

소 특 집

실시간 영상 처리/전송 및 홈 네트워킹을 위한 IEEE1394/Wireless 1394 기술

전 호 인

경원대학교 전기·정보·전자공학부

요 약

침체된 가전 산업과 IT 산업을 일으켜 세울 가장 유력한 기술이 홈 네트워킹 기술임에는 많은 공감대를 형성하고 있는 것으로 보인다. 정보통신부가 홈 네트워킹 기술을 이용하여, 기존의 가전 시장이 겪고 있는 심각한 침체 현상을 해소하고 전 국민들의 정보화 마인드 확산을 위해 지난 2000년 3월, 인터넷 정보가전 산업 협의회를 구성하였으며, 5년 동안 약 1조 천억원의 연구비를 투입하여 홈 네트워크 및 사이버 아파트 구축을 위한 기술 개발 및 표준을 제정하고 있는 것이 이를 입증하고 있는 것이다.

이와 같은 홈 네트워킹 기술 중에서 IEEE 1394 기술은 오디오 비디오 기기의 디지털화가 이루어지고 멀티미디어 환경이 부상함에 따라 이 들간의 공통된 새로운 인터페이스 방식의 필요에 의해 발생한 버스 방식으로 USB가 제공하지 못하는 고속의 실시간 데이터 전송을 가능하게 해 주는 차세대 핵심 기술이다. 기가비트급의 높은 데이터 전송율을 자랑하는 IEEE1394 기술은 따라서 멀티미디어 PC와 오디오/비디오 등 높은 대역폭을 요구하는 가전기기를 하나로 묶어줄 수 있는 유일한 기술이며, 그 위에 TCP/IP 프로토콜을 얹어서 인터넷과도 직접 연결될 수 있다.

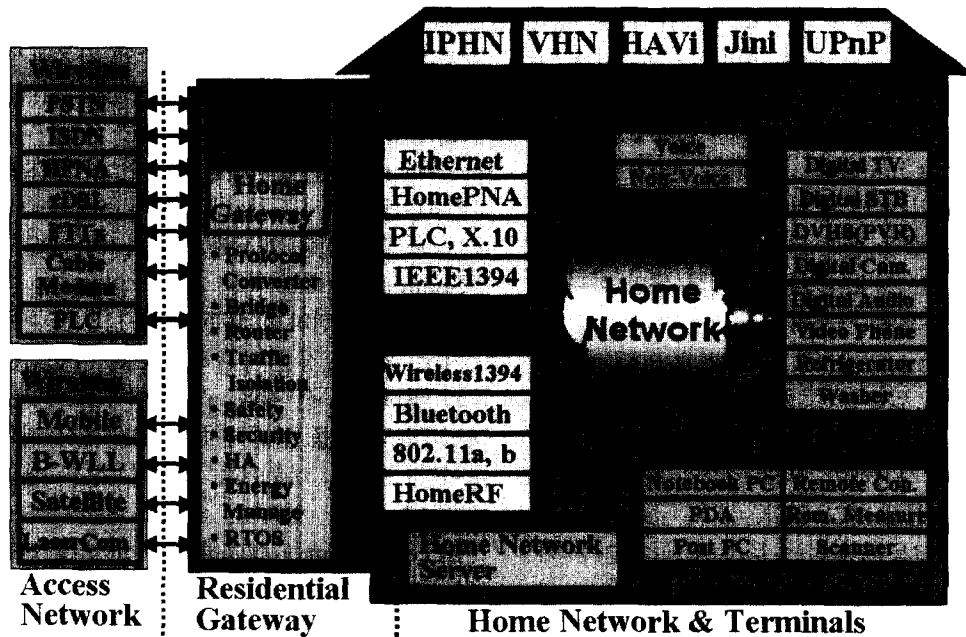
본 고에서는 홈 네트워킹의 기본 개념을 살펴 보고, 홈 네트워킹의 중심으로 판단되는 Digital TV와 주변 가전 기기 사이에서 MPEG2-TS 신호의 실시간 전송을 가능하게 하는 디지털 인터페이스 기술인 IEEE1394와 그 관련 기술의

동향에 대해 소개하였다. IEEE802.11a 기술을 이용한 무선 1394 기술은 맥내 전반에 산재해 있는 이러한 가전 기기를 연결시켜줄 수 있는 Home Network Backbone이 될 것으로 전망된다.

I. 서 론

전 세계적으로 기술 개발이 활발히 이루어지고 있는 홈 네트워킹 기술을 고려하여 가정 내의 여러 가전 기기들을 연결하며, 외부에서 인터넷을 통하여 제어도 하고 인터넷에도 접속이 가능한 새로운 개념의 정보통신 아파트의 구조를 나타낸 것이 <그림 1>이다. <그림 1>에 보인 바와 같이 정보통신 아파트는 외부의 인터넷 세계를 집안으로 연결시켜주는 가입자망(Access Network)과 홈 네트워킹 기술을 이용하여 연결된 DTV, DSTB, PDA, PostPC 등과 같은 가정용 기기들, 그리고 이들을 연결시켜주는 게이트웨이(Residential Gateway)로 구성된다.

