



무선랜 기반 메시 네트워크(WMN)등장이 이동통신 서비스에 미치는 영향

김문구* 박종현* 백종현**

무선랜은 실내나 핫스팟의 특정지역에서 초고속 무선인터넷을 제공할 것으로 기대되어 왔으나 사실 무선랜의 난립과 기술적 제약으로 인해 시장확산이 제한되어 왔다. 그러나 기가비트 단위의 차세대 무선랜이 등장하고 무선랜을 기반으로 하는 메시 네트워크를 통해 대학이나 u-City를 중심으로 기반 네트워크로 부각하고 있다. 본 고에서는 차세대 무선 인프라로 주목받고 있는 무선랜 기반 메시 네트워크의 개념, 특징, 국내의 동향을 파악하고 와이브로와 HSPA를 중심으로 현 이동통신과 향후 4G에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 이를 바탕으로 무선랜 기반 메시 네트워크와 이동통신과의 관계를 설정하고 망간 연계와 역할분담을 통해 비용절감, 음영지역 해소, 모바일 브로드밴드 촉진의 시너지 창출의 활성화 방향을 제안하였다. □

목	차
---	---

- I. 서론
- II. WMN의 개념 및 특징, 국내외 동향
- III. WMN이 이동통신서비스에 미치는 영향
- IV. 결론: WMN 활성화 방향

I. 서론

초고속인터넷의 보급과 PDA, 노트북과 같은 휴대형 단말기 확산에 힘입어 국내외에서 공중 무선랜은 조기 시장 확산을 통해 소비자에게 무선 초고속 인터넷이라는 서비스 가치를 부여할 것으로 기대되어 왔으나 사실 무선랜 난립과 전국적인 PC방의 존재, 보안과 같은 기술적 제약으로 인해 그 유용성에도 불구하고 가입자 기반이 일천하고 시장이 확산되지 못해왔다[1]. 그러나 IEEE 802.11n 표준이나 차세대 표준(Post-802.11n)을 기반으로 하는 기가비트 무선랜의 보급으로 인해 전송속도를 중심으로 성능이 크게 개선되고[2], 무선랜을 기반으로 하는 메시 네트워크를 통해 공중 무선랜을 연결하여 이동성까지 부여하고 대학내, 도심내, 차세대 디지털 도시인 u-City, 항만지역, 물류시설, 유통시설을 중심으로

* ETRI 공정경쟁연구팀/선임연구원
** 한국정보통신기술협회/ 과장

로 기반 네트워크로서 그 역할이 다시 크게 부각되고 있다. 특히 제 4 세대(4G)와 BcN 으로 통신기술이 진화함에 따라 무선랜을 연결한 메시 네트워크는 유무선 융합을 촉진시키고 차세대 이동통신과의 연동을 통해 음영지역을 해소하며 기반 인프라로 비용절감에 도움이 되고 모바일 브로드밴드 서비스를 강화할 것으로 크게 기대가 되고 있다[3]. 이에 본 고에서는 차세대 무선 인프라의 중핵 기술로 새롭게 주목받고 있는 무선랜 기반 메시 네트워크를 중심으로 개념과 특징, 제약점, 국내외 표준 및 장비업체 동향, 국내외 구축 사례 등을 통해 기술이 지니는 잠재력을 파악하며, 와이브로와 HSPA 를 중심으로 기술과 서비스를 비교하며 무선랜 기반 메시 네트워크가 이들 이동통신 서비스에 미치는 영향을 분석하고자 한다. 이를 바탕으로 차세대 통신망에서의 무선랜 메시 네트워크와 이동통신 서비스와의 관계를 설정하고 시너지를 창출하기 위한 서비스 활성화 방향을 결론적으로 제언하고자 한다.

II. WMN 의 개념 및 특징, 국내외 동향

본 장에서는 최근 부각하고 있는 무선랜 기반 메시 네트워크의 개념, 등장배경, 특징 및 제약점, 국내외 표준화 동향, 장비업체 동향, 국내외 구축 사례를 파악하고자 한다.

1. WMN 의 개념 및 등장배경

가. 개념 및 구축장소

일반적으로 메시 네트워크는 다수의 기존 네트워크 노드를 통해 연결한 구조를 의미한다. 기존 네트워크가 스타형으로 구성되어 있는 반면에, 무선 메시 네트워크는 네트워크 상의 모든 디바이스와 액세스 포인트(Access Point: AP)를 무선으로 연결하도록 한 구조를 의미한다. 즉 메인 AP 만 유선으로 연결하고 다른 AP 나 디바이스는 메인 AP 와 무선의 멀티홉(Multi-hop)으로 연결되어 통신이 가능하게 한 구조를 의미한다[3]. 무선 메시 네트워크는 네트워크의 규모에 따라 와이브로나 모바일 와이맥스를 기반으로 대도시망을 위한 네트워크, 무선랜을 연결하여 지역망을 위한 네트워크, UWB(Ultra Wide Band)와 같은 개인형 저전력 무선기술을 이용하는 네트워크로 구분이 가능하나[4] 본 고에서는 국내외에서 새롭게 부각되고 있는 무선랜을 기반으로 하는 무선 메시 네트워크를 중심으로 다루고자 한다.

