

# IEEE 802.11n 차세대 무선 LAN 칩셋 개발 동향

Development Trends of IEEE 802.11n Chipset for Next-Generation Wireless LAN

## 차세대 이동통신 특집

최은영 (E.Y. Choi)	차세대무선LAN연구팀 연구원
송경희 (K.H. Song)	차세대무선LAN연구팀 연구원
이석규 (S.K. Lee)	차세대무선LAN연구팀 팀장
방승찬 (S.C. Bang)	무선전송기술연구그룹 그룹장

## 목 차

- .....
- I. 서론
  - II. IEEE 802.11n 표준화 동향
  - III. 차세대 무선 LAN 칩셋 시장
  - IV. 차세대 무선 LAN 칩 개발 동향
  - V. ETRI의 차세대 무선 LAN 칩셋 개발
  - VI. 맺음말

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 무선 LAN은 고속의 가입자 전송속도를 지원하기 위해 발전하고 있다. 이미 high throughput을 목표로 하는 국제 표준화가 진행되어 마무리 단계에 있고, 이에 세계적인 칩셋업체들이 앞다투어 IEEE 802.11n draft 이전의 EWC 버전을 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 시스템 구축으로 확인하였다. 앞으로 네트워크, 오피스 네트워크 및 휴대폰 탑재 칩 등에 대한 대규모 시장 형성이 예상되고 있어 경제적 기대효과를 기대할 수 있다.

## I. 서론

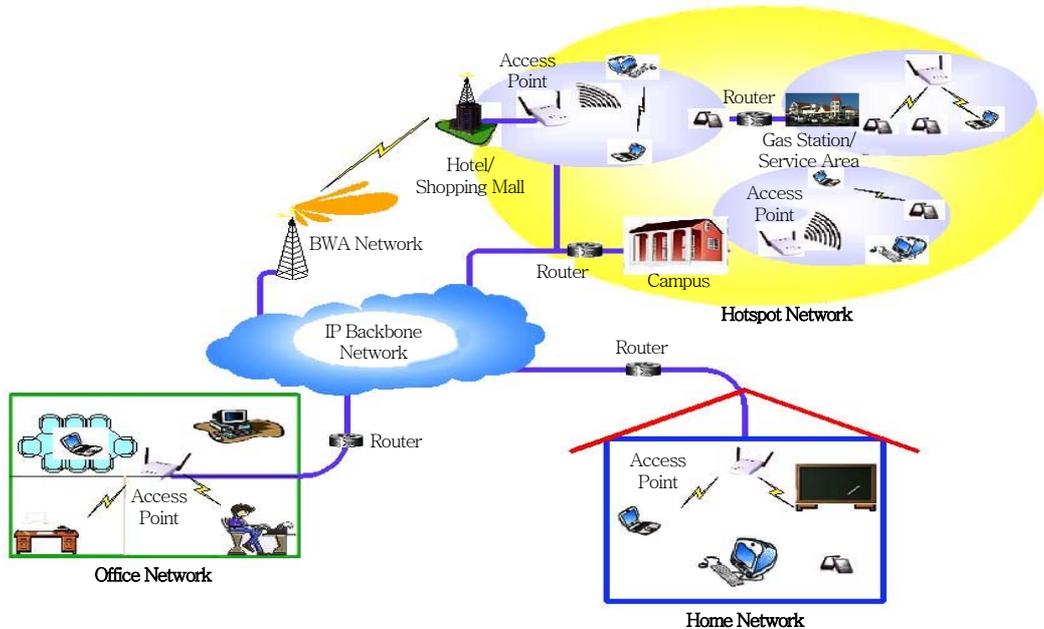
초고속 무선랜은 반경 100m 내외 지역에서 200~600Mbps의 전송속도를 제공하며 노트북 PC, PDA 등의 단말기를 사용해 무선으로 초고속 멀티미디어 서비스뿐만 아니라 셀룰러 폰에 무선랜 칩을 탑재하여 휴대 인터넷 및 VoIP 서비스를 제공한다. 핫스팟, 오피스 및 홈 네트워크를 위한 무선 네트워크 환경을 제공하여, 인터넷 및 실시간 A/V 데이터 송수신 서비스를 제공하고자 하며, 이는 유무선 네트워크 백본과 연결되는 AP를 중심으로한 무선 데이터 통신 인프라 구축, AP간 또는 단말기들 간 네트워크를 스스로 구성할 수 있는 ad-hoc 네트워크를(그림 1)과 같이 구성하게 된다.

초고속 멀티미디어의 서비스 수요는 향후 수년 내에 그 수요가 폭발적으로 증가할 것으로 전망됨에 따라 IEEE 802.11에서는 200~600Mbps급의 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 시장을 선점하고자 무선 통신 칩셋업체에서는 IEEE 802.11n draft 표준안이 확정되기 전의 EWC 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

### ● 용어 해설 ●

**IEEE 802.11:** 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, 802.11n 등이 있으며, 2GHz와 5GHz 주파수 대역에서 최대 전송속도 11Mbps부터 200Mbps 이상의 데이터율을 지원하는 규격이다. 변조 방식으로는 직교 주파수 분할 다중(OFDM) 방식을 사용하고 802.11n의 경우 200Mbps의 고속 데이터율을 지원하기 위해 MIMO-OFDM 방식을 사용한다.