<그림 1>의 맥내 가전 기기의 상호 연결을 가능하게 하는 홈 네트워크 구현 방법은 크게 유선과 무선으로 분류된다. 유선 홈 네트워킹 기술 중 가장 오랜 세월 동안 가장 많은 검증과 거친 매우 안정된 솔루션을 제공해 주는 기술은 Ethernet을 이용한 홈 네트워킹 기술이다. 현재 정보통신부가 고시하여 전국적으로 시행되고 있는 엠블럼 제도는 이 Ethernet 기술을 활용하여 사이버 아파트를 건립하고 신축 아파트에 초고속 정보통신 서비스를 제공하는 데에 그 목적이 있



〈그림 1〉 홈 네트워킹 기술을 채택한 정보 통신 아파트의 구성도

다. Ethernet 허브를 사용하여 유선으로 스타 토폴로지를 제공해야 하므로 기축 아파트에 적용하려면 전화선보다 굵은 UTP 케이블이 각 방을 통해 지나가야 하므로 벽을 뚫지 않으면 서비스가 곤란하다. 따라서 사무실이나 SOHO에서 사용하는 LAN용이 아닌 택내 기기의 홈 네트워킹 솔루션으로 사용하기에는 해결해야 할 부분이 아직 남아 있는 기술이지만 신축 아파트에는 매우 좋은 반향을 일으키고 있다.

유선을 이용한 홈 네트워킹 기술이지만 기존에 이미 설치되어 있는 전화선을 사용하기 때문에 새로운 선로를 가설할 필요가 없어 가장 저렴한 가격으로 구현할 수 있어서 커다란 주목을 받고 있는 홈 네트워크 구현 기술은 HomePNA (Home Phoneline Networking Alliances) 기술이다. HomePNA 표준은 현재 버전 1.0이 1 Mbps를 지원하고 있으며, 10Mbps를 지원하는 버전 2.0이 미국의 Broadcom사에 의해 칩이 공급되고 있다. HomePNA 표준은 두 개의 버전 모두 산업체가 이미 개발한 상품을 표준으로 채택하였으므로 사실상 표준 (De Facto Standard)의 특혜를 누리고 있는 매우 좋은 홈 네트워킹 솔루션이다. 그러나 10Mbps의 전송속도로는 두 개 이상의 비디오 신호를 전송할 수 있는 대역폭은 아니므로 주로 비동기 전송만을 요구하는 데이터 통신에만 활용할 수 있는 솔루션으로 활용되고 있는 실정이다. 또한 이 기술을 한국의 기축 아파트나 가정에 적용하려면 설치의 문제는 여전히 남아 있는 셈이다. 즉, 한국의 대부분의 아파트와 가정은 각 방마다 전화선 플러그가 설치되어 있지 않으며, 방이 네 개가 되는 40평형 아파트도 거실과 안방에만 있으므로 모든 방을 전화선으로 연결하려면 새로운 선을 설치해야 하는 문제는 여전히 남게 되는 단점이 있다.

〈그림 1〉에 나타난 유선 홈 네트워킹 기술 중 전력선 통신이 갖는 가장 큰 강점은 새로 건설되는 아파트는 물론 기존의 아파트에도 전력을 공급해주는 전력선이 이미 매설되어 있어서, 별도의 통신 선로 없이 무선과 같은 개념으로 이미 설치된 많은 콘센트를 이용하여 가정 내의 기기들을 간편하게 연결시켜줄 수 있다는 것이다. 그러나 전력선을 이용하여 네트워킹을 구성하면,

〈그림 1〉에 나타난 유선 홈 네트워킹 기술 중 전력선 통신이 갖는 가장 큰 강점은 새로 건설되는 아파트는 물론 기존의 아파트에도 전력을 공급해주는 전력선이 이미 매설되어 있어서, 별도의 통신 선로 없이 무선과 같은 개념으로 이미 설치된 많은 콘센트를 이용하여 가정 내의 기기들을 간편하게 연결시켜줄 수 있다는 것이다. 그러나 전력선을 이용하여 네트워킹을 구성하면,

가전 기기가 플러그에 연결될 때마다 전체 네트워크의 임피던스에 변화가 생기게 되고, 이에 따라 최적의 통신 조건이 달라지게 되므로 안정적인 고속의 데이터 전송에는 어려움이 있다. 이러한 Fading Channel의 문제를 해결하기 위해 다양한 형태의 에러 정정 부호를 사용하므로 전송 속도가 제한을 받게 된다. 또한 변압기를 거칠 때마다 전력의 신호 레벨이 감소할 뿐만 아니라, 스위칭 모드 파워 서플라이나 전등의 밝기를 제어하는 Dimmer와 같은 전기기기에 의해 신호가 잡음으로부터 많은 영향을 받게 되는 단점이 있어 이를 해결하기 위해 특수한 변조 기술과 신호 처리 기법을 사용해야 하므로 칩의 가격이 높아지는 문제점 등을 안고 있다.

홈 네트워킹을 구현하는 무선 통신 기술 중 가장 커다란 각광을 받고 있는 기술은 Ericsson과 Nokia 등 유럽의 대형 이동통신 회사들을 포함하여 전 세계 1,790여개의 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 발표되었으며, 2.4GHz의 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 들어 오면 Frequency Hopping 방식에 의해 데이터를 송수신한다. 무선으로 모든 정보를 교환하므로 가장 편리한 홈 네트워킹 방법이지만 다른 기기 간의 간섭 문제를 해소하기 위해 대역 확산 방식을 사용함으로써 높은 대역폭을 갖는 통신은 기대할 수 없는 실정이다. Bluetooth 2.0은 10Mbps의 전송 속도를 지원하기 위해 준비중인 표준안이다. Bluetooth 기술은 \$5.00대의 저렴한 가격으로 칩을 생산하기 위해 매우 간단한 기술을 채택하였지만, 아직 칩의 가격이 2001년 6월 현재 \$11.00를 상회하는 등 핸드프리 서비스를 가능

하게 해 주는 헤드셋 프로파일이나 대형 스크린을 이용한 무선 인터넷 서비스를 가능하게 해 주는 Dial-Up Networking Profile 서비스의 도입에 아직 활용되지 못하고 있는 실정이다.