무선랜 기반 메시 네트워크(Wireless LAN based Mesh Network: WMN)는 특정지역을 대상으로 기존의 무선랜 액세스 포인트(AP) 간에 별도로 통신망을 구축할 필요 없이 AP 사이를 무선으로 연결함으로써 실내에서 외부까지 무선 네트워크의 범위를 확장시켜 고속의 인터넷 지

원이 가능한 광범위한 무선 인프라 환경을 구현하는 것을 의미한다.

무선랜 기반 메시 네트워크 활용이 적합한 장소는 크게 대학캠퍼스와 같은 넓은 지역이나, 케이블 설치가 용이하지 않은 지역이 된다. 기존 단독 무선랜의 특성상 거주지 환경에서 각종 장애물에 따른 전송속도 하락과 유선의 케이블 설치 비용이 부담되는 실내, 도심 지역이 유망한 지역이 된다. 구체적으로 컨벤션센터, 대학캠퍼스, 운동장, 선박, 항구, 공원, 유통시설, 물류시설, 군부대 시설 등이 해당된다. 또한 긴급을 요구하는 지역에서의 통신이 필요할 때도 무선랜 기반 메시 네트워크가 유용하게 된다. 예를 들어 재난이 일어난 지역에서 일을 하는 구조대원 같은 사람들이 무선랜 기반 메시 네트워크를 신속하게 설치, 활용이 가능하게 된다.

나. 등장배경

기존의 단독으로 구축된 무선랜(IEEE 802.11 a/b/g 의 표준)은 높은 설치비용, 낮은 커버리지, 전송속도 불안정성 등에서 기술적 한계에 봉착하게 되었다. 기존 단독 무선랜에서 각 AP 는 반드시 유선 네트워크와 연결되어야 하며(유선의 케이블 필요), 802.11 신호의 제한된 전송범위로 많은 수의 AP 를 필요하여 높은 설치비용이 소요되게 된다. 또한 AP 에서 단말기까지는 한번의 연결(one-hop), 즉 직접 통신만 가능하며 단말과 AP 와의 거리가 멀어질수록 통신 속도도 떨어지게 되어 전송속도가 불안정하다. 또한 AP 와의 일정 거리에서만 작동하여 커버리지가 낮으며 보행수준 수준에서 무선 인터넷을 사용할 수 있어 이동상황에서 고속의 무선 인터넷 사용에 제약을 지녔다[5].

이러한 무선랜의 기술적 제약성을 극복하기 위해 무선랜을 광역으로 구축한 것이 무선랜 기반 메시 네트워크가 된다. 특히 2000년대 초반 미국을 중심으로 무선랜 기반의 메시 장비업체가 등장하여 실내 또는 핫스팟 중심의 무선랜을 실외의 광역 네트워크 개념으로 확장시킨 것이 등장배경이 된다[3]. 무선랜 기반 메시 네트워크는 낮은 설치비용, 자가망 구성(Self-configuring), 자동복구(Self-healing), 넓은 커버리지 등의 이점으로 기존 무선랜의 한계를 극복할 수 있는 서비스로 부각되고 있다.

2. 무선랜 기반 메시 네트워크의 특징 및 국내외 동향

가. 특징점 및 제약성

무선랜 기반 메시 네트워크의 특징점 및 제약점은 <표 1>과 같다[3],[5],[6].

무선랜 기반 메시 네트워크는 서비스 제공지역의 외부로의 확대(확장성)를 특징점으로 들 수

<표 1> 무선랜 기반 메시 네트워크의 특징점 및 제약성

특장점	제약성
<ul style="list-style-type: none"> • 서비스 제공지역의 확대(확장성) <ul style="list-style-type: none"> - 실내, 실외, 지하공간, 대학, 공원, 번화가, 도심지역 등 대부분 지역공간의 망 구축 용이→음영지역의 최소화 및 실내지역의 자유로운 서비스 제공 - 멀티홉(multi-hop)을 통하여 용이한 커버리지 확대 • 시스템의 효율적 운영을 통한 안정적 서비스 제공(신뢰성과 효율성) <ul style="list-style-type: none"> - 망의 자가 구성 및 동적 경로구성을 통한 서비스 환경 변화에 유연한 대응 가능→대체경로 제공을 통한 서비스 제공실패 방지→신뢰성 부여 - AP의 효율적 운영을 통하여 AP와 단말기의 소요전력 절감→단말기의 배터리 지속시간 확대→이용자 편의성 증대 • 망 구축의 투자비용 절감(비용절감성) <ul style="list-style-type: none"> - AP간 무선통신 연결이 가능하여 유선 케이블의 최소사용 가능→효율적인 망 구축과 비용절감 효과 • 차세대 무선랜의 기술 수용을 통한 서비스의 지속적 진화(서비스 진화) <ul style="list-style-type: none"> - 보안, 인증, 이동성, 빠른 로밍(fast roaming), 타 서비스와의 연동의 차세대 무선랜의 표준기술 수용을 통한 발전적 전개 • 모바일 브로드밴드와의 연계를 통한 서비스 경쟁력 확보(서비스 역량) <ul style="list-style-type: none"> - 120km/h 이상의 이동성 제공 + 최대 54Mbps 이상의 전송속도 • 부가서비스 라인 확대를 통한 이용자 편의와 서비스 가치 증대 <ul style="list-style-type: none"> - 유무선 융합 서비스 제공을 통한 이용자 편의증대 - VoIP를 통한 저렴한 음성과 화상 서비스 제공 - 텔레매틱스, IPTV의 컨버전스 서비스 제공 - DMB와의 연계를 통한 양방향 멀티미디어와 t-Commerce 제공 - WPAN과의 연계를 통한 홈 네트워킹과 u-City에서 활용성 강화 	<ul style="list-style-type: none"> • 대기시간(latency)에 따른 서비스 품질 저하 <ul style="list-style-type: none"> - AP에서 적정 사용자 수용범위 초과시 지연(delay) 발생→VoIP, 멀티미디어 스트리밍 송수신에서 문제 발생 가능성 • 보안 위험 노출 <ul style="list-style-type: none"> - AP와 단말기간의 악의있는 이용자의 부정 액세스 가능→개인정보 노출과 금융거래 마비 * 서버의 방화벽 구축을 통해 문제해결 시도→그러나, 일정기간 보안문제 지속 가능 • 유지보수 및 관리비용 증대 <ul style="list-style-type: none"> - AP 설치를 위한 장소 점용비용과 지속적 유지보수를 위한 추가 비용 발생 • 무선랜 기반 메시 네트워크간 호환성 문제 <ul style="list-style-type: none"> - 802.11 s의 기술표준 미확정으로 장비업체 난립 - 인텔, 시스코, 모토로라 등 전세계 주요업체만 10여개 이상→망간 호환성 문제 발생 가능성

