

WLAN

1. 개요

1.1. 추진경과 및 중점 추진방향

■ 추진경과

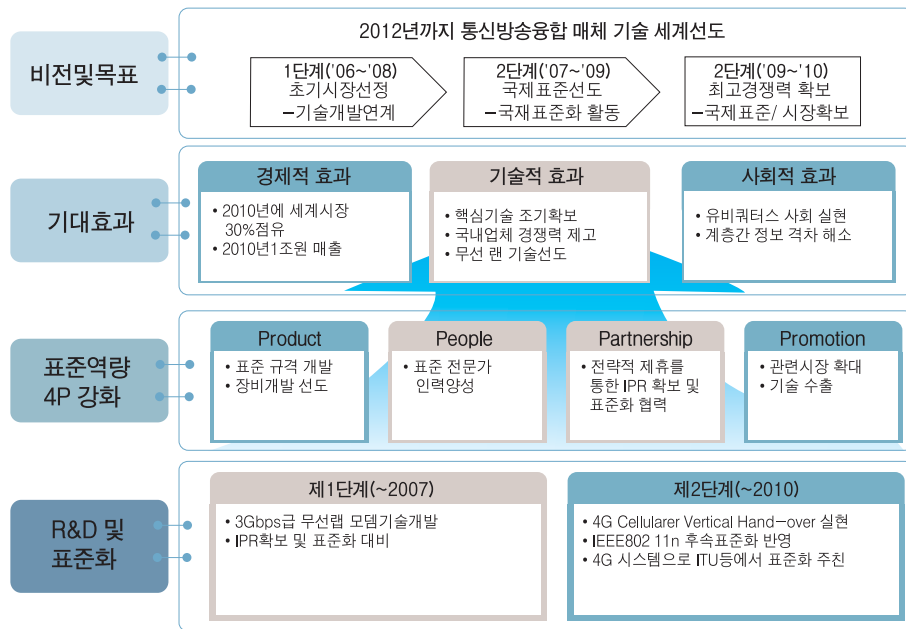
- Ver.2005에서는 초고속 무선전송 기술에 대하여 전체적으로 하나로 묶어서 중점 표준화항목으로 선정하였다.
- Ver.2006에서는 IEEE 802.11n 초고속 무선전송 기술과 IEEE 802.11p 이동 무선 송수신 기술로 분류하여 표준화로드맵을 작성하였다.
- Ver.2007에서는 IEEE 802.11n은 물론 그 이후 전개될 Gbps급의 무선랜 기술과 현재 무선랜 분야에서 이슈화되고 있는 핸드오버 및 네트워크 기술들을 중점 표준화항목으로 채택하였다.

Ver. 2005	Ver. 2006	Ver. 2007
초고속 무선전송 기술	초고속 무선전송 기술	초고속 무선전송 PHY 기술 - 다중 안테나 기술 - 고 효율 채널 코딩 기술 - 대역폭 Scalability 적용 기술
	이동 무선 송수신 기술	초고속 무선전송 MAC 기술 - MAC 제어 성능 향상 기술 - Power Saving 기술
		이동성을 갖는 무선랜 기술 - Fast Hand-over 기술 - Ad-hoc 및 MESH 네트워크 기술

■ Ver.2007 중점 추진방향

- 200~600Mbps급의 IEEE 802.11n의 표준이 거의 완료되어감에 따라 2006년 하반기부터 선보일 ASIC 칩 개발 기술 및 동향에 대하여, 특히 휴대폰 등의 이동 단말기에 탑재하여 VoIP 서비스를 제공하는 IEEE 802.11n의 SISO Mode 등에 대하여 간략히 다루고,
- IEEE 802.11n 이후 2007년 경부터 시작될 Gbps 급 초고속 무선 전송 기술 및 향후 표준화 선점을 위한 IPR 확보 전략 분야에 집중하였다.

1.2. 표준화의 Vision 및 기대효과

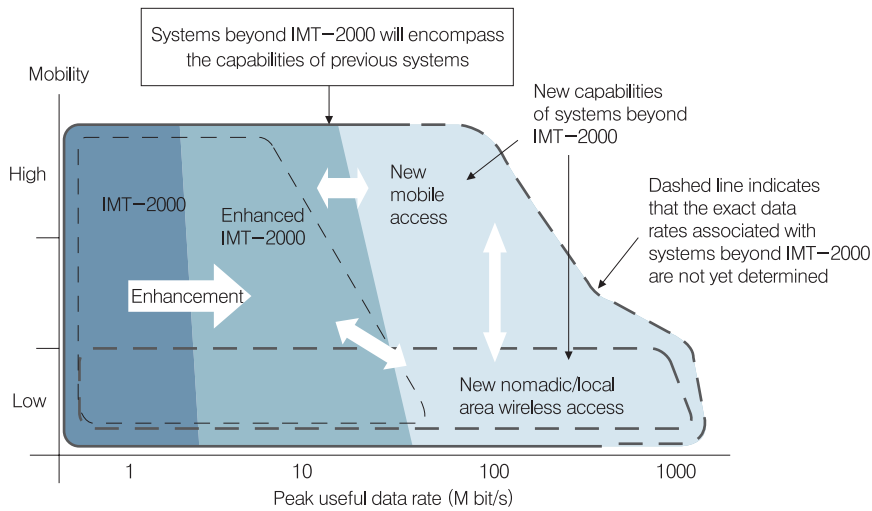


(그림 1) WLAN 기술 표준화의 비전 및 기대효과

1.2.1. 표준화의 필요성

- Giga-bit 무선 송수신 시스템은 향후 IEEE 802.11n의 후속 표준으로 진행될 것으로 전망됨에 따라 조기에 IPR을 확보하고 표준화를 선도할 뿐만 아니라 구현 기술을 조기 확보가 필요

- ITU-R Vision Document에는 IMT-2000과 IMT-2000고도화 시스템 그리고 4세대를 위한 새로운 무선 접속 기술인 고속이동 액세스(New Mobile Access)와 저속이동 액세스(New Nomadic / Local Area Wireless Access) 등을 규정하고 있는데, 고속이동 액세스는 고속 이동시에 100Mbps 이상 그리고 저속 이동시에 1Gbps 이상의 전송속도를 제공한다.
- 이때의 데이터 전송속도는 “aggregate data rate”로서 하나의 무선 자원을 공유하는 전체 서비스의 데이터 속도이며, 저속이동 무선전송 시스템은 저속이동 액세스를 기반으로 하는 시스템을 정의한다.



- 일본의 NTT DoCoMo는 2005년 5월에 1Gbps급 무선송수신기를 개발했고, 2006년 초에는 약 20km/h의 저속 이동 속도를 갖는 최대 전송속도 2.5Gbps급의 무선 전송 기술을 발표하였다.
- 독일의 지멘스도 WIGWAM 프로젝트의 일환으로 무선랜 기반의 1Gbps급 무선 송수신 모델을 개발하고 이를 차세대 무선랜 시스템으로 활용할 방침이다.
- Giga-bit 무선 송수신 시스템은 향후 IEEE 802.11n의 후속 표준으로 진행될 것으로 전망됨에 따라 조기에 IPR을 확보하고 표준화를 선도할 뿐만 아니라 구현 기술을 조기에 확보할 필요가 있다.

1.2.2. 표준화의 목표

- 2006년도에는 Giga-bps급의 무선 전송 규격을 개발
- 2007년도에는 그 규격을 바탕으로 테스트베드를 구현하여 무선 전송 규격을 검증하고 이를 표준화에 반영하여 표준 채택을 위한 주도권 확보
- 저속이동용 3Gbps급 초고속 무선랜 시스템의 무선전송규격의 개발을 통하여 다중안테나 수신기 기술, 고성능 LDPC 부호화 기술, 초고속 모뎀 Front-End 기술 등에 대한 주요 핵심 IPR을 확보하도록 한다.
- 2008년부터 본격화할 것으로 예상되는 4세대 이동통신용 국제표준화활동에 적극 참여하여, 당 과제의 핵심 IPR 3개 이상이 국제표준에 채택되도록 한다.
- 기존의 관련 표준화 기구들(NGMC 포럼, TTA를 비롯한 국내표준기구 및 ITU-R, WWI, WWRF를 비롯한 국제표준기구) 활동에 아울러 참여함으로써 당 과제의 핵심 IPR의 복수 기구 및 여러 적용사례에 대한 동시적인 표준화 채택을 꾀한다.
- 2009년부터는 기 제작된 저속이동용 3Gbps급 초고속 무선랜 모뎀 시스템 및 전송규격에 고속이동 모뎀과의

끊김없는 Vertical Handover 기능을 탑재하여 L1/L2/L3를 망라하는 완결적 운용이 가능한 IMT-Advanced 시스템으로 진화를 꾀한다.

- Vertical Handover 기능을 탑재한 IMT-Advanced 시스템용 주요 IPR에 대하여 Grouping 전략을 적용함으로써, 4세대 이동통신 국제표준화의 독자적 선도가 가능하도록 한다.
- 향후 폭발적인 시장수요가 예상되는 초고속 무선랜을 통한 VoIP 서비스에 보다 기민하게 대처하기 위하여, 개발된 저속이동용 시스템 및 전송규격의 VoIP 서비스와의 연동 가능성을 표준화 작업에 적극 반영한다.
- 따라서, 당 과제를 통한 상기 표준화 작업을 통하여, 4세대 이동통신 시장에서의 향후 국가적인 먹거리를 가늠한 로열티 재원의 확보를 꾀하며, 아울러 국내협력 산업체의 4세대 이동통신에 대한 국제경쟁력을 기술적으로 공급하는 것을 목표로 한다.

1.2.3. vision 및 기대효과

■ 기술적 기대효과

- 3Gbps 급의 초고속 패킷 무선전송기술 확보
- 8x8 MIMO-OFDM 수신 알고리즘 및 구현 기술 확보
- Nomadic/Local Area 서비스에 적합한 무선 통신 기술 제공
- 초고속 대용량 데이터 처리를 위한 Gbps급 Throughput을 지원하는 MAC 기술 확보
- 5GHz 대역의 MIMO용 Dual-Band RF 기술
- Seamless한 Vertical Hand-over 구현 기술

〈표 1〉 기술격차 축소

주요 기술분야	기술 선도국 및 기업/연구소	구분	기술격차(년)	상대적 수준(%)
3Gbps급 시스템	일본 NTT DoCoMo 독일 지멘스	현재	- 방식연구 (2년)	- 70%
			- 구현기술 (2년)	- 70%
		종료연도	- 방식연구 (0년)	- 100%
			- 구현기술 (0년)	- 120%

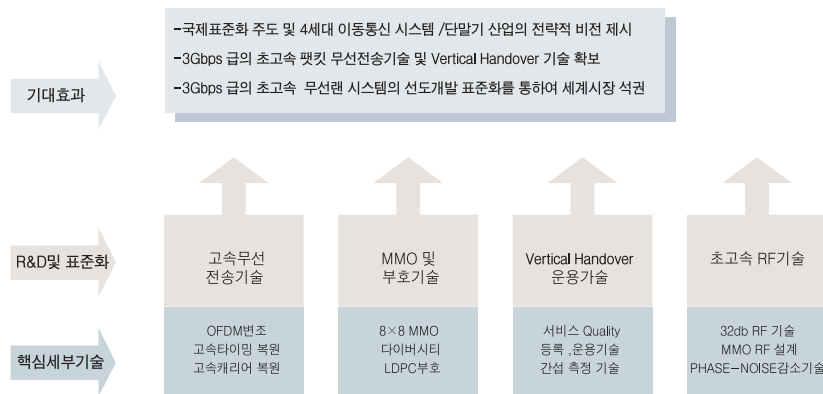
■ 경제적 기대효과

- 홈네트워크의 시장전망을 보면 세계시장은 2003년 518억 달러에서 2007년 1,026억 달러 규모로 성장할 것으로 전망되고 국내 시장은 2003년 37.8억 달러에서 2007년 117.9억 달러로 성장할 것으로 전망된다.
- 2004년도 World Wide WLAN Semiconductor Forecast에 따르면, 200~500Mbps급 차세대 무선랜 시장은 순수하게 칩셋의 경우, 전세계 시장은 2008년에 9천 억에서 2009년도에 1조6천 억으로 성장함에 따라 Gbps 시장에 대한 수요도 조기에 증가할 것으로 기대된다.

■ 기타 기대효과

- 선도기술 확보에 의한 외국의 기술독점 배제 및 막대한 기술도입료 절감 및 로열티 수익창출

- 통신시장 개방에 따른 기술 및 가격 경쟁력 확보
- 핵심 부품의 자체 개발로 수입절감 및 수출 효과 증대
- 초고속 정보화 시대에 알맞은 무선 다중매체 시대로의 유도
- 향후 예측되는 이동서비스의 수요에 대처함으로써 지속적인 사회적 경제적 발전을 도모
- 생활수준이 향상됨에 따른 통신수단의 편리성 및 다양성을 요구하는 소비자의 욕구를 충족시킬 뿐만 아니라 고품질, 다양한 서비스의 제공 가능
- 경제적인 서비스 제공에 따른 시장 확대 및 관련 산업 발전
- 내수 및 수출에 의한 국내 이동/무선통신 장비산업의 활성화 및 고용 창출 효과
- 산업체와의 공동개발을 통해 기술 인력을 양성
- 세계 표준화 및 지역 표준화에 기여함으로써 국가 경쟁력 강화
- 미래 정보화 사회의 주 인프라로 활용 가능
- 누구나 어디서나 어느 기기로 원하는 서비스를 받을 수 있는 유비쿼터스 사회로 발전



2. 국내외 현황분석

2.1. 중점기술 개요

2.1.1. 중점기술 및 표준화 대상항목의 정의

- 중점기술의 정의

- 초고속 무선전송 PHY 기술은 반경 100m 내의 지역에서 200Mbps 이상의 전송속도를 제공하는 기술로 다중안테나, STBC, 송신 빔형성, 듀얼밴드, LDPC, Short GI(Guard Interval) 등을 채택하고 있음
- 초고속 무선전송 MAC 기술은 초고속 무선 전송 MAC 계층의 성능 향상 기술은 MAC의 기능 구현 및 MAC 계층에서의 속도 향상, 구현을 쉽게 하는 MAC 기능 구조 형성을 위한 MAC 제어 성능 향상 기술과 MAC 계층 및 PHY 계층의 전력감소를 위한 Power saving 기술 등을 주요 기술로 함
- 이동성을 갖는 무선랜 기술은 Ad-hoc, Multi-hop기반의 Wireless Mesh Network(WMN) 기술, 동종 망 안에서의 Fast Handover 기술을 활용하여 사용자에게 Seamless하면서도 Availability가 좋은 차세대 멀티미디어 서비스 제공이 가능하도록 해준다. WMN 기술은 기존 Ad-hoc망 기술을 개선한 형태로 Wireless Infrastructure 가지고 있으며 Multi-hop 형태의 액세스가 가능하기 때문에 Scalability와 Reliability가 좋으면서, 기존의 Hotspot에 비해 초기 투자 비용이 적게 드는 망 기술임

- 초고속 무선전송 PHY 기술

- 다중안테나 : 다수의 안테나를 이용하여 서로 다른 데이터를 각 안테나에 전송함으로써 spectral efficiency를 높이는 기술로, n개의 송수신 안테나로 n배의 전송속도를 가진다.
- STBC : 송신 안테나에서 같은 데이터를 전송하여 전송 diversity 효과로 수신 신호대 잡음비를 높이고자 하는 Spatial Time Block Code 기술이다.
- 송신 빔형성 : 수신단에서 각 전송된 spatial stream의 수신 energy를 최대화하여 수신 신호대 잡음비를 향상시킨다.
- 듀얼밴드 : 대역폭을 2배로 확대하여 두 배의 부반송파를 하나의 심볼에 실어 전송한다.
- LDPC : Low Density Parity Check code는 Shannon limit에 근접한 우수한 성능을 갖는 복호방법으로 parity 검사 행렬을 이용하여 반복적으로 확률값을 갱신한다.
- Short GI : 기존의 Guard Interval을 절반만 사용하여 throughput을 향상시킨다.

- 초고속 무선전송 MAC 기술

- MAC 제어 성능 향상 기술은 MAC기능을 쉽게 구현하기 위한 제어 시그널링 향상 기술, MAC 계층에서의

속도 향상을 위한 Data path 향상 기술, 실재 구현 가능성을 위한 MAC 기능 구조 향상 기술 등을 주요 기술로 한다.

