

석사학위논문

국도교통관리시스템에 적용 가능한
무선 통신시스템에 관한 연구

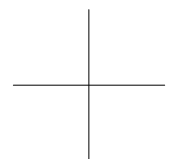
2005년

한성대학교 일반대학원

정보시스템공학과

정보시스템공학전공

홍 인 기



석사학위논문
지도교수 이봉규

국도교통관리시스템에 적용 가능한
무선 통신시스템에 관한 연구

A Study on Wireless Communication for Applying to
the National Highway Traffic Management System

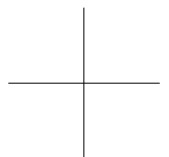
2004년 12월 일

한성대학교 일반대학원

정보시스템공학과

정보시스템공학전공

홍 인 기



석사학위논문
지도교수 이봉규

국도교통관리시스템에 적용 가능한
무선 통신시스템에 관한 연구

A Study on Wireless Communication for Applying to
the National Highway Traffic Management System

위 논문을 정보시스템공학 석사학위논문으로
제출함

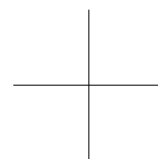
2004년 12월 일

한성대학교 일반대학원

정보시스템공학과

정보시스템공학전공

홍 인 기



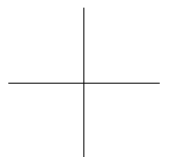
홍인기의 공학석사학위논문을 인정함

2004년 12월 일

심사위원장 이기원(인)

심사위원 이봉규(인)

심사위원 김남윤(인)



목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구 배경	1
제 2 절 연구 목적	3
제 3 절 연구 방법 및 내용	3
제 2 장 국도교통관리시스템	5
제 1 절 국도교통관리시스템 개요	5
1. 개요 및 현황	5
2. 교통정보의 연계 및 제공 현황	8
제 2 절 국도교통관리시스템의 유선통신시스템	9
1. 유선통신 개요	9
2. 국도교통관리시스템의 유선통신망	10
3. 국도교통관리시스템의 통신망 구성	11
4. 국도교통관리시스템의 통신시스템 구성도	13
제 3 절 국도교통관리시스템의 통신비용	14

제 3 장 지능형교통시스템에 적용 가능한 무선통신시스템 16

제 1 절 무선 LAN 16

- 1. 무선 LAN 개요 16
- 2. 무선 LAN의 특징 17
- 3. 무선 LAN 표준화 동향 17

제 2 절 위성통신 19

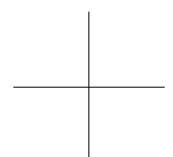
- 1. 위성통신의 개요 19
- 2. 위성통신의 특징 21
- 3. 위성의 종류 22

제 3 절 비콘(Beacon) 25

- 1. 비콘의 개요 25
- 2. 비콘의 특징 25

제 4 절 주파수공용통신 27

- 1. 주파수공용통신의 개요 27
- 2. 주파수공용통신의 특징 28



제 5 절 무선데이터 통신	29
1. 무선데이터 통신의 개요	29
2. 무선데이터 통신의 특징	29
제 6 절 이동통신(PCS)	30
1. PCS의 개요	30
2. PCS의 특징	31
제 7 절 DSRC	31
1. DSRC의 개요	31
2. DSRC의 특징	33
제 8 절 휴대인터넷(WiBro)	33
1. 개요	33
2. 휴대인터넷의 특징	35
제 9 절 국가 ITS 아키텍처 및 무선통신시스템 비교 분석	36
제 4 장 국도교통관리시스템에 적용 가능한 무선 통신시스템	39

제 1 절 개 요	39
제 2 절 무선 LAN을 활용한 국도교통관리시스템	39
1. 시스템 구성	40
2. 무선 LAN 시스템 설치현황	42
3. 무선 LAN 시스템 신뢰성 평가	44
제 3 절 위성통신망을 활용한 국도교통관리시스템	46
1. 시스템 구성	46
2. 위성통신시스템 설치현황	46
3. 위성통신 시스템 신뢰성 평가	48
제 4 절 무선 LAN과 위성통신의 비용분석	49
1. 비용 분석의 고려 항목	50
2. 비용 분석 결과	51
제 5 장 결 론	56
참고문헌	58
부 록	61

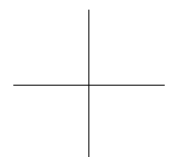


표 목차

표 2.1.1 노선별 구축장비 현황	6
표 2.1.2 국도교통관리시스템 년도별 구축 현황	7
표 2.2.1 국도교통관리시스템의 통신시스템 계층별 기능	11
표 2.2.2 국도교통관리시스템의 통신 프로토콜	13
표 3.1.1 매체에 따른 무선 LAN 기술 비교	18
표 3.1.2 무선 LAN의 장·단점	18
표 3.1.3 802.11 표준화 진행 현황	20
표 3.2.1 위성통신 사용주파수 대역	21
표 3.6.1 PCS 통신망 특징	32
표 3.7.1 DSRC의 능동방식과 수동방식의 비교	34
표 3.7.2 RF-DSRC와 IR-DSRC의 비교	34
표 3.8.1 IEEE 802.16의 표준화 동향	36
표 3.9.1 ITS에 적용 가능한 무선 통신방식 비교표	38
표 4.2.1 무선 LAN 운영 VDS 및 그룹핑 내역	43
표 4.2.2 유선 통신과 무선 LAN의 73일간 교통량 통계결과	45
표 4.3.1 580번, 590번 검지기의 3일간 수집데이터 비교	48
표 4.4.1 비용·편익항목과 화폐가치방안	49
표 4.4.2 통신방식별 구매 및 설치비 단가	50
표 4.4.3 VDS 100대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용	51
표 4.4.4 VDS 300대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용	52
표 4.4.5 VDS 500대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용	52
표 4.4.6 VDS 1,000대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용	53
표 4.4.7 VDS 2,000대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용	54

그림 목차

그림 1.1.1 국가 ITS 물리아키텍처 구성요소간 연계도	2
그림 2.1.1 국도교통관리시스템 구축 운영구간(2004년 현재)	8
그림 2.2.1 국도교통관리시스템의 통신시스템 계층 구성도	11
그림 2.2.2 국도교통관리시스템 통신망 구성도	12
그림 2.2.3 국도교통관리시스템의 통신시스템 구성도	14
그림 2.3.1 국도교통관리시스템 센터 운영비 현황(2003년)	15
그림 3.3.2 위치비콘 장비와 노변 설치모습	26
그림 3.3.3 차량무선장치와 차량내 장착 모습	26
그림 3.3.4 소형기지국과 노변 설치 모습	26
그림 3.4.1 주파수공용통신 통신망도	28
그림 3.7.1 DSRC 시스템의 전체적인 개념	32
그림 3.8.1 WiBro 서비스의 포지션	35
그림 3.9.1 미국 국가 ITS 아키텍처의 물리요소 관계도	37
그림 3.9.2 일본 국가 ITS 아키텍처 물리요소 관계도	38
그림 4.2.1 무선 LAN 통신을 이용한 데이터 수집 구성도	40
그림 4.2.2 무선 LAN 정합성 비교를 위한 교통정보수집 구성도	41
그림 4.2.3 무선통신 설비 설치자재	41
그림 4.2.4 무선 LAN 현장 설치사진	42
그림 4.2.5 무선 LAN이 설치된 영상검지기 위치도	43
그림 4.2.6 무선통신 흐름도	44
그림 4.3.1 위성통신 시스템 구성도	46
그림 4.3.2 위성 안테나 설치 사진	47
그림 4.3.3 RCS 설치 결과	47
그림 4.3.4 위성 센터 주요 사진	48

그림 4.4.1 VDS 100대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용	51
그림 4.4.2 VDS 300대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용	52
그림 4.4.3 VDS 500대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용	53
그림 4.4.4 VDS 1,000대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용	54
그림 4.4.5 VDS 2,000대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용	55
그림 5.0.1 국가 ITS 물리 아키텍처 개선 방안	56

제 1 장 서 론

제 1 절 연구 배경

1903년 국내에 자동차가 도입된 이후 2003년에는 1,400만대의 보급률을 보일 정도로 차량수요가 폭증하였고, 이에 비례하여 부작용도 증폭되고 있다. 즉, 2002년의 경우 국가 물류비용은 87조320억원, 교통혼잡비용은 22조1356억원, 교통사고는 25만건에 8조3894억원의 비용이 지출되었다. 또한, 오존주의보는 2004년 9월까지 95회가 발령되었고, 소음을 포함한 환경오염은 또 다른 사회문제를 야기하는 등 차량 증가에 따른 다양한 문제들이 표출되고 있다.

정부에서는 상기한 문제들을 해결하기 위해 도로의 양적 공급과 더불어 질적 향상을 도모하고 있다. 최근에는 도로의 확충이 용이하지 않은 국내 여건을 고려하여 도로교통체계와 정보통신기술을 융합한 지능형교통시스템(Intelligent Transport System, 이하 ITS)을 구축하여 교통 혼잡을 완화시키고 교통사고 및 환경오염의 감소를 유도하고 있다.

ITS에 관한 체계적인 연구는 1990년부터 시작되어 1999년 2월 8일에는 교통체계효율화법을 제정하기에 이르렀고, 이후 동법(2001년 1월 29일과 5월 24일에 일부 개정) 제3장 제12조에 의거하여 국가 ITS 기본계획을 확정하였다. 2000년에는 ITS 기본계획에 따라 국가 ITS를 체계적으로 구현하기 위하여 논리아키텍처(Logical Architecture)와 물리아키텍처(Physical Architecture)를 중심으로 하는 국가 ITS 아키텍처를 구축하였다. 최근에는 국도교통관리시스템(National Highway Traffic Management System, 이하 NHTMS)을 포함한 모든 국가 ITS 사업들이 국가 ITS 아키텍처를 기반으로 구축되고 있다.

그런데 그림 1.1.1에 명시된 바와 같이 국가 ITS 물리 아키텍처의 경

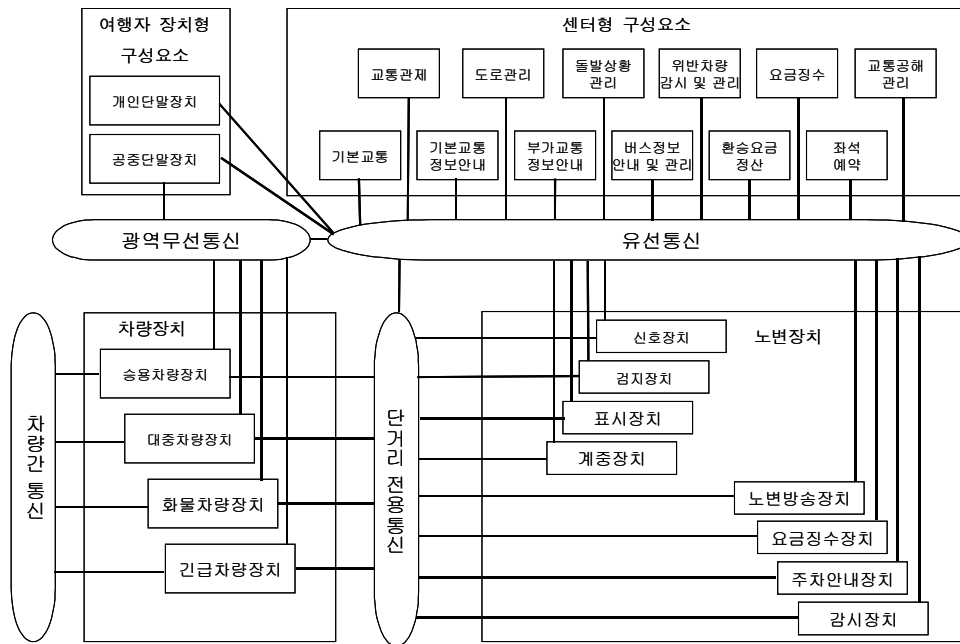


그림 1.1.1 국가 ITS 물리아키텍처 구성요소간 연계도

출처 : 국토연구원, “『국가 ITS 아키텍처 최종보고서』 2003. 3, p. 64

우 노변장치요소와 센터형 구성요소간의 통신망이 유선통신으로만 연결이 되어 있기 때문에 통신비용을 절감할 수 있는 무선통신망을 활용하기가 용이하지 않은 실정이다. 아직까지는 국내에서 모델로 활용한 미국이나 일본의 국가 ITS 아키텍처도 유선통신망만을 사용하는 것으로 명시되어 있다. 이것은 국내·외적으로 국가 ITS 아키텍처가 구축될 당시에 위성데이터통신이나 휴대인터넷(WiBro)과 같은 무선통신망이 상용화 되지 않았고, 기술적으로도 무선통신망에 대한 신뢰성이 검증되지 않았기 때문이다.

일반적으로 센터를 포함한 ITS 시스템의 유지관리비는 건설·구축비용의 10~15%를 산정하여 예산을 편성하고 있다.¹⁾ 그러나, 노변장치와

1) 교통개발연구원, “ITS 기본계획 수정보완 및 ITS사업 비용/효과분석 모형개발과 검증”, 『과천ITS시범사업 사례를 통한 ITS사업의 발전적 추진방안에 관한 연구』, 1999. 12. p. 66

이용택· 남두희· 박동주, “국내 지능형교통체계(ITS) 사업평가체계 도입방향”, 『대

센터간의 통신망을 자가통신망이 아닌 임대망을 사용할 경우에는 과도한 통신비용으로 인해 약 20% 이상의 유지관리비가 지출되는 것으로 보고되고 있다. 즉, 약 200억원의 구축비용이 소요된 NHTMS의 경우에도 2003년 총유지관리비용 40억원 가운데 통신비용의 지출이 약44%를 차지하고 있다.

따라서 노변장치요소와 센터간의 유선통신망을 대체하거나 또는 부분적으로 접목할 수 있는 무선통신망에 대한 체계적인 연구와 현장 적용에 대한 신뢰성 검증 그리고 통신비용에 관한 비교·분석이 절실한 실정이다.

제 2 절 연구 목적

본 논문은 국가 ITS 물리 아키텍처의 구성요소간 관계에서 노변장치와 센터 구성요소간의 통신시스템을 유선에서 무선통신망까지 확장하여 적용할 수 있도록 아키텍처를 재정립하고, 이를 통해 ITS 시스템의 통신비용을 절감할 수 있는 효과적인 ITS 모델을 제시하는 것을 연구 목적으로 한다.

특히, 본 논문에서는 NHTMS에서 현재 사용하고 있는 유선통신시스템을 분석한 후 무선 LAN과 위성데이터통신을 부분적으로 적용하여 교통데이터의 신뢰성을 검증하고, 통신비용을 유선통신시스템과 비교·분석하여 향후 운영비용을 절감할 수 있는 가이드라인을 제시하는 것을 연구 목표로 한다.

제 3 절 연구 방법 및 내용

한교통학회지』 제22권 제3호(통권74호), 2004. 6. p. 225

본 연구에서 무선 LAN과 위성통신시스템의 경우는 현장 실험 자료를 근거로 분석하였고, 비콘(Beacon), 주파수공용통신(Trunked Radio System, 이하 TRS), 무선데이터통신, DSRC(Dedicated Short Range Communication), 이동통신(PCS), 휴대인터넷(WiBro)은 문헌자료들을 토대로 분석하였다.

본 논문은 서론에 이어 제2장 제1절에서 NHTMS에 관해 개략적으로 고찰한 후 제2절에서 NHTMS에서 현재 사용하고 있는 유선통신망을 조사 및 분석하였다. 제3장에서는 NHTMS에 부분적이라도 연동될 수 있는 무선통신시스템 가운데 무선 LAN, 위성통신, 비콘, TRS, 무선데이터통신, PCS, DSRC, 휴대인터넷 등에 대하여 개요와 특징을 고찰하였다. 제4장에서는 일부 지역에서 시험적으로 적용된 무선 LAN과 위성통신시스템으로부터 현장 조사 및 분석된 자료들을 근거로 기술적 신뢰도와 통신비용을 분석하였다. 제5장에서는 국가 ITS 물리 아키텍처를 재정립하여 NHTMS를 포함한 ITS 시스템에 적용될 수 있는 모델을 제시하고 향후 연구 방향을 제안하였다. 그리고 교통체계효율화법의 ITS 관련 주요 내용을 요약하여 부록으로 첨부하였다.

