용을 검지기별 특성 및 용도에 따라 제시 ▪ 검지기의 비용(공사비 미포함)과 관련된 사례를 제시	예산에 따른 비용의 충족성 여부
검지기의 적정교체시기	▪ 검지기의 적정교체시기 결정 방법 및 교체주기의 사례 제시	예산에 따른 비용의 충족성 여부
검지기의 원리 및 적용사례	▪ 검지기의 기본개념 및 검지원리를 제시 ▪ 검지원리에 따른 설치사례 제시	다른 고려 사항
검지기의 신뢰도 및 정확성	▪ 신뢰도 평가 및 오류원인 제시 ▪ 검지기의 신뢰도 분석 사례 제시	자료의 정확도 여부

다. 개발검지기의 특성 분석

○ 기존검지기의 단점을 보완하여 공동기관에서 연구 개발 중인 다기능복합검지기와 열적외선을 이용한 환경 독립형 교통검지기의 대한 검지기 매뉴얼을 작성하기위해 개발검지기의 주요 기능 및 특성, 설치 및 운영방법을 제시하고, 목적 및 필요성과 기존검지기와 개발검지기의 차별성을 제시함

○ 다기능 복합검지기의 특성 내용은 아래의 표와 같이 정리 함

<표 3.15> 다기능 복합검지기의 특성

구분	다기능 복합검지기
검지원리	• 가시영상 및 근적외선 영상 취득이 가능한 단일카메라 및 기상센서의 융합(무선RSE결합:기존연구성과물) • 가시광선 영상, 근적외선 영상, 기상정보 융합 가공
수집정보	• 도로기상 정보, 노면상태정보, 안개상태정보

	• 지점교통정보, 구간교통정보 • 멀티미디어 정보(동영상 등)
장·단점	• 개별장비(영상검지기, AVI(4차로), CCTV, RWIS) 설치에 비하여 매우 저렴한 비용, 간소한 장비, 낮은 전력소모 등 • 기존영상검지기, AVI의 단점인 열악기상환경에 취약부분을 근적외영상, 조명, 무선통신 기술 등을 이용 개선함 • 단점 : RWIS에 비하여 낮은 환경정보 정밀도
설치기준	• 영상검지기 설치기준에 준함 (2~4차선시 사이드폴 또는 중앙폴에 높이 8~12m 설치)
교체주기	• 기존 ITS장비 교체주기에 준함 (사용 연한 5년)
검지기 비용(단가)	• type A(지점교통정보 only) : 2000만원 • type B(지점 및 구간교통정보) : 4000만원 • type C(지점,구간 및 환경정보) : 5000만원
환경여건의 검지특성	• 근적외영상(안개투과) 및 근적외 조명 사용으로 전일, 대부분의 기상상황에 대한 교통정보의 신뢰도 확보 • 단 폭설시 차량번호의 가려짐으로 인해 구간정보의 매칭률 저하 (영상인식 불가시 무선인식 정보만 활용)
개발검지기의 기능 및 특성	• 단일장비를 사용하여 도로환경정보 및 교통정보(지점/구간) 수집 • 근적외영상 및 자체 알고리즘에 의한 전일 대부분의 기상상황(주간,야간,천이,우천,우설 등)에 대한 정보신뢰도 향상

○ 열 적외선을 이용한 환경독립형 교통검지기의 특성 내용은 아래의 표와 같이 정리 함

<표 3.16> 열 적외선을 이용한 환경독립형 교통검지기의 특성

구분	열적외선을 이용한 환경교통검지기
검지원리	• 열 화상 카메라 : 사람 혹은 사물에서 방사되는 열에너지를 전자파의 일종인 적외선 파장의 형태로 검출해 각각 다른 색상으로 영상화 해주는 특수 카메라를 말함 • 일반 RGB기반의 CCD 카메라 영상이 아닌 열 적외선 센서를 이용하여 8~14㎛ 대역의 파장을 사용하며, 열화상 기반의 영상신호를 입력 받아 가상의 검지영역을 설정하여 이동차량에 대한 교통정보를 수집함
수집정보	• 교통량, 속도, 점유시간, 차두간격, 밀도, 대기행렬 등
장·단점	• 장점 : 악천후 환경에서도 큰 영향을 받지 않아 상시 신뢰도 높은 교통정보 수집이 가능함

	• 단점 : 열 적외선 카메라의 국내 제작 기술이 현존하지 않아 수입품에 대한 의존도가 높아 고가
설치기준	• 구조물 특성 : Pole 12M • 전방 약 500M 시야각으로 설치지점에서 약 50M 시점 이후부터 검지
교체주기	• 기존 ITS장비 교체주기에 준함(사용연한 7년)
검지기 비용(단가)	• 약 8000만원
환경여건의 검지특성	• 비/눈/안개 등의 악천후 환경에도 일정수준의 신뢰도 확보가 가능하며, 주/야간의 신뢰도도 극복 가능함
개발검지기의 기능 및 특성	• 악천후 환경에 강한 요소를 탑재하고 있으며, 기존 검지 기술보다 우수한 검지기술을 개발하여 신뢰성 높은 교통검지기술을 상시 수집 및 제공이 가능함

5. 항공영상을 이용한 교통정보 수집 기술 및 추출 기술 개발

가. 항공영상을 이용한 교통정보 수집기술 개발

(1) 실시간 항공영상을 이용한 광역교통검지 및 관리기술 개발

○ 연구개발의 주요 연구내용인 항공영상 취득을 위하여 첫째, 비행 운항환경 구축, 둘째, 무인 비행기 설계 및 제작, 셋째, 영상탑재장치 정립을 목표로 본 연구를 진행함

○ 비행 운항환경구축을 위한 항공법 및 항공 시행규칙에 따른 비행운항 환경 조사 분석 및 운항노선구축, 비행체 도입의 타당성에 대한 내용은 본 1세부 총괄보고서에서 참조

(가) 12m급 ULV시험기 설계 및 제작

○ 최종 성과물인 46m급 ITS 전용 실시간 영상정보 취득용 비행선을 국내 설계, 제작 및 운영하기 위한 기초단계로서 1/5크기의 시험기를 설계/제작 하고, 이러한 Protype 비행선을 시험 비행함으로 국내 기상과 운항/기상환경에 적합한 비행선 제작의 기초/기반 데이터를 추출하고 분석하여 유인 비행선 제작에 활용함



[그림 3.36] 개발된 시험기

(나) 항공영상 취득 실험 계획 및 테스트베드 선정

① 항공사진의 일반적 특징

○ 항공사진을 통해 나타나는 영상의 형태는 지도와 다른 모습을 취하고 있는데 이것은 근본적으로 항공사진의 투영 방식에 기인함

○ 정사투영 방식을 취하고 있는 지도와 달리 항공사진은 중심투영이라는 방식을 취하기 때문에 투영 중심점이 위치한 사진의 중심부에서는 지도와 비슷한 형태를 나타내지만 사진의 외곽으로 갈수록 지형지물의 상이 그림에서 보는 바와 같이 옆으로 눕게 됨



[그림 3.37] 항공사진의 예

② 항공영상 수집 실험 대상지 선정

○ 광역교통검지 및 관리기술개발 연구를 위해 현장실험대상지를 검토하였음

○ 현장실험대상지는 지속적으로 활용이 가능해야 하며 수도권 규제지역(P-73)을 가급적 지양하여 선정할 계획임

○ 기상별 RF 및 교통특성별 영상수집/전송 실험을 위해 요구조건을 모두 만족하면서 기존 ITS사업구간과 중첩된 지역으로 검토하였음

○ 연구단의 협의를 거쳐 현장실험대상지는 다음과 같음

<표 3.17> 현장실험 대상지 검토

	특성	선정검토
부천시	면적(km^2): 53.50 인구(명): 870,183 자동차 등록대수(대): 243,970 도로연장(km): 568	▪ 해당 지자체의 협조수준(제도적/비용적 측면) ▪ ITS 구축수준 ▪ 항공영상정보 ITS센터 표출 가능여부(추가비용발생측면) ▪ 기타 전문가 의견
안산시	면적(km^2): 147.91 인구(명): 723,075 자동차 등록대수(대): 233,904 도로연장(km): 829	
수원시	면적(km^2): 121.05 인구(명): 1,082,271 자동차 등록대수(대): 352,985 도로연장(km): 802	
안양시	면적(km^2): 58.47 인구(명): 629,659 자동차 등록대수(대): 184,907 도로연장(km): 391	

○ 연속류의 교통정보취득을 위한 항공영상수집실험을 실시하였으며(안현JCT～조남JCT), 비행운항속도 90km/h로 설정하여 지상에서 1,200m(4000ft) 고도에서 1차 영상수집실험을 실시하였음

(다) 항공영상의 제원정의 및 수집실험 결과

○ 촬영영상의 공간 정보에 대한 정의를 위해 추출하고자 하는 특징의 최소크기, 광역 교통정보로서 의미를 갖기 위한 지상에서의 공간적범위를 제한사항으로 두어 비행선에서 촬영할 영상의 최소 제원을 결정하였고 차량속도를 추출하기

위해서는 연속 촬영되는 영상내에 동일한 차량이 존재해야 함을 또 다른 제원으로 정의하였음

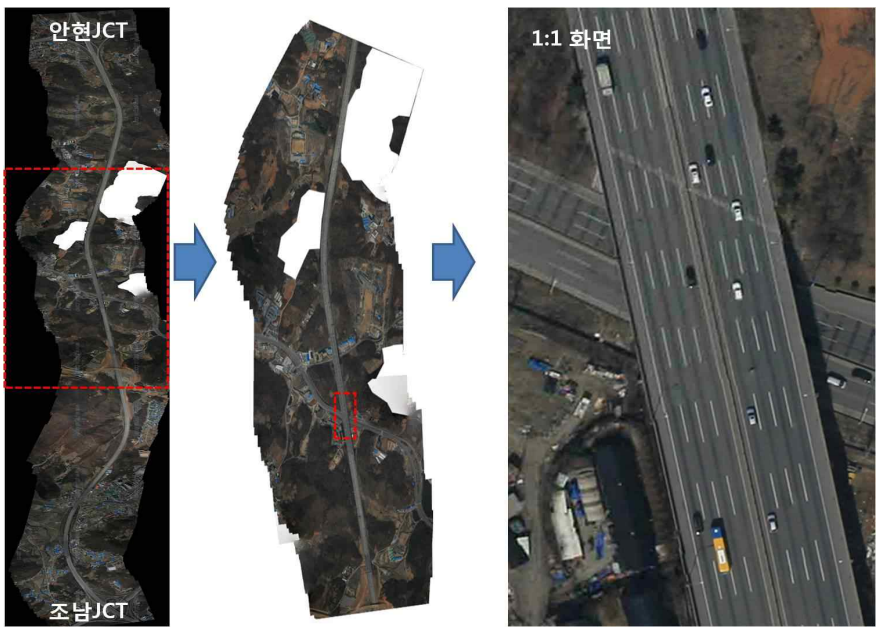
○ 본 연구에서 추출하고자 하는 차량의 크기는 대략 4 ~ 6 m 정도의 크기를 갖기 때문에 영상에서 육안으로 식별할 수 있는 영상의 공간해상력은 약 1 m 정도이고 이를 특징으로 추출하기 위해서는 약 0.3 ~ 0.5 m 정도의 공간해상력을 가져야 하고 이때 약 8 ~ 20 화소의 크기를 갖게 됨

○ 지상에서의 공간적 범위는 약 1Km 정도를 포함할 수 있는 정도의 영상크기를 갖기 위해 렌즈는 50mm를 사용하고 촬영고도는 약 1300m로 하고 한 영상의 파일크기는 약 5MB 정도로 다운링크에 문제가 없는 정도로 설정함

○ 광역항공영상 수집은 영상 및 센서자료를 포함하여 협동기관에 무선으로 전송할 계획임

○ 광역항공영상 수집은 영상(정지영상/동영상)으로 구분하여 수집 실험함

○ 연속류를 대상으로 실험한 항공영상은 다음 그림과 같음



[그림 3.38] 연속류(안현JCT ~ 조남JCT) 수집영상

(2) 영상안정화 및 향상기술개발

○ 영상 안정화 장치(Stabilize)는 영상 센서장비가 탑재되는 관성 안정화 장치로서, 외란이나 비행선의 움직임에 대한 영상의 흔들림을 제거하고 원하는 표적 방향으로 영상 센서를 구동하여 영상정보를 취득하는 장비임

○ 영상 안정화 장치는 비행선, 헬기 등에 필수적인 장비로 인식되고 있으며, 저공비행 및 공중에서 정지하여 한곳의 영상정보를 취득하는 과정에서는 필수적인 장비임

○ 따라서, 영상 안정화 장치의 부재는 기체에서 발생하는 진동이 비행선의 영상장치에 영향을 미치게 되고, 광역교통정보를 수집하기 위한 기본 영상자료의 품질도 저하됨

○ 본 절에서는 교통 과밀지역에서 영상 취득의 안정성 등을 고려하여 영상탑재장치의 진동 및 기상 현상에 따른 각축의 움직임을 제어하고, 고품질의 데이터로서의 가치를 가질 수 있는 장치를 개발함

○ 비행체의 자체진동 및 기상상태에 따른 악영향으로 항공영상센서의 흔들림을 차단하고 비행체의 기동과 무관하게 Roll, Pitch, Yaw를 자동제어하여 항공영상의 기하학적 왜곡을 제어함 따라서, 광역교통검지를 위한 항공영상수집에 필수적으로 요구되는 기술개발 과제임

(가) 영상 탑재장치

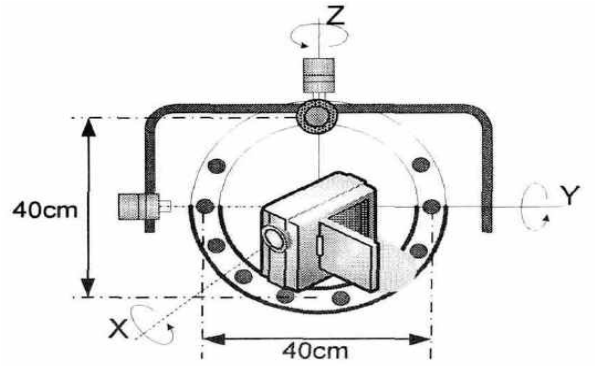
○ 연속류 및 단속류의 광역교통정보를 수집하기 위해 짧은 간격의 영상자료를 수집하게 되며, 고품질의 영상자료를 취득하기 위해 가장 안정된 영상장비를 고려하여 선정함

○ 움직이는 비행체에서 고품질의 정지 및 동영상을 연속 촬영하기 위한 중요 장치로 촬영 환경 변화 및 촬영 방법 변화에 신속히 대응할 수 있도록 설계 제작하여 반복적인 시험을 통해 최적의 탑재장치를 개발함

(나) 영상탑재 조율장치 개발

○ 영상탑재 조율장치는 비행선의 진동에 의해 영상장비의 초점이 도로영역을 벗어났을 때 모터를 구동시켜 초점을 도로영역에 고정시키게 됨

○ 또한 외부요인으로 인한 카메라의 시선이 흔들리는 것을 막아주어 보다 안정된 영상취득이 가능함



[그림 3.39] 영상탑재 조율장치 개념도

○ 따라서, 광역교통정보 수집을 위한 항공영상 취득 시 대기압 변화를 극복하기 위한 기낭 압력 조절장치와 엔진진동에 의한 영상 흔들림을 최소화하기 위한 영상탑재 조율장치를 개발하였음

○ 또한, 영상탑재 조율장치는 수직촬영을 위한 탈부착형 mount를 이용하여 틸팅 조절이 가능하게 개발하였음

(다) 영상안정화 장치 개발 및 세부기술

○ 항공영상에는 여러 가지 왜곡요인이 발생할 수 있으며, 비행체 자세변화에 따른 항공영상의 왜곡 등은 본 연구를 통해 왜곡요인을 제거 및 안정화시킴으로서 교통정보추출이 가능한 정사영상 획득이 가능해 질 것임

① 항공사진의 위치 보정

○ 기하학적 왜곡은 영상 내 각 점의 위치 변동을 의미하며, 이렇게 휘어진 영상을 평면 위에 존재하는 지형도와 중첩시키기 위해서는 항공사진 영상에 나타나는 각 점의 위치를 지형도와 같은 크기와 투영 값을 갖도록 변환해 주는 과정이 반드시 요구됨

② 비행체의 자세 변위에 따른 영상 안정화 장치의 제어

○ 피치(Pitch)는 횡을 축으로 하여 기수가 무게 중심점(C.G)을 중심으로 기수가 상하로 움직이는 동작으로 비행체가 상승하거나 하강할 때 또는 역풍/배풍 시에 일정한 지정된 고도 유지 시에 발생됨

○ 기수가 올라가거나 내려갈 때, 즉 플랫폼의 세로축이 상대적으로 불안정하거나 목표물에 조준된 카메라를 지표면에 정 수직방향을 유지 시켜야할 때 요구되는 동작임

○ 요(Yaw)는 수직축에 대한 각운동의 회전을 의미하는데 일반적으로 비행 중 진행 또는 역방향과 풍향이 일치 되지않은 방향에서의 바람으로 인한 진행방향의 편차가 발생하고 이때 Yaw 동작으로 목표물을 조준할 수 있게 됨

○ Roll은 세로축에 대한 기체의 좌우 흔들림 동작을 의미하며 연료, 카메라, 곤돌라, 충전지 등에 의해 무게 중심의 아래쪽에 위치함으로 진자운동효과가 아주 짧은 순간 반복적으로 발생하며 진행방향 전환 시 원/구심력의 평형유지 및 공기 요란현상으로 기울기(bank) 각도가 30°정도 발생할 수 있음

③ 영상 안정화 장치 자세제어 모듈

○ 영상 안정화 장치 개발은 비행체(경항공기, 헬리콥터, 비행선 등)마다 진동 특성이 다름으로 광역교통정보취득을 위한 항공영상과 같이 정밀영상 획득을 위해서는 반드시 요구되는 장비임



[그림 3.40] 영상안정화 장치

○ 자동자세보정 장치는 비행체 자세변화에 따른 영상센서의 기울기를 보정하여 항시 정사영상 수집상태를 유지하는데 필수적인 장치임

(라) 현장실험 및 향후연구계획

○ 현장실험 및 향후 연구계획 보류

(근거: 연구단 요청(첨단도로교통연구실-64, 첨단교통연구실-592)에 의한 해당연구항목보류)

(3) 실비행선 부분설계

○ 실비행선 부분설계 – 실 비행선의 중요 부분품으로 향후 제작되는 실비행선 곤돌라 부분 전반부에 탑재되어 비행선의 이륙과 착륙, 항행, 항법, 장착된 동력

기관의 조종에 필수 구성 요소/부분으로 조종석과 조종 시스템 모듈로서 향후 국내에서 개발, 설계, 제작될 비행선의 일부분 설계 제작연구 과제임



[그림 3.41] 실비행선 조종석 구성

○ 연구개발 계획(Cockpit 설계/제작) 보류
(근거: 연구단 요청(첨단도로교통연구실-64, 첨단교통연구실-592)에 의한 해당연구항목보류)

나. 항공영상을 이용한 교통정보 추출기술 개발

(1) 항공 영상정보 기반 실시간 교통정보 추출 기술 개발

(가) 실시간 교통정보 추출에 대한 전처리 및 차량 검출 기술 개발

○ 연속된 영상을 이용하는 알고리즘 및 1장의 영상만을 이용하여 간단히 특징점을 추출하고 이로부터 도로 마스킹을 통해 차량 후보를 추출하는 알고리즘을 개발하였음

㉮ 연속된 2장의 영상을 이용하여 차량후보를 추출한 결과

○ 상기 영상에서 차량의 전체 숫자는 37대이고, 추출한 차량 후보의 숫자는 30대로 이 경우 차량이 추출되지 못하는 경우는 차량이 정지해 있는 경우와 다른 차량이 동일한 위치에 있을 경우임

○ 따라서 차량이 정체해 있을 경우에는 차량 후보 추출이 어렵게 됨

㉯ 1장의 영상을 이용하여 차량후보군을 추출한 결과

○ 1개의 영상만을 이용하여 차량 후보점을 구할 경우 차량이 정지해 있을 경우에도 정확히 찾아냄을 알 수 있으나 차량 이외에 가로등과 도로가 겹치는 부분이나, 주행선의 끝부분이 후보점으로 추출될 수 있으며, 한 대의 차량에 1개 이상의 후보가 추출될 수 있으며, 차량이 도로와 유사한 밝기 값을 가질 경우 후보로 추출되지 않는 경우도 발생함

(나) 도로 이미지에서 차량 추출 및 교통정보 추출

○ 특징추출 기반 도로추출, 차량정보의 추출, 광역교통정보 추출의 프로세스를 요약하면 아래 그림과 같음



[그림 3.42] 특징추출 기반 도로 추출, 차량정보 추출, 광역 교통정보 추출 프로세스

(2) 공간영상 저장 및 관리기술 개발

○ 테스트 대상 지역에 대한 기본자료를 구축하기 위한 원칙으로 첫째, 촬영된 영상에 대한 위치정보를 제공하기 위한 정확한 참조데이터가 있어야 함

○ 둘째, 근실시간적으로 모든 영상에 대해 도로영역을 비교적 정확하게 추출하기 위한 참조데이터가 있어야 함

○ 셋째, 촬영영상을 자동으로 위치정합하기 위한 좌표가 있는 영상으로 제작된 참조데이터가 있어야 함. 넷째, 교통정보 제공을 위한 표준 노드/링크 정보가 있어야 함. 다섯째, 차량 트랙킹을 위한 위치별 도로에 대한 방향을 가지고 있어야 함

○ 이를 원칙으로 수치지도의 도로레이어, 표준 노드/링크 정보, 고해상도로 촬영된 영상으로 제작된 정사영상, 각 도로에서의 도로 방향 기울기를 구축하였음 또한 구축된 참조데이터를 원활하게 도시하기 위한 피라미드/타일링 구조를 지니도록 하였음

○ 참조데이터는 접근성을 용이하기 위해 명확한 네이밍룰을 갖는 파일시스템을 갖도록 하였으며, 기타 메타데이터는 관계형 데이터베이스인 오라클에 저장하여 원활한 쿼리가 가능하도록 함

① 연구결과(성과)

㉮ 영상정보 및 공간 정보 제원 정의

○ 테스트 대상 지역은 아래 그림과 같이 올림픽대로 일부 구간과 테헤란로 지역으로 선정함

○ 차량정보를 추출하기 위한 참조데이터로 수치지도, 항공영상, 표준노드/링크를 구축함

○ 촬영한 항공영상을 참조영상으로 활용하기 위하여 수치지도와 영상 대 영상 변환을 통해 수작업으로 참조영상을 구축하고 이를 모자이크 하여 한 영상으로 변환하여 구축함

○ 표준 노드/링크의 경우 ITRF 2000 경위도로 되어 있어 이를 WGS84 경위도 변환하여 구축하였으며 전체 구축한 참조데이터는 아래 그림과 같음

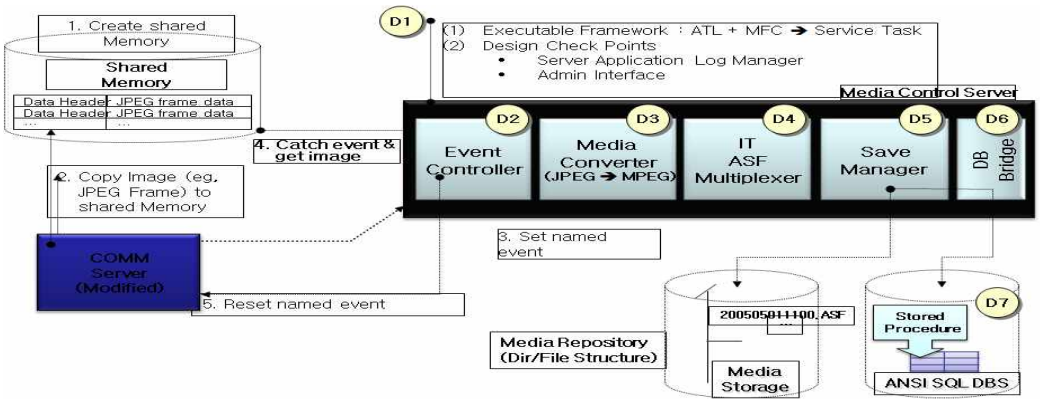
○ 구축한 데이터에서 위의 확대한 그림에서 보는 바와 같이 전반적으로 노드 위치는 정확한데 반해 링크 정보는 상행선과 하행선의 위치가 각 선의 중심이 아닐뿐더러 링크정보를 확인하기 어려 경우도 있어, 이를 편집하여 활용함

㉯ 다양한 실험영상 획득

○ 카메라의 해상도 3900만화소급, 1300만화소급, 촬영고도, 1300m, 1500m로 실험영상을 테스트지역에 대해 촬영함

② 데이터베이스 Scheme 설계

○ 데이터베이스 Schema의 설계를 완료하였으며, 실제 데이터베이스 및 프로그램 인티그레이션 작업은 모든 알고리듬의 최적화가 수행된 3차년도 이후에 통합 인티그레이션을 수행할 예정임



[그림 3.43] 공간영상 저장 및 데이터베이스 개발 Schema

(3) 항공영상정보 기반 위치정보 추출 기술 개발

(가) 연구 내용

○ 항공영상으로부터 차량을 추출한 후 차량의 정확한 위치정보를 추출하기 위해서는 구축한 참조영상으로부터 동일한 위치를 구해야 함

○ 이를 위해서는 차량을 추출한 입력영상과 참조영상의 영상 대 영상 정합을 통해 변환행렬을 구해야 함

(나) 연구결과



[그림 3.44] 영상정합 결과

○ 6개의 검사점을 이용하여 3장의 영상에 대해 영상정합 성능을 테스트 해본결과 평균오차가 104.7cm 임

<표 3.18> 영상정합 결과

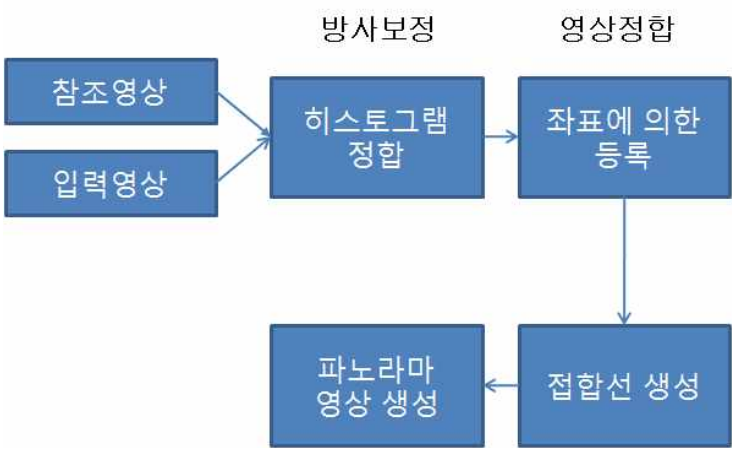
(단위: cm)

	검사점 1	검사점 2	검사점 3	검사점 4	검사점 5	검사점 6	평균
영상 1	174.24	88.11	129.49	120.98	196.22	65.54	129.096
영상 2	257.00	190.87	100.39	53.06	37.03	78.41	119.46
영상 3	93.46	60.79	43.16	27.52	56.43	111.87	65.538
전체 평균							104.698

(4) 항공 영상 기반 파노라믹스 생성 기술 개발

(가) 파노라마 영상 생성 기술 및 요구분석

○ 본 연구의 특성상 촬영한 영상은 차량을 추출하고 차량의 위치를 구하기 때문에 좌표가 있는 영상이 되므로, 좌표가 있는 영상에 대한 파노라마 영상을 생성하는 것에 대해 연구하였음



[그림 3.45] 파노라마 영상 생성 절차

(나) 항공영상 파노라믹스 조기수행 및 시제품 제작

○ 항공 영상에 관한 파노라믹스 기술 개발 검토에 대해서는 검토뿐만 아니라, 실제 파노라믹스 이미지를 생성하는 기술을 개발하여 데모 및 시연이 가능한 수준으로 개발하였음

(다) 파노라믹스 알고리즘

① 파노라믹스 대상 이미지에서 특징점들을 모두 추출

② 양 이미지 사이에 특징점들을 확인하여 비교함

③ 매칭된 특징점들을 기준으로 이미지를 겹쳐서 배치함

④ 최종적으로 배치된 결과를 정확하게 매칭 되었는지 확인함

⑤ Bundle Adjustment: 영상의 경계면에서는 렌즈와 촬영 소자의 특성 문제로 인해서 영상의 중앙 부분과는 밝기가 다르게 나타나므로, 이를 보정해야 함

⑥ 렌즈 굴곡율 보정

6. 『수집』 단계 연구소결

○ ITS의 『수집』 단계는 본 연구단의 1세부 과제에서 '교통 및 도로환경 검지기술 개발'이라는 총괄 연구명으로 진행하였음. 도로 교통정보 및 환경정보를 한번에 수집하기 위한 다기능 복합검지기와 열적외선을 이용하여 눈·비에등의 악천후시에 환경변화에 강건한 환경독립형 교통검지기 시제품을 개발하였으며, 이동식 밀도기준검지기 시제품용 알고리즘 개발 및 이동식 밀도 기준검지기를 개발하였음. 또한 기존 검지시스템과 개발검지기의 특성에 따른 사업의 목적과 요구사항에 적합한 검지시스템 선정 가이드라인(검지기 매뉴얼)을 작성하였으며, 지점검지의 한계를 극복하기위한 항공을 이용한 광역정보 수집용 구간검지의 가능성과 한계를 연구하였음

- 첫째, 다기능 복합검지기 개발의 경우 1, 2차년도를 중심으로 연구 성과인 기상정보 수집기술 및 미끄러움 추정 기술을 개발하였음. 이를 기반으로 물 분자의 광(光)파장별 특성(스펙트럼)을 이용한 노면 결빙 및 침수 추정 기술과 물, 먼지 입자의 빛에 대한 산란 특성을 이용한 안개 상태 추정 및 투과 기술을 개발하였으며, 시제품을 제작하면서 기상정보 수집센서 및 처리 모듈을 보완하여 크기를 줄였으며, 종합적으로 데이터의 신뢰성 및 안정성을 높이기 위한 보완 시제품을 3~4차년도를 통하여 제작하였음. 이렇게 개발된 다기능 복합검지기는 도로환경 및 상태정보 수집 기술을 통하여 차세대 교통정보 수집 기술의 신뢰성을 향상시켰음. 이를 검증, 평가를 위한 테스트 베드를 안산시에 구축하여 시험·운영하였음. 교통정보용 데이터의 경우, 종합적인 성능평가 기관인 한국건설기술연구원 검지기 성능평가 팀의 정식절차에 의거한 성능평가를 통하여 교통량/속도 등의 정확도가 95%임을 검증받았음, 더불어 환경정보는 테스트 베드 기존의 환경검지기와의 데이터 비교를 통하여 자체적인 성능을 검증받았으며, 노면상태(마름·젖음·얼음·눈)와 안개유무 상태 추정이 모두 90%이상 정확함
- 둘째, 열 적외선을 이용한 환경 독립형 검지기는 환경변화에 영향을 거의 받지 않는 환경 독립형 검지기 제품제작을 목표로 하여 1~3차년도 동안 시제품 제작, 안산시 시험사이트 구축, 성능 검증 및 보완을 수행하였으며, 4차년도에는 시험 시스템 통합 안정성 및 성능검증을 위한 최종테스트 및 시험·운영하였음. 시험 사이트에는 루프검지기를 설치하여 검지기의 성능이 95%이상임을

평가검증 하였으며, 환경 영향에 변화에 민감한 공항활주로 모니터링을 위한 제품으로 변경하여 현재 사용 중에 있음. 하지만, 열 적외선 카메라의 경우, 기존의 영상검지기에서 사용하는 일반카메라 보다 고가임을 고려하였을 때, 범용 지점 검지기로의 활용은 다소 한계를 갖고 있음

- 셋째, 구간검지기의 활용성 증대와 기존 지점검지기의 구간검지정보 수집 활용 방안 도출을 위하여 두 지점의 지점검지기를 이용하여 연속류 구간의 밀도측정 방안의 쟁점사항을 도출하고 해결대안을 제시하였으며, 두 지점의 지점검지기를 이용하여 Multi Lanes 밀도검지알고리즘을 개발하였음. 더불어 이동식 다차로 기준검지기 개발을 위하여 다양한 형태의 검지방식을 적용하여 각 검지방식의 특성 및 정확도를 검증하였으며, USN방식 이동식 기준검지기 시제품을 (진·출입 센서부 설계, 일체형 하우징 설계)제작하였음. 하지만, 지점검지기를 활용한 밀도검지알고리즘의 경우, 신호교차로가 많은 단속류에서의 활용성에 대한 검증이 다소 부족하였으며, 다차로 이동식 기준검지기의 시제품 개발은 기준검지기의 특성상 거의 100%의 정확도를 가지고 제작하여야 하여야함. 하지만, 다차로에 대한 검지 능력이 자체적인 진단 후, 부족함 것으로 판단되어 3차년도에 연구를 종료하고, 단차로에 활용 가능한 이동식 기준검지기를 제작하였음
- 넷째, 차량검지기의 기술적 특성 및 설치, 운영 방법에 대하여 사용하기 편리하도록 설명한 사용 지침서를 개발하고 기존검지기의 단점을 보완하여 공동기관에서 연구 개발한 신규검지기인 다기능복합검지기와 열적외선을 이용한 환경 독립형 교통검지기의 검지기 매뉴얼(안) 작성을 수행하였음. 이는 4세부과제의 교통 자료·정보·ITS 사업성 평가를 위한 전문가 및 관련자 공청회개최에 참석하여 이의 활용성을 검증받았음
- 다섯째, 광역교통정보 수집인프라 구축 및 항공영상을 이용한 교통정보 수집기술 개발의 경우, 1,2차년도에 걸쳐 비행운항환경 조사를 통한 대상지역 선정 및 소규모 무인비행선 그리고 실비행선 제작을 위한 영상안정화 장치를 설계·제작하였으나, 향후 실비행선 제작에 있어 비행체 도입 타당성에 대한 조사 및 경제성 평가를 통해 교통부문 활용의 타당성이 다소 떨어지는 것으로 분석되었음. 하지만, 항공영상을 이용한 교통정보 활용에 대한 연구가 전무한 우리나라의 경우, 비행선등의 활용한 차세대 구간검지기에 대한 지속적인 연구가 필요할 것으로 판단됨

제 2 절『가공』지식기반형 교통정보가공기술 개발 세부연구내용

1. 교통정보센터 성능향상 기술

가. 개방형 교통정보 센터 플랫폼 기반조사

(1) 기반조사 및 개념정의

(가) 교통정보 데이터연계(1세부와 연계) 모듈

○ 데이터 규격 정의 : 데이터 규격은 1세부에서 정의한 데이터 규격을 근거로 하여, 2세부가 필요한 데이터를 추가하였으며, 데이터 형식 및 규격에 대한 확정안은 현재 1세부와 상호 협의를 진행함

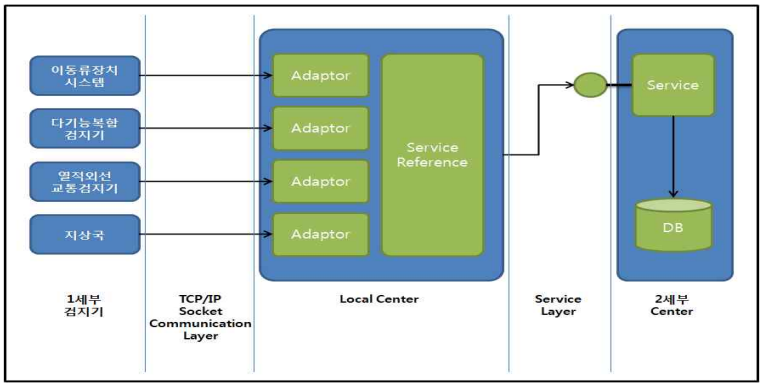
<표 3.19> 연구내용

세부	구분	정보기술분류	추출정보분류	활용용도	상세기준	데이터타입	데이터크기	비고
	다기능 복합검지기	이동류정보	단말기 제조번호	단말기를 식별하기 위해 부여한 고유 번호	0xFFFFFFFF	Char	8 byte	제조회사에서 부여한 식별번호
			단말기 발행번호		0xFFFFFFFF	Char	8 byte	발행 할 때 부여된 번호
			차종	단말기가 장착된 차종을 식별하기 위함	일반형승용차(0),다목적형승용차(1),소형버스(2),중형버스(3),대형버스(4),소형화물차(5),중형화물차(6),대형화물차(7)기타(특수차,이륜차)(8)	ENUMERATED	1 byte	등록된 차종
			날짜	실시간 정보를 제공하기 위함	YYYY.MM.DD	VisibleString	8 byte	최근 트랜잭션 날짜
			시간		HHMMSS	VisibleString	6 byte	최근 트랜잭션 시간
			위도	단말기를 장착한 차량의 현재 위치를 파악하기 위함	-4294967295..-3000000000	Integer	8 byte	차량의 위도 정보(Optional)
			경도		3000000000..4294967295	Integer	8 byte	차량의 경도 정보(Optional)
			속도	특정 구간의 평균속도 및 가속도 등 속도에 관한 정보를 추출하기 위함	0 ~ 300 (Km/h)	Integer	4 byte	차량의 현재 속도(Optional)
		경로 정보	날짜	실시간 정보를 제공하기 위함	YYYY.MM.DD	VisibleString	8 byte	최근 트랜잭션 날짜
			시간		HHMMSS	VisibleString	6 byte	최근 트랜잭션 시간
			검지기 ID	특정 지점의 검지기 정보를 이용해 현재 이동중인 경로를 파악하기 위함	주기적으로 전송되는 Beacon 에 포함되어 있는 ID	Integer	8 byte	최근 트랜잭션 검지기 ID
		도로환경정보 (Optional)	차량 속도	현재 차량속도 판단	현재 차량속도 (Km/h)	Integer	4 byte	
			장애물 유무	장애물유무 판단 및 관련 정보 활용을 위함	0=장애물 없음, 1=장애물 존재	Char	1 byte	
			장애물 거리		장애물검지 시 거리(0~999)	Integer	4 byte	
			장애물 방향		차량 진행방향에 대한 절각도 (-90~90 degrees)	Integer	4 byte	
			ABS 작동 상태	차량 급정거 이벤트 판단	0=ABS 미작동, 1=ABS 작동	Char	1 byte	
			도로포장상태 품질	도로상태 확인을 위함	국제노면거침상태인덱스(IRI) 0=완전 매끄러움~7=심각하게 파손	Integer	2byte	
			차량 쏠림정도	차량의 급선회에 따른 특정 이벤트 판단	Yaw 각도의 변화량[0~359] Degrees/second	Integer	4 byte	

○ 모듈별 설계 : 1세부와 협의된 데이터 규격에 준하여 모듈별 설계를 진행하였으며, 1세부 검지류와 Local센터간의 TCP/IP Socket Communication Layer는 1세부 한양대의 통신프로토콜 설계를 기반으로 설계함. Local Center에서는 각각의 검지류와 통신을 위한 Adaptor 모듈을 구성하고 센터에서 제공하는 서비스(WS*)를 참조하여 센터로 데이터를 전송하며, 센터는 서비스(WS*)를 통하여 수집된 데이터를 DataBase에 저장함

○ 핵심이점 : 센터는 Local Center와의 데이터 연계 시, Web Service[15]기반으로

데이터를 수집하므로, 장비에 대하여 독립적인 장점이 있음. Local Center에 각각의 특정 장비의 Spec.에 적합한 Adaptor를 구성하므로 장비 의존적임. 따라서, 향후 장비의 종류가 추가 또는 변경될 경우, 센터와 상관없이 Local Center만 변경관리가 요구됨



[그림 3.46] 모듈별 설계

(나) 운영센터 간 데이터 전송기술 모듈 (3세부 연계)

○ 데이터 정의 : 센터 간 교통정보 전송 및 3세부 제공을 위한 교통정보 Entity[16]를 정의 함

<표 3.20> 교통정보제공 Entity 정의

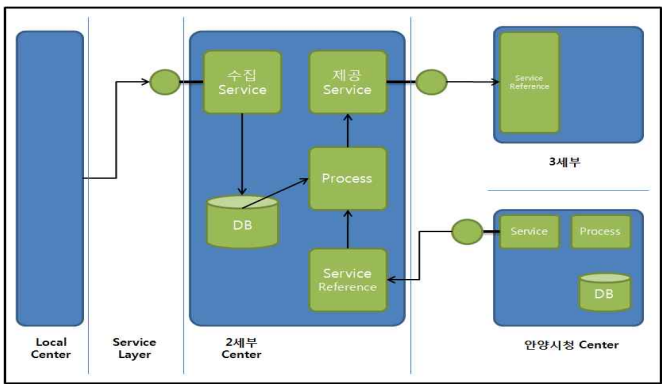
분류	테이블명(영문) Table Name	테이블명(한글) Entity Name	Remark	필드명(영문) Column Name	필드명(한글) Attribute Name	데이터타입	데이터길이	필드사이즈		PK,FK	UK(NK)	Column 코드값설명
가공분석	SERVICE_TRAFFIC	교통제공정보		LinkID	링크ID	VARCHAR2	10	10		PK,FK		
				AnalysisDate	분석일시	DATE		7				
				Volume	교통량	NUMBER	5	3				
				Speed	속도	NUMBER	5,2	3				
				Occupancy	점유율	NUMBER	5,2	3				
				TravelTime	여행시간	NUMBER	5	3				
				TrafficGrade	소통등급	CHAR	2	2				코드정의에 정의
				IncidentCode	원인유고	VARCHAR2	5	5				코드정의에 정의
				IncidentSubCode	세부유고	VARCHAR2	5	5				코드정의에 정의
				RestrictCode	통제유형	VARCHAR2	5	5				
				RepeatCongestionFlag	반복정체진행여부	CHAR	1	1				0:반복정체아님 1:반복정체진행중
				ServiceFlag	정보제공여부	CHAR	1	1				0:제공안함 1:제공함
				MissingType	결측구분	CHAR	1	1				R:수집데이터 생성정보 D:최근수집데이터가중치정보 P:패턴정보 U:UnKnown
				ServiceLevel	제공레벨구분	CHAR	1	1				1:1레벨링크 2:2레벨링크 3:3레벨링크 9:외부연계링크
				MInfoType	결측기준정보구분	CHAR	5	5				4자리 - 각자리마다 해당정보의 건수표시 => R정보수+D정보수+P정보수+C정보수+M정보수 : R(가공처리) : D(단시간결측처리) : P(장시간결측처리) : C(연계정보-통합센터)
				CInfoType	수집원별정보구분	CHAR	4	4	59			4자리 - 각자리마다 해당정보의 건수표시 => UTIS정보여부+BIS정보여부+신호정보여부+영상검지기정보여부

15) 웹 서비스(Web Service)는 네트워크 상에서 서로 다른 종류의 컴퓨터들 간에 상호작용을 하기 위한 소프트웨어 시스템임. 웹 서비스는 서비스 지향적 분산 컴퓨팅 기술의 일종임. 웹 서비스 프로토콜 스택은 SOAP, WSDL, UDDI 등으로 이루어짐. 모든 메시징에 XML이 사용되어 상호운용성이 높음. www.w3c.org 참조

16) 인간이 생각하는 개념 또는 정보의 세계에서는 의미있는 정보의 단위로서, 파일 처리시스템에서는 한건의 자료를 구성하는 레코드가 하나의 엔티티에 해당함.

○ 기능 단위별 기본 설계 : 제공을 위한 교통정보 Entity를 외부에서도 손쉽게 접근하여 연계할 수 있도록 Web Service로 노출하고 안양시에서 노출한 교통정보 서비스를 통하여 안양시 교통상황을 수집연계함

○ 핵심이점 : 센터 간 연계 시 통신/연계 서버, DataBase 등의 확장을 위한 비용을 절감시키고, 연계 시 개발 비용을 현저히 줄일 수 있음



[그림 3.47] 센터-선테(지역센터)간 연계

(다) 교통정보 표현기술(교통센터) 모듈



3D기반 교통정보표출 화면(예)



실시간 동영상 동기화화면(예: CCTV)

[그림 3.48] 3D기반 교통정보표출 화면(예) / 실시간 동영상 동기화화면(예 : CCTV)

○ 기능 단위별 기본 설계 및 GIS(Geographic Information System, 이하 GIS)기반 교통정보 표출 : 기존 2D기반의 교통정보 상황판을 3D기반의 교통정보 상황판으로 표출기반을 변경하고, GIS표출을 위한 데이터를 XML[17](eXtensible Markup Language, 이하 XML)로 쉽게 관리할 수 있으며, 고비용의 상용 GIS엔

17) XML은 W3C에서 다른 특수 목적의 마크업 언어를 만드는 용도에서 권장되는 다목적 마크업 언어임.

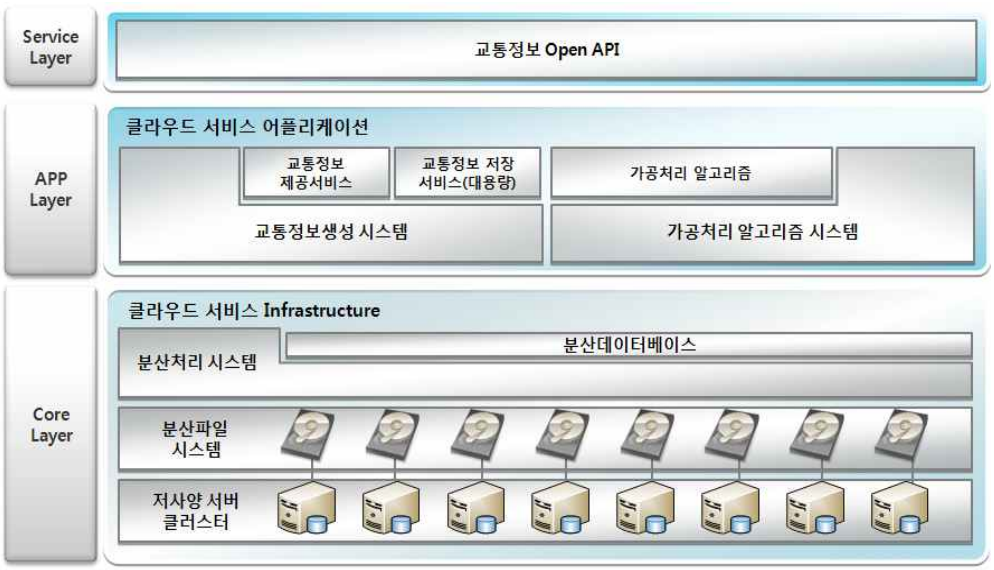
진의 부담을 덜고자, Open Map을 활용 하기로함. 본 연구에서는 Google Earth Plug-in[18]을 이용하여, 안양시를 모델로 도시를 3D모델링화 하였고, 이에 교통정보 또한 3D로 표출하였음. 특정지역의 CCTV를 볼 때, CCTV화면의 각도와 동일한 가상도시의 화면각도를 일치 시켜, 실제 교통상황과 표출된 교통상황의 비교 및 CCTV가 비추고 있는 지점의 인지력을 향상시킴

○ DataBase의 교통정보를 XML 형태의 KML[19](Keyhole Markup Language, 이하 KML)로 변환하는 변환 모듈을 개발함. 변환 시점(이벤트)은 Local Center가 검지기로부터 데이터 수신 이벤트가 발생할 때, 센터로 정보를 전달하고, 센터에서 정보를 수신할 때 수신된 정보를 KML에 반영함

- 핵심이점 : 고비용의 GIS엔진의 부담에서 자유롭고, KML을 통한 데이터 제공으로 본 연구에서 사용한 Google Earth Plug-in이 아닌 타 GIS엔진에서도 쉽게 정보를 표출할 수 있으며, 웹으로 정보를 공유 및 개방이 용이함. CCTV의 위치, 화각 등 운영자의 인지력을 향상시킴

(2) 시스템 설계

(가) 웹 기반의 클라우드 서비스 플랫폼



[그림 3.49] 웹 기반의 클라우드 서비스 플랫폼

○ 웹서비스 기반의 개방형 API를 통해 데이터의 수집과 정보의 제공 수행하고,

18) Google Earth Plug-in은 웹브라우저를 사용하여 3D 지구에서 지리 데이터를 탐색할 수 있게 해 줌.

19) 키홀 마크업 언어(Keyhole Markup Language, KML)은 구글 어스, 구글 지도 및 기타 응용 프로그램에 쓰이는 XML 기반의 마크업 언어 스키마임.

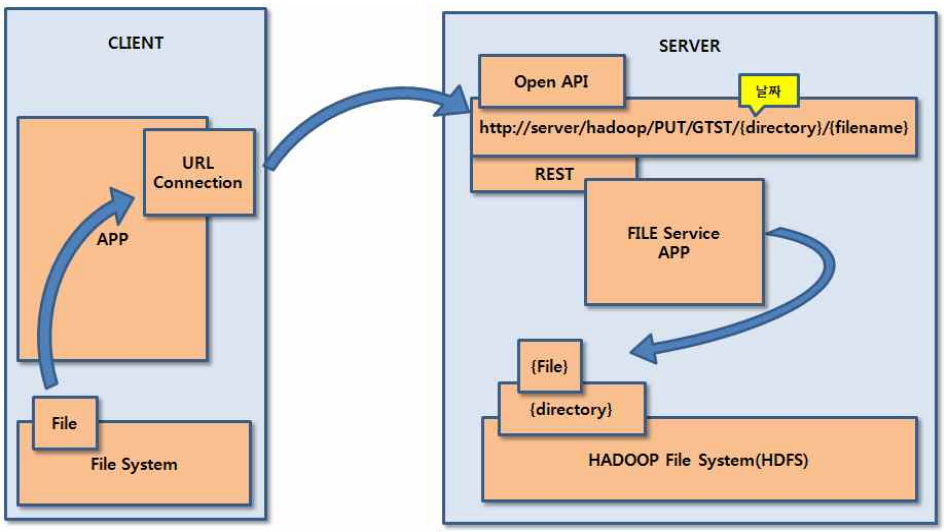
이를 기반으로 클라우드 기술의 하나인 분산처리 Hadoop[20] 플랫폼을 이용하여 데이터의 백업(데이터의 3배수)과 대용량 데이터의 분산처리를 통해 빠른 시간 내 분석 가능한 시스템을 구축하는 웹 기반의 클라우드 서비스 플랫폼을 개발

○ 웹 기반의 클라우드 서비스 플랫폼은 크게 서비스 인터페이스 레이어(Service Layer), 서비스 어플리케이션 레이어(APP Layer), 분산 데이터처리 기반 레이어(Core Layer), 3부분으로 구성됨

○ 어플리케이션 레이어는 OpenAPI[21](Open Application Programmer Interface, 이하 Open API)를 통해서 들어오는 사용자의 요구에 맞는 처리를 담당하는 각각의 어플리케이션으로 구성됨

○ 분산 데이터처리 기반 레이어는 오픈소스 HADOOP을 이용하여 분산파일시스템, 분산데이터처리를 서버들로 클라우드 플랫폼을 구축하고, HBase[22] 플랫폼을 통해 저장된 데이터를 DB화 시켜 NoSQL[23]로 관리할 수 있도록 함

(나) 대용량 데이터 저장 및 처리 플랫폼 아키텍처 설계



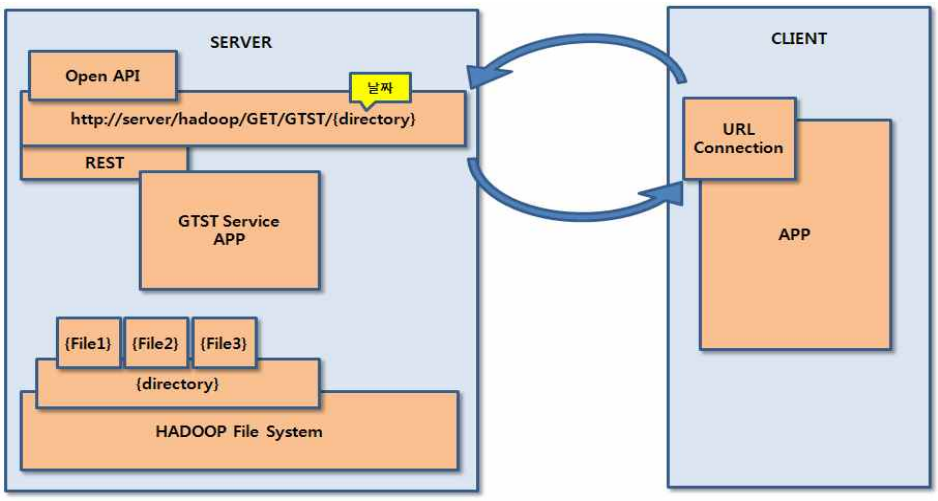
[그림 3.50] 클라이언트에서 서버로 파일을 전송

20) 하둡(Hadoop)은 대량의 자료를 처리할 수 있는 큰 컴퓨터 클러스터에서 동작하는 분산 응용 프로그램을 지원하는 자유 자바 소프트웨어 프레임워크임.

21) 공개 API(Open Application Programmer Interface, Open API, 오픈 API)는 누구나 사용할 수 있도록 공개된 API를 말한다

22) HBase is the Hadoop database. Use it when you need random, realtime read/write access to your Big Data.

23) In computing, NoSQL (sometimes expanded to "not only SQL") is a broad class of database management systems that differ from the classic model of the relational database management system (RDBMS) in some significant ways.



[그림 3.51] 서버에서 가공된 정보를 클라이언트에서 요청하여 전송

○ 교통정보 생성 시스템 : APP Layer에서 외부에서 입력되는 대용량 데이터 처리와 요청되는 대용량 데이터 처리를 담당하며 WAS(Web Application Server, 이하 WAS) 기반으로 HTTP[24](HyperText Trasfer Protocol, 이하 HTTP)로 들어오는 데이터 파일을 대용량 데이터를 저장할 수 있는 분산파일 시스템인 HADOOP의 HDFS(Hadoop Distributed File System, 이하 HDFS)로 전달하는 기능 아래 그림에 입력된 데이터를 HADOOP의 MapReduce[25]를 통해 대용량 데이터를 분산처리하고 분산 처리하여 나온 결과물을 가공하여 다양한 메시지 구조로 외부에 전달하는 기능임

○ HADOOP 플랫폼 – MapReduce

– HADOOP Map/Reduce 프레임워크는 master/slave 구조를 가지고 있으며 이는 하나의 마스터 서버 또는 jobtracker 와 여러 개의 슬레이브 서버 또는 tasktracker들로 구성되며 클러스터의 노드 당 하나씩임

– jobtracker는 사용자와 프레임워크간의 상호작용이 이루어지는 접점이고 사용자는 map/reduce 작업들을 jobtracker에 입력하며 이는 대기 작업 큐에 입력되어 FCFS(first-come/first-served, 이하 FCFS)방식에 따라 순차적으로 실행됨

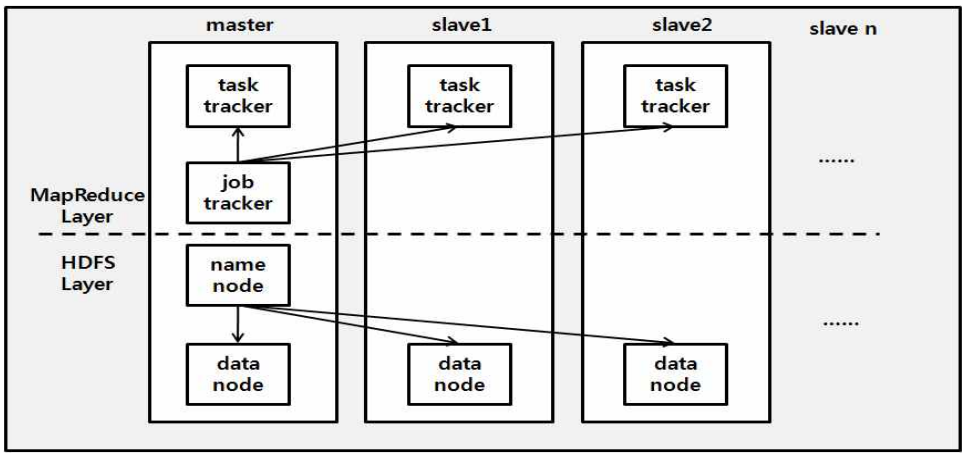
24) 인터넷에서, 웹 서버와 사용자의 인터넷 브라우저 사이에 문서를 전송하기 위해 사용되는 통신 규약을 말함. 인터넷에서 하이퍼텍스트(hypertext) 문서를 교환하기 위하여 사용되는 통신규약임

25) MapReduce는 구글에서 개발한 소프트웨어 프레임워크(방법론)임. 이 프레임웍은 페타바이트 이상의 대용량 데이터를 신뢰할 수 없는 컴퓨터로 구성된 클러스터 환경에서 병렬 처리를 지원하기 위해서 개발됨. 이 프레임웍은 함수형 프로그래밍에서 일반적으로 사용되는 Map과 Reduce라는 함수 기반으로 주로 구성됨.

- jobtracker는 map, reduce 작업들이 tasktracker들에 할당되는 것을 관리함
- tasktracker는 jobtracker가 지시한 작업을 수행하고 map 과 reduce 단계 사이의 데이터 이동을 담당함

○ HADOOP 플랫폼 – HDFS

- HADOOP Map/Reduce와 같이, HDFS 또한 마스터/슬레이브 구조를 따름
- HDFS의 설치는 하나의 네임노드로 구성되며, 이는 파일시스템 네임스페이스를 관리하고 클라이언트들의 파일 접근을 통제하는 마스터 서버이고 추가적으로 수많은 데이터 노드들이 존재할 수 있으며, 클러스터의 노드당 하나씩이고 해당 노드에 연결된 스토리지를 관리함
- 데이터노드는 클라이언트들의 파일시스템으로부터 읽기/쓰기 요청을 제공할 책임이 있으며 데이터노드는 또한 네임노드의 지시에 따라 블록의 생성, 삭제, 복사를 수행함
- HDFS에 저장된 데이터는 파일 1개 기준으로 3배수로 복제되어 분산저장 되며, 이를 통해 데이터 백업 노드를 3중화 하는 효과를 가져오기 때문에 데이터 사용에 대한 가용성을 높일 수 있음
- Hadoop의 특성상 여러대의 슬레이브 노드가 운용할 수 없다하여도 HDFS를 통해 다른 운용가능한 슬레이브 노드로 데이터들이 자동 복제되어 상시 3배수 이상의 데이터를 저장할 수 있음
- HDFS의 용량확장은 자유로우며, 시스템 운용단의 추가작업이 없는 단순 스토레지 확장만으로 전체 용량을 늘릴 수 있음

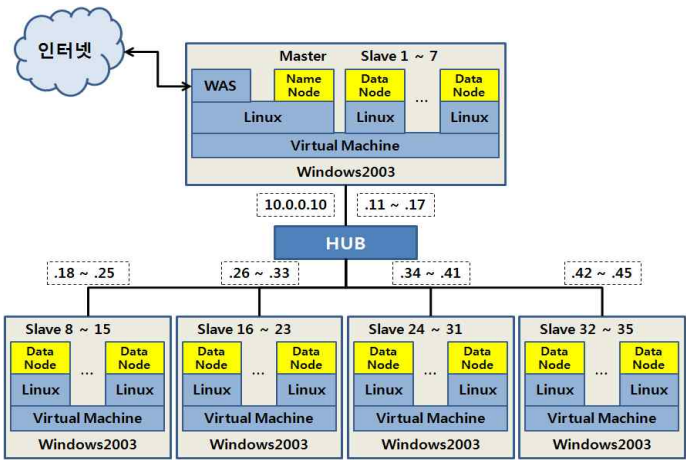


[그림 3.52] HADOOP 플랫폼

(다) 분산파일 시스템

○ 시스템 구조

- 본 과제에서 구축된 교통자료 분산파일 시스템은 다음 그림과 같음
- 고사양의 서버 5대에 오픈소스 가상머신 생성관리 프로그램인 VirtualBox[26] 를 설치하여 각각의 서버당 4~8개의 가상환경을 생성하였음
- 생성된 가상환경에는 리눅스 시스템이 설치되고, 분산시스템의 노드 역할을 하며 각각의 리눅스 시스템에는 HADOOP이 설치되고 각각의 마스터, 슬레이브 역할대로 설정을 하여 분산파일 시스템을 구축하였음
- 가상환경 리눅스 시스템은 파일형태로 존재하여 파일 복사 후 등록만 하면 작동이 돼서 추가확장이 용이하고 마스터 노드는 OpenAPI, 서비스 어플리케이션 등이 동작하는 WAS가 추가로 설치됨
- 또한 NIC(Network Interface Card, 이하 NIC) 2대로 외부네트워크와, 내부네트워크에 동시 접속된다. 슬레이브 노드들은 내부네트워크에만 접속됨



[그림 3.53] 분산 파일 시스템 구조도

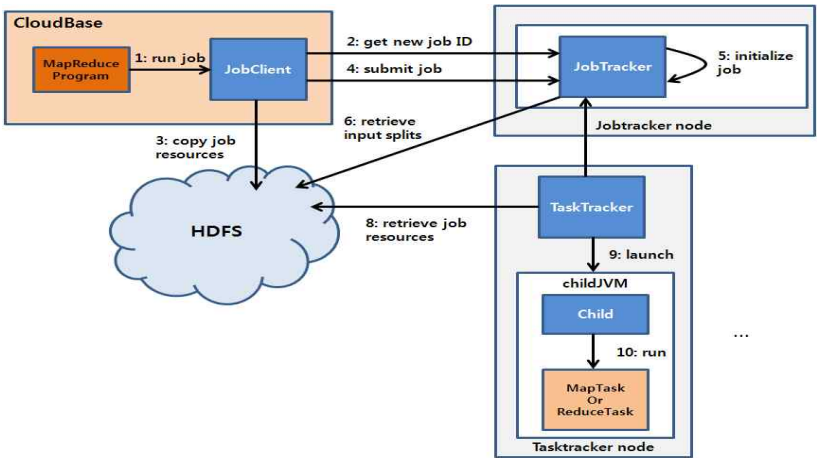
○ 데이터 서비스 기술 구조

- 기 구축된 분산파일시스템 HDFS에 추가로 분산 데이터 처리 시스템 MapReduce 모듈인 JobTracker, TaskTracker가 마스터 노드, 슬레이브 노드에서 실행
- JDBC[27]를 지원하고 ANSI SQL를 MapReduce 형태로 변환하여 실행함

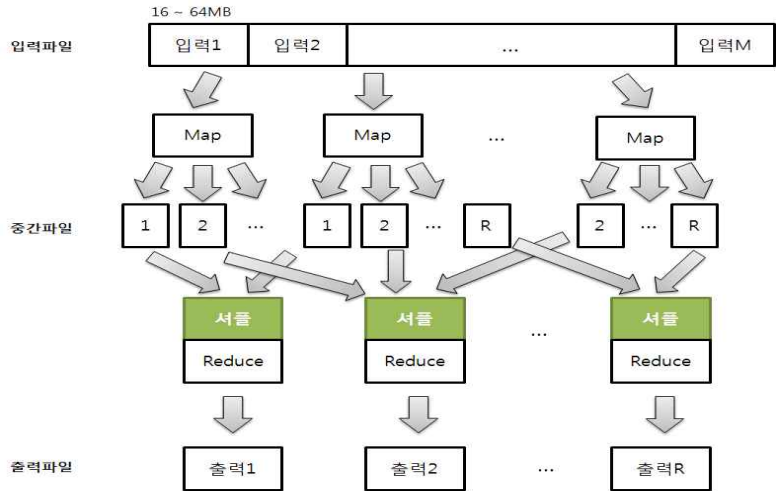
26) 버추얼박스(VirtualBox)는 InnoTek가 개발한 상용, 사유 소프트웨어(제한된 GPL 버전)로, 리눅스, 맥 오에스 텐, OS/2 워프(실험용 OSE 빌드), 윈도를 게스트 운영 체제로 가상화하는 x86 가상화 소프트웨어임.

27) 자바 프로그램 안에서 SQL을 실행하기 위해 데이터베이스를 연결해주는 응용프로그램 인터페이스를 말함.

- MapReduce모듈은 대용량 데이터 처리를 하기 위한 것으로 다음 그림의 순서대로 동작하여 슬레이브의 Map Task, Reduce Task를 실행하여 대용량 데이터를 분산 처리함



[그림 3.54] MapReduce Flow



[그림 3.55] MapReduce 프로세스

- Map Task는 데이터의 집합을 새로운 데이터로 생성하는 프로세스, Reduce Task는 Map Task에 의해 생성된 데이터를 원하는 결과로 만드는 프로세스임
- Map과 Reduce는 각각 다수의 노드로 분산되어 실행된다. 다음 그림 HDFS의 입력파일에서 Map Task로 데이터를 추출하여 새로운 데이터 집합의 중간파일을 만들고 이를 Reduce Task가 원하는 데이터 형태로 취합함

나. 개방형 교통정보 센터 플랫폼 구현

(1) 시스템 구현 및 통합

(가) 개방형 교통정보센터 시스템 통합 및 현장시험

○ 실시간 교통정보를 수집, 가공, 제공하는 ITS 센터의 기본 흐름을 포괄적으로 포함하기 위해 안산시 ITS 센터의 시스템 설계 및 운영 상황을 검토함

○ 개별 연구 성과인 CCTV 영상을 통한 실시간 지점 교통정보의 수집, 지식기반형 알고리즘을 통한 실시간 구간 정보의 가공, 대용량 교통정보 가공, 저장 및 분산처리 등 개별 성과를 효과적으로 통합하는 방안을 모색하였음

○ 각 결과의 성과 통합을 위해 표준 API를 통한 데이터 전달 방식을 활용하였으며, 연구성과의 현장시험을 위해 안산시의 특정구간을 선정하여 현장시험이 가능하도록 시스템 성과를 통합하였음

○ 세부 결과 연구 성과에 따른 통합 방안은 다음과 같음

<표 3.21> 개별 연구 성과 및 통합방안

구분	통합방안
다기능 복합 영상 관리 장치를 통한 지점 교통정보 생성	내용 : CCTV 영상 데이터를 개방형 교통정보센터에 전송 방식 : 표준 교통정보 수집 API를 활용 주기 : 2분
지식기반형 알고리즘을 활용한 구간 교통정보 생성	내용 : 과거 지점 정보를 활용한 보정계수의 추출 하고, 이를 통해 생성된 구간정보를 개방형 교통정보센터 DB 저장 방식 : 표준 교통정보 제공 API 및 저장 API를 활용 주기 : 5분
대용량 교통정보 가공, 저장 및 분산 처리를 위한 클라우드 컴퓨팅 구현	내용 : 대용량 교통정보의 저장 및 과거 교통정보 활용을 위해 클라우드 기반의 분산 저장소에 저장 및 추출 방식 : 클라우드 컴퓨팅 주기 : 5분

○ 실시간 교통정보(속도, 점유율, 교통량) 수집에 필요한 기 설치된 수집 장치 및 신규 수집 장치(다기능 교통영상 관리장치)의 개방형 교통정보센터 연동을 위한 개방형 수집 API를 활용함

○ 데이터 가공 부분에 필요한 기본 데이터 생성 주기를 맞춰 데이터를 전달할 수 있도록 설계, 구현하며 시간차에 따른 정보의 정확도 손실을 최소화하도록 함

○ 표준 수집 API의 설계 시 기존 ITS 센터의 교통정보 수집 방식의 문제점 및

개선방안을 분석 후 보완 방안을 도출, 수렴함

<표 3.22> 기존 ITS센터와 개방형 교통정보센터의 정보수집방식에 따른 차이점

기존ITS센터	개방형 교통정보센터
신규 추가 장비의 연동에 유연하지 않음	- 개방형 API를 통해 새로운 종류의 센서 데이터 연동이 가능함 - 기존 수집 어플리케이션과의 호환성을 고려하였기에 해당 시스템을 통합하기위한 비용/시간이 최소화됨 - 수집되는 정보의 활용과 이용방안의 변경에 따라 유연하게 대응 가능함
수집 장비 연동 표준안의 실용성 미비	- 장비에 종속적인 연동 방식을 따르지 않은 표준 방식을 제공함 - 수집 장비 연동의 표준 UI가 존재하여, 정보 연계 모니터링의 가독성이 높음 - 연계 시 마다 신규 개발해야하는 이유가 없으며, 재사용성이 뛰어남 - 구간별 장비의 통합 관리가 가능함

○ 개방형 교통정보센터로 수집된 각 지점별 실시간 교통정보를 활용하여 지식기반알고리즘을 통해 구간 정보를 도출함

○ 알고리즘에 필요한 데이터 전달은 개방형 API를 사용함

○ 산출된 결과를 개방형 교통정보센터의 DB 및 클라우드 플랫폼 기반의 분산처리 시스템에 저장하는 방식을 기준으로 지식기반알고리즘을 통합함

○ 아래 표는 기존 ITS센터와 개방형 교통정보센터의 지식기반 알고리즘 연동에 따른 정보가공방식에 따른 차이점 분석임

<표 3.23> 기존 ITS센터와 개방형 교통정보센터의 정보가공방식에 따른 차이점

기존 ITS 센터	개방형 교통정보 센터
가공방식의 유연성 부족	- 가공 알고리즘을 적용하여 정확한 분석 결과를 가시화 할 수 있음 - 대용량 데이터의 분산 처리가 가능하므로 빠른 교통상황 변화에 유연하게 대응 가능함 - 대부분 RDBMS에 의존하나 클라우드 플랫폼의 활용으로 데이터 증가 시 지연 현상이 최소화됨 - 표준 API의 활용으로 분석에 필요한 기초 데이터의 전달이 정확하며 데이터 유실이 최소화됨
정보의 정확성 결여	- 시스템의 활동도 집중 시 분산 처리된 데이터의 제공으로 정보 가공의 안정성 확보 - 가공 프로그램의 유연성 확보로 다양한 데이터분석 결과를 제공 가능함 - 패턴 자료 또는 통계 자료를 활용하여 신뢰성 있는 교통정보 생성이 가능함

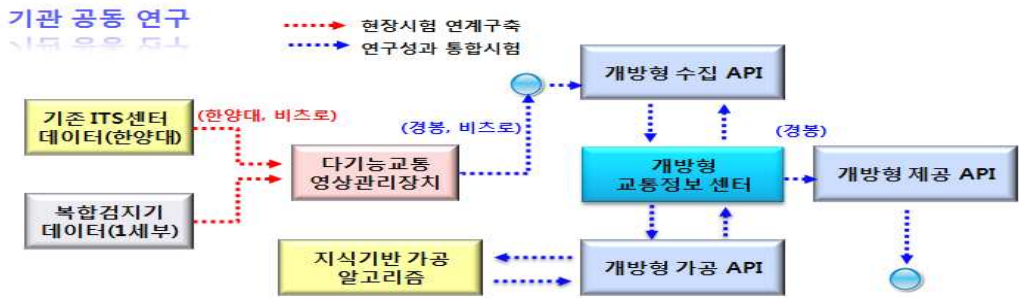
(나) 현장시험을 위한 교통정보센터 설계

○ 기 구축된 ITS 센터를 분석하여 기존 시스템의 구성요소를 분류하고, 구성요소별 핵심기능으로 이루어진 시스템 모듈의 기능체계를 마련함

○ 각 기관별 공동연구 성과를 정의하여 현장시험 연계 구축 및 연구 성과 통합시험 부분으로 분류 하여 통합 표출 가능한 교통정보센터를 설계함

- 지식기반 정보가공 알고리즘 통합
- 현장 시험 센터 구축
- 한양대학교 교통정보센터 데이터(안산시 지점검지 자료) 활용
- 다기능 교통영상관리 장치 통합

○ 한양대학교 교통정보센터의 경우 안산시 ITS 센터와 정보를 실시간 연계하고 있으며, 연계된 구간 교통정보의 초기 데이터를 활용하여, 현장시험에 필요한 필드 및 센터를 구축함



[그림 3.56] 현장시험을 위한 교통정보센터 설계

○ 개방형 교통정보센터 현장 시험을 위한 H/W를 한양대학교 교통정보센터에 설치하여 기존에 활용중인 장비와의 연동함

○ 본 연구에서는 개방형 교통정보센터의 플랫폼을 아래와 같이 구성함

○ ITS 아키텍처상의 서비스 단위 서브시스템을 전산시스템 운영에 적합한 정보수집, 제공, 가공으로 운영함

○ 개방형 교통정보센터의 경우 수집, 가공, 제공 등의 개방형 API를 활용하여 외부연계 및 제공 방식의 프로토타입을 제시함



[그림 3.57] 개방형 교통정보센터 플랫폼

○ 개방형 API의 경우 이기종간의 통신을 위해 SOAP 방식을 이용하였기에 기 개발 성과의 확장 및 적용에 따른 시간과 비용 절감이 가능함

○ 분산처리기반 클라우드 플랫폼에 사용되는 분산 클러스터의 수를 증가시켜 데이터 저장의 안정성 및 분석 처리속도를 향상시킴

○ 실시간 교통정보 데이터의 흐름을 분석하여 통합시험에 필요한 데이터 활용도를 재정의함

- 복합영상검지기에서 생성된 지점 정보
- 클라우드 플랫폼과 데이터 연계
- 데이터의 평활화
- 지식기반 알고리즘 연계
- 표준/노드 링크별 구간 데이터 생성
- 상황판, 웹 등 실시간 교통정보 제공

(다) 개방형 API를 통한 교통정보 수집 체계 구축

○ 수집 장비에 능동적으로 연계가 가능함

○ 개방형 교통정보센터에 연결되어있는 수집장비의 정보를 개방형 API를 통해 유관기관과의 상호 정보 전달이 가능함

○ 개방형 수집 API는 웹서비스기술을 활용하여 상호 운영성을 극대화함

○ 기 센터 시스템간의 상호연동성 및 유연성 확보를 위해 컴포넌트 기반 플랫폼 형태로 제공됨

○ 서비스 추가 및 변경이 용이함

○ 개방형 API를 활용한 수집 시스템의 경우, 모듈화된 어플리케이션을 제공으로 유연한 확장이 가능함

○ 개방형 수집 API 시스템의 특징은 아래와 같음

<표 3.24> 개방형 수집 API의 특징

구분	특징
개방형 API	- HTTP기반의 API 기술로써 접근과 활용이 용이함 - XML 기반의 WSDL 문서를 통한 상호운용성을 지원함 - 신규 교통정보 수집 장비와 센터 시스템간의 연계시 추가적인 개발 비용 및 시간을 단축시킴 - 개방형 교통정보센터에서 제공하는 API 접근에 관한 인터페이스 정의서를 참조로 손쉬운 교통정보 데이터의 수집/전달이 가능함
S/W 구현	- Service Oriented 기반의 플랫폼 - 컴포넌트 기반으로 구축함 - 운영 플랫폼에 독립적임

○ 다기능 영상관리 장치를 통한 수집된 실시간 구간 정보는 개방형 교통정보센터에서 제공하는 WSDL[28] 문서를 기초로 하여 데이터 전송에 관련된 프로그램을 작성함

○ 교통정보센터로 전송된 실시간 구간 정보는 개방형 교통정보센터의 메인 데이터베이스에 2분 주기로 저장되며, 하기 정보를 활용하여 구간 정보를 산출하게 됨

