



무선LAN 메쉬 네트워크

(주)브로드웨이브 대표이사 이태진



1. 서론

일반적으로 무선망은 점대점(Point to Point), 점대다점(Point to Multi Point)의 스타(Star)형 토폴로지 구조를 가지고 있으나, 최근 유선망과 같은 다점대다점(Multipoint to Multipoint)의 메쉬(Mesh)형 구조를 가지는 무선망에 대한 관심이 높아지고 있다.

무선메쉬 네트워크 특징은 유선망과의 연결없이 망 확장이 용이하며, 이에 따른 망 설치의 신속성 및 경제성, 다중 경로에 의한 Redundancy 제공 등, 망의 유연성 및 확장성에 장점을 가지고 있다.

본 고에서는 2004년부터 본격적으로 표준화를 진행하고 있는 IEEE 802.11TGs에서의 무선LAN 메쉬 네트워크 대한 표준화 개요 및 진행현황과 표준화 범위 및 주요 기술적 이슈에 대해 설명하겠다.

2. IEEE 802.15TGs 무선메쉬 네트워크 표준화 동향

무선메쉬 네트워크 관련한 표준화는 IETF(Internet Engineering Task Force)의 Manet(Mobile Ad Hoc Network Working Group) 그룹에서 Ad hoc 라우팅에 대한 표준화와 IEEE 802.11의 TGs(MESH SG)에서의 무선LAN 기반의 무선메쉬 네트워크 표준화가 진행되고 있다.

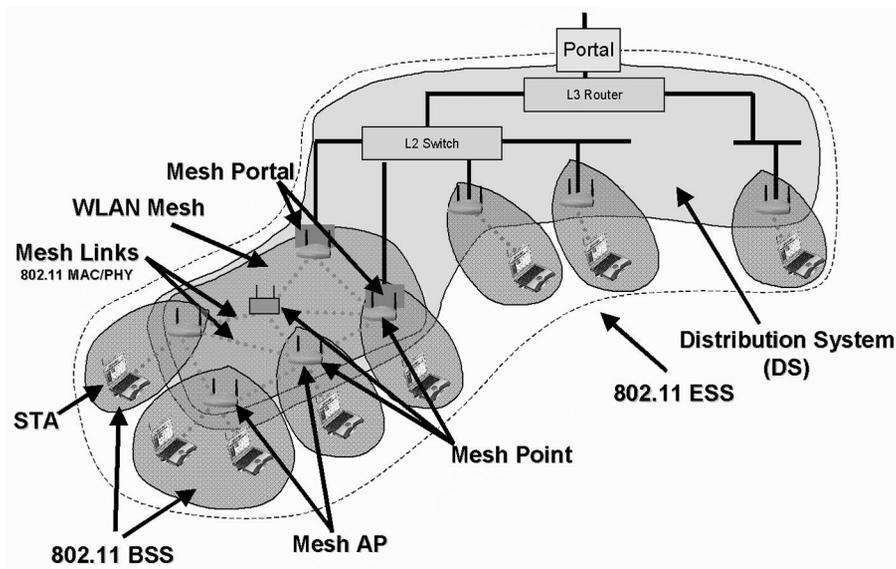
그 외, 고정접속(FWA)인 IEEE 802.16에서 메쉬 토폴로지를 사용하는 경우에 대해 옵션사항으로 표준화가 제정되어 있으며, IEEE 802.15 TG5에서는 홈네트워킹을 위한 무선PAN 환경에서 무선메쉬 네트워크 기술에 대한 표준화가 추진 중에 있다.

2-1. IEEE 802.11TGs 표준화 개요

IEEE 802.11TGs는 2003년 하반기 인텔, 모토로라, NRL(Naval Research Lab.) 등을 중심으로 무선 LAN 메쉬 네트워크 표준화에 대한 잠정 PAR(Project Authorization Request)를 시작으로, 2004년 1월 캐나다 밴쿠버 회의에서 SG로 승인되었으며, 2004년 6월 TGs로 승인되어 현재 Draft 표준안 개발이 한창 진행 중에 있다.

