

# 모바일 오피스 서비스 지원을 위한 ADSRC 패킷 통신 시스템

한국전자통신 이 현, 안동현, 신창섭, 임춘식  
하이게인텔레콤(주) 박세호, 충북대학교 조경록

차 례

- I. 개요
- II. The ADSRC 시스템 요구 사항
- III. 무선 접속
- IV. ADSRC 패킷 통신 시스템 구조
- V. 결론

## ABSTRACT

In this paper, we introduce an ADSRC(Advanced DSRC) OFDM packet communication system which has been developed by ETRI. The ADSRC system is targeted to provide high terminal mobility, high data rate and seamless service in roadside environment for mobile office services.

We discuss the requirements of the ADSRC communication system for mobile office services, and the system design specification to meet them with regard to air interface.

The ADSRC packet communication systems consist of the MAC processor block, the OFDM packet modem block and the RF block. The MAC processor block

handles medium access control and the test. The OFDM packet modem transmits data packets at up to 24Mbps adaptively and recovers the data from RF block.

We describe the ADSRC packet communication system architecture and the ADSRC system protocol.

## I. 개요

지능형 교통시스템(ITS)은 기본 개념은 교통, 전자, 통신, 제어 등 첨단 기술을 활용하여 실시간 교통 정보를 수집, 관리 제공하여 기존 교통 시설의 이용 효율을 극대화하여 막대한 물류비용이 손실되는 복잡한 교통 문제의 해결을 목적으로 하고 있다. DSRC 시스템은 ITS 서비스를 도로상에서 운행중인 차량에게 제공하기 위한 ITS 전용 단거리 무선 패킷 통신 시스템이다[1].

기존 DSRC 시스템은 교통 관리 시스템

(ATMS), 여행자 정보 시스템(ATIS), 대중 교통 시스템, 그리고 상용 차량 운행 관리 등의 ITS 서비스를 목표 서비스로 하고 있다. 이 기존 ITS 서비스는 1Mbps이하의 데이터 전송률로 지원이 가능하다. 그러나 기존의 ITS 서비스뿐만 아니라 이동 중에 차 내부에서 모바일 오피스 서비스를 제공하기 위해서는 보다 고속의 데이터 전송률과 이동성을 지원할 수 있는 시스템이 필요하다[2].

현재 국내에서는 기존 ITS 서비스를 제공할 수 있는 1 Mbps 급 DSRC 시스템은 개발이 완료되어 상용화 단계에 이르렀다. 한국전자 통신 연구원에서는 기존 ITS 서비스뿐만 아니라 모바일 오피스 서비스를 제공하기 위한 차세대 DSRC 시스템을 개발하고 있다. 본 논문에서는 개발 중인 OFDM 패킷 통신 시스템에 대하여 소개한다. 제 II장에서는 시스템의 요구사항을 기술하고, 제 III장에서는 ADSRC 패킷 통신 시스템의 무선 접속 방식을 설명한다. 제 V장에서는 ADSRC 패킷 통신시스템의 구조와 프로토콜 스택 그리고 ITS 고속 노변 망 구조에 대하여 설명하고 제 IV장에서는 결론을 맺는다.

## II. The ADSRC 시스템 요구 사항

기존 ITS 서비스를 지원하는 1 Mbps 급 DSRC 시스템 요구사항은 광범위한 응용 서비스, 고속 패킷 데이터 전송, 차량단말기의 소형화 및 저렴화, 편리

한 사용자 인터페이스 그리고 신뢰성 및 안정성 측면에서 다루어 졌다[2].

응용서비스 측면에서는 기존 DSRC 시스템은 운전자 중심의 서비스를 제공한다. ADSRC 시스템은 운전자 중심의 서비스뿐만 아니라 탑승자 중심의 서비스를 포함하여 제공한다. 탑승자 중심의 서비스로는 모바일 오피스 서비스가 있다. ADSRC 시스템은 기존 ITS 서비스를 지원해야 하고 모바일 오피스 서비스에 대한 통신 링크를 제공하여야 한다.