28) WSDL(Web Services Description Language의 약자)은 웹 서비스 기술언어 또는 기술된 정의 파일의 총칭으로 XML로 기술됨.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <wsdl:definitions name="SpeedOutServiceService" targetNamespace="http://out.kb.com/" xmlns:ns1="http://cxf.apache.org/bin
    xmlns:tns="http://out.kb.com/" xmlns:wsdl="http://schemas.xmlsoap.org/wsdl/" xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XML
  - <wsdl:types>
    - <xs:schema elementFormDefault="unqualified" targetNamespace="http://out.kb.com/" version="1.0" xmlns:tns="http://out.kb.
        <xs:element name="getTrafficList" type="tns:getTrafficList" />
        <xs:element name="getTrafficListResponse" type="tns:getTrafficListResponse" />
      - <xs:complexType name="getTrafficList">
          <xs:sequence />
        </xs:complexType>
```

[그림 3.58] 개방형 API에 접근하기 위한 WSDL 문서



[그림 3.59] 표준 API를 활용한 수집 프로그램

○ 개방형 API를 활용한 지점 데이터 생성 프로그램의 실행은 'Start' 버튼 클릭으로 설정 주기에 따라 지점속도정보를 교통정보센터로 전송하게 됨

(라) 대용량의 데이터를 수집, 저장하는 클라우드 플랫폼 구현

○ 검지기에서 개방형 API를 통해 센터 내부로 들어오는 데이터는 센터의 메인 DB에 저장 됨

○ 기존 관계형 DB는 적재된 대용량, 대량의 데이터를 DB 프로세싱의 한계와 고비용의 발생 등으로 효율적으로 활용하지 못하였음

○ 데이터의 분산저장과 저비용의 운용 관리, 빠른 데이터 분석에 대한 DB의 문제점을 해결하고자 클라우드 플랫폼을 제시하고, 센터 시스템의 구축과 클러스터 관리 프로그램을 구현함

○ 수집 장비로부터 개방형 API를 통해 들어오는 실시간 교통정보를 수집, 관리함

○ 분산처리를 통해 대용량 및 다량의 정보를 분석하고, 지속적이며 저비용으로 확장 가능한 모델로 구현함

○ 클라우드 플랫폼 모델의 기능은 아래와 같음

<표 3.25> 클라우드 플랫폼 모델 기능

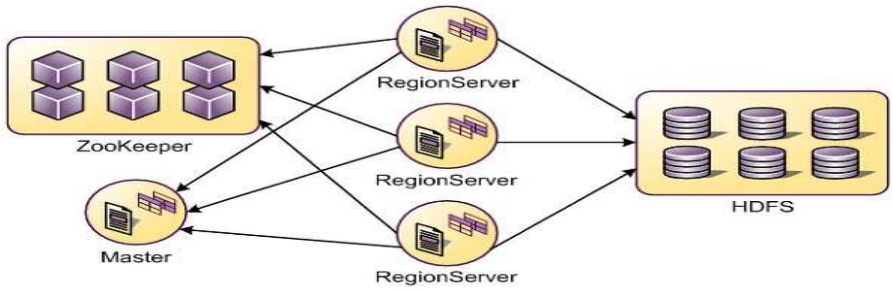
구분	기능
개방형교통정보 클라우드 플랫폼	- 저비용으로 물리적인 저장소의 확장이 가능 - 데이터의 안정적인 운영 백업기능 - 분석 알고리즘의 추가 확장이 용이 - HBase를 활용한 DB의 이중화 방안 제시
교통정보 이력조회 모니터링 시스템	- 사용자 정의 분석 Map-Reduce 작업의 프로세스 추가 용이 - 대용량, 대량의 과거 데이터의 처리가 가능 - HDFS의 관리 및 데이터의 저장 및 추출 - 클라우드 플랫폼의 모니터링

○ 클라우딩 플랫폼의 모델에 있어, 개방형 교통정보센터 모델의 구현은 대량의 데이터를 안정적으로 적재하는 것과 이를 바탕으로 과거이력데이터의 빠른 분석에 중점을 두어 설계함

○ 이를 위해 Hadoop과 HBase 플랫폼을 기반으로 모델을 설계하였음

○ 개방형 교통정보센터에서 클라우드 플랫폼에서의 핵심이 되는 클라우딩 기술은 Hadoop의 플랫폼을 이용하였음

○ 데이터의 분석은 Hadoop에서의 분산 처리 기법인 Map-Reduce를, 그리고 저장 기반은 HBase를 이용하여 데이터를 저장하였으며, HBase의 NoSQL 기법을 이용한 구현을 통해 일관된 분석 시스템을 구축함



[그림 3.60] 클라우드 플랫폼 모델 아키텍쳐

○ Hadoop과 HBase를 기반으로 하여 클라우딩 플랫폼을 구축함과 동시에 분석의 확장 및 관리의 효용성을 증가시키기 위해 추가적인 '교통정보 이력조회 모니터링 시스템'을 구현함

○ 검지기에서 개방형 API를 통해 교통정보센터로 넘어오는 데이터는 DB에 적제

되지만 휘발성 데이터로 사용됨

○ Hadoop의 배치성 데이터 처리를 위해 DB내의 모든 데이터는 Hadoop과 연계된 HBase에 적재시킴

○ HBase에 저장된 데이터는 Hadoop의 각 노드에게 처리를 이관 시켜 결과를 도출함

○ 결과치를 DB에 적재하여 웹 서비스 API를 통해 상황판에 표출

○ 시스템 환경은 다음과 같음

- HBase의 역할은 DB의 데이터 백업, 분산 처리와 시스템 확장을 위해 사용됨
- 저사양의 서버 16대에 리눅스(Ubuntu[29]) 시스템으로 구성
- 분산 클러스터 구축을 위해 Hadoop 플랫폼을 이용
- 1대의 마스터 노드, 15대의 슬레이브 노드로 구성
- 분산 테이터 관리를 목적으로한 HBase를 이용하여 데이터 파일 저장소로 이용
- Hadoop의 클러스터 관리를 위해 주키퍼를 사용하여 분산 노드들의 고 가용성을 제공

○ 기능 구현에 앞서 클라우드 환경에 적용된 플랫폼을 구성하기 위해 아래와 같은 오픈 플랫폼을 이용하여 클라우드의 기반을 구축하였음

<표 3.26> 클라우드 플랫폼의 기능

구분	플랫폼 기능
Hadoop	- 데이터 분산 저장 - 페타 바이트급의 데이터 보유 가능 - Map-Reduce를 이용한 대용량 데이터 처리
HBase	- 분산 데이터베이스 시스템 - 대용량의 구조화된 데이터 저장
ZooKeeper	- 분산 코디네이터 서비스 - 공유 락 제어 - 네이밍 서비스 - 클러스터 맵버십 클라우드 플랫폼 모델 기능 구성

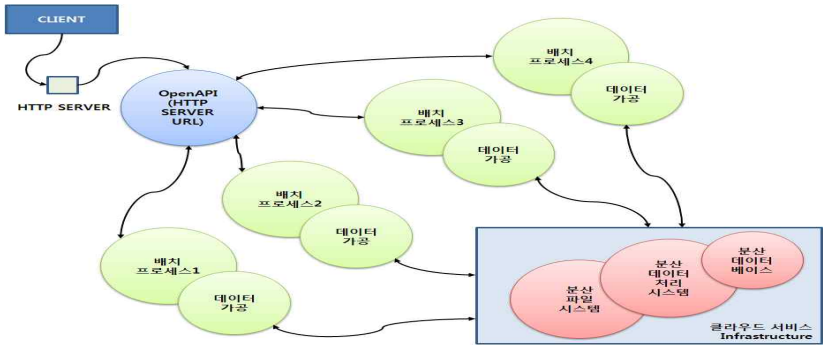
(마) 개방형 API를 통한 교통정보 가공 체계 구축

○ SOAP[30](Simple Object Access Protocol, 이하 SOAP)방식의 웹서비스를 통해 분산 처리 프로세스에 연결함

29) 우분투는 리눅스 배포판의 하나임.

30) SOAP(Simple Object Access Protocol)은 일반적으로 널리 알려진 HTTP, HTTPS, SMTP 등을 사용하여 XML 기반의 메시지를 컴퓨터 네트워크 상에서 교환하는 형태의 프로토콜임.

○ 정의된 데이터 형식의 파일은 분산데이터베이스에 사용됨
○ 클라이언트가 요청한 개방형 API에 따라 데이터의 분산 처리 후 결과 값을 클라이언트에 전송함
○ WAS의 인스턴스 생성 기능을 통해 배치 프로세스를 다중생성 하여 실행함
○ 배치 프로세스에서 가공되어 생성된 정보는 다시 분산파일 시스템에 저장되어, 정의된 개방형 API를 통해 가공된 정보를 획득함

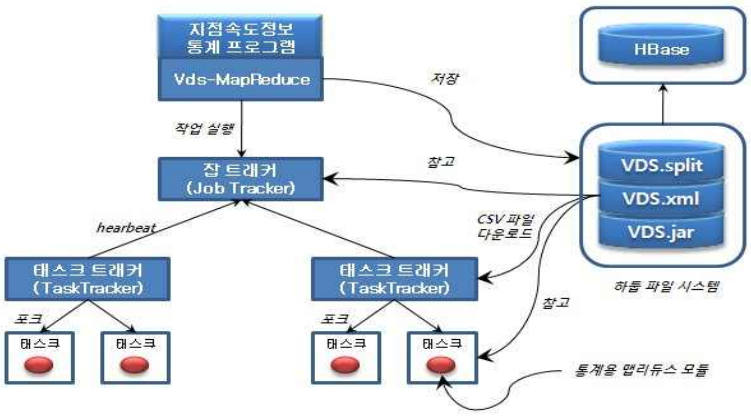


[그림 3.61] 배치 프로세스의 분산/병렬 처리

○ 수집된 실시간 지점 교통정보는 데이터의 평활화 및 보정을 통하여 구간 정보를 산출함
○ 개방형 교통정보센터는 지식기반 알고리즘을 통해 정확한 구간의 정보를 산출함
○ 지식기반형 알고리즘은 센터 내부의 시스템으로 포함되어 작동되며, 현재의 지점 속도 및 과거 2주간의 지점 속도로 보정계수를 산출함
○ 보정계수의 적용은 높은 신뢰성으로 구간정보를 산출함
○ 개방형 교통정보센터 내의 클라우드 플랫폼은 대용량 데이터의 저장 및 분산처리 기술이 가능함으로 과거의 데이터 활용에 제한이 없어지며 보다 효과적인 결과 도출이 가능함
○ 본 과제의 클라우드 모델에서 Map-Reduce의 작업은 검지기로부터 들어오는 각 지점의 속도 정보를 실시간 5분 통계와 일별, 주간별, 월간별, 연간별 통계를 도출하기 위해 사용되어 지며, 교통정보 이력조회 모니터링 시스템에서 사용자 정의에 의한 특정 기간의 데이터 통계 도출에 이용됨
○ 통계 값은 각 검지기의 속도 통계와 평균 점유율로 한정함
○ Map-Reduce 작업은 분석할 데이터의 배치작업을 통해 프로세싱을 시행하며, 이를 위해 Hadoop에서 제공하는 Map-Reduce API를 이용하여 본 시스템을 구현함
○ 배치 데이터의 사용을 위해 Hadoop의 분산 데이터 저장소인 HBase를 이용하

여, 분산 클러스터들의 적절한 작업을 할당하고, 데이터를 분석하여 결과를 취합 후에 통계 데이터를 도출함

○ 분석된 지점속도 통계 정보는 구간속도 정보에 사용되어 지며, 이를 위해 DB에 적제시킴



[그림 3.62] MapReduce 프로세싱 과정 설계

○ Map Class

- Hadoop에서 지정된 마스터 노드에서 호출되며, 통계를 위한 데이터의 분할을 담당
- 분산 처리를 위해 HBase에 저장된 지점 정보 데이터를 현재시간 기준으로 5분전의 데이터를 각 클러스트에게 전송
- HBase에 기 정의된 데이터 테이블에 접근하기 위해 Key값과 ColumnFamily, ColumnName을 설정하고, 호출 프로시저를 통해 데이터를 가져옴
- Reduce Class의 작업이 끝나면, 5분 통계가 완료된 각 슬레이브들로부터 데이터를 받아 취합하여 결과를 DB에 저장함

○ Reduce Class

- Hadoop에서 지정된 슬레이브 노드들에서 동작되며, 마스터 노드로부터 분할된 데이터를 이용하여, 실제 지점속도 정보의 통계를 계산함

○ 분산처리 Map-Reduce 결과

- 아래 그림은 Hadoop의 Map-Reduce 작업을 통해 차량의 속도 통계와 점유율을 분석하고 결과를 HBase에 저장함

(바) 개방형 API를 통한 교통정보 제공체계 구축

○ 사용자는 플랫폼에 독립적인 표준 프로토콜인 HTTP를 이용하여 개방형 API를 통한 정보를 획득하고 활용 가능한 구조임

○ 정보 제공 시에도 HTTP를 이용하여 파일 업로드형태로 쌓이는 대용량 데이터 저장, 멀티미디어 정보 형태도 전송 및 저장이 가능함

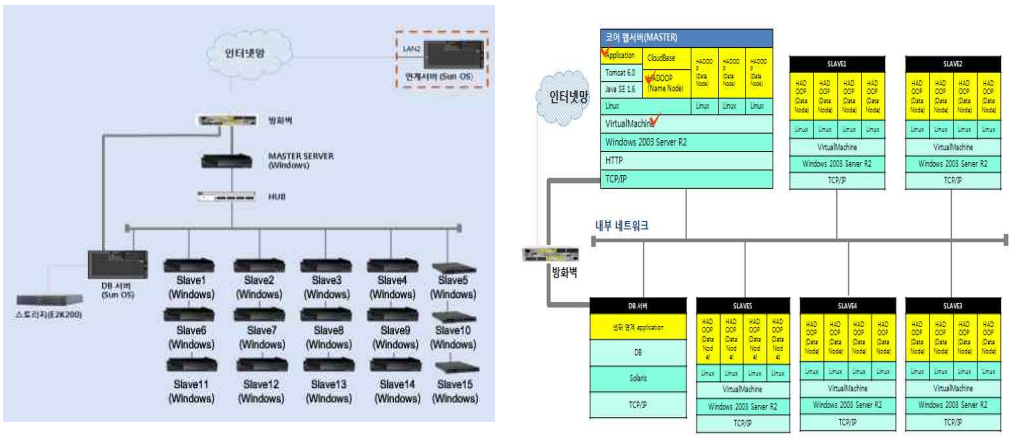
○ 사용자가 필요로 하는 정보를 파악하여 실시간성 정보, 대용량으로 쌓이는 정보 등 정보의 특성에 따른 분산데이터 처리 외 데이터 처리방법을 다양하게 확장 가능한 구조로 되어있음

○ 사용자는 그와 상관없이 개방형 API를 통해 처리된 정보를 획득할 수 있으며 사용자의 수요에 대응할 수 있는 플랫폼으로 교통정보서비스를 제공함

○ 개방형 API는 실시간 교통정보의 수집, 제공에 맞게 설계 및 개발 되었으며, 관리자화면을 통해 조회, 제공이 가능하도록 구성되어짐

(사) 한양대학교 교통정보센터 시험 환경 조성

○ ITS 센터시스템의 데이터 가공/처리의 시험운영을 위해 한양대학교 교통정보센터 내에 시스템을 구축 하였음. H/W 구성 및 센터의 논리설계는 아래와 같음



[그림 3.63] 한양대학교 교통정보센터의 논리적 H/W 및 S/W 구성도

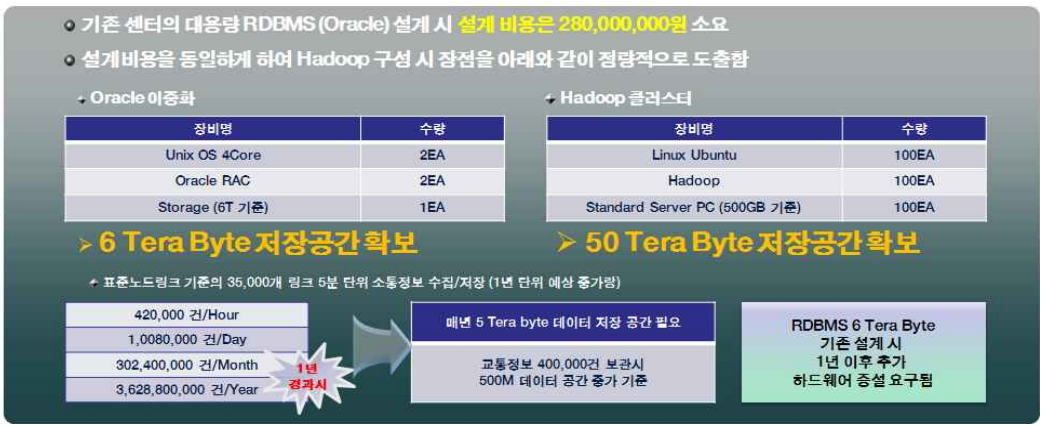
(2) 결론

(가) 개방형 교통정보센터 플랫폼의 대용량데이터 분산처리

○ Hadoop 분산처리 플랫폼을 탑재하고 있는 개방형 교통정보센터 플랫폼은 최대 PB(Petabyte, 이하 PB)급 데이터를 저장하고, 분산처리 및 데이터마이닝이 가

능하여, 데이터웨어하우스를 별도로 구축하여, 데이터를 이관하는 등의 번거로움이 없이 데이터웨어하우스를 자체적으로 수용함.

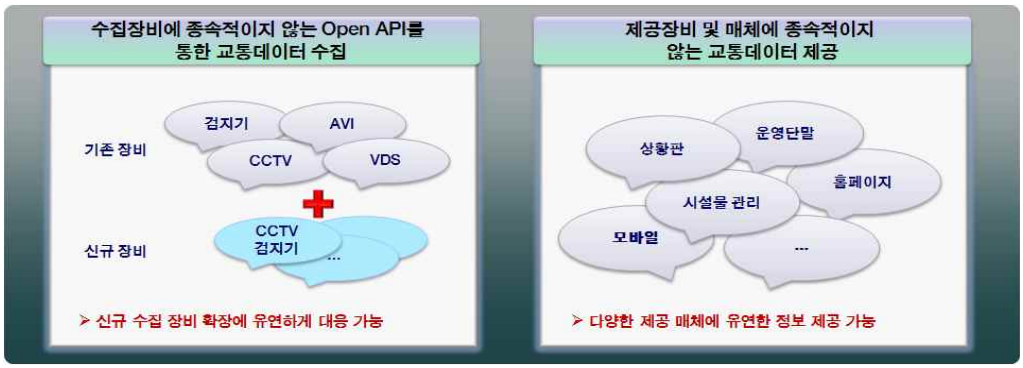
○ 기존 센터의 데이터 용량 대비 구축비용면에서 동일한 비용으로 8배이상의 저장공간을 확보할 수 있음.



[그림 3.64] 기존 센터와의 용량대비 구축비용 비교

(나) 개방형 교통정보센터 플랫폼의 API

○ 센터가 현장장치 및 제공매체에 유연하게 대응할 수 있도록 교통정보에 대한 수집, 제공에 대한 API를 보유하고 있어, 센터 관점에서 공급사에 상관없이 다양한 검지기를 센터의 추가개발 없이도 빠르게 센터와 결합이 가능하며, 다양한 제공매체에도 정보제공을 위한 추가 개발없이 정보제공이 가능함.



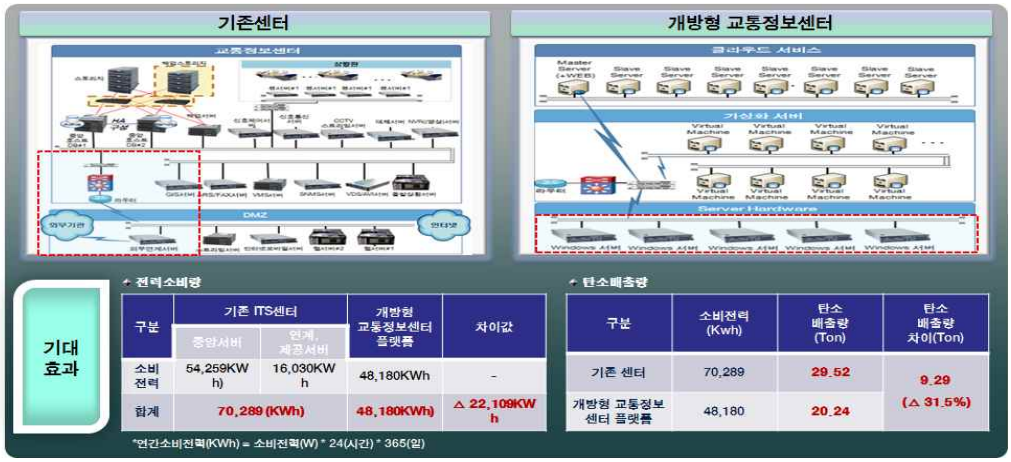
[그림 3.65] 대용량 데이터 처리와 증설의 유연성

(다) 가공 알고리즘의 독립 모듈화 및 가공수행 성능

○ 가공 알고리즘을 완벽하게 독립시켜 다양한 가공 알고리즘을 교체 가능 하도록 개발하였으며, 가공 수행성능은 수집에서 제공까지의 최대 1분 이내에 수행 가능하였음.

(라) 서버 가상화를 통한 센터 Green IT 구현

○ 플랫폼의 데이터노드를 가상화 할 수 있어, 가상화를 통해 30% 이상의 전력감소 효과를 기대할 수 있음.



[그림 3.66] 서버 가상화를 통한 소비전력 감소

2. 정보가공 및 신뢰성 향상 기술

가. 다기능 교통영상관리 장치 개발

(1) 기반조사 및 개념정의

○ 다기능 교통 영상 관리 장치는 위치에 제한적이지 않고 다기능 복합 검지기와 일체형 설치는 물론 다기능 복합 검지기가 없는 도로변이나 센터 시스템 어디든 상관없이 동작 할 수 있음

○ 영상 환경이 변화되었을 때 일정 시간 후 검지영역 및 환경변수를 자동으로 설정하여, 교통정보를 추출할 수 있음

○ 수집된 교통 영상의 각 구성요소를 인덱스 조건으로 이용하여 사용자가 원하는 특정 영상만을 추출해 내어 사용자 요구에 효율적으로 대응할 수 있음

○ 정적 객체와 동적 객체를 분리하여 중요도에 따라 서로 다룬 압축 기법을 적용함

○ 수집된 교통 영상을 이용해 교통정보 통계값을 도출할 수 있음

<표 3.27> 다기능 교통영상 관리 장치 주요 기능

구 분	Auto Configuration	압축 기술	저장/관리/검색 기술
기존기술	• 운영자에 의해 영상 처리영역, 객체 크기, 정보추출을 위한 기준치 등 초기 셋팅 과정 필요 • 카메라의 위치가 고정적인 영상에 대해서 교통정보를 추출할 수 있음 • Auto Calibration 기술은 주로 카메라 P/T/Z Parameter를 보정함	• 기존의 상용화 제품들은 주로 MPEG4 및 H.264를 사용함 • 목표물과 배경으로 분리 처리하여 분리된 영역별로 중요도를 고려해 서로 다른 압축 기법을 적용하기도 함	• 원하는 영상만을 검색할 경우 많은 시간이 소비됨 • 현재의 검색 기술은 일자별/이벤트별로 검색할 수 있음
정의	• 영상 환경이 변화되었을 때 일정 시간 후 검지영역 및 환경변수를 자동으로 설정하여, 변화하는 입력 영상에 능동적으로 적응하는 기술임	• 수집된 교통/환경정보를 동 시간대의 영상과 같이 압축함	• 수집된 교통/환경정보와 영상을 동기화를 고려해 저장/관리/검색 함
차별화	• 카메라 P/T/Z 파라메터 Calibration이 아닌 영상에 대한 Auto Configuration 임 • 위치에 제한적이지 않고 도로변이나 센터 시스템 어디든 상관없이 동작함 • Plug and Play를 가능하게 함	• 다기능 복합 검지기의 이벤트 중요도에 따라 압축률을 달리함	• 수집된 메타데이터 각 요소들을 인덱스 조건으로 이용하여 사용자가 원하는 특정 영상만을 추출하여 사용자 요구에 효율적으로 대응할 수 있음
기술수준	• 주요 기술 임에도 불구하고 연구개발이 미비한 실정 • 프랑스 Citilog사의 Auto Calibration 기술의 초기 자동 설정 시간인 20초 미만 보다 작은 10~15초를 목표로 함	• 관련 업체들은 영상 압축 저장 기술력에서의 우위를 선점하기 위해 지속적인 투자를 하고 있음 • 이번 과제 완료 시 독일 Heinrich-Hertz-Institute사의 영상 압축 기술과 영상 처리 기술의 95% 수준을 목표로 함	• 수집된 메타데이터 각 요소들을 인덱스 조건으로 이용하여 사용자가 원하는 특정 영상만을 추출하여 사용자 요구에 효율적으로 대응할 수 있음

<표 3.28> 다기능 교통 영상 관리 장치 차별성

구 분	영상검지기	자동 보정기술 (Auto Calibration)	다기능 교통영상 관리장치
환경 설정	수동	반자동	자동
장비위치	현장	현장	센터 (A/S 용이)
현장장비	카메라, 구조물, 장비 설치 필요	기존 CCTV 활용	기존 CCTV 활용
주요 기능	• 지점 교통정보 수집 • 85% 신뢰도	• CCTV 고유기능 • 교통정보 추출	• CCTV 모니터링 기능 • 자동 교통정보추출 • 동영상 저장 및 관리 기능 • VDS, AVI, CCTV 정보 동시 수집 가능
비 고	• 무인단속 시스템 (과속, 다기능, 구간단속, 끼어들기)	• 검지영역이 재설정되어도 초기 설정된 차로만 설정이 유지됨	• 차로별 교통량 없으면 초기에 검지영역 자동설정에 어려움

(2) 국내외 선진 기술 연구조사

(가) 국내 선진 기술

- CCTV 기술발전 추이 : 현재 국내에는 200여개의 CCTV 제조업체가 있으며, 그 중 대다수가 CCTV 관련 단품을 제조하는 중소 군소업체임. 대규모 제조업체로는 삼성 테크윈, 삼성전자, 하이트론 씨스템즈, LG전자, 씨엔비테크 등이 있음
- DVR(Digital Video Recorder, 이하 DVR) 기술발전 추이 : DVR 의 경우 국내 업체가 세계시장을 창출하고 이를 선도하여 왔음. 동영상 코덱의 경우 현재 주력기술은 MPEG-4[31] 기술이며 H.264[32] 가 새로운 기술로 부각되고 있고, 또한 CPU(Central Processing Unit, 이하 CPU), OS(Operating System, 이하 OS), Network 기술과 함께 디지털 기술의 핵심 분야로서 다양한 업체가 개발 및 판매에 참여하여 급속한 성능의 향상 및 가격의 하락이 있어 왔음.
- 제한적인 현장장비로 방대한 데이터를 관리하게 되면 장비의 주된 기능에 영

31) MPEG-4(엠펙 포, ISO/IEC 14496)는 영상, 음성을 디지털 데이터로 전송, 저장하기 위한 규격의 하나임.
32) H.264는 매우 높은 데이터 압축률을 가지는 디지털 비디오 코덱 표준으로 MPEG-4 파트 10 또는 MPEG-4/AVC(고급 비디오 부호화, Advanced Video Coding)라 부르기도 함.

향을 미치는 단점이 있지만, 아직까지 방대한 양의 데이터를 분리하여 관리함으로 이용자가 요구하는 정보를 빠르게 제공하는 관리 장치는 없었음

- 교통 자료 융합 및 처리 분야에서 대규모 처리 및 저장기술은 선진국에 비해 동등한 수준이나, 이러한 자료를 실시간으로 처리하고 활용하는 분야에 있어서는 다소 부족한 실정임

(나) 국외 선진 기술

○ 세계 ITS 시장 전반에 걸쳐 아직까지 가시적인 거래의 장을 제공하지 못하고 있는데, 즉, 수요자는 소비자 요구를 만족시킬만한 제품을 찾지 못하고 있고, 공급자는 주로 정부추진 프로젝트에 따른 제품공급으로 공급자와 수요자가 상호 Win-Win하기 위한 창의적이고 고수익의 비즈니스 모델을 개발하지 못하고 있음

○ Object video

- 미국 업체로서 지능형 영상인식 업체로 분석분야의 선두주자로 알려져 있음
- 호주의 IomniScient사와 유사 기능제공
- 판매 제품을 SW와 SW의 일부기능을 H/W화 DSP[33](Digital Signal Processor, 이하 DSP) Chip 형태로 공급
- Object Video사의 On-Board(H/W) 솔루션 기반
- 네트워크 기반의 영상 전송기술 적용 - 비디오 서버 기능 탑재
- 지능형 영상 분석 + 비디오 서버 + 시리얼 통신 + 알람 + 오디오
- 이벤트 설정 및 관리 60Channel지원 가능

○ Verint

- 미국에 본사를 둔 기업으로 대표적인 제품은 Nextiva임. 이 제품은 최대 1,000 채널을 통합 관리할 수 있는 서버-클라이언트 플랫폼을 제공하며, 다양한 MPEG-4, MJPEG[34] (H.264) 영상 압축 규격 지원을 통하여 서로 다른 비디오서버, IP 카메라를 지원하고, 다양한 PTZ(Pan Tilt Zoom, 이하 PTZ) 카메라, 매트릭스 스위쳐, CCTV 키보드를 영동할 수 있으며, 지능형 영상검지(Intelligent Video, Video Analytics) 기능을 통합 관리 할 수 있음

33) 디지털 신호를 기계장치가 빠르게 처리할 수 있도록 하는 집적회로를 말함. 아날로그 신호인 음성을 디지털화하는 음성 코딩에 사용하기도 함.

34) 멀티미디어에서 모션 JPEG(M-JPEG)는 각 비디오 프레임이나 비월 주사 방식의 디지털 오디오 시퀀스가 JPEG 이미지로 따로 압축되어 있다는 비디오 포맷 계열을 가리키는 비공식 이름임.

(3) 요구사항 정의

(가) MTC(Multi function Traffic Controller, 이하 MTC)

○ 요구사항 목록

<표 3.29> MTC 요구사항 목록

요구사항 ID	요구사항 명	요구사항 내용	비고
REQ-001	영상압축	실시간 영상 압축	
REQ-002	차량 추적	도로 내 통과 차량 추적	
REQ-003	교통정보 추출	도로상의 실시간 영상처리 인프라 구축	
REQ-004	1세부 연계	다기능 복합검지기 연계	
REQ-005	유지보수 기능	유지보수 프로그램 및 인터페이스	
REQ-006	OS환경 구축	리눅스 커널 및 운영에 필요한 환경 구축	
REQ-007	실시간 영상 저장	압축된 영상을 저장 및 관리	
REQ-008	영상데이터 관리	이벤트 및 교통정보 영상을 별도의 DB로 관리	
REQ-009	교통정보 관리	버클리 DB를 활용한 사고 이벤트 관리	
REQ-010	통합플래폼 연계	HTTP 방식을 활용하여 통합 플랫폼 연계	
REQ-011	교통정보 추출 정보 연계	DSP 모듈에서 생성된 실시간 교통정보를 LINUX 모듈로 TCP/IP 연계	
REQ-012	영상처리 영상 OUT 포트	입력영상처리 결과를 표출하기 위해 영상 OUT(NTSC) 포트 필요	

(나) TCU(Total Comunication Unit, 이하)

○ TCU 요구사항 목록

- Self Rack 하나에 7장의 MTC 보드를 사용할 경우 네트워크 포트 부족, IP 할당 부족, 미관 개선의 필요성이 대두되어 Self Rack 통신을 통합하여 연계할 수 있는 보드를 제작함

<표 3.30> TCU 요구사항 목록

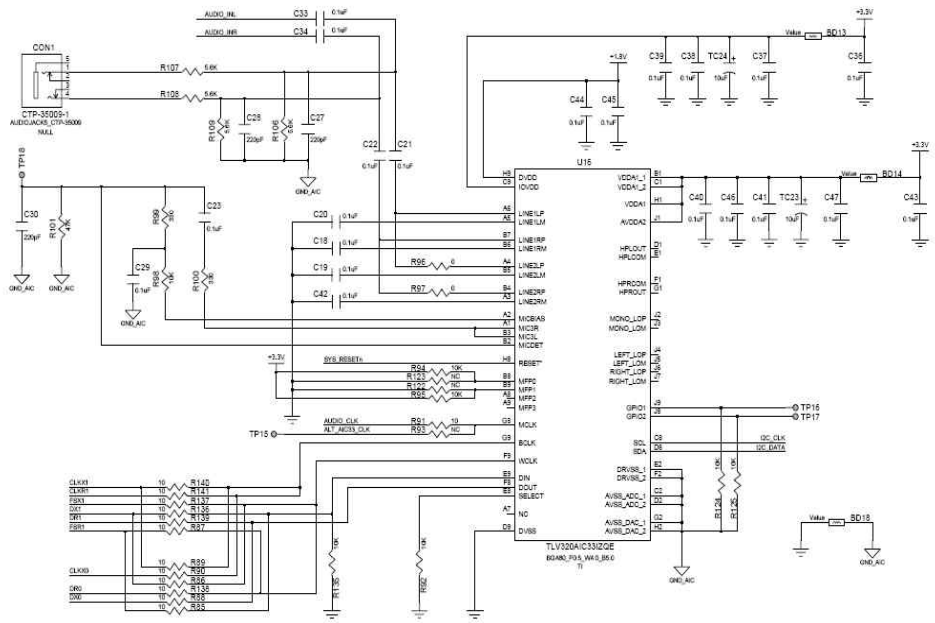
요구사항 ID	요구사항 명	요구사항 내용	비고
REQ-001	센터 통신	각 모듈과 센터와의 통신 연계	
REQ-002	외부 인터페이스	센터 외 장비 인터페이스	
REQ-003	모듈 상태감시	모듈별 운영상태 감시	
REQ-004	제어 데이터 연계	센터 제어 명령 및 정보 판단 기능	
REQ-005	통신 흐름제어	우선순위 별 통신 흐름 제어	
REQ-006	OS환경 구축	리눅스 커널 및 운영에 필요한 환경 구축	

(4) 설계

(가) H/W 설계

○ MTC

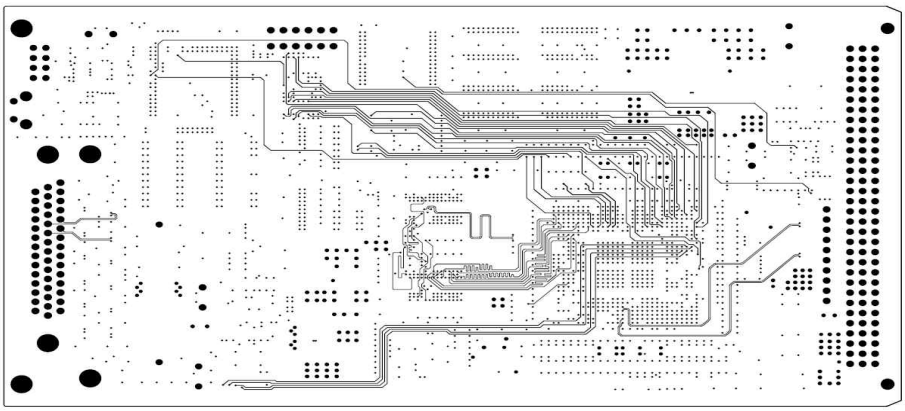
- 아래그림은 영상 분석 모듈의 Block Diagram이다. DSP 칩으로 이루어져 있으며, 아날로그 영상 데이터를 입력으로 받는다. Video analytics core 부분에서 지능형 감시기능을 수행한다. VPSS(Video Processing Sub System, 이하 VPSS)는 HD급 비디오 영상을 처리하고, 고속 영상처리를 가능하게 해주는 모듈이다. VPSS를 이용하면 기존의 영상처리보다 빠른 처리가 가능함.



[그림 3.67] MTC 회로

○ TCU

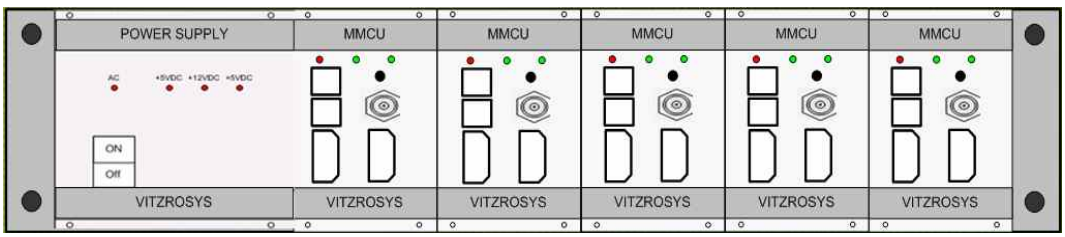
- 외부 인터페이스로 LAN 3 Port, Serial 1 Port 등과 Lan과 교체할 수 있는 광포트 2개를 탑재
- Self Rack에 실장된 MTC 보드 6장에 대한 통신 연계를 위해 HUB기능을 수행하는 네트워크 칩을 사용하였으며, 추후 다양한 인터페이스를 위해 LAN, Serial, 광 포트 등을 탑재하였음



[그림 3.68] TCU GB 회로도

○ 전면판

- 다기능 교통영상 관리장치의 높이 3U, 너비 19 inch로 설계되었으며, 총 7개의 교통영상 관리 모듈이 장착할 수 있음



[그림 3.69] 다기능 교통영상 관리장치 전면판 설계

(나) S/W 설계

○ Auto-Configuration 기능 구현

- 도로영역 자동 추출 기법의 전체 흐름은 세 단계로 구분
- 첫 번째 단계는 교통 영상에서 움직이는 객체정보를 이용하여 도로의 후보 영역을 설정교통 영상에서 움직이는 객체는 차량과 사람이라고 가정하여 움직이는 객체를 분리함
- 차량을 검출하기 위해 영상의 시간적 특성을 이용하여 배경 영상을 생성하고 현재의 영상과의 차영상을 통해 움직임이 있는 객체를 검출함
- 두 번째 단계에서 선정된 후보 영역에서 차선을 검출하기 위하여 영상에서 직선을 검출할 수 있는 허프 변환(Hough Transform)을 이용하여 차선별 도로영역을 추출함

○ 운영자 UI

– 운영자 UI는 동영상 재생, 교통 정보 검색 및 표출, 상태 정보 표출, 영상 검색, 메인 메뉴 총 5개의 화면으로 구성됨



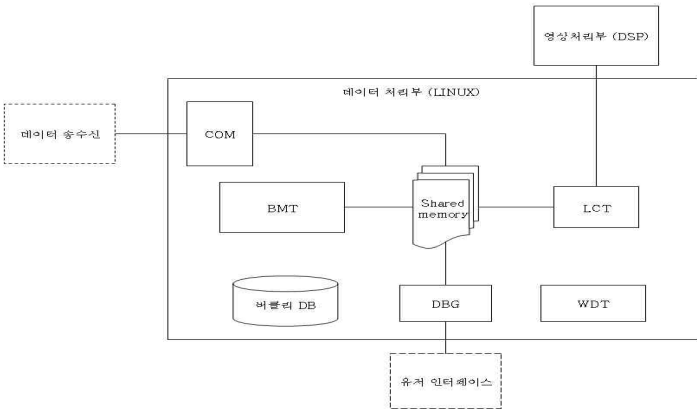
[그림 3.70] 다기능 교통영상 UI 설계

– 동영상 표출 영역은 동영상 재생, 시간 조회, 전 조회 영상 리스트, 영상관리 등으로 구성되어 기존 DVR 구성을 유지함

– 메뉴 항목은 정보 표출영역과 연계하여 정보유형별로 분리하여 쉽게 접근 가능하도록 배치

– 다기능 교통영상 관리장치 내 DB를 구축함으로서 지점, 구간 ,도로환경, 개별 차량 등의 정보에 대한 실시간 조회가 가능함

○ TASK 설계



[그림 3.71] 데이터 처리부 시스템 구성

- WDT : 리눅스 환경에서 수행되는 모든 TASK의 관리, 환경정보를 관리함
- DBG : 프로세스 디버깅 및 기능을 검증함
- COM : 데이터 요청 및 송수신함
- LCT : 데이터 수신, 데이터 확인, 누락데이터 요청함
- BMT : 버클리 DB 관리, 수신데이터 관리, 요청데이터를 검색함
- 개발 환경은 윈도우즈 상에서 vmware를 이용한 centos 4.7 리눅스 상에서 행함
- 시제품으로 개발된 임베디드 리눅스 장치를 통해 시험 환경 구축

(5) 기능 구현

(가) H/W 기능 구현

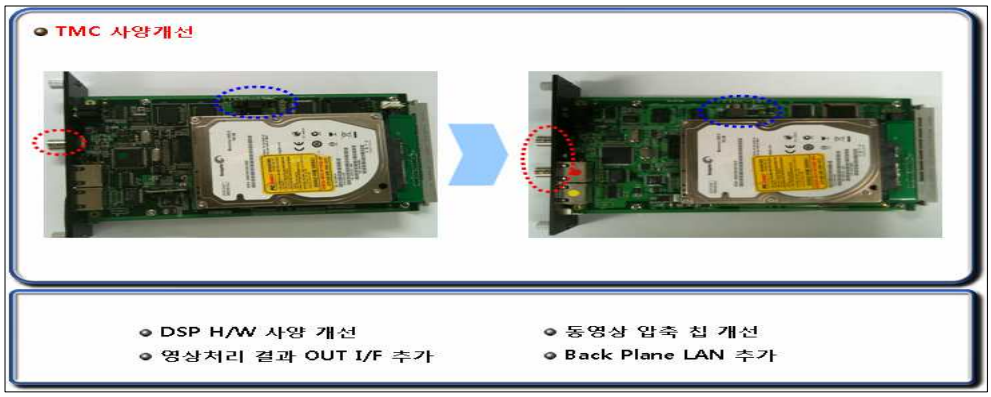
○ MTC

- 다기능 교통영상관리 모듈은 Auto-Configuration, 실시간 교통정보 추출 기능을 수행하는 영상처리부, 실시간 영상저장 및 관리를 수행하는 영상관리부, 영상 저장 부 등 3층 구조로 제작되었음



[그림 3.72] 다기능 교통영상관리 모듈 시제품

- 영상처리 결과 OUT(NTSC[35]), 동영상 압축 CHIP 변경 등을 개선하였음



[그림 3.73] MTC 시제품

35) 미국의 텔레비전방송규격심의회(NTSC)에서 제정한 컬러텔레비전의 한 방식임.

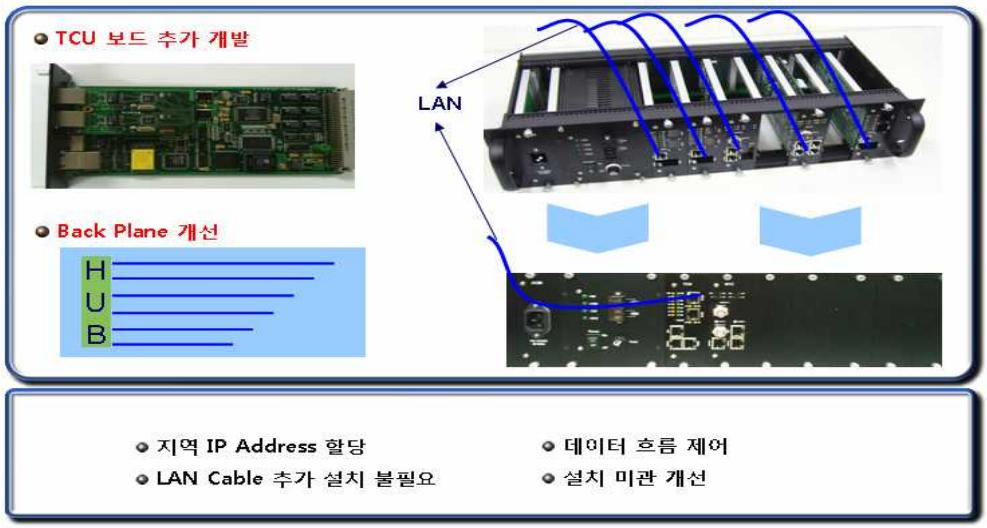
○ TCU

- 총 3회에 걸쳐 H/W 설계를 수정하였으며, 샘플 보드를 제작하였음
- 외부 인터페이스로 LAN 3 Port, Serial 1 Port 등과 LAN과 교체할 수 있는 광포트 2개를 탑재하였음



[그림 3.74] TCU 시작품

- 전원부 및 MTC, TCU를 실장하여 하나의 시작품으로 완성하였음



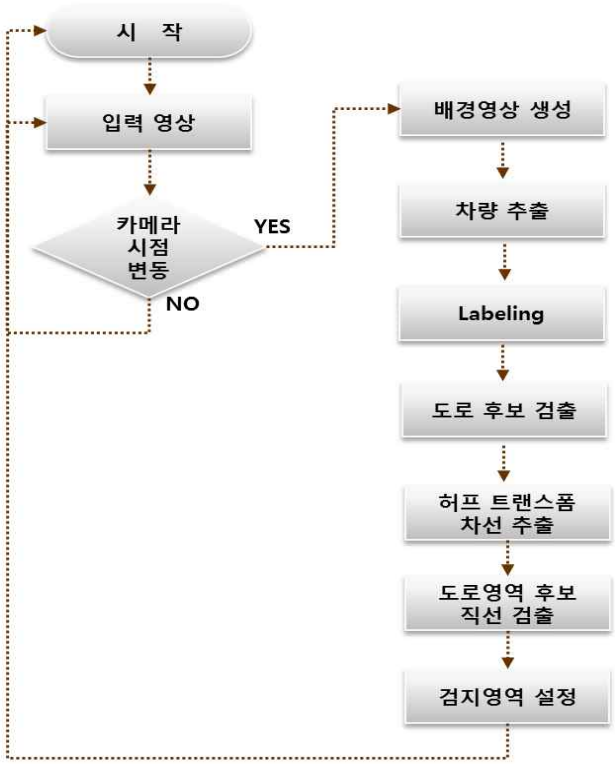
[그림 3.75] 다기능 교통관리 시작품

(나) S/W 기능 구현

○ Auto-Configuration 기능 구현

- Auto Configuration 자동 교통 정보 추출 프로그램의 기능 개선 및 성능 향상을 위한 연구 개발 수행

- 도로 영상에서 차선을 자동으로 추출하는 부분과 추출된 차선으로 차로를 구하여 각 차로의 교통 정보를 추출하는 두 가지 부분으로 나눔
- 영상 입력 시 차선이 검출되었는지 확인하고, 검출되지 않았다면 차선 검출 루틴을 수행함



[그림 3.76] Auto Configration 순서도

- 배경 추출은 프레임 간 연속되는 영상을 분석하여 이동하는 객체가 없는 부분을 남기는 배경 부분 영상만을 생성함
- 배경 생성 방법은 식 $B_{k+1}(p) = B_k(p) + g \cdot (I_k(p) - B_k(p))$ 을 통하여 생성
- 배경 영상 생성 과정은 시간에 대한 저역 통과 필터를 통해 이루어짐
- 저역 통과 필터의 특징은 밝기 변화의 크기에 따라 이득(g)을 다르게 조절함으로서 이루어지며, 현재의 추정은 이전 추정으로부터 예측 항과 관측 편차에 비례하는 보정항의 합으로부터 계산
- 위 식에서 Bk(p)는 배경 영상을 나타내며, Ik(p)는 현재 프레임의 영상을 나타내고, g는 이득 임계치를 나타냄
- 아래 그림 (a)는 배경 영상을 검출하는 중간 모습이며 (b)는 일정 프레임 동안 배경 영상을 만든 결과임



(a) (b)

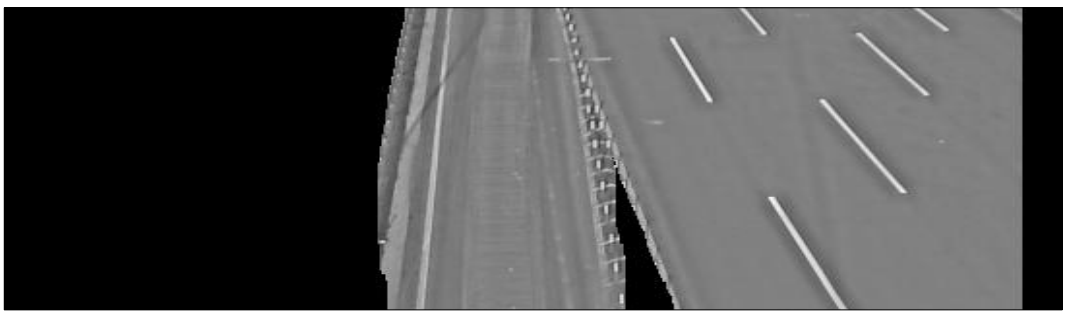
[그림 3.77] 배경 영상 검출 결과

- 아래 그림은 차량 객체를 검출하는 모습을 보여줌. 흰색 픽셀 부분이 차량 객체를 나타냄



[그림 3.78] 차량 객체 검출 모습

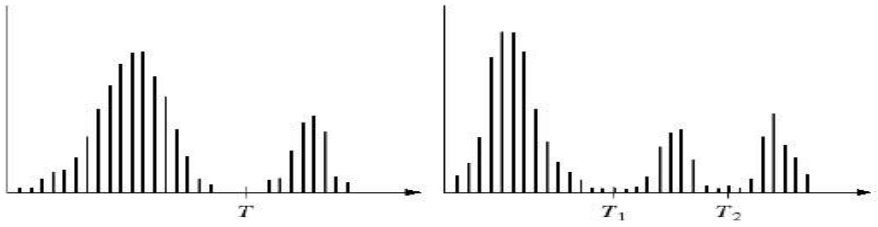
- 차량의 움직임이 있는 부분을 수 프레임동안 기억시켜 둔 후, 결과로 나타나는 차량 궤적을 도로 후보 영역으로 추출
- 도로 후보를 제외한 부분은 이후 이진화 및 허프 트랜스폼의 검출 후보에서 제외함
- 아래는 일련의 과정을 거쳐 도로 후보 영역을 분할한 결과임



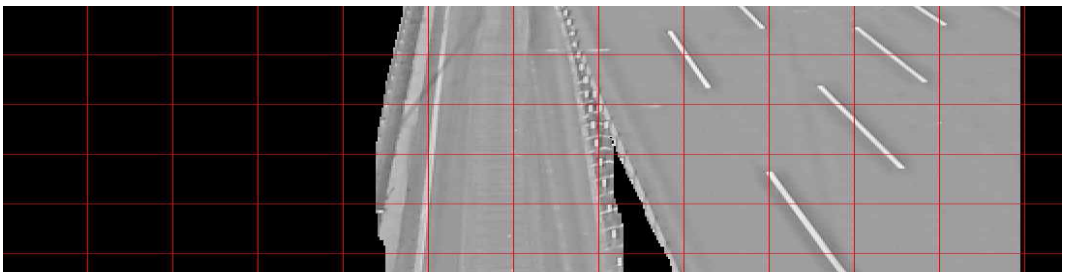
[그림 3.79] 도로 후보 영역 분할 결과

- 아래 그림 중 (a)는 어두운 배경에 밝은 물체로 구성된 그레이 레벨 히스토그램의 예

이며, (b)는 (a)보다 약간 더 일반적인 경우로 세 부분의 특징을 가지도록 나뉘어져 있음. 예를 든다면 어두운 배경에서 두 종류의 밝은 물체를 가지는 특성을 가지는 영상의 히스토그램의 경우임



[그림 3.80] 그레이 레벨 히스토그램의 예



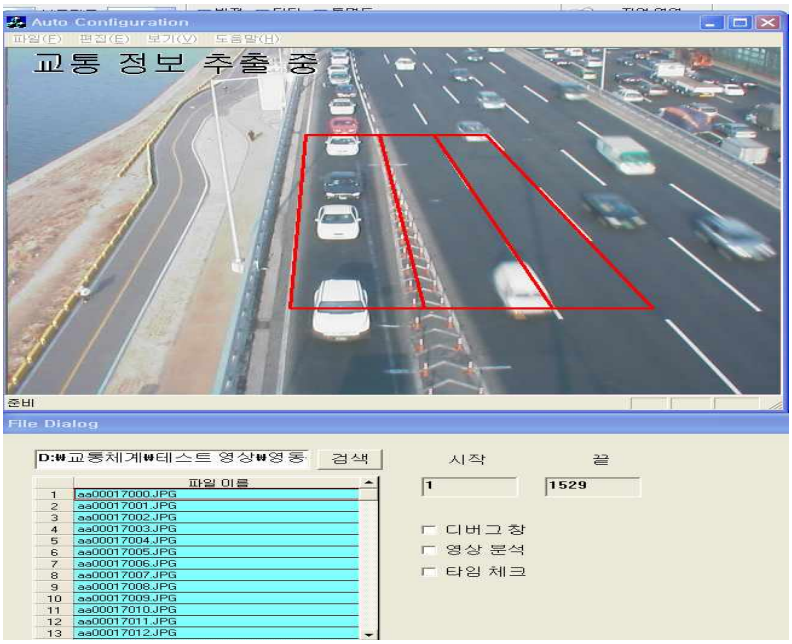
[그림 3.81] 부 영상들을 나눈 도로 영역

- 차선 정보를 얻기 위해서는 이진화한 경우 최소한 화면 내에서 직선으로 인정할 만큼의 길이를 가지는 선 정보가 필요함
- 분할된 영역 내에서 이진화가 효과적으로 이루어지지 않더라도 다른 부 영상의 이진화 결과를 가지고 직선 성분을 찾아낼 수 있음
- 허프 트랜스폼을 이용한 차선 검출 방법은 영상에 나타나는 직선 성분을 검출함
- 도로의 후보 영역에는 하나 이상의 차로가 포함 되어 있고 여러 개의 차선을 가지고 있음



[그림 3.82] 차선 검출 결과

- 차선 검출이 종료되면 각 차선 중 인접하는 것으로 차로 형태를 구성함
- 아래 그림은 발견된 차선을 가지고 3개 차로를 구성해 본 결과임
- 최종 결과 영상은 실화면 영상 상에 차로를 붉은 색 선으로 표시함



[그림 3.83] 교통 정보 추출 중 표시 실행 화면

- 교통 정보 추출은 차량의 궤적을 찾고 이동정보를 활용하여 추출함
- 각 차선의 교통량은 추적하는 차량이 차로 범위에서 사라진 경우 하나씩 증가시킴
- 차선 검출 작업이 종료되면 인접하는 차선들을 묶어 차로를 구성함
- 각 차선들은 도로 형태적 특성에 따라 일렬로 나열되며 인접해 있는 차선 사이가 하나의 차로로 형성되는 특성 이용
- 아래 그림은 각 차량 객체를 추적하는 모습을 보여주며 각 객체마다 다른 그레이레벨 값이 매겨져 있음



[그림 3.84] 차량 객체 추적 모습

– 차량 객체가 차로 안에 들어왔다가 차선 밖으로 나가는 시점에 교통량 하나 증가하는 방식 사용함



[그림 3.85] 교통량이 업데이트되는 실행 화면

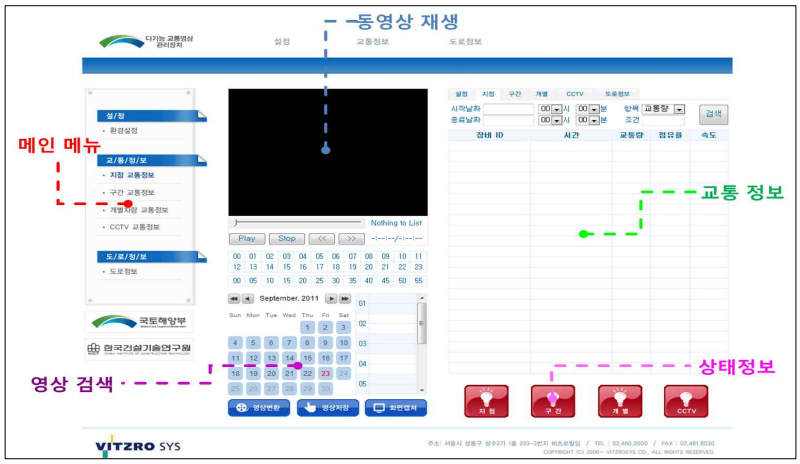
– 각 차로의 평균 속도 계산은 차량의 프레임 간 추적 시간과 이동 거리를 이용하여 매 프레임 간 순간 속도를 구한 뒤, 이를 평균하는 방식을 취함
– 순간속도 = (차량 이동 거리) / (프레임 간 시간)으로 계산함
– 새로운 순간속도들은 배열의 처음부터 차례대로 다시 채워나가는 방식임
– 아래 그림은 각 차로의 평균 속도가 업데이트되고 있는 모습을 보여 줌



[그림 3.86] 각 차로 평균 속도 업데이트되는 실행 화면

○ 운영자 UI

– 기존화면의 영상조회 기능 및 저장기능을 확장하였으며, 조회된 DB와 동영상 정보를 연계하였음



[그림 3.87] 운영자 WEB UI

- 정보 표출 영역은 설정, 지점교통정보, 구간교통정보, 도로환경정보, 개별차량 정보, CCTV, 도로정보 등 총 6개의 화면으로 구성되어있음
- 동영상 표출 영역은 동영상 재생, 시간 조회, 전 조회 영상 리스트, 영상관리 등으로 구성되어 기존 DVR 구성을 유지하였음
- 메뉴 항목은 정보 표출영역과 연계하여 정보유형별로 분리하여 쉽게 접근 가능하도록 배치하였음
- 매주기 마다 수신된 정보의 유형을 파악하고, 누락 정보 발생 시 자동으로 누락 정보를 화면에 표출하고, 이용자 보안을 위해 운영자 속성정보 입력 및 로그 인 기능을 구현하였음

○ 연계 및 관리 기능 구현

- 통신 프로토콜은 TCP/IP통신 이용하여 다기능 교통영상 관리장치에서 산출된 교통정보를 통합플랫폼(경봉)에 전송할 수 있도록 다음과 같이 정의됨
- 다기능 교통영상관리장치와 통합플랫폼은 연속적으로 연결을 유지해야 하며, 초기 동작 및 연결 두절 시 Client인 다기능 교통영상관리장치에서 계속적으로 연결시도를 수행해야함
- 통신 PORT NO은 5203번임

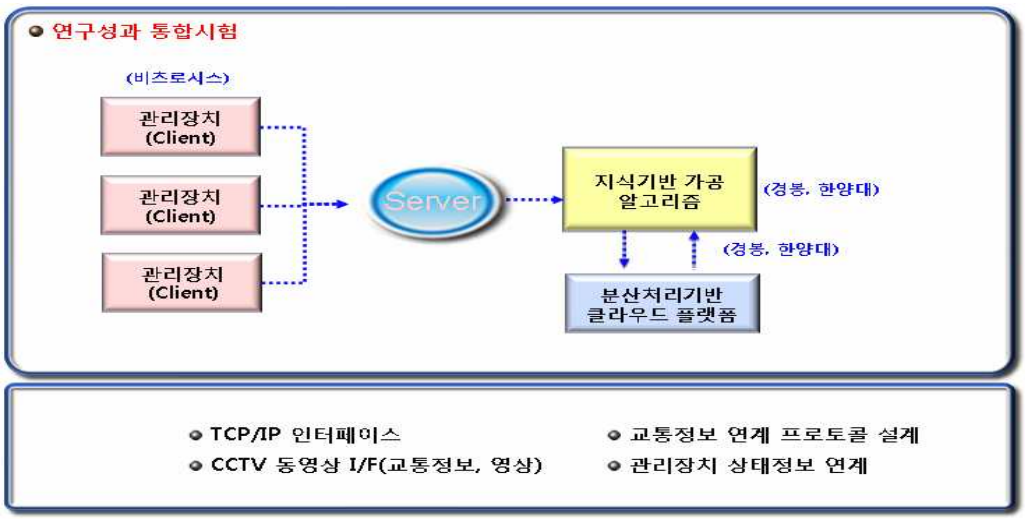
<표 3.31> 통신 프로토콜 구분

구 분 1	구 분 2	구 분 CODE	적 용 방 향	비 고
시스템동작 상태정보		□11	관리장치->플랫폼	초기 동작 후 매분 전송
교통정보 요청		□12	플랫폼->관리장치	상시 요청
교통정보	속도, 교통량	□13	관리장치->플랫폼	5분 단위로 전송 (매시 5분, 10분, 15분, 20분, 25분, ... 00분)

<표 3.32> 통신 프로토콜 HEADER 부

구 분	HEADER부					DATA부
약어	SCODE	REQ TIME	CODE	LENGTH	CRC	DATA
의미	시작코드	전송 시간	구분 CODE	(헤더+데이터) 크기	error check	전달할 DATA 내용
크기	2B	4B	2B	1B	2B	N BYTE
형식정의	0X98 0X98	time_t형식	□11	(헤더+데이터) 크기		ABCDEFGH

- 분산처리기반 클라우드 플랫폼 연계를 위해 다기능 교통영상관리 장치와 연계할 수 있는 연계서버를 구축하였음



[그림 3.88] 2세부 연계 다이어그램

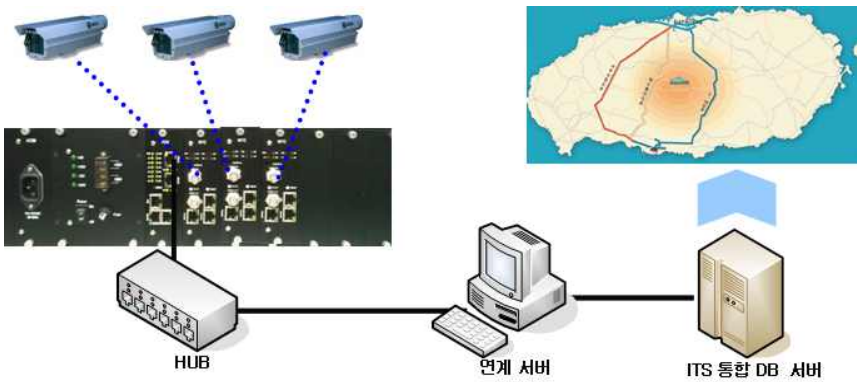
- 연계서버와 분산처리기반 클라우드 플랫폼 연계는 OPEN API를 바탕으로 정보 연계기능을 구현하였음
- 다기능 교통영상관리 장치에서 추출된 교통정보를 통합 플랫폼으로 연계하는 프로그램으로 5분단위로 접근로 별 교통정보를(속도, 교통량) 제공함

(6) Test Bed 구축 및 전시회 참여

(가) Test Bed 구축

○ 제주도 Test Bed 구축

- 2월 중 현장 조사를 통해 테스트 사이트를 선정하고 3월 초 현장 테스트 베드를 구축 완료함
- 현장 강풍으로 Auto-Configuration이 자주 동작하였으나 Auto-Configuration 기준 완화를 통해 교통정보를 추출함



[그림 3.89] Test Bed 구축 예상도

- 다기능 교통영상 관리장치에 대한 연구 배경, 주요 기능, 사양, 교통정보연계 방안 등을 소개함

(나) 전시회 참여

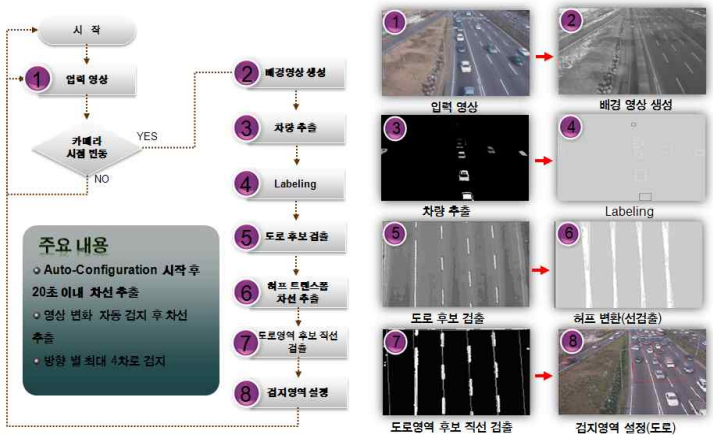
- 2010년 ITS세계대회 등을 통하여 시작품 H/W 및 영상처리 기능을 시연하기 위해 테스트 영상 등을 전시회 전 준비하였으며, 방문객과의 의견 교환을 통해 개선 사항이 도출되었음

(7) 결론

- 기존 CCTV는 단순 모니터링 기능을 수행하는 장비로서 운영되는 한계를 해

결하기위해 CCTV 영상만으로 교통정보를 추출하는 다기능 교통영상 관리장치 개발을 추진하였음

- 항상 변화가 있는 CCTV 영상에서 도로 및 차선 추출을 위해 Auto-Configuration 기능을 개발하였음



[그림 3.90] Auto-Configration 흐름도

- CCTV 저장 영상과 Auto-Configuration 결과물인 교통정보를 동시에 관리하기 위해 Web 운영자 UI를 개발하고, 속성 정보 및 교통정보를 PostgreSQL[36] 임베디드 DBMS[37](Database Management System, 이하 DBMS)를 활용하여 관리 기능을 추가 개발하였음

36) PostgreSQL은 객체-관계형 데이터베이스 관리 시스템(ORDBMS)의 일종임. BSD 허가권으로 배포되며 오픈소스 개발자 및 관련 회사들이 개발에 참여하고 있음.

37) 데이터베이스 관리 시스템(Database Management System, DBMS)은 다수의 사용자들이 데이터베이스 내의 데이터를 접근할 수 있도록 해주는 소프트웨어 도구의 집합임.



[그림 3.91] Web 운영자 UI

- Web 운영자 UI를 통해 추출된 교통정보 검색 및 해당 교통정보에 대한 영상정보를 동시에 확인할 수 있으며, 추가적으로 DVR(외부 저장, 동영상 관리) 기능을 수행할 수 있음.
- H/W 3종 보드(MTC, TCU, POWER)를 회로설계, I/F 설계 등의 과정을 통해 개발하였으며, Shelf 당 6개의 CCTV와 연계하여 정보를 추출할 수 있음



[그림 3.92] 다기능 교통영상 관리장치 H/W 구성

- 2세부 내 연계를 위해 프로토콜 설계 및 OPEN API 기반의 연계 서버를 구현하였으며, 1분단위로 다기능 교통영상관리 장치에서 추출된 교통정보를 전송하였음.

- 제주도 테스트 베드 구축을 통해 다기능 교통영상 관리장치 성능 검증 및 안정화를 추진하였으며, 교통량 88.5%, 속도 84.0% 등의 성능을 검증하였음.



[그림 3.93] 제주도 테스트 베드 구축

나. 지식기반 정보가공 알고리즘 개발

(1) 기존 정보가공처리 운영현황

(가) 정보가공 현황 및 문제점

○ 교통정보가공은 검지기 원시자료의 1차 가공(지점정보), 오류 및 누락 처리 과정(이상치 제거, 오류판단 및 결측 자료처리), 평활화 과정, 제공정보 생성(구간정보), 시공간적 집계과정, 과거이력자료 구축 및 활용 등을 포함함. 특히 교통정보가공은 교통정보 수집-가공-제공체계의 일련의 과정에서 소통상황정보의 정확성을 좌우하는 중요한 단계임

○ 현재까지 원시자료의 오류 및 결측 보정기법, 평활화, 정보갱신주기와 표준노드링크체계에 기초한 시공간적 집계단위, 구간정보(통행속도, 통행시간 등) 생성을 위한 적정 방법론, 통행패턴이나 교통정보가공 생성을 위한 과거이력자료 활용방안 등은 꾸준히 연구되어왔음. 하지만 실제로 기 운영 중인 교통정보센터에서는 이러한 중요 이슈에 대한 연구와 정기적인 성능평가가 재원확보 및 전문인력 부재로 수행되지 않고 있음

○ 현재 교통정보센터가 운영 중인 한국도로공사, 서울시 도시고속도로, 각 지자체 등은 단속류와 연속류를 구분하여 전체 시스템이 유기적으로 구축되어 있음. 그러나 구간통행속도 혹은 구간통행시간을 산출하는 교통정보가공 알고리즘은 블랙박스(black box)화되어 있어 어떠한 산정식이나 알고리즘화 되었는지 구체적으로 파악하기 어려움

(나) 지자체별 통행시간 산정식 현황 및 문제점

○ 현재 각 지자체별로 통행시간 산정식이 다양하게 적용하고 있으나 구간통행시간을 산정하기 위해 어떠한 기법이 우수한지 사후평가가 수행되지 않고 있음. 또한, 통행시간 산정식에 적용되어 있는 여러 파라메터가 임의적으로 사용되었으며, 실질적인 파라메터 보정작업이 주기적으로 시행되지 않고 있음

○ 또한 몇몇 지자체는 교통정보의 향상을 위해 과거이력자료를 활용하여 지역마다 통행패턴을 분석하고, 이를 토대로 정보가공 알고리즘에 적용하고 있으나 이에 대한 정확한 산출근거(교통이력자료 적정 가중치, 패턴정보의 유형 및 상세수준 등)에 대한 방법론이나 지침이 미비함

○ 이처럼 교통정보 가공 알고리즘을 표준화 또는 적정 산출방법 지침 등이 마련되지 않아서 부정확한 정보제공이 이루어지고 있음

○ 이러한 문제점은 궁극적으로 교통정보센터 운영 효율성과 정보 신뢰성을 저하하는 주요 원인으로 작용하고 있음

(2) 요구사항 도출

○ 지능형교통체계(Intelligent Transportation System, 이하 ITS) 구축사업이 활발하게 진행되고 있는 가운데 도로유형별, 교통특성별 구간교통정보 산출 알고리즘이 충분한 검증방법을 시행하지 않고 임의적, 주관적으로 적용되고 있으며, 체계적으로 정리된 표준 매뉴얼이 없어 부적합한 교통검지기를 설치하거나 검증되지 않는 가공알고리즘을 적용함으로서 전반적인 시스템의 효율성을 저하시키고 있음

○ 때문에 도로유형 및 교통특성에 적합한 구간교통정보를 생성하기 위해 각 도로유형, 검지기 유형, 교통특성에 대해 과거이력자료를 활용한 지식기반 구간교통정보를 산출하는 기술을 개발하는 연구가 필요함

○ 도로유형 및 기능에 따라 연속류/단속류, 간선도로/보조간선도로/국지도로/집산도로, 도시부/지방부/관광부 등으로 구분할 수 있으며, 이러한 분류는 도로·교통조건 등에 따라 교통상황 및 패턴이 다양하게 나타나기 때문에 이를 고려하여 적합한 구간소통정보 산출방안이 필요함

○ 실제 ITS가 구축된 네트워크를 대상으로 과거이력자료에 대한 교통특성 및 통행패턴을 분석하고 대상구간에서 수집되는 검지자료를 바탕으로 구간교통정보

산출 알고리즘의 적합성 및 성능개선 방법론 도출이 필요함

○ 최종적으로 다양한 교통정보 수집환경에서 실측치(실제 교통상황정보)와 산정치(가공정보)간의 오차를 최소화하고 교통정보제공의 신뢰성을 높일 수 있는 휴리스틱 지식기반의 교통자료 통합가공 기술이 필요함

(3) 개발내용

(가) 구간통행정보 민감도 분석

○ 분석지역은 안산시 ITS 사업에 구축된 도시부의 단속류에 해당되는 도로망을 대상으로 하며, 그 중 중점적으로 분석할 구간은 중앙로 연수원사거리~고잔역사거리, 해안로 대우6차삼거리~본오2차삼거리, 공단로 광성정공앞사거리~일신성약삼거리로 선정하였음

- 분석대상 적용범위: 도시부 단속류의 지점검지기

○ 분석자료는 크게 3가지 형태로 나누어 분석하였음

- 센터자료: 원시자료 (1분단위), 가공자료 (2분단위, 5분단위, 1시간단위 등)
- GPS자료: 실험차량조사(probe car)에 의해 수집된 차량궤적자료로서,
- 조사일시: 2010년 2월 1일~2010년 2월 7일
- Simulation자료: VISSIM에 의해 도출된 지점 및 구간자료임
- 영상자료: 중앙로 교차로구간 2개소 및 가로구간 1개소(단원구청삼거리~고잔역사거리)사이와 해안로 교차로구간 4개소 및 가로구간 1개소(안산서킷삼거리~본오2차삼거리), 공단로 교차로구간 2개소 및 가로구간 1개소(하이게인안테나삼거리~케이피엠테크사거리)
- 각 교차로의 회전교통량을 비디오 촬영한 자료와 각 가로구간 검지기 위치에서 촬영한 자료로서, 2010년 2월 5일 (금). 2010년 2월 7일 (일)에 조사된 자료임

○ 다양한 교통요소에 따른 구간통행정보 민감도 분석 및 결과는 다음과 같음

- 검지기유형별, 차종별, 신호시간별, 운전자 성별, 차로별, 요일별, 주중/주말별 등 다양한 교통요소에 대한 구간통행정보(통행속도, 통행시간)의 변화패턴을 분석하였음
- 다양한 교통특성에 따른 민감도 분석 결과를 포함해서 크게 도로 및 교통조건, 산출방법, 통행패턴으로 나누어 구간통행정보에 영향을 미치는 요소에 대

해 정리하면, 도로 및 교통조건은 교통량, 기하구조, 신호운영, 검지장비, 환경 등으로 나눌 수 있으며 정보가공 산출방법은 대표치, 표본, 데이터퓨전, 1차가공, 2차가공, 과거이력자료 등으로 나눌 수 있음. 또한 통행패턴 항목은 시간대별, 이벤트별, 요일별, 월별, 목적통행별 등으로 나눌 수 있음

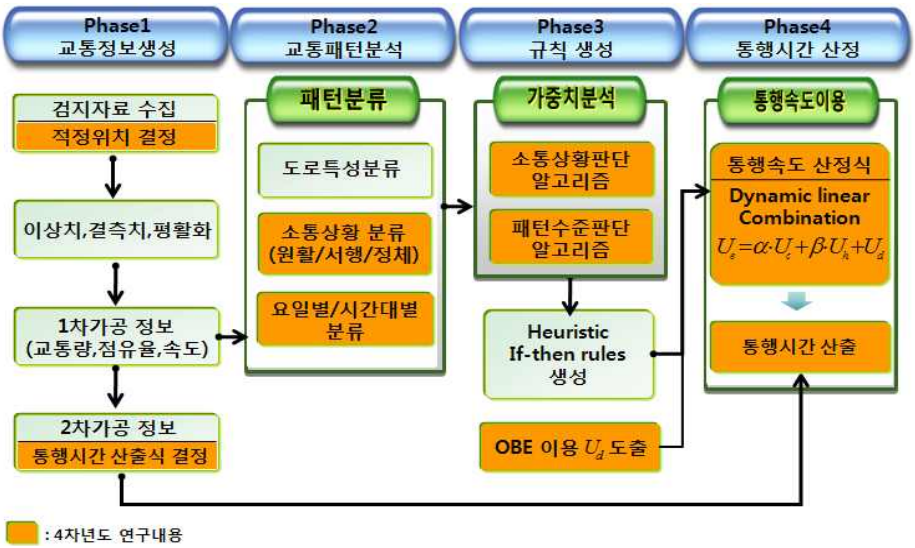
○ 따라서 본 연구에서는 여러 영향요인 가운데 연구개발 목표에 부합하는 요소를 추출하여 중점 연구하고자 함

(나) 지식기반 정보가공 알고리즘의 개요

○ 패턴기반 정보가공 알고리즘을 바탕으로 지식기반 정보가공 알고리즘을 개발하였으며 연구개발 흐름도는 아래 그림과 같으며 상세 내용은 아래와 같음

○ 테스트베드 구축을 통해 지점검지기 위치에 따른 통행시간 영향 분석을 실시하였으며 이를 통해 지점검지기 적정위치에 부합하는 검지기를 선정하여 연구를 진행하였음

○ 기존의 지자체에서 사용하고 있는 통행시간 산출식에 대한 비교 분석을 실시하여 현장 적용성을 검토하였으며, 패턴기반 알고리즘 보완 및 개선을 통해 과거 이력자료 패턴분류 방안에 대하여 연구하였음



[그림 3.94] 지식기반 가공 알고리즘 개발 흐름도

○ 지식기반 정보가공 알고리즘 개발을 위해 소통상황 판단 알고리즘을 개발, 패턴수준판단 알고리즘 개발, U_d값 도출 및 가중치(α, β)값 산정을 실시함. 이를 이용 최종적으로 구간통행시간 산출을 위한 지식기반 정보가공 알고리즘 개발함

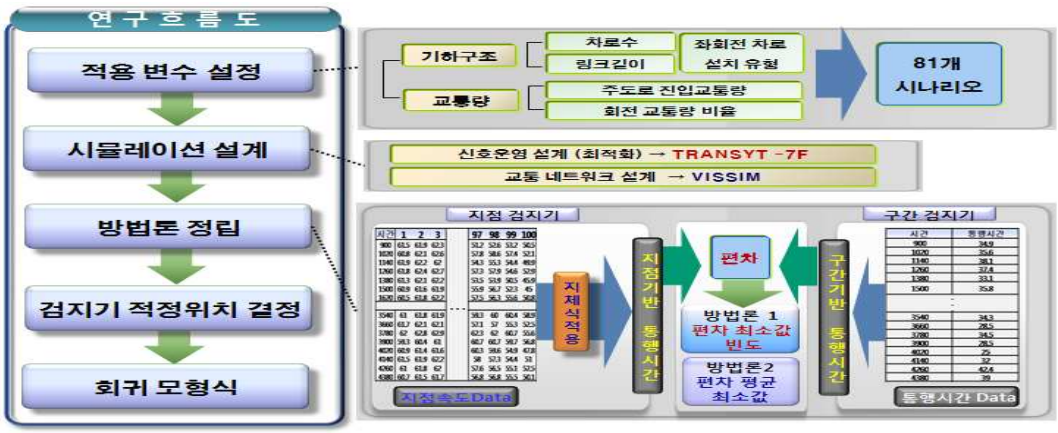
(다) 정보가공 시뮬레이션 테스트 베드 구축

○ 본 연구는 정보제공구간의 링크특성을 반영한 지점검지기 적정 위치를 도출하고자 함

<표 3.33> 기존 연구와 본 연구의 차이점 비교

설정 항목		오성호(2004)	송기욱(2004)	본 연구
차로수		편도 2, 3 차로	편도 1~3차로	편도2~4차로
제한속도		30,35,40,45 mph	60, 70, 80 kph	60, 70 kph
링크길이		2000~7000 ft. (1000ft 씩 증가)	600~2000 m (200m 씩 증가)	400~1200 m (200m 씩 증가)
교통량		4000~6000 vph	1000~7000 vph	1000~6000 vph
회전비율		X	O (직진+우 : 좌) 10:0, 9:1, 8:2	O (좌 : 직 : 우) 1:8:1, 2:7:1, 3:6:1
좌회전베이 고려		X	X	O
신호 조건	연동고려	X	O	O
	최적신호	X	Transyt_7F	Transyt_7F
	방향별 교통량	X	X	O
시뮬레이션		CORSIM	CORSIM	VISSIM
지점검지기 설치간격		50 ft.	20 m	20 m
지점정보 수집간격		1시간 평균	1시간 평균	5분 평균 1시간 자료
효과척도(MOE)		속도	속도	통행시간
지체시간 고려		X	X	O(KHCM)
결과		링크길이 600m 이하는 적정검기지 위치 산정 불가		모든 시나리오 결과 도출

- 본 연구의 흐름도는 다음과 같음



[그림 3.95] 지점검지기 위치결정 연구흐름도

- 도시부도로에서 신호교차로의 서비스수준 효과척도인 평균제어지체와 교통정보제공지표인 구간통행시간, 구간통행속도는 서로 밀접한 관계를 가지고 있으며 단속류 교통정보생성은 평균제어지체에 영향을 미치는 여러 요소를 고려하여 가공되어야 함
- 본 연구에서 분석 시나리오는 도시부도로의 인접한 2개 4지교차로를 대상으로 도로조건, 교통조건, 교통운영조건을 고려하여 설계하였으며, 구체적인 내용은 아래 표와 같음

