

무선 LAN 기술 현황과 전망

정 해원

042 860 6134
(hw-jung@etri.re.kr).



목 차



1. 무선LAN 개요
2. 표준화 동향
3. 무선LAN 산업
4. 핵심기술 개요
5. 검토사항

1. 무선LAN 개요



- 900 MHz 무선 LAN : 각사 독자방식으로 속도 1 Mbps 이하
- 2.4 GHz 대 무선 LAN
 - ◆ 각사 독자 방식 : 주로 Frequency Hopping 방식, 속도는 1 M수준
 - ◆ IEEE 802.11 : '97.6 표준화, 속도 2 Mbps (핵심칩 단종)
 - ◆ IEEE 802.11b : '99.5 표준화, 최대속도 11 Mbps
 - ◆ IEEE 802.11g : 2001.11. 기본합의, OFDM, ~54 Mbps
- 5 GHz 대 무선 LAN
 - ◆ 각사 독자 방식 : 5.7 GHz 대 10Mbps 로 '98년 하반기부터 보급
 - ◆ IEEE 802.11a : '99.5 표준화, OFDM, ~54 Mbps
 - ◆ 무선 ATM LAN : HiperLAN 2
- 40/60 GHz 무선 LAN : 100 Mbps급 전송
- 적외선 LAN

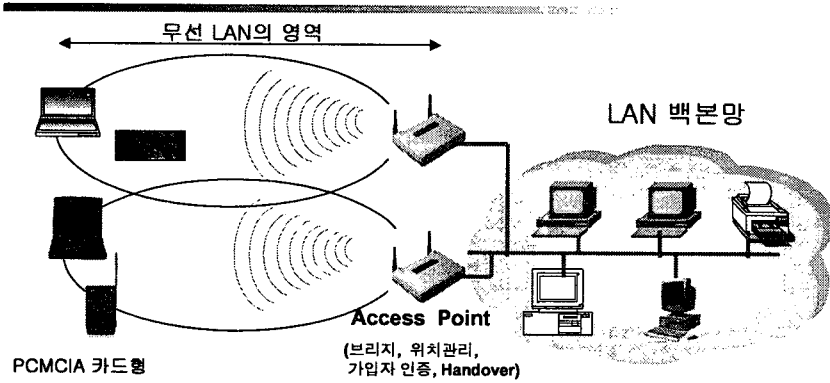
일반적인 통신거리



환경	전송거리 (반경, m)
Open Space	400m
칸막이 있는 사무실 (높이 150cm)	70m
벽이 있는 사무실 (나무재질)	30m
벽이 있는 사무실 (콘크리트)	20m
Steel벽	15m

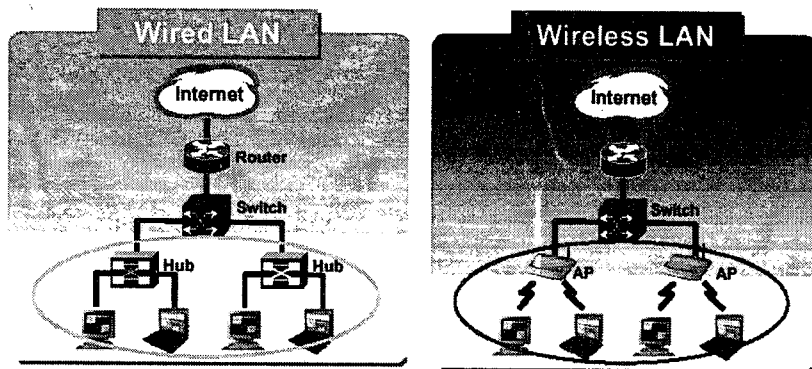
- 정부의 허가없이 사용할 수 있는 소출력 무선주파수대
 - ◆ 2.4 GHz대 ISM 무선 주파수대 : Industrial Scientific and Medical Band
 - ◆ 5GHz 대의 Unlicensed National Information Infrastructure 주파수대

시스템 구성

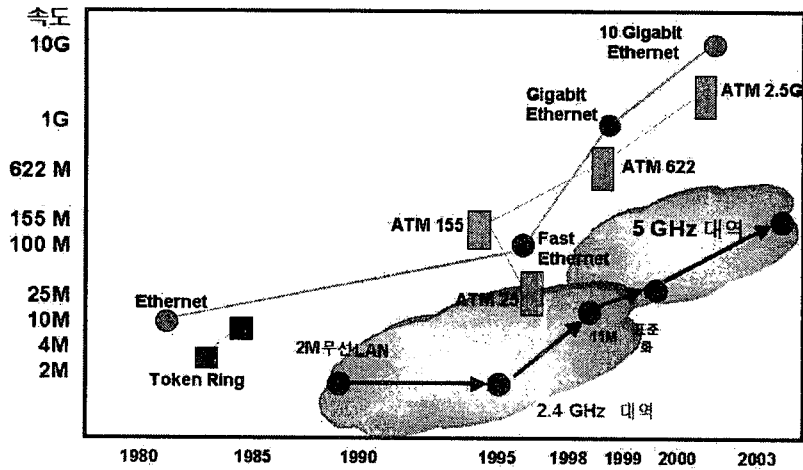


- LAN 기반망과 단말기의 사이를 무선주파수(Radio Frequency)를 이용하여 전송하는 시스템
- 구성 요소 : AP, 단말기의 RF 모듈카드, 드라이버 S/W