제 2 장 국도교통관리시스템

제 1 절 국도교통관리시스템 개요

1. 개요 및 현황

지능형교통시스템(Intelligent Transport System, 이하 ITS)은 제공하는 서비스에 따라 첨단교통정보시스템(Advanced Traveler Information System, 이하 ATIS), 첨단차량 및 도로시스템(Advanced Vehicle & Highway System, 이하 AVHS), 첨단교통관리시스템(Advanced Traffic Management System, 이하 ATMS), 첨단화물운송시스템(Commercial Vehicle Operation, 이하 CVO), 첨단대중교통시스템(Advanced Public Transportation System, 이하 APTS)으로 구분된다.²⁾ 국도교통관리시스템(National Highway Traffic Management System, 이하 NHTMS)은 일반국도를 대상으로 실시간 교통제어, 돌발상황 관리, 자동교통단속, 자동요금징수, 중차량 관리의 서비스를 제공하는 ATMS로서 교통정보수집장비, 교통정보제공장비, 지역센터, 통신장비, 전원장비 등 일련의 시설·장비 및 소프트웨어로 구성되어 있다.³⁾

NHTMS는 “수도권 도로 교통정보·관리체계 기본설계 및 평가연구(1996년 12월)”에 기반한 수도권 ITS 기본설계를 시작으로, 1997년 12월 이후 일반국도 3호선인 성남~이천구간(50Km)과 “수도권 남부 국도교통관리체계 상세 설계 및 구축방안 연구”를 통한 수도권 남부 11개 노선에 대한 상세 설계를 1999년에 종료하여, 2004년에는 총 204Km구

2) 국토연구원, 『국가 ITS사업의 핵심공유 기반기술 연구』 1997. 3, pp. 9~10

3) 서울지방국토관리청, 『2003년도 수도권 국도 교통관리시스템 운영·관리 업무대행사업 최종 보고서』 2003. 12, p. 5

표 2.1.1 노선별 구축장비 현황

해당노선		VDS	AVI	VMS	CCTV	계
일반 국도	1	109	12	13	11	145
	3	42		10	5	57
	38	14		1	1	16
	42	24		5	2	31
	43	53	14	11	12	90
	45	17		1	2	20
지방도	44	1				1
	23	2				2
	82	1				1
	84	1				1
	389	4				4
	340	1				1
	308	7				7
	330	1				1
	343	1				1
시군도	2	4				4
계		282	26	41	33	382

간에 ITS 시스템을 구축하여 운영 중에 있다. 표 2.1.1은 NHTMS의 노선별 구축장비수량, 표 2.1.2는 연도별 구축내역 그리고 그림 2.1.1은 구축구간을 보여 주고 있다.

NHTMS의 소권역센터(Sub Regional Center, 이하 SRC)는 일산에 위치한 한국건설기술연구원 내에 있으며, 그림 2.1.1에서 보는 바와 같이 일반국도 38호선과 1호선이 만나는 평택 지역과 3호선 이천 지역은 가장 원거리에 위치하고 있다. 또한, 화성과 곤지암에는 원거리로 인한 데이터 통신비용 절감과 분산처리를 위해 지역 센터(Local Center, 이하 LC)를 운영하고 있다.

표 2.1.2 국도교통관리시스템 년도별 구축 현황

년도	사 업 내 용	구축연장(Km)
'96	○ 수도권 도로 교통정보·관리체계 기본설계 및 평가연구 -기간 : '96.12.11~'97.12.05 -수도권 국도 ITS 기본설계 -차량검지기(21조) 성능평가	
'97	○ 수도권 국도 교통관리체계 시범구간 구축 및 평가 -기간 : '97.12.29~'98.12.23 -국도3호선(성남~이천)	<u>50</u>
'98	○ 수도권 국도 교통관리체계 시범구간 확충 및 평가연구 -기간 : '98.11.26~'99.10.21 -국도3호선 연계구간 (국도 42,43,45호선 및 지방도 44, 329, 389호선)	
'99	○ 수도권 남부 국도교통관리체계 상세 설계 및 구축방안 연구 -기간 : '99.10.18~'00.08.13 -수도권 남부 11개 노선	
'00	○ 수도권 남부 국도1호선(도계~오좌삼거리) 교통관리체계 구축 및 연구 -기간 : '00.10.30~'01.11.23 -국도1호선 도계~평택 -국도38호선 평택~안중(추가)	<u>36</u>
'01	○ 수도권 남부 국도1호선(평택오좌삼거리~수원창용문사거리) 교통관리체계 구축 및 연구 -기간 : '01.08.23~'02.12.31 -국도1호선 평택~수원 -국도3호선 우회도로 -신호운영시범사업 -국도43호선 수원~용인(추가) -국도45호선 용인~오포(추가)	<u>53</u>
'02	○ 수도권 남부 국도교통관리체계 구축 및 연구(3차) -기간 : '02.02.20~'03.06.23 -국도1호선 수원~서울시계 -국도42호선 수원~용인 -국도43호선 용인~오포(추가/상세설계시 공사로 인해 미설계한 구간임) -국도43호선 오포~하남(추가 잔여/보완구축)	<u>66</u>
계		<u>204</u>

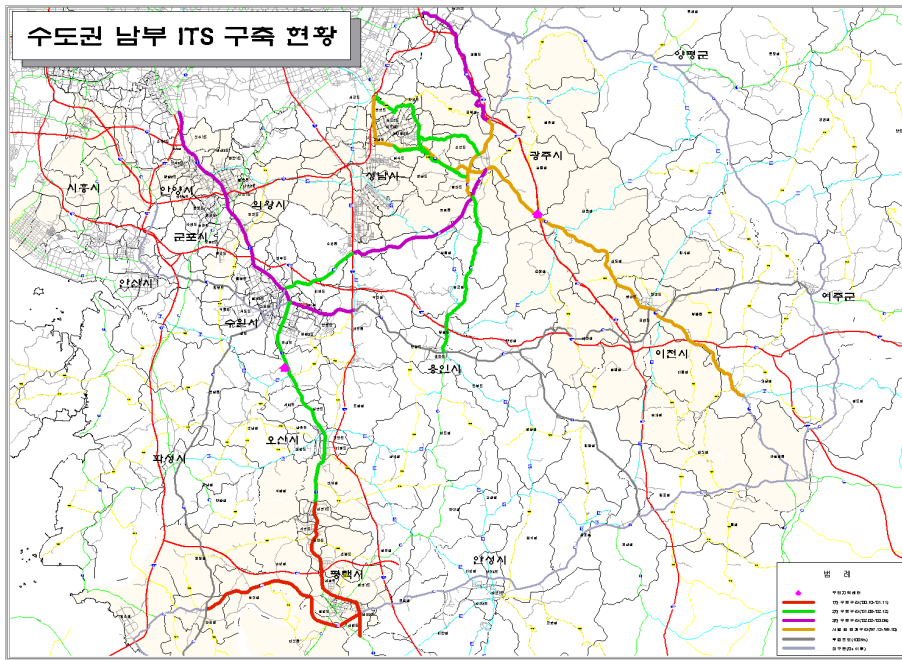


그림 2.1.1 국도교통관리시스템 운영구간(2004년 현재)

2. 교통정보의 연계 및 제공 현황

NHTMS에서는 일반국도의 교통정보와 우회도로 정보 등을 실시간으로 수집·가공하여 건설교통부와 한국도로공사에 전용선을 통해 제공하고, 관련 지방경찰청, 지방 자치단체, 교통방송국에는 유선전화와 팩스로 제공하고 있다. 또한, 한국도로공사로부터는 고속국도의 실시간 교통정보를 제공받아 일반국도와 고속국도의 실시간 교통정보를 가변정보판(Variable Message Sign, 이하 VMS) 등을 통해 일반인에게 제공하고 있다.

제 2 절 국도교통관리시스템의 유선통신시스템

1. 유선통신 개요

1) 공중망

(1) 공중전화망(Public Switched Telephone Network, 이하 PSTN)

대화형 음성, 모뎀을 이용한 저속 데이터, 정지 영상 등을 서비스할 수 있으나, 통신망 장애 시 복구 기능이 부족한 단점이 있다.

(2) 회선교환 데이터 통신망(Circuit Switching Data Network, 이하 CSDN)

데이터 전송에 앞서 회선 설정을 위한 지연이 발생되지만, 일단 회선이 설정되면 전파 지연 외에 다른 지연 없이 일정한 속도로 데이터 전송이 가능하다.

(3) 패킷교환 데이터 통신망(Packet Switching Data Network, 이하 PSDN)

패킷교환 망이므로 양단간의 접속이 필요치 않으며, 데이터 전송이 효율적이고 안정적이다.

(4) 종합정보통신망(Integrated Service Digital Network, ISDN)

음성 및 비음성의 각종 서비스를 통합 처리할 수 있고, 회선교환 및 패킷교환을 동시에 제공할 수 있으며 디지털 방식으로 전송이 가능하다.

2) 사설망

지역적으로 제한된 통신장비 간의 정보교환에 효율적이며, 단방향 전송을 지원하고 공중망을 이용한 유선통신 보다 전송속도가 빠르며, 망 장애의 경우 복구기능도 우수하다.

3) 전용선

데이터 통신 용량이 큰 센터간이나 정보센터와 주요 단말기 사이의 데이터 교환에 효율적이며, 망 장애의 경우 복구기능이 우수하다.

2. 국토교통관리시스템의 유선통신망

ITS에서 사용하는 통신서비스는 양방향 대화형, 양방향 메시징, 단방향 방송, 단방향 멀티캐스팅으로 분류할 수 있는데, NHTMS에서는 주로 양방향 메시징 서비스를 사용하고 있다. 또한, ITS 통신접속 유형에는 공중망을 이용한 유선통신, 사설망을 이용한 유선통신, 전용선을 이용한 유선통신, 무선 광역통신, DSRC, 차량간 무선통신, 위성통신 등이 있는데, NHTMS는 전용선을 이용한 유선통신 방식을 사용하고 있다.

NHTMS의 통신망 구성은 스타형 토폴로지⁴⁾가 변형된 트리형의 토폴로지⁵⁾로 설계되어 있다. 이 방식은 통신회선을 절약하고 데이터를 분산 처리하는데 효율적이기 때문에 ITS 분야에서 많이 사용되고 있는 형태이다. 즉, 정보통신기술이 급속도로 발전함에 따라 ITS 통신망 구성은 각 방식의 장점들을 수용하여 혼합 구성하는 경향을 보이고 있다.⁶⁾

4) 데이터 흐름을 제어해주는 중앙제어장치를 중심으로 모든 스테이션들이 Point-to-Point로 연결되어 별모양으로 구성된 접속 방법

5) 분산제어와 집중제어가 모두 사용 가능한 하나의 트리구조를 이루는 방식

6) 이봉규, 류승기, 송지영외 3인 『NHTMS 통신망 구축 방안에 관한 연구』 2002, pp. 16~35

NHTMS의 통신시스템은 그림 2.2.1과 같이 권역센터, SRC, LC 및 현장 장비의 4개 물리적 영역으로 구성되어 있다. 표 2.2.1은 각 영역의

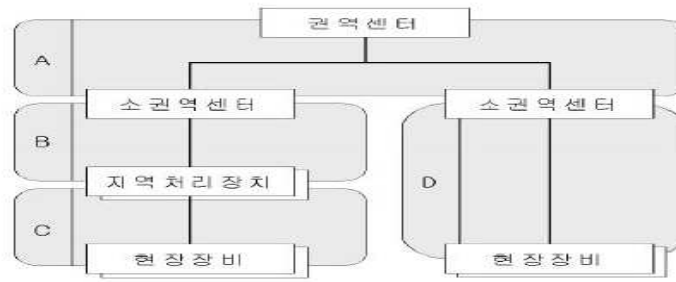


그림 2.2.1 국도교통관리시스템의 통신시스템 계층 구성도

표 2.2.1 국도교통관리시스템의 통신시스템 계층별 기능

영역	영역별 기능	요구사항
A 영역	- 권역센터와 소권역센터 간의 통신을 담당하는 영역	- 송·수신되는 데이터량이 많고 다양한 형태의 데이터를 수용
B 영역	- 지역처리장치에서 VDS로부터 수집된 교통정보를 소권역 센터로 전송하는 영역	- 지점 교통정보와 VDS의 정지 영상정보를 수용할 수 있는 통신시스템으로 구성
C 영역	- AVI, VDS에서 발생하는 교통정보를 실시간으로 지역처리장치로 전송하는 통신 영역	- 실시간 데이터를 전송할 수 있는 통신시스템으로 구성
D 영역	- 도로전광표지, CCTV의 현장장비와 소권역센터 간의 정보전달을 위하여 구성되는 영역	- 지역처리장치를 경유하지 않고 직접 소권역센터로 연결될 수 있도록 통신시스템을 구성

기능 및 요구사항을 정리한 것으로서, 각 영역 간 통신회선 매체는 유선 임대 통신망을 기준으로 설계되었다.

3. 국도교통관리시스템의 통신망 구성

NHTMS의 네트워크 구성은 그림 2.2.2에 명시된 바와 같으며, 센터

를 구성하는 시스템들 중 현장장비와 직접 연결되어 운영되는 시스템에는 LC 서버와 SRC 서버가 있다.

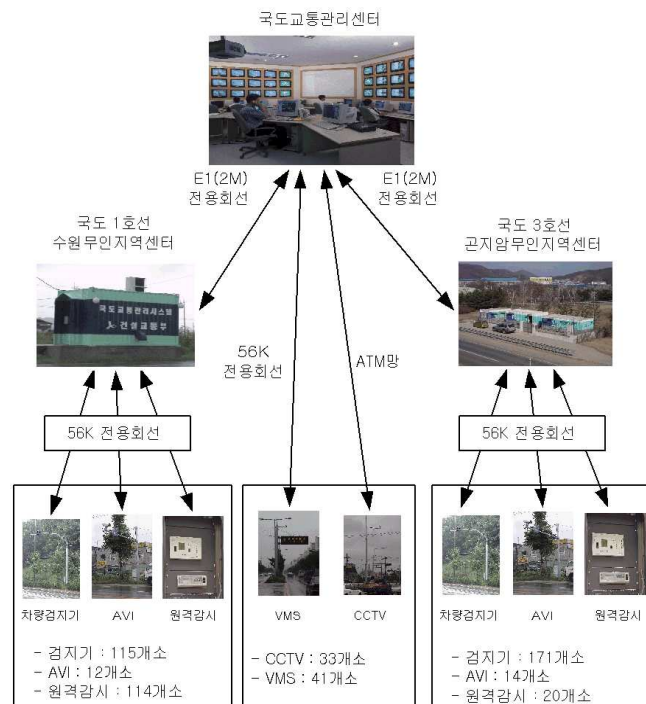


그림 2.2.2 국도교통관리시스템 통신망 구성도

LC서버는 차량검지시스템(Vehicle Detection System, 이하 VDS)로부터 실시간 교통정보를 수신하여 SRC로 전송하고, SRC에서 요청할 때는 정지영상 정보 및 상태정보를 수집하여 SRC로 전송한다. SRC는 문자 표시 VMS와 도형 표시 VMS로부터 상태정보를 수신하고, 도로운전자에게 VMS를 통해 교통정보를 제공한다.

현재 일반국도 수도권 남부 1, 3, 38, 42, 43, 45호선에 도로의 상·하행 속도, 교통량, 점유율 등의 교통정보를 수집하는 비매설형 VDS, 운전자에게 교통정보를 알리는 VMS, 교통상황의 실시간 영상정보를 수집하는 폐쇄회로 TV(Closed Circuit TeleVision, 이하 CCTV) 시스템이 운영되고 있으며, 국도 1, 43호선에는 차량 통과시각 자료를 수집하는

차량번호 인식장치(Auto Vehicle Identification, 이하 AVI) 시스템이 운영되고 있다. 현장장비와 센터 시스템 간 및 센터 시스템과 클라이언트

표 2.2.2 국도교통관리시스템의 통신 프로토콜

구분	통신방식	통신모델	기타
현장장비와 지역처리장치	시리얼(Serial) 통신(56Kbps)	일대일통신, STAR형 Topology	데이터전송방식: Polling 방식
현장장비와 소권역센터 서버	시리얼(Serial) 통신(56Kbps)	일대일통신, STAR형 Topology	데이터전송방식: Polling 방식
지역처리장치와 소권역센터 서버	TCP/IP	일대일통신, STAR형 Topology	
소권역센터 서버와 클라이언트	TCP/IP	클라이언트/서버	

간의 통신 프로토콜은 표 2.2.2에 기술된 바와 같다.