<표 3.34> 분석 시나리오 세부 설계내용

구분	세부내용		
도로조건	차로수 (편도)		2, 3, 4
	제한속도 (km/h)		60, 70
	링크길이 (m)		400, 600, 800, 1000, 1200
	좌회전차로 및 좌회전베이 유무		
교통조건	중방향비율 (%)		67
	EBVOL (vph)	2차로	1000, 2000, 3000
		3차로	1500, 3000, 4500
		4차로	2000, 4000, 6000
	WBVOL (vph)	2차로	667, 1333, 2000
		3차로	1000, 2000, 3000
		4차로	1333, 2667, 4000
	회전비율 (좌:직:우)		1:8:1, 2:7:1, 3:6:1
신호운영조건	현시순서		직진우선신호 4현시
	주기범위		100~180초
	신호연동, Transyt-7F 신호최적화		

EBVOL : 동쪽방향 진입교통량(vph), WBVOL : 서쪽방향 진입교통량(vph)

- 도로조건은 차로수, 제한속도, 링크길이, 좌회전차로 및 좌회전베이 유무를 고려하였음. 제한속도의 경우 도로운영 지침서 및 현장조사를 근거로 2~3차로는 60km/h, 4차로는 70km/h로 설정하였으며, 주기당 평균 좌회전 도착교통량이 10대 이하이면 좌회전베이를 설치하고 10대 이상이면 좌회전전용차로를 설치하는 것으로 가정하였음. 특히, 진입교통량(EBVOL, WBVOL)은 각 차로별 교통량을 비포화/포화 상태를 반영할 수 있도록 분류하였다. 신호운영조건

은 Trasyt-7F를 사용하여 최적화한 현시순서, 주기범위, 신호연동을 산정해 적용하였음

- 위 표의 내용은 주도로(동서축)에 적용하는 것이며, 부도로(남북축)는 양방향 2차로도로의 좌회전베이가 없으며, 진입교통량은 200~300vph이며 회전비율(좌:직:우)은 3:4:3으로 고정하였음

○ 지점검지기 적정위치 결과에 대한 내용은 다음과 같음

- 본 연구는 다양한 시나리오를 토대로 지점검지기 적정위치 범위를 도출하는데 단일 범위와 복수 범위로 나누어 분석하였음. 적정위치를 두 유형으로 나눈 이유는 포화 상태는 적정위치 범위가 하나의 범위로 나타나는 반면에 비포화 상태에서는 검지기 위치가 차량의 대기행렬길이에 민감하게 작용하지 않아 복수의 범위로 나타남
- 복수 범위로 나타나는 시나리오는 여러 개의 그룹 중에 하류부 정지선에서 가장 가까운 그룹을 적정 범위로 결정하였으며 세부적인 결정방법은 예시로 설명하고, 최종적으로 시나리오별 지점검지기 적정 범위를 도출하였음
- 지점검지기가 해당구간의 소통상황을 최대한 대표할 수 있는 적정 위치를 산출하기 위해 효과척도로 통행시간을 결정함. 지점검지기에서 수집되는 지점속도를 토대로 KHCM 지체식을 적용한 통행시간과 구간검지기에서 산출되는 실제 통행시간을 비교분석하여 적정위치를 결정함
- 지점검지기 위치에 따라 해당링크를 대표하는 소통상황정보가 다르게 도출됨. 본 연구는 다양한 시나리오를 토대로 시나리오별 지점검지기 적정위치 범위를 아래 표와 같이 도출하였으며 해당 위치는 하류부 교차로로 접근하는 방향의 정지선으로부터 떨어진 거리임
- 적용변수를 토대로 135개의 시나리오가 작성되었으며, 연구결과분석을 용이하게 하기 위해 각 시나리오 ID를 부여하였음. 차로수별 45개 시나리오를 설계하였으며, 시나리오 ID는 X01~X29(X:차로수)로 정의하였음

<표 3.35> 도시부 2차로 도로에서 지점검지기의 적정위치

ID	시나리오별 적용변수 세부사항							적정범위		적정 위치
	N	LL	MR	EBVOL	WBVOL	LTB	g/C	min.	max.	
201	2	400	1:8:1	1000	667	o	0.52	60	120	60
202				2000	1333	o	0.58	60	100	80
203				3000	2000	o	0.66	40	100	100
204			2:7:1	1000	667	o	0.41	40	120	40

205				2000	1333	x	0.65	20	80	60
206				3000	2000	x	0.66	60	80	80
207			3:6:1	1000	667	o	0.33	40	120	40
208				2000	1333	x	0.56	40	80	60
209				3000	2000	x	0.57	60	80	80
211		600	1:8:1	1000	667	o	0.52	60	220	110
212				2000	1333	o	0.58	60	200	140
213				3000	2000	o	0.66	110	190	160
214			2:7:1	1000	667	o	0.41	50	280	50
215				2000	1333	x	0.65	80	160	110
216				3000	2000	x	0.66	100	140	130
217			3:6:1	1000	667	o	0.33	40	160	90
218				2000	1333	x	0.56	80	130	110
219				3000	2000	x	0.57	90	130	130
221		800	1:8:1	1000	667	o	0.52	60	320	160
222				2000	1333	o	0.58	60	300	200
223				3000	2000	o	0.66	180	280	220
224			2:7:1	1000	667	o	0.41	60	440	60
225				2000	1333	x	0.65	140	240	160
226				3000	2000	x	0.66	140	200	180
227			3:6:1	1000	667	o	0.33	40	200	140
228				2000	1333	x	0.56	120	180	160
229				3000	2000	x	0.57	120	180	180
231		1000	1:8:1	1000	667	o	0.52	70	370	160
232				2000	1333	o	0.58	140	280	210
233				3000	2000	o	0.66	220	270	240
234			2:7:1	1000	667	o	0.41	60	340	60
235				2000	1333	x	0.65	110	320	120
236				3000	2000	x	0.66	160	210	200
237			3:6:1	1000	667	o	0.33	50	190	100
238				2000	1333	x	0.56	150	200	180
239				3000	2000	x	0.57	170	220	210
241		1200	1:8:1	1000	667	o	0.52	80	420	160
242				2000	1333	o	0.59	220	260	220
243				3000	2000	o	0.65	260	260	260
244			2:7:1	1000	667	o	0.41	60	240	60
245				2000	1333	x	0.64	80	400	80
246				3000	2000	x	0.66	180	220	220
247			3:6:1	1000	667	o	0.33	60	180	60
248				2000	1333	x	0.56	180	220	200
249				3000	2000	x	0.57	220	260	240
301	3	400	1:8:1	1500	1000	o	0.47	40	140	60
302				3000	2000	o	0.55	40	100	100
303				4500	3000	x	0.68	60	60	160
304			2:7:1	1500	1000	o	0.36	40	140	40
305				3000	2000	x	0.53	20	100	100
306				4500	3000	x	0.55	100	100	140
307			3:6:1	1500	1000	x	0.36	40	100	40
308				3000	2000	x	0.42	40	60	60
309				4500	3000	x	0.44	140	140	140
311		600	1:8:1	1500	1000	o	0.47	50	260	120
312				3000	2000	o	0.55	120	190	170
313				4500	3000	x	0.68	160	170	210
314			2:7:1	1500	1000	o	0.36	50	210	60
315				3000	2000	x	0.53	70	160	120
316				4500	3000	x	0.55	120	150	170
317			3:6:1	1500	1000	x	0.36	100	200	100

318				3000	2000	x	0.42	100	160	120
319				4500	3000	x	0.44	170	200	180
321		800	1:8:1	1500	1000	o	0.47	60	380	180
322				3000	2000	o	0.54	200	280	240
323				4500	3000	x	0.68	260	280	260
324			2:7:1	1500	1000	o	0.36	60	280	80
325				3000	2000	x	0.53	120	220	140
326				4500	3000	x	0.55	140	200	200
327			3:6:1	1500	1000	x	0.36	160	300	160
328				3000	2000	x	0.42	160	260	180
329				4500	3000	x	0.44	200	260	220
331		1000	1:8:1	1500	1000	o	0.47	60	450	140
332				3000	2000	o	0.55	190	330	240
333				4500	3000	x	0.68	260	320	270
334			2:7:1	1500	1000	o	0.36	70	330	80
335				3000	2000	x	0.53	140	260	160
336				4500	3000	x	0.55	190	240	230
337			3:6:1	1500	1000	x	0.36	130	370	150
338				3000	2000	x	0.42	170	260	200
339				4500	3000	x	0.44	220	270	250
341		1200	1:8:1	1500	1000	o	0.48	60	520	100
342				3000	2000	o	0.55	180	380	240
343				4500	3000	x	0.68	260	360	280
344			2:7:1	1500	1000	o	0.36	80	380	80
345				3000	2000	x	0.53	160	300	180
346				4500	3000	x	0.55	240	280	260
347			3:6:1	1500	1000	x	0.36	100	440	140
348				3000	2000	x	0.42	180	260	220
349				4500	3000	x	0.44	240	280	280
401	4	400	1:8:1	2000	1333	o	0.44	40	160	80
402				4000	2667	x	0.59	40	120	120
403				6000	4000	x	0.61	120	140	140
404			2:7:1	2000	1333	x	0.38	40	180	60
405				4000	2667	x	0.45	20	120	80
406				6000	4000	x	0.47	40	100	100
407			3:6:1	2000	1333	x	0.29	20	120	60
408				4000	2667	x	0.35	40	120	80
409				6000	4000	x	0.36	200	240	200
411		600	1:8:1	2000	1333	o	0.44	100	230	140
412				4000	2667	x	0.59	110	200	190
413				6000	4000	x	0.61	160	210	210
414			2:7:1	2000	1333	x	0.38	50	280	90
415				4000	2667	x	0.45	80	160	130
416				6000	4000	x	0.47	130	180	170
417			3:6:1	2000	1333	x	0.29	80	290	100
418				4000	2667	x	0.35	100	180	140
419				6000	4000	x	0.36	180	220	220
421		800	1:8:1	2000	1333	o	0.44	160	300	200
422				4000	2667	x	0.59	180	280	260
423				6000	4000	x	0.61	200	280	280
424			2:7:1	2000	1333	x	0.38	60	380	120
425				4000	2667	x	0.45	140	200	180
426				6000	4000	x	0.47	220	260	240
427			3:6:1	2000	1333	x	0.29	140	460	140
428				4000	2667	x	0.35	160	240	200
429				6000	4000	x	0.36	160	200	240
431		1000	1:8:1	2000	1333	o	0.44	130	450	350

432				4000	2667	x	0.59	170	270	260
433				6000	4000	x	0.61	180	240	290
434			2:7:1	2000	1333	x	0.38	70	490	140
435				4000	2667	x	0.45	170	240	190
436				6000	4000	x	0.47	200	260	240
437			3:6:1	2000	1333	x	0.29	140	430	150
438				4000	2667	x	0.35	190	250	210
439				6000	4000	x	0.36	190	230	240
441			1:8:1	2000	1333	o	0.44	100	600	500
442				4000	2667	x	0.58	160	260	260
443				6000	4000	x	0.62	160	200	300
444			2:7:1	2000	1333	x	0.38	80	600	160
445		1200		4000	2667	x	0.45	200	280	200
446				6000	4000	x	0.47	180	260	240
447			3:6:1	2000	1333	x	0.29	140	400	160
448				4000	2667	x	0.35	220	260	220
449				6000	4000	x	0.36	220	260	240

※ 지점검지기 적정 설치 범위 및 위치는 하류부 교차로부터 거리임(단위 : m)

※ N=차로수, LL=링크길이, MR=회전비율(좌:직:우), EBVOL=중방향 진입교통량(vph), WBVOL=부방향 진입교통량(vph), LTB=좌회전베이 유무(O: 좌회전베이, X: 좌회전전용차로), v/c=포화도, g/C=녹색시간 비율

○ 결론 및 활용방안은 다음과 같음

- 적정지점검지기 위치 산정 결과를 정리하면 차로수가 증가할수록, 링크길이가 길어질수록 전반적으로 하류부교차로부터 멀어짐. 좌회전비율이 증가할수록 하류부교차로부터 가까워짐. 지점검지기의 적정범위는 통과교통량이 적을수록 넓어진다는 것을 의미함. 통과 교통량이 적을수록 링크 대부분 구간의 지점속도편차는 작다는 것을 의미함
- 본 연구의 신뢰도 높은 분석을 위해 도출된 적정 지점검지기 위치를 기준으로 기존 안산시의 전체 지점검지기 위치를 파악하고, 이를 바탕으로 적정검지기 위치라고 판단되는 구간을 분석구간으로 설정하여 연구를 수행함
- 본 적정 지점검지기 위치 산정 연구는 도시부도로의 도로, 교통특성이 대부분 반영되어 모든 도시부 도로에서 사용할 수 있도록 일반화된 연구이며, 링크길이의 경우 400, 600, 800, 1000, 1200m 다섯 가지로 정확하게 표현되기 어렵기 때문에 중간의 수치는 보간법을 사용하여 계산함
- 본 연구는 앞에서 언급한 적용변수들의 다양하게 변화시켜준 Case별로 적정 지점검지기 위치변화에 따른 일반적인 패턴을 찾았으며 지점검지기와 구간검지기의 통행시간을 비교하는 방법론을 통해 구간검지와 가장 유사한 통행패턴을 가진 지점검지기 위치를 결정함. 또한, 연구결과를 바탕으로 적정검지기 위치에 설치된 검지기에 한하여 분석을 시행하여 지식기반 정보가공 알고리즘을 개발함

- 본 연구는 다양한 시나리오를 작성하여 구간통행정보(통행시간, 통행속도)의 신뢰성을 개선시킬 수 있는 지점검지기의 적정 위치의 가이드라인을 제시하였으며 지점검지기 적정위치 연구를 통해 각종 검지기위치별 통행시간에 미치는 영향 및 통행시간의 신뢰성을 검토하였으며, 향후 이를 활용해 문제점을 해결하여 지점 검지기의 운영 효율성을 향상시킬 수 있음

(라) 패턴기반 알고리즘 보완 및 개선

○ 패턴기반 알고리즘 보완 및 개선을 위해 통행시간 산정식을 비교분석함

○ 현재 각 지자체에서 적용하고 있는 통행시간 산정식을 보면 크게 산술평균식, KHCM 지체식, 연동율을 적용한 지체식 등으로 구분할 수 있음. 때문에 이 연구에서는 통행시간 산정식 비교분석을 위해 5가지 유형으로 나누어 구분함.

○ 통행시간 산정식을 소통상황별, 신호시간별로 비교분석하고 통행시간 산정식을 구성하는 내재변수에 대한 민감도 분석을 수행하였으며 분석결과를 종합하면 다음과 같음

- 본 연구에서 제시한 통행시간 산정식은 혼잡/비혼잡, g/C ratio에 따라 통행시간이 다르게 나타남. 이는 단속류에서 통행시간을 산정할 때 교통량, 신호시간이 중요한 영향요소로 작용함
- 공간평균속도로 변환하는 Garber and Hoel식과 Wardop식 특성을 분석한 결과, 혼잡상태에서는 Wardrop식에 의해 도출된 공간평균속도가 상대적으로 낮게 나타나 통행시간이 크게 분석되었음. 반면에, 비혼잡상태에서는 Garber and Hoel식과 Wardop식 모두 근사한 공간평균속도가 산출되었음
- 혼잡상태에서는 Wardrop식에 의해 도출된 TT_3^W과 TT_5^W가 가장 높게 나타났고 TT_1이 가장 낮게 분석되었으며, 이 값들의 차이는 크게 나타났으며, 통행시간 산정식간의 유사한 값으로 그룹핑하기 어려워 현장 적용 시 유의해야 할 것으로 판단됨
- 비혼잡상태에서는 분석대상구간의 도로조건, 교통조건에 따라 통행시간 산정식이 2~3개 그룹으로 나누어졌음. 다음 표는 그룹별 통행시간 산정값을 비교한 것으로써, 왼쪽부터 크기순으로 정리하였음

<표 3.36> 비혼잡상태의 통행시간 산정식 결과

그룹 수	통행시간 산정식 결과 비교
2	$TT_3 \fallingdotseq TT_5 \fallingdotseq TT_4 > TT_2 \fallingdotseq TT_1$
	$TT_3 \fallingdotseq TT_4 \fallingdotseq TT_5 > TT_2 \fallingdotseq TT_1$
3	$TT_3 > TT_4 \fallingdotseq TT_5 > TT_2 \fallingdotseq TT_1$
	$TT_5 > TT_3 \fallingdotseq TT_4 > TT_2 \fallingdotseq TT_1$

※ 시간산술평균 모형: TT_1, 공간산술평균 모형: TT_2, Webster 지체 모형: TT_3, KHCM 지체 모형: TT_4,
연동률을 고려한 지체모형: TT_5

○ 패턴기반 알고리즘 보완 및 개선을 위해 과거이력자료 요일별 패턴분류 알고리즘 개발함

○ 통상적으로 교통상황의 변화를 보면 월별 교통 상황의 변화보단 평일과 휴일의 교통 상황이 서로 더 많은 변화가 있으며, 같은 평일이라도 요일마다 교통상황이 다르게 나타남. 이에 본 연구는 도로의 특성을 군집하는데 있어 요일별 교통특성의 패턴을 분류하는 방법론을 제시하며 이를 지식기반 알고리즘에 적용하고자함

○ 패턴분류 방법(요일별 평균차를 이용)

– 이 연구는 1단계 거시적 패턴분류방법으로, 요일간 평균 속도차이를 이용하여 전체적인 속도 프로파일의 유사성을 검사함

– 검사방법은 1시간 단위의 시간간격과 5분단위의 정보가공주기 혹은 제공주기에 대해 7개요일 중에 중앙값 속도를 기준요일 속도로 정하고, 나머지 요일과의 속도차이의 평균을 계산하여 요일을 고려한 중점 분석시간대를 도출하는 방법임

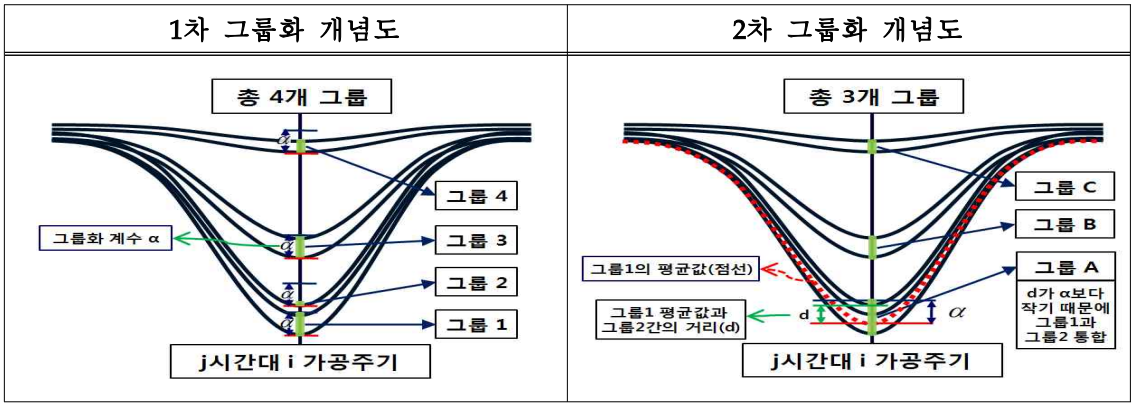
$$ASG_{ij} = \sum_{i=1}^{12} \frac{\left| MDS_{ij} - DS_{ij}^{m} \right|}{N_{ij}}$$

여기서, i: 정보가공주기 혹은 제공주기 (5분 단위), j: 시간간격 (1시간 단위), m: 해당 요일
ASG_{ij}: i, j에서 요일간 속도차이의 평균, DS_{ij}^{m}: i, j에서 해당 요일의 속도
MDS_{ij}: i, j에서 7개 요일 중에서 중앙값 속도, N_{ij}: i, j에서 시간당 가공주기 수

– 이 방법은 $\left| MDS_{ij} - DS_{ij}^{m} \right|$ 가 작으면 두 요일의 속도차이가 작기 때문에 하나의 패턴으로 그룹핑이 가능하고, 이 값이 크면 서로 다른 교통특성을 가지는 요일 패턴으로 분류함. 따라서, 시간간격에 따른 ASG_{ij}를 계산하여 요일간 속도패턴의 유사성을 판단하여 첨두/비첨두 시간대 분류와 중점 분석시간대를 도출함

○ 속도 군집 알고리즘(Two-step speed clustering algorithm, TSC) 방법

- 앞에서 요일별 평균차를 이용하여 패턴분류 시간을 산정하고 속도 군집 알고리즘 방법을 통해 어떤 요일들끼리 한 패턴으로 그룹핑 되는지 패턴판정을 해야 함. 최소값 기준 분류 방법은 매시간마다의 속도 데이터 중 가장 최소값을 찾아 일정 값까지를 한 패턴 그룹으로 묶고 그룹으로 묶인 데이터 값을 제외한 최소값을 찾아 다시 일정 값까지 다른 한 패턴 그룹으로 묶는 휴리스틱한 방법론임



[그림 3.96] 속도 군집 알고리즘 기본 개념

○ 패턴분류 알고리즘 현장적용 결과 및 활용방안

- 1단계의 요일별 평균차를 이용하여 패턴분류 시간을 산정할시 산정이 안된 시간대는 모두 월~일까지 패턴이 동일하다고 볼 수 있음
- 2단계로 최소값 기준 분류 방법을 통해 한 시간 마다 어떤 요일들끼리 한 패턴으로 그룹핑 되는지 판정되는데 이때 불안정한 데이터에 의한 패턴분류를 막고자 4개 이하(8분 이하)로 검지된 패턴 분류 부분은 제외하였으며 분석구간의 요일별 패턴분류 결과는 다음 표와 같음

<표 3.37> 요일별 패턴분류 분석결과

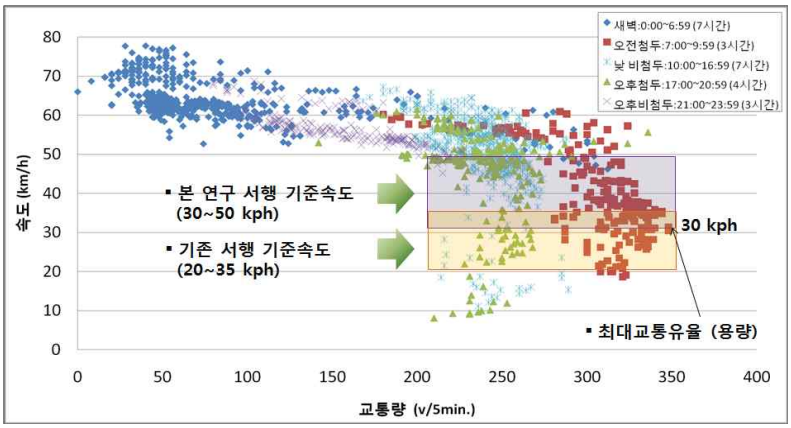
요일패턴(Daypattern, DP)					
요일패턴	그룹수	DPG1	DPG2	DPG3	DPG4
유형A	1	월~일			
유형B	1	월~금	토	일	
유형C	4	월, 화, 목	수, 금	토, 일	
유형D	4	월, 화, 목	수, 금	토	일

(마) 휴리스틱 지식기반 정보가공 알고리즘 개발

○ 휴리스틱 지식기반 정보가공 알고리즘의 하나로 소통상황 판단 알고리즘을 개발함

○ 정성적 소통상황 분류 재정립

- 미시적인 관점에서 소통상황 판단 유형을 정립하기에 앞서 도시부도로의 기존 정성적 소통상황 분류기준, 즉 속도를 기반으로 하는 원활, 서행, 정체 분류기준의 적정성에 대해 도로용량편람과 실제 검지자료를 토대로 결론을 도출함
- 자유속도 80km/h을 기준으로 도로 용량상태에 해당하는 LOS E를 살펴보면, KHCM은 21～27kph, HCM은 26～32kph으로 나타남
- 교통혼잡이 발생하기 시작하여 교통류 내 다른 차량과의 상호작용으로 인해 통행에 상당한 영향을 받기 시작하는 LOS C와 LOS D를 서행구간으로 간주할 경우 KHCM은 28～50kph, HCM은 32～56kph 사이가 LOS C～D 구간으로 나타나므로 자유속도 80kph 기준에서 서행구간의 속도범위는 28～56kph 사이로 결정함
- 정성적 교통상황 분류 기준의 적정성을 검토를 위한 또 다른 방법으로 실제 지점검지기 속도자료를 토대로 판단하였음
- 아래 그림은 안산시 중앙로 한양빌딩사거리~터미널사거리 구간에 설치된 루프검지기 속도자료를 기초로 속도-교통량 관계 곡선을 분석함



[그림 3.97] 도시부 지점검지기 U-Q Curve

- 분석결과, 용량상태에 도달하는 지점은 속도는 약 30kph 부근으로 나타남. 이는 도로용량편람에서 용량상태에 해당하는 서비스수준 E와 비교해보면, KHCM은 21～27kph이며 HCM은 26～32kph로 유사한 결과를 나타내고 있음. 따라서 서행구간은 비첨두 소통원활 상태의 최소점이 50kph에서 용량상태인 30kph 사이를 불안정 교통류 상태(unstable flow condition)를 나타내는 영역

으로 판단함. 이는 위에서 제시한 도로용량편람 LOS C~D구간과 매우 흡사함

- 불안정 교통류 상태는 주행의 방해가 거의 없는 소통원활 상태와 교통혼잡에 진입하는 도로용량 상태의 사이에 해당하는 것으로, 소통상태가 원활→서행→정체, 정체→서행→원활, 원활→서행→원활, 정체→서행→정체, 일정시간동안 서행 등의 교통류를 나타내는 영역임. 이러한 소통상황 패턴을 정확히 판단하는 것은 정보가공 및 제공체계에 중요한 요소로 작용함
- 결론적으로, 도로용량편람과 실제 검지자료를 토대로 소통원활, 서행, 정체를 판단한 결과 자유속도 80kph일 때 서행의 적정범위를 30~50kph 사이로 결정함. 또한 자유속도 60kph, 50kph인 경우는 KHCM, HCM 서비스수준을 참고해서 서행구간을 도출하였으며, 최종적인 도시부 소통상황 분류기준은 아래 표와 같이 재정립하였음

<표 3.38> 도시부 소통상황 분류기준 재정립

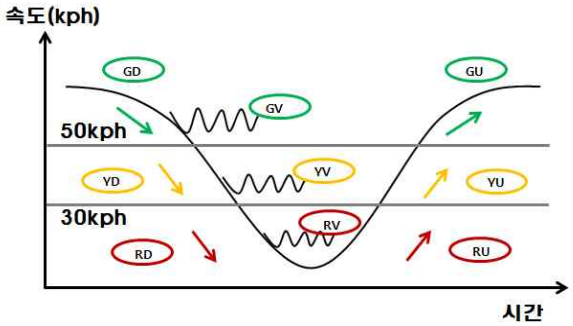
구 분		정성적 소통상황 분류기준 속도		
		원활	서행	정체
변경 (제한속도별)	80 km/h	50 km/h 이상	50~30 km/h	30 km/h 이하
	60 km/h	40 km/h 이상	40~20 km/h	20 km/h 이하
	50 km/h	35 km/h 이상	35~15 km/h	15 km/h 이하

○ 소통상황 판단 유형 정립

- 본 연구에서는 실시간 제공주기별 소통상황 판단 유형을 정립하기 전에 시간대별 속도변화추이를 파악하여 전반적인 미시적인 소통상황 통행패턴을 도출하고자함
- 앞에서 언급한 시간대별 소통상황 판단 유형에서 속도범위 30kph, 50kph를 기준으로 원활, 서행, 정체를 구분하였으며, 속도변화곡선 형태를 파악하였음. 시간대별 소통상황 판단 유형과 달리, 미시적인 관점에서 소통상황 판단 유형을 분류하기 위해서는 정보수집주기, 정보제공주기, 속도, 가속도, 차량간격(gap), 차두간격(headway) 등을 고려해야 함
- 이 중에서 지점검지체계에서 수집이 가능한 정보제공주기(5분)와 속도, 가속도를 통해서 실시간 제공주기별 소통상황 판단 유형을 정립하였으며, 세부적인 유형은 아래 그림과 같음. 기본적으로 교통류에서 원활, 서행, 정체영역 안에는 안정교통류(stable traffic flow)와 불안정교통류(unstable traffic flow)가 항상 존재함
- 불안정한 교통류만의 특성 때문에 실제 소통상황을 판단하기가 쉽지않음. 예를 들어, 유형 D, E, F는 같은 서행영역에 포함되지만, 유형 D는 원활→정체

로 가기 위한 서행이고, 유형F는 정체→원활로 가기 위한 서행이며, 유형 E는 작은 폭의 진동형태를 띄지만 지속적인 서행을 나타냄

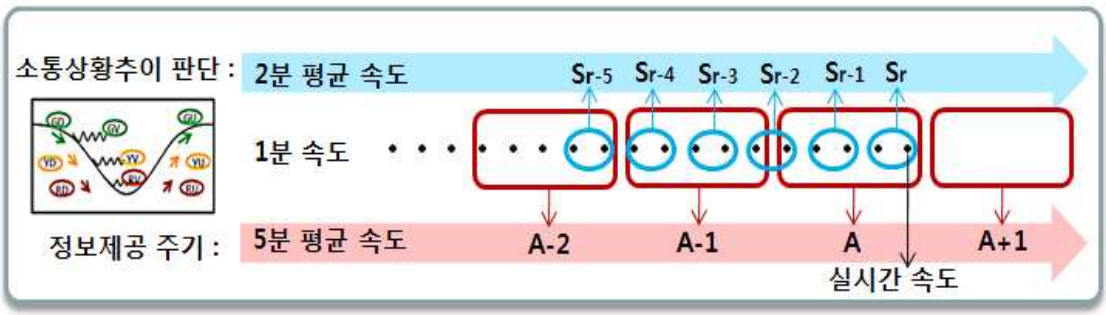
- 본 연구에서 이러한 교통류의 상태를 파악하기 위해 다음 그림과 같이 크게 9가지 소통판단 유형으로 분류하여 각각 특성을 소통상황 판단지표에 대한 부호 또는 값을 통해 파악하고자함



[그림 3.98] 실시간 소통상황 판단 유형

○ 소통상황 판단지표 개발

- 본 연구에서는 검지기 자체에서 수집되는 1분주기 원시자료를 정보제공주기 5분 단위로 집계하는 과정에서 생성되는 2분 단위 집계자료를 최종적인 소통상황 판단지표에 활용하였음. 이는 과거이력자료에서 1분, 2분, 3분, 5분, 10분 집계자료를 산출하여 실제 소통상황과 비교분석한 결과, 정보의 신뢰성과 시스템의 효율성을 고루 만족하는 적정 집계단위는 2분으로 분석됨. 아래그림은 정보제공주기 5분 단위와 소통상황 판단주기 2분 단위의 관계를 도식화한 것임



[그림 3.99] 소통상황 판단기준

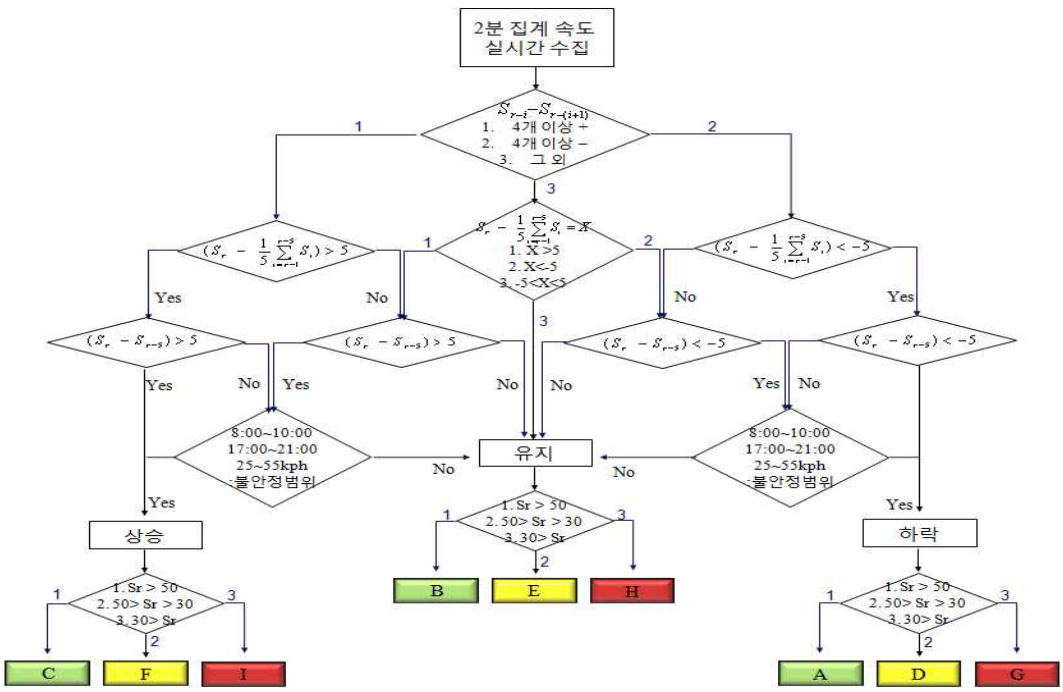
- 2분 단위 집계자료를 토대로 실시간 이전 1주기~5주기 자료를 토대로 소통상황 판단지표를 개발하였음

<표 3.39> 실시간 소통상황 판단지표

지표	수식	판단 기준	판단결과
1	$S_{r-i} - S_{r-(i+1)}$ i= 0~4 (2분 단위)	값, 부호	진동여부 및 개수 판단
2	$S_r - \frac{1}{5}\sum_{i=r-1}^{r-5} S_i$	값, 부호	-: 속도 하락패턴 판단 +: 속도 상승패턴 판단
3	$S_r - S_{r-5}$	값, 부호	-: 속도 하락패턴 판단 +: 속도 상승패턴 판단
4	시간대별, 속도대별	범위	Sr의 불안정범위에 포함 판단

○ 소통상황 판단알고리즘 개발

– 앞에서 언급한 소통상황 판단유형과 판단지표, 대표적인 속도변화 패턴 세 가지를 기초로 실시간 소통판단 알고리즘을 개발하였으며 이 알고리즘은 9가지 소통상황 유형을 판단함. 이 연구에서 재정립한 정성적 소통상황 분류(원활, 서행, 정체)를 미시적인 속도패턴을 토대로 유형 A~G유형으로 판단함



[그림 3.100] 실시간 소통상황 판단 알고리즘

○ 휴리스틱 지식기반 정보가공 알고리즘의 하나로 패턴수준 판단 알고리즘을 개발함

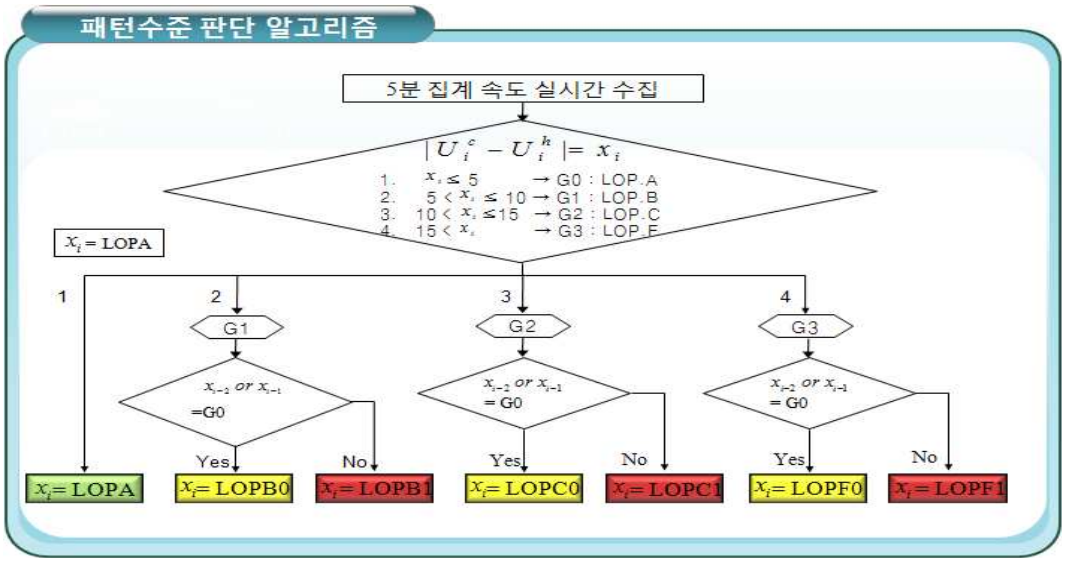
○ 패턴수준 판단 알고리즘은 현재통행속도의 과거이력데이터와의 패턴 일치/불일

치 여부를 파악하고 그 정도를 등급으로 산정함. 이를 통해 지식기반 알고리즘의 U_h(과거이력속도데이터), U_c(현재속도데이터)의 신뢰도를 파악하여 가중치를 산정하는 기준으로 활용함

○ 패턴수준 판단 알고리즘의 방법은 2개월 치 과거이력데이터와 현재데이터의 5분 단위 속도를 비교하여 LOPA, LOPB0, LOPB1, LOPC0, LOPC1, LOPF0, LOPF1, 까지 7가지 등급으로 산정 함. LOP의 A, B, C, F등급은 속도 차의 크기를 이용하여 판정하였으며 0, 1의 등급은 연속성이 3회이상(15분) 여부에 따라서 판정함. 이를 아래 그림을 이용 나타냄

- LOPA, LOPB, LOPC, LOPF 중 LOPA에 가까울수록 과거패턴과 일치하며 LOPF에 가까울수록 과거패턴과 불일치하며 LOPA, LOPB1, LOPC1, LOPF1가 나타나 경우, 연속성이 있어 과거패턴과 다르게 속도가 크거나 작은 돌발적인 상황으로 간주하지만 LOPB0, LOPC0, LOPF0의 경우에는 상대적으로 신뢰성이 저화 되는 이상치에 가깝다고 판단됨

○ 앞서 설명한 패턴수준판단 판정기준을 토대로 도식화하여 패턴수준판단 알고리즘을 개발함



[그림 3.101] 패턴수준판단 알고리즘

○ 휴리스틱 지식기반 정보가공 알고리즘의 개요는 아래 그림과 같음. 가공순서는 첫째, Heuristic If then Rule을 이용하여 요일별 패턴분류를 실시함. 이를 이용 분류된 요일별 패턴별로 Dynamic linear Combination

($U_e = \alpha \cdot U_c + \beta \cdot U_h + U_d$) 중 U_h를 산정함. 둘째, 소통상황 판단 알고리즘과 패턴수준 판단 알고리즘을 이용 α, β를 산정함. 셋째, 요일별 패턴분류 별로 U_h와 U_{GT}(GPS실측치)를 비교하여 U_d를 산정하는 순으로 구성됨



[그림 3.102] 휴리스틱 지식기반 정보가공 알고리즘 개요

○ 가중치(α,β) 산정

- 가중치(α, β)값은 소통산정 알고리즘 결과와 패턴수준 판단 알고리즘 결과를 토대로 산정함. 소통산정 알고리즘 결과가 GV, YV, RV로 나타났을 경우는 소통상황의 변화는 없으나 불안정하기 때문에 상대적으로 U_h의 파라메터 값 β에 높은 가중치를 높게 권장함. 반면에 GD, YD, RD, GU, YU, RU 일 경우에는 소통상황이 변화하는 추이를 보이고 있기 때문에 상대적으로 U_c의 파라메터 값 α에 높은 가중치를 권장함
- 패턴수준 판단 알고리즘 패턴수준 판단 알고리즘 결과는 U_h, U_c 의 차이 값과 연속성 여부를 나타냄. $|U_h - U_c|$의 차이가 클수록 현재 교통상황과 과거교통상황이 다른 추이를 보이고 있는 것으로 판단하여 α에 높은 가중치를 산정함 (단, $|U_h - U_c|$의 차이 값이 연속성이 있을 경우)
- 반면에 $|U_h - U_c|$의 차이가 크더라도 연속성이 없는 경우에는 불안정 또는 이상치로 간주하여 β에 가중치가 높음. 이를 토대로 아래그림의 α,β 산정 범위표와 같이 나타냄

α, β 산정 개념표

이론적 개요		권장
소통상황판단	GV, YV,RV	β를 높게 산정
	GD, YD, RD GU, YU, RU	α를 높게 산정
패턴수준판단	LOPA	α=β
	LOPB0, LOPC0	α<β
	LOPB1, LOPC1	α>β
	LOPF0	β=1
	LOPF1	α=1

α, β 권장값

패턴수준	진등	상승,하락
LOPA	α : 0.5, β : 0.5	α : 0.5, β : 0.5
LOPB0	α : 0.2~0.3, β : 0.7~0.8	α : 0.3~0.4, β : 0.6~0.7
LOPB1	α : 0.7~0.8, β : 0.2~0.3	α : 0.6~0.7, β : 0.3~0.4
LOPC0	α : 0.1~0.2, β : 0.8~0.9	α : 0.2~0.3, β : 0.7~0.8
LOPC1	α : 0.8~0.9, β : 0.1~0.2	α : 0.7~0.8, β : 0.2~0.3
LOPF0	α : 0, β : 1	α : 0, β : 1
LOPF1	α : 1, β : 0	α : 1, β : 0

[그림 3.103] α, β 가중치 산정결과

○ U_d값 산정

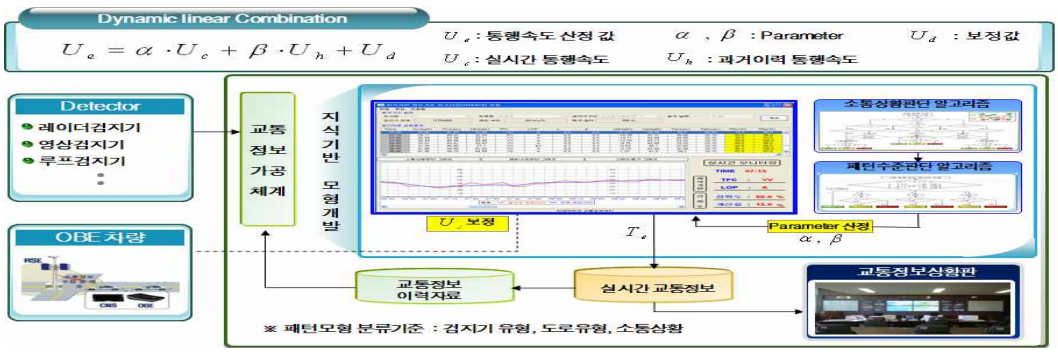
– 지점검지체계는 링크의 특정 한 지점에서의 순간속도를 검지하는 시스템으로 단속류에서 차량 속도에 영향을 미치는 신호, 대기행렬 등 다양한 요소를 반영하기에 한계를 보임. 따라서 이를 극복하기 위해 U_d값을 활용하여 보정하고자 함



[그림 3.104] U_d 산정방법 및 결과

(바) 휴리스틱 지식기반 정보가공 알고리즘 모듈 개발

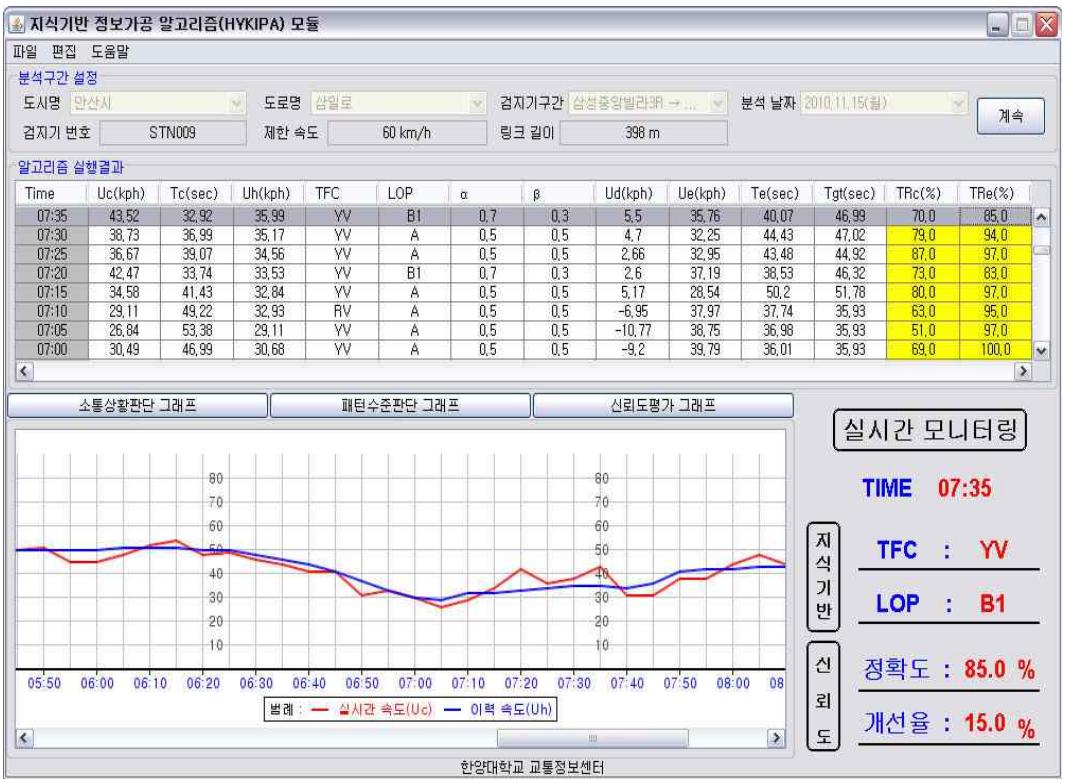
○ 지식기반 정보가공 알고리즘의 개략도는 다음 그림과 같음. 지식기반 정보가공 알고리즘은 패턴기반 정보가공 알고리즘을 기반으로 수정, 보완하여 개발하여 교통정보의 신뢰도를 향상하도록 하였음



[그림 3.105] 지식기반 정보가공 알고리즘 개략도

○ 지식기반 정보가공 알고리즘 모듈은 Java를 이용, 전산화하여 아래그림과 같이 개발하였으며 기본 지식기반 정보가공 알고리즘 모듈의 가이드라인은 다음과 같음

- 도로명, 검지기구간, 분석날짜를 설정 후 실행버튼을 눌러 모듈을 작동시킴
- 현재 및 과거 속도자료가 U_c, U_h를 통해 나타남. 현재소통상황에 대한 분석결과가 TFC를 통해 나타나며 과거이력데이터와 현재교통상황의 패턴수준을 나타낸 결과가 LOP를 통해 나타남. T_{gt}를 이용한 U_d산출값이 나타남. TFC와 LOP를 바탕으로 가중치(α, β)가 나타남
- 기존 교통정보가공 알고리즘의 결과와 지식기반 정보가공 알고리즘의 결과의 신뢰도가 TR_c, TR_e를 통해 나타남. 현재소통상황, 패턴수준판단, 지식기반 정보가공 알고리즘의 신뢰도가 하단 그래프를 통해 나타남



[그림 3.106] 지식기반 정보가공 알고리즘 모듈의 표출방법

(4) 성능검증

○ 본 연구에서 개발한 지식기반 정보가공 알고리즘의 검증을 실시하였으며, 검증에 이용한 분석 데이터들의 내용은 다음과 같음. 분석 일시는 주말과 주중의 교통상황을 모두 검증하기 위해서 2010년 11월 14일 일요일과 2010년 11월 15

일 월요일로 선정하였음

- 분석대상구간은 다양한 도로특성을 반영하기 위해 안산시 도로 중 삼일로 구간 한 개(9번 검지기), 중앙로 구간 한 개(29번 검지기), 성포로 구간 두 개(21번, 22번 검지기)로 총 네 개의 구간을 선정함
- 분석대상구간들을 살펴보면 주말에는 모두 첨두시간대가 없지만 주중의 경우에는 삼일로는 오전, 오후 시간대에 첨두가 있으며, 중앙로의 경우는 오전 첨두시에만 첨두가 있으며, 성포로의 경우는 모두 첨두시간대가 없음
- 또한 신호 운영 방식은 요일별, 시간대 별로 신호운영 방식이 다른 TOD의 방식으로 신호를 운영하고 있음
- 지식기반 알고리즘 산정에 필요한 지점검지기 분석데이터는 네 구간의 실시간 자료(분석 일시)와 2개월치의 과거이력 자료를 사용함
- 구간검지 분석데이터는 네 개의 구간의 GPS 자료를 이용하였음

○ 지식기반 정보가공 알고리즘 검증결과 방법은 다음과 같음

- 기존 교통정보가공 알고리즘에 쓰인 공간산술평균을 이용한 통행시간(sec)인 T_c와 지식기반 정보가공 알고리즘을 통해 나온 지식기반 통행시간 산출값(sec)인 T_e를 구함
- 그 후 T_c, T_{gt}를 비교하여 기존 교통정보가공 알고리즘의 결과의 정확도인 T_{Rc}를 구하고, T_e, T_{gt}를 비교하여 지식기반 정보가공 알고리즘의 결과의 정확도인 T_{Re}를 구함

○ 지식기반 정보가공 알고리즘 검증결과는 다음과 같음

- 검증결과 기존 통행속도 산정식을 이용한 통행속도 정확도보다 지식기반 통행속도 산정식을 이용한 통행속도 정확도가 모두 높게 나왔으며, 평균적으로 지식기반 통행속도 산정식 정확도가 기존 통행속도 산정식 정확도보다 약 17% 정도 정확도가 높았음
- 그러므로 새로 개발한 지식기반 정보가공 알고리즘 모듈이 기존 교통정보가공 알고리즘보다 우수함으로, 교통정보가공에 있어 지식기반 정보가공 알고리즘 모듈을 적용해도 문제가 없다고 판단됨

<표 3.40> 지식기반 통행속도 산정 정확도

분석일시	도로명 (검지기 번호)	오전 시간대			낮 시간대			오후 시간대		
		기존	지식 기반	개선율	기존	지식 기반	개선율	기존	지식 기반	개선율
2010년 11월14일 일요일	삼일로(9번)	79%	95%	16%	84%	90%	6%	74%	96%	22%
	중앙로(29번)	48%	81%	33%	88%	97%	9%	81%	93%	12%
	성포로(21번)	77%	82%	5%	76%	84%	8%	79%	90%	11%
	성포로(22번)	69%	86%	17%	46%	76%	30%	49%	79%	30%
2010년 11월15일 월요일	삼일로(9번)	80%	91%	11%	66%	92%	26%	68%	93%	25%
	중앙로(29번)	64%	93%	29%	83%	90%	7%	77%	94%	17%
	성포로(21번)	73%	83%	10%	79%	88%	9%	70%	87%	17%
	성포로(22번)	75%	91%	16%	63%	91%	28%	67%	84%	17%
평균 정확도 개선율		약 17%								

※오전 시간대 : 7:15~8:55, 낮 시간대 : 12:15~13:55, 오후 시간대 : 18:15~19:55

(5) 결론

○ 교통정보 가공체계는 현장설비(검지기)로부터 수집되는 각종 교통상황자료를 분석·처리하여 소통상황, 주행속도, 통행시간 등의 교통상황을 보다 정확하게 산출하는 과정으로서, 교통정보를 수집/가공/제공하는 기술의 핵심요소 기술임

○ 다양한 교통정보 수집환경에서 실측치(실제 교통상황정보)와 산정치(가공정보) 간의 오차를 최소화하고 현재의 교통상황에 대해 보다 정확히 판단하여 교통정보제공의 신뢰성을 높일 수 있는 지식기반의 교통자료 통합가공 기술이 필요함. 특히 도시부도로의 경우 교통패턴을 보이는 것으로 나타나 과거이력데이터의 활용을 고려하도록 하였음

○ 따라서 과거이력데이터를 도로유형, 요일별 시간대별에 따라 나타나는 교통상황을 패턴 분류하고 과거의 교통상황 패턴추이를 바탕으로 현재의 교통상황의 변화를 분석 및 판단하여 다양한 교통상황에 적합한 구간소통정보 산출하는 방안을 구축하였음

○ 우선 테스트베드 구축을 통해 지점검지기 위치에 따른 통행시간산정에 미치는 영향을 분석하였으며 이를 토대로 현재 교통상황을 잘 반영하는 적정위치의 검

지기를 선정하여 연구를 진행하였음

○ 지식기반 정보가공 알고리즘 개발을 위해 우선 소통상황 판단 알고리즘을 개발하고 패턴수준판단 알고리즘 개발, U_d값 도출, 적정 가중치(α, β)값을 산정하였음. 이를 이용하여 최종적으로 실제 교통정보제공에 활용되는 구간통행시간을 산출하도록 하였음

3. 『가공』 단계 연구소결

○ ITS의 『가공』 단계에 연구를 '지식기반형 교통정보가공기술 개발'이라는 이름으로 진행한 2세부 과제에서는 크게 클라우드 컴퓨팅 환경의 데이터 분산처리 기술과 수집·제공·연계를 위한 개방형 API 기술기반 '개방형 교통정보센터 플랫폼', 교통정보의 신뢰도 향상을 위한 '지식기반 정보가공 알고리즘', CCTV 교통영상에서 교통정보를 추출하는 '다기능 교통영상 관리장치'를 개발하였음. 이를 시제품으로 제작하여 안산시 기반의 개방형 교통정보센터를 구축하고 1세부 수집 검지기, 3세부 제공 단말과 데이터를 연계하였음. 이에 대한 결과를 상세히 설명하여 다음과 같음

– 첫째, 기존 ITS교통정보센터의 혁신을 목표로 연구한 개방형 교통정보센터 플랫폼 연구결과는 기존센터의 문제점 파악과 이를 극복하는 미래형 센터시스템 핵심 요소기술 개발로 정의함. 1, 2차년도에 걸쳐 다양한 대용량 데이터 처리 기술을 검토한 결과, ITS교통정보센터에 적합한 기술로 ① Hadoop 분산처리 플랫폼을 도입해야 함을 분석하였음. 이를 통해 비관계형 테이블인 HBase로 데이터를 조직화하여 분산처리와 과거 이력데이터를 이용한 데이터 마이닝이 가능하였음. 또한 DataNode가 많을수록 분산처리 수행 성능은 일반적으로 증가하는데, DataNode는 최대 1,000개(서버 당 1개)까지 확장가능하며, 본 연구과정에서는 최대 16개의 서버를 이용하여 DataNode를 구성하였음. 이렇게 구성된 분산처리 시스템으로 지점평균, 구간평균, 지식기반 교통정보가공 알고리즘의 과거이력을 활용한 주요 파라메터 추출 등을 수행하여 Database와 상호작용을 하도록 구성함. Database는 저용량 실시간 작업 및 현재 데이터의 업데이트를 목적으로 사용되며, 이력데이터는 Hadoop 시스템에 누적 적재됨. 그리고 입력된 하나의 데이터는 3대의 서버에 각각 복제되어 이력데이터의 별도 백업 없이도 서버 장애 시, 스스로 복구되었음. 센터 운영자를 위하여

Hadoop의 HDFS 시스템에 적재된 파일 및 교통이력을 관리, 검색할 수 있는 별도의 툴을 함께 개발함. 더불어, ② 다양한 수집 및 제공 장치의 수용과 센터 중심의 정보 연계를 위해 SOAP(Simple Object Access Protocol) 기반의 개방형 API를 개발하였는데, 이로 인해 센터 구축 및 센터-센터 간, 센터-장비 간 상호운용성과 확장성을 보장하게 되었으며, 1세부 수집검지기, 3세부 제공단말를 통한 다양한 서비스와 쉽게 연계 할 수 있었음. 이러한 연구를 통하여 최근 센터 표준 API 모델을 제시하고자, ITS Korea를 통해 단체표준을 제안하여 국가 ITS 표준으로의 채택을 진행중에 있음

- 둘째 지식기반 정보가공 알고리즘의 연구에서는 ① 정보가공 시뮬레이션 테스트베드 구축, ② 지식기반 정보가공 알고리즘 개발, ③ 통합 및 현장시험으로 크게 3가지의 세부목표로 구분하여 단계별 연구를 수행하여, 정보 가공 시뮬레이션 테스트베드 구축결과, 기존 통행시간 산출 알고리즘에 대해 영향분석을 실시하였음. 이를 통해 각각 교통 상황별 알고리즘의 장단점을 파악하였으며, 또한 ④ 검지기 위치에 따른 통행시간 영향분석을 통해 적정 지점검지기 위치를 도출함. 지식기반 정보가공 알고리즘 개발결과, 3차년도 개발한 패턴기반 정보가공 알고리즘 보완(통행시간 산출식 비교분석/요일별패턴분류 알고리즘 개발) 및 세부유형별 파라메터 수정/보완 하여 알고리즘의 완성도를 높였음. 또한, 휴리스틱 지식기반 정보가공 알고리즘 모듈 개발을 통해 다양한 교통현황 분석 알고리즘을 개발(소통상황분석 알고리즘/패턴수준판단 알고리즘 개발)함. 이러한 알고리즘은 교통정보 수집 가공 제공을 위한 개방형 교통정보센터 플랫폼 연구와 함께 통합 환경을 구축하여 지속적으로 테스트 하였으며, 기존 통행시간 산출 알고리즘에 비해 우수한 성능을 나타내는 연구결과를 도출함
- 셋째, 다기능 교통영상장치의 연구에서는 국내외 영상 검지기 및 CCTV 기능을 상세히 분석하여 개발방안을 도출함. 개발하여 완성된 시제품에 활용한 연구결과는 다음과 같음. ① CCTV 움직임 검지, 도로영역 자동판단, 자동차선 추출 기능 등의 영상처리를 통해 Auto-Configuration 구현하였으며, ② DSP 모듈을 활용하여 실시간 영상처리와 ③ 동영상 저장 및 압축을 위한 H/W 압축 CHIP을 활용, H.264 표준으로 실시간 30 frame/sec 압축을 구현하였음. ④ 교통정보에 따라 동영상 정보를 메타데이터화 하여 연계하였으며, ⑤ 시스

템 자체 운영자 Web UI를 제공하여 교통정보 검색 및 동영상 표출 기능을 구현하였음. 개발된 다기능 교통영상 관리장치 제품을 제주도 ITS 센터에 테스트 베드화하여 구축 및 무상 납품하였음

- 기타 연구결과는 1, 2차년도에 걸쳐, 시도한 광역영상(항공)을 이용한 교통정보 추출 및 활용에 대한 연구와 기상정보와 교통정보를 융합, 가공하기 위한 연구, 신고 및 제보 정보를 교통정보로 활용하기 위한 다각적인 연구를 진행하여 여러 편의 논문을 성과물로 도출하였으나, 실제로 구현 가능한 환경을 구축하는 단계에 이르지는 못하였음. 최종적으로 2세부는 각 연구기관의 성과를 하나로 집적하여 안산시 기반의 테스트베드를 구축하고 시험운영을 진행중에 있으며, 교통정보센터의 데이터 저장과 처리 임계치를 높이고 확장성, 신뢰성을 높일 수 있는 기술을 확보, 제시하였음

제 3 절『제공』운전자 친화형 교통정보표출기술 개발 세부연구내용

1. 교통정보제공매체 혁신방안

○ 교통정보제공매체 혁신방안은 전술한 바와 같이, 기존매체 개선연구 관점에서 “VMS 기능고도화” 연구와, 차세대 매체개발 측면에서의 “교통정보제공용 HUD 개발” 연구, 그리고 매체의 연속성 유지 및 수요대응 차원에서 “교통정보제공용 개인단말” 연구를 수행함

가. VMS 기능 고도화

○ 본 연구는 기반조사 과정과 이용자 선호도 조사를 실시하여 시사점을 도출하고, 이를 바탕으로 본 연구의 대상에 대한 개념정의과정을 거쳐 2가지 관점 즉, VMS의 운영개선방안과 H/W개선방안에 관하여 제시함

(1) 연구개념 정의

○ 본 연구에서 수행 한 이용자 선호도[38] 조사·분석결과, 교통정보제공매체로서의 현재 VMS 위치와 맞춤형 정보에 대한 선호도, 그리고 선호하는 정보제공형태 등에서 앞으로 시장에서 요구하는 VMS의 방향성을 시사하는 결과를 아래와 같이 도출함

- 첫째, 시장에서의 VMS 경쟁력
  - ▸ 이용자들은 VMS에 대하여, 교통정보제공 중심매체로서 자리매김하고 또 그 보급률이 지속적으로 증가하고 있는 네비게이션과 동일한 만족도와 중요성을 느끼고 있으며, 이는 VMS가 매체의 휴대화 바람을 타고 사장되어야 할 구세대 산물이 아니라 지속적으로 개발·발전시켜가야 할 주요매체라는 점을 시사하고 있음
- 둘째, 공공 집단정보의 선호도
  - ▸ 공공집단 정보에 대해서 더 많은 선호도를 갖는 것으로 나타난 결과는, 맞춤형(능동형) 정보에 대해서는 아직까지는 이용자들의 인지가 부족한 상태

38) 기반조사 및 이용자 만족도 조사결과에 대해서는 본 연구단 과제 “3세부과제 총괄보고서” 참조

로, 향후 이용의지에 대해서는 본 3세부과제에 개발되는 개발산물을 바탕으로 그 이용의지에 대해서 타진해 볼 필요성이 있을 시사하고 있으며,

