

## QoS를 지원하는 홈 네트워킹 백본 기술

전호인 · 강원대학교 전기정보전자공학부

### 1. 서론

홈 네트워킹 기술은 맥내의 PC·프린터 등 PC 관련 기기, 냉장고·세탁기 등 가전 기기들을 하나의 네트워크로 연결할 수 있다. 이로 인해 기기 서로의 정보를 공유할 수 있고 각각의 기기가 인터넷에 동시에 접속할 수 있으며 내부에서는 물론 외부에서도 가정 내의 기기를 제어할 수 있게 된다.

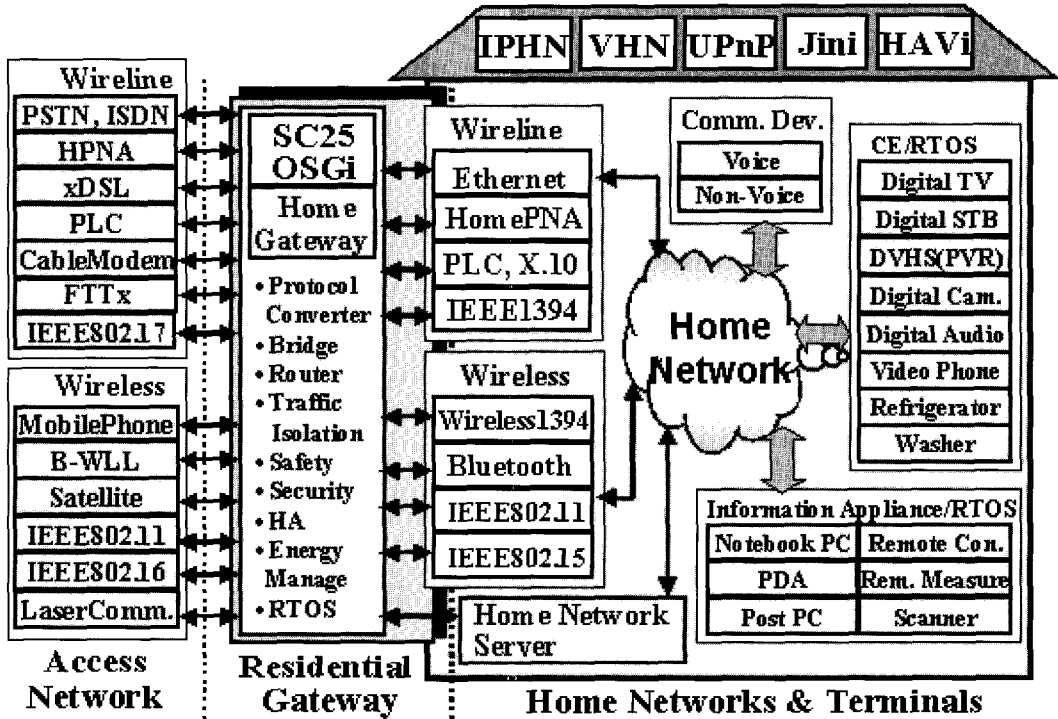
홈 네트워킹 시장이 아직 활짝 열리지 못하고 있는 이유는 설치 및 유지 보수가 어렵고, 가격이 여전히 비싸며, 아직 소비자들이 그 필요성을 충분히 인식하지 못하고 있기 때문이다. 그러나 무엇보다 중요한 것은 기기들 사이의 통일된 미들웨어 부재로 인하여 상호 운용성이 보장되지 않기 때문일 것이다.

이러한 핵심적인 문제에 대처하고 홈 네트워킹 기술이 시장의 우위를 점하기 위해서는 맥내 장치간 고속의 데이터를 전송할 능력이 있어야 하며, 맥내 통신 및 가전 기기의 공통된 접속 규격이 뒤따라야 한다. 그리고 맥내의 원하는 장소에서 이동 가능, 기존 설비를 적극 활용할 수 있는 기술, 가능한 한 신규 배선을 억제, 신규 주택 건축할 때사이버 표준 공법을 이용한 시공이 가능해야 한다. 또 Plug-and-Play형의 간편한 설치, 저가의 구현, 편리한 Human Interface가 요구된

다. 보안 및 사생활 보장, 맥내에서 이종 망 토폴로지 지원, 차세대 멀티미디어 맥내 통신망으로의 전환 등도 필요하다.

전 세계적으로 기술 개발이 활발히 이루어지고 있는 홈 네트워크 기술을 고려하여, 가정 내의 여러 기기들을 연결하며, 외부에서 인터넷을 통하여 제어도 하고 인터넷에도 다중으로 접속이 가능한 새로운 개념의 미래 주택의 구조는 <그림 1.1>과 같이 될 것으로 예측된다. 홈 네트워킹 기능을 갖춘 주택은 <그림 1.1>에 보인 바와 같이 가입자망(Access Network)과 홈 네트워크로 연결된 가정용 기기들, 그리고 이들을 연결시켜주는 게이트웨이(Residential Gateway)로 구성된다.

본 고에서는 홈 네트워킹 기술들이 가지고 있는 특성과 장점 및 단점 등을 파악하고 표준 현황을 검토한 뒤 이 기술들이 홈 네트워킹 백본으로 활용할 수 있는 가능성에 대해 검토한다. 그리고 홈 네트워킹 백본으로 가장 커다란 각광을 받고 있는 IEEE802.11 WLAN 기술에 대해 정리하고 홈 네트워킹 백본 네트워크가 가져야 할 요구 사항을 정리한 후 WLAN이 제공할 수 있는 QoS 기술을 검토 정리한다.



〈그림 1.1〉 홈 네트워킹 기술을 채택한 주택의 구조

## II. 유선 홈 네트워킹 기술

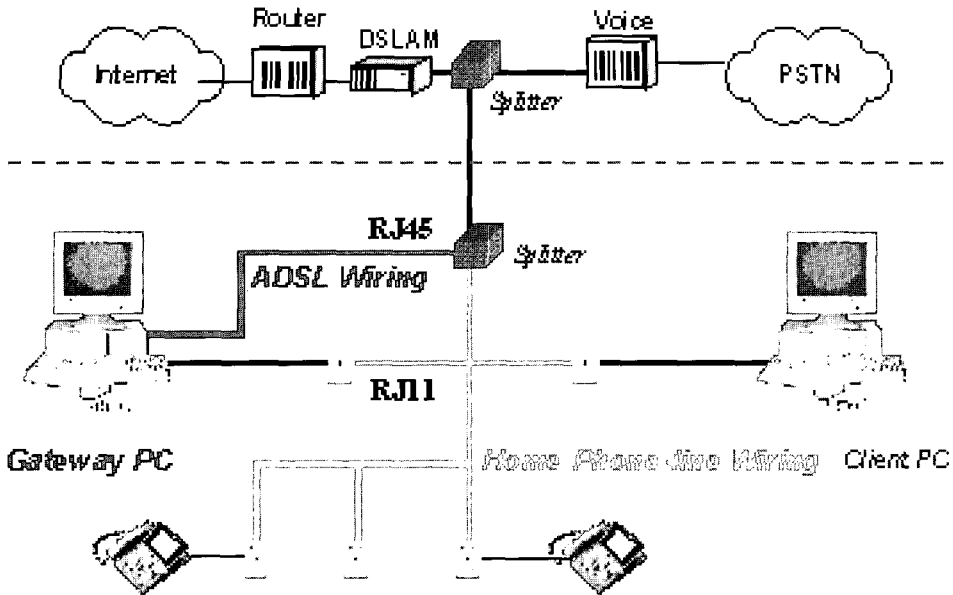
### 1. 서론

본 장에서는 홈 네트워크를 구현할 수 있는 여러 가지 기술 중에서 유선 홈 네트워크 기술의 개요와 표준화 현황에 대해 소개한다. 이미 설치되어있는 전화선을 이용하여 가장 쉽고 안정적으로 홈 네트워크를 구현할 수 있는 HomePNA 기술, 전력선을 이용해 홈 네트워크를 구현할 수 있는 PLC (Power Line Communication) 방식에 대한 기술적인 고려 사항 및 표준화 동향, 높은 대역폭을 지원하기 때문에 미래의 홈 네트워크의 궁극적인 솔루션으로 알려진 IEEE1394 디지털 인터페이스의 기술 개발 현황에 대해 알아보고 이러한 유선 홈 네트워킹 기술들이 홈 네트워킹

의 백본 네트워크로서 활용 가능성이 어느 정도 있는지에 대해 논한다.

### 2. HomePNA[1] 기술

1998년 7월 11개의 통신관련업체들(3Com, AMD, AT&T, Wireless, Compaq, Conexant, Epigram, Hewlett-Packard Co., IBM, Intel, Lucent Technologies, Tut Systems)이 참여하여 결성된 Home Phone-line Networking Alliance (HomePNA)는 현재 정보통신 하드웨어, 소프트웨어, 가전 등 100여 개의 업체가 회원으로 참여하고 있다. HomePNA에서는 구내에 이미 설치된 전화선로를 이용하여 구내의 정보통신 기기들을 하나의 망에 연결하여 〈그림 2.1〉에 보인 바와 같이 허브, 라우터 등의 별도의 장



〈그림 2.1〉 HomePNA를 이용한 Home Network 구성

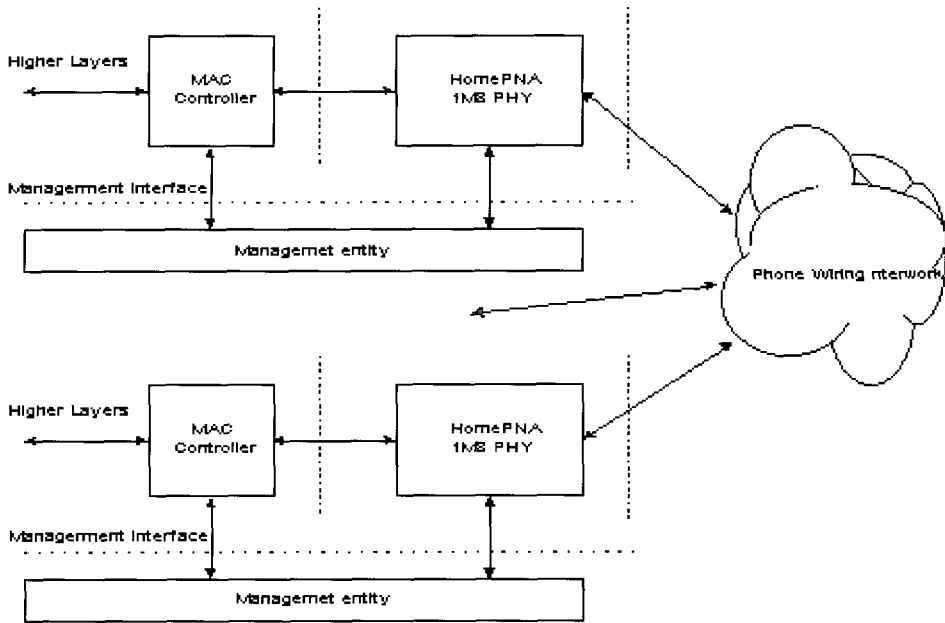
비가 없이도 구내에 LAN을 설치하는 것을 목표로 하고 있다. 현재 표준화된 규격은 1999년 6월에 발표된 1Mbps급의 HomePNA 1.1 [1, 2, 3]과 1999년 12월에 발표된 최대 32Mbps 급의 HomePNA 2.0이 있다 [4, 5, 6]. 본 절에서는 이 두 가지 규격의 기술적인 이슈들을 소개하고 각 기술이 홈 네트워킹의 백본 기술로서의 가능성에 대해 논하고자 한다.

HomePNA의 두드러진 장점은 기존의 맥내에 포설된 선로를 그대로 사용하여 홈 네트워킹을 구현할 때 선로에 대한 추가의 부담이 없다는 것이다. 그러나 HomePNA의 경우 다수의 브리지 탭이 존재하기 때문에 사용하는 선로의 특성이 좋지 않다. 선로에 전송되는 신호에 감쇠와 잡음을 유발하는 주요 요인으로서는 (1) HAM 등 고주파 간섭, (2) (Dimmer, ADSL 등으로 인한) 임펄스 잡음, (3) 브리지 탭에 의한 전송 특성 열화, (4) 인접 선로로부터의 누화(cross-talk),

HomePNA Self-NEXT, (5) 비차폐 선로의 전력 제한 규정으로 선로전압제한(FCC Part 68) (270kHz ~ 6MHz, -15dBV/avg 2 $\mu$ s)와 방출 전계제한(FCC Part 15) (1.7~30MHz, 30uV/m @30m) 등이 있다.