IEEE 802.11 TGs에서는 표준화의 목적과 범위를 PAR와 5 Criteria에서 규정하고 있다. TGs에서 표준화 범위는 다중 홉(Hop) 토폴로지에서 자체구성(Self Configuration) 기능을 가지고 브로드캐스트, 멀티캐스트 및 유니캐스트를 지원하는 IEEE 802.11 MAC 및 물리계층을 이용하여 IEEE 802.11 WDS(Wireless Distribution System) 기능을 통한 IEEE 802.11 ESS(Extended Service Set) 메쉬를 개발하는 것으로 표준화 범위를 정의하고 있다.[1]

다음 그림 1과 같이 IEEE 802.11TGs는 BSS의 AP 간의 메쉬 네트워킹을 위한 표준화이며, IBSS에서의 단말(Station) 간의 메쉬 네트워킹에 대한 표준화는 제외시키고 있다.[2]

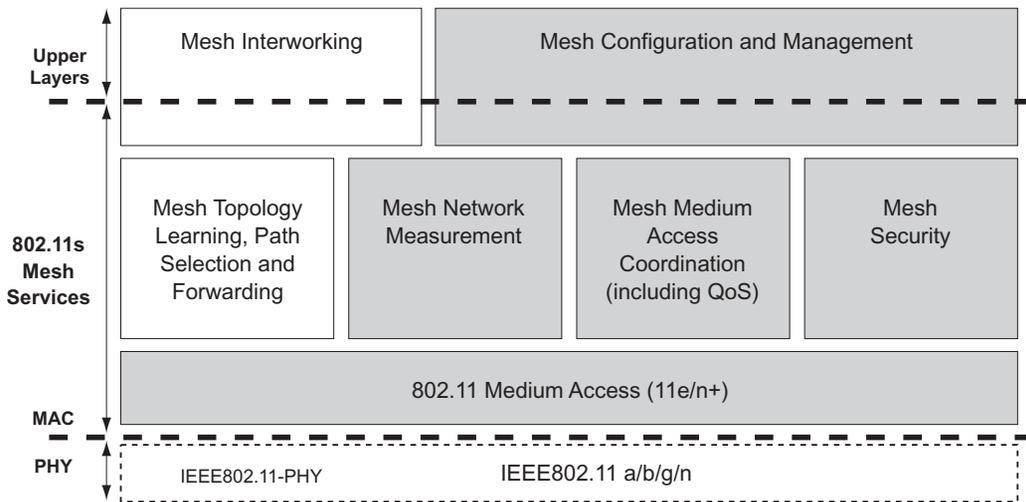


[그림 1] IEEE 802.11 TGs 표준화 범위

다음 그림 2는 TGs에서 표준 기술 기능을 구현하기 위한 요소를 설명하고 있다. 무선LAN 무선메쉬 네트워크 기술은 IEEE 802.11b/a/g/n 등 다양한 물리계층을 수용하며 QoS 및 IEEE 802.11TGn을 지원하기 위한 적정 MAC 계층이 물리계층 위에 요구된다. 또, 메쉬 기능을 위한 경로설정 알고리즘, 보안, 메쉬 네트워크 측정 등의 기능이 MAC 계층 위에서 구현되며, 상위계층

에서 다른 메쉬 네트워크 간에 연동을 위한 기능 및 메쉬 설정 및 관리를 하는 기능이 요구되는 것으로 구분하고 있다[3].

다음 표 2는 IEEE 802.11TGs에 예정된 표준화 진행 단계로 2006년 3월 잠정 표준화를 목적으로 진행 중에 있다.



[그림 2] IEEE 802.11 TGs 표준화 대상 계층

[표 1] IEEE 802.11 TGs 표준화 일정

일정	목표
2005년 5월	제안 발표 및 제안 과정 세분화
2005년 7월	제안 발표 및 초기 선택
2005년 9월	제안 발표 및 선택
2005년 11월	제안 발표 및 선택
2006년 1월	제안 발표 및 선택
2006년 3월	잠정 표준 도출
2006년 7월	WG의 잠정 표준 승인
2006년 12월	Recirculation 첫 투표

2-2. IEEE 802.11 TGs 표준화 진행현황

IEEE 802.11 TGs는 2004년 1월 SG를 시작으로, 2004년 5월 미국 오렌지 카운트 회의에서부터 본격적인 표준화가 진행이 되고 있으며, IEEE 802.11TGn의 표준화 과정 모델을 통한 합리적이며 신속한 표준화를 위해 단계적 표준화를 추진하고 있다.

