미래선도기술
이슈분석보고서

무선 통신망간의 간섭

2.4GHz대역의 무선통신망간의 간섭회피 기법에 관한 이슈

신수용, 동향정보분석팀

한국과학기술정보연구원
Korea Institute of Science and Technology Information
www.kisti.re.kr

미래선도기술 이슈분석보고서는 혁신형 중소기업 정보분석 지원사업의 일환으로 작성된 보고서로서, 유망 기술에 대한 이슈분석을 통해 국내 기업들이 자사에 적합한 사업아이템 발굴 기회를 극대화 하는데 목적이 있다. 이슈 분석 대상은 글로벌 동향 브리핑(GTB) 사업에서 축적한 약 10년간의 글로벌 모니터링 정보를 키워드 빈도분석 후 수요 조사를 통해 정하였다. 또한 국내외 연구개발동향, 산업동향 및 기술/실용화/파급효과 등의 측면에서의 이슈제기 및 분석을 해당분야 전문가와 공동으로 수행함으로서 수요자 중심의 보고서가 되도록 노력하였다.

2006 미래선도기술 이슈분석보고서

• 나노셀룰로오즈 보강 복합재료	• 광촉매 박막제조기술
• 차세대 하드디스크 HAMR	• 산업용 무선 필드버스
• 멀티페로익스(Multiferroics)	• P2P 네트워크
• 탄소나노튜브	• 센서네트워크 기술
• 휴대용 연료전지	• 온라인 게임
• 칩내장형 임베디드 기술	• 임베디드 기술
• 유전자 치료	• 십진 부동소수점 연산기
• 열화학적 복합전환 공정	• 게임산업
• 자기 냉장고	• 나노소재를 이용한 전자소자
• 유기 반도체 태양전지	• 유기반도체(Organic Semiconductors)
• 중전기기용 나노절연재료	• 공기오염센서
• 무선 통신망간의 간섭	• 위성항법시스템 시험장(GATE)
• 이동통신-무선랜 통합망의 보안	• 위성합법시스템 소프트웨어 수신기
• 해외선진국 반도체장비 기술동향	• 광촉매의 성능 및 응용 기술 현황
• 동유럽의 VoIP 사업현황	• 해외 선진국의 DMB/DAB 기술동향
• 지능형 자동차에 사용되는 텔레매틱스 기술동향	• 신약개발을 위한 RNAi 제품 현황
• 주요 선진국의 냉동•공조 기술 현황	• 해외 선진국의 위성항법 시스템 기술 동향
• 영상진단기기 및 초음파영상진단기기 제품 현황	• 최근의 게임시장 동향
• 해외 주요국의 디지털 전자제품 동향	•해외 주요국의 디지털 전자제품 동향

Contents

1 **서론**

2.4 GHz 대역의 무선 통신망 표준에 대한 이해 — 05
이슈 분석의 필요성 — 10

2 **본론**

2.4 GHz 대역의 무선 통신망간의 간섭 대한 국내외 연구동향 — 12
2.4 GHz 대역의 무선 통신망간의 표준화 동향 — 15
주요 특허분석 — 18
국내외 산업 동향 — 19

3 **이슈 분석**

2.4 GHz 대역의 무선통신망간의 간섭 회피 기법에 관한 이슈 제기 — 23
간섭 회피 기법의 실용화를 위한 기술적 과제 — 25
경제적 파급 효과 — 27

참고 문헌 — 29

서론

1

- 2.4 GHz 대역의 무선 통신망 표준에 대한 이해
- 이슈 분석의 필요성

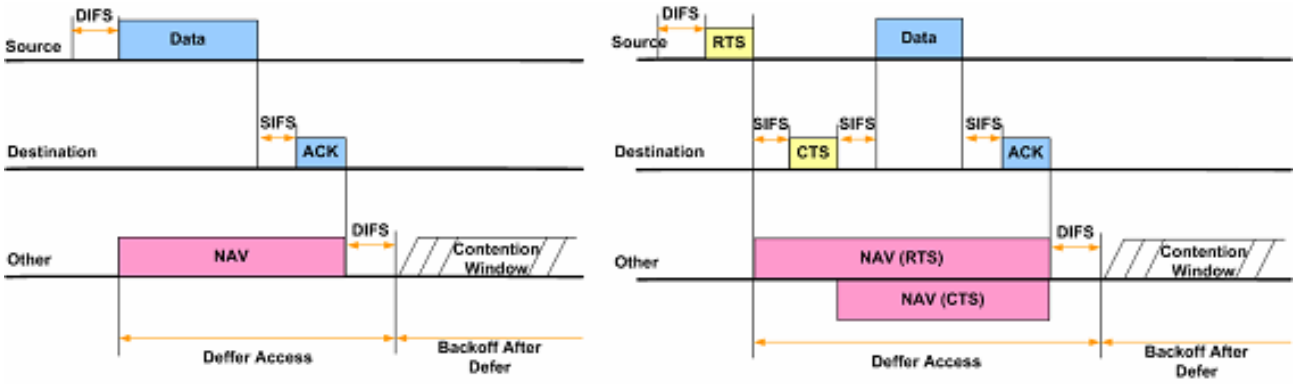
1 서론

2.4GHz 대역의 무선 통신망 표준에 대한 이해

- 최근 새로운 산업으로 각광 받고 있는 유비쿼터스 컴퓨팅은 시간과 공간의 제약 없이 언제 어디서나 컴퓨팅 파워를 사용할 수 있게 한다는 점에서 엄청난 산업 효과를 기대하고 있음.
- 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심 중 하나가 각 디바이스들을 연결 할 수 있는 네트워크 기술임. 특히 유비쿼터스 컴퓨팅을 위한 네트워크는 기존의 고속 네트워크에 수많은 센서와 초소형 컨트롤러들을 연결하기 위한 진보적인 무선 네트워크 기술을 필요로 함.
- 이동성을 기반으로 한 생활 방식으로 인해 무선 개인 영역 네트워크(Wireless Personal Area Network, WPAN)에 대한 수요가 급증
- WPAN은 노트북, PDA, 셀룰러폰등과 같이 이동 가능한 개인 휴대 장치들간의 ad hoc 통신으로 구성.
- WPAN을 위한 대표적인 통신망 기술로는 IEEE 802.11, Bluetooth, ZigBee

가. 무선랜 (IEEE 802.11 b/g)

- IEEE 802.11 표준의 물리 계층은 크게 DSSS(Direct Sequency Spread Sepctrum), FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum), IR(Intra-Red) 세가지로 구분됨. (DSSS외에는 실제 구현에서 거의 사용되지 않음.)
-IEEE 802.11은 2.4 GHz 대역에서 22MHz 의 11개 채널을 가짐.
- IEEE 802.11 표준[1]의 MAC은 기본 동작인 Basic access mode와 선택적으로 사용되는 RTS/CTS access mode로 구성됨.
- 그림 1. A)에 나타나 있듯 basic access mode는 2-way handshake 기법으로 전송할 데이터가 발생한 station은 임의의 back-off 값을 정해 그 값을 채널이 idle한 동안 감소시켜 가장 먼저 0 에 도달하는station이 전송을 시작하고, 그 데이터가 성공적으로 전달 되었지는 ACK의 수신여부로 판단하는 방식으로 동작함.
- 한 station의 전송하는 데이터를 다른 station들이 듣게 되면 자신의 NAV(Network Allocation Vector)를 해당 데이터 프레임의 duration field에 적혀 있는 시간-곧 데이터의 전송+ACK 수신의 시간-만큼 설정하여 그 시간동안은 전송을 하지 않음.
- 만약, 자신도 backoff를 수행 중이었다면, NAV가 설정되어 있는 동안에는 채널이 busy 한 것으로 처리하여 backoff도 멈추고 있게 됨.
- 그림1. B)는 DCF에서 선택적으로 사용되는 RTS/CTS를 이용한 4-way 교환 기법 (4-way exchange mechanism)을 나타내고 있음. 프레임 전송 전 해당 데이터의 길이가 특정 값(threshold)보다 클 때 RTS라는 작은 프레임을 먼저 보내고, 그의 성공시에 본래 데이터 를 보내는 방식임.