(그림 1) 무선랜 네트워크 구성

업체에서 이러한 버전을 내놓고 있는데, 802.11a/b/g와는 달리 원칩 솔루션을 제공하는 것은 아니다.

새로운 IEEE 802.11n 표준에는 무선통신의 다양한 기술들이 표준으로 채택될 전망이다. 논의되고 있는 기술들로는 물리계층에서의 다중 안테나의 사용, 송신 빔형성, 듀얼 밴드 그리고 LDPC 등의 기술과 MAC 계층에서의 집합 전송, 블록 전송, 링크 적응 기법 등의 채택이 논의되고 있다. 기존의 무선랜 시스템에서 널리 사용되어온 IEEE 802.11a/b/g와의 호환성을 보장한다[2].

## II. IEEE 802.11n 표준화 동향

오늘날 사무실에서 사용되는 데스크톱 PC 뿐만 아니라 이동 사무실 환경을 추구하는 노트북, PDA 등에서 널리 사용되는 데이터 전송을 위한 무선 접속 기술 중에 대표적인 것이 무선랜(WLAN)이다. 고화질 TV, VOD, 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 11Mbps, 54Mbps이다[3]-[5]. IEEE 802.11a/g의 경우 최대 전송속도에서 사용자가 느끼는 실제 스루풋은 IEEE 802.11 MAC 계층과 함께 고려되어야 하며, 이때 프리앰블, 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 27Mbps 정도이다. 고화질 IPTV 등에서 요구되는 전송 대역폭은 20Mbps 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 Group을 시작으로 2003년에 Task Group을 만들어 표준화 작업을 진행하여 왔다. 그 동안 여러 개의 proposal

들이 나왔으나, 현재는 Intel, Agere, Qualcomm, Atheros, Samsung 등 25개 업체가 참여하는 TGn-Sync와 Broadcom, Conexant, Airgo, Motorola, Nokia, ETRI 등 19개 업체가 참여한 WWiSE 그룹 등이 남아서 표준화 작업을 진행하였고[6]-[9], 현재는 IEEE 802.11n draft 1.0 표준안이 발표되었다.

차세대 무선랜 기술의 핵심으로 물리계층에서의 다중 안테나의 사용, 송신 빔형성, 듀얼 밴드 그리고 LDPC 등의 기술과 MAC 계층에서의 집합 전송(aggregation), 블록 전송(block acknowledgement), 링크 적응 기법(link adaptation technique) 등은 공통적으로 사용한다[7],[8]. 또한, 두 그룹 모두 IEEE 802.11a/g 표준과의 호환성(backward compatibility)을 보장하고 있다.

### 1. PHY 기술 동향

MAC SAP에서 100Mbps 이상의 high throughput을 목표로 차세대 무선랜 표준화를 진행하고 있는 TGn 그룹은 2004년 9월 Berlin 회의에서 32개의 complete/partial proposal 발표시간을 가진데 이어 complete proposal을 중심으로 표준안을 논의하였고, 이 중 가장 많은 지지를 받고 있는 TGnSync와 WWiSE, 두 그룹으로 크게 나뉘어 후보 기술을 발표하고 표준안을 진행하는 과정에서 EWC을 구성하여 진행하다가 2006년 3월 회의를 통해 802.11 draft 표준안을 발표하였다.

고속 device는 802.11a/b/g 표준안을 따르고, 2.4GHz 대역과 5GHz 대역을 사용하였다. HT OFDM PHY 표준안은 기존의 OFDM PHY를 기반으로 20MHz 대역폭으로 두 개에서 네 개의 spatial stream으로 확장하였다. 또한 1에서 4개의 spatial stream 전송은 40MHz 대역폭으로 선택적으로 확장하여 동작 가능하여 선택적 모드인 경우 최대 600Mbps(4 spatial streams, 40MHz bandwidth)가 수용 가능하다. 모듈레이션 방식으로는 BPSK, QPSK, 16-QAM or 64-QAM을 사용하고, 전송 오류 정정 코딩으로 convolutional coding 1/2, 2/3, 3/4 또는

5/6을 사용하고 LDPC code를 선택적으로 사용한다. 다른 선택사항으로는 400ns의 short GI, transmit beamforming, GF mode, STBC, 그리고 40 MHz 대역폭이 있다. HT OFDM PHY는 20MHz 대역폭에서 AP에서 모든 rate에 대해 1~2개의 spatial stream과 STA에서 1개의 spatial stream을 mandatory로 하고 있다. 또한 선택적으로 40MHz 대역폭을 가지고 1개에서 4개의 spatial stream을 지원하며 최대 A-MPDU 길이는 65,535byte이다.

PHY는 세 가지 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 표준 안에서는 802.11a와의 호환성을 보장함을 원칙으로 한다. <표 1>은 IEEE 802.11n draft 규격 요약이다.