4. 국도교통관리시스템의 통신시스템 구성도

현재 NHTMS의 통신시스템은 그림 2.2.3과 같이 수집계, 가공처리계, 제공계로 분류될 수 있다. NHTMS의 통신 회선은 VDS, VMS, AVI, 유지관리시스템의 경우 KT의 초고속통신망(56Kbps)을 사용하고 있으며, CCTV의 경우에는 비동기 전송모드(Asynchronous Transfer Mode, 이하 ATM)망을 사용하고 있다.

에 44% 정도를 지출하였으며,⁹⁾ 2004년에는 시스템 전체 운영관리비용의 46% 정도를 차지할 것으로 예상되어, 통신비용절감이 시스템운영관리의 주요목표가 되었다.

NHTMS의 통신망 구성형태는 임대 통신망을 활용하여 노변장치들과 지역처리장치를 1:1 구성하여 56Kbps급 전용선과 ATM망을 사용하고 있으며, LC와 SRC 간에는 E1 전용회선을 사용하여 데이터를 수집하고 있다. 이렇게 LC로 모아서 SRC로 전송하는 이유는 임대망의 비용 산출이 회선의 대역폭과 거리를 기준으로 하기 때문에 통신비용을 절약하기 위한 것이다.

그러나 위와 같은 상황에도 불구하고 노변장치와 LC간의 1:1 구성은 여전히 데이터 통신비용의 부담을 가지고 있다.

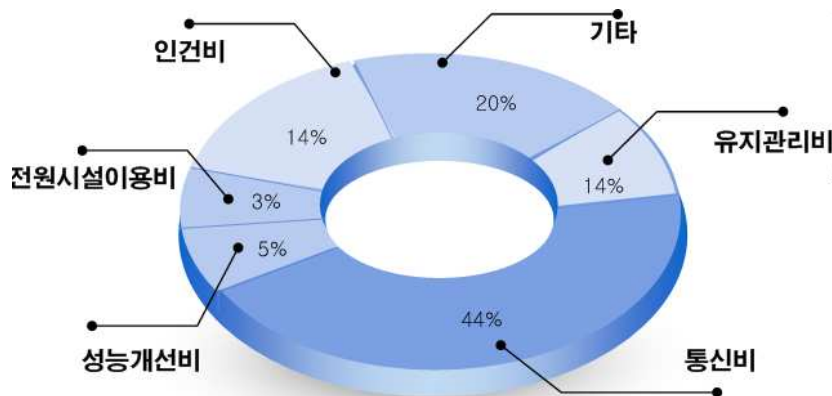


그림 2.3.1 국도교통관리시스템 센터 운영비 현황(2003년)

출처 : 한국건설기술연구원, 『2004년 수도권 국도교통관리 시스템 운영관리 업무대행 사업 착수보고서』 2004, p. 33

9) 한국건설기술연구원, 『2004년 수도권 국도교통관리 시스템 운영관리 업무대행 사업 착수보고서』 2004, pp. 33~35

제 3 장 지능형교통시스템에 적용 가능한 무선통신시스템

본 장에서는 한국건설기술연구원에서 운영하고 있는 국도교통관리시스템(National Highway Traffic Management System, 이하 NHTMS)을 포함한 지능형교통시스템(Intelligent Transport System, 이하 ITS)에 적용 가능한 무선통신시스템들의 특징들을 비교·분석하였다.

제 1 절 무선 LAN

1. 무선 LAN 개요

최초의 무선 LAN 규격은 1997년 6월에 미국의 학회이자 표준화기구인 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers)¹⁰⁾의 802위원회 산하 WG(Working Group)¹¹⁾에서 제정되었다. 이 규격은 ISM(Industrial, Scientific, and Medical) 대역인 2.4GHz에서 운용되며 전송속도는 1Mbps 또는 2Mbps를 지원한다.

IEEE에서는 무선 LAN을 “다수의 개별적인 장치들이 어느 정도의 전송 속도를 갖춘 물리적인 통신채널을 이용하여 적당한 면적 안에서 서로 직접적으로 통신이 가능하도록 하는 데이터 통신 시스템”이라고 정의하고 있다. 즉, 기존의 유선 LAN을 대체 또는 확장한 유연한 통신 시스템으로 무선주파수(Radio Frequency, 이하 RF)기술을 이용하여 유

10) 전기 및 전자 분야의 이론 및 실용기술 발전을 위한 비영리 전문 학술 단체.

11) IEEE 802 LMSC 산하에는 무선 LAN 표준규격을 작성하는 WG11과 WMAN(무선 MAN; Wireless MAN) 표준규격을 작성하는 WG16, 그리고 WPAN 표준규격을 작성하는 WG15의 3개 WG이 무선관련 규격을 작성하고 있다.

선망 없이도 데이터를 주고받을 수 있는 기능을 제공한다. 따라서 이더넷(Ethernet)이나 토큰링(Tokenring)과 같은 전통적인 유선 LAN 기술의 모든 이점과 기능을 그대로 제공하며, 사설망 성격의 독립형과 공중망 성격의 기반 구축형(공중무선 LAN)이 있다.¹²⁾

2. 무선 LAN의 특징

다른 무선 기술과 차별화 되는 무선 LAN의 특징으로는 일반 이동전화단말기가 발산하는 전력보다 낮은 전력을 사용하고, 전 세계적으로 인정된 비허가 주파수 대역을 사용하여, 신호간섭이 존재하는 곳에서도 매우 수신강도가 강한 속성을 가지는 대역확산기술의 이용 등을 들 수 있다.

현재 상용화된 무선 LAN은 RF와 적외선(Infrared beam, 이하 IR)의 두가지 매체를 이용하고 있으며, RF를 이용하고 있는 무선 LAN은 협대역 마이크로웨이브(Narrowband Microwave) 방식과 스펙트럼 확산(Spread Spectrum) 방식으로 구분된다. 표 3.1.1은 RF와 IR 방식의 기술을 비교하고, 표 3.1.2는 무선 LAN의 장·단점을 대해 기술하고 있다.

3. 무선 LAN 표준화 동향

무선 LAN과 관련된 표준안은 크게 IEEE 802.11 규격, 일본 MMAC-PC(Multimedia Mobile Access Communication Systems-Promotion Council) 규격, 유럽 ETSI의 BRAN 위원회(Committee on Broadband Access Networks)의 HIPER(High Performance Radio)

12) 권오상, “NGN시대의 통신서비스 진화방향”, 『정보통신정책』 제 15권 5호 통권 320호, 2003, p. 10

표 3.1.1 매체에 따른 무선 LAN 기술 비교

구 분	RF		IR
	Spread Spectrum	Narrowband Microwave	
전 송 방 법	- 스테이션들은 데이터 신호를 스프레드 스펙트럼 변조를 하여 넓은 주파수 대역을 전송함	- 스테이션들은 데이터 신호를 여러 특정 주파수 중 하나의 좁은 주파수 대역으로 전송함	- 스테이션들은 데이터 신호를 적외선 빔으로 전송함
장 점	- 보안성이 강함 - 사물 투과 가능	- 사물 투과 가능 - 동일 지역서 복수 LAN 공존 가능	- 속도가 가장 빠름 - 신호 간섭 문제 없음 - 복수 LAN 동일 지역서 공존 가능
단 점	- 속도가 다소 느림	- 잡음과 간섭에 의해 주파수 이용 효율이 낮음	- 전달 범위가 작음 - 사물 투과 불가

표 3.1.2 무선 LAN의 장·단점

장 점	단 점
-랜의 설치 및 네트워크 구축이 용이하다. -단말기 설치가 자유롭다. -유지보수가 비교적 편하다. -단말기 이동이 가능하다. -배선작업의 불필요	-현재 유선 LAN에 비해 속도가 빠르지 못하다. -접속카드가 유선에 비해 고가로 형성 되어 있다. -무선 네트워크 보안, 주파수간의 간섭

LAN 규격으로 분류된다. 이 중 IEEE의 표준안에는 인가 없이 사용할 수 있는 ISM 밴드의 2.4GHz를 사용하여 2Mbps까지 전송할 수 있는 기존의 802.11, 기존 변복조 기술을 일부 변경하여, 전송속도를 11Mbps까지 고속화한 802.11b, ISM밴드의 5GHz대역에서 54Mbps의 전송속도를 갖는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 방식의 IEEE 802.11a규격이 있다.

한편, 고속 무선 LAN의 표준안인 IEEE 802.11a와 HiperLAN/2에서는 2.4GHz에 비해 상대적으로 주파수 대역이 넓은 5GHz대의 무선주파

수를 사용하고 있는데 고속의 데이터 전송에 적합하며 주파수효율이 높은 OFDM 변복조 방식을 공통적으로 사용하고 있다.

IEEE는 처음으로 무선 LAN 표준을 확립하였고, 지금까지 제시된 표준의 단점을 보완하여 데이터 전송속도, QoS¹³⁾, 보안, 로밍에 관한 기능을 개선한 802.11 계열의 표준안을 제정하고 있다. 표 3.1.3은 IEEE 802.11 계열의 표준화 진행 현황을 보여 주고 있다.

제 2 절 위성통신

1. 위성통신의 개요

위성통신은 인공위성에 의해 중계되는 통신과 방송을 지칭한다. 1957년 10월 4일, 러시아에 의해 세계 최초의 인공위성 스푸트니크(Sputnik)가 발사된 이래 여러 나라에서 각각의 목적에 따라 운영하고 있는 인공위성은 수천 개에 이르고 있다.¹⁴⁾ 우리나라는 KT에서 1995년 8월 5일과 1996년 1월 14일 방송·통신용 복합 위성인 무궁화 1, 2호를 발사 하였다. 무궁화 위성은 동경 116도 적도 상공 36,000Km에 위치한 정지궤도 위성으로서 서비스 가능 지역은 한반도와 중국 및 일본 연안 일부를 포함한다.

위성의 주파수 대역은 초기에는 1~10GHz 대역이 사용되었으나, 통신위성에 의한 서비스의 종류 및 수요의 급증으로 인해 주파수 자원이 부족하게 되어 40GHz까지 연장하여 사용되고 있다. 주파수는 서비스의 종류에 따라 대역과 밴드로 나누어 관리하고 있다. (표 3.2.1 참조)

13) Quality of Service의 줄임말로 통신 분야에서는 네트워크내의 지연 시간이나 데이터 손실률 등을 체크하게 된다.

14) <http://kmh.ync.ac.kr/Network2/mobile2/tech/other/satellite.html>

표 3.1.3 802.11 표준화 진행 현황

표준규격	개 념	승인일자
802.11	2.4GHz 주파수대역에서 1~2Mbps 물리계층 전송속도를 지원하는 Infrared, FHSS, DSSS 등 3가지 PHY 및 MAC 정의	1997. 6.
802.11a	5GHz 주파수대역에서 OFDM 변조방식으로 최대 54Mbps의 물리계층 전송속도를 지원하는 고속 PHY 정의	1999. 9.
802.11b	2.4GHz 주파수대역에서 CCK/PBCC 변조방식으로 최대 11Mbps의 물리계층 전송속도를 지원하는 고속 PHY 정의	1999. 9.
802.11c	802.1d에서 2.4GHz 프레임을 지원하여 브리지 기능을 강화하기 위해 MAC 기능 수정.	1998. 9.
802.11d	프랑스 일본 등 2.4GHz 주파수대역 사용에 제한이 있는 일부 국가들에서 무선 LAN을 사용할 수 있도록 주파수 사용 규정 및 물리계층 요구사항을 일부 수정	2001. 6.
802.11e	모든 무선 LAN 인터페이스 상에서 QoS를 향상시키기 위한 MAC기능 강화	진행중
802.11f	여러 업체들로부터 생산된 각기 다른 액세스 포인트 간의 표준화된 프로토콜 정의	2003. 6.
802.11g	2.4GHz 주파수대역에서 OFDM 변조방식으로 최대 54Mbps의 물리계층 전송속도를 지원하는 고속 PHY 정의	2003. 6.
802.11h	5GHz 주파수대역 사용에 제한이 있는 유럽과 아시아 국가들 내에서 802.11a 기술을 사용할 수 있도록 하기 위해 주파수 규정을 정의하고, 802.11a 표준에 전송 전력관리, 동적 주파수 선택기능 추가	2003. 9.
802.11i	802.1x TKIP, AES 등을 도입하여 무선 LAN 인증/암호화 프로토콜의 보안 약점을 개선하기 위한 MAC기능 강화	진행중
802.11j	일본에서 무선 LAN 용도로 새롭게 추가된 4.9~5GHz 주파수 대역을 사용하기 위한 별도의 채널선택 기능 추가	진행중
802.11k	무선 LAN 장비 구축 전에 필요한 무선 자원 측정기능의 향상	진행중
802.11m	802.11 PHY/MAC 표준 규격의 기술/편집상의 수정	진행중
802.11n	물리 계층에서 최대 320Mbps의 전송 속도를 지원하는 새로운 고속 PHY 정의	예정

출처 : 권지인, “성장단계의 무선랜 시장을 둘러싼 주요 이슈 분석”, 『정보통신정책』 제 16권 7호 통권 345호, 정보통신정책연구원, 2004. 4. p. 5

표 3.2.1 위성통신 사용주파수 대역

대역	밴드	사용주파수	용 도
C		4~8GHz	전화, TV중계, 데이터 통신 등
Ku		12~18GHz	화상전화, PC통신, 전자우편 등
Ka	L	1~2GHz	이동위성통신(국제, 지역, 국내)
	S	2~4GHz	이동위성통신(국내, 지역)
	C	4~8GHz	고정위성통신(글로벌, 지역)
	X	8~12GHz	군사통신, 특수목적
	Ku	12~18GHz	고정위성통신, 국내 서비스용
	K	18~27GHz	고정위성통신, 국내 서비스용
	Ka	27~40GHz	고정위성통신
	Millimeter	40~300GHz	실험용

위성통신은 마이크로파를 사용하기 때문에 고속 대용량 통신이 가능하고, 넓은 지역(특정국가 전역 등)을 통신권역으로 할 수 있다. 또 지형에 관계없이 고른 통신이 가능하고 재해가 발생해도 통신의 제약을 받지 않는다. 그러나 전파의 왕복시간(약 0.24초)이 걸려 음성통신을 할 때 전파가 지연되고, 정보의 보안성이 없다는 단점이 있다. 또 태양전지를 전력원으로 사용하기 때문에 위성이 지구의 그늘에 있거나 폭우가 쏟아질 때는 순간적인 통신두절 현상이 나타날 수도 있다. 우리나라는 무궁화위성 1, 2, 3 호(통신방송용), 우리별위성 1, 2, 3호(과학 실험용), 그리고 아리랑위성 1호(한반도관측 등)를 운영하고 있다.

2. 위성통신의 특징

위성통신은 하나의 위성을 다수의 지구국에서 공용할 수 있고, 위성에서 송신하는 전파가 수신될 수 있는 지역이라면 어느 곳에서도 통신이 가능하다. 또한, 회선 구성의 유연성을 가지고 있어, 산간벽지, 사막,

해상 등과 같이 육상 통신망 구성이 곤란한 지역에 적합하다. 위성통신은 다원접속이 가능하여 회선설정이 용이하며, 방송채널의 증가에 신속히 대응할 수 있고, 태풍이나 지진 등 지상재해의 영향을 거의 받지 않는다. 위성통신은 전송비용과 전송품질이 지구국간의 거리에 관계없기 때문에 경제적이지만, 송수신에서 위성까지 전파가 왕복하는데 소요되는 시간이 0.5초정도로 전파지연이 발생하고, 불특정 다수인이 수신가능하기 때문에 통신보안을 위해서는 신호의 암호화 장치나 암호화를 위한 방식을 필요로 한다. 또한, 위성설비에 장애가 발생하는 경우에는 수리가 곤란하고, 통신위성을 보유하기 위한 비용이 매우 크고 마지막으로, 유한한 수명을 지닌 위성을 지속적으로 운용하기 위해서는 일정한 기간마다 위성을 재발사해야 하는 문제와 정지궤도의 유한성 등의 문제를 지닌다.¹⁵⁾

3. 위성의 종류

위성의 용도에 따라서 통신위성, 관측위성, 과학위성, 군사용 위성으로 분류되고, 위성의 궤도의 높이에 따라 저궤도위성, 중궤도위성, 정지위성으로 분류된다.

