

## 주 제

## IEEE 802.11n 차세대무선LAN 기술동향

한국전자통신연구원 송경희, 최은영, 이석규, 방승찬

차 례

I. 서 론

II. IEEE 802.11n 표준화 동향

III. ETRI의 차세대무선LAN 칩셋 개발

IV. 맺음말

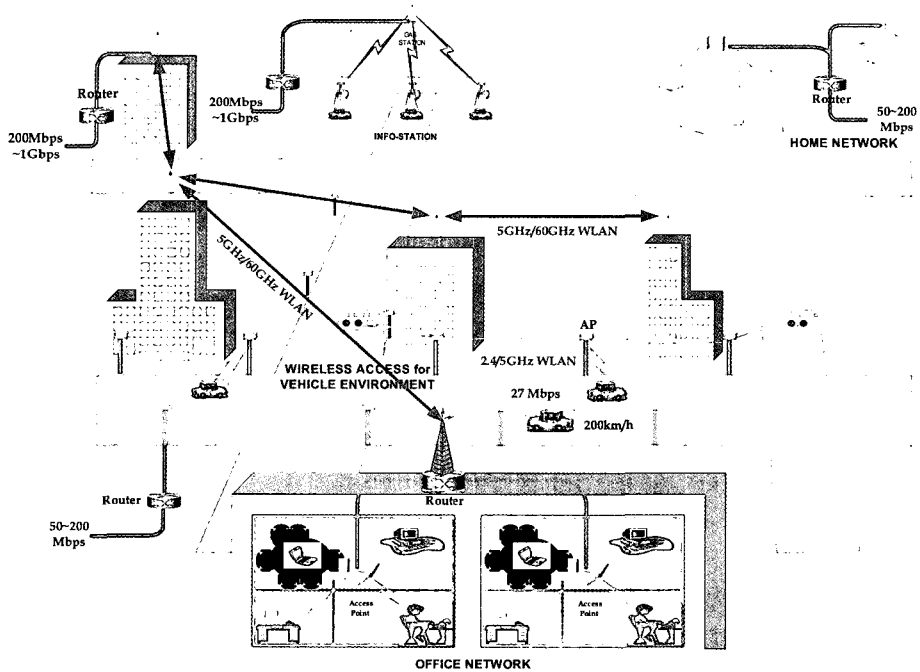
## 요 약

CDMA 기술을 기반으로 하는 이동통신시스템의 발전과 DSL 기반의 유선통신시스템의 발전은 우리나라를 세계적인 정보통신 강국으로 성장시키고 있다. 세계적으로 높은 수준의 개인용 컴퓨터와 이동통신단말기 보유율을 바탕으로 폭발적인 인터넷서비스 사용량의 증가뿐만 아니라 무선인터넷서비스에 대한 요구사항도 증가하고 있다. 이에 맞춰 무선LAN은 고속의 가입자 전송속도를 지원하기 위해 발전하고 있다. 이미 high throughput을 목표로 하는 국제 표준화가 진행되어 마무리 단계에 있고, 이에 세계적인 칩셋 업체들이 앞다투어 IEEE 802.11n draft 이전의 EWC버전을 이용한 칩셋을 발표하고 있다. 현재 ETRI에서는 802.11n draft 표준안을 기반으로 하는 칩셋 개발이 완성 단계에 이르렀으며, 이미 그 기능 및 성능에 대해 FPGA를 이용한 시스템구축으로 확인하였다. 앞으로 네트워크, 오피스 네트워크 및 휴

대폰 탑재 칩 등에 대한 대규모 시장 형성이 예상되고 있어 경제적 기대효과를 기대할 수 있다.

## I. 서 론

초고속 무선 LAN은 반경 100m 내외 지역에서 270 Mbps ~ 600Mbps의 전송속도를 제공하며 노트북 PC, PDA 등의 단말기를 사용해 무선으로 초고속 멀티미디어 서비스뿐만 아니라 셀룰러 폰에 무선 랜 칩을 탑재하여 휴대 인터넷 및 VoIP 서비스를 제공한다. 핫스팟, 오피스 및 홈 네트워크를 위한 무선 네트워크 환경을 제공하여, 인터넷 및 실시간 A/V 데이터 송수신 서비스를 제공하고자 하며, 이는 유무선 네트워크 백본과 연결되는 AP를 중심으로 한 무선 데이터 통신 인프라 구축, AP간 또는 단말기들 간 네트워크를 스스로 구성할 수 있는 Ad-hoc 네트워크를 구성하게 된다.