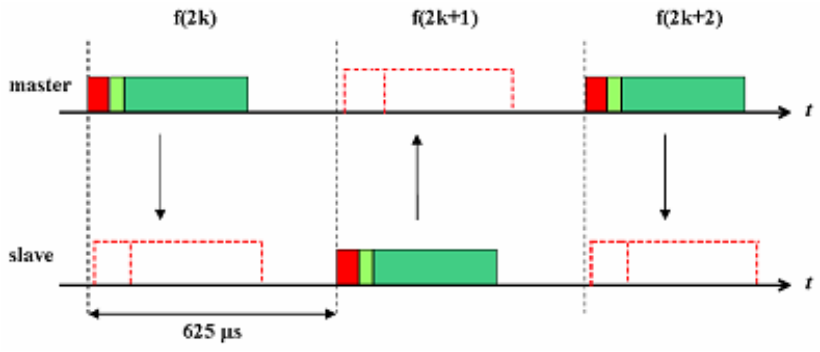
(a) 2-way handshake 기법 (b) 4-way 교환 기법

[그림 1] 무선랜 매체 접근 제어 방식

자료 출처: 참고문헌 1

나. Bluetooth (IEEE 802.15.1)

- Bluetooth [2,3] 는 휴대 전화기, 노트북, PDA 등과 같은 휴대용 장치들을 연결하기 위한 케이블을 무선으로 대치하기 위한 근거리(약 10m 이내) 무선 통신망 기술.
- Bluetooth는 2.402GHz부터 2.483 GHz에 이르는 ISM 주파수 대역을 사용하며, 전체 주파수 대역을 1MHz 채널로 나누어 총 79 개의 채널을 사용함.
- 무선 출력은 1mW를 사용하며, 신호는 이진 가우시안 주파수 변조 방식 (Binary Gaussian Frequency Shift Keying, GFSK)를 채택하고 있어 전송속도는 1Mbps (실제로는 최대 700Kbps).
- 시간축 측면에서 보면 625μs 를 하나의 슬롯으로 하는 시분할 다중 접속(time division multiplexing) 방식을 이용함.
- 패킷의 전송은 1, 3, 5 개의 슬롯을 사용하는데, 각 패킷은 전술한 79개의 채널 가운데서 1600홉/sec의 속도로 다른 주파수 홉(hop)을 사용하여 전송.
- Bluetooth 통신망의 최소 단위는 피코넷 (piconet) 으로서, 하나의 마스터와 다수의 슬레이브 (최대 7개)로 구성됨.
- 주파수 홉 채널은 마스터의 48bit 주소와 클락(clock)에 의해 결정되는데, 유사 랜덤(pseudo random) 홉 시퀀스 형태를 가짐.
- 슬레이브들은 마스터와의 링크 연결시 시간 동기를 맞추고 홉 시퀀스 정보를 동기화 시켜 통신을 가능하게 함.
- 마스터는 전체 통신망의 채널 접근을 폴링 방식을 이용해 제어한다. 즉, 마스터와 슬레이브가 번갈아 가면서 패킷을 전송함. 이 경우, 슬레이브의 통신은 마스터가 패킷을 송신하였을때만 가능함.
- 마스터와 슬레이브간의 링크 연결은 크게 Synchronous Connection-Oriented(SCO), and the Asynchronous Connection-Less (ACL) 두가지로 나눔.



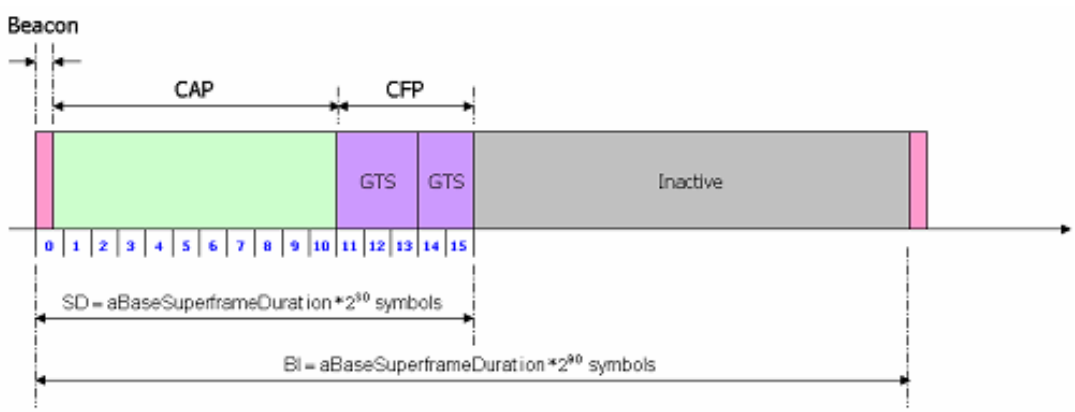
[그림 2] Bluetooth 주파수 호핑/시분할 방식

자료 출처: 참고문헌 3

- SCO 링크는 마스터와 슬레이브간의 symmetric 점대점(point-to-point) 연결로써, 마스터는 일정 주기(*TSCO*)를 가지고 SCO 패킷을 전송. 마스터의 SCO패킷을 수신한 슬레이브는 다음 TX 슬롯에서 SCO 패킷을 전송. (일정 주기(*TSCO*)는 패킷의 종류에 따라 2 (HV1), 4(HV2), 6(HV3) 슬롯 시간임) 모든 SCO 패킷들은 64Kbps의 속도로 음성을 전송하기 위한 것이므로, 패킷 손실 발생시에도 재전송하지 않음.
- ACL의 경우에는 보다 다양한 종류의 패킷들이 존재함. ACL 링크의 경우는 패킷 payload에 forward error correction(FEC)를 이용하는지 여부에 따라 DH(FEC 없음)/DM((15,10) shortened Hamming code)로 나뉨. ACL 패킷의 전송시에는 ARQ(automatic repeat request)를 사용하여 positive ACK이 수신될 때까지 재전송을 시도함.

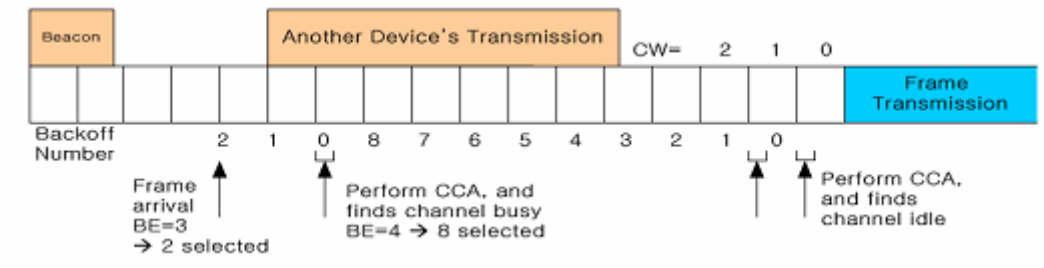
다. ZigBee (IEEE 802.15.4)

- ZigBee[4,5]는 저전력, 저가격, 사용의 용이성을 가진 무선센서네트워크의 대표적 기술 중 하나로 2003년 IEEE 802.15.4 작업분과위원회에서 표준화된 PHY/MAC 층을 기반으로 상위 Protocol 및 Application을 규격화한 기술.
- ZigBee기술은 저전력 ZigBee 송수신기를 센서(동작, 빛, 압력, 기온, 습도)와 결합하여 대규모 센서 네트워크를 구성할 수 있게 해주는 기술.
- ZigBee (IEEE 802.15.4)는 2.4GHz이외에도 868MHz, 915 MHz의 주파수 대역을 사용하며 각각 250kbps, 20kbps, 40kbps의 데이터 전송률을 제공한다. 전송거리는 10~75m 정도. (75m/1mW(0dBm)이하, 30mA TX)
- 저전력 소비를 목표로 설계된 ZigBee는 AAA 배터리의 경우 수개월 이상의 수명을 유지 보장하도록 설계됨.
- MAC Protocol은 Channel access를 위해 그림 4와 같은 Superframe에 기반한 CSMA/CA 방식을 사용함. (Superframe 방식의 장점은 inactive 기간동안 절전 모드에 들어갈 수 있다는 것임).
- CSMA/CA 방식에는 slotted 와 unslotted 두가지 방식이 존재한다. Superframe을 이용하는 경우에는 다음 그림 4와 같은 slotted CSMA/CA가 사용됨.
- 하나의 ZigBee 통신망은 하나의 ZigBee Coordinator (ZC)와 다수의 ZigBee Router (ZR), ZigBee End Device (ZED)로 구성됨. ZigBee Coordinator (ZC) 전체 통신망의 관리를 담당하고, ZigBee Router (ZR)는 데이터를 relay해주는 라우팅 역할을 수행. ZigBee End Device (ZED)는 라우팅 기능없이 센서로부터 데이터를 수집해서 전달하거나, 제어하는 역할을 수행. ZigBee는 Star, Cluster tree, Mesh topology 등 다양한 토폴로지를 지원.