Mandatory의 경우 최대 전송속도는 2 spatial stream, 20MHz, 64-QAM, 5/6 code rate을 사용하는 경우 130Mbps이고 optional mode인 경우에는 4 spatial stream, 40MHz, 64-QAM, 5/6 code rate을 사용하여 600Mbps이다. 이렇듯 무선랜 시스템의 high throughput과 성능을 위해 다양한 기술이 mandatory 또는 optional로 채택되어 있다. 주요 후보기술은 다음과 같다[10].

- 대역폭의 증가없이 다수의 안테나를 이용하여 spectral efficiency를 높이고자 SDM 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 다이버시티 효과로 수신 신호대 잡음비를 높이고자 하는 STBC 기술은 고품질의 데이터를 얻을 수 있으며 optional mode로 채택되

● 용 어 해 설 ●

OFDM: 대역폭 당 전송속도의 향상과 멀티패스 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 직렬 변환된 부호화 데이터를 할당하여 디지털 변조한다. 반송파가 많으면 대역폭 당 전송속도를 높일 수 있다.

<표 1> IEEE 802.11n Draft 규격 요약

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, 16-QAM, 64-QAM		
Spatial stream 수	1	1~2	1~4
Guard interval(ns)	800	800	400

어 있다.

- Tx beamforming 기술은 수신단에서 각 전송된 spatial stream의 수신 에너지를 최대화하여 수신신호 대 잡음비를 향상시키기 위한 기술로 optional mode로 채택되어 있다.
- LDPC code는 1962년 Gallager에 의해 처음 제안되었으나 구현의 복잡도로 인해 오랫동안 잊혀져 있다가 1995년 Mackey, Neal에 의해 재발견된 복호방법으로 Shannon limit에 근접한 우수한 성능, 낮은 복호 복잡도, 병렬처리에 의한 고속처리에 의한 차세대 통신 시스템에 적용되고 있다. 이 기술은 패리티 검사 행렬을 이용하여 반복적으로 확률값을 갱신하여 복호하는 방법으로 advanced coding 기술로 optional mode에 채택되어 있다.
- 대역폭 확장은 기존의 20MHz 대역폭을 40MHz로 확대하여 사용하는 기술로 약 두 배의 부반송파를 하나의 심볼에 실어 전송함으로써 스루풋을 2배로 끌어 올릴 수 있어 optional mode로 채택하고 있다.
- Short GI은 기존의 800ns의 GI을 절반인 400ns만 사용하여 스루풋을 향상시키고자 TGnSync에서 optional mode로 제안하고 있다.

## 2. MAC 기술 동향

802.11n의 MAC 규격은 효율성(efficiency), 속도 적응성(rate adaptation), 호환성(interoperability) 지원을 기본으로 한다. 이와 같은 목적을 위하여, 11n의 MAC 규격에서는 공통적으로 효율성과 속도 적응성 지원을 위하여 프레임 aggregation과 BA, LongNAV를 채택하고 있다. 또한, legacy 장치와의 호환성을 위하여 802.11e의 EDCA, HCCA의 QoS 지원 기능을 포함한다.

802.11n에서는 기본적으로 위와 같은 원칙을 바탕으로, 표준화(standardization), 제품화(production), 호환성으로의 빠른 진행을 위하여 단순함(simplicity)을 강조한다.

802.11n의 MAC 계층의 aggregation 방안으로는 A-MSDU와 A-MPDU 방식이 있다. A-MSDU는 우선순위(priority)가 같고, 동일한 DA로 향하는 다수의 MSDU를 하나의 MSDU로 aggregation하는 방법이며, A-MPDU는 하나 이상의 MPDU를 aggregation하여 구성한다. A-MSDU 내의 각 MSDU는 MSDU 길이, SA, 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 AC의 TxOP 기간 동안에 전송 가능한 사이즈로 제한된다. 이와 같은 A-MPDU 방식에서는 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-MPDU 내에 존재하는 각 MPDU의 처리를 위하여, MPDU 변별자(delimiter)의 unique pattern scan 과정으로 인하여 복잡도 및 처리 시간이 증가될 수 있다.

802.11n MAC은 기본적으로 BA 정책을 사용하는 것을 원칙으로 한다. A-MPDU의 BA 방식은 802.11e에서 정의한 Block Ack-No Ack 정책의 향상된 BA(enhanced BA) 방식이다. 즉, A-MPDU 수신 후 SIFS 시간 내에 BA MPDU를 전송하는 "immediate" Ack 방식을 채택한다. 기존 802.11e의 BA은 16개의 MPDU로 구성된 64개의 MSDU 정보를 저장할 수 있는 152비트로 되어 있다. 그

러나, enhanced BA 방식은 A-MPDU 구성 시 하나의 MSDU는 하나의 MPDU를 구성하여 64개의 MSDU 정보만을 저장하여 32바이트 길이를 갖는다.

또한 aggregation된 프레임의 전송 시 다른 단말의 송신을 막기 위하여 (그림 2)와 같이 LongNAV 정책을 사용한다. 기존 RTS/CTS에서 사용하던 NAV 방식과 같게 802.11n을 지원하지 못하는 단말 및 다른 단말의 송신에서 보호하기 위하여 예측되는 aggregation 프레임 송신시간 동안 채널을 예약하게 된다.

