

# 차세대 고정 및 이동 무선랜의 기술 동향

ETRI 민승욱, 최은영, 류득수, 이석규

차례

I. 서론

II. 차세대 무선 LAN PHY 기술

III. 차세대 무선랜 MAC 기술

IV. 이동 사용자를 위한 WLAN 기술

V. 결론

## 요약

향후 수년 내에 홈, 오피스 및 핫스팟 영역에서 초고속 멀티미디어의 서비스 수요가 폭발적으로 증가할 것으로 전망됨에 따라 IEEE 802.11에서는 200~500Mbps급의 차세대 초고속 무선랜 표준으로서 IEEE 802.11n의 표준안을 제정하는 작업을 진행하고 있다. 새로운 표준에는 무선통신의 다양한 기술들이 표준으로 채택될 전망이다. 논의되고 있는 기술들로는 물리계층에서의 다중 안테나의 사용, 송신 빔 형성, 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. 또한 차세대 무선랜은 차량용 통신 장치를 위한 고속 이동성을 보장하는 표준인 IEEE 802.11p

에 대한 논의도 함께 이루어지고 있다. 본 고에서는 표준회의에서 논의되고 있는 후보 기술들과 차세대 무선랜의 기술 동향을 살펴본다.

## I. 서론

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 11Mbps,

54Mbps 이다 [1,2,3]. IEEE 802.11a/g의 경우 최대 전송속도에서 사용자가 느끼는 실제 Throughput은 IEEE 802.11 MAC(Media Access Control) 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. 고품질 IPTV 등에서 요구되는 전송 대역폭은 20Mbps 정도이며, 이를 수용할 수 있는 홈네트워크에서는 IEEE 802.11a/g 보다 큰 대역폭이 요구되어져 왔다.

IEEE 802.11 Working Group에서는 이에 대한 요구에 부응하기 위하여 2002년부터 차세대 무선랜 기술 표준으로서 IEEE 802.11n Study Group 시작으로 2003년에 Task Group을 만들어 표준화 작업을 진행하여 왔다.

그 동안 여러 개의 Proposal 들이 나왔으나, 현재는 Intel, Agere, Qualcomm, Atheros, Samsung 등 25개 회사가 참여하는 TGnSync와 Broadcom, Conexant, Airgo, Motorola, Nokia, ETRI 등 19개 회사가 참여한 WWiSE (World Wide Spectrum Efficiency) 그룹 등이 남아서 표준화 작업을 진행 중에 있다 [5,6,7].

WWiSE와 TGnSync 그룹에서는 차세대 무선랜 기술의 핵심인 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) 등은 공통적으로 사용한다 [6,7]. 또한, 두 그룹 모두 IEEE 802.11a/g 표준과의 호환성 (Backward Compatibility)을 보장하고 있다.

본 고에서는 현재 표준화가 진행 중인 IEEE 802.11n과 802.11p를 중심으로 논의되고 있는 물리

계층과 MAC 계층의 전반적인 기술들을 살펴봄으로써 차세대 무선랜 기술 동향을 살펴보고자 한다.

## II. 차세대 무선 LAN PHY 기술

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 규격을 논의하고 있으며, 이중 가장 많은 지지를 받고 있는 TGnSync와 WWiSE, 두 그룹으로 크게 나뉘어 규격을 완성해 가고 있다. 이 두 그룹에서 포함하는 proposal의 중요한 특징을 기존의 11a/g와 비교한 것은 표1과 같다.

Proposal에는 mandatory(M) mode와 optional(O) mode가 있으며, mandatory의 경우 반드시 시스템에 포함되어야 하는 기술이고 optional의 경우 선택적으로 시스템에 적용 가능한 기술이다.

### 1. WWiSE

WWiSE의 경우 4개의 spatial stream을 사용하여 최대 540Mbps까지 지원 가능한 시스템을 만들고자 한다.

이 시스템은 11a/g와 호환이 가능하며 다중안테나 기술을 활용한 다양한 방식의 MIMO-OFDM을 채택하고 있으며 20/40MHz의 대역폭을 사용한다. 20MHz 대역폭의 경우 64개의 부반송파중에 54개의 data와 2개의 pilot 정보를 가지고 있으며 2개의 pilot을 사용함으로써 overhead를 줄여 throughput을 향상시켰다. 이러한 구조의 부반송파 할당 방식은

〈표 1〉 TGNsync와 WWISE 제안규격 비교


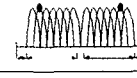
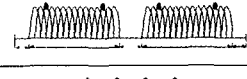

