

차세대무선랜 기술 및 표준화 동향

A Trend to Next-Generation Wireless LAN and Standardization Activity in
IEEE 802.11

이동통신과 방송기술 개발 현황 특집

이제현 (J.H. Lee)

차세대무선랜연구팀 선임연구원

이석규 (S.K. Lee)

차세대무선랜연구팀 팀장

목 차

-
- I. 서론
 - II. 802.11n 동향
 - III. 802.11 VHT SG 회의
 - IV. 802.11 VHT SG 핵심 내용
 - V. 국내외 기술 동향
 - VI. 결론

2007년 3월부터 WFA에서 시작된 “Wi-Fi CERTIFIED™ 802.11n Draft 2.0” 인증을 통해 현재까지 180가지가 넘는 제품이 출시되고 있는 가운데 이러한 시장의 상황을 반영하듯 여러 매체를 통해 IEEE 802.11n이 2008년의 핫이슈로 등장하고 있다. 하지만 차세대무선통신의 기술적인 로드맵을 선도하고 있는 ITU-R WP8F의 IMT-Advanced에서 요구하고 있는 보행시 1Gbps까지 가능하게 하는 기술을 2010년까지 제공한다는 측면에서는 IEEE 802.11n의 성능이 못 미치는 게 사실이며, 이러한 상황을 반영해 IEEE 802.11 내부에서 IEEE 802.11n의 후속으로 보행시 Gbps급의 전송 속도를 지원하는 새로운 기술에 대한 표준화 작업에 대한 논의가 꾸준히 있어 왔고, 그 결과 2007년 5월 정식으로 이를 위한 Study Group이 만들어져 작업에 들어갔다. 본 고에서는 이러한 IEEE 802.11에서의 표준화 활동을 중심으로 차세대무선랜에 대한 응용 분야, 관련 기술, 표준화 작업 내용에 대해 살펴보고자 한다.

I. 서론

IEEE 802.11n 제품이 2008년을 기점으로 시장에 널리 퍼지고 있으며 2009년 표준화가 마무리되는 시점엔 폭발적으로 그 수요가 늘 것으로 예상되는 가운데 이와 더불어 현재 Gbps급의 무선랜에 대한 연구 또한 활발하다.

일부에선 IEEE 802.11n의 성능, 커버리지 등이 기존에 비해 대폭 향상되어서 향후 2010년까지도 충분히 살아 남을 것으로 예상하고 있으며, Gbps급의 무선전송 기술을 필요로 하는 응용분야에 대한 논란도 여전히 있는 상황이다.

하지만 차세대무선통신의 기술적인 로드맵을 선도하고 있는 ITU-R WP8F의 IMT-Advanced(이하 IMT-Adv)에서 요구하고 있는 보행시 1Gbps까지 무선 전송을 가능하게 하는 기술을 2010년까지 제공한다는 측면에서는 기존의 IEEE 802.11n의 성능이 못 미치는 것이 사실이며, 이러한 상황을 반영해 IEEE 802.11 내부에서는 IEEE 802.11n의 후속으로 보행시 Gbps급의 전송 속도를 지원하는 새로운 기술에 대한 논의가 꾸준히 있어 왔으며 그 결과 2007년 5월 정식으로 이를 위한 Study Group이 만들어져 표준화 작업에 들어갔다[1].

본 고에서는 이러한 IEEE 802.11에서의 표준화 활동을 중심으로 차세대무선랜에 대한 응용분야, 관련 기술, 표준화 작업 내용에 대해 설명하고자 한다.

본 고의 구성은 다음과 같다. II장에서는 2008년 핫이슈로 부각되고 있으며 2008년 3월에 최종본이라 할 수 있는 Draft 4.0이 나온 IEEE 802.11n에 대해 기술, 시장 측면에서의 현재 상황에 대해 살펴보고, III장에서는 2007년 초부터 IEEE 802.11에서 진행되어 온 차세대무선랜 관련한 표준화 작업에 대해 상세히 살펴보고, IV장에서는 이러한 표준화 작

업의 핵심 내용을 간단히 정리하고, V장에서는 Gbps급의 무선전송 기술과 관련한 국내외 기술 동향에 대해 살펴보고, 끝으로 IEEE 802.11에서의 표준화 작업에 대한 분석과 전망으로 결론을 맺고자 한다.

II. 802.11n 동향

1. 표준/인증/시장 동향

지난 2008년 3월 27일에 Draft IEEE 802.11n D4.00을 발표하고 Letter Ballot에 들어간 IEEE 802.11n은 2009년 7월에 표준을 최종 발간하는 것을 목표로 현재 Sponsor Ballot을 준비하고 있다[1].

IEEE 802.11n은 MIMO, LDPC, Aggregation 등의 핵심 기술을 활용하여 기존 IEEE 802.11a에 비해 PHY에서의 최대 성능을 54Mbps에서 600Mbps로 11배 가까이 대폭 끌어 올렸으며, 더불어 동작 범위를 대폭 늘렸고 신호의 품질 또한 향상시켰다. 때문에 최근 이슈가 되고 있는 Full-HD급 동영상을 무선으로 재생할 수 있는 기술로 기대되고 있다.