<자료>: 김문구, 박종현, 무선 메시 네트워크 기술 동향과 분석, 한국전자통신연구원, 2007의 재구성

있다. 멀티홉 기능을 통해 전송하므로 네트워크 커버리지가 확장되고 빠른 속도의 데이터 전송이 가능해진다. 이를 통하여 실내, 실외, 지하공간, 대학, 공원, 번화가, 도심지역 등 대부분 지역 공간에서 망 구축이 용이하여 무선랜 가용지역을 확대하며 또한 음영지역의 최소화 및 실내외 지역의 자유로운 서비스 제공이 가능해진다.

다음으로 시스템의 효율적 운영을 통한 안정적 서비스 제공의 신뢰성과 효율성이 특징점이 된다. 무선랜 기반 메시 네트워크는 자가망 구성,¹⁾ 자동복구,²⁾ 여분성,³⁾ 동적 경로 구성⁴⁾의 기

1) Self-configuring: 네트워크를 자동으로 구성할 수 있는 능력
 2) Self-healing: 네트워크 내의 노드가 하드웨어 이상 등의 문제로 네트워크에서 이탈 시, 차선 경로의 네트워크가 새로 구성되어 QoS(Quality of Service)를 보장하는 능력
 3) Redundancy: 다중 경로 중에서 부하가 적게 걸리는 곳을 선택할 수 있으며 노드를 추가함으로써 안정된 속도를 유지할 수 있는 능력
 4) Dynamic Topology: 위치가 변하면 구성을 자체적으로 변경하는 유연성

능을 확보하고 있다. 따라서 망의 자가 구성 및 동적 경로 구성을 통한 서비스 환경 변화에 유연한 대응이 가능하고 대체경로 제공을 통한 서비스 제공 실패를 방지하여 네트워크의 신뢰성이 부여된다. 또한 AP의 효율적 운영을 통하여 AP와 단말기의 소요전력이 절감되어 단말기의 배터리 지속시간이 확대되고 이용자의 편의성이 증대된다.

또한 망 구축의 투자비용이 절감되며 고속의 이동성이 확보된다. AP 간 무선통신 연결이 가능하여 유선 케이블의 최소 사용이 가능해지고 이는 효율적인 망 구축과 비용절감의 효과를 가져온다. 네트워크 변화에 따라 동적으로 네트워크와 경로를 재구성하는 기법을 이용하여 모바일 노드의 이동성을 지원하게 된다. 이를 통해 자동차에서 고속 주행 시에도 인터넷 서비스 이용이 가능해진다.

차세대 무선랜의 기술수용을 통한 서비스가 지속적 진화되고 있다는 특징을 지닌다. 보안, 인증, 이동성, 빠른 로밍(fast roaming), 타 서비스와의 연동 등 차세대 무선랜의 표준기술 수용을 통해 기술이 발전적으로 전개되고 있다. 또한 와이브로와 LTE와 같은 모바일 브로드밴드와 연계를 통해 서비스의 경쟁력이 확충되고 있다. 유무선 융합 서비스 제공, VoIP를 통한 저렴한 음성과 화상 서비스 제공, 텔레매틱스, IPTV와의 컨버전스 서비스 제공, DMB와의 연계를 통한 양방향 멀티미디어와 t-Commerce 제공, WPAN과의 연계를 통한 홈 네트워킹과 u-City에서 활용성 강화와 같은 다양한 부가 서비스 라인 확대를 통해 이용자 편익과 서비스 가치가 증대되고 있다는 특징을 지닌다.

무선랜 기반 메시 네트워크는 대기시간에 따른 서비스 품질 저하 우려, 보안위험 노출, 유지보수 및 관리비용 증대, 통합된 표준 미비로 장비업체간 호환성 문제가 제약성이 되며 이를 상술하면 다음과 같으나 향후 기술 진화와 표준제정으로 해소될 것으로 전망되고 있다[3],[9].