유선LAN과 무선LAN



주파수 대역과 무선 LAN의 속도

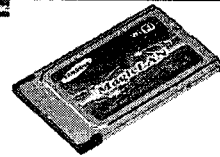
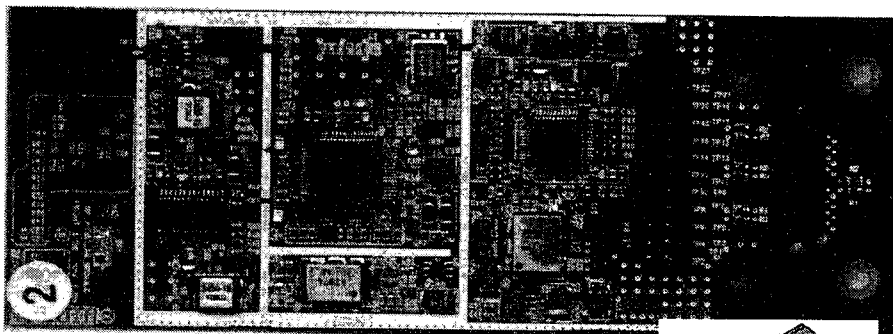


ETRI Proprietary

7

네트워크연구소

무선 LAN 카드 모습

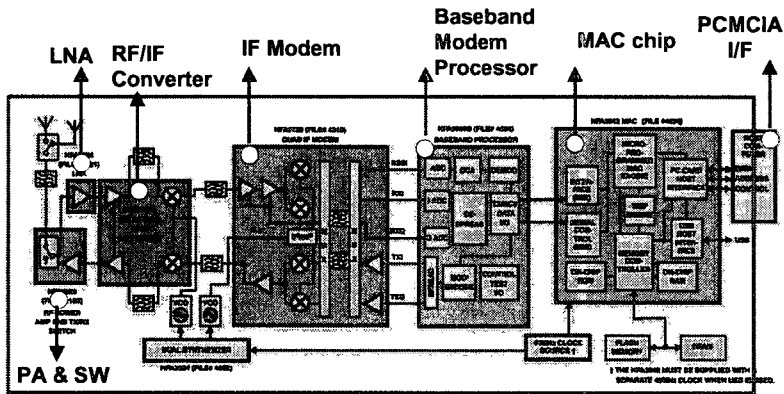


ETRI Proprietary

8

네트워크연구소

무선LAN 카드 구성

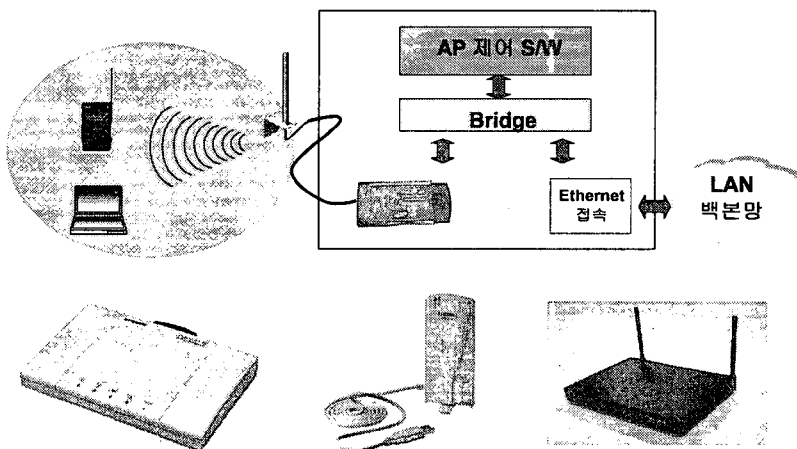


2.4 GHz 대 Intesil 칩을 이용한 PCMCIA 무선LAN 카드

Access Point



AP : 프로세서 + 무선LAN 카드 + LAN 브리지



Access Point 개발 전망



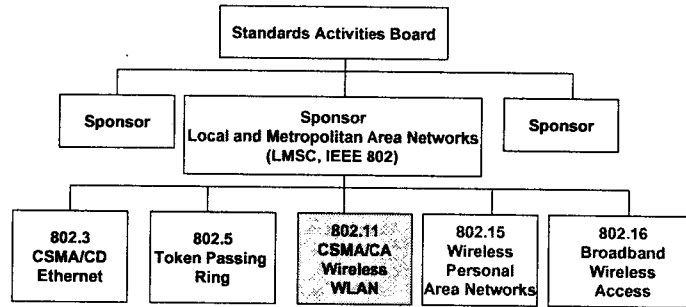
- 초창기의 AP 기능
 - ◆ 기반망에 연결하는 단순 브릿지 기능
 - ◆ 10/100 Mbps 이더넷 접속
- 중요 Point
 - ◆ OS : 시장 요구에 따라 신속한 서비스의 제공 여부
 - ◆ IP 수용
 - ◆ Security 처리
- 최근의 동향
 - ◆ 라우터, DHCP/NAT, Mobile IP 수용
 - ◆ 기능 복합 예
 - ◆ 용량 확대 : 2.4 GHz 무선 LAN 을 2개 이상 수용
 - ◆ Bluetooth + 2.4 GHz 무선 LAN
 - ◆ 2.4 GHz 무선 LAN + 5 GHz 무선 LAN
 - ◆ 이더넷 접속 대신에 xDSL 모뎀 수용
 - ◆ Residential gateway