Wireless LAN 구현 기술인 IEEE802.11은 2.4GHz대와 5GHz대의 무선 주파수를 사용하여 다양한 전송 속도를 지원하지만 DS(Direct Sequence) 대역 확산 기법을 이용하여 최대 11Mbps를 지원하는 IEEE802.11b 표준이 현재 가장 많은 시장을 구축하고 있다. PCMCIA 카드 형태로 무선 랜을 구축하여 노트북 컴퓨터에 장착하면 선을 연결하지 않고도 즉시 컴퓨터 사이의 연결이 이루어져 기존의 유선 랜을 급속히 대체하고 있으며, 외부의 인터넷과 연결된 Access Point를 설치하면 무선 랜에 연결된 모든 기기들이 동시에 인터넷에 접속되므로, 인터넷 접속 데모 등과 같은 실시간 교육이나, 발표 도중 자료를 직접 다운받을 필요가 있는 대형의 학술발표회나 워크샵, 혹은 표준화회의 등에 폭발적으로 활용되고 있는 기술이다. 이러한 시장을 위해 현재 Lucent Technologies나 삼성전기와 같은 IT관련 회사에서는 이미 IEEE 802.11b 기술을 이용하여 무선 랜 솔루션을 공급하고 있지만 Bluetooth가 사용하고 있는 2.4GHz대의 반송파를 사용하므로 전자파의 간섭 현상으로 인하여 사용에 곤란을 겪을 가능성이 매우 높다. 이와 같은 간섭 문제도 해결하면서 보다 높은 대역폭을 얻기 위해 무선 랜 기술은 5GHz대의 반송파를 이용하여 최대 54Mbps의 광대역 데이터를 전송할 수 있는 IEEE802.11a로 방향을 바꾸어야 할 것으로 보인다.

이상에서 우리는 IEEE1394 기술을 제외한 각각의 홈 네트워킹 기술이 가지고 있는 간단한 특징들과 장·단점들을 살펴보았다. 본 고에서는 홈 네트워킹을 위한 IEEE1394 기술의 개요에 대해 알아보고 IEEE1394 기술의 표준인 IEEE 1394-1995, IEEE1394-2000에 대해 소개하였다. 또한 이 두 가지 표준의 단점인 거리의 제약을 극복하여 홈 네트워킹의 백본으로 사용할 수 있는 IEEE1394b 표준과 IEEE1394.1, 그리고

Wireless 1394 기술에 대해 설명하였다. 끝으로 IEEE1394 기술을 구현함에 있어서 반드시 필요로 하는 상위 프로토콜에 대해 간략하게 소개하고 결론을 맺었다.

II. 홈 네트워킹을 위한 IEEE1394 기술

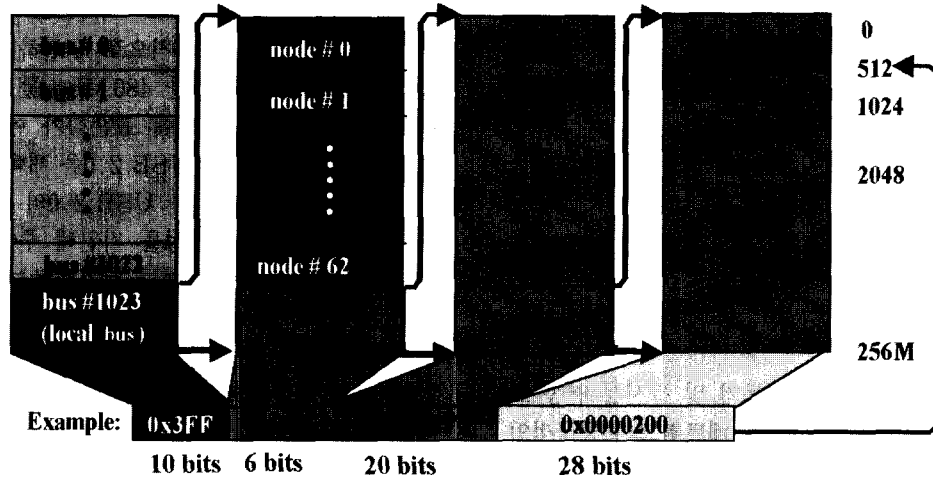
고속의 전송 속도와 비동기 및 동시성 전송 모드를 모두 지원해주므로 홈 네트워크의 궁극적인 솔루션으로 인정받고 있는 IEEE1394 기술은 1995년에 IEEE 표준화기구에 의해 처음으로 확정되었으며, 이의 보완 표준인 IEEE1394-2000를 통해 400Mbps의 전송 속도를 안정적으로 지원하는 고성능 직렬 버스 통신 기술이다. 12Mbps의 전송속도를 지원하는 USB에 비하면 36배가 빠르며, Peer-to-Peer 동작 모드를 지원하므로 실시간 멀티미디어 데이터 전송에는 최적의 홈 네트워크 솔루션으로 알려져 있다. 그러나 노드 간 전송 길이가 4.5m로 제한되어 있어서 댁내 산재해 있는 모든 가전 기기들을 연결하는 데에는 한계가 있으며, 기기들을 연결할 때 루프가 형성되는 것을 허용하지 않는다. 이러한 문제를 해소하기 위해 3.2Gbps의 전송 속도와 100m의 거리를 지원하는 IEEE1394b 표준이 2000년 말 확정되었으며, 무선 1394 기술을 가능하게 해 주는 IEEE1394.1 표준도 2001년 1월 확정되어 현재 표결 절차만 남아있는 셈이다. IEEE1394b 표준은 유선 솔루션으로, 그리고 Wireless 1394 기술은 무선 솔루션으로 홈 네트워킹의 백본 역할을 할 것으로 기대되고 있다. 현재 IEEE1394를 채용한 제품으로는 SONY를 비롯한 몇몇 가전업체에서 출시한 DVC와 Adaptec, Uni-Brain 등에서 출시한 PC용 1394 Card, 그리고 Panasonic의 D-VHS 등을 들 수 있으며, 차츰 그 적용 범위를 넓혀가고 있다.