- MAC 계층 및 PHY 계층의 제어를 통한 Power saving 기술은 MAC data 제어를 위한 Scheduler 알고리즘 향상 기술, 각 단말기의 자원 할당에 대한 대응 power saving 알고리즘 성능 향상 기술을 주요 기술로 한다.

• 이동성을 갖는 무선랜 기술

- 무선 매쉬 네트워크 기술은 기존의 Ad-hoc 네트워크와 달리 Wireless Infrastructure 기반으로 Multi-hop의 무선 통신을 가능하게 해주는 기술로 기존의 Ad-hoc 망에 비해 Scalability가 좋으면 Mobility를 지원하는 장점이 있다. 현재 널리 퍼져 있는 Wi-Fi Hotspot이 single-hop이며 초기 투자 비용이 많이 드는 망인데 비해 WMN은 초기에 비용이 적게 들면서도 Multi-hop이기 때문에 redundant path를 가지는 Mesh Connectivity를 제공하는 backbone 때문에 Reliability가 좋아지는 특성을 가지고 있다. 또한 기존 Ad-hoc 망이 가졌던 Self-management 특징도 있어서 망의 관리와 확장이 용이한 장점이 있다.
- 무선랜이 이동성을 갖기 위한 표준화가 진행되고 있는데, 이는 2004년 7월에 IEEE 802.11 Working Group이 802.11 WAVE (Wireless Access for Vehicle Environment) Study Group을 승인하면서 표준화가 진행되고 있다. WAVE Task Group은 2006년에 표준화를 완료한다는 방침 아래 표준화를 진행 중이다. 현재는 지난 P802.11p-D1.0에 대한 ballot 투표에 대한 결과를 반영하기 위해 노력하고 있으며, 오는 9월에 승인절차를 마무리 하려고 하고 있다.
- 무선랜 시스템에서 빠른 로밍과 빠른 BSS Transition을 보다 원활히 수행하기 위하여 IEEE 802.11 TG_r에서는 2006년 이내에 완료하는 것을 목표로 동일한 ESS(Extended Service Set)에서 AP와 AP 사이의 핸드오프 지연을 최소화할 수 있는 무선랜 기술을 정의하고 있으며 현재 draft D2.2에 대한 comment 리뷰 중이며 개선된 draft를 준비 중이다. Fast Handover 기술은 무선 단말들로만 구성된 Independent BSS(Basic Service Set, IBSS) 또는 Ad-hoc 망에 대한 고려하지 않고, AP와 무선 단말 사이의 핸드오프만을 고려한 기술로 AP 탐색(scanning), 인증(authentication), 재연결(re-association)과 함께 QoS 지원을 위한 Admission control 및 802.1X 기반의 PTK(Pairwise Transient Key) driven 4-way Handshake 기술을 포함한다. 이를 통해 무선 단말은 기본적으로 새로운 AP로의 탐색 및 인증을 수행하는 동안 기존 AP 시스템과의 연결을 유지할 수 있고, 또한 이동하고자 하는 AP와의 Security 및 QoS Policy를 확인하여 Accept되는 경우 이동을 시작하기 때문에 핸드오프로 인하여 발생할 수 있는 QoS와 함께 데이터의 손실을 최소로 보장할 수 있다. 이와 함께 핸드오프 지연의 상당 부분은 무선 단말이 주변의 새로운 AP의 탐색하는 과정에서 소요되므로 이에 대한 적합한 Probing 알고리즘 및 기술의 개발이 필요하며, IEEE 802.11 TG_k에서 진행하고 있는 최적화된 Radio Resource Measurement이 함께 고려될 수 있다.
- 이동 Ad-hoc 네트워크는 고정된 인프라의 도움 없이 이동 단말만으로 이루어진 네트워크로서, 네트워크의 독립성과 융통성을 높일 수 있다. 하지만 이동 단말의 참여와 이탈이 자유로우므로 네트워크의 유지와 관리에 어려움이 많다. 이러한 이동 Ad-hoc 네트워크에서 네트워크 노드의 지리적 또는 논리적인 위치 정보를 이용하면 라우팅의 효율성과 네트워크의 확장성을 높일 수 있다.

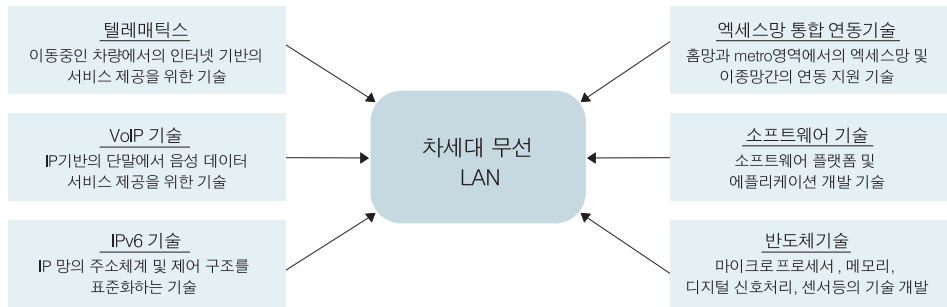
- 이러한 이동 Ad Hoc 네트워크 기술은 홈 네트워크, 센서 네트워크, Personal Area Network(PAN) 등 다양한 응용 분야로의 적용이 예상되고 있고, 또한 이동단말 역할을 차량이나 기차 등의 운송수단으로 대체하여 네트워크를 형성하는 ad-hoc 망인 VANET (vehicular ad-hoc networks) 으로 발전하기도 한다.

• 표준화 대상항목의 정의

구분	정의	표준화 대상항목	표준화내용
초고속 무선전송 기술	반경 100m 내외 지역에서 200Mbps ~ 3Gbps 이상의 전송속도를 제공하며 MAC 계층에서 100 Mbps ~ 1Gbps 급 전송 속도를 가지는 초고속 대용량 무선전송 기술	초고속 무선전송 PHY 기술	<p>다중 안테나 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - 최대 4개의 송신 안테나를 이용하여 단일 안테나에 비해 최대 4배의 전송속도를 갖으며, AP의 경우 2개, STA의 경우 1개의 송신 안테나를 mandatory mode로 갖고 그 외에 2, 3, 4개의 안테나는 optional mode로 채택하고 있음 <p>고 효율 채널 코딩 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기본적으로 convolutional code를 사용하고 advanced coding 기술로 LDPC를 optional mode로 채택하고 있음. <p>대역폭 Scalability 적용 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - 기존에 20MHz였던 대역폭을 40MHz로 확장하여 2배의 전송 속도향상을 가지며, 40MHz 대역폭은 optional mode로 채택하고 있음
		초고속 무선전송 MAC 기술	<p>MAC 제어 성능 향상 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - MAC 제어의 신뢰성 향상 및 지연 감소를 위한 기술, MAC 데이터 전송 속도 향상을 위한 data path 제어 기술, 구현 가능성을 위한 MAC 기능 구조 향상 기술. <p>Power Saving 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - MAC 데이터 제어를 위한 scheduler 알고리즘 향상 기술, 각 단말기의 자원 할당에 대한 대응 power saving 알고리즘 성능 향상 기술
이동성을 갖는 시스템 기술	Fast Hand-over 기술 및 Ad-hoc /Mesh 네트워크 기술을 사용하여 사용자에게 Seamless하면서도 Reliable한 서비스를 제공하며, 이기종의 액세스 네트워크가 공존하는 차세대 이동통신 환경에서 이 기종 네트워크간의 사용자의 이동성을 지원하기 위한 기술	이동성을 갖는 무선랜 기술	<p>Fast Hand-over 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mobile IPv6에서의 Fast Handover 기술 - L2 Handover 완료 이전에 L2 Handover를 미리 수행하는 Fast Handover 접근 기술 - Handover latency 최적화를 위한 Cross Layer 설계 기술 <p>Ad-hoc 및 MESH 네트워크 기술</p> <ul style="list-style-type: none"> - Multi-hop 스케줄링 기술 - Multi-hop relay 다중접속 기술 - Multi-hop 라우팅 기술

2.1.2. 연관기술 분석

• 연관기술 관계도



(그림 2) 차세대 무선랜 연관기술 관계도(응용 및 기반기술 중심)

• 연관기술 분석표

연관기술	내용	표준화기구/단체		표준화수준		기술개발수준	
		국내	국외	국내	국외	국내	국외
Mobile IPv6 기술	- 지역적인 이동성 처리에 있어 Mobility Anchor Point(MAP)를 통해 이동시간과 시그널링을 줄이는 기술	-	IETF	표준 진행중	표준 진행중	기술 개발 중	기술 개발 중
	- 2계층 핸드오버 완료 이전에 3계층 핸드오버를 미리 수행하는 fast handover 접근 기술	-	IETF	표준 진행중	표준 진행중	기술 개발 중	기술 개발 중
VoIP 기술	- IP 기반의 단말에서의 seamless한 음성 데이터 서비스를 위한 기술	TTA	IETF	표준 진행중	표준 진행중	기술 개발 중	기술 개발 중
WPAN	- 개인용 무선 네트워크 - 20~30M 구간 내에서의 단말간의 무선 통신 기술	TTA	IETF	표준 진행중	표준 진행중	기술 개발 중	기술 개발 중
모바일 IPv6	- 이동중인 단말의 변경된 위치에서의 IP 주소 식별과 해당 접속점으로의 라우팅을 위한 메커니즘	-	IETF	표준 진행중	표준 진행중	기술 개발 중	기술 개발 중
텔레메틱스	- 이동 중인 차량에서의 인터넷 기반의 서비스 제공을 위한 기술	TTA	IETF	표준 진행중	표준 진행중	기술 개발 중	기술 개발 중

2.2. 시장 현황 및 전망

2.2.1. 국내 시장 현황 및 전망

- 초고속 무선전송 기술

- 무선랜 이용자 수는 2002년 100만 명에서 연평균 58.3% 성장하여 2007년 1,570만 명으로 전망된다.
- 기술개발 및 제품양산이 늦었음에도 불구하고 2.4GHz대역 무선랜 공중서비스의 확산이 세계에서 가장 빠르다.

〈표 2〉 국내 공중 무선랜 서비스 가입자 전망

(단위 : 만 명)

구분	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	CAGR(%)
신규가입자	100	222	309	362	365	214	-
총가입자	100	322	631	933	1,358	1,572	58.3

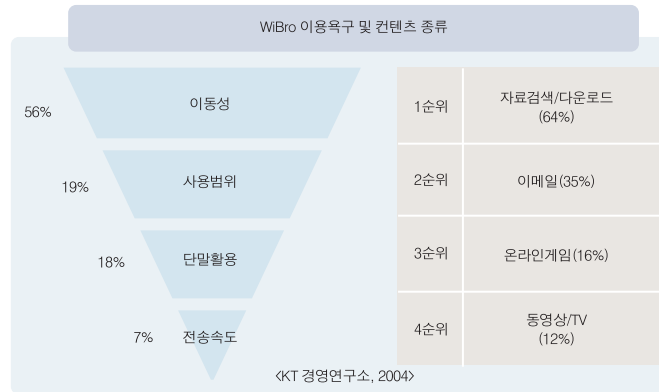
※ 출처 : ETRI 무선산업연구팀 2003. 6.

- 이동성을 갖는 무선랜 기술

- Wireless Mesh Network(WMN) 기술이 활용될 U-시티 건설과 관련하여 송도 국제도시의 중앙 도시통합 관제센터가 총 1647억 원의 예산으로 2007년부터 2014년까지 구축되기로 하였고, 신행정도시 'U시티' 프로젝트가 2006년 7월부터 본격화 되어 2030년 최종 완성을 목표로 진행 됨에 따라 WMN관련 장비의 내수 시장이 서서히 형성되어 갈 것으로 전망하고 있다. U시티 사업 관련 SI업체의 분석에 따르면 2010년까지 서울을 포함해 부산과 제주, 인천 등 전국 11개 도시에서 U시티와 관련한 예산으로 28조 8500억 원을 잡고 있고 한편, 사업규모와 프로젝트 기간 등이 확정되지 않은 지역까지 포함할 경우 약 80조 원 이상이 될 것으로 전망한다.

- 이기종간 연동 기술

- VoIP 기술은 인터넷전화 서비스 외에도 인터넷 팩스, 웹 콜 센터, 통합 메세징 서비스 등의 각종 부가 서비스뿐만 아니라, 영상 회의, 전자상거래 등 인터넷 상에서의 멀티미디어 서비스에 대한 핵심 기반 기술이라는 점에서 통신사업자, 산업체 및 이용자들의 관심이 매우 크다.
- 국내에서도 VoIP 서비스에 대한 관심이 높아 200개 이상 업체가 VoIP 장비 개발 및 서비스 사업 등을 추진하고 있다.
- 최근 무선데이터 시장은 단순한 전송속도의 향상만으로는 고객의 만족도를 높일 수 없는 상황이다. 다양한 신규 서비스에 고객의 욕구가 높아지고 있는 상황에서, WiBro의 경우, 이동성(56%) 및 사용범위(19%)에 대한 고개의 욕구가 전체의 75%로 나타남에 따라, 무선 인터넷 서비스에서 단말기의 이동성 지원 기술의 중요성이 갈수록 부각되고 있음을 알 수 있다.



(그림 3) WiBro 이용 요구 (출처 : KT 경영연구소, 2004)

2.2.2. 국외 시장 현황 및 전망

• 초고속 무선전송 PHY 기술

- 전세계 무선랜 카드 시장은 연평균 약 4%의 성장으로 2009년에 약 12억 달러에 이를 전망(출처 : ETRI).
- 전체 장비 시장은 연평균 15%의 성장으로 2007년도에 39억 달러에 이르고, 이용자수는 연평균 62%의 성장으로 2007년도에 6,900만 명에 이를 것으로 전망한다.

<표 3> 세계 무선랜 장비시장 전망

(단위 : 천 대, 백만 달러)

구분		2001년	2002년	2003년	2004년	2005년	2006년	2007년	CAGR(%)
NIC	출하대수	6,891	12,600	21,333	30,765	41,418	50,416	56,931	42.2
	매출액	834	1,147	1,344	1,477	1,574	1,563	1,594	11.4
AP	출하대수	1,438	1,966	3,157	3,919	4,852	5,837	6,556	28.8
	매출액	682	773	1,067	1,148	1,272	1,358	1,360	12.2
Broadband Gateway	출하대수	553	850	1,906	3,365	5,550	7,941	9,472	60.6
	매출액	142	176	355	552	783	929	928	36.8
기타	출하대수	47	59	83	105	132	159	180	24.9
	매출액	21	24	29	32	29	25	22	0.5
합계	출하대수	8,929	15,474	26,480	38,154	51,592	64,353	73,319	42.0
	매출액	1,679	2,120	2,795	3,209	3,658	3,875	3,904	15.1

• 초고속 무선전송 MAC 기술

※ 출처 : Gartner Dataquest, Wireless LAN Equipment, 2002. 11.

- 네트워크 전문가 교육 웹을 운영하고 있는 웹토리얼스(www.webtutorials.com)가 2006년 무선랜 시장보고서
 - 기업에서 가장 중요하게 고려하는 기술로 무선랜은 VPN과 함께 선두를 차지하고 있다. 또 기업에서 무선랜 사용 여부와 관계없이 무선침입방지시스템은 매우 중요한 것으로 인식하고 있는 것으로 조사되었다. 특히 무선랜은 사무실 공간뿐 아니라 로비나 회의실 등 공용공간으로 빠르게 확산되고 있고(80%), 기술

의 추세에 따라 중앙제어 무선랜(모빌리티 컨트롤러+센 AP)의 채택이 49%를 차지하고 있는 것으로 조사되었다. 이 수치는 지난해 조사의 33%에 비해 크게 늘어난 것이다. 반면 단독형 AP(팻 또는 인텔리전트 AP) 구조는 지난해 55%에서 올해 48%로 감소했고, 올해를 기점으로 중앙제어 무선랜이 기업시장의 대세로 자리를 잡은 것으로 나타났다. 국내 대다수의 기업들은 아직 단독형 AP구조의 무선랜을 사용하고 있지만, 고속 무선랜으로 진화하며 보다 광범위한 구축이 진행되면서 보안성과 관리의 용이성, 확장성이 뛰어난 중앙제어 무선랜으로 이전하고 있는 추세이다. 특히 무선랜 VoIP를 위해서는 빠른 로밍과 멀티미디어 품질을 보장할 수 있는 무선랜 인프라가 필요하다는 지적이다. 보고서에 의하면 무선랜 VoIP는 향후 추진 또는 고려 중인 최대의 무선랜 애플리케이션으로 주목하고 있다. 와이파이(Wi-Fi) 폰 시장은 2004~2005년 동안 116% 성장해 1천200억 원 규모였으며 올해 역시 2배 이상의 성장을 할 것으로 전망, 폭발적인 성장세에 힘입어 2009년에는 4조 원 규모로 성장할 것으로 내다보고 있다. 또 2009년 매출의 91%가 듀얼모드 단말(휴대전화/무선랜 VoIP 겸용)에서 나올 것으로 예상된다.