이러한 비약적인 성능 발전에 대한 시장의 기대를 반영해 Wi-Fi Alliance(이하 WFA)는 2007년 3월부터 IEEE 802.11n D2.0에 기반한 “Wi-Fi CERTIFIED™ 802.11n Draft 2.0” 인증을 부여하기 시작했으며 3월 현재까지 180개가 넘는 제품에 인증을 부여했다[2].

또한 수많은 전문가들도 IEEE 802.11n의 수용에 매우 긍정적이며, 전세계적으로 많은 지자체, 학교에서 IEEE 802.11n을 이용한 망을 구축하고 있고 이를 반영하듯 수많은 매체에서 2008년의 핫이슈로 IEEE 802.11n을 제일 먼저 꼽고 있다.

2. Post-802.11n

하지만 위와 같은 IEEE 802.11n의 성능에도 불구하고 WFA의 분석에 의하면 압축되지 않는 비디오, 예를 들어 1920×1080pixels, 24bits/pixels,

● 용어해설 ●

IEEE 802.11n: 기존 25Mbps인 무선랜 속도를 동영상 전송에 적합한 100Mbps 이상으로 높은 무선랜 기술로 전송 속도가 150~300Mbps, 거리도 최대 120m에 달한다.

초당 60프레임 정도의 1080p급 비디오를 전송하려면 3Gbps급의 전송 속도를 필요로 한다. 즉 IEEE 802.11n에서 제시하는 이론적인 PHY에서의 최대 성능 600Mbps는 이미 이러한 요구사항을 만족시킬 수 없다는 얘기다. 게다가 IMT-Adv에서 제시하고 있는 보행 시의 1Gbps급의 무선전송에도 미치지 못한다.

ITU-R WP8F에 의해 주도되고 있는 미래 무선 전송 시장에 대한 준비, Full-HD급의 압축하지 않은 동영상의 무선전송 등과 같은 시장에서의 Gbps급의 무선전송 기술에 대한 미래의 요구에 대한 준비를 위해서라도 Post-802.11n을 준비하는 노력이 필요한 시점이라 할 수 있겠다.

다음 장에서는 이러한 인식에 맞춰 2007년 3월부터 IEEE 802.11에서 시작된 Gbps급의 무선전송 기술에 대한 표준화 동향에 대해 좀 더 상세히 살펴보기로 한다.

Ⅲ. 802.11 VHT SG 회의

2007년 3월 102차 IEEE 802.11 Plenary 회의에서 Nortel의 Darwin Engwer가 “802.11 – Looking Ahead to the Future”라는 제목의 발표에서 Edholm의 대역폭의 법칙(Law of Bandwidth)을 언급하며 이제 802.11n의 다음을 준비할 시점임을 강조하면서 최소 현재 802.11n의 성능의 5배, 즉 MAC에서의 성능 1Gbps, PHY에서의 성능 3Gbps를 목표로 2011년이나 2012년 정도까지 매우 높은 성능(Very High Throughput, 이하 VHT)을 가지는 무선전송 기술에 대한 개발 노력을 시작해야 할 때임을 강조하였다. 또한 Motorola의 John Barr는 “Very High Throughput Study Group”이라는 제목의 기고를 통해 5년 이후 시장의 요구를 만족시키기 위한 IEEE Solutions에 대한 PAR를 만들자고 주장하면서 이는 보행시 1Gbps까지 가능하게 하는 기술을 2010년까지 제공한다는 ITU-R WP8F의 IMT-Adv에 대한 목표에도 부합함을 강조하였다. 결국 John Barr에 의해 제안된 저속, 보행 환경에서

의 1Gbps 이상의 data rate에 대한 요구사항을 다루기 위한 Study Group에 대한 Motion(발의)은 압도적인 지지로 통과되어 2007년 5월에 열린 103차 회의에 정식으로 VHT Study Group(이하 SG)이 만들어지게 되었다. 지난 2008년 3월에 열린 108차 회의까지 총 6차례에 걸쳐 VHT SG이 열렸는데 지금까지 발표되었던 기고서를 간단히 요약해보면 다음과 같다[3].

1. IEEE 802.11 103차 회의(2007.5.)

Motorola의 John Barr가 “VHT SG Approach Proposal”이란 제목의 기고를 통해 VHT SG의 목적과 2008년 3월 Task Group(이하 TG)을 만들기 위한 향후 일정에 대해 발표하였으며, Intel의 Eldad Perahia가 “Thoughts on VHT”란 제목의 기고를 통해 다음과 같은 VHT의 요구사항을 제시하면서 주로 TGn과 비교하여 어떻게 정의할 것인지에 대해 토론하였다.

- Very High Throughput
- Spectral Efficiency
- Range/Robustness/Coverage
- Interoperability/Coexistence

이어서 Motorola의 Marc de Courville이 “VHT SG Considerations”란 제목의 기고를 통해 다음과 같은 내용에 대해 발표하였다.