(그림 1) 무선랜 네트워크 구성

초고속 멀티미디어의 서비스 수요는 향후 수년 내에 그 수요가 폭발적으로 증가할 것으로 전망됨에 따라 IEEE 802.11에서는 270~600 Mbps급의 차세대 초고속 무선랜 표준으로서 IEEE 802.11n의 표준안을 제정하는 작업을 진행하고 있다[1]. 현재 미국 IEEE 802.11n에서 표준이 거의 완료 단계에 와 있고, 홈, 오피스, 및 핫스팟 네트워크 시장의 규모가 고속 성장하고 있음에 따라 조기에 칩셋 개발을 통해 기술 및 시장 선점하고자 무선 통신 칩셋 업체에서는 IEEE 802.11n draft 표준안이 확정되기 전의 EWC (Enhanced Wireless Consortium) 버전을 이용한 칩셋을 앞다투어 내놓고 있다. 비록 IEEE 802.11n 표준을 만족하지는 못하지만 유사한 버전을 시장에 선보임으로써, 향후 전개될 주도권 다툼에 우위를 점하려는 계산이 작용하고 있다. 현재까지 미국의 무선랜 선도업체들 중 4개 업체에서 이러한 버전을 내놓

고 있는데, 802.11a/b/g와는 달리 원칩 솔루션을 제공하는 것은 아니다.

새로운 IEEE802.11n 표준에는 무선통신의 다양한 기술들이 표준으로 채택될 전망이다. 논의되고 있는 기술들로는 물리계층에서의 다중 안테나의 사용, 송신 빔형성, 듀얼 밴드 그리고 LDPC (Low Density Parity Check) 등의 기술과 MAC (Media Access Control) 계층에서의 집합 전송, 블록 전송, 링크 적응 기법 등의 채택이 논의되고 있다. 기존의 무선랜 시스템에서 널리 사용되어온 IEEE 802.11a/b/g와의 호환성을 보장한다. 본고에서는 현재 표준화가 진행 중인 IEEE 802.11n에서 논의되고 있는 물리계층과 MAC 계층의 전반적인 기술들을 살펴봄으로써 차세대 무선랜 기술 동향을 살펴보고자 한다.

## II. IEEE 802.11n 표준화 동향

오늘날 사무실에서 사용되는 데스크탑 PC 뿐만 아니라 이동 사무실 환경을 추구하는 노트북, PDA 등에서 널리 사용되는 데이터 전송을 위한 무선 접속 기술 중에 대표적인 것이 무선랜 (WLAN: wireless local area network) 이다. 고화질 TV, VOD (video on demand), MP3 파일 전송 등의 사용은 광대역 무선랜 기술의 출현을 요구하고 있다. IEEE 802.11에서는 무선랜의 표준으로 IEEE 802.11b, 11a/g 등의 표준화가 완성되어 상용화되어 있고, 물리계층에서의 최대 전송속도는 각각 11 Mbps, 54 Mbps 이다[3,4,5]. IEEE 802.11a/g의 경우 최대 전송속도에서 사용자가 느끼는 실제 Throughput은 IEEE 802.11 MAC(Media Access Control) 계층과 함께 고려하여야 하며, 이때 프리엠블, 프레임간 간격, Ack(Acknowledgement) 프레임 같은 물리계층과 MAC의 오버헤드(Overhead)가 존재한다 [4]. 따라서 이와 같은 효율 감소를 고려하면 사용자가 사용할 수 있는 대역폭은 최대 27 Mbps 정도이다. 고화질 IPTV 등에서 요구되는 전송 대역폭은 20 Mbps 정도이며, 이를 수용할 수 있는 홈네트워크에서는 IEEE 802.11a/g 보다 큰 대역폭이 요구되어 왔다.

IEEE 802.11 Working Group에서는 이에 대한 요구에 부응하기 위하여 2002년부터 차세대 무선랜 기술 표준으로서 IEEE 802.11n Study Group시작으로 2003년에 Task Group을 만들어 표준화 작업을 진행하여 왔다. 그 동안 여러 개의 Proposal 들이 나왔으나, Intel, Agere, Qualcomm, Atheros, Samsung 등 25개 업체가 참여하는 TGnSync와 Broadcom, Conexant, Airgo, Motorola, Nokia, ETRI 등 19개 업체가 참여한 WWiSE (World Wide Spectrum Efficiency) 그룹 등이 남아서 표준

화 작업을 진행 하였고 [7,8,9], 현재는 IEEE 802.11n draft 1.0 표준안이 발표되었다.