2. 표준화 동향



- 국제 기관
 - ◆ IEEE 802.11
 - ◆ IEEE 802.15 WPAN, Bluetooth, HomeRF (단거리 무선LAN)
 - ◆ Wireless 1394 Working Group (www.1394-wwg.org)
- 유럽, 일본
 - ◆ ETSI BRAN - HIPERLAN 5 /17GHz
 - ◆ 일본 MMAC: 고속 무선 LAN 및 Ultra high speed wireless LAN
 - ◆ ACTS : WAND 프로젝트
- 이익 단체
 - ◆ WINForum : FCC에 주파수 사용에 대한 건의
 - ◆ WECA(Wireless Ethernet Compatibility Alliance) : 상호 호환성
- www.Wi-Fi.org

IEEE 802 표준화 위원회

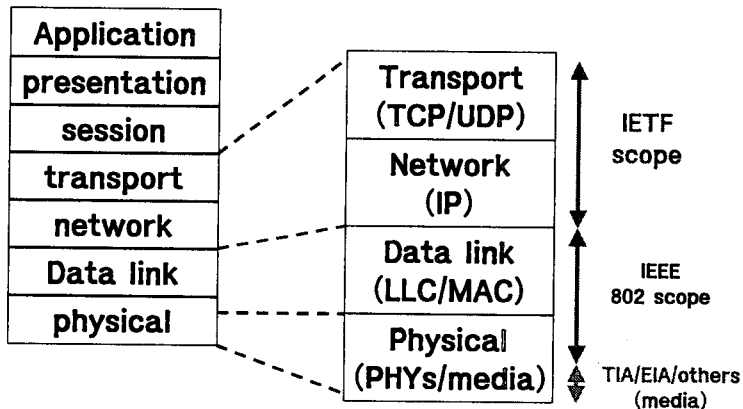


- IEEE 802.11: 300 Members, 90+ supporting companies
- www.ieee802.org/11

Ethernet Standards



ISO OSI Reference model



IEEE 802.11 규격 현황



- **MAC (Medium Access Control) Layer**
 - ◆ DFWMAC (Distributed Foundation Wireless MAC)
 - ◆ IEEE 802.11

- **Physical (PHY) Layers**
 - ◆ IEEE 802.11
 - Frequency Hopping Spread Spectrum
 - Direct Sequence Spread Spectrum
 - Infra-Red
 - ◆ IEEE 802.11b : 11 Mbps / 2.4 GHz, 2 M bps와 Backward Compatibility
 - ◆ IEEE 802.11a : 54 Mbps / 5 GHz

- **WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance)**
 - ◆ IEEE 802.11b (11 M/2.4 GHz) 상호 호환성 확보
 - ◆ Wi-Fi certification , <http://www.wi-fi.org>

- www.ieee802.org/11/

IEEE 802.11 현황 요약



- **IEEE 802.11b**
 - ◆ 현재 상용제품의 주류임
 - ◆ WECA에 의한 상호 운용성 보장

- **IEEE 802.11g**
 - ◆ 표준화 중임. 올해 2월에 Intersil/ Cisco에서 chipset 발표. 하반기쯤에 제품 출시
 - ◆ WECA 상호 운용성 검토는 아직
 - ◆ 우리나라의 경우 관련 법규 개정 필요

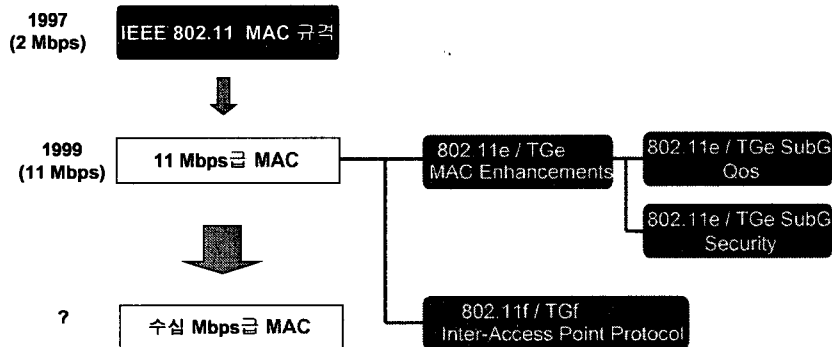
- **IEEE 802.11a**
 - ◆ 현재 Intel 제품이 상용 출시중
 - ◆ Chipset 제공 업체가 적음 : Envara사(이스라엘)에서 802.11a+b chip set 발표
 - ◆ WECA에서 상호 운용성 준비중 Wi-Fi5
 - ◆ 우리나라의 경우 관련 법 개정을 통한 주파수 할당이 필요
 - 5.725 ~ 5.825 GHz ISM대역은 사용가능하나, OFDM용 기술기준 변경필요
 - 5.15 ~ 5.35 GHz 대역할당 및 기술기준 변경요