ADSRC 시스템이 모바일 서비스를 제공하기 위해서는 각종 온라인 서비스 등 검색형 서비스의 제공이 이동 중 가능하여야 하며, 기존 인터넷을 통한 Mobile IP 접속 서비스가 가능하여야 한다. 이를 위하여 ADSRC 시스템은 기본적으로 무선 인터넷 액세스 기능을 제공하여야 한다. ADSRC용 모바일 오피스 서비스는 이용자 서비스 품질을 높이기 위하여 다음과 같은 서비스를 제공되어야 한다.

- 전자메일 서비스
- WEB 서비스
- 도메인 네임 서비스 등

고속 패킷 데이터 전송 측면에서는 기존의 DSRC 시스템은 1Mbps 데이터 전송을 지원한다. ADSRC 시스템은 모바일 오피스 서비스를 지원하기 위해서 차량의 이동속도가 180Km/h 이하에서 최대 24Mbps 데이터 전송률을 지원한다. 채널 환경은 ITS 서비스 환경을 따라야 한다.

Item	DSRC System	ADSRC System	Remark
Communication type	Packet based/TDD	Packet based/TDD	Multi-users
Coverage	3 ~ 100 m	3 ~ 1000 m	LOS
BER	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-5</sup>	
Data Rate	1 Mbps	6 - 24Mbps	
FEC Scheme	-	Convolutional code	Error Correction
Hand-off	-	Fast Handoff	
Terminal mobility	180Km/h	180Km/h	
Service	ITS	ITS + Mobile office	

표 1. DSRC 시스템과 ADSRC 시스템 특징

Item	DSRC System	ADSRC System	Remark
Carrier Frequency	5.8 GHz	5.8 GHz	Down and Up Link
Bandwidth	10 MHz	20 MHz	
RF Power	10 mW	10 Mw	
Allowable occupied bandwidth	Less than 8 MHz	Less than 16.6 MHz	
Modulation method	ASK	BPSK-OFDM QPSK-OFDM 16QAM-OFDM	Adaptive Modulation Scheme
Data transmission speed (bits/sec)	1,024k/ASK	6M/BPSK-OFDM 12M/QPSK-OFDM 24M/16QAM-OFDM	
Data coding	Manchester coding	K=7, Convolutional coding	
Duplex method	TDD	TDD	

표 2. DSRC 시스템과 ADSRC 시스템의 무선접속 방식 비교

표 1은 기존 DSRC 시스템과 ADSRC 시스템 특징을 비교하였다.

### III. 무선 접속 방식

ADSRC 패킷 통신 시스템은 1000m 이내의 셀 내에 노변 기지국과 차량 단말기 간 양방향 통신을 제공한다. ADSRC 무선채널은 송신기와 수신기 사이의 LOS 환경을 가정하고 추가적으로 도로면이나 이동중인 차량 또는 양 쪽의 건물 벽에서의 반사파를 고려한 멀티 패스 라이시안 채널로 모델링 된다[3].

ADSRC 패킷 통신 시스템의 사용 주파수 대역은 5.8 GHz의 대역을 사용하고 송신 출력은 10mW 이하로 한다.

ADSRC 패킷 통신 시스템은 멀티 패스 페이딩에 강한 OFDM 변조 방식을 사용한다. 변조방식은 채널의 에러 특성에 따라 6Mbps에서는 BPSK-OFDM, 12Mbps에서는 QPSK-OFDM, 그리고 24Mbps에서는 16QAM-OFDM 방식을 사용한다.

기존 DSRC 시스템의 ASK 변조 방식에 비해서 보다 복잡한 구조를 가진다. 채널의 효율성을 높이기 위하여 채널 환경을 고려한 적응형 변조 방식을 사용한다. 이 방식을 위하여 수신 신호의 세기와 현재 링크의 BER 값을 MAC으로 전달한다. ADSRC 패킷 통신 시스템은 상향 링크와 하향 링크에 동일한 주파수를 할당하고, 송수신 동작을 시간적으로 분리하는 시분할 이중 모드(TDD: Time Division Duplex)를 사용하여 주파수 대역폭을 효율적으로 사용한다.

표 2에서는 ETRI에서 제안한 ADSRC 시스템과 기존의 시스템과의 규격을 보여준다. ADSRC 시스템은 기존 DSRC 시스템에 비하여 고속 데이터 전송률, 순방향 에러 정정(Forward Error Correction) 방식 그리고 적응형 변조 방식 측면에서 성능 적으로 우수하여 모바일 오피스 서비스 제공에 적합하다.