2004년 5월부터 무선LAN 메쉬를 위한 사용모델과 용어정의를 위한 Ad hoc 그룹이 만들어졌으며, 2004년 9월 독일, 베를린 회의에서 사용모델과 용어정의에 대한 Ad Hoc 결과물을 승인하였다. 현재, 2006년 5월 잠정 표준안을 목적으로 무선메쉬에서 라우팅, 멀티채널 이용, 보안 등에 대한 기술적 기고에 대한 논의가 진행되고 있다.

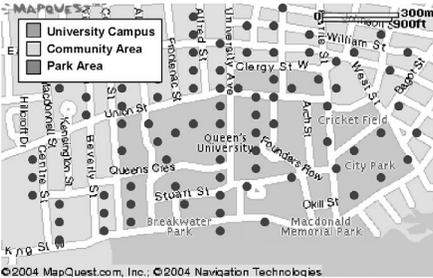
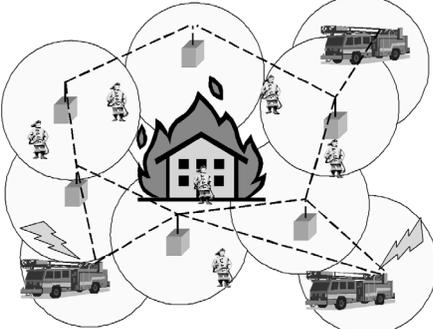
1) IEEE 802.11 TGs의 사용모델에 대한 표준화

IEEE 802.11TGs에서는 네트워크 전송률, 지연시간, 패킷 손실 등에 관련된 여러 가지 제안서의 평가 및 네트워크 시뮬레이션을 정의하기 위해, 무선LAN 메쉬 네트워크에 대한 여러 가지 시장 기반의 사용 모델들을 본격적인 표준화 전에 정의하였다.

TGs 사용모델은 총 10회 수정을 통해 2004년 5월 완성되었다. IEEE 802.11 TGs에서는 IEEE 802.11TGn에서 개발되어진 사용모델을 기반으로 무선LAN 메쉬 환경에 적합한 사용모델을 개발 하였으며, 그 주요 사용모델에 대한 내용과 샘플 토폴로지는 다음 표 2와 같다.[4, 7]

[표 2] IEEE 802.11TGs에서의 사용모델 예

사용 모델 번호	사용모델 분류	사용모델 내용	샘플 토폴로지
1	가정	<p>디지털 홈 사용모델에서 메쉬 네트워크의 첫 번째 목적은 저가의 망을 구현하는 것이며 높은 성능의 무선 영역을 가정에서 확보하는 것이다. 메쉬 네트워크는 가정환경에서 음영지역의 해소에 큰 도움이 될 것이며, 높은 대역의 응용서비스에 대해서는 매우 중요한 역할을 할 것이다.</p> <p>메쉬 포인트나 메쉬 AP는 전원이 공급되어지는 데스크PC나 TV, 게임 콘솔과 같은 기기에서 구현이 되며, 단말로서는 PDA, 노트북, MP3와 같은 기기가 될 것이다. 메쉬 네트워크 시스템 관리자 없이 운영중에 쉽게 자동구성이 이루어지며, 이러한 메쉬 간의 연결은 기존의 이더넷과 IEEE 802.15, 기존 IEEE 802.11 장비를 모두 수용한다.</p>	
2	사무실	<p>사무실에서의 사용모델은, 신뢰성 있는 영역과 성능을 위한 무선 네트워크의 쉬운 설치와 저가의 비용으로 구현하는 것이 가장 중요한 동기이다.</p> <p>무선메쉬 네트워크를 가지는 사무실은 망 구축 시 적은 시간을 통해 설치가 가능하며, 망의 확장성에 높은 유연성을 가지고 있다. 이러한 무선메쉬 네트워크의 주요 사용환경으로는 일반 기업 빌딩, 공장, 관공서, 건강센터 등에서 활용될 수 있다.</p>	