### Ⅲ. 차세대 무선 LAN 칩셋 시장

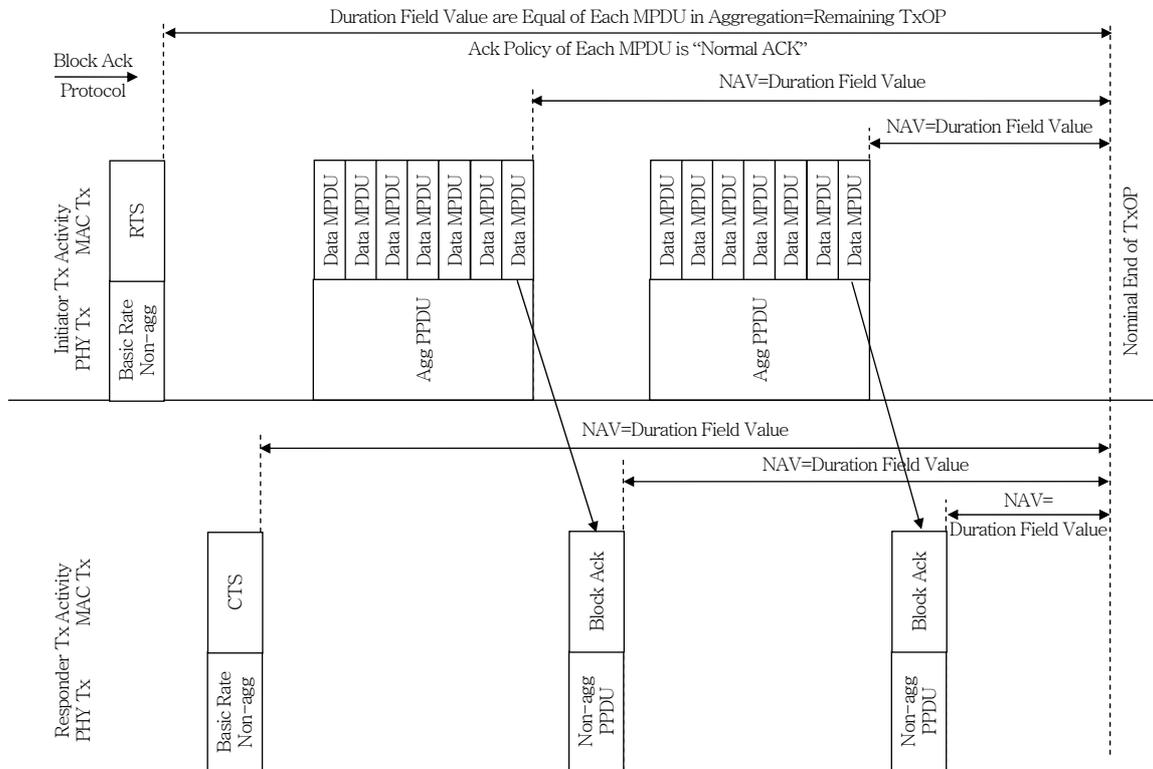
무선랜 칩셋 시장은 이동단말 같은 새로운 시장에서의 적용으로 인한 발전이 기대되어, 시장조사기관인 IDC는 2004년부터 2009년까지 무선랜 시

장의 연평균 성장률을 21%로 예상하고 있다[11].

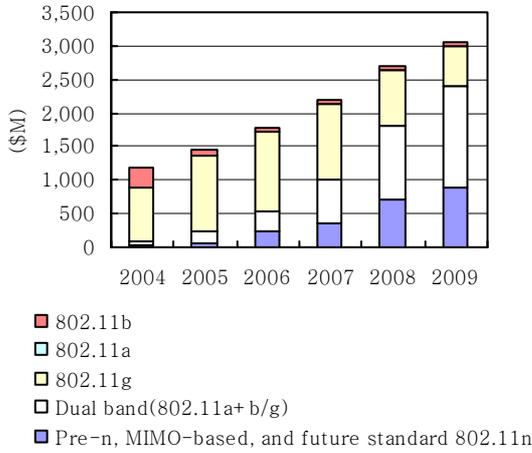
현재 무선랜 칩 공급자들은 모바일 폰과 같은 새로운 임베디드 응용으로 인한 무선랜 시장의 성장과 차세대 무선랜의 성능 향상으로 인한 수요증가에 중점을 두고 있다.

여러 개의 안테나를 채택하여 송신 데이터 효율을 향상시키는 방법인 MIMO 기술은 지난 2004년부터 시장에 등장하여 800만 달러의 매출을 기록하였다. MIMO를 채택한 차세대 무선랜의 표준인 IEEE 802.11n은 2006년 3월 회의를 통해 드래프트 안을 내놓았다. 이에 따라 오랫동안 논의되었던 802.11n의 기본 전송 방식이 대부분 결정되어 빠르면 2006년 안에 802.11n 칩셋이 등장할 전망이다.