[그림 3] IEEE 802.15.4 수퍼프레임 구조

자료 출처: 참고문헌 4



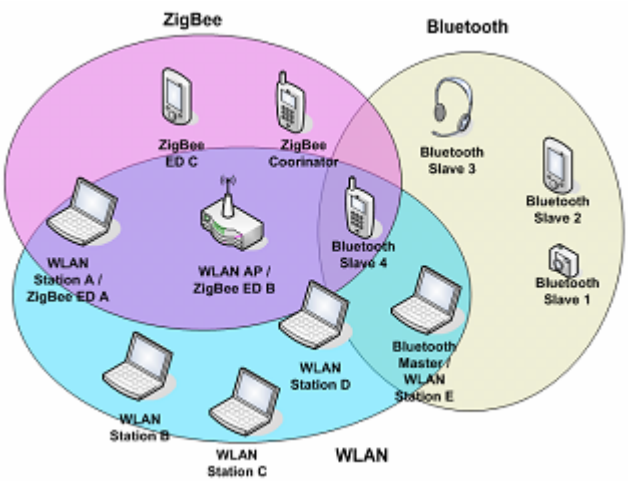
[그림 4] ZigBee 매체 접근 제어 방식 (slotted CSMA/CA)

자료 출처: 참고문헌 4

1 서론

| 이슈분석의 필요성

- 2.4 GHz는 산업, 과학 및 의료용(Industry Scientific and Medical, ISM) 대역으로 별도의 허가나 비용없이 전세계에서 사용할 수 있는 대역임.
- 그러므로 ZigBee나 Bluetooth를 이용한 네트워크 서비스를 제공할 때 예상되는 가장 큰 문제는 기존 무선랜과의 충돌임.
- ZigBee의 물리 및 데이터링크 계층인 IEEE 802.15.4는 800Mhz, 900Mhz, 2.4GHz의 ISM band를 지원함. 2.4 GHz 대는 기존 Bluetooth, IEEE 802.11b/g와 동일한 주파수 영역을 공유하여 동시에 사용할 경우 패킷의 충돌에 의한 데이터 손실을 피할 수 없음.
- 각 통신망 기술들은 다른 목적을 가지고 설계되었으므로 그림 5와 같이 상호간에 간섭을 줄 수 있는 범위 내에서 동시에 동작할 수 있는 가능성이 존재
- 무선랜은 데이터 전송 및 인터넷용으로, Bluetooth는 음성 통신 및 audio 용도로, ZigBee는 감시 및 제어용으로 공존 가능함.
- 노트북이나 데스크탑이 전술한 세가지 통신망 기술을 모두 지원한다면, 상호 간섭의 영향은 더욱 커질 것임. 따라서 통신망간의 상호 간섭에 의해 각각의 통신망의 성능은 급격하게 하락할 것임. 즉 각각의 어플리케이션에서 요구하는 최저 속도를 보장할 수 없음.
- 최근 급속한 무선랜과 개인 네트워크 (PAN) 시장의 팽창을 고려할 때 상호 간섭을 최소화 할 수 있는 알고리즘의 개발은 유비쿼터스 네트워크 구현의 가장 중요한 선결과제임. 이를 위해 상호간의 간섭을 이해하고 간섭을 최소화 또 는 회피하는 방법에 대한 연구 및 제품 개발이 필요함.



[그림 5] 무선랜, Bluetooth, IEEE 802.15.4 (ZigBee)의 공존 예제

자료 출처: 참고문헌 8, 9

본론

2

- 2.4 GHz 대역의 무선 통신망간의 간섭 대한 국내외 연구동향
- 2.4 GHz 대역의 무선 통신망간의 표준화 동향
- 주요 특허분석
- 국내외 산업 동향

2 본론

2.4 GHz 대역의 무선 통신망간의 간섭 대한 국내외 연구동향

가. 무선랜과 Bluetooth와의 간섭

- 1999년 Bluetooth의 표준화 완료
- 초기 Bluetooth는 상호통신망의 간섭을 최소화하기 위해 주파수 호핑(frequency hopping)을 채택함. 2.4 GHz 대역을 79개의 1MHz 대역으로 나누어 사용, 같은 주파수를 사용할 확률은 1/79로 Bluetooth 상호 간섭의 영향을 최소화 함.
- 무선랜의 간섭문제는 DSSS(Direct Sequence Spread Spectrum) 방식을 사용하는 무선랜이 Bluetooth의 호핑 주파수와 겹칠 경우가 발생하기 때문임.
- 무선랜과 Bluetooth의 간섭에 대한 연구가 지금까지 활발히 진행되고 있슴. (표1은 무선랜과 Bluetooth의 상호간섭문제를 정리해 놓은 표입니다.)

나. 무선랜과 ZigBee와의 간섭

- ZigBee 표준화는 ZigBee Alliance에 의해 2005년에 완료됨 (ZigBee의 물리 계층 및 매체 제어 계층을 포괄하는 표준이 IEEE 802.15.4임, 2003년에 표준화)
- 그림 7은 IEEE 802.11 b/g의 채널 설정과 IEEE 802.15.4 채널의 설정임 (2.4GHz 대역에서 2MHz 16개의 채널을 사용)
- 현재 IEEE 802.15.4 표준은 무선랜과 ZigBee와의 간섭문제를 해결하기 위해 무선랜 채널이 할당되지 않은 주파수 대역을 사용할 것을 권장함. (그 결과, 무선랜의 간섭을 최소화하면서 4개의 IEEE 802.15.4 채널을 확보)
- IEEE 802.15.4 통신망의 수가 증가하게 된다면 (가령, 홈네트워크를 구축한 아파트의 경우, 다수의 IEEE 802.15.4 통신망이 제어 및 감시용 통신망으로 구축될 가능성이 있음) 더 많은 IEEE 802.15.4 채널이 필요하게 될 것이고, 무선랜과의 간섭은 발생함.

표 1 무선랜과 Bluetooth의 상호 간섭

		Bluetooth Tx		Bluetooth Rx	
		In-band	Out-of-band	In-band	Out-of-band
Wi-Fi™ 802.11b	Tx	No Conflict	No Conflict	Strong Interference	Moderate Interference
	Rx	Strong Interference	Moderate Interference	Strong[6] Interference	Moderate Interference

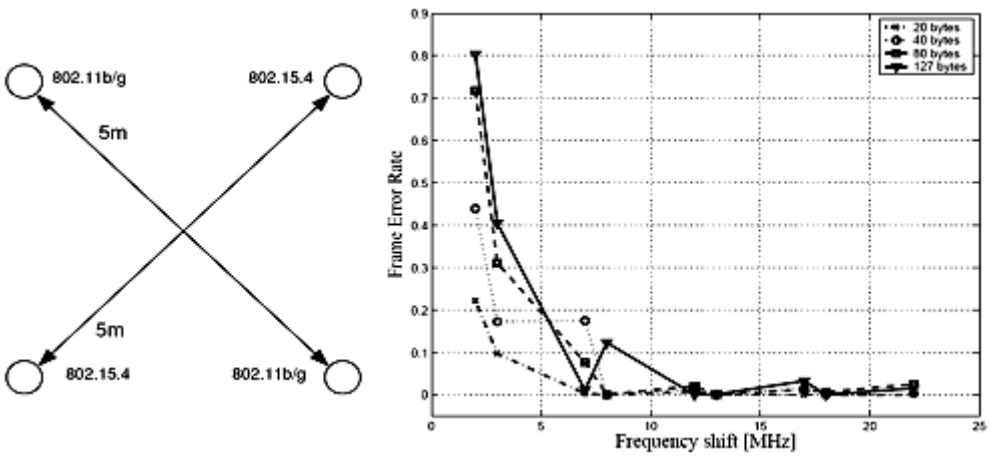
Source: Mobilian Corporation

자료 출처: 참고문헌 6

- 그림 7과 같이 무선랜이 ZigBee와 공존한다고 가정. 무선랜의 경우 ZigBee에 비해 상대적으로 높은 전송 출력을 가지고 있으므로 ZigBee에게 주는 간섭의 영향이 큼. 그림 7은 무선랜의 영향하에서 ZigBee의 패킷 에러율을 보여준다 [7].
- ZigBee의 전송 출력은 상대적으로 아주 작아서 실제 대부분의 연구들에서는 ZigBee의 간섭이 무선랜에게 주는 영향은 거의 없다라고 언급하고 있음.
- 무선랜 노드들 간의 거리가 상대적으로 긴 경우, 무선랜의 송신 신호는 전송거리에 의한 손실과 ZigBee의 간섭에 의해 무선랜의 패킷이 손실 될 수 있음[8].

