

광CATV(백조) 시스템 개발현황및 향후 전개 방향

李晚燮·李東浩·姜晟洙·全永允·金浹鍾·朴大哲·李潤馥·金豪暎
(한국전자통신연구소광가입자연구실)

■ 차례 ■

① 서론	3.2 전송시스템
② 백조 시스템 개요	3.3 가입자 장치
2.1 백조망 구성	3.4 TV 코덱
2.2 시스템 구성도	3.5 분배 시스템
2.3 시스템의 유지및 관리	3.6 광모듈
③ 소요 기술 개발	④ 향후 전개 방향
3.1 광케이블 선로	⑤ 결론

요 약

본고에서는 백조 시스템의 전반적인 개념 및 구조에 대해 개괄하고, 그리고 여기에 필요한 소요 기술 및 개발 현황에 대해 기술하였다. 또한 향후 광대역 서비스의 수용을 위해 전개되어야 할 망의 진화 방향에 대하여 고찰과 더불어 백조 시스템의 앞으로의 발전 방향에 대해 논의하였다.

1. 서론

CATV는 원래 난시청 지역의 해소를 목적으로 출발하였으나 점차로 일반 TV를 포함한 오락, 교육 및 생활정보 등 유선을 통한 영상신호의 전송을 의미하게 되었다. 미국의 경우, TV를 시청하는 가정중 87%가 유선 설비를 갖추고 있으며, 이들중 56%가 유료 가입자로서 지난 3년간 연 7%의 증가율을 보이고 있다고 한다. 국내의 경우에도 사회, 경제 성장에 따라 필연적

으로 사회가 전문화, 세분화되고 따라서 기존의 확일화된 대중문화가 거부되고 다양한 문화적 욕구가 분출되고 있으며, 특히 지방자치제가 실시되고 지역 정보화 및 지방문화의 보존 육성 이 시급한 국가적 관심사로 대두됨에 따라 이러한 요구를 충족시킬 수 있는 매체로서 CATV의 필요성이 더욱 증대되고 있다.

기존의 CATV는 동축케이블인 금속선로를 이용하여 아날로그방식으로 가입자들에게 제공되어 왔다. 그러나 서비스 품질, 설비 및 유지보수

측면에서 새로운 매체인 광섬유의 장점이 대두되었고, 또한 앞으로 다가올 광대역 서비스의 수용을 위해 광섬유 전송기술은 필수적인 것으로 인식되고 있다. 광섬유 전송 기술은 1980년대 초부터 전화 서비스의 국간전송 시스템에 상용화되기 시작한 이후 LAN, 컴퓨터네트워크 등 그 응용분야가 확대되고 있으며 가입자망에의 도입이 시도되고 있다. 선진 각국의 광CATV는 각국의 문화, 지리적 조건, 기술 수준 및 국가 정책 등에 따라 다르게 발전하고 있다. 가입자망의 어느 부분까지 광섬유 전송 기술을 도입하느냐 하는 문제는 관련 기술수준 및 경제성 문제와 관련하여 중요한 쟁점이 되고 있다. 앞으로 요구될 고품질이며 대용량인 다양한 서비스를 수용하기 위해서는 궁극적으로 FTTH(Fiber-To-The-Home) 시스템이 요망되지만, 기존의 동축CATV 시스템이 잘 발달되어 있는 선진국들의 경우 현재의 기술 수준 및 경제성 문제와 관련하여 점진적인 방법으로 광섬유 전송기술을 도입하고 있다. 그러므로 현재 이들 나라에서는 일반적으로 간선 및 초간선 부분에 광케이블을 도입하여 간선증폭기의 사용을 배제함으로써 서비스 품질을 향상시키고 유지보수의 용이성을 꾀하고 있으며, 수백 가입자를 수용하는 RN(Remote Node)까지 확장시키는 광피더망 방식, 수십 가입자를 수용하는 SAP(Service Access Point)까지 확장시키는 FTTC (Fiber-To-The-Curb), 그리고 FTTH 등으로 광섬유 전송 기술의 도입을 시도하고 있다.

한편, 선진국의 경우 방송과 통신이 각각 별도로 발전하여 현재는 이들의 상호융합에 어려움이 있으나, 이제 시작단계에 있는 우리나라에서는 처음부터 융합된 방식으로 출발하는 것이 시행착오를 줄일 수 있어 후발국의 이점을 살릴 수 있게 된다. 이러한 점에서 볼 때 CATV 서비스와 통신 서비스를 하나의 가입자망을 통해 제공할 수 있으며 광대역 종합정보통신 서비스의 도래시 가입자망으로서 활용가능한 광CATV 시스템 연구는 매우 중요하다.

한국전자통신연구소 (ETRI)에서는 한국전기

통신공사 (KTA)의 출연으로 가입자 옥내까지 광섬유를 도입하는 광CATV 망을 '89년도부터 연구개발하고 있다. 이 연구는 FTTH 기술을 이용하여 일차적으로 CATV 서비스와 협대역 통신서비스를 함께 제공할 수 있는 가입자망을 구성하고, 궁극적으로는 이 가입자망이 광대역 종합통신망 (BISDN)의 가입자망으로서 기본토대가 될 수 있도록 하려는데 있다. 이러한 가입자망이 향후 좋은 프로그램에 의해 문화향상에 기여할 것이라는 의미에서 본 연구과제에 백조 (SWAN : Sociocultural Welfare Advancement Network)라는 명칭을 제안하여 사용하고 있다. 백조 개발 과제는 1989년도의 모델 정립에 따라, 실험시스템 개발, 실험시스템 운용 등 3년의 연구개발 후에, 1993년도에 시범시스템을 제시하는 것을 목표로 진행하고 있다.

이 논문에서는 백조 시스템의 개발 현황을 소개하고 향후 광대역 서비스의 수용을 위해 전개되어야 할 망의 진화 방향에 대하여 고찰하기로 한다. 2장에서 백조 시스템의 전반적인 개념 및 구조에 대해 개괄하고, 3장에서 소요 기술에 대해 기술한 후 4장에서 백조 시스템의 앞으로의 발전 방향에 대해 논의한다.

[2]. 백조 시스템 개요

2.1 백조망 구성 [1] [2]

디지털 광가입자망의 개념을 지닌 백조 시스템의 망구성은 (그림 1)과 같다. 사회과학자들에 의하면, 앞으로 사회는 전문화, 세분화되고, 지역 정보화와 지역 문화의 활성화에 대한 욕구가 증대될 것으로 예상하고 있다. 따라서 이러한 점을 고려할 때 CATV 망은 지역을 중심으로 하는 지역망의 형태가 될 것이며, 광CATV 망도 서비스가 지역에 국한되어 전개될 것으로 예상된다. 이러한 배경 아래서 백조 시스템이 적용되는 망은 CATV 망의 기본단위가 되는 지역 CATV 망으로 설계되었으며, 지역 CATV 망 내의 헤드엔드(HE : Headend)에서 가입자 장치까지를

포함한다. CATV 사업자와 망 운영자가 분리될 것이라는 전제하에 망의 운용, 통제 및 관리는 지역국(CO : Central Office)에서 담당한다. TV 프로그램 및 오디오 서비스의 제공은 헤드엔드를 통해서만 가능하며, 다른 지역 CATV망과의 접속은 반드시 지역국을 통해서만 이루어지도록 설계되었다. 백조망의 구성은 노드(node)로서 헤드엔드, 지역국, 분배센터(DC : Distribution Center) 및 가입자 장치를 가지며, 헤드엔드와 지역국 사이의 분배망을 하부망으로 갖는다. 이들 하부망은 모두 광섬유 케이블로 구성되며, 망의 형태는 피더망 및 분배망이 각각 스타 구조를 갖는 이중 스타망이다. 백조망의 최대 수용 가입자는 32만 가입자이며 최대 8개의 지역국을 수용할 수 있고, 하나의 지역국은 최대 64개의 분배센터를 수용하며, 하나의 분배센터는 최대 1,024 가입자까지 수용할 수 있다. 소도시와 농촌

지역을 고려하여 분배센터와 가입자까지의 최대 거리는 5km 이하로 설계되었다.

백조망은 TV나 라디오와 같은 방송을 단순히 재전송하는 단순 분배 서비스, 채널 선택시 부가 요금을 지불해야 하는 유료 채널 서비스, 가입자가 프로그램 선택시에 시청한 해당 프로그램에 대한 요금을 내는 페이퍼-뷰 (pay-per-view) 및 전화 및 협대역 ISDN 등의 통신 서비스 등을 제공한다. 구체적으로 백조망은 국내 TV 방송방식인 NTSC TV 신호 32 채널중 가입자가 2개의 TV채널을 동시에 선택할 수 있으며, 16개의 스테레오 음악방송중 1개의 음악 채널을 선택할 수 있고, 베어러 (bearer) 서비스가 수용 가능한 B, 2B+D의 통신채널을 제공한다. 이러한 서비스는 백조 시스템 전용의 전송구조를 갖는 디지털 신호로 동기식 전송되도록 설계되었다.