현재의 USB(Universal Serial Bus) 1.0은 12 Mbps 밖에 지원하지 못하며, 반드시 Host

Controller가 필요하므로 지속적으로 동작하는 PC의 주변기기를 싼 가격으로 구현하기에 적합한 인터페이스이다. 또한 480Mbps를 지원하는 USB 2.0은 2000년 말에 표준화가 마무리되어 2001년 CES Show에 USB 2.0을 채택한 HDD가 전시되었다. 그러나 USB 2.0의 문제점은 USB 1.0과 하방 호환성을 지원해 주어야 하므로 고속의 속도를 지원하는 전자회로는 물론 저속의 전송 속도도 함께 고려하여 설계되었다는 것이다. 따라서 칩 내부의 Complexity가 IEEE 1394 보다 훨씬 복잡하며, Debugging에 필요한 시간은 IEEE1394 칩이 필요했던 시간보다 더 많이 걸릴 것으로 보고 있을 뿐만 아니라 칩의 가격 또한 IEEE1394 칩보다 더 비쌀 것으로 예상된다. 더구나 USB 2.0은 USB 1.0과 마찬가지로 그 구조가 IEEE1394가 지원하는 Peer-to-Peer Operation을 지원하지 않으며, 반드시 PC와 같은 Host Controller를 필요로 하는 구조를 벗어나지 못하고 있다. 홈 네트워킹 환경은 어느 기기든 이 네트워크에서 이탈될 가능성이 있는 매우 분산적이면서도 독특한 환경이므로 Host Controller가 필요로 하는 USB 2.0과 같은 구조의 홈 네트워킹 기술은 현재의 표준으로 채택하기에는 어려움이 있다. IEEE1394에 관련된 기술에 대해 정리하면 다음과 같다.

III. IEEE1394-1995

IEEE1394는 Tree 구조나 Daisy Chain 구조를 가질 수 있으며 Loop 구조는 가질 수 없고, PHY 칩(Physical Layer)과 LINK 칩(Link Layer) 두 개를 이용하여 구현한다. Isochronous 전송 방식을 채택하여 멀티미디어 데이터와 같은 실시간 전송을 필요로 하는 응용 분야에 대역과 전송을 보장해 줄 뿐만 아니라 Asynchronous 전송 방법도 보유하여, 데이터의 성격에 맞게 전송 모드를 선택할 수 있다. Asynchronous 전송은 주로 Command의 전송에 사



〈그림 2〉 IEEE1394가 채택한 64Bit의 Addressing Mode(IEEE1212)

용된다.

IEEE1394 표준은 〈그림 2〉에 보인 바와 같이 IEEE1212의 CSR(Control Status Register) 구조가 채택한 64 bit의 Addressing 모드를 사용하고 있으며, 이 중 처음의 10비트를 이용하여 버스를 구분하므로 1023개의 버스를 가질 수 있다. 그리고 다음의 6비트를 사용하여 자체의 노드를 구분하므로, 하나의 버스 당 63개까지의 노드 연결이 가능하며, 하나의 노드가 가질 수 있는 메모리 용량은 최대 256 TByte(Tera Byte)가 된다. IEEE1394는 SCSI 처럼 터미네이터가 필요없으므로 구성이 용이하고, Bus Reset 기능과 Tree Identification 기능, 그리고 Self Identification 기능을 추가하여 자동으로 어드레스를 할당하므로, 새로운 기기가 연결되거나 연결중인 기기가 네트워크로부터 이탈되는 즉시 Plug-and-Play 및 Hot Plug 기능을 제공해 준다. Video, SCSI, Floppy, MODEM, Serial Com. Port, Sound Card, Scanner, Camcorder, Printer, 등등 수 많은 Peripheral 들이 모두 다른 구조의 다른 규격으로 하나의 PC에서 지원하여야 하므로 케이블과 소프트웨어, 커넥터 등이 많이 필요한 단점이 있으나, IEEE1394의 Daisy Chain 혹은 Tree 구조를 이용함으로써 이러한 복잡한 커넥터 연결 부분을 해소해 줄 수

있다. 또한 연결 기기 간의 실시간 전송이 안되거나 성능의 차등화 부여 기능이 없어서 시스템 구조를 변화시키기 어려운 응용 분야의 단점을 해소할 수 있다. IEEE1394는 RS232-C나 USB와는 응용 분야가 완전히 다른 고속의 데이터용이므로 이들을 대체하기보다는 상호 보완적인 위치에서 시장을 점유할 것으로 예상된다.

IV. IEEE1394-2000

IEEE1394 표준은 1995년에 최종적으로 확정되었지만 확정된 순간 성능의 향상을 위한 작업이 바로 진행되었다. 이 프로젝트가 P1394a이다. 앞자리에 붙은 P는 이와 같이 새로운 Project를 의미한다. IEEE의 표준위원회에 의해 하나의 새로운 프로젝트가 시작이 되면 그 결과는 반드시 5년 이내에 완료되어야 하므로 IEEE1394-1995 표준의 성능 향상 작업은 5년이 지난 2000년 말에 완료되었으며, 이를 IEEE1394-2000으로 명명하였다. 기존의 IEEE1394 규격을 모두 지원하면서 단점을 보완하고 성능을 향상시킨 IEEE 1394-2000의 대표적인 특징이 Switch의 On/Off 시 발생하는 Bouncing 문제를 Filter로 해