- ▸ 또 한편으로는, 그 신뢰도나 인지도, 만족도 측면에서 공공 집단정보를 제공하는 VMS를 여전히 선호하고 있다는 점을 시사하고 있음

– 셋째, 선호하는 정보제공형태

- ▸ 선호하는 정보제공형태의 경우, 문자정보에 대한 선호도가 낮은 반면, 음성정보를 가장 선호하는 것으로 나타나 향후 VMS 정보를 음성으로 제공하는 방안에 대한 검토의 필요성을 시사하고 있음

○ 아울러, 문헌조사 등 기반조사[39] 결과를 토대로 미래의 VMS가 나아가야 할 방향성에 대한 검토결과를 아래와 같이 도출함

– 첫째, VMS의 시인성 개선

- ▸ 앞서 밝힌바와 같이 VMS는 결국, LED 광원을 이용하여 교통정보를 이용자들에게 쉽게 인지시키는데 그 목적이 있음
- ▸ 따라서, 이용자들의 시인성을 향상시킬 수 있는 요소기술 개발이 VMS 본연의 취지에 맞는 연구라 할 수 있으며, VMS 핵심이 되는 LED가 더욱 소형화되고 고 집적화 됨에 따라(현재 반도체 Chip 형태) 이를 외부환경(자외선 등)에 노출되어 있는 VMS에도 적용할 수 있는 방안모색이 필요함

– 둘째, VMS의 에너지 저감 노력

- ▸ 현재 정부, 지자체 등에서 구축중인 ITS의 경우 공익을 위한 공공시설물이라는 점을 들어 전력부문 비용적인 측면에서 매우 관대하게 구축되고 있음. 특히, VMS는 정보제공매체라는 특성상 전일 가동하여야함에도 불구하고 수요자의 의지부족, 기업의 채산성, 기술 및 재원의 한계 등으로 인하여 아이디어 자체를 구체화시켜 능동적으로 행하기에는 여전히 요원한 상태임
- ▸ 따라서, 현재 운영중인 VMS에 필요없는 전력소모량을 줄일 수 있는 기술을 개발하여 향후에는 잉여전력에 대해서는 다시 사회에 환원할 수 있는 기반을 마련함으로서 정부시책에 부응하고 ITS가 지속가능한 길을 갈 수 있는 여건마련이 절실히 필요함

---

39) 국내외 연구동향 검토를 통한 시사점을 비롯한 기반조사 결과는 본 연구단 과제 “3세부과제 총괄보고서” 참조

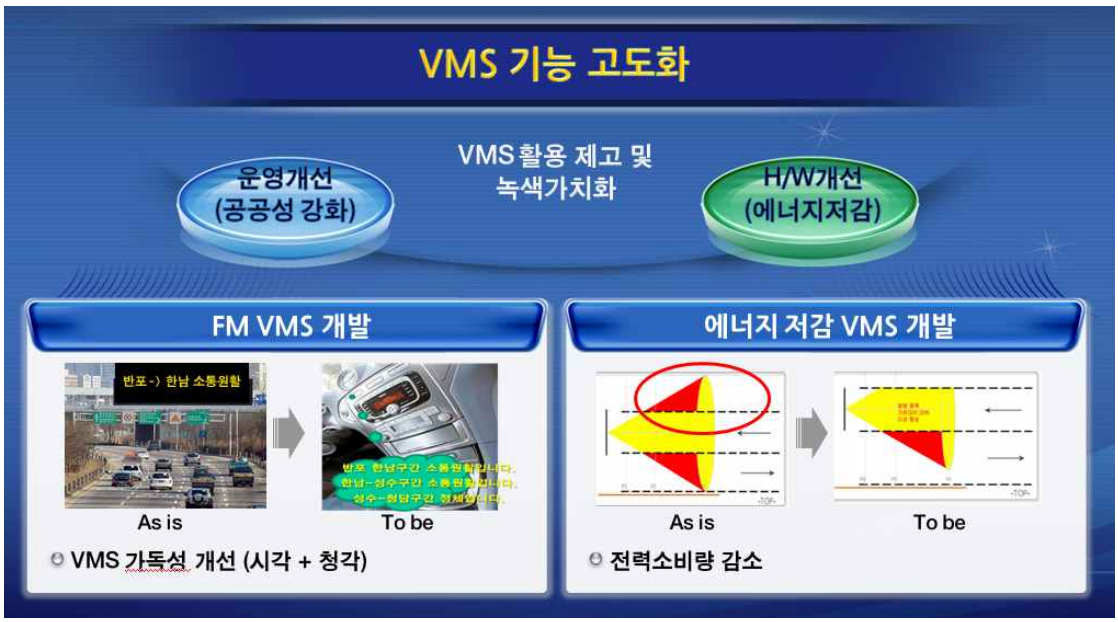
○ 이를 종합적으로 살펴보면, 결국 본 VMS에 관한 연구는 다음과 같이 정의할 수 있음

– 첫째, 공공성 강화를 위한 운영개선 연구

▸ 범람하는 개인단말의 홍수 속에서 VMS가 공공성에 기초한 지속가능한 매체로 자리 잡기 위해서는 VMS를 활용하여 그 가독성을 높일 수 있는 방향으로의 운영전환이 필요하며, 보다 구체적으로는 앞서 선호도 조사에서 밝힌바와 같이 이용자들이 원하는 음성정보를 제공할 수 있는 연구가 필요함. 이에, 본 연구에서는 음성정보를 단순히 새로운 개인단말을 도입하여 제공하기 보다는 VMS 가치 재정립을 위해서 차량에 장착된 라디오를 활용하는 방안을 도입함

– 둘째, 에너지 저감을 위한 H/W 개선 연구

▸ VMS의 원천이 되는 LED 모듈의 경우, 그 응용의 폭이 매우 넓어서 다양한 분야에서 연구를 추진중에 있으며, 이러한 다분야에 응용가능성 때문에 이미 기술개발이 수요보다 앞선 상태임. 따라서, LED 원천에 대한 고민보다는 이를 응용하고 지혜롭게 활용할 수 있는 기술개발이 필요함. 이에, 가장 최신 Chip 형태의 LED를 외부환경에도 자유롭게 이용할 수 있고 나아가 Chip LED에 광학렌즈를 도입하여 전력을 저감할 수 있는 방안을 도입함



[그림 3.107] 연구대상 정의

(2) VMS 운영개선기술 개발

○ 본 연구는 교통정보센터로부터 전송된 VMS신호를, 전광판에 디스플레이함과 동시에 TTS(Test To Speech)를 통하여 음성신호로 변환하여 FM 대역 주파수로 전송하고 수신측에서는 음성출력을 차량 내 오디오장치를 통하여 운전자에게 제공하고, VMS문자정보를 차량 내비게이션장치 또는 문자정보제공이 가능한 차량용 수신기를 통하여 표출하는 시스템 제작[40]을 주 목적으로 함

○ 이를 위해서 본 연구에서는 주파수 관련 관계법령 및 정보변환기술(음성↔문자)에 대한 기술검토를 실시함

– 기술 검토의 주안점은 FM 주파수에 직접 정보를 실어 보내는 방식에 대한 고민이었으며, 본 연구에서는 음원보안기술에 적용하고 있는 오디오 워터마킹기술을 새로이 교통정보제공방식에 도입함



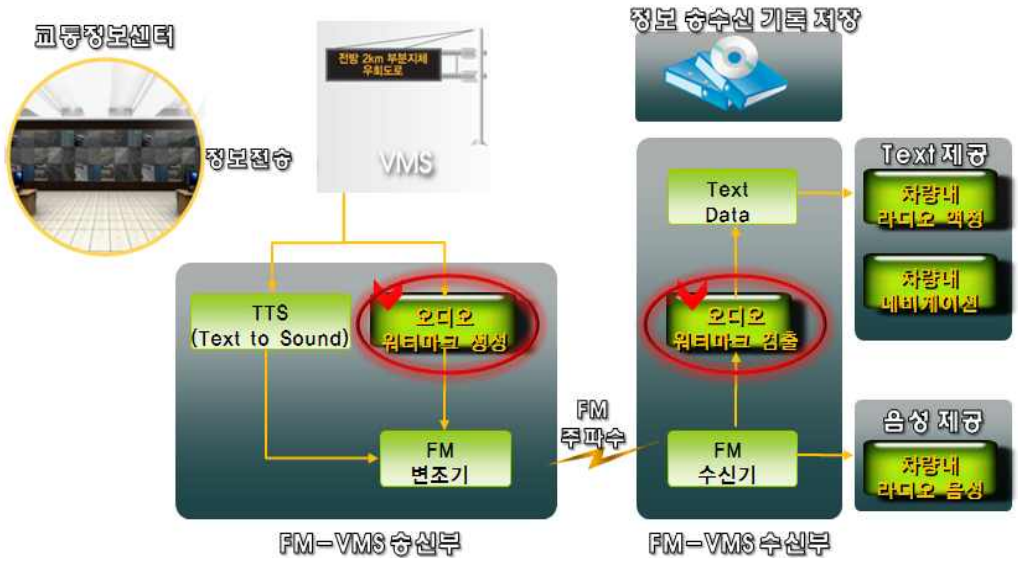
[그림 3.108] 개념도

○ 아울러, 향후 주파수 관련 여건변화 및 상용화에 대비하여 기능구현 여부를 중심으로 시제품을 제작하였으며, 현장 Test 수행에 필요한 주파수 할당과 관련해서는 방송통신위원회 및 서울전파관리소와의 협의 과정에서 현재 FM In-Band (88~108Mhz) 주파수 할당은 방송에 한정한다는 법적제약과 기존 방송서비스와이 주파수 간섭문제 등이 제기되어 out-Band인 109.1Mhz로 허가를

40) 본 연구에서 개발하는 개발품을 편의상 FM-VMS로 명명하기로 함

득하고 현장 테스트를 수행하고 향후 발전방향에 대한 모색의 일환으로 디지털 라디오에 본 기술을 적용할 수 있는 방안[41]에 대한 검토를 수행함

○ 전체적인 시스템 구성은 다음과 같이 송신부와 수신부 그리고 안테나부로 구분할 수 있으며, 기능구현에 있어 가장 핵심은 음성정보를 문자정보로 변환시 정확도의 한계를 극복하는 부분과 안테나의 지향성을 유지하여 적시적소에 VMS 정보를 제공하는 부분임



[그림 3.109] 전체 시스템 구조도

○ 본 연구에 대한 성능검증은 랩 테스트[42]와 필드 테스트로 나누어 수행하였으며, 본 보고서에는 현장테스트 결과만을 제시함

○ 현장테스트의 경우, 방송통신위원회 및 서울전파관리소와 협의를 거쳐 시험국 주파수에 대한 허가를 득한 후 고양시 협조로 고양시 소유의 VMS 1기(경기도 고양시 정발산 인근에 위치)에 송신부와 안테나를 설치하여 테스트를 수행함

○ 해당 VMS에 대한 정보전송 형식 검토를 위하여 고양시 관계자와의 사전협의(2009. 11. 17)를 거치고 유지보수 관계자 입회하에 송신기 및 안테나를 설치하고 교통여건여건 등을 검토 후 사전테스트를 실시함

– 사전테스트 결과 해당지역의 경우, 제한속도 70km/h 구간이며 별도의 Peak hour가 존재하지 않는 단속류 구간으로서 상시 소통이 원활하고 무선주파수

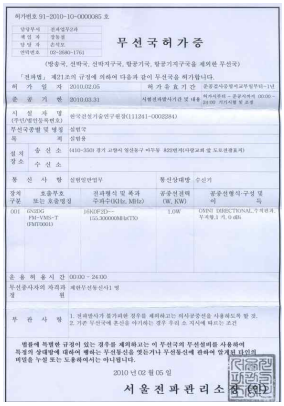
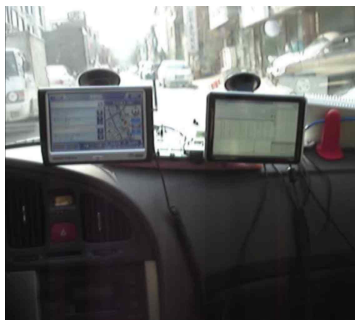
41) 상기 라디오에 문자정보를 직접 표출할 수 있는 방안에 대한 기술적 검토결과는 "3차년도 3세부과제 최종보고서" 참조

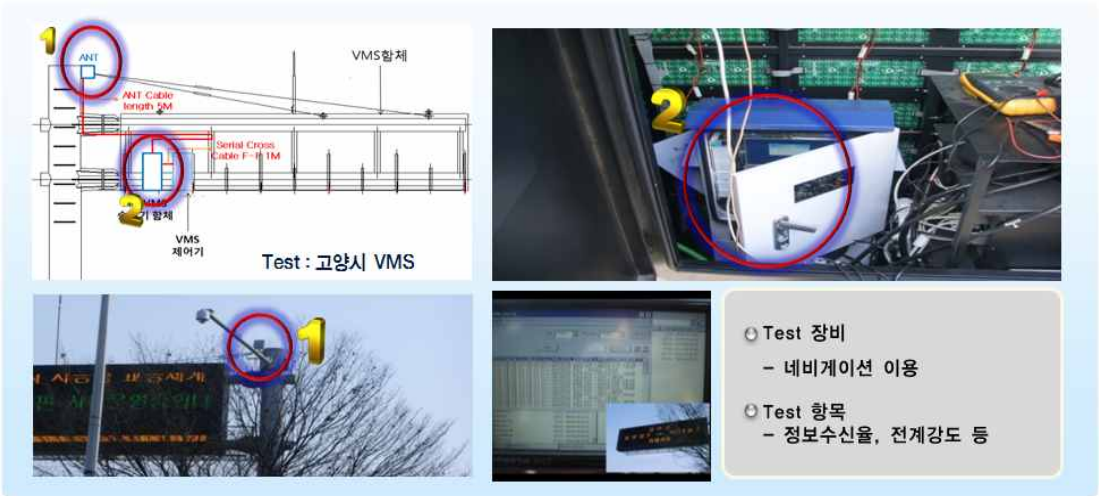
42) 랩 테스트 결과의 경우, 3차년도 3세부과제 최종보고서 참조

측정을 위한 간이테스트 결과 Open Space로 통신여건이 양호한 지역임

○ 현장 테스트(기간 : 2010. 2. 19 ~ 2010. 2. 23) 주요 측정항목은 본 연구결과의 핵심인 오디오 워터마크 삽입에 따른 음질 열화 정도 측정을 통해서 워터마크 삽입 전/후의 데이터를 비교하여 ① SNR값[43]을 측정하는 부분과 안테나 거리에 따른 ② 전계강도[44] 측정 및 다양한 조건에서의 ③ 음성정보와 문자정보의 검출율을 측정함

<표 3.41> 필드 테스트

시험주파수 및 무선국 허가	SNR 및 신호특성 (전계강도 등) 측정 테스트	검출율 테스트
		



○ 음성정보 및 문자정보 검출율의 경우, 해당 구간의 특성[45]을 감안하여 정지상

43) SNR값 측정결과는 본 연구과제 "3세부과제 총괄보고서" 참조

44) 전계강도 측정결과는 본 연구과제 "3세부과제 총괄보고서" 참조

45) 해당 구간은 고양시 시내부 외곽도로로서 주요 간선도로(자유로, 서울외곽순환고속도로)로의 접근성이 뛰어나 고양시 주변도시로의 연결로 역할을 수행하며, VMS가 설치된 구간은 제한속도 70km/h로 교차로간 이격거리(교차로 진입부터 교차로 종료지점까지)가 약 500m 가량 되며, VMS는 해당 구간의 중앙(교차로 집입부부터 250m 지점)에 위치하고 있음

태에서부터 40km/h이상까지 측정하였으며, 측정결과 음성정보에 대해서는 어떠한 조건에서도 완벽한 검출이 가능하였으나, 문자정보의 경우 차량이 VMS로부터 멀리 떨어져 있거나 혹은 차량이 고속으로 주행할 경우 주파수 간섭에 의한 잡음이 발생할 확률이 높아져 완전한 검출에는 한계가 있음

<표 3.42> 필드 테스트 결과(VMS정보 검출율)

구분		정지시	20km/h	30km/h	40km/h	40km/h이상
상류부 200m	음성정보 검출율	100%	100%	100%	100%	100%
	문자정보 검출율	95%	90%	88%	90%	60%
상류부 100m	음성정보 검출율	100%	100%	100%	100%	100%
	문자정보 검출율	100%	90%	85%	80%	70%
0 (VMS 위치)	음성정보 검출율	100%	100%	100%	100%	100%
	문자정보 검출율	100%	100%	100%	90%	90%
하류부 100m	음성정보 검출율	100%	100%	100%	100%	100%
	문자정보 검출율	99%	95%	95%	80%	40~50%
하류부 200m	음성정보 검출율	100%	100%	100%	100%	100%
	문자정보 검출율	81%	80%	81%	70%	40~50%

○ 고속에서의 낮은 검출율 높이기 위해서는 2가지 측면의 접근이 필요함. 첫 번째는 오디오 신호를 잡음 없이 가청 가능한 유효거리를 확보하는 것이며 두 번째는 VMS정보가 방송되는 시간을 짧게 가져가는 것이 필요함. 오디오의 잡음 없는 유효거리를 늘리기 위해서는 혼신이 없는 주파수 대역을 선택해서 송출하고 현재 아날로그 수신기를 미래 디지털 수신기로 변경했을 때 가능할 것으로 판단되며, 또한 현재 설정된 VMS는 고양시에서 정한 메시지로 운영되고 있으므로 향후 현장에 도입할 때, 메세지 길이를 줄여 보다 많은 정보를 전송하는 것이 필요함

(3) VMS H/W개선기술 개발

○ 현재 양산되고 있는 VMS의 경우, 아래그림 좌측에 제시한바와 같이 램프형 LED에 유리를 씌어놓은 형태로, 빛의 직진성 및 방사형으로 퍼지는 그 특성 상 불필요한 낭비 에너지를 감수하여야하는 구조로 구성되어 있음

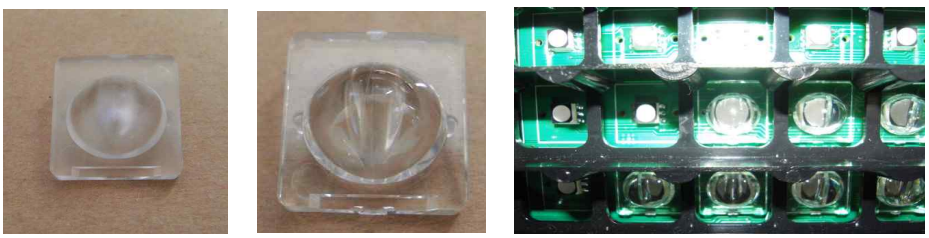


[그림 3.110] 개념도

○ 따라서, 본 연구의 핵심기술은 시야각을 개선하고, 하여 위로 향하는 빛과 좌우로 향하는 빛을 최소화함으로서 운전자에게는 시인성 향상을 기대할 수 있고 에너지 측면에서는 버려지는 에너지를 최소화할 수 있는 광학렌즈를 개발함

○ 이를 위해서 2회[46]에 걸쳐 설계·제작하였으며, 1차적으로 가능성 검증을 위하여 파일럿 개발 후 이를 기능적으로 보완 · 개선함

○ 최종 광학렌즈 제작을 위한 상세 설계 도면은 다음과 같으며, 크기는 최적 집광율을 고려하여 가로 세로 15mm, 높이는 8.2mm로 설계함



[그림 3.111] 렌즈 개발결과

46) 1차 광학렌즈 개발내용에 관해서는 본 연구단 과제 "3세부과제 총괄보고서" 참조

○ 본 2차 광학렌즈의 성능분석을 위하여 Chip LED 자체의 빛의 발광 각도를 측정하고, 본 광학렌즈의 발산각도를 측정함

○ 기존 Chip LED의 발산각도는 상하좌우 약 120°로 원모양의 그래프 값으로 고르게 분포됨을 알 수 있으며, 2차 광학렌즈를 도입한 발산각도는 그림과 같이 좌우 35° – 40°, 상 15°, 하 35° – 40°로 나타남[47)]

○ 상기 광학렌즈를 채용한 VMS 모듈 설계는 2단5열의 전체크기 1500(가로)mm × 600(세로)mm 크기로 설계 하였으며, 또한 1모듈 크기는 300(가로)mm × 300(세로)mm크기로 설계함

○ 1 모듈당 광학렌즈 수량은 16(가로) × 16(세로) 총 256개의 렌즈로 구성되며, 전체 광학렌즈의 수량은 256(1모듈당 렌즈수) × 10(모듈)로 2,560개로 구성되도록 구성함



[그림 3.112] VMS 시제품

○ 상기 VMS 시제품의 주요한 성능검증은 크게 렌즈부착 모듈 표출시험과 지향각 측정시험, 그리고 휘도 및 소비전력 측정시험으로 구분되며,

– 구체적으로 렌즈부착 모듈 표출시험의 경우, 일반 Chip LED를 장착한 VMS 모듈과 광학렌즈를 이용한 VMS 모듈간 차이에 대해서 육안 비교를 위해서 실시(기간 : 2011. 2. 14)하였으며,

– 지향각 측정시험의 경우, 본 연구를 통해 개발한 광학렌즈가 당초 연구개념 정의에서 밝힌 바와 같이 하향으로 빛이 굴절되고 좌우 각도 개선이 되었는지에 초점을 맞추어 실시하였으며(기간 : 2011. 2. 15 ~ 2011. 2. 24), 측정 장비는 광 효율 측정 전문기기인 VA-3001(제조사 : J&C tech)을 이용하여 측정함

47) 발산각도에 관한 세부내용은 본 연구단 과제 "3세부과제 총괄보고서" 참조

- 휘도 및 소비전력 측정시험의 경우, 본 연구를 통해 개발한 광학렌즈를 이용한 VMS가 발휘하는 휘도와 Chip LED가 지니는 고유 휘도간 비교를 통하여 본 광학렌즈 장착 VMS를 구동함에 있어 필요한 소모전력을 계산하여 제시함
- 이를 위해서 한국건설기술연구원[48] ITS 성능평가 장비(CS-1000 MINOLTA SPECTRORADIO METER)를 이용하여 측정의 정확성을 기했음
- 특히, 휘도 및 소비전력 측정시험은 측정의 정확성을 위해서 암실에서 시험(기간 : 2011 . 2. 25 ~ 2011. 2. 27)을 진행하였으며 휘도측정 시 장비오차를 최소화하기 위하여 광원에서 발하는 휘도를 감쇄시킬 수 있는 필터를 부착하여 3일간에 걸쳐 측정함

○ 다음 표는 본 연구에서 적용한 Chip LED의 색상별 특성을 나타내고 있으며, V_F는 LED 양단간에 걸리는 전압을 IV는 휘도범위를 WL은 파장범위를 의미함

<표 3.43> Chip LED 특성

Color	I[mA]	V_F[V]	IV[mcd]	WL[nm]
RED	20	1.8~2.4	675~840	621~626
GREEN	20	2.8~3.4	1,405~1,755	525~530
BLUE	20	2.8~3.4	405~505	466~471

○ 이를 바탕으로 Chip-LED 자체의 휘도 및 소비전력을 산출하면 다음과 같음

- 휘도의 경우, $1m^2$ 당 Chip LED 적용수량 과 1개의 Chip LED에서 발하는 휘도의 곱으로 산출함
  - ▸ $1m^2$ 당 Chip LED 적용수량 : 2,840*개/m^2* = 53.3 *개*[49]*/m* × 53.3 *개/m*
  - ▸ 1개의 Chip LED에서 발하는 휘도는, 앞서 표에서 제시한 색상별(RED, GREEN, BLUE)휘도(IV) 평균값을 적용함 (상온 25℃기준)
  - ▸ 따라서, 휘도는 7,855 *cd/m^2* = 2,840 *개/m^2* × 2.766 *cd* (=2,766 *mcd*)

<표 3.44> 평균휘도

Color	RED	GREEN	BLUE	WHITE
휘도 (단위 : *mcd*)	758	1,553	455	2,766

48) 『국토해양부 훈령 제553호』에 의거, ITS 성능평가 업무대행기관으로 지정된 기관임

49) $1m^2$ 정사각형 한 모듈을 기준으로, 가로 혹은 세로에 적용되는 Chip LED 수량은 1,000[mm]/Dot Pitch(도트간 간격)로 산정할 수 있음. 즉, VMS에 적용되는 Dot Pitch는 18.75[mm]이므로 1,000[mm]/18.75[mm] = 53.3[EA]로 산정함

- 전력소모량의 경우, 1 Module당 램프수 × 전류(색상별 전류의 합) × 전압으로 산출할 수 있음
  - ▸ 1 Module당 램프수는 256개, 전류는 0.06A[50], 전압은 DC 5V
  - ▸ 따라서, Module 당 소비전력 : 76.8[W] = 256 개 × 0.06[A] × 5V

○ 아울러, 본 연구개발결과물의 휘도 실측 및 소비전력 추정결과는 다음과 같음

- 휘도 실측 결과, 앞서의 Chip LED와 동일한 조건 즉, 전류 20mA, 전압 5V를 적용했을 경우, 14,200 cd/m^2 까지 측정됨
- 아울러, DC 전압과 투입전류를 조정하여 앞서 Chip LED 자체 휘도와 동일한 값인 7,900 cd/m^2 을 발현하기 위한 RGB 색상별 전류를 측정한 결과, 전압은 4.2V, 전류는 다음 표와 같이 측정됨

<표 3.45> 측정전류

Color	RED	GREEN	BLUE	WHITE
전류 (단위 : *mA*)	13	10	10	33

- 따라서, 전력소모량은 앞서와 산출한 바와 같이 전력소모량을 산출하면,
  - ▸ 1 Module당 램프수는 256개, 전류는 0.033A[51], 전압은 DC 4.2V
  - ▸ Module 당 소비전력 : 35.5[W] ≃ 256 개 × 0.06[A] × 5V

○ 이를 종합하여 성능을 정리하면 다음 표와 같으며, 동일 전류 투입시 2배의 휘도 개선효과가 나타났으며 동일 휘도 적용 시 약 50%의 소모전력 감소효과가 나타남

<표 3.46> 휘도 및 소모전력

색상 / 구분	RED	GREEN	BLUE	WHITE	투입전류	소모전력
Chip LED 측정휘도 (단위 : *mcd*)	2,152	4,410	1292	7,855	R:20[mA] G:20[mA] B:20[mA]	76.8[W]
LENS 적용시 휘도 (단위 : *mcd*)	2,083	10,620	1,634	14,200	R:20[mA] G:20[mA] B:20[mA]	76.8[W]
	1,364	5,656	848.7	7,900	R:13[mA] G:10[mA] B:10[mA]	35.5[W]

50) 색상별 전류의 합은 0.06[A] = 60[mA] = RED 20[mA] + GREEN 20[mA] + BLUE 20[mA]
51) 색상별 전류의 합은 0.033[A] = 33[mA] = RED 13[mA] + GREEN 10[mA] + BLUE 10[mA]

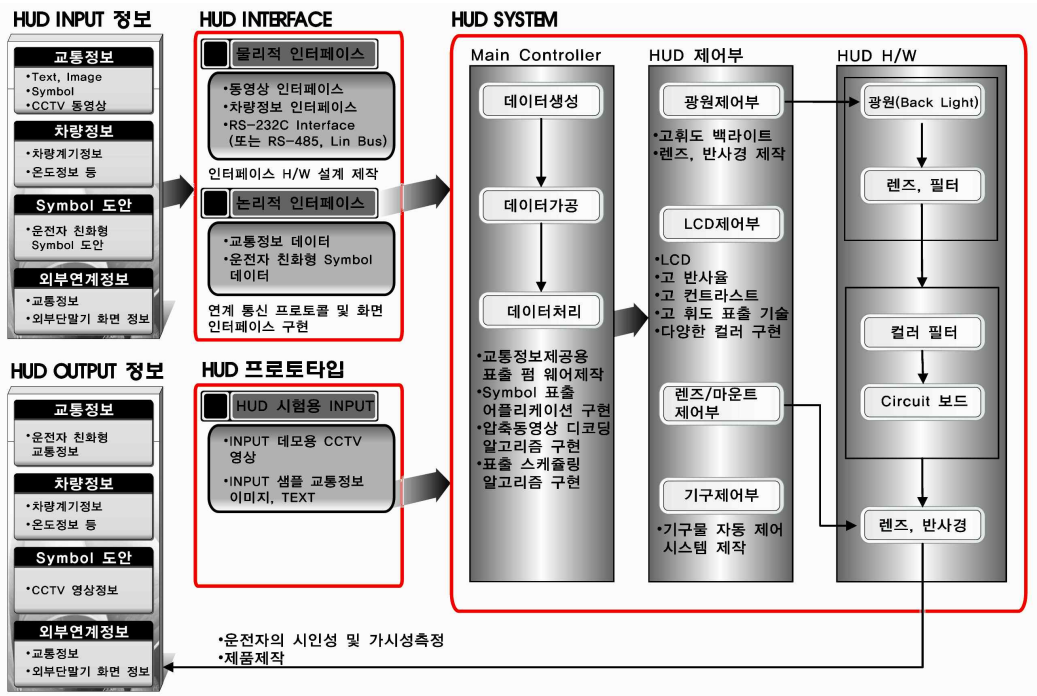
나. 교통정보제공용 HUD

○ 교통정보제공용 HUD 시스템을 개발하기 위하여 본 연구에서는 기반조사 및 이용자 콘텐츠 선호도 조사를 거쳐 요구사항[52]을 도출하였으며, 이를 바탕으로 연구개념을 정의하고, 시제품을 제작하여 성능검증을 실시함

(1) 연구개념 정의

○ HUD 표출 기술은 운전자 시야에 방해받지 않고 차량정보, 내비게이션정보, 교통정보를 간략화하여 표출하여 운전자가 직관적으로 빠르게 판단할 수 있도록 개발하는 것이 핵심임

○ 특히, 국내 HUD 기술은 국외 기술에 비해, 도입개발 단계로서 국외 표출 기술에 비해 선명도가 다소 흐리고 환경변화에 민감함. 따라서 환경변화에 적응성을 향상시켜 표출 정보제공 특성에 맞는 운전자 맞춤형 컨텐츠 표출정보와 동영상 표출 기능, 실시간 교통정보 연계표출, 소형화 경량화 제작 등의 HUD 기술개발이 필요하며, 기존 기술과의 차별성을 중심으로 다음과 같은 아키텍쳐를 설계하여 연구를 추진함



[그림 3.113] HUD 시스템 아키텍처

52) 요구사항 도출을 위한 설문조사 및 시뮬레이션 결과는 본 연구단 과제 "3세부과제 총괄보고서 참조"

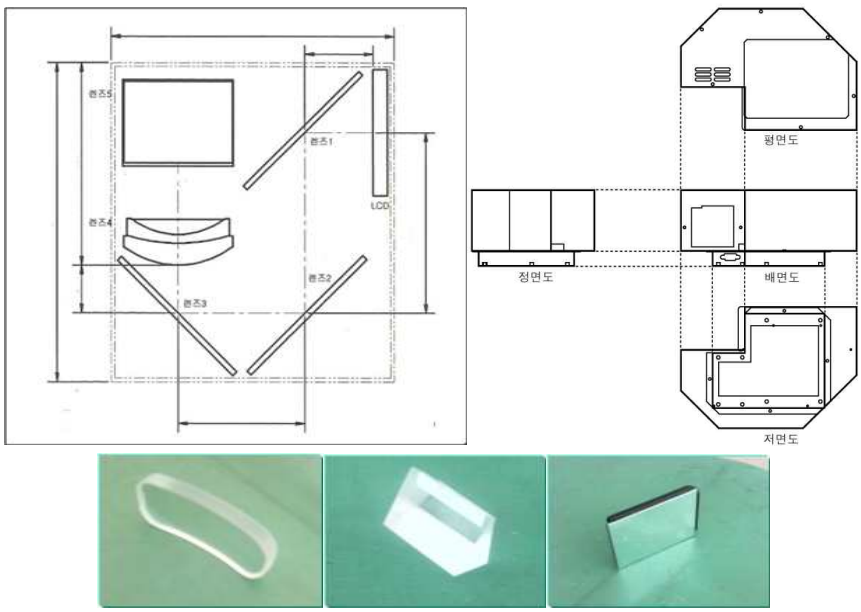
(2) 핵심기술 개발

○ HUD 시스템의 핵심기술은 H/W에 있으며, 그 구성은 광학부, LCD부, 광원부로 구분되어 통합 제어부를 통하여 가공 처리된 정보가 표출됨

○ 광학부는 3개의 반사 렌즈와 이중상 제거를 위한 투과형 접합렌즈, 최종 표출을 위한 표출 각도 조정렌즈로 설계함

○ 광학부 요구 기능은 1.2m 초점거리와 이중상제거, 외란제거가 필수적으로 요구되며, 곡율보정 필터와 반사경, 이중 초점렌즈 등을 감안하여 개발함

○ HUD 외형은 이동차량의 충격을 고려하여 SUS 재질과 스프링 스크류로 조립, 견고하게 제작하였으며 광학부 광로거리를 충분히 확보 할 수 있는 범위 안에서 소형화하여 설계함. 또한 외부인터페이스로부터 접속과 차량장착이 용이하도록 운전자 방향으로 I/O 포트를 연결할 수 있도록 설계함

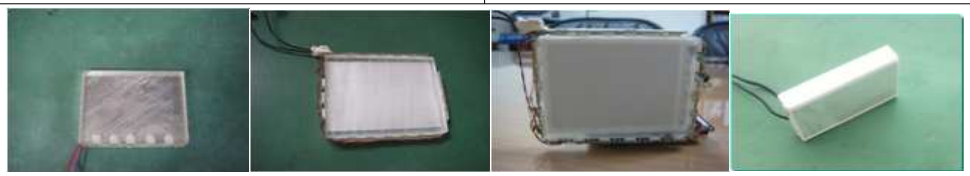


<곡율보정 필터 및 편광렌즈 등>

[그림 3.114] 광학부 배치도

○ 광원부는 2.5inch 크기의 CHIP LED 소자를 이용하였으며, 밝기를 개선하여 200,000cd/m^2에서 300,000cd/m^2로 휘도를 향상시킴

<표 3.47> BLU 개발품

구분	요구성능	개발내용
기능	크기	2.5 inch 직사형
	소자	Chip LED
	밝기	300,000 cd/m^2
BLU 개발품	 (70 x 55, 12v, 직사형)	

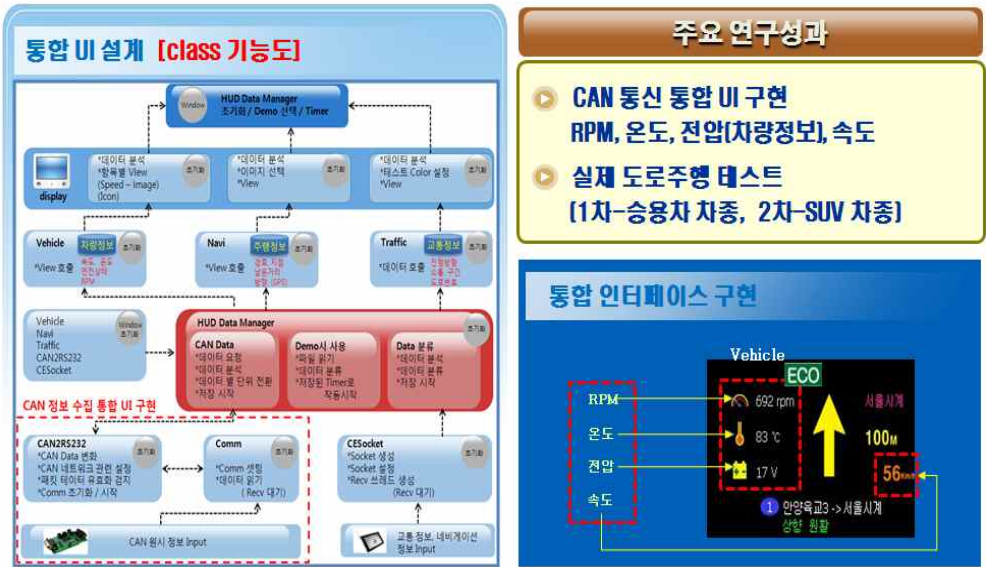
○ LCD부의 경우, 크게 LCD 패널, LCD 제어부로 이뤄지며, 통합제어부와 연결되어 표출됨. 또한 이 같은 표출 동작을 위한 회로를 설계함

○ LCD 제어부 크기는 main board(120×100mm)이며 분리형으로 설계한 것이 특징임. 또한 CPU처리속도와 메인메모리, LCD 크기 등의 사양 업그레이드와 I/O 확장 인터페이스의 기능 확장이 가능하도록 개발함

○ 또한, LCD 제어부는 본체 아래에 장착될 수 있도록 설계하여 광학부와 제어부간 인터페이스 연결이 용이하도록 하였으며 발열을 고려하여 광원부 팬과 방열판은 케이스 외부로 노출 시켜 동작하도록 개발함

○ H/W 구동을 위한 S/W는 제어기능부와 UI 생성부로 구분되며, 제어 기능부의 경우 HUD의 상태제어 등을 수행함. 아울러 UI의 경우, 클래스 기능도는 아래와 같으며 HUD Data Manager에서 차량정보와 교통정보 내비게이션 정보를 분석 및 분류 저장함. CAN22RS232 클래스는 COMM 클래스로부터 데이터를 읽어들여 CAN 데이터 수집을 위한 실시간 통신, 초기화, 데이터 유효화 등의 기능을 수행하며 HUD Data Manager에서 분류된 Data는 각각의 유형에 따라 저장되고 호출되어 디스플레이 됨

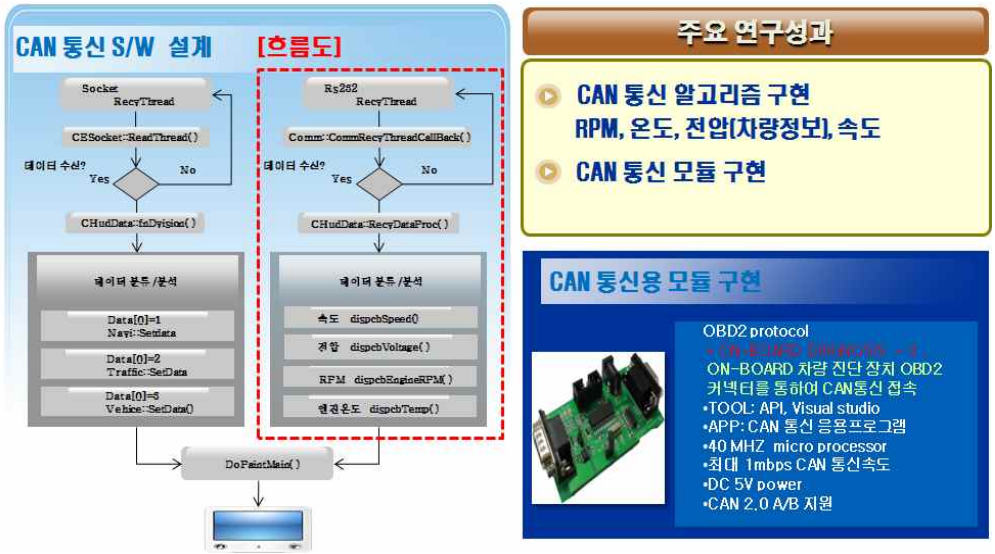
○ 통합 인터페이스 화면은 다음 그림과 같이 차량정보, 내비정보, 교통정보 표출 기능을 구현하였으며 구현된 결과를 실제 도로주행 테스트하여 데이터의 유효성을 시험함



[그림 3.115] HUD 통합 UI 구현

○ 정보의 원할한 전달과 표출을 위한 CAN 통신의 경우, 그 프로세스도는 다음 그림과 같으며 CAN 통신 데이터 수집을 위한 알고리즘을 구현함

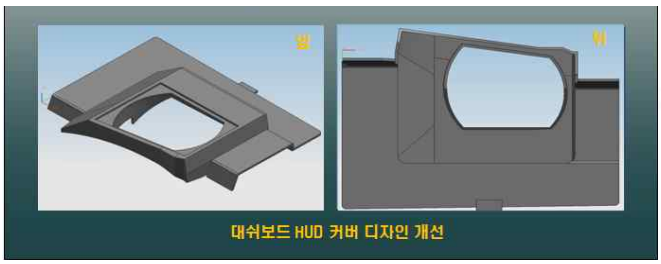
○ 또한, OBD2 방식의 H/W 수집 모듈을 제작하여 RPM, 온도, 전압, 속도등과 같은 데이터를 수집함



[그림 3.116] CAN 통신 H/W 및 S/W구현

○ 이를 종합한 시제품의 각 기능 및 사양은 아래와 같으며 차량정보, 길안내정보, 교통정보를 통합 표출하는 HUD 시스템을 개발함. 또한 기존 단색 계열의 색상 표출개념에서 풀 칼라 개념의 색상을 표출하여 정보를 표출하였으며, 차량장착을 위하여 다음그림과 같이 대쉬보드 커버를 제작함

<표 3.48> HUD 시제품 사양

구분		연구개발 결과물
방식		LCD 반사 방식
기능	표시정보	속도, RPM, 차량정보(CAN 통신), 내비정보, 교통정보
	연계기능	내비게이션정보, 교통정보 연계
	표출색상	6색이상, FULL Color 지원
	표출유형	아이콘, 심벌, 그래픽, 텍스트
	광학보정설계	윈드쉴드 곡율 및 이중상 제거용 광학부 적용
사양	CPU	ARM 기반 533MHz
	메모리	64M × 2
	카메라	CMOS 카메라 모듈 장착
	인터페이스	USB Host 2port Client 1port, UART 4port(CAN 통신용 1port), TCP/IP
	광원	직사형 LED Mouule 300,000cd/m^2
	표출면 크기 및 상 모양	5인치, 4:3 비율 사각 상
	광학	이중상 및 곡율보정, FOV 15°, 테두리 일그러짐 현상 제거, 확대현상 제거
	초점거리	표출면 기준 1.2m
	사용전원	12Volt DC
HUD 장착용 대쉬버스 커버 및 시제품	  	

(3) 성능검증

○ 성능검증은 크게 단위테스트[53]와 종합 성능검증으로 구분하며,

- 단위 테스트는 BLU 성능시험, HUD 기능시험 및 내구성 시험, CAN 통신시험으로 구분하여 실시하였으며,
- 종합 성능검증은 당초 설정한 성능목표에 대한 시험성적 결과를 제시함

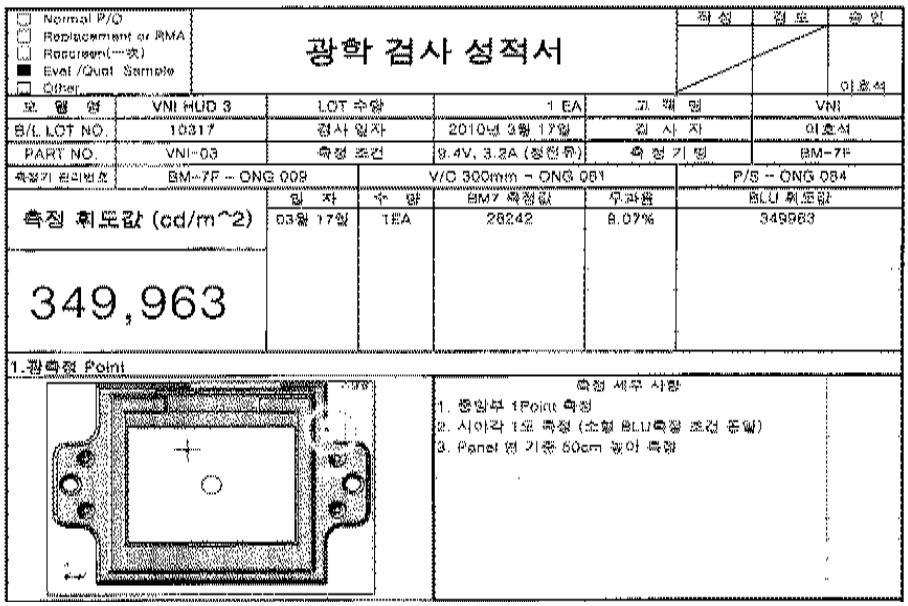
○ 첫째, 광학검사 결과는 다음과 같음

DATE : 2010. 3. 17 브이앤아이(주)

MODEL	광학용 HUD	BUYER		BRAND	V&I
PRODUCT LINE		P/R NO.		LOT NO.	
INSPECTION SPEC. (적용검사규격)	검사내용	LOT SIZE (수량)	1 PC	POWER SOURCE (전원)	AC220V 60Hz
INSPECTION TYPE(검사형태) : 체크검사					
INSPECTION LEVEL(검사수준) : 1		SAMPLE SIZE(시료수) : 전수			

INSPECTION REPORT(검사내용)

구 분	검사 내용	Check
BLU 휘도	300,000cd/㎡이상	이상없음



CERTIFIED STANDARD(인증 규격 관련 내용)

MAIN PART(주요부품)	BLU, LENS, M/B
INSPECTION RESULT(종합결과)	ACCEPT(합격)
INSPECTOR : (인)	

53) 단위테스트 결과는 본 연구단 과제 "3세부 총괄보고서" 참조

○ 둘째, 표출이미지 및 컨텐츠 개수 검사결과는 다음과 같음

DATE : 2011. 5. 28 브이앤아이(주)

MODEL	광학용 HUD		BUYER		BRAND	V&I
PRODUCT LINE			P/R NO.		LOT NO.	
INSPECTION SPEC. (적용검사규격)	검사내용	LOT SIZE (수량)		1 PC	POWER SOURCE (전원)	AC220V 60Hz

INSPECTION TYPE(검사형태) : 체크검사

INSPECTION LEVEL(검사수준) : 1	SAMPLE SIZE(시료수) : 전수

INSPECTION REPORT(검사내용)

구 분	검사 내용	Check
컬러 실사 이미지 표출색상	4색이상	이상없음
표출 컨텐츠 수	3개이상	이상없음



4색이상 컬러 표출



차량/내비/교통정보 표출

CERTIFIED STANDARD(인증 규격 관련 내용)

MAIN PART(주요부품)	BLU, LENS, M/B
INSPECTION RESULT(종합결과)	ACCEPT(합격)
INSPECTOR : (인)	

○ 셋째, 표출동작시험 및 BLU 단계조절 시험 결과는 다음과 같음

DATE : 2011. 5. 28 브이앤아이(주)

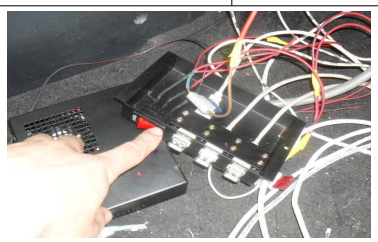
MODEL	광학용 HUD	BUYER		BRAND	V&I
PRODUCT LINE		P/R NO.		LOT NO.	
INSPECTION SPEC. (적용검사규격)	검사 내용	LOT SIZE (수량)	1 PC	POWER SOURCE (전원)	AC220V 60Hz

INSPECTION TYPE(검사형태) : 체크검사

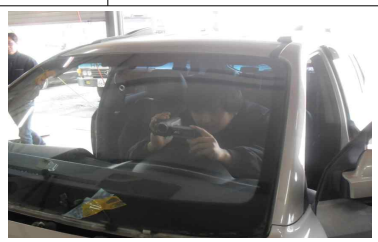
INSPECTION LEVEL(검사수준) : 1	SAMPLE SIZE(시료수) : 전수

INSPECTION REPORT(검사내용)

구 분	검사 내용	Check
차량 전원 ON/OFF시 HUD 표출동작 시간	1분이내	이상없음
BLU 휘도 가동 조절 단계	2단계 이상	이상없음



차량전원 ON시 동작시험



차량전원 ON시 동작시간 촬영



휘도 센서 ON시 BLU 밝기



휘도 센서 OFF시 BLU 밝기

CERTIFIED STANDARD(인증 규격 관련 내용)

MAIN PART(주요부품)	BLU, LENS, M/B
INSPECTION RESULT(종합결과)	ACCEPT(합격)

INSPECTOR : (인)

○ 마지막으로, 초점거리 및 표출정보 정확도 시험결과는 다음과 같음

DATE : 2011. 5. 28 브이앤아이(주)

MODEL	광학용 HUD	BUYER		BRAND	V&I
PRODUCT LINE		P/R NO.		LOT NO.	
INSPECTION SPEC. (적용검사규격)	검사내용	LOT SIZE (수량)	1 PC	POWER SOURCE (전원)	AC220V 60Hz

INSPECTION TYPE(검사형태) : 체크검사

INSPECTION LEVEL(검사수준) : 1	SAMPLE SIZE(시료수) : 전수

INSPECTION REPORT(검사내용)

구 분	검사 내용	Check
이중상 제거를 위한 코팅지 사용 여부	사용안함	이상없음
표출정보(차량정보) 정확도	100%	이상없음
윈드쉴드 기준 표출상 초점거리	1.2m	



SUV 일반윈드쉴드 HUD 표출 시험



승용차 계기판 정보 및 HUD 차량정보 비교 시험



SUV 계기판 정보 및 HUD 차량정보 비교 시험



도로 1.2m 초점거리 시험

CERTIFIED STANDARD(인증 규격 관련 내용)

MAIN PART(주요부품)	BLU, LENS, M/B
INSPECTION RESULT(종합결과)	ACCEPT(합격)

INSPECTOR : (인)

다. 양방향 교통정보제공용 개인단말(Mobile IPTV) 개발

○ 본 절에서는 기존 네비게이션 등 개인단말 장치가 운영자 중심의 단방향 정보만을 제공하는 것을 이용자가 원하는 정보를 제공하기 위한 양방향 멀티미디어 교통정보제공용 개인단말을 개발하기 위한 것이며, 이를 위하여 본 연구에서는 기반조사 및 이용자 요구사항분석 과정을 거쳐, UI 개선방향을 정하고 WiBro를 이용한 양방향 교통정보제공 단말 시제품을 제작함

(1) 연구개념 정의

○ 교통정보의 활용도를 높이기 위해서 여러 가지 방안이 있을 수 있지만 먼저 보다 정확한 정보를 제공하는 방법에 대한 연구, 그리고 사용자가 원하는 때에 원하는 정보를 전송하게 하는 실시간 데이터 전송방법에 대한 연구, 그리고 마지막으로 정보의 효율적인 표현하는 방법에 대한 연구의 세가지 연구분야가 필수적으로 수반되어야함. 첫 번째는 검지기 중심의 교통정보 수집 기술에 해당한다고 볼 수 있고, 두 번째는 통신 혹은 방송망을 이용한 교통정보의 전송 기술 그리고 마지막으로 세 번째는 전송된 교통정보의 표출부분에 해당하는 내용이라고 볼 수 있음. 본 연구과제는 교통정보의 표출부분에 해당하는 연구 과제임

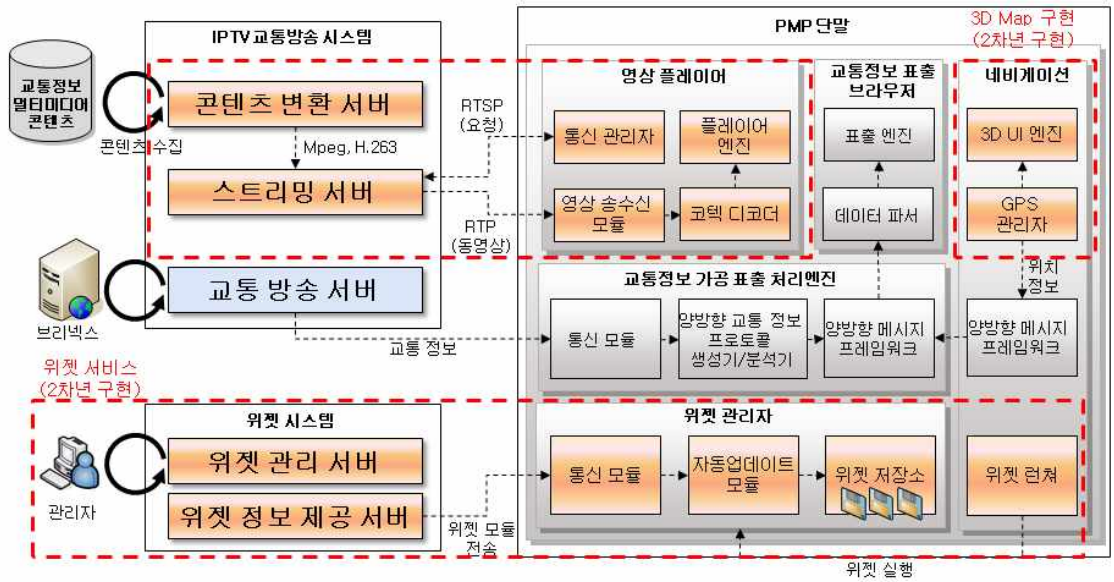
○ 교통정보의 표출은 전송되는 망의 종류와 표출단말의 성능에 상당히 종속적이기 때문에 단말 자체에 관한 연구가 필요하고, 또 정보의 표현방식에 따라 교통정보의 활용도가 크게 달라질 수 있기 때문에 이에 대한 연구가 중심이 될 수 있음

○ 이를 위해 먼저 교통정보의 시인성 향상을 위한 UI/UX측면에서 연구결과[54]에 기반하여 WiBro가 지원되는 개인형 단말(Mobile IPTV)인 PMP/UMPC/MID와 쇼 옴니아폰 등에 구현된 교통정보 제공 프로토 타입 시스템에 대해 설명한 후, 마지막으로 현재 많이 보급되고 있는 스마트폰인 iPhone, Android폰상에 교통정보 제공시스템을 구현한 사항에 대해 상세히 설명함

54) UI/UX 요구사항 도출 결과는 본 연구단 과제 "3세부과제 총괄보고서 참조"

(2) 핵심기술 개발

○ 본 연구의 핵심기술은 다음 그림과 같이 무선 IP 통신망 및 방송기술을 이용하여 ITS 교통정보를 표출 할 수 있는 단말 시스템으로 최종성과물 도출에 교통정보 데이터표출 프로토 타입 개발 및 데모시연에 대하여 기술함. 이와 관련한 연구개발 결과물 시스템 구조 및 흐름도는 아래의 그림과 같음



[그림 3.117] 연구개발 시스템

○ 최종 시스템은 크게 IPTV 교통방송 시스템과 위젯 시스템, 그리고 PMP 단말 세 가지로 구성됨. IPTV 교통방송 시스템은 콘텐츠 변환 서버와 스트리밍 서버를 구축하고 수집한 콘텐츠를 변환하여 스트리밍을 지원하는 시스템임

○ PMP 단말의 영상플레이어에서는 이러한 IPTV 교통방송 시스템의 콘텐츠를 RTSP[55]로 요청하고 RTP[56]로 수신하여 영상플레이어에서 디코딩을 수행함으로써 표출하는 기능을 수행함

○ 본 프로토타입 시스템에서는 PMP 단말의 3D UI 엔진을 통해 3D 맵을 구현함. 위젯 시스템은 관리 서버와 정보 제공 서버를 두어 PMP 단말의 위젯관리자에게 위젯 모듈을 전송하면 위젯 관리자는 위젯을 저장하고 실행함. 교통정보 가공 표출 처리엔진에서는 WiBro 통신 모듈이 탑재 되어 있어 양방향 교통정보

55) RTSP(Real-time Streaming Protocol): 실시간으로 음성이나 동영상을 송수신하기 위한 통신 규약(프로토콜)
56) RTP(Real-time transport protocol): 실시간으로 음성이나 동화를 송수신하기 위한 전송 계층 통신 규약.

프로토콜을 담당함으로써 교통방송 서버와 양방향으로 데이터를 송수신 할 수 있도록 지원함

○ 시현결과는 다음과 같으며, 표출 프로토 타입 단말과 멀티미디어 교통영상 실시간 스트리밍 예시 영상인 CCTV영상을 보여 주고 있음



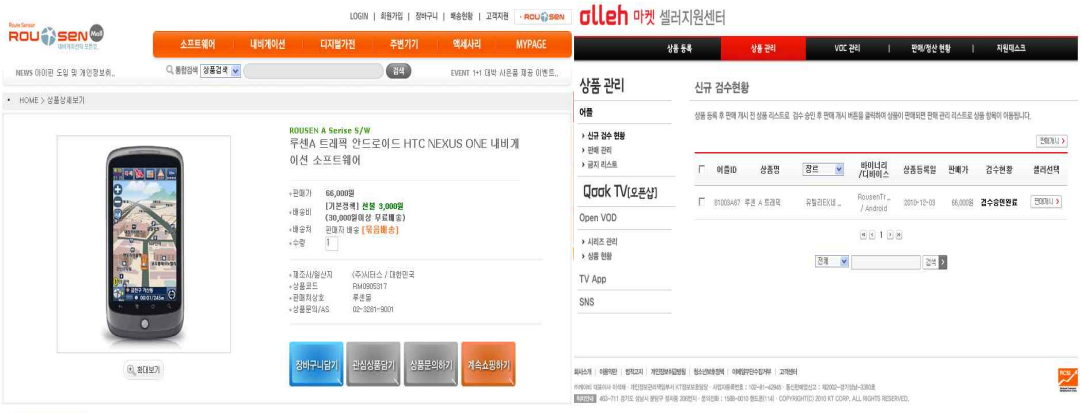
[그림 3.118] 프로토 타입

○ 본 결과를 바탕으로, WiBro 기반의 스마트폰(쇼 옴니아 폰)과 안드로이드 기반의 스마트폰(넥서스 원), 아이폰 등에 해당 기능을 구현함

(3) 상용화

○ 구현된 기능들은 쇼 옴니아 프로토 타입에 구현된 네비게이션 엔진기능과, 카메라 연동기능을 이용한 실사영상 기반의 내비게이션 기능을 포함하고 있으며, 아울러 구글(Google)에서 제공하는 Open API 형태의 음성인식 엔진을 적용하여 사용자로 하여금 운전 중 목적지 지정 시 최소한의 동작만으로 검색가능한 기능도 함께 구현하였음. 넥서스 원에 구현된 시스템은 1,2차 상용화 과정을 거쳐 현재 시판 중임

- 내비게이션 기본맵, 카메라 연동 및 실사영상 안내, 에코 드라이빙, 음성인식 기능을 적용한 버전으로 루센몰(mall.rousen.com)에 1차 상용화 완료함(2010.10.01)
- 1차 상용화 버전에서 내비게이션 엔진 개선 항목 적용하여 KT 올레마켓에 2차 상용화 완료함(2010/12/03 올레마켓 소프트웨어 등록, 2010/12/24 올레마켓 소프트웨어 판매 시작)



[그림 3.119] 루센A트래픽 루센몰 및 KT 올레마켓 상용화

- 안드로이드 스마트폰인 넥서스원 1차 상용화 버전과 달리 아직 아이폰용 구글 음성인식 API가 없는 상황에서 음성인식 기능을 구현할 수 없었으며, 이에 음성인식 기능을 제외한 버전으로 1차 상용화를 진행하였음.(2011/01/06 애플 앱스토어 소프트웨어 등록, 2011/01/13 애플 앱스토어 소프트웨어 판매 시작)



[그림 3.120] 루센i트래픽 애플 앱스토어 등록

2. 교통정보제공서비스 혁신방안

○ 교통정보제공서비스 혁신방안은 전술한 바와 같이, 교통정보서비스 개선을 위한 멀티미디어 교통정보제공 콘텐츠 그리고, 스마트폰 응용서비스인 멀티미디어 교통정보 표출기술개발을 중심으로 기술함

가. 멀티미디어 교통정보제공 콘텐츠 개발

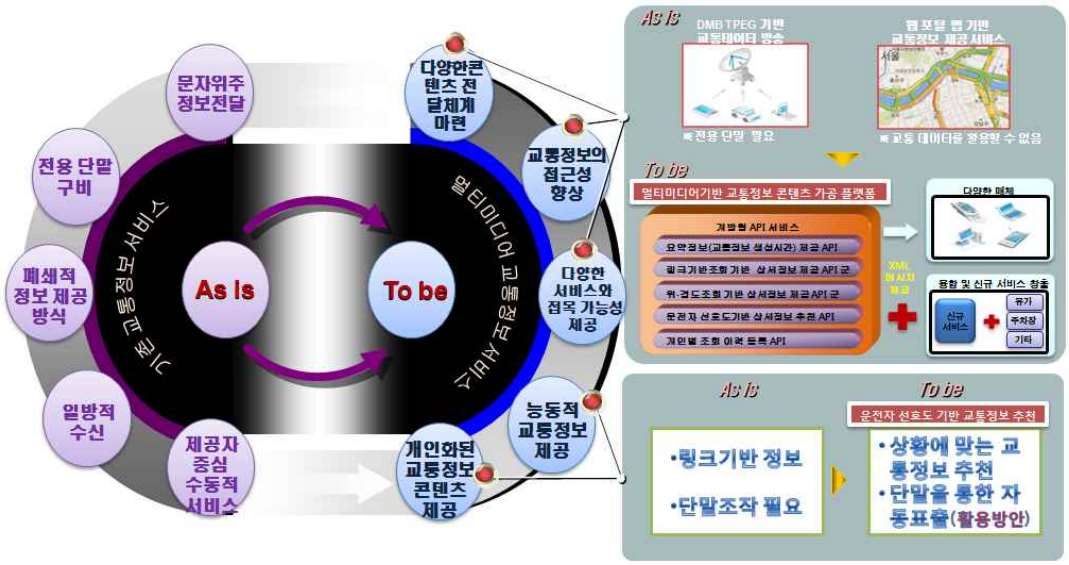
○ 본 연구 역시, 기반조사 과정을 거쳐 이를 바탕으로 본 연구의 대상에 대한 개념을 정의하고 3가지 관점 즉, 멀티미디어 콘텐츠 제공을 위한 Open API기반의 플랫폼 개발과 온톨로지를 이용한 선호도/위치기반 교통정보 추천 서비스, SNS 통합교통정보 제공 서비스에 관하여 제시함

(1) 연구개념 정의

○ 급변하는 첨단 IT 기술을 통한 국내 교통정보 서비스 환경을 살펴보면 교통정보 제공 및 표출을 위한 내비게이션 보급이 증가하고 있으며, 이런 장치는 단방향 방송 서비스인 DMB TPEG과 연동되어서 이동하는 운전자에게 실시간 교통정보를 제공하기도 하며, 양방향성을 가지며 가장 풍부한 정보 제공 수단인 웹 서비스를 통해서 인터넷 사용자에게 멀티미디어 기반 교통정보를 제공하는 사례도 늘고 있음. 뿐만 아니라, IPTV 기반 교통정보 서비스 제공 사례도 등장하고 있음. 통신 인프라 면에서도 기존 FM Radio 혹은 DMB 등을 통한 방송 송출 서비스에 더하여 고속 이동성을 보장하는 무선 인터넷 서비스가 등장하여 인터넷 서비스 환경을 주행 중인 차량 안까지 그 영역을 넓혀 주었음

○ 또한 스마트폰과 같이 GPS가 내장된 휴대용 무선 단말의 확산됨에 따라 다양한 교통정보 제공 소프트웨어가 출시되고 있음

○ 이런 환경의 변화에도 불구하고 기존의 단말을 위한 교통정보 제공방식에는 여러 가지 한계가 있음



[그림 3.121] 연구대상 정의

○ 첫째, 기존의 DMB TPEG 같은 서비슨 문자위주의 정보 전달 방식과 폐쇄적인 정보 제공 방식을 취하고 있음. 이는 교통정보가 다양하게 활용될 수 있는 공공정보라는 특성에 견주어 볼 때 바람직하지 않음. 즉, 교통정보는 다양한 서비스와 접목될 수 있도록 해야 함. 다양한 교통정보 콘텐츠를 효과적으로 전달 및 유통할 수 있는 콘텐츠 표현 기술의 연구와 개방적이고 연계 및 활용이 용이한 교통정보 제공 플랫폼 연구가 필요함

○ 둘째, 기존의 교통정보 제공방식은 운전자의 상황을 충분히 고려하지 않고 주행경로 기반의 일방적인 정보 제공 방식을 택해왔지만, 보다 다양해진 교통정보 콘텐츠의 종류와 급변하는 환경에 따라 운전자가 처한 상황에 적합한 정보를 제공할 수 있어야만 교통정보의 활용가치가 높아질 것 임. 더군다나 운전자는 주행 중 단말 조작을 통한 정보조회의 한계가 있음. 이를 해결하기 위해서 단말의 조작 없이 자동으로 현재 운전자의 주행상황에 맞게 교통정보를 추천해 줄 수 있는 연구가 필요함

○ 이를 위하여 온톨로지를 이용한 상황인식 기반 추천 기술을 교통정보 제공에 적용하여 지능적이고 질 높은 운전자 맞춤 서비스를 구현할 수 있을 것임.

○ 셋째, 효과적인 교통정보 전달체계와 개방형 정보제공 기술의 개발을 바탕으로 기존에 제공되던 교통정보 콘텐츠의 활용성을 증대할 수 있는 서비스를 발굴하기 위하여 본 연구에서는 SNS 기반 교통정보 수집 및 제공 시스템을 연구함

(2) 멀티미디어 콘텐츠 제공을 위한 플랫폼 개발

○ 본 연구에서는 플랫폼 개발을 위하여 멀티미디어 기반 교통정보 메시지[57]를 개발하였으며, 해당 메시지는 국토해양부 고시 제 2006-175호 “기본 교통정보 교환 기술 기준II”에 따라 ASN.1 데이터명과 데이터 구조를 참조하여 개발함

○ 아울러, 멀티미디어 콘텐츠의 전달 및 공유에 적합한 XML 기반 교통정보 메세지 규격을 작성하였으며, 새로운 교통정보 메세지 규격은 다음과 같은 2가지 변화를 가져왔음. 첫째, Open API 상에 메세지 교환을 위해 XML 기반으로 메세지 표현 형식을 변환. 둘째, 멀티미디어 교통정보 표현을 위한 속성을 추가하였으며, 수집 및 분석 배포 되는 교통정보 유형의 변화에 따라서 교통정보 메세지 속성은 변경될 수 있음

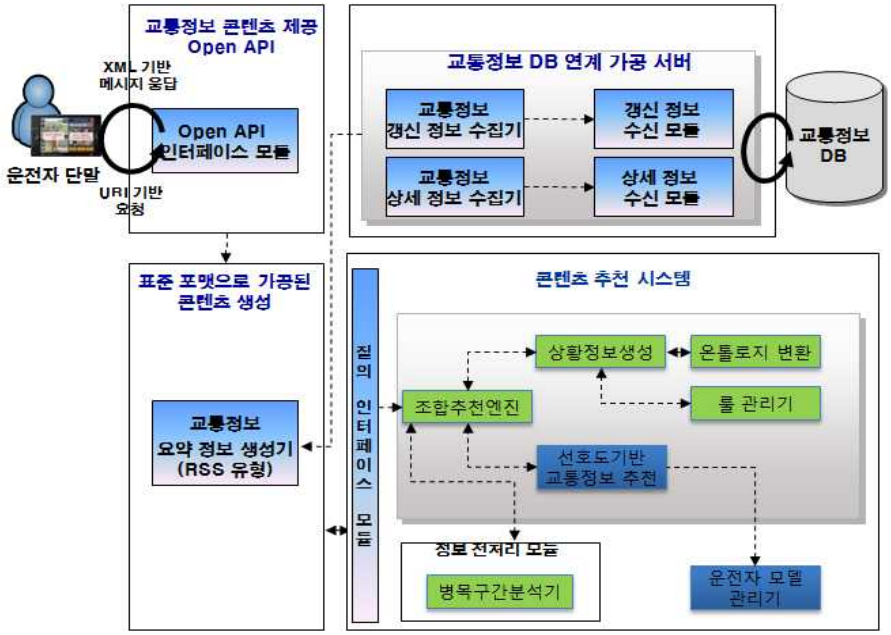
○ “국토해양부 기본교통정보 교환 기술기준II”의 메세지 포맷을 Open API 기반 서비스 프로토콜에 맞게 변환하였으며, 기존의 서비스 프로토콜은 Byte Stream 기반의 메세지 교환을 지원하지만, 이는 특정 시스템에 종속되도록 함. 반면에 Open API 기반 서비스는 XML 기반 메세지 표현법을 지원함으로써 이런 단점을 해결할 수 있음

○ 시스템 아키텍처는 교통정보 전달을 위해 우선 XML 메세지 기반의 Open API 서버를 정의하였음. 이를 통해서 교통정보의 갱신을 확인할 수 있는 요약정보 전달 API 및 상세정보를 요청 할 수 있는 API를 구현하는 것임. 뿐만 아니라 주행 경로 상에서 추천된 상세 메세지를 요청할 수 있는 API 기능을 구현하는 것임. 전체 시스템 아키텍처는 아래 그림과 같으며, 이때 요청하는 메세지 프로토콜은 동일함

○ 전제적인 시스템은 크게 DB 연계 가공서버에 의해서 교통정보를 수집해서 콘텐츠 추천 시스템으로 교통정보를 추천하는 부분과 Open API로 표준포맷으로 가공 및 교통정보 콘텐츠를 제공하는 두 가지 기능으로 구분됨

○ 세부적인 설명은 다음 표와 같음

57) 메시지 개발부분은 본 연구단 과제 “3세부과제 총괄 보고서” 참조

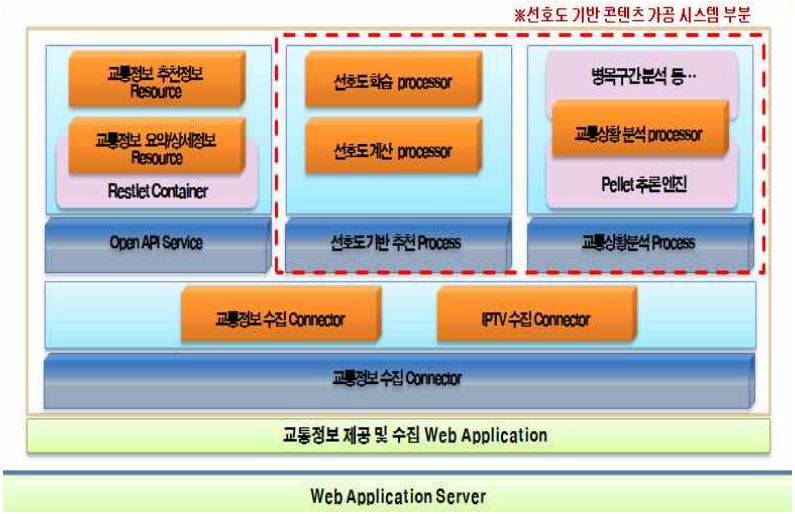


[그림 3.122] 교통정보 콘텐츠 가공 플랫폼

<표 3.49> 교통정보 콘텐츠 가공 플랫폼 설명

구분	설명
Open API 서버	-교통정보 가공 플랫폼의 인터페이스 역할을 함 -교통정보 수요자의 요청 파라미터에 따라서 메세지 규격서를 준수하는 XML 형태로 해당 교통정보 및 추천정보를 제공 -Open API 형태로 제공함으로써 타 서비스와 쉬운 메쉬업 (mash-up) 서비스가 가능함 -XML 형태로 제공되는 메세지는 범용성이 뛰어남
콘텐츠 생성 서버	-XML 형태의 교통요약 정보 및 교통 상세 정보를 생성 -교통요약 정보는 갱신된 교통정보를 확인할 수 있도록 생성시각 정보를 제공하며, 또한 추천정보를 포함함 -교통정보 상세 정보는 해당하는 교통정보의 전체 정보를 제공함
콘텐츠 조합추천 서버	-운전자 정보, 주행정보 및 교통정보를 이용한 상황분석 -상황별 주목할 교통정보 추천 및 주변정보 추천
DB연계 및 가공 서버	-2세부 지식기반 교통정보 DB와 연계

○ Open API 기반 교통상세정보제공 서비스는 RSS 교통요약정보 조회 서비스를 제공하고 지정된 링크에 대한 교통상세정보 조회 서비스를 제공함(소통정보, 도로상태정보, 돌발정보, 교통통제정보, 기상정보, CCTV정보, VMS정보, 항공영상정보 UCC 등). XML 형태로 가공된 교통정보 메세지를 제공함

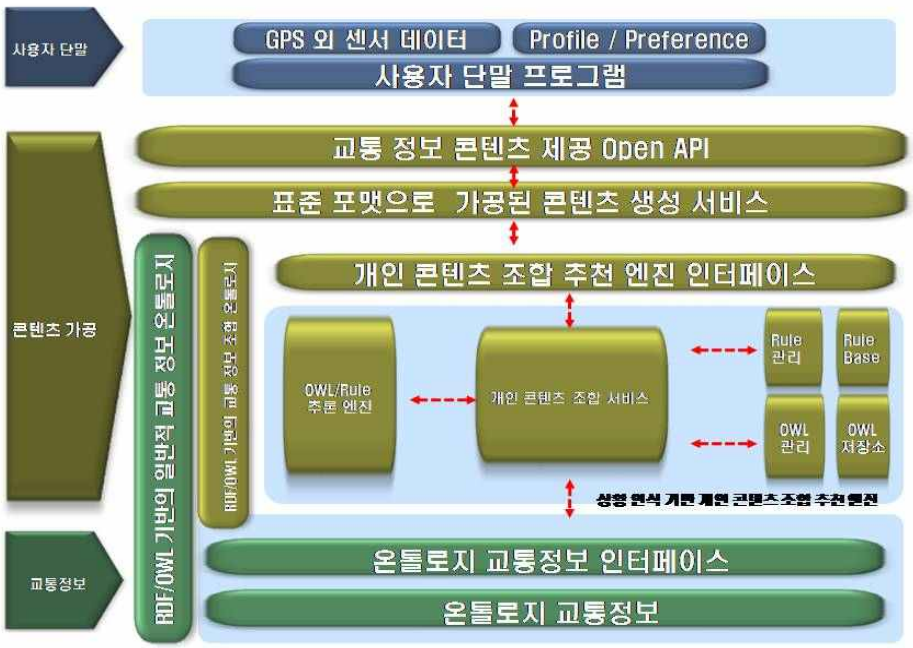


[그림 3.123] Open API 서비스 상세 구성도

(3) 상황인식 교통정보 추천서비스 개발

○ 상기 개발한 플랫폼을 바탕으로, 운전자 프로파일 및 선호도에 대한 모델링을 수행하였으며, 차량에 대한 정보에 대해서도 모델링과 추천 서비스를 하기 위한 교통정보 모델링[58]을 수행하고, 교통정보 추천시스템을 개발함

○ 추천 시스템의 전체적인 구성도는 다음과 같음



[그림 3.124] 추천 서비스 아키텍처

58) 세부적인 사항은 본 연구단 과제 "3세부과제 총괄 보고서" 참조

<표 3.50> 추천 시스템 아키텍처 전체 설명

서비스 기능			설명
콘텐츠 가공	개인 콘텐츠 조합 추천 엔진 인터페이스		▪ 개인 기반의 콘텐츠를 추천 요청할 수 있는 인터페이스
	상황 인식 기반 개인 콘텐츠 조합 추천 엔진	개인 콘텐츠 조합 서비스	▪ 사용자 상황 정보와 교통 상황 정보 및 의사결정을 위한 Rule을 이용하여 사용자에 적합한 콘텐츠를 추천함
		OWL/RULE 기반 엔진	▪ Web Ontology Language(OWL) 및 규칙(Rule) 추론 수행
		OWL 관리	▪ 온톨로지 저장소에 대한 인터페이스 역할. 특히 상황정보를 Resource Description Language(RDF)/OWL 형태의 온톨로지로 변환
		OWL 저장소	▪ 사용자의 추천을 위해 사용되는 온톨로지의 저장소.
		Rule 관리	▪ 규칙 저장소(Rule Base)에 대한 인터페이스. 사용자 정의 Rule
		Rule Base	▪ 추천에 사용되는 규칙을 저장함
		RDF/OWL 기반의 교통 정보 조합 온톨로지	▪ 개인의 상황 정보와 교통 상황 정보를 콘텐츠 조합을 목적으로 RDF/OWL로 모델링 한 하위 온톨로지
교통 정보		RDF/OWL 기반의 일반적 교통 정보 온톨로지	▪ 교통 데이터에 대한 상위 온톨로지

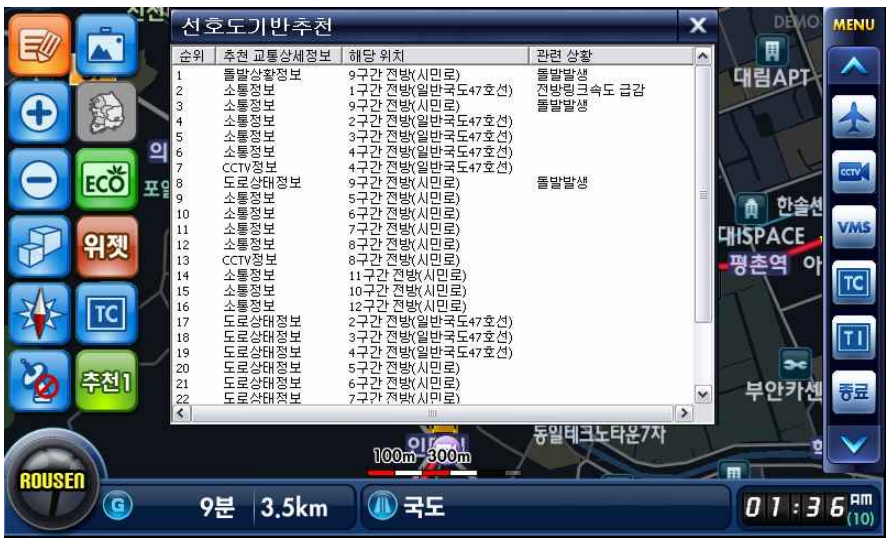
○ 구체적으로, 사용자 위치기반 추천 서비스의 시연 프로그램은 다음과 같음



[그림 3.125] 위치기반 교통정보 추천 및 제공 시스템 시연 프로그램

○ 또한, 선호도 기반 추천 서비스의 시연 프로그램은 다음과 같음

- 아래 네비게이션 단말 그림은 주어진 시나리오에 따라 교통정보가 변화하며 이를 기반으로 교통정보 추천 과정을 시뮬레이션한 예임. 추천정보의 활용은 출발할 때 한번 조회하는 용도와 주행 중 추천 정보가 있는 링크에 다다랐을 때 능동적 표출을 해주는 용도의 두 가지가 있음. 첫째로 출발 전 한번 조회할 때는 예시한 바와 같이 중요한 순서대로 리스트를 보여주며 운전자가 그에 따른 내용을 조회하게 됨
- 둘째, 능동적 표출은 운전자가 조회를 하지 않더라도 노면결빙과 같은 분석된 교통 상황 정보가 존재하는 링크에 다다랐을 때 자동으로 교통정보를 선택해서 보여주는 기능임. 여기서 해당 링크에 존재하는 교통정보의 분류를 영상정보, 텍스트 정보, 상황정보 이름 등 세 가지로 나누게 됨. 우선 영상정보는 CCTV, 항공영상 등이 중요도 순에 따라 보여주게 됨. 두 번째로 텍스트정보는 소통정보, 도로상태정보, VMS, 기상정보 등 있을 수 있고 중요도 순서에 따라 보여줌. 마지막으로 상황메세지는 각 상황의 이름을 그대로 출력하는 것임. 추후 실제 내비게이션과 연동이 된다면 주행 중 운전자의 조작이 필요 없는 능동적 표출에 유용하게 활용될 수 있을 것임



[그림 3.126] 선호도 기반 교통정보 수신 화면(단말기 연동)

○ 아울러, 본 연구에서는 추천 시스템과 연계하여 주행 중에도 운전자의 조작 없이 교통정보 확인이 가능하도록 하는 운전자 안전을 고려한 능동적 교통정보 표출 기능을 구현함

- 선호도 기반 교통정보 추천 서비스 개발은 운전자의 교통정보 콘텐츠에 대한 선호도를 기반으로 운전자 단말에 교통정보를 추천해 주는 연구를 수행하였음. 이

는 선호도를 이용하여 주행경로 상의 교통상황을 분석하였을 뿐만 아니라 관심 상황이 발생한 주요지점의 교통정보를 중요도 순위에 따라서 제공하도록 하였음



[그림 3.127] 교통정보 추천 서비스

○ 능동적 표출 프로그램은 우선 주행상황 분석을 위해서 경로정보부터 획득을 함. 그리고 분석된 결과를 바탕으로 가장 운전자가 중요하다고 느끼는 상황정보가 발생한 링크의 정보들부터 우선 보여주도록 구현이 되어 있음. 각 링크의 세부 정보들은 요약정보 표출로부터, 소통정보, 영상정보 및 유고정보 표출로 일정 시간 경과 후 자동으로 표출이 진행됨

○ 표출 화면별 구동은 네비게션에서 경로 탐색 알고리즘을 통해서 최적 경로가 설정되면 Open API를 통해서 운전자의 주행경로를 업데이트 하도록 되어있음. 본 페이지는 운전자의 설정된 주행경로를 Open API를 통해서 얻어 와서 맵상에 그 경로를 표출해 주는 기능을 함. 단, 주행 경로는 국가표준노드링크체계(국토해양부, 2011)를 준수한 링크정보의 나열로 표현이 되어야 함

○ 링크로 표현된 주행 경로상에 분석된 상황정보가 작은 아이콘으로 표시되며, 가장 중요한 지점의 정보부터 우선 표출하도록 함. 이때 해당 링크가 하이라이트 되면 오른쪽 화면에 링크 관련 정보들이 표현됨



[그림 3.128] 능동적 상황 정보 표출

○ 다음은 유고정보를 보여주는 화면임. 특히 트위터 정보는 유고정보로 분석이 된 것을 표출해 줌. 돌발상황정보는 센터에서 제공되는 정보임. 설정된 시간 동안 모든 정보를 보여주고서 다음 상황정보 발생 지점으로 이동함