1) 용도에 따른 분류

(1) 통신위성

통신위성에는 고정통신위성과 방송위성, 이동통신위성이 있다. 고정통신위성은 고정된 지상국간의 통신 중계에 이용되는 위성으로, 이용지역에 따라 국제통신위성, 지역통신위성, 국내통신위성으로 분류된다. 방송위성은 지상국으로부터 수신한 TV프로그램 신호를 각 가정에서 직

15) 정현기, 이영교, 『디지털 통신』 도서출판 글로벌, 2004, pp. 315-316

접 수신할 수 있도록 하는 위성방송에 이용되는 위성이다. 또 선박, 항공기, 차량 등 이동체간 및 이동체와 각 가정에서 직접 송수신할 수 있도록 하는 위성통신에 이용되는 것이 이동통신위성이다.

(2) 관측위성

관측위성은 각종 지상변화의 관측에 이용되는 위성을 말한다. 항행위성은 선박, 항공기 등이 자신의 위치를 파악하거나 관제국측이 선박, 항공기 등 이동체의 위치를 측정하는데 사용된다. 우주로부터 기상을 관측하는 기상위성, 지구측량을 목적으로 사용되는 측지위성, 지구표면에 대한 정확한 정보를 얻기 위한 지구관측위성도 관측위성의 종류이다.

(3) 과학위성

과학위성은 우주의 관측을 목적으로 제작된 위성이다. 블랙홀과 관계 있는 X선 폭발, 신성의 폭발 등 다양한 관측목적을 지닌 우주 관측위성과 외혹성 탐사를 목적으로 하는 탐사위성 두 가지가 있다.

(4) 군사용 위성

군사용 위성은 실용위성의 일종으로 사진정찰 위성, 전자정찰 위성, 해상감시 위성, 조기경계 위성, 핵폭발 탐지 위성, 요격 위성 등이 있으며 이러한 군사목적 특유의 위성 외에도 민간의 통신, 측지위성이 군사적으로 이용되기도 한다.

2) 궤도의 높이에 따른 분류

(1) 저궤도 위성(Low Earth Orbit, 이하 LEO)

저궤도위성은 지구표면의 160~4800Km 상공에 있으며 완전한 네트워크 작업을 실행하려면 수십 개 혹은 수백 개의 인공위성이 필요하다.

LEO는 지구표면의 아래 부분에 있어서 빠르게 전송 신호를 보내고 받을 수 있으며 시각선 문제를 보완하는 한 가지 궤도 형식으로 지구의 곡도를 따르도록 원형 패턴을 가지고 있다. LEO는 지구를 90분에 한 번씩 돈다.

(2) 중궤도 위성(Middle Earth Orbit, 이하 MEO)

중궤도위성은 지구표면의 960~19,000Km 상공에 있으며 6가지 다른 궤도 패턴을 가지고 있다. MEO가 통신하기 위해서는 여러 개의 위성이 필요하다는 점에서 LEO와 비슷하나 LEO보다는 적은 수의 위성으로 통신이 가능하다. MEO는 지구 표면과 멀리 떨어져 있으므로 지구에서 정보를 송·수신하기 위해서는 기지국이나 위성 접시를 사용해야한다.

(3) 정지위성(Geostationary Earth Orbit, 이하 GEO)

정지위성은 지구 표면에서 35,000Km 이상의 상공에 있으며 이런 거리로 지구와 같은 회전시간을 갖고 있으나, 적도부근처럼 지구의 특정 지역에서는 전송이 잘 되지 않는다. GEO는 지구와 많이 떨어져 있어서 신호전송이 느려지거나 왜곡되기 쉽다.¹⁶⁾

16) 정승우 역, 『Wireless Internet & Mobile Business - How to program』 피어슨 에듀케이션 코리아, 2002, p. 331

제 3 절 비콘(Beacon)

1. 비콘의 개요

외국의 경우 대부분 DSRC(제7절)와 비콘을 동의어로 사용하고 있지만, 국내에서 사용하고 있는 비콘은 (주)로티스에서 개발하여 상용화한 특정제품명을 의미한다.¹⁷⁾

비콘이 탑재된 Probe 차가 도로 주행을 하면, 교차로마다 설치되어 있는 위치 비콘의 신호를 수신하게 되며, 이렇게 수집된 정보는 소형기지국(통신비콘)을 통하여 실시간 교통정보 센터로 전송된다.¹⁸⁾ 17,000여대의 Probe 차가 서울과 광명, 일산, 성남, 구리, 과천 등지의 주요 도로 8,600Km상에서 실시간 교통정보를 수집하고 있다.¹⁹⁾ 이 시스템을 이용해 교통정보를 서비스 받으려면 차량에 항법 시스템과 유사한 모니터형 단말기를 장착해야 한다.

2. 비콘의 특징

1) 위치비콘(위치데이터를 발신하는 장치)

노변장치로서 비콘의 위치를 위치 데이터를 발신해주는 장치로 송수신 반경은 30~150m정도로 그림 3.3.2에 위치비콘 장비의 사진과 설치 모습의 사진이 있다.

17) (주)로티스는 국내 최초로 '비콘'이라는 무선 노변센서와 전용 소형기지국을 통해 차량의 주행결과를 실시간으로 수집하고 제공하는 서비스를 하고 있다.

18) http://www.rotis.com/sub02/infra_outline.asp

19) 정대훈, 『실시간 교통 데이터 활용 프로그램 개발』 교통개발연구원, 2001, p. 21



그림 3.3.2 위치비콘 장비와 노변 설치모습

2) 차량무선장치

차량 내에 설치하여 위치 비콘이 발신하는 위치 데이터를 수신하여 차량의 위치를 파악하여 주는 것으로 그림 3.3.3에 사진이 있다.



그림 3.3.3 차량무선장치와 차량내 장착 모습

3) 소형기지국

차량과 센터간의 통신을 중계하는 기지국으로 그림 3.3.4에 합체 내부 모습과 설치 모습이 있다.

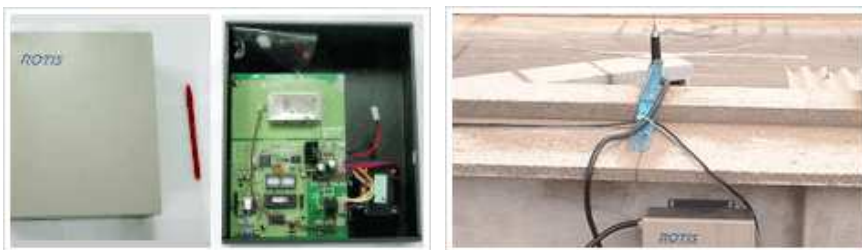


그림 3.3.4 소형기지국과 노변 설치 모습

제 4 절 주파수공용통신

1. 주파수공용통신의 개요

주파수공용통신(Trunked Radio System, 이하 TRS)은 무선중계국에 할당된 복수의 무선채널을 일정한 제어 하에 다수의 가입자가 공동으로 이용하는 이동통신 방식이다. 일대다 통신지원으로 통신수요를 충족시켜주며 주파수를 공간·시간적으로 나누어 주파수 효율을 높여준다.

TRS 서비스는 지난 1960년대 미국에서 무선통신 서비스에 대한 수요가 폭증하면서 나타난 주파수 부족현상을 해결하기 위한 수단으로 개발되어 지난 1977년 8월부터 미국에서 본격적으로 상업용으로 이용되기 시작했고, 일본에서는 지난 1982년 10월 재단법인 이동무선센터가 동경 지역을 대상으로 서비스를 시작했고, 영국에서는 밴드스리사가 지난 1987년부터 서비스에 들어갔다.

국내에서는 지난 1988년 서울올림픽을 계기로 TRS 서비스가 도입되어 올림픽 기간 동안 각국의 보도기관을 위한 통신 지원용으로 10개의 TRS 채널을 운영한 것이 국내 TRS 서비스의 효시이다.

양방향 통신이 가능한 공용무선통신은 기본적으로 일정한 지역 내에 한정된 서로간의 통신, 무전기과 무전기 사이의 한쪽 방향통신, 공용 중계기 시스템(community repeater system), 개인 중계기 시스템(private repeater system)등의 4가지 형태로 분류된다.

국내에서는 800MHz대역 및 380MHz 대역의 10MHz대역폭을 사용하고 있는데, 800MHz대역은 사업용, 자가용으로 배분되어 있으며, 사업용에 대한 주파수 이용 수요가 높으며, 300MHz대역은 사업용, 자가용, 군용으로 배분되어 있으나 통신 사업용 주파수대역은 현재 미사용중이다.²⁰⁾

20) 정보통신부, 『주파수 이용 정비 추진계획』 2003, pp. 15~16

2. 주파수공용통신의 특징

TRS 시스템의 가장 큰 특징은 일대 다수의 그룹 및 지령 통신방식이다. TRS 시스템의 구성은 여러 개의 그룹으로 구성되며, 각 그룹은 업무내용에 관련된 유사한 목적을 가진 사용자들의 단말기로 구성된다. 이렇게 사용자들을 그룹화하여 지정된 무선채널을 다수의 가입자가 공동으로 이용함으로써 시스템 및 주파수의 효율을 극대화시킨다. (그림 3.4.1 참조)

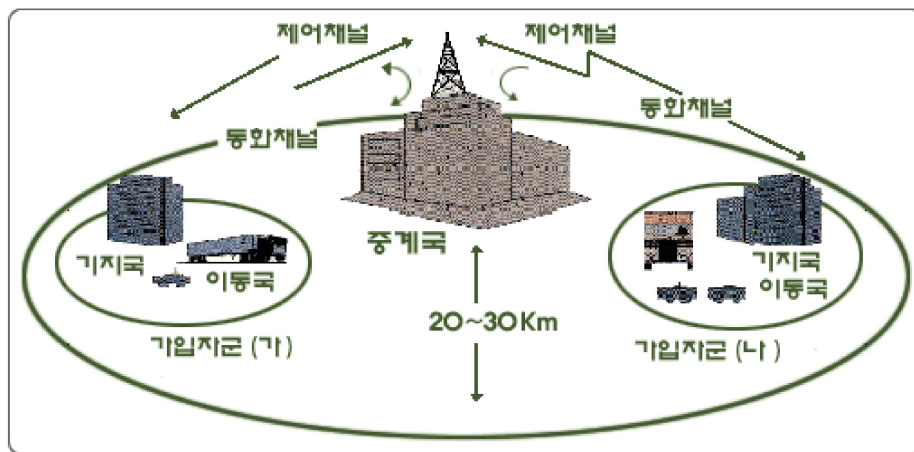


그림 3.4.1 주파수공용통신 통신망도

출처 : http://seoul.koreapost.go.kr/wave/w_index3_2.jsp

TRS는 여러 가지 장점이 있는데 가입자는 중계국내 어느 채널이라도 사용 가능하고, UHF²¹⁾대역의 사용으로 통화품질이 양호, 잡음 및 혼신에 강하며, 통화보안이 탁월하여 일반적으로 별도의 비화기²²⁾가 필요하

21) Ultra High Frequency의 줄임말로 300~3000MHz 대역을 사용하며 데시미터파라 불린다.

22) 비화기는 전화통화 음성을 암호코드화 하여 전송구간에서 도청을 하여도 무슨 내용인지 알아들을 수 없도록 하는 기계장치다.

지 않다. 대기시스템 도입으로 통화 폭주 시에도 자동적으로 채널예약에 의한 통화가 가능하고, 동일채널에서 부가장비 없이 음성 및 데이터의 공용처리가 가능하여 하나의 무전기로 음성 및 데이터통신이 가능하다. 각각의 다른 그룹의 가입자가 중계국을 공동으로 이용하기 때문에 사용자의 비용부담이 적고, 망 확장이 용이한 구조로 되어 있어 시스템 하부구조 구축에 적합하다. 다양한 통화서비스를 제공할 수 있어서, 미래지향적 서비스 구축이 가능하다. 고속통신에 강하고, 광역통신을 제공할 수 있어 경제적이며, 채널당 가입자 수가 평균적으로 120~150명 정도 수용이 가능하고, 가입자가 어느 곳으로 이동하든 망간 통화가 가능하다.

제 5 절 무선데이터 통신

1. 무선데이터 통신의 개요

무선데이터 통신이란 무선 모뎀 또는 무선 단말기를 이용하여 시간과 장소에 제약 없이 자유롭게 이동하면서 양방향 데이터 통신을 할 수 있는 무선통신서비스이다.

2. 무선데이터 통신의 특징

무선데이터 통신은 에러율이 낮고 신뢰성이 높은 서비스이다. 따라서 사용도중 끊어지지 않으며 데이터 전송에 관한 신뢰도가 높아서,²³⁾ 보행 중일 때는 물론이고 고속의 자동차 안이나 기차 안에서도 데이터 통신이 가능하다. 무선데이터 통신은 경제적이며 고품질의 통신을 보장하

23) 이영균 외 2인, 『ITS를 활용한 교통정보서비스 제고방안 연구』 교통개발연구원, 2002, p. 96

고, 패킷서비스 방식을 채택하여 데이터의 양에 따라 가격이 책정되고 데이터를 압축하여 전송함으로써 훨씬 저렴하고 합리적인 과금체계를 갖추고 있다. 무선데이터 통신은 음성통화와는 다른 데이터통신 전용망을 사용함으로써 혼선이 없고 과부하가 적으며, 시스템에서 데이터를 암호화하여 처리하기 때문에 통신 보안이 완벽하다. 또한, 기존 유·무선통신 서비스와도 연계할 수 있고, 그룹통신이 가능하여 일제히 동일 메시지를 한 번에 송신할 수 있는 기능도 갖추고 있다.

무선데이터 통신은 다양한 분야에서 채택되고 있으며 증권, 교통정보, 이동뱅킹, 신용카드조회 및 결제, 이메일 송수신, 원격검침, 현장업무 등 다양한 방면에서 활용되고 있다.

제 6 절 이동통신(PCS)

이동통신에서는 1980년대 처음 등장한 아날로그 방식 휴대전화를 1세대로, 디지털 방식 휴대전화를 2세대로, 데이터와 음성통신을 결합한 IMT-2000 휴대전화를 3세대로 구분하고 있다. 3세대가 사업초반부터 주파수 경매 등의 초기 투자에 너무 많은 돈을 사용했고 기술면에서도 현재 사용하고 있는 2.5세대보다 월등한 장점을 입증하지 못한 이유로 3세대 이동통신 사업이 시장에서 외면 받고 있다.²⁴⁾

1. PCS의 개요

PCS(Personal Communication Services)는 일반적으로 언제, 어디에서, 누구와도 통화가 가능하도록 하는 통신의 개념으로 일컬어져 왔다. PCS는 개인휴대통신으로써 기존의 셀룰러폰(800MHz)이 2세대라면

24) 김정훈, “4G 이동통신 기술개발 동향”, 『기술뉴스브리프』 한국과학기술정보연구원, 2002, p. 2

PCS는 2.5세대에 해당하며 셀룰러폰에 비해 1.8GHz의 주파수를 내보내고 데이터 전송속도는 14.4Kbps의 속도를 내며 통화에 있어 잡음과 혼선 등을 없애고 깨끗한 통화감도를 느낄 수 있는 무선통신이다.

2. PCS의 특징

PCS는 100% 코드분할다중접속(Code Division Multiple Access, 이하 CDMA) 방식으로 기존 이동전화보다 2배 높은 1.8GHz대역의 주파수를 사용하며 13K 보코더²⁵⁾라는 첨단 음성신호 변환처리 방식을 이용, 소리가 더욱 또렷하고 세밀하여 원음에 가까운 고품질의 통화서비스를 제공하며, 고급 하이티어 기술을 이용해 완벽한 핸드오프 기능 지원으로 시속 100Km 이상 고속 주행에도 끊김 없는 통화품질을 제공한다. 고품질의 서비스를 보다 경제적인 요금에 제공하고, 14.4Kbps의 고속 데이터 전송능력으로 문자서비스, 음성사서함, 상대방번호표시, 회의통화, PC통신 등 다양한 부가서비스를 제공할 수 있다. CDMA 자체의 보안성은 물론 PCS만의 암호화 기법을 추가해 매우 뛰어난 통신보안성을 갖추고 있다. PCS의 특징은 표 3.6.1에 기술된 바와 같다.

제 7 절 DSRC

1. DSRC의 개요

DSRC(Dedicated Short Range Communication, 이하 DSRC) 방식은 ITS 전용의 단거리 통신 방식으로 도로변에 설치된 노변통신장치(Road Side Equipment, 이하 RSE)와 차량에 설치된 차량통신장치(On Board

²⁵⁾ Voice Coder의 약어로, 음성신호를 디지털 신호로 바꿔준다.

