

홈게이트웨이 하드웨어 접속모듈 구현

이상원 김용호 이상학

전자부품연구원

Home-Gateway connecting module

Lee, Sang Won Kim, Yong Ho Lee, Sang Hak

Internet Media Center (KETI)

Abstract

집안에서 사용하는 가전제품이 점차 늘어나고 또한 이들 가전에 대한 상호 네트워킹의 필요성이 절실해지는 요즘 홈 네트워킹의 시장이 점차 열리고 있는 추세이다. 실제적인 홈 네트워킹을 구성하기 위해서는 집안에서뿐만 아니라 집밖에서도 이들 가전제품을 제어할 수 있도록 만들어야 하는데 그러기 위해서는 홈 게이트웨이의 구성이 필수라 할 수 있다. 그러기 위해서는 집안까지 들어오는 통신라인이 있어야 하는데 지금 현재 가장 많이 사용하고 있는 방법은 전화선과 케이블 망을 이용하는 것이다. 본 논문에서는 케이블 망을 이용한 홈 게이트웨이의 접속모듈을 구현하여 가정에서도 쉽게 네트워킹을 구성할 수 있는 환경을 만들 수 있게 하였다.

1.서론

홈 게이트웨이의 환경을 만들기 위해서는 집안으로 들어오는 망을 이용하여야 한다. 이러한 망들 중에는 케이블 TV시청을 위해 들어오는 케이블 망이 있는데 이를 통신매체로 이용하기 위해서는 케이블 모뎀을 이용한다. 케이블 모뎀이란 케이블TV 전송망을 매체로 접속되어 초고속 인터넷 서비스 등의 멀티미디어 부가서비스를 제공하는 가입자용 단말기 시스템을 말한다.

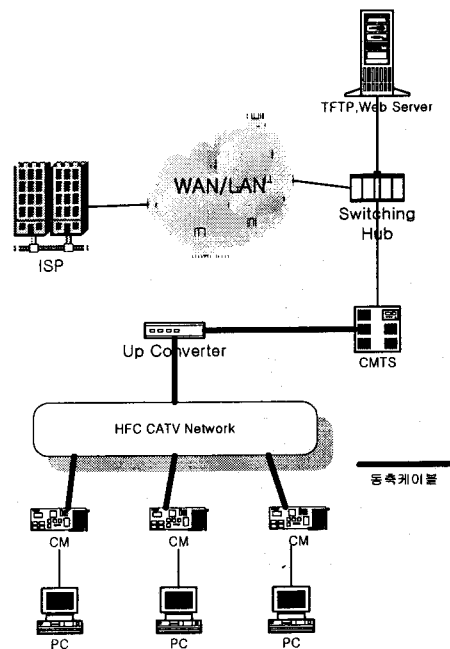
현재 우리 나라에서는 일반 가정에서 인터넷 서비스 망에 연결하기 위한 방법으로 전화선을 이용하여 만들어진 ADSL(asymmetric digital subscriber line)과 CATV용 동축케이블을 이용한 케이블모뎀이 있다. ADSL은 미국의 BellCore사에서 VOD의 상용화 서비스를 위해 개발한 것으로 전화국과 각 가정이 전화선에 의해 직접 1:1로 연결시키는 시스템이다. 하향은 고속(1.5Mbps - 12Mbps)인 반면에 상향은 저속(16kbps - 1.3Mbps)인 비대칭형 서비스이며, 음성주파수대역과 데이터 주파수 대역(4k - 1MHz)이 다르기 때문에 전화와 데이터통신을 동시에 사용 가능하다.

반면에 케이블모뎀은 케이블TV에서 사용하는 동축케이블을 이용하여 대용량의 데이터통신이 가능하게 한 것으로, 하향은 4Mbps-30Mbps이며, 상향은 500Kbps - 10Mbps를 지원한다. 또한 PC와 LAN카드나 USB포트를 통해 다이얼-업 없이 바로 접속할 수 있어 사용하기에 편하다. 하지만 이는 가입자역세스 망으로 기존의 아날로그 케이블TV 전송망을 업그레이드하여야 한다. 현재 우리나라에서는 6:4정도로 ADSL가입자가 많지만, 미국의 경우는 8:2정도로 케이블모뎀이 대다수를 점유하고 있는 실정이다.