우선 AP에서 적정 이용자 수용범위 초과시 지연(delay)이 발생하고 VoIP, 멀티미디어 스트리밍 송수신 등에서 서비스 품질의 저하 문제가 발생할 수 있다. 또한 AP와 단말기 간의 악의적인 이용자의 부정 액세스가 가능하여 개인정보 노출과 금융거래 마비의 문제점이 발생할 수 있다. 현재 서버의 방화벽 구축을 통해 문제해결을 시도하나 향후 일정기간 보안문제가 지속적으로 발생할 가능성이 있다. AP 설치를 위한 장소 점용비용과 지속적 유지보수를 위한 추가 비용이 발생할 수 있으며 2008년으로 예정되어 있는 802.11s 기술 표준의 미비로 네트워크간 호환성에 문제가 발생할 개연성이 있다. 현재 글로벌 주요업체만 10여 개 이상이며 업체간 장비의 호환성이 해결되어야 이슈로 부각되고 있다[6].

나. 표준화 동향 및 국내외 장비업체 동향

무선랜 기반 메시 네트워크의 기술 표준은 IEEE 802.11s 으로 집약된다. 현재 표준화 진행 상황을 살펴보면, 우선 무선랜 환경에서 메시 네트워크 표준화를 IEEE 802.11 TGs 에서 진행해 왔으며 2004 년 1 월 벤쿠버 회의에서 SG(Study Group)으로 승인되었으며 2004 년 6 월 TGs (Task Group)로 승인되어 Draft 표준안 개발 중에 있다. 2008 년 내에 표준화 완성을 목표로 추진 하고 있다. 표준화 주요 내용은 IEEE 802.11 의 구조와 프로토콜 확장을 통해서 ESS(Extended Service Set) 무선으로 연결된 AP 의 집합으로 자가망 구성, 자동 토폴로지 인식 및 동적 경로 구성(Dynamic path configuration) 등을 제공하는 것을 표준의 범위로 하고 있으며 802.11a/b/g/n 무선랜 프로토콜과 802.11i 보안 표준을 바탕으로 IEEE 802.11s 표준을 제정하고 있다. 또한 호환성과 노드 인식, 인증, 연결 수립, 효율적 루트 선정 등의 기능을 추가하기 위한 표준이 진행 중에 있다[3],[5]. 국내에서 무선랜 기반 메시 네트워크에 대한 표준화는 TTA PG303 무선랜 프로젝트 그룹에서 진행되고 있다.

무선랜 기반 메시 네트워크의 글로벌 유수의 장비업체 동향을 살펴보면 다음과 같다[7],[8]. 우선 노텔은 기존의 무선랜 기반 아키텍처를 확장하는 방향으로 본 기술을 전개시키고 있다. 특히 타이완의 City network 와 미국 대학, 국내 서원대에 무선랜 기반 메시 네트워크를 설치하고 있다. 특히 국내 서원대에 외장 안테나를 설치하여 최대 1km 의 사용 범위를 갖추었으며 사용자와 AP 간 통신은 물론, 실외에 설치된 AP 간 통신을 통한 무선 접속성을 지원하고 있다. 모토로라는 2005 년 초 ‘Mesh Networks’사를 인수하여 무선 메시 네트워크를 육성하고 있다. 5GHz 대역에서 50Mbps 급의 이동 중에 초고속 통신이 가능한 메시 네트워크에 집중하고 있다. 특히 모토로라는 타 솔루션과 달리 위치추적 기능을 통해 재난 상황에서 사람이나 동물 등에 대한 위치 추적이 가능한 솔루션을 제공하고 있다. 또한 고정 인프라 없이 신속하게 긴급 통신망을 구축할 수 있고 무선 중계기에 의한 커버리지 확장이 가능하다는 특징을 지니고 있다. 모토로라는 전자 태그(RFID)와 무선랜 기술을 접목해 발표한 차세대 무선기술인 ‘윙(Wireless Next Generation: Wi-NG)’을 통해 무선랜 기반 메시 네트워크를 확대하려고 있다. 국내 삼성전자는 2006 년 재난시 기지국이나 액세스포인트 없이도 1km 이내에서 단말끼리 통신이 가능한 ‘모바일 애드혹 라우팅’ 기술을 세계 최초로 구현하였다. Tropos Networks 는 실내와 실외에 메시 라우터 솔루션과 네트워크 솔루션을 개발하고 있다. 지자체, 공공 안전시설 등의 구축 사례가 있으며 전세계적으로 150 개 이상의 고객을 보유하고 있으며, 1Mbps 이상의 전송속도를 보장하며 차후 모바일 와이맥스와의 연동을 통해 10Mbps 이상의 전송속도를 제공할 계획이다.