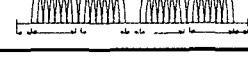
전송방식	11a/g		WWISE		TGNsync
최대전송 속도(Mbps)	54	M	135	M	130
		O	540	O	720
대역폭 (MHz)	20	M	20	M	20
		O	40	O	40
11a/g 호환성			보장		보장
Multi Antenna 기법	single antenna	M	2 Tx MIMO	M	2 Tx MIMO
		O	3,4Tx-MIMO, Tx BF, STBC	O	3,4Tx-MIMO, Tx BF, STBC
Channel coding	Conv. (1/2, 2/3, 3/4)	M	Conv. (1/2,2/3, 3/4,5/6)	M	Conv. (1/2,2/3, 3/4,5/6)
		O	LDPC(1/2,2/3, 3/4,5/6)	O	LDPC(1/2,2/3, 3/4,5/6)
ASIC 개발일정	2002년	2006년 말 ~ 2007년 초		2006년 말 ~ 2007년 초	
Modulation 방식	BPSK		BPSK,QPSK		BPSK QPSK
	QPSK	M	16QAM	M	16QAM
	16QAM		64QAM		64QAM
Guard Interval(us)	0.8		256QAM	O	256QAM
			0.8	M	0.8
				O	0.4
참여기업		Airgo, Broadcom, Buffalo, ETRI ST, Conexant, TI Nokia등 19업체		Agere, Atheros Cisco, Qualcomm Nortel, Samsung Intel등 25업체	

표2에서와 같이 두 그룹간의 차이를 보이고 있다. WWise에서는 optional mode로 STBC, Tx Beamforming(BF), 그리고 LDPC를 채택하여 성능을 개선하려 하였으며, 40MHz 대역폭을 사용하여 전송속도를 향상시키고자 한다.

## 2. TGNsync

TGNsync 그룹은 시스템 업체들이 중심이 되어 결성된 그룹으로 Intel, Nortel, Cisco System, Samsung, Agere, Atheros, Qualcomm 등 25개 업체가 참여하고 있다. TGNsync에서 제안한 구조 또한 11a/g와 호환이 가능하도록 설계되었으며 물리계층에서 mandatory mode에서 최대 130Mbps이고 optional mode에서 4개의 spatial stream을 사용하여 최대 720Mbps의 전송속도를 갖는다. 20MHz 대역모드에서 부반송파 52개의 data와 4개의 pilot으

〈표 2〉 TGNsync와 WWise 제안 규격의 OFDM 부반송파 할당방식 비교

	BW(MHz)	FFT size	Subcarrier range
11a/g	20	64	
WWise	20	64	
	40	128	
TGNsync	20	64	
	40	128	

로 할당하여 사용하고 40MHz 대역모드에서는 106개의 data와 6개의 pilot으로 할당하여 사용한다. 또한 256-QAM 변조 방식과 Short GI(Guard Interval)을 optional로 두어 최대전송속도를 720Mbps까지 가능토록 하였다. TGNsync에서도 성능개선을 위해 STBC, Tx beamforming, LDPC 기술과 throughput 개선을 위한 40MHz 대역폭 확장을 optional로 채택하고 있다.

TGN 내의 두 그룹에서 진행하고 있는 11n 규격에서는 11a/g 시스템과의 호환성을 위한 정보와 optional mode를 지원하기 위한 정보를 Preamble에 추가함으로 인해 overhead가 증가하게 된다.

무선 LAN 시스템의 성능개선과 throughput 향상을 위해 다양한 기술들이 제시되고 있으며 이러한 기술들을 Mandatory 또는 Optional로 채택하여 규격에 반영하려하고 있다.

## 3. 주요 후보 기술

TGN 내에서 성능개선과 throughput 향상을 위해 논의되고 있는 주요후보기술들은 다음과 같다.

- 대역폭의 증가없이 다수의 안테나를 이용하여

spectral efficiency를 높이고자 SDM(Spatial Division Multiplexing) 방식은 서로 다른 데이터 서로 다른 안테나를 이용하여 전송함으로써  $n$ 개의 안테나를 이용하여  $n$ 배의 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 높이고자하는 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 수신 신호 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 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 throughput을 2배로 끌어 올릴 수 있어 optional mode로 채택하고 있다.
- Short GI은 기존의 800ns의 GI(Guard Interval)을 절반인 400ns만 사용하여 throughput을 향상시키고자 TGnSync에서

optional mode로 제안하고 있다.

- 256-QAM modulation 방식은 64-QAM을 넘어 256-QAM을 사용하여 한 심볼에 포함되는 데이터의 정보량을 늘려 throughput을 개선하려 사용되며 optional mode로 채택되어 있다.

### III. 차세대 무선랜 MAC 기술

TGn의 MAC 규격은 효율성(Efficiency), 속도 적응성(Rate adaptation), 호환성(Interoperability)지원을 기본으로 한다. 이와 같은 목적을 위하여, 11n의 WWiSE와 TGnSync의 MAC 규격에서는 공통적으로 효율성과 속도 적응성 지원을 위하여 프레임 Aggregation과 BA(Block Ack)을 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 [5,6,7].