### 2. MAC 프레임 구조

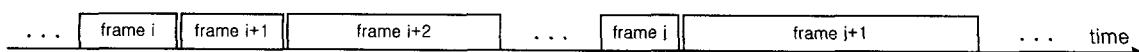


그림 1. 무선 링크 구조

ADSRC 패킷 통신 시스템은 노변 기지국과 다수의 차량 단말기와 통신하는 형태이므로 다수 차량 단말기의 통신에 관련된 정보를 노변 기지국에서 쉽게 수집할 수 있다. 또한 노변 기지국은 차량 단말기보다 강력한 컴퓨팅 기능을 가지고 있기 때문에 기지국이 자원 할당 제어를 전담하는 중앙 집중형 제어(Centralized Control) 방식 사용한다.

차량 단말기가 노변 기지국의 통신 영역에 들어가면 노변 기지국의 MAC은 시분할 다중 통신 모드인 노변 기지국과 복수개의 차량 단말기 간의 무선 링크를 제어한다. 무선 링크 상에서 데이터 전송은 패킷 프레임의 기본 구조로 구성된다(그림 1). ADSRC 패킷 프레임은 시간 축상에서 순차적인 패킷 프레임들로 구성된다. MAC은 패킷 프레임 단위로 데이터 전송을 제어한다.

패킷 프레임은 한 개 또는 두 개의 슬롯으로 구성된다. 패킷 프레임은 한 개의 하향 슬롯(Forward Slot)으로 구성되거나 한 개의 하향슬롯과 한 개의 상향슬롯(Backward Slot)으로 구성된다. 다양한 데이터 트래픽을 효율적으로 지원할 수 있도록 각 슬롯의 길이와 패킷 프레임의 길이는 가변적이다.(그림 2)



그림 2. 패킷 프레임 기본 구조

채널 이용 효율을 높이기 위하여 무선 채널 상태를 수신 신호의 RSSI, BER 그리고 FER 값을 판단하여 6, 12, 12Mbps 데이터 전송률을 가변적으로 결정한다.

ADSRC 시스템의 자원 접근 방식은 Enhanced Adaptive Slotted Aloha 방식을 사용하여 기존 ITS 트랜잭션 서비스 요구와 인터넷 서비스 요구를 처리 한다. 기존 DSRC에서 사용하는 자원 접근 방식에 인터넷 서비스를 위한 상황에 링크 초기 요구 처리를 강화한 방식을 적용한다.

그림 3은 ADSRC 패킷 프레임의 세부 구조를 보여준다. 하향 슬롯은 한 개의 형태, 상향 슬롯은 데이터 형태 또는 액세스 형태 두 가지로 구분 된다. 슬롯은 하향/상향 데이터 채널, 하향/상향 응답 채널, 상향 액세스 채널, 하향 확정 채널로 구성된다.