802.11n draft 1.0은 차세대 무선랜 기술의 핵심으로 물리계층에서의 다중 안테나의 사용, 송신 빔형성, 듀얼 밴드 그리고 LDPC (Low Density Parity Check) 등의 기술과 MAC 계층에서의 집합 전송 (Aggregation), 블록 전송 (Block Acknowledgement), 링크 적응 기법 (Link Adaptation Technique), Long-NAV 기술을 포함하고, IEEE 802.11a/g 표준과의 호환성 (Backward Compatibility)을 보장하고 있다. 최근 들어서는 지난 2005년 하반기에 노키아, 모토롤라 그리고 삼성이 공동으로 제안한 휴대폰 탑재용 모드인 소위 NMS 모드 (대역폭은 40MHz이고 안테나는 SISO 구조로서 최대 전송속도는 130Mbps임)에 대한 관심이 고조되고 있다.

그러나 최근 출시된 "draft n" 칩셋 제품끼리의 호환성 여부와 802.11g 제품과의 연동 시 성능 저하 문제 등의 기술적인 결함이 있다는 일부의 제기로 인해 한창 진행 중이던 Letter Ballot 에서 802.11n draft 1.0은 75% 이상의 찬성을 받지 못해 최종표준 후보로 상정하는데 실패하였다. 그러나, 대부분의 전문가들은 별다른 문제없이 다음 번 투표 때에는 승인을 받을 수 있을 것으로 전망하고 있다.

### 1. PHY 기술 동향

MAC SAP(Service Access Point)에서 100Mbps 이상의 High throughput을 목표로 차세대 무선 LAN 표준화를 진행하고 있는 TGn 그룹은 2004년 9월 Berlin 회의에서 32개의 complete/partial proposal 발표시간을 가진데 이어 complete proposal을 중심으로 표준안을 논의하였고, 이중 가장 많은 지지를 받고 있는 TGnSync와 WWiSE, 두

그룹으로 크게 나뉘어 후보 기술을 발표하고 표준안을 진행하는 과정에서 Enhanced Wireless Consortium(EWC)을 구성하여 진행하다가 2006년 3월 회의를 통해 802.11 draft 표준안을 발표하였다.

고속 device는 802.11a/b/g 표준안을 따르고, 2.4 GHz 대역과 5 GHz 대역을 사용하였다. High throughput orthogonal frequency division multiplexing(HT OFDM) PHY 표준안은 기존의 OFDM PHY를 기반으로 20 MHz 대역폭으로 두개에서 네 개의 spatial stream으로 확장하였다. 또한 1에서 4개의 spatial steam 전송은 40 MHz 대역폭으로 선택적으로 확장하여 동작 가능하여 선택적 모드인 경우 최대 600 Mbps (4 spatial streams, 40 MHz bandwidth)가 수용 가능하다. Modulation 방식으로는 binary phase shift keying (BPSK), quadrature phase shift keying (QPSK), 16-quadrature amplitude modulation (16-QAM), or 64-QAM을 사용하고, 전송 오류 정정 coding으로 convolutional coding 1/2, 2/3, 3/4, 또는 5/6을 사용하고 Low-density parity-check (LDPC) code를 선택적으로 사용한다. 다른 선택사항으로는 400 ns의 short guard interval (GI), transmit beamforming, Green Field (GF) mode, space-time block codes (STBC), 그리고 40 MHz 대역폭이 있다. HT OFDM PHY는 20 MHz 대역폭에서 AP에서 모든 rate에 대 1에서 2개의 spatial stream과 STA에서 1개의 spatial stream을 mandatory로 하고 있다. 또한 선택적으로 40 MHz 대역폭을 가지고 1개에서 4개의 spatial stream을 지원하며 최대 A-MPDU 길이는 65535 byte이다.

PHY는 세가지 mode로 동작하게 되는데 Non-HT mode, Mixed mode, Greenfield mode를 선택적으로 사용하도록 지원한다. Non-HT mode는

legacy를 지원하고, Mixed mode는 legacy와 HT mode를 둘 다 지원하며, Green field의 경우는 HT mode만을 지원하게 된다. 또한 802.11n draft 표준안에서는 802.11a와의 호환성을 보장함을 원칙으로 한다.