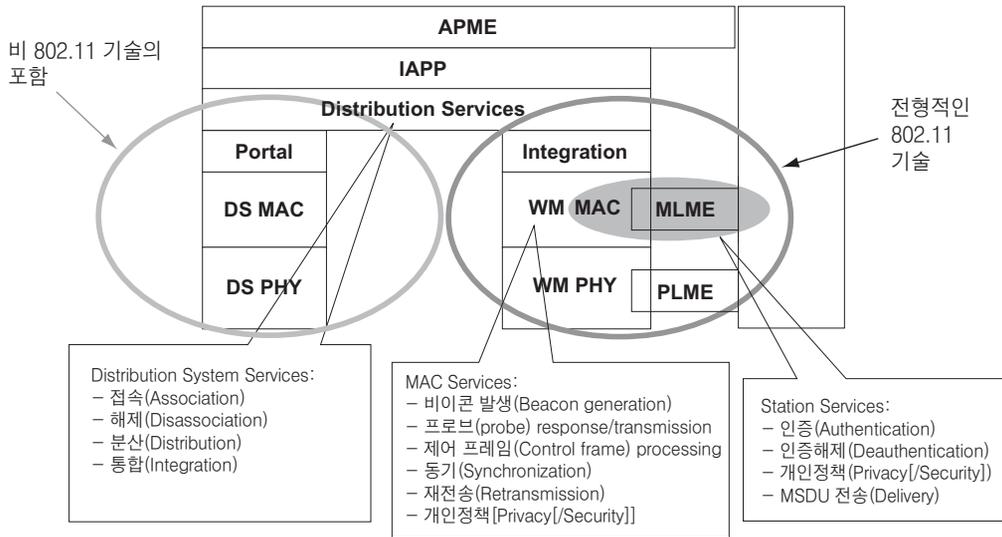
사용 모델 번호	사용모델 분류	사용모델 내용	샘플 토폴로지
3	캠퍼스/공중장소	<p>메쉬 네트워킹의 기술은 넓은 캠퍼스 및 공공장소에서 다양한 부분에서 장점을 가지며, 이를 위한 주요 사항은 다음과 같다.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Seamless한 접속: 넓은 지역에서 메쉬 AP를 통해 유선망 연결 없이 쉬운 설치가 가능하여 대규모의 무선망 구현이 용이함 • 유선망 인입이 어려운 지역의 빠른 망설치 • 저가의 망설치가 가능하며, 망의 Redundancy를 통해 신뢰성 있는 전송이 가능함 • 망의 확장성이 뛰어남 • 위치정보 서비스 및 다양한 부가서비스 제공이 용이하며 기존 공중 무선LAN과의 호환성을 가짐 	
4	공공안전	<p>안전공공안전에서의 무선메쉬 네트워크는 소방, 경찰, 응급구조 상황에서 무선망 제공을 가능하게 한다. 영상감시, 응급구조원 추적, 음성, 데이터 통신 등 다양한 서비스 제공이 가능하므로 효과적인 공공안전 통신을 제공할 수 있다.</p>	

2) IEEE 802.11 TGs의 표준화 범위

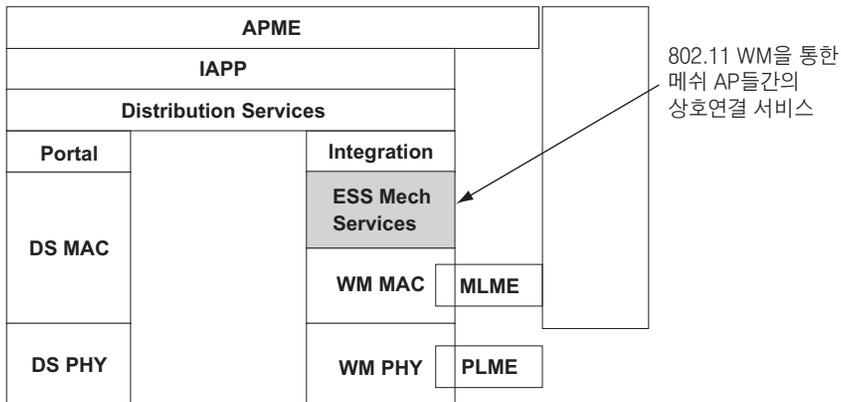
IEEE 802.11 TGs의 표준화 진행 중 주요 이슈가 되었던 사항 중 하나가 표준화 범위에 대한 논의이다. 일반적으로 IEEE 802.11에 대한 참조 프로토콜은 다음 그림 3과 같이 나타낸다. 왼쪽의 부분은 802.11이 아닌 다른 미디어에 의한 접속부분을 나타내며, 오른쪽의 WM(Wireless Medium)은 일반적인 IEEE 802.11로 이루어진 부분을 나타낸다.[5]