HomePNA 규격 1M8 PHY V1.1의 물리계층 장치의 규격은 〈그림 2.2〉와 같이 물리매체 접속(Physical Medium Interface), Ethernet MAC 제어기 유닛과의 접속, 관리 접속(management interface)의 3부분으로 구성되어 있다. HomePNA 1.1의 물리계층 규격은 Tut 시스템의 기술을 적용한 제 1세대의 규격으로서 5.5 ~ 9.5MHz의 주파수 대역을 사용하여 500ft 이내의 거리에서 1Mbps의 전송속도를 제공하도록 규정하고 있으며, MAC 프로토콜로서는 IEEE 802.3 CSMA/CD를 사용한다.

전송 심볼 파형은 휴지구간과 중심주파수 7MHz인 구형파 펄스의 4주기 구간으로 구성되



〈그림 2.2〉 HomePNA 1M8 PHY 기준 모델

며 Access ID(AID) 심볼의 길이는 129 TIC(Time Interval Clock = 116 ns)이고, AID 구간은 8개의 AID 심볼로 구성된다. 프레임의 동기화, 충돌감지, Access ID 전달 등에 이용한다. 데이터 심볼은 Pulse Position Modulation 방식을 사용하며, 입력 비트의 형태에 따라 송신 펄스 위치가 25개 중 한 곳으로 정해지며 (RLL: Run-Length Limited Code), 데이터 율에 따라서 펄스의 시작 위치도 달라진다. 중심 주파수 7.5MHz에 점유대역 5.5MHz ~ 9.5MHz를 사용하며 RJ11 MDI Connector를 사용한다. 최대 25개의 노드가 500피트 (150 m) 떨어져 있을 때에도 지원되며 FCC Part 15 Class B와 FCC Part 68을 준용하며 케이블 타입은 UTP와 flat-pair를 사용한다.

MAC 접속을 위한 접속 신호는 MAC 컨트롤러와 접속하기 위한 신호 7종이 규정되어 있으며 IEEE802.3 Ethernet MAC과 접속하는 프레임

이 규정되어 있고 타이밍을 위해 MAC과 접속하기 위한 송수신 클럭의 parameter 값이 규정되어 있다.

HomePNA 2.0은 1999년 12월에 발표되었으며, 맥내의 선로를 이용하여 4 ~ 32Mbps의 속도로 데이터를 전송할 수 있다. 사용 대역은 4 ~ 10MHz이며 선로의 각종 잡음에 대한 보완으로 (1) 4 Mbps ~ 32Mbps의 Rate Negotiation 기능이 있으며 (2) Frequency Diverse QAM의 변조방식을 사용한다. 그리고 (3) PER를 줄이기 위하여 LARQ를 이용하여 임펄스 잡음을 제어한다.

IEEE802.3 MAC에 멀티미디어 (voice, audio, video) 지원을 강화하기 위하여 Binary Exponential Back-Off 대신 Distributed Fair Priority Queuing Back-Off 채용하였으며 Priority Queuing을 이용하여 Latency를 제한하였다. 하방 호환성을 위해 HomePNA 1.0

Frame, HomePNA 1.0 Compatibility Frames (Gapped FDQAM), HomePNA 2.0 Native Frame을 전송할 수 있으며 QoS를 8등급으로 구분, 최대지연을 엄격히 제한하여 IEEE802.3의 MAC을 보장함으로써 링크계층이 Stream Mode의 오디오, 비디오에 적합하도록 하였다. 또한 POTS, V.90, ISDN, G.lite 등과 양립하며 아마추어 무선 서비스와 양립하도록 해당 대역을 notching한다.

Header의 전송률은 항상 2Mbaud로서 Payload에 오류가 있는 경우에도 제대로 수신되어, 수신기는 잃어버린 프레임을 알게 되고 채널의 상태를 변환하여 재전송을 요구하거나 더 낮은 데이터율로 전송하도록 한다. 프레임 제어 필드는 프레임의 형태(FT), Scrambler의 초기화(SI), 우선 순위 등급(PRI), Payload Encoding(PE) 등의 정보를 제공하며 CRC-8(HCS)을 사용하여 필드의 정보를 보호한다.

HomePNA 1.0과 달라진 변조 방식으로서 패킷의 Header와 Trailer는 QPSK를 사용하고 Payload는 FD-QAM을 사용한다. Payload는 2/4 Mbauds로 전송되며 4 ~ 256 QAM을 사용하여 2 ~ 8 비트/심볼을 전송한다. 두드러진 특징으로서 데이터를 Upsampling하여 QAM 변조하는 FDQAM을 사용하여 Baud Rate은 1/2로 줄지만 주파수 대역에 Redundancy가 추가되어, 같은 내용을 두개의 주파수 대역에 이중으로 전송한다 [6]. 두 개의 대역이 모두 손상될 확률보다 적어도 한 개의 대역이라도 양호할 확률이 더 높을 것임을 이용한 것으로서 대역의 중앙에 나타날 수 있는 HAM RF 간섭으로부터의 영향이 적으며 보통의 QAM을 사용하는 경우에 비해 FDQAM의 경우에 Noise Margin을 간단하게 10 dB이상 증가시킬 수 있다. 또한 전송오류제어 등을 사용하지 않아 복잡도를 낮출 수 있고,

time-varying 선로에 대응할 수 있도록 하였다. Time-varying 채널의 특성상 잡음에 의해 선로가 불안정해질 수 있고 한편으로 프로토콜을 간단하게 하기 위하여 HomePNA 2.0에서 등화기는 프레임마다 Training을 한다.

변경된 MAC 방식인 Distributed Fair Priority Queuing (DFPQ)와 기존의 방식 BEB(Binary Exponential Back-off)을 비교하면 IEEE802.3 Ethernet MAC BEB(Binary Exponential Back-off)은 과도한 충돌이 발생할 경우 포기하도록 되어 있으며 Latency 변화가 커서 멀티미디어 서비스에 부적합하고 먼저 충돌해서 재시도를 많이 할수록 더 오래 기다린다. 그러나 Distributed Fair Priority Queuing (DFPQ)는 PRI(priority)값을 이용해 Back-off level을 결정하며 거의 round-robin 방식으로 전송순서를 결정하고 경합중인 노드 수에 비례하여 Latency가 제한되는 특성이 있다.

주요 벤더로는 AMD, Intel, Conexant [7], Broadcom 등이 있으며, PCI 접속을 제공하는 PC 카드 제품이 주를 이루고 있으나, 최근에는 구내망과 가입자망을 연결하는 맥내 게이트웨이 제품들이 출시되고 있고, Conexant는 2001년 6월 ADSL, V.90, Ethernet, HomePNA가 통합된 PCI 접속의 PC 내장형 맥내 게이트웨이를 구성하는 칩세트를 발표하였다 [7].

본 절에서는 구내망의 대표적인 방식인 HomePNA가 적용되는 선로 환경 및 규격의 특징적인 내용에 대하여 살펴보았다. HomePNA 기술은 기존의 전화 선로를 이용하여 선로에 대한 추가의 공사비용의 부담이 없이 가정에 LAN을 설치하는 좋은 해결책이다. 이미 많은 제품들이 출시되었고 국내에도 사용자가 계속 증가하고 있다. 구내의 통신장치들을 연결할 목적으로 출발하였지만 이에 머무르지 않고 폭발적인 인터넷

서비스 수요에 따라 가입자망과 구내망을 연결하는 태내 게이트웨이에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있으며 외국의 경우는 이미 xDSL과 연동되는 제품이 출시되어 있다. 구내망 뿐만 아니라 외부의 망과도 연결되어 진정한 고속 통신 서비스의 시대가 열리게 된 것이다. 또한 다른 구내망의 방식인 HomeRF, Bluetooth, IrDA, IEEE1394 등과 경쟁하기 위해서는 보다 저렴한 가격의 칩세트 개발이 필수적이며, 업체 주도로 빠르게 시장이 형성되고 있지만 시장의 규모에 맞추어 보다 효율적인 통신 서비스를 위한 일관성 있는 표준화 작업이 필요할 것으로 생각된다.

HomePNA 1.1은 CSMA/CD 기술을 사용하며 HomePNA 2.0은 보다 나은 CSMA/CD 기술을 사용하여 QoS 기능을 향상시켰지만 등시성(Isochronous) 전송 모드를 지원할 정도의 능력은 아직 갖추어지지 않았으므로 홈 네트워킹의 백본 기술로 사용하는 데에는 한계가 있는 기술이다.

### 3. PLC 기술

전력선 통신(Power Line Communication: PLC)이란 가정이나 사무실에 이미 포설되어 있는 전력선을 통하여 송신하려는 데이터를 100KHz ~ 30MHz의 고주파 신호로 바꿔 실어 보내고 이를 고주파 필터를 이용, 따로 분리해 신호를 수신하는 방식을 말한다. 국내에서 사용되는 전력은 60Hz의 교류신호로서 가전 제품은 이를 변압기와 정류기를 통해 직류로 바꿔 사용하며, 전력선 통신에서의 고주파 신호는 저 출력의 신호이므로 일반 가전기기 작동에는 영향을 미치지 않는다.

그러나 전력선 통신은 앞에서 언급한 것과 같은 강점에도 불구하고 전력 운반을 목적으로 하

〈표 2.1〉 전력선 통신의 장/단점

장점	- 별도의 통신선로 불필요 - 많은 콘센트를 통하여 간편하게 접근 가능
단점	- 제한된 전송전력 - 높은 부하 간섭과 잡음 - 가변 감쇠 및 임피던스 레벨, 잡음 - 주파수 선택적 특성

는 전력선을 매체로 통신하기 때문에 기존의 통신용으로 제작된 동축선이나 광섬유 등을 이용한 통신과는 달리 제한된 전송전력, 높은 부하 간섭과 잡음, 가변하는 감쇠 및 임피던스 등 통신을 위해 고려해야 하는 기술적, 환경적 요소가 많은 어려운 분야이다. 따라서 전력선통신은 안정적인 통신 환경의 제공을 위해서 전력선이 통신 채널로서의 특성이 어떠한지를 파악하여 이에 대응하는 기술을 접목하는 것이 필수적인 기술적 요구 사항이다. 〈표 2.1〉에 전력선 통신의 장/단점을 간단하게 요약하였다.

전력선의 채널 특성을 살펴보면 고주파대역의 잡음 레벨은 저주파 대역보다 줄어들지만 감쇠가 크며, 이러한 감쇠나 임피던스 및 잡음은 시간에 따라 변하고 주파수 선택적인 특성을 보인다. 이는 전력선의 채널 특성이 연결된 기기들에 의해 영향을 받기 때문이며, 이에 따라 전송 캐리어 주파수의 선택을 어렵게 한다. 따라서, 전력선 통신 모델을 개발함에 있어 이러한 전력선의 특성을 고려하여 이를 극복할 수 있는 전송방식을 선택하여야 한다. 이와 관련된 전력선 통신 기술을 (1) Front End Skill, (2) 채널코딩, (3) 모뎀, 그리고 (4) MAC 등 4가지로 분류하여 기술하였다.

먼저, 전력선에 신호를 실어 주든가 전력선으로부터 신호만을 분리해내는 Front End Skill 기

술은 크게 밴드패스 필터링과 임피던스 매칭 기술이 있다. 밴드패스 필터링 기술은 원하는 신호만 받아들이고 전력이나 각종 잡음신호는 제거하는 기술이다.

임피던스 매칭 기술은 선로의 임피던스와 관계된 것으로 주어진 환경에서 최대의 신호전력 이상대측에 전달되도록 하는 것이다. 초기에는 트랜스포머와 간단한 L, R, C 회로로 두 가지 기능을 동시에 행하였지만 변화가 심한 채널의 상황에 대한 대응이 어렵고 두 기능을 완벽하게 구현하기가 쉽지 않아 이를 개선하기 위해 여러 가지 방식이 제안되었다.

트랜스포머의 권선에 변화를 주어 커플러의 특성을 가변할 수 있도록 하는 방식, 밴드패스 필터링 및 임피던스 매칭 기능을 별도의 기능 모듈로 구현하여 설계를 용이하게 하고 각각의 성능을 향상시키는 방식, 송신과 수신 모드별로 서로 다른 임피던스를 갖도록 모드를 변화시키는 방식, 저역필터와 고역필터를 직렬로 연결하여 각각을 제어하므로 필터의 특성을 가변할 수 있도록 하는 방식 등이 제안되었다.

최근 고속 모뎀을 발표하고 있는 여러 업체들마다 자신들은 변화가 심한 채널의 잡음과 임피던스에 대응하도록 능동형 커플러를 채용하고 있다고 말할 정도로 커플러의 성능은 모뎀 성능에 중요한 영향을 미친다.

채널코딩 기술은 전력선에 올려지거나 올려질 신호를 어떻게 부호화하고 역부호화하는가와 관련된 기술로 전력선의 잡음 특성과 감쇠 특성으로 인해 이 부분의 기술 또한 전력선 통신에 있어서 중요한 기술 분야이며, 고속 전력선 통신의 경우 저속 전력선 통신보다 잡음에 보다 민감하기 때문에 각별한 노력이 요구된다. 전력선통신 모델 개발 회사들은 주로 Reed Solomon Code (iAd), Carrier Chirp, CRC(Intellon,

Echelon), Optimized FEC(ITRAN), Zero Cross Clocked Carrier (X10, ZCCC), Carrier Chirp, Convolutional Code, Viterbi Code(Planet)를 사용하고 있다.