〈표 1〉 상하향 링크 시뮬레이션 결과

전송방식	11a/g	11n	
		Mandatory	Optional
최대전송속도 (Mbps)	54	130	600
대역폭 (MHz)	20	20	40
Subcarrier 수 (data + pilot)	52 (48 + 4)	56 (52 + 4)	114 (108 + 6)
11a/g 호환성		보장	
Multi Antenna 기법	Signal antenna	2 Tx MIMO	3, 4 Tx MIMO Tx BF, STBC
Channel coding	Convolutional code 1/2, 2/3, 3/4	Convolutional code 1/2, 2/3, 3/4, 5/6	LDPC 1/2, 2/3, 3/4, 5/6
Modulation	BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM		
Spatial stream 수	1	1~2	1~4
Guard Interval (ns)	800	800	400

Mandatory의 경우 최대 전송속도는 2 spatial stream, 20 MHz, 64-QAM, 5/6 code rate을 사용하는 경우 130 Mbps이고 optional mode인 경우에는 4 spatial stream, 40 MHz, 64-QAM, 5/6 code rate을 사용하여 600 Mbps이다. 이렇듯 무선 LAN 시스템의 high throughput과 성능을 위해 다양한 기술이 mandatory 또는 optional로 채택되어 있다. 주요 후보기술은 다음과 같다.

- 대역폭의 증가없이 다수의 안테나를 이용하여 spectral efficiency를 높이는 SDM(Spatial Division Multiplexing) 방식은 서로 다른 데이터 서로 다른 안테나를 이용하여 전송함으로써 n개의 안테나를 이용하여 n배의 전송속도를 높인다. Mandatory mode로 기본적으로 2개를 사용하고 최대 4개까지 안테나를 활용할 수 있다.

- 다중의 송신 안테나에서 같은 데이터를 전송하여 전송 diversity 효과로 수신 신호대 잡음비를 높이고자 하는 STBC(Spatial Time Block Code) 기술은 고품질의 데이터를 얻을 수 있으며 optional mode로 채택되어 있다.
- Tx beamforming 기술은 수신단에서 각 전송된 spatial stream의 수신 energy를 최대화하여 수신신호 대 잡음비를 향상시키기 위한 기술로 optional mode로 채택되어 있다.
- LDPC(Low density parity check) code는 1962년 Gallager에 의해 처음 제안되었으나 구현의 복잡도로 인해 오랫동안 잊혀져 있다가 1995년 Mackey, Neal에 의해 재발견된 복호 방법으로 Shannon limit에 근접한 우수한 성능, 낮은 복호 복잡도, 병렬처리에 의한 고속처리에 의한 차세대 통신 시스템에 적용되고 있다. 이 기술은 패러디 검사 행렬을 이용하여 반복적으로 확률값을 갱신하여 복호하는 방법으로 advanced coding 기술로 optional mode에 채택되어 있다.
- 대역폭 확장은 기존의 20 MHz 대역폭을 40 MHz로 확대하여 사용하는 기술로 약 두 배의 부반송파를 하나의 심볼에 실어 전송함으로써 throughput을 2배로 끌어 올릴 수 있어 optional mode로 채택하고 있다.
- Short GI은 기존의 800 ns의 GI(Guard Interval)을 절반인 400 ns만 사용하여 throughput을 향상시키고자 TGnSync에서 optional mode로 제안하고 있다.

## 2. MAC 기술 동향

802.11n의 MAC 규격은 효율성(Efficiency), 속도 적응성(Rate adaptation), 호환성(Inter-

operability)지원을 기본으로 한다. 이와 같은 목적을 위하여, 11n의 MAC 규격에서는 공통적으로 효율성과 속도 적응성 지원을 위하여 프레임 Aggregation과 BA(Block Ack), Long-NAV를 채택하고 있다. 또한, Legacy 장치와의 호환성을 위하여 802.11e의 EDCA(Enhanced Distributed Coordination Channel Access), HCCA(Hybrid Coordination Channel Access)의 QoS 지원 기능을 포함한다.

802.11n에서는 기본적으로 위와 같은 원칙을 바탕으로, 표준화(Standardization), 제품화(Productization), 호환성(Interoperability)으로의 빠른 진행을 위하여 단순함(Simplicity)을 강조한다.