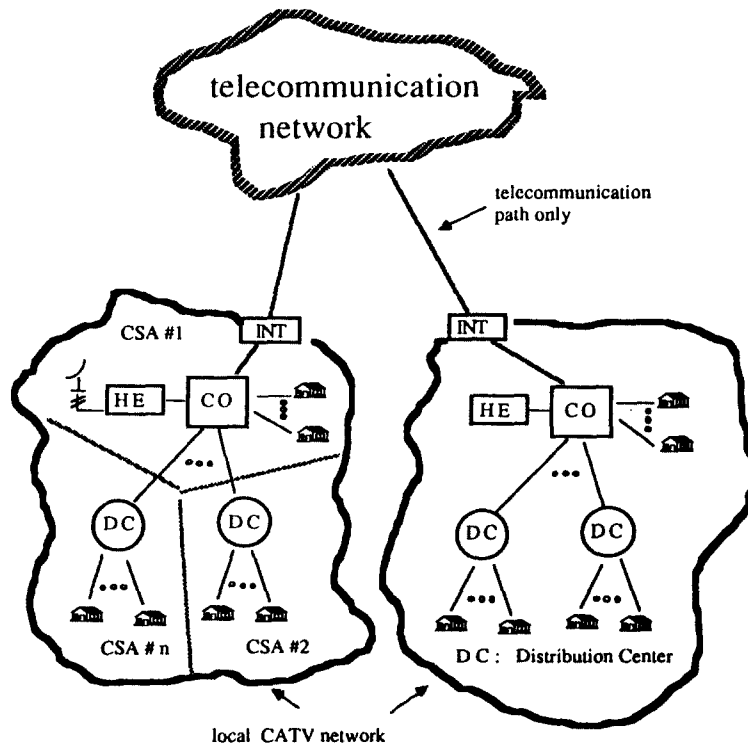


그림 1. 백조망 개념도

2.2 백조 시스템의 구성도

백조 시스템은 (그림 2)와 같이 구성된다. 백조망은 비디오 코더, 오디오 코더, 다중화기 등으로 구성된 헤드엔드와, 재생장치, 분기장치, 유지보수 및 운용관리 장치, 통신접속장치 등을 포함하는 지역국과, 역다중화기, 영상분배 장치, 가입자 접속장치, 유지보수 및 운용관리 장치들로 구성된 분배센터와, 비디오 디코더, 오디오 디코더 및 통신용 접속기로 구성된 가입자 장치로 구성된다. 헤드엔드에서 모든 NTSC 영상신호가 비디오 코더를 통하여 디지털화 되고 45 Mb/s급으로 압축된 후, 디지털화된 스테레오 오디오 신호와 함께 광신호로 변환되어 지역국으로 전송된다. 지역국의 RG(Regenerator / Splitter)는 헤드엔드로 부터 입력된 다중화된 광신호를 전기적 신호로 변환시키고, 통신 채널을 다중화한 후 증폭 및 분기되어 다시 광신호로 변환된 후 분배센터로 전송된다. 분배센터에서는 지역국으로 부터 전송되어 온 광신호를 광전변환 및 디지털 영상신호로 역다중화시켜서 영상분배 스위치로 입력시키게 된다. Non-blocking 구조를 갖는 영상분배 스위치는 가입자로부터 들어온 프로그램 선택신호에 의해 각 영상신호를 가입자 접속장치 (LT : Line Terminal)로 분배하게 된다. LT에서는 2개의 영상신호와 16개의 스테레오 음악신호 및 통신서비스 (B, 2B+D) 채널을 혼합하여 155Mb/s급으로 다중화시킨 후 광신호로 변환시킨다. M & A는 분배센터의 장비, 분배용 광케이블 및 가입자 모듈의 유지보수와 과금데이터를 수집하는 역할을 한다. 각 가정에 있는 가입자 장치의 ORT(Optical Receiver / Transmitter)는 분배센터로 부터 들어온 광신호를 전기적 신호로 변환시키고 역다중화 과정을 통해 16개 채널로 다중화된 스테레오 음악신호 및 2개의 압축된 영상신호를 원래의 아날로그 신호로 재생시키게 되어 각 가입자는 오디오 서비스, 통신서비스, 동시에 2개의 서로 다른 영상서비스를 받을 수 있게 된다. 지역국과 분배센터의 INT (인터페이스)는 데이터 또는 음성 등의 통신 서비스의 채널 제공을 위한 아날

로그 / 디지털 정합장치이다.

헤드엔드망과 피더망의 전송은 12개의 TV 신호를 다중화한 622.08Mb/s 전송시스템 3개를 이용하여 32개의 TV 채널 및 16개의 스테레오 음악채널과 기타 채널들을 수용한다. 분배센터와 가입자 장치를 연결하는 분배망의 하향채널은 2개의 TV채널과 16개의 스테레오 음악채널 155.52Mb/s로 전송하며, 상향채널은 양방향 전송이 필요한 통신 채널용 신호, 채널선택 신호, 유지보수 및 제어 신호를 전송한다. 백조망과 다른 망(협대역 ISDN망, PSTN망)과의 접속은 통신 채널만을 제공하여, 각 가입자마다 ISDN 기본 액세스 (2B+D) 및 PSTN 서비스의 접속이 가능하게 할 수 있다.

OAM (Operations, Administration and Maintenance)은 모든 가입자에 대한 명세 및 M & A(Maintenance and Administration)를 통해 수집된 과금자료 및 가입자선로 (outside plant)에 대한 고장 기록을 지니고 있기 때문에 망사업자는 백조 시스템내의 모든 서비스를 OAM 과 M & A를 통해 제어가 가능하다. 운용 및 관리의 방법이 근본적으로 TMN (Telecommunication Management Network)의 개념에 기초를 두어 향후 대두될 BISDN과의 연계가 가능하도록 하였다.

2.3 시스템의 유지 및 관리

백조시스템은 FTTH(Fiber-To-The-Home) 기술을 이용하여 CATV 서비스와 통신서비스의 접속 기능을 함께 제공하는 형태로써 이러한 통합 서비스를 효과적으로 제공하기 위해서는 유지 및 관리기능이 필연적으로 소요된다. 즉 백조시스템의 특성은 서비스면에서 통신과 방송이 통합되어 있고, 규모면에서는 지역망 단위이며, 기술적으로는 디지털, 광섬유를 이용하는 새로운 형태로써 백조시스템의 대량보급에 따라 가입자망이 광케이블화 되지만 기존의 수리 및 운용요원이 시험 및 수리를 하게 되므로 이를 위한 광케이블의 유지보수 및 시험방법이 요구되고, 영상서비스의 제공에 따른 품질의 허용 기준

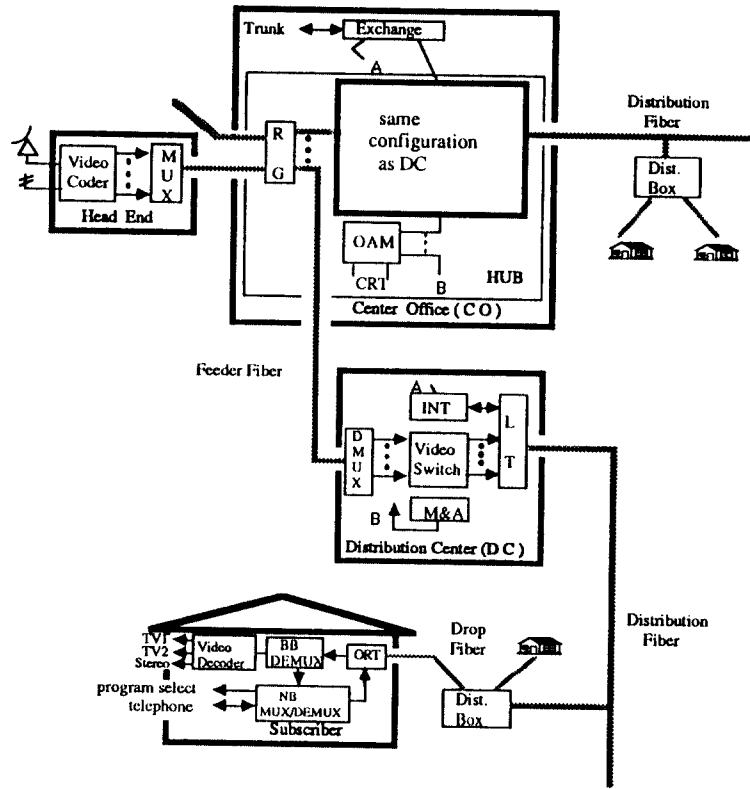


그림 2. 백조 시스템 구성도

설정과 품질 감시 방안이 요구되며, 디지털 형태로 가입자망을 통과하므로 디지털 전송 성능의 감시등 새로운 기능이 요구된다. 그러나 이러한 기능들은 현재 연구중이거나 실험적인 수준에 그치고 있으며, 본격적으로 실용화 단계에 이르기까지는 상당한 시일이 소요될 것으로 예상되며 또한 계속 연구되어야 할 내용이다. 백조 시스템에서 기본적으로 요구되는 기능은 다음과 같다.

- 1) 장치 및 망의 제원을 관리하는 운용/관리
 - 지역망내의 장치 관리를 위한 장치 및 케이블 데이터의 보유
 - TV, 스테레오 오디오 서비스 제공상태를 감시
- 2) 가입자 망의 유지보수
 - 각 가입자 망의 고장검출, 격리, 수리및 복구기능

3) 과금에 필요한 데이터 수집

- 과금을 위한 가입자번호, 사용채널, 사용시간등의 기본자료 수집기능

[3]. 소요 기술 개발

3.1 광케이블 선로

3.1.1 광케이블 선로 구성

광섬유는 저손실, 광대역성으로 인해 국간전송 매체로써 많은 비중을 차지하게 되었고, 이제는 가입자 전송 매체로서의 도입을 위해 각 나라의 특성에 알맞는 가입자용 광케이블의 개발 또는 시범시험이 수행되고 있다. 우리의 경우도 국간 광전송시스템이 국산화되어 있고, 국제 수준의 광섬유 및 광케이블 생산능력을 갖추고 있어

가입자용 광케이블 선로 구축에 어려움이 없을 것으로 생각된다. 그러나 가입자용 광케이블, 광케이블의 접속 및 분배장치등은 사용되는 장소와 용도의 다양성, 유지보수의 용이성 및 경제성 등이 중요한 요소이므로 이의 해결을 위한 많은 기술적 노력이 필요하다. 이같은 문제점을 해결하기 위해서는 가입자 분포상태, 서비스의 다양성 및 미래의 확장성등이 아울러 충분히 고려되어야만 한다.

이중 스타망 구조를 가지는 백조 시스템의 경우 광케이블이 많이 사용될 분배센터부터 가입자까지의 광케이블 선로의 구성은 (그림 3)과 같다. DC가 1,000 가입자를 수용할 경우 최대 600심을 가진 광케이블이 필요하게 된다. 또한 DC에서 가입자까지 광선로를 구성하는데 BP (Branch Point)와 DP(Distribution Point)를 두어 접속 및 분기가 편리하도록 하였다. 그리고 가입자까지 기본적으로 2심의 광섬유를 제공되거 거리가 먼 경우 경제성을 고려하여 WDM의 수용도 가능하도록 하였다. DC에서 가입자까지 사용되는 광케이블은 광모듈과의 연결이나 광케

이블의 편리한 분기가 요구되는 DC내 광모듈에 1개, FDF내 1개 그리고 인입점과 옥내에 2 또는 3개등 한 방향에 4 또는 5개 즉 가입자당 모두 8~10개를 할당하였다. 나머지 접속지점은 주로 용착접속을 수행할 것이나 재접속이 필요한 지점에는 기계적접속 (MS : Mechanical Splice)를 고려하였다.

3.1.2 광케이블

초기의 광가입자 시범에는 주로 다중모드 광섬유를 많이 사용하였으나, 최근 대부분의 국가에서 단일모드 광섬유를 가입자망에 도입하려는 추세에 있다. 국내의 경우 전화국에서 가입자까지 5km의 범위내에 대부분의 가입자가 분포하고 있으며(전화의 경우 국내평균 가입자거리 : 2.3km), 초기 서비스 용량이 155Mb/s 정도임을 고려하면 다중모드로도 가능하지만 앞으로의 서비스 증대 및 미래의 대용량 서비스 수용을 위해서 저손실이고 광대역성을 가지는 단일모드 광섬유가 적합하리라 여겨진다. 또한 앞으로의 망진화에도 단일모드 광섬유가 잇점을 가지고

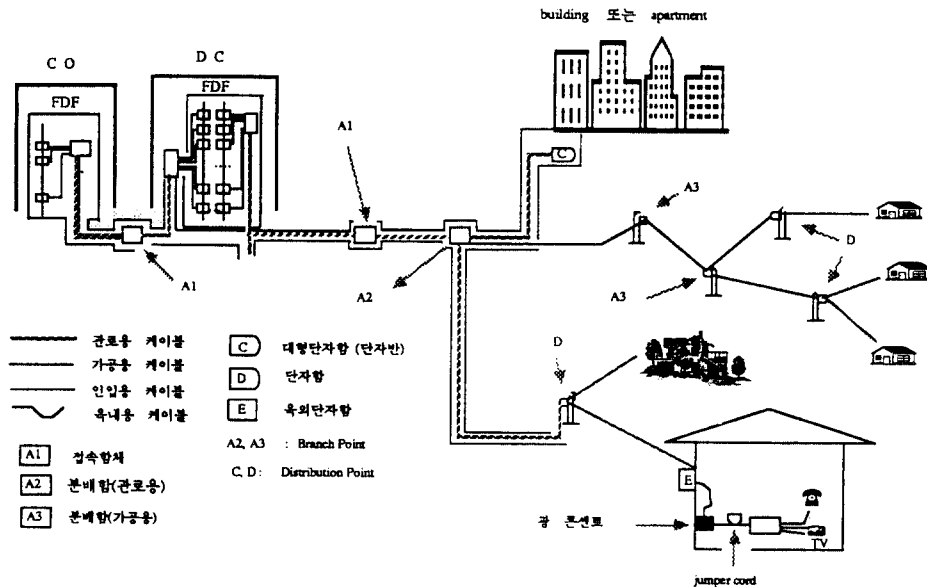


그림 3. 광케이블 선로 구성도

있다. 그러나, 다중모드 광섬유에 비해 접속의 어려움으로 접속이나 커넥터의 고정밀도가 요구되므로 단가가 비싸지게 된다. 따라서 다중접속을 하거나 커넥터의 대량생산 및 무연마 광커넥터의 개발을 통해서 이러한 문제점을 해결코자 한다. 한편, 가입자망에 사용하려는 광섬유의 파장은 현재 저렴하고 기술이 완숙단계에 있는 1,300nm 대역의 단일모드 광섬유가 가장 적합하며, 장래의 대용량화나 WDM의 사용을 고려해서 1,550nm에서도 사용이 가능하도록 하였다.