WWiSE에서는 기본적으로 위와 같은 원칙을 바탕으로, 표준화(Standardization), 제품화(Productization), 호환성(Interoperability)으로의 빠른 진행을 위하여 단순함(Simplicity)을 강조한다[5,6]. 이를 위해 높은 복잡도를 유발하면서 상대적으로 작은 성능 향상을 가져오는 방법은 피한다. WWiSE는 이러한 원칙 하에서 TGn의 고성능 보장을 위하여 다음과 같은 기능들을 제안한다.

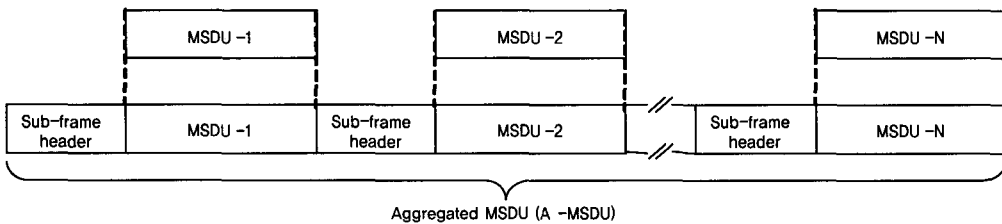
WWiSE의 MAC 계층의 Aggregation 방안으로는 A-MSDU(Aggregated MSDU)와 A-PPDU(Aggregated PDU) 방식이 있다. A-MSDU는 우선순위(Priority)가 같고, 동일한 DA(Destination Address)로 향하는 다수의 MSDU를 하나의 MSDU로 Aggregation하는 방법이며, A-PPDU는 하나 이

상의 PPDU를 Aggregation하여 구성한다. A-MSDU 내의 각 MSDU는 MSDU 길이, SA(Source Address), DA로 구성되는 Sub-Frame 헤더에 의해서 구분된다. 구성된 A-MSDU는 일반 MSDU와 동일하게 취급되어 프래그멘테이션이 수행 될 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. WWiSE의 A-MSDU 기법을 지원하기 위해서는 Legacy MAC-PHY의 인터페이스에 별도의 수정이 필요 없어서, 비교적 구현이 용이하다.

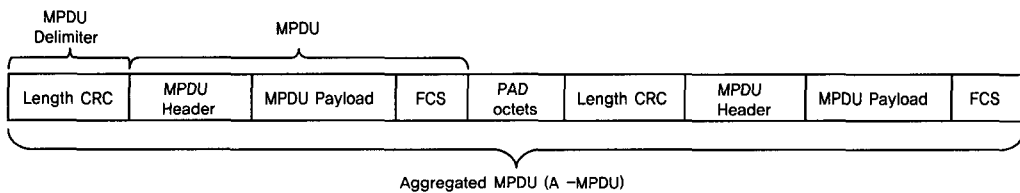
WWiSE의 A-MSDU와 비슷한 방법으로 TGnSync에서도 MAC 계층의 상위부에서 동작하는 A-MSDU 구성을 정의한다. TGnSync에서는 A-MSDU 방법과 더불어 MAC 계층의 하위부에서 위치하여 하나 이상의 MPDU를 Aggregation하여 하나의 PPDU로 구성

하는 A-MPDU(Aggregated MPDU) 방식을 정의한다. A-MPDU의 길이는 해당 프레임의 우선순위에 따른 AC(Access Category)의 TXOP(Transmission Opportunity) 기간 동안에 전송 가능한 사이즈로 제한된다. 이와 같은 TGnSync의 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 있다기.

WWiSE MAC 계층의 Aggregation의 또다른 방식인 A-PPDU는 HTP(High Throughput PHY) 버스트 전송시에 사용된다. HTP 버스트 전송은 한번의 매체 접근에 의하여 서로 다른 DA로 향하는 다수의 프레임(PPDU)을 전송할 수 있는 방법이다. 이때, A-PPDU는 중복된 PLCP 헤더를 포함하여, A-PPDU내의 각 PPDU(MPDU)는 각기 다른 Rate으로 전송될