#### IV. ADSRC 패킷 통신 시스템 구조

ITS 서비스와 인터넷 서비스를 제공하기 위한

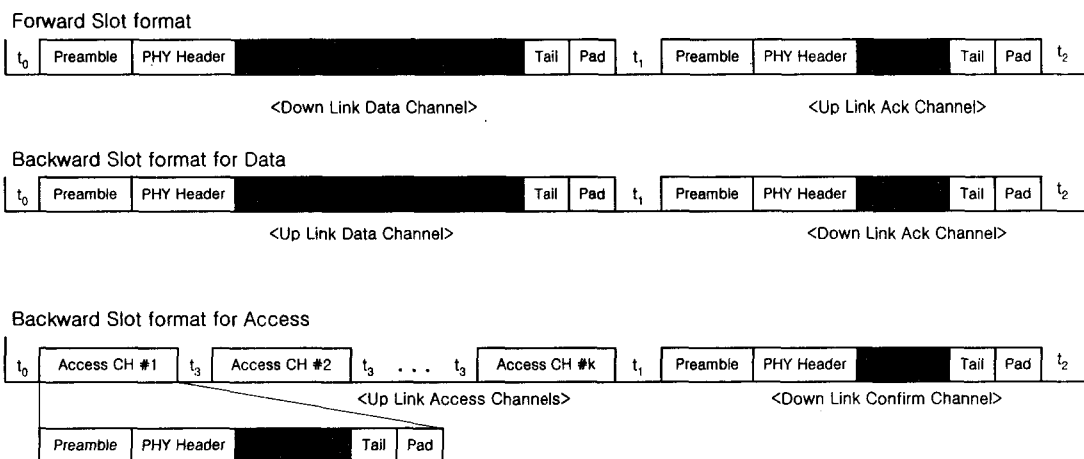


그림 3. ADSRC 패킷 프레임 구조

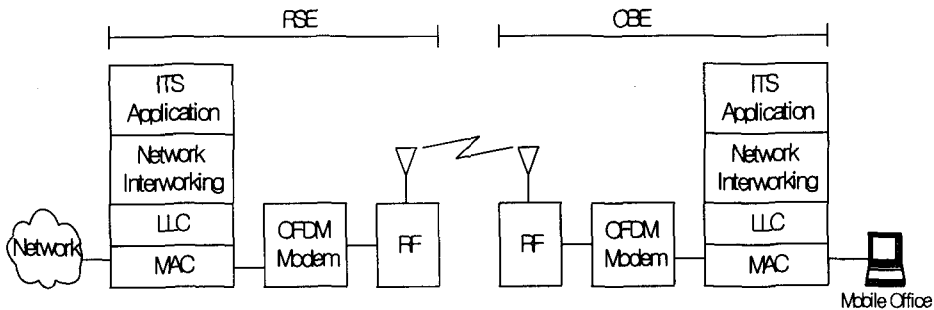


그림 4. ADSRC 시스템 기능 블록도

ADSRC 패킷 통신 시스템 구조와 프로토콜 스택에 대하여 기술 하였다. ADSRC 시스템은 기능적으로 그림 4와 같은 기능 블록으로 구성 된다. 네트워크 인터워킹 블록은 ITS 서비스 데이터와 인터넷 데이터를 분류하여 해당 서비스를 받도록 처리한다.

### 1. 시스템 구조

그림 5는 ADSRC 패킷 통신 검증시스템 구조를 나타낸다. 기존 ITS 서비스뿐만 아니라 모바일 오피

스 서비스를 지원하기 위해서 ADSRC 시스템 구조는 최소한 10 Mbps의 이더넷 패킷과 최대 24 Mbps 이 ADSRC 무선 패킷을 처리할 수 있도록 내부 시스템 버스는 33Mbps PCI 버스를 사용하였다. MAC 로직 부분과 OFDM 모뎀을 위하여 100만 게이트 FPGA 칩을 사용하였으며 시스템 제어를 포함하여 MAC SW와 그 이상의 SW 모듈은 고성능 CPU 상에서 운영된다. 검증 시스템에서 노변 기지국과 차량 단말기는 동일한 구조로 구성 되어 있다. 검증이 후에 차량 단말기 소형화를 위하여 단말기