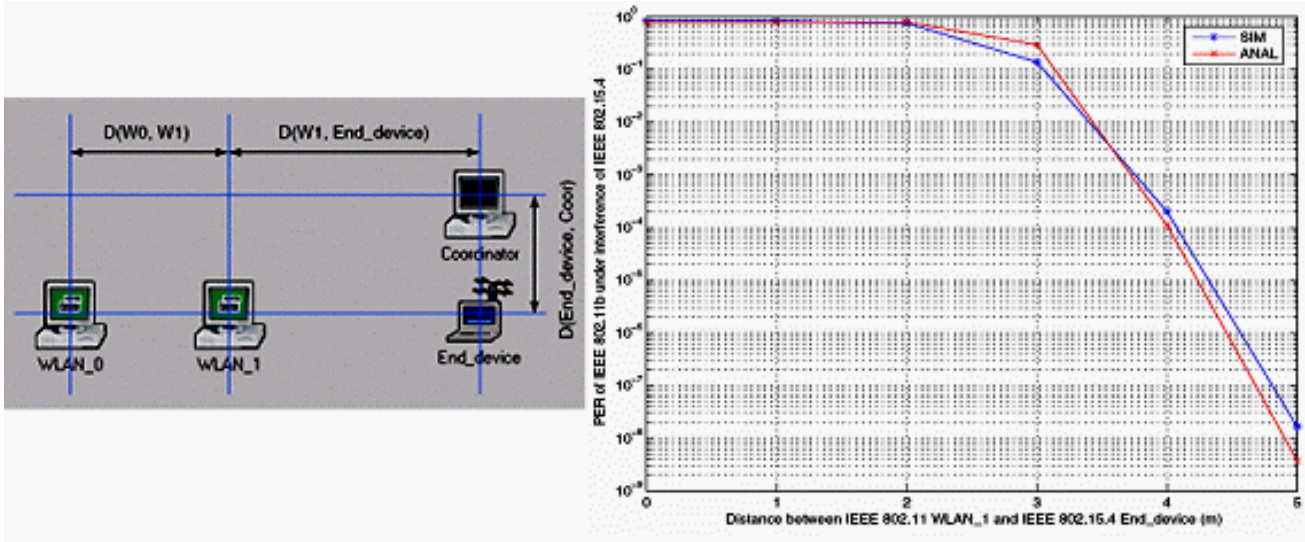
다. Bluetooth와 ZigBee와의 간섭

- 하나의 ZigBee 채널은 2 MHz이므로, Bluetooth 주파수 호핑에 의해 간섭이 발생할 확률은 3/79
- 하나의 ZigBee 통신망이 존재하고 단일 채널을 사용한다고 가정한다면, Bluetooth v1.2부터 채용된 AFH에 의해 ZigBee와 Bluetooth는 성능의 저하 없이 공존 가능함.
- ZigBee나 Bluetooth 모두 다수의 통신망이 동시에 동작할 가능성이 많고 Bluetooth AFH 만으로는 상호 간섭을 회피하는 것이 불가능함. 즉 Bluetooth와 ZigBee간의 상호 간섭에 의해 성능의 저하를 초래함.



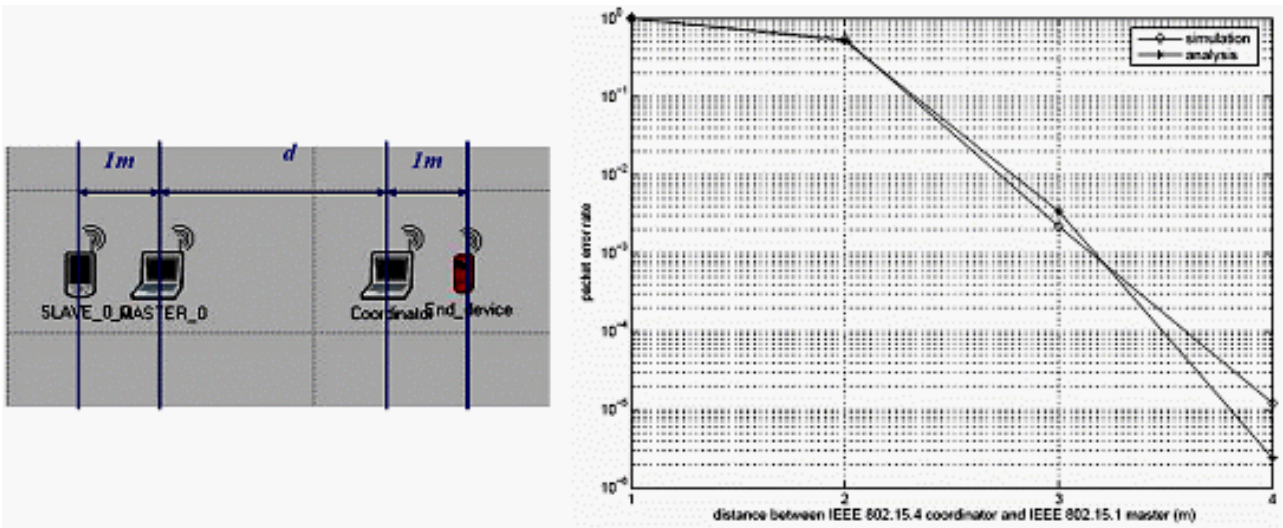
[그림 6] 무선랜과 ZigBee의 간섭 예제와 ZigBee의 패킷 손실율

자료 출처: 참고문헌 7



[그림 7] 무선랜과 ZigBee의 상호 간섭 예제와 무선랜의 패킷 손실율

자료 출처: 참고문헌 8



[그림 8] Bluetooth와 ZigBee의 상호 간섭 예제와 ZigBee의 패킷 손실율

자료 출처: 참고문헌 9

2 본론

2.4 GHz 대역의 무선 통신망간의 표준화 동향

가. IEEE 802.15.2

- 1999년 Bluetooth 표준화가 완료되면서 무선랜 (Wi-Fi)과 Bluetooth간의 간섭문제 대두됨.
- IEEE는 2000년 1월 IEEE 802.15 WLAN (Wireless Local Area Network)/WPAN (Wireless Personal Area Network) 공존 그룹 (TG 2)을 구성하였고, 2003년 8월 IEEE 802.15.1 (Bluetooth)와 IEEE 802.11b (Wi-Fi)가 동일한 공간에서 동시에 동작하는 경우 간섭 효과의 정량화 및 공존 방안들에 대한 권고안(recommended practice)를 발표[10].
- IEEE 802.15.2에서는 상호 공존 방식을 크게 collaborative와 non-collaborative 방식으로 구분히여 정의
- collaborative 방식은 WPAN과 WLAN이 상호 정보의 교환이 가능하다면, 두 통신망간의 정보 교환을 이용하여 상호 간섭을 최소화하는 공존 방식
- non-collaborative 방식은 반대로 두 무선 통신망간의 정보 교환이 불가능한 경우에서의 공존 방식
- 표 2에서 IEEE 802.15.2에 의해 제안된 공존 방식들을 정리

[표 2] IEEE 802.15.2의 공존 방식

Name	Type
Alternating wireless medium access	collaborative
Packet traffic arbitration	collaborative
Deterministic interference suppression	collaborative
Adaptive interference suppression	non-collaborative
Adaptive packet selection	non-collaborative
Packet scheduling for ACL links	non-collaborative
Packet scheduling for SCO links	non-collaborative
Adaptive frequency-hopping	non-collaborative

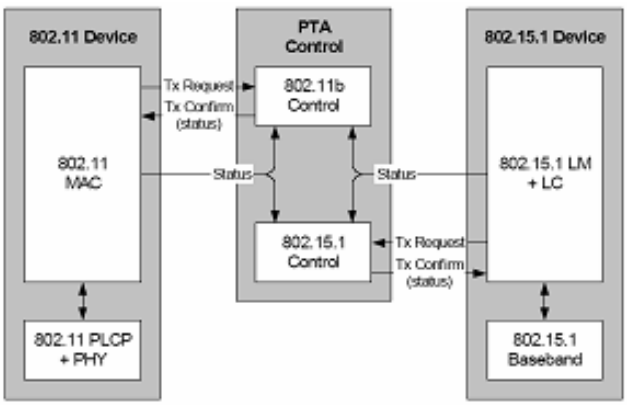
자료 출처: 참고문헌 12

1) Alternating Wireless Medium Access (AWMA)

- Alternating Wireless Medium Access (AWMA)는 MAC 계층에서 동작하는 알고리즘.
- IEEE 802.11b의 비콘 주기를 기준으로 무선 채널을 WLAN과 WPAN이 번갈아 가면서 접근하는 방식. (그림 10 참조) IEEE 802.11b 비콘 주기는 WLAN 통신을 위한 부분과 WPAN 통신을 위한 부분으로 나누어지는 일종의 시분할 방식.

