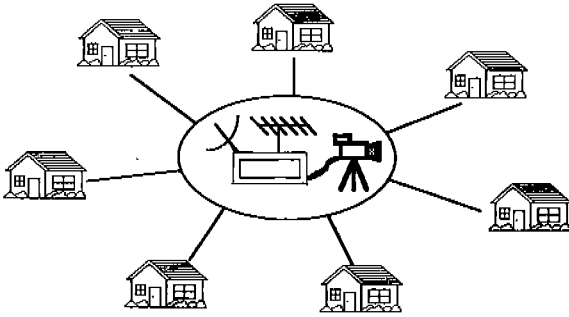


光 CATV 時代

The Optical CATV Age



이학박사 주 무 정

한국전자통신연구소 선임연구원

1. CATV의 보급

최근 새로운 민방의 도입과 함께 CATV에 대한 논의가 매우 활발하다. 이는 새로운 미디어에 대한 사람들의 관심과 이의 도입에 따른 경제 사회적 영향이 매우 크다는 데에 기인한다. 현재 선진 각국에서는 CATV의 보급이 TV 수신 가구 수의 절반을 넘어서고 있으며, 제공되는 채널의 수도 30 채널 이상으로, 채널의 전문화, 다양화가 진전되고 있다. 유럽에서는 '92년으로 예정된 EC통합 이전에 이미 위성 방송 및 CATV를 통해 주변 국가들의 TV 방송을 자유롭게 시청하고 있다.

원래 CATV는 Community Antenna TV의 약어로 난시청 지역에서의 공동 수신을 위해 도입되었으나, 신호의 전송로가 동축 케이블이므로 근래에는 Cable TV의 약어로 인식되고 있다.

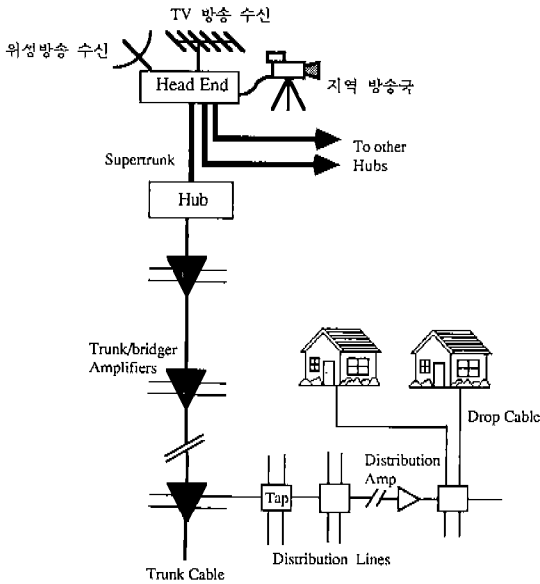
전파 자원은 이용할 수 있는 주파수 대역이 한정되어 있으므로 TV 방송국의 수를 늘리는데 한계점에 다다른 반면, CATV는 채널 수의 증가가 용이하고 지역 특성에 맞는 다양한 프로그램

의 공급과, 기술 발전에 따른 양방향 전송이 가능하므로 정보화 사회에서 요구되는 신규 서비스의 수용이 가능하다는 장점이 있다. 이는 기존의 전파 방송이 불특정 다수의 시청자를 대상으로 하는 Broadcasting임에 대비하여, 비교적 소수를 대상으로 한다는 점에서 Narrowcasting으로 부르기도 한다.

최근의 정보 통신은 사용자의 편의를 도모하고 친숙한 환경 제공을 위하여 지능화 및 영상화에 의한 화상 정보의 제공을 그 특징으로 하고 있다. 이는 CATV가 제공하는 서비스의 특징을 포함하는 것이며, 따라서 통신 사업자가 CATV 서비스에 관심을 갖는 것은 자연스러운 것으로 보인다.