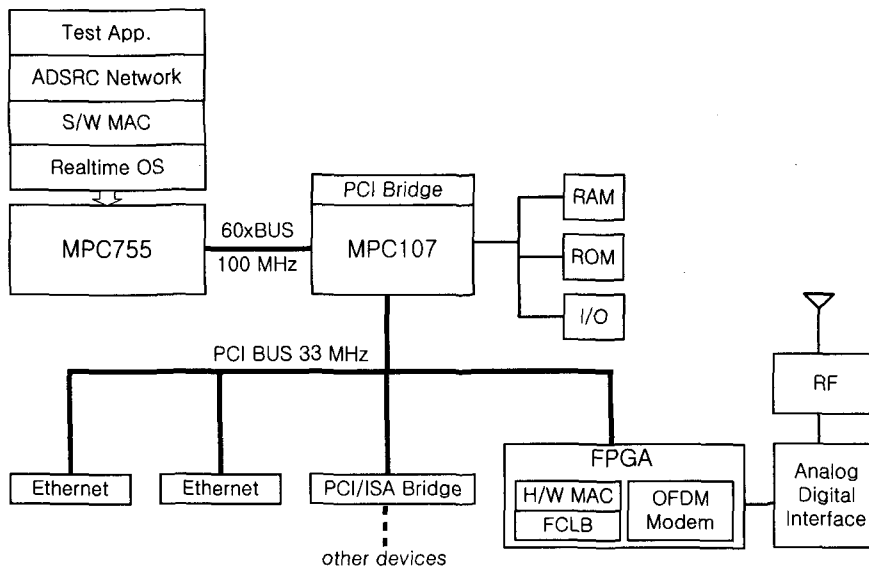


그림 5. ADSRC 패킷 통신 검증 시스템 구조

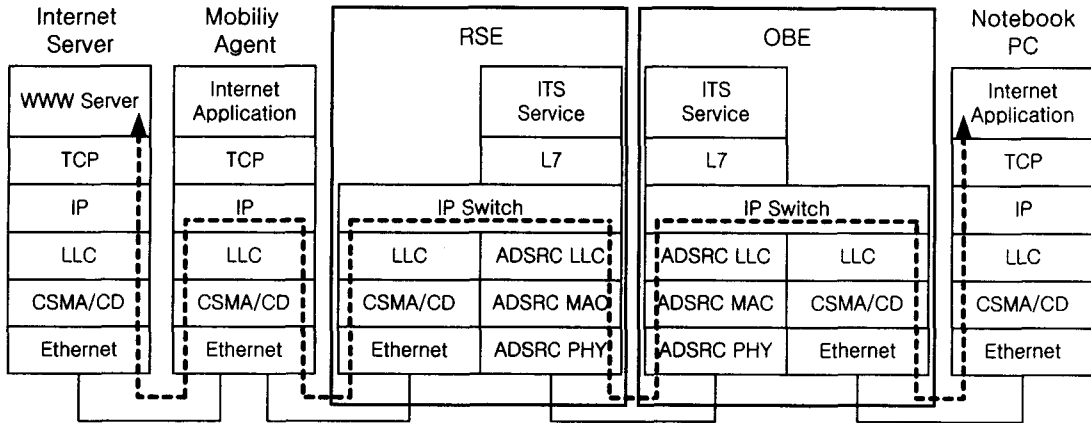


그림 6. ADSRC 패킷 통신 시스템 프로토콜 스택

ASIC 개발을 계획하고 있다.

## 2. 프로토콜 스택

ADSRC 시스템 프로토콜 스택은 그림 6에 나타난 것처럼 무선 링크를 위한 ADSRC 물리 계층, ADSRC MAC 계층, IP 스위칭 계층, 그리고 DSRC 응용 어플리케이션과 모바일 오피스를 위한 이더넷 계층과 CSMA/CD 계층으로 구성된다.

IP Switch 계층에서는 DSRC 패킷과 IP 패킷을 분류하여 해당 계층으로 전달하는 기능을 수행한다.

그림 6에서는 ADSRC 패킷 통신 시스템의 프로토콜 스택을 보여준다.

## 3. IP Switch 계층 기능

ADSRC 시스템에서 ITS고유의 서비스 뿐만 아니라 TCP/IP 응용서비스를 지원하기 위해서는 IP Switch Layer에서 서비스를 구별하여 처리하여야 한다. 기존의 DSRC 프로토콜 스택에서 TCP/IP 응용서비스를 제공하기 위해서 RSE(Road Side Equipment)는 IP 계층을 지원하지 않고 다만 랜 브리지(LAN bridge) 방식으로 LLC 계층간의 프레

임 전달이 이루어져야 한다. 즉, 이더넷 프레임을 받은 RSE나 OBE(On Board Equipment)는 ADSRC 프로토콜에 따라 새로 링크 계층 헤더를 encapsulation 한 뒤 보내고, 상대방에서는 이를 수신하여 헤더를 decapsulation 한 뒤 이더넷 프레임을 처리한다. 이때 RSE는 자신을 promiscuous 모드로 설정하여 OBE측으로 가는 프레임을 모두 수신 할 수 있도록 한다.