○ 선호도 정보는 운전자 상황정보, 차량 상황정보 및 분석된 상황정보 유형에 대한 중요도를 입력 받도록 되어 있음. 또한 운전자 상황정보는 운전자의 프로필 정보를 입력 받으며, 분석된 상황정보 유형의 선호도에는 돌발상황정보, 주행안전정보, 기상재해, 기상주의 및 안개주의 유형의 정보에 대한 중요도 점수를 입력 받도록 하였음. 이는 교통정보 추천 시 주행 순서에 관련 없이 운전자에게 우선 표출 될 수 있도록 함



[그림 3.129] 유고정보 표출 및 선호도 정보 입력 화면

(4) SNS 통합교통정보제공 서비스 개발

○ SNS를 통해서 교통정보를 제공하는 기관은 26개 기관에 해당하나 대부분 텍스트 중심의 교통정보만을 제공하고 있으며, 그나마도 자신의 권역 정보만을 제공 중에 있음. 이에, 본 연구에서는 해당정보를 통합[59]하여 본 연구에서 개발한 Open API 형태로 제공함으로서 효율적인 교통정보 유통구조 구조 확립에 기여함

○ 특히, SNS 기반 교통정보 가공 및 표출 프로그램은 국토해양부로에 정책으로 채택되어 활용키로 하였으며, 본 연구에서 개발한 Open API 는 3rd Party 서비스와의 연계를 통해 정보 공유 활용이 가능함



[그림 3.130] SNS 기반 교통정보 표출 프로그램

59) tbs 교통방송, 국토해양부, 경기방송, TBN Seoul, 한국도로공사, 경찰청 등 총 26개 기관에서 정보 수집

나. 멀티미디어 교통정보 표출기술 개발

○ 본 연구에서는 멀티미디어 교통정보 표출을 위해 개발한 스마트폰 응용 서비스에 대해서 소개하고 대용량 멀티미디어를 효율적으로 전송 하는데 필요한 제반 기술인 통신기술에 대해서 기술함

(1) 연구개념 정의

○ 본 절에서는 교통정보 표출 기술개발, 전송 수단인 통신 및 방송망에 대한 고려사항 그리고 대용량의 멀티미디어 데이터를 효율적으로 전송하기위해 필요한 망 자원의 효율적 활용측면에서 고려해야 할 사항에 대해 논의함

○ 교통정보의 활용도를 증가시키기 위해서는 크게 보다 정확한 데이터의 취득, 실시간성의 데이터 전송, 시인성 높은 표출기술의 제공 이 세 가지 측면에서 많은 발전이 필요함

○ 보다 정확한 교통정보 데이터의 취득은 검지기로부터 출발하는 수집기술의 발전과 직접적으로 관련되어 있고, 실시간 데이터 전송은 방송/통신망의 실시간 전송여부, 그리고 시인성 높은 표출은 단말 부분에서의 표출기술과 밀첩한 관련이 있음

○ 전송 기술은 바로 방송/통신망과 직결된 사항으로 서로의 장단점이 존재하나 적시에 원하는 교통정보를 전송해야한다는 측면에서는 통신망이 훨씬 유리한 상황에 있다고 볼 수 있음. 또한 근래 통신망에서도 방송기능을 구현하려는 많은 노력이 진행 중이며 이로 미루어 볼 때 향후에는 점점 더 통신망의 이용이 증가할 것으로 전망됨. 본 연구에서는 이들 두 가지 망의 특징을 알아보고 비교하며 특히 통신망에서 방송 기능을 구현하는 표준기술에 대해 보다 많은 설명을 하도록 함

○ 표출기술은 시인성 높은 GUI구현, 사용의 편리성, 운영상의 위험요소의 최소화 등의 측면에서 고려되어야 할 많은 사항이 존재하고, 이를 위해 기존의 맵 중심의 교통정보제공의 한계를 벗어난 보다 다양한 구현 방법에 대한 고민이 필요함. 본 연구에서는 앞서 진행된 UI/UX 연구 결과물을 반영하여 교통정보 제공 시스템을 구현하였고 이외 최신의 AR 및 SNS기술을 이용하여 신개념의 교통정보를 제공하는 방법에 대해 연구함

(2) 스마트폰 응용서비스 개발

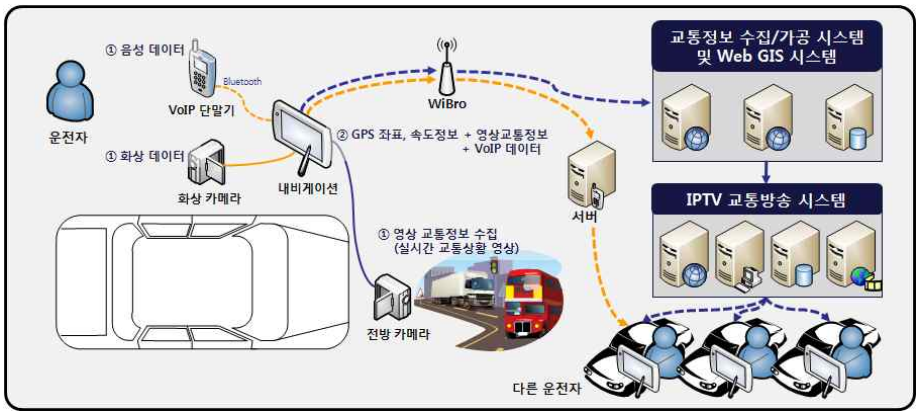
○ 본 연구에서는 기존의 디지털 맵 상에서 이루어지는 교통정보 표출의 방식과는 달리 새로운 개념을 접목하여 교통정보를 제공하는 방식에 연구를 진행하였으며 이를 통하여 사용자들로 하여금 신선한 교통정보 체험 효과를 높이고자 다양한 응용 서비스를 개발함

○ 첫 번째로 AR(Augmented Reality) 및 SNS 기술을 접목하여 리얼 네비게이션 및 트래픽 트위터 시스템을 구현하였고, 두 번째로 교통상황판 정보 구현, 세 번째로 GPS정보만으로 eco-driving guidance 및 기타 부가서비스[60] 등을 개발함

○ 본 연구단 보고서에는 리얼 네비게이션과 이를 이용한 트래픽 트위터 시스템과 교통상황판 정보제공 기능을 중심으로 기술함

○ 리얼 네비게이션의 전체적인 구성은 다음과 같으며, 운전자는 스마트폰에 장착된 카메라를 이용하여 실제 도로 화면에 방향정보나 기타 부가정보를 확인함으로서 경로인지도를 높일 수 있다는 장점이 있음

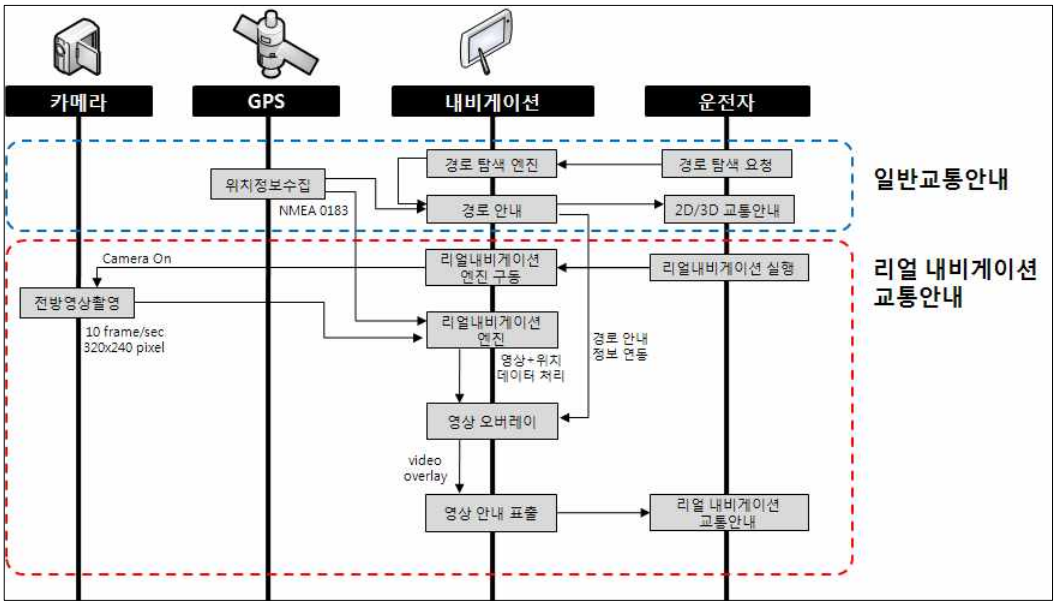
○ 또한, 리얼 내비게이션 화면상에는 지도와 실사를 바로 변경할 수 있도록 별도의 버튼이 제공되어 운전자가 해당 버튼을 누르면 아래와 같이 실사영상위에 안내정보를 함께 받으면서 운전할 수 있도록 기능이 구현하여 편의성을 도모함



[그림 3.131] 리얼 내비게이션 개념도

○ 보다 구체적인 흐름도는 다음 그림에서 제시한 바와 같이 운전자가 리얼 내비게이션을 실행하였을 경우 리얼 내비게이션 엔진이 구동이 되고 전방 영상 카메라로부터 영상 데이터와 GPS로부터 좌표 정보를 수신 받게 됨

60) eco-driving guidance 및 기타 부가서비스는 본 연구단 과제 "3세부과제 총괄보고서" 참조



[그림 3.132] 리얼 내비게이션 서비스 흐름도

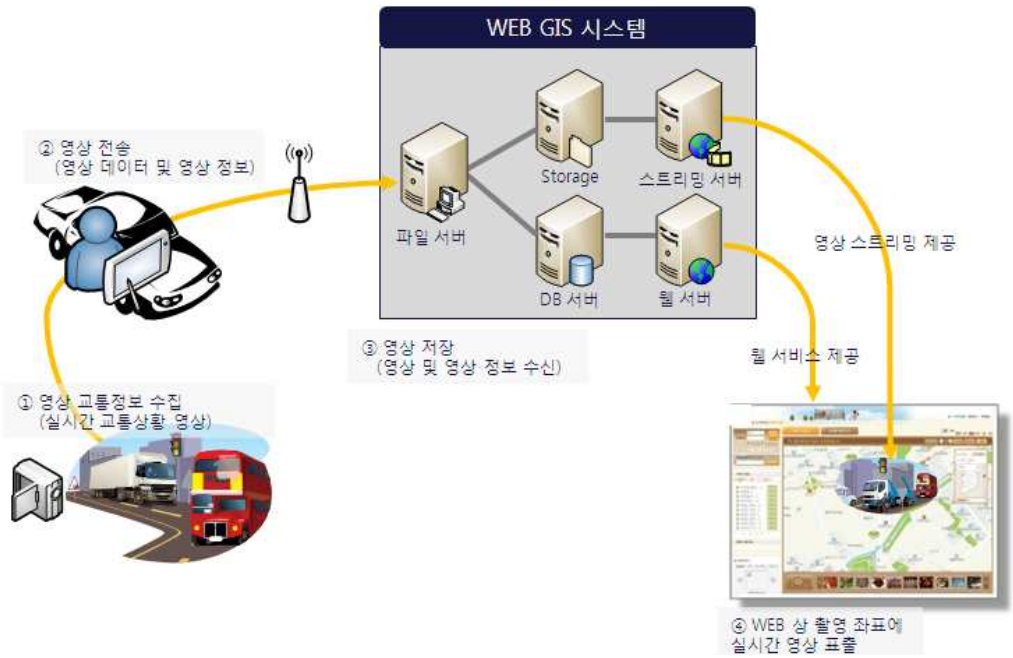
○ 해당 연구결과물은 쇼 옴니아폰을 대상으로 하였으며, 후면 카메라 연동을 통해 동영상을 디스플레이하고 동영상 화면 위에 UI Overlap을 적용하였음. 테스트 환경은 Visual Studio 2008 + Windows Mobile SDK 6.1 이상에서 수행하였으며, 이를 바탕으로 삼성 쇼옴니아 카메라 API를 이용한 동영상 캡처 기능 구현에 이용하였으며,

○ 또한, 상용화 측면에서 안드로이드, 아이폰 등의 다양한 모바일 플랫폼 보급의 시작으로 스마트폰 시장이 급속도로 확대됨을 감안하여, 이에 본 연구내용에서는 리얼 내비게이션 프로토 타입을 시대 상황에 맞춰 안드로이드, 아이폰 플랫폼에서 사용할 수 있도록 개발함

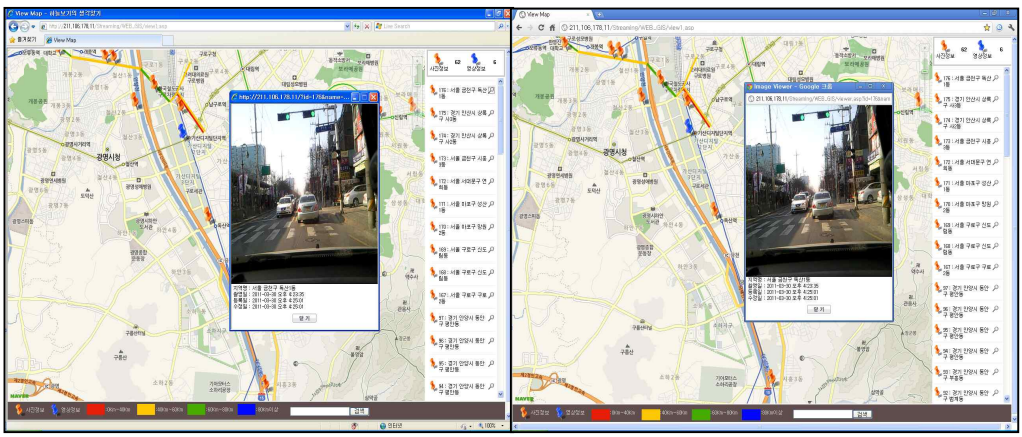


[그림 3.133] 아이폰 리얼 네비게이션 구동화면

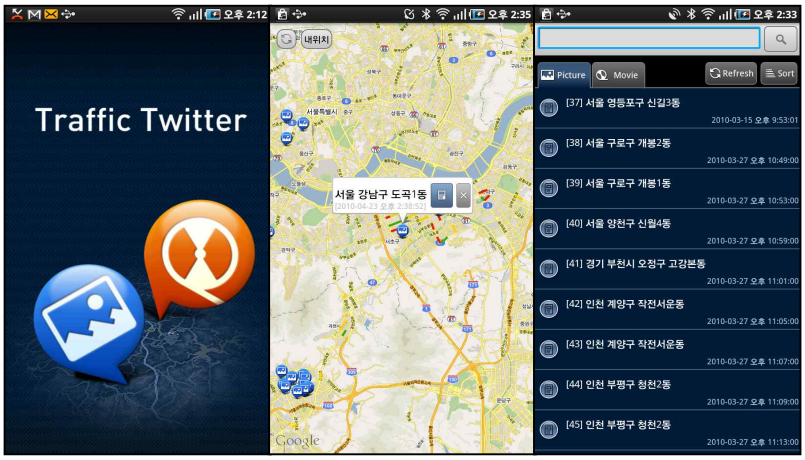
○ 또한, 상기 리얼 네비게이션을 통하여 촬영한 지점 혹은 구간 소통상황에 대해서 사진이나 동영상 정보를 트래픽 트위터에 전송할 수 있는 기능을 구현하여 운전자들 간 정보공유가 가능하도록 개발 하였으며, 트래픽 트위터는 PC 뿐만 아니라, 안드로이드 스마트폰, 아이폰에서도 직접 확인할 수 있도록 tm마트폰 어플리케이션을 개발함. 두 가지는 동일한 기능을 제공하고, 스마트폰에서는 GPS를 이용하여 현 위치로 이동할 수 있는 기능을 추가 개발함



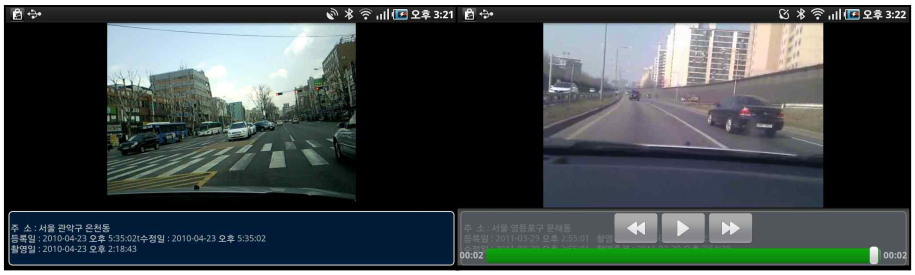
[그림 3.134] Traffic Twitter 시스템 개념도



[그림 3.135] Traffic Twitter PC 버전



[그림 3.136] Traffic Twitter 스마트폰 버전 Intro



[그림 3.137] Traffic Twitter 스마트폰 버전 영상

○ 교통상황판 기능의 경우, CCTV 영상정보 표출과 전체적인 교통상황을 확인할 수 있는 기능으로 구분되며, CCTV 영상의 경우, 사용자의 시인성을 높이기 위해 실사영상 중앙에 3D 형태로 표출 기능을 구현하였고 CCTV 교통정보 영상을 표출토록 구현함. 또한 스마트폰 네비게이션에 주행 중 교통상황에 대한 CCTV 영상을 표출하게 하였으며 이를 통해 지도상에 간략한 CCTV 영상 및 전체 보기 CCTV 확인기능을 제공함. 아래그림은 특정지역의 CCTV 영상을 IP 망을 통해 전송받아 구현한 것임



[그림 3.138] 리얼 네비게이션 및 CCTV 교통정보 영상 표출

○ 교통상황판 기능은 주행 전후에 랜드 마크형의 큰 도로를 중심으로 교통상황을 사전에 알아보도록 하는 기능에 대한 부분으로 특히 주행 전 주요도로 상황을 판단하는데 매우 유용하게 활용될 수 있음 (Macro Traffic View)



[그림 3.139] 실시간 교통정보 표출 예시-1

[그림 3.140] 실시간 교통정보 표출 예시-2

(3) 멀티미디어 교통정보 콘텐츠 전송기술 개발

○ ITS의 핵심은 검지기로에서의 보다 정확한 데이터의 취득, 취득된 데이터의 실시간 전송, 그리고 효율적 데이터의 표출의 세단계로 요약됨.

○ 데이터를 실시간으로 전송하기 위해서는 먼저 데이터의 특성 파악 및 이에 대한 적절한 망의 선택 및 이에 따른 효율적인 할당 방법에 대한 고민이 필요함

○ 현재의 교통정보는 영상장비로부터 취득된 CCTV 영상등에 대한 요구가 많아 실제 이들 데이터를 포함한 멀티미디어 데이터로 구성되고 있는 상황임. 이들

멀티미디어 데이터의 경우 Bursty한 특성을 가지고 있고 순간 많은 대역폭을 요구하는 경우가 많아 실제 통신망을 통해 전송할 경우 망 자체의 처리능력에 많은 부담을 주는 부분이 되고 있고 또 통신망의 과금 측면에서도 사용자에게 부담이 되고 있는 게 사실임

- ㅇ 따라서, 주어진 처리 능력의 한계를 넘어서는 데이터의 처리 문제와 관련하여 연구가 필요하며, 현재 이와 관련하여 망자원 관리(network resource control 혹은 network resource management)란 명칭으로 많은 연구가 진행되고 있음
- ㅇ 데이터의 망자원의 관리는 우선 데이터 자체의 분석을 통한 방법과 망 자체의 자원 관리 방안의 두가지 방향에서 접근이 가능함. 데이터 자체의 분석을 통한 방법은 Bursty한 데이터 특성을 파악하여 이에 대비한 망자원을 관리하는 방법에 대한 내용으로 데이터 자체의 모델링 및 예측등을 통한 이론적 접근방법에 해당하는 사항이라 볼 수 있고, 후자인 망 자체 자원 관리 방안은 불특정 데이터에 대해 망의 리소스를 효율적으로 관리하는 방안에 해당하는 사항이라 볼 수 있음. (여기서 망 자원이라 함은 통신을 위해 필요한 전 자원을 말하며 주파수, 타임슬롯, 메모리, CPU등의 자원이 해당한다고 볼 수 있음) 본 연구에서는 후자인 망 자체 자원관리의 효율적 방안(특히, 모바일 환경하에서)에 해당하는 내용임
- ㅇ 모바일 환경에서 망 자체 자원 관리의 효율적 관리를 위해서 기존의 예측기법이 많이 활용되고 있으나, 예측 기법들이 대부분 모바일의 움직임을 예측하여 이에 따라 망의 자원을 미리 할당하는 방법이 대부분인 이유로 부정확한 예측에 대한 한계가 상당부분 존재해왔던 것이 사실임. 그러나 현재 스마트폰등의 개인휴대단말의 대규모 확산으로 인하여 대부분의 단말들이 양방향 통신기능을 지원하게됨으로서 이러한 예측기법들의 한계를 벗어나 보다 정밀한 예측이 가능한 환경이 조성되고 있음. 즉, 단말이 양방향 통신기능 및 GPS기능을 가지고 망에서 GIS정보를 가지고 있는 환경이 마련됨에 따라 무리한 예측보다 보다 정밀한 모바일의 움직임을 예측할 수 있는 방법이 가능한 환경이 마련되고 있음
- ㅇ 본 연구에서는 이러한 환경하에서 모바일의 움직임 혹은 방향성을 보다 정밀하게 예측하고 이에 대비하여 필요한 망의 리소스를 효율적으로 관리하는 방안에 대해 연구함.
- ㅇ 모바일 환경에서 각 셀의 모바일은 주기적으로 자신의 위치 및 진행방향을 망

으로 전송하게 되고, 또 각 셀은 이웃셀들과 이들 정보를 주기적으로 교환하여 실제 특정 시점에서 필요한 망의 자원이 어느정도 인지를 쉽게 예측할 수 있음.

- ㅇ 망의 자원 예측은 핸드오버(handover call) 및 신규콜(new call)을 대상으로 하며, 핸드오버 콜은 셀간 이동을 하는 콜을 말하고 신규콜은 각 셀내에서 새롭게 통화를 요청하는 콜을 말함. 특별히, 핸드오버 콜의 경우 자원 할당 시 신규콜보다 상대적으로 많은 자원을 할당받을 수 있는 기회를 제공받게 되는데, 이는 핸드오버 콜의 경우 망의 자원 부족으로 인하여 콜의 중단이 있을 경우 신규콜의 경우보다 사용자들에게 보다 많은 불평을 초래하기 때문임
- ㅇ 제안된 알고리듬의 핵심은 각 셀에서 모든 모바일이 자신의 위치, 진행방향, 필요 대역량(예, 비트/초)에 관한 정보를 망으로 전송한 후 망에서 각 셀에서 핸드오버 및 뉴콜을 위해 필요한 대역을 계산한 다음 이를 남아 있는 기존의 대역과 비교하여이들 콜들을 충분히 소화할 만한 대역이 있을 경우 이들 콜에 대해 필요한 대역을 할당하는 것으로 요약됨
- ㅇ 제안된 알로리듬의 성능을 비교하기 위하여 컴퓨터 시뮬레이션을 진행하였음. 시뮬레이션시 각콜의 타입으로는 비디오 및 음성 콜을 가정하였으며, 각각에 대해 Call dropping 확률 및 blocking 확률을 계산하였으며 이를 이용하여 제안된 알고리듬이 기존의 Soh의 알고리듬(일반적인 대역량 예측방법으로 대역량의 일부를 콜을 위해 할당하는 대표적인 방법)과 비교하여 훨씬 낮은 값을 가짐을 증명하였음. 또한 현실적인 상황을 가정하여 모바일이 양방향 네비게이터를 가진 정도에 따른 시뮬레이션도 병행하여 진행하였음

3. 『제공』단계 연구소결

○ 본 3세부과제 “운전자 친화형 교통정보 표출기술 개발”연구는 급변하는 IT 기술과 그 기술적 혜택에 익숙해져 가는 이용자의 교통정보 및 서비스 요구에 부응하고 세부기술개발에 지속적인 연구투자와 개발이 이루어지고 있는 선진국과의 기술격차해소의 일환으로 추진함

○ 또한, 본 과제는 앞서 3장 도입부에서 밝힌바와 같이 ITS의 핵심을 **‘정보표출매체에 해당 교통정보를 서비스하여 운전자가 자신에게 맞는 최적의 경로를 선택함으로써 운전자의 시간가치를 보존함’**으로 정의하고 교통정보제공 매체들이 처한 현재 여건과 미래가치에 대해서 살펴보고, 연구대상 정의에서 제시한 바를 기초로 요구사항 분석, 설계 및 시제품 개발을 통한 실증 중심의 연구를 추진하였으며, 아울러 전체 연구단 과제에서 본 3세부과제가 차지하는 위치를 감안하여 교통정보제공방안을 **“정보제공 매체”와 “정보제공 서비스”**에 주안점을 두어 연구를 수행함

○ 매체부문의 경우, ① 1세대 교통정보제공 매체인 VMS 연속성 유지를 위하여 그 기능을 고도화 하는 방안(운영방안 개선 및 H/W 개선)에 대한 연구를 추진하였으며, ② 꾸준한 수요가 예상되는 개인단말(Mobile IPTV 등)에 관한 연구를 수행하였고, ③ 미래 교통정보제공 매체시장에 있어 이용자 선택의 폭을 다양화하고 안전이라는 새로운 트랜드를 반영하기 위한 신규매체(HUD)를 개발함

○ 아울러, 서비스 부문에서는, ① 개인단말에 탑재되는 콘텐츠를 보다 고급화하고 멀티미디어 교통정보를 제공하기 위한 플랫폼 개발 및 선호도 기반 교통정보 제공방안에 관한 연구를 수행하였으며, ② 최근 등장하여 이슈화 되고 있는 스마트폰에 탑재 가능한 응용서비스(리얼 네비게이션, 트래픽 트위터 등)를 개발하였고, ③ 교통정보 유통 활성화 차원에서 교통정보 수집기관마다 별개로 제공하고 있는 SNS 교통정보를 통합하여 제공할 수 있는 서비스를 개발함

○ 각 연구가 지니는 의미에 대해서 보다 구체적으로 살펴보면 아래와 같음

○ 첫째, “VMS 활용 고도화 연구”의 경우 시시각각 변화하는 대내외 여건 변화속에서 1세대 매체인 VMS를 버릴 것이 아니라 적극 활용할 수 있는 최적의 대안을 제시했다 할 수 있음

- 특히, FM-VMS는 VMS가 지닌 고유특성인 단순한 교통정보의 빠른 전달 즉, 가

독성 측면에서 기존 시각에 의존했던 운전자들에게 별도의 단말장치 없이 라디오 주파수만으로 음성정보를 제공함으로서 공공성을 재확립했다는데 의미가 있으며,

- 아울러, 에너지 저감 VMS 모듈은 현재 운용중인 VMS에 가장 많은 전력이 소요되는 LED 표출부에 대한 전력소모량을 줄임으로써, '녹색과 에너지'라는 시대적 요구사항과 정부시책에 부응했다는데 의미가 있음
- 또한, VMS는 정보제공매체라는 그 특성상, 빛과는 불가분의 관계를 지니고 있어 최근 등장한 사회적 혹은 기술적 이슈사항인 "빛 공해[61]인가?" "빛 혁명의 시대 도래 인가?"라는 문제와도 결부되어 있어, "빛"이라는 동일한 주제에 대해서 한편에서는 부정적인 시각을 갖고 있고 또 한편에서는 긍정적인 시각이 첨예하게 대립되고 있는 현재 상황에서 ITS, 구체적으로는 공공시설물인 VMS가 살아남을 수 있는 기술을 개발했다는데 그 의의가 있음
- 마지막으로, 본 연구는 VMS의 모태가 되는 광 역역에서 새로운 기법을 ITS에 접목 시켰다는 데에서 기존 연구와는 차별성이 있다고 할 수 있고 나아가 본 연구에서 확보한 원천기술을 바탕으로 기존 신호등을 비롯한 광원을 이용한 공공시설물의 패러다임 전환을 이끌 수 있다고 판단됨

○ 둘째, "개인단말 개선 연구[62]" 경우, 국내 교통정보 표출장치 시장이 개인화/휴대화로 전이되고 있는 과도기 단계에서 무분별한 단말기 양산을 지양하고 운영자 중심의 단방향 교통정보 제공이라는 기존의 틀에서 벗어나서 양방향 교통정보제공 기반을 마련했다는데 그 의의가 있음

- 특히, ITS 시장은 인프라 구축에 장기간이 소요되는 관계로 단기적인 시장 성장에 제약을 갖고 있으며, 상당한 시간이 흐른 지금까지도 거대한 인프라 구축의 초기단계에 있고, 여전히 추진중인 과정에 있기 때문에 대부분의 경우 정부의 ITS 인프라 구축과 관련된 시장중심으로 발전하고 있음
- 그러나, 오히려 ITS의 부속요소라 할 수 있는 전자 · 통신 기술 등은 첨단기술을 활용하여 현행 교통체계를 첨단화하기 위한 노력이 빠르게 진행되고 있음
- 즉, 주와 부가 뒤바뀐 현재 교통서비스들은 최근 위치정보의 폭넓은 보급과 유·무선통신기술의 발전에 따라 위치정보서비스, 텔레매틱스 서비스 등과의 결합을 통해 새로운 비즈니스 모델들을 탄생시키고 있음
- 또한, 이동통신기술의 발전과 복합단말의 발전을 통해 통합된 기능을 갖는

61) 빛 공해란 인공조명기구의 부적절한 사용과 누출광이 건강하고 쾌적한 빛환경 형성에 악영향을 미치는 현상을 일컫는 말로서, 빛 공해 방지란 필요한 빛은 충분히 제공하면서 사람과 동식물에 해를 미치치 않도록 쾌적하고 기분 좋은 빛 환경을 조성하는 일을 말함

62) 개인단말 개선연구라 함은 KT가 수행한 "멀티미디어 기반 교통정보 표출기술개발"연구를 의미함

이동전화, PDA, 스마트단말 등의 개인단말뿐만 아니라 도로와 차량내의 통신을 위한 차량 탑재형 단말 등의 보급으로 실시간 교통정보 서비스가 가능한 텔레매틱스 서비스 등 본격적으로 시장을 형성하고 있음

- 차량항법장치, 교통카드, ETCS, 텔레매틱스 사업 등 시장 형성을 주도하고 있는 제품이나 서비스에 대한 표준화 및 보급정책이 미비하여 시장에서 수익을 낼 수 있는 제품의 공급보다는 공격적인 연구개발만이 추진되고 있는 실정임
- 이러한 단말장치와 관련한 연구개발의 확대는 현재 관련 시장이 기존에 ITS 인프라 구축으로 충족시킬 수 없었던 이용자들의 다양한 요구사항, 즉 틈새를 찾아내 새로운 시장을 형성 할 수 있다는 반증이라 할 수 있음
- 이에 본 연구에서는 WiBro를 이용한 Mobile IPTV를 개발함으로써, 양방향성을 확보하여 이용자 요구사항에 맞는 교통정보를 전송할 수 있는 기반을 마련함은 물론 해당 기술을 응용하여 현재 트랜드인 스마트폰에 탑재하여 상용화에 성공함으로서 새로운 민간 비즈니스 모델을 창출했다는데 그 의의가 있음

○ 셋째, 교통정보제공용 HUD의 경우 운전자의 시선변경을 통한 주의력 감소를 발생시키지 않는다는 점에서 기존 개인단말장치 대비 안전성을 보장하고 있으며, 본 연구를 통해 확보한 기술력은 후방산업인 차세대 투명 디스플레이 장치 등과 같은 분야에 광범위한 응용이 가능하므로 미래 시장에 대비할 수 있는 원천기술을 확보했다는데 큰 의의가 있음

- 특히, HUD의 경우 그간 항공 등 특수목적으로만 이용되어 왔으나, 근래 들어 해외 자동차 제조사를 중심으로 연구개발 및 보급확산되어 그 관심이 늘어나는 추세에 있음
- 더욱이, 국내에는 아직 HUD 장치 분야에서 시장을 선도하는 곳이 없으며, 최근 디스플레이 기술의 발전으로 관련 부품 원가절감이 꾸준히 이루어지고 있으므로 본 연구를 통한 원천기술 확보가 그 의미를 배가함
- 또한, HUD의 경우 네비게이션 및 안전을 위한 용도로 사용하길 원하는 피험자가 많을 것으로 예상되며 본 연구에서 개발한 다양한 인터페이스 즉, 안전관련 기능과 네비게이션을 위한 정보전달 기능의 개선 정도는 향후 HUD 시장의 성장에 중요한 역할을 할 것으로 판단됨
- 무엇보다도 본 연구결과가 가장 주목받아야 할 부분은 그 독창성에 있으며, 기존 차량용 HUD 장치들이 이중상 제거를 위하여 별도의 컴바이너나 혹은 차량용 안전유리에 이중상 방지를 위한 별도의 필름을 도입한 반면 본 연구

에서 개발한 HUD는 그 자체만으로 이중상을 제거했다는데 큰 의미가 있음

- 이는 앞서 언급한 바와 같이 군사, 의료 등 타 분야의 응용확대 가능성 뿐만 아니라, 차세대 디스플레이 장치(투명 디스플레이) 도입시 본 원천기술이 핵심기술이 될 수 있다는 점에서 미래가치를 지닌다고 할 수 있음

○ 넷째, 교통정보 서비스 개선 방안(멀티미디어 가공 플랫폼 및 스마트폰 응용서비스, SNS 통합교통정보서비스 등)의 경우, 최근 다양한 멀티미디어 정보를 손쉽게 취득 가능한 대내외 환경변화에 유연하게 대처할 수 있고 경쟁력을 확보했다는 측면에서 그 의의가 있으며 또 다른 의의로는 현재 신뢰성은 담보하고 있지만 기관별로 제공하고 있는 SNS 교통정보 서비스를 통합함으로서 교통정보 유통구조에 새로운 장을 열었다는데 의미가 있음

- 최근 새롭게 등장한 Web2.0, open API 등 주요 신기술들을 살펴보면, 정보의 공유와 개방, 참여를 통하여 무한한 확장성을 담보로 하고 있으며, 특히 상기 기술들은 대부분 '이용자들의 수요가 기술을 앞지른 결과물'들이라 할 수 있음
- 이러한 새로운 기술의 집약체가 바로 근래 등장하여 정보통신부문의 핫코드로 자리매김하고 있는 스마트폰이라 할 수 있으며, 스마트폰의 경우 그 등장만으로도 '모바일 시대의 장송곡'이라고 말할 정도로 관련업계에 적잖은 충격을 주었음
- ITS부문 역시 이러한 충격여파의 사각지대가 되지는 못했으며, 이러한 추세는 당분간은 지속되리라 판단됨. 이러한 판단의 근거로는 스마트폰이 제공하고 있는 다양한 '콘텐츠'와 그 '휴대성'을 들 수 있음
- '콘텐츠'와 '휴대성'을 보다 큰 시각에서 바라본다면 정보와 지식의 경계와 한계를 허물고 정보를 담을 수 있는 그릇의 무한한 확장이라는 내용으로 귀결되며 결국 이러한 '콘텐츠'와 '휴대성'이라는 무기에 유저들은 열광하고 이와 더불어 그 확장된 정보가 참여·공유를 통하여 '나의 것'이 될 수 있다는 점이 그 열기에 추진력을 더하고 있다 할 수 있음
- 따라서, 본 연구에서는 이러한 새로운 트랜드를 받아들여 교통정보 콘텐츠를 강화하고 정보의 공유를 현실화 시켜 보다 효율적인 구조의 교통정보 제공 서비스를 이루는 기반환경을 조성했다는 점에서 그 의의가 있으며, 특히 SNS 통합 교통정보제공 서비스는 국토해양부에 정책건의를 통하여 정책채택이 됨으로서 그 가치와 미래성에 대해 이미 인정받은 바 있음

○ 이를 종합하여 본 연구의 가치를 제시하면 다음과 같음

- 과학기술이 발전되어감에 따라 교통정보제공 매체는 이와 비례하여 발전할

것이며, 공공시설물인 VMS는 아무리 새로운 매체가 등장하더라고 그 존재 당위성에 입각하여 반드시 취해야 하는 매체임은 자명한 사실임

- 따라서, VMS가 그 존재가치를 확고히 하고 미래 발전성을 지니기 위해서는 본 연구에서 접근한 바와 같이 녹색가치로의 전환이 필요하며, 이를 통해서 공공성의 입지를 확고히 할 수 있음
- 또한, 개인단말의 경우 이용자 니즈에 따라 다양한 형태의 휴대기기가 등장하고 서비스가 고도화된다 하더라도 결국 고부가가치화 하는데 실패한다면 시장논리에 의해 사장될 수 있음. 이에 반해 본 연구에서 지향한 양방향성은 비단 ITS에 뿐만 아니라 지속적인 수요가 예상되는 기반기술이므로 연속성에 그 가치를 둘 수 있으며 나아가, 본 연구에서와 같이 정보를 보다 효율적으로 유통시킬 수 있는 구조를 가져감으로서 정보의 가치를 격상시키고 이를 이용한 새로운 비즈니스 모델 창출에 기여하는 것이 전체 ITS 시장을 지속적으로 유지시킬 수 있는 길임
- 마지막으로 HUD의 경우, 안전이라는 새롭지만 지속성이 있는 트랜드와 편의성을 동시에 만족시킬 수 있는 혁신적인 아이템으로서, 기존 자동차 제조사의 독점적인 영역에서 벗어나 정보를 가미하여 새로운 교통정보매체 혁명을 견인할 수 있을 것으로 판단되며, 그 작용성은 교통정보제공 매체로서 끝날 것이 아니라 미래 투명 디스플레이 시장에도 기여할 수 있는 미래가치의 핵심에 서 있다 할 수 있음



[그림 3.141] 본 연구의 가치

○ 하지만, 본 연구를 추진함에 있어 요소기술별 개발한계는 다음과 같음

- 첫째, VMS 운영 개선의 일환인 FM-VMS의 경우, 실제 현장에 도입하여 시스템 보급을 확대하기 위해서는 FM in-band (88Mhz ~ 108Mhz)내 주파수 확보가 필수적임. 그러나, 방송통신위원회, 전파관리소 등 유관부서와 협의한 결과 현재 FM 주파수는 포화상태로 교통정보제공전용 주파수 확보에는 한계가 있음
- 또한, 본 연구결과에 대한 기술이전을 담보로, 최근 주파수를 득한 YTN 등 방송서비스 주체들과 협의 한 결과, 교통방송(TBS, TBN)의 존재와 자신들의 방송 주체성 등을 이유로 기술이전에 대한 거절의사를 표명한 바 있음
- 따라서, 본 연구결과의 상용화 및 향후 VMS 발전방향을 위해서는 VMS정보제공용 주파수 할당을 위한 관계부처간 협의(국토해양부, 방송통신위원회 등)를 통한 정책적인 결정이 필요함. 그러나, 정책적인 결정이 불투명한 현시점에서 본 연구의 상용화를 기대하기에는 사실상 한계가 있으며, 오히려 본 기술의 기능검증과 향후 VMS의 발전가능성 검증차원에서 연구를 추진하는 것이 바람직하다고 판단됨
- 둘째, 양방향 교통정보제공 시스템의 경우, 당초 연구기획단계에서 불모지였던 양방향 교통정보제공방안에 대하여 Mobile IPTV를 이용하여 이를 극복하고자 연구를 추진하였으나, 2009년 11월 예상보다 빠른 아이폰 도입으로 인하여 연구과정 전체에 큰 영향을 받았음. 그러나, 본 연구에서는 이러한 환경하에서도 최대한 기존 연구목표를 준용하고자 노력하였으며, TPEG 등 개인단말을 이용하는 수요가 있다는 점과 스마트폰이 보급확산될 것을 감안하여 스마트폰 어플리케이션 그리고 WiBro 기반 교통정보서비스 및 SNS를 이용한 통합교통정보 서비스를 개발함
- 셋째, HUD의 경우, 상용화가 그 한계라 할 수 있음. 물론 본 기술의 왜란/이중상 제거방법이 타 제조사와 차별성을 지니고 있으나, HUD 시장 자체가 Before Market과 After Market으로 나뉘어져 있고 주요 해외 선진 자동차 제조사에서 이미 판매를 진행하고 있는 현 시점에서, Before Market에 투입되기 위해서는 장착공간의 용이성 확보를 위해서 자동차 제조사와의 연계가 필수적이며, After Market에 도입되기 위해서는 소형화가 필수적임

제 4 절『평가』교통 자료·정보·사업성 평가 기술개발 세부연구내용

1. 교통자료 평가 기술

가. 이론 및 방법론 개발

(1) 기존 오류 및 결측 판단 알고리즘 검토

○ 검지기의 원시자료에 대한 오류 및 결측치 판단을 위해 문헌 연구를 통한 오류 및 결측 판단 알고리즘을 분석하여 기존 판단 알고리즘을 보완하게 됨

<표 3.51> 국내·외 각 기관별 오류 및 결측 판단 현황

과정	한국도로공사 외	유타 ATMS	버지니아 ADMS	캘리포니아 PeMS
시공간적 집계	30초 단위의 자료를 수집하여 5분, 15분, 1시간, 1일 간격집계 오류판단 이후에 Bad가 아닌 값들을 교통량, 점유율 누적, 속도는 교통량을 가중평균	20초 단위의 자료 수집하여 15분 간격으로 집계 교통량, 점유율은 누적, 속도는 가중평균	20초 단위의 자료를 수집하여 5분, 15분, 30분, 1시간의 자료 산출 및 저장 교통량, 점유율은 누적, 속도는 교통량 가중평균 MSQC를 이용하여 자료의 동질성 수준을 측정	30초 단위 자료 수집하여 집계
오류판단	별도의 임계값을 이용해 교통량, 속도, 점유율, 차량길이에 대해 판단	에러유형을 Negative , Unrealistic , Constant, Missing Value의 4가지구분	자료의 임계값을 이용하여 5가지 판정방법사용 Good, Bad, More Generally로 분류	자료의 Error와 Missing을 구별하여 검지기 작동율, 에러율 표시

출처: 한국도로공사 도로교통기술원, 차량검지기자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계 연구, 2006

(2) 이상치 유형구분을 위한 오류 발생의 원인 검토

(가) 오류의 유형 및 형태

○ 도로상과 노변에 설치된 검지기에서 수집된 자료는 수집 및 가공의 처리단계를 거쳐 검지기 로컬단계에서 센터로 전송되는데, 데이터 전송과정 및 검지기 기기 결함 등에 따라 발생하는 오류로 인해 데이터 결함이 발생하게 됨. 따라서 오류의 파악은 검지기 자체에서가 아닌 센터로 전송되는 과정에서 이루어짐.

(나) 오류 발생의 원인

○ 오류발생 원인은 매우 다양하나, 이는 주로 물리적인 오류와 검지 환경에서의 오류 등으로 크게 구분할 수 있음

<표 3.52> 물리적 오류로 인한 장애 유형

장애 발생부	장애내용	
차량 검지부	교통량 측정불능	
	통신 불능	
	루프센서	단락
		작동 이상
	검지기 모듈	교통데이터 수집불능
		교통데이터 저장불능
CPU 모듈	데이터 송수신 불능	
	Real Time Clock 이상	
	DSU 등 통신 기기 이상	
통신부	센터와의 통신장애	
	CPU보드 장애	
전원부	CCU보드와 통신장치에 전원공급 불능	
설치상태	카메라의 위치 이상으로 인한 검지영역 에러	
운영 및 유지 관리	장비 노후로 인한 검지율 저하	

출처: 한국도로공사 도로교통기술원, 차량검지기자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계 연구, 2006

<표 3.53> 검지환경에 따른 오류 발생원인

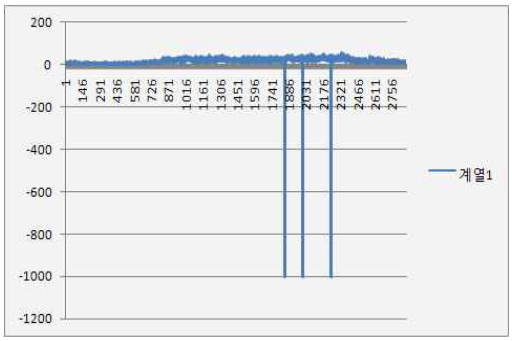
장애원인	장애내용		비고
기후 및 기상조건	루프체계	계절의 변화로 발생하는 기온차에 의한 아스팔트 수축에 따른 노면상태 노후로 루프 손상	검지율 저하
	영상체계	일몰/일출시의 광량의 급격한 변화	상동
		가로수의 그림자로 인한 광량 변화	상동
교통조건	루프체계	과도한 중차량에 의한 루프기기의 단절	상동
	영상체계	상습적인 극심한 정체의 발생 : 차간이 1m 이하의 경우 1대 차량으로 인식	중복검지
		이동 차량의 차로 변경	
		대향차량의 차로 간섭 및 전조등의 영향	검지율 저하
		야간 가로등의 미설치로 조도가 낮은 지역	상동
설치환경	루프체계	설치 이후 주변 공사로 인한 기존 차로 변경 및 루프 손상	상동
	영상체계	설치 이후 발생하는 주변 시설물에 의한 영상인지 범위 내에서의 장애	상동
		카메라 이동에 의한 오류 발생	
기타	센터와 로컬간 자료 수집·전송 체계의 불일치 영상 프레임 분석에 있어 프레임 분석 오차		

출처: 한국도로공사 도로교통기술원, 차량검지기자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계 연구, 2006

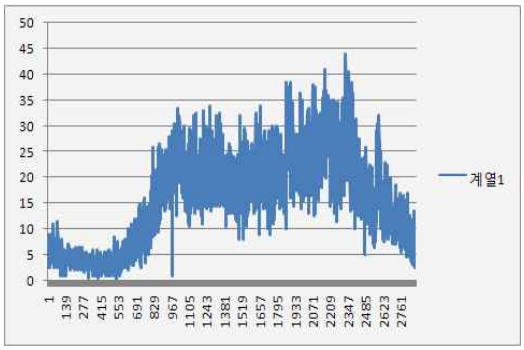
(3) 검지기자료 이상치 보정

○ 오류 및 결측 판단 알고리즘을 통해 검지기자료의 오류 및 결측 자료를 분류해 내고 분류된 이상치들을 그 자료에 적합하며 정확한 보정방법론을 기초로 이상치 보정을 하게 됨

○ 본 연구에서는 국외에서 연구되어진 이상치 보정방법 인 Average of Surrounding Time periods(SurT)과 Surrounding Stations with Lane Distribution 보정 방법을 이용하여 이상치를 보정하기로 함. 적용한 예시는 다음과 같음



[그림 3.142] 이상치 보정 전



[그림 3.143] 이상치 보정 후

(4) 보정된 검지기자료의 정확성 평가

○ 본 보고서에서는 가장 모범적인 연구사례인 미국 Battle(2004, 미국교통부 및 FHWA에 의해 발주)의 연구 등을 이용하여 차량검지기 자료의 평가지표 및 정량화 방법에 대한 연구를 진행하고, 교통자료 품질의 정의, 정량적/정성적 척도, 만족수준 및 평가방법의 가이드라인을 제시함

<표 3.54> 평가기준 항목 및 평가내용

평가 기준 항목	평가 내용
정확성(Accuracy)	• 실제 현장에서 조사된 자료와의 부합성 • 검지 자료의 신뢰도: %오차
완전성(completeness)	• 타당한 데이터와 그렇지 않은 데이터의 비율 • 각 자료에서 이용 가능한 자료를 나타내는 비율
유효성(Validity)	• 각 항목별 허용 요구 수준을 만족하는 정도 • 유효 수집율: 필터링을 거쳐 남는 자료의 비율
적시성(Timeliness)	• 각 처리단계별 자료처리 시간
접근성(Accessibility)	• 자료사용자가 자료에 접근할 때까지 걸리는 시간
포괄성(Coverage)	• 시스템 설치 범위 중 자료수집 범위의 비율 • 자료가 커버할 수 있는 구간의 비율

출처: 한국도로공사 도로교통기술원, 차량검지기자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계 연구, 2006

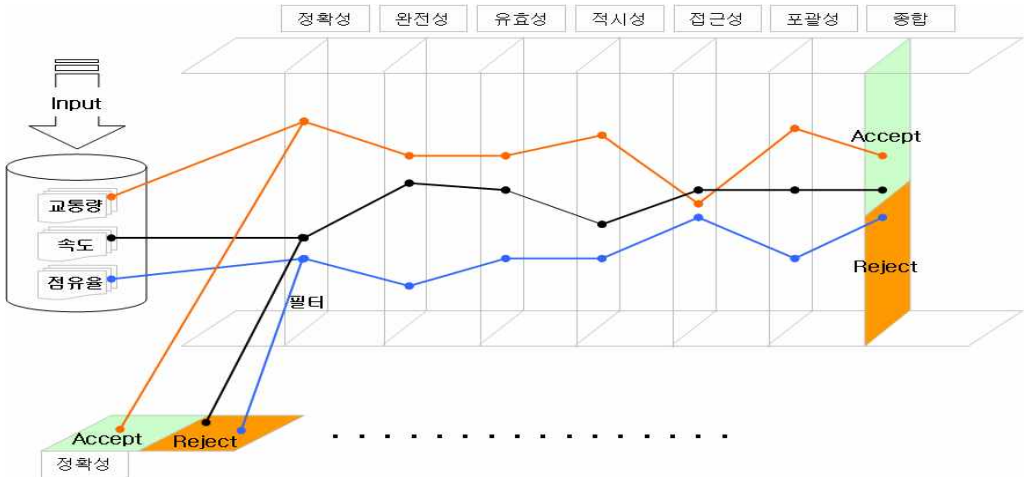
○ 평가대상 자료는 교통관리시스템에서 수집하는 시간적, 공간적, 2수준별, 3수준별, 내용적, 모든 자료를 평가대상 자료로 선정하고, 선정된 대상 자료는 6가지 평가지표에 의해 평가됨

<표 3.55> 차량검지기 자료평가기법

평가기준 설정범위 (%오차 범위)		평가 지표						종합 평가
		정확성 (신뢰도)	완전성 (타당도)	유효성 (유효 수집율)	적시성 (자료 수집율)	접근성 (검지기 가동률)	포괄성 (자료수집 비율)	
5 10	good							Accept
15 20 25 30	fair							
	bad							Reject
평가		Accept	Reject	Accept	Accept	Accept	Accept	

출처: 한국도로공사 도로교통기술원, 차량검지기자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계 연구, 2006

○ 특정항목의 평가지표 값이 나쁘게 나오더라도 자료이용자는 그 자료를 유용하게 사용될 수 있기 때문에 각각의 자료를 6가지 평가지표에 대해 평가함. 따라서 다음 그림과 같은 자료평가 프로그램 개념도가 성립됨



[그림 3.144] 자료평가 프로그램 개념도

출처: 한국도로공사 도로교통기술원, 차량검지기자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계 연구, 2006

나. 교통자료 정확도 평가 프로그램 개발 및 검증

(1) 교통자료 이상치 유형 구분을 위한 기준표 정립

○ 오류 및 결측 판단에 따른 이상치에 대하여 기준표를 이용하여 유형을 구분함

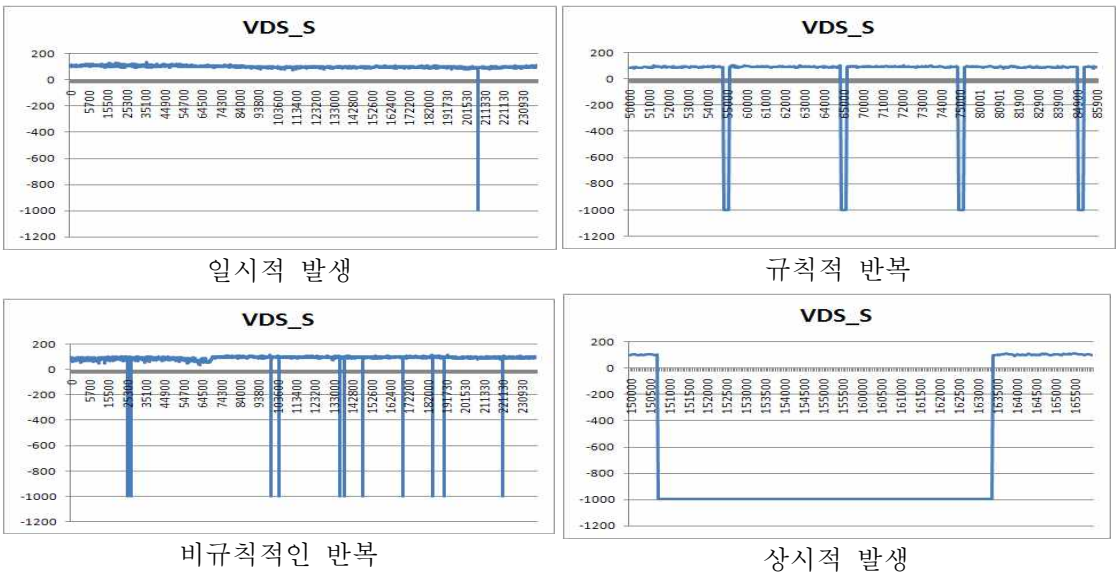
○ 이상치는 크게 오류(E)와 결측(M)으로 구분하며 이상치의 반복되는 재현빈도, 발생되는 지점, 원인이 되는 요인, 오류의 경우 오류 판단의 범위에 따른 오류 형태별로 기준표를 개발하여 이상치를 구분하게 됨

<표 3.56> 이상치 유형 기준표

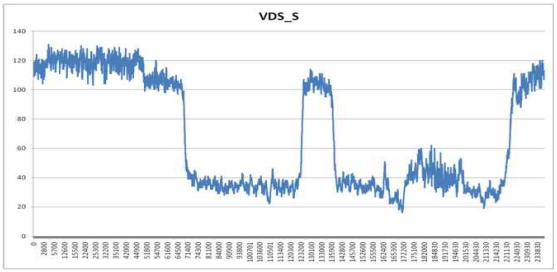
분류	재현빈도	발생지점	오류형태별	원인요인
▪ 오류(E) ▪ 결 측(M)	▪ 일시적발생(T) ▪ 반복적발생 - 규칙적(R) - 비규칙적(I) ▪ 상시적발생(C)	▪ 교통변수별(V) ▪ 개별Loop별(L) ▪ 검지지점(P) ▪ System전체(S)	▪ 기준범위 내 오류(E1) ▪ 기준범위 외 오류(E2) ▪ 초기parameter 설정오류(E3)	▪ 통신장애(C) ▪ 현장장비 및 기기결함(M) ▪ S/W, Program 이상(P) ▪ DB 세팅오류(D)

(가) 검지기자료의 오류 및 결측 패턴 분석

○ 수집된 경부 하행선 각 검지기의 자료를 교통량(q), 속도(v), 점유율(o)별로 분석하였으며 분석된 자료를 개발된 이상치 유형 기준표에 적용하여 이상치의 유형을 분류·적용해 봄

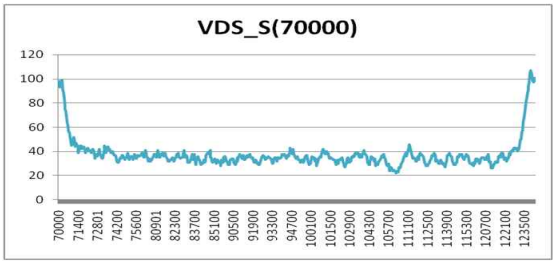


[그림 3.145] 경부 하행선 검지기자료의 오류 및 결측 패턴 분석 일반적 형태



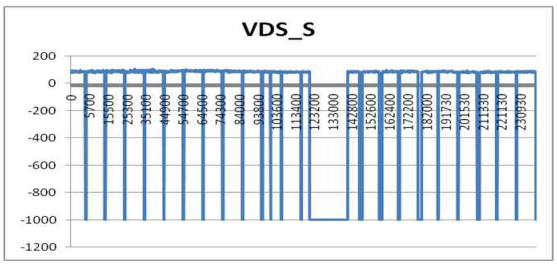
00:00:00~23:59:00

경부하행 서초지점(영상검지기)



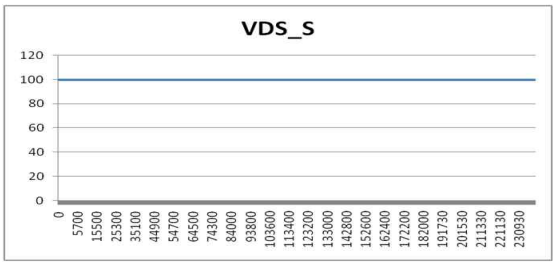
07:00:00~12:43:00

경부하행 서초지점(영상검지기)



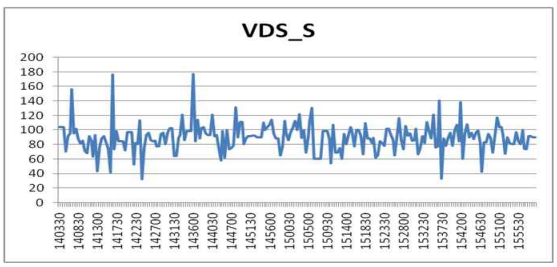
00:00:00~23:59:00

경부하행 천안지점(영상검지기)



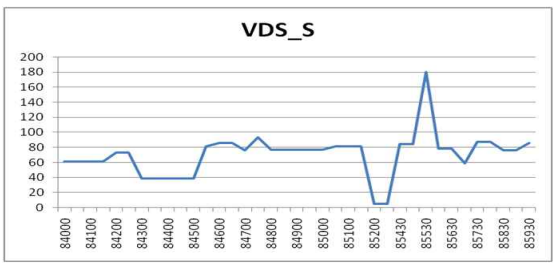
00:00:00~23:59:00

경부하행 옥천-금강지점(영상검지기)



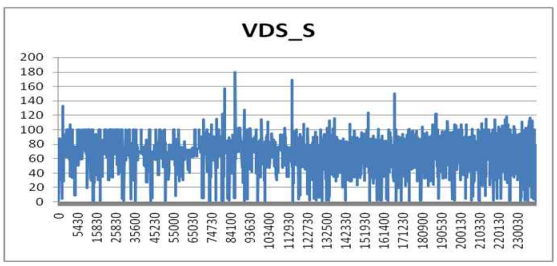
14:03:30~15:59:30

경부하행 영동지점(루프검지기)



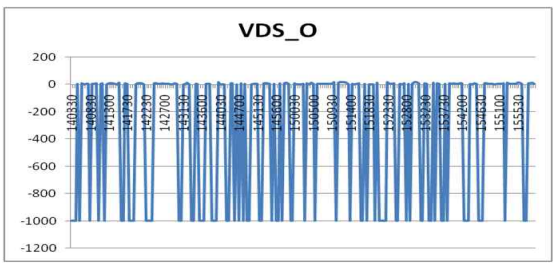
08:40:00~09:00:00

경부하행 옥천지점(루프검지기)



00:00:00~23:59:00

경부하행 옥천지점(루프검지기)



14:03:30~15:59:30

경부하행 영동지점(루프검지기)

[그림 3.146] 경부 하행선 검지기자료의 오류 및 결측 패턴 분석 다양한 형태

○ 검지기자료의 일반적으로 확인될 수 있는 패턴으로써 오류 및 결측이 일시적, 규칙적, 비규칙적, 상시적인 형태로 발생되는 것을 알 수 있음

(나) 검지기자료의 이상치 유형 기준표 적용

○ 본 연구를 통해 개발된 이상치 유형 기준표의 자료적용 및 시뮬레이션을 위하여 2005년 5월 13일 00시부터 23시 59분 30초 동안의 경부고속도로 하행선의 자료를 대상으로 분석되어진 오류 및 결측 패턴자료를 기초로 이상치 유형 기준표에 적용·분석을 수행함

○ 경부 하행선 검지기자료를 이용해 분석된 오류 및 결측자료 패턴 분석 결과 총 254개의 검지기에서 분석된 이상치 유형 기준에 의해 분류는 다음과 같이 분석됨

<표 3.57> 경부 하행선 검지기자료의 이상치 유형 분석

분류	M-T-P	M-R-P	M-I-P	M-C-P	M-R-P	M-C-S	E-C-S-E2	Normal data	합계
지점수	21	6	76	19	2	47	74	9	254

○ 이상치를 유형별로 분석한 결과, 결측에 의한 이상치자료가 다수였으며 유형형태로는 'M-I-P'유형이 76개 검지기에서 발생하여 가장 많은 것으로 분석되었으며 'M-R-P'유형이 2개의 검지기에서 발생하여 가장 적게 분석됨

○ 'M-I-P'유형의 경우 비규칙적인 검지기별 결측으로 현장장비 및 기기결함에 의해 발생했을 것으로 추측할 수 있으며 이러한 발생원인은 현재 우리나라의 검지기에 대한 유지·보수 관리가 제대로 이루어지고 있지 않음을 단편적으로 보여준다고 할 수 있음

○ 'E-C-S-E2'유형의 경우 결측자료보다 오류자료의 개수가 적은 것은 자료 분석에 사용된 최초의 검지기 원시자료가 오류 및 결측자료를 -999로 전환시켜 1차 보정을 거친 자료로써 자료값 -999는 결측자료로 판단하여 분석하였으며 이를 제외한 자료값을 '한국도로공사 고속도로 교통관리시스템 오류판단기준'에 의거하여 오류를 판단하였기 때문에 오류자료의 개수가 적게 나온 것으로 판단됨

○ 경부 하행선 검지기자료를 이용한 자료의 패턴을 분석해 보았으며 이를 이용하여 이상치 유형 기준표를 기초로 유형을 분류하였음. 오류 및 결측의 분류를 제외한 재현빈도, 발생지점, 오류형태별 유형 분류는 올바르게 분석되었기 때문에 이상치 유형 기준표의 적용 및 시뮬레이션이 크게 어긋난 점은 없다고 판단됨

(3) 교통자료의 정확성 평가지표 및 정확도 산정표 개발

○ 본 연구에서는 오류 및 결측이 없는 대상자료를 선별하여 그 대상자료의 값을 참값으로 가정하고 변수별(Q, O, V) 임의의 이상치(-999)값을 지정하여 보정방법을 통해 보정 후 기존의 참값과 보정값을 비교함

구분	검지자료(참값)		
SAMPLE_TIME	VDS_V	VDS_O	VDS_S
140000	36	9	89
140030	27	5	92
140100	37	9	98
140130	35	7	93
140200	44	8	92
140230	36	7	101
140300	42	9	90
140330	28	6	96
140400	43	9	90
140430	38	8	87
140500	53	11	89
140530	41	9	93

[그림 3.147] 대상자료(참값)

구분	결측된 검지자료		
SAMPLE_TIME	VDS_V	VDS_O	VDS_S
140000	36	9	89
140030	27	5	92
140100	-999	-999	-999
140130	35	7	93
140200	44	8	92
140230	-999	-999	-999
140300	-999	-999	-999
140330	28	6	96
140400	43	9	90
140430	38	8	87
140500	53	11	89
140530	41	9	93

[그림 3.148] 대상자료(이상치)

○ 변수별(Q, O, V) 임의의 이상치(-999)값을 지정함 있어서 재현빈도에 따른 분류의 일시적, 반복적, 상시적 분류를 기준으로 이상치 발생빈도에 따라 이상치를 선정하였음. 그리고 30초 단위의 대상자료를 보정함에 있어서 보정방법은 전후지점 이동평균법, 이점지점 동일주기법, 지점간 이동소요주기법, 시간추세 활용법(이동평균법)을 적용함

<표 3.58> 정확도 산정표

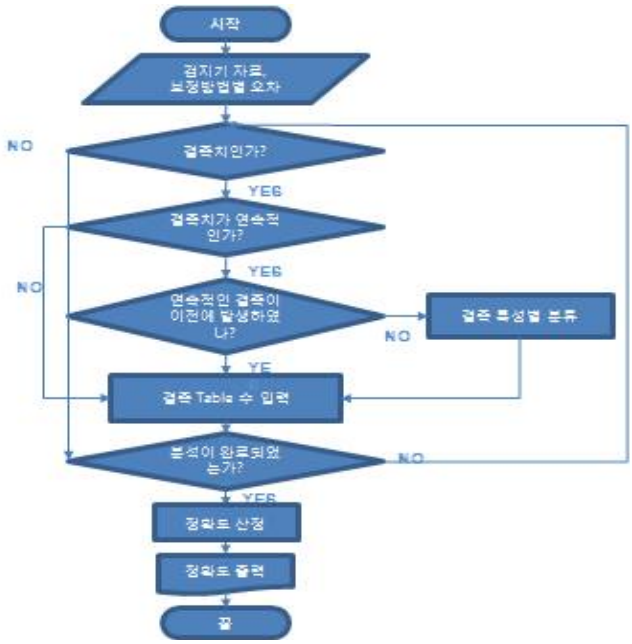
구분	Est. MAPE			Est. MAE		
	교통량	점유율	속도	교통량	점유율	속도
ERROR1	0.256	0.263	0.079	6.476	1.466	6.983
ERROR2	0.512	0.526	0.158	12.957	2.934	13.971
ERROR3	0.768	0.789	0.238	19.442	4.402	20.964
ERROR4	1.025	1.052	0.317	25.931	5.872	27.961
ERROR5	1.282	1.315	0.397	32.426	7.343	34.963
ERROR6	1.538	1.579	0.476	38.924	8.814	41.971
ERROR7	1.795	1.843	0.556	45.427	10.287	48.983
ERROR8	2.053	2.107	0.635	51.935	11.760	56.000
ERROR9	2.310	2.371	0.715	58.447	13.235	63.022
ERROR10	2.568	2.635	0.795	64.964	14.711	70.049

○ 대상자료의 분석을 통하여 평가 프로그램에 사용될 Parameter값을 산정하였다. 정성적인 평가를 위해 교통자료의 구조적 특성을 분석하여 오류 및 결측의 패턴을 분석하였고, 정략적인 평가를 위해 보정방법별 추정(Estimated)된 MAPE, MAE값을 산정하여 정확도 산정표를 산출함

(4) 교통자료 정확도 평가 프로그램 개발

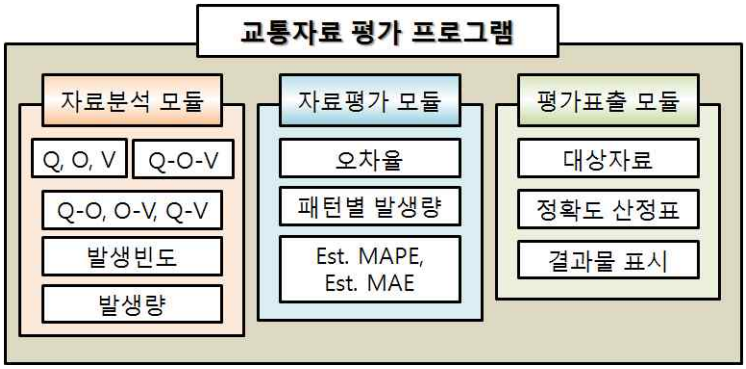
○ 대상자료가 평가되어 어떠한 방법으로 처리되는 순서를 알고리즘으로 표현하고 그 알고리즘을 토대로 하여 각각의 모듈을 정하여 교통자료 평가 프로그램을 개발함

○ 위 알고리즘은 평가 프로그램의 바탕이 되는 알고리즘으로 변수별(Q, O, V) 오류 및 결측의 발생에 대해 산출물을 나타내고 그 산출값을 정확도 산정표의 값에 대입하여 Est. MAPE, Est. MAE를 생성하고 오류 및 결측의 패턴을 분석하여 대상자료를 평가하는 알고리즘임



[그림 3.149] 교통자료 평가 알고리즘

○ 교통자료 평가 프로그램은 위의 평가 알고리즘을 바탕으로 자료분석 모듈, 자료평가 모듈, 평가표출 모듈로 크게 3가지의 모듈로 구성이 됨. 각각의 모듈이 서로 융합되어 교통자료 평가 프로그램으로 표현됨. 아래의 그림은 교통자료 평가 프로그램의 모듈을 나타내는 개념도임



[그림 3.150] 교통자료 평가 프로그램 개념도

(가) 자료 분석 모듈

○ 자료분석 모듈은 대상자료의 이상치(-999)에 대해 변수별(Q, O, V) 발생빈도 및 발생량을 산출하는 모듈로써 평가 알고리즘의 메인 모듈

- 대상자료에서 발생하는 이상치(-999)를 변수별(Q, O, V: 개별적 발생)로 분류를 하여 발생빈도 및 발생량을 분석함
- 변수 개수별(Q-O, Q-V, O-V, Q-O-V: 동시발생)로 분류하여 발생빈도 및 발생량을 분석함
- 분석된 결과를 이상치 분류표에 적용시켜 대상자료의 이상치 발생의 특성을 나타냄

대상자료		
36	9	89
-999	5	92
-999	6	-999
35	7	-999
44	8	92
-999	-999	-999
-999	-999	-999
28	6	96
43	-999	90
38	8	87
53	11	89
41	9	93

대상자료		
36	9	89
27	5	92
-999	-999	-999
35	7	93
44	8	92
-999	-999	-999
-999	-999	-999
28	6	96
43	9	90
38	8	87
53	11	89
41	9	93

[그림 3.151] 대상자료의 변수별 이상치 발생

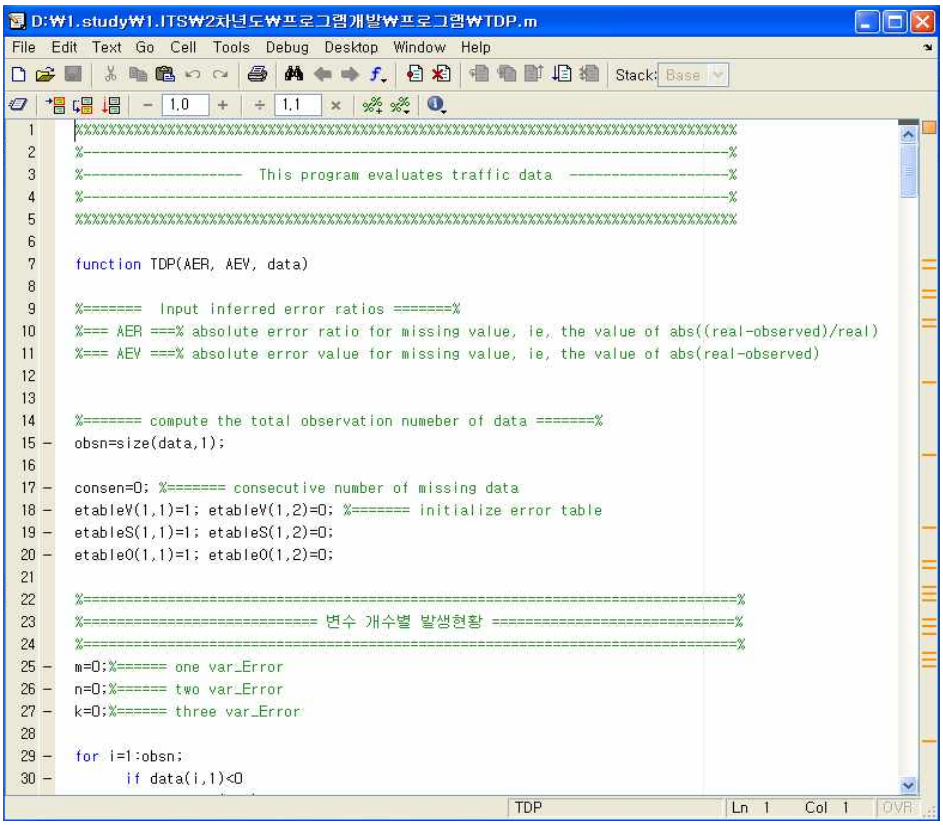
(나) 자료 평가 모듈

○ 자료 평가 모듈은 자료분석 모듈을 거쳐 산출된 값을 정확도 산정표의 값에 대입하여 산출된 변수별(Q, O, V) Est. MAPE, Est. MAE와 오차율(이상치 발생

량 / 자료의 총량, %), 패턴별 이상치 발생량을 생성하고, 오차율을 계산하여 산정함

(다) 평가 표출 모듈

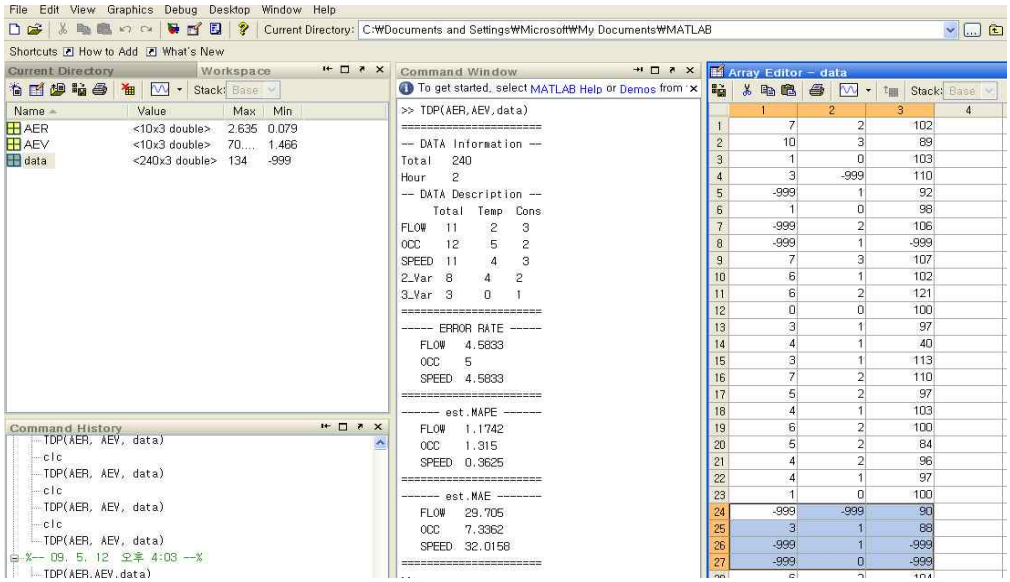
○ 자료분석 모듈에서 생성된 변수별 발생량 및 발생빈도와 자료평가모듈에서 생성된 Est. MAPE, Est. MAE값을 화면상에 표현하기 위한 모듈임.



[그림 3.152] MATLAB을 이용한 프로그램

○ 간단한 명령어 하나로 대상자료의 평가를 빠른 시간에 실행시켜 결과값을 도출하고 이를 분석하여 대상자료의 정확성을 평가함

○ 아래의 그림은 MATLAB을 이용하여 대상자료와 정확도 산정표(AER: 절대평균 오차율, AEV: 절대 평균 오차값)를 프로그램으로 활성화 시켜 나타낸 그림을 표현한 것임



[그림 3.153] MATLAB을 이용한 프로그램 활성화

○ 위의 프로그램을 활성화 시켜 도출된 결과값은 DATA Information, DATA Description, ERROR RATE, est. MAPE, est. MAE로 표현됨