앞으로 초고속 인터넷 액세스뿐만 아니라 더 나아가 Interactive TV, VOD, HDTV, 원격 진료, 홈 बैं킹등 다양한 서비스를 이용하기 위해서는 넓은 주파수대역을 가지고 있는 케이블망을 이용한 방법이 더욱 각광을 받을 것으로 예상된다.

2.본론

2.1 케이블 모뎀을 위한 시스템 구축환경

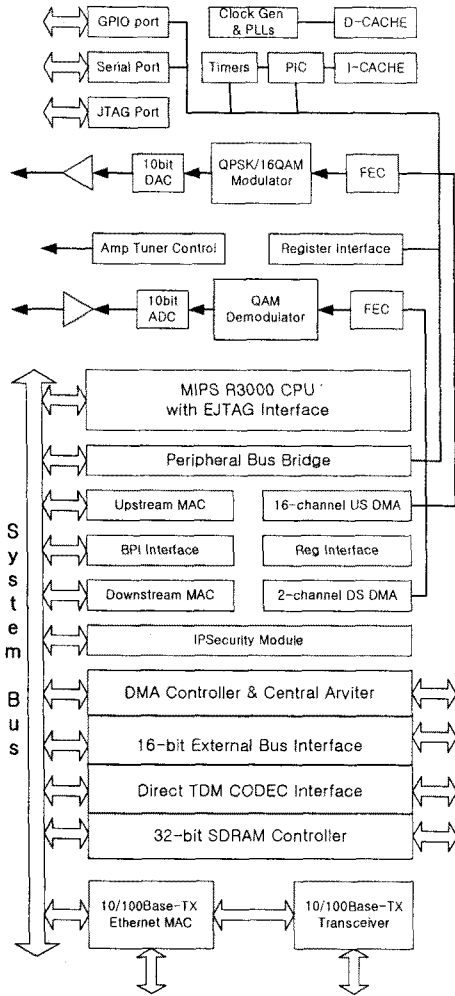


케이블모뎀 단말기를 동작시키기 위해 헤드엔드장비인 CMTS가 있어야 하는데 이는 외부 인터넷망과 HFC망을 연결 및 통합하는 장비이며, 이를 통해 ISP(Internet Service Provider)와 연결된다. Digital dual Upconverter는 CMTS에서 출력되는 IF주파수를 입력받아 실제망에서 사용되는 주파수(91-857MHz)로 변환한다. 또한 Local Server로 스위칭 허브를 통해 TFTP, Web Server를 연결한다.

2.2 케이블 모뎀 하드웨어 구성도

MCNS(Multimedia Cable Network Systems)Group에서

만든 DOCSIS(North America Manily, Approved by ITU)규격을 준용하는 케이블모뎀은 Coax Cable로부터 일반 가정에 고속의 데이터를 송신 또는 수신하는데 필요한 모든 기능을 제공하였다.



위의 동작을 수행하기 위해 케이블 모뎀은 Diplex필터링, 채널 터널링, 아날로그-디지털변환 및 디지털-아날로그변환, 다운스트림 64/256QAM복조, Adaptive 채널등화, MPEG2-TS stream parsing, 순방향 에러제어(FEC), 업스트림 FEC 인코딩, 업스트림 QPSK/16QAM변조, 업스트림 RF Upconversion, 업스트림 및 다운 스트림 MAC제어 기능 등을 수행해야한다. 또한 케이블 모뎀은 완전한 TCP/IP Transparent 기능을 갖도록 하였다. 이러한 기능을 도식적으로 표현하면서 MCNS/DOCSIS호환되도록 케이블모뎀의 기능을 구현한 블록도는 위의 그림2에 나타내었다.