(그림 1) 제안된 A-MSDU 구조



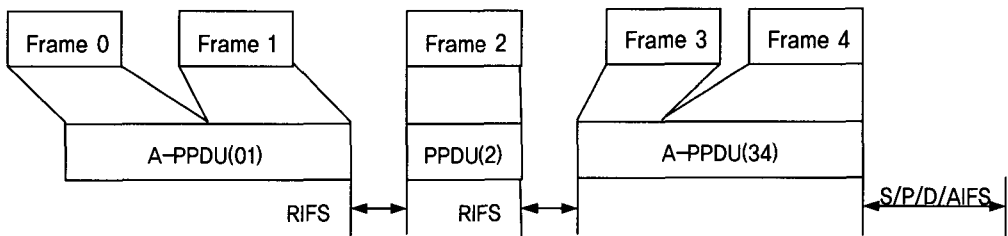
(그림 2) 제안된 A-MPDU 구조

수 있다. 또한, HTP 버스트 송신시 전송 PPDU 간의 IFS(Inter Frame Space)로 RIFS(Reduced IFS)를 사용하여 성능 향상을 도모한다. 동일한 TXPWR\_LEVEL로 전송되는 프레임들이 하나의 A-PPDU로 구성되고, Power adaptation 동작 지원을 위하여 직전의 PPDU와는 다른 TXPWR\_LEVEL로 다른 목적지로 향하는 PPDU를 전송하기 위하여 2 usec의 RIFS를 사용한다. 이와 같은, WWiSE의 HTP 버스트 전송을 지원하기 위해서는 Legacy MAC-PHY간의 인터페이스에서 새로운 프리미티브 디자인이 필요하다.

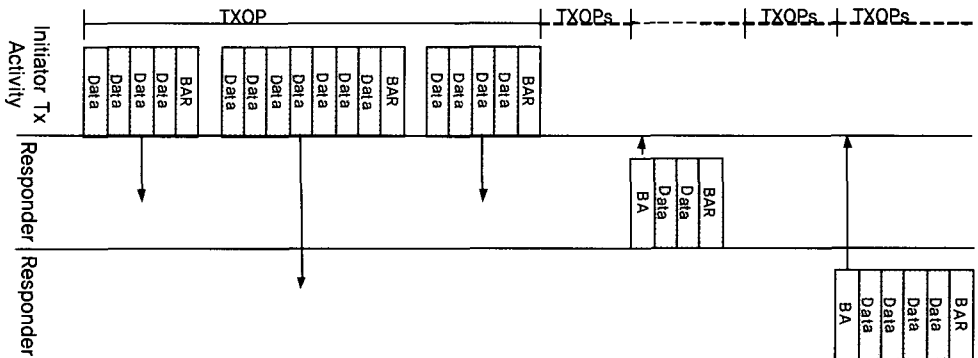
WWiSE MAC은 기본적으로 BA(Block Acknowledgement) 정책을 사용하는 것을 원칙으로 한다. A-PPDU의 BA 방식은 Block Ack-No Ack 정책의 향상된 BA(enhanced BA)방식이다. 즉, 수신한 각

PPDU에 대한 Ack은 별도로 수행하지 않고, PPDU 내의 BAR에 대한 응답 BA(Block Ack response) MPDU만을 전송하는 방식이다[5,6].

또한, WWiSE의 BA 동작에서는 A-PPDU의 BAR(Block Ack Request) 수신 후에, 자신의 다음 TXOP 구간에서 BA MPDU를 전송하는 “Delay” Ack방식을 지원한다. 이와 같은 WWiSE의 “Delay” Ack방식은, 수신한 A-PPDU내의 다수의 MPDU에 대한 해석 과정을 수행하고, 이에 대한 BA MPDU를 생성하기 위한 충분한 시간을 갖도록 함으로써, 재시간에 정확한 BA MPDU를 전송하지 못하여 발생하는 패킷 손실을 예방한다. 또한, A-PPDU의 재전송 과정시에는 A-PPDU의 각 MPDU를 선택적으로 재전송할수 있도록 하여, 하나의 A-PPDU손실에 의한 효율성 감소를 최소화 한다.



(그림 3) 제한된 HTP 버스트 전송 방식



(그림 4) 제한된 BA(Block Ack) 동작

TGnSync에서의 BA는 방식은 BAR 수신 후, SIFS 시간후에 BA MPDU를 전송하는 “immediate” Ack 방식을 채택한다. TGnSync에서 제안하는 포맷인 A-MPDU를 수신한 후, A-MPDU의 각 MPDU 변별자(Delimiter)에 대한 Scan 과정을 수행하는 과정에서 다수의 체크섬(Checksum)과정의 프로시저를 별도로 필요로 한다. 따라서, TGnSync의 이와 같은 “immediate” Ack방식은, A-MPDU를 수신한 곳에서 BAR에 대한 BA MPDU를 재시간에 구성하여 응답하도록 하기 위해서는 구현시 높은 복잡도가 예상된다.