표 3.6.1 PCS 통신망 특징

구 분	특 징
주파수	1.7~1.8GHz
서비스의 종류	음성 및 데이터
서비스 범위	전국
데이터 전송속도	14.4Kbps
통신비용	30원/packet
구축비용	단말기 구입비
확장성	전국을 대상으로 하여 확장성 우수
신뢰성	상용화된 망의 사용으로 신뢰성 우수
유지보수	신뢰도가 높은 망의 사용으로 망에 대한 유지보수 불필요

출처 : 이영균 외 2인, 『ITS를 활용한 교통정보서비스 제고방안연구』 교통개발연구원, 2002, p. 94

Equipment, 이하 OBE) 사이에 단거리 무선 고속 패킷 통신 기능을 제공한다. 이를 통해 차량 통행료 자동징수 서비스와 노변 검색, 교통정보 수집 및 제공, 교통신호 전달 등 다양한 ITS 서비스가 가능하다. 또한 미국과 일본에서는 차세대 DSRC를 개발하기 위해 개념 정립 및 규격 작업을 진행 중에 있다. 그림 3.7.1은 DSRC 시스템의 개념도이다.

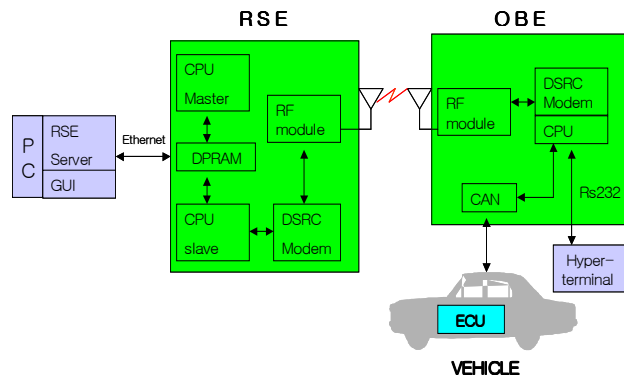


그림 3.7.1 DSRC 시스템의 전체적인 개념

DSRC는 1:N 통신이 가능하며, 물리, 데이터링크 및 응용계층으로만 구성된 단순한 프로토콜 구조를 가지고 있어, 다양한 ITS 서비스를 제공할 수 있다. 5.8GHz 주파수를 사용하며, 전송속도는 1Mbps의 고속 데이터 전송이 가능하다. OBE가 반송파 주파수대 발진기를 가지고 전파를 발사하는 능동방식과 발진기를 가지고 있지 않은 수동방식으로 나뉜다. 한편, 차세대 DSRC는 현재의 DSRC 시스템을 한층 업그레이드하여 10Mbps 이상의 통신 속도, 수 백 미터의 통신 영역, 무선 LAN, 셀룰러 통신 등 기존 통신 시스템과의 연계 기술 개발을 목표로 연구가 진행 중이다.

2. DSRC의 특징

DSRC의 일반적인 구분은 능동형과 수동형의 분류지만 우리나라는 능동형을 국가 표준으로 채택하였다. 능동형 DSRC는 다시 RF-DSRC(Radio Frequency-DSRC)와 IR-DSRC(InfraRed-DSRC)로 구분할 수 있다. (표 3.7.1, 표 3.7.2 참조)

제 8 절 휴대인터넷(WiBro)

1. 개요

정보통신부는 활용이 미미한 WLL(Wireless Local Loop)에 분배되어 있던 2.3GHz 주파수대역을 고정 업무에서 고정 및 이동 업무로 전환하여 정지 및 이동 중에도 언제 어디서나 고속으로 인터넷에 접속하여 다양한 정보의 이용이 가능한 서비스이다.

표 3.7.1 DSRC의 능동방식과 수동방식의 비교

구분	능동방식(Active)	수동방식(Backscattering)
장점	-통신영역이 넓음 -기능 및 서비스가 다양함 -소출력 Interactive 서비스가 가능함 -향후 타 부가통신서비스와 연동이 용이함	-단말기 가격이 저렴함 -별도 전원이 불필요함 -기 개발제품이 존재함
단점	-개당 단말기 가격이 고가임 -별도의 전원이 필요함 -기 개발제품이 없음	-전파세기가 강함(1W, 33dBm) -기능이 다양하지 못함 -통신반경이 협소함 -향후 타 부가통신서비스와 연동이 상대적으로 어려움
사용주파수 대역폭	1Mbps/10MHz	1Mbps/10MHz
노변장치 수신입력	수신전력 높음	수신전력 낮음
주행 형태에의 대응	우수	보통
차선 운용	차선별 대응 및 복수차선	차선별 대응에만 좋음
서비스 확장성	넓은 zone에 대응	넓은 zone 대응 불가
서비스 만족도	가입자 확보 용이	가입자 확보 불리
정보량의 증대	이동중 40Kbits 가능	소량의 정보만 전송 가능
핵심기술 보유 여부	국내 자체 개발, 핵심기술보유	해외 기술 의존, 기술료 지불

표 3.7.2 RF-DSRC와 IR-DSRC의 비교

구분		RF-DSRC	IR-DSRC
주파수		5.8HGz	800 ~ 900nm
통신영역		3m ~ 100m	
통신속도		61Mbps	
변조 방식	상향	ASK	ASK-OOK
	하향	ASK	ASK-OOK
링크 제어	작동모드	Time Division Duplex	
	데이터 전송	예약 기반 비동기 TDMA	
	링크 접속	Slotted ALOHA	

출처 : 박제상의 3인, “텔레매틱스를 위한 통합 통신 인터페이스 연구”, 『한국ITS학회 제 3회 정기총회 및 추계학술대회』 2004. 11. p. 362

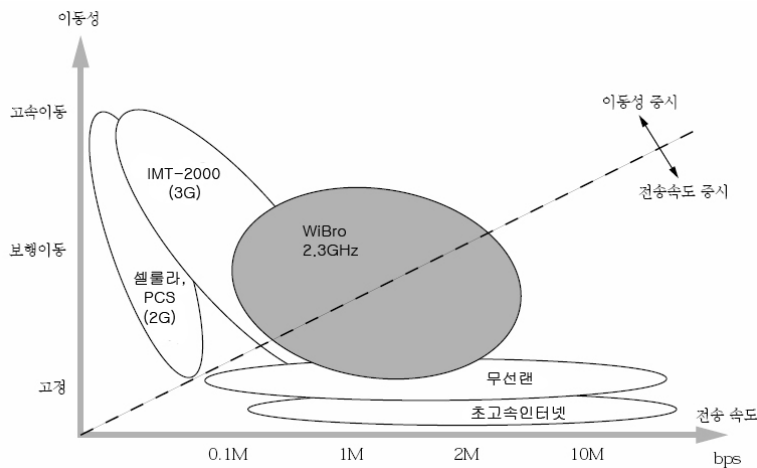


그림 3.8.1 WiBro 서비스의 포지션

정부에서는 최근 휴대인터넷을 “WiBro(Wireless Broadband)사업”으로 명명하고, ‘IT 839’정책²⁶⁾의 8대 정보통신·방송 서비스 중 하나로 선정하였다. 그림 3.8.1에서 보는 바와 같이 WiBro는 이동성과 전송속도 측면에서 IMT-2000과 무선 LAN의 중간위치에 있다.

2. 휴대인터넷의 특징

정보통신부는 2004년 7월 29일 IEEE 802.16 표준에 의해 시속 60Km로 이동시 최소 하향 512Kbps, 상향 128Kbps의 전송속도 구현, 9MHz 이상의 채널대역폭, 사업자 장비 간 로밍가능, TDD(시분할)방식, 주파수 재사용 계수²⁷⁾ 1 등의 5가지 성능기준을 발표하였다.²⁸⁾

26) IT839운동은 정보통신부가 국내 미래IT시장을 선도하기 위한 성장전략방향이다. 이러한 성장전략의 핵심은 8대 서비스, 3대 인프라, 9대 성장 동력 분야의 추진을 말하며, 이러한 IT미래시장의 핵심을 “IT839”로 청사진화 하였다.

27) ‘주파수 재사용 계수’란 셀룰라 시스템에서 주파수 효율이 얼마인지를 나타내는 데 사용하는 파라미터로, 전체 주파수 대역을 몇 개의 셀에 나누어 주는 가를 나타내는 것으로 셀의 개수를 말한다.

IEEE 802.16은 1999년 6월에 표준화 활동을 시작하였으며 무선 MAN(Metropolitan Area Network)관련 표준을 진행 중이다. 10~66GHz 주파수 대역을 사용하는 802.16표준이 2001년 12월에 완성되었으며 11GHz이하의 주파수 대역을 사용하는 802.16d-2004 표준이 2004년 6월에 완성되었다. 최근에 802.16d에 중저속의 이동성을 도입하고 70Mbps 전송 속도가 가능한 초고속 패킷 데이터 서비스용 802.16e 표준 제정이 거의 마무리 되었으며, 국내에서는 이 표준을 기반으로 하는 휴대인터넷(WiBro) 서비스가 2.3GHz 대역에서 2006년 전반기에 제공될 예정이다. 표 3.8.1은 802.16계열의 표준화 동향을 정리했다.

표 3.8.1 IEEE 802.16의 표준화 동향

표준명	내 용	특 징	전송속도 (채널대역폭)	평균셀 커버리지
802.16	-고정 무선 액세스 MAC/PHY정의 -LOS필요, 점대점 애플리케이션용	10~66GHz	134Mbps (28MHz)	5Km
802.16.c	-802.16용 시스템 프로파일 추가			
802.16.a	-고정 무선액세스 MAC/PHY 정의 -LOS불필요, 점대다점 애플리케이션용	2~11GHz	75Mbps (20MHz)	8Km
802.16.- FEV d	-802.16/16a용 시스템 프로파일 추가			
802.16.e	-802.16a에 저속 이동성 추가 -LOS불필요, 점대다점 애플리케이션용	2~6GHz	15Mbps (5MHz)	5Km

출처 : <http://kidbs.itfind.or.kr/WZIN/jugidong/1148/114805.htm>

제 9 절 국가 ITS 아키텍처 및 무선통신시스템 비교 분석

국가 ITS 아키텍처 구성요소는 크게 센터형 구성요소, 여행자장치형 구성요소, 차량장치형 구성요소, 도로장치형 구성요소가 있다. 4가지 주

28) <http://www.mic.go.kr/index.jsp>

요 구성 요소간 연결 관계는 통신시스템이다. 그림 3.9.1은 미국의 국가 ITS 아키텍처의 물리요소 관계도, 그림 3.9.2는 일본의 국가 ITS 아키텍처의 물리요소 관계도다.

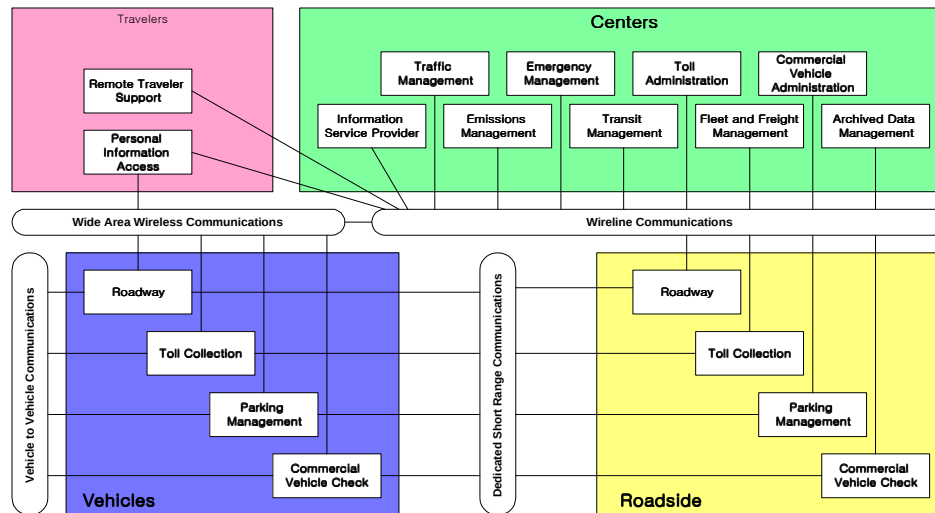


그림 3.9.1 미국 국가 ITS 아키텍처의 물리요소 관계도

출처 : 국토연구원, 『국가 ITS 아키텍처 최종보고서』 2003. 03. p. 18

통신시스템은 유선통신, 광역무선통신, 단거리전용통신, 차량 간 통신으로 나뉜다. 첫 번째 유선통신은 유선을 이용한 고정된 지점 간 통신 방식이다. 두 번째 광역 무선 통신은 넓은 지역에서 정보를 전송하기 위한 무선방식으로 고정된 지점과 움직이는 사용자사이에 이용되는 통신방식이다. 세 번째 단거리 전용통신은 가까운 거리상에 움직이는 사용자와 고정된 기지국에서 사용되는 단거리 전용무선통신방식이다. 마지막으로 차량 간 통신은 차량 간 통신을 위해 사용되는 방식으로 높은 데이터 비율, 낮은 에러율의 특성을 지니며 자동차간 라디오 송수신기 시스템이 사용된다. 지금까지 고찰한 무선통신 방식의 특징들을 비교하면 표 3.9.1과 같다.

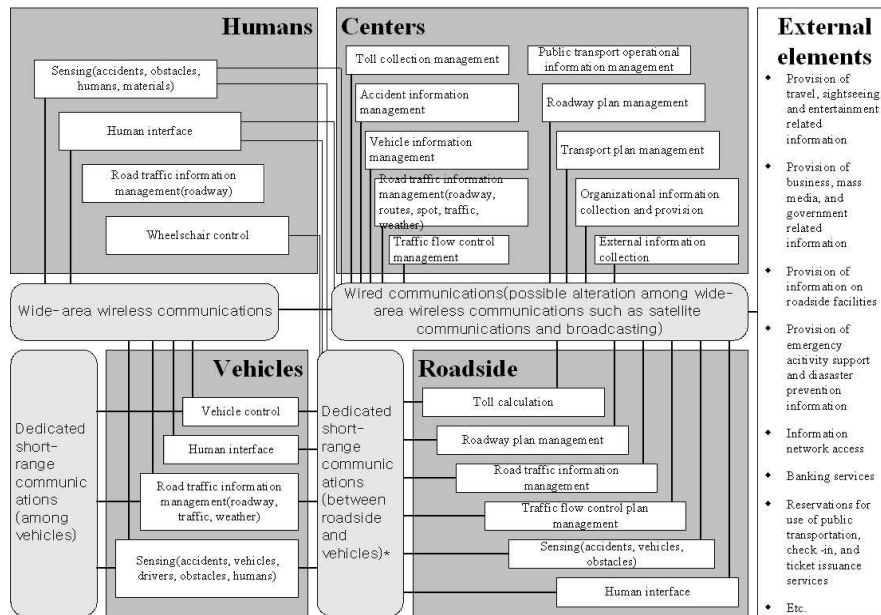


그림 3.9.2 일본 국가 ITS 아키텍처 물리요소 관계도

출처 : 국토연구원, 『국가 ITS 아키텍처 최종보고서』 2003. 03. p. 44

표 3.9.1 ITS에 적용 가능한 무선 통신방식 비교표

	무선 LAN	위성 통신 (KU)	비콘	TRS	무선데이터 통신	DSRC	PCS	WiBro
셀 크기	10Km	전국	50~500 m	50Km	5Km 내외	3~90m	4Km	1Km
커버리지	구축지역	전국	구축지역	전국	전국	구축지역	전국	전국예정
이동성	정지	고속이동성	정지	준이동성	이동성	정지	고속이동성	60Km/h 이하
핸드오프	불가능			불가능			가능	가능
전송률	11Mbps	2Mbps	4.8Kbps	7.2Kbps	9.6Kbps	1Mbps	14.4Kbps	1Mbps
QoS보장	낮음	가능	낮음	가능	가능	낮음	가능	가능
서비스 요금	저가	저가	자가구축 비용과다	저가 15원/10S	저가 5원/패킷	자가구축 비용과다	고가 30원/패킷	중저가
주파수 대역	2.4GHz	12~18GHz	447MHz	800MHz	938~940 MHz	5.8GHz	1.8GHz	2.3GHz
대역폭	11MHz	36MHz		10MHz	12.5KHz	20MHz	1.25MHz	10MHz
양방향 통신	지원	지원	제한적 가능	지원	지원	지원	지원	지원

제 4 장 국도교통관리시스템에 적용 가능한 무선통신시스템

제 1 절 개 요

본 장에서는 통신비용 절감을 위해 국도교통관리시스템(National Highway Traffic Management System, 이하 NHTMS)의 운영기관인 한국건설기술연구원에서 시범 운영 중인 무선 LAN과 위성통신을 활용한 수집통신체계에 대한 신뢰성 검증과 경제성을 분석하였다.