```
==========
-- DATA Information --
Total   240
Hour    2
-- DATA Description --
     Total  Temp  Cons
FLOW   11     2    3
OCC    12     5    2
SPEED  11     4    3
2_Var  8      4    2
3_Var  3      0    1
==========
```

[그림 3.154] 프로그래밍 표출(1)

```
==========
----- ERROR RATE -----
   FLOW    4.5833
   OCC     5
   SPEED   4.5833
==========
------ est.MAPE ------
   FLOW    1.1742
   OCC     1.315
   SPEED   0.3625
==========
------ est.MAE -------
   FLOW    29.705
   OCC     7.3362
   SPEED   32.0158
==========
```

[그림 3.155] 프로그래밍 표출(2)

다. 교통자료 정확도 향상에 따른 비용/편익 분석

(1) 비용항목 산정

○ 이에 본 연구에서는 자료 구득이 용이하면서, 상대적을 비교 평가가 가능한 차량검지기의 순수 장비비와 설치비를 중심으로 살펴보고자 함

<표 3.59> 일반적인 비용항목 검토

비용항목구분			내 용
고정 비용	공사비	전기·통신부문 공사비용	각 시스템의 설치에 필요한 전기·통신부문 공사비
		건축부문 공사비용	부속시설물을 건축하기 위한 비용
	시스템 설계 및 구축비		시스템의 설계에 소요되는 비용 장비구입비 및 설치비에 포함 각 시스템별 시설·장비의 구입 및 설치비용 통신장비 구입 및 설치비용
	용지보상비		기존도로의 확장·개설사업을 위한 비용
변동 비용	운영비		시스템의 운영을 위한 전력비, 통신비, 수도광열비
	인건비		운영 및 유지·관리요원의 인건비
	재료비		각종 소모품, 유지·보수를 위한 재료비 및 공사비

주 : 음영부분은 본 과업에서 적용한 비용항목임
출처 : 한국건설기술연구원, "ITS 장비·시스템 성능평가 및 검교정 체계 구축연구 최종보고서", 2005

<표 3.60> 영상식 차량검지기의 평균단가

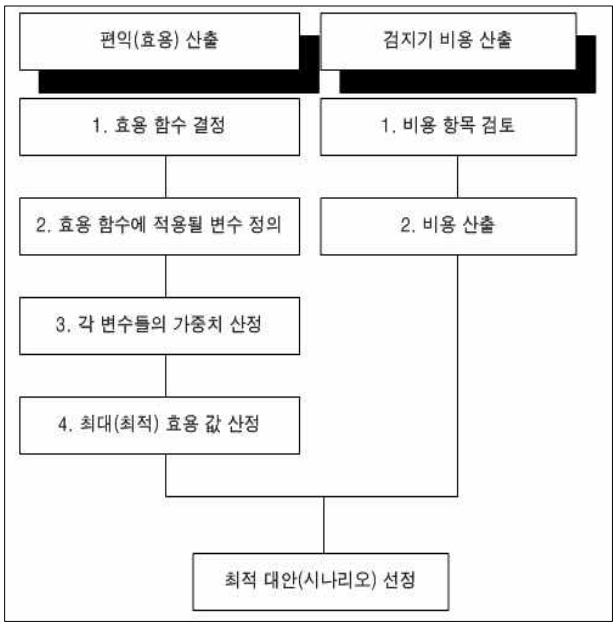
단위 : 천원

공종	규격	단위	수량	재료비	노무비	경비
1) 장 비 비						
제어부		set	1	6,215	-	6,215
검지부	카메라, 렌즈, 하우징, 마운트	set	1	2,316	-	2,316
제어기함체	옥외형, 제작사양	set	1	1,432	-	1,432
AVR	1KVA.V.R, 함체내	set	1	447	-	447
서지보호기	전원용	set	1	835	-	835
	통신용	set	1	272	-	272
모뎀	56Kbps	set	1	412	-	412
소 계				11,929	-	11,929
2)설 치 비						
검지부설치및튜닝	브라켓설치포함	대	1	-	407	407
함체설치		대	1	-	162	162
전력케이블접속	함체부내부및검지부	대	1	-	48	48
통신케이블접속	함체부내부	대	1	-	48	48
영상케이블접속	함체부-검지부간	대	1	-	48	48
써지차단장치설치	전원용/통신용/영상용	대	1	-	81	81
통신부세팅		대	1	-	81	81
제어부세팅	설치 및 자체테스트	대	1	-	750	750
소 계				-	1,625	1,625
합 계				11,929	1,625	13,554

출처 : 1) 건설기술연구원 내부자료
2) 차량검지기 자료의 효율적인 수집저장 및 관리체계 연구, 한국도로공사 도로교통기술원, 2006

(2) 편익항목 산정

○ 최소 검지기 수(비용 측면)에 비해 끼칠 수 있는 최대 편익(효용, Utility)을 산출하는 것이 바람직하다고 판단되며, 이때에 영향을 미칠 수 있는 요소들을 찾아 교통자료 요구정확도, 이용자 만족도, 발생되는 편익 등을 효용의 개념으로 정량화 할 수 있을 것으로 판단됨



[그림 3.156] 편익 도출을 위한 최대(최적)효용 산정 흐름도

<표 3.61> 본 과업에서 적용한 편익(효용) 항목

구분	항목	본 과업 적용여부
정량적 항목	- 검지기수(단위 구간별) - 검지 매칭율 - 예측통행시간과 실제통행시간의 차이 - 구간별 미싱링크 비율	○
정성적 항목	- 정보제공에 대한 만족도 - 이용 편의성 - 자료 가공 및 관리의 효율성	×

○ 이에 본 과업에서는 가장 편익 및 효용을 극대화 할 수 있는 항목으로 선정될 수 있는 검지기수(단위구간별), 검지 매칭율, 예측통행시간과 실제통행시간과의 차이, 구간별 미싱링크 비율 등을 토대로 효용을 산출하는 방법론을 제시하고자

하며, 추가로 이러한 항목을 연구하고 개발하여 새로운 항목 및 지표를 선정하는 단계가 필요할 것으로 사료됨

○ 다음은 본 과업에서 적용코자 선정한 변수(SUj)들의 단위와 적용 범위를 나타내는 것임

<표 3.62> 본 과업에서 선정한 효용 항목 및 단위

항목	단위	범위
검지기수(단위 구간별) 비율	검지기 수(대)/단위구간 링크 수*100 (%)	0-100
검지 매칭율	%	0-100
시간과의 차이 오차율	%	0-100
미싱 링크 비율	%	0-100

○ 이들을 다시 각 항목별로 효용(Utility)값으로 표현하면 다음과 같이 표현될 수 있음

<표 3.63> 각 변수들의 효용(Utility) 값

검지기 비율 ((대/단위구간 수)*100, %)	검지 매칭율(%)	Utility
0-10	0-10	1
11-30	11-30	3
31-50	31-50	5
51-70	51-70	7
71-90	71-90	9
91-100	91-100	10
통행시간의 차이 오차율(%)	미싱 링크 비율(%)	Utility
91-100	91-100	1
71-90	71-90	3
51-70	51-70	5
31-50	31-50	7
11-30	11-30	9
0-10	0-10	10

○ 이러한 Utility들은 Wi에 따라 전체 MUA 에 미치는 영향이 크다고 볼 수 있다. 그러나 Wi의 경우에는 각 변수들에 대한 상대적인 중요도를 나타내는 지표로서, 분석가에 따라 달리 측정되어 질 수 있는 항목이라 할 수 있음

<표 3.64> 가중치(Weight) 산출

각 변수들의 가중치 항목	가중치
검지기수 비율 (W1)	0.113
검지 매칭율(W2)	0.282
통행시간의 차이 오차율 (W3)	0.380
미싱링크 비율 (W4)	0.225

주) 가중치의 합은 항상 1이 되어야 함
출처 : 한국건설기술연구원, "ITS 장비·시스템 성능평가 및 검교정 체계 구축연구 최종보고서", 2005

(3) 비용/편익 분석 예시

○ 이에 각 검지기 수 증가에 따라 Case를 구분하고, 분석한 결과 비용의 경우에는 앞서 살펴본 AVI(4개 차로 기준) 단가를 기준으로 1개당 약 3.8천만원[63] (차량검지기 재료비 및 설치비 포함)을 적용함

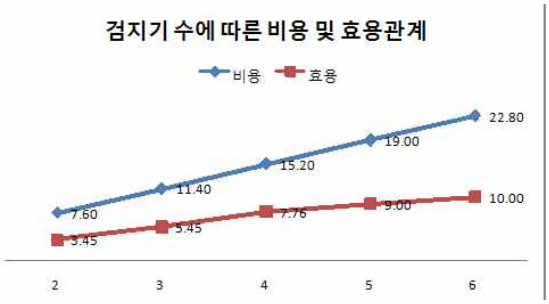
○ 또한, 효용의 경우 처음 검지기가 2개에서 4개까지는 크게 증가하다가 그 이후에는 완만히 증가하여 효용의 최대치인 10까지 증가하는 것을 보였으며, 그에 대한 결과는 아래와 같은 그래프로 보여짐

<표 3.65> 효용/비용 검토

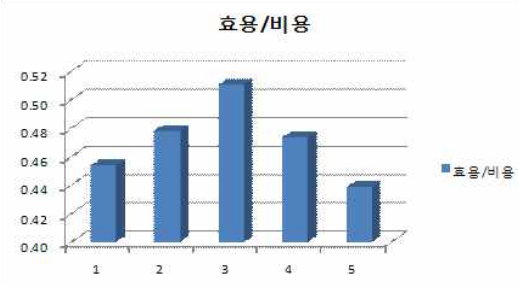
Case	최대(최적) 효용 값	검지기 수(비용)	효용/비용(억원)
1	MU1 = 3.45	2개(7.6천만원)	0.45
2	MU2 = 5.45	3개(11.4천만원)	0.48
3	MU3 = 7.76	4개(15.2천만원)	0.51
4	MU4 = 9.00	5개(19.0천만원)	0.47
5	MU5 = 10.00	6개(22.8천만원)	0.44

○ 각 Case 별로 산출된 최대(최적) 효용값과 더불어, 검지기 수 증가에 따른 비용을 토대로 효용대비 비용을 산출한 결과는 아래와 같으며, 분석결과 검지기가 계속 증가할 경우, 실제 비용과 효용은 함께 증가하지만 실제 편익이라 할 수 있는 비용대비 효용의 값은 검지기가 3개 정도일 때 가장 좋은 대안으로 분석됨

63) "A사" AVI 검지기 대행업체 내부자료, 2009년 3월 기준



[그림 3.157] 검지기 수에 다른 비용 및 효용



[그림 3.158] 효용/비용

2. 교통정보 평가 기술

가. 이론 및 방법론 검토

(1) 구조방정식 모형

○ 구조방정식(Structural Equation)은 최근 들어 인간행동과학(Human Behavior Science)이나 사회과학(Social Science)의 연구과제에 대한 해결에 있어 유효하게 적용되고 있음. 이와 같은 모형은 종래 거시경제에 있어서 정책 책정에 관한 연구에 이용되어 왔음

○ 구축된 모형의 검증을 위하여, 개념 신뢰도와 분산추출지수를 계산함

- 개념 신뢰도 $= \frac{(\sum 표준적재치)^2}{[(\sum 표준적재치)^2 + (측정변수의 오차합)]}$

- 분산추출지수 $= \frac{(\sum 표준적재치^2)}{[(\sum 표준적재치^2) + (측정변수의 오차합)]}$

○ 개념신뢰도는 0.7이상, 분산추출지수는 0.5이상이면 측정모형은 적합하다고 할 수 있음

(2) 조건부 가치측정법(Contingent Valuation Method, 이하 CVM)

○ 조건부가치측정법(CVM)은 환경질의 내용을 경제주체에게 설명한 뒤 환경 질을 향상시키기 위해서 비용을 지불할 필요가 있는 경우 지불해도 괜찮다고 생각하는 금액, 즉 지불의지액(Willingness to pay)내지는 환경 질이 악화된 경우 원래 효용수준으로 보상 받을때 필요한 수취보상액(Willingness to Accept)을 직

접 질문하는 방법임

○ 응답자들은 교통정보제공에 대해 설문지에 제시된 금액이 응답자의 지불의지액을 넘으면 거부하고 지불의지액보다 작으면 수락하게 됨

○ 따라서 응답자의 내재된 지불의지액에 대해서 양분선택법에 의한 '예/ 아니오'의 응답자료를 가지고 응답자가 생각하는 대상재의 가치가 제시된 금액 t_i 큰지 작은지를 판단할 수 있음

(3) 가상주행(Driving Simulation) 실험법

(가) 가상주행 시뮬레이터(Driving Simulator)

○ 가상주행 시뮬레이터는 실제로 불가능한 물리적인 도로조건의 변경이 가능하며, 사고와 예상치 못한 사건을 배제할 수 있어 안전한 환경에서 실험이 가능함

○ 또한 다양한 조건에서 실험이 가능하고 조건의 변경이 용이하며 모든 피실험자에게 같은 상황을 설정 및 제공할 수 있으므로 운전 상황변화에 따른 변수를 배제할 수 있다는 장점이 있음



[그림 3.159] 본 연구에 사용된 차량 시뮬레이터

(나) 운전자 생체신호

○ 뇌파란 뇌세포 집단의 미세하며 율동적인 전기활동을 두피에 전극을 부착하여 유도하고 이를 뇌파계(electroencephalograph)로 증폭시켜 전위를 종축, 시간을 횡축으로 해서 기록하는 것으로 수시로 변화하는 뇌의 기능 상태를 잘 나타내는 생체신호임

<표 3.66> 뇌파의 주파수 대역과 특징

구분	주파수	의식상태	주요 생성부분
δ파 (delta wave)	0.2-3.99 Hz	깊은 수면, 내면의식	-
Θ파 (theta wave)	4-7.99 Hz	깊은 수면, 내면의식	전두엽, 측두엽
α파 (alpha wave)	8-12.99 Hz	휴식, 내면의식과 표면의식의 교량	후두엽, 두정엽
βL파 (beta Low wave)	13-20 HZ	활성상태, 표면의식, 주의, 집중	전두엽, 중심엽, 측두엽
βH파 (beta High wave)	21-40 HZ	활성, 흥분, 스트레스, 표면의식, 초조, 긴장	전두엽, 중심엽, 측두엽
ɣ파 (gamma wave)	41- HZ	동조의식, 스트레스, 흥분	-
SMR파 (SMR wave)	12-15 HZ	각성, 준비상태	-

○ 뇌파측정을 위해 다원생체계측시스템(PolyG-I)을 사용하였고, 분석 프로그램으로 Telescan S/W를 사용함

○ PolyG-I 시스템은 인체에서 발생하는 뇌파, 심전도, 근전도, 맥박, 호흡, 안전도, 피부전기반사 총 16(14+AUX2)채널의 생리신호를 동시에 측정 가능하며 인체에 센서를 부착하여 실시간 데이터를 수집함



[그림 3.160] 생체계측시스템(PolyG-I)와 분석 S/W Telescan

(4) 회귀분석(Regression Analysis)

○ 서로 연관된 적합한 자료를 분석하는 방법으로써 제시되는 것은 회귀분석임, 두 개의 변수들 사이에서 한 변수에 대한 다른 변수의 변화를 예측하고자 할 때 예측하고자 할 때 사용됨

○ 즉, 어떤 현상에 영향을 주고 있는 변수들 사이의 함수 관계를 규명하기 위하여 수학적 모형을 가정하고, 측정된 변수들의 자료로부터 가정된 모형을 추정하는

통계적 분석방법을 의미함

- ○ 정보제공 수준과 이용자 만족도에 따른 지불의사액 사이의 관계를 도출하여 함수식을 제시하는 것이 가치함수라 할 수 있으며, 함수 도출과정에서 회귀분석을 사용하였음
- ○ 적합도 검토는 데이터를 이용하여 분석한 후, 구축된 모형이 현상에 잘 적합하는가에 대한 검토를 행하는 것으로써 일반적으로 결정계수($R-Square: R^2$), 분산비 F 값을 이용함
- ○ 결정계수($R-Square: R^2$) : 종속변수의 전체 변동 중에서 회귀모델에 의하여 설명된 변동의 비율을 말하며, 표본자료로부터 투정한 휘귀식이 얼마나 적합한가를 나타내는 측도임. 결정계수가 클수록(1에 가까울수록) 회귀식의 유용성이 높아지며 0에 가까울수록 의미가 없어짐. 그러나 절대적으로 얼마 이상 이어야 된다는 규칙은 없음
- ○ 표본수가 적으면 회귀분석의 기본가정을 만족시키지 못할 수 있으므로 이에 대해 분석하는 방법으로 ANOVA 분석을 실시하였음. ANOVA 분석 결과 F 분포비가 나타나고 sig. 값은 유의확률이며 이 값이 0.05보다 작아야 통계적으로 의미가 있음

나. 교통정보 이용자 설문조사

(1) 개요

- ○ 교통정보 이용자들의 의식을 분석하기 위해 평가할 수 있는 지표 및 항목을 선정하고, 앞서 설명한 이론에 따라 만족도 모형과 가치화 모형을 구축함
- ○ 이용자들이 교통정보를 제공받는 매체 7가지(VMS, 라디오, 인터넷, DMB, TPEG, 핸드폰, BIS)와 지역별 노선들(고속도로-호남선, 영동선, 경부선, 서해안선, 중부내륙선, 도시고속도로-부산도시고속도로, 대전천변고속화도로, 내부순환로, 올림픽대로, 광주제2순환로, 북부간선로)을 선정하여 이용자들에게 만족도와 가치를 평가할 수 있는 지표를 선정하여 설문하도록 함

<표 3.67> 교통정보의 이용자 만족도 설문조사 개요(3차년도, 4차년도) 종합)

구분	내 용
대상자	-최근 한달동안 주1회이상 직접 운전을 하여 해당매체로 교통정보를 이용한 경험이 있는 운전자 -다음 해당 대상도로를 주로 이용하는 운전자
대상 도로 (교통정보제공 6개매체)	호남고속도로, 영동고속도로, 경부고속도로, 서해안고속도로, 중부내륙고속도로 내부순환도로, 올림픽대로, 북부간선도로, 부산도시고속도로, 광주도시고속도로, 대전천변로 원주시내도로, 수원시내도로, 부천시내도로, 울산시내도로, 대전 시내 도로
대상지역 (BIS)	원주시, 천안시, 인천시, 울산시, 수원시, 대전시, 부천시, 서울시
조사 일시	2009년 11월 4일(수) ~ 2009년 11월 20일(금) (17일간)
조사 항목	개인속성, 교통정보 이용자 만족도
조사 방법	인터넷 설문조사 ·조사대상 부합 여부 확인 후 본 설문 수행 ·응답자 속성별 최소 표본수 확보 ·접속IP와 주민번호(ID) 확인으로 다중응답 방지 ·조사항목에 대해 모두 응답하여야만 설문참여가 종료되도록 설계

(2) 교통정보 평가지표 개발

○ 중복되는 항목과 불필요한 항목등을 전문가 자문의견을 거쳐서 최종 평가지표와 평가항목을 선정함

○ 개발된 평가지표는 모든 매체에 공통적으로 평가할 수 있는 욕구충족성, 신뢰성, 효율성 세 가지의 공통지표와 매체별 표출방식이 다른 특성이 반영된 추가 평가지표인 이해성 지표로 구성되었으며, 각 지표에는 그에 해당하는 세부 평가항목이 있음

<표 3.68> 교통정보의 이용자 만족도 최종 평가지표 및 항목

평가지표	평가항목
욕구충족성	▪ 원하는 시간에 교통정보를 이용할 수 있다.
	▪ 원하는 장소에서 교통정보를 이용할 수 있다.
	▪ 다양한 교통정보를 제공받고 있다.
	▪ 교통정보 습득이 편리하다. (VMS 제외)
신뢰성	▪ 현재의 교통상황과 비교하여 교통정보가 정확하다.
	▪ 제공되고 있는 교통정보의 업데이트가 빠르다.
	▪ 현재 제공되고 있는 교통정보의 표현에 오류나 기계적 결함이 없다.
이해성	▪ 제공되는 교통정보의 단어가 명확하게 표현되었다.
	▪ 교통정보가 제공되는 지점을 파악하는데 어려움이 없다.
	▪ 교통정보를 받아들이는데 문자, 그림의 크기가 적절하다. (라디오 제외)
	▪ 교통정보를 이해하기에 충분한 시간이 있다.
효율성	▪ 교통정보를 제공받아 미리 교통상황을 알 수 있어서 심적으로 편하다.
	▪ 교통정보를 제공받아 약속시간, 장소를 결정하는데 도움이 된다. (VMS, 라디오, DMB, TPEG 제외)
	▪ 교통정보를 제공하는 기관을 신뢰하게 되었다.
	▪ 교통정보를 제공받아 경로선택 및 변경에 도움이 된다.

○ BIS 평가지표 및 평가항목은 운전자 입장이 아니므로 위의 교통정보 평가지표 및 평가항목과는 약간 상이함 BIS 평가지표 및 평가항목은 다음과 같음

<표 3.69> BIS 이용자 만족도 최종 평가지표 및 항목

평가지표	평가항목
신뢰성	▪ 버스 도착시간 정보가 정확하다
	▪ 원하는 정보를 얻기까지 오래 걸리지 않는다
이해성	▪ 제공되는 정보의 글씨 크기가 알맞다
	▪ 제공되는 정보의 그림 크기가 알맞다
	▪ 정보의 표현이 이해하기 쉽다
효율성	▪ 버스정류장의 미관이 개선되었다
	▪ 버스정보시스템으로 버스대기 시간이 줄었다
	▪ 버스정보시스템으로 버스 이용하기 전에 심적으로 편하다
	▪ 버스정보시스템으로 불안감이 해소된다

다. 교통정보 이용자 의식 모형개발

(1) 만족도 모형개발

(가) 통합 만족도 모형개발

○ 구조방정식 모형 이론을 바탕으로 한 통합 만족도 모형은 매체에 관련없이 교통정보를 이용하는 운전자들의 만족도에 영향을 미치는 지표 및 항목을 알아보기 위한 모형임

<표 3.70> 교통정보 이용자 만족도 통합 모형

구분	모형식
잠재변수 구조모형	만족도=0.241*(욕구충족성)+0.283*(신뢰성)+0.414*(효율성)
잠재변수 +측정변수 구조모형	만족도=0.241*((0.757*v1+0.893*v2+0.86*v3+0.812*v4+0.893*v5)/5) +0.283*((0.828*v6+0.859*v7+0.893*v8+0.885*v9+0.76*v10+0.723*v11)/6) +0.414*((0.908*v12+0.919*v13+0.834*v14)/3)

○ 이와 같은 이용자 만족도 모형은 각각의 평가항목 및 지표들의 영향정도를 파악하여, 그들의 가중치를 이용자 만족도에 반영함으로써 보다 타당성 있는 이용자 만족도 점수가 가능한 계산식으로 볼 수 있음

○ 이용자 만족도에 효율성이 가장 크게 영향을 미치며 욕구충족성, 신뢰성 순으로 나타남. 매체와 상관없이 공통지표로만 모형을 구축한 결과 계수를 살펴보면 효율성이 절대적으로 영향이 크게 나타났으며 그 효율성을 높이기 위해서는 욕구충족성이 신뢰성보다 2배정도 크게 영향을 미치는 것으로 나타남. 문자, 그림의 크기 등의 이해성 지표는 크게 이용자들 만족도에 영향을 미치지 못하는 것으로 나타났으며 원하는 시간에 원하는 장소의 정보를 얻는 욕구충족성이 영향이 큰 것으로 나타남

(나) 매체별 만족도 모형개발

○ 휴대폰의 GFI를 제외하고 모든 GFI, NFI, CFI는 0.9 이상이고 휴대폰의 GFI도 기준치 0.9와는 매우 작은 차이를 보이며 RMR은 라디오와 휴대폰만 기준치 0.5이상의 값을 보이지만 다른 매체들도 기준치에 크게 벗어나지 않음

<표 3.71> 교통정보 이용자 만족도 매체별 모형

평가항목	모형식
VMS (표본수 : 2400)	만족도=0.186*(욕구충족성)+0.080*(신뢰성)+0.776*(효율성) GFI: 0.943, NFI: 0.961, CFI: 0.963 RMR : 0.046
라디오 (표본수 : 1587)	만족도=0.234*(욕구충족성)+0.151*(신뢰성)+0.614(효율성) GFI: 0.927, NFI: 0.956, CFI: 0.960, RMR : 0.053
인터넷 (표본수 : 1182)	만족도=0.178*(신뢰성)+0.824*(효율성) GFI: 0.937, NFI: 0.966, CFI: 0.970, RMR : 0.044
DMB (표본수 : 1504)	만족도=0.169*(욕구충족성)+0.723*(효율성) GFI: 0.898, NFI: 0.943, CFI: 0.949, RMR : 0.043
TPEG (표본수 : 806)	만족도=0.100*(신뢰성)+0.877*(효율성) GFI: 0.914, NFI: 0.952, CFI: 0.959, RMR : 0.047
휴대폰 (표본수 : 189)	만족도=0.792*(효율성) GFI: 0.843, NFI: 0.929, CFI: 0.953, RMR : 0.057
BIS (표본수 : 800)	만족도=0.438*(신뢰성)+0.603*(효율성) GFI: 0.942, NFI: 0.954, CFI: 0.960, RMR : 0.055

○ VMS 교통정보 이용자들의 만족도에 영향을 미치는 요인은 욕구충족성, 신뢰성, 효율성 3가지로 나타났으며, 이해성 지표는 영향을 미치지 않는 것으로 나타남. 전국적으로 고속도로나 도시고속도로, 도시부도로에서 사용되는 VMS의 글자크기나 형식 등이 거의 비슷하고 이용자들에게 가장 적정한 수준으로 제공을 하고 있기 때문에 이해성 지표는 이용자들의 만족감에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 판단됨

○ 라디오 교통방송은 오랜 역사동안 훈련받은 아나운서들이 정보를 전달하기 때문에 정보의 이해성 측면이 이용자들의 만족도에 영향을 주지는 않는 것으로 판단됨. 지표의 계수를 살펴보면 욕구충족성과 신뢰성이 만족도에 영향을 주는 비율은 비슷한 것으로 나타남. 라디오 교통방송은 주로 라디오 프로그램 광고시간에 방송되므로(58분) 실시간으로 들을 수 있는 방송이 아니므로, 원하는 시간에 원하는 장소에서 들을 수 있도록 하는 것이 중요하다고 생각됨

○ DMB 교통정보 이용자들의 만족도에 영향을 미치는 요인은 효율성과 욕구충족성이며 계수를 보면 효율성이 압도적으로 영향을 미치는데, DMB매체는 실시간으로 교통정보를 수신하기 때문에 이용자 입장에서 효율이 있어야 만족한다고 판단됨

○ TPEG 교통정보 이용자들의 만족도에 영향을 미치는 요인은 신뢰성과 효율성으로 나타남. 계수를 보면 효율성이 신뢰성보다 거의 9배나 영향이 큰 것으로 나타났으며, 이는 유료매체이므로 효율성에 대한 기대치가 상당히 큰 것으로 해석할 수 있음. TPEG 정보제공 업체는 이용자에게 효율성을 높여주는 노력이 필요하며 이를 위해서는 신뢰성있는 정보를 주는 것이 가장 중요함. 기계적 오류나 data 결함을 줄이고, 신뢰성을 위해서 time lag 현상을 줄여 신뢰성을 높이는 것이 이용자 만족도에 영향을 미칠 것으로 판단됨

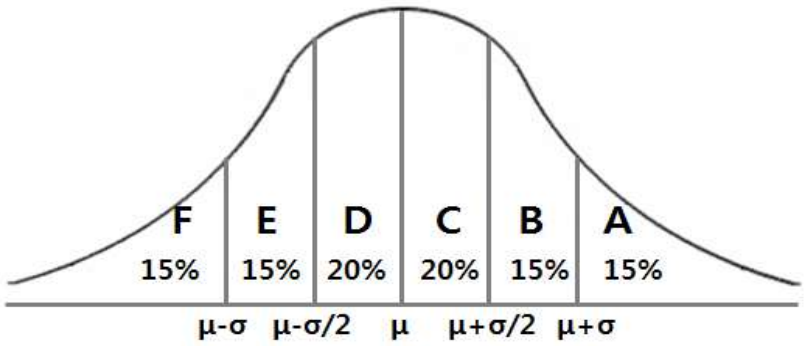
○ 인터넷 교통정보 이용자의 만족도에 영향을 미치는 요인은 신뢰성과 효율성으로 나타남. 지표의 계수 또한 TPEG과 유사한 수준으로 효율성이 압도적으로 높게 나타남. 인터넷 이용자 역시 교통정보에 상당히 민감한 사람들이 이용하는 것으로 생각되며, 이로인해 효율성에 대한 기대치가 높아 만족도에 영향을 많이 주는 것으로 판단됨. 인터넷 교통정보 제공자는 효율성을 높이는 방안을 신뢰성을 높이는 방안으로 생각해야하며, 출발전 확인하는 교통정보 매체인 만큼 Time lag를 줄일 수 있는 방안이나 제공할 수 있는 도로를 넓히는 것이 중요하다고 판단됨

○ 휴대폰 교통정보 이용자에 만족도의 영향을 미치는 요인은 오직 효율성으로 나타남. 휴대폰으로 교통정보를 이용하는 사람들은 욕구충족성은 항상 만족을 하게되며, 항상 자신이 쓰던 핸드폰이므로 이해성 지표에도 크게 영향을 받지 않게 됨. 자신이 유료로 핸드폰 교통정보를 이용하면서 효율성을 얻으려는 생각이 크게 작용하게 될 것으로 판단됨

○ BIS 교통정보 이용자에 만족도의 영향을 미치는 요인은 신뢰성, 효율성으로 나타남. BIS 교통정보 이용자는 VMS와 같이 문자, 그림 크기와 같이 이해성 지표는 만족도에 영향을 주지 못하는 것으로 나타남. BIS는 버스도착시간을 알려주므로 이용자 측면에서 심리적인 안정감이 만족도에 가장 큰 영향을 미치는 것으로 판단되며 도착시간에 대한 신뢰성이 그 효율성과 연관이 되는 것으로 판단할 수 있음

(다) 평가등급 산정

○ 정규분포 확률밀도 함수의 개념을 이용하여 이용자 만족도 등급을 6개로 나누고, 그 기준은 다음과 설정함



[그림 3.161] 이용자 만족도 등급 구분의 기준

○ 서울시를 기준으로 하여 등급을 구분한 것이 곧 평가 기준값이 되며, 새로운 매체나 새로운 시스템에 대해 효용성 평가를 하여 등급을 나누면 시스템간 비교가 가능함

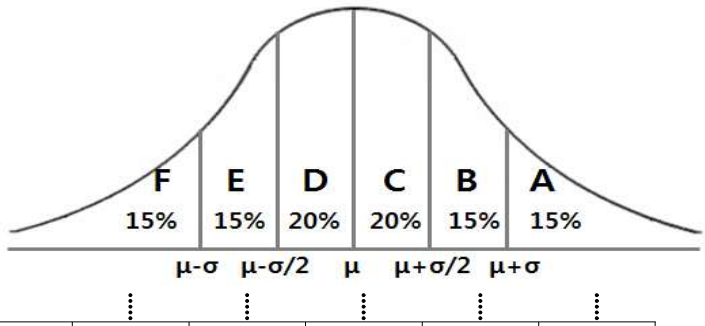
<표 3.72> 통합 교통정보 제공시스템 이용자 만족도 등급 기준

등급	A	B	C	D	E	F
기준값	~4.66	~4.28	~3.89	3.61	3.12	3.12이하

○ 본 연구에서 교통정보 제공자에게 이용자들이 원하는 지표들이 무엇인지 제시해 줄 수 있으며 서울시 교통정보 이용자에 대한 결과이므로 다른 시스템에서의 만족도 결과가 비교해 볼 수 있음

○ 매체별로 이용자 만족도의 평균 및 표준편차가 달라, 이용자 만족도 점수의 분포가 상이함에도 불구하고, 동일한 기준값을 이용하여 이용자 만족도를 평가하게 되는 한계점이 나타났음

○ 위에서 제시한 각 교통정보 매체들의 이용자 만족도 점수 평균 및 표준편차들을 이용하여 기준값을 산정한 결과는 다음과 같음



VMS	3.24	3.68	4.11	4.55	4.99
라디오	3.22	3.62	4.02	4.43	4.83
인터넷	3.38	3.86	4.34	4.82	5.30
DMB	3.00	3.40	3.80	4.20	4.60
TPEG	3.31	3.78	4.25	4.72	5.20
휴대폰	2.71	3.17	3.63	4.09	4.55
통합	3.12	3.51	3.89	4.28	4.66

[그림 3.162] 각 매체별 이용자 만족도 등급 기준값

(2) 교통정보 이용자 가치모형 개발

○ 교통정보 제공으로 인한 불안감 해소와 심리적 만족감을 이용자만족도 가치로 정의하여 설치수준에 따라 세분화된 교통정보의 이용자만족도 가치를 산정하고 함

(가) 연속류도로 VMS

○ 이용자 만족도 가치모형을 추정하기 위해서는 먼저 종속변수에 대하여 의미있는 독립변수를 선택하여 가능한 설명력이 좋은 모형을 선정해야 함. 이용자 지불의사액에 영향을 미칠 것으로 생각되는 독립변수들에 대하여 상관분석을 실시하여, 지불의사액과 상관이 있는지를 판단함

○ 그리하여 상관성이 있는 독립변수들이 지불의사에 대한 수락여부에 유의한 영향을 미치는지를 판단함. 이를 통해 이용자 지불의사액에 영향을 미칠 것으로 예상되었으나 그렇지 못한 결과를 보이는 변수들을 제거하고 모형을 구축함

<표 3.73> 고속도로 VMS 이용자만족도 가치추정 모형

변 수		Estimated Parameter	S.E	Chi-square	df	Sig.
제시금액	제시금액	-1.081	0.182	35.196	1	0.000
이용실태	이용빈도	0.915	0.157	33.973	1	0.000
	대기허용시간	0.948	0.144	43.177	1	0.000
운전자의식	만족도	-0.606	0.303	3.994	1	0.046
개인속성	성별	-0.043	0.016	7.080	1	0.018

<표 3.74> 도시고속도로 VMS 이용자만족도 가치추정 모형

변 수		Estimated Parameter	S.E	Chi-square	df	Sig.
제시금액	제시금액	-1.114	0.180	38.493	1	0.000
이용실태	이용빈도	0.794	0.157	25.699	1	0.000
	대기허용시간	1.104	0.154	51.805	1	0.000
운전자의식	만족도	-0.824	0.343	5.775	1	0.016
개인속성	성별	-0.036	0.016	5.146	1	0.023

○ 구축된 이용자 만족도 가치 모형에서 추정된 파라메터를 이용하여 VMS 교통정보 제공에 따른 이용자만족도 가치를 평가하고, 설치수준별로 구분하여 가치를 평가한 결과는 다음과 같음

○ 각 노선들의 이용자 만족도 가치는 100원 내외로 나타났으며, 고속도로보다는 도시고속도로의 가치가 더 높게 나타났음. 도시고속도로의 특성상 출퇴근 시간에 특별히 혼잡한 특성을 보이고, 도시고속도로의 경우 대안이 다양하기 때문에 이용자들이 교통정보의 가치를 더 높게 생각하는 것으로 판단됨

<표 3.75> 고속도로 VMS 설치수준별 이용자만족도 가치

구 분	연장 (km)	방향당 VMS 수 (대)	설치수준 (IC이후 VMS비율 + JC이전 VMS비율)	이용자만족도 점수	이용자만족도 가치 (원/VMS/인)
호남선	304.7	8	0.63	3.98	92.40
영동선	234.4	9	0.96	4.02	119.94
경부선	416.0	24.5	0.98	4.07	117.28
서해안선	340.8	18	0.97	4.09	112.29
중부내륙선	265.6	7	1.15	4.08	133.76

<표 3.76> 도시고속도로 VMS 설치수준별 이용자만족도 가치

구 분	연장 (km)	방향당 VMS 수(대)	설치수준 (VMS/km)	이용자만족도 점수	이용자만족도 가치 (원/VMS/인)
번영·동서로(부산)	29.7	5	0.16	4.05	121.86
천변고속화도로(대전)	20.9	4	0.19	4.02	126.31
내부순환로(서울)	40.1	11.5	0.29	4.14	138.14
올림픽대로(서울)	41.4	13.5	0.33	4.14	137.49
제2순환도로(광주)	37.6	10.5	0.56	4.24	137.03
북부간선도로(서울)	5.2	3	0.58	4.21	138.25

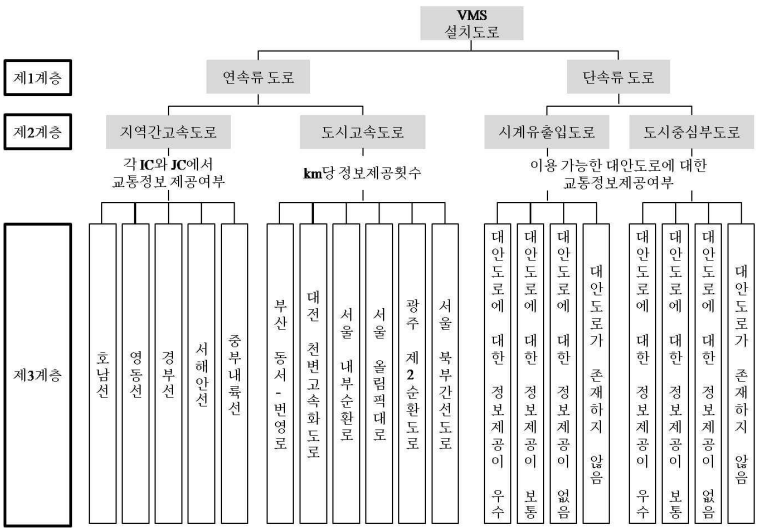
(나) 단속류도로 VMS

○ 단속류도로에 설치된 VMS는 도시별로 그 종류와 역할, 제공내용 등이 상이하기 때문에 CVM으로 가치를 산정하기에는 한계가 있음

○ 따라서 단속류 도로 VMS의 가치는 조건부 가치평가법(Contingent Value Method)을 이용하지 않고, 연속류 도로 VMS의 산출된 가치를 바탕으로 상대적인 가치를 제시하고자 함

○ 그러나 여기에서 VMS의 가치는 1인당 1대의 VMS에 대한 가치를 의미하므로, 도로 교통량이 많고 적음의 차이는 고려하지 않도록 함

○ 본 연구에서 VMS 교통정보의 가치를 산출하기 위한 계층도는 다음과 같음. 3. 교통정보 품질관리 기술보완의 VMS의 효용함수 정보제공수준을 바탕으로 계층도를 작성함



[그림 3.163] 단속류도로 VMS 교통정보 가치산출을 위한 계층도

○ 연속류 도로와 단속류 도로의 경우는 연속류 도로 VMS의 가중치가 더 높게 나타났음. 이는 도로의 기능적인 측면에서 이동성을 중시하는 연속류 도로의 경우 교통정보가 더 중요한 역할을 하기 때문으로 판단됨

○ 또한 연속류 도로의 지역간 고속도로와 도시고속도로 VMS의 경우는 도시고속도로의 가중치가 더 높게 나타났음. 이는 도시고속도로의 경우 출퇴근과 같은 도시 내 이동에 주로 이용되는 도로로써 특정 시간에 상습정체가 발생하기 때문에 교통정보의 가치가 더 높게 나타난 것으로 판단됨

○ 단속류 도로의 시계 유출입부 도로와 도시 중심부 도로 VMS의 경우는 시계유출입부의 가중치가 더 높게 나타났음. 이는 시계 유출입부 VMS의 경우는 주로 다른 지역에 거주하고 있는 운전자들이 해당 도시를 방문하는 경우 많이 이용되기 때문에 보다 더 높은 가치를 보인다고 할 수 있음

○ 대안도로 정보제공수준에 대한 가중치 결과를 종합하여 다음과 같이 단속류 도로 VMS의 교통정보 이용자 가치를 산출할 수 있음

○ 시계유출입부 VMS에서 대안도로 정보제공이 우수하게 이루어지고 있을 때 이용자 가치가 157.66원으로 가장 높게 나타났음. 반면 도시중심부에서 대안도로가 없는 위치에 설치되어 있는 VMS가 77.53원으로 가장 낮은 가치를 보임

<표 3.77> 단속류도로 VMS의 교통정보 이용자가치

특성		가중치	이용자가치 (원/VMS/인)
시계 유출입부	대안도로가 있으며 그에 대한 모든 교통정보를 함께 제공하고 있음	0.107	157.66
	대안도로가 있으며 그에 대한 일부 교통정보를 함께 제공하고 있음	0.041	124.03
	대안도로가 있으며 그에 대한 교통정보를 전혀 제공하지 않고 있음	0.016	90.33
	대안도로가 아예 없어 교통상황에 따른 이용자의 선택의 여지가 없음	0.013	83.06
도시 중심부	대안도로가 있으며 그에 대한 모든 교통정보를 함께 제공하고 있음	0.068	141.53
	대안도로가 있으며 그에 대한 일부 교통정보를 함께 제공하고 있음	0.029	111.91
	대안도로가 있으며 그에 대한 교통정보를 전혀 제공하지 않고 있음	0.012	80.65
	대안도로가 아예 없어 교통상황에 따른 이용자의 선택의 여지가 없음	0.011	77.53

(다) 버스정보시스템(BIS)

○ 모형 구축결과 제시금액, 이용빈도, 대기허용시간, 만족도, 연령이 유의수준 0.5에서 지불의사에 유의한 변수로 채택됨

○ 이용빈도와 만족도는 이용자 가치에 정(+)의 영향을 미치는 것으로 나타났음

<표 3.78> BIS 이용자만족도 가치추정 모형

변 수		Estimated Parameter	S.E	Chi-square	df	Sig.
제시금액	제시금액	-0.834	0.166	25.254	1	0.000
이용실태	이용빈도	0.661	0.157	17.676	1	0.000
	대기허용시간	-0.489	0.125	15.227	1	0.000
운전자의식	만족도	1.094	0.164	44.552	1	0.000
개인속성	성별	-0.084	0.017	25.844	1	0.000

<표 3.79> BIS 설치수준별 이용자만족도 가치

구 분	정류장수	전광판 설치대수	설치율(설치/전체, %)	이용자만족도 가치 (원/BIS/인)
원 주	970	27	2.8	32.7
천 안	1,517	133	8.8	35.8
인 천	3,647	515	14.1	60.3
울 산	1,970	326	16.5	50.3
수 원	807	197	24.4	60.0
대 전	2,000	659	33.0	60.9
부 천	800	556	69.5	63.1

(3) 모형의 일반화(함수개발)

○ ITS사업 시행시 비용과 편익에 따라 사업의 타당성은 크게 영향을 받게 되므로 교통정보 제공시설의 적정설치 수준을 제시해주는 방안이 필요함

○ 교통정보 제공시설의 설치수준이 높을수록 이용자 만족도가 어느 정도 증가하다가 한계점에 달한다고 가정하고 설치수준에 따른 만족도를 함수로 표현함

(가) VMS 효용함수

○ 효용성 평가기술 개발 부분에서 개발한 VMS교통정보 이용자 만족도 모형을 토대로 이용자들 개개인의 점수값을 산출하도록 함

<표 3.80> 교통정보 효용함수 변수 설명

구분	Variables		설명
VMS	종속변수	이용자만족도 효용	VMS 교통정보 제공에 따른 이용자만족도 점수
	독립변수	VMS 설치수준	지역간 고속도로 : IC, JC 간 설치율 도시고속도로 : 도로별 VMS 설치수준(대/KM)
BIS	종속변수	이용자만족도 효용	BIS 교통정보 제공에 따른 이용자만족도 점수
	독립변수	BIS 설치수준	버스정보안내기 설치율(%)

○ 고속도로의 경우 지역간 연결 역할을 하기 때문에 진출입구인 JC와 IC에서 들어오고 나가는 차량이 VMS 정보 만족도에 영향을 줄 것으로 예상됨

○ 그런데 고속도로는 IC간 거리가 1km에서 길게는 20km가 넘는 노선도 있어 설치수준을 km당 VMS 대수로 정의하면 유의한 효용함수가 도출되지 않았음

○ 즉, 지역간 고속도로에서 설치수준(VMS/km)은 이용자 만족도를 설명할 수 없는 것으로 결론을 내릴 수 있음. 따라서 교통정보 제공수준인 설치수준을 재 정의할 필요가 있음

○ 지역간 고속도로의 경우, 해당노선에 진출입하는 차량들을 위하여 각 IC 사이에 VMS가 1대 이상 설치되어야 할 필요가 있음

○ 또한 JC의 경우도 마찬가지로, 진출하거나 고속도로 노선을 변경하는 차량을 위해서 VMS가 1대 이상 설치되어 운전자에게 정보전달을 할 필요가 있음

○ 이에 따라서 각 IC 사이에 VMS의 유무, JC 이전에 설치되어 있는 VMS의 유무를 조사하고, 전체 IC, JC에 대한 비율을 산정하여 두 값의 합을 설치수준으로 정의함

○ 도시고속도로의 경우 전체적으로 일정한 간격에서 차량들의 유출입이 일어나므로, 설치수준을 km 당 VMS의 설치수준으로 보는 것이 IC와 JC의 간격을 고려한 것으로 봐도 무방하다고 판단됨

$$Y = 3.749 \times e^{0.087x},\ R^2 = 0.779$$

여기서 Y: VMS 이용자만족도 점수
X : 설치수준(IC와 JC의 정보제공 비율)

$$Y = 0.156 \ln(x) + 4.313,\ R^2 = 0.927$$

여기서 Y: VMS 이용자만족도 점수
X : 설치수준(대/km)

○ 지역간 고속도로의 이용자 만족도를 높이기 위해서는 IC와 JC에서의 정보제공 여부에 관심을 가질 필요가 있음. 즉, 운전자들의 의사결정에 도움을 줄 수 있도록 충분한 정보제공이 이루어지는지를 검토하고 이에 대한 추가설치를 고려할 필요가 있음

○ 도시고속도로의 이용자 만족도는 VMS 설치수준으로 설명할 수 있는 것으로 나타났음. R^2값이 0.927로 상당히 높게 나타나 모형의 설명력이 높은 것으로 판단됨. 또한 AVOVA의 sig 값 역시 0.002로 나타나 95% 신뢰수준하에 유의한 것으로 판단됨

(나) BIS 효용함수

$$Y = 0.151\ln(x) + 3.657,\ R = 0.874$$

여기서 Y: BIS 이용자만족도 가치(점수/대/인)
X : 설치수준(대/km)

○ 분석결과 Sig.값이 0.05이하이므로 유의수준 95%에서 모형이 유의하다고 볼 수 있음

○ R^2값이 0.874로 비교적 높게나와 모형의 설명력은 좋은 것으로 나타났으며, 버스도착알림전광판의 설치수준에 따라 이용자들이 효용은 일정수준 증가하는 것을 알 수 있음

(다) VMS 가치함수

○ VMS 교통정보 제공에 따른 이용자 만족도 가치를 종속변수로 하고, VMS 설치수준을 독립변수로 한 가치함수를 산출하였음. 여기서 이용자 만족도 가치는 1인당 각각의 VMS에 대한 가치(원/VMS/인)를 의미함

<표 3.81> 교통정보 가치함수 변수 설명

구분	Variables		설명	
VMS	종속변수	이용자만족도 가치	VMS 교통정보 제공에 따른 이용자만족도 가치(원/대/인)	
	독립변수	VMS 설치수준	지역간 고속도로	IC, JC를 고려한 정보제공여부
			도시고속도로	도로별 VMS 설치수준(대/KM)
BIS	종속변수	이용자만족도 가치	BIS 교통정보 제공에 따른 이용자만족도 가치 (원/인)	
	독립변수	BIS 설치수준	버스정보안내기 설치율(%)	

$$Y = 59.186 \times e^{0.7018x},\ R^2 = 0.962$$

여기서 Y: VMS 이용자만족도 가치(원/VMS/인)
X : 설치수준(IC와 JC의 정보제공 비율)

$$Y = 11.379 \ln(x) + 146.387,\ R^2 = 0.714$$

여기서 Y: VMS 이용자만족도 가치(원/VMS/인)
X : 설치수준(대/km)

○ 가치함수 산출결과, 지역간 고속도로와 도시고속도로 모두 R^2가 상당히 높게 나타나 설명력이 우수한 것으로 볼 수 있으며, ANOVA 검정결과 역시 95% 신뢰수준 하에 유의하게 나타남

(라) BIS 가치함수

○ BIS 교통정보 제공에 따른 이용자 만족도 가치를 종속변수로 하고, BIS 설치율을 독립변수로 한 가치함수를 산출하였음. 여기서 이용자 만족도 가치는 1인당 각각의 VMS에 대한 가치(원/인)를 의미함

$$,\ R = 0.767$$
$$Y = 10.909X + 21.348$$

여기서 Y: BIS 이용자만족도 가치(원/대/인)
X : 설치수준(대/km)

○ R^2는 0.767로 상당히 높게 나타나, 산출된 가치함수는 설명력이 높은 것으로 판단할 수 있음. 또한 ANOVA 결과 역시 95% 신뢰수준 하에 유의하게 나타남

라. 가상주행 실험 및 현장조사

(1) 실험개요

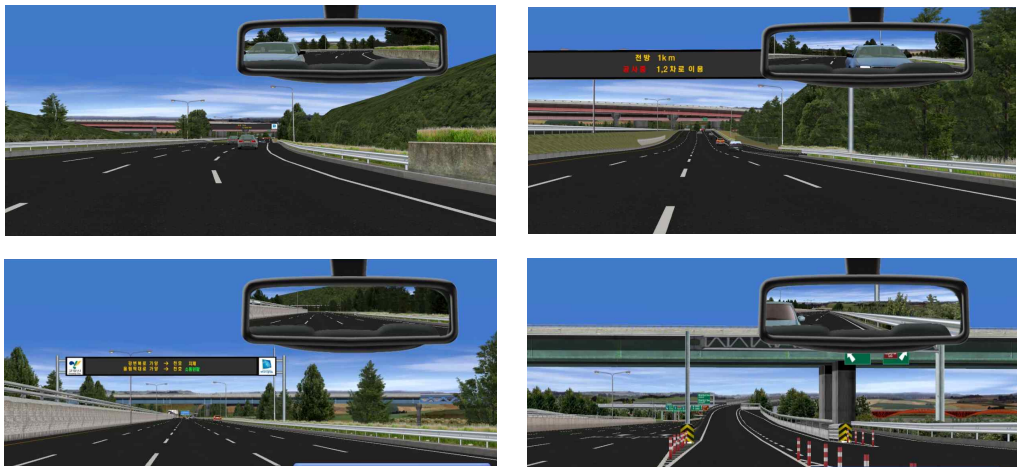
○ 가상주행 실험의 목적은 크게 두가지로 나눌 수 있는데, 첫 번째는 가장 중요한 정보제공 매체인 VMS의 글자크기, 설치위치, 제공내용 등을 다양하게 변형하면서 운전자에게 가장 효율적인 제공방안을 마련하는 것임

○ 두 번째는 모형을 통해서 개발한 효용함수와 가치함수가 실제 운전자들이 가상주행을 하면서도 느낄 수 있는지를 실험해보도록 함

○ 본 연구에서 가상주행 실험의 목적은 실제주행에서 할 수 없는 상황들을 설정하고 운전자들의 뇌파분석을 통해서 결과를 도출함

○ 가상주행 실험을 위해 구축된 맵은 국도77번(자유로) 이산포IC에서 가양대교를

지나 강변북로 성산대교 북단 램프까지 이어지는 20km 구간임



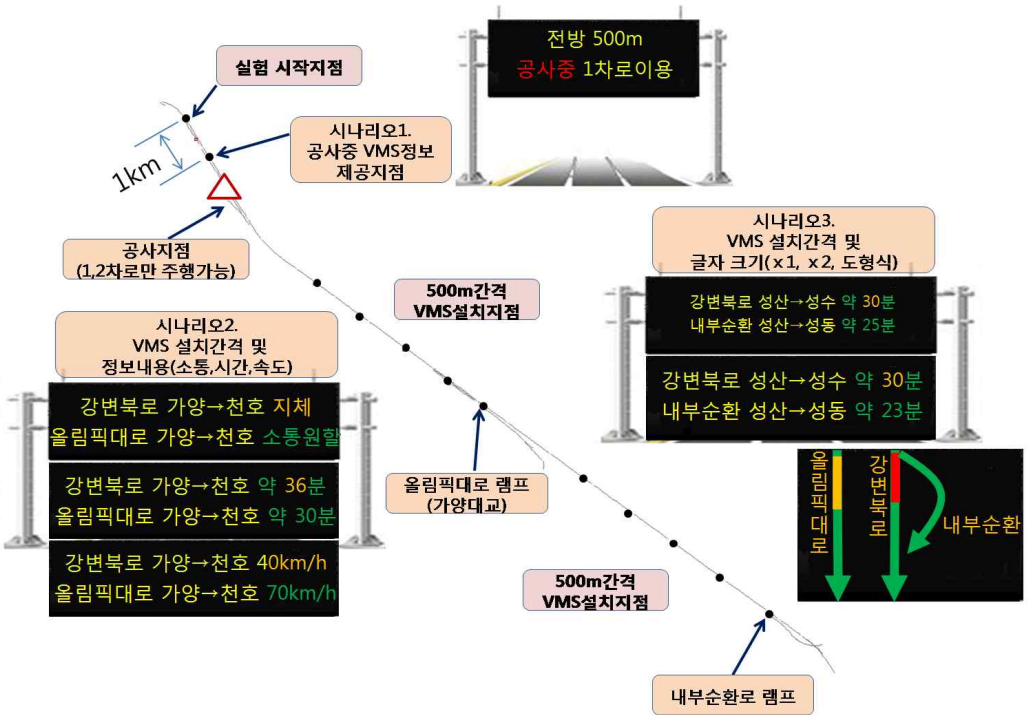
[그림 3.164] 가상주행 실험 구축 맵

○ 실험에 참가한 피실험자들에게 가정된 상황은 다음과 같음

“오늘 당신은 오후 1시에 서울시 광장동 워커힐 호텔에서 중요한 계약이 있는 날입니다. 1시까지 도착을 못하게 되면 큰 계약이 무산되는 상황입니다. 당신의 집인 일산 대화동에서 출발하여, 현재(12시 20분) 강변북로 행주대교 부근을 지나고 있습니다. 남은 시간은 40분이며, VMS 교통정보를 잘 보시고 목적지까지 꼭 약속시간내에 도착하도록 주행하시기 바랍니다.”

<표 3.82> 가상주행 실험 시나리오

위치	시나리오 내용
출발후 1km 지점	- 전방 500m 공사구간 정보를 제공, 미제공시(각 24명씩) - 시나리오1 - 정보를 제공 받은자와 받지 못한 자의 운전행태와 뇌파를 통해 스트레스 지수를 분석함
올림픽대로 램프	- 2km, 1.5km, 1km, 500m 중 한곳에 VMS설치(각 12명씩) - 시나리오4 - 설치된 VMS의 내용은 소통정보, 시간정보, 속도정보(각 4명씩) - 시나리오2
내부순환로 램프	- 2km, 1.5km, 1km, 500m 중 한곳에 VMS설치(각 12명씩) - 시나리오4 - 설치된 VMS의 내용은 시간정보이며 글자크기(1배, 2배, 도형식)별 4명씩 - 시나리오3



(2) 가상주행 실험결과 분석

(가) 시나리오 1 : 공사중 정보제공 유무에 따른 뇌파분석

○ 전방 1km 지점에서 공사중인 상황에서 공사중 정보를 VMS로 주어졌을 때와 주어지지 않았을 경우 운전자들의 운전행태와 심리상태를 분석함

<표 3.83> 시나리오1 공사중정보 제공유무에 따른 스트레스 지수

	공사중정보제공무				공사중정보제공유			
	CH1	CH2	CH3	CH4	CH1	CH2	CH3	CH4
평균	5.67	3.64	1.07	0.93	1.59	1.14	0.84	1.13

○ 분석결과 공사중 정보를 제공받지 않은 피실험자는 공사중 정보를 제공받은 피실험자보다 주행중 당황하거나 스트레스를 받는 것으로 해석할 수 있음

○ 운전자의 심리적 흥분이나 스트레스는 사고를 야기시킬 수 있는 요인으로서 운전자가 전방의 상황에 미리 대처할 수 있도록 정보를 제공해주는 것이 바람직하다고 판단됨

(나) 시나리오 2 : 정보내용에 따른 뇌파분석

○ 피실험자들에게 소통정보, 시간정보, 속도정보 중 하나를 제공하고 스트레스 지수를 측정하도록 함

<표 3.84> 시나리오2의 스트레스지수 결과(CH1, CH2)

	소통정보		시간정보		속도정보	
	CH1	CH2	CH1	CH2	CH1	CH2
평균	4.603	2.778	2.076	1.167	5.879	3.522

○ 속도정보, 시간정보, 소통정보 3가지의 정보제공 내용에 따른 피실험자의 스트레스 지수 평균의 차이가 있는지 그룹간 통계적 검증을 위하여 Paired Sample T-Test를 실시함

○ 속도정보의 경우는 공사중 정보를 제공받지 않은 피실험자 만큼 스트레스를 받는 것으로 나타났으며 소통정보, 시간정보는 그보다는 적게 나타남

○ 실험 결과에 따르면 구간 소통시간을 제공하는 것이 운전자들에게 다른 정보를 제공하는 것 보다 심리적 변화를 줄일 수 있다고 판단됨

(다) 시나리오 3 : 정보표출 형식에 따른 뇌파분석

○ 피실험자들에게 원래 글자크기, 두배 글자크기, 도형식 정보 중 하나를 제공하고 스트레스 지수를 측정하도록 함

<표 3.85> 시나리오3의 스트레스지수 결과(CH1, CH2)

	원크기 정보		두배크기 정보		도형식 정보	
	CH1	CH2	CH1	CH2	CH1	CH2
평균	2.6286	2.457209	3.215991	1.632118	7.309709	4.570018

○ 도형식 정보를 제공받은 피실험자는 스트레스 지수가 높게 나타나는데 이는 순수 정보제공형식의 차이라기보다는 VMS를 측주식으로 우측가에 설치함으로 인하여 시야의 제약이 생겨 정보의 의미를 이해하기 어려워서 생긴 것으로 볼 수 있음

○ 운전자들은 현재 VMS정보가 제공하는 크기에 익숙해져 있는 상태라 원크기의 정보를 별 생각없이 받아들이게 되어 스트레스 지수가 낮게 나온 것으로 생각되며 도형식 VMS의 경우 크기가 작아 정확한 실험에 한계가 있었던 것으로 판단이 되므로 4차년도 실험에 좀 더 객관적인 실험이 필요함

(라) 시나리오 4 : VMS정보 제공 위치변화에 따른 뇌파분석

○ 피실험자들에게 VMS 정보제공 위치를 출구 2km전, 1.5km전, 1.0km전, 0.5km전 4가지 중 한가지로 무작위로 설정함

<표 3.86> 시나리오4의 스트레스지수 결과(CH1)

	CH1		CH2		도형식 정보	
	2km	1.5km	1km	0.5km	2km	1.5km
평균	2.591	2.501	2.964	6.733	1.887	1.797

○ 뇌파분석결과 출구 0.5km(500m)전에 VMS정보를 제공한 피실험자가 스트레스 지수가 다른 경우보다 높게 나타남

○ 500m라는 거리는 운전자들이 느끼기에 정보를 인지하고 판단하여 행동으로 옮기기에는 짧은 거리라고 판단되며, 짧은 거리에 경로를 전환하기 위해서 차선변경 과정에서 스트레스가 올라감

○ 이는 '가변전광표지(VMS) 설치 및 운영방안 연구2(한국교통연구원)'에서 제시한 도시부 고속도로의 VMS설치위치는 출구 1~2km전방에 설치와 동일한 결과를 나타낸다고 볼 수 있음

○ 실험결과에 따르면, 정보를 제공받은 운전자들이 의사결정을 하기에 충분한 시간적 여유가 필요하므로 의사결정 지점에 앞서 어느 정도 거리를 두고 설치되어야 함을 알 수 있음

(3) 개발된 함수의 검증 실험결과

○ 본 연구에서 개발된 VMS의 효용함수, 가치함수와 비교해 봄으로써 실용 가능

성에 대한 검증의 수단으로 활용할 수 있음

○ 설문조사는 가상주행실험에 대한 내용으로 품질관리 전후에 대한 질문에 응답하게 됨. 교통정보에 대한 이용자 만족도와 지불의사액에 대하여 설문함으로써 이용자의 효용과 가치 변화를 측정함

○ 3차년도 VMS 평가항목으로 선정한 지표인 욕구충족성 항목(3개), 신뢰성 항목(3개), 이해성 항목(4개), 효율성 항목(3개)을 바탕으로 피실험자들은 이용자 만족도 점수 및 지불의사액을 결정하게 됨. 이 과정에서 피실험자들은 현재 강변북로의 이용자 만족도 점수의 지불의사액을 제시받게 되고 이와 비교하여 상대적인 결과를 설문으로 응답함

(가) VMS 설치대수 증가 실험

○ 현재 강변북로의 VMS 설치수준은 0.33대/km로 41.4km 연장에 VMS는 양방향 총 27대 설치되어 있음. 따라서 설치수준은 27대/(41.4*2km)=0.33대/km임. 따라서 본 실험에서는 현재의 강변북로 VMS 설치수준과 VMS를 8대 추가 설치한 0.42대/km의 주행환경을 구축하여 비교실험을 수행함

○ 효용성 변화실험 분석 결과 신뢰성 항목과 효율성 항목 응답에서는 3차년도 설문 응답 결과와 큰 변화는 없었으나, 욕구 충족성에 해당하는 문항의 효용 점수 값이 상승함

○ 이는 설치대수가 증가함으로써 이용자가 원하는 시점에 많은 정보를 얻을 수 있다는 것을 의미하므로, 이것이 정보의 신뢰성이나 효율성 그리고 이해성 측면에서는 큰 향상을 보이지 못하는 것임. 따라서 이러한 욕구충족성의 변화가 이용자 만족도인 효용성의 증가에 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있음

<표 3.87> 효용성 변화 측정실험과 효용함수의 비교

구분	설치수준	효용성 변화 측정 실험	도시고속도로 효용함수
품질관리 전	0.33대/km	4.120	4.140
품질관리 후	0.42대/km	4.151	4.177
변화		▲0.031	▲0.037

○ 가치 변화 실험결과를 도출한 가치함수와 비교해봄으로써 연구 전체적으로 일관적인 결과를 제시할 수 있도록 하며, 이로 인해 도출된 가치함수를 검증함

○ 가치함수식을 이용하면 현재 강변북로 설치수준인 0.33대/km에 상응하는 이용자 만족도 가치는 134.338원이고, VMS 설치수준을 높였을 경우인 0.42대/km의 이용자 만족도 가치는 137.394원으로 나타나 3.056원이 상승함. 본 가치 변화 설문조사 결과 역시 VMS 설치 수준을 높였을 경우 134.6원에서 137.733원으로 3.133원이 상승하는 것으로 나타남

<표 3.88> 가치 변화 측정실험과 가치함수의 비교

구분	설치수준	가치 변화 측정 실험	도시고속도로 가치함수
품질관리 전	0.33대/km	134.600	134.338
품질관리 후	0.42대/km	137.733	137.394
변화		▲3.133	▲3.056

○ 실험을 통한 VMS 이용자 만족도 가치와 가치함수를 통한 가치 역시 효용과 마찬가지로 큰 차이 없이 유사한 것으로 나타남

(나) VMS 문자크기 두 배 확대 실험

○ 본 실험에서는 현재의 강변북로 VMS 문자크기와 현재 수준에서 두 배 확대한 문자크기의 주행환경을 구축하여 비교 실험을 수행함

○ 효용성 변화실험결과, VMS 교통정보의 크기를 2배로 했을 경우 설문지 모든 항목에서 큰 점수변화가 나타나지 않음

○ VMS 설치수준을 높였을 경우에는 이용자 만족도에 변화를 주는 것과 비교했을 때, VMS 교통정보 크기를 향상 시켰을 경우에는 이용자 만족도에 큰 변화를 주지 못하는 것으로 나타남

○ 본 실험 결과를 살펴보면, 문자크기를 두 배로 확대하였을 때 가장 많이 영향을 받는 평가 항목은 이해성 항목임. 그러나 본 연구에서의 이용자 만족도 모형은 이해성 항목이 포함되지 않은 결과로써 전체 이용자 만족도의 큰 변화를 가져오지 못한 것임

○ 따라서 이 결과는 이용자 만족도 모형 구축결과와 일치하는 것으로 판단할 수 있음

○ 가치화 변화실험결과, VMS 교통정보의 크기를 2배로 했을 경우 이용자 만족도 점수와 마찬가지로 지불의사액 역시 큰 증가를 보이지 않았음. 즉, 134.6원에서 0.684원 증가한 135.284원으로 변화함

○ VMS 설치수준을 높였을 경우에는 이용자 가치에 변화가 나타나는 것과 비교했을 때, VMS 교통정보 크기를 향상 시켰을 경우에는 큰 변화를 주지 못하는 것으로 나타남

○ 본 실험 결과를 살펴보면, 문자크기를 두 배로 확대하였을 때 가장 많이 영향을 받는 평가 항목은 이해성 항목임. 즉, 이용자 만족도가 크게 증가하지 않기 때문에 이용자 가치 역시 큰 변화가 나타나지 않는 것임

○ 따라서 이 결과는 효용변화 실험과 유사한 맥락의 결과로 볼 수 있음

(4) 현장조사 개요

○ 현장조사는 도시부 도로에 설치되어 있는 VMS를 평가하기 위해서 실시함. 3차년도 연구결과에서 단속류 도로 도시부 도로의 경우 km당 VMS 설치수준과 이용자 만족도 점수와의 관계에 대하여 유의한 결과가 나타나지 않았음. 즉, 단속류 도로는 지역간 고속도로와 마찬가지로 km당 VMS설치대수를 교통정보 제공수준으로 정의하게 되면 이용자 만족도를 설명할 수 없다는 것을 의미함

(가) 주요도시 VMS 설치현황(4개도시)

○ 단속류 도로 VMS 효용함수 산정을 위하여 3차년도 연구에서 선정되어 이용자 만족도 조사를 실시한 도시인 부천시, 수원시, 대전광역시, 울산광역시 도시부 VMS 현황 및 설치 지점에 대하여 구체적인 조사를 수행함

○ 단속류 도로 VMS 효용함수 산정을 위하여 대상지역의 연속류 도로인 고속도로, 도시고속도로에 설치되어 있는 VMS는 제외함

<표 3.89> 도시부 도로 대상지역 VMS 설치 현황

도시	VMS(대)	도로연장(km)	도로율(%)	설치간격(km/대)	VMS/km
부천	9	77.7	15.81	9.63	0.07
수원	17	135.7	10.11	6.17	0.08
대전	33	377.5	6.13	11.10	0.05
울산	17	161.9	3.37	9.52	0.06

(나) 주요도시 VMS 제공 컨텐츠(4개도시)

○ 정보제공을 위한 메시지 표출은 문자 또는 도형식으로 제공되고 있으며, 정보제

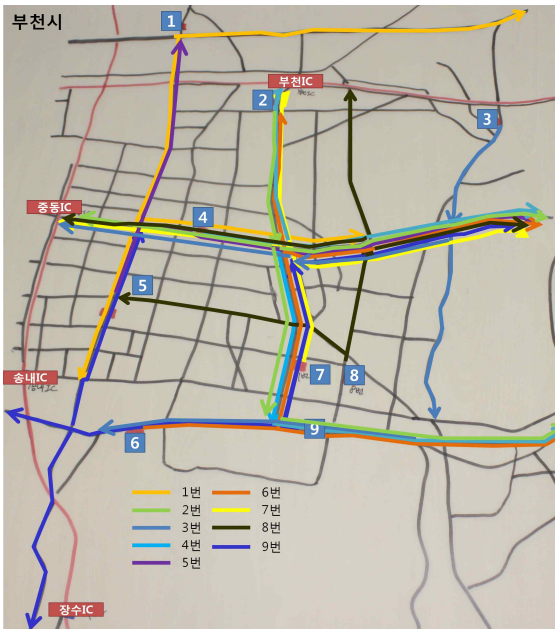
공의 유형에 따라 교통관련 정보(교통소통, 돌발/혼잡, 공사, 교통통제, 기상현황)와 교통관련 행사 및 홍보 내용으로 구성되어 있음

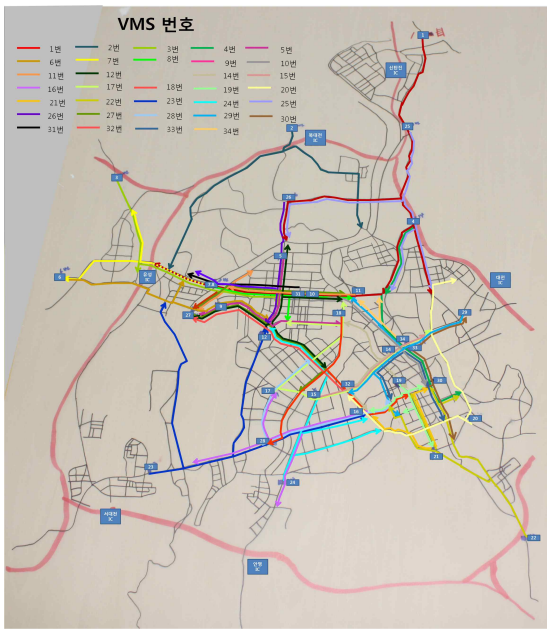
○ VMS를 통한 정보제공은 시간적·공간적으로 구분되어 운영되고 있으며, 시계 인접지역에 설치된 VMS은 시간대 구분 없이 교통관련 정보만 제공되고 있는 것으로 조사됨

<표 3.90> 도시별 VMS 교통정보 Contents

	부천시	수원시	대전광역시	울산광역시
설치대수	9대	17대	33대	17대
내용적 범위	도시부 주요도로 인근 고속도로	도시부 주요도로 인근 고속도로	도시부 주요도로	도시부 주요도로
운영 형태	2단 12열 3~5개 정보, 1개 홍보	2단 10열 2~5개 정보, 1개 홍보	2단 10열 2~5개 정보, 1개 홍보	2단 10열 2~5개 정보, 3개 홍보
제공 형태	측주식 / 문자식	측주식 / 문자식	측주식 / 문자식, 도형식	측주식 / 문자식
정보 형태	소통정보	시간정보	시간, 속도정보	속도정보

(다) 주요도시 VMS별 정보제공 범위(4개도시)

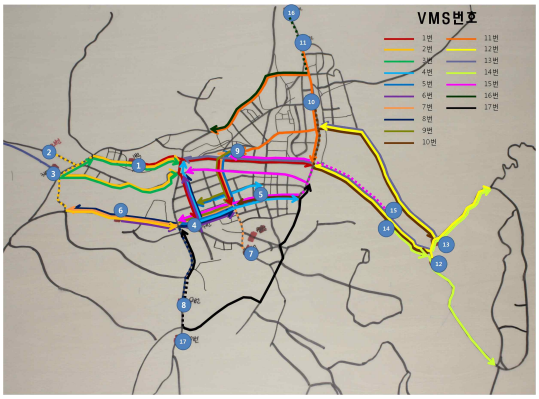




[그림 3.165] 부천시 VMS 정보제공 범위 [그림 3.166] 대전광역시 VMS 정보제공 범위



[그림 3.167] 수원시 VMS 정보제공 범위



[그림 3.168] 울산광역시 VMS 정보제공 범위

○ 각각의 VMS 정보가 다루고 있는 공간적 범위를 살펴보기 위하여, VMS의 각 프레임 정보내용을 살펴보았음. 교통정보가 도시 전 지역에 대한 내용을 다루고 있는지에 관한 내용과, 각각의 교통정보의 제공정도가 어떤 분포를 보이는지에 대한 내용을 알기 위함임

○ 도시별, VMS별 정보제공의 범위는 다소 차이를 보이고 있으나 주방향, 부방향의 교통정보를 제공하고 있음

(라) 주요도시 VMS 대안경로 제공여부(4개도시)

○ 대안 경로 정보란 동일방향으로 갈 수 있는 노선이 주행거리도 같을 경우를 대안 경로로 정의하며, 그 대안 경로가 있는지와 정보를 제공하고 있는지를 분석하여 각 도시별로 대안 경로 정보여부를 점수로 표현함

<표 3.91> 단속류도로 VMS 교통정보의 대안 경로 제공여부 평가 방안

대안도로 유무	해당 대안도로 정보 제공	점수		비고
○	○	◎	4	이용자에게 선택의 기회가 있으며 그 선택을 도울 수 있는 정보를 제공하고 있음.
○	△	○	3	이용자에게 선택의 기회와 그 정보를 주고 있으나, 노력하면 더 좋아질 여지가 남아있음.
○	×	△	2	이용자가 다른 선택을 할 수 있으나 그와 관련한 정보를 제공하지 않아 선택의 어려움이 있음.
×	×	×	1	이용자가 다른 대안을 선택할 여지가 없는 네트워크 환경의 한계.

○ 운전자가 주행하고 있는 해당도로가 정체상황인 경우 운전자가 선택할 수 있는 대안도로의 존재를 평가하는 것이며, VMS에서 제공되는 하나의 프레임 당 해당 대안 경로의 정보 제공 여부에 따라 각각의 점수치를 부여하여 도시별 VMS의 대안 경로 정보제공 여부를 평가함

- 부천시 VMS 대안 경로 정보제공수준 결과 평균 2.91점으로 분석됨
- 수원시 VMS 대안 경로 정보제공수준 결과 평균 1.76점으로 분석됨
- 대전광역시 VMS 대안 경로 정보제공 수준 결과 평균 1.92점으로 분석됨
- 울산광역시 VMS 대안 경로 정보제공 수준 결과 평균 2.70점으로 분석되었음

○ 정보제공 내용이 많은 VMS일수록 대안 경로 정보제공 수준 점수는 전반적으로 낮음

○ 지금까지 살펴본 각 도시의 VMS 설치현황들을 바탕으로 도시부 도로의 VMS의 효용함수 산출을 위한 기준을 결정함

(5) 현장조사를 통한 도시부도로 VMS 평가방안

(가) VMS 설치위치 특성-교통량 수준에 따른 정보제공

○ 무엇보다 VMS 교통정보 제공은 정보의 수요자가 많은 위치에 설치되어 있을 때 보다 많은 이용자들에게 정보를 제공함으로써 그 가치를 높일 수 있음

○ 뿐만 아니라 운전자가 이용하는 도로의 교통량 수준은 제공받은 정보의 효용에 매우 큰 영향을 미침. 즉, 평균 교통량이 매우 적어 지·정체 상황이 거의 없는 도로의 경우에는 교통정보가 운전자의 큰 만족도 향상을 가져오지 못함. 그러나 평균 교통량이 많은 도로이거나 주기적으로 지·정체 상황이 발생하는 도로에서는 교통정보의 제공여부가 운전자 만족도에 매우 큰 영향을 미침. 또한 교통량이 많으면 그만큼 VMS 정보를 보는 운전자가 많다는 의미임

○ 물론 모든 도로에 교통정보를 제공하는 것이 가장 최고의 만족도를 얻을 수 있으나, 그것은 제한된 예산 하에 구축되는 시스템이므로 현실적으로 불가능함

○ 제한된 예산 하에 높은 이용자 만족도를 얻기 위해서는 운전자들이 많이 다니는 도로에, 운전자의 경제적·심리적 만족감을 높일 수 있는 도로에 교통정보를 우선적으로 제공하는 것이 바람직함

<표 3.92> 단속류도로 VMS 교통정보의 교통량 수준의 점수화

교통량 수준	점수	비고		
교통량 많음	3	특별시 및 6대 광역시	일반가로	50,000 ≤ *AADT
			시계	35,000 ≤ AADT
		인구 30만 이상, 자동차등록대수 10만 이상 중간 규모의 도시	일반가로	35,000 ≤ AADT
			시계	25,000 ≤ AADT
		지방 소도시		20,000 ≤ AADT
교통량 보통	2	특별시 및 6대 광역시	일반가로	30,000 ≤ AADT < 50,000
			시계	15,000 ≤ AADT < 35,000
		인구 30만 이상, 자동차등록대수 10만 이상 중간 규모의 도시	일반가로	20,000 ≤ AADT < 35,000
			시계	15,000 ≤ AADT < 25,000
		지방 소도시		10,000 ≤ AADT < 20,000
교통량 적음	1	특별시 및 6대 광역시	일반가로	AADT < 30,000
			시계	AADT < 15,000
		인구 30만 이상, 자동차등록대수 10만 이상 중간 규모의 도시	일반가로	AADT < 20,000
			시계	AADT < 15,000
		지방 소도시		AADT < 10,000

주) * AADT(Annual Average Daily Traffic volume) : 연 평균 일 교통량 (대/일)

(나) 교통정보 제공특성 - 대안 경로에 대한 정보제공 유무

○ 네트워크망의 형태를 이루는 단속류 도로는 목적지까지 도달하는 여러 개의 경로를 가지고 있을 수 있으므로, 교통정보 제공수준을 정하는데 대안 경로 정보의 중요성이 매우 큼

○ 목적지까지 도달하는데 이용할 수 있는 경우의 수가 다양하다면 운전자는 VMS 교통정보를 통해 현재 위치해있는 경로의 교통정보를 제공받아야 함. 또한 현재 경로의 교통상황이 경제적이지 못한 경우에는 목적지에 도달할 수 있는 다른 경로의 교통상황까지 안내 받아야 운전자는 자신의 만족감을 가장 높일 수 있는 방향으로 의사결정을 하게 됨

○ 목적지까지 도달하는 모든 경로의 정보제공은 현실적으로 어려울 수 있음. 현재 경로에서 크게 우회하여 경제적 이득을 거의 얻을 수 없는 경우는 정보의 가치가 높지 않으며, 대안 경로라고 볼 수 없음

○ 따라서 단속류 도로의 VMS 설치지점 선정을 위한 대안 경로 정보 제공수준을

점수화하면 위에서 제시하였던 것과 같이 다음과 같음

<표 3.93> 단속류도로 VMS 교통정보의 대안 경로 제공수준의 점수화

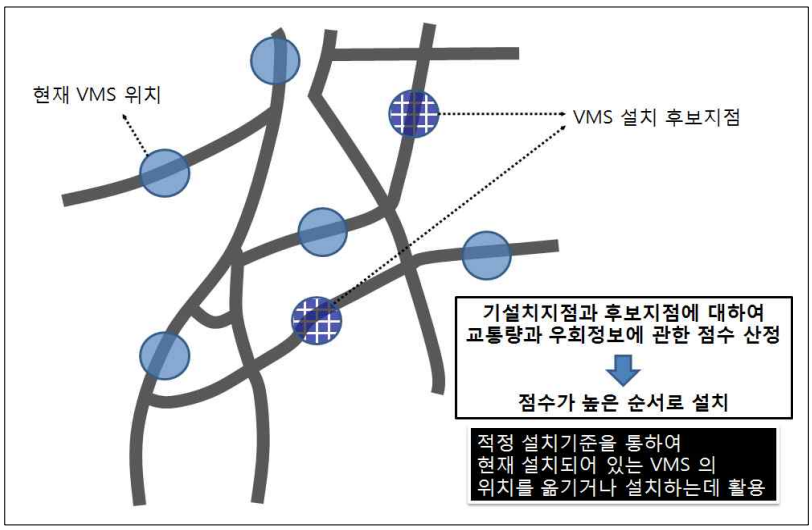
우회도로 유무	해당 우회도로 정보 제공	점수	비고
○	○	4	이용자에게 선택의 기회가 있으며 그 선택을 도울 수 있는 정보를 제공하고 있음.
○	△	3	이용자에게 선택의 기회와 그 정보를 주고 있으나, 노력하면 더 좋아질 여지가 남아있음.
○	×	2	이용자가 다른 선택을 할 수 있으나 그와 관련한 정보를 제공하지 않아 선택의 어려움이 있음.
×	×	1	이용자가 다른 대안을 선택할 여지가 없는 네트워크 환경의 한계.

(다) 단속류 도로 VMS 교통정보 효용평가기준 개발

○ 물론 이 두 가지 이외에도 단속류 도로에서의 이용자 만족도에 영향을 미치는 요인은 더 많이 있음. 그러나 다양하고 복잡한 요인들과의 관계를 이용자 만족도와 연결시키는 것은 한계가 있음

○ 이에 따라 단속류 도로의 VMS의 경우는 연속류 도로의 VMS와 같이 하나의 분명한 함수식으로 이용자 만족도와 VMS 설치수준의 관계를 도출하지 않음

○ 그러나 본 연구에서는 이러한 한계점을 인식하고 효용함수를 산출하는 대신 단속류 도로 VMS를 이용자 만족도 측면에서 평가할 수 있는 방안을 제시하고자 함



[그림 3.169] 단속류 도로 VMS 교통정보 제공위치 결정 예시

○ 다음 표는 교통정보 내용과 VMS 설치위치를 고려한 단속류 도로 VMS의 교통정보 제공수준을 평가하기 위한 내용임

<표 3.94> 단속류 도로 VMS의 교통정보 제공수준 평가

대안도로 정보제공유무		교통량 수준		종합평가	비고
이용자에게 선택의 기회가 있으며 그 선택을 도울 수 있는 정보를 제공하고 있음.	4	교통량 많음	3	**7**	매우 많은 이용자들이 높은 만족감을 얻을 수 있음
		교통량 보통	2	**6**	대다수 이용자들이 높은 만족감을 얻을 수 있음
		교통량 적음	1	**5**	많지는 않지만 이용자들이 높은 만족감을 얻을 수 있음
이용자에게 선택의 기회와 그 정보를 주고 있으나, 노력하면 더 좋아질 여지가 남아있음.	3	교통량 많음	3	**6**	약간의 노력이 더해진다면 매우 많은 이용자들이 높은 만족감을 얻을 수 있음
		교통량 보통	2	**5**	약간의 노력이 더해진다면 대다수 이용자들이 높은 만족감을 얻을 수 있음
		교통량 적음	1	**4**	약간의 노력이 더해진다면 많지는 않지만 이용자들이 높은 만족감을 얻을 수 있음
이용자가 다른 선택을 할 수 있으나 그와 관련한 정보를 제공하지 않아 선택의 어려움이 있음.	2	교통량 많음	3	**5**	이용자를 고려하여 정보제공내용이 수정된다면 매우 많은 이용자들이 높은 만족감을 얻을 수 있음
		교통량 보통	2	**4**	이용자를 고려하여 정보제공내용이 수정된다면 대다수 이용자들이 높은 만족감을 얻을 수 있음
		교통량 적음	1	**3**	이용자를 고려하여 정보제공내용이 수정된다면 많지는 않지만 이용자들이 높은 만족감을 얻을 수 있음
이용자가 다른 대안을 선택할 여지가 없는 네트워크 환경의 한계.	1	교통량 많음	3	**4**	교통상황에 관계없이 매우 많은 이용자들은 해당 도로를 이용할 수밖에 없음
		교통량 보통	2	**3**	교통상황에 관계없이 대다수 이용자들이 해당 도로를 이용할 수밖에 없음
		교통량 적음	1	**2**	교통상황에 관계없이 해당 도로를 이용하는 이용자들은 다른 경로선택이 어려움

(라) 평가사례

○ 정립한 도시부 효용의 평가기준을 바탕으로 안산시를 평가한 사례를 제시하고자 함



[그림 3.170] 안산시 VMS 정보 제공범위



[그림 3.171] 안산시 도로망의 교통량 수준

○ 안산시 전 지역에 걸쳐 설치되어 있는 VMS는 많은 정보들이 중앙로 구간에 중복되어 제공되고 있음. 또한 중앙로와 42번 국도 등 주요 도로망이 특별히 교통량 수준이 높음을 알 수 있음

○ 총 22대의 교통정보 제공수준을 평가하기 위해 앞서 제시한 평가기준을 활용하였으며, 그 기준은 VMS 정보내용특성과 제공위치특성 두 가지에 해당함

○ VMS 정보내용특성은 대안도로 정보제공 여부에 따른 기준이며, 제공위치특성은 해당 VMS가 설치되어 있는 도로의 교통량 수준에 따른 기준임

<표 3.95> 안산시 도시부 도로 VMS의 교통정보 제공수준 평가 결과 (개선 전)

대안도로 정보제공유무		교통량 수준		종합평가	해당 VMS 대수
이용자에게 선택의 기회가 있으며 그 선택을 도울 수 있는 정보를 제공하고 있음.	4	교통량 많음	3	7	3
		교통량 보통	2	6	2
		교통량 적음	1	5	1
이용자에게 선택의 기회와 그 정보를 주고 있으나, 노력하면 더 좋아질 여지가 남아있음.	3	교통량 많음	3	6	2
		교통량 보통	2	5	3
		교통량 적음	1	4	1
이용자가 다른 선택을 할 수 있으나 그와 관련한 정보를 제공하지 않아 선택의 어려움이 있음.	2	교통량 많음	3	5	3
		교통량 보통	2	4	2
		교통량 적음	1	3	2
이용자가 다른 대안을 선택할 여지가 없는 네트워크 환경의 한계.	1	교통량 많음	3	4	0
		교통량 보통	2	3	2
		교통량 적음	1	2	1

<표 3.96> 안산시 도시부 도로 VMS의 교통정보 제공수준 평가 결과 (개선 후)

대안도로 정보제공유무		교통량 수준		종합평가	개선전 VMS 대수	개선후 VMS 대수
이용자에게 선택의 기회가 있으며 그 선택을 도울 수 있는 정보를 제공하고 있음.	4	교통량 많음	3	7	3	**8**
		교통량 보통	2	6	2	2
		교통량 적음	1	5	1	1
이용자에게 선택의 기회와 그 정보를 주고 있으나, 노력하면 더 좋아질 여지가 남아있음.	3	교통량 많음	3	6	**2**	0
		교통량 보통	2	5	3	3
		교통량 적음	1	4	1	1
이용자가 다른 선택을 할 수 있으나 그와 관련한 정보를 제공하지 않아 선택의 어려움이 있음.	2	교통량 많음	3	5	**3**	0
		교통량 보통	2	4	2	2
		교통량 적음	1	3	2	2
이용자가 다른 대안을 선택할 여지가 없는 네트워크 환경의 한계.	1	교통량 많음	3	4	0	0
		교통량 보통	2	3	2	2
		교통량 적음	1	2	1	1



[그림 3.172] 개선 전 정보제공범위



[그림 3.173] 개선 전 정보제공범위

3. 교통사업성 평가 기술

가. 이론 및 방법론 개발

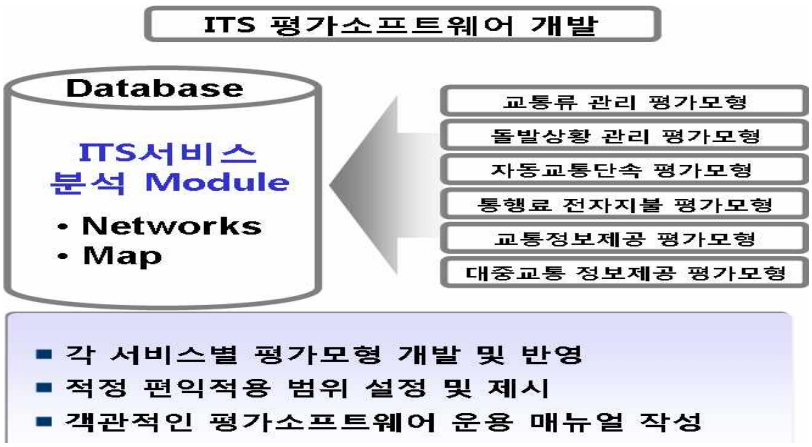
(1) 연구 대상 ITS사업 구성

○ 본 연구에서는 국내 ITS사업 기본계획을 바탕으로 공공부문의 사업을 중심으로 현재 국내에서 활발하게 구축되고 있는 3개의 서비스 분야, 6개의 서비스, 10개의 단위서비스를 대상으로 예비타당성 평가 방법을 제시하고자 함

<표 3.97> 본 연구의 대상 ITS서비스

대분류(분야)	중분류(서비스)	소분류(단위서비스)	단위시스템
교통관리 최적화	교통류관리	실시간교통제어	교통신호제어 시스템
		고속도로교통류제어	고속도로 교통정보제공시스템
		광역교통류제어	도시부간선도로 광역교통신호제어시스템
		교통제어정보제공	도시부간선도로 교통정보제공시스템
			고속도로 교통관리시스템
	돌발상황관리	돌발상황 관리	돌발상황관리시스템
	자동교통단속	속도위반단속	속도위반단속 시스템
		신호위반단속	신호위반단속 시스템
전자지불 처리	통행료전자지불	유료도로통행료전자지불	자동요금징수시스템
여행자정보 고급화	차량여행자 부가정보 제공	운전중 교통정보 제공	운전중 교통정보제공 시스템
대중교통 활성화	대중교통정보제공 및 대중교통관리	시내버스정보제공	시내버스정보시스템

○ 6개의 서비스를 대상으로 평가지침을 통해 평가방법을 정립하고, 평가소프트웨어를 개발함



[그림 3.174] 대상 ITS서비스의 평가소프트웨어 개발

(2) ITS 사업 편익항목 설정

○ 고속도로 교통정보제공시스템은 통행시간 절감편익과 차량운행비용 절감편익을 직접편익으로 정의함. 이에 교통정보 가치만족도편익을 추가하여 정보제공으로 인한 이용자의 만족도를 계량화한 편익을 반영함. 교통사고 절감편익은 그 효과

가 미비하다고 판단하여 본 연구에서는 반영하지 않기로 함

○ 속도위반 단속시스템과 신호위반 단속시스템은 교통사고 절감편익만 발생하며, 버스정보시스템의 경우 정량적 편익인 통행시간 절감편익과 차량운행비용 절감편익 등이 발생하지만, 이는 미비하다고 판단하고 교통정보 가치만족도편익만을 버스정보시스템의 편익으로 제시함

<표 3.98> ITS사업의 구분 및 평가항목

대상 서비스		평가항목				
		차량운행비용 절감편익	통행시간 절감편익	교통사고 절감편익	환경비용 절감편익	교통정보 가치만족도
3차년도	고속도로 교통정보제공시스템	○	○		▲	▲
	속도위반 단속시스템			○		
	신호위반 단속시스템			○		
	버스정보시스템					○
4차년도	자동요금징수시스템	○	○		▲	
	버스운행관리시스템		○			

○ : 서비스 도입으로 인해 발생가능한 직접효과(직접적인 효과)

▲ : 서비스 도입으로 인해 발생가능한 간접효과(2차 혹은 부가적인 효과)

(3) 고속도로 교통정보제공시스템

○ 고속도로 교통정보제공시스템은 VMS를 통한 교통정보시스템, 고속도로 돌발상황시스템, 고속도로 램프미터링시스템으로 구성되며, 주목적으로는 지체가 발생하는 구간의 교통량을 분산함으로써 교통류의 원활한 흐름을 유도하는 것임. 따라서 지체 해소로 인한 통행속도가 증가하여 발생하는 통행시간 절감편익과 이로 인한 차량운행비용 절감편익, 환경비용 절감편익이 발생함

○ 교통사고 절감편익의 경우에는 그 효과가 미비하다고 판단하여 제외하였으며, ITS 사업의 특성을 반영한 VMS 정보로 인한 교통정보 가치만족도편익을 추가함

<표 3.99> 고속도로 교통정보제공시스템의 대표효과척도

편익분석항목		평가기준	대표효과척도	정량적 평가	정성적 평가
구분	편익항목				
직접	차량운행비용 절감편익	- 차량운영 효율성 증가	- 연료비 등 변동비	○	
	통행시간 절감편익	- 통행시간의 감소 - 연료소모 감소	- 교통량 - 통행시간, 속도 - 통행시간의 편차 - 혼잡길이와 시간 - 평균속도 - 교차로지체시간 - 지체도, 포화도 - 연료소모량	○ ○ ○ ○ ○ ○ ○ ○	
	교통정보 가치만족도편익	- 이용자 만족도 증가	- 이용자 만족도		○
간접	환경비용 절감편익	- 대기오염 감소 - 차량소음 감소	- 대기오염 발생량 - 차량소음도	○ ○	

(4) 속도위반 단속시스템

○ 속도위반 단속시스템의 주목적은 과속으로 인해 사고가 빈번하게 발생하는 지점에 무인단속카메라를 설치함으로써, 교통사고가 감소하는 효과를 발생시키는 것임. 따라서 교통사고의 감소로 인한 교통사고 절감편익이 발생함

<표 3.100> 속도위반 단속시스템의 대표효과척도

편익분석항목		평가기준	대표효과척도	정량적 평가	정성적 평가
구분	편익항목				
직접	교통사고 절감편익	- 교통사고 감소	- 교통사고 건수 - 사망자수, 부상자수	○ ○	

(5) 신호위반 단속시스템

○ 교차로 등에서 운전자들의 신호위반으로 인해 사고가 빈번하게 발생하는 지점에 무인단속카메라를 설치함으로써, 교통사고가 감소하는 효과를 발생시키는 것임

<표 3.101> 신호위반 단속시스템의 대표효과척도

편익분석항목		평가기준	대표효과척도	정량적 평가	정성적 평가
구분	편익항목				
직접	교통사고 절감편익	- 교통사고 감소	- 교통사고 건수 - 사망자수, 부상자수	○ ○	

(6) 버스정보시스템

○ 버스정보시스템은 버스정류장을 이용하는 버스 이용객에게 실시간 버스도착 정보를 제공함으로써, 버스 이용객의 만족여부에 따른 교통정보 가치 만족도편익이 발생함

<표 3.102> 버스정보시스템의 대표효과척도

편익분석항목		평가기준	대표효과척도	정량적 평가	정성적 평가
구분	편익항목				
직접	교통정보 가치만족도편익	- 이용자서비스 및 만족도 향상	- 교통정보 이용자 만족도		○

(7) 자동요금징수시스템

○ 자동요금징수시스템은 톨게이트를 빠져나가는 차량들이 정차하지 않고 연속적으로 통행할 수 있도록 제공함으로써, 운전자들의 통행시간 절감편익과 이로 인한 차량운행비용 절감편익 및 환경비용 절감편익 등이 발생함

<표 3.103> 자동요금징수시스템의 대표효과척도

편익분석항목		평가기준	대표효과척도	정량적 평가	정성적 평가
구분	편익항목				
직접	차량운행비용 절감편익	- 차량운영 효율성 증가	- 연료비 등 변동비	○	
	통행시간 절감편익	- 통행시간의 감소 - 연료소모 감소	- 평균통과시간 - 평균대기행렬 길이 - 통행시간, 속도 - 연료소모량	○ ○ ○ ○	
간접	환경비용 절감편익	- 대기오염 감소	- 대기오염 발생량	○	

(8) 버스운행관리시스템

○ 버스운행관리시스템은 시내·광역버스의 현재 위치를 버스 운전자 및 ITS 센터에 전송하여 배차간격을 조절하고, 버스 서비스의 질을 향상시키는 효과가 있음.

<표 3.104> 버스운행관리시스템의 대표효과척도

편익분석항목		평가기준	대표효과척도	정량적 평가	정성적 평가
구분	편익항목				
직접	통행시간 절감편익	- 통행시간의 감소 - 정시도착성	- 통행시간, 속도 - 배차간격의 정시성	○ ○	

나. 시스템평가 알고리즘 개발

(1) 고속도로 교통정보제공시스템

○ 본 연구에서는 교통류제어서비스 가운데 고속도로 고속도로 교통정보제공시스템을 대상으로 하여 고속도로 교통정보제공시스템의 평가방법론을 정립하고, 이를 시뮬레이션에 적용하여 평가에 반영함

○ 본선을 주행하는 차량의 통행시간 절감편익은 고속도로 본선에서 우회하는 차량이 발생하여 본선에서 주행하는 차량들의 속도가 증가함으로써 발생하는 통행시간 절감편익을 의미하고, 우회차량의 통행시간 절감편익은 고속도로의 우회차량이 국도로 통행하여 감소하는 통행시간을 통한 편익을 의미함

○ 이는 앞으로 주행해야 하는 고속도로 구간에 정체가 발생하기 때문에 차량의 우회가 발생하여 교통량이 분산됨으로써 통행시간이 감소하는 시간을 말함. 즉, 우회차량의 통행시간 절감편익은 기존에 국도를 주행하고 있던 차량들의 통행시간 감소가 아닌 고속도로에서 우회하여 국도로 주행하는 차량들의 통행시간 감소로 인한 편익을 나타냄

(가) 우회율 산출

○ VMS는 교통류를 분산시키기 위해서 혼잡 구간으로 진입하는 차량들을 우회하도록 유도해야 하므로 VMS를 평가하기 위해서는 얼마나 많은 차량들이 우회하는지를 판단하는 우회율의 값을 산출하는 것이 필요함

<표 3.105> 추가적인 통행시간에 따른 우회율 산출 결과

(단위 : %)

추가적인 통행시간	AADT(대/일)	우회도로까지의 거리		
		1km 미만	1~2km	2km 이상
5분	60,000 미만	0.0	0.0	0.0
	60,000~120,000	0.0	0.0	0.0
	120,000 이상	0.0	0.0	0.0
10분	60,000 미만	0.1	0.1	0.1
	60,000~120,000	0.1	0.1	0.1
	120,000 이상	0.2	0.1	0.1
15분	60,000 미만	0.7	0.6	0.4
	60,000~120,000	1.0	0.8	0.6
	120,000 이상	1.4	1.1	0.9
20분	60,000 미만	5.8	4.8	3.6
	60,000~120,000	7.8	6.2	5.0
	120,000 이상	10.6	8.5	6.7

(나) 이용자 만족도 가치

○ 고속도로 교통정보제공시스템의 교통정보 가치만족도편익은 VMS 교통정보의 제공을 통한 이용자 만족도 가치를 통해 산출함. 이용자 만족도 가치는 4-2세부와 협동 연구를 통해 수행함

<표 3.106> 고속도로(호남선, 영동선)의 이용자 만족도 가치

	연장(km)	VMS 설치대수(대)	설치율(대/km)	이용자 만족도 가치 (원/VMS/인)
호남선	304.7	16	0.02	78.3
영동선	234.4	18	0.04	75.6

○ 교통정보 가치만족도편익을 산출하는데 사용하는 이용자 만족도 유·무비율은 대상지에서 교통정보를 제공받은 운전자가 만족하는 비율을 의미함. 교통정보 가치만족도편익에 이용자 만족도 유·무비율을 적용하는 것은 주어진 교통정보에 만족하지 않는 운전자는 정보에 대한 지불의사가 없는 것으로 판단할 수 있기 때문임

$$= 10(\text{년}) \times 365(\text{일}) \times \text{이용자 만족도 가치}(\text{원}/VMS/\text{인}) \times \text{이용자 만족도 유·무비율}(\%) \times AADT(\text{대}/\text{일})$$

교통정보 가치만족도편익의 산출식(고속도로 교통정보제공시스템) 수식

(2) 버스정보시스템

○ 버스정보시스템을 통해 실시간 운행정보를 제공함으로써 얻을 수 있는 궁극적인 목표는 버스 이용객의 대기시간 감소임. 버스 이용객이 버스의 도착시간을 알고 있을 때의 5분의 대기시간은 무작정 버스를 기다릴 때에 느끼는 5분의 대기시간과 물리적으로는 동일하나 심리적으로는 차이가 나타남

○ 따라서 버스정보시스템을 통한 궁극적인 기대효과는 버스배차간격을 버스 이용객이 느끼는 평균 대기허용시간 이내로 조정하여 버스 이용객이 느끼는 심리적인 대기시간을 감소시키는 것이며, 버스 이용객이 많을수록 이를 시간가치로 환산한 편익은 증가할 것으로 예상함

(가) 이용자 만족도 가치

○ 이용자 만족도 가치 모형식의 정립을 통해 분석한 이용자 만족도 가치는 버스정보안내기 설치율이 높은 정류장일수록 높게 나타났음. 이는 버스 정류장에서 버스정보시스템을 통해 제공받은 정보가 많은 버스정류장에서 정보를 제공할 경우 지불의사 금액이 더 높은 것을 의미함

$$y = 10.909 \times \ln(x) + 21.348$$

여기서, $y =$ 이용자 만족도 가치(원/VMS/인)
$x =$ 버스정보안내기 설치율(%)

이용자 만족도 가치 산출식(버스정보시스템) 수식

(나) 교통정보 가치만족도편익 산출

○ 버스정보시스템으로 인한 이용자 만족도 가치는 버스정보시스템의 정보를 제공받은 한 사람의 가치임

○ 따라서 교통정보 가치만족도편익을 산출하기 위해서는 우선 CVM 기법을 통해 분석한 이용자 만족도 가치를 산출하고, 이용자 만족도 가치를 교통정보 가치만족도편익으로 전환하기 위해 정류장 이용인원을 곱하는데, 1년의 편익을 산출하기 위해서 365일을 추가적으로 곱함. 이는 하루 동안 발생하는 편익을 1년 동