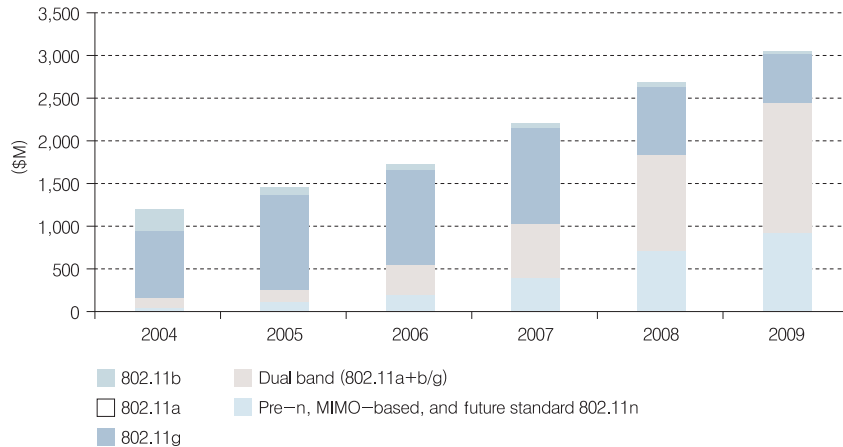
- 2005년 IDC “전세계 무선랜(WLAN) 반도체 시장 현황 및 전망” 보고서

- 2004년 무선랜 반도체 시장은 전년 대비 17% 증가한 11억 8,000만 달러 규모를 형성했다. 애플리케이션 서버 소프트웨어 플랫폼/애플리케이션 전용 통합 회로(ASSP/ASIC) 매출액은 2003년 7억 8,300만 달러에서 2004년 8억 7,300만 달러로 증가한다. 무선랜 칩셋 공급은 2003년 6,100만 대에서 54% 증가한 9,500만 대 규모를 형성했는데, 이는 모바일 PC에 탑재된 대수와 802.11g의 성장에 따른 것이다.
- 802.11b 시장은 802.11g와 듀얼 밴드(802.11a+b/g)에 자리를 넘겨주면서 매출액 면에서 2억 2,600만 달러를 기록, 전년 대비 53%가 감소했다. 802.11b 칩셋 공급 대수는 전년도 3,750만 대에서 2004년에는 2,400만 대로 떨어졌다. 반면에 802.11g 매출액은 전년도에 비해 114% 증가한 8억 2,800만 달러를 기록하면서 성장을 주도하고 있다. 802.11g의 공급 대수는 2003년 2,000만 대에서 3배 이상 증가한 2004년 6,300만 대를 나타냈다. 순수한 802.11a는 판매량의 0.5%에 불과했는데, 이는 듀얼 밴드 칩이 일반화되면서 상대적으로 단독형 제품이 줄어든 데 기인한다. 듀얼 밴드 칩 매출액은 전년도에 비해 39% 증가한 1억 1,600만 달러를 기록했다. 2004년 듀얼 밴드 공급 대수는 전년도 320만 대에서 2004년에는 750만 대 규모로 성장했다. 2004년 말에는 업계 최초의 pre-802.11n인 MIMO 기반의 칩셋이 등장했으며, 800만 달러의 매출액을 기록했다.

- 올해 및 향후 시장 추세

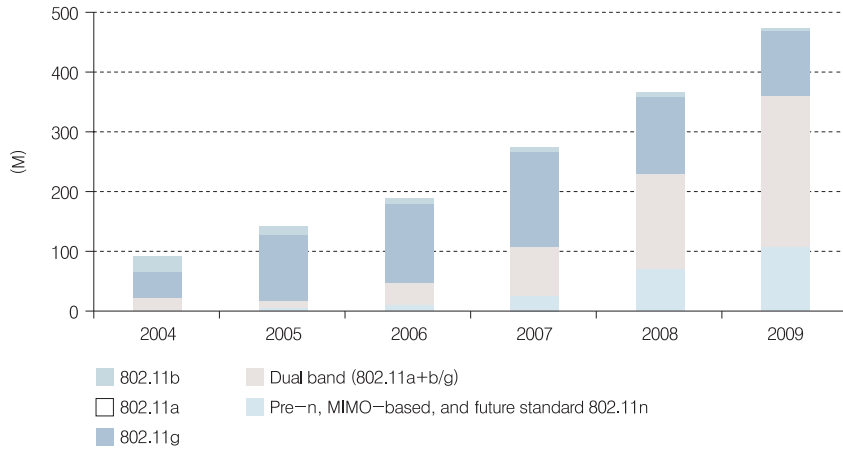
- 2004년 무선랜 시장은 임베디드 미니 PCI 디자인이 주도했는데, 모바일 PC 중 65%에 탑재되면서 3,200만 대의 칩셋(공급량의 33%)이 이러한 형태로 제공. 애프터마켓 클라이언트 측면의 디바이스인 PCMCIA, PCI, USB는 임베디드 솔루션의 등장에 따라 전년 대비 다소 감소했지만 이러한 애프터마켓 제품의 칩 판매 매출액은 3억 1,900만 달러로 여전히 전체 판매액 중에서 높은 비중으로 27%를 나타낸다. 데스크톱 PCI 역시 비중이 높아져 6%의 탑재 비율로 8,200만 달러의 매출액(판매 비중 7%)을 기록했다.

- 무선랜 전용 액세스 포인트나 무선랜 카드 비중이 소비자용 디바이스나 휴대폰, 주변기기에 비해 무선랜 반도체 탑재 비중이 월등히 높지만 향후 무선랜 반도체 시장은 소비자용 디바이스와 휴대폰이 견인하게 될 것으로 전망된다.
- 아래 그림은 향후 무선랜 반도체 시장에 대한 전망을 보여준다. 이에 따르면, 전세계 무선랜 반도체 시장 규모는 2004년 12억 달러에서 2009년 30억 달러를 기록, 연평균 21%의 성장률을 나타낼 것으로 예측된다.



(그림 4) 표준별 전세계 무선랜 반도체 시장 규모, 2004-2009 Source : IDC, 2005

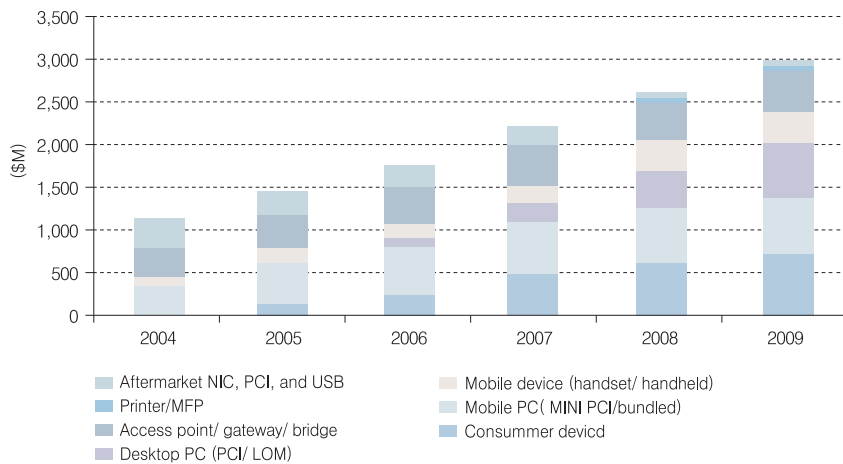
- 최종 사용자 시장에서의 기회가 커짐에 따라, 전세계 무선랜 반도체 공급 대수가 2009년에는 4억 8,700만 대로 급성장할 것으로 예상된다. IDC는 802.11b 시장의 경우, 휴대폰과 같이 저렴하고 낮은 전력을 필요로 하는 시장에 국한되면서 연평균 -46%의 감소세를 나타낼 것으로 보고 있다. 2009년 예상되는 매출액은 1,000만 달러 정도이다. 한편, 802.11g의 경우, 2007년까지 성장세를 구가하면서 12억 달러의 매출액을 달성할 것으로 전망되지만 2007년 이후에는 듀얼 밴드 및 802.11n이 주류를 형성함에 따라서 2009년까지 연평균 -7%의 감소세를 나타내면서 2009년에는 5억 6,800만 달러의 시장을 형성할 것으로 예상된다.
- 802.11g의 2009년 공급 대수는 1억 1,400만 대수로 예상된다. 듀얼 밴드 칩셋은 인텔과 브로드컴, 아테로스 등의 업체들이 적극적인 움직임을 보이면서 클라이언트 측면에서의 성장이 예상되며 모바일 PC로의 탑재 비율이 높아질 전망이다. 하지만 저렴한 802.11g 액세스 포인트와 하이 엔드 802.11n 디바이스 사이에서의 경쟁을 인해 액세스 포인트에서의 보급률은 제한적일 것으로 보인다. 전반적으로 보았을 때, 듀얼 밴드는 연평균 68%의 높은 성장세로 2009년에는 15억 달러, 공급 대수는 2억 5,900만 대에 이를 것이다. 또한 802.11n 표준은 2007년 1분기에 완료될 것으로 예상된다.
- 한편, 초기 MIMO 기반의 제품들이 시장에 출시되고 있음을 감안해볼 때, 802.11n 시장이 연평균 157%의 성장률로 2009년에는 9억 1,300만 달러(1억 1,100만 대)에 이를 것으로 전망한다.



(그림 5) 표준별 전세계 무선랜 반도체 공급 대수, 2004-2009 Source : IDC, 2005

- 최종 시장 애플리케이션별 무선랜 반도체 전망

- 2004년의 경우, 클라이언트 측면의 시장은 무선랜 반도체 매출액의 70%를 점유하면서 8억 3,000만 달러를 기록한 것으로 나타난 반면에 액세스 포인트의 비중은 3억 5,500만 달러로 30%에 머물렀다.
- 아래 그림에서 나타났듯이 IDC는 클라이언트 측면의 매출액의 경우 무선랜이 전통적인 이더넷의 대체 기술에서부터 확장되어 가전 제품과 휴대폰, 데스크톱 PC와 같은 새로운 시장으로 이동하면서 2009년까지 전체 시장의 85%를 차지할 것으로 전망하고 있다. 2009년까지 클라이언트 측면의 비즈니스는 연평균 26%의 성장률로 26억 달러의 매출액을 기록하는 반면에 액세스 포인트 칩의 판매는 연평균 5%의 성장률을 나타내면서 4억 4,500만 달러를 기록할 것으로 보인다.



(그림 6) 애플리케이션별 전세계 무선랜 반도체 시장 전망, 2004-2009 Source : IDC, 2005

- 이동성을 갖는 무선랜 기술

- 무선 메쉬 네트워크(WMN) 인프라 장비 시장은 가속화 단계를 걷고 있으며, 액세스 포인트 시장은 2004년부터 2009년까지 33.5백만 달러의 규모에서 974.3백만 달러 규모로 성장할 것으로 전망된다(In-Stat Research, 2005).

2.3. 기술개발 현황 및 전망

2.3.1. 국내 기술개발 현황 및 전망

■ 정부정책기조

- 초고속 무선전송 기술

- 기술개발 정부정책 및 기본계획

- 차세대 무선랜 시스템은 국내외적으로 향후 홈네트워크, 텔레메틱스 시스템, VoIP 시스템 등을 포함한 응용영역에서의 핵심 무선 전송 기술로서 인정되고 있다.

- 국책연구소

- ETRI는 차세대 무선랜 표준에 대한 활동을 전개하고 있는 IEEE 802.11n 그룹에서 논의되고 있는 핵심 전송기술에 대한 기술력을 확보하고 있는 상황이다.
- ETRI는 현재까지 확보된 기술력과 TGn에 제안된 자체 전송규격을 바탕으로 2004년 말 100 Mbps급 MAC(FPGA) 시스템을 완료하였으며 802.11n draft v1.0 전송 규격을 바탕으로 2006년 말 모뎀 칩셋 개발을 완료할 예정이다. 또한 802.11n 전송 규격을 바탕으로 한 다양한 서비스에 대응할 수 있는 버전의 칩셋을 2008년 말까지 개발할 예정이다.

- 국내 산업계

- 삼성전자는 Digital Media 부문에서 A/V 전용으로 무선랜 개발을 진행하여 왔는데, MIMO-OFDM 기술을 조기 확보하고, 최근에는 IEEE 802.11n 표준에 근거한 개발을 진행 중이다.
- 삼성종합기술원에서는 삼성전자 내에 차세대 무선랜솔루션을 확보하기 위한 TFT 팀이 무선랜 개발 및 솔루션 확보를 위해 활동 중이다.
- 그 외, 다수의 중소기업에서 기존의 무선랜 칩셋에 VoIP 등을 추가 하는 등의 개발을 진행 중인 것으로 알려져 있다.

- 국내 학계

- 연세대학교 전자공학부에서는 지난 2004년도에 100Mbps급의 무선랜 칩 시연 시제품 개발에 성공하였

으나, RF 환경이 아닌 baseband에서 개발된 것으로, 현재는 4x4 MIMO-OFDM 기술을 개발 중이다.

- ICU에서는 지난 2004년도에 802.11a 시연 시제품을 간략하게 시연하였고, 현재는 IEEE 802.11n의 일부 요소기술 중심으로 개발 진행 중이다.

- 이동성을 갖는 무선랜 기술

- WMN 기술을 활용하여 초기 투자비용을 최소화하면서 지방 소도시, 또한 전통적인 무선랜 설치가 용이하지 않은 지역, 예를 들면 맥내나 도심지, 컨벤션센터, 대학캠퍼스 운동장, 선박 항구, 공원 등에 초고속 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있을 것으로 예상되며, 또한 이러한 기술을 활용하면 응급 사태 발생시 좀더 안정적으로 통신망을 가동하여 응급 사태에 대응할 수 있는 기반이 될 것으로 분석된다.
- WMN을 통해 초기 투자비용이 최소화되면 더불어 서비스 비용이 줄기 때문에 결국에는 소비자에게도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 분석된다.
- 또한 Seamless한 서비스가 가능해짐에 따라 소비자의 초고속 멀티미디어 서비스에 대한 수요가 늘어나게 될 것이고 그로 인해 장비제조업체 및 서비스 사업자에게 긍정적인 영향을 미칠 것으로 분석된다.

■ 국내 특허출원 현황 및 전망

• 초고속 무선전송 PHY 기술

- ETRI는 OFDM 시스템을 기반으로 하는 초고속 무선전송 PHY 기술에 대한 핵심기술에 대한 특허를 다수 보유하고 있다. 보유하고 있는 특허로는 고속 데이터 통신을 위한 다중 안테나, 다중 대역폭 직교 주파수 분할 다중화 전송 방식 물리 계층 구조, 낮은 복잡도의 MIMO 수신구조, 성능 향상을 위한 주파수 옵셋 추정 및 보상 등 시스템을 구성하기 위한 구조에 대한 특허 등을 보유하고 있다. 이로써, 시스템 전반적인 특허에 대한 경쟁력을 확보하고 있다.
- 삼성전자, 삼성전기, LG전자 등 산업체에서도 일부 특허를 확보하고 있다.

• 초고속 무선전송 MAC 기술

- 무선랜에서 MAC 기술에 대한 국내 특허는 아래 표 1과 같다. 총 418건으로 활발한 연구 활동이 진행되는 것으로 판단된다. 무선 전송 기술 분야의 특허 경쟁력은 가지고 있고 차후에 진행될 초고속 무선 전송 MAC 시스템 구현 기술과 서비스 기술 분야의 특허 경쟁력을 지속적으로 확보할 필요가 있다.