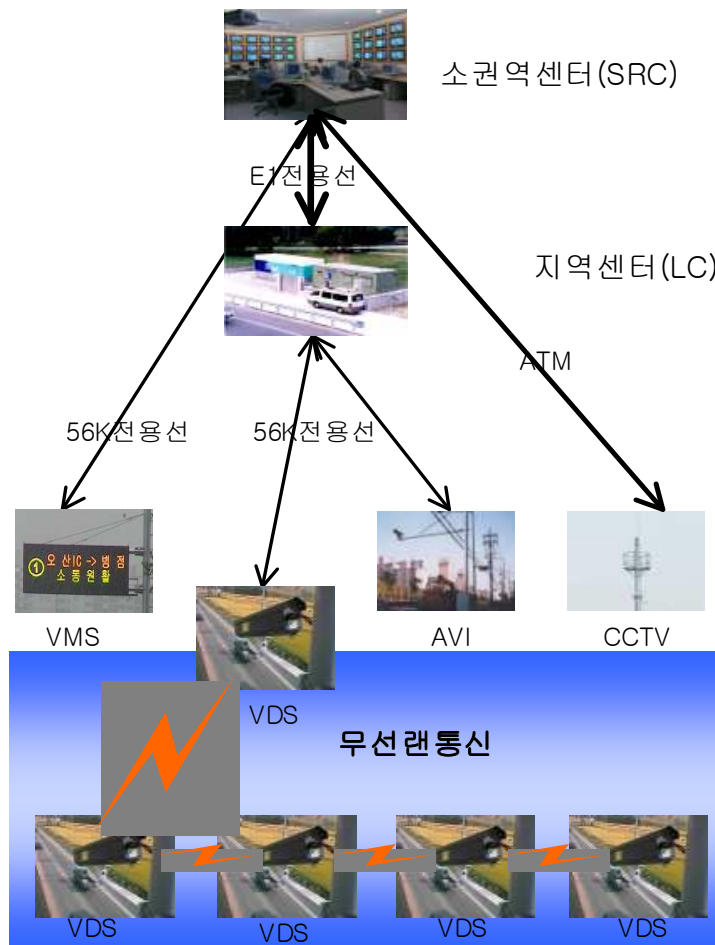
제 2 절 무선 LAN을 활용한 국도교통관리시스템

한국건설기술연구원은 1:1 유선통신 구성으로 인한 통신비를 줄이기 위해 멀티드롭(Multi drop)방식의 무선 LAN 모듈을 사용한 1:N 구성으로 국도 38호선 안중~평택구간(약 19Km)에 대해서 무선 LAN 시스템을 설치하여 현재 시험 운영 중에 있다. 적용한 무선 LAN 시스템은 ISM 밴드의 2.4GHz대역의 모듈을 사용하였고 교통데이터 수집 구성도는 그림 4.2.1에 명시된 바와 같다.

센터 시스템은 유선통신시스템의 수집서버와 현장의 무선통신 장비로부터 데이터를 수집하기 위한 무선통신 수집서버가 있으며, 통신장비로는 멀티포트와 DSU가 사용되었다. 또한 유선데이터의 실시간 모니터링을 위해 유선 DSU에 시리얼 케이블을 직접 연결하였다.

센터의 무선통신 수집서버는 통계처리 및 데이터 신뢰성 비교를 하기 위하여 유·무선 데이터를 통합 관리하며, 데이터 수집 방법으로 유선데이터는 기존 유닉스 시스템으로부터 FTP를 이용하여 데이터를 수집 통계처리하고 무선데이터는 실시간 수집 관리하였다.

그림 4.2.1 무선 LAN 통신을 이용한 데이터 수집
구성도



1. 시스템 구성

무선 LAN 모듈은 2.4GHz ISM 주파수 대역을 사용하여 무선통신을 하는 장치로써 물리계층은 무선 랜이 사용하는 802.11b에서 정의된 변조방식을 채택하여 최대 11Mbps의 전송률을 가질 수 있다. 모뎀의 프로토콜은 J-MAC 프로토콜을 응용하여 차량검지기(Vehicle Detection System, 이하 VDS)에 적용될 수 있도록 고안되었으며, 장거리 통신이

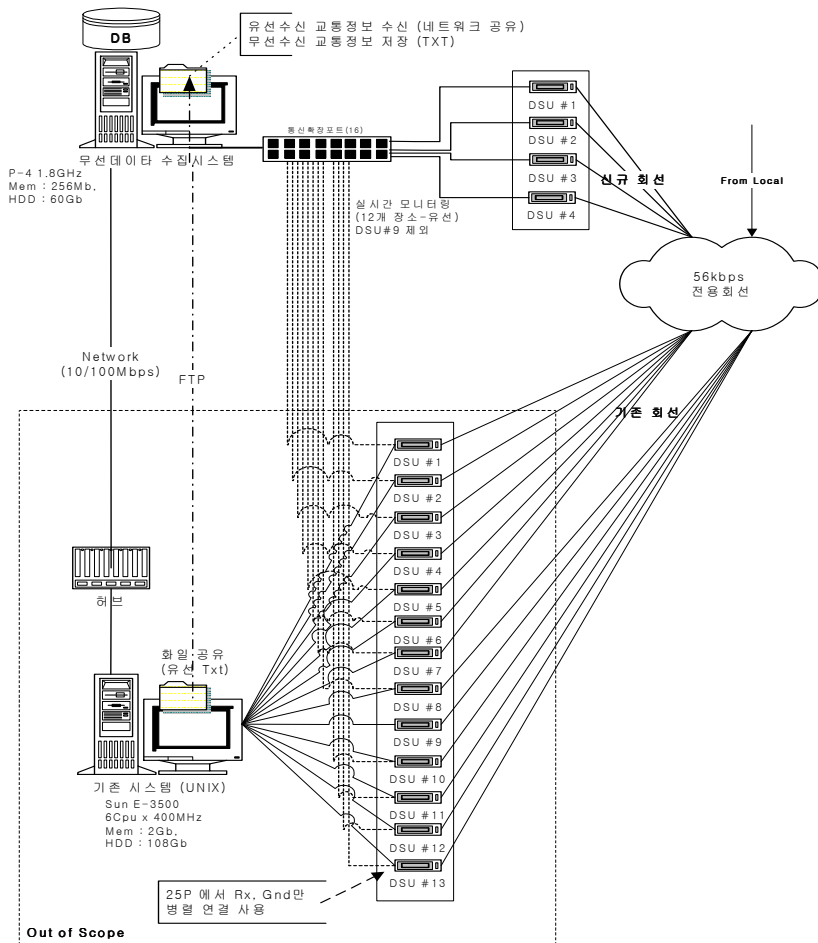


그림 4.2.2 무선 LAN 정합성 비교를 위한 교통정보수집 구성도

출처 : 류승기와 3인, “국도교통관리의 무선통신 시스템 적용 및 평가”, 『한국ITS 학회논문지』 제2권 제2호, 2003, p. 57



그림 4.2.3 무선통신 설비 설치자재

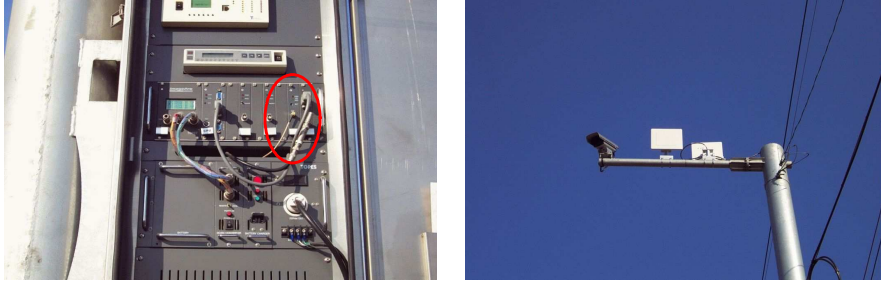


그림 4.2.4 무선 LAN 현장 설치사진

가능하다. 안테나는 통신거리를 결정하는 데 중요한 요소이다. 안테나의 종류에는 크게 옴니(Omni) 안테나와 지향성(Directional) 안테나로 구분된다. 영상검지기 Pole의 Arm에 설치된 무선 안테나 케이블을 설치하고 Slave 장비일 경우 Splitter를 이용하여 무선 안테나를 2개 설치하였고, 영상검지기 합체 내부에 무선 LAN 모듈을 장착했다. 그림 4.2.2은 센터에서 유선 통신과 무선 LAN의 신뢰도를 비교하기 위한 구성도다. 그림 4.2.3는 무선통신 시스템 구축에 사용된 설치자재들이고, 그림 4.2.4는 현장 장비의 기존 시스템에 무선 LAN 모듈과 무선 LAN 안테나가 설치된 사진이다.

2. 무선 LAN 시스템 설치현황

국도 38호선 평택에서 안중구간 약 19Km 구간에 기존에 설치된 VDS에 무선 LAN 장비를 추가하여 기존의 유선통신과 데이터 전송 품질을 비교할 수 있도록 구성되었다.

그림 4.2.5는 무선 LAN 장비가 설치될 기존의 영상검지기 13곳에 대한 설치위치와 무선 LAN 시스템 구성을 위한 그룹구성 현황을 나타낸 것이며, 표 4.2.1은 그룹핑 내역과 장비 위치를 기술하였고, 그림 4.2.6은 무선 LAN 통신 환경에서의 데이터 흐름을 보여 주고 있다.



그림 4.2.5 무선 LAN이 설치된 영상검지기 위치도

표 4.2.1 무선 LAN 운영 VDS 및 그룹핑 내역

번호	그룹	노선	기기번호	검지기명	설치 지점
1	1	일반국도 38호선 평택~안중 구간	1ENH038 -DD0180	180	밤바위 공원 가든 앞 하행 150m
2			1ENH038 -DD0190	190	안중 화해직판장 앞 상행 122m
3	2		1ENH038 -DD0200	200	한일장 앞 하행 450m
4			1ENH038 -DD0210	210	농촌진흥청평택지소 앞 하행 160m
5	3		1ENH038 -DD0220	220	안화 사거리 하향 180m
6			1ENH038 -DD0230	230	창내 삼거리 상행 150m
7			1ENH038 -DD0240	240	과적 검문소 앞 상행 887m
8	4		1ENH038 -DD0250	250	효덕초등학교 앞 상행 350m
9			1ENH038 -DD0260	260	정자 삼거리 상행 350m
10			1ENH038 -DD0270	270	영재 포도원 앞 상행 500m
11			1ENH038 -DD0280	280	구국도 1호선 분기점 상행 706m
12			1ENH038 -DD0290	290	구국도 1호선 분기점 상행 2906m
13			1ENH038 -DD0300	300	안성천 2교 앞 하행 2150m

- ※비고 : 1. 1ENH038-DD0260(1101028260)은 공사관계로 무선기능을
설치하지 못하여 평가기간동안은 제외하였음
2. 그룹핑은 야산, 아파트, 기타 구조물에 의해 나뉘게 되었음

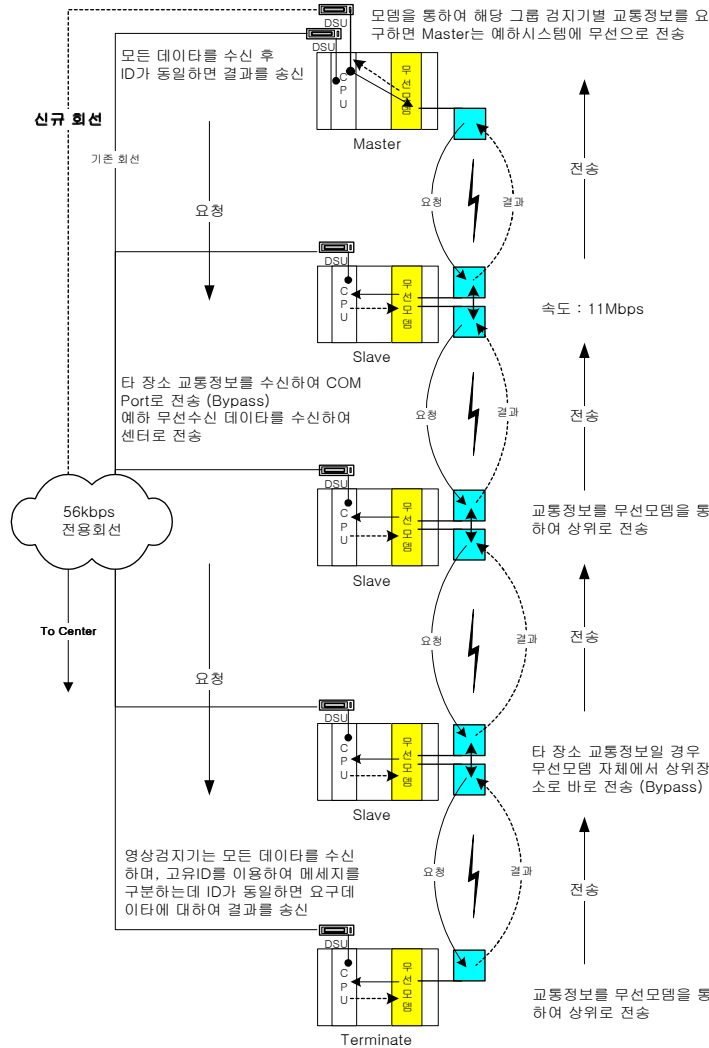


그림 4.2.6 무선통신 흐름도

3. 무선 LAN 시스템 신뢰성 평가

신뢰성 평가 방법은 유·무선 1일 24시간 73일간의 데이터를 평가하는 것으로 무선 LAN 시스템 평가에 대한 검증을 선행한 후에 수행하였다. 유·무선 수집 데이터는 무선 LAN 시스템의 데이터베이스에 통

계 처리되어 저장되며, 저장된 통계 데이터를 활용하여 73일간 유·무선 데이터의 신뢰성을 평가하였다.

표 4.2.2의 내용은 73일간의 무선 LAN과 유선 통신을 통해 수집된 교통량을 보여준다. 표의 내용은 VDS의 유·무선 수신 데이터의 동등한 비교를 위하여 VDS 및 기타 통신 장비의 장애로 인하여 데이터 수집이 불량한 장소에 대해서는 유·무선 모두 통계대상에서 제외하였다.

데이터 정합성 평가 결과 유선 대비 무선 수신율은 98.1%로 NHTMS에 적용할 수 있는 높은 신뢰성을 보여주고 있다.

표 4.2.2 유선 통신과 무선 LAN의 73일간 교통량 통계결과

그룹	검지기명	수신 데이터수		오차	수신율(%)	비고
		유선	무선			
1	180	1,629,491	1,631,565	2,074	100	73일간
	190	1,360,423	1,360,743	320	100	73일간
2	200	1,588,197	1,594,216	6,019	100	73일간
	210	1,237,239	1,233,268	-3,971	99.7	73일간
3	220	2,047,963	2,052,413	4,450	100	73일간
	230	1,452,711	1,428,810	-23,901	98.4	73일간
	240	1,333,123	1,231,000	-102,123	92.3	73일간
4	250	1,542,994	1,587,738	44,744	100	57일간
	270	553,686	529,567	-24,119	95.6	57일간
	280	987,096	925,343	-61,753	92.1	57일간
	290	676,988	633,107	-43,881	93.5	57일간
	300	1,148,711	1,055,344	-93,367	91.9	57일간
통 계		15,558,622	15,263,114	-295,508	98.1	

제 3 절 위성통신망을 활용한 국도교통관리시스템

1. 시스템 구성

현재 시험 운영 중인 위성을 이용한 차량검지기 데이터 수집은 2개의 VDS에 설치된 위성송출장비를 거쳐 위성을 통하여 여주 온세통신 위성집중국으로 수집되며, 여주에서 한국건설기술연구원 센터까지는 256 Kbps 전용회선을 이용하여 데이터를 수집하는데, 시스템 구성은 그림 4.3.1과 같다.