결한 것이다. 그리고 버스 중재 과정에 불필요하게 사용되는 시리얼 버스의 대역폭을 유용한 데이터 전송에 사용할 수 있도록 하였으며, PHY 칩의 "Pinging"(신호를 보내고 다시 받는 시간을 측정하는 과정)을 이용하여 시리얼 버스의 토폴로지에 맞게 gap_count를 조정함으로써 성능의 최적화를 구현하였고, Request에 대한 Response는 Priority Arbitration이 가능하도록 구현하였다. 또한 Active를 제외한 모든 상태에서 많은 PHY 컴포넌트들이 전력이 공급되지 않은 채 네트워크에 존재할 수 있으므로, Power Down 상태를 확인하여 Port를 Disable시키거나 Suspend, 혹은 Resume 시키는 기능을 추가하였다. 현재 IEEE1394 기술이 채택되어 시중에 판매되는 SONY사의 Digital Camera나 Notebook Computer, 그리고 HDD 등 대부분의 기기는 IEEE1394-2000을 지원하는 제품들이다.

V. IEEE1394b

IEEE1394-2000이 지원하는 400 Mbps의 데이터 전송율은 데이터의 압축기능을 추가하지 않으면 화상회의의 목적으로의 사용이 불가능하며, 4.5m의 노드간 거리 제약은 홈 네트워킹의 백본 솔루션으로는 사용할 수 없다. 따라서 기가비트급의 전송이 가능한 광케이블과 커넥터를 사용하여 최대 3.2Gbps의 전송률을 지원하고 거리도 사용하는 매질에 따라 100m에서 800m까지 데이터 전송이 가능하도록 제정된 표준이 IEEE 1394b이다. IEEE1394b는 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 IBM의 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. IEEE1394b가 갖는 가장 큰 강점은 네트워크 토폴로지 형성 시 만들어질 수 있는 루프를 찾아내어 이 문제를 스스로 해소해 줄 수 있는 새로운 방법이 제안되었다는 것이다. IEEE1394b 기술 또한 1995년 시작 당시 P1394b로 명명되어 그 표준에 대한 연구가 시작되었으며 5년이 지난 2000년 말에 최종 확정된 IEEE1394b 표준은 Long Haul 통신을 지원하는 미래의 홈 네트워킹을 위한 백본 솔루션으로도 기대가 크며, 표준 확정과 함께 상용화된 상품이 나올 것으로 기대된다. 홈 네트워킹의 표준을 정하는 CEA/EIA 산하 단체인 R7.4에서는 IEEE1394b 표준을 백본으로 이용하여 홈 네트워킹을 구현하고 그 위에 가전 기기간의 제어 모델을 구현한 VHN(Versatile Home Network) 표준이 EIA851 표준으로 2000년 완료되었으며, 현재는 UPnP 기기를 수용할 수 있는 표준을 위해 개선작업 중에 있다.

VI. IEEE1394.1

IEEE1394 기술은 IEEE1212 구조를 사용하였으므로 63개 이상의 노드는 하나의 버스로 연결된 네트워크에 참여할 수 없다. 63개 이상의 노드를 IEEE1394 기술을 이용하여 네트워킹으로 연결시키려고 할 경우 다른 버스를 사용하여야 하며, 하나의 클러스터와 다른 클러스터의 거리가 4.5m를 넘을 경우에도 서로 다른 버스를 사용하고 이 둘 버스를 IEEE1394b 혹은 무선 통신 기술을 이용하여 연결시켜주어야 하는데, 이렇게 다른 버스 사이의 연결은 기존의 IEEE 1394 노드가 지켜야 할 많은 조건이 지켜지지 않게 된다. IEEE1394.1은 이와 같은 문제의 해결을 위해 Bus Bridge에 대한 기능과 구현 방법에 대해 정의한 표준이다. IEEE1394.1 표준은

2001년 1월 1394TA 하와이 회의 직후 최종적으로 완성되었으며, Wireless 1394 기술을 구현하기 위한 기반 기술과 그에 따른 표준이 완성되었으므로 같은 회의에 1394TA 산하에 WWG (Wireless Working Group)이 결성되어 PAL (Protocol Adaptation Layer)에 대한 구현 방안이 논의중이다.

IEEE1394.1의 표준은 2001년 초에 확정되어 그 동작 모델을 검증하기 위한 노력이 여러 곳에서 이루어지고 있다. IEEE1394.1 기술을 무선 1394 기술에 가장 먼저 접목한 회사는 Philips이다. Philips에서는 BRAN의 HiperLAN Type 2를 이용하여 IEEE1394.1 표준을 구현하였으며, Intel에서는 IEEE802.11b를 Air Interface로 사용하여 이 표준을 검증하였다. 1394TA의 WWG은 유럽과는 달리 IEEE802.11a 기술을 이용하여 Wireless 1394 기술을 구현하기로 결정하여 현재는 PAL은 물론 WCAS(Wireless Common Architecture Specification)를 준비하고 있다. 보다 자세한 IEEE1394.1의 특징은 다음 장에서 설명할 Wireless 1394 기술 부문에서 설명하겠다.