가입자용 광케이블은 기존의 국간용과는 달리 용도나 장소에 따라 다양한 형태의 광케이블이 요구되므로 취급이 편리하고, 광섬유 심선 및 유니트의 구분(color code화)과 접속이 용이하며, 케이블내의 각 유니트를 고정밀도로 제작할 수 있어야 한다. 또한 포설 및 유지보수시 외부 환경에 대해 광섬유 보호가 가능하고, 케이블링 및 포설 전후에 광섬유의 전송 특성을 유지할 수 있어야 하며, 경제적이여야 한다⁴⁾.

가입자용 광케이블은 기능에 따라 피더용, 분배용, 점퍼용으로 분류되고, 사용 장소에 따라 관로용, 가공용, 인입용, 옥내용으로 분류된다. 여기서 피더용은 헤드엔드-CD-DC 사이에 사용되는 케이블을 말하며, 분배케이블은 DC-DP 까지 사용되는 것이다.

한편 점퍼 케이블은 가입자 옥내나 O/E 모듈, FDF 및 시험 장치에 연결해서 사용하며, 다심케이블과는 달리 2차 코팅된 1 또는 2심으로 구성된 광케이블이어야 한다. 광가입자망은 기존의 국간용과는 달리 대량의 광섬유가 필요하므로 고정밀도 다심케이블의 제작이 필수적이다. 이러한 다심케이블은 국내의 관로사정이나 취급의 용이성을 고려해야 한다. 다심케이블을 구성하는 여러 유니트 구조의 장단점을 <표 1>에 나타내었다.

표에서 보는 바와 같이 가입자용으로 루즈튜브(loose tube)와 리본(ribbon) 형이 유리할 것으로 판단된다. 특히, 최근에 리본형 케이블 뿐만 아니라 루즈튜브형 케이블에도 케이블 한쪽 끝에 만 미리 다중 커넥터를 부착하여 현장에서의

접속을 비교적 편리하게 할 수 있게 되었다⁴⁾. 또한, 미국과 독일, 영국 등에서 2중 스타망 구조에서 분배망에 루즈튜브 구조를 사용하고 있을 뿐 아니라, 국내 제조업체들이 이 루즈튜브 생산 기술을 가지고 있기 때문에 이 유니트 구조가 국내 실정에 적합할 것으로 생각된다. 서브유니트(Sub-unit : 하나의 루즈튜브) 내의 심선수는 6~12심으로 하였고, 이러한 서브유니트 몇개를 모아 하나의 메인유니트(main-unit)를 구성하여 이것을 다시 모아 최대 600심까지 가능하도록 설계하였다.

표 1. 광케이블 유니트의 특성비교

유니트	고밀도실장	광섬유식별	(다중)접속	공정횟수	분기
리본	○	○	○	×	△
스트랜드	○	△	×	△	○
튜브	○	△	△	○	○
슬롯	×	△	×	○	○

3.1.3 광케이블의 접속

접속 장치는 광섬유, 광케이블, 광송수신 모듈 등을 상호 접속시키는데 쓰이는 부품이나 장치로서 커넥터, 용착접속, 기계적 접속등이 있고, 주위 환경으로 부터 접속부위를 보호하는 장치에는 접속합체, 접속분배함, 단차합등이 있다. 가입자 광케이블의 선로 구성(그림 3)을 보면 선로의 특성상 재접속이 필요하지 않는 다심광케이블의 접속에는 용착접속을, 선로의 재접속 및 분배가 요구되는 지점의 다심접속에는 기계적 접속 및 다중 커넥터를, 광선로의 변경이나 재구성이 필요할 때 사용할 수 있는 DC내의 FDF와 가입자 옥내의 단말기 접속부에는 광커넥터를 사용할 것이다. 우리가 살펴본 광가입자용 광커넥터는 앞의 특성 뿐만 아니라 조작과 설치, 손쉬운 반복착탈, 소형화 그리고 내구성등이 필요할 것이며, 특히 가입자당 8~10개의 (각 가입자당 2심 광섬유 포설시) 광커넥터가 사용되어야 하기 때문에 가격이 저렴해야 한다. 즉 가입자용으로 사용하기 위한 광커넥터는 <표 2>와 같은 구조와

특성을 가져야 할 것이다⁵⁾. 한편, 백조 시스템에 사용될 접속장치의 손실 특성 요구조건은 <표 3>과 같다.

표 2. 광커넥터의 최적 구조와 특성

항 목	최적 구조와 특성
새김합시 일정한 삽입손실	나사결합보다 Keyed / bayonet 나 push-pull이 유리
커넥터의 크기	소형이 바람직함
삽입손실과 반사손실	PC 결합으로 줄일 수 있어야 함
결합, 분해 시간	bayonet나 push-pull이 유리
환경 특성	세라믹 재물을 이용하는 것이 유리
재물의 가공성	grinding / polishing이 간편해야 함

표 3. 접속장치의 손실 특성

항목	장치	음착접속	M. S.	광커넥터
삽입손실		0.3dB 이하	1.0dB 이하	1.0dB 이하
반사손실		50dB 이상	40dB 이상	25dB 이상

이상에서 살펴본 광케이블 선로 분야는 백조 시스템 개발과 그에 따른 시범사업이 이루어지기 전에 필요한 가입자에게 포설되어 있어야 하기 때문에 가장 먼저 규격화 및 개발이 완료되어야 한다. 이러한 상황이 충분히 고려되어 이 분야의 개발이 이루어진다 하더라도 광섬유와 광케이블의 규격이 다양하다면 가입자와 망관리자로 하여금 혼란과 서비스 가격 상승의 요인을 유발한다. 따라서 광케이블선로 분야에서는 무엇보다도 모든 부품의 단일 규격화가 선행되어야 할 것이다. 이같은 단일 규격화를 추진하기 위해서는 사용자, 개발자 및 생산자간에 적극적인 협조 및 검토가 필요하다.

3.2 전성시스템

3.2.1 CATV 망동기 및 동기장치

급증하는 통신 수요와 통신 품질의 향상을 위해 고속 디지털 전송 방식 채택이 필연적이며, 고속 신호 전송으로 인해 전송로 및 전송장치에서의 정보의 유실 또는 중복(slip)이 통신 품질의 결정적 역할을 한다. 이러한 slip의 발생을 최소화하기 위해 동기망 구축이 필요하다.

그리고 한국전기통신공사의 "2000년대를 향한 디지털 통신망 동기 계획"에 의하면 국내 통신망을 동기망으로 구축하려는 계획을 세우고 이를 추진중이며 현재 동기 기술의 발달로 이의 실현이 가능해졌다. 이에 국내 동기식 전송망 구축시 광 CATV망이 TV 서비스 이외에 전화(POTS), 2B+D 등의 통신 서비스를 수용하는 것과 같은

동기식 국내 전송망과의 접속을 용이하게 할 수 있도록 동기망을 채택한다. 이를 바탕으로 광CATV 망에서 각 노드간의 동기를 유지하기 위해서 (그림 4)와 같은 동기망을 구성한다. 헤드엔드에서는 계층 3 이상의 동기노드에서 이중화된 동기신호를 제공받아 높은 안정도를 갖는 CATV 동기장치를 통해 헤드엔드내의 모든 클럭을 공급한다. CO나 분배센터에서는 동기식 600Mb/s 전송시스템에서 155.52MHz 동기신호를 추출하여 이를 기준동기신호로 하고, 각 노드에 중앙집중된 "CATV 노드클럭 발생기"를 이용하여 국사내의 클럭을 공급하여 광CATV 각 노드를 동기시키는 방법을 사용할 예정이며 이때 이와 같은 동기방식에서 "CATV 동기장치"는 디지털 위상 고정루프(DP-PLL : Digital Processing PLL) 기술을 이용하고, "CATV 노드클럭 발생기"는 높은 안정도를 갖는 VCXO를 이용하며, 모두 이중화된 시스템으로 구축하고자 한다.

그리고 (그림 5)는 동기망 구축시 가장 중요한 광CATV 동기장치의 기능적 블럭도를 보여주고 있다. 이 시스템은 기준 클럭 수신부와 디지털 위상 고정루프 및 클럭 분배부로 구성된다. 동기용 기준 클럭 수신부는 기준 클럭 주파수 수신, 동기용 기준 클럭 발생 및 감식 회로로 구성되

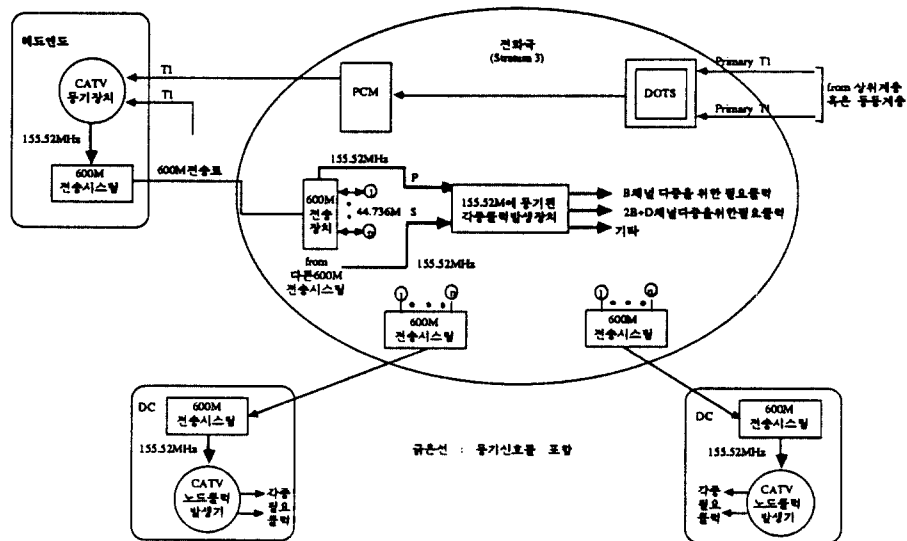


그림 4. 동기망 구성도

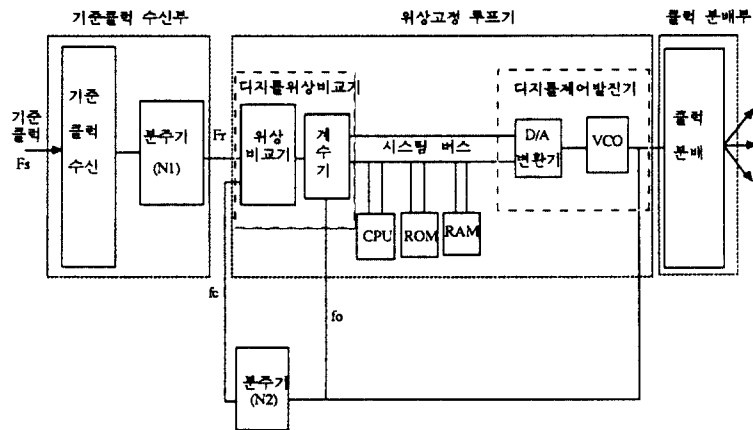


그림 5. 디지털 위상 고정루프의 기능적 블럭도

며, 그리고 동기장치에서 가장 중요한 부분인 디지털 고정 위상 루프는 입력 기준 클럭과 루프 클럭과의 위상오차 검출을 위한 위상비교기, 루프 필터 알고리즘을 수행하는 마이크로 프로세서, D/A 변환기 및 OVCXO로 구성된다. 클럭 분배부는 노드내에 클럭을 필요로 하는 각 부분으로 분배하는 기능을 수행한다.