2. 동축 CATV 시스템의 문제점

기존의 동축 케이블을 사용한 CATV 기술은 TV 신호를 단순히 각 가입자에게 전달하는 것을 목표로 한 분배망으로, 망 구조는 Tree-and-Branch 형태이며, 아날로그(Analog) 형태



〈그림 1〉 동축 케이블을 사용한 Tree-and-branch 형태의 CATV 망

의 TV 신호를 전송한다.

그림 1에서 보는 바와 같이 분배망의 규모가 증가함에 따라 신호가 지나가는 길이가 늘어나므로 발생하는 손실(전송 손실 및 분배 손실)을 보상하기 위한 증폭기의 수도 증가하게 된다. 증폭기의 특성은 시간이 경과함에 따라, 그리고 주위 환경의 변화에 따라 변화하며, 따라서 증폭기를 지나면서 누적된 잡음과 증폭기 특성변화의 영향으로 인하여 망의 끝부분으로 갈수록 신호의 질은 떨어진다. 우수한 성능의 증폭기를 사용할 경우 가격 문제가 제기되며, 망의 크기가 증가함에 따른 유지보수의 어려움은 새로운 기술의 도입을 필요로 하게 되었다.

개개인의 다양한 욕구를 만족시키는 방법으로

채널 수의 증가와 함께 가입자의 요청에 의한 프로그램 제공(VOD; Video On Demand)과 같은 신규 서비스가 도입되고 있으며, 이를 위해서는 전송 용량의 증대와 함께 일방통행식의 단순 방송 방식이 아닌 상호 정보 전달이 가능한 양방향 통신망을 설치해야 한다.

기존의 동축 케이블을 사용한 Tree-and-branch 형의 CATV가 이러한 문제점을 드러내게 됨에 따라 이의 해결책으로 광 CATV가 등장하게 된다.

3. 광 CATV의 등장

CATV 망에 광통신 기술이 도입된 것은 대용량 장거리 전송이 요구되는 주간선(Super-Trunk)부에서부터라 할 수 있다. 광섬유는 동축 케이블을 사용하는 경우에 필수적인 증폭기를 사용하지 않고도 대용량 신호를 수십 km 이상 우수한 품질로 전송할 수 있다. 디지털(Digital) 방식은 아날로그 방식에 비하여 신호가 점유하는 대역 폭이 훨씬 넓지만은 신호의 질을 저하시킴 없이 여러번 증폭 중계할 수 있으므로 광섬유를 이용한 신호 전송에 적합한 방식으로, 이미 각종 장거리 통신에 활용되어 오고 있다.

광통신 기술의 발전과 가격 하락으로 기존 동축 케이블은 점차 광섬유로 대체되고 있으며, 간선으로부터 지선을 거쳐 각각의 가입자에까지 광케이블로 연결되어 CATV 서비스를 제공하는 것이 바로 광 CATV이다. 광 CATV는 기존의 기간통신망에 사용되는 광통신 기술과 유사한 점도 많으나 각 가입자까지의 전송로의 길이가 짧은 대신 많은 수의 가입자가 연결된다는 것이

중요한 차이점이다.

아직까지 기술적, 경제적인 문제로 가입자 단말까지 광섬유로 연결된 예는 많지 않으나 선진각국에서 이의 실용화를 위한 현장 시험이 활발하게 전개되고 있다. 광 CATV망은 CATV 서비스 외에도 각종 통신 서비스의 제공이 가능하기 때문에 통신 사업자들은 광대역 종합정보통신망(BISDN)의 일환으로 광 CATV를 도입하려 하고 있다.