〈표 4〉 무선랜 MAC 특허 현황 (WIPS 검색 이용)

전체 특허	특허 공개	특허 공고 및 등록	실용 공고 및 등록
418 건	283 건	124 건	11 건

• 이동성을 갖는 무선랜 기술

- 삼성전자는 2006년 3월에 재난시 기지국이나 액세스포인트 없이도 1km 이내에서 단말끼리 통신이 가능한 ‘모바일 애드혹 라우팅’ 기술을 세계 최초로 구현하였다.

- 심볼테크놀로지스코리아는 2006년 6월 서로 다른 주파수 영역을 사용하는 무선랜, 전자태그, 메쉬네트 워크, 와이맥스, GPRS, CDMA 등을 RF스위칭 단일 플랫폼을 통해 모두 수용, 처리할 수 있는 Wi-NG(Wireless Next Generation) 기술을 선보였다.

2.3.2. 국외 기술개발 현황 및 전망

■ 주요국가의 정책기조

[미국]

• 초고속 무선전송 기술

- 면허면제 대역의 상업적 활용은 1989년 FCC(Federal Communications Commission)가 이미 허가한 바 있으며, 이에 따라 군사용 무선기기를 제조하던 Proxim, Symbol 등이 무선랜 사업을 개시하였다. 그 후 1999년 9월 Lucent Technologies와 Harris Semiconductor(현재 Intersil)가 제정한 IEEE 802.11b 표준이 IEEE(Institute of Electrical and Electronic Engineer)의 승인을 받음에 따라 본격적인 무선랜 서비스가 제공되었다.
- 미국에서는 2.4GHz ISM대역(2,400~2,483.5MHz)을 무선랜, 무선전화(cordless phone), Bluetooth, 이동체 식별장치 등의 소출력 무선기기 용도로 허가 없이 사용되고 있다. 단, ISM 장비에 혼신을 일으키지 않는다는 조건으로 사용하고 있어서, 다른 서비스에 전파간섭을 줄 경우 서비스의 우선 순위에 따라 운영을 중지해야 한다. 또한 관련 RF 무선장비는 FCC의 장비 인증 하에 사용되고 있다. 주로 공항, 호텔, 컨퍼런스 센터, 카페 등의 실내 핫스팟에서 공중 무선랜 서비스가 제공되고 있었으나, 최근 2.4GHz 대역에서 무선랜 기술을 이용한 실외 인터넷접속 서비스 사업자가 등장하여 사업을 진행 중이며, FCC는 이에 대해 별다른 언급을 하지 않았다. 장비출력을 1W로 제한했으나, 현재 출시되는 대부분의 NIC는 최대허가출력에 훨씬 못 미치는 30mW의 출력만을 사용하고 있다.

〈표 5〉 미국의 무선랜 사용가능 주파수 대역

구 분	24GHz ISM 대역	5GHz UN II 대역
세부 주파수 대역	2,400~2,483.5MHz(83.5MHz)	5,150~5,350MHz(200MHz) 5,725~5,825MHz(100MHz)
장비 출력	1W (현재 사용 장비출력 평균 30mW)	- 처음 100MHz 50mW - 다음 100MHz 250mW - 마지막 100MHz 1W 실외용
표 준	IEEE 802.11.b	IEEE 802.11.a
간 섭	무선전화 전자 오븐, Bluetooth 등 다른 전송기기에 의한 간섭현상	비교적 간섭 없음

- 5GHz 대역을 미국에서는 멀티미디어 서비스를 위해 필요한 20Mbps 이상의 데이터 전송능력을 갖는 비면허 고속 무선 디지털 통신을 제공하고, 새로운 무선 지역 정보망의 창출을 위해 '비면허 국가 정보 기간망(Unlicensed National Information Infrastructure : UNII)'을 위해 사용하기로 규정하고 5GHz 대역의

세부 주파수별로 사용-용도(실내외 구분)를 구분, 최대 출력을 제한하고 있다.

- 미국의 공중 무선랜 서비스 시장은 그 동안 대형 통신사업자들이 관심을 보이지 않아 여전히 개발 초기 상태에 머물러 있었다. 2002년까지 미국 공중 무선랜 서비스 사업자들이 구축한 핫스팟은 약 5천 개 정도로 추산되며, T-Mobile(1,492), Boingo Wireless(1,030), iPass(652), Wayport(440), STSN(322) 등을 제외하고는 대부분 핫스팟 100개 내외의 소규모 사업자들이 대부분이다. 게다가 사업자별로 특정 유형의 핫스팟에 편중하는 경향을 보이는데, T-Mobile과 Surf and Sip은 카페 또는 음식점에, Wayport와 STSN은 호텔에 집중적으로 핫스팟을 구축하고 있다. 그러나 2003년부터 미국 주요 통신사업자들이 공중 무선랜 서비스에 관심을 보이면서 시장은 새로운 전환점을 맞이하고 있다. 미국의 3대 이동통신사업자 중 하나인 T-Mobile은 이미 2001년부터 WISP 업체였던 MobileStar를 인수하여 별도의 사업으로서 공중 무선랜 서비스를 제공해 왔으며, 2003년 5월 GSM/GPRS 서비스와 함께 제공되는 공중 무선랜 서비스 가격을 20달러 이하로 크게 낮추는 공격적인 가격 정책을 내놓자 시장에서 본격적으로 경쟁이 촉발되기 시작하였다. 경쟁 업체인 Verizon Wireless, AT&T Wireless, Sprint PCS, Cingular Wireless 등도 경쟁 상품을 내놓기 위해 현재 준비 중에 있거나 주요 WISP들과 파트너십을 체결하고 있다. 최근 공중 무선랜 서비스 열풍은 비단 이동통신사업자에만 국한되는 것은 아니다. AT&T는 2002년 12월 Intel, IBM 등과 미국 전역을 커버하는 wholesale 공중 무선랜 서비스 사업자인 Cometa Networks를 탄생시켰으며, Verizon은 2003년 5월부터 뉴욕 시내에서 자사의 광대역 접속 서비스 고객들에게 무료로 공중 무선랜 서비스를 이용할 수 있도록 핫스팟을 구축하기로 발표하였다. 또한 DSL 서비스 사업자인 SBC Communications는 2003년 말까지 2천 개의 핫스팟을 구축할 예정이며, Comcast와 같은 케이블 사업자들도 공중 무선랜 서비스 제공에 대하여 진지하게 검토 중이다(아래 표 참조).

사업자명	서비스 제공 내용	발표일자
AT&T	<ul style="list-style-type: none"> · Intel, IBM 등과 함께 Hot Spot Aggregator 업체인 Cometa Networks를 설립 · 2003년 말까지 10개 주요 대도시를 중심으로 5,000개의 핫스팟을 구축하는 것을 목표로 하고 있으며, 2003년 상반기 대부분을 회사 운영 기반을 다지는 데 보냄 	2002년 11월
AT&T Wireless	<ul style="list-style-type: none"> · 2002년 하반기 Derver 국제 공항에 핫스팟을 구축하면서 공중 무선랜 서비스 사업에 뛰어듦 · 2003년에는 오스틴, 달라스, 산호세, 시애틀 등의 공항과 Weyport가 지원하는 475개 호텔 등에서 서비스를 이용할 수 있도록 할 예정임 	2003년 1월
T-Mobile	<ul style="list-style-type: none"> · Mobilestar를 인수하여 Startbucks 커피숍을 중심으로 공중 무선랜 서비스 사업을 개시하여 2002년말 전세계 2,300개의 핫스팟을 구축하고 있음 · 2003년 5월부터는 공중 무선랜 서비스와 GPRS 서비스를 동시에 사용할 경우 통합된 요금 고지서를 받아들 수 있도록 서비스 번들제도를 도입하고, 자사의 GSM(GPRS) 서비스 이용자들은 19.99달러에 공중 무선랜 서비스를 이용할 수 있도록 함. 공중 무선랜 서비스만 이용할 경우에는 월 29.99달러임. 공중 무선랜과 GPRS의 로밍은 2003년 하반기부터 추진할 예정임 	2003년 1월
Verizon	<ul style="list-style-type: none"> · 2003년 5월부터 뉴욕 맨하탄에 있는 500개 공중 전화기를 포함해 2003년 말까지 인터넷 접속 서비스 가입자들은 별도의 추가 비용 없이 공중 무선랜 서비스를 이용할 수 있음 · Verizon의 공중 전화기를 통한 공중 무선랜 서비스 번들링은 케이블 사업자들과의 경쟁에서 DSL 서비스 제어를 넓히기 위한 시험적 번들 서비스 성격임 	2003년 1월
Sprint PCS	<ul style="list-style-type: none"> · Sprint PCS는 일찍이 Boingo Wireless에 투자하면서 공중 무선랜 서비스에 관심을 가져왔음 · 2003년 말까지 직접 핫스팟을 구축하거나 Airpath, Wsyport등 WISP들과 로밍 계약을 체결하여 미국 전역에 2,100개의 핫스팟을 확보하여 전국적인 핫스팟 네트워크를 구축할 계획임 · 우선 2003년 하반기부터 공항, 컨벤션 센터, 호텔 등에서 800개 핫스팟으로 사업을 시작할 예정이며, 앞으로는 기존 PCS서비스와의 로밍을 가능하게 하고 과금 시스템을 통합할 예정임 	2003년 1월

사업자명	서비스 제공 내용	발표일자
SBC Communications	<ul style="list-style-type: none"> · 궁극적으로 미국 13개 주에서 총 20,000개의 핫스팟을 구축할 예정이며, Wayport와의 로밍 체결하여 우선 2003년 말까지 호텔과 공항 등을 중심으로 2,000개의 핫스팟을 확보할 예정임 · SBC는 앞으로 공중 무선랜 서비스를 DSL, 3G 이동통신 서비스, 장거리 시외 전화 등과 한데 묶는 번들 서비스를 제공할 예정이며, 이를 통해 아직 광대역 접속 서비스에 가입하지 않은 신규 고객을 유치하고 기존 고객들의 이탈을 방지하는 수단의 하나로서 활용할 계획임 	2003년 8월

- 미국은 46개 주에서 도시별로 무선랜 프로젝트를 현재 실시하거나 검토 중에 있다. 특히 캘리포니아의 애너하임시의 경우 도시 전역을 대상으로 무선랜 구축 사업을 진행 중이며, 관광객들을 위한 단기 서비스도 포함한 다양한 서비스를 계획하고 있다. 그러나 기존의 유선 통신사업자들이 고객 감소를 이유로 크게 반발하고 있는 실정이지만, 상원 통상위원회 등에서는 무선랜 도시화 사업을 지원하기 위한 움직임도 있다.
- 최근 유무선 통신사업자들이 갑자기 공중 무선랜 서비스를 제공하기 시작한 것은 공중 무선랜 서비스가 수익성이 있다고 판단해서라기보다 경쟁업체들의 갑작스런 움직임에 보조를 맞추기 위한 'Me-Too' 전략의 일환일 뿐이다. 그러나 통신사업자들은 공중 무선랜 서비스가 DSL, 케이블 모뎀, GSM, GPRS 등 기존 통신 서비스와 결합되어 서비스 가입자들에게 새로운 가치와 편리를 제공해줄 것으로 긍정적으로 기대하고 있다. 가트너는 2006년 말까지 광대역 접속 서비스(DSL, 케이블 모뎀) 가입자 5명 중의 3명은 이웃 또는 공중 무선랜 핫스팟을 통해 인터넷에 접속하게 될 것이라고 전망하고 있다.

• 이동성을 갖는 무선랜 기술

- 미국 아리조나 주의 Tempe 시에는 700개 이상의 Mesh AP를 설치하여 시 전체에 걸쳐 최소한의 초기 투자 비용만으로 1Mbps급의 무선망을 구축하였고, 미국 콜로라도주 Longmont시에서도 역시 WMN을 구축하기로 결정하였으며, 미국 캘리포니아주 Culver 시의 IT국과 재개발 에이전시는 도심 전역에 WMN망을 구축하였다. 이러한 추세로 비추어볼 때 많은 도시들이 시민들의 편의를 위해 상대적으로 적은 비용으로 무선 액세스를 제공할 수 있는 WMN의 기술 도입이 증가할 것으로 분석된다.

[유럽]

• 초고속 무선전송 기술

- 유럽에서 공중 무선랜 서비스는 북미나 아시아 지역보다 상당히 뒤처지고 있는데, 이는 유럽의 경우 일찍이 통일된 주파수 사용 규정에 대한 유럽 국가들의 합의가 이루어지지 못했으며, 각국마다 무선랜의 상업적 이용을 최근에야 허가하고 있기 때문이다.
- 영국의 경우, 2002년 무선랜의 공중 서비스 제공 규제를 없애고, 상업적 이용을 사실상 허가하였다. 그러나 아직 5GHz 공중 무선랜에 대해서는 그다지 관심이 높지 않으며, 무선랜 제품 및 시장이 아직 초기 단계에 있다.
- 프랑스의 경우, 2001년 2.4GHz 대역에서 소출력, 근거리 무선통신용 장비사용을 승인했으며, 5GHz 대역에서 무선 고성능 근거리 네트워크용으로 무선랜의 사용을 허가한다. 2002년에는 공중 무선랜 서비스를

- 허용하기로 하였으며, 실내외에서 최대 장비 출력을 초과하지 않는 범위 내에서 이용 가능하도록 하였다.
- 독일의 경우, 3세대 이동통신사업자를 위하여 무선랜의 상업서비스 제공을 불허하다 2002년 서비스 제공형태가 구분된다는 결론 하에 상업적 제공을 원칙적으로 허용하였으며, 5GHz 대역에 대해서도 일반적 용도로 배정함으로써, 무선랜등의 통신기술들이 별도의 비용을 지불하지 않고 이용할 수 있게 되었다.
 - 미국과 마찬가지로 유럽의 일부국가에서도 대도시를 중심으로 도시 전역에 무선랜 망을 구축하는 사업이 진행 중이다. 특히 프랑스 파리가 이와 같은 사업을 진행 중이며, 영국은 통신사업자인 브리티시텔레콤 주도 하에 무선랜 도시화 사업을 진행하고 있다. 이외에 네덜란드 암스테르담과 스웨덴 룬드 등에서도 진행 중이다.
 - 유럽 각국들은 최근 무선랜과 관련된 규제를 크게 완화하고 있지만, 각 나라마다 관련 규제의 세부 내용은 큰 차이를 보였다. 주파수 사용 규제의 경우, 프랑스와 스페인을 제외하고는 2.4GHz 주파수 대역에서 대부분의 국가들이 옥내/옥외 환경에서 무선랜 사용을 허가하고 있지만, 5GHz 주파수 대역은 각 나라마다 서로 다른 기술적 요구 사항과 규제 사항을 두고 있다. 또한 무선랜의 상업적 이용은 최근에 와서 허가되기 시작하고 있다.
 - 아래 표는 주요 서유럽 국가들의 무선랜 주파수 규제 현황을 요약한 것이다[6]. 벨기에, 핀란드, 독일, 이탈리아, 네덜란드, 노르웨이, 포르투갈, 스웨덴, 영국 등 서유럽 국가들의 대부분은 ERC(European Radiocommunications Committee)와 ETSI(European Telecommunication Standard Institute)에서 권고하는 규정들을 대부분 그대로 따르고 있다. 그러나 오스트리아, 덴마크, 프랑스, 그리스, 스페인, 스위스 등은 특히 5GHz 주파수 대역의 경우 일부 주파수 대역을 군사 용도로 이미 사용하고 있거나 관련 법규의 개정이 필요한 상태이다.