802.11n의 MAC 계층의 Aggregation 방안으로는 A-MSDU(Aggregated MSDU)와 A-MPDU(Aggregated MPDU) 방식이 있다. A-MSDU는 우선순위(Priority)가 같고, 동일한 DA(Destination Address)로 향하는 다수의 MSDU를 하나의 MSDU로 Aggregation하는 방법이며, A-MPDU는 하나 이상의 MPDU를 Aggregation하여 구성한다. A-MSDU내의 각 MSDU는 MSDU 길이, SA(Source Address), DA로 구성되는 Sub-Frame 헤더에 의해서 구분된다. 구성된 A-MSDU는 일반 MSDU와 동일하게 취급되어 프래그멘테이션이 수행될 수 있으며, MPDU로 구성되어 전송된다. A-MSDU 기법은 전송하려는 패킷의 크기가 작고, 짧은 시간에 동일한 DA로 향하는 다수의 패킷을 전송하는 경우에 효율적이다. 이와 같은 이유는 전송 과정에서 소요되는 시간(PLCP Preamble, MAC Header, IFS, Backoff, 등)의 횟수를 감소시킬 수 있기 때문이다. 802.11n의 A-MSDU 기법을 지원하기 위해서는 Legacy MAC-PHY의 인터페이스에 별도의 수정이 필요 없어서, 비교적 구현이 용이하다.

A-MPDU는 MAC 계층의 하위부에서 위치하여

하나 이상의 MPDU를 Aggregation하여 하나의 PPDU로 구성하는 방식이다. A-MPDU의 길이는 해당 프레임의 우선순위에 따른 AC(Access Category)의 TXOP(Transmission Opportunity) 기간 동안에 전송 가능한 사이즈로 제한된다. 이와 같은 A-MPDU방식에서는 과도하게 큰 A-MPDU가 생성될 수 있으며, 이러한 긴 길이의 프레임에 대한 수신단의 복조 과정의 동기 손실에 의한 패킷 손실 확률이 높은 단점이 있다. 또한, A-MPDU내의 존재하는 각 MPDU 처리를 위하여, MPDU 변별자(Delimiter)의 Unique pattern scan 과정으로 인하여 복잡도 및 처리 시간이 증가될 수 있다.

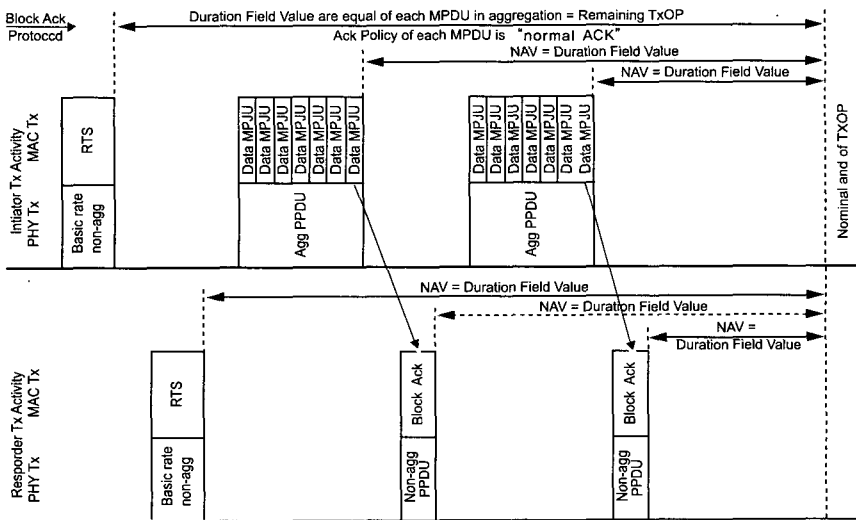
802.11n MAC은 기본적으로 BA(Block Acknowledgement) 정책을 사용하는 것을 원칙으로 한다. A-MPDU의 BA 방식은 802.11e에서 정의한 Block Ack 정책의 향상된 BA(enhanced BA) 방식이다. 즉, A-MPDU 수신 후 SIFS 시간 내에 BA MPDU를 전송하는 "immediate" block Ack 방식을 채택한다. 또한 기존 802.11e의 BA은 16개의

MPDU로 구성된 64개의 MSDU정보를 저장할 수 있는 152바이트로 되어있다. 그러나, enhanced BA 방식은 A-MPDU 구성 시 하나의 MSDU는 하나의 MPDU구성하여 64개의 MSDU 정보만을 저장하여 32바이트 길이를 갖는다.