3.2.2 전송장치

광CATV 전송망은 앞에서 언급한 바와 같이 크게 각 노드를 연결시켜주는 피이드망과 분배 스위치와 가입자를 연결 시켜주는 분배망으로 구성되며, 본 개발팀이 고려중인 전송망은 (그림 6)과 같은 구조를 가지며, 동기식 전송망으로 구성한다.

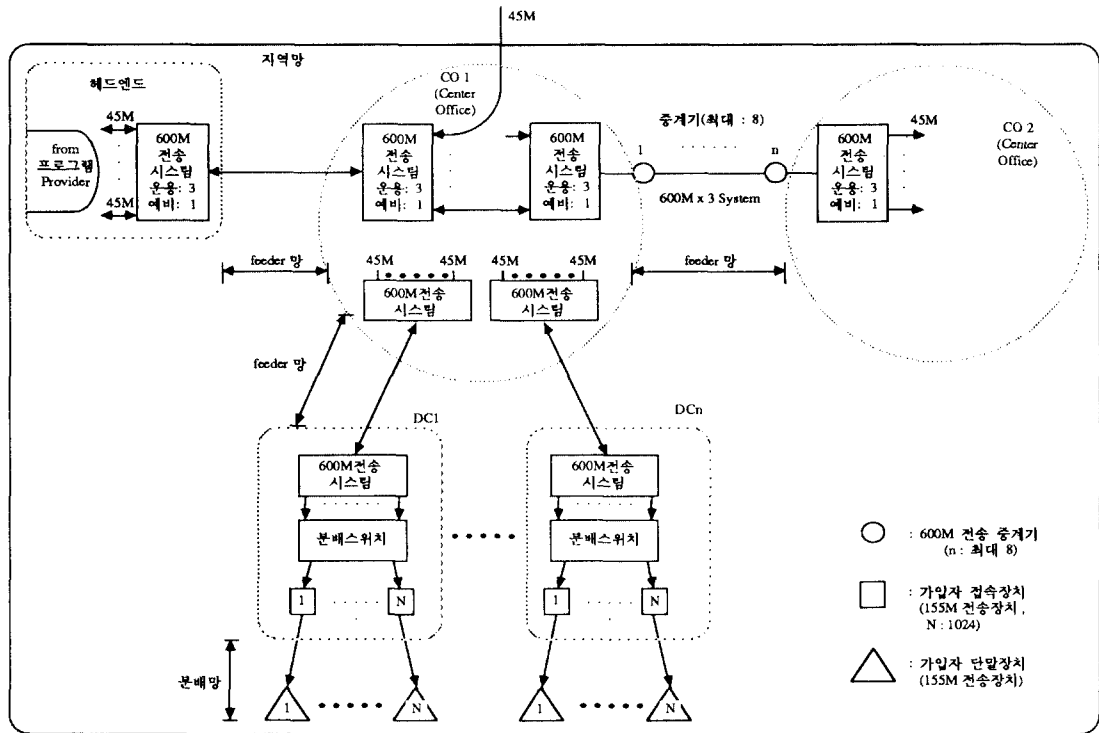


그림 6. 광 CATV 전송망 구성도

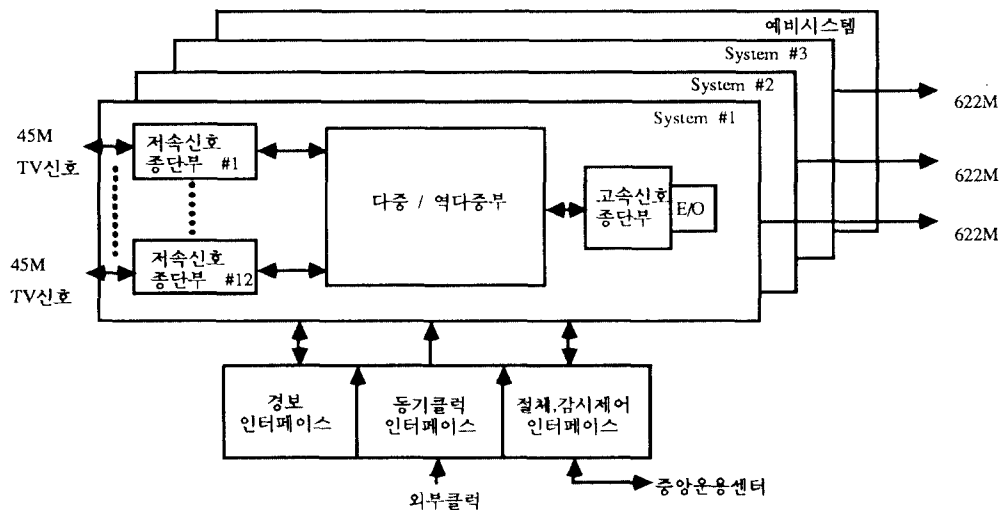


그림 7. 600Mb/s 광 전송 시스템 구조도

피이드망인 헤드엔드와 CO(Central Office) 간, CO간 그리고 CO와 분배센터간의 전송로 구성은 (그림 6)에서 보듯이 현재 국내의 광전송 시스템기술을 고려하여 600Mb/s 전송 시스템을 이용하며, 이 시스템은 3:1의 절체기능을 가지고 600Mb/s 단국간의 전송로에는 최대 8개까지의 중계기를 둘 수 있다. 600Mb/s 전송시스템에 대한 전반적인 구조와 본 개발에서 요구되는 사양을 각각 (그림 7)과 <표 4>에 보여주고 있다. 그리고 향후 국내의 Gb/s 광전송 시스템 기술이 확보되면 피더망 전송은 2.4Gb/s 광전송 시스템으로 대체할 예정이다. 그리고 분배망에서는 155.52Mb/s 전송시스템을 이용하며 DC-가입자까지 5km이므로 중계기를 두지 않는다.

표 4. 600Mb/s 광전송 시스템 특성 요약

내 용	특 징
저속 인터페이스 신호	44.736Mb/s 비디오 신호
고속 인터페이스 신호	622.08Mb/s (NNI 신호 형태가 아님)
다중 방식	동기식 비트 단순 다중 one step~two step
절체 비율	3:1
절체 방식	단방향, 양방향 모두 가능
감시 제어기 종류	2-1 level(주감시 제어, 부감시 제어기)
동기방식	외부 동기 클럭에 의해서도 동작 가능
감시 제어 방식	순차적 poling
감시 제어 채널 구성	각 시스템 당 이중화된 채널로 구성
최대 중계기 수	8개

3.3. 가입자 장치

3.3.1 접속 및 단말 장치

디지털 광CATV용 가입자 접속/단말 장치는 가입자의 요구에 따라 TV신호에 대한 스위칭 기능을 가진 분배센터와 가입자 옥내에 대해

각각 선로 종단 및 망종단 기능을 수행하며, 하향 채널로 2채널의 TV신호, 16채널 오디오신호와 2B+D, B, 2.048M, 신호채널 등과 같은 양방향 신호를 155.52Mb/s로 다중 전송하고, 상향채널로는 스위칭 오버레이에 의한 비디오 신호 수용 및 H/W 구현을 용이하게 하기 위하여 하향 채널의 51.84Mb/s 신호 구성 방법을 그대로 이용하여 양방향 신호를 전송하는 장치이다. 특히 광 CATV망의 상용화를 목표로 할 때, 가입자 장치의 수요가 크므로 <표 5>에 보이는 사항을 시스템 설계에 중점적으로 반영하였다.

표 5. 가입자 장치 설계시의 주요 고려 사항

목 표	소요기술 내용
경 제 성	-51.85Mb/s 기본 프레임 사용(CMOS이용) -동기식 다중 -한단계 다중 -단순 비트 인터리빙
망 진화 용이	-2B+D, B채널 수용 가능 -2Mb/s 서비스 채널 수용 가능 -155.52Mb/s 전송 속도 채택 -스위칭 오버레이에 의한 비디오 신호 수용을 위해 51.84Mb/s 상향 채널 이용
기 타	-분배망 : 스타형 이용 -가입자 가내망 : 스타형 이용

(그림 8)은 가입자 접속/단말 장치의 다중/역다중화부의 구성도를 보여주며, 가입자 접속 장치는 분배 스위치에 의해 선택되어진 44.736Mb/s의 디지털 TV 신호 2채널과 16채널의 오디오신호를 다중화한 44.736Mb/s의 오디오신호 한 채널을 가입자 옥내로 전송하기 위하여 155.52Mb/s의 신호로 다중화하며, 이 때 PSTN, 2B+D(144kbps), primary (2.048Mb/s) 채널, 신호 채널들을 오버헤드의 형태로 삽입하여 추후 이들 서비스의 제공도 가능하도록 하였다. 또한 2B+d, primary 채널, PSTN, 신호 채널등의 서비스는 양방향 서비스이므로 가입자

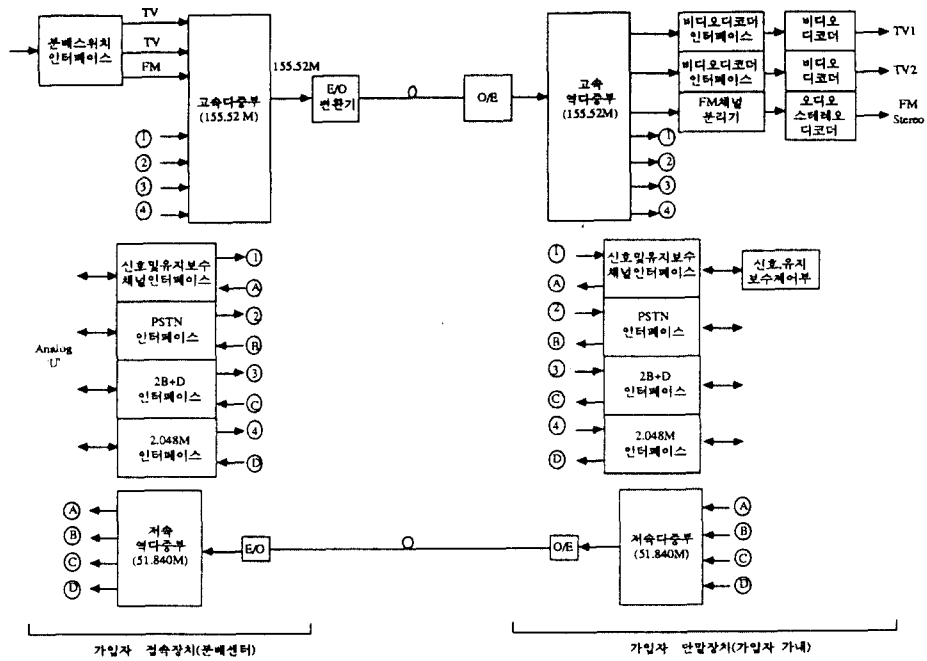


그림 8. 가입자 장치의 다중/역다중부의 구성도

가내에서 분배 센터로의 상향 채널로의 전송이 가능하여야 하며, 이는 가입자 단말 장치에서 구성하여 보내온 51.84Mb/s의 데이터를 수신하여 역다중화함으로써 실현한다.