또한 게임기, DVD, 디지털 셋톱 박스, 오디오 등의 새로운 전자제품에서의 무선랜 칩셋 수요와 저전력과 저렴한 무선랜 솔루션을 탑재한 VoIP 기술은 무선랜 칩셋 시장의 영역을 더욱 넓혀갈 것이다. (그



(그림 2) 프레임 Aggregation 및 LongNAV



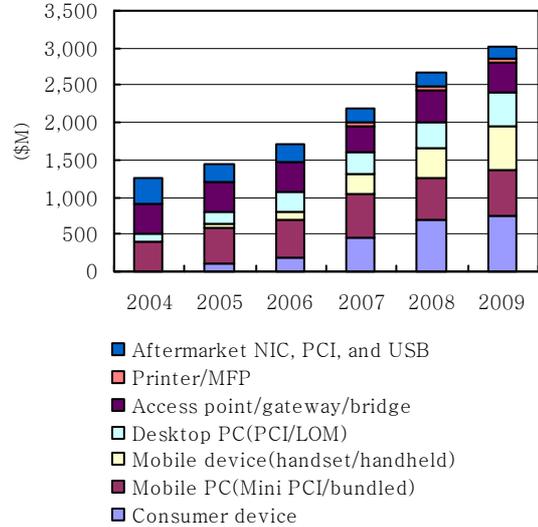
<자료>: www.metalinkbb.com, 2005.

(그림 3) 표준 규격별 전세계 무선랜 반도체 수익, 2004~2009

림 3)은 표준 규격별 전세계 무선랜 반도체 수익을 나타낸 것이다.

세계 무선랜 칩 판매량은 2009년까지 4억8천7백만 대로 급등할 것으로 예상된다. 802.11b 시장은 모바일 폰같은 저렴하고 저전력이 필요한 곳에만 공급하여 연평균 성장률이 -46%로 2009년에는 천만 달러의 매출액이 예상된다. 한편 802.11g 매출액은 꾸준히 성장하여 2007년 12억 달러를 기록할 것이다. 그러나 2007년 이후로는 802.11n 시장의 증가로 2009년엔 매출액이 5억6800만 달러로 연평균 성장률이 -7%가 될 것으로 전망한다. 802.11a+b/g 듀얼밴드 칩셋은 2억5900만 개의 15억 달러 매출액으로 연평균 68%의 성장률을 보일 것으로 예상된다. 802.11n은 2009년까지 연평균 157% 성장률을 보여 9억1300만 달러의 매출액을 기록할 것이다.

2004년 무선랜 칩시장은 AP가 30% 정도를 차지하고, 클라이언트 시장이 무선랜 시장의 70%를 차지하였다. 그러나, (그림 4)에서도 보듯이 2009년까지 무선랜 시장은 데스크 PC, 전자제품 같은 유선랜 대체로서의 무선랜과 모바일 폰같은 새로운 응용의 무선랜 클라이언트 시장이 전체 무선랜 시장의 85%까지 증가할 것으로 기대된다.



<자료>: www.metalinkbb.com, 2005.

(그림 4) 전세계 응용 시장의 무선랜 반도체 수익, 2004~2009

이처럼 무선랜 칩셋 시장은 802.11n의 높은 성능 향상으로 다양한 서비스를 지원할 수 있게 되어 매출량이나 응용 범위가 좀더 다양화되어 시장 규모가 꾸준히 증가할 것으로 예상된다.

#### IV. 차세대 무선 LAN 칩 개발 동향

현재 차세대 무선랜의 IEEE 표준안인 802.11n이 표준화 작업을 마무리하고 있고, 이에 맞추어 무선 통신 칩셋 업체에서는 시장 선점을 위해 EWC 규격이 IEEE 802.11n draft와 일치하고 있지 않음에도 불구하고 앞다투어 칩셋을 내놓고 있다. IEEE 802.11n 표준을 완전하게 적용한 칩셋은 2006년 하반기에 나올 것으로 전망된다. 현재 발표된 칩셋으로는 Broadcom사의 Intensi-fi™ family인 BCM-4321, BCM2055와 Atheros사의 AR5008 solution을 2006년 1월에 Marvell사의 88W836X family를 2005년 10월에 발표하였으며[12], Metalink사는 MtW8150, MtW8170 제품을 2005년에 선보였다. 다음으로 EWC 규격이나 또는 자사의 규격안에 기반하여 개발된 칩셋을 살펴본다.

## 1. Broadcom사의 Intensi-fi™ Family

유선/무선 광대역 통신 칩셋 시장에서 미국 최대의 반도체 설비사인 Broadcom은 EWC 규격을 따르는 WLAN의 Intensi-fi™ family를 2006년 1월 발표하였다.