모뎀은 신호 변복조 기술로 열악한 전력선 채널 특성을 극복하고, 전송 속도의 향상을 도모하기 위한 통신 방식으로 FSK, Chirped-SS, DS-SS, DS-CDMA, OFDM 등을 주로 이용하고 있다. FSK 방식의 경우 채널특성이 전송에 충분할 만큼 평탄하지가 못하며, 따라서 전송속도가 증가할수록 FSK 방식을 사용하기가 힘들어지는 단점이 있고, DSSS 방식의 경우 신호 지연이 커서 전력선 통신에 적합한 DS 방식을 선택하는 것이 중요하며, 주로 2Mbps이하의 용도에 적합한 방식이다.

협대역 OFDM의 경우 FSK와는 달리 채널왜곡에 강하므로 성능은 SNR에 따라 달라진다. 사용대역에서 감쇄량 변동 등의 특성이 있으므로 FH와 결합한 OFDM이 적합하다. 즉 몇 개의 좋은 주파수를 Adaptive하게 사용하는 방식을 사용해야 한다. Wideband OFDM의 경우는 Adaptive Bit Loading 적용 시 매우 효율적이며 Multi-path Fading에 강하다. 이 방식은 시간에 따라 변화하는 채널특성을 파악하는 수단이 있을 때 매우 효과적인 방식이지만 Adaptive Bit Loading, 동기검출 및 Viterbi 복호기에서의 최적 복호 등을 위해서는 수시로 채널특성을 파악할 필요가 있으며 송수신기 구조가 복잡한 단점이 있다.

전력선 통신의 MAC 기술은 신호 패킷의 충돌로 인해 낭비되는 시간과 대역폭을 줄여 신호를 안정적이며, 빠르게 보내기 위한 기술로 대부분의 회사가 주로 Ethernet의 액세스 방식인 CSMA/CD방식을 이용하며 일부에서 Token Passing 방식을 이용하고 있다.

〈표 2.2〉 전력선통신 프로토콜 비교

구분	X10	CEBus	LonWorks	Z256/IZ256/MZ256
통신속도	60bps	1Mbps	2 Kbps-1.25Mbps	360bps/9.6Kbps/100K-1Mbps
제어 기기수	256	64 node	32258(127X254)	65536
통신방법	단방향	양방향	양방향	양방향
소비전류	30mA 이하	300mA 이상	300mA 이상	30mA 이하
가격	저가	고가	고가	저가
MAC	없음	CSMA/CDCR	LonTalk(CSMD/CA)	CDMA/CDCR

가장 많은 관심을 모으고 있는 고속 전력선 통신 기술은 데이터 통신용으로 이용되며 1Mbps ~ 10Mbps의 빠른 속도를 실현한다. 응용분야로 가입자 액세스 망(초고속 인터넷통신) 등에 적용을 목표로 개발하고 있다. 주요업체로서 국외에 Adaptive Network, Data-Linc Group, Echelon, Intellon, ITRAN, Alcatel, 그리고 국내에는 (주)젤라인이 있다. (주)젤라인에서는 올해 초 2Mbps의 전력선 통신 기술을 시연한 바 있다.

현재 전력선 통신 기술은 홈 오토메이션 분야에 집중되어 있는 것이 현실이다. 미국의 X10사에서는 X10 프로토콜을 기반으로 한 홈 PLC를 개발, 미국 내에서는 상당히 활성화되어 있다. 국내에서도 PLANET에서 360bps 전송속도와 양방향 통신을 지원하는 PLC 칩을 상용화하여 홈 오토메이션 솔루션을 제공하고 있다. 전력선을 이용한 통신 프로토콜은 미국을 중심으로 발전했으나 현재는 유럽에서 더 적극적으로 연구 및 표준화 작업이 활발히 진행되고 있으며, 특히 서유럽 국가들이 주도적으로 추진하고 있다.

전력선 통신의 대표적인 프로토콜을 살펴보면 X10과 CEBus 그리고 LonWorks가 있으며, 국내에는 PLANET에서 개발되어 홈 오토메이션 솔루션으로 이용되고 있는 Z256, IZ256,

MZ256이 있다. X10은 전력선을 이용한 제어를 중심으로 만들어진 프로토콜로 256개의 기기만 제어할 수 있어 여러 세대가 밀집된 주거환경에는 부적절하다.

CEBus는 데이터 송신을 위주로 개발되어 직접적인 가전기기의 제어가 불가능하다. LonWorks는 2개부터 32258개의 장치들을 연결시키고, Neuron이라는 칩을 기본으로 한다. Z256 시리즈는 제어와 데이터 통신이 동시에 가능하도록 개발되었으며, 65536개의 기기를 동시에 제어할 수 있어 우리 나라나 동남아 국가와 같이 밀집형 주택지역에 용이하다. 〈표 2.2〉에서 전력선 통신 프로토콜들을 간략히 비교하였다.

최근 전세계 대부분의 전력선 통신 개발 업체들은 인터넷 응용이 가능한 고속 전력선 통신기술 개발에 초점을 맞추고 있다. 한국에서도 산업자원부는 한국전력, 한국전기연구소, 델라인, 서울대 자동화연구소와 함께 차세대 전력선 통신기술을 개발하고 있다.

오는 2004년까지 5년 동안 총 200억원을 투입, 10Mbps 이상의 고속 전력선 통신기술 개발을 완료한다는 계획이다. 이 같은 전력선 통신기술 개발 및 상용화에 성공할 경우 전력선을 국내 초고속 정보망의 가입자망으로 활용할 수 있게 되어 현재 ADSL, 케이블 TV망을 이용한 고속



인터넷 서비스의 한계를 극복할 수 있을 것으로 전망하고 있다.

PLC 기술은 여러 벤더가 서로 다른 모뎀 기술을 사용하며 각 사가 서로 다른 채널코딩 기법을 사용하므로 홈 네트워킹 솔루션으로 사용하기에는 상호 운용성 확보가 가장 큰 문제이다. 이 문제는 표준화 단체의 협력에 의한 통합 표준을 통해서만 가능한 일인데 이 작업은 결코 쉬운 일이 아닌 것으로 알려져 있다. 또한 복수의 단말기를 위해 CSMA/CD, DSSS 등의 기술을 MAC으로 사용하므로 QoS 기능을 제공하지 못하며 Isochronous 전송 모드를 필요로 하는 오디오/비디오 신호를 실시간으로 전송할 수 없다. 따라서 홈 네트워킹의 백본 기술로 사용하는 데에는 한계가 있는 기술이다.

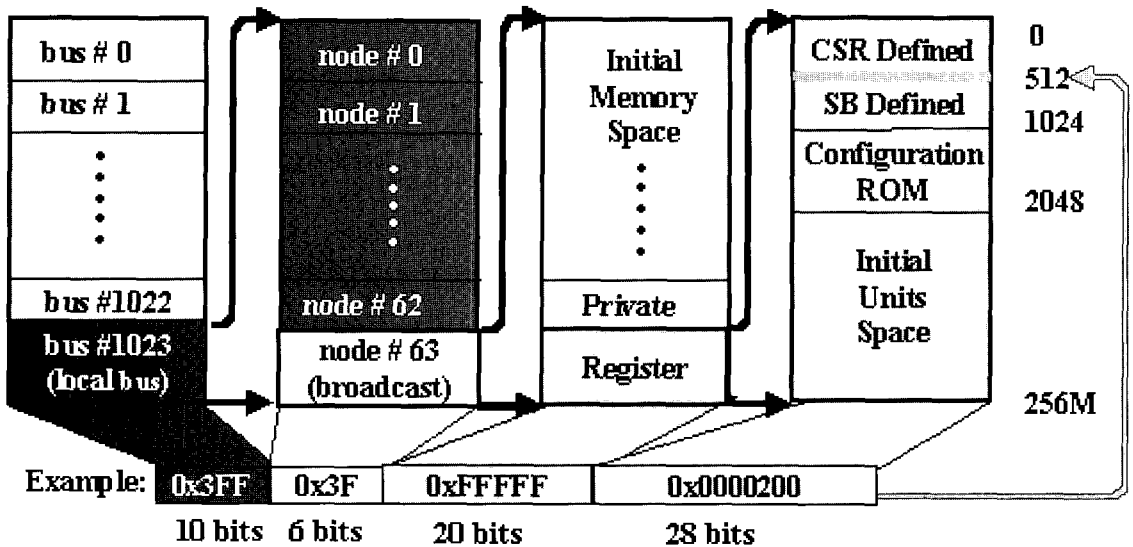
#### 4. IEEE1394 기술

IEEE1394-1995 [8]는 100, 200, 400Mbps

의 높은 전송률을 지원하지만 최대 전송 거리가 4.5m로 제한되어 있어서 대내 A/V와 PC 클러스터링 및 홈 네트워킹용으로 제한되는 것이 가장 큰 단점이며, 이를 극복하기 위한 기술 개발이 진행 중이다. 케이블의 반경을 확대하여 전송 거리가 현재 10m까지 가능한 IEEE1394는 트리 구조나 데이지 체인 구조를 가질 수 있으며 루프 구조는 가질 수 없고 PHY 칩 (Physical Layer)과 LINK 칩 (Link Layer) 두 개를 이용하여 구현한다.

또한 등시성 전송 방법 채택으로 멀티미디어 데이터와 같은 실시간 전송을 필요로 하는 응용 분야에 대역과 전송을 보장해 줄 뿐만 아니라 비동기 전송 방법도 보유하여, 데이터의 성격에 맞게 전송 모드를 선택할 수 있다. 비동기 전송은 데이터의 전송이 보장되는 것으로 주로 명령어 전송에 사용된다.

IEEE1394는 여러 가지 프로토콜을 사용하여 기존의 통신 규격과 호환성을 유지하고 있다.



<그림 2.3> IEEE1394의 Addressing Mode

IEEE1394의 Addressing Mode는 <그림 2.3>에 보인 바와 같이 IEEE1212-1994이 권고하는 CSR (Control and Status Register) [9] 구조를 지원하여 모든 기기들이 표준화되어 있으며, NCITS.325-1998 SBP2 (Serial Bus Protocol-2)를 지원하여 DMA (Direct Memory Access)를 I/O 프로세스로 통합하였고, IEC61883-1997을 채택하여 오디오/비디오 기기들을 제어하며 이 들 데이터를 MPEG 데이터 까지 포함하여 전송 가능하게 한다. 대부분의 기기들은 AV/C 명령어들로 기기들을 제어하고 데이터를 전송한다.

IEEE1394-2000 [10]은 IEEE1394-1995 규격이 가지고 있는 몇 가지 단점들을 보완하여 기존의 IEEE1394 규격을 모두 지원하면서 성능을 향상시킨 것이 특징이다. 그 중 대표적인 것이 스위치의 온/오프 시 발생하는 Bouncing 문제를 필터로 해결하였으며, 버스 중재 과정에 불필요하게 사용되는 Ack 및 Subaction Gap을 효율적으로 사용하여 시리얼 버스의 대역폭을 유용한 데이터 전송에 사용할 수 있도록 하였다.

이와 같은 일은 IEEE1394-2000의 PHY 칩과 Link 칩에서 펌웨어 상으로 모두 해결하므로 소프트웨어의 변화는 거의 없다. 그리고 PHY "Pinging" (신호를 보내고 다시 받는 시간을 측정하는 과정)을 이용하여 시리얼 버스의 토폴로지에 맞게 gap\_count를 조정함으로써 성능의 최적화를 구현하였고, 요구에 대한 응답은 우선순위 조정이 가능하도록 구현하였다. 또한 Active를 제외한 모든 상태에서 많은 PHY 컴포넌트들이 전력이 공급되지 않은 채 있을 수 있으므로 Power Down 상태를 체크하여 포트를 Disable 시키거나 Suspend, 혹은 Resume 시키는 기능을 추가하였다.

IEEE1394-2000은 P1394a라는 프로젝트 이

름으로 IEEE1394-1995가 가지고 있는 단점을 보완하기 위해 1995년에 새로 출범하였으며 2000년에 완료되어 붙여진 이름이다. 현재 사용되고 있는 모든 IEEE1394 제품은 IEEE1394-2000 규격을 적용한 제품이다.

IEEE1394-2000은 노드간의 전송거리가 4.5m로 제한되어 있으며, 16개 이상의 홉을 가질 수 없을 뿐만 아니라 400 Mbps의 데이터 전송 속도 이상을 지원하지 않으므로 화상회의의 목적으로의 사용은 불가능하다. 따라서 기가비트 급의 전송이 가능한 광케이블과 커넥터를 사용하여 최대 3.2 Gbps의 전송률을 지원하면서 100m 이상의 홉간 거리를 가능하게 하고 IEEE1394-1995와 P1394a를 완벽히 지원하도록 제정된 표준이 P1394b이다.