#### IV. 이동 사용자를 위한 WLAN 기술

앞서 언급한 바와 같이, 고정 사용자 환경에서 200~500Mbps급의 전송속도를 갖는 초고속 무선 LAN의 표준화가 진행되고 있는데 반하여, 고속으로 이동중인 사용자가 무선 인터넷 서비스는 물론 공공의 안전을 위해 교통 정보등을 제공하는 텔리매틱스 서비스를 제공하기 위하여 지난 2004년 7월에 IEEE 802.11 WG이 802.11 WAVE (Wireless Access for Vehicle Environment) SG (Study Group)를 승인 하면서 2006년 말에 표준화를 완료한다는 목표아래 WAVE TG (Task Group) p가 결성되었다. WAVE는 반경 1km 내외에서 200km/h로 이동중인 차량간 그리고 130km/h로 이동중인 차량이 노변의 AP(Access Point)와 통신의 연속성과 안전성을 보장하는 개념으로 최대 전송속도는 27(옵션은 54)Mbps를 지원한다. 이때 채용되는 시스템은 PHY는 802.11a를 그리고 MAC은 802.11e를 기반으로 하여 PHY는 10MHz 대역에서 802.11a 규격을 그대로 채택하고 있고, 이동중인 차량의 안전성을 고려한 서비스를 위하여 일부 채널을 우선적으로 할당해주

는 방식으로 인해 MAC은 일부 프로토콜이 수정되었다. 802.11p는 5GHz 대역 중에 5.850~5.925GHz 대역을 먼저 대역으로 할당하고 송출 출력도 높여서 사설망으로서의 서비스는 물론 공공 안전을 위한 서비스도 겸하게 된다.

##### 1. 표준화 동향

미국의 자동차 공업협회와 무선랜 제조업체 등이 참여하여 미국 ASTM (American Society of Testing and Materials)이 기 제정한 DSRC 표준을 IEEE 802.11로 가져와 국제 표준화를 위한 발판을 마련하게 되었다. 이들은 2004년 5월에 PAR (Project Authorization Request) 문서를 IEEE 802위원회에 제출하고 2004년 7월에 승인을 받아 TG을 구성하였다. TGp는 5GHz 대역을 사용하는 IEEE 802.11a 근간으로 하고 대역폭 10MHz에서 최고 27Mbps 데이터를 전송하도록 정의하고 있다. 2004년 11월부터 2005년 7월 모임까지 격월로 WG 우편 투표를 위한 802.11p 수정안을 마련하기 위하여 표준화 회의가 열렸다. 일본 내 IEEE 11 동작을 위한 표준안인 IEEE 802.11j 와 본 표준안이 불일치되지 않도록 검토하고, 제안된 MAC 개선안의 Ad-Hoc 기능 점검 보고서 제출되어 검토되는 일 등이 진행되었다. 현재 초안 D0.22 가 검토되었고 검토 의견을 반영하여 2005년 8월5일까지 또 다른 초안이 편집될 것이고, 이에 대한 검토 의견은 다음 회의에서 검토할 수 있도록 동년 9월5일까지 초안 편집자에게 제출하도록 요청하고 있다.

##### 2. 5 Criteria

802.11p는 여타의 TG와 마찬가지로 5 Criteria를 규정하였는데, 이를 요약하면 다음과 같다:

- 대형 시장 가능성: 몇 개의 최대 자동차 제조업체가 빠르면 2008년도 모델 신차부터 본 표준안을 포함시킬 계획을 추진하고 있다.
- 호환성: IEEE 802.11a를 근간으로 하는 현존 ASTM (American Society for Testing and Materials) 국제 표준안 E2213-03이 새로운 사업의 기본이 될 텐데, 여기에 현재의 IEEE 802.11 과 호환성을 이루도록 DSRC 요구안을 만족시키는 필수 특이점들을 정의한다.
- 뚜렷한 정체성: WAVE 시스템은 현재의 802.11 시스템과 다르게 이용될 것이다. 이 차이점들은 교통과 물리적, 운용 환경이 다르기 때문이고, 차량과 안전에 관련된 서비스이기 때문에 특별히 그렇다.
- 기술적 구현 가능성: 광범위한 일련의 시험과 모의실험이 이미 이루어졌다. 이런 노력으로 구체적인 요구사항을 검증하였고, 필수 기능과 성능 요구사항들(이를테면, 전달 지연 등)이 만족될 수 있음을 확인하였다.
- 경제적 실현 가능성: 802.11a 칩 메이커들이 현재의 칩 설계에 최소한의 변경으로 현재의 ASTM 국제 표준안 E2213-03 이 확실히 구현될 수 있도록 ASTM 국제 위원회와 협력하고 있다.

### 3. 상이한 시스템 구조

802.11p는 무선 인터넷 서비스는 물론 공공 안전 서비스와 제한적인 사설 안전 서비스도 고려해야 하므로 여타의 통신 시스템과 다른 구조를 보여주고 있는데, 이는 다음과 같다:

- Communications with high speed Vehicles : 이 규격은 MAC 과 Air Interface 를 정의하며 정확한 정보를 고속으로 이동하는 자동차에 장착된 통신장비를 이용하여 전달하는 것을 목적