- 시장변화를 반영하는 새로운 Use Cases & Scenarios 필요
- IMT-Adv를 통한 새로운 스펙트럼 활용 가능성
- 11n을 넘어서는 MAC 효율과 새로운 기능
- Rate와 스펙트럼 효율을 높일 수 있는 새로운 PHY
- 11n에 대한 개선점

다음날 Intel의 Eldad Perahia를 VHT SG의 의장으로 선출한 후 이어진 Nortel의 Darwin Engwer의 “VHT Study Group Thought” 발표에선 VHT SG의 향후 방향에 대한 일정, 방식, 절차, 기

술과 같은 다양한 주제에 대해 간략히 언급되었으며, Draft PAR와 5 Criteria(이하 5C)가 제출되었고, 마지막으로 삼성의 Rakesh Taori의 “Getting a Send of What the VHT SG Wants”를 통해 다음과 같은 항목에 대한 Straw Poll(비공식 의견조사)이 있었으며 각각의 조사에 대한 다수의 의견은 아래와 같다.

- 일정 측면에서의 802.11 VHT와 IMT-Adv간의 연계성 독립적
- 새로운 스펙트럼 할당 측면에서 봤을 때의 VHT와 IMT-Adv간의 연계성 독립적

2. IEEE 802.11 104차 회의(2007.7.)

Waterloo 대학의 Amir Khandani이 “Gigabit WLAN: Areas with Potential for Breakthrough”란 제목의 기고를 통해 Interference 회피(avoidance)가 아닌 Interference 관리(management)를 하면서 시간/주파수를 공유해서 대역을 효과적으로 사용하는 방법에 대해 발표하였고, 이어 AT&T Labs의 David Britz는 “Extreme Bandwidth – Wireless Area Networks Utilizing Terahertz Frequencies”란 제목으로 저렴한 비용으로 이용할 수 있고 대규모의 시장을 창출할 수 있는 Terahertz 주파수 대역에 대한 활용 가능성에 대해 발표하였다. TU Berlin의 Marc Emmelmann는 “Dynamic Multi-user OFDM for 802.11 Systems”란 제목의 기고를 통해 전통적인 OFDM에 비해 Dynamic OFDM이 상당한 수준의 Performance Gain을 얻을 수 있기 때문에 새로운 WLAN 시스템에선 이를 고려해 봐야 한다고 주장하였다.

다음날 이어진 Motorola의 Marc de Courville의 “Another Resource to Exploit: Multi-user Diversity”란 제목의 발표에선 multi-user diversity는 802.11n에서 사용되지 않은 기술이며 OFDMA는 802.16, 3GPP LTE에서 검증된 기술이므로 PAR에서 이러한 걸 고려해야 한다고 주장하였으며, Nokia의 Naveen Kahani의 “VHT – SG”란 제목의

발표에선 VHT SG가 다음과 같은 측면에 집중해야 한다고 주장하면서 그 각각을 위한 목표를 제시하였다.

- 성능(throughput) → 최대 80MHz의 대역폭에서 최소 2Gbps의 Peak Data Rate
- 범위(range) → TGn 보다 더 넓은 범위에서 더 나은 Data Rate 보장
- 전력소비(power) → TGn의 반정도의 전력소비
- Coexistence → 20, 40, 80MHz 대역에서 동작할 수 있어야 하며 Legacy Device(802.11b,g,n)와 공존할 수 있어야 함

계속해서 Marvell의 Bruce Kraemer의 “IMT-Advanced Status Report” 발표가 있었으며 이어진 향후 일정에 대한 Straw Poll에선 다음과 같은 주요 일정이 근소한 차이로 다수의 지지(65명 중에 25명)를 받았다.

- 2007년 5월: 첫 회의
- 2008년 1월: PAR & 5C 초기버전
- 2008년 3월: PAR & 5C 마무리
- 2008년 7월: Task Group 시작

3. IEEE 802.11 105차 회의(2007.9.)

Intel의 Minyoung Park의 “Analysis on IEEE 802.11n MAC Efficiency”란 제목의 발표로 시작된 VHT SG 세션에선 1Gbps 이상의 PHY 지원시 현재 802.11n MAC의 성능을 분석하고 1Gbps 이상의 Throughput을 가지는 MAC에 대해 논의하면서 하나의 Station인 경우 PHY가 3Gbps가 넘어가게 되면 802.11n MAC의 성능이 50% 아래로 떨어지기 때문에 1Gbps MAC Throughput을 위해선 최소 160MHz 대역폭과 4×4 MIMO가 필요하다고 하였다. 이어진 AT&T의 David Britz의 “Proposed ITU/WRC Spectrum and Usage Allocation for Terahertz Frequencies”란 제목의 발표에선 ITU/WRC에선 의도적으로 논외로 하고 있긴 하지만 Terahertz Spectrum에 대한 연구가 미국을 제외한

외국에서 활발히 이루어지고 있기 때문에 VHT에서도 관심을 기울여야 한다고 2007년 7월 회의에 연이어 Terahertz 대역의 활용에 대해 주장하였다. 계속된 Intel의 Eldad Perahia의 “Review of TGn’s Usage Models”란 제목의 기고에선 TGn의 Usage Scenarios에 대해 발표되었는데, 11n 성능 이상을 필요로 하는 Usage Model에 대한 질문과 토론 가운데 WFA측에 이와 관련한 기고서를 11월 회의에 맞춰 준비해 줄 것을 제안하였다.