2.2.1 케이블 모뎀의 전체 하드웨어 블록도

본 논문에서 제작한 케이블 모뎀은 64/256QAM Receiver 와 QPSK / 16QAM transmitter, DOCSIS MAC

Controller, 범용 통신 프로세서, SDRAM 인터페이스, IPSecurity Interface, 10/100Ethernet MII Interface을 이용한 MAC, a 10/100 Ethernet Transceiver등으로 이루어져 있다. 64/256QAM receiver는 직접 튜너에서 나오는 출력값을 PGA와 10bit A/D 컨버터를 이용하여 샘플링한다. 그런후 복원된 클럭과 캐리어타이밍, 필터와 데이터 이퀄라이저를 가지고 신호를 재샘플링하고, 디모듈레이션한다. 이를 다시 ITU-TJ.83 Annex A/B/C 호환용 디코더로 보낸다. 마지막으로 수신된 데이터 스트리밍은 적렬 혹은 병렬 MPEG-2전송형태로 운반되어진다. 모든 게인값과 클럭 운반자(carrier), 획득자(acquisition), Tracking loops들은 receiver에 집적되어있다.

상향 전송자는 연속적인, 혹은 비연속적인 데이터를 가지며, DOCSIS와 DAVIC 어플리케이션을 위해 FEC 엔코딩과 프리 이퀄라이제이션, 필터링과 데이터 스트림 그리고 아날로그 출력을 지원한다. MAC은 암호화기능과 TDM/TDMA프레임과 베이스부분의 모든 DMA 인터페이스를 지원한다. 전송을 위한 변환기의 Sub-Layer는 MPEG2-TS 호환 비디오와 오디오스트림을 가진 멀티플렉싱과 강인 프레임 획득을 지원한다. TDM/TDMA 프레임머는 CMTS로 모든 시간동기화 요소와 상향 MAP 디코딩, 그리고 요청한 Bandwidth 생성과 회선 간격등을 제어한다. 통신 프로세서로는 R3000계열의 CPU를 사용하였으며, 80MHz로 동작한다.

2.2.2 Transceiver 부분

케이블 망의 주파수대역은 80-860MHz를 사용한다. 물론 우리나라에서는 이 대역전체를 사용하는 것은 아니다.(현재 두루넷에서 750MHz지원) 여기서 설정된 RF신호를 43.75MHz의 IF주파수로 다운 컨버전 한 후 다시 한 번 다운컨버전을 수행하여 최종적으로 중심주파수 6MHz의 신호를 출력하며, 출력 대역폭은 6MHz이내이다.