안의 편익으로 바꾸어 주는 것임

○ ITS 시스템의 내구연한(10년)을 고려하여 총 편익을 산정함. 따라서 교통정보 가치만족도편익의 단위는 원/10년/BIS이며, 다음과 같이 산출함

$$= 10(\text{년}) \times 365(\text{일}) \times \text{이용자 만족도 가치(원/}BIS\text{/인)} \times \text{이용자 만족도 유·무비율(\%)} \times \text{정류장 이용인원(인/정류장/일)}$$

교통정보 가치만족도편익 산출식(버스정보시스템) 수식

(3) 속도위반 단속시스템

○ 본 연구에서는 속도위반 단속시스템 설치효과를 운전자들의 속도위반 건수의 감소라고 판단하고 시스템 설치시 속도위반 건수가 얼마나 감소하는지 분석함

○ 그리고 속도위반 건수의 변화가 차량의 주행속도에 어떠한 영향을 미치는지 분석하고, 속도위반 건수와 교통사고와의 관계를 분석함

(가) 평가 방법

○ 속도위반 단속시스템으로 인해 나타날 여러 효과 중 하나인 교통사고 건수 감소에 의한 교통사고 절감편익 산출방법을 선택함

○ 최종적으로 본 연구에서는 11개의 독립변수를 사용한 다음 식을 속도위반 단속시스템 설치로 인한 교통사고 예측모형으로 선정함

$$Y_0 = \exp(0.6249 - 0.6326x_1 + 0.0379x_2 + 0.4800x_5 + 0.5931x_6 - 0.3192x_7 + 0.3879x_9)$$

여기서, Y_0 : 고속도로 예측 교통사고 건수(건/년/km)

x_1 : 시스템 설치여부("0" or "1")

x_2 : 교통량(1,000대/일)

x_5 : 종단선형2(오르막 "2%" 이상)

x_6 : 종단선형3(내리막 "−2%" 이하)

x_7 : 평면선형1(직선)

x_9 : 평면선형3(곡선+직선)

교통사고 예측모형(고속도로) 수식

$$Y_1 = \exp(-2.1623 - 0.2579x_1 + 0.0429x_2 + 0.0496x_3 - 0.3885x_4 - 0.1968x_5 - 0.3093x_7 - 0.2398x_8)$$

여기서, Y_1 : 일반국도 예측 교통사고 건수(건/년/km)

x_1 : 시스템 설치여부("0" or "1")

x_2 : 교통량(1,000대/일)

x_3 : 속도(km/h)

x_4 : 종단선형1(평지 "−2%～2%")

x_5 : 종단선형2(오르막 "2%" 이상)

x_7 : 평면선형1(직선)

x_8 : 평면선형2(직선+곡선)

교통사고 예측모형(일반국도) 수식

$$Y_2 = \exp(-0.0688 - 0.6105x_1 + 0.0761x_2 + 0.2113x_{10} + 0.1109x_{11})$$

여기서, Y_2 : 도시 내 도로 예측 교통사고 건수(건/년/km)

x_1 : 시스템 설치여부("0" or "1")

x_2 : 교통량(1,000대/일)

x_{10} : 진출입 수(개/m)

x_{11} : 횡단보도 수(개/m)

교통사고 예측모형(도시 내 도로) 수식

(나) 교통사고 절감편익 산출

○ 산출한 교통사고 감소 건수를 경제적 가치로 환산하기 위해서는 교통사고 1건에 해당하는 경제적 가치를 반영해야 함

○ 이를 위해, 우리나라의 대표적인 교통분야 연구기관인 한국교통연구원의 "교통사고비용 추정"에서 제시하는 사망자 1인당 순평균비용, 부상자 1인당 순평균비용, 사고 1건당 물적피해 비용의 추이를 살펴보았음. 과거추세 연장법을 통해 당해년도 사고비용을 산출하며 본 연구에서 과거추세 연장법을 통해 나타난 2010년 사고비용은 사망자 1인당 39,245만원, 부상자 1인당 383만원, 사고 1건당 물적피해 117만원으로 나타났음

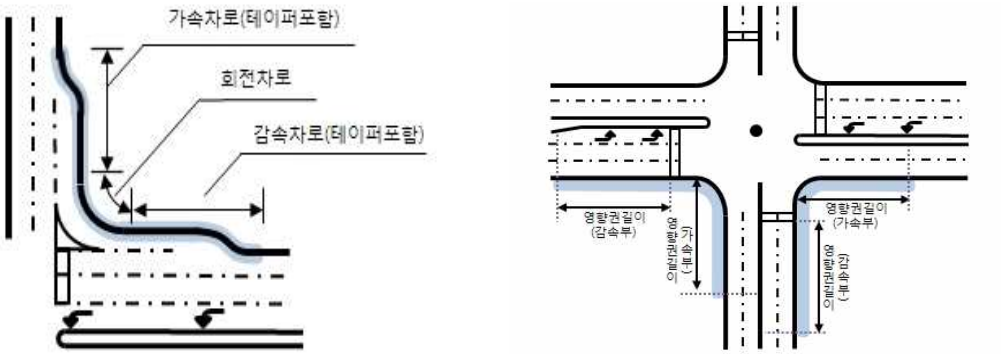
＝10(년)×감소한 교통사고 건수(건/년) ×교통사고 1건당 사고비용(원/건)

속도위반 단속시스템의 편익 산출 수식

(4) 신호위반 단속시스템

○ 신호위반 단속시스템으로 인한 교통사고 절감편익을 산출하기 위해서는 먼저 신호위반 단속시스템으로 인해 신호위반 건수가 감소하고 신호위반 건수의 감소가 교통사고 건수를 감소시킨다는 것을 분석해야 함

○ 신호위반 단속시스템의 설치로 인한 교통사고의 변화를 분석하기 위해서는 교차로의 영향권을 설정해야 함. 따라서 교차로의 영향권은 국토해양부령의 교차로 영향권 기준을 사용하여 다음 그림과 같이 설정함



[그림 3.175] 교차로 영향권 범위

○ 교통사고 건수는 시스템 설치 전 1년의 자료와 시스템 설치 적응기간 이후 1년의 자료를 사용함

○ 또한, 시스템 설치에 따른 효과 분석 기간은 월별 신호위반 건수가 안정화가 되는 기간을 생각하여 신호위반 단속시스템 설치 후 7개월 동안을 사용함

○ 신호위반 단속시스템의 편익을 신호위반 건수가 얼마나 감소하는지 분석해야 하나, 신호위반 건수의 계량화가 현재 불가능한 실정이므로 시스템의 다른 설치효과인 교통사고 건수의 감소를 통해 교통사고 예측모형을 정립하여 분석함

<표 3.107> 신호위반 예측모형의 정립 결과

변수	Negative Binomial			
	계 수	표준오차	Z	P-value
상 수	0.7507	0.483	1.55	0.020
시스템 설치여부	-0.2756	0.075	-3.66	0.000
교통량	0.0101	0.003	3.55	0.000
속 도	0.0222	0.011	2.10	0.036
차로수	0.1162	0.048	2.43	0.015
부도로 황색시간	0.0952	0.046	2.07	0.038
$\ln L$	-207.37			
ρ^2	0.2608			

$$Y = \exp(0.7507 - 0.2756X_1 + 0.0101X_2 + 0.0222X_3 + 0.1162X_4 + 0.0952X_5)$$

여기서, Y: 예측 교통사고 건수(건/년)
X_1: 시스템 설치여부('0' or '1')
X_2: 교통량(1,000대/일)
X_3: 속도(km/h)
X_4: 신호현시 수(개)
X_5: 주도로 직진차로수(개)

신호위반 예측모형식 수식

○ 신호위반 단속시스템의 교통사고 절감편익은 신호위반 예측모형을 통해 시스템 설치 전·후의 신호위반 건수를 예측하고 이를 교통사고 건수와 연결하여 신호위반 단속시스템의 설치로 인해 감소한 교통사고 건수를 산출함

교통사고 절감편익 =
10(년)×감소한 교통사고 건수(건/년)×교통사고 1건당 사고비용(원/건)

교통사고 절감편익 산출식(신호위반 단속시스템) 수식

(5) 자동요금징수시스템

○ 자동요금징수시스템은 무선통신기술을 이용하여 톨게이트를 통과하는 차량이 정지하지 않고 주행하면서 자동으로 통행료를 지불할 수 있게 하는 시스템임

○ 자동요금징수시스템은 일반적인 출구에서 티켓 발권 및 요금 지불을 위해 정차하는 시간이 필요하지 않기 때문에 차량들의 통과시간이 감소하게 되고, 이로 인해 톨게이트에서 차량들의 지체로 인한 혼잡 비용을 감소시킬 수 있음 따라

서 자동요금시스템으로 인한 편익은 정량적 편익인 통행시간 절감편익임

○ 본 연구에서는 자동요금징수시스템의 통행시간 절감편익을 산출하기 위해 대기행렬이론을 분석하고, 톨게이트의 분석에 적합한 대기행렬이론을 적용함. 평균 통과시간 분석은 대기행렬이론을 통해 톨게이트의 일반식 입·출구와 자동요금징수시스템을 설치한 입·출구를 구분하여 분석하고, 이를 통합하여 자동요금징수시스템의 설치효과를 분석함

○ 자동요금징수시스템으로 인한 통행시간 절감편익을 산출하기 위해서는 먼저 톨게이트에서 적용할 수 있는 대기행렬이론을 분석하고 적용 방법을 검토해야 함. 따라서 본 연구에서는 다중서비스 대기행렬이론에 대해 분석하고 이를 적용함

(가) 평균 통과시간 분석

○ 자동요금징수시스템의 설치효과인 평균 통과시간 감소효과는 평균 대기시간에 서비스 시간을 더한 값임. 자동요금징수시스템의 설치로 인해 발생하는 평균 통과시간 감소효과는 시스템을 설치하기 전에 나타나는 평균 통과시간에서 시스템을 설치한 후 나타나는 평균 통과시간을 뺀 값이며, 이는 다음과 같이 나타낼 수 있음

평균 통과시간 감소효과(시간)

$$= [v(s_3 + t_3)] - [v(1-u)(s_1 + t_2) + vu(s_2 + t_2)]/3{,}600$$

여기서, v: 교통량
s_i: 서비스 시간
t_i: 평균 대기시간
i: 차로 유형(1: 시스템 설치 후 폐쇄식 차로
2: 시스템 설치 후 *Hi-Pass* 차로
3: 시스템 설치 전 폐쇄식 차로)

평균 통과시간 감소효과 산출식 수식

(나) 편익 산출

○ 자동요금징수시스템의 통행시간 절감편익은 평균 통과시간 감소효과를 분석하여 산출함. 대기행렬이론을 통한 평균 통과시간 감소효과를 1년에 해당하는 효과로 변환하고, 이에 운전자의 통행시간 가치를 곱하여 산출함

○ 통행시간 절감편익을 산출하기 위해서는 평균 통과시간 감소효과 외에 통행시간 가치가 필요함.

<표 3.108> 통행시간 가치(전국권 : 2009년 기준)

	편익단가 조정 deflator	승용차	버스	화물차
평균 시간가치(원/대) - 2007년 기준	1.076	14,990	58,561	16,571
평균 시간가치(원/대) - 2009년 기준		16,129	63,012	17,829

자료: 한국개발연구원, "도로·철도 부문사업의 예비타당성조사 표준지침 수정·보완 연구(제5판)", 2008.(수정)

※ 통행시간 절감편익

= 10(년)×365(일)×24(시간)
×평균 통과시간 감소효과(시간)×통행시간 가치(원/시간)

통행시간 절감편익 산출식(자동요금징수시스템) 수식

(6) 버스운행관리시스템

○ 버스운행관리시스템은 버스 운행정보를 수집하고 실시간으로 운행실태를 관리하여 버스 배차간격의 정시성을 확보하기 위한 시스템이며 이로 인해 버스 이용객은 일정한 간격으로 도착하는 버스를 무작정 기다리지 않아도 됨. 따라서 버스운행관리시스템의 편익은 버스 이용객의 평균 대기시간 감소로 인한 통행시간 절감편익으로 볼 수 있음

○ 따라서 버스운행관리시스템의 편익은 기존에 발생하는 통행시간 절감편익처럼 수단의 통행속도의 증가로 인해 발생하는 통행시간 감소가 아닌 버스 이용객의 대기시간 감소로 인한 통행시간 절감편익임

○ 평가 방법은 계획된 배차간격 및 실제 도착간격 자료를 통해 분석한 모형식을 토대로 버스의 도착간격을 예측하고 이를 통해 버스 이용객의 평균 대기시간을 분석함. 따라서 버스운행관리시스템의 통행시간 절감편익은 예측된 버스 이용객의 평균 대기시간 변화로 통해 산출함

(가) %정시성 예측모형 정립

○ %정시성 예측모형을 정립하는 단계에서 선택한 모든 변수의 추정된 계수를 통해 %정시성을 예측할 경우 왜곡된 결과가 도출될 수 있음. 따라서 올바른 결과를 도출하기 위해 통계적 기법을 이용하여 유의한 변수를 선정하고, 최적 모형을 도출하는 과정이 필요함

<표 3.109> 정시성 예측모형(광역버스) – 최종

변수	계 수	표준오차	t	P-value
시스템 설치여부	0.1564	0.0633	2.4727	0.0243
배차간격	0.0231	0.0055	4.1619	0.0007
중앙버스전용차로 비율	0.7866	0.2854	2.7565	0.0135
버스정류장 수	-0.0023	0.0010	-2.2446	0.0384
버스 운행대수	0.0157	0.0030	5.2683	0.0001

<표 3.110> 정시성 예측모형(간선버스) – 최종

변수	계 수	표준오차	t	P-value
시스템 설치여부	0.1668	0.0455	3.6682	0.0005
배차간격	0.0597	0.0062	9.6097	0.0000
중앙버스전용차로 비율	0.3181	0.1197	2.6565	0.0101
버스정류장 수	-0.0042	0.0007	-5.9242	0.0000
버스 운행대수	0.0097	0.0017	5.6797	0.0000

<표 3.111> 정시성 예측모형(지선버스) – 최종

변수	계 수	표준오차	t	P-value
시스템 설치여부	0.1673	0.0406	4.1227	0.0001
배차간격	0.0562	0.0041	13.7056	0.0000
버스정류장 수	-0.0038	0.0018	-2.0537	0.0435
운행거리	-0.0078	0.0035	-2.2231	0.0292
버스 운행대수	0.0262	0.0043	6.1155	0.0000

○ 최종적으로 본 연구에서는 모형별로 각각 5개의 독립변수를 사용하여 다음 식을 %정시성 예측모형으로 선정함

$$Y = 0.1564X_1 + 0.0231X_2 + 0.7866X_3 - 0.0023X_4 + 0.0157X_5)$$

여기서, Y: %정시성(%/100)
X_1: 시스템 설치여부('0' or '1')
X_2: 배차간격(분)
X_3: 중앙버스전용차로 비율(%/100)
X_4: 버스정류장 수(개)
X_5: 버스 운행대수(대)

%정시성 예측모형(광역버스) 수식

$$Y = 0.1668X_1 + 0.0597X_2 + 0.3181X_3 - 0.0042X_4 + 0.0097X_5)$$

여기서, Y: %정시성(%/100)
X_1: 시스템 설치여부('0' or '1')
X_2: 배차간격(분)
X_3: 중앙버스전용차로 비율(%/100)
X_4: 버스정류장 수(개)
X_5: 버스 운행대수(대)

%정시성 예측모형(간선버스) 수식

$$Y = 0.1673X_1 + 0.0562X_2 - 0.0038X_3 - 0.0078X_4 + 0.0262X_5)$$

여기서, Y: %정시성(%/100)
X_1: 시스템 설치여부('0' or '1')
X_2: 배차간격(분)
X_3: 버스정류장 수(개)
X_4: 운행거리(km)
X_5: 버스 운행대수(대)

%정시성 예측모형(지선버스) 수식

(나) 편익산출

○ 통행시간 절감편익을 산출하기 위해서는 승객 1명당 평균 대기시간에 해당 버스노선의 이용객을 곱하여 산출함. 이 때, 일반적으로 버스 이용객 수는 1일 기준으로 자료를 제공하고 있으므로 1년 동안의 이용객으로 변환하여 적용함

※ 통행시간 절감편익

= 10(년)×365(일)×버스 이용객(명/일)
×평균 대기시간 감소효과(시간)×통행시간 가치(원/시간)

통행시간 절감편익 산출식(버스운행관리시스템) 수식

다. ITSBC 소프트웨어 개발

○ ITSBC 평가 소프트웨어는 ITS 시스템 설치 전의 시스템 설치효과를 파악할 수 있으며, 통행시간 절감편익, 차량운행비용 절감편익 등 경제성 평가를 위한 편익을 산출할 수 있음

○ 또한 ITSBC 평가 소프트웨어는 ITS 시스템 설치로 인한 비용 및 편익이 명확히 드러나기 때문에 경제성 평가 시 시스템 설치효과를 뚜렷하게 확인할 수 있음

○ ITSBC 평가 소프트웨어는 Node와 Link 정보에 의해 네트워크를 구축함. Node와 Link 파일은 숫자를 통한 Text 파일로, ITSBC 평가 소프트웨어 단독으로 네트워크를 구축하기에 어려운 점이 있음. 따라서 ITSBC 평가 소프트웨어의 네트워크 구축은 EMME/2 프로그램을 통해 네트워크를 연계 받아 적용해야 함. 이 때, EMME/2의 네트워크와 ITSBC의 네트워크를 구성하는 파일의 포맷의 차이로 인하여 EMME/2의 네트워크를 ITSBC 평가 소프트웨어로 전환하는 작업에 어려운 점이 있음. IDAS 시뮬레이션에서는 EMME/2의 네트워크를 변환하는 툴을 제공하고 있지 않으나, ITSBC 평가 소프트웨어에서는 EMME/2의 네트워크를 ITSBC 평가 소프트웨어의 네트워크로 변환하는 툴을 제공함

A U T O T I M E S A N D V O L U M E S
****

Selected links: all

from node	to node	length (km)	modes	link type	no.of lanes	v/d fct	time (min)	speed (km/hr)	volumes auto	volumes addl.	volumes total
1	611917	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	4747		4747
1	611919	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	3992		3992
1	611925	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	1909		1909
1	611926	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	3821		3821
2	611927	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	6317		6317
2	611936	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	4554		4554
2	612826	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	4601		4601
3	611857	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	4268		4268
3	611888	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	6067		6067
3	611897	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	7367		7367
4	611948	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	611		611
4	611959	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	1447		1447
4	612834	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	2967		2967
5	611828	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	4141		4141
5	612621	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	666		666
6	611685	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	0		0
6	612191	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	1363		1363
6	612852	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	5834		5834
7	611722	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	8766		8766
7	611760	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	6542		6542
7	612558	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	7687		7687
8	612021	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	4952		4952
8	612023	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	4485		4485
8	612025	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	3262		3262
8	612888	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	4493		4493
9	612198	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	5338		5338
9	612199	0.01	cp	513	9.9	13	.03	20.00	5863		5863

[그림 3.176] EMME/2 Link 파일

	ANODE	BNODE	DIST	MODE	ATYPE	LANES	FTYPE	VOL	CAP	SPEED	DISTRICT	TSIND	
a	1	612567	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	1	612805	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	1	613150	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	1	613178	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	2	612628	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	2	612650	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	2	613094	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	3	610409	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	3	616822	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	3	616939	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	3	629738	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	4	610336	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	4	613596	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	4	616064	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	4	616116	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	5	614444	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	5	614514	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	5	614797	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	5	615006	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	6	610462	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	6	610468	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	6	610575	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	6	610792	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	7	615580	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	7	615646	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	7	615685	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	7	615770	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	8	610145	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	8	612329	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	8	613377	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	8	613508	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	9	611476	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	9	612201	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	9	612221	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	9	629569	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	10	610861	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	10	611825	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	10	611985	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	10	612087	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	
a	11	611106	0.01	1	1	9	9	0	99999	0	1	s	

[그림 3.177] ITSBC Link 파일

○ 또한, 국내에서 구분한 ITS 시스템과 ITSBC 평가 소프트웨어에서 제시하는 ITS 시스템의 구분이 모호하여, 그 구분이 어려우므로 ITS 사업에 적용이 어려움

○ 예를 들어, 무인과속단속시스템과 무인신호단속시스템의 경우에는 기존 IDAS 시뮬레이션에서는 평가가 어려우며 IDAS 시뮬레이션에서 평가할 수 없는 ITS 시스템을 평가하기 위해 ITSBC 평가 소프트웨어에서는 IDAS 시뮬레이션에서 평가할 수 없는 ITS 시스템의 평가 방법을 제시하고 있음. IDAS 시뮬레이션에서는 무인단속시스템의 구성장비인 CCTV를 ITS 시스템으로 제시하고 있지만, 이를 설치할 때에도 편익이 발생하지 않고 과속단속카메라의 개수만을 적용할

수 있음. 따라서 무인단속시스템의 평가를 위해서는 편익을 수동으로 직접 입력하는 Additional Benefits를 입력해야 하거나 새로운 시뮬레이션을 통해 평가를 수행해야 함

- ○ 따라서 이러한 문제점을 해결하기 위해 ITSBC 평가 소프트웨어에서는 IDAS 시뮬레이션을 통해 수행할 수 없는 속도위반 단속시스템, 신호위반 단속시스템, 버스정보시스템 등의 평가 방법론을 적용하여 평가를 수행할 수 있도록 함
- ○ 마지막으로 평가를 수행하는 과정에 있어서 통행시간 정시성 편익의 계수 및 통행시간 가치 등을 국내 실정에 맞도록 적용해야 하는 문제점이 존재함
- ○ IDAS 시뮬레이션의 개발회사에서 제공하고 있는 IDAS 시뮬레이션의 매뉴얼에는 IDAS 시뮬레이션의 수행과정 및 기본 모듈에 관해 설명하고 있으나, 평가 수행과정에서 유의할 사항 및 평가의 수행방법론에 대하여는 제시하지 않고 있음. 또한, IDAS 시뮬레이션은 미국에서 개발한 시뮬레이션으로 미국에서 사용하고 있는 통행시간 가치, 환경오염물질 배출계수 등을 사용하고 있으므로 국내 실정에 적합하지 않음
- ○ 따라서 ITSBC 평가 소프트웨어는 국내 실정에 적합한 통행시간 가치, 교통사고 비용, 차량운행비용 등의 값을 사용하여 평가를 수행할 수 있도록 하였으며, ‘ITSBC 평가 소프트웨어 이용자 매뉴얼’을 통해 ITSBC 평가 소프트웨어의 분석 방법 및 유의사항 등을 제시하고 있음

4. 『평가』 단계 연구소결

○ ITS『평가』단계의 연구는 교통 자료·정보·사업성 평가 기술개발이라는 연구명으로 4세부과제에서 담당하였음. ITS 사업의 투자타당성 확보와 ITS 사업의 지속적인 재투자를 목표로 교통자료, 교통정보, ITS사업성에 대한 평가 방법론를 개발하였음. 이러한 평가 범위와 내용 및 방법론 등은 각 차년도별 성과물에 대한 전문가 자문회의와 4차년도의 대규모 공청회를 통하여 즉시 사용할 수 있는 체계를 갖추었음

- 첫째, ITS에서 정보화의 기본단위인 수집데이터에 대한 연구, 즉 '교통자료 평가기술개발'에서는 기존 연구 및 다양한 알고리즘의 검토를 통하여 ①차량검지기를 통해 수집되는 교통자료의 정확도를 평가함으로써 교통자료 평가 알고리즘 및 프로그램을 개발함. 또한, ②교통자료가 요구하는 정확도를 결정할 수 있는 기술을 검토하고, 정확도 개선에 대한 발생 편익을 산정함
- 둘째, '교통정보 평가기술개발'에서는 ①교통정보 효용성 평가기술로 이용자 만족도 모형을 구축하였으며, 이는 이용자 만족도 설문조사를 통하여 교통정보의 효용성을 점수로 평가할 수 있는 기술임. 설문조사를 통하여 평가되는 이용자 만족도 점수는 개발된 이용자 만족도 등급을 통해서도 손쉽게 평가가 가능할 수 있도록 함. 또한 ②교통정보 가치화 기술을 개발하여, VMS와 BIS의 교통정보에 대하여 이용자 가치를 산정할 수 있는 가치함수를 개발하였으며, 이를 통하여 손쉽고 간단하게 이용자 가치를 산출할 수 있게 되었음. ③교통정보 품질관리 기술개발을 통해서는 이용자 측면에서 교통정보 제공시스템에 대한 품질관리를 수행할 수 있는 방안을 제시하였으며, 이는 이용자 만족도 모형을 이용한 방법과, 이용자 만족도 설문조사가 불가능할 때 사용할 수 있는 효용함수를 이용한 방법, 본 연구에서 수행한 가상주행실험을 통한 적절한 정보 컨텐츠를 포함함
- 셋째, '교통 시스템 평가기술개발'에서는 ①단위 ITS 사업별로 타당성을 평가할 수 있도록 비용 및 편익항목을 설정하고 평가프로세스를 정립하여 ITS사업 타당성 평가지침을 완성함. 이는 ITS사업 전체적으로 타당성 평가방법론을 통일하여 객관적이고 신뢰할 수 있는 방법론을 마련하였다는데 의의가 있으며, 개발된 타당성 평가기술에 대한 적용을 위하여 ITSBC 소프트웨어를 완성하였으며, 이는 국외 IDAS소프트웨어를 국내 실정에 맞도록 수정 및 보완한 것임

제 4 장 목표달성도 및 관련분야에의 기여도

제 1 절 목표달성도

1. 성과물

○ 연구단에서 총괄 취합한 1~4차년도 총 성과물을 모두 제시하였으며 지침이나 정책 제안 및 홍보 등은 공공적 성과로, 관련특허 및 S/W등은 기술적성과로, 논문 및 학술발표대회논문발표는 학술적 성과로, 기술실시계약과 제품화 등은 실용화성과로 구분하였으며 그에 따른 증빙[64]자료를 첨부함

가. 공공적 성과

(1) 설계기준, 시방서, 지침에 제안

<표 4.1> 공공성과물-지침 등

코드	설계기준/시방서/제안 구분	명칭	제안항목(조항) 및 요약	제안일시	반영(예정)일시	소관부처/기관(담당실국)	관련연구(해당연구기관)	증빙(공문/개정본)
지-1	지침	ITS 사업 타당성평가 지침	ITS사업 시행지침의 일부로 채택활용 제안	2011.05	검토중	국토부(첨단도로환경과)	서울시립대학교	증)4세부-36
지-2	지침	ITSBC 소프트웨어 이용자 매뉴얼	ITS사업 시행지침의 일부로 채택활용 제안	2011.05	검토중	국토부(첨단도로환경과)		증)4세부-37
지-3	지침	교통정보 제공관리를 위한 이용자 매뉴얼	ITS사업 시행지침의 일부로 채택활용 제안	2011.05	검토중	국토부(첨단도로환경과)		증)4세부-38

(2) 정책제안

<표 4.2> 공공성과물-정책제안 등

코드	시책명(제안명)	주요내용	제안일시	반영(예정)일시	소관부처/기관(담당실국)	관련연구(해당연구기관)	증빙(공문/개정본)
제-1	정책반영 건의	교통정보 사업성 평가기술에 대한 정책 반영	2011.05	검토중	국토부(첨단도로환경과)	서울시립대학교	증)4세부-35
제-2	센터-현장장치간 교통정보연계시스템 표준안 제안	ITS표준총회에'센터-현장장치간 교통정보연계시스템 표준'표준화과제 채택	2011.07	2011.07	ITS표준총회	(주) 경봉	증)2세부-50
제-3	국가 R&D 연구결과물의 활용 건의	'SNS기반의 교통정보 가공 및 표출 시스템' 정책활용 제안	2011.09	2011.09	국토부(첨단도로환경과)	한국건설기술연구원/브레넥스	증)3세부-97

64) 증빙자료는 보고서 부록으로 별첨하였음

(3) 홍보

<표 4.3> 공공성과물-홍보

코드	홍보구분 (공중파/신문)	매체 (프로그램)	주요내용	일시	증빙 (보도자료/ 홍보화면/기사 등)
홍-1	기타	서울대학교 융항기술원	두개의 지점검지기를 이용한 다차로 구간 밀도관측방안의 대한 학술대회 우수논문상 수상	2009.10.30	증)1세부-67
홍-2	신문	한국경제TV	제이티, 8천억 규모 복합검지기 시장 선점 예상	2010.12.15	증)1세부-68
홍-3	신문	건설신문	교통정보 수집/가공/제공/평가 신기술개발 목표	2011.01.24	증)1세부-69
홍-4	언론	교통정책과 기술 2008년 6월호	(교통정책 과 기술 2008년 6월) 대용량 이력 교통자료를 이용한 교통상황 판단 및 예보 생성 기술	2008.06.01	증)2세부-51
홍-5	기타	ITS World Congress busan 2010	건기연 부스와 비츠로시스 부스에서 자동 교통정보 추출 Auto Configuration 소프트웨어 전시 및 홍보 수행	2010.10.26	증)2세부-52
홍-6	전시회	ITS World Congress busan 2010	개방형 API와 클라우드 플랫폼을 통한 차세대 교통정보센터 시스템 시연	2010.10.28	증)2세부-53
홍-7	신문	전자신문	KT, 기술개발 사업자로 선정	2008.05.26	증)3세부-64
홍-8	행사개최	RFID/USN KOREA 2008	멀티미디어기반 교통정보 표출 단말 홍보	2008.11.05	증)3세부-65
홍-9	행사	Mobile IPTV기반의 교통정보 제공 연구(섬유센터)	"기존 유선형 IPTV와 mobile IPTV연동 서비스 시나리오" 발표	2008.10.31	증)3세부-66
홍-10	행사	Mobile IPTV기반의 교통정보 제공 연구(강원도 평창)	WiBro망을 이용한 Mobile IPTV 교통정보 제공기술 논문 발표	2008.12	증)3세부-67
홍-11	행사	모바일 IPTV 표준관점	Wired/Wireless Convergence Service for Mobile IPTV"발표	2009.04.09	증)3세부-68
홍-12	행사	Mobile IPTV기반의 교통정보 제공 연구(건국대학교)	Wired/Wireless Convergence Service for Mobile IPTV"발표	2009.05.01	증)3세부-69
홍-13	행사개최	ITS 학회 전시회	연구과제 개요 및 개발관련 판넬 전시 및 스마트폰, 내비게이션단말시연, 홍보동영상 전시	2009.10.30	증)3세부-70
홍-14	기타	서울대 융합기술원	2009년 한국 ITS학회 추계 학술대회 전시회 출품	2009.10.30	증)3세부-71
홍-15	전시회	CeBIT 2010 전시회	스마트폰(NexusOne만)에서의 리얼내비게이션 및 Traffic Twitter 데모영상	2010.03.02	증)3세부-72
홍-16	전시회	CEATEC2010전시회	스마트폰(iPhone포함)에서의 리얼내비게이션 및 Traffic Twitter 데모영상	2010.10.07	증)3세부-73
홍-17	공중파	KBS 9시 뉴스	"앞 유리창이 모니터"신개념 내비게이션	2010.12.09	증)3세부-74
홍-18	신문	건설경제	건기연, 차량 유리에 비치는 네비게이션(HUD)개발	2010.12.15	증)3세부-75
홍-19	신문	아시아투데이	네비게이션 차량 유리창 속으로	2010.12.15	증)3세부-76
홍-20	신문	전자	차량 유리 내비게이션 나왔다	2010.12.16	증)3세부-77
홍-21	신문	한겨레	쓰던 차 앞유리에도 내비게이션이 뜨네	2010.12.16	증)3세부-78
홍-22	신문	뉴스엔	HUD방식 유리창 네비게이션 개발 '시선유도없어 안정성 탁월'	2010.12.16	증)3세부-79
홍-23	신문	동아일보	손 쉽게 설치할 수 있는 앞유리 네비게이션 개발	2010.12.16	증)3세부-80
홍-24	신문	내일	건기연, 차량 유리에 비치는 네비게이션 개발	2010.12.17	증)3세부-81
홍-25	신문	국토자원경제	차세대 교통정보IT 기술 선도 트위터 기반 최적 고객서비스 구현	2011.01.16	증)3세부-82
홍-26	신문	건설기술신문	실시간 리얼 내비게이션 개발 초점	2011.01.24	증)3세부-83
홍-27	신문	아이뉴스24	아이폰 기반 응용서비스 구현 및 상용화	2011.02.10	증)3세부-84
홍-28	신문	전자신문	아이폰 기반 응용서비스 구현 및 상용화	2011.02.10	증)3세부-85
홍-29	신문	디지털타임스	HUD 등 국토해양 기술 장 열린다.	2011.07.11	증)3세부-86
홍-30	기타	코엑스	국토해양 Technology Fair, 차량용 HUD 전시	2011.07.12	증)3세부-87
홍-31	신문	한국경제	차 앞유리가 계기판	2011.07.12	증)3세부-88
홍-32	신문	디지털타임스	차량 앞유리에 내비게이션… 만지면 잡힐듯	2011.07.13	증)3세부-89
홍-33	신문	연합뉴스	차량 앞 유리 네비게이션 '헤드업 디스플레이'	2011.07.13	증)3세부-90
홍-34	신문	newsis	차량 장착된 HUD	2011.07.13	증)3세부-91

홍-35	신문기사 인터뷰	건설기술 신문	교통자료 정보 사업성 평가기술의 연구 성과 및 활용에 대한 소개	2011.03.02	증)4세부-33
홍-36	공청회 개최	공청회	교통정보 사업성 평가지침에 대한 실용성 검증 과정	2011.03.11	증)4세부-34

나. 기술적 성과

(1) 특허

<표 4.4> 기술적 성과물-특허

코드	출원/등록	특허 명칭	출원		등록		관련연구 (해당연구기관)	증빙 (출원/등록증)
			출원일	출원번호	등록일	등록번호		
특-1	출원/등록	복합검지체계를 가진 교통정보 예측 복합 검지기 및 교통정보 예측방법	2008.05.29	10-2008-0050264	2010.8.27	10-0979724	(주) 제이티, 한국건설기술연구원	증)1세부-1
특-2	출원/등록	이동 물체의 특징점을 이용하는 영상 검지 방법	2008.08.29	10-2008-0085000	2010.8.27	10-0979726	(주) 제이티, 한국건설기술연구원	증)1세부-2
특-3	출원/등록	차량밀도 검지 방법 및 시스템	2008.09.25	2008-0094032	2010.07.08	10-0970404	(주) 하이테콤, 한국건설기술연구원, 서울시립대	증)1세부-3
특-4	출원/등록	도로환경정보 제공 시스템 및 그 동작방법	2009.07.20	10-2009-0065799	2011.09.20	10-1067746	(주) 제이티, 한국건설기술연구원, 한양대학교	증)1세부-4
특-5	출원/등록	다차선 차량검지 방법	2010.07.23	2010-0071159	2010.10.21	10-0990404	(주) 제이티	증)1세부-5
특-6	출원/등록	열 적외선을 이용한 환경독립형 교통검지시스템	2010.07.29	2010-0073466	2011.04.22	10-1032098	(주) ECM	증)1세부-6
특-7	출원	위치에 기반한 차량 통신 안테나 시스템 및 전파 송수신 방법	2008.06.16	10-2008-0056328	-	-	(주) 제이티	증)1세부-7
특-8	출원	교통정보 수집장치	2008.07.01	10-2008-0063246	-	-	(주) 하이테콤 시스템	증)1세부-8
특-9	출원	영상기반의 비검지식 자동차량인식시스템	2008.07.07	10-2008-0065449	-	-	(주) 타우마텍, 한국건설기술연구원	증)1세부-9
특-10	출원	차량밀도검지방법	2009.06.02	10-2009-0048711	-	-	(주) 하이테콤, 한국건설기술연구원, 서울시립대	증)1세부-10
특-11	출원	차량 이동속도 추적장치와 그 방법 및 그 방법을 실현시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체	2009.06.17	10-2009-0054035	-	-	(주) 인투텍. 한국건설기술연구원	증)1세부-11
특-12	출원	차량검출장치	2010.05.07	10-2010-0043067	-	-	(주) 하이테콤 시스템	증)1세부-12
특-13	출원	노변장치와 하이패스 차량단말기를 이용한 영상검지 시스템의 자가 보정방법 및 자가	2010.05.28	10-2010-0050014	-	-	한국건설기술연구원	증)1세부-13

		보정시스템						
특-14	출원	열 적외선을 이용한 환경독립형 교통검지시스템	2011.05.09	PCT/KR2011/003425	-	-	(주) ECM	증)1세부-14
특-15	출원	열 적외선 기반이 악천후시 실시간 차량검지 분류 방법	2011.05.09	2011-0043463	-	-	(주) ECM	증)1세부-15
특-16	등록	교통정보시스템	2008.06.27	2008-0061668	09.06.09	10-0901331	(주) 비츠로시스	증)2세부-1
특-17	출원	자동 교통정보추출 시스템 및 그의 추출 방법	2009.03.20	2009-0024042	-	-	(주) 비츠로시스	증)2세부-2
특-18	출원	자동 교통정보추출 시스템	2010.05.14	2010-0045494	-	-	(주) 비츠로시스	증)2세부-3
특-19	출원	객체자동추적시스템	2010.02.26	2010-0017838	-	-	(주) 비츠로시스	증)2세부-4
특-20	출원	자동 교통정보추출 시스템 및 그의 추출방법	2011.05.06	2011-0042916	-	-	(주) 비츠로시스	증)2세부-5
특-21	출원/등록	차량용허드장치	2008.07.03	10-2008-0064460	2009.10.05	10-0921207	한국건설기술연구원,(주) 브이앤아이	증)3세부-1
특-22	출원/등록	차량용 허드장치의 광학계	2009.05.13	10-2009-0041484	2011.02.16	10-1017032	한국건설기술연구원,(주) 브이앤아이	증)3세부-2
특-23	출원/등록	맞춤 교통정보 제공 방법	2009.06.29	10-2009-0058027	2011.08.17	10-1058924	(주) 케이티	증)3세부-3
특-24	출원	맞춤형 교통정보 제공 장치 및 그 방법	2008.09.29	10-2008-0095504	-	-	(주) 케이티	증)3세부-4
특-25	출원	차량 허드용 정보표출 장치	2009.05.14	10-2009-0041483	-	-	한국건설기술연구원,(주) 브이앤아이	증)3세부-5
특-26	출원	내비게이션 장치 및 이를 이용한 교통정보 서비스 방법	2009.11.30	10-2009-0117409	-	-	(주) 케이티	증)3세부-6
특-27	출원	차량용 허드장치의 백라이트 유닛	2010.03.10	10-2010-0021306	-	-	(주) 브이앤아이	증)3세부-7
특-28	출원	다중렌즈를 이용한 허드장치	2010.03.10	10-2010-0021312	-	-	(주) 브이앤아이	증)3세부-8
특-29	출원	워터마킹 기술을 이용한 VMS 정보전송장치 및 방법, VMS 정보수신 장치 및 방법	2010.06.15	10-2010-0056321	-	-	한국건설기술연구원	증)3세부-9
특-30	출원	운송수단의 허드장치 및 그 동작 제어방법	2010.06.16	10-2010-0056878	-	-	한국건설기술연구원	증)3세부-10
특-31	미국출원	차량 허드용 정보표출 장치	2011.01.16	61/436512	-	-	한국건설기술연구원,(주) 브이앤아이	증)3세부-11
특-32	미국출원	차량용 허드장치의 광학계	2011.01.16	61/436516	-	-	한국건설기술연구원,(주) 브이앤아이	증)3세부-12
특-33	출원	차량의 창유리용 정보표시장치	2011.02.18	10-2011-0014747	-	-	(주) 브이앤아이	증)3세부-13
특-34	출원	전광판용광학렌즈 및 이를 이용한 LED전광판	2011.02.21	10-2011-0015071	-	-	한국건설기술연구원	증)3세부-14
특-35	PCT출원	다중렌즈를 이용한 차량용 허즈장치	2011.03.9	PCT/KR2011/001610	-	-	한국건설기술연구원,(주) 브이앤아이	증)3세부-15
특-36	출원	차량용 HUD 장치	2011.05.02	2011-0041404	-	-	(주) 브이앤아이	증)3세부-16
특-37	출원	전광판용 비구면 광학렌즈	(출원중)				한국건설기술연구원	(출원중)

(2) 소프트웨어(S/W)

<표 4.5> 기술적 성과물-소프트웨어

코드	디자인특허 명칭	등록		관련연구 (해당연구기관)	증빙 (등록증)
		등록일	등록번호		
S-1	차량번호 검지 및 인식 프로그램	2008.07.10	2008-01-189-003505	(주) 타우마텍	증1세부-16
S-2	실시간 차량검출 전처리 소프트웨어(1세부)	2008.08.13	2008-01-129-004102	(주) NGT	증1세부-17
S-3	위치정보 추출을 위한 영상정합 소프트웨어(1세부)	2008.08.13	2008-01-129-004103	(주) NGT	증1세부-18
S-4	부분가려짐에 강인하고 멀티미디어(JPEG/H.264/AAC) 압축 및 전송 기능을 갖는 영삼검지 S/W	2008.08.29	2008-01-189-004299	(주) 제이티	증1세부-19
S-5	교통 및 도로환경 정보 수집 및 설정 S/W	2008.08.29	2008-01-179-004300	(주) 제이티	증1세부-20
S-6	열 적외선 카메라의 임의영역 자동초점제어 S/W	2008.09.24	2008-01-239-004770	(주) ECM	증1세부-21
S-7	3D-TMV(3D-Traffic Movement-Viewer)	2009.05.29	2009-01-129-002889	(주) 제이티	증1세부-22
S-8	이동체 세부정보 인식(차종인식)	2009.05.29	2009-01-129-002890	(주) 제이티	증1세부-23
S-9	노면 미끄럼상태 추정	2009.05.29	2009-01-129-002891	(주) 제이티	증1세부-24
S-10	중고해상도 영상 취득 및 복합영상(열영상+가시영상) 정합	2009.05.29	2009-01-129-002892	(주) 제이티	증1세부-25
S-11	세인 프로스플랫폼 영상처리 및 시스템 라이브러리	2009.05.29	2009-01-129-002893	(주) 제이티	증1세부-26
S-12	다기능 복합검지기용 환경센서 수집	2009.05.29	2009-01-129-002894	(주) 제이티	증1세부-27
S-13	자가보정을 위한 레이더 센서 정보 원격 수집 및 제어	2009.05.29	2009-01-129-002895	(주) 제이티	증1세부-28
S-14	복합영상 취득 장치 제어	2009.05.29	2009-01-129-002896	(주) 제이티	증1세부-29
S-15	probe 차량 수집 정보전송 API	2009.06.05	2009-01-129-002968	(주) 제이티	증1세부-30
S-16	열 적외선 온도 보정 S/W	2010.03.22	2010-01-129-001577	(주) ECM	증1세부-31
S-17	다차선 비검지식 차량번호 인식 SW	2010.05.11	2010-01-129-002676	(주) 제이티	증1세부-32
S-18	주행안전 정보생성 SW	2010.05.11	2010-01-129-002673	(주) 제이티	증1세부-33
S-19	다중화각 영상 취득 SW	2010.05.11	2010-01-129-002674	(주) 제이티	증1세부-34
S-20	다차선 차종 인식 SW	2010.05.11	2010-01-129-002675	(주) 제이티	증1세부-35
S-21	노면상태 및 안개 상태 추정 S/W	2010.05.11	2010-01-129-002677	(주) 제이티	증1세부-36
S-22	열 적외선 기반의 Object Tracking 방식 교통정보 수집 S/W	2010.05.26	2010-01-189-003053	(주) ECM	증1세부-37
S-23	열 적외선을 이용한 활주로 이동체 감지 프로그램	2011.02.25	2011-01-299-001101	(주) ECM	증1세부-38
S-24	교통정보센터의 수집	2011.05.11	2011-01-189-002923	한국건설기술연구원	증1세부-39
S-25	다기능복합검지기 로컬 모니터링 프로그램	2011.05.24	2011-01-129-003241	(주) 제이티	증1세부-40
S-26	다기능(VDS,AVI)복합(교통정보,도로환경정보) 검지 알고리즘	2011.05.24	2011-01-129-003269	(주) 제이티	증1세부-41
S-27	저해상도 다차로 번호판 인식 AVI LPR 알고리즘	2011.06.8	2011-01-129-003639	(주) 제이티	증1세부-42
S-28	다기능복합검지기 노면상태 검지 알고리즘	2011.06.8	2011-01-129-003642	(주) 제이티	증1세부-43
S-29	다기능복합검지기 안개상태 검지 알고리즘	2011.06.8	2011-01-129-003643	(주) 제이티	증1세부-44
S-30	다기능복합검지기 차량검지 알고리즘	2011.06.8	2011-01-129-003644	(주) 제이티	증1세부-45
S-31	다기능복합검지기 로컬데이터 수집 알고리즘	2011.06.8	2011-01-129-003645	(주) 제이티	증1세부-46

S-32	다기능복합검지기 구간정보 관리 알고리즘	2011.06.8	2011-01-129-003646	(주) 제이티	증)1세부-47
S-33	다기능 복합검지기 로컬장비 데이터통신 알고리즘	2011.06.8	2011-01-129-003647	(주) 제이티	증)1세부-48
S-34	다기능복합검지기 환경정보 관리 알고리즘	2011.06.8	2011-01-129-003648	(주) 제이티	증)1세부-49
S-35	다기능복합검지기 개별차량 관리 알고리즘	2011.06.8	2011-01-129-003649	(주) 제이티	증)1세부-50
S-36	열 적외선 기반이 악천후 시 실시간 차량검지 분류 프로그램	2011.06.08	2011-01-189-003652	(주) ECM	증)1세부-51
S-37	KML 생성프로그램	2008.09.04	2008-01-183-004351	(주)경봉	증)2세부-6
S-38	KML 변환프로그램	2008.09.04	2008-01-183-004355	(주)경봉	증)2세부-7
S-39	KML 표출프로그램	2008.09.04	2008-01-183-004356	(주)경봉	증)2세부-8
S-40	교통정보 추출 자동 환경 설정 S/W	2009.05.18	2009-01-299-002602	(주) 비츠로시스	증)2세부-9
S-41	GIS를 통한 정보표현 프로그램	2010.03.17	2010-01-299-001469	(주)경봉	증)2세부-10
S-42	교통정보 추출 프로그램 ver 2	2010.03.17	2010-01-299-001470	(주)경봉	증)2세부-11
S-43	교통정보 변환 프로그램 ver2	2010.03.17	2010-01-299-001471	(주)경봉	증)2세부-12
S-44	교통정보 연계 서비스 프로그램	2010.03.17	2010-01-299-001472	(주)경봉	증)2세부-13
S-45	교통정보 제공 Open API프로그램	2010.04.30	2010-01-199-002503	(주)경봉	증)2세부-14
S-46	교통정보 수집 Open API프로그램	2010.04.30	2010-01-199-002504	(주)경봉	증)2세부-15
S-47	수요대응 정보제공을 위한 개방형교통정보 플랫폼 모니터링 UI	2010.04.30	2010-01-199-002505	(주)경봉	증)2세부-16
S-48	수요대응 정보제공을 위한 개방형교통정보 플랫폼 디버깅프로그램	2010.04.30	2010-01-199-002506	(주)경봉	증)2세부-17
S-49	교통정보 메시지포맷 처리프로그램	2010.04.30	2010-01-199-002510	(주)경봉	증)2세부-18
S-50	클라우드 게이트웨이 클라이언트	2011.04.21	2011-01-234-002599	(주)경봉	증)2세부-19
S-51	클라우드 분산처리 서버	2011.04.21	2011-01-231-002603	(주)경봉	증)2세부-20
S-52	개방형 교통정보 센터 웹 모니터링 관리 프로그램	2011.04.21	2011-01-183-002604	(주)경봉	증)2세부-21
S-53	CCTV 영상 및 교통정보 관리 S/W	2011.04.26	2011-01-179-002695	(주) 비츠로시스	증)2세부-22
S-54	CCTV 교통정보 수집 S/W	2011.04.26	2011-01-299-002696	(주) 비츠로시스	증)2세부-23
S-55	휴리스틱 지식기반 교통정보 가공 모듈	2011.06.20	2011-01-129-003838	한양대학교	증)2세부-24
S-56	홀로그램 표출용 프로그램	2008.07.17	2008-01-211-003665	(주) 브이앤아이	증)3세부-18
S-57	OpenAPI 기반 지도에 교통정보 표출 OpenAPI	2008.07.31	2008-01-199-004138	(주) 브레넥스	증)3세부-19
S-58	실시간 교통정보 콘텐츠 배포정보 및 교통정보 수집 S/W	2008.07.31	2008-01-199-004142	(주) 브레넥스	증)3세부-20
S-59	HUD 표출용 데이터 송신 프로그램	2009.03.11	2009-01-211-001239	(주) 브이앤아이	증)3세부-21
S-60	HUD 표출용 데이터 수신 프로그램	2009.03.11	2009-01-211-001240	(주) 브이앤아이	증)3세부-22
S-61	사용자 위치기반 멀티미디어 교통정보 콘텐츠 가공 통합 시스템	2009.05.01	2009-01-183-002465	(주) 브레넥스	증)3세부-23
S-62	위젯 어플리케이션	2009.06.18	2009-01-199-003207	(주) 케이티/ 한국건설기술연구원	증)3세부-24
S-63	HUD 표출용 CAN 통신 프로그램	2010.03.03	2010-01-211-001197	(주) 브이앤아이	증)3세부-25
S-64	HUD 표출용 PMP 단말 연계 프로그램	2010.03.03	2010-01-211-001198	(주) 브이앤아이	증)3세부-26
S-65	사용자 선호도기반 멀티미디어 교통정보 개방형 API 프로그램	2010.04.09	2010-01-199-002377	(주) 브레넥스	증)3세부-27
S-66	사용자 선호도기반 교통정보 추천 알고리즘 프로그램	2010.04.26	2010-10-199-002378	(주) 브레넥스	증)3세부-28
S-67	KT Traffic Engine	2010.04.29	2010-01-199-002477	(주) 케이티/ 한국건설기술연구원	증)3세부-29
S-68	Traffic Twitter Parser	2010.04.29	2010-01-199-002478	(주) 케이티/	증)3세부-30

				한국건설기술연구원	
S-69	Real Navigator Image	2010.04.29	2010-01-199-002479	(주) 케이티/ 한국건설기술연구원	증)3세부-31
S-70	Video Player	2010.04.29	2010-01-199-002480	(주) 케이티/ 한국건설기술연구원	증)3세부-32
S-71	오디오 워터마킹을 이용한 VMS 문자정보 추출 프로그램	2010.05.12	2010-01-185-002826	한국건설기술연구원	증)3세부-33
S-72	FM주파수 및 워터마킹기술을 응용한 VMS정보 송신 프로그램	2010.05.12	2010-01-185-002829	한국건설기술연구원	증)3세부-34
S-73	트위터 교통정보 가공 시스템	2011.01.27	2011-01-199-000538	(주) 브레넥스	증)3세부-35
S-74	트위터 교통정보 표출 단말 프로그램	2011.01.27	2011-10-199-000539	(주) 브레넥스	증)3세부-36
S-75	HUD 무선키패드용 표출 프로그램	2011.03.29	2011-01-211-001776	(주) 브이앤아이	증)3세부-37
S-76	HUD 슈퍼바이저 제어 프로그램	2011.03.29	2011-01-211-001777	(주) 브이앤아이	증)3세부-38
S-77	내비게이션 영상 매칭 라이브러리(iOS)	2011.4.08	2011-01-199-002180	(주) 케이티/ 한국건설기술연구원	증)3세부-39
S-78	내비게이션 영상 매칭 라이브러리(Android)	2011.4.08	2011-01-199-002183	(주) 케이티/ 한국건설기술연구원	증)3세부-40
S-79	Traffic Twitter(Android)	2011.4.08	2011-01-199-002187	(주) 케이티/ 한국건설기술연구원	증)3세부-41
S-80	Traffic Twitter(iOS)	2011.4.08	2011-01-199-002188	(주) 케이티/ 한국건설기술연구원	증)3세부-42

다. 학술적 성과

(1) 국내외 학술지 게재 (학진등재학술지 이상)

<표 4.6> 학술적 성과물－학술지

코드	SCI(E)/ 일반학술지	학술지명	논문제목	게제일	저자	관련연구 (해당연구기관)	증빙 (출원/ 등록증)
학-1	일반학술지	한국ITS학회	RFID 표본데이터의 전수화방법 및 국가도로교통량조사에 활용방안 연구	2008.06	박범진외	한국건설기술연구원	증1)세부-52
학-2	일반학술지	한국ITS학회 논문지	두개의 지점검지기를 이용한 연속류구간의 밀도측정방안	2009.02	김민성외	서울시립대학교	증)1세부-53
학-3	일반학술지	대한교통학회지	두 지점의 지점검지기를 이용한 밀도측정방안 개발 및 측정간격에 따른 신뢰성 분석	2010.06	이청원외	서울시립대학교	증)1세부-54
학-4	SCI(E)	Journal of Advanced Transportation	Density mesurement algorithm for freeway segment using two point detectors	2011.07	이청원외	서울시립대학교	증)1세부-55
학-5	일반학술지	한국사이버테러정보전학회	위치기반서비스에서 차량의 패턴을 고려한 프리페칭 기법	2008.12	최인선외	(주)경봉	증)2세부-25
학-6	일반학술지	한국공간정보시스템학회	신고·제보 정보에 기반한 교통정보 생성 알고리즘 개발 연구	2009.05	이경수외	(주)태원코퍼레이션	증)2세부-26
학-7	일반학술지	한국ITS학회논문지	상호운용기반의 교통혼잡지도 개발연구	2009.05	임완수외	아주대학교	증)2세부-27
학-8	일반학술지	대한토목학회지	고속도로 램프미터링 도입지점 및 우선순위 선정	2009.09	최기주외	아주대학교	증)2세부-28
학-9	일반학술지	대한토목학회	도로기상요인의 영향에 따른 고속도로 교통상황 유형 분류	2009.11	심상우외	아주대학교	증)2세부-29
학-10	일반학술지	한국ITS학회	과거이력자료를 활용한 요일별 패턴분류 알고리즘 개발	2011.8	조준한외	한양대학교	증)2세부-30
학-11	일반학술지	한국ITS학회	도시부도로 지점검지기 기반 통행시간 산정식 비교분석	2011.10 (이전 게제 예정)	조준한외	한양대학교	증)2세부-31
학-12	일반학술지	한국ITS학회	도시부도로 정성적 소통상황 판단 알고리즘 개발	2011.10 (이전 게제 예정)	조준한외	한양대학교	증)2세부-32
학-13	일반학술지	한국ITS학회	미시적 시뮬레이션 모형을 위한	2011.10	조준한외	한양대학교	증)2세부-33

			도시부도로 적정 지점검지기 위치 결정	(이전 게제 예정)			
학-14	일반학술지	대한토목학회	도시간선도로에서 지점교통정보를 이용한 적정통행시간 산정방법에 관한 비교분석	2011.10 (이전 게제 예정)	김혜선외	한양대학교	증)2세부-34
학-15	일반학술지	21st International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops/Symposia	Analytic Model of IEEE 802.15.4 with Download Traffic	2007.05	박진수외	(주) 케이티	증)3세부-43
학-16	SCI	IEEE Communications Letters	Performance Analysis of IEEE 802.15.4 Non-beacon Mode with the Unslotted CSMA/CA	2008.04	박진수외	(주) 케이티	증)3세부-44
학-17	일반학술지	통방융합을 위한 차세대 IPTV기술 단기강좌	Wired/Wireless ConvergenceService for Mobile IPTV	2009.05	박진수	(주) 케이티	증)3세부-45
학-18	일반학술지	OSIA Standards & Technology Review	Mobile IPTV기반의 맞춤형 교통정보제공 및 구현	2009.06	박진수외	(주) 케이티	증)3세부-46
학-19	SCIE	International journal of communication systems	Inter-domain handover scheme using an intermediate mobile access gateway for seamless service in vehicular networks	2009.09	문병섭외	(주) 케이티	증)3세부-47
학-20	일반학술지	지식경영연구	상황인식 기술을 활용한 운전자 선호도 기반 교통상세정보 추천 시스템	2010.07	박진수외	(주) 케이티	증)3세부-48
학-21	일반학술지	IEICE TRANSACTIONS on Communications	Differentiated CW Policy and Strict Priority Policy for Location-Independent End-to-End Delay in Multi-Hop Wireless Mesh Networks	2010.07	박진수외	(주) 케이티	증)3세부-49
학-22	일반학술지	한국콘텐츠학회	워터마킹 기법을 이용한 FM-VMS 설계 및 구현	2010.12	문병섭외	한국건설기술연구원	증)3세부-50
학-23	일반학술지	한국ITS학회	차량 내 FM라디오를 이용한 VMS서비스 개선 연구	2010.12	박범진외	한국건설기술연구원	증)3세부-51
학-24	SCI(E)	EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking	Admission Control by Dynamic Bandwidth ReservationUsingRoadLayoutandBidirectionalNavigatorinWireless Multimedia Networks	2011.02 (제출일)	박진수	(주) 케이티	증)3세부-52
학-25	일반학술지	교통기술과 정책	교통자료 평가체계 구축의 필요성	2008.03	김태완	중앙대학교	증)4세부-1
학-26	일반학술지	대한토목학회논문집	교통정보 제공에 따른 이용자 만족도 모형 개발	2008.09	김장욱	서울시립대학교	증)4세부-2
학-27	일반	한국 ITS학회 논문집	VMS 교통정보제공에 따른 이용자 만족도모형 개발	2009.04	홍지연	서울시립대학교	증)4세부-3
학-28	일반	대한 교통학회지	고속도로의 주행속도예측 및 주행환경 만족도 모형 개발에 관한 연구	2009.06	김장욱	서울시립대학교	증)4세부-4
학-29	일반	한국 ITS학회 논문집	조건부가치평가법을 이용한 VMS 교통정보 제공에 따른 이용자 만족도 가치산정	2010.04	연복모	서울시립대학교	증)4세부-5
학-30	일반	대한 교통학회지	교통정보 매체별 이용자 만족도 모형개발	2010.06	홍지연	서울시립대학교	증)4세부-6
학-31	일반	한국 ITS학회 논문집	가상주행실험을 통한 VMS 교통정보의 이용자 심리적 반응에 관한 연구	2010.06	임준범	서울시립대학교	증)4세부-7
학-32	일반	한국 ITS 학회 논문집	고속도로 VMS정보 제공시 우회율 산출에 관한 연구	2011.06	신소영	서울시립대학교	증)4세부-8
학-33	일반	한국 ITS학회 논문집	도시부도로 VMS 이용자 효용의 평가기준에 대한 연구	2011.06	임준범	서울시립대학교	증)4세부-9
학-34	일반	대한 교통학회지	연속류도로 VMS의 이용자를 고려한 정보제공수준 평가	2010.06	최재성	서울시립대학교	증)4세부-10
학-35	일반	한국 ITS학회 논문집	신호위반 단속시스템 설치에 따른 교통사고 감소 효과와 편익산정 기법 연구	2011.02	김상엽	서울시립대학교	증)4세부-11
학-36	일반	한국 도로학회지	선형유형 구분을 통한 고속도로 사고빈도모형 개발 연구	2011.03	김상엽	서울시립대학교	증)4세부-12
학-37	일반	한국 ITS학회 논문집	고속도로 자동요금징수시스템의 차량 통행시간 산정을 위한 다중서비스 대기행렬이론 연구	2011.06	성현진	서울시립대학교	증)4세부-13
학-38	SCI(E)	Journal of ITS	Development of User Satisfaction Models for Traffic Information Devices	심사완료 (2012 상반기)	이수범 외	서울시립대학교	증)4세부-39
학-39	SCI(E)	IET Intelligent Transport System	The Effects VMS on of Driver Detours and Identification of Influencing Factors	심사완료 (2012 상반기)	이수범 외	서울시립대학교	증)4세부-40

(2) 국내외 학술회의 발표

<표 4.7> 학술적 성과물-학술회의 발표

코드	국내/국외 구분	학술회의 명칭	학술회의 개최국명	발표일	저자	관련연구 (해당연구기관)	증빙 (출원/등록증)
회-1	국내	대한교통학회	대한민국	2008.02	정종인외	(주) 제이티	증)1세부-56
회-2	국내	대한교통학회	대한민국	2008.02	박인준외	(주) 엔지티	증)1세부-57
회-3	국내	IT-컨버전스 합동학술대회	대한민국	2008.02	김의철외	(주) 서진	증)1세부-58
회-4	국내	한국자동차공학회	대한민국	2008.04	정병곤외	(주) 제이티	증)1세부-59
회-5	국내	한국ITS학회 춘계학술대회	대한민국	2008.05	김민성외	서울시립대학교	증)1세부-60
회-6	국내	대한교통학회 제60회 학술발표회	대한민국	2009.02	김민성외	서울시립대학교	증)1세부-61
회-7	국내	한국ITS학회 추계학술대회	대한민국	2009.10	김민성외	서울시립대학교	증)1세부-62
회-8	국외	ITS World congress Busan 2010	대한민국	2010.10	한승준외	(주) 제이티	증)1세부-63
회-9	국외	ITS World congress Busan 2010	대한민국	2010.10	정광훈외	(주) 제이티	증)1세부-64
회-10	국외	ITS World congress Busan 2010	대한민국	2010.10	정광훈외	(주) 제이티	증)1세부-65
회-11	국외	ITS World congress Busan 2010	대한민국	2010.10	한승준외	(주) 제이티	증)1세부-66
회-12	국내	ITS학술대회	대한민국	2008	서세원외	비츠로시스	증)2세부-35
회-13	국내	대한교통학회	대한민국	2009.11	조준한외	한양대학교	증)2세부-36
회-14	국외	EASTS	인도네시아	2009.11	조준한외	한양대학교	증)2세부-37
회-15	국외	ITS World congress Busan 2010	대한민국	2010.10	조준한외	한양대학교	증)2세부-38
회-16	국외	ITS World congress Busan 2010	대한민국	2010.10	조준한외	한양대학교	증)2세부-39
회-17	국내	대한교통학회	대한민국	2010.10	김진수외	한양대학교	증)2세부-40
회-18	국내	대한교통학회	대한민국	2010.10	김보성외	한양대학교	증)2세부-41
회-19	국내	대한교통학회	대한민국	2010.10	서형일외	한양대학교	증)2세부-42
회-20	국내	한국ITS학회	대한민국	2010.10	심태일외	한양대학교	증)2세부-43
회-21	국내	한국ITS학회	대한민국	2010.10	김보성외	한양대학교	증)2세부-44
회-22	국내	한국ITS학회	대한민국	2010.10	신철민외	한양대학교	증)2세부-45
회-23	국내	대한교통학회	대한민국	2011.02	조준한외	한양대학교	증)2세부-46
회-24	국내	대한교통학회	대한민국	2011.02	조준한외	한양대학교	증)2세부-47
회-25	국내	한국ITS학회	대한민국	2011.05	김보성외	한양대학교	증)2세부-48
회-26	국내	한국ITS학회	대한민국	2011.05	김진수외	한양대학교	증)2세부-49
회-27	국내	차세대 통신 소프트웨어 학술대회	대한민국	2008.12	박진수외	(주) 케이티	증)3세부-53
회-28	국내	통방융합을 위한 차세대 IPTV기술 단기강좌	대한민국	2009.05	박진수외	(주) 케이티	증)3세부-54
회-29	국외	ITS 학술대회	대한민국	2009.10	박진수	(주) 케이티	증)3세부-55
회-30	국내	대한교통학회 교통기술과 정책	한국	2010.03	박범진외	한국건설기술연구원	증)3세부-56
회-31	국내	국토해양대전	대한민국	2010.05	박진수	(주) 케이티	증)3세부-57
회-32	국내	한일 도로협력 회의	일본	2010.08	박범진	한국건설기술연구원	증)3세부-58
회-33	국내	한국ITS학회	대한민국	2010.10	박범진외	한국건설기술연구원	증)3세부-59
회-34	국외	ITS World Congress Busan 2010	대한민국	2010.10	문병섭외	한국건설기술연구원	증)3세부-60
회-35	국외	ITS World Congress Busan 2010	대한민국	2010.10	이창호외	한국건설기술연구원	증)3세부-61
학-36	국외	ITS world congress, Busan 2010	대한민국	2010.01	박진수외	(주) 케이티	증)3세부-62
회-37	국외	ITS World Congress Olando 2011	미국	2011.10	박범진외	한국건설기술연구원	증)3세부-63
회-38	국내	2008년	대한민국	2008.02	최재성외	서울시립대학교	증)4세부-14

		대한교통학회 춘계학술대회					
회-39	국내	2008년 대한교통학회 춘계학술대회	대한민국	2008.02	김태완외	중앙대학교	증)4세부-15
회-40	국외	AATT 2008 conference	그리스	2008.05	김태완외	중앙대학교	증)4세부-16
회-41	국내	대한교통학회 제59회 학술발표회	대한민국	2008.10	김태완외	중앙대학교	증)4세부-17
회-42	국내	대한교통학회 제59회 학술발표회	대한민국	2008.10	김태완외	중앙대학교	증)4세부-18
회-43	국내	2009년 대한교통학회 춘계학술대회	대한민국	2009.02	이수인외	서울시립대학교	증)4세부-19
회-44	국내	2009년 대한교통학회 추계 학술대회	대한민국	2009.11	이수인외	서울시립대학교	증)4세부-20
회-45	국내	2009년 대한교통학회 추계 학술대회	대한민국	2009.11	성현진외	서울시립대학교	증)4세부-21
회-46	국내	2009년 대한교통학회 추계 학술대회	대한민국	2009.11	홍지연외	서울시립대학교	증)4세부-22
회-47	국내	2010년 대한교통학회 춘계학술대회	대한민국	2010.02	성현진외	서울시립대학교	증)4세부-23
회-48	국내	2010년 한국도로학회 춘계 학술대회	대한민국	2010.03	성현진외	서울시립대학교	증)4세부-24
회-49	국외	2010년 한국도로학회 춘계 학술대회	대한민국	2010.03	김명규외	서울시립대학교	증)4세부-25
회-50	국외	ITS World Congress Busan 2010	대한민국	2010.10	홍지연외	서울시립대학교	증)4세부-26
회-51	국외	ITS World Congress Busan 2010	대한민국	2010.10	최재성외	서울시립대학교	증)4세부-27
회-52	국외	2010년 대한교통학회 추계 학술대회	대한민국	2010.10	김명규외	서울시립대학교	증)4세부-28
회-53	국외	2010년 대한교통학회 추계 학술대회	대한민국	2010.10	임준범외	서울시립대학교	증)4세부-29
회-54	국내	15th International Conference of Hong Kong Society for transportation studies	홍콩	2010.12	홍지연외	서울시립대학교	증)4세부-30
회-55	국내	2011년 대한교통학회 춘계 학술대회	대한민국	2011.02	신소영외	서울시립대학교	증)4세부-31
회-56	국내	2011년 한국도로학회 춘계 학술대회	대한민국	2011.03	김성규외	서울시립대학교	증)4세부-32

라. 실용화 성과

(1) 기술실시계약 (천원)

<표 4.8> 실용화 성과물－기술실시계약

코드	기술실시계약 명칭	체결(예정)일	소유기관	실시기업명	실시구분 (Type1,2,3)	실시(예정) 금액	증빙
실-1	교통정보수집을 위한 다기능 영상검지기술	2011.05	한국건설기술 연구원	(주) 제이티	2	90,589(고정)	증)1세부-70
실-2	열 적외선을 이용한 환경 독립형 교통검지 기술	2011.09	한국건설기술 연구원	(주) ECM	2	기술료 협의 중	증)1세부-71
실-3	비접촉식 레이저 이동식 기준검지기	2010.12	한국건설기술 연구원	(주) 하이테콤	2	9,000+매출5% (복합)	증)1세부-72
실-4	스마트폰 기반 리얼 내비게이션 기술	2011.12 예정	KT	(주) 시터스	3	73,315	증)3세부-92
실-5	스마트폰 기반 리얼 내비게이션 기술(국외실시 예정)	2011.12 예정	KT	(주) 시터스	3	120,000	증)3세부-93
실-6	광학렌즈를 이용한 VMS 모듈	2011.12 예정	한국건설기술 연구원	(주) 다성전자	3	36,000	증)3세부-94

※ Type1: 자체실시, Type2: 3자실시(연구참여기업), Type3: 3자실시(연구비참여기업)

(2) 사업화/제품화 (천원)

<표 4.9> 실용화 성과물－제품화 및 상용화

코드	사업명	업체명	사업기간	매출액 (백만원)	기술료 징수(예정)액	해당 기술실시 계약 (코드)	비고 (추진현황/계획)	증빙
사-1	"루센 트레픽" 상용화	(주)시터스	2011~'2013	3,000	73,315	-	'11.9:실시계약 '11.10:루센 트레픽 완전품 상용화 '11.10:트레픽트위터 앱 상용화	증)3세부-95
사-2	"루센 트레픽" 국외 상용화	(주)시터스	2011~'2013	6,000	120,000	-	'11.11:실시계약 '12.8:시스템개발 '13.1:상용화	증)3세부-96
사-3	제주 ATMS 구축사업 (및 하남시 ITS 진행)	제주도	2010.05~ 2011.04	-	-	-	무상적용 (기추진)	증)2세부-59
사-4	Cloud-K 솔루션 군산시 ATMS 2차 사업 무상공급	(주)경봉	2011.09~ 2012.05	-	-	-	무상적용 (진행중)	증)2세부-58
제-1	공항시설 안전 통합관리시스템(R&D)	(주)선도 소프트	2010.11~ 2011.05	35	-	-	1대 설치, 추가지점 검토	증)1세부-73
제-2	ITS 성능 평가용 비접촉식 기준장비 제조 구매	한국 도로공사	2010.10	156	9,000+매출5% (복합)	-	'10.10. : 1대 '11.12 : 2대	증)1세부-74
제-3	알제리 ITS 구축사업	삼성테크윈	2011.02 ~ 2011.08	1,500	90,589(고정)	-	110대 납품예정	증)1세부-75

2. 성능목표 달성도

○ 성능목표에 목표수준에 따른 달성도는 과제 최종평가일에 평가위원들의 질의 및 현장방문으로 육안으로 확인하는 과정과 성과물을 이용한 증빙자료로 다음의 표들의 세부과제별 달성치를 확인하였음

<표 4.10> 1세부과제 목표성능과 달성도

핵심 성과 (level1)		단위 성과물 (level2)		최적목표성능	당해 연도 질적성과 검증 기준			
					당해 연도 질적목표 (측정방법)		목표수준	
							목표치	달성치
1	총괄 및 검지기 매뉴얼 작성	1-1	검지기 매뉴얼(안)	검지기 선정을 위한 지침서	①	공청회 개최	1건	1건
		1-2	연구개발성과의 실용화 및 사업화	연구개발성과확산	①	기술실시계약 달성건수	3건	2건 1건(진행중)
					②	홍보	6	2건
		1-3	연구개발결과물에 대한 성능검증	개발검지기를 위한 성능 검증	①	개발검지기에 대한 ITS 성능평가	1건	1건
2	다기능 복합검지기 개발	2-1	도로환경 및 상태정보 수집 - 노면상태 정보 추정 시스템	노면의 마름/젖음/얼름/눈 상태 여부 추정	①	노면상태정보 수집 정확도	90%	95%
		2-2	도로환경 및 상태정보 수집 - 안개상태 정보 추정 시스템	검지 지점의 안개 유무 추정	①	안개상태정보 수집 정확도	90%	95%
		2-3	차세대 교통정보 수집 - VDS : 부분가려짐 극복한 다차로 교통정보 수집 시스템	4개 차로 교통정보(교통량/속도/점유율) 산출, 차량 겹침 극복, 4개 차로 AVI용 차량영상 추출	①	지점 교통량 정확도	95%	95%
					②	지점 속도 정확도	95%	95%
					③	지점 점유율 정확도	95%	95%
		2-4	차세대 교통정보 수집 - AVI : 저해상도 영상 기반 다차로 차량번호 인식 시스템	4개 차로의 차량번호판 인식(대번호4개인식)	①	동시 정보수집 가능 차로 수	4차로	4차로
					②	다차로 차량 인식률	95%	90%
					③	다차로 차량 매칭률	70%	80%
		2-5	테스트베드 구축 및 시험 운영 - 기준장비를 이용한 신뢰도 평가	각검지정보(도로환경정보,교통정보)의 신뢰도 검증	①	기준장비를 이용한 신뢰도 평가	95%	95%
		2-6	테스트베드 구축 및 시험 운영 - 운영 및 연계 시스템	구간정보 생성 및 조회	①	테스트베드 구축 및 시험운영	5개월	5개월
3	열 적외선을 이용한 환경 독립형 교통검지기 개발	3-1	열 적외선 기반의 악천후 시 실시간 교통정보 분류 방법 알고리즘	악천후시 차로별 교통정보추출	①	교통정보 추출 정확도(알고리즘)	100%	100%
		3-2	시스템 통합 안정성 및 성능평가	교통정보의 신뢰도 검증	①	테스트베드 구축 및 시험운영	5개월	5개월
					②	기준장비를 이용한 신뢰도 검증	95%	95%
4	이동식 기준 검지기개발	4-1	밀도 검지 프로토타입 개발	검지정보를 통한 밀도 산출 신뢰도 검증	①	밀도 산출 정확도	-	95%
5	항공영상기반 교통정보 수집기술 개발	5-1	12m ULV 비행선 설계 및 개발	지역별·기상별 항공영상 수집실험	①	광역교통검지	-	1건
			영상 안정화 장치 개발	지역별·기상별 항공영상 수집실험	①	영상센서 조율 및 제어	-	1건

<표 4.11> 2세부과제 목표성능과 달성도

핵심 성과 (level1)		단위 성과물 (level2)		최적목표성능	당해 연도 질적성과 검증 기준			
					당해 연도 질적목표 (측정방법)		목표수준	
							목표치	달성치
1	세부연구총괄	1-1	세부연구 최종보고서	연구성과 목표달성	①	최종보고서 확인	100%	100%
2	Open API 및 클라우드 분산 기술을 활용한 교통정보센터 플랫폼 개발	2-1	개방형 API 기술 설계 및 개발	API를 통한 데이터수집 및 정보제공	①	수집 API를 통한 안산시 검지데이터 수집 여부 확인 (수집S/W 모니터링)	100%	100%