서비스 절차별로 설명하면 먼저 단말기와 연결되어 있는 단말 PC에서 인터넷 접속을 위한 이더넷 패킷을 발생하면 OBE는 인터페이스 카드에서 패킷을 캡처하여 이더넷 프레임을 식별하여 ADSRC 프로토콜 스택으로 넘겨준다. 이때 프레임의 size가 ADSRC MTU 크기인 900 바이트가 넘을 경우에는 Fragmentation을 하여 상대 RSE로 전달한다. RSE는 받은 패킷을 구별하여 ITS 응용서비스 패킷일 경우에는 상위 L7 계층으로 전달하고 TCP/IP 응용서비스 패킷일 경우에는 인접한 게이트웨이로 패킷을 전달하며 패킷이 Fragmentation 되어 있을 경우에는 Defragmentation 한다. 이에 대한 Web 서버에서 오는 응답 패킷은 똑 같은 방법으로 OBE를 거쳐 단말 노드 PC 에게 전달된다.

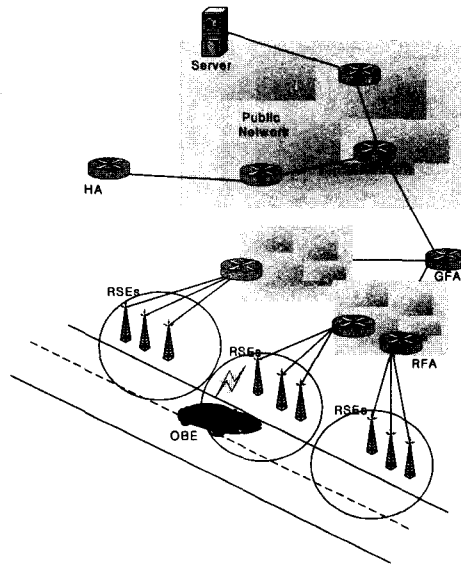


그림 7. ADSRC 시스템 기반의 ITS 고속 노변 망 구조

#### 4. ADSRC시스템 기반의 ITS 고속노변 망 구조

ADSRC시스템 기반의 ITS고속노변망은 다음 그림7과 같은 구조를 이룬다. 노변에 위치한 몇 개의 RSE를 묶어서 관리하는 RFA(Regional Foreign Agent)와 다시 여러 개의 RFA를 관리하는 GFA(Gateway Foreign Agent), 단말기 홈 네트워킹의 HA(Home Agent)로 이루어진 계층구조를 가진다. 구성을 clustering과 계층을 두어 설계한 것은 고속도로에서의 통신과 같이 빠른 속도로 이동하는 이동단말의 IP 접속 점 변경을 줄이기 위함이다. 즉, 동일한 RFA 내의 기지국 간 이동은 mobile IP 등록이나 터널의 재 지정 없이 링크 계층의 이동성 관리만으로 통신이 연속적으로 일어나게 하자는 것이다. 이를 위해 노변 기지국과 RFA 사이에 리모트 브리지를 두게 되는데 이는 광 링크를 통한 유선 방식이나 무선 브리지와 같은 무선 방식 모두 가능하며 이러한 브리지 기능을 이용하여 같은 cluster내의 노변 기지국 간을 움직이는 경우 별도의 위치 등록 없이 IP 이동성 처리가 될 수 있도록

한다. 현재 각 기지국과 차량 탑재 장치간의 최대 전송 능력이 약 10Mbps이므로 100Mbps 급 리모트 브리지를 사용한다면 1~8개 정도의 노변 기지국을 RFA와 연결할 수 있을 것으로 본다.

#### V. 결론

본 논문에서는 한국전자 통신 연구원에서는 모바일 오피스 서비스를 제공하기 위한 차세대 DSRC 시스템을 소개하였다. 개발 중인 ADSRC 패킷 통신 시스템의 요구 사항, 목표 시스템 규격, ADSRC 패킷 통신시스템의 구조, 프로토콜 스택 그리고 ITS 고속 노변 망 구조에 대하여 설명하였다. ADSRC 시스템은 최대 24 Mbps 데이터를 5.8GHz 대역으로 전송하는 고속 패킷 통신 시스템으로 기존의 ITS 서비스뿐 아니라 모바일 오피스 서비스를 지원할 것이다. 현재 개발 중인 ADSRC 시스템은 기능 시험 중이다. 기능 시험 후 외부 시험도로변에 고속 노변 망 테스트 베드를 설치하여 이동중인 차량에서의 모바일 오피스 응용서비스를 시험 및 검증할 것이다.