〈표 6〉 서유럽 주요 국가들의 무선랜 주파수 규제현황

IEEE 표준	802.11b	802.11a			
주파수 대역	2.4-2.4835GHz	5.15-5.25GHz	5.25-5.35GHz	5.47-5.725GHz	5.725-5.825GHz
벨기에 핀란드 독일 이탈리아 네덜란드 노르웨이 포르투갈 스웨덴 영국	100m W EIRP (옥내/옥외)	200m W EIRP (옥내 전용)	200m W EIRP (옥내 전용)	1m W EIRP (옥내/옥외)	25m W EIRP
오스트리아	100m W EIRP (옥내/옥외)	30m W EIRP (옥내 전용) TPC 사용시 60m W 사용 가능	규제완화 고려 중	군사용도로 사용 중 규제완화 고려 중 1 W EIRP (옥내/옥외)	25m W EIRP
덴마크	100m W EIRP (옥내/옥외)	200m W EIRP (옥내 전용)	200m W EIRP (옥내 전용)	규제완화 고려 중	25m W EIRP

IEEE 표준	802.11b	802.11a			
주파수 대역	2.4-2.4835GHz	5.15-5.25GHz	5.25-5.35GHz	5.47-5.725GHz	5.725-5.825GHz
프랑스	행정 지역에 따라 다르게 적용됨	200m W EIRP (옥내 전용)	200m W EIRP (옥내 전용)	규제완화 고려 중	25m W EIRP
그리스	100m W EIRP (옥내/옥외)	규제완화 고려 중	규제완화 고려 중	규제완화 고려 중	25m W EIRP
스페인	규제완화 고려 중	규제완화 고려 중	규제완화 고려 중	규제완화 고려 중	25m W EIRP
스위스	100m W EIRP (옥내/옥외)	200m W EIRP (옥내 전용)	이용할 수 없음	규제완화 고려 중	25m W EIRP

TTA 정보조사분석팀
〈자료〉 : Gartner, 2003.2

- 2003년 6월 개최된 세계전파통신회의에서 5GHz 주파수 대역 사용에 관한 합의가 이루어졌지만, 실제로 각국에서 관련 법률을 개정하고 서비스가 실시되기까지는 다소간의 시간이 걸릴 전망이다. 따라서 유럽에서 5GHz 주파수 대역을 이용하는 802.11a 서비스 제공은 동적 주파수 선택(dynamic frequency selection)과 전송 출력 제어(transmission power control) 기능을 지원하는 IEEE 802.11h 표준이 완성되어야 실질적으로 가능할 전망이다.
- 이러한 행정/규제 당국의 발빠르지 못한 움직임 탓에 유럽에서 공중 무선랜 핫스팟 구축은 이제 막 시작되고 있는 단계이다. 시장조사회사인 가트너는 2002년 말까지 유럽에 구축된 핫스팟 수는 800개 정도에 불과하며, 공중 무선랜 서비스 이용자 수는 225,000명 정도라고 밝히고 있다. 유럽에서는 Telia, Telenor, Sonera, One 등 북유럽 이동통신 서비스 사업자들이 중심이 되어 초기 공중 무선랜 서비스 시장을 주도해 왔으며, 최근에는 Swisscom, T-Mobile, BT 도 시장에 출사표를 던졌다. 유럽에서 이동통신사업자들이 공중 무선랜 서비스를 가장 먼저 시작하게 된 이유는 공중 무선랜 서비스 시장을 독립된 새로운 수익원으로 여겼기 때문이 아니라, 공중 무선랜 서비스가 앞으로 제공하게 될 GPRS/3G 무선 데이터 서비스의 중요한 학습장 역할을 하게 될 것이라고 생각했기 때문이다. 따라서 유럽의 이동통신사업자들은 공중 무선랜 서비스를 독립된 형태의 비즈니스로 추진하기 보다는 기존 GSM 가입자들 가운데 고속 데이터 서비스를 필요로 하는 고객에게 번들 서비스 형태로 제공함으로써 고객들에게 보다 나은 가치를 제공하는 것을 지향하고 있다고 볼 수 있다.

• 이동성을 갖는 무선랜 기술

- 영국의 RA 규제분화 노력의 힘입어 2.4GHz 대역의 공중 무선랜 사업이 수익을 창출할 수 있는 매력적인 사업으로 변모했으며 소비자 측면에서 분석한 결과, 공중 무선랜 서비스 시행으로 인해 연간 5억 파운드의 소비자 잉여를 창출하는 것으로 조사되었다. 이러한 공중 무선랜 서비스 규제철폐는 장비제조업체, 서비스 사업자 뿐 아니라 소비자잉여 측면에서도 긍정적인 영향을 미칠 것으로 분석되며 따라서 차세대 멀티미디어 서비스에 대한 수요도 증대될 것으로 분석되고 있기 때문에, 적은 초기 투자 비용으로 무선 액세스 서비스를 제공할 수 있게 해주는 WMN에 대한 수요도 증대될 것으로 분석된다.
- 또한 대부분의 기타 유럽 국가들도 무선랜의 상업적 이용을 규제로서 제약해왔으나, 2002년 EC가 공중무

선랜 서비스를 위한 주파수 대역을 제공하라고 권고함에 따라 많은 국가들이 향후 기본 정책으로, 규제를 없애고 해당대역의 상업적 이용을 허용하는 쪽으로 재검토하고 있기 때문에 WMN에 대한 수요도 증대 될 것으로 분석된다.

[일본]

• 초고속 무선전송 기술

- 일본의 2.4GHz 대역은 비면허 소출력 무선기기용으로 개방되어 있으며, 1999년 2.4GHz 대역을 공중접속 통신 주파수 대역으로 추가 · 확정했다. 2000년부터 초고속망을 확대보급하기 위한 목적으로 기존의 유선 망에 무선랜 기술을 접목시켜 인터넷접속서비스를 제공하는 사업자를 '제1종 전기통신사업자'로 허가하였고, 2001년에는 6개의 지역사업자를 제1종 전기통신사업자로 지정하였다. 이렇게 일본 정부가 공중용 무선랜 사업자에게 제1종 전기통신사업자의 지위를 부여한 것에 대해, 2.4GHz 대역의 주파수가 아닌 AP를 포함한 하단(백본망)의 장비의 이용에 초점을 맞춘 무선랜 정책을 추진하는 것으로 풀이되었다. 우정성은 2000년 3월 광대역 무선접속 장비용도로 5.15~5.25GHz(100MHz 대역폭)의 주파수를 배분하였고, 소출력 기기를 이용해 실내에서 허가 없이 사용할 수 있도록 규정하였다.
- 또한 우정성은 일본의 5GHz 대역은 미국과 유럽보다 상대적으로 적은 100MHz 대역만을 할당된 점을 고려하여, '정보통신심의회'에 5,250~5,350MHz를 추가로 할당하는 방안을 검토할 것을 요청하였다. 2002년 5월, '정보통신심의회'는 5GHz에서 고속 무선데이터통신을 실외에서 이용하는 것에 대한 요구에 부응하기 위해, 4,900~5,000MHz 및 5,030~5,091MHz의 사용을 허용하고, 그와 관련된 기술적 조건을 발표하였다. 기존에 5,030~5,091MHz 대역은 지구탐사위성이나 기상레이더와의 주파수 간섭문제를 들어 실외 사용이 제한되어 왔었으나, 심의회의 조사결과 이 대역의 실질적인 사용이 없어 고속 무선인터넷 통신 용으로 배정하였다. 단, 여기에는 한시적인 사용이라는 조건이 붙어 있다. 채널 배치는 1채널 당 20MHz로 총 7채널을 사용할 것이며, 변조방식으로는 OFDM이나 DS(Direct Spectrum) 방식을 사용하였다. 더 자세한 기술적 조건에 대해서는 아래 표에 정리하였다.

〈표 7〉 미국의 무선랜 사용가능 주파수대역

주파수 대역	4,900 ~ 5,000MHz 5,030~5,091MHz	
주요 이용 형태	<ul style="list-style-type: none"> - 핫스팟에 있어서 인터넷 액세스 - 실외의 공공장소에서 최대 300m 거리에서 통신이 가능한 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> - 주택 · 맨션에 있어서 액세스(FWA서비스) - 가정용으로 최대 3km 정도의 거리에서 통신이 가능한 시스템
채널 배치	<ul style="list-style-type: none"> - 1채널 당 20MHz로 합계 7 채널(4,900~5,000MHz 4 채널 5,030~5,091 MHz 3 채널) - 1채널 당 10MHz/5MHz의 협대역 채널로도 도입 가능 	
변조 방식	<ul style="list-style-type: none"> - CFDM방식, DS(Direct, Spectrum)방식 - 진폭변조, 위상변조, 주파수변조, 펄스변조 방식 또는 이들의 복합 방식 	
안테나 전력	- 2.50mW 이하	
안테나 이득	- 절대 이득 10dBi 이하	
전송속도	<ul style="list-style-type: none"> - 20Mbps 이상 - 협대역 채널(10MHz/5MHz)등에 관해서는 10Mbps/5Mbps 이상 	
통신 형태	- 가일지국은 기지국과 통신을 하고, 주파수운영은 기지국에서 수행	

주파수 대역	4,900 ~ 5,000MHz 5,030~5,091MHz
타 시스템과의 공존조건	<ul style="list-style-type: none"> - 고정 마이크로 통신 시스템과 동일 주파수대를 사용할 경우 「고정 마이크로 수신국까지의 전반손실」 무선 액세스국 송신 EIRP + 144(db)_μ로 된 지점에서 설치 가능 - 고정 마이크로 통신 시스템의 인접 주파수대를 사용할 경우 인접 주파수대역의 스프리어스 전력을 0.2_μg/20MHz 이하로 함으로써 임의의 지점에 설치 가능(0.2_μg/20MHz의 경우에도 「고정 마이크로 수신국까지의 전반 손실」 100(db)_μ로 된 지점에 설치 가능)
기 타	<ul style="list-style-type: none"> - 5,030 ~ 5,091MHz에 관해서는 일정 기간의 사용을 상징 - 기지국은 면허국가입자국은 면허국 및 면허 불필요국을 상징

• 이동성을 갖는 무선랜 기술

- 중국 베이징 공안(Public Security Bureau)에서는 2008년 베이징 올림픽 준비를 위해 Xicheng district에 WMN 기술을 활용한 인프라를 구축하기로 하였다.
- 일본의 경우 2001년에 6개의 지역사업자를 제1종 전기통신사업자로 지정하였는데 그렇게 일본 정부가 공중용 무선랜 사업자에게 제1종 전기통신사업자의 지위를 부여한 것에 대해, 2.4GHz 대역의 주파수가 아닌 AP를 포함한 하단(백본망)의 장비의 이용에 초점을 맞춘 무선랜 정책을 추진하는 것으로 풀이되며, 이러한 무선랜 정책의 변경을 통해 WMN에 대한 수요가 증대될 것으로 분석되었다.

■ 주요 국가별 특허출원 동향

[미국]

• 초고속 무선전송 PHY 기술

- IEEE 802.11n 표준화와 관련하여 chip set 제작업체들을 중심으로 특허 출원이 되고 있으며, 특히 다중안테나 관련 특허, 무선랜 시스템 자체에 대한 특허, RF antenna, Smart antenna arrays 등 다양한 형태의 특허가 출원되고 있다.

• 초고속 무선전송 MAC 기술

- Throughput 향상을 위한 Qos 전송을 위한 특허 중심으로 출원되었다.

• 이동성을 갖는 무선랜 기술

- 메쉬 네트워크의 throughput 증대를 위해 AP 내에서 복수의 인터페이스 채널을 트래픽 상황에 맞춰 동적으로 할당하는 채널할당방법이 출원되어 있다.
- 또한 active node의 증가에 따른 성능 저하 방지 기술, 성능 향상을 위한 PHY/MAC 보완 기술 관련 특허가 출원되어 있다.
- 메쉬 네트워크의 라우팅 기술과 관련하여, multi-hop에서의 interference 감소와 관련한 기술, 동적으로 변화하는 메쉬 네트워크의 특성이 반영된 효율적인 라우팅 기술, channel-metric matrix를 이용한 path selection 기술 관련 특허가 출원되어 있다.
- 모토로라는 2006년 7월 저비용 고성능의 메쉬 방식으로 도시 전체에 광대역 무선랜을 구축할 수 있는, 도시형 와이파이 핫존듀오(HZD : HotZone Duo)를 선보였다.

- MeshDynamics는 06년에 multi-radio backhaul을 지원하는 MeshDynamics' Structured Mesh라는 기술개발.
- Meshcom은 routing algorithm, Meshcom Mesh Protocol(MMP) 관련한 소프트웨어 솔루션을 개발.
- 모토로라는 06년 4월 시속 400km의 모바일 네트워크 환경을 제공하는 메쉬 네트워크 개발.
- 미국 UCSD에서는 무선랜의 AP와 AP 사이의 핸드오프 인하여 발생하는 지연 시간을 줄임으로써 VoIP를 위한 지연 요구사항도 지원할 수 있다는 SyncSCAN라는 fast handoff 알고리즘이 개발되어 Wi-Fi 환경에서 시연되었다. 이와 같이 미국에서는 Voice over WLAN을 위한 fast handoff 연구가 이루어지고 있으며, 특히 Cisco 등 fast roaming을 위한 연구 및 개발이 진행되고 있다.

[유럽]

- 초고속 무선전송 PHY 기술
 - 무선랜 기술 관련 특허는 미국에 비하여 빈약한 편이나, 다양한 형태의 특허가 출원되고 있는 것으로 보인다.
- 초고속 무선전송 MAC 기술
 - 프레임 aggregation에 관한 특허 중심으로 출원되었다.
- 이동성을 갖는 무선랜 기술
 - 독일의 Siemens, 캐나다 Nortel 등이 multi-hop relay 관련 설계 및 구현 기술을 연구 개발 중에 있고 미국의 MS Networking Research Group 등이 mesh network을 연구 중이다.
 - 유럽에서도 Voice 서비스를 위해 무선랜 fast handoff를 지원하는 Aruba의 제품이 소개되어 있다.

[일본]

- 초고속 무선전송 PHY 기술
 - 무선랜 PHY 기술 관련 특허는 미국에 비하여 상당히 적은 편이나 대신 MAC 기술 및 다양한 형태의 무선랜 기술 관련 특허가 많다(예를 들어 이동 중인 기차 안에서의 무선랜 시스템 관련한 특허 등).
- 초고속 무선전송 MAC 기술
 - 데이터 송수신 성능 향상을 위한 스케줄러에 관한 특허가 출원되었다.
- 이동성을 갖는 무선랜 기술
 - 일본에서는 가입자의 WM이 네트워크 상황에 응답하고, 서비스를 제공하는 AP를 선택하고, 교체하는 고속 AP 선택 및 배당 기술에 대한 방법이 특허 출원되어 있다.
 - 또한 Ad-hoc 네트워크에 있어서 무선 통신이 가능한 이동 통신 장치에 있어서 위치 정보 갱신을 통지하는 방법에 대한 특허가 출원되어 있다.

2.4. 표준화 현황 및 전망

2.4.1. 국내 표준화 현황 및 전망

- 초고속 무선전송 기술
 - 무선랜 표준화는 TTA를 중심으로 진행되고 있다. 한국통신사업자연합회의 초고속 무선랜 포럼에서도 관련 전문가가 참여하여 초고속 무선랜 표준화활동을 하여 관련 국제표준단체인 IEEE 802.11n에 다수의 기고서를 제출하였다. 그러나 미국의 IEEE 802.11n에서 진행하고 있는 초고속 무선랜 표준화 일정에 비해 국내표준화는 거의 이루어지고 있지 않은 실정이다. 그럼에도 불구하고 ETRI는 독자 규격을 가지고 2004년 9월에 IEEE 802.11n Task Group에 표준을 제안하기도 하였으며, 다수의 기고서도 제출하였다.
 - 현재 2006년 1월에 IEEE 802.11n Draft 1.0이 발표됨으로써, 더 이상의 국내표준화는 이루어지지 않을 것으로 전망하며, Post 802.11n에 대한 무선전송 PHY 및 MAC 기술 연구가 진행되어야 할 시점으로 고려되었다.
- 이동성을 갖는 무선랜 기술
 - WMN 관련하여 표준화 작업이 제일 많이 진척되어 있는 IEEE 802.11s의 경우만 보더라도 현재 국내에서 이 분야에 대한 참여가 미비하여 핵심 IPR 확보가 어려운 실정이다. U-시티 프로젝트를 비롯해 앞으로 확산될 것으로 예상되는 WMN 기술에 대해 국내도 산·학·연 및 정부에서 무선 메시네트워크 기술개발에 관심을 투자하여 적극적으로 표준 기술을 확보할 필요가 있다.