가입자 단말장치는 분배센터의 가입자 접속장치에 의해 다중화하여 송신한 155.52Mb/s 데이터를 수신하여 여기에 포함된 2채널의 TV와 오디오 16채널을 묶어서 구성된 44.736Mb/s 신호채널 및 2B+D, primary 채널을 분리하는 기능을 수행한다. 또한 양방향 서비스를 위하여 2B+D, primary 채널, PSTN 등의 신호를 다중화하여 51.84Mb/s의 데이터를 생성하여 상향 채널로 가입자 접속 장치로 송신하는 기능을 수행한다.

본 시스템의 주요 특성을 <표 6>에 보이며, 51.84Mb/s 프레임 구성을 <그림 9>에 보인다⁶⁾.

표 6. 가입자 장치의 주요특성

항 목	특 성
전송 속도	하향 : 155.52Mb/s 상향 : 51.84Mb/s
전송 부호	scrambled NRZ
다중 방식	동기식, 단순 비트 인터 리빙 다중
프레임 구성	810 비트 (64Khz)
수용 채널	TV 2채널, FM 16 채널, B, 2B+D, 2.048M
채널 분리 방법	채널 구분 비트 (CIB)를 이용
신호 채널	64Kb/s
프레임 워드	DS4와 동일

3.3.2. 가입자 옥내망

(그림 10)은 가입자 옥내망의 구성을 보여주며 스타형태를 이루고 있다. 가입자가 리모콘 혹은

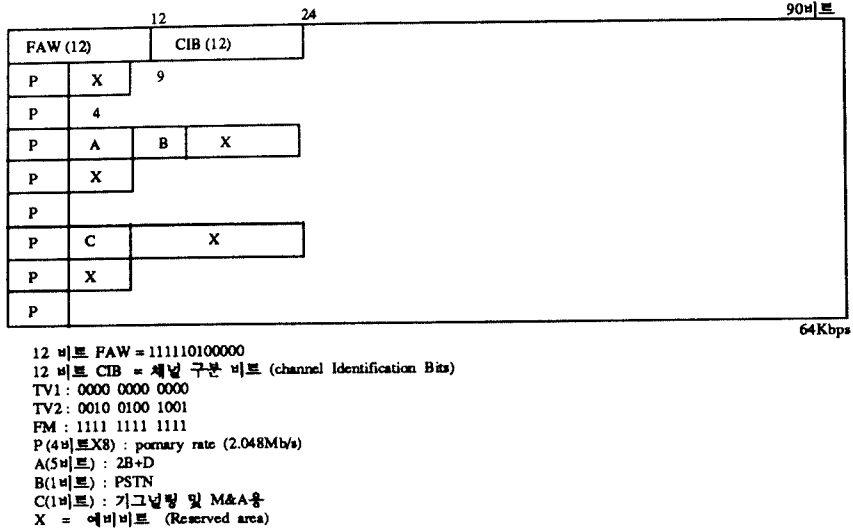


그림 9. 51.84Mb/s 프레임 구성도

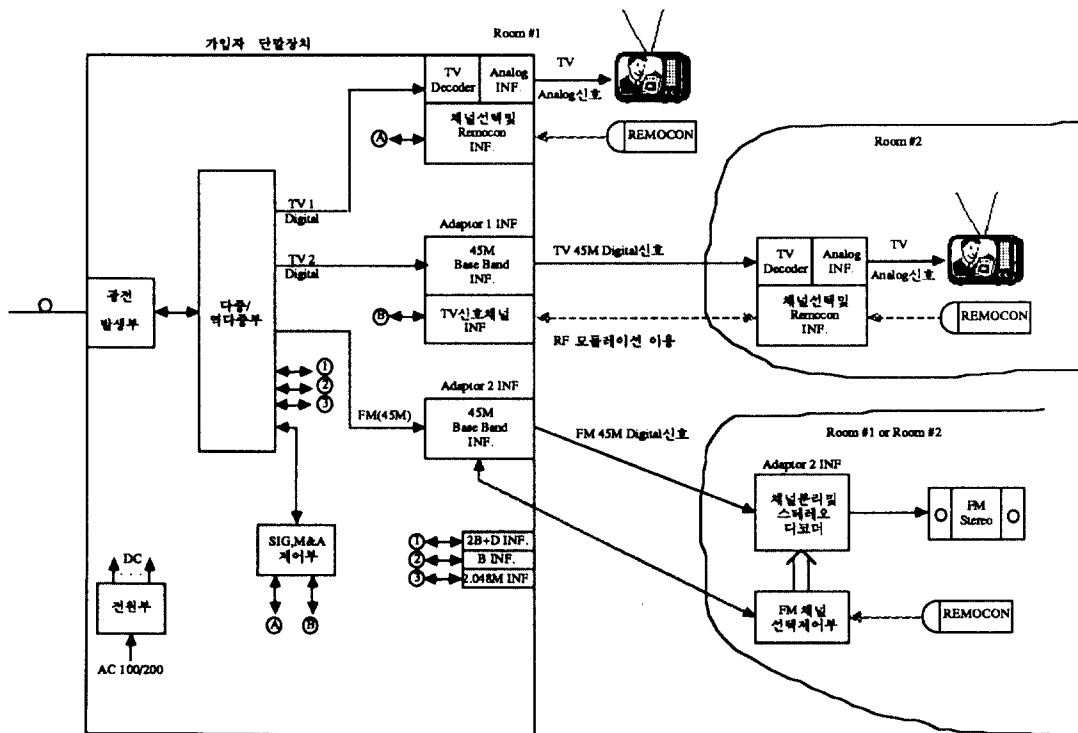


그림 10. 가입자 옥내망의 구성도

버튼으로 TV 채널을 선택하면, SIG, M & A 제어부에 의해 선택신호 및 유지보수 신호가 처리되어 상향 채널로 전송되며, 분배센터에서 분배 스위치에 의해 TV 신호가 채택된 TV 2 채널과 TV 채널과 속도가 같이 다중화된 오디오 16채널을 155.52Mb/s로 다중하여 송신한다. 이를 수신한 단말장치는 역다중하여 각 채널별로 분리한다. 분리된 TV 신호중 가입자 장치가 없는 방의 선택 신호 송수신은 그림에서 보는 바와 같이 RF 모듈레이션 방법을 이용하며, 그리고 오디오 신호는 16채널이 전부 가입자까지 전달되며, 가입자 옥내에서 오디오채널 선택 제어부에 의해 선택된 채널의 신호가 디코딩되어 재생된다.

3.4. TV 코덱

광CATV의 주된 서비스가 TV(영상) 신호이기 때문에 TV신호의 디지털 전송을 위한 코덱은 광CATV에 있어서 중요한 요소이다. 따라서 여기서는 백조망에 사용될 TV 코덱의 기본구조에 대해 간단히 설명한다.

백조망에 사용될 TV 코덱은 헤드엔드와 가입자 사이에 설치될 로컬 분배용으로 기본 구조 선정시 다음 사항을 고려해야 한다.

- 코덱은 한 개의 NTSC 영상 신호와 15KHz 오디오 신호 2채널을 수용해야 한다.
- TV 신호의 채널당 전송 속도는 국내 디지털 전송계위를 고려하여 44.736Mb/s (DS3급) 이다.
- 헤드엔드에 부호화기 (encoder)가 위치하고 가입자에 역부호화기 (decoder)가 위치하므로 역부호화기의 저가격화, 저전력화, 소형화가 필수적이다.
- 저가격화와 함께 적절한 영상 품질을 유지할 수 있어야 하며 그 품질은 CATV 품질(SNR weighted : 40~50dB) 이상 이어야 한다.

위와 같은 사항을 고려하여 여러가지 부호화 알고리즘을 검토한 결과 DPCM (differential pulse code modulation)을 이용한 부호화방식을 기본구조로 선정하였고 코덱의 전체구성은 (그림 11)과 같다.

아날로그 NTSC 영상 신호는 A/D 변환부에서 칼라 부반송파의 3배(10.738 MHz)로 샘플링되며 샘플당 8 bit로 양자화된다. 따라서 86Mb/s 정도의 영상 데이터가 발생되어 DPCM 루프로 보내진다. DPCM 루프에서는 고정 예측 및 양자화기를 통하여 화소당 8비트의 영상 데이터

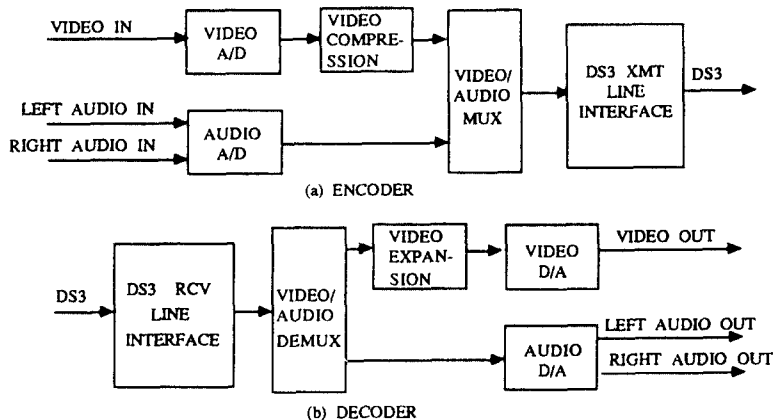


그림 11. TV CODEC의 전체 구성도

를 4비트로 감축하고 2:1 감축이 일어나며 따라서 43Mb/s 정도의 영상 데이터가 발생된다. 이 영상 데이터는 채널당 528kb/s로 PCM된 2채널의 오디오 데이터와 함께 다중화되어 선로 부호기를 거쳐 DS3로 전송된다. 역부호화기에서는 위의 역과정을 거치면서 NTSC 복합 영상 신호와 2개의 오디오 신호를 재생하게 된다.

영상데이터를 감축하는 DPCM 루프의 블록

다이어그램이 (그림 12)에 나타나 있다. 먼저 양자화기 (quantizer)는 16 레벨의 코드를 갖는 4비트 고정 양자화기로 입력 신호와 예측 신호의 오차 신호를 항상 4비트로 양자화하기 때문에 가변 길이 코드 (vari-word length code)의 사용이 필요없다. 따라서 가변 길이 코드 사용시 필요한 버퍼 및 버퍼 제어 회로가 필요없게 되어 하드웨어가 매우 간단해진다.