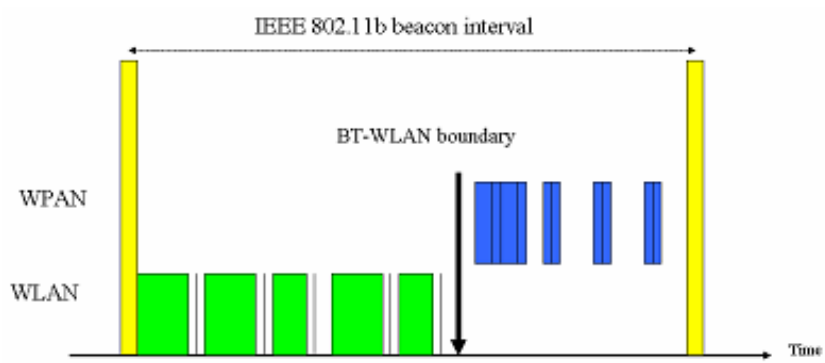
2) Packet Traffic Arbitration

- Packet Traffic Arbitration (PTA) 같은 장치 내에 위치하는 WLAN과 WPAN 노드간의 모든 패킷 전송시 전송의 허용 여부를 결정하는 방식. 각 노드는 PTA에게 패킷 전송 권한을 요청하면 PTA는 다른 노드의 상태에 따라 전송을 허가하거나 금지하는 방식.



[그림 9] Packet Traffic Arbitration

자료 출처: 참고문헌 11



[그림 10] Alternative Wireless Medium Access

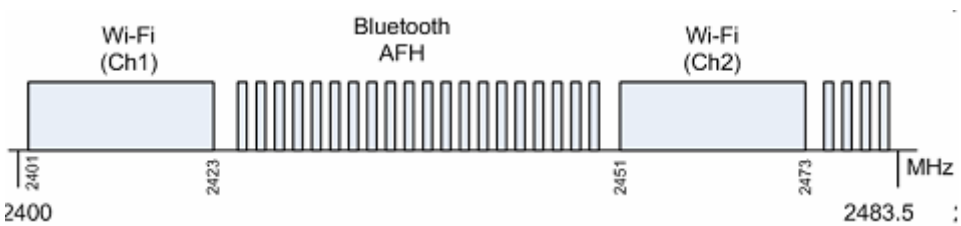
자료 출처: 참고문헌 11

3) Adaptive Frequency Hopping

- Adaptive Frequency Hopping (AFH)는 IEEE 802.15.2의 권고안 중의 하나로서 Bluetooth 버전 1.2에서 정식 표준안으로 채택됨. (그림 11 참조)
- 기본 주파수 호핑은 79개의 홉 채널을 이용하는 것과 달리 adaptive frequency hopping은 최소 20개의 홉 채널을 이용함.
- AFH에서 79개의 홉 채널은 무선랜의 간섭 영향으로 정상적으로 통신 가능한 채널(good 채널)과 간섭에 의해 패킷 손실이 발생하는 채널(bad 채널)로 구분. 이용하고자하는 채널이 good 채널이면 그대로 사용하고, 반대로 설정된 채널이 bad 채널이면, good 채널 가운데 임의의 채널을 유사 랜덤 방식으로 설정함.

나. IEEE 802.19 무선 공존 기술 권고 그룹

- IEEE 802.19 무선 공존 Technical Advisory Group (TAG)는 2002년 7월 무선 통신망간의 공존과 관련하여 권고안(recommended practice)를 개발하기 위하여 출범
- IEEE 802.19 표준 802 계열의 통신망이 현존하는 통신망 또는 향후 개발될 통신망 기술과의 공존을 위한 정책을 개발하고 유지하기 위한 것이 주 목적임.
- 표준안은 무선 공존과 관련된 metric과 metric을 구하기 위한 방법 그리고 다양한 공존 시나리오에 대한 정의 등이 서술될 것임.
- 정식 권고안의 명칭은 IEEE 802.19, “Recommended Practice-Part 19: Methods for Assessing Coexistence of Wireless Networks,” 이며 2008년에 출판 예정.



[그림 11] Bluetooth Adaptive Frequency Hopping
(Bluetooth 홉 주파수는 정확한 스케일이 아님)

자료 출처: 참고문헌 11

2 본론

주요 특허 분석

가. 해외 주요 특허 분석

(1) Non-collaborative mechanisms for enhanced coexistence of wireless networks (United States Patent 7035275)
- 본 특허는 사용하고자 하는 채널의 상태를 측정하고 측정된 결과를 미리 정해진 값과 비교하여 전송 여부를 결정하는 방식.

(2) Collaborative mechanism of enhanced coexistence of collocated wireless networks (United States Patent 7099671)
- 하나의 통신 장치 내에 존재하는 다수의 통신망 표준들이 전송을 위해 채널 전송 권한을 예약하고 이러한 예약을 허가하거나 거부하는 방식으로 공존하는 방식에 대한 특허.

(3) System for mobile communications in coexistence with communication systems (United States Patent 64494610)
- 이 방식은 우선 순위 네트워크 사용자가 주기적으로 자신이 통신이 현재 전송 범위 내에서 가장 우선 순위를 가짐을 알리는 경고 메시지를 전송함으로써, 새롭게 등장한 통신망이 현재 통신망 영역에서 전송을 못하도록 하는 방식을 통해 우선 순위 통신망의 전송을 보호함.

(4) Method and apparatus for operating a dual-mode radio in a wireless communication system (United States Patent 6978121)
- 이 특허는 이중 모드 안테나(dual mode antenna)라는 다수의 안테나들과 디바이스들의 스위칭을 통해 다수의 안테나들의 이용하여 Bluetooth 및 IEEE 802.11 송신 및 수신부의 coupling/decoupling을 획득하는 방식을 서술함.

이외에도 다수의 관련 특허들이 존재.

나. 국내 주요 특허 분석

- 외국의 연구에 비해 상대적으로 기술 개발 및 연구가 부족함.

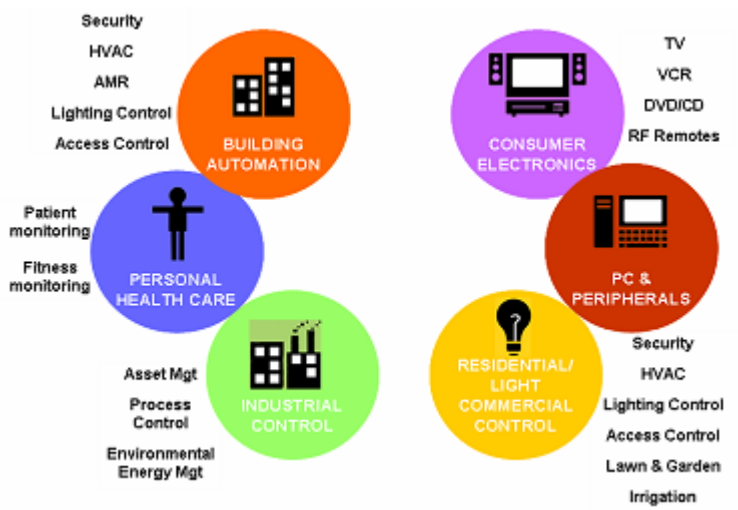
(1) 무선통신시스템간의 상호 간섭을 회피하기 위한 무선통신방법 및 장치 (특2002-0086987)
- 수신모드 및 송신모드 간의 스위칭 타임동안 상기 할당받을 전송 슬롯에서 사용할 채널을 통해 수신된 신호의 강도를 측정하여 기준신호 강도와 비교한후 상기 데이터의 전송여부를 판단하고 제어부는 전송동작을 수행하도록 하는 신호를 출력하며, 무선통신시스템은 제어부로부터 입력받은 신호에 따라 데이터를 전송.