다음날 Marvell의 Bruce Kraemer의 “IMT-Advanced Status Report” 발표에 이어진 Wilocity의 Gal Basson의 “VHT Applications”라는 제목의 발표에선 802.11n의 성능을 넘어설 1Gbps 이상의 Throughput을 필요로 하게 될 5~10년 후의 Application에 대해 언급하였는데 그 내용은 다음과 같다.

- High Speed Cables 대체
 - HDMI: 5~10Gbps, 1msec 미만의 지연
 - 무선 KVM(키보드, 모니터, 마우스): 5~10~20Gbps, 1msec 지연
 - 무선 프로젝터: 5~10Gbps, 1msec 미만의 지연
- 무선 Docking
 - 간단한 Docking(KVM): 3~5Gbps, 1msec 미만의 지연
 - 분산 플랫폼(개선된 Docking)
- 외장 디스크와 DVD
- Computing 확장
- 3~5Gbps, 10μsec 단위의 지연
- “Sync and Go” 응용분야
 - Ad-hoc 트래픽
- Players(비디오, mp3), 캠코더
- 2~5Gbps, 1msec 단위의 지연
- 무선 LAN(GiFi)
 - 미디어 네트워크: 더 많은 비디오 콘텐츠
 - Computing 네트워크: thin clients, virtualization networking
 - P2P 연결: 콘텐츠 복사
 - 유선 GbE 정도의 성능

- 2Gbps IP based

계속된 Motorola의 Marc de Courville의 “Probing the Will of the SG”란 제목의 발표에선 SG의 취지와 방향 등에 대한 Straw Poll을 실시했는데 그 각각의 결과(찬성/반대/기권)는 다음과 같다.

- 2.4GHz ISM band는 논외여야 하나? 41/2/22
- IMT-Advanced를 고려해 PAR에서 8GHz 이하라고 명시해야 하나? 24/12/27
- PAR에서 8GHz 이상의 주파수에도 초점을 맞춰야 하나? 12/28/31
- 보행시 1Gbps capabilities 관련한 IMT-Advanced 요구사항에 대한 참조를 PAR에 포함시켜야 하나? 23/15/33
- 5GHz의 경우 backward compatibility가 PAR에 명시되어 있어야 하나? 33/11/18
- 11vht 5GHz unlicensed band operation 개발이 11n 보급에 위협할 것으로 보는가? 1/38/17

4. IEEE 802.11 106차 회의(2007.11.)

세션 시작과 함께 Boeing의 Don Schulz에 의해 건의된 VHT SG의 TG 시작시한 연장에 대한 Straw Poll은 만장 일치로 통과되었으며 이는 수요 일에 TU Berlin의 Marc Emmelmann에 의해 발의된 Motion에서 역시 만장 일치로 통과되었는데 통과된 주요 향후 일정은 다음과 같다.

- 2008년 1월: PAR & 5C 초기버전
- 2008년 5월: PAR & 5C 최종버전/WG 승인
- 2008년 11월: Task Group 시작

이날 첫번째 기고는 Qualcomm의 Rolf de Vegt의 “WFA VHT Study Group Usage Models”이었는데 이는 공식적으로 WFA Board of Directors의 승인을 받은 WFA로부터의 공식 Liaison으로 VHT SG의 PAR & 5C 작성을 돕기 위한 6개의 Categories, 7가지 형태의 VHT 환경에 대해 총 29가지의 Usage Models 초안을 제시하였다.

- Usage Models의 Category(범주)(IV장 참조)
- VHT 환경
 - 가정: · 책상(근거리)
 - 실내
 - 집(장거리)
 - Home Mesh
 - 기업: · 책상(근거리)
 - 학회장
 - 밀집지역
 - Enterprise Mesh
 - 사무실: 제한된 사용자만을 지원하는 하나의 BSS
 - 실외: · 실외 Mesh Backhaul 링크
 - 빌딩간 연결
 - Airplane Docking
 - 학교, 병원: · 비디오 시연을 위한 강당/강의실
 - 비디오 보안/화상회의
 - 병원에서의 무선망을 통한 원격 시술
 - 비행기/버스/기차/배
 - 공장