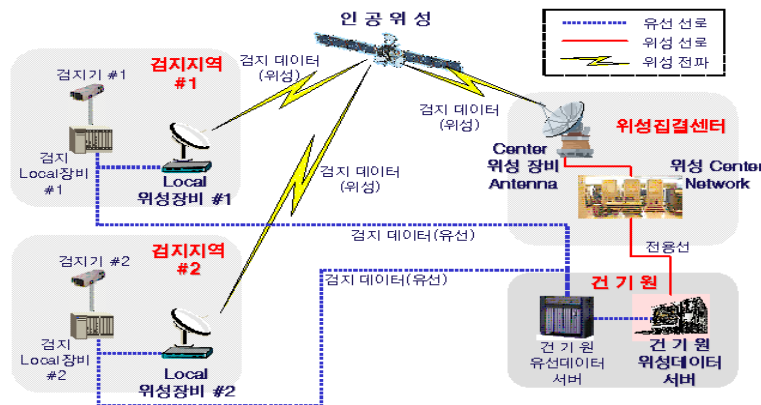


그림 4.3.1 위성통신 시스템 구성도

출처 : 류승기와 3인 “위성데이터 통신에 의한 교통데이터 전송방법과 현장 실험”,
『2004년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 B권』, 2004. 7. p. 1441

2. 위성통신시스템 설치현황

1) 위성송출장비 설치

위성송출장비의 설치를 위해서 전주를 이용하여 전원을 공급하였으

며 VDS 제어기 박스내부에 장착하여 위성안테나와 연결하였다. 그림 4.3.2는 위성안테나를 VDS 기둥에 설치한 모습이다. VDS와 같은 방법으로 중계기도 임의의 ID를 부여하고, 통신하고자하는 인접 VDS의 위성모듈과 인터페이스 시험을 통하여 통신 상태를 확인하였다.



그림 4.3.2 위성 안테나 설치 사진

2) 현장설치 사진

그림 4.3.3은 RCS(Return Channel Via Satellite) 현장설치 사진이다.



그림 4.3.3 RCS 설치 결과

3) 위성센터 운영현황 사진

그림 4.3.4는 여주 온세통신 위성집중국의 주요 시설물이다.

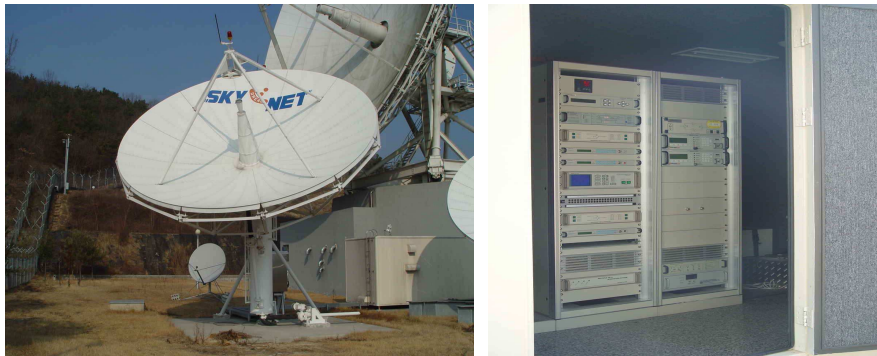


그림 4.3.4 위성 센터 주요 사진

3. 위성통신 시스템 신뢰성 평가

2004년 2월 25일~27일 동안 센터에 수집된 데이터의 신뢰성을 검증 하였으며, 표 4.3.1에서 보는바와 같이 580번 검지기의 신뢰도는 99.1%, 590번 검지기의 신뢰도는 99.6%를 보여 주고 있다.

표 4.3.1 580번, 590번 검지기의 3일간 수집데이터 비교

수집일	580번 검지기			590번 검지기		
	유선	위성	오차	유선	위성	오차
2월 25일	38,952	37,929	-1,023	27,888	27,477	-413
2월 26일	40,512	40,509	-3	40,512	40,509	-3
2월 27일	40,198	40,198	0	42,332	42,333	1
통 계	119,662	118,636	-1,026	110,732	110,319	-415
신뢰도			99.4%			

제 4 절 무선 LAN과 위성통신의 비용분석

ITS 사업의 경제성분석은 사업의 비용과 편익항목을 계량화하여 경제성지표(편익/비용비, 순현재가치, 내부수익률)를 통해 사업의 타당성을 분석하는 방법으로 분석절차는 일반적인 경제성분석 과정과 동일하다. 표 4.4.1은 ITS 사업의 비용항목과 편익항목의 계량화 가치방안을 도표화 한 것이다. 표 4.4.1의 편익평가항목에는 통신시스템에 대한 편익 항목이 없어 비용편익분석이 경제적인 요소를 평가하기에 어려워 비용항목만을 중심으로 분석을 하였다.

비용분석 이전에 교통정보 데이터의 통신 신뢰도 검토가 선행되어야 한다. 통신 신뢰도 검토는 유선통신망을 기준으로 삼고 무선 LAN과 위성 통신시스템을 비교·분석한 결과 두 통신망은 교통정보를 수집하는 수준에서 충분한 품질을 보장하고 있다.

표 4.4.1 비용·편익항목과 화폐가치방안

구분		평가항목	화폐가치방안
비용		-건설비 -시스템구축비 -시스템운영비 -용지비	-공사비용 -시설가격 및 설치비용 -운영비, 인건비, 재료비 -보상비
편익	이용자 편익	-차량운행비 절감 -통행시간 단축 -교통사고의 감소 -통행안락감 증대 -교통관리업무의 효율성 증대	-운행비용 -시간가치(수단선택법등) -사고비용(임금율법등) -곤란 -업무시간의 시간가치
	비이용자 편익	-대기오염 감소 -소음감소 -지역개발	-오염물질 처리비용 -방음시설 설치비용 -곤란

출처 : 이용택·남두희·박동주, “국내 지능형교통체계(ITS) 사업평가체계 도입방향(한국·미국·유럽 사례 비교분석을 중심으로)”, 『대한교통학회지』 제22권 제3호(통권74호), 2004. 6, p. 224

1. 비용 분석의 고려 항목

비용 분석을 위한 고려항목을 산정하면서 노변장치는 차량검지기의 프로토콜을 기준으로 용량을 산정하였다. 비용분석의 주요항목은 통신 시스템 구축비용과 통신 및 유지관리비용으로 나눌 수 있다.

1) 통신시스템 구축비용

표 4.4.2은 각 통신방식별 한 지점의 단가를 보여주고 있으며, 위성통신의 센터장비는 전체시스템에 1식만 추가된다. 수집 소프트웨어 개발은 투입되는 개발 인력이나 요구되는 품질 등에 따라 그 투입비용이 항상 유동적이어서 정확한 산정이 어렵지만, 개발기간 2달, 중급기술자 노임을 적용하여, 1,500만원으로 산정하였다.

표 4.4.2 통신방식별 구매 및 설치비 단가

통신망	유선통신(임대)	무선 LAN	위성통신	
			지점	센터(허브)
비용(만원)	50	632	320	90,600

2) 통신 및 유지관리비용

무선 통신망의 경우 한 그룹의 1년 통신비용은 278만원²⁹⁾으로 적용하였고, 위성 통신망의 경우 2,000대까지 동일하게 4,900만원이 적용되며, 추가로 집중국에서 한국건설기술연구원까지의 통신비용이 추가된다. 집중국과 한국건설기술연구원까지의 거리를 100Km 이내로 적용한 전용회선 임대비용은 4,717만원으로 산정했다.

29) 한국건설기술연구원 내부자료 참조

2. 비용 분석 결과

1) 차량검지기가 100대인 경우

차량검지기(Vehicle Detection System, 이하 VDS)가 100대인 경우에는 그림 4.4.1과, 표 4.4.3에서 보는 바와 같이 4년까지는 임대 통신망을 활용한 유선통신이 우월하나, 그 이후에는 무선 LAN을 활용한 통신 시스템이 유리하다.

표 4.4.3 VDS 100대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용 (단위 : 만원)

통신 방식	1년	2년	3년	4년	5년	6년	7년
무선 LAN	82,097	94,964	107,831	120,697	133,564	146,431	159,297
유선 통신	33,400	61,800	90,200	118,600	147,000	175,400	203,800
위성 통신	190,023	257,447	324,870	392,294	459,717	527,141	594,564

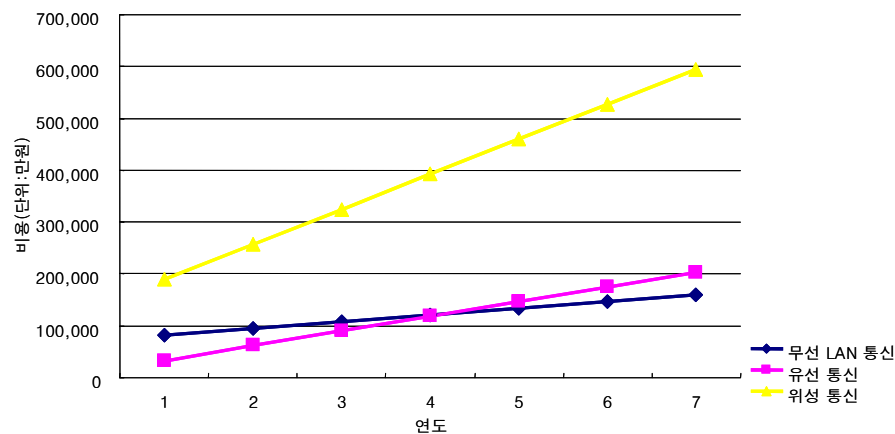


그림 4.4.1 VDS 100대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용

2) 차량검지기가 300대인 경우

VDS가 300대인 경우에는 그림 4.4.2와 표 4.4.4에서와 같이 무선 LAN 통신방식이 비용이 적게 투입된다는 것을 알 수 있다.

표 4.4.4 VDS 300대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용 (단위 : 만원)

통신 방식	1년	2년	3년	4년	5년	6년	7년
무선 LAN	246,292	284,892	323,492	362,092	400,692	439,292	477,892
유선 통신	100,200	185,400	270,600	355,800	441,000	526,200	611,400
위성 통신	260,023	333,447	406,870	480,294	553,717	627,141	700,564

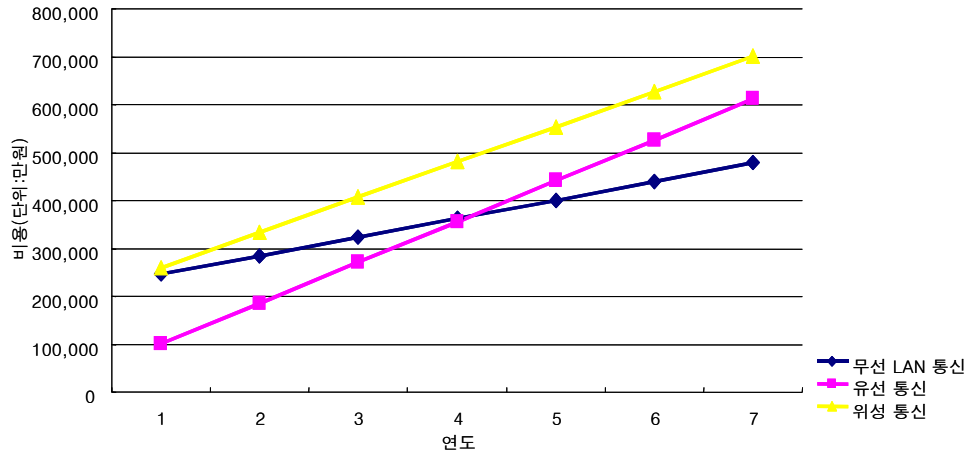


그림 4.4.2 VDS 300대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용

3) 차량검지기가 500대인 경우

VDS가 500대인 경우에도 그림 4.4.3과 표 4.4.5에서와 같이 세 가지 통신방식이 유사한 운영비용이 소요되는 것을 알 수 있다.

표 4.4.5 VDS 500대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용 (단위 : 만원)

통신방식	1년	2년	3년	4년	5년	6년	7년
무선 LAN	410,487	474,821	539,154	603,487	667,821	732,154	796,487
유선 통신	167,000	309,000	451,000	593,000	735,000	877,000	1,019,000
위성 통신	330,023	409,447	488,870	568,294	647,717	727,141	806,564

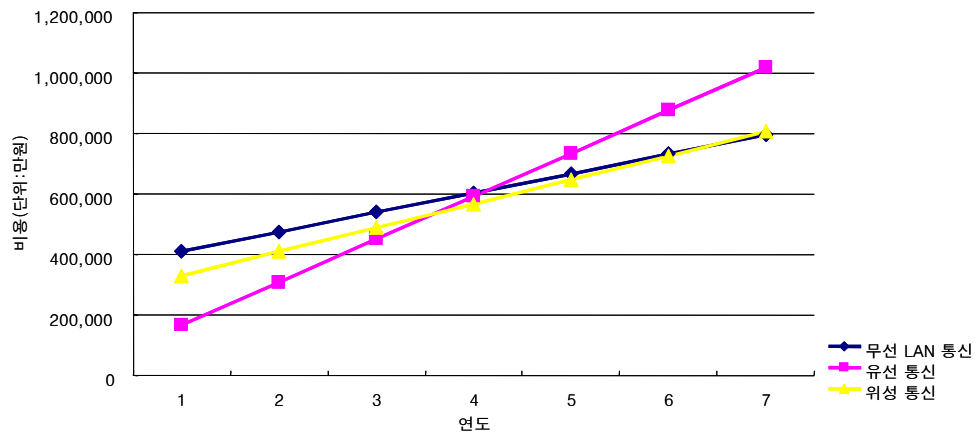


그림 4.4.3 VDS 500대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용

4) 차량검지기가 1,000대인 경우

VDS가 1,000대인 경우에는 그림 4.4.4와 표 4.4.6에서 보는 바와 같이 유선 통신망과 위성통신의 초기 투자비용의 차이가 적고, 위성통신이 가격 경쟁력이 있다.

표 4.4.6 VDS 1,000대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용 (단위 : 만원)

통신방식	1년	2년	3년	4년	5년	6년	7년
무선 LAN	820,974	949,641	1,078,308	1,206,974	1,335,641	1,428,308	1,556,974
유선 통신	334,000	618,000	902,000	1,186,000	1,470,000	1,754,000	2,038,000
위성 통신	505,023	599,447	693,870	788,294	882,717	977,141	1,071,564

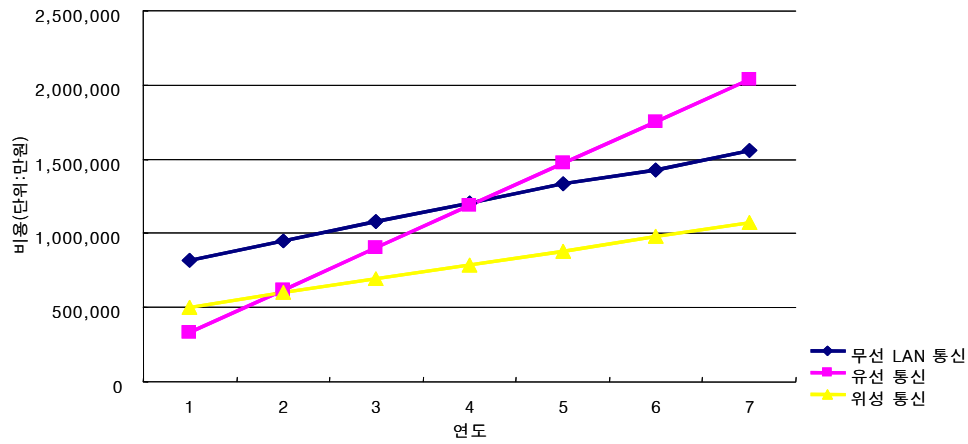


그림 4.4.4 VDS 1,000대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용

5) 차량검지기가 2,000대인 경우

VDS가 1,000대인 경우에는 그림 4.4.5와 표 4.4.7과 같이 위성통신이 운영비용을 가장 적게 사용하는 것을 알 수 있다.