무선랜 기반 메시 네트워크의 국내외 구축 사례를 살펴보면, 다음과 같다. 우선 국내에서는

u-City 와 밀접한 연결관계가 있다. 특히 송도 국제도시를 비롯하여 부산, 판교 등은 무선랜 기반 메시 네트워크 기술을 도시 기반 인프라로 구축할 예정이다. 미국에서는 아리조나 Tempe, 콜로라도 Longmont, 캘리포니아 Culver, 포클랜드, 필라델피아, 세크라멘토를 비롯하여 전국 300 개 도시지역에서 상대적으로 저렴한 초기비용 투자를 통해 도심 전역에 무선랜 기반 메시 네트워크를 구축 또는 추진하고 있다. 영국, 프랑스(파리), 네덜란드(암스테르담), 스웨덴(룬드)에서는 미국과 마찬가지로 대도시를 중심으로 도시 전역에 무선랜 기반 네트워크를 구축하는 사업을 진행하고 있다. 특히 영국은 통신사업자인 BT 주도하에 12 개 도시를 중심으로 무선랜 도시화 사업을 진행하고 있으며 프랑스 파리는 2007 년 말까지 도시전역에 총 400 개의 무료 무선랜 망 구축을 추진하였다. 대만은 타이베이를 중심으로 약 5,000 개의 AP 로 무선랜 망 도시를 구축하고 병원진료 시스템과 같은 공공 서비스를 제공하고 있다. 또한 최근에는 인도의 뭘베이, 마케도니아, 케냐, 방글라데시 등 동남아 및 아프리카 등 다양한 지역에서 u-City 개념의 무선랜 기반 메시 네트워크를 구축하고 있다[3],[7],[8].

III. WMN 이 이동통신 서비스에 미치는 영향

1. 무선랜 기반 메시 네트워크와 이동통신 서비스와의 비교

무선랜 기반 메시 네트워크와 단독 무선랜, 이동통신 기술인 와이브로, HSPA 와의 기술 및 서비스를 비교하면 <표 2>와 같다. 본 표에서도 나타나듯이 와이브로, HSPA 가 모두 4G 로 지향하는 제 3.9 세대 모바일 브로드밴드 기술이며 이는 무선랜 기반 메시 네트워크도 동일하게 적용된다. 기술이 진화할수록 이들 서비스 간에는 전송속도, 이동성, 단말기 활용성, 음성제공 (VoIP)에서 서비스 차별화가 높지 않을 것으로 전망된다. 무선랜 기반 메시 네트워크가 전송속도, 유선통신과의 융합성, 이용요금에서 강점을 지닐 것이며 와이브로와 HSPA 는 전국 서비스 제공, 4G 시장의 선점 잠재력에서 강점을 지닐 것으로 분석된다.

무선랜 기반 메시 네트워크와 이동통신 서비스(와이브로와 HSPA)의 역량을 비교하면 <표 3>과 같다. 무선랜 기반 메시 네트워크는 서비스 제공지역이 전국망은 아니나 지역망에서 실내, 실외, 지하공간, 공원, 번화가 등 이동통신의 음영지역까지 모두 설치가 가능하며 망 구축의 초기비용, 투자수익율, 초소유비용 등의 투자비용이 상대적으로 저렴하다는 우위점을 지닌다. 반면에 이동통신은 전용 주파수 대역을 사용함에 따른 이점과 보다 안정적인 QoS 를 제공하고 4G 를 선도하며 전국적 사업자와 MVNO 를 통해 다양한 비즈니스 모델과 수익원을 확보할 수 있는 우위점을 지닌다.

<표 2> 무선랜 기반 메시 네트워크와 이동통신 서비스와의 비교

구분	무선랜	무선랜 기반 메시 네트워크	WiBro	HSPA
표준	- 802.11b/g(2.4GHz) - 802.11a/n(5 GHz)	- 802.11 s 제정	- 802.16 e	- 3GPP/IMT-2000
서비스 성격	- 실내, Hot-spot 중심의 무선인터넷	- Hot-zone 을 통한 모바일 브로드밴드 대응 서비스	- 무선 초고속인터넷	- 기존 이동전화 무선 인터넷 개선 서비스 - 영상 서비스
주파수 할당	- ISM 대역(2.4GHz) or 5GHz	- 2.4GHz or 5GHz	- 2.3GHz(국내)	- 2GHz
채널 대역폭	- ~20MHz(40MHz 확장 가능)	- ~20MHz(40MHz 확장 가능)	- 10MHz	- 5MHz
전송속도	- 11~54Mbps	- ~54Mbps (일부 100Mbps)	- 100Mbps	- 14.4Mbps(현단계)
주파수 효율	- ~2.7bps/Hz	- ~2.7bps/Hz	- ~3.4bps/Hz	- 1bps/Hz 이하
커버리지	- 50~200m	- 수 Km	- 대략 1km	- 1~3km
AP 당 수용 능력	- 10~50 명	- ~500 명	- 수백 명(~1,000 명)	- 수백~수천 명
이동성	- 도보 수준	- 150~300Km/h	- ~120Km/h	- ~300Km/h
QoS 보장	- 미보장: 지연과 간섭 발생	- 개선	- Best-effort	- 보장
보안	- 취약 외부 부정 액세스 가능	- 취약하나 지속적 개선 * 802.11 i 채용시	- 보통	- 상대적 우수
VoIP	- VoWALN 으로 제공 가능	- 제공 가능	- 제공 가능	- 제공 가능하나 서킷 망을 통한 음성제공이 원칙
로밍	- 무선랜간 로밍	- 네트워크간 로밍 * 802.11 r 채용시 - 3G 와의 로밍 * 802.11 u 채용시	- WiBro 간 로밍 - WiBro-WLAN-메쉬 망간 로밍 - WiBro-3G 간 로밍	- HSDPA 간 로밍 - HSDPA-WiBro-WLAN-메시 망간 로밍
4G 선도성	- 802.11n 을 통한 4G 와 연동	- WiBro, LTE 와 연동을 통한 4G 연계	- OFDM, MIMO 를 통한 선도	- LTE 로의 기술진화를 통한 4G 로 전개
컨버전스성	- 유선 인터넷과 연동	- DMB 결합(시스코, 중국 포신) - 텔레메틱스 제공 - 유통망, 물류망, u-City, 안전망에 기반 망으로 활용 가능성	- DMB 와 결합 - 텔레메틱스 제공 - 유무선 융합 서비스 제공 - 산업 융합의 기반 네트워크로 활용	- DMB 와 결합 - 텔레메틱스 제공
기술진화 방향	- 802.11 n: OFDM 채용 - 802.11 i: 보안+ 인증 강화 - 802.11 p: 이동성 확충 - 802.11 r: fast roaming - 802.11 u: 3G 와 연동	- 진화하는 무선랜 기술 채용으로 서비스 기능 향상 - OFDM, MIMO 채용 가능 * 802.11 n 채용시	- WiBro-e 를 통한 이동성과 전송속도, 효율성 강화 * 4G 로 전개	- LTE 로 진화 * MIMO, OFDM 채용, IP 기반으로 진화
주 이용지역	- 택내, 교내, 사무실내 - 번화가 실내 - 대중시설, 교통시설 - 지하철	- 무선랜 지역 모두 이용 가능 - 공원, 야외로 확장 가능 - 소도시 지역 전체	- 도심지역 중심의 전국망	- 전국망 구축