802.11 New Developments



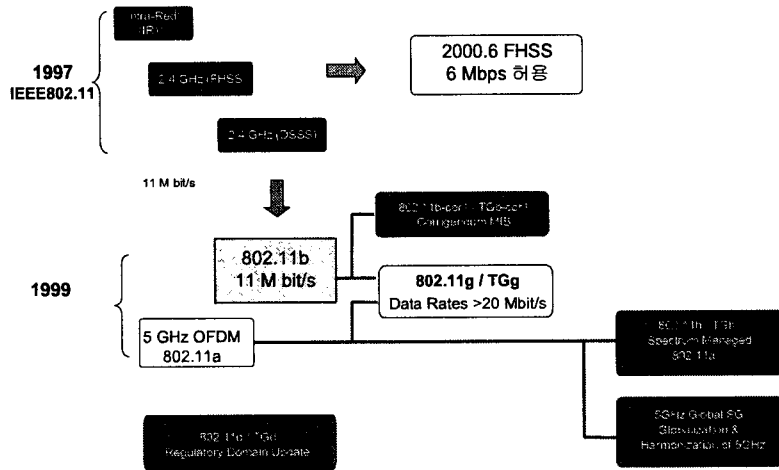
- Security (TGe) : D1.0 작성
- MAC Layer Enhancements (TGe)
 - ◆ QoS 개선 : to support voice
 - ◆ Enhance Security beyond WEP
- Inter-Access Protocol (TGf)
 - ◆ Define a standard protocol between access points to support features like roaming handoff
- Higher Rate Study Group(TGg)
 - ◆ Increase 2.4 GHz system to > 20 Mbps
 - ◆ TGe의 OFDM을 2.4GHz 대역에 적용 검토
- DFS/TPC (Tgh)
 - ◆ Dynamic Frequency Selection & Transmit Power Control

802.11 MAC Activities



고속저리능력이 key issue임

802.11 PHY Activities



무선 LAN의 Road map



주파수대	연도	1997	1998	1999	2000	2001	2002	비고
2.4 GHz 무선 LAN	2Mbps 무선 LAN	2M LAN 표준화						
	11Mbps 무선 LAN			11M LAN 표준화				
5 GHz 무선 LAN	10M / 5.7 GHz 비표준 무선 LAN							
	54Mbps 무선 LAN			OFDM 표준화	상용 기술 개발			
- 무선 ATM 표준화								
								Bluetooth, WPAN

- 무선 LAN : ATM 기술이 퇴조하고 이더넷 기술이 부상 (LAN Edge 영역)
- 2.4 GHz ISM 주파수대 이용의 폭증 ⇒ 5 GHz 주파수대로 천이
- 무선 LAN의 고속화 : 2 M bps ⇒ 11 M bps ⇒ 22 M bps
- Bluetooth 등 WPAN, 무선 인터넷 접속 등이 활성화 ⇒ 기본은 무선 LAN
- 변복조 방식 ⇒ FH-SS, OFDM 으로 통일

3. 무선LAN 산업



- 학교내 보급 : 대학, 초등학교 등
 - ◆ 도서관에서 무선LAN을 이용한 Internet 자료검색 및 학교 DB접속
 - ◆ Open Space(교정내 벤치 등)에서 무선LAN이용 Server접속
 - ◆ 기숙사, 학교 외곽에 Outdoor안테나 설치 : Café나 하숙집에서
- 면세점, 창고 등에서 Handi-Terminal로 물류 또는 재고관리에 적용
- 병원 : 회진시(이동) 병실에서 Real Time으로 약국, 주사실, 수납 등에 처방전을 송수신 등 병원행정을 간소화
- 공항, 터미널, 카페, 호텔 등의 Hot spot 지역에서
- 인력개발원 : 강의장, 숙소등을 연계한 무선Network 구축
- 군사 작전망 구축의 신속성과 유선설치 열악지역 극복
- 유선설치가 어려운 도서지역에 도입(제주도와 마라도간)
- 건물과 건물간의 연결 등 : PC방 연결 등
- ADSL, Home Networking Solution중의 하나

공중 무선LAN 서비스의 도입



- 고속 인터넷 환경에 친숙
 - ◆ 가정내 초고속 인터넷 보급 증가
 - ◆ 직장내 LAN 환경 일반화
 - ◆ PC방 등 초고속 인터넷 환경 증가
- Portable Device 보급 증가
 - ◆ Personalized Portable Device 보급 증가 : Notebook, PDA
 - ◆ Portable Device 이용환경에 친숙
- Nomadic 환경에서의 고속인터넷 이용 Needs 존재
 - ◆ 이동중에도 인터넷 접속 Needs 지속 증가
 - ◆ Public Zone Internet 서비스 제공
 - ◆ 이동전화를 이용한 무선인터넷 사용자 꾸준히 증가
- 고도화된 이동전화 서비스 요구
 - ◆ 저렴한 요금, 다양한 콘텐츠, 고속 데이터 전송 Needs 증가
 - ◆ 무선인터넷은 유선인터넷의 보완재로 인식
- 공중 무선LAN이 Hot-spot 지역에 도입
 - ◆ 학생 : 집 --- 학교
 - ◆ 직장인 : 집 --- 사무실
 - ◆ 여행객 --- 호텔, 회의장, 공항
 - ◆ 이동중 일반인 : 메시징 등 간단한 정보검색

PDA, 노트북 무선LAN 가입자 전망



○ PDA 사용자 전망

[단위:천대]

	2002	2003	2004	2005	2006
PDA사용자	360	555	830	1,100	1,350
증가율(%)	64.4%	54.2%	49.5%	32.5%	22.7%

○ 노트북 사용자 전망

[단위:천대]