IEEE1394-1995와 호환이 가능하도록 데이터/스트로브 인코딩 방법과 새로운 기가비트 속도, DC 균형을 위한 전기적 방법을 모두 사용하였다. 즉 FCC 규격을 맞추기 위해 Randomizing을 하였으며, 스크램블링과 8B/10B 코딩 기법을 사용하였다. 또한 8 비트의 병렬 버스를 통해서 더 높은 데이터 전송률을 지원할 수 있도록 PHY/LINK 인터페이스를 확장하였으며, 여러 가지의 버스 중재 신호들과 더 낮은 속도의 데이터 패킷을 Bit-Stuffed 패킷 방식을 이용하여 전달할 수 있는 고속 비트 프로토콜을 지원한다. P1394b가 P1394a와 다른 점은 네트워크의 토폴로지가 루프의 형태를 가질 수도 있다는 것이다. 이것은 P1394b의 초기화 시간동안에 루프들을 자동적으로 인식하여 이를 없애는 알고리즘이 포함되어 있기 때문이다.

P1394b[11]는 단순히 속도만을 증가시키는 데에 그치지 않고 전송거리도 향상시켰다. 기존의 4.5m로는 홉 네트워크 솔루션에 적합하지 않으므로 POF (Plastic Optical Fiber)를 전송매

체로 이용하면 100Mbps의 전송 속도의 경우 100m까지 전송할 수 있게 하였다. 또한 UTP Cat5 (Unshielded Twisted Pair, Category 5) 선의 1, 2번과 7,9번 선을 이용하여 100Mbps의 1394 데이터를 100m 거리만큼 전송할 수 있게 하였다.

P1394.1[12]은 하나의 버스를 통하여 연결된 IEEE1394 기기들의 클러스터들을 1023개까지의 다른 클러스터들과 확장하여 통신을 할 수 있게 해 주는 브리지 표준으로 하나의 IEEE1394 클러스터 내에서 발생하는 버스 리셋으로 인한 자원의 낭비를 막아 주는 기술이다. 이 표준은 무선으로 1394 신호를 전송할 때 필요한 기술을 제공해 준다.

### Ⅲ. 무선 홈 네트워킹 기술

#### 1. 서론

홈 네트워킹을 구현하는 무선 통신 기술 중 가장 각광을 받고 있는 기술은 Ericsson과 Nokia 등 유럽의 대형 이동통신 회사들을 포함하여 전세계 1,790여 개의 회사들이 심혈을 기울여 표준을 주도하고 있는 Bluetooth이다. 한국에는 현재 삼성, LG 정밀, 그리고 SK Telecom 등 50여 개 업체가 이 그룹에 참여하고 있다.

Bluetooth 기술을 이용한 홈 네트워킹 기술은 현재 버전 1.0이 발표되어, 2.4 GHz의 ISM 밴드를 사용함으로써 무선 자원의 사용 규제에 대한 법적인 제한이 없는 것이 강점이다. 블루투스의 동작은 동기 모드일 경우 1Mbps의 전송 속도를 지원하며, 비동기 모드일 경우 720Kbps의 전송 속도를 지원한다. 마스터로부터 10m 이내의 거리에 슬레이브 단말기가 들어오면 주파수 도약

방식에 의해 데이터를 송수신한다. 무선으로 모든 정보를 교환하므로 가장 편리한 홈 네트워킹 방법이지만 다른 기기간의 간섭 문제를 해소하기 위해 대역 확산 방식을 사용함으로써 높은 대역폭을 갖는 통신은 기대할 수 없는 실정이다. Bluetooth 규격 2.0은 10Mbps의 전송 속도를 지원하기 위해 준비중인 표준안이다.

이 외에 HomeRF 기술은 Bluetooth 보다는 높은 대역폭을 제공하고 전송 거리도 멀지만, 참여 기업의 수에 열세를 보여 시장에는 다소 뒤처지고 있는 분야이다. 또한 HomeRF 기술을 주창하고 가장 강력하게 지원하던 인텔사가 이 표준의 지원을 중단하기로 결정하기로 함으로써 많은 세력을 잃어가고 있는 실정이다.

노트북 컴퓨터의 대부분에 장착되는 IrDA는 850nm의 파장을 갖는 적외선을 이용하여 네트워킹을 구현하고 있어서 매우 높은 시장을 확보하고 있지만 무선의 강점에도 불구하고 중간에 나타날 수 있는 불투명한 장애물에 의해 통신이 두절되는 현상을 극복할 수 없는 것이 가장 어려운 숙제인 셈이다.

본 장에서는 무선 홈 네트워킹 기술의 하나인 블루투스 기술에 대해 알아보고 무선 홈 네트워킹 기술의 가장 좋은 솔루션으로 인정받고 있는 IEEE802.11 표준의 기본적인 동작 원리에 대해 소개하였다. IEEE802.11 표준은 1999년에 완성되었으며 이 표준은 CSMA/CA MAC을 이용하여 여러 단말기가 매체를 사용하도록 정의하고 있다. 이 기술의 향상된 QoS 기술은 본 고의 핵심인 무선 홈 네트워킹 백본 기술의 기본적인 대안이 될 것이다. 또한 이미 등시성 전송모드를 지원하는 IEEE802.15.3 WPAN 기술의 전송 거리를 확장함으로써 홈 네트워킹 백본 네트워킹으로서의 활용 또한 중요한 방안으로 기대된다.

## 2. 블루투스 기술

홈 네트워크를 구현하는 무선 통신 기술 중 가장 각광을 받고 있는 기술은 Ericsson과 Nokia 등 유럽의 대형 이동통신 회사들을 포함하여 전세계 1,790여 개의 회사들이 심혈을 기울여 표준을 주도하고 있는 블루투스이다. 한국에는 현재 삼성, LG 정밀, 그리고 SK Telecom 등 50여 개 업체가 이 그룹에 참여하고 있다.

블루투스는 10세기경 덴마크와 노르웨이를 통일한 덴마크 왕의 이름에서 유래한 것으로, 2.4 GHz의 비인가 ISM (Unlicensed Industrial Science Medical) 주파수 대역을 사용해서, 10m 이내의 개인 거리 내에서 다양한 기기간에 통신을 할 수 있도록 하는 저전력(RF 전력: 1mW 100mW), 저가(5달러 정도 예정)의 무선 통신 시스템이다.

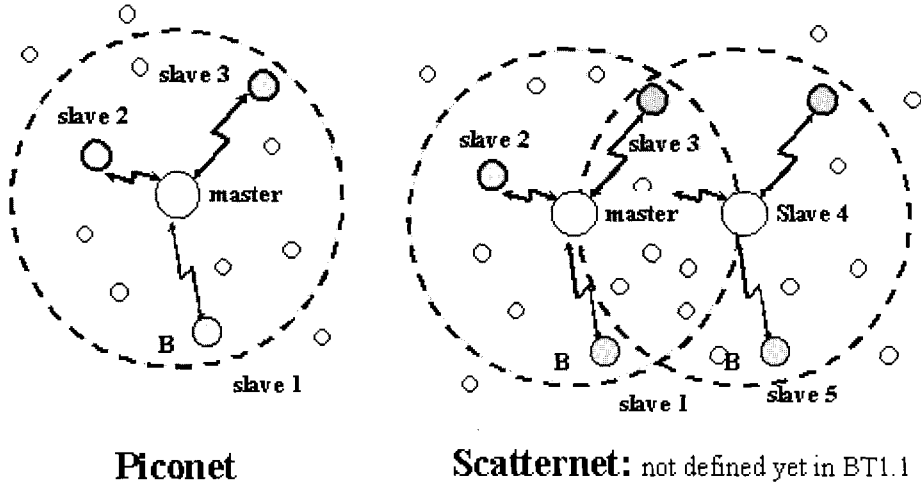
원래는 복잡한 유선 케이블을 무선으로 대체할 목적으로 시작되었지만, 늘어나는 개인 휴대용 디지털 기기들, 개인 이동 통신 기기들, 컴퓨터들, 가전 기기들 간의 멀티미디어 데이터 송수신을 무선으로 할 수 있도록 하는 기술로 진화하고 있다. 초기에는 Ericsson, Nokia, IBM, Intel, Toshiba 등의 5개사가 프로모터사로 주축이 되어 블루투스 SIG(Special Interest Group)를 결성하였고, 이 후, Microsoft, 3Com, Lucent Technologies, Motorola의 4사가 프로모터사로 추가되었으며, 블루투스 사양의 제정, 보완 및 상호 접속성 인증을 주도해오고 있다.

1999년 6월에는 처음으로 블루투스 규격 1.0이 나왔고, 1999년 12월에는 업그레이드된 블루투스 규격 1.0B가 제정되었으며, 2000년 11월에는 기존의 사양 내용을 보다 명확히 한 블루투스 규격 1.1이 나왔다. 블루투스에 대한 관심의 증대로 현재는 전세계 2,000여 개의 통신, 반도체, 컴

퓨터 등 관련 회사들이 블루투스 SIG의 회원사로 참여하고 있다. 블루투스를 이용하면 무선으로 개인 기기들간의 통신망을 구성할 수 있다는 개념에서 기존의 WAN이나 LAN에 대응하는 WPAN(Wireless Personal Area Network)의 표준화 제정 작업이 IEEE 802.15 워킹그룹에서 활발히 진행되고 있다.

블루투스는 2.4 GHz의 주파수 대역에서 1MHz 대역폭의 채널 79개를 1초에 1600번 빠르게 바꾸어가며 송수신하는 주파수 도약 방법을 사용한다. 디지털 데이터를 송신하기 위해서는 아날로그 신호로 변조해 주어야 하는데, 이를 위한 신호 변조 방법으로는 GFSK(Gaussian Frequency Shift Keying)를 사용하고, 슬롯화된 TDD(Time Division Duplex) 방식으로 데이터를 송수신한다. 한 슬롯의 시간은 625msec이다. 블루투스의 최대 전송율은 약 1Mbps이지만 최대 유효 데이터 전송율은 ACL(Asynchronous Connectionless) 모드일 경우 723.2 Kbps이다. 마스터기기와 슬레이브기기로 구성되는 작은 네트워크인 Piconet에서 하나의 Piconet은 1개의 마스터와 7개까지의 활성(active) 슬레이브를 지원할 수 있다.

전력 절약 모드인 Park 모드를 이용하면 255개까지의 슬레이브를 제어할 수 있다. 따라서, 두 기기간의 간단한 1:1 통신 및 여러 기기간의 1:N 통신을 지원할 수 있다. 블루투스는 통상 휴대용 기기에 탑재될 예정이므로 배터리의 전력 소비를 최소화시키는 것이 중요한데, 이를 위해 Park, Sniff, Hold 등의 저전력 동작 모드를 정의하고 있다. 그리고, 여러 개의 Piconet이 있을 경우 Piconet간의 데이터 송수신을 위해서 Scatternet을 구성할 수 있다. <그림 3.1>은 Piconet과 Scatternet의 개념적인 의미 및 이들 사이의 관계를 나타낸 것이다.



(그림 3.1) 블루투스의 Piconet과 Scatternet의 개념적인 의미 및 이들 사이의 관계

앞에서도 이미 설명하였듯이 1999년에 규격이 완료된 블루투스 기술이 아직 시장을 주도하지 못하고 있는 이유는 칩의 가격이 BiCMOS 기술을 채택하고 있어서 전력의 소모가 클 뿐만 아니라 아직 10달러 대를 상회하고 있기 때문이다. 이러한 블루투스 시장의 어려움은 현재 미국의 실리콘밸리에서 개발중인 CMOS 기술을 이용한 5달러 대의 칩이 개발되면 해소될 것으로 보인다. TI, Ericsson, Broadcom, eWave System, Silicon Wave 등과 같은 회사에서 칩이 생산되고 있으며 한국의 삼성전자와 GCT 사 등에서도 개발한 바 있다.

블루투스 칩이 휴대폰에 장착되면 Headset Profile이 가장 큰 시장을 점유할 것으로 보이며 Dial-Up-Networking Profile이 대형 화면의 무선 인터넷 서비스를 가능하게 해 줄 전망이다. 블루투스 시장의 중심에는 휴대폰이 있으므로 휴대폰에의 장착의 시기에 따라 블루투스의 시장이 열릴 시기가 결정될 것으로 보인다.

IEEE802.15의 경우 IEEE802.15.1 Task Group은 기존의 블루투스 기술을 IEEE802 규

격으로의 적응 및 속도와 성능 향상이 목적이다. 현재 10 Mbps급의 데이터 전송을 위한 규격이 준비 중에 있다. IEEE802.15.2는 2.4 Ghz대의 주파수를 사용하는 다른 무선 통신 기술과의 공존에 대한 표준을 준비중이며 IEEE802.3는 54 Mbps급 이상의 고속 데이터 전송 방식을 준비중이 있다.