표 4.4.7 VDS 2,000대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용 (단위 : 만원)

통신방식	1년	2년	3년	4년	5년	6년	7년
무선 LAN	1,641,949	1,899,282	2,156,615	2,413,949	2,671,282	2,928,615	3,185,949
유선 통신	668,000	1,236,000	1,804,000	2,372,000	2,940,000	3,508,000	4,076,000
위성 통신	855,023	979,447	1,103,870	1,228,294	1,352,717	1,477,141	1,601,564

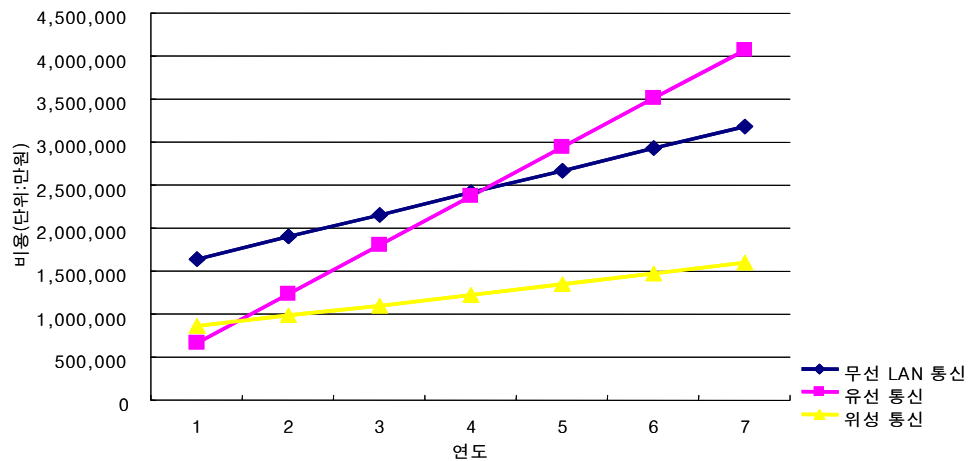


그림 4.4.5 VDS 2,000대의 경우 7년간의 누적되는 운영비용

6) 종합 검토

ITS 분야에서 사용하는 비용/편익분석들은 정량화하기가 난이한 변수들이 많기 때문에 올바른 경제성 검토가 용이하지 않다. 특히 통신비용에 관련된 사항들은 신규 정보통신망들의 출현과 사용 용량, 지역적, 수량적 범위 등에 따라 편차가 심하기 때문에 특정한 통신시스템이 지속적으로 우위에 있다고 할 수는 없다.

또한, 각 통신시스템마다 나름대로의 장점과 한계점이 있기 때문에 현장에 적용할 경우에는 충분한 검토와 정합시험을 사전에 수행하여야 할 것이다.

제 5 장 결 론

본 논문에서는 ITS에 적용 가능한 무선통신시스템을 전반적으로 분석한 후, 국토교통관리시스템(National Highway Traffic Management System, NHTMS)에서 시험 연구한 무선 LAN과 위성데이터통신을 이용한 교통정보 수집 장치와 센터간 정보수집체계의 실증적 자료를 중심으로 통신비용과 신뢰성 등을 유선통신시스템과 비교·분석하였다.

연구 결과 국가 ITS 물리 아키텍처의 요소 관계도의 노변 장치와 센터요소간 통신수단을 유선통신 뿐 만 아니라 무선 LAN이나 위성통신 시스템과 같은 무선통신시스템으로 전면적으로나 부분적으로 적용 할 수 있다는 결론을 도출하였다. 따라서 그림 5.0.1과 같이 국가 ITS 물리 아키텍처의 노변 장치와 센터요소간 통신수단을 변경하는 것이 바람직하며, 이렇게 변경된 아키텍처에 따라 ITS 시스템을 구축 및 운영할 경우 운영비용 중 통신비를 상당히 절감할 수 있다.

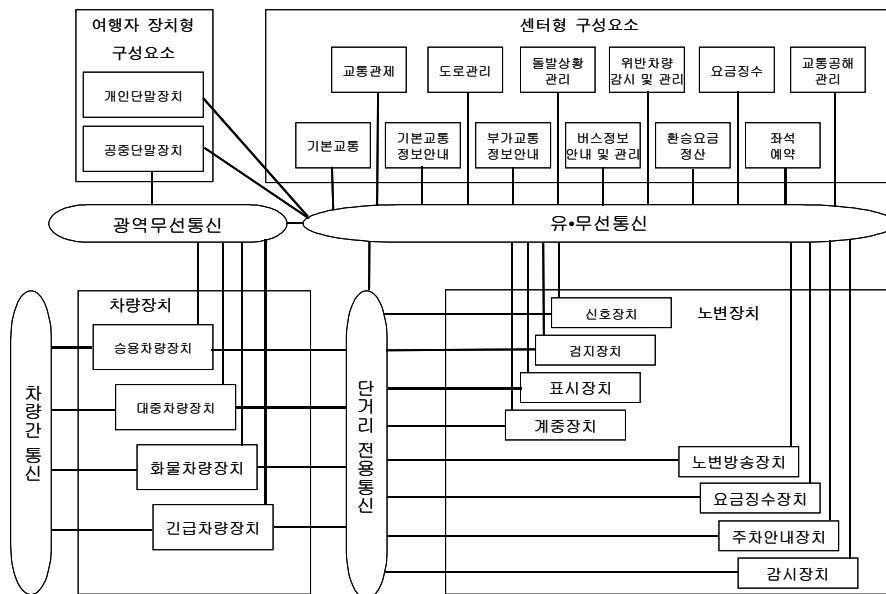


그림 5.0.1 국가 ITS 물리 아키텍처 개선 방안

향후 무선데이터통신이나 주파수공용통신에 대한 현장실험을 통한 신뢰성 검토와 비용분석에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다. 또한, 휴대인터넷(WiBro)이나 DSRC는 향후 ITS 기반의 텔레매틱스 서비스가 본격적으로 이루어질 경우 다양한 교통정보 및 생활정보의 제공 수단으로도 활용할 가치가 충분하기 때문에 이들에 대한 연구도 병행되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 건설교통부, 『국가 ITS 사업의 핵심공유기반기술 연구』 1997.
- 건설교통부, 『국도 ITS의 효율적인 유지관리에 관한 연구 용역 최종 보고서』 2004.
- 건설교통부, 『수도권 첨단교통정보사업 개요』 2001.
- 건설교통부, 『첨단교통모델도시 건설사업 효과분석(대전광역시, 전주시, 제주시)』 2004.
- 건설교통부, 『ITS 타당성조사 및 건설교통종합정보센터 정보연계연구 최종보고서』 2003.
- 고대식의 3인, 『데이터 통신 및 LAN 설계』 도서출판 아진, 2000.
- 교통개발연구원, “ITS 기본계획 수정보완 및 ITS사업 비용/효과분석 모형개발과 검증”, 『과천ITS시범사업 사례를 통한 ITS사업의 발전적 추진방안에 관한 연구』 1999. 12.
- 국토연구원, 『국가 ITS 사업의 핵심공유기반기술 연구』 1997.
- 국토연구원, 『국가 ITS 아키텍처 최종보고서』 2003.
- 권오상, “NGN시대의 통신서비스 진화방향”, 『정보통신정책』 제 15권 5호 통권320호, 2003.
- 권지인, “성장단계의 무선랜 시장을 둘러싼 주요 이슈 분석”, 『정보통신정책』 제 16권 7호 통권 345호, 2004.
- 김동완, “무선 LAN과 이동망간의 로밍”, 『차세대 무선 LAN 기술 워크샵』 대한전자공학회, 2003. 6.
- 김정훈, “4G 이동통신 기술개발 동향”, 『기술뉴스 브리프』 한국과학기술정보연구원, 2002.
- 류승기·이봉규·송지영외 3인, 『국도교통관리시스템 통신망 구축 방안에 관한 연구』 한국건설기술연구원, 2002.

류승기와 3인, “국도교통관리의 무선통신 시스템 적용 및 평가”, 『한국ITS 학회논문지』 제2권 제2호, 2003.

류승기와 3인 “위성데이터 통신에 의한 교통데이터 전송방법과 현장 실험”, 『2004년도 대한전기학회 하계학술대회 논문집 B권』 2004.

박용우, “무선 LAN 시장의 주요이슈 및 시사점”, 『정보통신정책』 제14권 8호 통권 300호, 2002.

박재홍, “IPv6 기반의 WLAN발전방향”, 『차세대 무선 LAN 기술 워크샵』 대한전자공학회, 2003. 6.

박제상외 3인, “텔레매틱스를 위한 통합통신 인터페이스 연구”, 『한국ITS학회 제 3회 정기 총회 및 추계학술대회』 2004. 11.

서울지방국토관리청, 『2003년도 수도권 국도 교통관리시스템 운영·관리 업무대행 사업 최종 보고서』 2003. 12,

오종택·이봉규, “ITS 통신망 연동 방안 연구”, 『정보처리학회논문지』, 2001. 6.

윤문길, “공중무선 LAN 시장동향과 사업전략”, 『통신시장』 통권 제48호, 2003.

이영균 외 2인, 『ITS를 활용한 교통정보서비스 제고방안연구』 교통개발연구원, 2002.

이용택·남두희·박동주, “국내 지능형교통체계(ITS) 사업평가체계 도입방향(한국·미국·유럽 사례 비교분석을 중심으로)”, 『대한교통학회지』 제22권 제3호(통권74호), 2004. 6.

이종관, “신규통신서비스시장의 전망 및 정책 이슈 분석”, 『정보통신정책』 제 13권 16호 통권 285호, 2001.

장영민, “QoS Mac Protocol for IEEE WLAN”, 『차세대 무선 LAN 기술 워크샵』 대한전자공학회, 2003.

정대훈, 『실시간 교통 데이터 활용 프로그램 개발』 교통개발연구원, 2001.

정보통신부, 『위성통신 및 방송주파수 중장기이용방안 연구』 2001.

정보통신부, 『주파수 이용 정비 추진계획』 2003.

정승우 역, 『Wireless Internet & Mobile Business-How to program』
피어슨 에듀케이션 코리아, 2002.

정현기, 이영교, 『디지털 통신』 도서출판 글로벌, 2004.

한국건설기술연구원, 『국도교통관리시스템 통신망 구축 방안에 관한 연구』 2004.

한국건설기술연구원, 『2004년 수도권 국도교통관리 시스템 운영관리
업무대행 사업 착수보고서』 2004.

한국정보통신기술협회, 『IMT-2000 이동통신 표준개론』 2002. 10.

한성대학교 GIS/ITS 연구소, 『제1차, 제2차 ITS 정보통신 아키텍처 고
도화 연구 세미나집』 2001.

함준석, 『무선 인터넷의 현황 및 발전방향에 관한 연구』 한성대학교,
2000.

황종성, 이봉규, 『ITS 정보통신 아키텍처 고도화 연구』 한국전산원,
2001.

<http://cdma.netian.com/>

<http://cont1.edunet4u.net/bongbong/cai/main.htm>

http://home.ewha.ac.kr/~ewhaelec/easyie/lesson13/sat_1.htm

<http://idec.kaist.ac.kr/newsletter/2110/txt/10-22.htm>

<http://kidbs.itfind.or.kr/WZIN/jugidong/1148/114805.htm>

<http://kmh.ync.ac.kr/Network2/mobile2/tech/other.html>

<http://kmh.yeungnam-c.ac.kr/Network2/concept/rofirst.htm>

<http://www.mic.go.kr/>

<http://www.moct.go.kr/>

<http://www.rotis.com/default.asp>

부록 : 교통체계효율화법의 ITS관련 주요 내용

교통체계효율화법 제12조 (지능형교통체계기본계획의 수립 등)	건교부 장관은 ITS의 개발·보급을 촉진하기 위해 ITS에 관한 국가차원의 기본계획과, 광역차원의 기본계획을 수립해야 한다.
교통체계효율화법 제13조 (지능형교통체계시행계획의 수립 등)	관계행정기관의 장은 매년 기본계획에 따른 소관별 ITS시행계획을 수립하여 건교부장관에게 제출해야한다.
교통체계효율화법 제14조 (교통체계지능화사업의 시행)	교통수단과 공공교통시설을 이용하여 ITS를 구축·운영하고 이를 활용하는 사업에 대한 시행자를 규정
교통체계효율화법 제15조 (실시계획의 수립·승인 등)	ITS사업을 시행하는 자는 대통령령이 정하는 바에 의하여 실시계획을 수립해야함
교통체계효율화법 제16조 (다른 법률에 의한 인·허가 등의 의제 등)	관리청이 실시계획을 수립하거나 이를 승인함에 있어 인·허가, 승인 등의 절차 간소화
교통체계효율화법 제17조 (준공검사)	준공검사시 관리청의 의무사항, 준공검사증 교부사항
교통체계효율화법 제18조 (지능형교통체계의 표준화)	건교부 장관은 ITS의 호환성 및 연동성을 확보하고 이용자의 편의 도모를 위해 ITS에 관한 표준을 제정·고시함
교통체계효율화법 제19조 (교통기술정보의 관리)	건교부 장관은 교통기술의 진흥을 위해 교통기술에 관한 정보를 체계적·종합적으로 관리 보급함
교통체계효율화법 제20조 (연구기관 등에 대한 지원)	건교부 장관은 교통기술의 진흥을 위해 교통기술에 관한 연구·개발 또는 교육·훈련의 업무를 수행하는 기관을 지정
교통체계효율화법 제21조 (교통기술연구·개발사업의 추진)	건교부장관은 국가교통기술개발계획 등의 효율적인 추진을 위해 연도별·분야별 교통기술연구·개발과제를 선정하고 해당 기관이나 단체로 하여금 실시하게 함
교통체계효율화법 제22조 (연구개발 투자 등의 권고)	건교부장관은 정부투자기관 및 정부출연 기관으로 하여금 교통기술의 연구·개발에 투자하게 하거나 권고할 수 있음
교통체계효율화법 제23조 (국가교통위원회의 설치 및 기능 등)	국가 교통체계에 관한 중요정책 등을 심의하기 위하여 국무총리 소속하에 국가교통위원회를 둠
교통체계효율화법 제25조 (교통정책 실무위원회의 설치 등)	위원회에 관계 행정기관의 공무원과 교통 분야의 전문지식과 경험이 풍부한 자를 구성원으로 하는 실무위원회를 둠

Abstract

A Study on Wireless Communications for Applying to the National Highway Traffic Management System

Hong, In-gi

Major in Information System Technology

Dept. of Information System Technology

Graduate school

Hansung University

The purpose of this thesis is to suggest an effective guideline for reducing communication costs and improving qualities of Intelligent Transport Systems (ITS), especially, the National Highway Traffic Management System (NHTMS) by totally or partially integrating wireless communication networks between equipments of ITS Centers and Roadside in the National ITS Physical Architecture.

We analyzed wire and wireless communication networks such as wireless LAN and satellite communications in the NHTMS for receiving and transmitting transportation data. Also, we analyzed operation and communication costs to find out right communication networks for ITS.

The results of this study will be used to build and operate many other ITS systems including Korea Highway Corporation.

감사의 글

한 해를 마무리해가는 이때 저에겐 소중한 대학원 생활 2년 동안의 결실이 나오게 되었습니다. 지난 2년 동안 저를 아껴주시고 새로운 학문의 길로 이끌어주신 이봉규 교수님께 심심한 감사의 마음으로 큰 절을 올립니다. 대학원 생활동안 가르침을 주셨던 이기원 교수님, 김남운 교수님께 감사드립니다. 여러 소중한 조언을 아끼지 않으신 서울시립대학교의 이청원 교수님, 삼성 SDS의 허완철 겸임교수님께도 감사드립니다.

바쁜 일정 중에도 시간을 내어 제 논문을 교정해주신 송지영님과 후배 가칠오, 곁에서 같이 고민해주고 도와주었던 류승기 박사님, 신재명 연구원, 김창현 연구원과 지속적인 관심, 자료 협조 그리고 학위 과정을 무사히 마치게 배려해주신 한국건설기술연구원의 최대순 박사님, 강원의 박사님 이하 첨단도로시스템 연구센터의 모든 연구진께 감사드립니다.

멀리 있지만 항상 저에게 격려를 아끼지 않았던 LG 기공의 우영일, 임경태님, 한국공간정보통신의 이윤님, 대명문화의 양상근 사장님, 장석현 실장님, 한성대학교 동문들, 중·고등학교 동기들, 기타 동호회 여러분에게 감사의 마음을 전합니다.

외롭고 힘든 타지 생활에 힘이 되어주시고 붙들어 주신 백부님 이하 숙부님들, 외숙부님들과 친지 여러분께 감사드립니다.

옆에서 말없이 격려해준 동생 찬기와 인영이 그리고 3남매를 위해 희생으로 지켜주신 아버지, 어머니께 이 작은 결실을 바칩니다.

2004년 12월

홍 인 기