VII. 무선 1394 기술

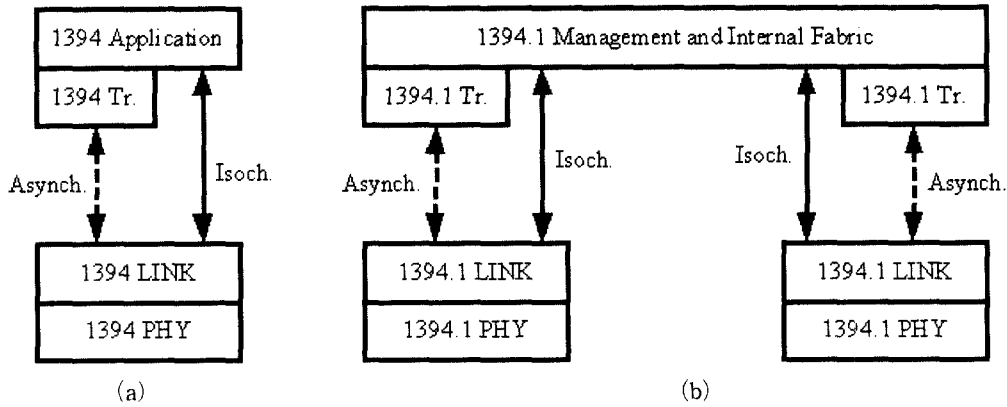
무선 1394는 크게 일본과 유럽이 다르게 표준이 제안되어 있다. 일본은 MMAC(Multimedia Mobile Access Communication)을 지지하며 1999년 9월 14일 제안되어 IEEE1394.1을 사용하는 것으로 1999년 10월 8일 확정되었다. 한편 유럽은 BRAN(Broadband Radio Access Networks)을 제안하였으며 IEEE1394 외에 ATM과 IP 등을 지원하는 것을 기반으로 1999년 9월 1일 제안되어 1999년 10월 6일 확정되었다.

MMAC에서 사용하는 주파수는 5GHz와 60GHz 두 개이며 5GHz를 사용할 경우 데이터 전송률은 표준의 IEEE1394보다 낮은 54Mbps가

한계이지만 DVC(Digital Video Camera)와 DTV에는 충분하다. OFDM 변조 기법을 사용하며 벽을 넘어서 데이터를 전송할 수 있고, 1394.1의 브리지 기능을 통해 클러스터링된다. 하나의 채널당 20MHz 이하의 대역폭을 할당하며, 에러 정정 부호로는 RS(Reed Solomon) Code나 Turbo Code를 사용하는 것으로 예정되어 있다. 출력 전력은 200mW를 사용한다. 한편, 60GHz를 사용할 경우에는 100Mbps보다 높은 데이터 전송율을 지원하여 IEEE1394 표준을 따른다.

BRAN에서도 사용하는 주파수와 변조방식은 MMAC과 같으며 기본적인 Air Interface는 HiperLAN/2를 사용한다. 각각의 버스는 1394.1을 이용한 브리지 기능을 통해 클러스터링된다. BRAN의 1단계 무선 1394에서는 Leaf Bridge를 사용하여 적어도 한 개의 포트가 Leaf Bus에 연결되도록 구성되어 있다. 이 경우 2단계 브리지가 없을 때에는 BusID 할당이 자동으로 이루어지고 라우팅 테이블이 없이 단순하게 라우팅이 이루어진다. 2단계에서는 서브넷 브리지를 사용하며 최대 16개의 서브넷과 연결된다. SubnetID에 의해 라우팅 테이블이 결정되며 16개의 서브넷만을 지원한다.

무선 IEEE1394의 구조를 이해하려면 IEEE 1394의 동작 내용과 IEEE1394.1 구조 및 그 차이점을 이해해야 한다. <그림 3a>는 IEEE1394 디지털 인터페이스를 갖는 하나의 기기에 올라가는 프로토콜 스택을 보여 주는 것이다. <그림 3a>에 보인 바와 같이 Link Layer를 거친 비동기 패킷은 IEEE1394의 Transaction Layer를 통하여 응용층에 전달되지만 등시성 패킷은 직접 Transaction Layer를 거치지 않고 직접 응용층에 전달된다. 한편, <그림 3b>는 IEEE1394.1 브릿지에 올라가는 프로토콜 스택을 보여 준다. <그림 3a>와 마찬가지로 비동기 패킷은 IEEE 1394.1 브릿지의 Link Layer와 1394.1 관리 및 내부 구조층 사이에 1394.1 Transaction Layer를 거치지만 등시성 패킷은 직접 전달된다. <그림 3>을 이용하여 IEEE1394와 IEEE



〈그림 3〉 IEEE1394와 IEEE1394.1 기기에 올라가는 프로토콜 스택

1394.1의 차이를 설명하면 다음과 같다.

먼저 응용층에서 보면 IEEE1394는 그 응용층이 직접 하위층과 연결되지만 IEEE1394.1의 경우 알파 포털과 프라임 포털을 선택해야 하며, 등시성 연결을 설정해야 하고, 두 개의 포털 사이에서의 클럭 동기화를 맞추어야 하며, 포털의 내부 구조를 통해 양 방향으로 패킷을 전송할 수 있어야 한다.

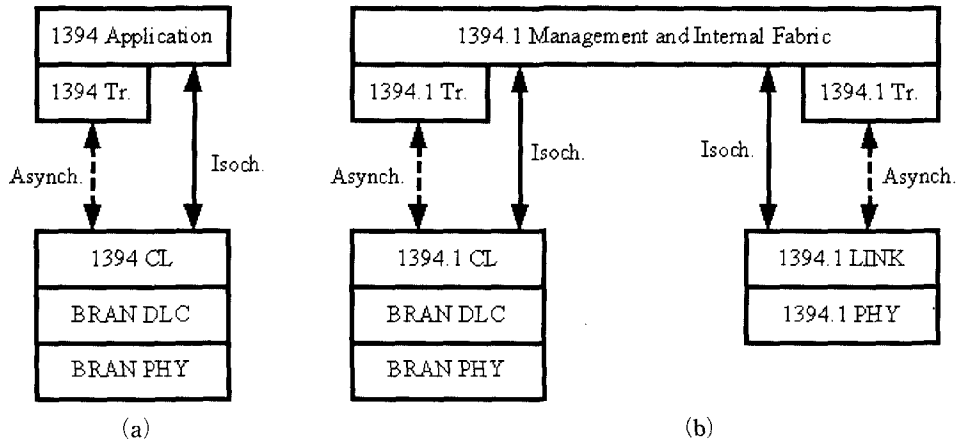
Transaction Layer의 경우 IEEE1394는 하나의 지역 버스만을 고려하면 되므로 Local Split Transaction Timeout만 고려하면 되지만 IEEE1394.1의 경우 이 Timeout보다 긴 원격의 노드에서 발생하는 Remote Split Transaction Timeout을 추가로 고려해야 하며, 어떤 조건에 응답하기 위해 필요한 응답 에러 타입과 응답 패킷 등이 추가로 만들어져야 하고, 가상 노드 ID와 물리적 ID 사이의 변환이 필요하다.