이러한 UT Austin의 Robert Daniels의 “Multi-band Modulation, Coding, and Medium Access Control”에선 만족할 만한 성능을 위해선 안테나 수를 늘리는 건 해결책이 될 수 없으며 높은 주파수 대역의 스펙트럼을 활용해야 하며, 이를 위한 Multi-band PHY와 MAC에 대해 발표하였으며, Nortel의 Darwin Engwer에 의해 발표된 “Efficiency of VoIP on 802.11n”에선 VoIP나 위치/RFID 추적과 같이 상대적으로 작고 지연에 민감한 패킷을 전송하는 분야에 있어서 11n의 효율에 대해 분석하였다. 또한 Broadcom의 Jason Trachewsky의 “Per-User Data Rate, Band and Bandwidth Options for VHT”에서는 VHT에서 고려할 per-user data rate, 대역, 대역폭에 대해 범위를 한정지어야 하며 실용적인 대역으로는 5~6GHz와 57~66GHz이 있음을 주장하였다. 이어진 Broadcom의 Vinko Erceg의 “60GHz vs. 5GHz Propagation Discus-

sion”에서는 Median Path Loss만을 봤을 때 5GHz에 비해 60GHz에서는 추가적인 Path Loss가 28dB 정도 되며, 때문에 60GHz는 5GHz에 비해 1/5 정도의 범위만 커버할 수 있기 때문에 근거리용으로 적합해 보인다고 주장하였다. 이날 마지막으로 발표된 SiBEAM의 Sheung Li의 “What is Happening in 60GHz”에선 60GHz에 대해 연구자들의 시각이 바뀌고 있으며 802.11 구조에서 사용 가능한지 연구해 봐야 한다고 주장했다.

다음날 이어진 Cisco의 Andrew Myles의 “How Should We Manage the Process for the Proposed VHT Activity?”에선 기존의 802.11 WG의 작업 방식인 “Design by Committee”에 대해 문제점을 지적하며 너무 오래 걸리고 변경하기 어려운 지금의 방식 말고 혁신적인 작업 방법인 개선된 형태의 새로운 “Codify Existing Practice”에 대해 소개하였다. 계속된 TU Berlin의 James Gross의 “Performance Comparison of Dynamic OFDM with 802.11n”에선 2007년 7월 회의 때 소개한 dynamic OFDM에 이어 802.11n과 dynamic OFDM의 성능을 다양한 설정에서 측정한 결과에 대한 비교 분석을 통해 dynamic OFDM을 통해 손쉽게 성능을 개선할 수 있음을 보였다.

Nortel의 Darwin Engwer은 “VHT Possibilities”라는 제목의 기고를 통해 VHT SG을 통해 만들어질 수 있는 TG와 고려해야 할 기술들에 대해 언급하였는데 이때 여러 개의 TG에 대한 필요성 및 복수 개의 PAR 작성에 대해 논의되었다. 이어진 Broadcom의 Vinko Erceg의 “VHT in Below 6GHz Frequency Bands”에선 802.11n이 MIMO, LDPC, 40MHz로 넓어진 채널과 같은 기술적인 도움으로 802.11a 비해 PHY에서 봤을 때 거의 11배에 달하는 성능 향상을 이뤘지만 VHT는 이와 유사한 기술적인 진보가 거의 없기 때문에 더 넓은 대역폭이 필요한데, 6GHz 이하의 대역에서 80MHz 채널을 할당할 만한 곳이 마땅치 않기 때문에 결국 VHT의 최대 PHY Data Rate는 802.11n 대비 2배 정도만 가능할 것이라 주장했다.

5. IEEE 802.11 107차 회의(2008.1.)

첫번째 기고로 Qualcomm의 Rolf de Vegt는 “Wi-Fi Alliance(WFA) VHT Study Group Usage Models”을 통해 2008년 3월 회의 때로 최종본 기고를 미루면서 현재까지 WFA VHT SG에서 작업된 내용에 대해 발표하였다. 2007년 11월 회의 때 내용과 거의 유사하며 Usage Models이 29개에서 26개로 축소된 점이 차이가 났다. 이어진 Motorola의 Marc de Courville의 “Mobile Cooperation Usage Models”에선 WFA Usage Model에 덧붙여 Mobile Cooperation과 관련한 1개의 Usage Model과 3개의 Usage Scenarios를 제시하였으며 그 내용은 아래와 같다.

- Usage Model: Cooperative 송수신
 - 데이터 다운로드
 - 멀티미디어 스트리밍
 - 웹 브라우징

계속된 Cisco의 Brian Hart의 “Legacy Coexistence - A Better Way?”에선 802.11n에서의 Coexistence 문제에 대해 많은 문제가 802.11n의 CCA와 Greenfield로부터 발생함을 지적하면서 VHT에선 이를 피할 수 있으며 그에 대한 방법으로 개선된 형태의 CCA인 mid-Packet CCA에 대해 발표하였다.

다음날 Wilocity의 Gal Basson의 “VHT PAR Direction”을 시작으로 본격적인 PAR와 5C에 대한 논의가 시작되었으며, Motorola의 Marc de Courville는 “IMT-Advanced Aligned Scope Proposal”에서 기존의 다른 시스템과의 차별화되는 부분에 초점을 맞춰야 한다면서 좀 더 많은 논의가 있어야 한다고 주장하였다.

계속된 세션에선 PAR에 대해 본격적인 토론이 이어졌고 Operating Band에 대한 선호도에 대한 다양한 Straw Poll(이하 SP)이 이루어졌으며 그 결과(찬성/반대/기권)는 다음과 같으며 이 결과를 반영해 <6GHz와 60GHz 각각에 대한 PAR & 5C를

만들기로 결정하였다.