이때, DS(Distribution Services) 계층은 802.11 장비의 접속, 해제, 분산, 통합 등의 기능을 하며, MLME(MAC Layer Management Entity)에서는 무선MAC의 인증, 인증해제, 개인정책, MSDU(MAC Service Data Unit)의 전달 등의 기능을 하게 된다.

이러한 참조 모델을 기준으로 ESS(Extended Service Set) 메쉬는 다음 그림 4와 같이 DS(Distribution Services) 계층과 IEEE 802.11 WM(Wireless Medium) 사이에 존재하게 되며, DS를 통해 메쉬 AP 간의 상호연결 기능을 하게 된다.



[그림 3] 일반적 IEEE 802.11의 참조 프로토콜 스택



[그림 4] ESS 메쉬의 프로토콜 계층

이러한 무선LAN에서의 메쉬 네트워크의 표준화 범위는 BSS 간의 WDS를 통해 ESS로 확장하는 메쉬 AP 간의 메쉬 네트워크 구현으로 표준화 범위를 규정하였

다. 다음 표 3은 무선LAN 메쉬 네트워크에서 수용한 주요 표준대상 기능이다.

[표 3] IEEE 802.11TGs 표준화 범위 주요 기능

주요 기능	내용
802.11 서비스 통합(Service Integration)	하위 802.11 WM의 서비스 수용을 위한 기능
메쉬 RF 자원제어 및 관리	메쉬 네트워크에서 단일 및 다중채널과 간섭 등에 대한 무선자원 제어를 위한 기능 및 그에 대한 관리
자동 발견 및 토폴로지 학습기능(Auto Discovery & Topology Learning)	메쉬 점들의 자동발견 및 메쉬 토폴로지의 학습기능
메쉬 보안기능(Mesh Security)	메쉬 네트워크에서의 보안기능
메쉬 라우팅 및 전달기능(Mesh Routing & Forwarding)	메쉬 노드 간의 라우팅 및 전달기능
메쉬 MAC 조정 및 흐름제어(Mesh MAC Coordination & Flow Control)	메쉬 자동구성 및 관리기능 수행을 위한 조정기능 및 흐름제어 기능
메쉬 상호 연결기능(Mesh Interworking)	메쉬 포인트 및 메쉬 AP 간의 상호 연결기능
메쉬 측정기능(Mesh Measurement)	메쉬 계층간의 기능의 측정기능

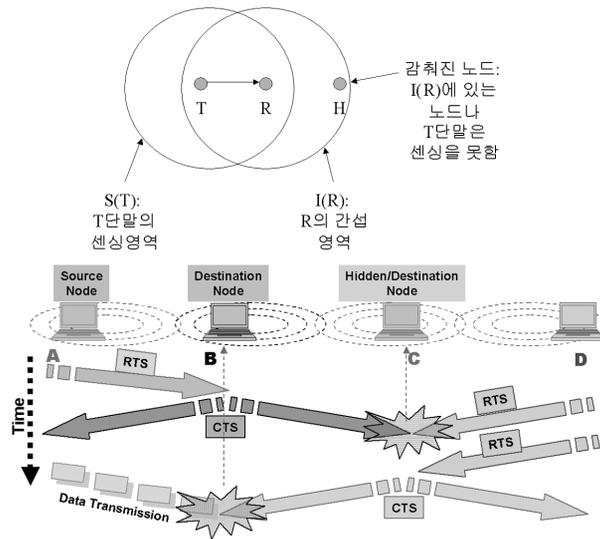
3) IEEE 802.11 TGs에서 기술적 이슈

무선메쉬 네트워크에서는 멀티 홉 환경에 따른 기존의 IEEE 802.11에서 구현되는 일반적 기술 등에 대한 수정 보완이 요구된다. 특히, 메쉬 발견 및 링크 연결은 메쉬 포인트를 연결 (Association) 및 인증 (Authentication)하는 것과 같으며 기본적 기능이 된다.[6]

새로운 메쉬 AP가 전원이 켜지게 되면 새로운 메쉬 포인트의 생성에 따른 기존에 존재하는 메쉬 네트워크 망에 신호를 알려주게 되어야 한다. 이러한 수행과정을 위해서는 메쉬 비콘과 같은 새로운 기능이 요구되며 적절한 시간적 간격설정이 요구된다.