Link Layer에서는 IEEE1394의 경우 자기에 게 주소가 지정되었거나 방송용 패킷일 때에만 비동기 패킷을 수신하고, CTR(Cycle Time Register)의 값은 자기가 속해있는 지역의 사이클 마스터에 의해 갱신이 되지만, IEEE1394.1의 경우 비 동기 패킷은 목적지 버스 ID를 기반으로 추가로 수신하므로 요구·응답 패킷을 위한 라우팅 테이블이 필요하며, 자기 자신의 CTR 값과 다른 포털에 있는 CTR 값을 비교하여 자기가 속해있는 버스의 사이클 마스터에 알려줄 수

있다.

끝으로 물리층에서는 IEEE1394의 경우 브릿지 포털을 지정할 방법이 없지만 IEEE1394.1의 경우 브릿지 포털을 지정하기 위해 SelfID 패킷의 한 부분으로 브릿지 비트를 사용할 수 있다.

이상에서 지적한 IEEE1394.1의 특징을 이용하여 IEEE1394 버스 상의 브릿지를 구현하려면 1394 Transaction Layer와 Link Layer 사이에 응용층에서 바라볼 때 물리층이 투명하게 보이게 할 수 있는 Glue Logic이 필요하며 이 계층을 BRAN에서는 “1394 CL(Convergence Layer)”이라고 부르고, 1394TA WWG에서는 PAL(Protocol adaptation Layer)라고 부른다. 〈그림 4〉는 BRAN1394와 BRAN1394.1 구조를 위하여 BRAN에서 제안하는 프로토콜 스택이다. 〈그림 4a〉는 브릿지에 연결되어 있지 않은 기기이거나 무선 1394의 리프(Leaf) 기기 일 경우를 나타내며, 〈그림 4b〉는 IEEE1394 네트워크를 BRAN 네트워크에 연결시켜주는 무선 브릿지 기기에 대한 프로토콜 스택을 나타낸다. 이 두 종류의 기기는 같은 BRAN 네트워크에 공존하면서 이 네트워크의 유연성을 최대화시켜준다. 〈그림 3〉과 비교해보면 IEEE1394/1394.1의 Transaction Layer와 그 위의 계층은 두 가지의 경우 모두 같은 것을 알 수 있다. 즉 BRAN 1394의 Convergence Layer의 목적은 IEEE1394/1394.1의 Link Layer와 그



〈그림 4〉 BRAN1394와 BRAN1394.1의 구조

위의 계층으로부터 밑에 있는 BRAN DLC/PHY Layer를 숨기기 위한 것이다. 이 모델을 이용하면 IEEE1394/1394.1의 Transaction Layer와 그 위 계층은 BRAN DLC와 PHY 층은 보이지 못하고 IEEE1394/1394.1 Link Layer와 PHY Layer만을 보게 되는 것이다. 이러한 계층적인 구조가 적절하게 구현되면 BRAN 1394 CL은 높은 층의 IEEE1394/1394.1 문제는 고려하지 않아도 되고 IEEE1394.1의 문제들만 고려하면 된다.

BRAN Wireless IEEE1394를 구현하기 위해서는 리프 브릿지에 대한 노드 ID를 정의해야 한다. 그리고 CTR(Clock Time Register)을 정의하여 전체 리프 버스에 클럭의 동기 문제를 해결해야 하며, 1394 PHY ID와 BRAN MAC ID 사이의 변환 문제와 버스 리셋 통보 및 SelfID 패킷 생성 문제, 그리고 라우팅 테이블과 버스 ID-MAC ID 사이의 변환 테이블 등에 관한 구체적인 방안을 찾아내어야 한다.

VIII. IEEE1394 기술을 이용하여 AV 기기를 구현하기 위한 상위 프로토콜

IEEE1394를 구현하고자 할 때 함께 구현해야

할 상위 프로토콜로서는 IEC61883, AVC CTS, EIA775, IP over 1394 등을 들 수 있으며, 특히 IEC61883 및 AVC CTS 규격은 IEEE1394를 인터페이스로 채용한 거의 대부분의 디지털 가전기기에서 필수적으로 채용되는 규격으로 그 중요도가 매우 높다 할 수 있다. EIA775규격은 EIA/CEMA R4.8 Working Group에서 Digital TV의 Interface로서 IEEE1394를 채용함에 따라 만들어낸 규격으로서 Digital TV 및 Set Top Box 등을 구현하고자 하는 경우 눈여겨 보아야 하는 규격이다. 참고로 EIA775규격은 IEEE1394, IEC61883, AVC CTS를 기본적으로 채용하고 있다. IP over 1394규격은 IETF의 IP1394 WG에서 제정중인 규격으로서 IEEE1394를 Network Interface로 사용하고 자 할 때, IP 및 ARP 패킷을 어떻게 IEEE1394 Packet에 실어 보내는지에 대해 규정하는 규격이다.