2.4.2. 국외 표준화 현황 및 전망

- 초고속 무선전송 기술
 - 국외 표준화는 현재 미국의 IEEE 802.11에서 다루는 것이 전부일 정도로 압도적인 위치에서 표준이 진행되고 있다. 유럽의 HyperLAN/2 등도 독자적인 표준화를 진행하고 있으나, 거의 표준화의 진행이 되고 있다고 말할 수 있으며, 802.11j를 통해서 독자적인 표준화를 진행하고 있는 일본의 경우는 국제 규격과 무관하고 표준이 진행되고 있기 때문이다. 그러므로 IEEE 802.11n이 사실상 세계 표준으로 굳어지고 있는 셈이다.
 - 현재 802.11n의 표준화현황은 지난 2006년 1월에 Draft 1.0을 발표하고 2006년 4월에 Joint Proposal인 P802.11n-D1.0이 부결되었으므로 현재 관련 comment에 대한 리뷰 중에 있어 초고속 무선전송 기술로 표준이 완료되어가는 과정에 있다. 이 표준은 기존의 TGnSYNC, WWiSE 두 표준안을 통합한 형태로서, 시스템 성능을 향상시키기 위한 다중안테나 관련기술(MIMO; Multi-Input Multi-Output)을 Mandatory로 채택하고 있으며, 기존 802.11a에서 사용된 coding rate 보다 높은 5/6 code rate의 지원 등도 기본으로 하고 있다. 그리고 Data rate을 높이기 위한 dual band mode, 보다 개선된 Channel coding 방식이라고 볼 수 있는 LDPC 기술, STBC(Space-Time Block Coding) 기술 등도 optional 기술로서 채용하고 있다.

MAC 계층에서의 기술은 집합 전송(Aggregation), 블록 전송(Block Acknowledgement), 링크 적응 기법(Link Adaptation Technique), Long-NAV 기술을 포함하고, IEEE 802.11a/g 표준과의 호환성(Backward Compatibility)을 보장하고 있다.

- 하지만, 완전한 표준으로 확정되기 위해서는 mandatory, optional 지정에 대해서 논란이 되고 있는 부분들에 대한 논의가 완료되어야 할 것으로 보인다.

- 이동성을 갖는 무선랜 기술

- IEEE 802.11 TGs는 BSS의 AP간의 메쉬네트워킹 기술에 대하여 표준화작업을 하고 있으며 AP설치의 편의, 서비스 커버리지 확장, QoS 증가 측면에서 2008년 7월 표준화를 목표로 작업 중이다.
- IEEE 802.16j Relay TG 역시 Mobile Multi-hop Relay(MMR) 기술을 위해 물리 계층에서의 MMR에 적합한 향상된 프레임 구조, 새로운 MAC 프로토콜, 중계기와 기지국에 관한 새로운 표준 측면에서 표준화작업 중이다.
- IEEE 802.15.5 WPAN Mesh Network에서는 현재 나와 있는 baseline document의 완성도가 낮은 관계로 시뮬레이션 등을 통한 보완 작업에 있으며, 특히 기기 이동시 주소 체계와 beacon 관리 문제가 핵심 이슈로 고려되고 있다.
- IEEE 802.11 TGr는 2004년 5월 이후 진행되어 지난 1월 Fast Bss Transition에 대하여 고려하고자 하는 6가지 기술을 정의하고 지난 5월 이후 채택된 proposal에 대한 refining 작업을 통해 곧 draft 완료할 예정이다.
- IETF MIPSHOP에서는 크게 두 가지 분야에 대한 표준을 진행 중인데, 그중에서 MobileIPv6의 Fast Handoff를 위한 연구 중이고, 무선랜을 기반으로 Mobile IPv6의 Fast Handoff 기술을 정의한 draft가 완료되어 IESG에 제출된 상태이다.
- IEEE 802.11 WG에서는 1997년 마무리된 IEEE 802.11을 기반으로 이동성을 갖기 위한 표준화인 WAVE(Wireless Access for Vehicle Environment)가 진행되고 있다. WAVE는 2006년에 표준화를 완료할 예정으로 표준화를 진행 중이다. WAVE는 반경 1km 내외에서 200km/h로 이동 중인 차량간 그리고 130km/h로 이동 중인 사용자가 노변의 AP와 통신의 연속성과 안전성을 보장하는 개념으로 최대 전송속도는 27Mbps를 지원한다.
- IETF는 MANET(Mobile Ad hoc Network) 중심으로 이동 Ad Hoc 네트워크에서의 IP 지원 및 효과적인 라우팅 지원 방안을 표준화하고 있다. MANET WG의 목표는 멀티캐스팅과 QoS 확장과 기존의 비연결형 IP 서비스를 지원하며 효과적인 라우팅을 유지하면서 토폴로지의 변화와 트래픽 요구에 능률적으로 대응하고 상하위 계층과의 상호 작용 및 인터페이스, 주소 매핑 및 보안을 제공하는 관련 네트워크 계층 위에서 동작하는 하나 이상의 인트라 도메인 유니캐스트 라우팅 프로토콜을 표준화하는 것이다. 현재 다수의 라우팅 프로토콜이 인터넷 드래프트로 기고되어 있다.

2.5. 표준화 대상항목별 현황 분석표

구분		무선전송 성능향상 기술		시스템 성능향상 기술
표준화 대상항목		초고속 무선전송 PHY 기술	초고속 무선전송 MAC 기술	이동성을 갖는 무선랜 기술
시장 현황 및 전망	국내	- 국내 무선랜 시장은 지난 2001년 이후, 한해 약 200억 원 이상 증가하였으나 올해를 기점으로 무선 인프라로서 구성되어 점진적인 수요가 지속될 것으로 예상되며, 고속과 이동성의 특징을 갖는 무선랜 장비가 상용화되는 시점과 함께 다시 무선랜 시장이 크게 성장할 것으로 예상됨		WMN을 인프라로 사용하게 되는 U시티 프로젝트가 지자체로 확산 됨에 따라 시장 전망은 밝다고 판단됨
	국외	- 전세계 무선랜 칩 시장은 2009년까지 30억 달러에 다다를 것으로 전망하며 무선랜 칩을 사용하는 다양한 기기들의 판매 또한 호조를 보일 것으로, 향후 몇 년 간은 이 성장세가 지속될 것으로 예상됨		국외도 국내와 마찬가지로 지자체 별로 시민의 편의를 위해 저렴한 비용으로 무선 액세스 제공이 가능한 한 WMN의 채택이 늘고 있어 시장 전망이 밝다고 할 수 있음
기술 개발 현황 및 전망	국내	- IEEE 802.11n draft규격에 맞춰 초고속 MIMO-OFDM 전송 기술을 적용한 270 Mbps급 무선랜 개발이 완료	- IEEE 802.11n draft규격에 맞춰 MAC SAP에서 100Mbps급 MAC 계층 개발 완료	최근 들어 삼성전자를 비롯한 일부 회사에서 메시네트워크와 관련된 기술개발을 하고 있음
	국외	- IEEE 802.11n 표준화 진행 단계에서 pre-draft 버전을 이용한 칩셋 발표		모토로라나 노텔 등 주요 통신/장비사 들은 이미 메시 네트워크에 대한 솔루션을 개발하여 제공하고 있음
기술 개발 수준	국내	구현		설계 or 시제품
	국외	구현		상용화
	기술격차	0.5년		1.5년 or 2년
	관련 제품	WLAN AP/STA, VoIP 폰, 휴대 인터넷		Mesh AP, Mesh Protocol solution, backhaul용 Mesh architecture solution
IPR 보유 현황	국내	송/수신단 구조, MIMO detector, 송/수신 성능향상		IEEE 802.11j의 일부에만 참여하여 일부 IPR을 확보하였고 나머지 부분에 대해선 파악된 바 없음
	국외	송/수신단 구조, MIMO detector, 송/수신 성능향상		IEEE 802.11s나 802.11j 등에 주도적으로 참여하여 IPR을 확보 하고 있음
IPR확보 가능분야		송/수신단 구조, MIMO detector, 송/수신 성능향상	EDCA지원을 위한 매체 접근방법	효율적인 Mesh architecture, Mesh 네트워크의 성능 증대 기술, 효율적인 Mesh 라우팅 기술
IPR확보 가능성		높음		높음
표준화현황 및 전망		- IEEE 802.11n Draft 1.0 이 2006년 1월에 나옴. - 표준이 완료되는 대로 chip set이 나올 것으로 전망됨.		IEEE 802.11s만 진척이 많이 되어 있고, 나머지 Mesh관련 표준화 작업은 미비함.
표준화 기구/ 단체	국내	TTA		TTA
	국외	IEEE		IEEE
	국내참여 업체 및 기관현황	ETRI, 삼성전자		ETRI, 삼성전자
	국내기여도	높음		낮음
표준화 수준	국내	표준안 개발/검토		표준안 기획
	국외	표준안 최종검토		표준안 최종검토(802.11s에 한함)
국내표준회의 인프라수준 (시장요구정도 및 참여도)		높음		보통

3. 중점 표준화항목의 표준화 추진전략

3.1. 중점기술의 표준화 환경분석

3.1.1. 표준화 추진상의 문제점 및 현안사항

- 초고속 무선전송 기술
 - 현재 진행 중인 초고속 무선랜 표준인 802.11n은 2005년 TGnSYNC, WWiSE 두 개의 표준안을 놓고 표준안을 진행하였으며, 이 표준안을 통합한 새로운 표준안이 제안되는 과정을 거쳐 지난 2006년 1월에 Draft 1.0을 발표하였다.
 - 표준화가 진행되고 있는 초고속 무선랜 기술은 현재 거의 완료단계에 들어와 있으며, 차후 Draft 1.0에서의 큰 변화는 없을 것으로 예상된다.
 - 기술 구현에 있어서 현재 optional로 정의될 일부가 mandatory로 추가될 가능성도 있으며, 그 반대의 경우도 존재한다.
 - 해외 무선랜 chip set 제조업체에서는 표준화가 완료되기 전, 표준으로 채택될 가능성이 있는 기술을 바탕으로 자체 spec.에 바탕한 chip set을 제작하여 발표하였으며, 일부는 시장에서 판매하고 있다.
 - 그러나 현재 시판되는 chip set이 draft를 완전히 만족하는지에 대해서는 검증되지 않았으며, 시장의 선점 효과를 노리기 위해서는 되도록 빠른 chip set 개발로, 표준이 완료되는 시점에서 chip set을 발표하는 것이 중요하다.
- 이동성을 갖는 무선랜 기술
 - 현재, 이동 Ad-hoc 및 Mesh 네트워크에 대한 국내표준 진행상황이 미비하여 보다 활발한 연구활동을 통한 기술 확보가 필요하다.
 - Fast Handover나 Mesh 네트워킹 전반에 걸쳐 미국의 IETF와 IEEE 802에 의해 주도적으로 이루어지고 있는 표준화에 참여하고 있는 정도이며, 802.16j의 일부를 제외하곤 기여도가 낮아 앞으로 더 적극적으로 표준화에 참여할 필요가 있다고 판단된다.

3.1.2. SWOT 분석 및 표준화 추진방향

국내 역량요인			강점 요인 (S)		약점 요인 (W)	
			시 장	기 술	시 장	기 술
국외 환경요인			- 기존의 무선랜 시장을 기반으로 보다 다양한 애플리케이션 개발 촉진 및 시장 창출 가능 - 다양한 응용 중심의 애드혹 네트워크 및 센서 네트워크 확산 예상	- 이동성을 고려한 신뢰도 높은 초고속 무선랜 기술 확보 - 핵심 이동 통신 기술에 개발 및 연구 활성화	- 저가의 해외 장비에 의존 - 단기적 초고속 무선 애플리케이션 수요 부족 및 사업 모델 부재	- 핵심기술에 대한 IPR 확보의 어려움 - 핵심기술 기반에 대한 체계적인 접근 미비
			표 준	- 무선 이동통신 기술 및 연구 활성화 - 이동 통신 기술 국제표준화에 적극 참여	표 준	- 국제표준을 주도할 특화된 기술의 부재 - 국제표준 전문가 부족
			기 회 요 인 (O)	위 협 요 인 (T)	기 회 요 인 (O)	위 협 요 인 (T)
시 장	- 다양한 서비스 시장에 대한 요구가 높음.	- 현황분석에 의한 우선순위 : 1	기 술	- 이동성 및 고속을 모두 지원하는 다양한 무선랜 서비스 모델 제시 - 신뢰도 높은 핸드오프 기술 및 타 이동 통신 시스템과의 호환성 지원하기 위한 고속 로밍 기술의 표준화	표 준	- 현황분석에 의한 우선순위 : 3 - 국제 시장을 주도하기 위하여, 국내 연구 인력의 해외 진출 및 국내 연구 환경에 대한 적극적인 투자 및 국내 고속 로밍 기술을 위한 시험 환경 확충 - 전문 인력 양성 및 표준화 주도를 위한 투자
표 준	- 다양한 무선 기술의 국제표준이 활발하게 진행되고 있음. - 기존의 채택 표준에서 고속 전송 및 기능성의 다양한 보완 필요성 대두	〈SO전략 : 공격적 전략(강점사용-기회활용)〉	표 준	〈ST전략 : 다각화 전략(강점사용-위협회피)〉 - 현황분석에 의한 우선순위 : 2 - 활발한 국내 시장을 모델로 국제 시장에 차별화된 서비스를 제공하기 위한 독창적인 콘텐츠 및 알고리즘 개발 - 기본 표준을 바탕으로 독창적인 기술의 IPR 확보	표 준	〈WO전략 : 만회 전략(약점극복-기회활용)〉 〈WT전략 : 방어적 전략(약점최소화-위협회피)〉 - 현황분석에 의한 우선순위 : 4 - 국제표준 기술의 흐름을 놓치지 않도록 적극적인 국제 기술의 수용/국제표준화 참여 - 국제표준 기술을 국내 기술로 확보할 수 있는 연구/개발 기획의 확충 - 상용화 기술의 적극적인 수용

• 현황분석을 통한 우선순위 : SO ⇒ WO ⇒ ST ⇒ WT

- 다양한 무선 이동 통신 서비스 시장에 대한 요구가 높아질 것으로 예상되므로 고속의 실시간 데이터 전송이 가능한 무선랜 기술개발 및 서비스 모델을 제시할 필요가 있다. 기존의 무선랜 서비스 시장이 선진업체에 의해 선점되어 왔으므로, 국제 시장을 주도하기 위한 독창적인 IPR 및 서비스 모델을 개발하고 국제표준화 주도를 위한 전문 인력 양성 및 투자가 절실히 필요하다. 또한 국내 우수 산업체와의 협력을 통한 독창적 핵심 IPR 확보와 개발된 기술의 상용화를 위한 적극적 노력이 요구된다

• 표준화 기본 추진방향

- 초고속 무선랜은 이미 거의 대부분의 규격이 확정되어 있고 일부 세부 기능들에 대한 협의가 남아 있으므로, 표준화를 통한 IPR 확보는 불가능한 상태이지만, 1Gbps급의 초고속 무선랜 표준화가 새로이 진행될 것으로 보이며 이에 대한 조기 핵심기술개발이 요구된다. 그리고 고속 로밍 기술에 대한 국내표준화과정에 있어 무선랜 시스템의 성능 저하를 가져오지 않고 동시에 타 무선 망과의 호환성 및 기존 무선랜 시스템과의 호환성 지원하는 로밍 기술의 개발이 필요하다. 이동 ad hoc 네트워크에서 단말의 이동에 따른 IP 부여 문제를 비롯하여, 네트워크 망의 지속적인 변화에 따른 라우팅 프로토콜 기술이 연구되어야 한다.