메쉬 링크 연결은 메쉬 발견 후 현존하는 망에 메쉬 포인트를 추가할 것인가에 대한 인증 및 연결단계로 IBSS에서의 상호 연결하는 절차와 유사하나 이를 위한 실행 프레임이 필요하다.

이러한 메쉬 링크 연결을 위한 다양한 라우팅 알고리즘에 대한 기술적 기고가 제안되고 있으며, 최근 어바이어에서 CCC(Common Control Channel) 프로토콜 기술을 제안하고 있으며, 미국 NICT에서는 멀티채널 및 QoS를 수용 할 수 있는 Proactive Routing 방식을 제안하고 있다. 또한, 다음 그림 5와 멀티 홉에서의 감춰진 노드 문제 해결을 위해 Ripple 프로토콜과 같은 다양한 무선메쉬 네트워크 문제점 보완을 위한 기술이 제안되고 있다.



[그림 5] IEEE 802.11 무선LAN 메쉬 네트워크에서 감춰진 단말의 문제

3. 결론

최근 광대역 무선통신을 통한 유비쿼터스 네트워크 구축에 대해 미국, 일본 등에서 전파정책을 발표하고 있으며 광대역 무선통신의 확장 적용을 위해서는 무선메쉬 네트워크 기술을 권고하고 있다.

무선메쉬 네트워크 기술은 무선LAN 뿐 아닌 홈네트워크, 차세대 이동통신, 센서네트워크, 텔레메틱스 등 다양한 분야에 적용되어 활용될 수 있으며, 미래에는 SDR(Software Define Radio) 및 CR(Cognitive Radio)과 접목되어 유비쿼터스 네트워크 구현을 위한 핵심기술이 될 것이다. 관련하여, 국내도 산학연 및 정부에서 무선메쉬 네트워크 기술개발에 관심을 투자하여 적극적 표준 기술개발 및 eKorea 구축에 일조가 되는 핵심기술로 확보가 필요하다.

[참고 문헌]

- [1] Jim Hauser, "IEEE P802.11 Wireless LANs Draft PAR for IEEE 802.11 ESS Mesh", 11-04-0054-02-0mes-par-ieee-802-11-ess-mesh.doc, 2003.12
- [2] Jim Hauser, "CRITERIA FOR STANDARDS DEVELOPMENT(FIVE CRITERIA) Five Criteria for IEEE 802.11 ESS Mesh", 11-04-0056-01-0mes-five-criteria-ieee-802-11-ess-mesh.doc, 2003. 12
- [3] W. Steven Conner, "Proposed Extensible Approach for WLAN Mesh Standardization". 11-05-0165-00-000s-proposed-extensible-approach-wlan-mesh.ppt, 2005. 5
- [4] W.Steave Conner, "IEEE P802.11 Usage Models", 11-04-0662-10-000 s-draft-usage-models-tgs.doc, IEEE 802.11TGs,

2004. 9

[5] Tricci So , “IEEE P802.11 Wireless LANs Proposed 802.11 TGs Scope”, 11-04-0970-03-000s-tgs-scope-draft-recommendation.doc, 2004. 9

[6] L. Lily Yang, “Mesh Media Access Coordination Ad Hoc Group Report Out”, 11-04-1077-01-000s-mesh-media-

access-coordination-ad-hoc-group-report-out.ppt, 2004. 9

[7] 이태진, 오종택, “WLAN Mesh Usage Model and Consideration for Hot Spot Service”, 911-04-0680-01-000s-wlan-mesh-usage-model-and-consideration s-hot-spot-service.ppt, 2004. 7 **TTA**