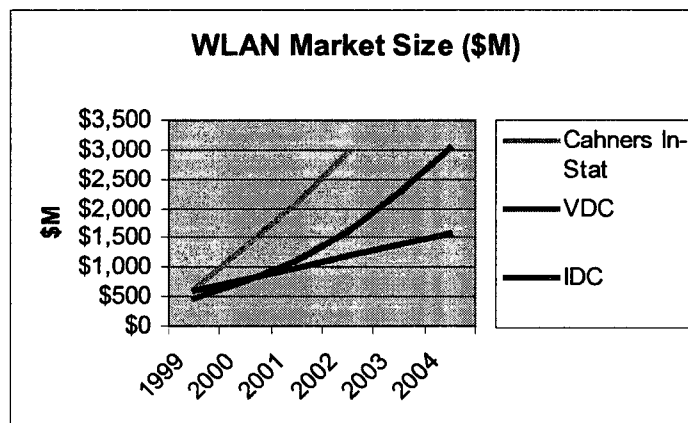
Source:LG증권

	2002	2003	2004	2005	2006
노트북 시장규모	1,249	1,474	1,658	1,831	2,025
증가율(%)	23.3%	33.3%	11.7%	14.9%	15.6%

단말장비 성장 전망

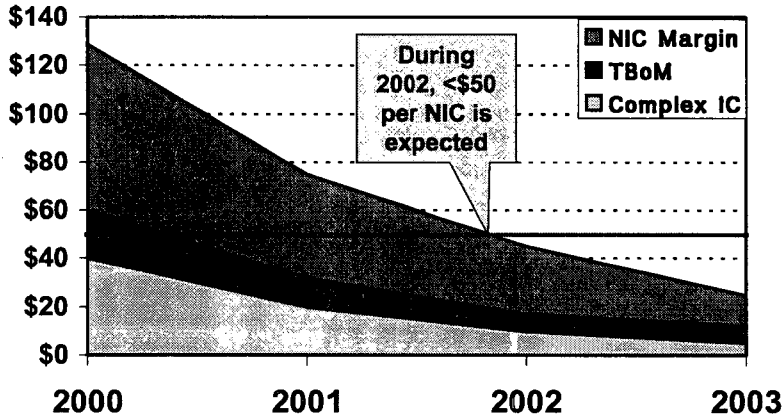
- 2001년말 노트북 보급: 약380만대(Data Quest전망치), PDA는 12만대 보급
- 2005년말 노트북 640만대, PDA는 430만대로 급속 성장 예상 (KT예측)

무선LAN 시장 전망



무선LAN은 Market Driven services임 신기술 개발을 요구

무선LAN카드의 가격 하락



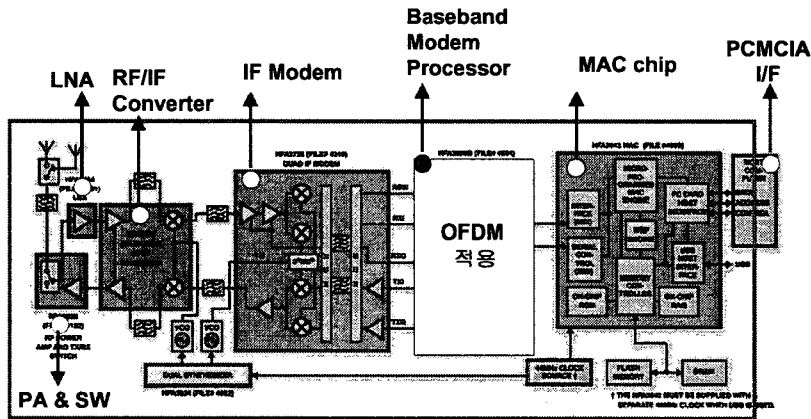
Notes: Complex IC = RF, PHY, MAC; BoM for Cardbus configuration; Price = Street price

핵심칩 기술이 중요



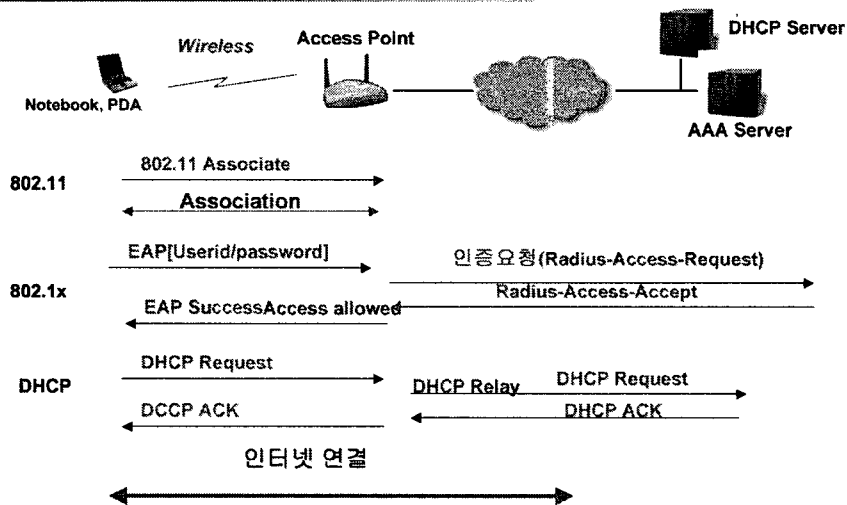
- Intersil 아성
 - ◆ Intersil사의 무선LAN칩 시장 독점 : 4억\$/2001년
 - ◆ TI 도전 : 2001년 7월 핵심칩 발표, 후발주자는 PBCC 기능 개선
- Intersil사의 22M 11g 규격화
 - ◆ 11a OFDM 투자비 회수 ← 5 GHz 시장은 2003년 이후 ?
 - ◆ 후발 주자를 따돌림
 - ◆ 2001년도 11g 표준화 과정에서 TI사와 대격돌
- 75% rule, 2001년도 11월 plenary회의에서 타협 : Cisco 역할?
 - ◆ 22M ⇒ 54 M
 - ◆ 기본 : OFDM, 선택 : PBCC
 - ◆ PHY (Intersil) + MAC (Cisco) ⇒ 고속처리 프로세싱
- 향후 전망 ...
 - ◆ 대만의 Stock량 : 35\$ ⇒ 25\$
 - ◆ 핵심칩을 마음대로 이용하는 기술 확보