2 본론

국내외 산업 동향

가. 간섭 회피 기술의 응용 분야 및 파급효과

- 간섭 회피 기술의 응용 분야는 각 통신망 기술의 응용 분야와 일치. 즉 각각의 무선 기술인 IEEE 802.11 b/g 무선랜, Bluetooth, ZigBee가 공존하면서 미리 정해진 역할을 수행할 수 있음. 따라서 유비쿼터스 시대로 이행하고 있는 지금 그 응용 범위는 무궁무진함.
- 무선랜은 초기 무선 데이터 통신 분야 외에도 최근에는 영상 및 음성 신호 전송을 위해 많이 사용되고 있음. 그러나 무엇보다도 무선 인터넷의 활용이 현재까지 가장 중요한 응용 분야임.
- Bluetooth는 유선 연결을 무선으로 대치하기 위한 목적으로 한 기술으로 무선 개인 통신망(Wireless Personal Area Network)의 효시. 현재로는 대부분은 무선 헤드셋 시장에 집중되어 있다. 그 외에 무선 키보드나 마우스등 PC 주변 기기의 연결 분야에도 사용됨. (현재 출시되는 대부분의 laptop에는 Bluetooth 가 기본적으로 탑재.)
- 저전력 저가를 지향하는 지그비의 응용 분야 역시 다양한 분야를 포함.
- 그림 12는 ZigBee의 응용 분야를 보여주고 있으나, 이 분야들 모두 간섭 회피 기술의 응용 분야임. 상호 간섭의 영향을 최소화 하거나, 간섭을 배제할 수 있다면, 상호 기능의 보완을 통해 기존의 수요 예측보다 더 많은 보급이 있을 것으로 예상해볼 수 있음.
- 무선랜 시장은 광대역 통신망의 급속한 확장에 힘입어 매년 확장. 무선랜 장비 시장도 작년에 비해 60% 이상 성장



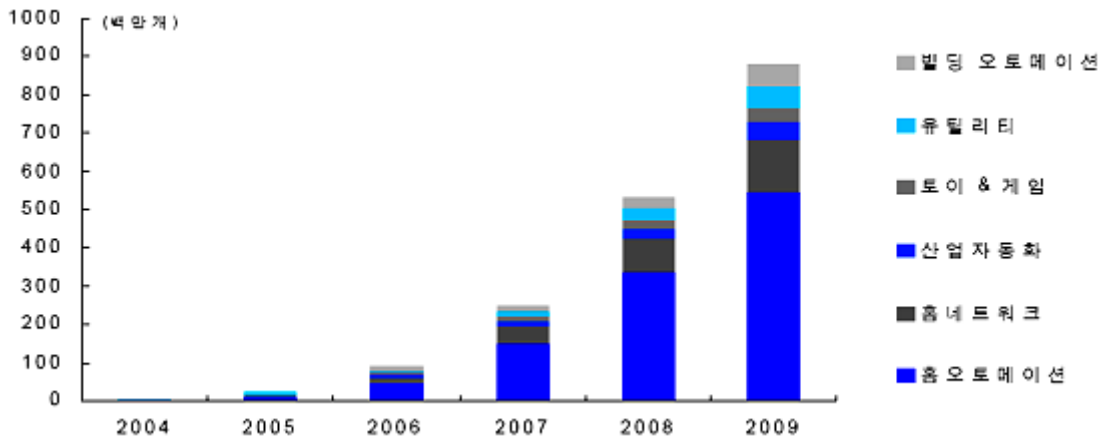
[그림 12] ZigBee 응용 분야

자료 출처: 참고 문헌 5

- 2005년도에는 이로 인하여 무선랜 시장은 매년 30% 이상의 성장을 보이며 2006년에는 50억불에 이를 것으로 추산됨. 가정과 소규모 사업장을 위한 무선랜 시장은 103%, 대기업 무선랜 도입은 32% 이상 증가하였다고 함. [19].
- WTRS의 조사에 의하면 블루투스시장은 칩셋기준으로 2001년 570만개, 금액기준으로 7,600만달러의 시장규모를 형성하였고, 2003년이후 급성장을 예상하였으나 killer application의 부재로 인하여 예상보다 현저하게 낮음.
- Bluetooth는 최근 휴대전화기의 헤드셋을 위주로 하여 그 시장이 확산되고 있는 추세. 또한 국내에서는 KT의 one-phone과 같은 응용 사례들에도 적용되고 MP3와 이어폰 사이의 통신에도 적용되는 적용 사례가 늘고 있음.
- 최근에 표준화된 ZigBee의 시장은 현재까지 대부분 개발 연구용 시장이 대부분이었고 일부 제품들만이 나타나고 있는 실정.
- WTRS의 조사에 의하면 세계적으로 오는 2007년 2억5천만원 이상의 수요로 연평균 약 218%의 성장을 기록할 것이라는 전망. 홈오토메이션과 홈네트워킹 시장이 전체 ZigBee 수요의 78.3%를 차지할 것으로 예상.
- 무선 통신망간의 간섭 회피 및 최소화는 이러한 각 칩셋의 시장이 크기와 보급률과 밀접한 관계가 있음. 즉 다양한 무선 통신망의 보급이 증가할수록 통신망간의 상호 간섭 발생 및 성능 감소.

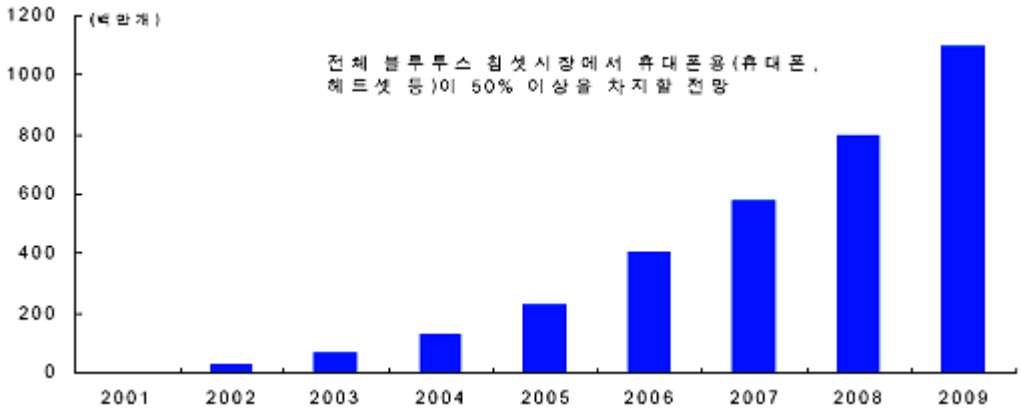
나. 국내외 기술비교 개발

- 초기 Bluetooth와 무선랜의 간섭을 해결하기 위한 다양한 시도들이 있었고, 다수의 회사에서 칩셋 및 시스템을 개발.
- 외국의 대기업들 이러한 간섭 해결 및 공존을 위한 기술을 개발하거나 기술력이 있는 중소기업을 인수하여 자사 제품에 적극 활용하고 있는 추세.
- 인텔의 mobilian사 합병 경우 모바일 센트리노 칩셋이 이미 포함되어 있는 무선랜 기능 외에 블루투스 기능을 탑재하려는 시도를 보임.
- 국내에서는 연구 사례만이 있을 뿐 기술에 대한 연구 및 성과는 미비.
- 특허나 표준화 측면에서의 국내 기업 또는 연구소의 성과는 전무함.



[그림 13] ZigBee 칩셋 시장 수요 예측

자료 출처: 참고 문헌 15



[그림 14] Bluetooth 칩셋 시장 수요 예측

자료 출처: 참고 문헌 15

이슈 분석

3

- 2.4 GHz 대역의 무선통신망간의 간섭 회피 기법에 대관한 이슈 제기
- 간섭 회피 기법의 실용화를 위한 기술적 과제
- 경제적 파급 효과

3 이슈 분석

|2.4 GHz 대역의 무선통신망간의 간섭 회피 기법에 관한 이슈 제기

가. 기존 간섭 회피 기법의 한계

① 수동적 간섭 회피
- 현재까지의 각 무선 통신망 표준이 취하고 있는 방식은 대부분은 기본적으로 다른 통신망이 사용하고 있는 주파수 대역을 회피하는 주파수 분할을 이용한 수동적인 회피 방식을 취함.
- 이러한 수동적 간섭 회피 방식은 다른 주파수 대역을 사용함으로써, 원천적으로 간섭을 제거할 수 있음.
- 주파수 자원은 한정되어 있으므로, 수동적 회피 방식으로는 한계가 있음. 능동적 간섭 회피 방식 필요성 대두.