구분	무선랜	무선랜 기반 메시 네트워크	WiBro	HSPA
투자비용	- 개별 AP: 저렴	- 구축 투자비용: 저렴	- 전국망 구축 투자비용: 높음	- 전국망 구축 투자비용: 높음
유지보수 비용	- 저렴	- 비교적 저렴하나 관리비용이 높게 들 가능성	- 지속적 유지보수 필요	- 지속적 유지보수 필요
이용요금	- 사설 무선랜: 무료 - 공중 무선랜: 저렴	- 공공지역: 저렴 - 특정사업자 구축 * 상대적 저렴 가능성	- HSDPA 에 비해 상대적 저렴	- 무선데이터: 상대적 고가
단말기	- PDA, 노트북, 핸드헬드 PC - PMP	- 핸드폰/스마트폰 - PDA, 노트북, 핸드헬드 PC - PMP	- 핸드폰/스마트폰 - PDA, 노트북, 핸드헬드 PC - PMP	- 핸드폰/스마트폰 - PDA, 노트북, 핸드헬드 PC - PMP
킬러 서비스	- 웹 서핑, MMS	- 웹 서핑, MMS, 게임 - 텔레매틱스, IPTV - 공공지원	- 웹 서핑, MMS, 게임, 상거래 - 텔레매틱스, IPTV, 멀티미디어 - m-VoIP	- 영상 서비스 - 웹 서핑, MMS, 게임, 상거래 - 텔레매틱스
상용화 시기	- 기 상용	- 일부 지역 서비스 제공 * 대학가, 외국 소도시	- 2006 년 상반기	- 2006 년 상반기
계약점	- 보안과 QoS 문제 - 사업자의 BM 취약	- 표준화정시까지 업체의 장비 난립 - 네트워크간 호환성 확보를 위한 표준/기술개발 필요	- 전국망 미구축과 도심지역의 음영지역 발생	- HSDPA 자체의 서비스 제공역량 취약(BM 한계)
국내외 구축사례	- 전국 주요지역에 Hot-spot 구축 - 사설 무선랜 난립	- 서원대, 계명대, 충남대 구축 - (해외) 대만국립대, 대만 무선도시 구축, - 노텔, 아칸사스대, - 샌프란시스코 공공 안전망	- 2008 년 수도권 구축 - 향후 전국 도시지역 구축 예정	- 2006 년 84 개 도시 구축

<자료>: 김문구, 박종현, 무선 메시 네트워크 기술 동향과 분석, 한국전자통신연구원, 2007 의 재구성

<표 3> 무선랜 기반 메시 네트워크와 이동통신 서비스와의 역량 비교

무선랜 기반 메시 네트워크의 우위 항목	동등 또는 유사 항목	다 이동통신 서비스의 우위 항목
<ul style="list-style-type: none"> 서비스 제공 가능 지역 - 실내, 실외, 지하공간, 공원, 변화가 등 서비스 제공지역 범위 확충 투자비용 절감 - 망 구축 투자비용: 매우 저렴 - 투자수익률(ROI)와 총소유비용(TCO)에서 우위 	<ul style="list-style-type: none"> 모바일 브로드밴드형 서비스 제공 - 이동성 + 초고속인터넷 전송속도 및 주파수 효율성 VoIP 	<ul style="list-style-type: none"> 전용 주파수 대역 사용의 이점 - 무선랜 메시 네트워크의 ISM 대역(2.4GHz) 사용 → 다른 망과의 충돌 또는 간섭문제 발생 보다 안정적인 QoS 와 보안의 신뢰성 제공 MIMO, OFDM 채용을 통한 4G 기술 선도 다양한 서비스 제공 - 유무선 통합, 컨버전스, 텔레매틱스, IPTV 등에서 다양한 활용 가능 사업자의 비즈니스 모델 창출 및 이용요금을 통한 수익 확보성: 킬러 서비스 개발