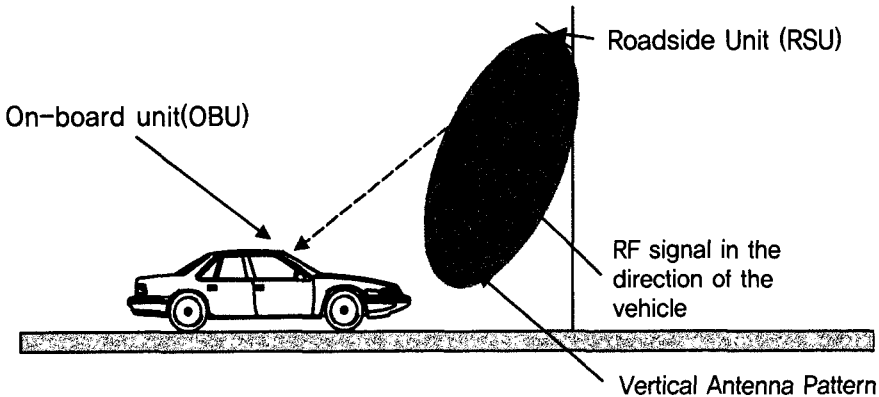
으로 한다. 이러한 통신은 다른 장치들과의 통신들도 포함할 수 있다

- 도로변이나 도로의 위에 고정된 장치
- 고속으로 이동하는 다른 자동차에 부착된 장치
- 정지상태의 자동차에 부착된 장치
- Portable 혹은hand-held 기기

또한 정지 혹은 저속의 이동체와 도로변이나 도로에서 벗어난 지역에서 사용되는 고정 혹은 portable 장치간의 사설 혹은 공중 목적의 통신을 위한 목적으로 사용된다. 현재 IEEE802.11 은 정지상태 혹은 저속으로 이동하는 장치간의 통신을 규정하고 있다. 고속 이동체와의 통신은 북미의 고속도로 상에서의 일반인 혹은 비상차량들간의 통신을 포함한다. 저속통신은 보행 혹은 달리는 상태의 통신을 의미한다.

- High Velocity Communications : WAVE 기기는 137km/h 의 속도로 이동하는 자동차간 정보를 주고 받을 수 있어야 하며 이때 PSDU (Phy Service Data Unit) 길이가 1000B(byte) 인 패킷통신의 경우 PER (Packet Error Rate) 이 10% 보다 작아야 한다. 또한 200km/h 로 이동하는 자동차로 정보를 주고 받을 때에는 PSDU 길이가 64B 의 패킷사용시 10% 이하의 PER 를 만족해야 한다.
- OBU's and RSUs : 이동 차량에 사용되는 기기를 차량탑재장치 OBU(On-Board Unit) 이라 하고, 노변에 있는 access point 를 RSU (Roadside Unit) 이라고 한다.
- Channel Access Strategy : 동적인 통신환경을 수용하며 공공안전을 위한 통신에 우선순위를 제공하기 위하여 WAVE는 기존의 IEEE 802.11 기기와는 다른 채널접속 방법을 사용한다. 이러한 추가적인 시스템관리 방법은 향후 작성될 IEEE Control Channel and Service Channel





(그림 5) RSU Communicating With an OBU

Standard 에 명시될 것이다.

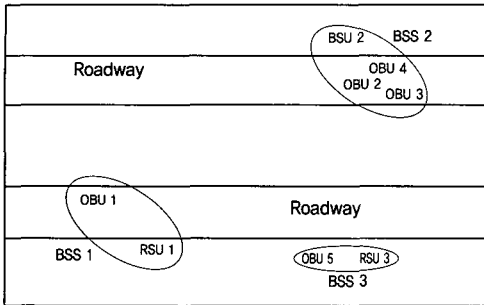
- Control Channel and Service Channels : Control channel 과 Service channel 의 구분, 우선순위 접속 체계, 이동 중 mandatory service channel 사용의 시간제한 등을 규정
- Priority Transmissions: WAVE 전송은 여행자에게 안전관련 정보전달을 우선순위에 놓는다. 이러한 시스템의 구현을 위하여 IEEE 802.11e 규격을 따른다.
- Power Control : WAVE 전송을 위한 송신전력에 대한 제어는 그 전송의 목적과 원활한 통신을 위하여 필요한 거리에 따라 결정되며, 공공안전을 위한 통신은 사설목적의 경우보다 더 높은 송신전력이 허용된다.
- Unique Ad-Hoc Mode : WAVE는 고유의 Ad-Hoc mode 를 default 동작 mode로 사용한다. Control channel 에서는 유일한 동작 mode 로 사용된다. 이 mode 에서는 BSSID 가 0으로 setting 되고 beacon 이 사용되지 않는다. OBU 는 메시지 혹은 Application을 위한 Announcement 그리고 데이터 교환을 위한 채널할당을 위하여 control channel 을 수신하지만 Scan 은

하지 않는다. WAVE Ad-Hoc mode 에서는 IEEE 802.11 의 management frame 을 수신하고 ACK (Acknowledge)를 하지만 이러한 frame 에 대하여 action 을 취하지는 않는다.