- SP #1: 특정 대역에 국한되지 않은 PAR & 5C를 개발해야 하나? 4/49/2
- SP #2: <6GHz 대역에 대한 PAR & 5C를 개발해야 하나? 29/9/13
- SP #3: 57~62GHz 대역에 대한 PAR & 5C를 개발해야 하나? 21/4/30
- SP #4: <6GHz와 57~62GHz 대역 각각에 대해 별도의 PAR & 5C를 개발해야 하나? 29/4/19
- SP #5: <6GHz와 57~62GHz 대역에 대한 하나의 PAR & 5C를 개발해야 하나? 4/31/16
- SP #6: 양쪽 대역에 공통되는 MAC enhancement를 개발해야 하나? 12/20/20
- SP #7: <6GHz에 대한 amendment/new standard = 27/9
- SP #8: 57~62GHz에 대한 amendment/new standard = 11/29

목요일에 계속된 PAR & 5C에 대한 논의에선 TGn에 비해 작업 시간을 줄이기 위한 방법으로 특정 Usage Scenarios로 범위를 제한하는 방법에 대한 토론이 이루어졌다.

6. IEEE 802.11 108차 회의(2008.3.)

첫번째 기고는 Motorola의 Roberta Fracchia의 “On the Feasibility of 1Gbps for Various MAC/PHY Architectures”로 1Gbps aggregated MAC SAP 성능을 위한 기술적인 면에 대해 언급하면서 하나의 채널로는 적절치 않으며 병렬(parallel) 채널 여러 개를 활용해 동시에 전송할 수 있는 방법이 VHT에 필요하다고 주장하였다. 또한 Cisco의 Brian Hart는 “Coexistence Mechanisms at 5GHz”를 통해 지난 회의에 이어 5GHz에서 VHT와 legacy의 Coexistence를 위한 다양한 옵션들에 대해 언급하면서 이러한 상황을 고려해 802.11n에서 옵션으로 5GHz에서의 VHT에 친화적인 Spoofing 방법이 정의되어야 한다고 주장하였다.

다음날 Cisco의 Andrew Myles에 의해 첫번째로 발표된 “Wi-Fi Alliance(WFA) VHT Study Group Usage Models”에선 지난번 회의에 이어 26개에서 21개로 줄어든 Usage Models 최종본이 발표되었다.(IV장 참조)

이어진 Motorola의 Marc de Courville의 “Below 6GHz 11vht PAR & 5C’s Proposal”에선 <6GHz에 대한 VHT PAR & 5C에 대한 초안이 발표되었다.(IV장 참조)

다음날 계속된 Motorola의 John Barr의 “WLAN Overlay with 60GHz Channels”에선 별도의 60GHz WLAN을 만드는 대신에 802.15.3c PHY를 활용하는 방법을 발표하였으며, 이어서 Wilocity의 Gal Basson에 의해 60GHz에 대한 “Draft PAR for Very High Throughput Study Group”과 “5C Proposal”이 발표되었다.(IV장 참조)

마지막으로 Samsung의 Harkirat Singh는 “Potential Benefits of Dual-radio VHT Systems”라는 제목의 기고를 통해 <6GHz와 60GHz를 함께 사용함으로써 얻게 되는 이득에 대해 발표하였다.

IV. 802.11 VHT SG 핵심 내용

III장에서 기술한 바와 같이 지난 2008년 3월까지 VHT SG을 통해 정해진 주요 핵심 내용은 향후 일정, <6GHz와 60GHz 각각에 대한 PAR & 5C, 그리고 WFA에서 제시한 21가지의 Usage Model인데, 이 세 가지는 다음과 같이 요약해 볼 수 있다.

1. IEEE 802.11 VHT SG 향후 일정

- 2008년 5월: PAR & 5C 최종버전/WG 승인
- 2008년 6월: EC 제출(6월 17일까지)
- 2008년 7월: EC 승인(7월 18일까지)/ VHT TG 비공식적인 시작
- 2008년 8월: NesCom 제출(8월 8일까지)
- 2008년 9월: NesCom 회의(9월 17까지)
- 2008년 11월: Task Group 공식적인 시작

2. IEEE 802.11 VHT PAR & 5C

IEEE 802.11 VHT SG에선 지난 2008년 1월 회의를 통해 두 가지의 PAR & 5C를 작성하기로 의견을 모았으며, 2008년 3월 회의 때 <6GHz와 60GHz에 대한 두 가지 버전의 초기 PAR & 5C를 발표하였다.

Motorola의 Marc de Courville의 “Below 6GHz 11vht PAR & 5C’s Proposal”에선 <6GHz에 대한 VHT PAR & 5C에 대한 초안이 발표되었으며 중요한 이슈에 대한 Straw Poll이 이루어져 아래와 같은 결론을 얻었다.

- Aggregated BSS 성능 MAC SAP에서의 Rate
- MAC SAP Aggregated BSS 성능 목표 1Gbps
- 40MHz 보다 작은 채널에 대한 2.4GHz 동작용 PAR에 포함시키지 않음

또한 같은 날 Wilocity의 Gal Basson에 의해 60GHz에 대한 “Draft PAR for Very High Throughput Study Group”과 “5C Proposal”이 발표되었는데, 먼저 PAR에 언급된 프로젝트의 범위는 다음과 같다.