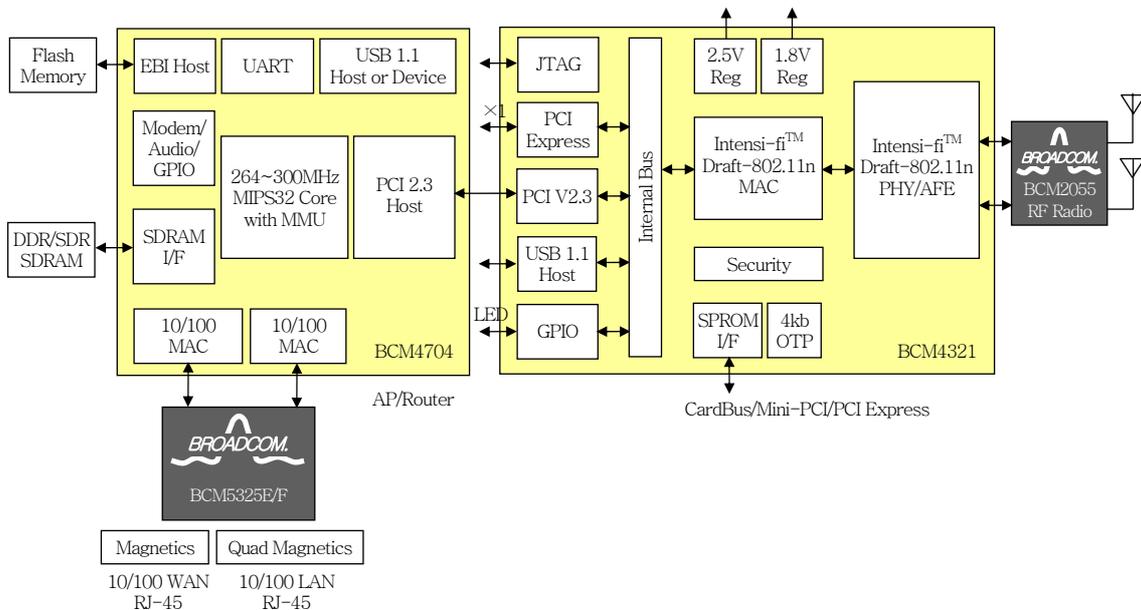
Intensi-fi™는 가정이나 오피스에서 voice, video, data application을 지원하는 차세대 Wi-Fi device를 가능하게 하는 무선연결과 성능을 지원하는 기술로 현재의 802.11a/b/g와 호환성을 갖는다. 현재 가능한 첫번째 Intensi-fi™ 칩셋에는 (그림 5)에서와 같이 BCM4321과 BCM2055가 있고, 이들의 특징은 다음과 같다.

- BCM4321 - draft-802.11n의 MAC와 base-band processor로 300Mbps 이상의 data rate를 제공하고 PCI, Cardbus, PCI-Express® hosts와 interface를 이루고 있다.
- BCM2055 - Broadcom의 fifth-generation 802.11 radio로 2×2, 3×3 또는 4×4 antenna configuration을 가지는 draft-802.11n 제품을

위해 동시에 spatial streams을 지원하기 위한 2.4GHz와 5GHz radio를 구성한다.

이 칩셋을 이용하여 EWC product family를 구성하였고 그 특징은 다음과 같다.

- All CMOS implementation of the world's most advanced system architecture for draft-802.11n networks
- Fully backwards-compatible with IEEE 802.11a/b/g legacy devices
- Allows cost-effective system design using low-cost PCB and single-sided assembly
- High-performance features across the Intensi-fi™ product line
- High-performance whole house wireless coverage
  - OneDriver™
  - SecureEasySetup™
  - SmartRadio™
  - WPA™/WPA2™
  - Cisco® compatible extensions(CCX4)



<자료>: 브로드컴사 홈페이지

(그림 5) 미국 브로드컴사의 BCM4321 and BCM2055 AP/Router 블록 다이어그램

- Full-rate Advanced Encryption Standard (AES) engine in hardware
- WMM for quality of service

## 2. Atheros - XSPAN Family

Atheros사는 WLAN 기술의 XSPAN family를 개발하고 있고 첫번째 칩셋 시리즈 AR 5008을 출시했다[13]. AR5008 solution은 세 개의 안테나를 통해 수신감도를 최대로 높일 수 있는 WLAN 칩으로 EWC 규격안을 기반으로 기존의 802.11g와 802.11a/g에 기반한 제품들에 비해 6배의 처리속도를 보이며 이는 물리계층에서 300Mbps의 속도를 가지고 실제 end-user에게는 150에서 180Mbps의 속도를 지원하는 것이다. Baseband와 MAC을 갖는 triple-radio 칩에 기반한 투 칩 솔루션으로 PCI와 PCI-express를 지원한다.

- Baseband/MACs
  - AR5416 with PCI host interface
  - AR5418 with PCI Express host interface
- Triple Radios
  - AR2133(3 Tx, 3 Rx, single-band 2.4GHz)
  - AR5133(3 Tx, 3 Rx, dual-band 2.4/5GHz)

새로운 EWC 규격안에 정의된 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 2.4/5GHz dual-band operation
- 40MHz channel mode operation, packet aggregation and packet bursting
- Transmit beamforming and maximal radio combining(MRC)
- Leading integration: a single-chip 2.4/5GHz dual-band device(AR2133, AR5122) with three complete transmitters and receivers