또한 Aggregation 된 프레임을 전송 시 다른 단말의 송신을 막기 위하여 Long-NAV 정책을 사용한다. 기존 RTS/CTS 에서 사용하던 NAV 방식과 같게 802.11n을 지원하지 못하는 단말 및 다른 단말의 송신에서 보호하기 위하여 예측되는 AGGREGATION 프레임 송신 시간 동안 채널을 예약하게 된다.

### III. ETRI의 차세대무선LAN 칩셋 개발

#### 1. ETRI의 칩셋 개발



(그림 2) 프레임 Aggregation 및 LongNAV

ETRI는 지난 2005년 말에 270Mbps급 IEEE 802.11n 차세대무선LAN 표준을 적용한 Modem 및 MAC FPGA 개발을 완료하고, 2006년 3월부터 2009년 2월까지 산업체와 공동으로 200Mbps급 IEEE 802.11n 모뎀 및 RF 칩셋 개발과제를 수행 중에 있다. 상기에 설명한 바와 같이, 몇몇 선도 업체들이 비록 IEEE 802.11n 규격을 모두 만족하는 것은 아니지만, 차세대무선랜 칩셋을 금년 초에 선 보임으로서 적어도 금년 하반기에 정식 버전을 내놓을 것으로 예상되어, ETRI에서도 그보다 앞서 칩셋을 내놓기 위한 계획을 진행하고 있다.

2006년도에는 우선 PCI 인터페이스를 갖는 모뎀 칩셋을 개발하고 2007년도에는 산업체와공동으로 임베디드 프로세서를 탑재한 AP를 우선 시장에 내놓을 계획이며, 2008년도에는 전력소모를 최소화한 모뎀 및 RF 칩셋을 개발하여 AP와 LAN-Card를 개발하여 성능 및 가격면에서 세계 최고수준의 경쟁력 있는 칩셋 개발을 내놓을 방침이다.

## 2. Modem

802.11a와 호환성을 가지며 40 MHz 대역폭에서 2x3 MIMO-OFDM 시스템으로 최대 전송속도 270Mbps에 이르는 모뎀을 개발하고 현재 ASIC을 위한 작업을 진행하고 있다. 사용된 표준안은 802.11n에서 논의되고 정형화되는 표준안을 따르고 있으며 mandatory mode 외에 일부 optional mode를 지원한다.

주요 특징은 다음과 같다.

- 최대 전송 속도 : 270 Mbps
- 대역폭 : 20/40 MHz
- Multiple antenna : 2x3 MIMO
- 11a와 호환성 보장
- Forward error correction code :

Convolutional encoder 1/2, 2/3, 3/4, 5/6

- Modulation : BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM
- Spatial stream 수: 1~2
- Guard Interval : 800 ns

2 Tx 안테나를 사용하여 2 spatial stream을 지원하고 20 MHz 대역폭에서 40 MHz 대역폭으로 확장하여 5/6 code rate을 사용하는 경우 최대 270 Mbps의 전송속도를 가지며 이는 기존의 802.11a 시스템에 비해 4배 이상의 전송속도를 갖는 것이다.