4. 광 CATV에 대한 통신 사업자와 CATV 사업자의 시각 차이

광통신 기술을 사용하게 되면 대용량 정보 전송이 가능하며, 이의 활용에 대한 접근 방법은 통신 사업자와 CATV 사업자간에 차이가 있는 것으로 보인다. CATV 사업자는 CATV 망의 확장에 따른 신호 품질의 저하와 유지보수의 어려움을 해결하고, 채널 수의 확장 및 신규 서비스 제공의 수단으로 광통신 기술의 도입을 시도하고 있다. 따라서, 가입자 맥내까지의 광케이블 연결에는 회의적이며, 전송 방식도 아날로그 방식을 선호한다. 이는 아직까지 경제성 측면에서 광통신 기술이 적극 활용될 수 있는 수준이 아니며, 가입자에게 친숙한 기존의 동축 케이블 환경을 제공한다는 측면에서 일견 합리적이라고도 볼 수 있다. 일부 CATV 사업자는 CATV와 함께 전화 서비스(POTS)를 동시에 제공하는 경우도 있으며, 이는 광 CATV 망의 전송 용량을 활용하고 경제성을 높이려는 시도이다.

반면에, 통신 사업자의 입장은 이와 상당히 다르다. 앞서 3절 끝부분에서 언급한 바와 같

이, 통신 사업자는 광 CATV를 광가입자망(Optical Subscriber Network)에서 제공하는 여러가지 서비스중의 하나로 간주하는 경향이 있다. 따라서 통신 사업자에 의해 연구, 시범중인 광 CATV의 특징을 살펴보면 망 구조는 교환방식의 성형 또는 2중 성형(Switched Star or Double-Star)으로, 전송방식은 디지털이 대부분이다. 또한 CATV 사업자가 광 케이블을 가입자 맥내까지 연결하는 데 회의적인 반면, 통신 사업자는 가능한 한 전 선로의 광 케이블화를 추구한다. 이는 BISDN과 연관시켜 생각할 때 당연한 결과라 할 것이다.

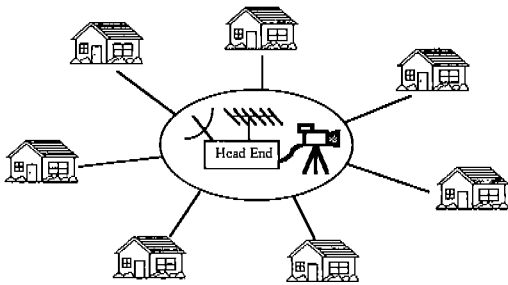
5. 광 CATV의 방식별 비교

이와 같이 광 CATV에 대한 시각이 여러가지인 것과 마찬가지로 광 CATV에 사용되는 기술 및 방식도 여러가지이다. 이중 대표적인 몇 가지만을 골라 비교해 보면 다음과 같다. 우선, 망의 특성에 따라 분배망과 교환망으로 나눌 수 있다. 또한, 망의 구조에 따라 Bus, Loop, Tree-and-Branch, Star(성형), Double-Star(2중 성형) 등으로 구분된다.

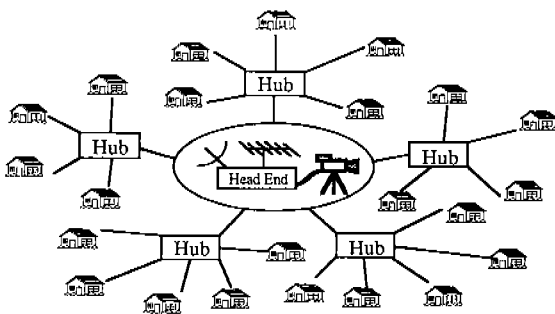
이들중 교환망은 기술적인 문제로 성형 또는 2중 성형망이 대부분이며, 분배망의 대표적인 예는 Tree-and-Branch라 할 수 있다. 전송방식은 디지털과 아날로그 두가지이며, 아날로그의 경우 변조방식은 AM, FM 모두 가능하다. 다수의 채널을 전송하기 위한 다중화 기술로서는 디지털의 경우 시분할 다중화(TDM: Time Division Multiplexing) 방식이 사용되며, 아날로그의 경우 SCM(Subcarrier Multiplexing)

방식이 유망하다. 이 외에도 광통신 특유의 다중화 방식으로 파장분할 다중화(WDM : Wavelength Division Multiplexing) 방식이 있다.