이 표준의 가장 큰 응용 분야는 Post PC의 한 종류인 Wearable Computer일 것이다. IEEE802.15.4는 가장 저렴한 가격으로 칩을 구현하여 적외선을 사용하는 현재의 리모콘을 대체할 수 있는 방안에 대한 표준을 준비중에 있다.

최근에 매우 커다란 관심을 모으고 있는 UWB(Ultra Wideband) 기술은 7.5GHz의 초광대역의 대역폭을 사용하여 Carrier 신호 없이 Baseband에서 직접 전송하는 PAN(Personal Area Network) 기술로 10m 이내에 있는 기기 간의 통신을 100Mbps까지 지원해주는 무선 통신기술이다. 전파법에 의해 거리를 확장할 수 없는 단점이 있어서 이 기술 역시 근거리 기기간의 무선 통신에는 사용이 가능하나 적어도 50m를

커버해야 하는 홈 네트워크의 백본으로는 적합하지 않은 기술이다.

이와는 달리 IEEE802.15.3 기술은 2.4GHz의 ISM밴드를 사용하므로 현재의 10m 전송 거리에서 300m까지 전력을 증강하여 확장할 수 있고 자체적으로 채택한 MAC이 등시성 통신 모드와 비동기 전송 모드를 모두 지원하므로 실시간 오디오 비디오 신호의 전송을 요구하는 홈 네트워크 기술로는 매우 좋은 구조를 가지고 있다. 무선 홈 네트워크 기술에의 적용으로 WLAN 기술과 함께 좋은 대안으로 떠오르고 있는 기술이다.

### 3. IEEE802.11 WLAN (13, 14)

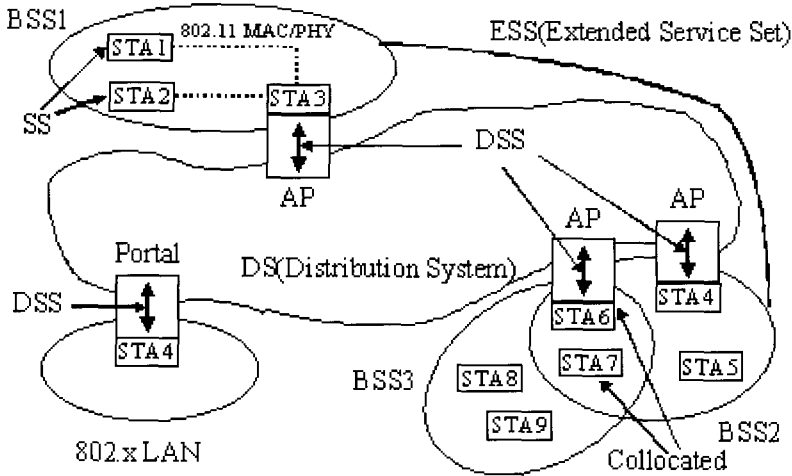
1999년에 제정된 IEEE802.11 표준이 채택한 CSMA/CA (Carrier Sensing Multiple Access Based on Collision Avoidance) 알고리즘은 기존의 유선 Ethernet 환경의 MAC으로부터 바로 유추해 올 수 있는 개념이 아니다. 그 이유는 무선 환경이 유선과는 매우 다른, 다음과 같은 특징을 가지고 있기 때문이다.

- 목적지의 주소는 목적지의 물리적인 위치와 항상 같지는 않다.
- 외부 신호로부터 보호되어 있지 않다. 또한 나의 신호도 항상 누군가에 의해 도청될 가능성이 상존한다.
- 유선 환경보다 훨씬 더 불확실한 환경에서 데이터를 전송해야 한다.
- 네트워크의 토폴로지가 역동적으로 변하는 상황을 모두 극복해야 한다.
- 모든 단말기가 하나의 네트워크로 연결되어 있다고 가정할 수 없으므로 어떤 단말기든 다른 단말기로부터 숨겨져 있을 수 있다는 사실을 전제로 네트워크 시스템을 구성하여

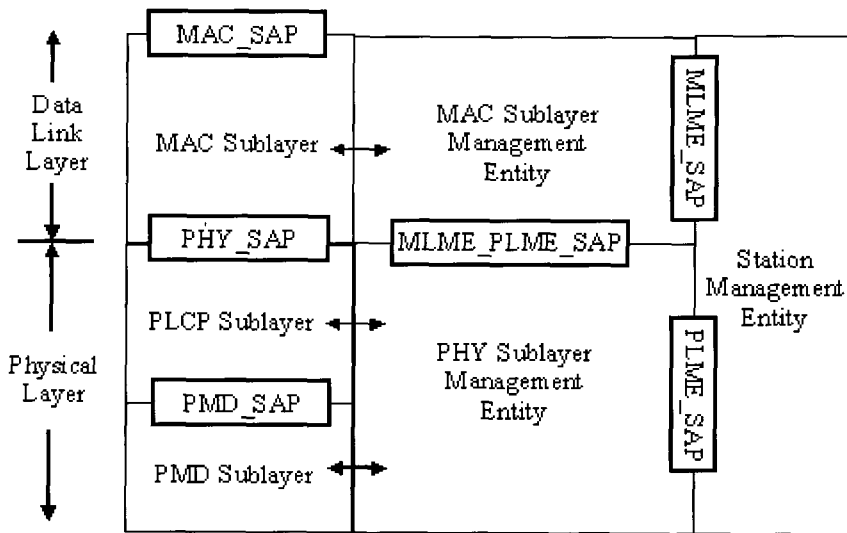
야 한다.

- 전파의 전파 특성이 시간적으로 변하는 환경이며 비대칭적이다.
- 무선 환경에서의 통신이므로 이동성을 지원하되 포터블 스테이션과 모바일 스테이션 모두를 지원한다. 여기서 포터블 스테이션과 모바일 스테이션은 서로 다른 스테이션을 의미한다. 즉, 포터블 스테이션은 이동할 수 있는 단말기이지만 이동하는 동안에는 데이터를 전송하지 않으며 고정되어 있을 때에만 데이터를 전송하는 반면 모바일 스테이션은 이동 중에도 데이터를 송수신하는 단말기이다.
- IEEE802.11 표준은 IEEE802.2 LLC (Logical Link Control) 레이어를 거쳐 통신을 하므로 다른 IEEE802 레이어를 지원하여야 한다.

이와 같은 무선 통신 환경을 고려하여 IEEE802.11 무선 랜을 구성할 수 있는 기본적인 구조가 오랜 동안의 산고 끝에 확정되었으며 여러 개념을 통합한 구조가 <그림 3.2>에 나타나 있다. <그림 3.2>에 보인 바와 같이 STA1과 STA2, 그리고 STA3는 같은 서비스 셋에 속해 있으며 이를 BSS (Basic Service Set)라 부른다. 물론 STA1과 STA2, 그리고 STA3는 무선 랜 기술인 IEEE802.11 PHY와 MAC을 통하여 데이터를 송수신하는 당연한 일이다. 이 중에서 STA3는 DS (Distribution System)를 통하여 다른 BSS에 속해 있는 스테이션 (예를 들어 BSS1에 있는 STA2를 BSS2에 있는 STA6)과 STA4를 통해 통신을 할 수 있게 해 주는 중요한 역할을 한다. 여기서 STA3와 STA5, 그리고 STA7과 같은 스테이션을 Access Point (이하 AP라고 씀)라고 한다. 이 경우 BSS1과 BSS2는 DS에 의해 서로



〈그림 3.2〉 IEEE802.11 WLAN 구조

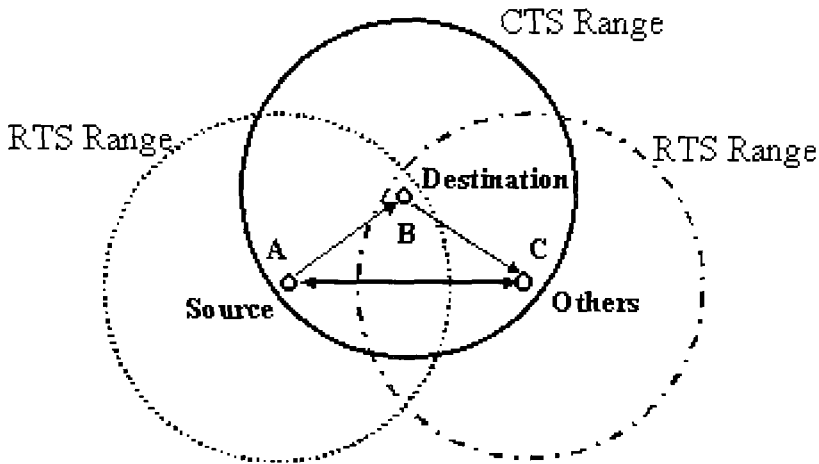


〈그림 3.3〉 IEEE802.11 WLAN 참조 모델

통신을 할 수 있게 되었으며 이와 같은 서비스 셋을 ESS (Extended Service Set)라고 부른다. STA8은 BSS2에도 소속되어 있으면서 BSS3에도 소속되어 있으므로 "Collocated" 되었다고 한다. 특히 STA4의 경우 802.x LAN에 소속되어 있으면서 다른 BSS들과 통신을 할 수 있으므로 이와 같은 스테이션을 브리지 포털(Bridge

Portal)이라 부른다 [13].

IEEE802.11 표준의 1999년판은 무선 랜 시스템을 두 개의 부분으로 나누어 기술하고 있다. 그 중의 하나가 Data Link 층의 낮은 부층인 MAC (Medium Access Control) 부분이고 나머지 하나는 물리계층인 PHY이다. 이 두 층은 OSI (Open Systems Interconnection) 7 계층[14]



〈그림 3.4〉 Hidden Node Problem

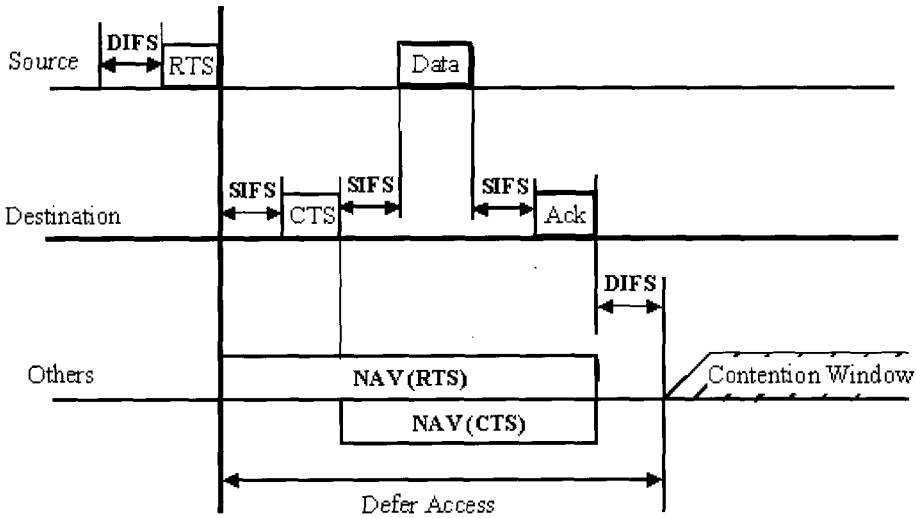
의 참조 모델 중에서 가장 낮은 두 개의 층에 해당한다. 이 두 개의 층과 부층을 〈그림 3.3〉에 나타내었다. 〈그림 3.3〉에 보인 바와 같이 각각의 층 사이를 거쳐 데이터가 전달될 때에는 SAP (Service Access Point)을 거치게 된다. 이 SAP 들은 그를 중심으로 양 쪽의 층으로부터 MIB (Management Information Base)에 정의된 서비스의 Primitive에 대한 구조를 파악하여 그에 해당하는 데이터를 전달하게 된다. 구체적인 MIB Primitive들에 대해서는 참고문헌 [13]에 잘 설명되어 있다.

IEEE802.11의 MAC 알고리즘은 CSMA/CA를 사용하였다. CSMA/CA가 CSMA/CD와 다른 점은 〈그림 3.4〉를 보면 쉽게 이해할 수 있다. 〈그림 3.4〉에 나타난 바와 같이 단말기 B는 Source A의 전파 도달 거리 안에 있으므로 A가 보낸 RTS 신호를 감지할 수 있지만 이 도달 거리 밖에 있는 다른 노드 C의 경우 A의 RTS를 감지할 수 없으므로 A가 보낸 RTS를 C는 알지 못하게 된다. 따라서 A와 동시에 C도 RTS를 보낼 가능성이 있게 되어 데이터 전송을 개시하는 데에

문제가 발생할 수 있다. 이와 같은 문제를 “Hidden Node Problem”이라 하며 B가 A로부터 RTS 신호를 받으면 이를 B의 전파 도달 거리 내에 있는 모든 단말기에게 CTS 신호를 보내 〈그림 3.5〉에 보인 바와 같이 NAV(Network Allocation Vector)를 다시 Setting함으로써 이러한 Hidden Node 문제를 해소하는 것이 CSMA/CA이다.