② 시분할 방식의 간섭 회피
- 가장 기본적인 능동적 간섭 회피 방식이 시분할 개념을 이용한 간섭 회피 방식.
- 전술한 AWMA나 PTA등과 같이 어느 한순간에 하나의 통신망만이 전송을 하는 방식을 취함으로써 원천적으로 간섭을 배제하는 방식.
- 이 방법은 동일한 주파수를 사용하는 경우에도 적용 가능함. 그러나 다수의 통신망이 동일한 주파수 대역을 사용할 경우 성능의 저하를 초래할 수 있음.

③ 간섭회피 기법 구현을 위한 자원소비
- 기본적으로 단일 통신망을 구현하는 것에 비해 간섭 기법을 구현하기 위해서는 불가피하게 부가적인 하드웨어 및 소프트웨어 등 추가적인 자원이 소비가 필요함.
- 현재까지의 간섭 회피 기법들은 간섭 회피 방식에 대한 연구 위주이므로, 이러한 향후 추가적인 자원 소비를 최소한으로 줄이기 위한 노력들이 필요함.
- 추가적으로 소요되는 자원들을 비교하기 위한 새로운 metric의 도입도 필요함.

④ 간섭회피 기법간의 상호 호환성문제
- 각 간섭 회피 방식들을 지원하는 통신망들이 공존하게 될 경우, 상호간의 호환성 문제가 발생할 수 있음.
- 최악의 경우 각 통신망은 간섭 회피 방식이 적용되지 않은 경우보다 더 낮은 성능을 보일 수 있음. 이것은 결국 간섭 기법의 표준화와 직결되는 문제.

⑤ 전체 무선 통신망간의 간섭 회피 기법 부재

- 지금까지 2.4 GHz 대역을 사용하는 통신망간의 간섭 회피 방식들에 대한 연구는 주로 무선랜과 Bluetooth와의 간섭에 대한 분야에 집중.
- ZigBee와 무선랜, ZigBee와 Bluetooth의 간섭과 간섭 회피에 대한 연구, 또한 무선랜/Bluetooth/ZigBee 가 동시에 공존하는 경우의 간섭/간섭 회피 기법에 대한 연구는 전무함. 따라서 전체 통신망 공존하는 경우가 발생할 수 있으므로 관련 연구 및 기술 개발이 이루어져야 함.
- 2.4 GHz 대역을 사용하는 새로운 무선 통신망 기술이 등장할 경우에 대한 고려 역시 필요함.

⑥ 통신망간의 우선 순위

- 현재까지의 간섭 회피 기법은 기존의 무선 통신망 표준보다는 후발 통신망 표준에서 해결하는 방식임. (Bluetooth의 경우도 기존 무선랜과의 간섭 해결을 위해 자체 표준을 수정하는 방식을 취했고, ZigBee의 간섭 회피 방식도 대부분 기존의 무선랜을 수정하는 방식 보다는 ZigBee 쪽의 PHY/MAC을 수정하는 방식을 이용하였음)
- 기존의 무선 통신망의 채널의 사용권에 대하여 일정 수준 이상의 우선 순위를 가지게 됨. 이러한 접근 방식은 기존의 통신망에 대한 수정 없이 이용할 수 있다는 장점이 있지만, 후발 무선 통신망의 응용 범위에 상당한 제약 조건으로 작용함.
- 응용 사례에 따라서 적절한 우선 순위를 동적으로 설정하는 것이 필요함.

3 이슈 분석

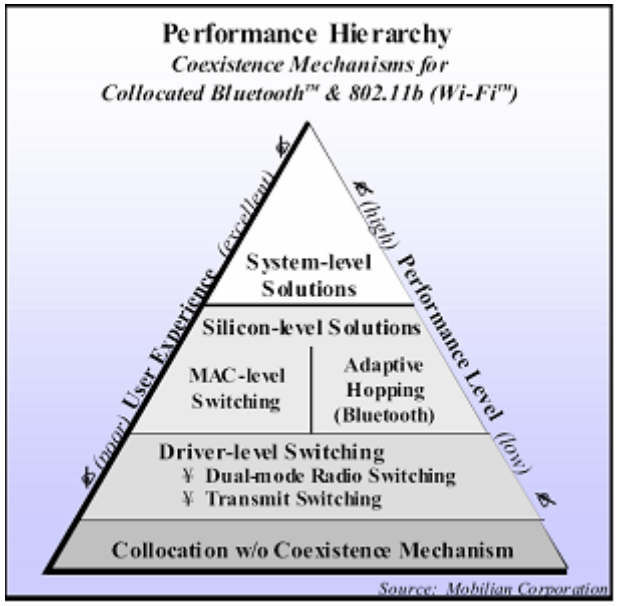
|간섭 회피의 실용화를 위한 기술적 과제

① 시스템 측면에서의 간섭 회피 방식으로의 접근
- 간섭 기법의 구현은 크게 그림 20과 같이 driver 수준, silicon 수준, system 수준으로 구분함. (간섭 회피 기법과 성능과의 관계)
- 간섭 기법을 구현하기 위해서는 부가적인 하드웨어 및 소프트웨어 등 추가적인 자원이 소비가 필요함.
- 현재까지의 간섭 회피 기법은 주로 전송 권한 제어 등의 driver 수준과 silicon수준 스위칭에 의해 이루어짐. 이러한 기법들은 구현하기 쉽다는 장점이 있지만, 각 통신망의 성능의 상대적인 저하를 가져올 수 있음.
- 상호 간섭을 회피하면서도 각 통신망의 성능의 저하를 최소화 할 수 있도록, 다양한 방법들의 조합을 이용하는 시스템 측면에서의 간섭 회피 기술이 필요함.
- 가장 효율적인 간섭 회피 방식은 하나의 단일 칩 또는 시스템에 모든 통신망 기술을 직접 (integration) 하는 방법임. 단일 칩 또는 시스템을 구현하기 위하여 통신망 기술에 대한 이해와 칩 구성, 안테나 배열 또는 동일 안테나를 공유하는 방법 등에 대한 기술 개발들이 수행되어야 함.

② 표준화
- 기존의 간섭 회피 방식은 간섭 기술 간의 상호 호환성을 제공할 수 없음
- 단일 무선 통신망간의 상호 호환성은 시장 기본적인 요구 조건의 요구 조건 중의 하나임.
- 호환성 부재에 의해 다양한 간섭 회피 기법들이 적용된 통신망 상호간에 혹은 단일 통신망간의 통신은 효율이 떨어지거나 때로는 불가능할 수도 있음. 따라서 통신망간의 간섭 기법의 연구 개발 못지 않게 표준화에 대한 연구도 필요함.
- 현재 IEEE 802.19 그룹이 이러한 이종 통신망 간의 간섭 회피 방식의 표준화를 목적으로 활동 중이며, IEEE 802.11 group 내에서도 간섭 회피 기법에 대한 연구 및 표준화가 진행 중임.

③ Cognitive Radio 기법의 활용
- 현재의 무선 통신은 일정한 주파수 대역을 정적으로 할당 하는 방식을 통해 상호 간섭을 회피하는 방식을 사용함. 이러한 정적 주파수 할당 방식은 원천적으로 상호 간섭을 회피하는 방식이지만, 주파수 자원의 한계와 실제 주파수 대역의 이용률이 편중되는 현상이 발생함.
- cognitive radio 기술은 사용하고자 하는 주파수 대역을 탐색하여 기존의 통신망의 동작 여부를 확인하고 현재 사용되고 있지 않은 주파수 대역을 사용함으로써, 효율성을 높이는 최근 관심이 집중되고 있는 기술.
- cognitive 기술 역시 향후 새로운 간섭 회피 기술의 하나로서 기술의 이해 및 연구 개발에 나가야 하는 과제임.

④ 새로운 통신망 표준의 도입에 대한 고려
- 2.4 GHz 대역은 전술한 세가지 무선 통신망 이외에도 다수의 무선 통신망 기술들이 이용하는 주파수 대역이므로, 새로운 통신망 기술의 도입시에 상호 간섭을 회피 또는 최소화 하는 기술에 대한 연구가 필요함.