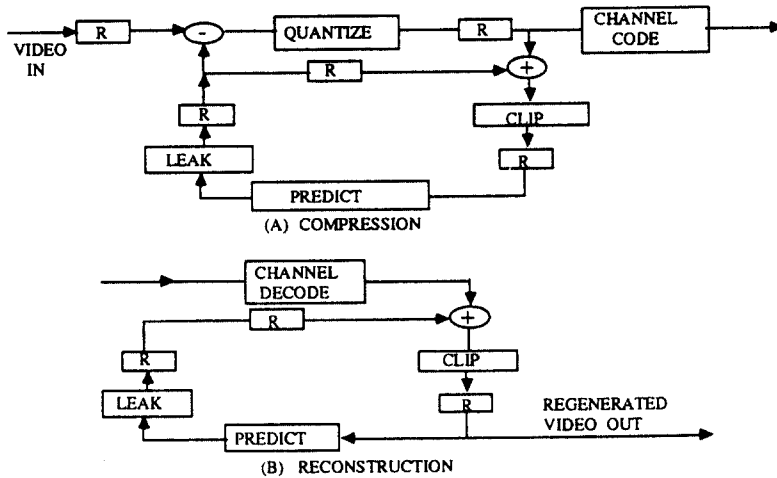


그림 12. DPCM LOOP의 블록 다이어그램

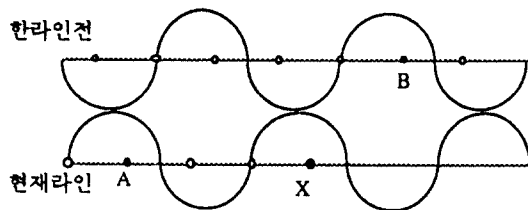
사용된 예측기 (predictor)는 필드내 (intra-field) 의 두 화소를 평균한 평균 예측기로 여러 예측기를 사용한 모의 실험에서 비교적 우수한 성능을 나타낸 것이다. NTSC 복합 영상신호가 칼라 부분송파의 3배로 샘플링되었기 때문에 같은 칼라 위상을 갖는 화소만이 예측에 사용될 수 있고 현재 입력되는 화소의 예측값은 입력 화소의 3 샘플 지연된 화소와 681 지연된 화소의 평균치로 다음처럼 나타낼 수 있다((그림 13) 참고).

$$P(z) = (z^{-3} + z^{-681}) / 2$$

또 예측치와 양자화된 예측오차의 가산시 발생될 수 있는 오버플로우 (overflow)나 언더플로우 (underflow)를 방지하기 위해서 clip 회로를

사용하였다.

DPCM 부호화 방식의 코덱을 사용할 경우 전송 에러가 발생하면 에러 확산현상이 나타나게 되는데 이를 최소화하기 위한 리크(leak) 회로를 채택하였다⁽⁷⁾.



$$\bar{X} = (A + B) / 2$$

그림 13. 평균 예측기

한편 TV 서비스를 위해서는 영상외에도 오디오 전송이 필요하다. 오디오 코덱은 대역폭이 15KHz인 오디오 신호 2 채널(Left, Right)을 각각 33KHz로 샘플링하고 샘플당 15 bit로 양자화한다. 그리고 샘플당 15 bit의 오디오 데이터에 대한 패리티 비트를 하나 더하여 채널당 528 KHz 로 전송한다. 위에서 언급한 TV 코덱의 주요 규격에 대한 내용은 <표 7>과 같다.

광CATV용 TV 코덱은 저가격화가 필수적이다. 따라서 적절한 영상 품질을 유지하는 범위내에서 간단한 하드웨어 구조를 갖도록 코덱의 기본 구조를 선정하였다. 위와 같은 구조의 TV 코덱은 VLSI를 통해 저가격으로 간단히 구성할 수 있으며 실용화가 용이하리라 생각된다.

3.5 분배 시스템 기술

광CATV 시스템이 일정한 채널 수의 TV 프로그램들을 대규모 가입자에게 제공하기 위해서는 TV 프로그램들이 가지는 단방향의 널블럭킹

(nonblocking) 트래픽 속성을 유지하고 이들 서비스가 가지는 고속의 신호를 효과적으로 수용할 수 있는 스위치의 구성이 이루어져야 한다. 현재 CCITT에서는 광대역 ISDN 실현을 위하여 기존의 협대역 서비스를 포함하고 TV 프로그램과 같은 광대역 디지털 서비스를 수용하는 최종의 해결책(Target Solution)으로 ATM을 정의하고 있다. 이에 대한 교환방식으로 Batch-Banyan, Prelude 등의 ATM 스위치에 대한 연구를 활발히 진행하고 있으나 가까운 장래에 이를 구현하기는 힘들 것으로 예측된다. 선진국에서는 CATV등 다수의 수요가 예측되는 광대역 서비스를 신속히 제공할 목적으로 협대역 ISDN 교환기에 별도의 광대역 회선교환 스위치 네트워크를 추가하는 형태와, CATV 서비스 제공을 위한 전용의 스위치를 구성하는 형태로 개발이 추진중이다. 현재 고속 스위치 네트워크 구성에 필수적인 공간분할/시분할 스위치 LSI 개발을 적극 추진중이며 이들 소자는 CMOS

표 7. 주요 TV 코덱 시스템 변수

입력 TV 신호	NTSC 칼라 TV 복합 신호(4.2MHz BW, 1V p-p)	
디지털 비디오 출력	42.954Mb/s	
입출력 필터	입력측 : -3dB at 4.5 MHz 출력측 : -3dB at 4.2MHz	
A/D & DA	샘플링 주파수	$f_s = 3f_{sc} = 10.738\text{MHz}$
	정밀도	8-bit / 샘플
	Line당 샘플수	682.5 Samples / Line
압축기법	코딩	4 bits 고정 길이 DPCM
	예측기	Intrafield 2D 평균 예측기
	양자기	16-level non-uniform 양자기
오디오코딩	오디오 신호	15KHz 오디오 2채널(Left와 Right)
	A/D, D/A	33 KHz
	샘플링 주파수	
	정밀도	16-bit / sample (parity 1 bit)*
	채널당 전송률	528Kb / sec*
전송속도	44.736Mbps	
프레임 구조	전용구조*	

<주> *는 최종 규격이 아님

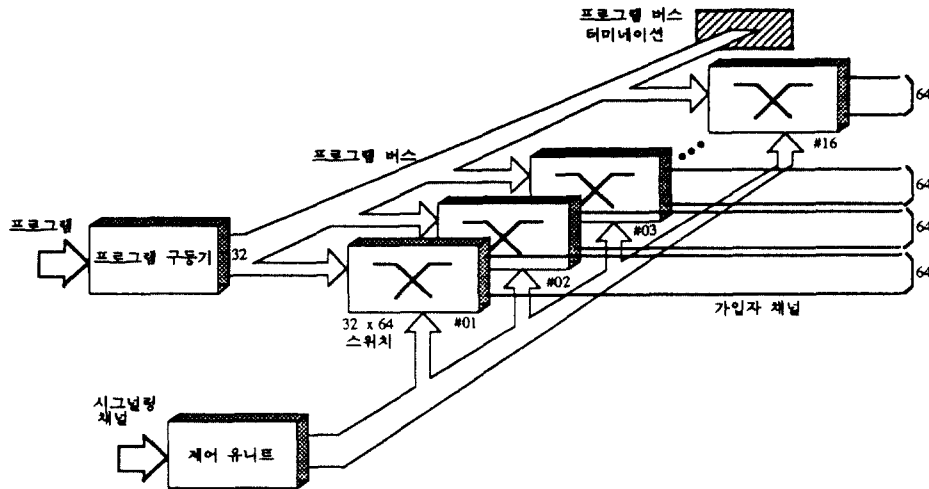


그림 14. 광 CATV 분배 시스템 구성도

기술에 의한 H3 및 H4 채널 속도 처리가 가능한 단일 칩 16×16, 32×32 스위치 LSI 개발이 주류를 이루고 있다.

백조 시스템에서는 이러한 현실적 문제를 효과적으로 극복하고, 대규모 가입자를 위한 교환망으로써 TV 프로그램들이 다수의 가입자에게 동시에 분배되며, 가입자의 채널선택 요구에 대한 트래픽 차단이 발생하지 않도록 회전 교환 방식의 공간 분할 방식을 채택하였다. 이와 같은 방식은 (그림 14)와 같이 단일경로의 직각구조를 갖는 $m \times n$ 크로스포인트 스위칭 모듈을 병렬로 확장할 수 있으며, 헤드엔드로 부터 제공되는 프로그램 채널을 버스로 공유하여 프로그램 구동기의 수를 줄이고 분배 스위치 네트워크내의 PBA(Printed Board Assembly) 상호간의 배선을 단순화 하였다.

광대역 분배 시스템은 스위치 네트워크와, 가입자로 부터의 TV 프로그램 채널 선택 신호 수집 및 스위치 네트워크내의 크로스포인트 스위치의 연결 및 절단 기능을 갖는 제어장치, 제어 소프트웨어로 구성된다. 스위치 네트워크는 단일 공간구조이며 교환 용량이 64 채널인 (그림 15)과 같은 32×64 스위치 매트릭스 모듈을 기본으로 하여, 최대 2,048 채널의 교환 용량을 갖는

32×2,048 분배 스위치까지 확장할 수 있고, 개별적 이중화로 동작하도록 설계되었다. 제어장치는 CATV의 속성상 고속의 버스트(burst)한 트래픽의 실시간 처리를 위하여 제어 네트워크 내부 설계를 계층화하고, 몇개의 레이어(Layer)를 통합함으로써 인터페이스의 감소, 단순화 및 고속화를 추구한 계층형 분산제어 방식을 채택하였다.

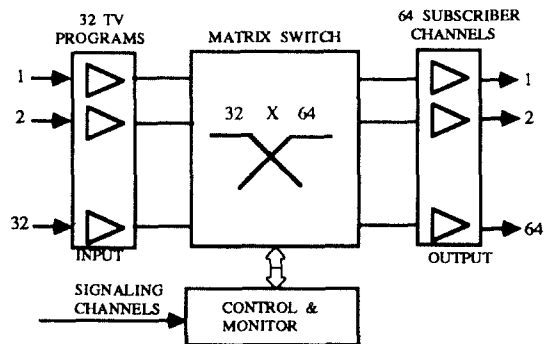


그림 15. 크로스포인트 스위치

3.6 광모듈 기술

광CATV 시스템 구성시 광섬유를 통하여 광신호를 주고 받는 광송신 및 광수신용 모듈은 각

가입자의 옥내 장치 및 분배센터내의 해당 가입자 보드(board)에 각각 한쌍씩 실장되어 가입자와 분배센터 사이에 두 가닥의 단일모드 광섬유를 통한 양방향 광통신을 가능케 한다. 가입자수의 2배수 만큼 수요가 예측되는 광송신 및 수신 모듈은 무엇보다도 먼저 낮은 가격으로 쉽게 대량생산이 가능해야 한다. 또한 주위 온도 변화가 크고 충격이 심한 열악한 환경속에서 동작해야 하므로 모듈 자체의 신뢰도가 높아야 하며, 광CATV 시스템 장치의 간단성, 유지분의 편리를 위해 가능하면 광송신기회로, 수신기회로 등과 hybrid 집적된 형태의 기능별 모듈로 제작되는 것이 바람직하다.