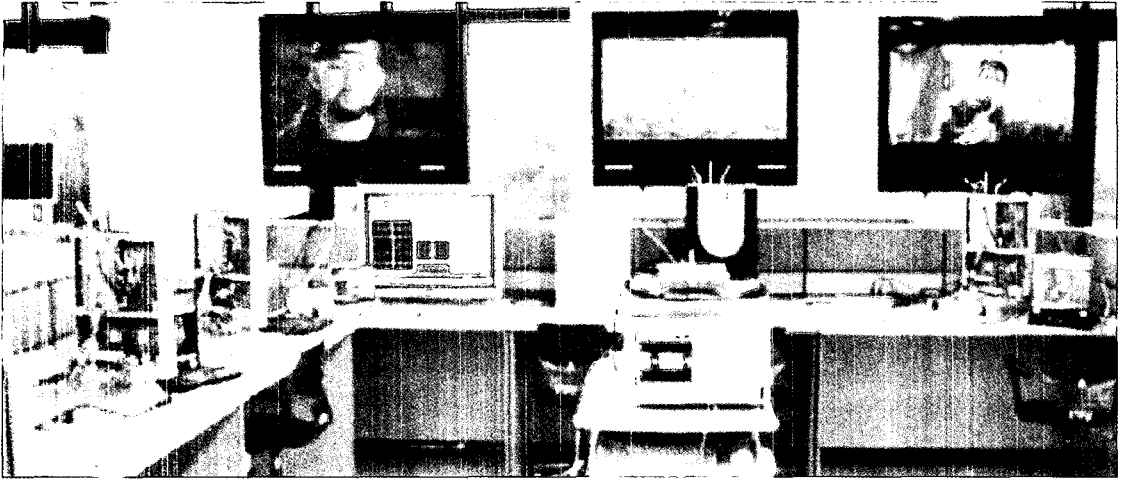
## 3. MAC

802.11n에서 요구되는 MAC SAP에서의 100Mbps 전송 속도를 지원하고 표준안에서 논의되고 있는 mandatory 기능을 모두 지원한다.

주요 특징은 다음과 같다.

- MAC SAP에서의 최대 전송 속도 : 130 Mbps
- 802.11e : EDCA
  - Qos 지원(4개의 Access category)
  - Block ack 데이터 전송
  - TXOP 전송
- 802.11n
  - Aggregation 데이터 전송
  - Enhanced block ack
  - Long NAV

이러한 특징을 갖는 시스템은 현재 FPGA를 통해 검증을 완료하여 2005년도에 멀티미디어 서비스를 이용한 시연을 통해 발표하였다. 현재 ASIC을 위한 작업을 진행 중에 있으며 7월 Fab-in에정에 있다.



(그림 3) 차세대 무선 LAN 시스템을 이용한 1 AP, 3 STA 시연

#### IV. 맺음말

802.11a/g에 이어 다양한 멀티미디어 서비스를 위한 초고속 무선 LAN 시스템을 위해 IEEE802.11n 중심으로 high throughput에 대한 표준화가 진행되었고, 현재 IEEE 802.11n에서는 draft 1.0 표준안을 2006년 3월 회의를 통해 발표하였다. 이를 통해 수 년내에 high throughput을 요구하는 무선 LAN 칩셋 시장의 기대에 만족시킬 만한 200 Mbps 이상의 전송속도를 보장하고 실제 end-user에게 100 Mbps 이상의 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 이에 광대역 무선 칩셋 업체는 앞 다퉈서 draft 표준안에 기반한 칩셋을 선보이고 있고 표준안을 완성해 가고 있다.

현재 ETRI에서는 802.11n draft 표준안을 기반으로 하는 칩셋 개발이 완성 단계에 이르렀으며, 이미 그 기능 및 성능에 대해 FPGA를 이용한 시스템 구축으로 확인하였다. 앞으로 네트워크, 오피스 네트워크 및 휴대폰 탑재 칩셋에 대한 대규모 시장 형성이 예상되고 있어 경제적 기대효과를 기대할 수 있다. 또한 선도기술을 확보에 의한 기술 독점 배제 및 통신 시장

개방에 의한 가격 경쟁력 확보, 초고속 정보화 시대에 알맞은 무선 다중매체 시대로의 유도 등 사회적 기대 효과를 예상할 수 있다. 이렇듯 향후 예측되는 수요에 대처하여 경제적, 사회적으로 발전을 도모할 수 있다.

#### [참고 문헌]

- [1] IEEE P802.11n/D1.0 Draft Amendment to STANDARD [FOR] Information Technology-Telecommunications and information exchange between systems-Local and Metropolitan networks-Specific requirements-Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Enhancements for Higher Throughput, Mar., 2006
- [2] 민승욱, 최은영, 류득수, 이석규, "차세대 고정