3.1.3. 표준화 추진체계

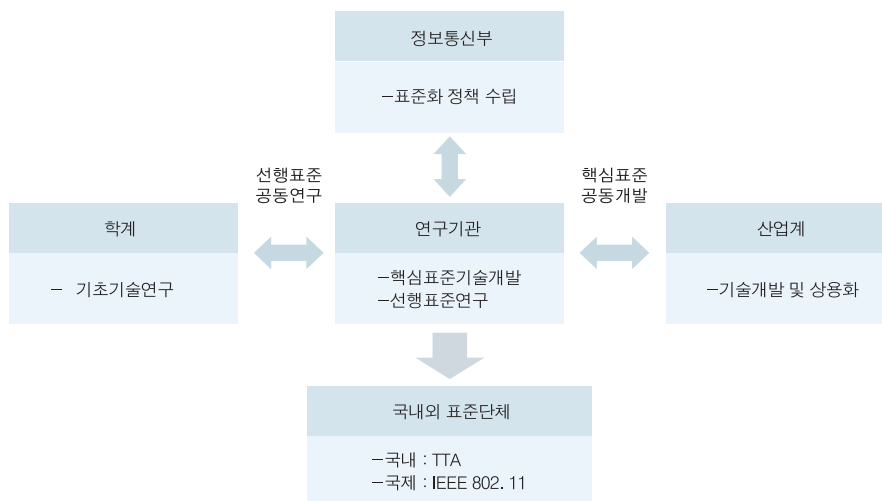
• 국내 표준화 추진전략

- 무선랜 표준화는 TTA를 중심으로 진행되고 있는데, 한국통신사업자연합회의 초고속 무선랜포럼에서도 관련 전문가가 참여하여 초고속 무선랜 표준화활동을 하고 있는데, 관련 국제표준단체인 IEEE 802.11n에 다수의 기고서를 제출하였고, 2004년 9월에는 ETRI 독자 규격을 제안하기에 앞서, 포럼을 통해 다양한 논의를 하였고, 의견을 수렴하여 IEEE 802.11 TGn에 제안한 바 있다.
- 그러나, 미국의 IEEE 802.11n에서 진행하고 있는 초고속 무선랜 표준화 일정에 비해 국내표준은 거의 이루어지지 않고 있다. 따라서, 미국의 초고속 무선랜 표준화에 기고도 하고 투표권도 갖고 있는 ETRI와 삼성이 이 포럼에 참여하고 있는 만큼 이 포럼을 활성화하기 위한 정부의 지원이 필요한 것으로 보인다.
- 현재는 무선랜 관련 포럼이 존재하지 않아서 정부의 지원과 TTA의 협력을 바탕으로 초고속 무선랜 포럼을 재추진할 필요가 있으며, 이 단체를 중심으로 국내 초고속 무선랜 표준화 작업이 보다 신속히 그리고 순조롭게 진행될 수 있을 것이다.

• 국외 표준화 추진전략

- 국외 표준화는 현재 미국의 IEEE 802.11에서 다루고 있는 것이 전부다 라고 해도 과언이 아니다. 왜냐하면 유럽은 HyperLAN/2, 일본은 802.11j를 통해 독자적으로 표준화를 진행하고 있으나, 유럽의 경우는 거의 표준화가 진행되고 있지 않으며, 일본은 국제규격과 무관하게 표준화를 진행하고 있어, IEEE 802.11n이 사실상 세계 표준인 셈이다.

• 표준화 추진체계



(그림 7) WLAN기술 표준화 추진체계

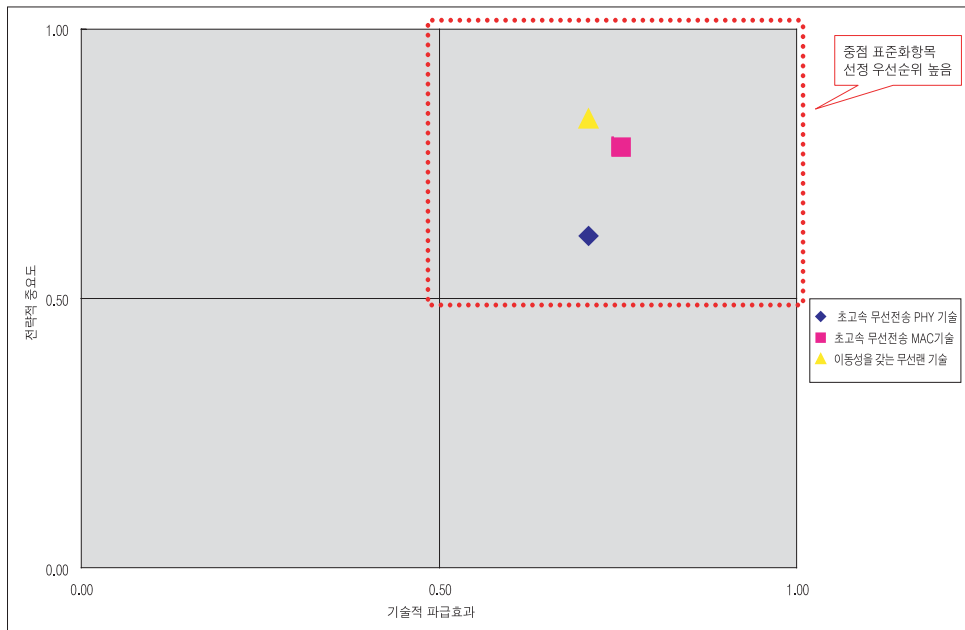
3.2. 중점 표준화항목 선정

3.2.1. 중점 표준화항목 선정방법

표준화 대상항목별 전략적 중요도 및 기술적 파급효과 분석														
고려요소	전략적 중요도									기술적 파급효과				
	P1 정부의지 (국가 산업전략 과의 연관성 등)	P2 산업체 의지 (국내 기업 산업 경쟁력 제고 등)	P3 공공성 (사용자 편리성 등)	P4 적시성	P5 시장 파급성	P6 기술적 선도 가능성 (국제경 쟁력, IPR 확보 필요 성 등)	P7 국제 표준화 이슈 정도	P8 상용화 가능성 (구현 가능성 등)	PI (Priority Index)	E1 기술내 중요도 (원천성 등)	E2 타 기술에 파급효과 (연관성, 활용성 등)	E3 산업적 파급효과 (산업화 로 인한 이득, 국내 관련 산업 규모 및 성숙도 등)	E4 미래 영향력 (미래 표준 항목에의 적용/ 응용성)	EI (Effect Index)
고려요소별 가중치	0.10	0.11	0.05	0.09	0.10	0.10	0.12	0.17	-	0.33	0.23	0.27	0.17	-
초고속 무선전송 PHY 기술	2	3	2	3	3	5	3	4	0.68	3	3	3	2	0.57
초고속 무선전송 MAC 기술	3	3	2	3	4	4	4	4	0.72	4	3	4	3	0.72
이동성을 갖는 무선랜 기술	3	3	3	2	3	4	4	4	0.68	4	4	4	3	0.77

* 표준화 대상항목의 각 고려요소별 평가점수는 해당 중점기술의 전문가들 의견을 종합하여 산출

* 각 고려요소별 평가점수는 1(매우 낮음), 2(낮음), 3(보통), 4(높음), 5(매우 높음)의 5점 척도



3.2.2. 중점 표준화항목 선정사유

- 전략적 중요도 및 기술적 파급효과의 요소

- 중점 표준화항목 선정은 IEEE 802.11n 이후에 추진될 후속 표준화를 예측하였을 뿐만 아니라, 이미 표준화가 진행되고 있지만 무선 송수신 시스템 기술에서 핫 이슈가 되고 있는 기술 등을 중심으로 결정된다.
- 총 4개 대상항목 모두 표준화 및 기술개발 부분에서 전략적 중요도 및 기술적 파급효과가 매우 크다고 판단되는 초고속 무선전송 PHY 기술, 초고속 무선전송 MAC 기술, 그리고 Fast Hand-over, Ad-hoc, 및 MESH 네트워크를 한데 묶어 고정 송수신 시스템이 이동성을 갖는 기술을 선정하였고 마지막으로 이기종 간의 Vertical Hand-over 기술을 선정하였다.

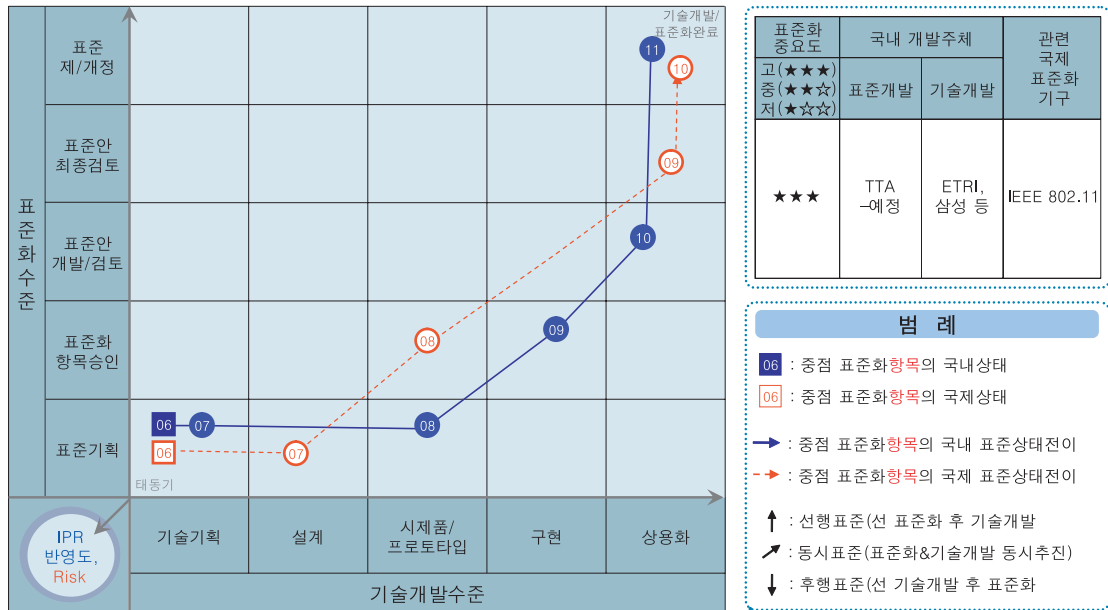
- 중점 표준화항목별 선정사유

- 초고속 무선전송 PHY 기술 및 초고속 무선전송 MAC 기술은 수백 Mbps급의 무선랜 무선전송 기술이 2007년 경부터 후속 표준화가 진행될 것으로 전망되는 가운데, Giga-bps급의 무선전송 방식이 추진될 것으로 알려져 있으며, 전송 속도가 Giga-bps급의 높아짐에 따라 MAC Throughput 향상 기술과 이를 지원하기 위한 QoS 기술 등이 중심이 되어 표준화가 진행될 것으로 판단된다.
- 이동성을 갖는 무선랜 기술은 최근 무선랜의 이동성을 보장하기 위하여 별도의 인증절차 없이 Fast Hand-over를 실현하려는 노력이 핵심기술로 자리잡고 있고, Ad-hoc 및 MESH 네트워킹을 통한 relay 기술로 이동성을 보장하는 표준화가 막바지 진행 중에 있다. 표준화는 막바지에 이르고 있으나 구현 기술은 아직도 갈 길이 먼 상태로서 표준화와 더불어 최근 핫이슈로 급부상하고 있는 기술로서 표준 수용/적용이라도 필요성에 의해 선정한다.

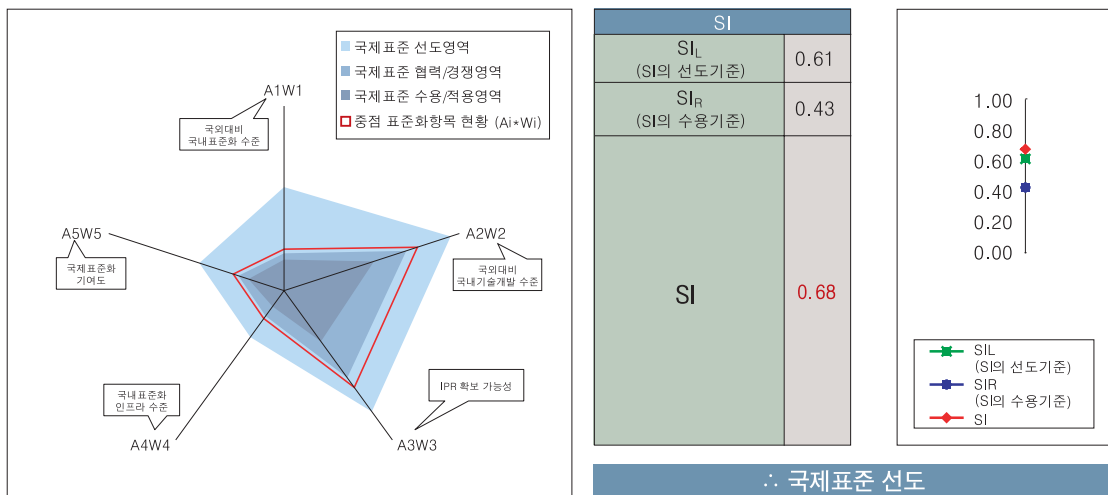
3.3. 중점 표준화항목별 세부전략(안)

3.3.1. 초고속 무선전송 PHY 기술

- 표준상태전이도(표준화&기술개발 연계분석)



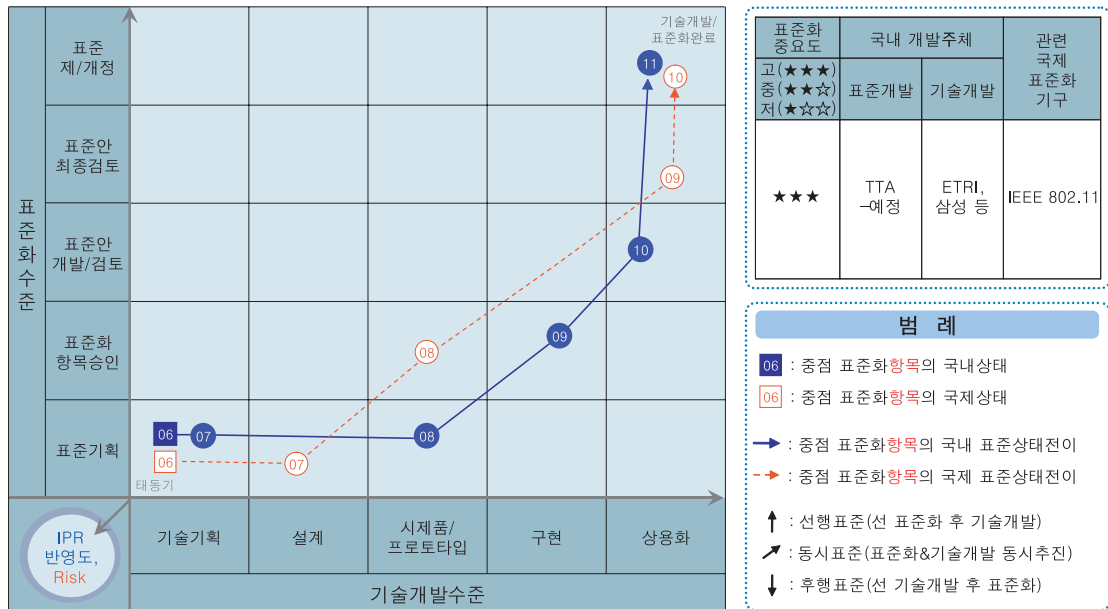
- 국제표준화 전략목표 도출



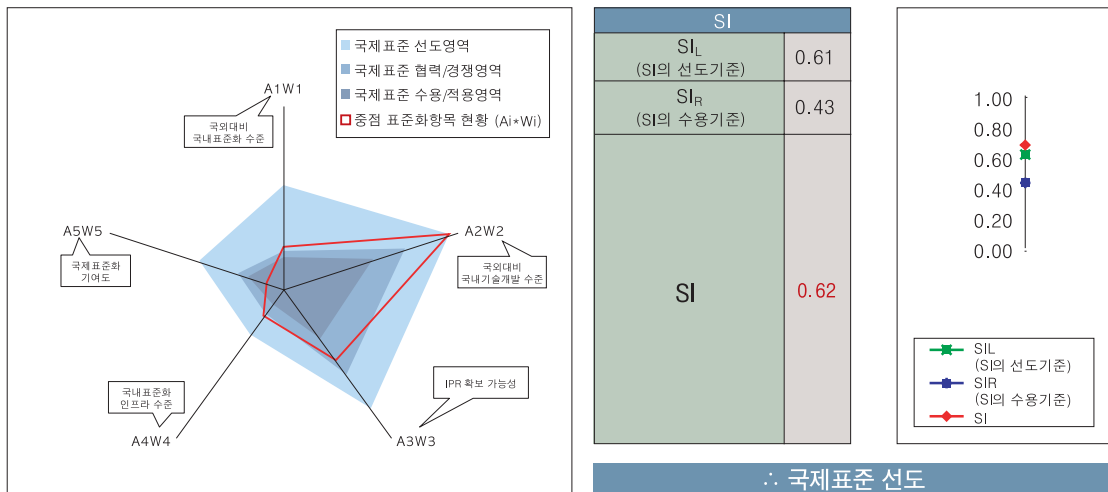
- 세부전략(안)

- 유럽의 WIGWAM Project는 2008년도에 IEEE 802.11n 후속 표준을 선도하기 위해 이미 지난 2005년에 1Gbps급의 무선랜 모뎀 테스트베드를 선보이고 있으며, NTT DoCoMO, 삼성 등이 1Gbps 이상의 무선전송 기술을 개발 중이다. 따라서, Giga-bps급의 무선전송 기술개발을 통해 IPR을 확보하고 이를 표준에 반영하여야 한다.
- Giga-bps급의 무선전송 기술에는 MIMO를 이용한 데이터 전송속도를 높이고 효율적인 고성능 채널 코딩 기술과 채널 본딩 기술을 개발하여 IPR을 조기에 확보하고, 이를 IEEE 802.11n 후속 표준에 우선 반영한다.