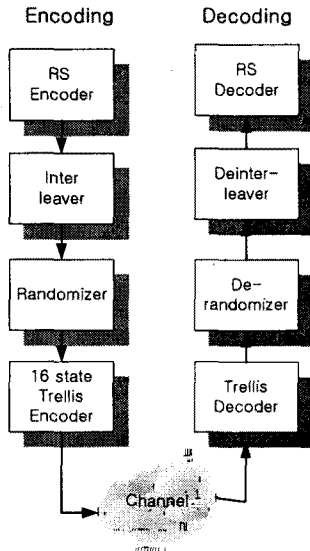
2.2.3 디지털 QAM64 복조기

하향채널을 통해 전송되는 QAM신호는 대역폭 6MHz 심볼율 5.056941Msps의 전송 속도로 복조기로 입력된다. 이러한 QAM변조 신호를 복조하고 FEC와 De-interleaving 처리 등의 기저대역 포팅의 기능을 수행한다. 또한 MPEG-2신호를 지원하며, MPEG-2신호로부터 MCNS 데이터 패킷을 추출한다. 여기에 CM을 구동하는 F/W는 이러한 네트워크 상태 및 칩의 복조동작등의 상황을 일정주기로 읽어 들여 문제 발생시 이를 교정할 수 있도록 되어 있다. 이는 64QAM복조와 더불어 채널 등화기능의 동작 특성상 비정상상태에서 자체적으로 정상상태로 돌아오지 못할 확률이 높기 때문에 필수적인 기능이다. 즉 예를 들면 칩 내부의 채널등화기 블록의 DEF는 재귀형 디지털 필터이기 때문에 입력신호의 안정성이 필터의 정상동작과 안정성에 직접 영향을 주게 되며 불안정한 신호가 일정기간 입력되면, 필터 탭 개수가 발산하게 되고 이후에 정상적인 신호가 인가되더라도 정상상태로 천이 되지 못하는 특성을 가진다. 구동 F/W는 이러한 문제점에 대비해 칩

내의 SNR측정 래지스터와 채널 등화기의 계수값 변동을 감시하도록 설계해야 한다.

2.2.4 FEC채널 디코딩 블록

디지털 복조 블록은 오류정정과 프레임 기능을 가진다. 이 블록은 크게 4계층의 단계로 분리될 수 있으며 FEC블록의 내부 4단계를 아래 그림에 나타내었다.

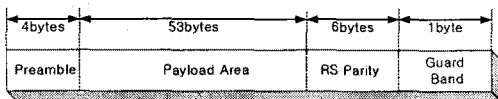


프레임 동기화 블록에서는 MCNS에서 규정된 MAC프레임 데이터를 검출하는 기능을 하며 이를 도모하기 위해 HRM(High Reliability Marker)를 사용할 수도 있도록 설계되어 있다.

디인터리버는 Forney방식에 기반을 두고 있으며 자연이 짧은 경우 내부의 램을 그리고 인터리빙 깊이가 긴 경우 외부에 램을 이용할 수 있도록 설계되어 있다. Reed Solomon 디코더는 오류 교정능력 $t=3$ (128,122)코드이다. 패리티 심볼이 6개이므로 오류 정정 능력은 3바이트가 되고, Key Equation을 푸는 알고리즘으로 유클리디안 알고리즘이 사용된다. RS 코딩은 대표적인 블록코딩으로 동일한 정정심볼수에 대한 잉여심볼의 양이 가장 적은 코딩으로 알려져 있으며 오류가 연접되어 있는 특징을 가진 채널에 좋은 성능을 보인다.

2.2.5 변조신호 프레임 구조

변조신호의 프레임은 MAC을 통해 받은 기저대역 데이터에 채널 코딩에 따른 잉여 심볼과 버스트모드 전송에 따른 프레임 검출을 돕기 위한 프리앰블을 덧붙여 구성한다.



상향 채널용 디지털 변조블럭은 MAC을 통해 Payload부분에 해당하는 버스트 데이터를 입력 받아 칩에 내장된 Burst FIFO에 저장한다. FEC블럭에서는 노이즈 채널 전송과정에서 발생할 수 있는 오류를 최대한 방지할 수 있도록 채널코딩을 담당한다. 케이블모뎀의 MAC은 CMTS로부터 전해 받은 UCD를 분석하고 이 곳에서 상향에 관한 정보를 참조로 버스트 전송을 수행한다.

2.2.6 변조신호 파형

변조신호의 점유 대역폭은 심볼율에 따라 대역폭이 결정되는데 대역 제한용 필터로 $\alpha=0.25$ 인 Nyquist필터를 사용한다. 필터 출력은 인터폴레이션 필터를 거쳐 내부 NCO 출력과 곱해져 DAC로 입력되고 칩 내부의 가변 감쇄기를 거쳐 출력된다. MAC인터페이스를 통해 받은 데이터는 변조기의 내부 FIFO로 입력되어 저장되며 TX_NOW신호의 인가에 따라 일정시간의 시지연 후 변조신호가 출력된다. 변조기는 변조신호 파형의 시작부분에 미리 설정된 프리앰블을 출력하고 이어 자신의 FIFO에 저장된 데이터를 변조하여 출력한다.