IX. 결 론

인터넷 정보 가전 기술을 기본으로 하는 홈 네트워크의 시장은 앞으로 무궁무진할 것으로 예상된다. 기존의 모든 가전 제품이 정보화가 되고 모

든 가전 기기들이 하나의 네트워크로 연결이 되면 인터넷 공유는 물론, 인터넷을 통한 Home Automation과 원격 감침 등 우리가 상상해 오던 대부분의 모든 일들이 현실로 나타날 것이며, 이를 만족시키기 위한 시장의 규모는 짐작하기 어렵지 않다. 그러나 이와 같은 일을 가능하게 해주는 홈 네트워킹 기술은 매우 다양한 형태로 각각의 장점을 최대한으로 활용하면서 미래의 시장을 겨냥하고 있으므로 하나의 기술로 통합되기를 기대하기는 어려운 일이다.

IEEE1394 기술은 오디오 비디오 기기의 디지털화가 이루어지고 멀티미디어 환경이 부상함에 따라 이들간의 공통된 새로운 인터페이스 방식의 필요에 의해 발생한 직렬 버스 방식을 이용한 디지털 인터페이스 방식으로, USB가 제공하지 못하는 고속의 실시간 데이터 전송을 가능하게 해주는 차세대 핵심 기술이다. 기가비트급의 높은 데이터 전송율을 자랑하는 IEEE1394 기술은 따라서 멀티미디어 PC와 오디오/비디오 등 높은 대역폭을 요구하는 가전기기를 하나로 묶어줄 수 있는 유일한 기술이며, 그 위에 TCP/IP 프로토콜을 얹어서 인터넷과도 직접 연결될 수 있다. 따라서 IEEE1394 기술은 IEEE1394b 기술과 무선 1394 기술을 접목하면 Home Network의 Backbone 역할을 담당할 수 있으므로, IEEE 1394 기술이 갖고 있는 미래의 시장 규모는 가히 폭발적이라 할 수 있다.

한편, 세계적인 홈 네트워크 표준화 기구인 EIA와 CEA, 그리고 VESA에서는 IEEE1394b를 백본으로 하는 홈 네트워크를 구현하려는 표준이 이미 완성되어 VHN(Versatile Home Networking)으로 불리우고 있다. VHN이 지향하는 방안은 기존의 IP 기술과 인터넷 구현 시 사용되었던 기존의 검증된 기술을 저렴한 가격으로 구현함은 물론 UPnP 기기도 함께 수용함으로써 IEEE1394 기술을 인터넷 정보 가전에 쉽게 구현할 수 있는 방안을 제시하고자하는 것이다. 따라서 VHN, HAVi, 그리고 Jini와 UPnP가 경합을 벌이며 홈 네트워킹 미들웨어의 선두 자리를 차지하기 위해 각축을 벌이고 있는 상황

이며 이의 승자가 미래의 홈 네트워킹 시장의 많은 영역을 차지할 것으로 보인다.

본 고에서는 홈 네트워크 기술들에 대한 유선과 무선을 이용한 다양한 홈 네트워킹 솔루션의 장점과 단점에 대해 살펴보았다. 또한 홈 네트워킹을 위한 IEEE1394 기술의 개요에 대해 알아보고 IEEE1394 기술의 표준인 IEEE1394-1995, IEEE1394-2000에 대해 소개하였다. 이 두 가지 표준의 단점인 거리의 제약을 극복하여 홈 네트워킹의 백본으로 사용할 수 있는 IEEE1394b 표준과 IEEE1394.1, 그리고 IEEE802.11a 기술과 HiperLAN2 기술을 채택한 Wireless 1394 기술에 대해 설명하였다. 끝으로 IEEE1394 기술을 구현함에 있어서 반드시 필요로 하는 상위 프로토콜에 대해 간략하게 소개하였다.

참 고 문 헌

- [1] IEEE1394-1995, Standard for a High Performance Serial Bus
- [2] P1394a, Draft Standard for a High Performance Serial Bus (Supplement), Draft 2.0 March 15, 1998
- [3] IEEE1394 Project P1394b, Draft Standard for a High Performance Serial Bus (Supplement)
- [4] IEEE1394 Project P1394.1, Draft Standard for a High Performance Serial Bus (Supplement)
- [5] ISO/IEC 13213:1994, Control and Status Register (CSR) Architecture for Microcomputer Buses
- [6] AV/C Digital Interface Command Set General Specification, 1394 Trade Association, Version 3.0, 1998.
- [7] International Standard 61883-1: Consumer Audio/Video Equipment Digital Interface, International Electrotechnical Commission, 1998.

- [8] IEC61883-4, Digital Interface for consumer audio/video equipment-Part 4: MPEG-2 Transport Stream Data Transmission
- [9] EIA775, DTV 1394 Interface Specification
- [10] The HAVi Architecture Specification of the Home Audio/Video Interoperability (HAVi) Architecture, Sony, Philips, Hitachi, Sharp, Matsushita, Thomson, Toshiba, and Grundig, Version 0.8, Draft, May 11, 1998.

저자 소개



田皓仁

1960년 1월 20일생, 1981년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업, 1984년 2월 연세대학교 대학원 전자공학과(공학석사), 1990년 12월 미국 Alabama 주립대학 전기공학과(공학박사), 1999년

1월~현재: IEEE1394 Forum 의장, 2001년 1월~현재: 3D TV 추진협의회 의장, 2001년 7월~현재: 산업자원부 산업기술로드맵 위원회 위원장, 2002년 1월~현재: 대한전자공학회 회로 및 시스템 연구위원회 위원장, <주관심 분야: 홈 네트워킹, IEEE1394, Wireless 1394, Wireless LAN, 3D Display>