## 3. Marvell - 88W836X Family

IEEE 802.11n 표준화 과정에서 draft 표준안을 하나로 수렴하기 위한 여러 업체들이 모여 EWC을

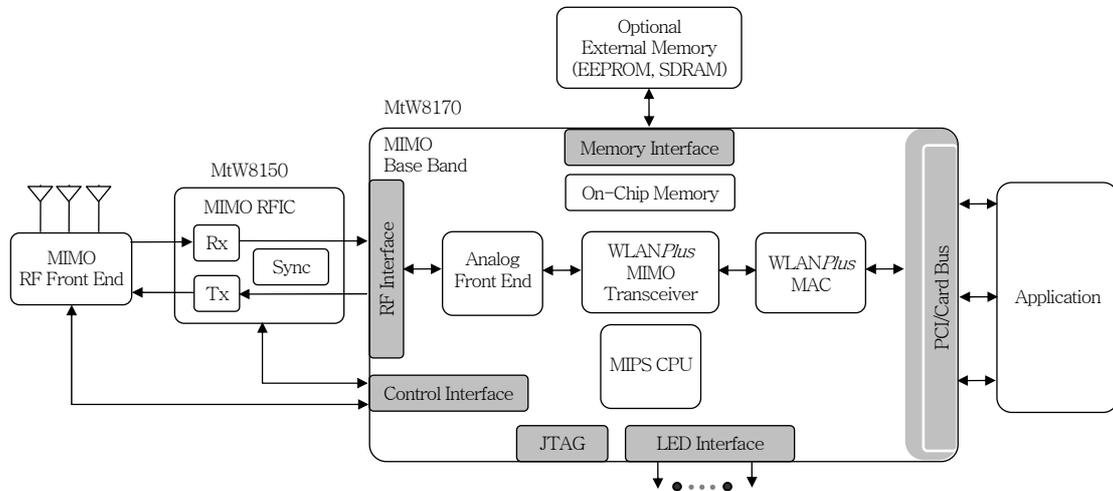
구성하였다. 참여업체 중 하나인 Marvell사는 EWC 규격안에 기반한 88W836X family를 2005년 10월 발표하였다[14]. Marvell사의 WLAN 칩셋 solution은 PCs, laptops, access points, routers, gateways 등을 목표로 300에서 600Mbps의 data rate를 갖고 넓은 영역을 제공한다. Solution은 baseband와 MAC solution으로 88W8360과 88W8361의 SoC를 포함하고 88W8060의 통합 회로 radio를 포함한다. 또한 PCI Express® mini card, dual band CardBus, Mini PCITM dual-band를 지원하고 있다.

## 4. Metalink - WLANPlus

Metalink사의 WLANPlus MtW8150은 세계 처음의 Real-MIMO RFIC로 소개되었다[15]. MtW8150은 MIMO을 사용하는 새로운 IEEE 802.11n 표준안을 지원하기 위해 두 개의 완벽한 RF channel을 채택하고 있으며, 4.9GHz에서 5.9GHz까지 주파수 대역에서 동작한다. 또한 legacy 802.11a와 802.11n과 공유 가능하다. 그 뒤를 이어 WLANPlus MtW8170은 802.11n 표준안을 목표로 Metalink의 Real-MIMO baseband와 MAC 칩으로 residential gateways, DTV, HDTV, set-top boxes, media adaptors, DVR, 휴대용 display appliance, 그리고 game console 등 다양한 제품을 위한 high-throughput wireless interface 이다. 이러한 high-bandwidth digital entertainment content를 지원하기 위해 MtW8170은 100Mbps 이상의 효율적 스트림을 가지고 MtW8150과 조합하여 (그림 6)에 서와 같이 Real-MIMO solution을 만든다.

WLANPlus의 주요 특징은 다음과 같다.

- Targeted at the emerging 802.11n standard Complete WLAN architecture in a two chip solution
  - RFIC MIMO chip(MtW8150)
  - Baseband MIMO PHY and MAC chip (MtW8170)
- 2×2 or 2×3 MIMO technology to deliver



(그림 6) Metalink사의 WLANPlus 블록 다이어그램

- extended throughput and quality of service
- System design with extensive support of A/V streaming applications
- Operation in the 4.9~5.9GHz band
- Increased range
- PHY bit rates of up to 243Mbps
  - Maximum bit rates achieved using channel-bonding(with 40MHz channels)
  - PHY bit rates of up to 135Mbps while using 20MHz channels
- Backwards compatibility with 802.11a
- Support of security schemes(WPA2, 802.11i)
- Support of Quality of Service schemes(Wireless Multi-Media(WMM), Scheduled Access(WMM-SA), 802.11e)
- Built-in support of PCI-family and other interfaces

## V. ETRI의 차세대 무선 LAN 칩셋 개발

### 1. ETRI의 칩셋 개발

ETRI는 지난 2005년 말에 270Mbps급 IEEE

802.11n 차세대 무선랜 표준을 적용한 모뎀 및 MAC FPGA 개발을 완료하고, 2006년 3월부터 2009년 2월까지 산업체와 공동으로 200Mbps급 IEEE 802.11n 모뎀 및 RF 칩셋 개발과제를 수행중에 있다. 상기에 설명한 바와 같이, 몇몇 선도업체들이 비록 IEEE 802.11n 규격을 모두 만족하는 것은 아니지만, 차세대 무선랜 칩셋을 2006년 초에 선보임으로써 적어도 2006년 하반기에 정식 버전을 내놓을 것으로 예상되어, ETRI에서도 그보다 앞서 칩셋을 내놓기 위한 계획을 진행하고 있다.