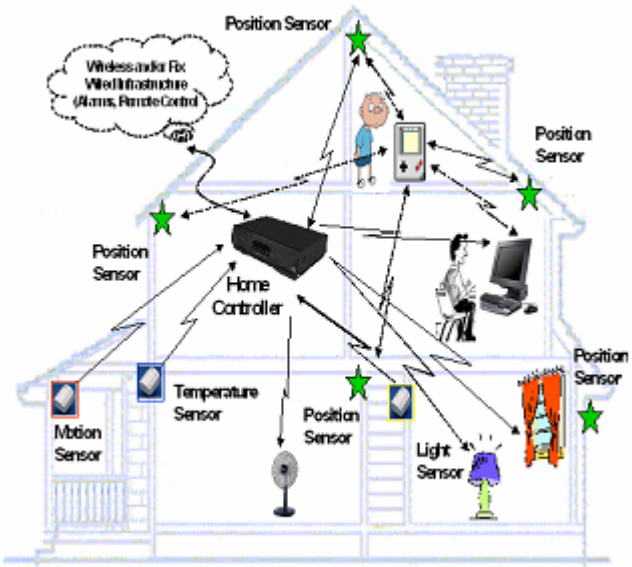
[그림 15] 공존 기술과 성능의 계층적 개념도

자료 출처: 참고문헌 6

3 이슈 분석

경제적 파급 효과

- 2.4 GHz에서의 간섭 회피 기술은 2.4 GHz를 사용하는 각 통신망들의 보급에 의해서 발생하는 간섭에 대한 문제를 해결하는 것이므로 직접적인 경제적 파급 효과 산출이 어려우므로 각 무선 통신망 시장의 크기와 비례하여 예측함.
- 간섭 회피 기술의 경제적 파급 효과는 크게 두가지로 구분 가능함.
- 첫째는 간섭 회피 기술의 전술한 홈네트워크 서버와 같이 직접적인 적용을 통해 얻어지는 경제적 효과.
- 2.4 GHz에서의 간섭 회피 기술이 가장 빨리 적용될 것으로 예측할 수 있는 분야가 그림 21과 같은 무선 홈네트워크 분야임.
- 홈네트워크는 무선 인터넷, 음성 및 영상 신호, 원격 제어 및 감시 등 다양한 무선 기술이 다양한 응용분야에 이용될 것으로 예측되고 있음.
- 시장 조사 기관인 IDC는 2008년에 이르면 전세계 가구 가운데 1억 1,000만 가구가 홈네트워크를 구축할 것으로 전망.
- 단순 산술을 위해 홈서버 대당 비용을 100$라 가정하고 그중의 약 5%가 간섭 회피 기술을 위해 소요되는 비용이라고 가정한다면, 단순 산술 계산으로 2008년에는 전세계적으로 5억 5000만 $정도의 시장 규모로 예측해 볼 수 있음.
- [16]에 의하면 홈네트워크 시장 규모는 그림 22와 같이 성장할 것으로 예상.
- 현재 홈네트워크 시장은 유선과 무선 통신망의 혼재할 가능성이 높기 때문에 무선 통신망의 시장 규모는 무선의 편리함 때문에 더 많은 시장 규모를 차지할 가능성도 있지만 그림에서 나타난 시장 규모의 절반 정도로 예상해 볼 수 있음.



[그림 16] 무선 홈네트워크 예제

자료 출처: 참고 문헌 16

[그림 17] 홈네트워크 무선 통신 기술 분석

자료 출처: 참고 문헌 16

- 하나의 홈네트워크에는 그림 17에서와 같이 전체 통신망의 관리를 수행하는 홈서버(home controller)가 존재하게 될 것이고, 간섭 회피 기술은 주로 이러한 홈서버에 구현될 가능성이 높음.
- 휴대폰시장 또다른 응용 분야의 하나임. Bluetooth 헤드셋의 세계 시장 규모는 지난해 3천600만대에서 올해 6천만대로 늘어나는데 이어 2010년에는 1억8천만대로 증가할 것으로 전망. Wi-Fi/Bluetooth를 탑재한 휴대폰 및 PDA의 보급이 활발함. 향후 홈네트워크의 제어를 위해 휴대폰에 ZigBee 기술을 탑재하려함. [20]
- 하나의 가정 또는 사무실 내에서도 다수의 휴대폰이 존재할 가능성이 충분하므로 간섭 회피 기술의 적용이 필요함.
- 블루투스가 현재 많은 노트북의 기본 기능으로 탑재되고 있음.
- 국내 노트북PC시장 1·2위 업체인 삼성전자와 LG전자는 최근 출시한 인텔 듀얼코어 `센트리노 듀오' 신제품군에 나란히 블루투스 근거리 무선네트워크기능을 탑재한 데 이어, 향후 출시할 신제품군에도 블루투스 기능을 기본으로 탑재시킨다는 방침. 또한 향후 홈네트워크 구성시 노트북 역시 홈 컨트롤러의 역할을 할 수 있을것으로 기대됨. 따라서 단일 노트북에서 상호 간섭 발생의 가능성이 많음. 간섭 회피 기술의 필요성 증대
- 상호 통신망간의 간섭 해소를 통해 무선 통신망 보급을 가속화 시키는 효과.
- 통신망간의 간섭 회피 기술은 무선 통신망간의 간섭을 제거 또는 최소화함으로써, 통신망 설계에 있어 보다 다양한 선택의 폭을 제공함으로써 전체 무선 통신망 시장의 규모를 확장시키는 역할을 수행할 것으로 예측됨.

참고문헌

1. IEEE Std.802.11: 1997, IEEE Standard for Wireless LAN Medium Access Control(MAC) and Physical Layer(PHY) Specificaton
2. IEEE Std.802.15.1: 2004, IEEE Standard for Wireless Medium Access Control(MAC) and Physical Layer (PHY) Speci¯cations for Wireless Personal Area Networks (WPANs)
3. Bluetooth SIG, http://www.bluetooth.org
4. IEEE Std.802.15.4: IEEE Standard for Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Speci¯cations for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs) (2003)
5. ZigBee Alliance , http://www.zigbee.org
6. Wi-Fi (802.11b) and Bluetooth: An Examination of Coexistence Approaches, Mobilian white papers, 2001
7. M. Petrova, J. Riihijarvi, P. Mahonen, S. Labella : 2006, Performance Study of IEEE 802.15.4 Using Measurements and Simulations, Proceedings of IEEE WCNC, April 2006, Las Vegas, USA
8. Dae Gil Yoon, Soo Young Shin, Wook Hyun Kwon, Hong Seong Park, Packet Error Rate Analysis of IEEE 802.11b under IEEE 802.15.4 Interference Vehicular Technology Conference, 2006. VTC 2006-Spring. IEEE 63rd Volume 3, 2006 Page(s):1186 - 1190
9. Packet error rate analysis of IEEE 802.15.4 under IEEE 802.15.1 interference, 신수용, 박홍성, 권욱현, JCCI, 2005. 4
10. IEEE Std. 802.15.2 : 2003, IEEE Recommended Practice for Telecommunications and Information exchange between systems - Local and metropolitan area networks Specific Requirements - Part 15.2: Coexistence of Wireless Personal Area Networks with Other Wireless Devices Operating in Unlicensed Frequency Band
11. Wireless Network Coexistence, Robert Morrow, McgrowHill, 2004
12. Xiangpeng Jing, Siun-Chuon Mau, Dipankar Raychaudhuri and Robert Matyas, "Reactive Cognitive Radio Algorithms for Co-Existence between IEEE 802.11b and 802.16a Networks", Proceedings of IEEE Globecom, St. Louis, MO, Nov. 28-Dec. 2, 2005.
13. X. Jing, D. Raychaudhuri, Spectrum co-existence of IEEE 802.11b and 802.16a networks using CSCC etiquette protocol, in: Proc. IEEE DySPAN 2005, November 2005, pp. 243-250.
14. 신수용, 이종욱, 권욱현, 신영희, 김용호, 김정준, IEEE 802.15.4 와 IEEE 802.11의 공존 방법 : ACROS, 2005년 정보통신설비학회
15. Western Technology Research Solutions 2004
16. 홈네트워크 무선 통신 기술 분석, 2006년 4월, 전파방송정책국 주파수 정책과
17. 미국 특허 검색 http://www.patentstorm.us
18. 국내 특허 검색 http://www.kipris.or.kr
19. http://www.alwayson-network.com/
20. http://www.korwin.co.kr/kor/akorwin/about_years.html

저자소개

➢신수용

- 공학 박사
- 현, University of Washington, Post Doctor

➢한국과학기술정보연구원 동향정보분석팀