〈그림 3.5〉에서 매체가 어떤 기기에 의해 일정 기간동안 사용되고 있다가 통신을 완료하고 아무도 매체를 사용하지 않은 이후 DIFS(DCF Inter Frame Space) 시간이 지나면 모든 단말기는 RF 신호로 전파되는 Carrier를 감지하여 RTS를 보낼 수 있는지를 판단한다. 이 때 Source인 A가 DIFS 시간 이후에 RTS를 보내면 이 RTS 신호를 받은 다른 모든 단말기들은 즉시 자신의 NAV를 설정한다. 그러나 Hidden Node가 있을 경우 RF신호의 충돌을 피하기 위하여 수신 단말기인 B는 RTS를 받은 이후 SIFS (Short Inter Frame Space)의 시간이 지난 후 CTS 신호를 보내 자기 주변의 모든 단말기들에게 다시 NAV를





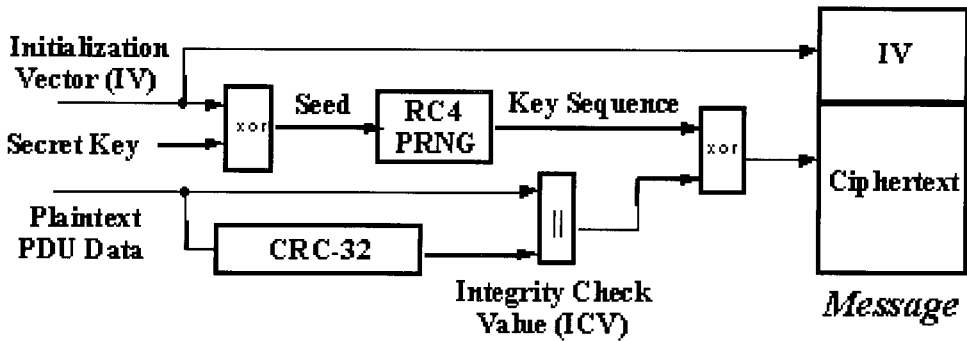
〈그림 3.5〉 CSMA/CA for MAC (Medium Access Control)

설정하도록 유도하는 것이다. 이와 같이 함으로써 Hidden Node Problem은 해결되었지만 CSMA/CD에 비해 전송 효율은 더 나빠진 결과를 야기시킨 셈이 되었다. 즉 유럽의 HiperLAN Type 2에서는 TDMA/TDD 방식을 이용하기 때문에 이와 같은 시간의 낭비도 없을 뿐만 아니라 QoS도 지원해 줄 수 있지만 IEEE802.11 위원회에서는 무선 통신 시스템이 제공할 수 있는 같은 우선 순위를 갖는 단말기들 사이의 다중 접속 방식으로는 CSMA/CA Algorithm을 고수하고 있으며, IEEE802.11 표준이 제공하는 PCF (Poinr Cordination Function)와 HCF 등을 이용함으로써 HiperLAN Type 2보다 나은 MAC이 되도록 많은 노력을 기울이고 있는 실정이다.

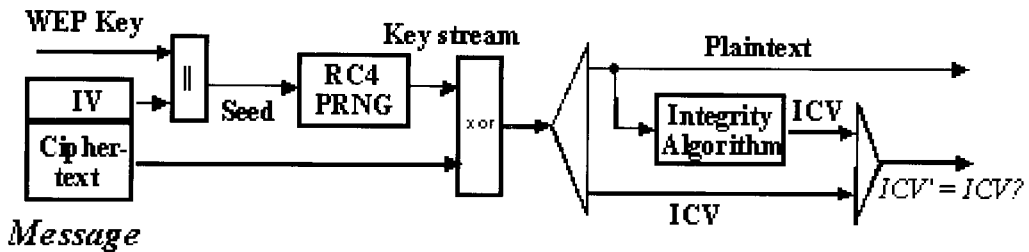
IEEE802.11 표준은 무선을 이용한 데이터 통신 시스템이므로 유선 환경과는 달리 송신 단말기가 데이터를 보낼 때 이 데이터는 송신 단말기의 전파 도달 거리 내에 있는 모든 다른 단말기도 이 데이터를 수신할 수 있게 된다. 따라서 모든 무선 통신 시스템이 그러하듯이 데이터의 보안

방식은 매우 중요한 요소 중의 하나이다. 또한 내가 원하지 않는 단말기는 나의 데이터를 받더라도 인증 절차를 거친 후 연관을 허용하여 통신을 가능하게 하는 방식을 택하고 있다.

무선 랜 환경에서의 보안은 크게 둘로 구분된다. 무선 구간에서의 암호화는 WEP (Wired Equivalent Privacy)을 이용한 데이터 보안 (Confidentiality)이 이루어지며, 허가받지 않은 사용자의 네트워크 접속을 차단하고 인증된 사용자에게만 네트워크 자원에의 접속을 허용하는 접근 제어 및 인증 방식으로 IEEE802.1x가 권고하는 Port-based 접근 제어 기법을 이용하고 있다. WEP은 유선과 동등한 수준의 보안을 제공하려는 목적으로 AP와 단말이 공유한 세션 키를 이용하여 데이터를 암호화함으로써 보호 기능을 수행하게 하였다. WEP은 〈그림 3.6〉에 보인 바와 같이 비밀 키를 사용하여 RC4 (Rivest Cipher 4) 기법에 의해 데이터를 암호화하고 이를 Ciphertext로 바꾼 후 전송한다. 그리고 〈그림 3.7〉에 보인 복호화 방법을 이용하여 Plaintext



〈그림 3.6〉 WEP Encapsulation 방법



〈그림 3.7〉 WEP Decapsulation 방법

를 찾아 내는 방법을 사용하고 있다.

WEP은 비밀 키를 찾는 데에 따르는 어려움과 비밀 키 및 IV를 수시로 바꿈으로써 얻을 수 있는 암호화 기법의 강인성, 그리고 매 메시지마다 자기 동기화 된다는 점, 그리고 하드웨어와 소프트웨어로 구현하기 쉽다는 이유 등으로 각광을 받았다. 그러나 키가 변하지 않은 공유 키이며 중앙 집중식으로 관리되지 않고 IV가 40 Bit로 비교적 짧으며 다른 독립적인 Database를 필요로 할 뿐만 아니라 RC-4 암호화 기법은 1995년에 Brute-Force Search 기법에 의해 32시간만에 깨진 암호화 기법이다. 그리고 이 키를 분실하게 되면 다시 찾을 수 없는 것도 단점 중의 하나로 인식되고 있다. 또한 접근 제어 방식으로는 단말의 MAC 주소를 사전에 등록하여 등록된 단말만의 접속을 허용하는 방식을 채택하였는데 이 방

식의 문제는 사용자 인증이 아닌 컴퓨터, 즉 랜 카드의 인증 방식이므로 랜 카드의 분실 시 문제가 발생할 뿐만 아니라 관리 및 확장성에도 문제가 있는 방식이었다.

이와 같은 데이터 보안의 문제를 해소하기 위해 IEEE802.11i TG 에서는 보다 강화된 보안 기법을 검토중이다. 다만 접근 제어 방식으로 사용한 IEEE802.1X 방식은 동적인 세션 키를 관리하므로 Dictionary Attack 가능성을 차단할 수 있고 RADIUS나 EAP(Extensible Authentication Protocol) 등과 같은 기본 표준을 사용하였으며 사용자를 기반으로 인증해 주는 방식을 채택하였다. 또한 RADIUS를 이용하여 중앙 집중식의 사용자 관리가 가능하며 Ethernet이나 WLAN과 같은 다양한 매체를 지원할 수 있는 장점이 있다.

지금까지는 1999년에 발표된 IEEE802.11 포

준에 대해 기본적인 MAC의 동작 방식에 대해 설명하였다. 이미 언급하였듯이 이 표준은 MAC과 PHY에 대한 사양을 정의하였으며 PHY는 2.4 GHz의 ISM 밴드를 이용하여 DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) 변조 방식과 FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) 방식 및 Infrared를 이용해 1 Mbps와 2 Mbps의 전송 속도를 제공하는 PHY 및 MAC 프로토콜을 정의하고 있다.

한편 IEEE802.11a 표준은 5GHz U-NII (Unlicensed National Informatin Infrastructure) 대역에서 OFDM 방식을 이용하여 최대 54 Mbps의 전송 속도를 지원하는 PHY 규격이며 역시 1999년 9월 완료되었다. 그리고 이와 같은 시기에 2.4 GHz ISM 밴드를 이용하여 최대 11 Mbps의 전송 속도를 지원하는 IEEE802.11b 표준이 완성되었다. 현재 가장 먼저 제품이 출시되어 많은 사업자와 사용자를 보유하고 있는 무선 랜 기술은 IEEE802.11b 표준에 준거한 제품들이며 2002년 1월 현재 IEEE802.11a 표준을 따르는 AP와 PC Card 제품들도 이미 시장에 선보이고 있는 상황이다.

## IV. 무선 홈 네트워킹 백본을 위한 RLAN 기술

### 1. 서론

홈 네트워킹 기술을 통해 가정의 기기들이 하나의 네트워크로 연결이 되면 가장 기본적인 홈 오토메이션 기능인 전구의 온/오프 제어는 물론 TV나 냉장고, 그리고 집안의 문을 자동으로 여닫는 일 등은 매우 쉽게 이루어 질 것이다. 그러나 이와 같은 낮은 수준의 홈 오토메이션 기능은 홈

네트워킹과 같은 높은 수준의 통신 및 네트워킹 기술을 이용하지 않더라도 구현이 가능한 일이며 이러한 단순한 일들이 홈 네트워킹의 킬러 애플리케이션으로 보이지는 않는다. 홈 네트워킹을 설계하고 기획하는 많은 전문가들의 의견을 종합해 보면 홈 네트워킹의 중심에는 오디오/비디오 신호의 전송 등을 포함하는 실시간 엔터테인먼트 기능이 반드시 포함되어야 한다는 것이다. 따라서 오디오/비디오 신호의 실시간 전송을 위한 백본 네트워크의 대역폭 요구 조건은 매우 중요한 요소가 될 것이다.

본 장에서는 먼저 홈 네트워킹 백본 기술의 요구 조건을 알아보고 이러한 요구 조건이 다른 인터넷과 홈 네트워크에서 제공하는 QoS 관점에서 보았을 때 어느 기술이 가장 좋은 솔루션을 제공하는지를 파악하도록 하겠다. 그리고 본 고에서 홈 네트워킹 백본으로 사용하고자 하는 IEEE802.11 WLAN 기술의 차세대 기술인 IEEE802.11e 기술이 어떤 유형의 QoS를 제공하고 있는지를 소개하였다.

## 2. 홈 네트워킹 백본 기술의 요구 조건

홈 네트워킹 백본 기술의 요구 조건을 알아보면 실시간 전송을 필요로 하는 데이터의 성질에 대해 조사할 필요가 있다. 먼저 음성 신호 및 CD(Compact Disk)급의 오디오 신호의 실시간 전송에 대한 요구 대역폭을 알아보면, 압축되지 않은 음성 신호의 경우 Nyquist Sampling Rate에 의해 적어도 64 Kbps의 대역폭은 보장해 주어야 한다. 그러나, CDMA 휴대폰에 사용하기 위해 Qualcomm사가 제안한 QCELP 기술을 이용하여 음성 신호를 압축하면 13 Kbps정도만 보장해 주어도 음성 신호의 실시간 전송이 가능하며 음성 신호의 왜곡 없이 정상적인 통신을 할 수 있

는 속도이다.

한편, CS-ACELP(Congugate Sstructure-Algebraic Code Excited Linear Predictive Coding) 기법을 이용한 G.726 압축 기술을 이용하면 8 Kbps 정도의 전송 속도의 보장으로 음성 통신이 가능하며, 현재 VoIP에 사용되는 음성 압축기법인 G.723.1 기법을 이용하면 4.8 Kbps 혹은 5.6 Kbps의 낮은 속도로 음성 신호의 전송이 가능하다. 따라서 음성 신호의 전송은 음성 데이터의 압축을 위한 신호처리 지연 시간이 어느 속도를 유지해주면 전송을 위한 대역폭의 확보에는 큰 문제가 없는 실정이다. 압축하지 않은 CD급의 오디오 신호는 352.8 Kbps가 요구되며 이 정도는 블루투스 기술로도 전송이 가능하므로 음성 신호나 오디오 신호에 대한 대역폭의 부담은 그리 큰 것이 아니다.