- 대역: 60GHz Frequency Band(57~66GHz)
- 최대 성능: MAC SAP에서 최소 1Gbps
- IEEE 802.15.3c(60GHz WPAN) 기술 접목

또한 5C에서 언급된 60GHz VHT 기술 관련 주요 기고서는 다음과 같다.

- IEEE 802.11-07/2790r0 on the feasibility of 60GHz system
- IEEE 802.11-07/2605r0 practicality of 60GHz systems
- IEEE 802.11-07/2687r0 VHT applications

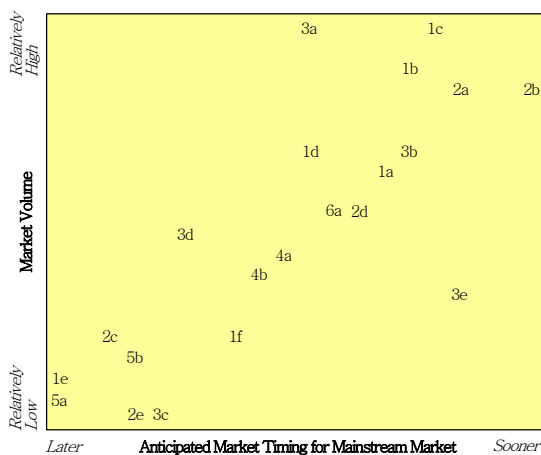
3. WFA VHT SG Usage Models

지난 2007년 11월 Qualcomm의 Rolf de Vegt에 의해 발표된 “WFA VHT Study Group Usage Models”에서는 VHT SG의 PAR & 5C 작성을 돕기 위한 6개의 범주, 7가지 형태의 VHT 환경에서

의 총 29가지의 Usage Models에 대해 제시하였는데 2008년 1월, 3월에 걸친 두 차례의 발표를 통해 최종적으로 다음과 같이 총 6개의 범주에 포함된 21개의 Usage Model이 제시되었으며 더불어 시장 크기와 시장 활성화 시점을 기준으로 분류된 Usage Model이 함께 제시되었다(〈표 1〉, 〈그림 1〉 참조).

〈표 1〉 Usage Model Overview

Category	#	Usage Model
1. Wireless Display	1a	Desktop Storage & Display
	1b	Projection to TV or Projector in Conf Rom
	1c	In Room Gaming
	1d	Streaming from Camcorder to Display
	1e	Broadcast TV Field Pick Up
	1f	Medical Imaging Surgical Procedure Support
2. Distribution of HDTV	2a	Lightly Compressed Video Streaming Around Home
	2b	Compr. Video Streaming in a Room/ T.o. Home
	2c	Intra Large Vehicle(e.g. Airplane) Applications
	2d	Wireless Networking for Small Office
	2e	Remote Medical Assistance
3. Rapid Upload/Download	3a	Rapid Sync-n-Go File Transfer
	3b	Picture by Picture Viewing
	3c	Airplane Docking
	3d	Movie Content Download to Car
4. Backhaul	3e	Police/Surveillance Car Upload
	4a	Multi-Media Mesh Backhaul
	4b	Point to Point Backhaul
5. Outdoor Campus/Auditorium	5a	Video Demos/Telepresence in Auditorium
	5b	Pubic Safety Mesh
6. Manufacturing Floor	6a	Manufacturing Floor Automation



(그림 1) 시장크기와 시장활성화 시점에 기반한 우선순위표 예제

V. 국내외 기술 동향

이러한 표준화 동향과 별도로 국내외적으로 Gbps 급의 무선전송 기술 개발을 위한 다양한 시도가 이루어지고 있다. 이 장에서는 그 중에 특이할 만한 몇 가지만을 살펴보기로 한다.

1. 국외 기술 동향

최근 1~2년 사이의 기술만 보더라도 2007년 7월 미국의 조지아공대의 GEDC 연구진들은 WPAN을 위한 기술의 하나로 60GHz 대역을 이용해 1m 거리에서 15Gbps, 2m 거리에서 10Gbps, 5m 거리에서 5Gbps급의 무선전송이 가능한 기술을 개발하여 무선 HDMI 무압축 비디오 링크를 시연하였으며, 2008년 2월 말 호주의 NICTA에서는 10m 정도의 거리에서 최대 5Gbps로 무선 전송을 할 수 있는 60GHz CMOS 단일칩 솔루션을 발표하였다. 60GHz 대역에서의 Gbps급 전송기술 관련한 커뮤니티에선 2009년 정도면 10달러 정도의 근거리용 싱글칩 솔루션이 나올 수 있다고 내다보고 있다.

2. 국내 기술 동향

국내에서는 최근에 주목할 만한 두 가지 개발 결과가 있었는데 이들은 각각 다음과 같다.