- 및 이동 무선랜의 기술 동향”, 통신학회지, Sept., 2005
- [3] IEEE 802.11b “Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4GHz Band,” Sept., 1999.
- [4] IEEE 802.11a “Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: High-Speed Physical Layer the 5GHz Band,” Sept., 1999.
- [5] IEEE 802.11g “Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications Amendment 4: Further Higher Data Rate Extension in the 2.4GHz Band,” June, 2003.
- [6] IEEE 802.11 “Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications” Aug., 1999.
- [7] Cenk Kose, et al. “WWiSE proposal: high throughput extension to the 802.11 Standard,” IEEE 802.11 WG Mtg., Atlanta, GA, Doc. no.: 11-05-0149-02-000n, Mar., 2005.
- [8] Sean Coffey, et al. “WWiSE IEEE 802.11n Proposal,” IEEE 802.11 WG Mtg., Atlanta, GA, Doc. no.: 11-05-0150-01-000n, Mar., 2005.
- [9] Syed Aon Mujtaba, et al. “TGn Sync proposal technical specification,” IEEE 802.11 WG Mtg., Atlanta, GA, Doc. no.: 11-04-0889-04-000n, Mar. 2005.
- [10] John Egan, et al. “Project: 802.11n TG High Throughput WLAN,” IEEE 802.11 WG Mtg., Berlin, Germany, Doc. no.: 11-04-1400-04-000n, Nov., 2004.
- [11] <http://www.broadcom.com/press/release.php?id=806361&source=home>
- [12] <http://www.atheros.com/news/xspan.html>
- [13] <http://www.marvell.com/press/pressNewsDisplay.do?sessionId=DY363CFG0FV4JNP4H1Tgnv40V1yHWMX38b21YQGWTyDJLnsNhCpd!644652175?releaseID=544>
- [14] [http://www.metalinkbb.com/site/app/products\\_WLAN\\_MtW8150.asp](http://www.metalinkbb.com/site/app/products_WLAN_MtW8150.asp)
- [15] IDC Market analysis, Doc. No 33257, 2005

## [용어해설]

IEEE802.11 - 무선 LAN(WLAN) 기술에서 미국전기전자학회(IEEE)의 작업 그룹에서 개발한 일단의 규격. 이 규격에는 802.11, 802.11a, 802.11b, 802.11e, 802.11f, 802.11g, 802.11h, 802.11i, 802.11n등이 있으며, 2GHz와 5GHz 주파수 대역에서 최대 전송속도 11Mbps부터 200Mbps이상의 데이터율을 지원하는 규격이다. 변조 방식으로는 직교 주파수 분할 다중(OFDM) 방식을 사용하고 802.11n의 경우 200Mbps의 고속 데이터율을 지원하기 위해 MIMO-OFDM방식을 사용한다.

OFDM - 대역폭당 전송 속도의 향상과 멀티

패스 간섭 등의 방지를 위한 디지털 변조 방식. 특징은 수백의 반송파를 사용하는 다반송파 변조 방식이라는 것과, 각 반송파가 직교 관계에 있다는 점이다. 그 때문에 각 반송파의 주파수 성분은 상호 중첩되어도 상관없다. 보통의 주파수 분할 다중 방식(FDM)에 비해 훨씬 더 많은 반송파의 다중이 가능하므로 주파수 이용 효율이 높다. 각 반송파에 직병렬 변환된 부호화 데이터를 할당하여 디지털 변조한다. 반송파가 많으면 대역폭당 전송 속도를 높일 수 있다.



**송경희**

2002년 전북대학교 정보통신공학과 졸업  
 2004년 전북대학교 정보통신공학과 졸업  
 2004년 ~ 현재 한국전자통신연구원 차세대무선 LAN연구팀  
 관심분야 : Wireless LAN 시스템, MAC layer



**최은영**

2000년 전북대학교 전자공학과 졸업  
 2002년 전북대학교 전자공학과 석사  
 2002년 ~ 현재 한국전자통신연구원 차세대무선 LAN연구팀  
 관심분야 : Channel coding, OFDM 시스템, Wireless LAN 시스템.



**이석규**

1986년 광운대학교 전자공학과 학사  
 1996년 Polytechnic Univ. at Brooklyn, NY, USA, 전자공학과 석사  
 2000년 NJIT (New Jersey Institute of Technology), NJ, USA, 전자공학과 박사  
 2000년 ~ 현재 한국전자통신연구원 이동통신연

구단 차세대무선LAN연구팀 팀장  
 관심분야 : MIMO-OFDM, MUD, WLAN, 4G IMT-Advanced 무선전송 기술



**방승찬**

1984년 서울대학교 공과대학교 전자공학과 학사  
 1986년 서울대학교 공과대학원 전자공학과 석사  
 1994년 서울대학교 공과대학원 전자공학과 박사  
 1985년 ~ 1987년 금성사 중앙연구소 주임연구원  
 1987년 ~ 1992년 디지털정보통신연구소 선임연구원

1994년 ~ 현재 한국전자통신연구원 이동통신연구단 무선전송기술그룹장  
 관심분야 : 이동통신 무선전송기술, 이동통신셀룰라모뎀, WLAN모뎀