그러나 영상 신호의 경우를 보면 대역폭에 대한 요구 조건은 음성 신호와는 차원이 다르다. 압축되지 않은 VGA급 SDTV 영상이 필요로 하는 대역폭을 살펴보면 약 221 Mbps 정도가 필요하다. 압축하지 않은 HDTV의 경우는 1.3 Gbps의 대역폭을 필요로 하므로 3.96Gbps를 지원하는 DVI(Digital Visual Interface) 인터페이스를 제외하고는 이 요구조건을 맞추어 줄 기술은 없는 셈이다.

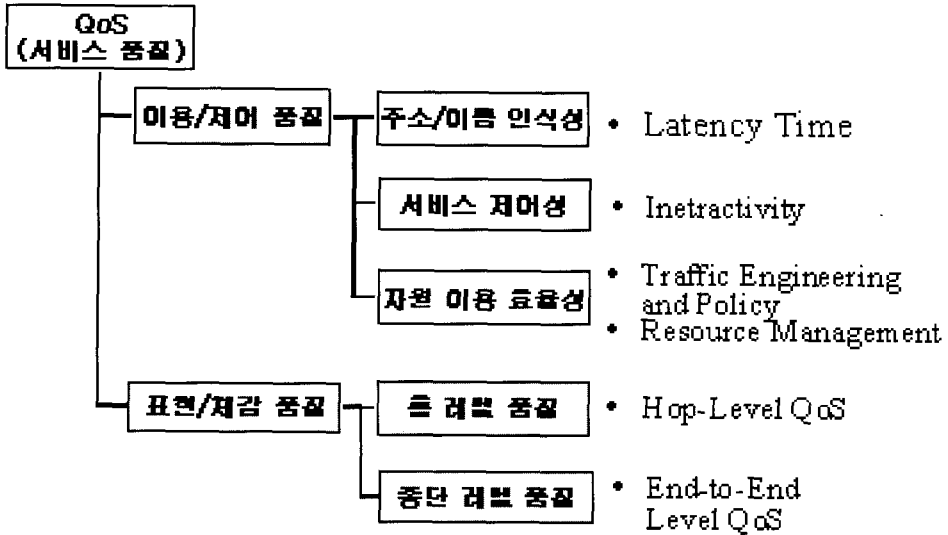
IEEE1394a 기술은 최대 400Mbps를 지원하므로 압축하지 않은 SDTV급 영상은 전송 가능하지만 3.2Gbps를 지원하는 IEEE1394b 기술로도 HDTV 신호는 전송할 수 없다. 그러나 영상 신호를 MPEG2-TS 등과 같은 기술을 이용하여 압축하면 SDTV 영상은 약 4 Mbps ~ 8 Mbps가 필요하며 HDTV 영상은 약 20Mbps 정도의 대역폭이 필요하다. 따라서 이와 같은 실시간 영상 신호 전송을 위한 대역폭의 확보는 매우 중요한 홈 네트워킹 백본 기술의 중요한 사안이며 이

를 위한 각 홈 네트워킹 기술의 특성 파악은 매우 중요한 일이라 하겠다.

### 3. QoS의 정의

현재의 인터넷 망은 전 세계의 인터넷 사용자 수를 기하급수적으로 확장하면서 비디오 컨퍼런스, VOD(Video on Demand), 가상 현실 등과 같은 새로운 응용들뿐만 아니라 기존의 전화, 라디오 및 TV 서비스까지 제공하면서 엄청난 트래픽의 증가를 가져왔다. 이로 인하여 인터넷 망의 대대적인 대역폭 확대를 요구하고 있으며 단순한 대역폭의 증가만으로는 이로 인한 엄청난 대역폭의 수요를 충족시킬 수 없는 것이 사실이다. 그 이유는 인터넷 트래픽이 양적으로 증가할 뿐만 아니라 트래픽의 특성이 다양하게 변화하고 있으며 Mobile 환경을 수용해야 하는 등 다양한 새로운 요구에 부응하기 위한 변화가 동반되어야 하기 때문이다.

특히 인터넷은 IP를 기반으로 데이터를 전송하기 때문에 대부분의 지능은 네트워크의 종단으로 몰고 네트워크의 내부에서는 목적지 주소를 바탕으로 단순하게 정보를 전달하기만 하는 구조를 가지고 있기 때문이다. 따라서 인터넷은 네트워크 전달장치인 라우터 자원의 여부에 따라 데이터의 전달이 지연되거나 혹은 손실될 수도 있는 최선형 서비스의 특성만 가지고 있는 것이다. 따라서 사용자 수요의 폭발적인 증가와 요구의 다양성은 이러한 최선형 서비스에 자원만 늘리면 해결되는 문제가 아니라 엄격한 시간적인 전달 요구 사항 및 one-to-many 혹은 many-to-many의 전달 요구 사항을 가지게 되었다. 다시 말하면 인터넷의 근본 철학인 네트워크의 단순성을 탈피하고 지능을 첨가해야 하는 상황이 된 것이다.



〈그림 4.1〉 QoS의 정의

QoS는 크게 사용자가 실제적으로 서비스 QoS를 느끼는 표현 및 체감 QoS와 사용자의 서비스 이용 및 제어의 편리성을 보장하는 이용 및 제어 품질 QoS로 나눌 수 있다. 〈그림 4.1〉은 이들간의 관계를 보여주는 그림이다.

종단 사용자간의 서비스 QoS는 사용자 단말, 전달 링크, 스위치나 라우터 같은 망 장치에서의 지연 및 성능, 손실 특성 등에 의해 복합적으로 영향을 받게 되므로 종단간 QoS 보장형 서비스를 지원하기 위해서는 이들 QoS 요소 변수들을 제어할 수 있는 네트워크 서비스 측면에서의 제어 메커니즘이 필요하다.

예를 들어 망에서 실시간 서비스를 지원하기 위해서는 요구되는 자원을 미리 예약하거나 망 내의 트래픽 부하를 반영하여 라우터의 큐잉 기능을 적절히 설정하거나 혹은 설정된 트래픽 특성이 제대로 운영되는지를 모니터링하는 기능 등이 이에 해당한다. 이와 같이 네트워크 서비스 레벨에서 사용자의 QoS 보장을 위한 기술이 QoS 관리 기술로 정의할 수 있다.

QoS 관리 기술은 크게 QoS 보장 기술과 제공된 QoS의 상태를 측정하기 위한 QoS 모니터링 기술로 나뉘어진다. QoS 보장 기술은 다시 각 네트워크 장비에서 제공되어야 할 트래픽 관리 기술, 네트워크 전체 입장에서 QoS 보장 기술 및 이를 관리할 수 있는 정책 기반의 QoS 관리기술로 나뉘어진다. 또한 QoS 모니터링 기술은 프로토콜 모니터링, 네트워크 모니터링, 그리고 종단간 QoS 모니터링 기술로 세분된다.

트래픽 관리 기술은 다양한 세부 기술들이 소개되어 있으며 크게 큐 관리 (Queue Management), 트래픽 셰이핑 (Traffic Shaping), 수락 제어 (Admission Control), 폴리싱 (Policing), 혼잡 관리 (Congestion Management)의 분야로 나뉘어진다. 이들 각각은 독립적으로 사용될 수도 있지만 대표적인 QoS 관리 모델로 알려진 인터넷의 통합 서비스 (Integrated Service) 모델[15]과 차등 서비스 (Differentiated Service) 모델[16]에서와 같이 복합적으로 사용되기도 한다.

QoS 보장 기법은 홈 네트워킹 기술을 RLAN을 이용하여 구현하는 데에 매우 중요한 역할을 할 것이기에 홈 네트워킹 백본을 위한 요구조건을 충분히 검토한 후 이 요구조건을 충족시키는 WLAN의 핵심 개발 기술을 파악해 낼 것이다. 그러나 IEEE802.11e 표준은 이미 QoS 기술을 나름대로 제공하고 있으므로 다음 절에서는 IEEE802.11e 표준이 제공하는 QoS 기술에 대해 알아보겠다.

#### 4. IEEE802.11e가 제공하는 QoS [17]

IEEE802.11 TGe는 기존의 MAC 방식을 향상시켜 오디오 및 비디오와 같은 실시간 데이터 전송을 요구하는 QoS(Quality of Service)를 지원하기 위해 새로운 MAC을 정의하는 Task Group이다. 2000년 3월에 처음으로 PAR이 승인되었으며 당시에는 QoS와 Security를 동시에 지원하는 표준을 개발하기로 결정하였으나 두 표준을 동시에 처리하기에는 너무나 많은 분량의 표준화 작업이었으므로 Security 관련 표준은 IEEE802의 TGi에서 처리하기로 한 것이다. TGe에서 결정한 가장 최근의 표준안은 2002년 5월 시드니 회의에서 결정한 Draft 3.0이다.

TGe는 음성 데이터를 위해 20 msec의 전송 속도를 필요로 하는 ADPCM 데이터를 지원할 수 있어야 하며, MPEG 비디오로는 3Mbps의 대역폭을 필요로 하는 MPEG2와 IEEE1394 디지털 인터페이스 전송을 지원하여야 한다. 또한 TCP/IP 프로토콜을 지원하는 Ethernet 데이터 스트림을 10 Mbps의 속도로 전송할 수 있는 규격을 준비하기로 결정하였다. 그리고 Latency와 지연 변화율을 최소화하고 데이터의 전송 효율을 최대화하는 일과 Ad-Hoc 모드는 물론 Infrastructure 전송 모드 모두를 지원하는 트래

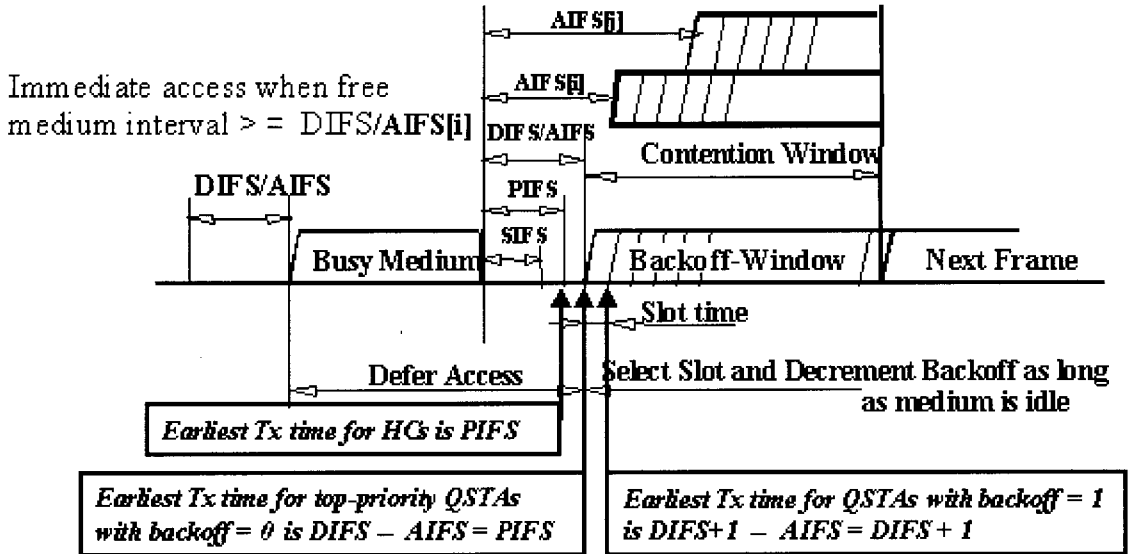
픽 모델을 개발하며 BSS 간의 Hand-Off 알고리즘도 구현하는 것이 TGe의 목표이었다.

이와 같이 향상된 QoS를 위해 TGe가 채택한 새로운 개념을 정리하면 다음과 같다.

- Contention Free Burst (CFB)
- Controlled Contention (CC)
- Controlled Access Period (CAP)
- Hybrid Coordination Function (HCF) and Hybrid Coordinator (HC)
- QoS AP (QAP) and QoS BSS (QBSS)
- Traffic Category (TC) and Traffic ID (TID)
- Traffic Specification (TSPEC)
- Traffic Stream (TS)
- Transmission Opportunity (TXOP)
- Reservation Request (RR)
- Burst Ack.
- Mobility Types: QBSS Transition

이 개념들은 이미 IEEE802.11e 초안 2.1에 이미 기술된 내용들이다[3], [4]. 본 고에서는 초안 2.1에서 확정되었지만 초안 3.0의 표준을 정할 때 논의되었던 새로운 이슈들 중에서 핵심적인 내용에 대해서만 정리하겠다.

먼저 이러한 이슈들 중에서 <그림 3.2>에 보인 브리지 포털은 WLAN이 다른 IEEE802.3와 같은 다른 네트워크와 연결될 때 필요한 표준이다. 그러나 브리지 포털에 대한 이론을 모두 정리하려면 WLAN에 연결될 수 있는 상상 가능한 모든 네트워크를 고려하여 정의해야 하므로 매우 방대한 작업이며 이 개념을 정리할 것인지에 대한 Straw Poll이 지난 2002년 1월 Dallas 회의에서 시행되어 이 개념에 대해서는 더 이상 논의하지 않기로 결정하였다.