3.3.2. 초고속 무선전송 MAC 기술



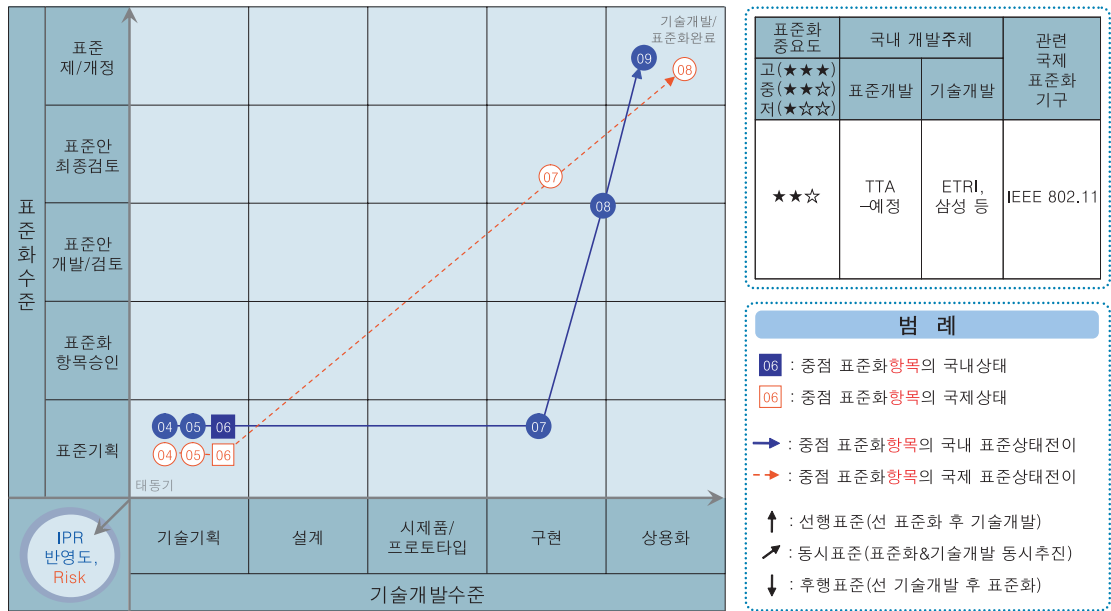
• 국제표준화 전략목표 도출



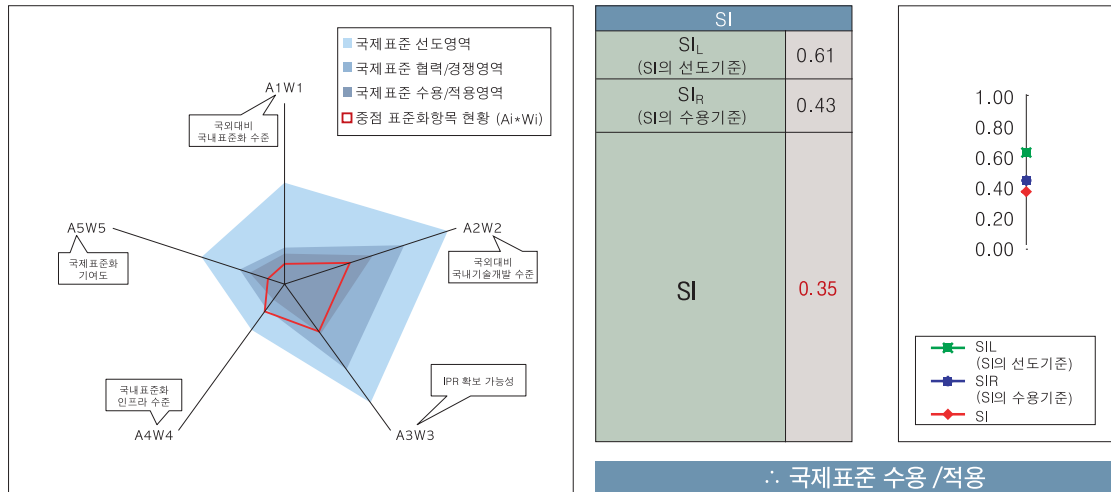
- 세부전략(안)

- Giga-bps급의 전송속도를 갖는 시스템은 MAC 프로토콜과 그 구현 구조의 성능에 따라 성패가 좌우된다. 따라서 Frame Aggregation 및 Block ACK 기술 등을 통해 성능을 향상시키고, 헤더구조 등의 복잡도를 간결하게 처리함으로써 데이터 전송 효율을 높이는 기술을 조기에 확보하고 이를 표준에 반영한다.
- 패킷 scheduling, link adaptation, 동기 및 전력제어 기술 등은 IEEE 802.11n 후속 표준에서는 본격적으로 거론될 것으로 전망되며, 시스템 및 성능 향상을 위해서는 아주 중요한 분야이다. 따라서, 기술의 중요성에 비해 상대적으로 이 분야에 확보된 기술이 많지 않으므로 ETRI 및 산업체를 중심으로 적극적인 표준 기술 발굴을 통해 기술 확보에 노력할 필요가 있다. 특히, 기술개발이 어려울 경우에는 외국 유수기관과의 공동연구를 통해서도 반드시 확보해야 할 필요가 요구된다.

3.3.3. 이동성을 갖는 무선랜 기술



• 국제표준화 전략목표 도출

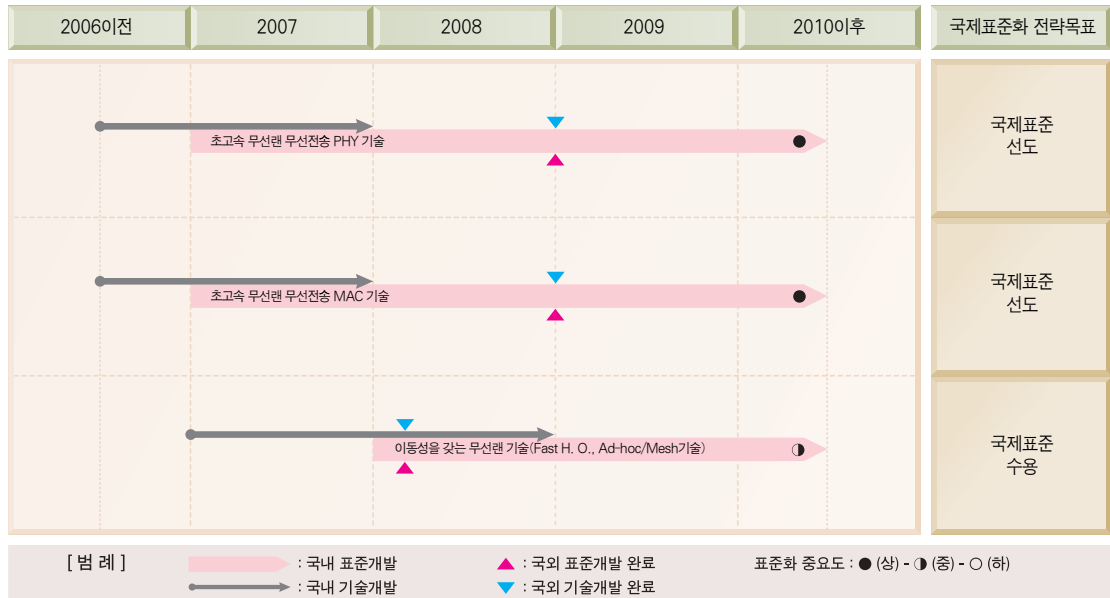


- 세부전략(안)

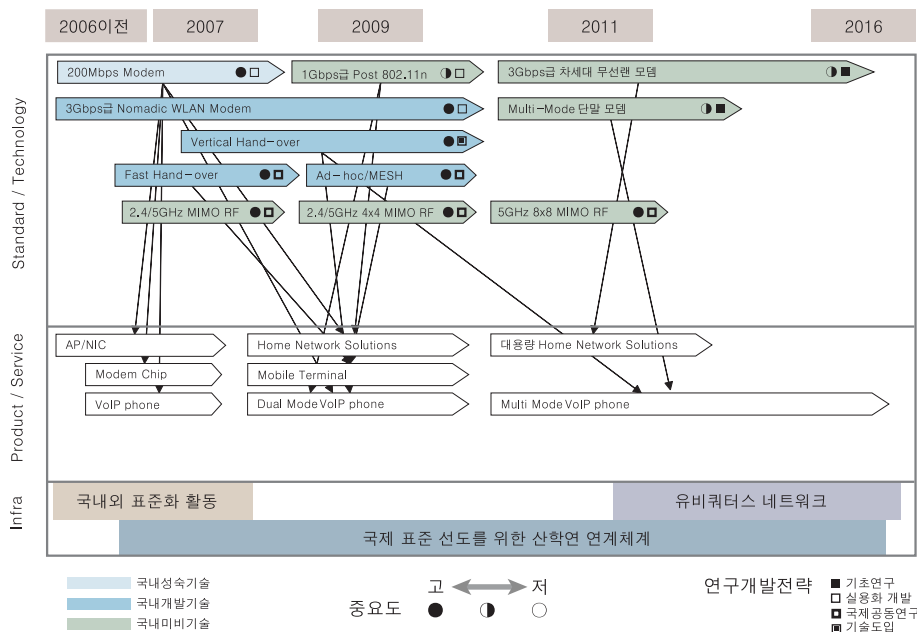
- 무선랜에 이동을 부여하기 위한 노력은 802.11f, 802.11s 등을 통해 Fast hand-over, Ad-hoc, 및 MESH 네트워크에 대한 표준화가 거의 막바지 단계에 이르고 있다. 따라서, 당장의 표준화 전략은 쉽지 않으나, 그 후속 표준화를 대비하여 국내외 하계 등과 손잡고 공동으로 IPR을 확보하는 방안이 유리하다.

3.4. 중장기 표준화로드맵

3.4.1. 중기(2007~2009) 표준화로드맵



3.4.2. 장기 표준화로드맵(10년 기술 예측)



[국내외 관련표준 대응리스트]

구분	표준화 대상항목	기구(업체)	제정연도	재개정현황	국내관련표준	국내 추진기구
무선 LAN	IEEE 802.11a	IEEE	2000	완료	TTAS.KO-06.0045	HSWLF TTA
	IEEE 802.11b	IEEE	2001	완료		"
	IEEE 802.11e	IEEE	2003	개정		"
	IEEE 802.11f	IEEE	2003	개정		"
	IEEE 802.11g	IEEE	2003	완료		"
	IEEE 802.11h	IEEE	2003	개정		"
	IEEE 802.11i	IEEE	2003	거의완료		"
	IEEE 802.11k	IEEE		개발중		"
	IEEE 802.11n	IEEE	2002	거의완료		"
	IEEE 802.11p	IEEE	2004	거의완료		"
	IEEE 802.11s	IEEE	2004	개발중		"
	Mobile IPv6 Fast Handovers for 802.11 Networks	IETF	2005	draft04	-	-

[참고문헌]

- [1] IEEE 802.11 Wireless LAN WG, [http : //www.ieee802.org/11/](http://www.ieee802.org/11/)
- [2] IEEE 802.11 Wireless PAN WG, [http : //www.ieee802.org/15/](http://www.ieee802.org/15/)
- [3] IEEE 802.11 Wireless MAN WG, [http : //www.ieee802.org/16/](http://www.ieee802.org/16/)
- [4] IEEE 802.11 MBWA WG, [http : //www.ieee802.org/20/](http://www.ieee802.org/20/)
- [5] Bluetooth SIG, [https : //www.bluetooth.org/](https://www.bluetooth.org/)
- [6] Wi-Fi Alliance, [http : //www.wi-fi.org/OpenSection/index.asp](http://www.wi-fi.org/OpenSection/index.asp)
- [7] WiMedia Alliance, [http : //www.wimedia.org](http://www.wimedia.org)
- [8] ZigBee Alliance, [http : //www.zigbee.org](http://www.zigbee.org)
- [9] 김종률, "802.11의 오늘과 내일," Mobilecom, 2003. 8.
- [10] 김용균, "무선랜 시장전망과 현황," ETRI 주간기술동향, ETRI, 2002. 6.
- [11] 지경용, "무선랜 수요전망 및 대응전략," IT Korea Forum, 2003. 4.
- [12] 정해원, "초고속 무선랜 표준화 및 기술동향," 2002. 10.
- [13] 장윤정, "무선랜 기술동향 및 시장전망," Network Times, 2002. 7.
- [14] 박용우, "블루투스," 정보통신기기, 2002. 10.
- [15] 박용우, "무선랜 시장의 주요이슈 및 시사점," 정보통신정책 제14권 8호, 2002. 5.
- [16] Intel 801.11a Solution Update, Intel Communications Group, July 2003.
- [17] The promise of Ultra-Wide Band : Early UWB Market Makers, In-Stat/MDR, May 2002.
- [18] Personal to Global : Wireless Technologies 2005-2010, Research Brief, Gartner Group, Feb 2001.
- [19] Ken Furer, Worldwide Bluetooth Semiconductor Market Forecast and Analysis, 2001-2006, IDC, 2002.
- [20] 국내 정보통신 표준개발 중기계획(2003-2005)(안), 한국정보통신기술협회, 2002. 12.
- [21] "Wireless Medium Access Control(MAC) and physical Layer(PHY) specifications : Fast BSS Transition", IEEE 802.11r/D0.05, July. 2005.
- [22] IETF MIPSHOP draft-ietf-mipshop-80211fr-04.txt, "Mobile IPv6 Fast Handovers for 802.11 Networks", P. McCann, Lucent Technologies, Feb. 2005.
- [23] "Handoff between VoWLAN and Cellular", Tze, HungJu, Nov. 2004.
- [24] "Mobile IPv6에서 Fast Handover를 위한 IETF 기술동향", 홍용근, 전자통신동향분석, Aug. 2003.
- [25] "An Empirical Analysis of the IEEE 802.11 MAC Layer handoff process", Mishra, Shin, Arbaugh, University of Maryland. Sep. 2002.
- [26] IETF MANET 워킹그룹, [http : //www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html](http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.html)
- [27] "IPv6 기반 Ad-hoc 이동 무선 네트워크를 위한 자동 네트워킹 기술", IPv6 포럼 코리아 기술문서, 2003.
- [28] "이동 adhoc 네트워크 기술 동향", 정보통신 동향 분석, 2003. 4.
- [29] C2CCC, [http : //www.car-2-car.org](http://www.car-2-car.org)

[약어]

NIC	Network Interface Card
AP	Access Point
STA	Station
WAVE	Wireless Access for Vehicle Environment
MMN	Metropolitan Mobile Network
MAC	Medium Access Control
PHY	Physical Layer
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
SDM	Spatial Division Multiplexing
MIMO	Multiple Input Multiple Output
MBWA	Mobile Broadband Wireless Access
ITS	Intelligent Transportation System
3GPP	3rd Generation Partnership Project
6INIT	IPv6 Internet IniTiative
6KANet	IPv6 Korea Advanced Network
6NGIX	IPv6 Next Generation Internet Exchange
6TNET	IPv6 Telecom Trial Network
VPN	Virtual Private Network
MANET	Mobile ad-hoc network
VANET	Vehicular ad-hoc network
C2CCC	Car-2-Car Communication Consortium
WAVE	Wireless Access for Vehicle Environment
PAN	Personal Area Network