					②	제공 API를 통한 가공된 교통정보 제공 확인	100%	100%
					③	수집 API를 통한 다기능 교통영상 관리장치 교통데이터 연계 확인	100%	100%
					④	수집 API를 통한 1세부 수집데이터 연계 확인	100%	100%
		2-2	클라우드 컴퓨팅 기반의 교통정보플랫폼 개발	교통데이터 가공 분산처리	①	실시간 교통정보 가공처리 기능 (4분이내 가공)	100%	100%
					②	대용량 정보관리 기능 구현 여부(관리 S/W확인)	100%	100%
		2-3	테스트베드 구축 및 시작품 제작	운영가능한 교통정보센터 구성(S/W,H/W)	①	안산시 기반 교통정보센터 테스트베드 구축 시작품(H/W)	100%	100%
					②	안산시 기반 교통정보센터 테스트베드 구축 관리자 웹(S/W)	100%	100%
3	다기능 교통영상 관리장치 개발	3-1	Auto-Configuration 기능 수행	실시간 영상처리를 통한 차선 및 교통정보 추출	①	도로 및 차선 추출 기능 (차량 통과 시 20초 이내)	100%	100%
					②	교통정보 추출 기능 확인	100%	100%
		3-2	영상 및 교통관리 U I	실시간 영상 저장 및 교통정보 관리	①	실시간 영상 저장 (5분 단위 영상 저장 확인)	100%	100%
					②	교통정보 및 영상 연계 (연계정보 확인)	100%	100%
					③	교통정보 관리 (저장된 교통정보 확인)	100%	100%
		3-3	다기능 교통영상 관리장치 H/W 시제품	시제품 안정화, 실 운영	①	H/W 시제품 확인	100%	100%
4	지식기반 정보가공 알고리즘 개발	4-1	교통정보 신뢰성 향상을 위한 휴리스틱 지식기반 정보가공 알고리즘 개발	과거이력자료 활용 및 교통정보제공 정확도 개선	①	정보가공을 위한 시뮬레이션 테스트베드 구현	不/可	可
					②	과거이력자료 활용방안 및 새로운 통행속도 산정식 제시	100%	100%
					③	휴리스틱 지식기반 정보가공 알고리즘 정확도	85%	85% 이상
		4-2	휴리스틱 지식기반 정보가공 알고리즘 모듈 개발	교통정보 신뢰성 평가 모듈 제작	①	휴리스틱 지식기반 정보가공 알고리즘을 활용한 교통정보 신뢰성 평가 환경구축	不/可	可

<표 4.12> 3세부과제 목표성능과 달성도

핵심 성과 (level1)		단위 성과물 (level2)		최적목표성능	당해 연도 질적성과 검증 기준			
					당해 연도 질적목표 (측정방법)		목표수준	
							목표치	달성치
1	세부총괄	1-1	연구개발결과물의 실용화 및 사업화 추진	연구성과확산	①	기술실시계약 체결	2건	2건
					②	홍보	9건	26건
2	VMS 기능고도화	2-1	에너지저감 VMS 모듈 시제품	소비전력 20%저감 (동일휘도대비)	①	동일휘도 발현시 소비전력 감소	65W	35.5W
				휘도 150%증가 (동일 전류대비)	②	기준 전류/전압 통과시 광 효율 증가	10,000 cd/m2	14,000 cd/m2
3	Traffic Twitter SNS	3-1	Traffic Twitter Application(Android)	상용화	①	Android 플랫폼상에 구현 및 상용화	1건	1건
		3-2	Traffic Twitter Application(iOS)	상용화	①	iOS 플랫폼상에 구현 및 상용화	1건	1건
		3-3	Traffic Twitter Web version	시제품 (가능성 검토)	①	플랫폼상에 구현	1건	1건
4	Real - Navigation	4-1	Real-Navigation (넥서스원용)	상용화	①	Nexus one 단말상에 구현 및 상용화	1건	1건
		4-2	Real-Navigation(아이폰4용)	상용화	①	iPhone4 단말상에 구현 및 상용화	1건	1건
5	멀티미디어 교통정보 전송방법	5-1	Admission Control By Dynamic Bandwidth Reservation Using Road Layout And Bidirectional Navigator In Wireless Multimedia Networks	교통 멀티미디어 데이터 전송 알고리듬 (Guard-channel 기반 방식 대비 성능 향상)	①	기존 알고리듬 대비 call dropping 확률 감소	5% 이상 향상	5% 이상 향상
					②	기존 알고리듬 대비 utilization 향상	10% 이상 향상	10% 이상 향상
					③	기존 알고리듬 대비 call blocking 확률 감소	5% 이상 향상	5% 이상 향상
6	WMN기반의 효율적 교통정보 전송을 위한 Network Resource control 방법	6-1	Differentiated CW and Strict Priority Policy for Location-Independent End-to-End Delay in multi-Hop Wireless Mesh Networks	end-to-end delay를 같게 하는 알고리듬 (WMN상에서 위치 무관)	①	위치에 무관한 End-to-end delay의 fairness정도	위치에 무관한 E2E delay차이 값 달성	±10%
7	SNS기반 교통정보 콘텐츠	7-1	SNS 기반 교통정보 수집 및 가공 시스템	실시간 정보 처리	①	SNS 기반 교통정보 수집 주기	1분	1분
					②	SNS 기반 교통정보 지점별, 유형별 분류 가공 시간	5분 이내	3분 이내
					③	SNS 기반 교통정보 제공 Open API 응답 시간	10초 이내	10초 이내
					④	SNS 정보수집 데이터량	400 건/일	600 건/일
		7-2	SNS 기반 교통정보 표출 프로그램	스마트폰 기능 구현	①	지도기반 교통정보 지점별, 유형별 스마폰 표출 기능	1개	1개
					②	교통정보 확인 부가 기능 (지도검색, 관심지역, 텍스트정보)	3개	3개
8	교통정보 추천 서비스	8-1	사용자 적응형 교통정보 표출 프로그램	스마트폰 기능 구현	①	운전자/선호도정보 처리여부	不/可	可
					②	위치기반교통정보 처리여부	不/可	可
					③	부가정보 연계개수(CCTV, 날씨)	2개	2개
9	교통정보제공용 HUD 개발	9-1	HUD 시제품	시제품 작동	①	BLU 광원 휘도	200,000 cd/m2	300,000 cd/m2
					②	컬러 실사 이미지 표출색상	4색 이상	4색 이상
					③	차량 전원 ON/OFF시 HUD 표출 동작시간	1분 이내	1분 이내
					④	BLU 휘도 자동 조절 단계	2단계 이상 (최대밝기 50%, 100%)	3단계 (최대밝기 50%, 80%, 100%)
					⑤	이중상제거를 위한 코팅지 사용여부	不/可	不
					⑥	표출정보(차량정보) 정확도	100%	100%
					⑦	윈드쉴드 기준 표출상 초점거리	1.0m	1.2m
					⑧	표출컨텐츠 수	3개	5개 이상
		9-2	HUD 평가	이용자 관점 UI 도출	①	시뮬레이션 평가 수행여부	不/可	可

<표 4.13> 4세부과제 목표성능과 달성도

4차년도 핵심 성과 (level1)		4차년도 단위 성과물 (level2)		최적목표성능	당해 연도 질적성과 검증 기준			
					당해 연도 질적목표 (측정방법)		목표수준	
							목표치	달성치
1	교통자료 평가기술 개발	1-1	교통자료 정확도 평가기술 개발	교통자료 정확도 평가프로그램 개발	①	교통자료 이상치 유형구분 기준표 정립	1건	1건
					②	교통자료 정확성 평가지표 및 정확도 산정표 개발	1건	1건
					③	교통자료 평가프로그램 개발	1건	1건
		1-2	교통자료 정확도 향상에 따른 비용/편익 분석	교통자료 정확도 개선 효과 분석	①	교통자표 정확도의 파급효과 검토	1건	1건
					②	교통자표 필터링 및 유효 수집율 제고방안 연구	1건	1건
					③	교통자료 정확도 향상에 따른 비용/편익 분석	1건	1건
2	교통정보 평가기술 개발	2-1	교통정보 품질관리 기술개발	교통정보 매체별 품질관리 방안 마련	①	연속류 도로 VMS 효용함수 개발 관련 논문발표 또는 게재	1건	3건
					②	도시부 도로 VMS 효용성 평가 관련 논문발표 또는 게재	1건	1건
					③	VMS 교통정보 가치함수 보완개발	3건	3건
					④	교통정보 품질관리 기술 관련 국외 논문발표 또는 게재	1건	2건
		2-2	교통정보 품질관리에 따른 효용성 변화 및 가치측정	가상주행실험을 통한 품질관리방안 검증	①	품질관리에 따른 효용성 변화 측정 관련 가상주행실험	1건	1건
					②	품질관리에 따른 가치 변화 측정 관련 가상주행실험	1건	1건
		2-3	교통정보 제공 및 관리를 위한 이용자 매뉴얼 작성	매뉴얼 정책제안	①	교통정보 제공 및 관리를 위한 매뉴얼 개발	1건	1건
					②	매뉴얼의 실용화를 위한 공청회 개최	1회	1회
3	교통시스템 평가기술 개발	3-1	교통시스템 평가기술개발	교통시스템별 평가기술 개발 마련	①	고속도로 교통정보제공시스템 효과분석 관련 논문발표 또는 게재	1건	2건
					②	신회위반 단속시스템 효과분석 관련 논문발표 또는 게재	1건	2건
					③	속도위반 단속시스템 효과분석 관련 논문발표 또는 게재	1건	1건
					④	고속도로 자동요금 징수시스템의 효과분석 관련 논문발표 또는 게재	1건	1건
					⑤	버스운행관리시스템의 효과분석 관련 논문발표 또는 게재	1건	1건
		3-2	교통시스템 평가를 위한 평가매뉴얼 작성	매뉴얼 정책제안	①	ITS사업 타당성 평가를 위한 평가지침개발	1건	1건
					②	ITSBC 소프트웨어 이용자 매뉴얼 개발	1건	1건
					③	매뉴얼의 실용화를 위한 공청회 개최	1회	1회

제 2 절 관련분야 기여도 및 파급효과

○ 본 절에서 관련분야 기여도와 파급효과는 공공부문과 민간부문으로 구분하여 본 연구개발의 주요성과물에 대한 기여도와 파급효과를 설명할 예정이며, 구체적인 활용성과와 활용계획은 본 보고서 5장에서 서술하였음

○ 본 총괄 연구단 보고서에서는 ITS의 발전을 위한 공공부문에서 제도적·정책적인 기여도와 파급효과가 상대적으로 높은 연구성과물과 민간부문은 사업화·제품화가 용이한 연구성과물 위주로 작성하였으며, 본 연구에서의 다양한 연구성과물의 관련분야 기여도와 파급효과는 각 1~4세부과제 총괄보고서에 기술하였음

1. 공공부문 기여도 및 파급효과

○ 날씨정보와 마찬가지로 ITS 교통정보는 공공저인 성격이 다른 정보보다 높음. 이러한 사유로 ITS 구축은 1996년 이래 주로 중앙정부와 지방자치단체를 중심으로 추진해왔음. 요사이 국내 주요 포탈 사이트과 스마트폰 등을 통해 민간에서도 프루브카를 이용하여 수집한 교통정보를 제공하고는 있지만, 아직도 교통정보는 공공에서 무상으로 제공하는 것이라는 사용자들의 인식이 큼. 결국 교통정보의 『수집』은 향후에도 공공에서 수행하여야 함

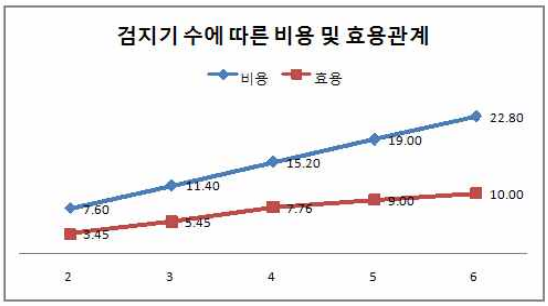
○ 국내에서 국도에 구축된 ITS 구간의 경우, 2010년 현재 약 19%남짓인 것을 감안하였을 때, 81%의 남은 구간에 대한 ITS 구축이 필요함을 의미함. 하지만, 이를 반대로 해석하면 남은 구간에 대한 필요 순서에 따른 순차적인 계획과 필요 없는 구간에 대한 이론적 선별, 구축구간에 대한 효율적인 운영과 초기 성능유지를 위한 성능평가가 필요함을 의미함. 결국 상기 언급한 것들을 어느 정도 해결하는 것이 본 연구과제에서 추구한 공공부문에서의 기여도와 그에 따라 파급되는 효과로 봄

○ 따라서, 본 연구의 『평가』 단계에서 연구개발한 교통 자료·정보·사업성 평가에 대한 연구결과물은 앞서 언급한 ITS 미 구축 구간에 대한 투자 우선순위와 구축구간에 대한 효과를 검증할 수 있으므로 공공부문에 기여한다고 할 수 있음

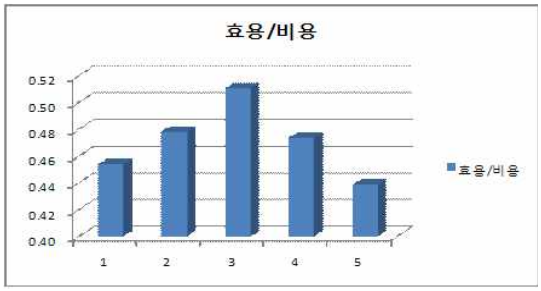
가. ITS 교통자료·정보·사업성 평가기술

○ 교통자료 평가기술 개발연구를 통해 교통자료 평가 알고리즘과 정확도 향상에 따른 비용·편익 분석방법을 개발하였으며, 결과물에 대한 관련분야 기여도 및 파급효과는 다음과 같음

- 교통자료 평가 알고리즘 개발로 인해 오류 및 결측자료들의 보정은 교통정보 제공 시스템 뿐만 아니라 다른 여러 가지 ITS 시스템의 신뢰성을 높이는데 기여할 것으로 판단됨
- 교통정보의 신뢰성이 제고되는 것을 경제적 효과로 환산하기는 어렵지만 교통자료의 정확도가 높아지면 교통정보 이용자 만족도 모형[65]에 따라 이용자들에게 정성적 편익 효과를 가져 올 것으로 판단됨
- 정확도 향상에 따른 비용·편익 분석방법은 검지기 수에 따른 비용과 효용의 관계를 나타낼 수 있으므로 최적 검지기수를 산출하는데 기여할 수 있음
- 교통자료의 정확도를 평가하여 효용으로 계산함으로써 편익 대비 비용 측면에서 적정 검지기 수량을 결정할 수 있으며, 이를 통해 비용의 절감은 물론, 효용의 극대화까지 달성할 수 있음



[그림 4.1] 검지기 수에 따른 비용 및 효용



[그림 4.2] 효용/비용

<표 4.14> 검지기 수에 따른 비용-편익분석 결과 예시

Case	최대(최적) 효용 값	검지기 수(비용)	효용/비용(억원)
1	MU1 = 3.45	2개(7.6천만원)	0.45
2	MU2 = 5.45	3개(11.4천만원)	0.48
3	MU3 = 7.76	4개(15.2천만원)	0.51
4	MU4 = 9.00	5개(19.0천만원)	0.47
5	MU5 = 10.00	6개(22.8천만원)	0.44

65) 4세부과제 총괄연구보고서 참조

○ 교통정보 평가기술은 이용자측면을 고려하여 교통정보 제공 및 관리를 위한 방안을 제시하였으며, 결과물에 대한 관련 산업 기여도 및 파급효과는 다음과 같음

- 본 연구에서 중요연구내용인 교통정보 이용자 만족도 모형은 이용자를 고려한 교통정보 제공과 관리가 이용자들의 만족도를 상승시키는 효과를 가져온다고 결론을 내릴 수 있으며, 이를 경제적 가치로 환산하기는 어려움
- 다만, 교통정보 가치화를 통해서 산출한 VMS, BIS 정보의 원단위 가치는 그 편익을 추정해야 하는 ITS사업에 크게 기여할 수 있음
- VMS 정보를 예를 들면, 새로운 지역간 고속도로를 건설한다고 했을 때, 진입램프(IC) 이후 VMS 설치율과 JC이전 VMS 설치율의 합이 1.15(최대2)정도라고 가정하면 그 정보의 가치는 134원/대 정도라고 할 수 있음
- 이를 해당도로의 교통량 × VMS 정보 취득자 비율 × 134원 × VMS대수로 해당노선의 VMS 설치로 인한 이용자 정성적 편익으로 산정할 수 있음
- 또한 최근에는 환경의 중요성이 커지면서 가상주행 실험방법이 대두되고 있으며, 본 연구에서 가상주행 실험방법을 사용함으로써, 교통 연구분야에서 다양한 실험을 할 수 있는 가이드로 기여함

○ 교통사업성 평가기술은 서브 시스템별 특성을 반영한 평가 알고리즘을 개발하고 이를 프로그램화 하였으며, 결과의 관련 산업 기여도 및 파급효과는 다음과 같음

- 경제성 평가 항목의 검토를 통해 시스템별 편익을 구성하고 시스템별 평가 기술을 개발함으로써 ITSBC 평가 소프트웨어에 적용하는 편익의 범위를 제시하고 있어, 과거의 뚜렷한 근거나 규정이 없는 평가 방법을 상당부분 합리적으로 유도할 수 있음
- 개발된 평가 방법론들을 현재 연구 및 개발이 미비한 국내의 각 기관에 제공하여 활용되도록 유도할 것이므로 관련 기술에 기초가 될 것임. 따라서 사회·경제적 수익도 가져 올 것으로 예상됨
- 도시 전체의 최적화를 통해 교통혼잡, 물류비용, 환경오염 등이 감소되어 삶의 질이 향상될 것임. 또한 보다 정확한 교통정보의 제공을 통하여 이용자들의 통행시간을 단축시키고 교통정보에 대한 신뢰성을 향상시켜 장애요인을 최소화 할 수 있음
- 정확하고 신뢰성 있는 평가시스템 개발은 이용자들은 물론 정책결정자들에게

도 정확한 정보를 제공할 수 있으므로, 정책결정의 효율성을 높이고 국민들의 여론조성 및 이해에도 도움을 줄 수 있음

- 따라서 교통사업성 평가기술개발은 정보제공 효율화를 통해 막대한 투자자금이 소요되는 국내 ITS 사업의 투자를 줄이고, 국가경쟁력을 높일 수 있을 것으로 예상함. 또한 교통정보시스템의 효율적인 체계 구축을 통하여 교통정보시스템의 안전성, 이동성, 효율성, 생산성, 에너지·환경 개선을 통한 국가 경제의 활성화를 추구할 수 있을 것으로 판단됨

○ 교통사업성 평가에 사용되었던 기존 IDAS 소프트웨어인 경우, 국내 실정에 맞지 않으며 일부 ITS 시스템에 대한 평가가 불가능한 것으로 나타났고, 이용자가 소프트웨어를 다루기 힘들어 분석에 매우 많은 시간이 소요됨. 따라서 본 연구를 통해 개발한 ITS 시스템평가 알고리즘을 적용한 소프트웨어를 개발하여 기존의 소프트웨어로 분석이 불가능 했던 ITS 시스템들을 평가하고 분석가가 이용하기 편리하게 개발하였음

- 기존 소프트웨어에서 어려웠던 부분인 EMME/2 네트워크 입력 부분을 ITSBC 소프트웨어에서는 별도의 과정 없이 변환 가능하여 평가자의 평가시간을 단축시켰으며 사용자 위주의 프로세스로 프로그램 사용이 편리해짐
- 본 연구에서 개발한 ITS 시스템 평가 기술을 적용시켜 동일한 사업을 실시할 경우 비슷한 결과를 도출하는 것을 확인할 수 있음
- 기존 소프트웨어로는 평가가 불가능했던 버스정보시스템, 속도위반 단속시스템, 신호위반 단속시스템에 대한 평가 기능이 추가 되었고, 통행시간 가치, 교통사고 비용 등의 가치를 국내 실정에 맞는 값을 사용하여 현실성 있는 평가가 가능함

<표 4.15> IDAS 소프트웨어 평가 결과 및 평가 소요시간

IDAS 소프트웨어	평가자 A	평가자 B	평가자 C	평가자 D
고속도로 교통정보시스템	실패	3.8 (72시간 이내)	2.6 (84시간 이내)	실패
자동요금 징수시스템	1.5 (48시간 이내)	2.2 (48시간 이내)	3.0 (72시간 이내)	실패
버스운행관리시스템	3.1 (72시간 이내)	실패	4.3 (72시간 이내)	실패

<표 4.16> ITSBC 소프트웨어 평가 결과 및 평가 소요시간

ITSBC 소프트웨어	평가자 A	평가자 B	평가자 C	평가자 D	평가자 E
버스정보시스템	1.2 (6시간 이내)	1.4 (6시간 이내)	1.2 (6시간 이내)	1.2 (6시간 이내)	1.3 (6시간 이내)
속도위반단속시스템	1.5 (3시간 이내)	1.5 (3시간 이내)	1.5 (3시간 이내)	1.5 (3시간 이내)	1.5 (3시간 이내)
신호위반단속시스템	1.7 (3시간 이내)	1.7 (3시간 이내)	1.7 (3시간 이내)	1.7 (3시간 이내)	1.7 (3시간 이내)
고속도로 교통정보제공시스템	2.9 (24시간 이내)	3.0 (24시간 이내)	2.8 (36시간 이내)	2.8 (24시간 이내)	3.1 (36시간 이내)

- IDAS와 ITSBC 소프트웨어를 활용한 타당성 평가를 테스트한 결과는 위와 같으며, 이는 ITSBC가 보다 효율적으로 활용될 수 있음을 의미함. ITSBC 소프트웨어는 이용자들이 평가에 활용하는데 쉽고 편한 장점을 가지고 있음을 알 수 있음

나. ITS 검지기 매뉴얼과 이동식 기준검지기

○ 본 연구의 『수집』 단계에서 연구개발한 검지기 매뉴얼의 경우, ITS 구축구간의 효율적인 검지기 설치방법과 사용방법 등을 제시하여 공공부문에 기여함

- 국내의 경우 1996년부터 ITS 관련 사업이 지속적으로 추진되어 왔으며, 전국적인 범위에 걸쳐 다양한 검지기가 설치 및 운영되고 있는 실정이지만, 새로운 검지기가 필요시 국내 적용사례 및 정확도, 신뢰도 등의 자료가 불충분하여 국내에서의 적용효과를 기대할 수 없는 실정임
- 또한 다양한 교통정보제공 서비스에 대한 양적 및 질적 향상을 지향하고 있고, 다양한 검지기의 적용 및 응용이 요구되고 있으며 교통류 특성 및 생성정보의 요건에 따른 검지기의 특성 및 운영방식에 대한 적절한 설치 및 운영지침이 없음
- 따라서, 본 연구의 대표성과물인 검지기 매뉴얼(안)을 제시함으로써 ITS 관련 사업에 따른 주체 즉 지자체 및 기타 수요자의 입장에서 다양한 차량검지기의 기술적 특성 및 설치·운영 방법에 대하여 사용하기 편리하도록 설명한 검지기 매뉴얼을 통해 교통여건 및 지역적 특성에 따른 효율적인 검지기 설치 및 운영이 가능하도록 함

○ 본 연구의 『수집』 단계에서 연구개발한 이동식 기준검지기의 경우, 구축구간에

설치된 검지기에 대한 공식적인 검증으로 전체적인 ITS 수집자료의 정확도를 높이는 측면에서 공공에 기여함

- 검지기에 대한 신뢰성 부분이 최근에 이슈화되고 있는 상황에서 공인된 기관에 의해 시행되어지는 성능평가 기준장비가 1개로 한정되어 있어 평가대상 장비의 신뢰도 및 정확도를 검증하는데 한계가 있음. 이에 현재 ITS성능평가를 진행 중인 한국건설기술연구원 성능평가팀, 한국도로공사 ITS 성능평가팀 및 ITS Korea에 공급하는 고정식 장비의 성능(교통량, 속도, 점유율)을 평가하는 검증된 기준장비 개발이 필요함을 주장함
- 이에 따라 본 연구를 통해 개발된 이동식 기준장비의 경우 설치된 검지기의 신뢰성 및 정확도 평가를 원활하게 하도록 기여함으로써 시간적, 환경적, 경제적 손실을 최소화함은 물론이거니와 교통자료의 평가를 위한 기술 개발, 교통자료 평가의 기준 값 확보할 수 있고, 기술 개발, 교통자료의 요구정확도 결정 기술 개발로 기준검지기의 기술적 신뢰성을 향상시킬 수 있으며, 또한 일정 구간 내에 진출·입한 차량대수를 정확히 산출하여 차량 밀도 정보를 생성함으로써 구간 내 도로 상태를 정확히 파악할 수 있어 기존의 지점 검지기의 평가뿐만 아니라 구간 검지기의 평가도 같이 담당하여 교통정보의 신뢰성 확보에 따른 가치를 향상시킬 수 있음
- 또한 이동식 기준장비는 공인된 기관의 검증을 통해 현재 현장에서 운영되고 있는 ITS 장비의 성능평가 및 이를 통한 검·교정을 수행하기 위한 새로운 방식의 이동식 기준 장비로써의 역할을 담당하게 할 계획임. 이를 통해 기준 검지기의 종류를 다양화하고 성능평가 장비의 개발을 통해 효율적인 교통정보를 제공, 관리, 평가하는데 일조하고자 함

2. 민간 산업 기여도 및 파급효과

○ 본 연구가 민간산업의 기여하는 정도와 파급효과를 본 보고서에서는, 광의적으로는 ITS 산업의 기술발전을 통하여 타 분야에 접목되어 '융복합의 시너지를 얼마나 발휘할 수 있느냐?'와 현재 국가적인 이슈사항인 '녹색가치가 얼마나 실현 할 수 있는냐?'에 대한 설명으로, 협의적으로는 얼마나 본 연구의 연구개발품이 ITS 사업에 직접적으로 '상품화 혹은 제품화 되어 활용되었나?'와 '정책적으로 어떻게 반영되었나?'를 설명하는 것으로 광의와 협의로 구분하였음. 이에 본 보고서에서는 민간 산업 기여도 및 파급효과의 광의적 해석은 본 절에서 주로 다루며, 본 보고서 '5장 연구개발결과의 활용계획'에서는 에서 협의적인 해석으로 본 연구의 연구개발품에 대한 정책적·사업적 활용계획을 상세하게 다룰 것임

가. 융복합 시너지를 통한 산업기여 및 파급효과

○ ITS 『수집』 단계 연구에서 개발한 다기능복합검지기 시제품에서는 ITS 산업 자체에서 독립적으로 이용할 수 있는 신뢰성 높은 교통정보수집 기반기술을 확보 하였을 뿐만 아니라, '다종(레이더, 영상)차량검지기술(객체추적기술)'의 복합화 기술과 도로 환경 정보를 수집할 수 있는 요소기술을 개발하였음

- 이는 ITS 산업뿐만 아니라, 검지가 필요한 방재, 물류 및 타 산업분야에 직접 응용하여 관련 산업의 기술적 경쟁력을 높일 수 있을 것으로 보임
- 특히, 객체추적기술은 멀티미디어 영상 콘텐츠 사업과 더불어 현재 각광받는 증강현실(Augment Reality, 이하 AR)기술과 향후, 차세대 기술인 인공지능(Artificial Intelligenc, 이하 AI)의 핵심기술인 패턴인식(Pattern Recognition) 기술과 융합되어 관련 산업발전에 파급효과가 큼
- 기상상태별 교통사고 통계분석[66]에 의하면 2009년 안개가 낀 날의 치사율이 12.5%로 가장 높았고, 이어 흐린날(5.7%)과 비오는 날(5.6%)인 것으로 분석되어 악천후에서의 도로 및 환경정보 수집 기술의 신뢰성 제고가 중요함
- 도로환경정보 수집 기술은 안개상태 정보수집기술과 노면상태정보 수집기술의 신뢰도 개선 방안 도출을 통해 과도한 환경정보수집에서 낭비되는 정보를 운

66) 도로교통공단, "교통사고 통계분석", 2010.

전자에게 꼭 필요한 핵심정보 위주로 저렴하게 산출할 수 있음

- 특히 노면과 대기에 존재하는 물 입자에 대한 NIR(근적외)영상과 VR(가시)영상의 광파장별 특성을 이용한 영상기반의 도로 환경정보 수집 기술력 확보하여 이를 공항활주로나 터널 구축 시 이용할 수 있어 기술적 파급효과가 큰 것으로 판단됨
- 광대역 파장대 영상을 이용한 비매립식 도로환경(노면상태/안개상태) 검지 기술력 확보와 해외기술 의존도 감소로 관련 제품 국산화 파급효과가 있을 것으로 보임

○ 항공영상기반 교통정보 수집 및 추출기술에 따른 대표성과물인 12m 무인 ULV 시험기 설계/제작하므로 향후, 유인 비행선 설계/제작의 가능성 및 광역 교통정보 수집을 위한 인프라로 항공 산업에 기여하였으며, 특히 국내 유일의 안정적 설계를 통한 무인 비행선 설계 및 제작기술로 관련 기술 확보를 통해 향후 국내 및 국외 비행선 도입비용 최소화에 기여하며 향후 무인 비행선 양산을 위한 기반을 마련함

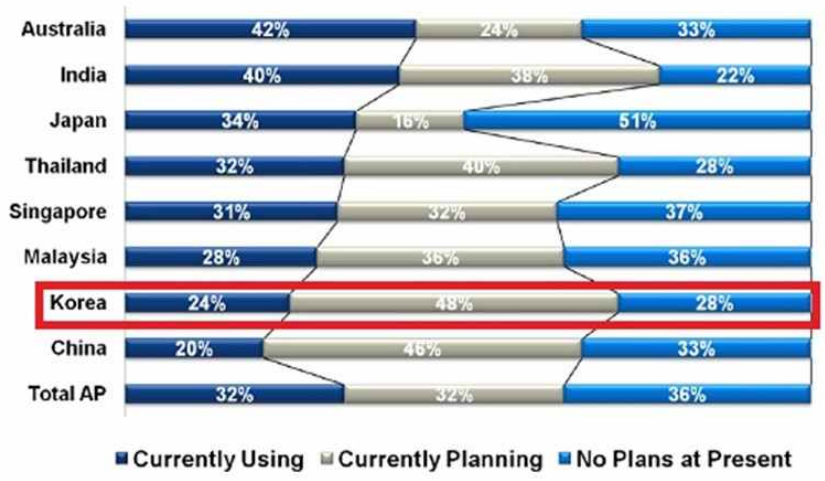
○ ITS『가공』단계 연구한 개방형 교통정보센터 플랫폼은 국내 공공정보제공용 센터(방재센터, 기상청센터 등)에서 최초로 클라우드 기법을 적용한 사례임. 클라우드 기반의 ITS 시스템 간 상호운용 및 호환을 위해 공통적으로 필요한 요소기술을 조기 개발함으로써, 타 센터분야로의 기술응용 및 신기술 개발을 위한 기반기술을 제공하며, 국내 ITS 시스템 및 장비의 세계시장 선점 및 국가 경쟁력 강화에 기여함

- 2009년에는 586억 달러 규모를 형성한 클라우드 서비스 시장은 2014년까지 20.5%의 복합연평균 성장률을 기록하며 1,488억 달러 규모로 급성장할 전망으로 알려짐
- VM웨어[67]가 시장분석기관 포레스터와 함께 지난 9월 아시아태평양지역 클라우드 동향 관련 설문조사를 진행함. 설문 조사 결과를 통해, 한국을 비롯한 아태지역 국가들의 클라우드 및 가상화에 대한 관심과 도입 의지 등 최근 동향을 살펴봄
- 국내 기업들 중 '클라우드 구축을 계획 중'이라는 답변이 전체 응답자의 48%,

67) 세계적인 서버 가상화 소프트웨어 업체임

'실제 도입해서 활용하고 있다'라고 응답한 경우가 전체 응답자의 24%, '현재 계획이 없다'라고 응답한 경우가 28%임

- 대부분의 국가에서는 클라우드의 필요성과 향후 도입에 있어서 긍정적인 것으로 분석되었고, 한국의 경우 주로 비즈니스 관점에서 클라우드를 해석하였고 클라우드에 있어 상당히 진취적인 입장을 보이고 있지만 도입에 있어서는 공공의 강력한 의지가 뒷받침되어야 한다고 분석됨
- 따라서, 개방형 교통저보센터에서 클라우드 기법의 사용하는 것은 국내 ITS 시스템의 세계시장 진입 및 선점과 국가 경쟁력 강화에 기여할 것으로 분석됨



[그림 4.3] 아태지역 클라우드 동향

출처: www.bloter.net/archives/82779

○ 개발하고자 서비스를 보다 편리하게 정의하고, 데이터 센터 등 IT 인프라를 효과적이고 경제적으로 관리할 수 있도록 지원함

○ 현재 기존에 운영하고 있는 교통 정보센터 및 신규 교통정보센터의 가공 과정에 대한 Rule Base 제공이 가능함

나. 녹색가치 실현을 통한 산업기여 및 파급효과

○ ITS 산업의 비전은 교통정보를 운전자에게 제공하여, 그 정보를 통하여 운전자의 우회를 유도하여 도로의 효율적 배분을 실현하는 것임. 이는 전체적인 차량 운행시간을 줄이며, 운행시간이 줄어든 만큼 연료소모량을 감소시켜 결국 감소된 연료소모량에 대한 CO_2를 덜 발생시키는 직접적인 녹색효과와 전체적인 차량의 운행속도를 CO_2 발생이 적은 ECO-속도에 가깝게 해서 부수적으로 CO_2 발생량을 줄일 수 있음. 즉 ITS는 현시대의 가장 큰 요구사항인 녹색가치 실현과 태생을 같이 함

- ITS 사업을 통한 교통소통이 개선되고 이동성이 향상되면 이에 따라 통행속도가 증가하여 대기오염 및 에너지가 절감되므로 간접적인 녹색효과를 얻음
- 국내 사업부문별 에너지 소비량을 살펴보면 일본과 마찬가지로 약 20%가 수송부문에서 발생하고 있음



[그림 4.4] 국내 분야별 온실가스 배출비율

출처: 에너지경제연구원 홈페이지(http://www.keei.re.kr/) 자료 재구성

- 또한 국도 ITS 구축의 경우, 2007년을 기준으로 구축 완료된 1,550km에서 연도별 발생하는 편익항목별(CO_2배출 절감, 통행시간 감소, 연료 절감, 정보

획득 등) 총 누적편익은 약 6,086.6억 원 규모로 추정되어 국도 ITS 사업이 추진된 이후로 편익/비용비가 2.41로 인 것으로 분석되어 경제적으로도 타당한 것으로 나타남[68)]

- ITS를 통한 저탄소 녹생성장은 탄소절감 뿐만 아니라 부가적인 효과도 파생시킬 것으로 예상됨. ITS를 통한 탄소저감효과에 대해 유엔기후변화협약(UNFCCC)의 정식 승인을 득할 경우 아직 우리에게는 생소한 청정개발체제(Clean Development Mechanism) 사업의 추진과 해외 수출도 가능해지고, 탄소배출권(CERs: Certified Emission Reductions)을 얻게 되며 이를 통해 자유로운 거래도 가능함

○ 또한, ITS 『제공』 단계에서 개발한 에너지 저감 VMS 모듈은 현재 운용중인 VMS에 가장 많은 전력이 소요되는 LED 표출부에 대한 전력소모량을 줄임으로써, '녹색과 에너지'라는 시대적 요구사항과 정부시책에 부응했다는데 의미가 있음

- 또한, VMS는 정보제공매체라는 그 특성상, 빛과는 불가분의 관계를 지니고 있어 최근 등장한 사회적 혹은 기술적 이슈사항인 '빛 공해[69)]인가?', '빛 혁명의 시대 도래 인가?'라는 문제와도 결부되어 있어, '빛'이라는 동일한 주제에 대해서 한편에서는 부정적인 시각을 갖고 있고 또 한편에서는 긍정적인 시각이 첨예하게 대립되고 있는 현재 상황에서 ITS, 구체적으로는 공공시설물인 VMS가 살아남을 수 있는 기술을 개발했다는데 그 의의가 있음

68) 한국건설기술연구원, "국도 ITS 기본계획 수립에 관란 연구 최종보고서", 2008

69) 빛 공해란 인공조명기구의 부적절한 사용과 누출광이 건강하고 쾌적한 빛환경 형성에 악영향을 미치는 현상을 일컫는 말로서, 빛 공해 방지란 필요한 빛은 충분히 제공하면서 사람과 동식물에 해를 미치치 않도록 쾌적하고 기분 좋은 빛 환경을 조성하는 일을 말함

제 5 장 연구개발결과의 활용계획

○ 본 장에서는 앞서 언급한바와 같이 본 연구에서 연구개발한 대표성과물들의 구체적인 활용성과와 향후 활용계획을 기술할 예정임

제 1 절 공공부문 활용방안

○ 본 절에서는 공공부문의 활용성과를 기술할 예정이며, 공공부문의 활용성과는 정책의 건의와 채택과 공공서비스로의 활용된 활용성과위주로 기술하였음

○ ITS의 교통정보 『평가』 단계에서 연구한 교통정보 제공 매체별 효용성을 비교·분석할 수 있는 기술과 그것을 이용하여 교통정보의 가치를 계량화 할 수 있는 기술을 제시하였음. 이는 무형의 가치를 평가하고 계량화할 수 있다는데 의미가 있음. 앞으로 교통정보 제공의 평가가 어떻게 이루어져야 하며 그 평가결과에 따라 어떻게 피드백이 이루어져야 하는지에 대한 구체적인 방향을 최종 연구 성과물『교통정보의 제공 및 관리를 위한 이용자 매뉴얼』에 제시하였으며, 이를 시스템의 관리차원에서 활용한다면 이용자 중심의 교통정보 시스템 구현에 도달할 수 있을 것임

- 국가 정책 및 지방자치단체의 ITS 계획 수립단계에서 시스템별 비용 및 효과에 대한 객관적인 접근이 가능하여, 효율적인 정책 및 계획 수립이 가능할 것으로 예상함. 또한 구축된 ITS 시스템들을 분석할 수 있는 방법론 및 시뮬레이션 기술을 확립함으로써 구축 시스템들 간의 객관적인 평가·비교·분석이 가능하도록 하여, 사업의 성과를 보다 정확하고, 객관적으로 입증 가능하도록 『ITS 사업 타당성 평가지침』과 ITSBC 소프트웨어를 개발함
- 위와 같은 연구성과물의 실용화를 위한 검증절차로써 공청회(2011.3.11)를 개최함. 전문가, 지방자치단체 공무원, 관련 업체 종사자 등을 초청하여 제시된 다양한 의견을 반영하였음. 이를 통해 사용하기 쉽게 이용자 편의성을 고려하여 수정함

- 검증 절차를 마친 최종 연구성과물을 국토해양부 『ITS 사업 시행 지침』의 일부로 채택하여 운영할 것을 정책제안(2011.5)하였으며, 이를 적극 반영하여 활용할 수 있도록 진행 중에 있음
- 해당 『ITS 사업 시행 지침』은 관련 장비의 성능적인 부분을 평가할 수 있는 지침과 매뉴얼로 구성되어 있으며, 본 연구결과물을 반영함으로써 정성적인 부분의 평가는 물론 사업 전체의 경제적인 타당성까지 평가할 수 있는 종합적인 지침으로 구성될 수 있음
- 지침 및 ITSBC 소프트웨어는 향후 이용자의 요구사항에 따른 업그레이드와 보완이 이루어져야 하며, 이를 위해서는 수요기관을 파악과 그들의 요구사항을 조사하여야 함. 지침 및 소프트웨어의 활용주체는 사업이나 시스템의 관리자 또는 평가자라고 할 수 있으며, 그 활용방식은 1) 연구진이 직접 연구결과물을 통해 분석하여 전달하거나, 2) 본 연구결과물을 직접 수요기관에 제공하여 활용하는 방법이 있음. 이와 관련한 사항은 국토해양부와 협의하여 제안한 지침과 소프트웨어의 활용도를 높일 수 있는 방안을 모색할 계획임

○ ITS의 교통정보『평가』단계에서 연구한 과제성과물에 또 다른 공공부문 활용성과는 다음과 같이 요약됨. 현재 성능평가 기관으로 지정된 한국건설기술연구원과 한국도로공사에서는 기존에 설치된 차량 검지기와 AVI의 정기검사 및 추가로 설치되는 장비의 준공검사를 기존의 이동식 기준장비를 가지고 실시를 하고 있음. 공인된 기관의 검증을 통해 현재 현장에서 운영되고 있는 ITS장비의 성능평가 및 이를 통한 검·교정을 수행하기 위한 새로운 방식의 이동식 기준 기준장비로써의 역할을 담당하게 할 계획임

○ ITS의 교통정보『제공』단계에서 연구한 과제성과물에 공공부문 활용성과는 SNS 기반 교통정보 가공 및 표출시스템의 국토해양부 이름의 무료어플리케이션 배포가 있음. 이는 국내에서 전국적으로 제공 중인 20여개의 공공기관 '문자기반 SNS 교통정보서비스'의 제공건수는 현재, 평균 1000(건/일)이며, 기관의 이름으로 관리자가 제공하는 확인된 사고정보와 소통상황정보가 정제되지 않고 일반적인 문자로 제공 중에 있음. 하지만, 운전자가 그대로 이용하기에 정보 제공 언어의 규칙성이 없으며, 제공기관별로 정보가 산재되어 있어 관심영역의

검색이 어려워 이용도가 떨어짐. 이에 본 연구에서는 산재되어 있는 SNS 교통정보를 모아서 본 연구에서 개발한 온톨리지 기반의 체계적인 정보 알고리즘을 접목하여 문자가 아닌 지도위에 표출하고 관심영역의 공간적 범위를 확대하여 제공함. 다음의 그림은 기존의 SNS 교통정보의 제공형태와 무료어플리케이션으로 배포한 지도기반 SNS 교통정보 제공시스템을 비교한 그림임. 그림에서와 같이 현재 국토해양부에서 서비스하는 SNS서비스는 문자기반의 정보이며, 국토해양부에서 수집할 수 있는 국도 등의 일부구간만을 서비스함. 반면에 지도기반 SNS 교통정보 제공어플에서는 문자가 아닌 지도위에 사고와 소통정보를 일정한 아이콘으로 제공하고 있으며, 해당기관에서 관리하는 일부 정보가 아닌 전국적인 정보를 제공하고 있음



[그림 5.1] 기존 SNS 교통정보와 지도기반 SNS 교통정보 제공 서비스간의 비교

○ 기타 본 연구성과물의 활용계획 중 공공적인 성격을 갖는 활용계획은 ITS 『가공』 단계에서 개발한 미래 클라우드 기반의 ITS 센터의 소프트웨어인 K-클라우드(가칭)패키지에 대한 무상배포와 ITS 표준총회의 단체표준을 진행하고자 '센터-현장장치 간 교통정보연계시스템 표준'을 제안하였고, 표준화과제로 채택위해 노력하고 있음

제 2 절 민간부문 활용방안

○ 본 연구개발에서 민간부문 활용성과는 기술실시계약을 통한 사업화 및 제품화가 발생한 활용성과와 현재 추진 중이거나 추진예정인 활용계획을 연구개발성과물 위주로 기술함

1. 다기능 복합검지기 활용

○ 다기능 복합검지기는 제품의 모듈화를 통한 독립적 제품판매 전략을 수립하여 사업화를 추진하였음. 다기능 복합검지기는 연구 개발된 시제품1식은 각 사용자의 필요에 따라 기능별로 3가지 모델로 모듈로 구분하여 상품화하였음. 다음의 그림들(모듈 1~3)은 다기능 복합검지기 1식을 구성하지만 독립적으로도 판매될 수 있는 것들을 모듈화하여 상품화한 모델임



[그림 5.2] 저가형 고해상도 카메라 모듈-1



[그림 5.3] 저가형 환경센서 스테이션 모듈-2



[그림 5.4] 구동 제어시스템 모듈-3

○ 더불어, 아래그림과 같이 검지기도 지점·구간·복합으로 구분하여 모델화 시켜 현재 국외 알제리 ITS 구축에 복합모델과 지점검지 모델을 납품하였음



[그림 5.5] 검지타입에 따른 모델 구분

2. 열적외선을 이용한 환경 독립형 검지기 활용

○ 열적외선을 이용한 환경 독립형 검지기에 사용되는 카메라는 일반 영상검지기에서 사용하는 카메라와 다소 고가임. 이는 검지기는 변화하는 환경에 강건하지만, 경제성은 다소 떨어짐을 의미함. 이에 본 연구단에서는 당초에 검지기 판매를 환경변화에 따라 오차가 없으며, 대규모의 안전시설 관리나 환경 변화에 민감하게 대응해야하는 공항이나 터널 등을 수요처로 계획하여 이를 홍보하였음. 더불어 열적외선을 이용한 환경 독립형 검지기에 적용된 요소기술은 다음과 같이 활용 가능함

- 일반 CCTV 카메라, 렌즈 통합 및 분리형 카메라 등 모니터링 시스템에서 카메라의 정밀제어를 통한 직접 및 간접적 교통정보 수집을 위한 요소기술로 활용함
- 열 적외선 및 CCD 카메라의 View Angle 내에서 별도의 PAN/TILT 제어 없이 임의 영역에 대한 자동초점제어를 수행할 수 있음으로 해서 사용자에 대한 카메라 제어동선을 최소화하는 데 활용함

○ 실질적인 활용은 “공항시설 안전 통합관리시스템 개발”에서 김포공항의 활주로 모니터링 시, 저 시정상황(야간, 눈비 악천후)확인을 위하여 본 연구개발품을 사용 중에 있음. 아래의 그림은 모니터링 구간 내 실제 열적외선 영상과 일반영상을 그림을 비교한 것임



[그림 5.6] 김포공항내 모니터링 구간(왼쪽), 열적외선영상과 일반영상(오른쪽)

3. 개방형 교통정보센터 플랫폼 활용

○ 본 연구개발을 통해 획득한 IT기술을 활용하여 민간부분에 다양한 활용이 가능할 것으로 판단됨. 교통정보센터 플랫폼을 구성하고 있는 많은 단위 소프트웨어 및 서브시스템들의 모듈을 활용한 방안은 아래와 같음

- 개방형 교통정보센터 플랫폼은 빅데이터(대용량 데이터)의 효율적인 분산처리를 위해 Hadoop 플랫폼을 활용하였으며, Hadoop 분산처리 플랫폼을 이용하여 빅데이터를 다루는 다양한 분야에서 기술 활용이 가능함
- 텍스트 위주의 정보뿐만 아니라, 이미지, 동영상 등의 수백억개의 비정형데이터를 처리할 수 있음
- 수백억개의 비정형 데이터를 대상으로 분석에 DB로는 처리가 어려운 반면 분산처리 클라우드 플랫폼을 활용하여, 빠르게 처리 가능함.
- 활용가능 분야로는 웹하드 서비스, 검색엔진, 데이터웨어하우스 및 데이터마이닝 분야의 인프라 구축에 사용할 수 있으며, 특히, 의료분야에서 인간게놈 분석에도 활용될 수 있음.
- 개방형 교통정보센터 플랫폼 개발을 통해 획득한 분산처리 클라우드 플랫폼은 궁극적으로는 클라우드 서비스 구축에 필수적으로 활용되어지는 기술임



[그림 5.7] 분산처리 클라우드의 활용분야

4. 에너지 절감형 VMS 활용

○ 에너지 저감 VMS 모듈의 경우 다음과 같이 활용하고자 함

- 현재 국내에 기 설치되어 운영하고 있는 VMS는 대부분 램프타입의 VMS로 LED 표출부의 과도한 전력소모와 빛 공해 문제 등을 야기시킬 수 있음. 물론 일부 지자체에서는 램프타입이 아닌 Chip 타입의 LED를 도입한 바 있으나, Chip 타입 LED의 근본적인 문제점인 자외선 문제를 극복하는데 많은 시간과 노력이 소요된 바 있음
- 이에, 본 연구에서는 전력소모량이 상대적으로 적은 Chip LED를 도입하되, Chip LED가 지니는 고유 빛 확산 각도(좌우상하 108°~120°)를 광학렌즈를 이용하여 조정함으로서 상향 및 좌우측으로 낭비되는 빛 에너지를 최소화하여 근본적으로 동일한 휘도를 발현하는데 필요한 전력소모량을 줄일 수 있는 광학렌즈를 장착한 VMS를 개발함
- 본 기술에 대해서는 국내외 ITS 및 VMS 제조업체와 기술실시계약을 체결하여 관련 지적재산권 및 노하우에 대하여 기술이전을 실시하고 이전기술에 대한 기술지도 과정을 거쳐 최종 수요처인 정부 및 지자체 구축사업에 활용할 예정임

<표 5.1> VMS 활용 세부추진방안

주요성과물	수요처	주요 활용방안	실용화 계획	일정(예정)
에너지 저감 VMS 모듈 *<기술개발>*	국내외 ITS 업체 VMS 제조업체 (최종 수요처는 정부 및 지자체)	· 관련분야 기업에 기술이전을 통하여 최종수요처인 정부 및 지자체 ITS 구축사업에 활용	· 기술실시계약 체결 및 기술이전 (건기연↔업체) ※현재 국내 VMS 전문기업인 D사와 계약사항 협의중에 있음	'12. 2 (예정)



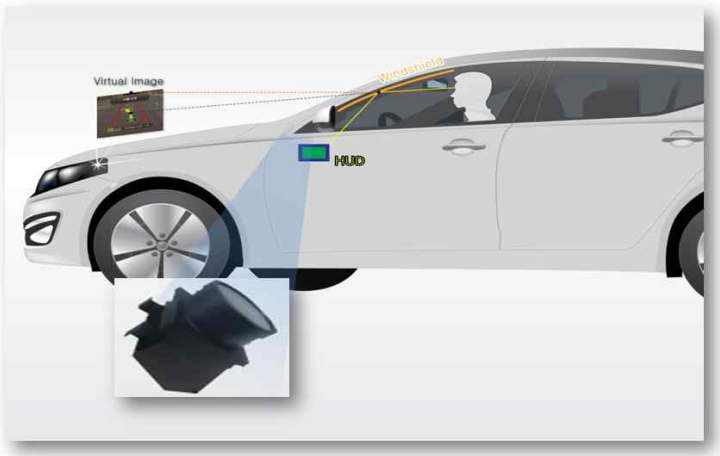
5. HUD 활용

○ HUD 활용을 위해서 다음과 같이 기 추진 혹은 추진할 계획을 갖고 있음

- ‘11. 5. ~ 8. 까지 다양한 자동차 제조사 및 자동차 부품 제조사(르노삼성, 쌍용, 현대모비스, 시터스 등)들이 참여한 가운데 기술설명회를 거친 후,
- ’11. 8. ~ 10. 까지 다분야 전문가 집단으로 구성 된 기술거래 전문기관에 의뢰하여 기술가치평가를 실시함
- 해당 기술의 가치평가 시, 시장수요조사 및 가격조사, 지적재산권에 대한 권리 분석 그리고 기술수준에 대한 경쟁력/독창성/첨단성/비교우위성을 분석하여 기술가치 평가액을 산정함
- 해당 기술가치 평가액을 기준으로 ‘11. 11. 해당 기술에 대한 기술이전 공고를 한 상태이며 공고기간 마감 후, 참여기업에 대해서 입찰과정을 거쳐 계약사항 협의 후 기술실시계약을 체결하고 해당 기술에 대한 기술이전 및 지도를 실시하여 해당기술이 국내외에 직접 판매되는데 활용할 예정임

<표 5.2> VMS 활용용 세부추진방안

주요성과물	수요처	주요 활용방안	실용화 계획	일정(예정)
HUD *<기술개발>*	국내외 자동차제조사 자동차부품제조사	· 자동차 제조사 및 부품제조사에 기술이전을 통하여 국내외 판매	· 기술 설명회 및 가치평가 실시 (‘11. 9 ~ 10) · 기술이전 공고 (‘11. 11) · 기술실시계약 체결 및 기술이전 (건기연&브이앤아이↔업체)	‘12. 2 (예정)



제 6 장 연구개발과정에서 수집한 해외과학기술정보

제 1 절 차세대 도심이동수단(Ultra Small Vehicle)

○ 차량공유제도는 도심의 통행량 증가로 인한 각종 사회적 비용의 증가와 탄소배출량 감출을 요구하는 국내여건을 감안할 때, 효과적인 정책으로 대두 중에 있으며, 현재 우리나라에서도 일부지방자치단체 및 민간에서 운영 중이거나 도입을 검토 중에 있음

○ 이에 정체구간으로 대표되는 도심부의 교통혼잡을 감소하고, ITS의 궁극적인 목표인 교통정보를 제공하여 도로이용의 효율을 극대화하는 ITS 사업 취지에도 적합하며, 도심 내 주요 문제점으로 등장한 배회차량으로 인한 혼잡과 주차문제 해소에 기여할 수 있는 도심에 적합한 차량공유형 소형 자동차(Ultra Small Vehicle, 이하 USV)에 대한 해외과학기술정보를 소개함

- GM사에서는 미래형 전기자동차를 표방하여 도심부에서 운전전용 2인승 친환경전기차로 현재 충전시간의 1/4만을 충전해도 40km이상을 달릴 수 있음. 또한, 2인승 소형(1.5m)으로 주차에 대한 부담이 줄었으며, 차량 간의 통신(Vehicle to Vehicle)을 모토로 하여 그들 간의 통신으로 앞의 차량과 목적지가 같을 경우, 운전조작 없이 앞차를 따라 갈 수 도 있으며, 반대로 내가 다른 차를 끌고 갈 수 있음
- 무게는 500kg으로 현재 시판되는 소형차(1500kg)의 1/3 수준이며 주변기기들과 완벽한 통신이 가능함. 아래의 사진은 GM에서 개발한 외관과 내부 모습이며, 외부의 자동차문은 앞 쪽의 유리가 상하로 올라가고 내려감
- GM사에서 USV에 응용한 과학기술은 V2V 무선통신기술과 GPS, 영상의 수집과 노변센서와의 정보교환 등이며, 이 중 가장핵심은 Motion Control과 그를 구동하는 알고리즘으로 설명하였으며, GM사에서 표방하는 USV의 가치는 도심부의 시간절약, 에너지 절약, 편안함으로 대표됨



[그림 6.1] GM사의 USV

- USV에 장착된 센싱장치를 설명한 아래 그림은 앞차와의 간격을 맞추기 위한 Foward Range Sensors, 전방영상을 분석하는 Forward Vision Sensors, 앞·뒤차, 옆차, 주변기기 및 주변 도로시설물과 통신하는 Wireless Antenna 등이 있으며, 자동차를 구동하는 주요 엔진 부품 등은 바닥부에 설치되어 있음을 알 수 있음



[그림 6.2] GM사의 USV 센싱장비 및 주행사진

- GM사의 USV는 도로의 센서(상기 사진에 도로상에 붙어 있는 노란색 센서)는 도로상의 각종 정보(도로상태정보 및 차선정보 등)을 완벽하게 전송할 수 있으며, 군집운행(선두차량만 운전하며 나머지 차량은 별도의 운전조작 없이도 선두차량을 따라가는 운행)이 가능함
- 미국 메사추세츠공대(MIT) 미디어랩 연구팀에서 2003년 개발한 City Car는 상기 GM사의 USV보다 먼저 개발되었으며, 비슷한 개념으로 제작되었으며 특

이한 것은 주차 시에 일정하게 접이는 것이 특징임. 아래 사진은 MIT의 City Car(일명, Stackable Car)의 개념도와 주행사진임



[그림 6.3] MIT에서 연구개발한 City Car

제 2 절 클라우드(Cloud) 컴퓨팅 서비스

1. 클라우드 컴퓨팅 서비스 개념

가. 등장 배경

○ 현재 전 세계 정보기술(IT)인프라는 과부하로 상태로, 급속하게 늘어나는 천문학적 숫자의 컴퓨터와 네트워크 장비, 관련설비 등으로 기업이나 기관들의 데이터센터는 이미 포화 상태임. 매일 쏟아지는 엄청난 양의 데이터와 복잡한 IT기술들을 제대로 관리하기 힘들어 인프라로서의 기능을 제대로 발휘하지 못하기 시작함

○ 이러한 문제를 극복하려면 IT 인프라에 관한 새로운 방법과 기술이 필요함. 문제 해결의 실마리를 보여주는 것이 바로 클라우드 컴퓨팅 기술임. 인터넷이나 인트라넷 등 네트워크에 접속하여 가상공간 서버에서 데이터를 처리, 저장하고 애플리케이션을 쓰는 일을 의미함. 기업의 경우 자체 전산실 컴퓨터에 모든 걸 보관하지 않고 인터넷을 통해 원격 컴퓨터에 저장된 데이터나 애플리케이션에 접속하여 원하는 정보를 처리하는 것임

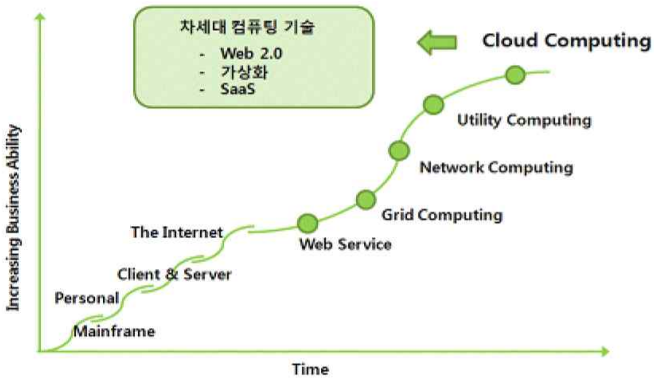
○ 2006년 9월 구글사 CEO 회의에서 처음 제안된 클라우드 컴퓨팅은 최근 아마

존, MS, 구글, IBM, 애플 등 IT 글로벌 기업들이 참여하면서 이슈화되기 시작함. 클라우드 컴퓨팅은 최근 SOA, SaaSㄴ로 등장하고 있음. 이 이슈들은 갑자기 생겨났다기 보다는 기존의 것들을 새롭게 재조명한 것임

○ 클라우드 컴퓨팅은 인터넷 상의 서로 다른 물리적인 위치에 존재하는 각종 컴퓨팅 자원들을 가상화 기술로 통합하여 사용자에게 언제 어디서나 필요한 양만큼 편리하고 저렴하게 사용할 수 있는 환경을 제공하는 기술임. 즉, '구름같은 컴퓨팅'은 호스팅 서비스, SaaS, 유틸리티 컴퓨팅 등이 진화된 형태임

나. 발전 역사

○ 클라우드 컴퓨팅의 개념은 1960년대 미국의 컴퓨터 학자인 존 맥카시(John McCarthy)가 '컴퓨팅 환경은 공공시설을 사용하는 것과도 같은 것'이라는 개념에서 출발함. 1990년대에 이미 클라우드라는 용어가 거대한 규모의 ATM을 지칭하는데 쓰임. General Magic 사는 1995년에 AT&T와 다른 여러 통신사들과 제휴를 맺고 클라우드 컴퓨팅 서비스를 시작하였으나 이시기는 소비자 중심의 웹 기반이 형성되기 전이어서 사업들은 실패하였음



[그림 6.4] 컴퓨팅 환경의 변화

○ 21세기에 들어서야 클라우드 컴퓨팅이라는 단어가 달려지기 시작함. 그러나 당시 클라우드 컴퓨팅은 대부분의 내용이 SaaS에 집중되어 있었음. 1999년 Marc Benioff, Parker Harris 그룹이 중심이 되어 설립된 Salesforce.com은 구글사에서 개발된 기술들을 접목시키고, 야후에서 개발된 업무용 응용 S/W를 접목시켜 클라우드 컴퓨팅 환경을 제공하였음. 이들은 'On Demand'나 SaaS와 같은 새로

운 개념을 적용하여서 사용자들은 호환성과 속도에서 좋은 반응을 보였음

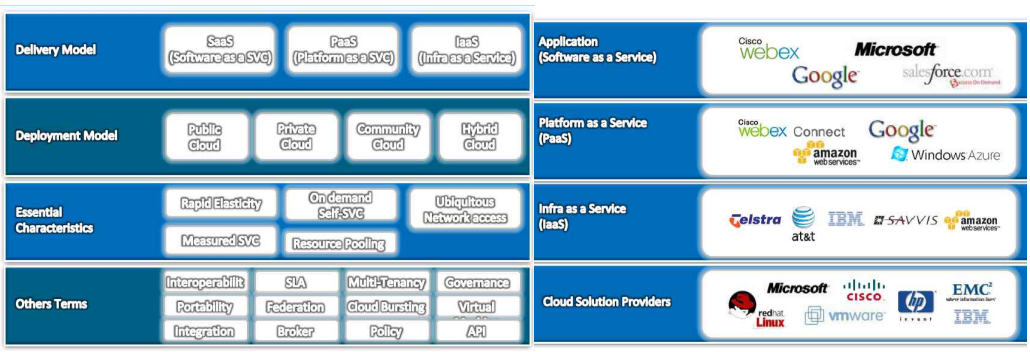
○ 아마존은 클라우드 컴퓨팅의 발전에 중요한 역할을 했음. 닷컴 버블 사태 이후에 아마존은 갑자기 증가하는 트래픽에 대비하기 위해 남겨두었던 데이터센터의 유휴 자원을 활용했음. 기존에 아마존이 쓰고 있던 'two-pizza teams'원칙 덕분에 아마존은 새로운 기능을 빠르게 내놓을 수 있었음

○ 이러한 기반 속에서 아마존은 2005년에 자사의 웹 서비스를 통해 유틸리티 컴퓨팅을 기반으로 하는 클라우드 컴퓨팅 서비스를 시작하였음. 2007년부터 구글과 IBM 그리고 대학들에서 본격적인 클라우드 컴퓨팅 연구가 시작됨

다. 클라우드 컴퓨팅 정의

○ 클라우드 컴퓨팅은 다양한 응용프로그램들을 수용하여 잘 관리되면서 높은 확장성을 갖는 추상화된 컴퓨팅 인프라의 집합을 의미함. 이 개념은 유틸리티 컴퓨팅이나 서비스로서의 소프트웨어(SaaS), 그리고 그리드(Grid) 컴퓨팅 개념들이 혼합된 개념임. 즉, 하드웨어적인 또는 소프트웨어적인 컴퓨팅 자원을 사용한 만큼 비용을 지불한다는 의미에서 사용자 측면에서는 유틸리티 컴퓨팅이나 SasS와 유사함. 분산된 여러 컴퓨팅 자원을 취합하여 하나의 컴퓨팅 자원처럼 사용할 수 있도록 제공한다는 자원 제공자 측면에서는 그리드 컴퓨팅의 개념과 같음

○ 클라우드 컴퓨팅은 IT와 관련된 기능들이 서비스 형태로 제공되는 컴퓨팅 스타일임. 사용자들은 기술 인프라스트럭쳐에 대한 전문 지식이 없어도 인터넷으로 서비스를 받을 수 있음. IEEE에서는 '정보가 인터넷 상의 서버에 영구적으로 저장되고 데스크탑이나 휴대용 기기 등과 같은 클라이언트에는 일시적으로 보관되는 페러다임이다'라고 정의함



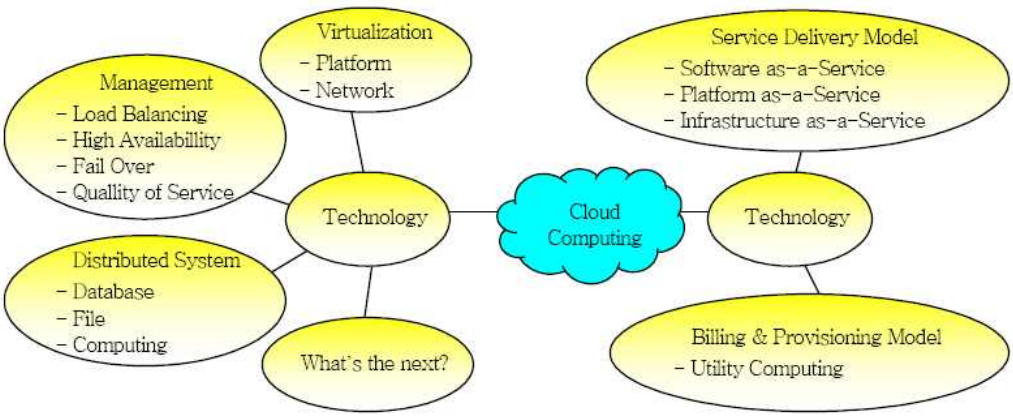
[그림 6.5] 클라우드 컴퓨팅의 정의-Concept과 Delivery

○ 그러므로 클라우드 컴퓨팅은 서로 다른 물리적인 위치에 존재하는 컴퓨터들의 리소스를 가상화 기술로 통합하여 제공하는 기술이라고 정의함. 즉, 개인용컴퓨터나 기업의 서버에 개별적으로 저장하여 두었던 프로그램이나 문서를 인터넷으로 접속할 수 있는 대형 컴퓨터에 저장하고, 개인 PC는 물론이고 모바일 등 다양한 단말기로 웹 브라우저 등 필요한 애플리케이션을 구동하여 원하는 작업을 수행할 수 있는 이용자 중심의 컴퓨터 환경을 의미함

라. 클라우드 컴퓨팅 환경

○ 개인 컴퓨터 또는 응용서버가 컴퓨터들의 구름(Cloud of Computers: 대규모 컴퓨터 집합)으로 옮겨간 형태로서 개인용 컴퓨터나 기업의 서버에 개별적으로 저장하여 두었던 모든 자료(Data)와 소프트웨어(Program)를 클라우드 컴퓨터에 저장해 놓고, 인터넷 접속이 가능한 컴퓨터나 모바일 기기 등을 이용하여 언제 어디서나 원하는 작업을 수행할 수 있는 차세대 사용자 컴퓨팅 환경임

○ 클라우드 컴퓨팅 환경에서는 애플리케이션을 개발하거나 서비스할 때 서버나 스토리지 등 컴퓨팅 자원 등을 자체적으로 보유하지 않음. 이와 같은 클라우드 컴퓨팅 플랫폼 사업자의 자원을 이용하여 개발하고 서비스함. 그러므로 서비스 제공자가 소비자에게 다양한 IT 기반 기능을 전달해주는 컴퓨팅의 방식임. 이는 내재된 신축성과 확장성을 가지고 있어서 기업의 진입 장벽을 감소시키고 고속성장을 가능하게 함



[그림 6.6] 클라우드 컴퓨팅 환경모델

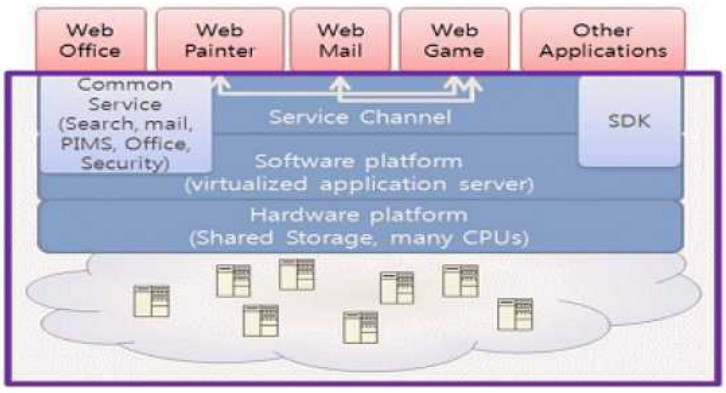
2. 클라우드 서비스 플랫폼

가. 플랫폼 서비스 구조

○ 차세대 웹 기술의 발전과 확산으로 IT 전 분야에 영향을 끼치고 있다. 클라우드 컴퓨팅 기술도 플랫폼으로서의 역할과 서비스 기능이 강조되면서 차세대 웹 기술과의 접목을 통한 클라우드 플랫폼(Cloud Platform)으로 발전하고 있다. 이 클라우드 플랫폼은 향후 다양한 단말과 유기적으로 연동 가능한 유비쿼터스 서비스 플랫폼으로 발전됨

○ 또한, 클라우드 컴퓨팅의 미래 서비스 패러다임은 사용자와 서비스 중심의 개방형 구조로 변화하며, 네트워크와 단말에 독립적인 차세대 웹 기반의 서비스 지향 클라우드 컴퓨팅 플랫폼 구조로 발전된다. 즉, 서비스 및 데이터 가상화 기술은 서버 가상화를 넘어서는 서비스 및 응용 가상화 실현 기술과 클라우드 서비스를 위한 새로운 데이터 처리 기술로 발전된다. 개방형 구조의다중 단말 서비스 플랫폼 기술이 중요한 기술로 등장하게 됨

○ 또한, 보안, 프라이버시 지원(신뢰성 확보) 기술은 데이터 집중화에 따른 해킹 및 서비스 중단 위험이 존재하기 때문에 이를 해결하기 위한 보안기술이 개발되고 있다. 도메인 특화(Business Model, 다중화) 기술은 기업용 서비스를 넘어서 클라우드 서비스 기술로 발전이 예상됨에 따라 이에 대한 중장기적인 기술개발 및 표준화 작업이 요구됨



[그림 6.7] 클라우드 컴퓨팅 플랫폼 기업 서비스 모델

○ 향후 컴퓨팅 및 서비스 환경은 시간과 공간을 초월하는 서비스 기능성 그리고

유비쿼터스 환경에서 다양한 유무선 단말의 무결절성(Seamless) 서비스 제공이 필수적으로 요구되고 있음. 그리고 가상화 기술은 서버자원, 운영체제(OS), 애플리케이션을 대상으로 하거나 스토리지, 서버, 네트워크 자원 등을 대상으로 개별적인 가상화(Virtualization)기술 개발이 이루어졌음. 그러나 조만간 개별 가상화 기술이 하나로 통합된 형태로 제공되는 클라우드 플랫폼으로 발전된다. 특히, 유비쿼터스 단말에서의 무결절성 서비스 및 웹 운영체제기능 등이 포함된 웹 클라우드 플랫폼 기술과 같은 선도적이고 차별화된 기술 개발이 가능한 분야임

나. 플랫폼 공통 요소기술 구조

○ 컴퓨팅 기술 발전의 관점에서 보면 클라우드 컴퓨팅은 새로운 개념이 아니다. 클러스터 컴퓨팅부터 시작하여 그리드컴퓨팅, 유틸리티컴퓨팅, 서비스 지향 컴퓨팅 등의 핵심 철학이 하나로 녹아들어 클라우드 컴퓨팅이 구성된 것이다. 필연적으로 클라우드 컴퓨팅 플랫폼의 기술적 토대는 현존하는 여러 기반 기술로 구성되었음을 알 수 있음



[그림 6.8] 클라우드 컴퓨팅 플랫폼의 공통 기술 구조

- 자원 가상화(Virtualization) 기술: 컴퓨팅 자원의 활용률을 극대화하고 대규모 데이터센터의 관리 편이성을 확보하기 위해서 자원을 가상화하여 운용관리하는 자원 가상화 기술은 기본 기술임. 그래서 VMware 와 Citrix 등 서버 가상화 솔루션 업체가 클라우드 솔루션 시장에 적극 참여하고 있음

- 대용량 분산 시스템 기술: 대규모 사용자와 많은 서비스가 기본이므로, 대용량 저장능력과 고성능 컴퓨팅 파워를 제공하고 신속한 확장성을 보장할 수 있는 분산 시스템 기술이 필수임
- 자원 및 서비스 운영/관리 기술: 서비스 및 사용자의 동적인 변화에 능동적으로 대응하여 자원을 관리하고 글로벌 규모로 서비스를 배포 및 관리하는 기술이 필요함. Autonomic Computing, SLA, Workflow Management, Global Service Provisioning 기술 등이 있음
- 서비스 지향 인터페이스 기술: 클라우드 컴퓨팅은 'As a Service' 형태의 기능 접근 방법을 제공함. 따라서 자원에 대한 접근에서 플랫폼 자체에 대한 제어까지 서비스 지향 인터페이스로 정의되고 구현됨

3. 플랫폼 개발 동향

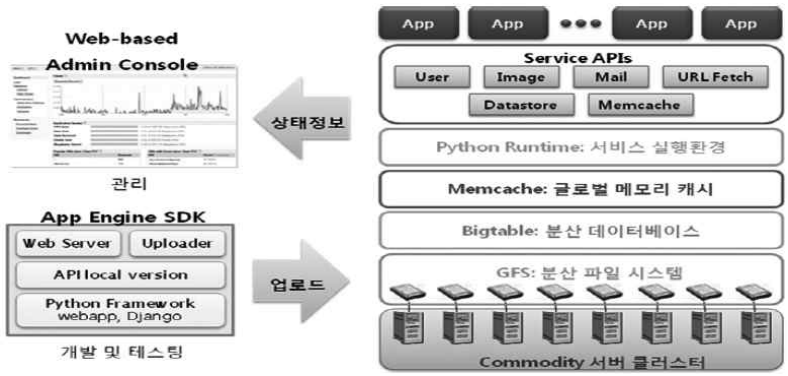
가. Amazon EC2 플랫폼

○ Amazon EC2 는 사용자에게 가상의 컴퓨팅 자원을 제공하고 사용한 만큼 비용을 청구하는 서비스 임. 비용은 1시간 단위로 계산되며 가장 기본 단위의 컴퓨팅 인스턴스를 1 시간 사용 시 10 센트가 청구됨. EC2 의 3 가지 기술 컴포넌트는 다음과 같음

- EC2 인스턴스(Instance): OS 와 애플리케이션이 실행되는 최소 컴퓨팅 자원 단위로서 Xen 기반의 가상머신임. 인스턴스의 종류는 웹 서비스와 같이 보통 애플리케이션에 적합한 사양의 표준 인스턴스와 복잡한 계산 응용을 위한 High CPU 인스턴스로 나뉘며, 각 인스턴스의 크기는 가상머신 생성시 CPU, 메모리, 디스크 등 자원 할당을 조절하면서 결정됨. 가장 기본적인 인스턴스는 1 개의 가상 코어(1.0~1.2GHz 2007 Opteron 혹은 2007 Xeon 프로세서에 해당), 1.7GB 메모리, 160GB 디스크 용량을 가진 32bit 머신에 해당됨
- AMI(Amazon Machine Image): OS 와 애플리케이션을 포함한 부팅 가능한 루트 디스크 이미지임. AMI 는 Amazon 에 의해 미리 패키징된 것들과 사용자와 파트너사에 의해 필요에 따라 적절한 애플리케이션들로 패키징된 것들이 존재한다. AMI 에서 지원하는 OS 는 각종 Linux 배포판으로부터 Windows Server 2003, OpenSolaris 등 다양하며, 이미 제공되고 있는 AMI 에는

Apache 웹 서버부터 데이터베이스, WAS, 개발환경, Hadoop 등 다양한 애플리케이션 등이 패키징되어 있음

나. Google App Engine 플랫폼



[그림 6.9] Google App Engine 플랫폼 구조

○ Google App Engine 은 2008 년 4 월에 시작한 클라우드 컴퓨팅 서비스로서 사용자 개발 웹 서비스를 구글 인프라 위에서 실행할 수 있는 인프라 자원을 제공할 뿐 아니라 웹 서비스를 개발할 수 있는 SDK 와 서비스 관리 도구 등도 함께 제공하는 클라우드 플랫폼임. 이미 다양한 서비스를 통해 검증된 Google 인프라를 활용하므로 확장성과 안정성 측면에서 개발자는 부담을 덜 수 있게 되고, 더욱이 웹 서비스 개발 환경을 제공하기 때문에 서비스 개발부터 배포, 운영까지 전 과정을 Google App Engine 에서 처리할 수 있음. Google App Engine 플랫폼은 5가지 핵심적인 특징이 있음

- 확장성 있는 서비스 인프라스트럭처: 사용자 개발 서비스들은 Google 서비스와 동일한 인프라 기술 위에서 실행되기 때문에 서비스의 확장성과 안정성이 있음
- Python 런타임 환경과 다양한 서비스 APIs: 현재 Python 실행 환경을 제공하고 있으며, MVC 모델을 비롯하여 보다 효율적인 개발을 돕기 위해 Python 웹 프레임워크인 webapp와 Django 를 제공함. 그리고 서비스에 필요한 여러 가지 기능들(인증, 이미지 처리, 메일, 데이터 접근 등)을 미리 구현하여 API 형태로 제공하고 다양한 Google API 와 연동을 지원하여 서비스 확장을 도는 역할을 함

제 3 절 IDAS 프로그램

○ 본 연구의 핵심성과물인 ITSBC 개발과정에서 수집한 IDAS 관련 정보를 소개함. IDAS 시뮬레이션은 정부기관과 교통계획 과정에서 일어날 수 있는 ITS 사업의 통합 컨설턴트를 보조하기 위해 미국의 FHWA와 Cambridge Systematics 사가 교통계획가, ITS 전문가와 시스템 운영자가 ITS 사업의 비용과 편익을 평가하기 위하여 설계됨

<표 6.1> IDAS 시뮬레이션을 통해 평가 가능한 ITS 시스템

대안비교 모듈	하위시스템
간선도로교통관리시스템(Arterial Traffic Management Systems)	- Traffic Signal Coordination - Signal Priority
고속도로교통관리시스템(Freeway Traffic Management Systems)	- Ramp Metering
첨단대중교통시스템(Advanced Public Transit Systems)	- Fixed Route Transit - Paratransit
돌발상황관리시스템(Incident Management Systems)	- Incident Management Systems
전자지불시스템(Electronic Payment Collection Systems)	- Electronic Transit Fare Payment - Basic Electronic Toll Collection
철도교차로관제시스템 (Railroad Grade Crossings Monitors)	- RP Grade Crossing Monitor
긴급구조관리시스템 (Emergency Management Systems)	- Emergency Vehicle Control Service - Emergency Vehicle AVL - In-Vehicle Mayday System
지역연계교통정보시스템 (Regional Multimodal Traveler Information Systems)	- Highway Advisory Radio - Dynamic Message Sign - Telephone Multi-modal Traveler Information - Web/Internet Multi-modal Traveler Information - Kiosk Traveler Information - Handheld Personal Device - In-Vehicle
첨단화물교통시스템 (Commercial Vehicle Operations)	- Electronic Screening - Weigh-in-Motion - Eletronic Clearance - Combination Screening & Clearance - Safety Info Exchange - Onboard Safety Monitoring - Electronic Roadside Safety Inspection - HazMat Incident Response
첨단차량제어시스템 (Advanced Vehicle Control and Safety Systems)	- Motorist Warning - Longitudinal Collision Avoidance - Lateral Collision Avoidance - Intersection Collision Avoidance - Vision Enhancement for Crashes - Safety Readiness
구축지원시스템 (Supporting Deployments)	- Traffic Management Center - Transit Management Center - Emergency Management Center - Traffic Surveillance - Information Service Provider Center
시스템구축 (Generic Deployments)	- Link-Based - Zone-Based

○ IDAS 시뮬레이션은 60여 가지 형태의 ITS 사업의 편익과 비용의 효과를 분석하기 위한 기초계획(Sketch-planning) 및 기본계획 단계에서 이용하며 전통적인 통행 수요모형의 결과를 토대로 쉽게 입력 자료를 구축할 수 있는 패키지로 ITS 관련 가격/수량 정보에 대한 Excel 데이터베이스 구축 및 수정지원이 가능함. IDAS 시뮬레이션을 통한 산출물은 편익요소로서 통행시간, 통행시간 신뢰성, 이동성, 사고(상해정도, 재산), 연료 소모량, 배기가스량 등의 다양한 결과를 도출할 수 있고, ITS 사업의 대안 시나리오와 전통적인 도로와 대중교통 인프라의 상호 효과비교(Trade-Off)를 실시하여 분석을 할 수 있는 장점이 있음

○ IDAS 시뮬레이션은 특히 ITS 서브시스템별 분석이 가능하여 여러 서브시스템 조합대안에 대한 편익과 비용을 계산하여 여러 개의 대안을 결합, 상대적으로 어떤 대안이 좋을지(우선순위 부여 가능)에 대한 분석이 가능함. 또한, IDAS 시뮬레이션은 각각의 ITS 구성요소에 대한 소프트웨어는 분석이 가능하고, ITS 효과값은 ITS Library에 있어서 문서화가 가능하고 여러 실험과 연구를 통해 효과를 결정하여 적용할 수 있음

제 7 장 참고문헌

[1] INFIDES, “유럽 DVB-H 동향”, 전자부품종합정보센터, 2008.12

[2] KSAE 부문 종합 학술대회, “자동차 HUD의 제어 ECU 개발에 대한 연구”, pp. 1024-1028, 2009

[3] MBC기술연구소, 고속도로정보제공을 위한 MBC DARC 추진, 2002

[4] (舊)건설교통부·한국건설기술연구원, 교통정보제공 기반조성에 관한 연구 I, 2007

[5] (舊)건설교통부, 해외 ITS동향분석을 통한 우리나라 ITS 발전방향 연구, 2001

[6] 고석주, "이동통신망에서의 모바일 IPTV 표준기술", 경북대학교, 2009.08

[7] 기술평가정보유통시스템, “디지털멀티미디어방송 수신 장치 및 방송 신호 처리 방법”, 2008.04

[8] 김력, 이정표, 김병수 「자동차용 HUD 시스템 인터페이스에 관한 연구」 2004년 9월

[9] 김성호, “오버레이기반 멀티캐스트를 위한 효율적인 전송트리 재구성 방안”, 전남대학교, 2008.02

[10] 김응배, 무선인터넷 서비스의 대중화를 선도하는 휴대인터넷 기술, ETRI CEO Inf.6호, 2004

[11] 김현경, “이종 액세스 망에서의 IMS 기반 IPTV 서비스 구조”, 숭실대학교, 2008.02

[12] 김형석 외 1명, “모바일 와이맥스의 멀티캐스트 브로드캐스트 서비스”, 세종대학교, 2008.03

[13] 김희정, 이광순, 안충현, “지상파 DMB 데이터서비스를 이용한 사용자 맞춤형 교통정보서비스”, 통신정보 통합학술대회(JCCI 2006), 2006.

[14] 김휘용 외 4명, “DMB-AF: DMB 파일 포맷 표준화 동향”, ETRI, 2008.06

[15] 김태훈, 조병록, 오길남, 정영호, 박소라, 김건, FM 환경에서 DAB시스템의 성능검증, 한국방송공학회학술대회, 167~ 172, 1999

[16] 도로교통공단, 교통정보 최종수요자 요구분석서 분석, 2009

[17] 도로교통안전관리공단, 디지털 교통방송 교통정보시스템 구현 방안 연구, 2003

[18] 도로교통안전관리공단, 디지털 교통방송 교통정보 데이터 전달 통신형식 개발 - TP EG 전송형식의 교통정보 저작시스템, 2005

[19] 박성종 한국표준과학연구원, 「LED를 이용한 분광분포를 조절가능한 광원의 개발」

[20] 법제처, 전파법 시행령, 2009

[21] 배종태, “차세대 T-DMB 시스템의 부가서비스 제공을 위한 계층적 전송방식에 대한 연구”, 한국해양대학교, 2009.02

[22] 서석, 이찬길, 오길남, 아날로그 FM신호 간섭 환경하에서의 DAB시스템 성능분석, 한국방송공학회학술대회, 249~254, 1999

[23] 성낙범, “WiBro 상에서 MBS를 위한 새로운 카운팅 스키마”, 성균관대학교, 2008.02

[24] 유남철, “DMB, DVB-H, MediaFLO 기술개발 동향”, 한전KDN(주), 2006.06

[25] 유호식, 정만호, 「홀로그래픽 HUD의 광학적 설계 및 제작」 1998년 10월

[26] 이병우, 조현성, 이현정, 오병화, “양지훈 교통 이력 분석을 통한 교통정보 우선순위 결정 시스템”, 정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집 제14권 제1호, 2007.5.

[27] 이상운,"모바일+TPEG", TTA, 2006

[28] 이정수, “DMB-AF 재생기참조 SW 구현”, 서울시립대학교, 2009.02

[29] 장정아 외 2인, "USN 기반 텔레매틱스 서비스 및 기술개발 동향", 전자기술연구원, 2007.06

[30] 전자통신동향분석 제22권 제3호 , 「차세대 내비게이션 기술 현황 및 전망」 , 2007

[31] 정보통신 표준화 백서, “방송통신융합기술의 표준화 추진 전략”, 2008

[32] 정성학, 교통정보제공을 위한 노변방송시스템 구축에 관한 연구, 한국컴퓨터정보학회 논문집 제14권 제6호. 2009

[33] 한국건설교통기술평가원 외, 안전지향형 교통환경개선 기술개발 3차년도 최종보고서, 2009

[34] 한국건설기술연구원, 교통정보제공 기반조성에 관한 연구, 2007

[35] 한국교통연구원, 가변전광표지(VMS) 설치 및 운영방안 연구 1,2단계 보고서, 2007

[36] 한국교통연구원, 텔레매틱스 시대를 대비한 첨단종합교통정보서비스 체계화 방안 연구 - 첨단교통정보서비스 기술개발동향 분석 및 시스템 요구사항 설정, 2003

[37] 한국도로공사, 터널방송시스템 시방서, 2004

[38] 한동조, 박대영, 최기호, 사용자 상황을 이용한 추천 서비스 시스템의 필터링 기법에 관한 연구, 한국ITS학회 논문지, 제8권, 제1호, 2009.2

[39] 전자통신동향분석 제22권 제3호 , 「차세대 내비게이션 기술 현황 및 전망」 2007년 6월

[40] 전자통신동향분석 제23권 제1호 , 「HUD 기술개발 동향 및 텔레매틱스 적용방안」 2008년 2월

[41] A. Aljadhai and T. Znati, “Predictive mobility support for QoS provisioning in mobile wireless environments,” IEEE J. Select. Areas Commun., vol. 19, no. 10, Oct. 2001, pp. 1915-1930.

[42] Chip Fleming, 2006, "A Tutorial on Convolutional Coding with Viterbi Decoding," http://home.netcom.com/~chip.f/viterbi/tutorial.html

[43] D. A. Levine, I. F. Akyildiz, and M. Naghshineh, “A resource estimation and call admission algorithm for wireless multimedia networks using the shadow cluster concept,” IEEE/ACM Trans. on Networking, vol. 5, Feb. 1997, pp. 1−12.

[44] D. Arlinsky, 「SAFETY DEVICES FOR USE IN MOTOR VEHICLES」, 2002

[45] D. Hong and S. S. Rappaport, Traffic model and performance analysis for cellular mobile radio telephone systems with prioritized and nonprioritized handoff procedures, IEEE Trans.

[46] Federal Highway Administration. "Freeway Management and Operations Handbook", FHWA, 2003

[47] G. Peng, 「ADVANCED COMPACT HEAD UP DISPLAY」, 2005

[48] J. Kiefer 「QUANTIFYING HEAD-UP DISPLAY (HUD) PEDESTRIAN DETECTION BENEFITS FOR OLDER DRIVERS」, 1998

[49] L. Obradovich, San Clemente, 「TECHNIQUE FOR SUGGESTING A SERVICE PROVIDER TO SERVICE A VEHICLE」, 2006

[50] Michigan Departmant of Transportation, DIRECT Operational Field Test Evaluation Technical Performance and Cost, 1998

[51] New York State Deportment of Transportation. Highway Advisory Operational Guidelines, 2003

[52] Sanford,B.D., Foyle,D.C., McCann, R.S. and Jordan, K., 「HEAD-UP DISPLAYS: EFFECT OF INFORMATION LOCATION ON THE PROCESSING OF SUPERIMPOSED SYMBOLOGY」, 1993

[53] Samuel D. Stearns, Signal Processing Algorithms in Matlab, Cha, 2006

[54] Sathyanarayana, A., Boyraz, P, Information fusion for robust 'context and driver aware' active vehicle safety systems, Information Fusion, 2010

[55] Seungwon Shin. Oanjin Kim, Jongweon Kim and Jonguk Choi, "A robust audio

watermarking algorithm using pitch scaling," in Proc. IEEE 14th Int. Conf. Digital Signal Processing, pp. 701-704, 2002

[56] Stigge Martin, Plötz Henryk Müller, Wolf Redlich and Jens-Peter, "Reversing CRC - Theory and Practice." Berlin: Humboldt University Berlin. pp. 24, 2006

[57] S. Choi and K. G. Shin, "Predictive and adaptive bandwidth reservation for handoffs in QoS-sensitive cellular networks," in Proc. ACM SIGCOMM' 98, Vancouver, British Columbia, Sep. 1998, pp. 155-66.

[58] S. Kiridena, H. Smith, 「VEHICLE INFORMATION ACQUISITION AND DISPLAY ASSEMBLY」, 2002

[59] S. Peterson, 「Very Large Format Stereoscopic Head-Up Display for the Airport Tower」, 2006

[60] "The Head Up Display Concept" A Summary with Special Attention to the Civil Aviation Industry, 2005

[61] UK dft. "RDS-TMC Evaluation. Final Report ofr the DTLR", 2003

[62] Veh. Technol., vol. VT-35, no. 3, Aug. 1986, pp. 77-92

[63] W. Hoehn, "WARNING DEVICE FOR DISPLAYING INFORMATION IN A VEHICLE", 1996

[64] W. Soh and H. S. Kim, "Dynamic Bandwidth Reservation in Cellular Networks Using Road Topology Based Mobility Predictions," IEEE Infocom 2004, vol.4, pp 2766-2777

[65] Wen-Nung Lie, and Li-Chun Chang, "Robust and high-quality time-domain audio watermarking based on low-frequency amplitude modification," IEEE Transactions on Multimedia, Vol. 8, No. 1, pp. 46-59, 2006

[66] ITU-T IPTV-GSI (Global Standard Initiative), http://www.itu.int/ITU-T/gsi /iptv/

[67] IETF (Internet Engineering Task Force), http://www.ietf.org/

[68] 3GPP Homepage, http://www.3gpp.org/

[69] WiMAX Forum, http://www.wimaxforum.org/

[70] Media FLO(Forward Link Only), http://www.mediaflo.com/

[71] Open Mobile Alliance (OMA), http://www.openmobilealliance.org/

[72] DVB Forum, http://www.dvbforum.com/

[73] http://www.path.berkeley.edu/PATH/Research/currentsafety.html

[74] http://www.its.dot.gov/cicas

[75] http://www.preventip.org/en/prevent_subprojects/intersection_safety/intersafe

[76] http://www.gm.com

[77] http://www.siemens.com

[78] http://www.citroen.com

[79] http://www.delphi.com

[80] http://en.wikipedia.org/wiki/Turbo_code

[81] IETF (Internet Engineering Task Force), http://www.ietf.org/

[82] 3GPP Homepage, http://www.3gpp.org/

[83] WiMAX Forum, http://www.wimaxforum.org/

[84] MediaFLO(Forward Link Only), http://www.mediaflo.com/

[85] Open Mobile Alliance (OMA), http://www.openmobilealliance.org/

[86] DVB Forum, http://www.dvbforum.com/

[87] http://www.path.berkeley.edu/PATH/Research/currentsafety.html

[88] http://www.its.dot.gov/cicas

[89] http://www.preventip.org/en/prevent_subprojects/intersection_safety/intersafe