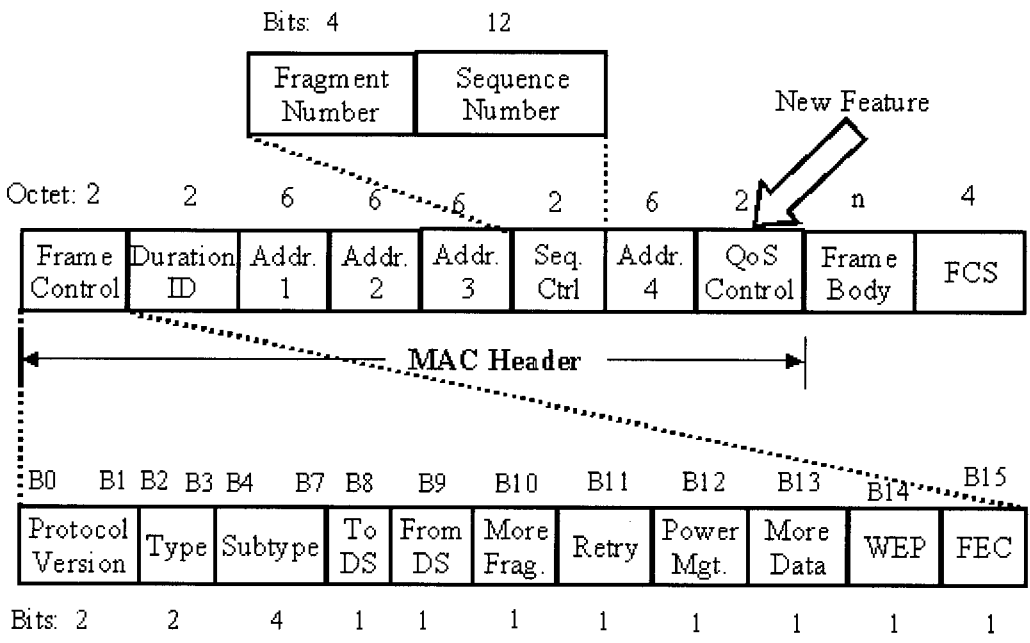
〈그림 4.2〉 사용자의 우선권에 따라 AIFS 시간을 다르게 주어 Back-Off 시간을 차별화한 향상된 매체 접근법

기존의 DCF 개념을 더 향상시킨 EDCF(Enhanced Distributed Coordination Function)는 처음에는 AT & T의 Mathilde Benveniste에 의해 창안된 향상된 DCF이다. EDCF는 기존의 SIFS와 PIFS, 그리고 DIFS에 각각의 트래픽 마다 다르게 주어진 우선권(Priority)를 부여하여 AIFS(Arbitration Inter-Frame Space) 시간을 다시 정의함으로써 이 우선권에 의해 Random Back-Off 시간을 다르게 지정하는 개념이었다. 이에 대한 구체적인 설명을 〈그림 4.2〉에 나타내었다. 〈그림 4.2〉에 보인 바와 같이 이 네트워크에 HC(Hybrid Coordinator)가 존재할 경우 HC가 매체를 사용할 수 있는 가장 빠른 시간은 PIFS 시간이 지난 다음이다. 그리고 QoS 기능을 보유하고 있는 단말기(QSTA)가 가장 높은 우선권을 가지고 있을 때 가장 빨리 매체를 사용할 수 있는 시간은 DIFS 시간이 지난 후일 것이며 보다 낮은 우선권을 갖는 단말기는 이보다 긴 Back-Off 시간 동안

기다려야 한다. 이와 같은 방법으로 특정 우선권을 가진 사용자에게 다른 대기 시간을 제공함으로써 QoS를 지원하는 방식이 EDCF방식이다.

IEEE802.11e 표준이 보여 주는 가장 큰 변화는 프레임 포맷에 QoS Control 필드가 포함되었다는 것이다. 또한 프레임 제어 필드에 FEC(Forward Error Correction) 필드를 추가하였다. TGe에서 새롭게 정의한 프레임 포맷을 〈그림 4.3〉에 나타내었다. 〈그림 4.3〉에 보이듯이 QoS를 제공하기 위해서는 전송하는 제어 필드에 원하는 형태의 QoS 제어 값을 코딩하여 전송해야 한다. 각각의 QoS 필드에 정의된 구체적인 내용은 참고 자료 [4]에 설명되어 있다.

TGe가 제안한 QoS 향상 기법 중에는 매 데이터 전송 마다 ACK 신호를 줄 것이 아니라 데이터 패킷을 Burst 형태로 연속해서 보내고 이에 대한 Burst ACK를 받음으로써 채널의 대역폭을 절약하는 개념도 제안되어 있다. Burst ACK 방법에는 Immediate ACK 처럼 Burst Data를



〈그림 4.3〉 TGe에서 새롭게 정의한 프레임 포맷

받은 즉시 ACK 신호를 보내는 방법과 Burst Data를 수신 한 이후 일정 시간이 지난 다음 Burst ACK 신호를 보내는 Delayed ACK 방식도 제안되었다. 어느 방식이든 QoS 제어 필드에서 5번 Bit와 6번 Bit는 11로 설정되어야 Burst ACK에 의한 채널의 대역폭을 줄일 수 있는 여유가 생기게 된다.

끝으로 TGe에서는 Infrastructure Mode에서 모든 단말기가 AP를 거치지 않고 다른 STA와 직접적으로 통신을 할 수 있는 Direct Communication 방식도 지원하고 있다. 이 경우 반드시 지원해야 하는 프로토콜이 WARP (Wireless Address Resolution Protocol)이다. 왜냐하면 이러한 Direct Communication이 가능한지, 혹은 이러한 통신 방식이 바람직한 일인지 등을 파악해야 하기 때문이다. 이 개념 또한 [17]에 잘 설명되어 있다.

이상과 같이 제 4장에서는 향상된 QoS를 지원

하는 IEEE802.11e의 표준에 있어서 핵심 이슈가 되었던 새로운 개념의 구현 방법들에 대해 논의하였다. IEEE802.11 Committee에서 차세대 무선 랜 기술로 표준화 작업이 진행중인 기술은 참고자료 [18 - 22]에 정리되어 있다.

## V. 결론

홈 네트워킹 기술은 맥내의 PC와 프린터 등과 같은 PC 관련 기기는 물론 냉장고, 세탁기 등 가정내의 모든 가전 기기들을 하나의 네트워크로 연결하여, 서로의 정보를 공유하고 내부에서 제어할 수 있을 뿐만 아니라, 각각의 기기가 인터넷에 동시에 접속할 수 있으며, 이에 따라 인터넷을 통하여 외부에서도 가정 내의 기기를 제어할 수 있게 해 주는 기술이다.

그러나 현재까지 개발되고 표준화가 이루어지



고 있는 홈 네트워킹 기술들을 살펴보면 유선의 경우 높은 대역폭을 지원하지만 새로운 선을 설치해야 하는 문제가 있으며 무선인 경우 대역폭의 한계 등의 단점이 있다. 따라서 홈 네트워킹 기술이 각 가정 내에 Deploy되려면 이러한 문제점들을 어느 정도 해소할 수 있어야 한다. 이와 같은 문제의 해소 방식의 중심에 WLAN 기술이 있는 것이다. IEEE802.11 위원회가 제정하고 있는 WLAN 기술은 다양한 QoS 기술과 다른 주파수 사용자와의 간섭 문제 해소 기술 등 많은 방안을 제시하고 있기 때문이다.

본 고에서는 이와 같은 홈 네트워킹 기술 중에서 WLAN을 이용하여 홈 네트워킹의 백본을 구축하고 이를 통해 가정 내의 모든 기기들이 하나의 네트워크로 통신을 할 수 있는 방안을 마련할 수 있는 기반을 마련하기 위해 홈 네트워킹 기술로서 현재 표준화가 완료되어 있는 HomePNA 기술과 PLC 기술, 그리고 IEEE1394 기술에 대한 기본적인 동작 이론과 장점, 그리고 단점 등에 대해 논하였다.

특히 WLAN을 이용하여 홈 네트워킹 백본 네트워크로 사용할 수 있도록 WLAN이 제공하는 QoS 기술에 대해 논하였으며, IEEE1394 신호를 전송할 수 있는 기술로 발전시키기 위하여

IEEE1394 기술 및 IEEE1394.1 기술, 그리고 Wireless 1394 기술에 대해 보다 구체적으로 연구하여야 한다. 또한 무선 전송품질(QoS)을 보장하기 위한 구현 기술을 연구하여 IEEE1394 신호를 WLAN으로 전송할 수 있는 보다 나은 방안을 연구하는 일이 앞으로 수행해야 할 중요한 과제이다.

### 저자 소개



#### 전 호 인

1981. 연세대 전자공학과 (학사)  
 1984. 연세대 전자공학과 (석사)  
 1986. University of Southern California (석사)  
 1990. University of Alabama (Ph.D.)

현재 Binary CDMA Forum 표준분과위원회 위원장  
 Home Station 표준화 Forum 전문위원회 위원장  
 초고속 무선랜 포럼 표준분과 위원회 위원장  
 ISO/IEC JTC1 SC25 전문위원회 위원장  
 ISO/IEC JTC1 SC6 전문위원회 위원  
 1394 Forum 의장  
 3D TV 추진협의회 의장  
 경원대 전자공학과 교수

### ■ 참고문헌 ■

- (1) <http://www.homepna.org>.
- (2) Home Phone-line Networking Alliance 1M8 PHY Spec. (V1.1).
- (3) HomePNA Certification Document (V1.0).
- (4) Interface Specification for HomePNA 2.0 10M8 Technology.
- (5) Interface Specification for HomePNA 2.0 Link Layer Protocols.
- (6) HomePNA 2.0 System for High-Speed Networking, Broadcom.
- (7) <http://www.conexant.com/>.
- (8) IEEE Std. 1394-1995, Standard for a High Performance Serial Bus

- 
- [9] ISO/IEC 13213:1994, Control and Status Register (CSR) Architecture for Microcomputer Buses
  - [10] IEEE Project P1394a, Draft Standard for a High Performance Serial Bus (Supplement)
  - [11] IEEE1394 Project P1394b, Draft Standard for a High Performance Serial Bus (Supplement)
  - [12] IEEE P1394.1 Document, Draft 0.15, January 11, 2001.
  - [13] ISO/IEC 8802-11: 1999, Information Technology - Telecommunications and Information Exchange Between Systems - Local and Metropolitan Area Networks - Specific Requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications.
  - [14] ISO/IEC 7498-1: 1994, Information Technology - Open Systems Interconnections - Basic Reference Model: The Basic Model.
  - [15] R. Braden, D. Clark, S. Shenker, Integrated Services in the Internet Architecture: An Overview, RFC1633, June 1994.
  - [16] Y. Bernet, J. Binder, S. Blake, M. Carson, et. al., A Framework for Differentiated Services, Internet Draft, October 1998.
  - [17] IEEE Standard 802.11e/D2.1: Draft Supplement to STANDARD FOR Telecommunications and Information Exchange Between Systems -LAN/MAN Specific Requirements - Part 11: Wireless Medium Access Control (MAC) and physical layer (PHY) specifications: Medium Access Control (MAC) Enhancements for Quality of Service (QoS)
  - [18] IEEE Standard 802.11e/D3.0: Draft Supplement to STANDARD FOR Telecommunications and Information Exchange Between Systems -LAN/MAN Specific Requirements - Part 11: Wireless Medium Access Control (MAC) and physical layer (PHY) specifications: Medium Access Control (MAC) Enhancements for Quality of Service (QoS)
  - [19] IEEE Standard 802.11f/D3.0: Draft Recommended Practices for Multi-Vendor Access Point Interoperability via an Inter-Access Point Protocol Across Distribution System Supporting IEEE802.11 Operation.
  - [20] IEEE Std 802.11g/D2.5, DRAFT Supplement to STANDARD [for] Information Technology - Telecommunications and information exchange between systems - Local and metropolitan area networks - Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Further Higher-Speed Physical Layer Extension in the 2.4 GHz Band.
  - [21] IEEE Std 802.11h/D2.0, Draft Supplement to STANDARD FOR Telecommunications and Information Exchange Between Systems - LAN/MAN Specific Requirements - Part 11: Wireless Medium Access Control (MAC) and physical layer (PHY) specifications: Spectrum and Transmit Power Management extensions in the 5GHz band in Europe
  - [22] IEEE Std 802.11i/D2.0, Draft Supplement to STANDARD FOR Telecommunications and Information Exchange Between Systems - LAN/MAN Specific Requirements - Part 11: Wireless Medium Access Control (MAC) and physical layer (PHY) specifications: Specification for Enhanced Security