지난 2007년 10월 11일에 ETRI의 차세대무선랜팀에서는 저속 이동시 최대 3.6Gbps 전송속도를 구현하는 저속이동용 무선전송시스템(NoLA)을 개발하여 시연회를 개최하였다. 이는 ① 여덟 개의 다중 안테나를 사용한 미모(MIMO) 기술, ② Multi-Rate LDPC 부호기 기술, ③ Multi-Gigabit LDPC 복호기 설계 및 구현 기술, ④ Multi-Gigabps급 성능 제공 무선제어 기술 등 네 가지 핵심 기술을 바탕으로 5.2GHz 채널에서 120MHz 대역으로 구현한 것이다.

또한 지난 2008년 2월 마지막 날에 ETRI의 초고속무선전송연구팀에서는 60GHz대 밀리미터파 주

파수 대역에서 무선 전송 기술을 활용, 대용량 멀티 미디어 정보를 3Gbps 속도로 무선 전송을 하는 시연이 있었다. 이 시연에서는 전송한 화면과 Full-HD급의 동영상을 압축 없이 실시간으로 무선 전송한 화면을 비교 시연하였다.

VI. 결론

Gbps급의 차세대 무선랜 기술 이전에 이미 WFA의 “Wi-Fi CERTIFIED™ 802.11n Draft 2.0” 인증을 통해 형성되어 가고 있는 IEEE 802.11n 장비 시장을 보면 많은 기관들이 올 2008년이 초고속무선랜 시장을 여는 하나의 획을 긋는 중요한 한 해가 될 것으로 내다보고 있다. 아직 표준화 작업이 끝나지 않았음에도 시장의 폭발적인 요구로 인해 시장이 기술을 끌고 있는 형국인 셈이다.

그렇다면 Gbps급의 무선전송 기술은 어떨까? 이는 이미 WFA의 분석자료만 보더라도 하루라도 빨리 이러한 기술 개발에 노력을 기울여야 함을 알 수 있다.

2008년 3월 802.11 VHT SG에 발표된 WFA의 분석에 의하면 압축되지 않는 비디오, 예를 들어 1920×1080pixels, 24bits/pixels, 초당 60프레임 정도의 1080p급 비디오를 전송하려면 3Gbps급의 전송 속도를 필요로 한다고 한다. 즉 IEEE 802.11n에서 제시하는 PHY에서의 최대 성능 600Mbps는

● 용어해설 ●

NoLA(New Nomadic Local Area Wireless Access): ITU에서 제시하는 4G 시스템은 저속 이동 사용자에게 1Gbps 이상, 고속 이동 사용자에게 100Mbps 이상의 데이터 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있으며 이러한 기술적 로드맵에 대응하기 위해 ETRI에서 2007년 가을에 시연한 무선전송시스템으로 저속 이동 사용자에게 최대 3.6Gbps의 전송속도를 지원한다.

VHT SG: IEEE 802.11n 후속 표준을 준비하기 위해 2007년 5월에 IEEE 802.11에 만들어진 Study Group으로 2008년 11월에 Task Group을 시작하는 것을 목표로 하고 있으며, 전송속도는 저속 이동 환경에서 3Gbps급을 제공하는 것을 목표로 한다.

이미 이러한 요구사항을 만족시킬 수 없다는 얘기가.

이미 Full-HD 관련 장비 시장이 비약적으로 커지고 있고, 무선 관련 장비들이 널리 퍼지고 있는 상황에서 현재 예상하고 있는 2012년 보다 더 일찍 Gbps급의 무선 전송 기술에 대한 수요가 창출될 수도 있는 것이다.

따라서 미래 차세대 무선랜 시장을 준비하기 위해서라도 이제 막 <6Gbps와 60Gbps로 나뉘어 첫 번째 버전의 PAR와 5C가 작성된 IEEE 802.11 VHT SG의 개발을 주시하면서 관련 연구에 좀 더 노력을 기울여야 할 필요가 있다.

이런 중요한 시점에 국내에는 2007년 말, 2008년 초에 5.2GHz와 60GHz 대역에서의 3Gbps급의 무선 전송 기술에 대한 시연이 있었다.

이제는 이렇게 개발된 기술을 좀 더 보완하고 IEEE 802.11 VHT SG의 표준화 작업에도 적극 참여하여 폭발적인 속도로 큰 시장으로 성장하게 될 차세대무선랜 시장에서의 기술적인 우위를 위해서 좀 더 많은 IPR를 확보하는 노력을 기울여야 할 것이다.

약어 정리

CCA	Clear Channel Assessment
GEDC	Georgia Electronic Design Center
HDMI	High-Definition Multimedia Interface
ITU-R	ITU Radiocommunication Sector
LDPC	Low-Density Parity-Check
MIMO	Multiple-Input and Multiple-Output
NoLA	New Nomadic Local Area Wireless Access
VHT	Very High Throughput
WPA	Wi-Fi Alliance
WPAN	Wireless Personal Area Network

참고 문헌

- [1] IEEE 802.11 Official Site, <http://ieee802.org/11/>
- [2] Wi-Fi Alliance Official Site, <http://wi-fi.org/>
- [3] IEEE 802.11 Document Server, <https://mentor.ieee.org/802.11/documents>