또한 차량 단말기 소형화를 위하여 CPU를 포함한 ADSRC MAC과 ADSRC 모뎀 ASIC 개발을 계획하고 있다. 또한 ADSRC RF 회로의 MMIC 개발을 병행하여 진행하고 있다. 본 ADSRC 패킷 통신 시스템은 Fast Hand-off 검증용 테스트 베드로 사용할 것이다.

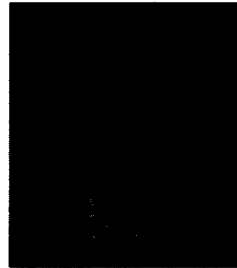
### 참고문헌

- [1] R. Kohno, "ITS and Mobile Multi-Media Communication in Japan," *Proc. of Telecomm. Tech. Workshop for ITS*, May 2000.
- [2] Hyunseo Oh, C. Yae, D. Ahn, H. Cho, "5.8 GHz DSRC packet communication system for ITS services," *IEEE VTS 50th VTC*, 1999 USA. pp.2223-7.
- [3] B. Lee, C. Yim, D. Ahn, D. Oh. "Performance evaluation of the physical layer of the DSRC operating in 5.8GHz frequency band." *ETRI Journal*, vol.23, no.3, 2001 South Korea pp.121-8.



### 이 현

1986년 2월: 연세대학교 물리학과 (이학사) 2000년 8월: 충북대학교 정보통신공학과 (공학석사) 2001년 3월 - 현재: 충북대학교 정보통신공학과 박사과정 1991년 7월 - 1994년 2월: 대우통신 OA 개발단 주임연구원 1994년 3월 - 현재: 한국전자통신연구원 ITS 시스템 연구팀 선임연구원  
주관심분야: 이동통신, ITS 무선통신, 무선 매체 접속 시스템, 영상통신



### 안 동 현

1986년2월: 울산대학교 산업공학과(공학사) 1992년2월: 한국과학기술원 경영학과(공학석사) 1986년2월~현재: 한국전자통신연구원 ITS 시스템 연구팀 책임연구원  
주관심분야: 고속이동 노변 무선망 설계,

무선 매체 접속 시스템, ITS무선통신, 이동통신



### 신 창 섭

1998년2월: 경일대학교 컴퓨터공학과(공학사) 2001년2월: 경북대학교 컴퓨터공학과 (공학석사) 2001년2월~현재: 한국전자통신연구원 ITS 시스템 연구팀 연구원  
주관심분야: 고속이동 노변 무선망 설계,

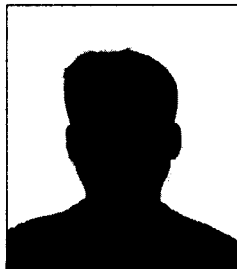
Mobile IP



### 임 춘 식

1975년 2월: 한국항공대학교 통신공학과(학사) 1986년 2월: 한국항공대학교 대학원 전자공학과(석사) 1992년 3월: 요코하마국립대학(일본) 전자정보공학과(박사) 1980년 8월 - 현재: 한

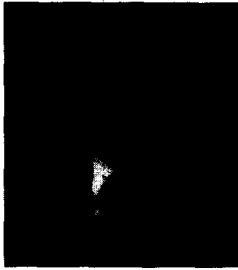
국전자통신연구원(ITS 시스템 연구개발팀장) 주관심분야: ITS무선통신, 이동통신



### 박 세 호

1999년 2월: 경남대학교 전자공학과(공학사) 2002년 3월~현재: 충북대학교 정보통신공학과 석사과정 1999년7월~현재: 하이게인텔레콤(주) 연구원  
주관심분야: DSRC 시스템, ADSRC 시스템





### 조경록

1977년 2월: 경북대학교 전자  
공학과(공학사) 1989년 2월:  
일본 동경대학교 전자공학과  
(공학석사) 1992년 2월: 일본  
동경대학교 전자공학과 (공학  
박사) 1979년~1986년: (주)  
금성사 TV연구소 선임연구원

1992년~1992년 (재)산업과학기술연구원 주임연구원  
1992년~현재 충북대학교 정보통신공학과 교수 주관심분  
야: VLSI 시스템 설계, 통신시스템용 LSI 개발, 고속 마이크  
로프로세서 설계