11g 의 전략

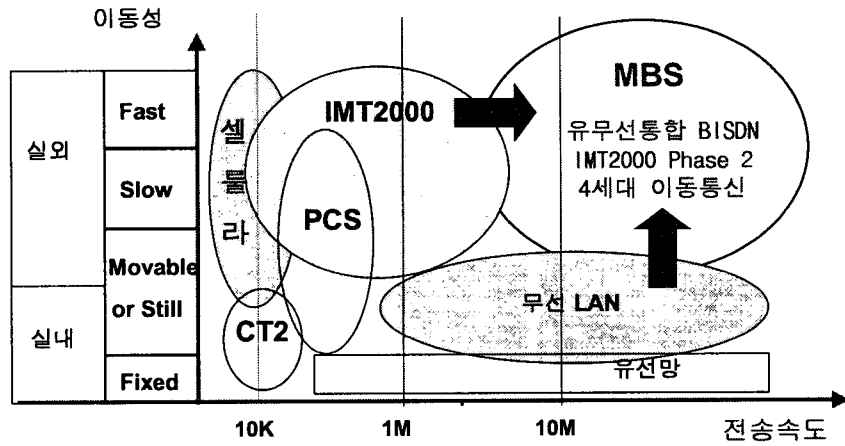


5 GHz 대로 이행하기에는 칩, 시장 성숙도가 요구됨
OFDM 개발비를 뽑아내는 전략

가입자 인증



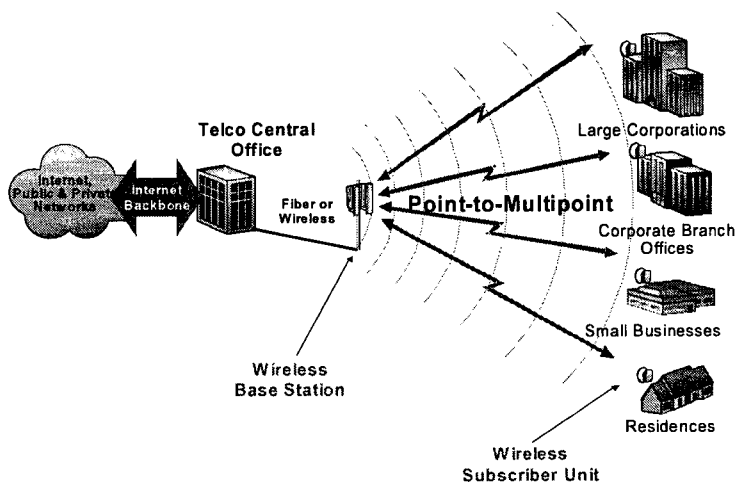
유무선 통합으로 발전



ETRI Proprietary

네트워크연구소

BWLL에서의 11a 기술 적용 - 802.16



ETRI Proprietary

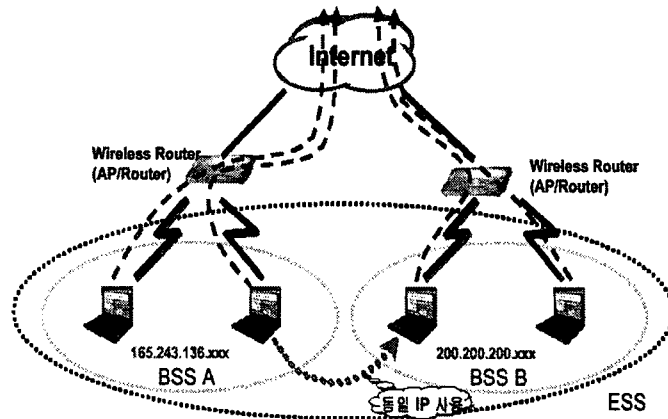
30

네트워크연구소

Mobile IP (확장 Roaming)



- ▣ 다른 Subnet으로 이동시 신규 IP의 부여(Roaming)가 아니라 사용 하던 IP를 그대로 사용 -- ??? 기존 장비의 변경



Load Balancing



- ▣ 특정 AP에 일시적으로 많은 노드가 배치되어 과부하가 발생할 경우, 각 노드의 NIC으로 하여금 자동으로 인접한 AP(예:B)와 새로이 연계하도록 하여, load를 분산시킴으로써 각 AP에 이상적인 performance를 보장할 수 있도록 하는 기능