2. 무선랜 기반 메시 네트워크가 이동통신 서비스에 미치는 영향

무선랜 기반 메시 네트워크가 이동통신 서비스에 미치는 시너지 또는 잠식 효과를 종합하면 <표 4>와 같다. 우선 시너지 효과로는 와이브로를 비롯하여 이동통신의 음영지역이나 대량 트래픽 발생지역에 대한 서브 네트워크로 활용할 수 있다는 점이다. 무선랜 기반 메시 네트워크와 이동통신과의 연동을 통해 실내공간, 지하공간의 음영지역에서 비용절감과 효율적인 망 구축을 위해 무선랜 메시 네트워크를 활용할 수 있으며 특히 와이브로나 HSPA의 이용행태에 대한 자료를 참고하면 실내공간에서 무선 데이터 활용도가 크게 높은 것으로 나타나[11] 이들 대량 이용지역을 중심으로 중계기 대신 무선랜 기반 메시 네트워크를 활용하는 것이 투자비용 측면에서 효율적일 수 있다.

<표 4> 무선랜 기반 메시 네트워크가 이동통신 서비스에 미치는 효과

구분	내용
시너지 효과	<ul style="list-style-type: none"> 네트워크의 효율적 전개: 와이브로를 비롯하여 이동통신의 서브 네트워크로 활용 가능 <ul style="list-style-type: none"> 실내공간, 지하공간의 음영지역에서 비용절감과 효율적인 조기 망 구축을 위한 활용 가능 → 특히 와이브로의 지원 네트워크로 활용 실내공간, 지하공간의 음영지역에서 중계기 구축보다는 무선랜 기반 메시 네트워크를 통하여 큰 폭의 망 투자비용 절감 가능
잠식효과	<ul style="list-style-type: none"> 무선 데이터 수요와 수익잠식 가능성 <ul style="list-style-type: none"> 도심지역에서 무선랜 기반 메시 네트워크 구축으로 인해 이동통신의 무선 데이터 대체제 가능 <ul style="list-style-type: none"> * 공공지역(대학 구내, 컨벤션 센터 구내, 교통시설 구내, 공공기관 구내)에서 무선랜 기반 메시 네트워크 구축 → 저가 또는 무료로 무선 초고속인터넷 이용 가능 → 이동통신 무선 데이터 시장잠식 * 예) 대학생: 가정내(사설 무선랜 이용) + 학교나 공공기관 구내 등(무선랜 기반 메시 네트워크 이용) → 이동통신 무선 데이터 이용요인 축소

반면에 잠식 효과로는 이동통신의 무선 데이터 수요와 수익을 잠식할 가능성이 있다는 점이다. 현재 무선랜 기반 메시 네트워크는 통합된 표준 미비로 인한 업체의 난립, 강력한 사업주체 부재, 서비스 품질(QoS)의 보안문제, 수익원 창출의 비즈니스 모델 부재, 제한된 단말기로 인해 경쟁력이 열위하여 일부 핫존(Hot-Zone) 중심의 서비스 영역이 제한되어 이동통신과의 경쟁이 거의 나타나지 않을 것으로 전망된다. 그러나 향후 이러한 문제점이 해소되고 IEEE 802.11n 이상으로 무선랜 기술이 진화하고 무선랜 기반 메시 네트워크 표준인 802.11s 표준이 정립되고 도시별로 구축된 네트워크가 상호 연동되며 특히, u-City나 대학지역, 비즈니스 용도에서 무선 초고속인터넷 용도나 m-VoIP를 위해 무선랜 기반 메시 네트워크가 집중 설치된다면 이에 따라 이동통신의 무선데이터 부문이 상당부분 대체되거나 잠식될 가능성이 높다.

IV. 결론: WMN 활성화 방향

본 고에서는 무선랜 기반 메시 네트워크가 이동통신 서비스에 미치는 효과를 파악하기 위해 선행적으로 무선랜 기반 메시 네트워크의 개념, 등장배경, 특징, 국내외 표준 및 사례 분석을 살펴보고 기술간 비교와 영향관계를 파악하였다. 무선랜 기반 메시 네트워크가 단지 또 하나의 차세대 통신 서비스로 서비스간 치열한 경쟁을 통해 시장을 상호잠식하는 형태가 아니라 모바일 브로드밴드를 지향하는 차세대 이동통신과 조화를 통해 서비스간 시너지를 창출하고 극대화하는 방향으로 활성화되기 위한 제언을 하면 다음과 같다.

첫째, 무선랜 기반 메시 네트워크의 서비스 역량을 조기에 강화하는 것이 가장 중요한 서비스 활성화의 관건이 된다. 특히 무선랜은 기가비트 단위의 전송속도를 제공하고 보안이나 표준, 이동성을 강화하는 방향으로 기술이 진화하고 있으며 IEEE 802.16n 이상의 표준을 통해 OFDM 방식과 MIMO 다중안테나의 제 4 세대 기술을 채용하고 있는 것으로 알려져 있다. 이러한 무선랜의 빠른 기술진화를 바탕으로 무선랜 기반 메시 네트워크도 기반 표준인 802.16s 나 빠른 핸드오버 표준인 802.11f/r, 보안 표준인 802.11i 와의 공조를 통해 전체 네트워크의 역량을 강화해야 한다. 특히 이동통신 부문의 와이브로나 LTE 계열의 4G 지향 서비스가 전송속도, 이동성, 주파수 효율성에서 빠른 발전이 이루어지고 있으므로 무선랜 기반 메시 네트워크도 조기에 경쟁우위 요소를 확충하는 것이 요망된다.