백조 시스템의 경우, DC에서 가입자까지의 거리를 최대 5km로 가정하였을 때, 광케이블의 손실, 접속 손실 그리고 선로마진 등 총선로손실은 최대 12.5dBm이며, 시스템 마진을 5dB로 가정한다면 총손실은 17.5dBm이 된다. 한편 PIN-FET 및 PIN-Bipolar 경우에 수신감도는 각각 -33dBm 및 -35.5dBm이며, 따라서 백조 시스템에서 요구되는 광원의 최소 광파워는 -11.5dBm 및 -14dBm이 된다⁸⁾. 이외에도 단일모드 광섬유와 광원과의 결합 문제, 패키징 문제, 방열문제 등을 고려할 때, LED보다 가격이 비싸고 외부 환경변화에 따른 특성 변화가 크지만 단일모드 광섬유와의 광 결합 효율이 크고 변조속도가 빠른 LD를 채택하였다. 광수신 모듈의 수광소자로는 Ge보다 수신 감도가 좋은 InGaAs PIN PD를 선택함으로써 수신회로를 간단히 할 수 있다.

LD-PIN PD를 채용한 광CATV용 광송신 및 광수신 모듈은 (그림 16)과 같이 구성할 수 있다. (그림 16)에서 광송신 모듈은 광원인 반도체 레이저 (LD)와 광섬유를 결합시키기 위한 광결합기 및 전극인쇄 세라믹기판으로 구성된 광모듈과 광모듈을 구동, 감시하는 광송신 집적회로가 기판상에서 하이브리드 집적된 형태이며 광수신모듈은 마찬가지로 수광소자 모듈과 전치증폭기, 파형 재생기 기능이 복합된 광수신 집적회로가 하이브리드 집적된 형태가 된다. 여기서

각 광모듈 제작시 광소자(LD, PD)와 광섬유와의 결합은 바로 커넥터를 착탈할 수 있는 리셉터클(receptacle) 방식이거나 광섬유를 직접적으로 광정렬 시킨 후 고정시키는 피그테일링(pigtailing) 방식이 된다. 광송신기 및 수신기용 집적회로는 디지털 입력신호로부터 LD를 구동해야 하고, 수신된 광신호로부터 디지털 출력신호를 재생해야 하므로 아날로그 회로와 디지털 회로를 동시에 집적화할 수 있는 바이폴라(Bipolar) 기술이나 BiCMOS 기술을 적용한 것이 될 것이다.

앞에서도 언급했지만 실제 광CATV 시스템에서는 각 가입자당 서로 송수신이 대응되는 한쌍의 광송수신 모듈이 필요하다. 따라서 광CATV 용 광송수신 모듈은 궁극적으로 광송신 모듈과 광수신 모듈이 동시에 한 기판상에서 집적된 트랜시버(tranceiver) 형이 될 것이다. 광송수신 모듈(tranceiver)에 대한 각 송신기능 및 수신기능에 대한 성능 및 규격은 광CATV 시스템의 전송속도(하향 채널: 155Mbps), 전송거리(최대 5km), 전송품질 등을 고려할 때 <표 8>, <표 9>와 같이 주어진다.

[4] 백조망의 향후 전개 방향

백조 시스템은 CATV 서비스 및 배어러 서비스를 수용할 수 있는 통신 서비스(B, 2B+D)를 통합하여 제공하는 단순 양방향 광CATV 시스템으로서, 향후 예상되는 고속 데이터 서비스, HDTV와 같은 고품질 영상 서비스, 완전 양방향 영상서비스 등을 수용하고 BISDN망의 하부구조를 구축하기 위하여 백조 시스템의 전개 방향을 고찰하는 것은 매우 의미가 있다. 일반적으로 초기의 광CATV망은 BISDN의 구조 및 서비스를 제공할 수 있도록 설계되고 있지 않으며, 따라서 향후 BISDN망의 도입시에 광CATV망은 WDM 방식이나 코히어런트 방식을 이용하여 오버레이(overlay) 형태를 취할 것으로 보인다.

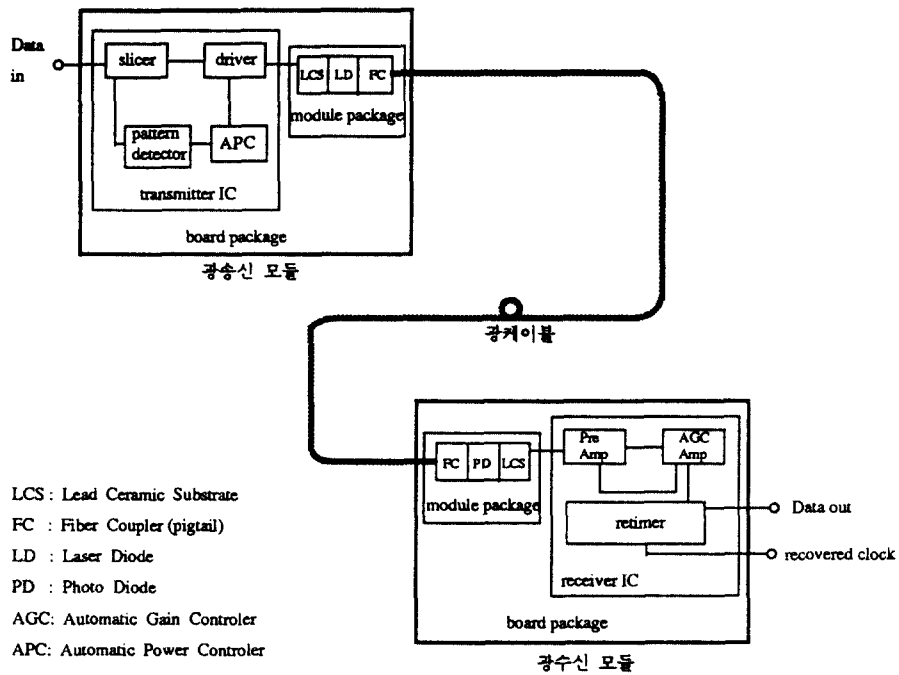


그림 16. 광모듈 개략도

표 8. 광송신 모듈 규격

항 목	내 용	비 고
피크테일	단일모드 광섬유	
광출력	> -13dBm	pigtail 광섬유 출력단
광중심 파장	1,302nm ± 15nm	
관선로의 상승, 하강시간	< 2ns	
반치전폭	< 5nm	
입력신호	스크램블된 NRZ	
입력신호 레벨	0.8 ± 0.2V	ECL(AC)
전송속도	155.52Mbps	
동작 온도 범위	0°C < T < 50°C	

표 9. 광수신 모듈 규격

항 목	내 용	비 고
수신강도	< -33.5dBm	
다이내믹 레인지	> 15dB	
출력신호	스크램블된 NRZ, 클럭	
출력신호 레벨	0.8 ± 0.2V	ECL(AC)
전송속도	155.52Mbps	> 110MHz(수신기 IC)
동작온도 범위	0°C < T < 50°C	

이러한 방법은 실제로는 같은 선로로 모든 서비스가 제공되지만 논리적으로는 두 개의 망이 독립적으로 존재하는 것을 의미하며 이러한 상황이 상당 기간동안 지속될 것으로 예상된다. 여기서서는 주로 망구성 측면에서, 현재 다양하게 연구 제안되고 있는 망구조들의 장단점에 대해 살펴보고, 이를 기초로 백조망의 진화 방향을 논의한다⁹⁹⁾.

광가입자망은 크게 스타(star), 이중 스타(double star), 스타-버스(star-bus) 혹은 트리-브랜치(tree-branch) 형태로 구분되며, 이중 스타는 다시 능동 스타(active star)와 수동 스타(passive star)로 구별된다.

스타 구조는 CO(지역국)와 가입자 사이에 전용 선로를 제공하는 방식으로 보안성이 우수하고, 대용량이며, 고도의 광단말기 기술이 없이도 구성이 가능하다. 또한 새로운 파장을 부가하고 저속의 다중/역다중화 장치를 사용하여도 광대역 서비스의 수용에 용이하게 대처할 수 있어 가장 이상적인 망의 형태로 생각할 수도 있다. 그러나 많은 양의 광섬유 및 광소자가 소요되므로 경제적인 면에서 불리하며, 또한 선로의 유지 및 보수의 어려움이 항상 존재하게 되어 광가입자망의 구성에는 부적합한 것으로 보인다.

능동형 이중 스타 구조는 여러개의 RN(Remote Node, 백조망의 경우에는 DC가 됨)에 교환기능을 분산시키고 가입자의 서비스 선택 기능을 집중시킴으로써, 광피더망을 공유하고 가입자 단말장치를 간단하게 하여 경제적 이득을 가져오는 형태이다. 그러나 능동소자들이 옥외에 놓이게 되어 전력 공급 및 백업(backup)의 어려운 점이 있고, 새로운 서비스가 요구되어 용량이 증가하는 경우 이러한 능동소자 혹은 장치들의 교체가 불가피하게 되어 망의 진화에 불리하게 된다¹⁰⁰⁾.

따라서 이러한 문제점들을 해결하고 장래의 광대역 서비스의 수용시 용이하게 대처할 수 있는 여러가지 구조들이 제안되고 있다. 영국의 PON(Passive Optical Network)¹⁰¹⁾, 미국의 PPL(Passive Photonic Loop)¹⁰²⁾, 일본의 PASS-NET

(Passive Optical subscriber Network)¹⁰³⁾등이 대표적인 것으로 주로 수동적인(passive) 특성을 지닌 이중 스타나 스타-버스 형태를 취하고 있다. 이것들은 스플리터(splitter), 스타-카플러(star coupler), WDM(Wavelength Division Multiplexing) 소자 등의 수동소자를 이용함으로써 교환 또는 서비스 선택기능이 CO나 가입자 옥내에서 이루어지게 하여 RN에서의 전력공급 등의 어려운 문제들을 해결하고 있다. 또한 광대역 서비스의 수용등 용량의 증가시 새로운 파장을 부가하고 또한 코히어런트 검파방식 등을 도입함으로써 쉽게 대처할 수 있는 장점을 지니고 있다. 그러나 당장 이러한 수동소자나 코히어런트 방식을 도입하기에는 소자의 가격 및 기술 수준에 있어서 어려움이 있다.