2006년도에는 우선 PCI 인터페이스를 갖는 모뎀 칩셋을 개발하고 2007년도에는 산업체와 공동으로 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 40MHz 대역폭에서 2×3 MIMO-OFDM 시스템으로 최대 전송속도 270 Mbps에 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 전송속도: 270Mbps
- 대역폭: 20/40MHz
- Multiple antenna: 2×3 MIMO
- 11a와 호환성 보장
- Forward error correction code: Convolutional encoder 1/2, 2/3, 3/4, 5/6
- Modulation: BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM
- Spatial stream 수: 1~2개
- Guard interval: 800ns

2 Tx 안테나를 사용하여 2 spatial stream을 지원하고 20MHz 대역폭에서 40MHz 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 100 Mbps 전송 속도를 지원하고 표준안에서 논의되고 있는 mandatory 기능을 모두 지원한다.

주요 특징은 다음과 같다.

- MAC SAP에서의 최대 전송속도: 130Mbps
- 802.11e: EDCA
  - Qos 지원(4개의 access category)
  - Block ack 데이터 전송
  - TxOP 전송
- 802.11n
  - Aggregation 데이터 전송
  - Enhanced block ack
  - LongNAV

이러한 특징을 갖는 시스템은 현재 FPGA를 통해 검증을 완료하여 2005년도에 멀티미디어 서비스를 이용한 시연을 통해 발표하였다. (그림 7)에서 보듯이 하나의 AP에서 3개의 STA을 지원하는 환



(그림 7) 차세대 무선 LAN 시스템을 이용한 1 AP, 3 STA 시연

경에서 실험이 이루어졌다. 현재 ASIC을 위한 작업을 진행중에 있으며 6월 Fab-in 예정에 있다.

## VI. 맺음말

802.11a/g에 이어 다양한 멀티미디어 서비스를 위한 초고속 무선랜 시스템을 위해 IEEE 802.11n 중심으로 high throughput에 대한 표준안화가 진행되었고, 현재 IEEE 802.11n에서는 draft 1.0 표준안을 2006년 3월 회의를 통해 발표하였다. 이는 수년 내에 high throughput을 요구하는 무선랜 칩셋 시장의 기대에 만족시킬 만한 200Mbps 이상의 전송속도를 보장하고 실제 end-user에게 100Mbps 이상의 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 이에 광대역 무선 칩셋업체는 앞다투어 draft 표준안에 기반한 칩셋을 선보이고 있고 표준안을 완성해가고 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 칩 등에 대한 대규모 시장 형성이 예상되고 있어 경제적 기대효과를 기대할 수 있다. 또한 선도기술 확보에 의한 기술 독점 배제 및 통신 시장 개방에 의한 가격 경쟁력 확보, 초고속 정보화 시대에 알맞은 무선 다중매체 시대로의 유도 등 사회적 기대효과를 예상할 수 있다. 이렇듯 향후 예측되는 수요에 대처하여 경제적, 사회적으로 발전을 도모할 수 있다.

## 약어 정리

A-MPDU	Aggregated MPDU
A-MSDU	Aggregated MSDU
AC	Access Category
BA	Block Acknowledgement
BPSK	Binary Phase Shift Keying
CDMA	Code Division Multiple Access
DA	Destination Address
DSL	Digital Subscriber Line
DVR	Digital Video Recorders
EDCA	Enhanced Distributed Coordination Channel Access
EWC	Enhanced Wireless Consortium
GF	Green Field
GI	Guard Interval
HCCA	Hybrid Coordination Channel Access
HT OFDM	High Throughput Orthogonal Frequency Division Multiplexing
LDPC	Low Density Parity Check
MAC	Media Access Control
MIMO	Multiple Input Multiple Output
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
SA	Source Address
SAP	Service Access Point
SoC	System on Chip
STBC	Space Time Block Codes
TXOP	Transmission Opportunity
VOD	Video on Demand
WLAN	Wireless Local Area Network
WWiSE	World Wide Spectrum Efficiency

## 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] IEEE 802.11 "Part 11: Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specifications," Aug. 1999.

[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," Sep. 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," Sep. 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] 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.

[7] 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.

[8] 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.

[9] 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.

[10] 민승욱, 최은영, 류득수, 이석규, "차세대 고정 및 이동 무선랜의 기술 동향," 통신학회지, 2005. 9.

[11] IDC Market analysis, Doc. No 33257, 2005.

[12] <http://www.broadcom.com/press/release.php?id=806361&source=home>

[13] <http://www.atheros.com/news/xspan.html>

[14] <http://www.marvell.com/press/pressNewsDisplay.do;jsessionid=DY363CFG0FV4JNP4H1Tgnv40V1yHWMX38b21YQGWTyDJLnsNhCpd!644652175?releaseID=544>

[15] [http://www.metalinkbb.com/site/app/products\\_WLAN\\_MtW8150.asp](http://www.metalinkbb.com/site/app/products_WLAN_MtW8150.asp)