4. 핵심 기술 개요



- 상위 계층
 - ◆ 위치 관리 기능, 무선 가입자 관리, 보안/암호화 관리
 - ◆ 트래픽/ QoS 제어, TCP/IP, Mobile IP의 수용
- 하위 계층 프로토콜 기술
 - ◆ 무선 전송 계층 : 고속의 무선전송, 변복조, 다이버시티, 이퀄라이저, FEC 제어, 간섭 배제 등
 - ◆ Medium Access Control : ABR/VBR 등의 트래픽 지원을 위한 다중 액세스 구조, QoS, 지연 변이, 셀 손실을 등의 보장
 - ◆ Data Link Control : 무선채널의 에러를 경감
 - ◆ Wireless control protocol :
 - 전력 제어, 무선 자원 제어, PHY, MAC, DLC 계층의 관리
- 무선 LAN 기술
 - ◆ 변복조 기술(Spread Spectrum, OFDM)
 - ◆ RF Front End 핵심칩 소형 저전력화
 - ◆ DFWMAC의 고속화
 - ◆ 실시간 OS 기술, Mobile IP/라우터, DHCP/NAT, SNMP, 시스템 기술 등
 - ◆ PCMCIA 카드 드라이버 SW

무선 LAN 의 고려사항



- 데이터의 전송 조건 : 실시간 전송과 비동기 데이터 전송
- 전송에러 극복 : 전송속도(1 M - 20 M bps)와 에러 발생율(목표 : 10^{-8} 수준)
 - ◆ 무선 주파수 자원이 유한 : 한정된 대역폭을 공유, 전송거리가 한정
 - ◆ 높은 처리량을 실현할 수 있는 변복조 방식, 프로토콜이 필요
- 스테이션의 이동성 :
 - ◆ 서비스 제공 영역, 단말기의 통신 형태(고정, 이동), 이동 속도
- 서비스 제공영역의 확장성과 기존 네트워크 상호 접속
 - ◆ 목적지 주소와 목적지 위치가 다름
- 동일 지역에 여러 개의 무선 LAN 및 유사 무선 시스템과의 공존
 - ◆ 독립적인 운용, 전송 채널 획득의 경쟁, 서비스 영역간의 간섭
- Security 문제
 - ◆ 허가 받지 않은 스테이션으로 부터의 액세스 방지
 - ◆ 경계가 모호 (서비스 영역), 정보의 암호화
- 사용하기가 쉬워야 함 : 무선 주파수 및 시설 사용이 용이
- 저 소비 전력 : 노트북 등에서 사용

Radio Physical Layer



Radio physical layer 의 요구조건

서비스 영역, 광대역 데이터 전송 속도, 효율적인 주파수의 재사용, 전력 레벨, 낮은 BER, 이동성 제공

Scope :

- 마이크로 셀 (가능한 주파수 대역, 안테나, 셀 반경, 전력 레벨, 주파수 재사용 등)
- Baseband 변복조, bit-rate, 신호 스펙트럼 등
- 다이버시티, 이퀄라이저, 다중 반송 전송, FEC 전송에러 제어 등
- 무선 채널 데이터 포맷 (burst preamble, training sequences, 에러 코딩 등을 포함)
- radio modem과 전송/제어 채널과의 접속

MAC 기술 - 1



- MAC layer : 무선 채널을 공동으로 이용키 위한 방법
 - ◆ 데이터 포맷, 프레임구조, 흐름 제어방법 등
 - ◆ QoS 제어 기능을 무선자원의 할당/해제/유지 (상,하향 타임슬롯 할당)
 - ◆ 전송 파라미터 조정(주파수 채널, 심볼을 변경, 전력제어) 등
- IEEE802.11 MAC
 - ◆ Distributed Foundation Wireless MAC
 - ◆ IEEE 802.3의 CSMA/CD형의 분산형 액세스 프로토콜
 - ◆ 프레임 간격 제어방식 CSMA/CA (CSMA/ Collision Avoidance)
- Hidden terminal을 위하여
 - ◆ RTS/CTS 및 Network Allocation Vector(가상 carrier sense 기능)를 사용
- 전력 제어 기능을 구비
- 전송에러 제어 기능 : Automatic Repeat Request (ARQ)
- 암호화 알고리즘 : Wired Equivalent Privacy (WEP)
- Topology : Infrastructure Network (Access Point) vs Ad-Hoc Network

MAC 기술 - 2



- **CRA (Collision Resolution Algorithm, 충돌해소 알고리즘)**
 - ◆ 상향채널에서 랜덤 액세스 대역 요청 절차는 충돌이 발생
 - ◆ Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection
 - ◆ Carrier Sense : 무선 채널인 경우에 수신 에너지는 송신 전력에 비하여 수십 DB가 작기 때문에 반송파의 충돌 검출이 어려움
 - ◆ 무선LAN : CSMA/CD를 개선한 CSMA/CA 사용
- CSMA/CA 는 충돌이 일어나지 않도록 사전에 이를 피하도록 조정
 - ◆ p-persistent CSMA 방식 : 트래픽의 상황에 따라 p를 변화
 - ◆ 프레임의 우선 순위에 의하여 프레임 간격이나, 재전송 간격을 조정 (IEEE 802.11 무선 LAN),
 - ◆ 랜덤 펄스 송출 방식
- Hidden terminal 문제 : CSMA 성능을 열악

MAC 기술 - 3



- **Traffic Scheduling(Scheduler)**
 - ◆ 예약 기반 시스템에서 시스템 성능의 주요 요소임
 - ◆ 상향 대역폭 요청, 하향 대역폭 할당
 - ◆ VC 단위의 트래픽/QoS 정보
 - ◆ 재전송 요청 정보, 전송 지연 및 지연변이 제어
 - ◆ 상하향 물리계층의 오버헤드
 - ◆ 현재의 스케줄링 상태, 단말 연계/해제 여부 등 동적 변화 정보
- **타임슬롯 할당 (Slot Allocator) :**
 - ◆ 고정 슬롯 할당 방식(Fixed Slot Allocation Scheme) : 전송 프레임 내의 contention slot과 data slot의 수가 고정
 - ◆ 동적 슬롯 할당 방식(Dynamic Slot Allocation Scheme) : 가변