백조망의 경우 능동형 이중 스타 구조로서 앞서 기술한 장단점을 갖고 있다. 따라서 앞으로의 광대역 서비스를 수용하기 위해서는 WDM 소자를 이용하는 방법이 바람직할 것이다. WDM 소자 기술이 발전함에 따라 초기에는 서로 다른 서비스에 서로 다른 파장을 할당하여 기존의 능동 소자나 장치들을 그대로 유지하면서 서비스 용량을 확보할 수 있다. 한편 고밀도 WDM 소자 및 파장가변 레이저다이오드(tunable laser diode) 기술이 발전하면 이를 이용하여 DC의 능동 소자나 장치를 대신하여 스플리터나 WDM 소자와 같은 수동광소자(passive optical device)를 이용함으로써 전력공급등의 어려운 문제도 해결할 수 있을 것이다. 즉, 각 가입자에게 상향 및 하향 채널에 각각 특정한 파장을 할당하고 CO, DC 및 가입자 옥내에 WDM 소자를 설치하여 CO 및 가입자 옥내에서 서비스를 제공 또는 선택하거나, DC에 스플리터를 설치하고 CO 및 가입자 옥내에서 코히어런트 검파방식을 이용하여 완전 양방향 광대역 서비스의 수용이 가능해질 수 있을 것이다. 이러한 진화전력의 분석아래서 초기에는(그림 17)과 같이 BISDN을 수용하는 백조망의 구성을 생각할 수가 있다. 즉, BISDN 서비스를 위하여 CATV 서비스와는 다른 새로운 파장을 할당하고

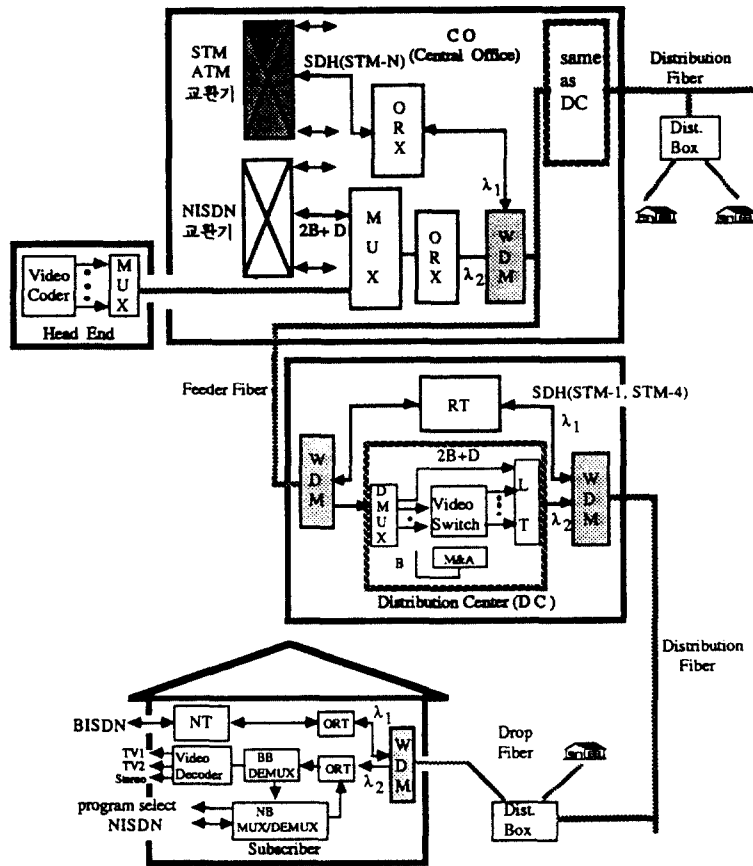


그림 17. 백조망의 진화 방안(BISDN 수용)

CD, DC 및 가입자 옥내에는 WDM 소자를 이용하는 구조이다. STM 혹은 ATM 교환기를 거친 BISDN 서비스는 새로운 파장으로 전광(E/O) 변환되어 기존의 CATV 및 협대역 ISDN 신호의 파장과 파장분할 다중되어 DC를 거쳐 가입자에게 중첩되어 제공되게 된다. 이와 같은 형태에서는 WDM 기능과 DC에의 BISDN RN 기능의 부가로써 새로운 서비스를 경제적으로 제공할 수 있는 구조라고 할 수 있다.

5 결론

본고에서는 백조 시스템의 개념 및 관련 기술

들의 개발 현황을 소개하였다. 사회, 경제적으로 CATV 서비스에 대한 요구가 증가하고 있으며, 광전송기술의 발전과 그에 따른 장치 및 소자 가격의 하락으로 광케이블에 의한 광CATV 시스템의 구성이 90년대 하반기에는 경제적으로 충분히 가능할 것이 예상되고 있다. 또한 유선방송 관리법의 개정이 예상되고, 광CATV 시범사업 계획이 수립되는 등 사회, 경제적 여건도 조성되고 있다. 따라서 국내에서도 광CATV 망은 '94년도에 시범 서비스를 거쳐 95년도 이후에는 대량으로 사용될 것으로 예상된다. 이러한 조건 하에서 백조 개발 과제는 단순 양방향 CATV 서비스 및 디지털 데이터 서비스가 가능한 광CATV 시스템의 실현을 위해 시스템 설계기술,

분배 시스템, 전송 및 가입자 장치, 광선로 및 모듈, 비디오 코덱 그리고 유지보수 및 운용관리 시스템을 개발하여 시범시스템을 제시하는 것을 목표로 진행되고 있다. 백조망은 지역CATV 망으로서 헤드엔드부터 가입자 장치까지를 포함하며, 가입자까지 전 선로에 광케이블을 도입하고, 동기식 디지털 전송방식을 도입하고 있다. 백조망은 한 지역국내에 최대 64개의 분배센터를 가질 수 있으며, 하나의 분배센터는 최대 1,024 가입자를 수용할 수 있다. 분배센터에서 가입자까지의 최대 전송거리는 5km이다. 백조망이 제공하는 서비스는 단순분배 서비스, 유료채널 서비스, 페이퍼-뷰 및 통신서비스 등으로 가입자는 NTSC TV 32채널 중 2개 채널을 동시에 선택할 수 있으며, 16개의 스테레오 음악 채널과, B, 2B+D채널을 제공받는다. 광선로에는 루즈튜브형의 광케이블을 사용하며, 향후 망의 진화를 고려하여 1,300nm 및 1,550nm 파장대역의 규격을 정하도록 하였다. 헤드엔드망과 피더망의 전송에는 600Mb/s 광전송시스템을 이용하여 3:1 절체시스템으로 구성하였다. 가입자장치는 하향 155.52Mb/s, 상향 51.84Mb/s의 전송속도를 가지며, 단순 비트 인터리빙 다중방식을 취하였다. 분배 시스템은 경제적으로 구성할 수 있는 공간분할방식을 이용한 회선교환방식을 채택하였다. TV 코덱은 DCPM 방식을 채택하였으며 하드웨어를 단순하게 하여 경제성을 높이기 위한 방법으로 4bit로 고정된 양자화기를 사용하였다.

CATV 서비스 및 통신서비스를 통합하여 제공하는 백조 시스템은 이제 시작단계에 있는 CATV 시스템은 물론 기존의 통신 서비스도 제공이 가능하며, 앞으로의 광대역 서비스의 수용에도 능동적으로 대처할 수 있을 것으로 기대된다.

이러한 백조 시스템의 성공적인 개발을 위해 이미 국내에 축적되어 있는 광케이블 기술이나 광통신 기술 등을 최대한 활용해야 할 것이고, 특히 국내 기업의 도움이 절대적으로 필요한 것으로 생각된다. 또한 백조 시스템의 개발을

토대로 광CATV 시스템이 본격적으로 보급될 때 산업계에 미칠 영향을 고려하여 부품 및 장치들에 대한 표준화가 반드시 이루어져야 할 것이다.

<감사의 글>

본 연구는 한국전기통신공사의 출연 연구의 일환으로 수행중입니다.

아울러 본 연구과제에 성공적 추진을 위해 책임을 맡아 애써주셨던 이일항 박사와 국제상사의 마동성박사께 감사드립니다.

參 考 文 獻

1. 강민호외, "광CATV 시스템 개발", 한국전자통신연구소 보고서, 1989. 12.
2. 이일항외, "광CATV 시스템 일반 요구사항", 한국전자통신연구소, TM-89-1410-12, 1989.
3. 전영윤, 박재동, 이종남, "가입자 광케이블 설계시 고려사항 검토", 한국전자통신연구소, TM89-1410-24, 1989.
4. 박재동, 전영윤, "가입자용 광케이블의 기술현황", 한국전자통신연구소, TM89-1410-9, 1989.
5. 이종남, 전영윤, 박재동, "단심 커넥터의 기술동향", 한국전자통신연구소, TM89-1410-261, 1989.
6. 윤영훈, 장종수, 정철형, 김협중, 이만섭, "디지털 광CATV용 가입자 단속/단말 장치의 구조 연구", 한국통신학회 하계종합학술발표회, 1990. 8
7. 김도년, 최재각, 박대철, "45Mb/s Digital TV Codec에 적용을 위한 DPCM 압축 알고리즘의 하드웨어 구현", 한국통신학회 하계종합학술발표회, 1990. 8.
8. 박문수, 이동호, 한정희, "광CATV 링크해석 및 광모듈 구성소자의 기본요구사항", 한국전자통신연구소, TM89-1430-01, 1989.
9. 이병기, 최문기, 이만섭, "광대역 ISDN의 전개와 광CATV", 텔리콤, Vol.6, No. 1, 1990. 5.
10. 이성은, 이동호, "광CATV 시스템 기술 현황", 전기전자, Vol.15, No. 7, 1990. 7.

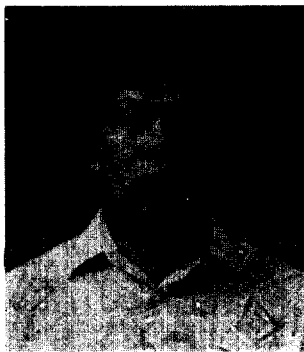
- 11. D. W. Faulkner, et. al., "Optical Network for Local Loop Applications", IEEE J. Lightwave Tech., Vol. 7, No. 11, Nov. 1989.
- 12. S. S. Wagner, H. Kobrinski, "WDM Applications in Broadband Telecommunication Network", IEEE Comm. Magazine, March 1989.
- 13. N. Kashima, K. Kikushima, "New Optical Star-bus Network for Subscriber", J. Opt. Comm., Vol.11, No. 2, 1990.



李 東 浩

저자약력

- 1958년 2월 28일생
- 1981년 2월 : 서강대학교 물리학과 학사
- 1984년 2월 : 서강대학교 대학원 물리학과 석사
- 1984년 3월~현재 : 한국전자통신연구소 광가입자 연구실, 선임연구원



李 晚 燮

저자약력

- 1952년 12월 25일생
- 1976년 2월 : 부산대학교 전자공학과 학사
- 1978년 2월 : 부산대학교 대학원 전자공학과 석사
- 1982년~현재 : 한국과학기술원 박사과정 재학중
- 1979년~현재 : 한국전자통신연구소 광가입자연구실,실장

姜 晟 洙

- 1954년 3월 28일
- 1977년 2월 : 한국항공대학교 통신공학과 학사
- 1980년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자과 석사
- 1980년 3월~현재 : 한국전자통신연구소 광가입자 연구실, 선임연구원

李 潤 馥

- 1955년 7월 19일생
- 1980년 4월~현재 : 한국전자통신연구소 보전S/W 개발실, 선임연구원

金 豪 暎

- 1956년 1월 22일생
- 1978년 2월 : 서울대학교 물리학과 학사
- 1985년 2월 : 한국과학기술원 물리학과 석사
- 1978년~1986년 : 국방과학연구소, 선임연구원
- 1987년~현재 : 한국전자통신연구소 광전자연구실, 선임연구원



朴 大 哲

저자약력

- 1953년 11월 23일생
- 1973년 2월 : 서강대학교 전자공학과 학사
- 1985년 2월 : Univ. of New Mexico 전자공학과 석사
- 1989년 2월 : Univ. of New Mexico 전자공학과 박사
- 1973년~1982년 : 국방과학연구소, 연구원
- 1989년~현재 : 한국전자통신연구소 광가입자연구실, 선임연구원



全 永 允

저자약력

- 1959년 1월 15일생
- 1980년 2월 : 전남대학교 물리학과 학사
- 1983년 2월 : 전남대학교 대학원 물리학과 석사
- 1983년 3월~현재 : 한국전자통신연구소 광가입자연구실, 선임연구원



金 浹 鍾

저자약력

- 1957년 9월 11일생
- 1981년 2월 : 한양대학교 전자공학과 학사
- 1983년 2월 : 서강대학교 대학원 전자공학과 석사
- 1983년 3월~현재 : 한국전자통신연구소 광가입자연구실, 선임연구원