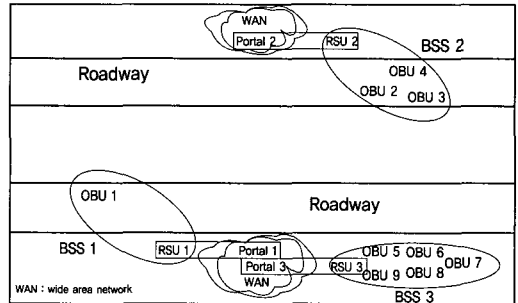
- Ad-Hoc Communication Networks : 둘 이상의 차량들 상호간에 정보 전달 필요성이 있을 때 활성화되어 무작위로 통신을 한다. 통신 필요성이 있는 한 Ad-Hoc 네트워크는 존재한다. 이 네트워크는 기존 깔려 있는 기반 통신설비에 의하여 지원받는다.
- Standard Reference Location : RF power 와 감도 그리고 안테나 패턴은 자동차의 규정된 위치를 기준으로 하며 이러한 위치에 대한 규격은 승용차의 경우 전면 bumper 를 기준으로 하며 상용차의 경우도 이에 상응하는 위치를 기준으로 한다. Annex J 에 Power 와 안테나에 대한 calibration factor 에 대한 규정을 명시한다.

#### 4. 시스템 구현

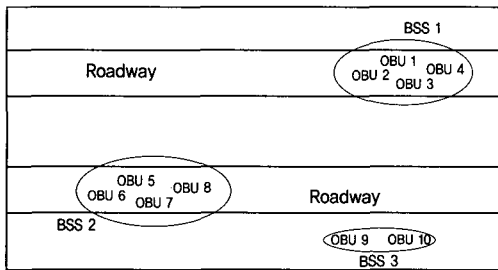
WAVE 통신은 (그림 6, 7)에 나타나 있듯이 RSU 와 OBU 들 간에 이루어지거나 (그림 8)에 나타나 있



(그림 6) Basic Service Sets With RSUs and OBUs



(그림 8) Connecting OBUs to WANs



(그림 7) Basic Service Sets With OBUs Only

여 WAN 과 차량내의 네트워크간의 통신을 포함한다(그림 9, 10, 11)

WAVE 기기는 WAVE Ad-Hoc mode 를 구현하고 FCC가 할당한 5.850-5.925GHz 대역의 ITS-RS 에서 동작하도록 Annex H 에서 규정한 상태로 초기화 된다.

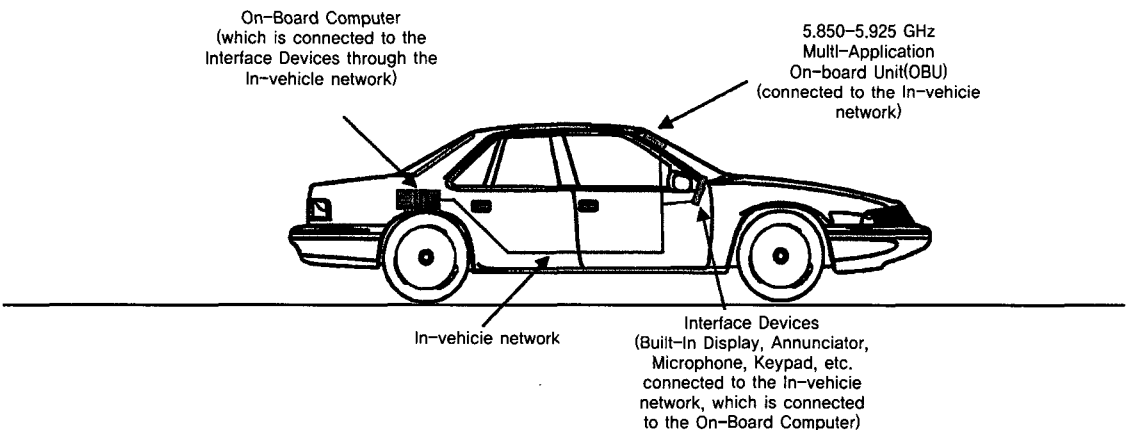
듯이 OBU 간에 이루어진다.

WAVE 통신은 RSU portal 을 이용하여 WAN (Wide Area Network)과 연결될 수 있다(그림 8).