MAC 기술 - 4



- 동적 슬롯 할당
 - Low traffic load : data slot의 요구는 적음. contention slot 수를 증가시켜 request delay를 줄임
 - High traffic load : 많은 수의 request가 이미 pending. Contention slot 할당을 줄이고, reservation slot 수를 늘임
- MAC 프로토콜의 성능 파라미터
 - ◆ Access Delay(접속 지연) :
 - ◆ Throughput : 총 전송 시도 중 전송에 성공한 데이터량의 비율
 - ◆ Collision Multiplicity(충돌수) : 한 타임슬롯에서 충돌한 사용자수
 - ◆ Delay Variation(지연 변이) : 한 패킷의 접속지연과 평균 접속지연 차이
 - ◆ Coefficient of Delay Variation : 평균 접속지연에 대한 표준 편차 비율
- QoS 지원
 - ◆ 패킷 분류 (classification)
 - ◆ 플로우 스케줄링
 - ◆ Fragmentation
- 보안

무선LAN MAC설계시의 고려사항(1)



- 처리율(Throughput)
- 지연(Delay) : 시간 의존적 서비스에는 매우 중요한 요소
- 운용 트래픽 : 음성, 데이터, 비디오 등의 서비스의 수용 여부
- 패킷 순서의 확보
- 핸드오프와 스테이션의 로밍(Roaming), Ad Hoc 서비스의 제공
- 동일 방식의 LAN이 동일 장소에서 여러개가 동시에 사용 가능. 이 경우 사용자에 대한 적절한 인증 절차도 필요
- 망에 대한 사전 지식이 없어도 곧바로 통신이 가능하여야 함
- 우선 순위 트래픽의 처리능력
- 상하향 트래픽이 달라도 이를 원활하게 처리
- 합리적인 서비스 영역 (시스템의 유연성과 확장성)
- 서로 다른 물리 매체에서도 통일된 MAC 계층이 사용
- 전력소모 문제 : MAC은 항상 동기, 전력 제어, 단말기 상태 등의 정보를 AP 와 주고 받음.

무선LAN MAC설계시의 고려사항(2)



- ▣ 공정한 무선자원의 액세스 경쟁 : 거리에 무관
- ▣ 서비스를 제공할 수 있는 최대 스테이션 수
- ▣ 이질적인 물리 매체에서의 사용과 물리 매체의 각종의 환경 요소를 흡수
- ▣ 비 허가된 사용자의 접근 제어 및 이로 인한 처리율의 감소를 극복
- ▣ 방송(Broadcast) 및 다중 전송(Multicast) 기능
- ▣ 서비스 영역과 전파지연시간 : 통상의 무선 LAN 은 500 - 1000 nanosecond 의 전파지연 시간 (Propagation delay)과 500 ft² - 1000 ft² 의 영역을 지원할 수 있어야 함. 전파지연시간과 chip 속도의 비교가 매우 중요함. 전파지연시간이 커지면 수신 데이터가 깨짐. Coverage에도 영향
- ▣ 캡처 효과(Capture Effects)에 둔감
- ▣ 사용하기가 쉬워야 하며, 마켓의 요구를 수용

Data Link Control 계층

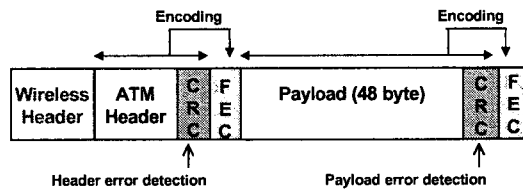


DLC layer

- 무선채널의 에러를 경감.
- end-to-end ATM 성능에 셀 손실이 민감하기 때문에, 강력한 에러 제어 기법이 필요.
- FEC, 전송에러 검출 및 재전송 기법의 사용

Scope :

- DLC 프로토콜 (RF 헤더 및 제어 메시지, FEC 등)
- Hybrid ARQ : ARQ 와 FEC를 혼합하여 사용



5. 검토사항

- ▣ 핵심 칩 확보 및 이의 이용기술이 매우 중요
- ▣ WI-FI 인증에 대처하는 국내 인증 제도
- ▣ 우리나라의 인터넷 보급과 연계한 신규 서비스 창출
 - ◆ Hot-spots내 Heavy User용 인터넷 잠재시장 존재
 - ◆ 서비스 품질 안정화 및 소비자 Needs 파악
 - ◆ 기존 통신 기반을 적절히 활용
- ▣ 향후과제
 - ◆ 무선LAN 원천기술 국산화를 통한 산업경쟁력 증대 필요
 - ◆ WLAN-PDA용 다양한 국산 응용개발 확대 (학습물, 동영상등)
 - ◆ 사업자간 연동, 주파수 공유 방안
 - ◆ 3G이후의 4G통신사업기반에서 World Leading Infra 구축
 - ◆ 차세대 이동망으로 진화 및 연동은 ?
 - ◆ 사업자간 연동 : 사업자간 로밍, 중복 투자 방지
 - ◆ 주요 Hot Spot에 대해 사업자 협의를 통한 주파수 공유
 - ◆ WLAN 커버리지 확대
 - ◆ 적절한 요금제도