둘째, 무선랜 기반 메시 네트워크 참여기업 간의 긴밀한 제휴가 요망된다. 현재 본 네트워크 장비개발에 참여하고 있는 업체는 미국과 유럽을 중심으로 주요 벤더들이 망라해 있으며 이들 업체가 주요 도시나 대학, 기관과의 공동으로 구축한 네트워크는 망간 호환이나 연동에 제약성이 있는 것으로 알려져 있다. 무선랜 기반 메시 네트워크가 지역망을 기반으로 하기 때문에 광대역의 연결은 다른 이동통신을 기반으로 하면 되겠지만, 동일 지역 내에서도 망간 호환이 제약성을 지닌다면 네트워크의 연결을 지향하는 메시 네트워크의 지향점과 배치된다. 따라서 진술한 표준정립을 통해 조기에 업체간 네트워크의 상호호환성을 부여할 수 있도록 긴밀한 제휴와 연결이 중요하다.

셋째, 와이브로를 비롯하여 4G 기술에서 서비스간 시너지를 창출하는 방향으로 기술과 비즈니스 모델이 공조해야 한다. 와이브로는 광대역성을 바탕으로 전국지역에 모바일 브로드밴드(초고속 무선인터넷)을 제공하는 기술로 최적화되어 있으며 무선랜 기반 메시 네트워크는 낮은 초기 투자비용을 바탕으로 도심내 실내지역이나 음영지역에 효과적인 망 구축에 경쟁우위 요소를 지니고 있다. 따라서 이들 기술 간에는 상호 보완적인 시너지 창출이 가능할 것으로 전망된다.

이에 따라 적어도 4G 기술단계에서는 OFDM, MIMO 와 같은 기술 규격을 공조하여 서비스간 연동과 로밍이 효율적이면 동시에 소비자에게 보다 저렴하고 편리하며 틈새없는(Seamless) 서비스 제공이 될 수 있도록 상호간 협력하는 것이 바람직하다. 그리고 특화되고 전문화된 비즈니스 모델을 통해 다양한 유무선 융합 서비스 개발, 음성(m-VoIP)과 결합된 데이터 시장창출, 컨버전스의 허브 네트워크를 통해 수익원을 강화하여 와이브로나 무선랜 기반 메시 네트워크에 참여한 사업자가 모두 상생하는 방향으로 나가야 한다.

마지막으로 차세대 무선랜 기술뿐만 아니라 무선랜 기반 메시 네트워크의 기술주도에 국내 업체의 보다 적극적인 참여가 요망된다. 한국정보통신기술협회의 보고서(2007)에 의하면 무선랜 기반 메시 네트워크는 기술적 파급효과와 중요도가 모두 높으나 핵심 기술인 라우팅에 대한 기술 확보가 미흡한 상황이며 북미를 중심으로 한 무선랜 기반 메시 네트워크 벤더들에 비해 국내업체들의 상용기술 확보가 시급한 상황으로 평가되고 있다[3]. 이에 따라 국내 업체는 산학연 협력을 통해 무선랜 기반 메시 네트워크의 핵심기술(특히 라우팅)을 조기에 확보하고 이에 따른 IPR 과 국내 표준화 인프라를 강화하는 것이 요망된다. 특히 4G 를 지향하는 와이브로와 NoLA 기술에 대해 국내 기술이 강점을 지니므로 4G 의 구도하에서 차세대 무선랜 기술과 메시 네트워크의 주도권을 확충하는 전략이 유용할 것으로 사료된다.

<참 고 문 헌>

- [1] 김문구, 박종현, “국내 공중 무선랜의 비확산 요인 분석”, 정보통신연구진흥원, 주간기술동향 제 1314 호, 2007. 9.
- [2] 이제현, 이석규, “차세대 차세대무선랜 기술 및 표준화 동향”, 한국전자통신연구원, 전자통신동향분석 제 23 권 제 3 호, 2008. 6.
- [3] 한국정보통신기술협회, “Giga-bit WLAN”, 2008 IT Standard Roadmap, 2007.
- [4] 김광식, 조무호, “특허정보로 바라본 WMN(무선 메시 네트워크 기술)”, 정보통신연구진흥원, 주간기술동향 제 1324 호, 2007. 11.
- [5] IEEE 802.11 Wireless LAN WG, <http://www.ieee802.org/11/>
- [6] Wi-Fi Alliance, <http://www.wi-fi.org/OpenSection/index.asp>
- [7] 전자신문사 홈페이지(<http://www.etnews.co.kr>)
- [8] 디지털타임스사 홈페이지(<http://www.dt.co.kr>)
- [9] <http://www.wimedia.org/en/index.asp>
- [10] 김문구, 박종현, “무선 메시 네트워크 기술 동향과 분석”, 한국전자통신연구원, 2007.
- [11] 김문구, 박종현, “와이브로와 HSDPA 시장조사 분석보고서”, 한국전자통신연구원, 2008.

* 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITA 의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.