2.2.7 PHY 인터페이스 기능

하향 MAC은 FEC를 갖는 64/256QAM수신기로 구현되며, 다운스트림 PHY로부터 Demodulated, Equalized, Error corrected, MPEG-2 병렬데이터 프레임을 받는다. PHY부와 MAC간의 다운스트림 데이터경로는 핸드셰이킹 및 PS_CLK에 바이트 동기없이 11-Wire 인터페이스로 연결된다.

PHY 인터페이스 모듈은 MPEG패킷 헤더 디코딩을 수행한다. 먼저 PHY인터페이스는 MPEG sync를 검출하고, 그 다음 MPEG 헤더내에 있는 패킷 아이디(PID)를 프라빗 데이터를 위한 PID와 정합시킨다. 정합되지 않는 MPEG 패킷은 다운스트림 프로세싱으로부터 block된다. PID가 정합되면, PHY인터페이스는 전송에러를 찾는데 없으면 PHY인터페이스는 End-of-frame음셋값이 MPEG패킷내에 포함되어 있는지 결정하기 위해 Payload - unit-start-indicator를 찾는다. End-of-frame음셋값은 모뎀이 초기화시 다운스트림 데이터 프레임과 Lock을 시도하는 상황에서 또는 header check sequence실패시 수행되는 상황에서 사용될 수 있다. 음셋은 현재의 MAC프레임 내에 남아있는 바이트수를 나타내는데 MAC Tranceiver는 이 값을 Latch하고, 각 MPEG payload 바이트 도달시 decrement 한다. 음셋 카운터가 다음번 MPEG헤더 수신 전에 0으로 설정되면, MAC Tranceiver는 다음 MAC프레임의 시작을 찾기 시작한다.

결론

본 논문은 쌍방향 HFC 케이블TV망을 광대역 가입자 망으로 이용하는 케이블모뎀 시스템에 대한 구현에 대해 기술하였다. 본 시스템의 규격은 케이블모뎀 국내의 시장 현황을 고려하여 미국의 MCNS의 DOCSIS1.1규격을 따라

다. DOCSIS1.0과는 호환되며, 여기에 QOS부분이 더 추가된 것으로 보인다. 또한 실시간 운영 체계는 개발후의 Upgrade 및 기술 지원, 접근성, 양산 시의 기술료등을 고려하여 VxWorks를 사용하였다. 개발된 Cable Modem시작품을 실제환경과 비슷한 케이블망을 만들어놓은 후 여기에 CMTS와 Local server,LAN등을 통해 접속하여 인터넷 액세스 시험을 한 결과 , 평균적으로 2.4Mbps의 전송률을 보였다. CATV망을 이용한 고속 데이터 서비스 시스템은 향후 실시간 IP서비스 관련기술 발전에 따라 화상회의등의 다양한 광대역 멀티미디어 통신 시스템으로 발전하게 될것으로 보인다. 이를 위해서는 부품소재 개발과 원천기술 확보에 많은 관심을 가졌으면 한다.

참고문헌

- [1] Mark Laubach, "Cable Modem Basics: Technology, Standards, and Applications", NETWORLD+INTERO99 WorkShop, W832, pp.32, Sept. 1999.
- [2] Albery A. Azzam, "High-Speed Cable Modems", McGraw-Hill, pp. 461-462, 1997
- [3] Data-Over-Cable Radio Frequency Interface Specifications SP-RFI-I01-970326, CableLabs., March 1997
- [4] <http://www.cablemodem.com>, CableLabs
- [5] 조병학, 최영진, "다채널 VoIP 케이블모뎀의 설계" , 한국통신학회논문지, Vol.26 No.4A pp662 - pp668, 2001년 4월
Edition Vol2, by Prentice-Hall Inc., 1999
- [6] 박영충, 홍성희, 정광모, "홈게이트웨이를 통한 액세스 망접속용 인터페이스의 설계 및 구현" , 2001년 통신학회 하계학술대회