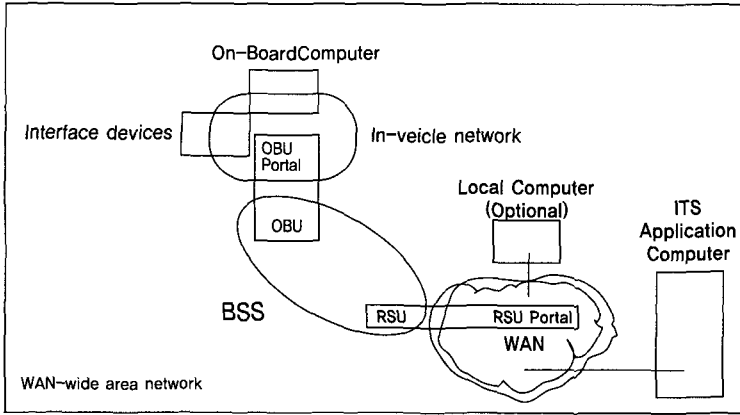
WAVE 통신은 OBU 와 RSU 의 portal 을 사용하

## V. 결 론

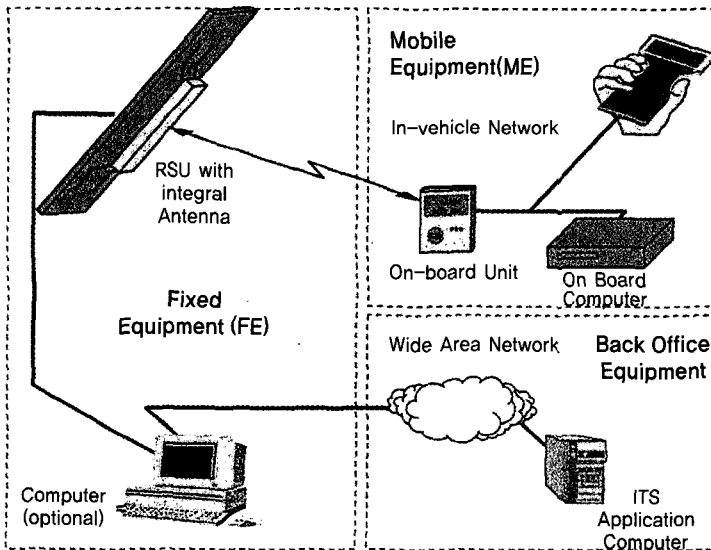
앞에서 살펴본 바와 같이 차세대 초고속 무선랜의



(그림 9) Connecting an OBU to an In-vehicle Network



(그림 10) BSS Connects Onboard Computer Through the WAN to the ITS Application



(그림 11) Connecting a Remote ITS Application to Onboard Systems

표준으로 IEEE 802.11n에 유력한 후보로 거론되는 WWiSE그룹과 TGnSYNC그룹의 제안들은 기술적인 측면에서 유사한 점이 많다. 무선랜 칩 개발회사들이 다수 참여하고 있는 WWiSE 그룹은 실제구현 기술 및 상품화 기술측면에서의 장점을 가진다고 말할 수 있으나, 그 차이 또한 크지 않아서 표준화 과정을 통하여 조만간 양 그룹 간의 융화된 (Harmoniz-

ed) 기술의 출현이 기대되고 있다.

최근 2005년 7월 회의에서 본격적으로 논의되고 있는 양 그룹에서의 Joint Proposal 과정은 2005년말로 예정되어 있는 Draft의 출현에 대한 기대를 밝게 하고 있다.

Telematics 응용 분야에서의 활용성이 기대되는 IEEE 802.11p 기술은 고속으로 진행되는 차량의 통신을 지원하며, fast handoff 등과 결합하여 coverage, 높은 데이터 전송률 등으로 진화하여 연체, 어디서든 통신이 가능한 유비쿼터스 환경의 출현을 앞당길 기술로 받아들여지고 있다.

### [참고 문헌]

[ 1 ] 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.

[ 2 ] 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.

[ 3 ] 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.

- [ 4 ] IEEE 802.11 "Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications" Aug., 1999.
- [ 5 ] 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.
- [ 6 ] 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.
- [ 7 ] 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.
- [ 8 ] 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.
- [ 9 ] <http://www.ieee802.org/secmail/doc00307.doc>
- [10] <http://grouper.ieee.org/groups/sec32/dsrc/america/>
- [11] <http://grouper.ieee.org/groups/scc32/dsrc/worldwide/index.html>
- [12] <http://grouper.ieee.org/groups/802/11/->TP>



**민승욱**

1987년 서울대학교 제어 계측공학과 졸업  
 1990년 KAIST 전기 및 전자공학과 석사  
 1999년 Polytechnic Univ. at Brooklyn, NY, USA, 전자공학과 박사  
 관심분야 : WLAN system, CDMA system cell planning, Propagation Modeling



**최은영**

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



**류득수**

1983년 한양대학교 전자공학과 졸업  
 1985년 KAIST 전기 및 전자공학과 석사  
 1985년 ~ 현재 한국전자통신연구원 차세대무선 LAN연구팀  
 관심분야 : MIMO/OFDM 신호처리 및 모델 설계, WLAN/CDMA 시스템 설계



**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 이동통신연구 단 차세대무선LAN연구팀 팀장  
 관심분야 : MIMO-OFDM, MUD, WLAN