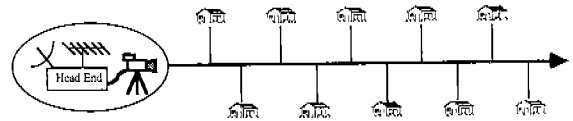
이와 같이 다양한 형태의 망 구조와 다양한 기술이 있으나 현재 광 CATV 기술의 대표적인 것은 디지털 신호를 전송하는 성형 또는 2중 성형 구조의 교환망과 아날로그 신호를 전송하는 분배망의 두가지라 할 수 있으며, 현 단계에서의 경제성 측면에서는 후자가, 그리고 기술적인 측면에서의 확장성 및 다른 통신 서비스와의 융합 면에서는 전자가 우세하다.



〈그림 2〉 성형 망 구조의 CATV



〈그림 3〉 이중 성형 망 구조의 CATV



〈그림 4〉 Bus 구조의 CATV

사용되는 광섬유의 종류 및 사용 파장도 여러 가지가 있다. 초기에는 사용되는 광전소자(반도체 레이저 등) 및 광섬유의 가격, 광섬유 접속의 손쉬움 등으로 인하여 800nm 부근의 파장과 다중 모드 광섬유를 사용하였으나 광대역 종합 정보통신망으로서의 중요성을 인식하게 됨에 따라 대용량 전송이 가능한 1300nm 파장과 단일 모드 광섬유를 사용하는 쪽으로 통일되어가고 있다.

6. 가입자에게 제공되는 서비스 및 환경

사업자의 입장에서는 설치 및 운용에 필요한 비용, 현 단계에서의 기술 수준, 확장성, 수익성 등을 다각적으로 고려해야 하지만, 가입자로서는 서비스의 내용과 종류 및 품질, 그리고 비용 외에는 그다지 중요하지 않다. 이는 망 구조, 전송 방식, 전송로의 종류 등의 기술적인 것보다는 가입자가 받아 보는 비디오 신호의 질과 채널 수, 프로그램 내용, 부담해야 하는 비용 등이 가입자의 확보에 결정적인 요인이라는 것이다.

따라서 가입자에게 제공되는 서비스의 종류 및 환경을 신중하게 고려하여야 한다. 이를 교환망과 분배망 및 가입자 맥내까지 광섬유를 연결하

는 FTTH(Fiber-To-The-Home)와 다수의 가입자가 하나의 광섬유 및 광송수신기를 공유하고 광송수신기로부터 가입자까지는 동축 케이블로 연결되는 형태의 FTTC (Fiber-To-The-Curb)에 대해 기술하면 다음과 같다.

분배망 구조의 CATV에서는 양방향 통신이 불가능하거나 제약이 많음으로 인하여 VOD 또는 영상전화와 같은 서비스를 제공하는 것이 곤란하다. 반면에, 전송 방식이 아날로그인 경우에는 사업자가 제공하는 전 채널을 동시에 전송하고, 가입자가 그 중 원하는 채널을 선택하기 때문에 동시에 수신할 수 있는 채널의 수에는 아무런 제약이 없다. 다만, 기술적인 문제로 인하여 채널 수를 100개 이상으로 늘리는 것은 현재로서는 곤란하다.

교환망의 경우 가입자 단말에서 채널 선택 요구 신호를 중앙의 교환기로 전송하여 채널 선택이 행해지므로 가입자가 동시에 수신할 수 있는 채널 수는 제약이 있다. 반면에, 완전 양방향 통신이 가능하므로 VOD, 영상전화 등의 서비스를 비롯하여 Video Database와 같은 새로운 서비스의 도입이 가능하며, 이론적으로는 전화망과 마찬가지로 다수의 프로그램 제공자를 수용할 수 있고 제공되는 채널 수도 무제한 확장이 가능하다.

FTTH의 경우 가입자 단말까지 광섬유가 연결되며, 광신호와 전기신호를 변환하는 광송수신기가 가입자 단말에 설치되어야 한다. 또한 광섬유는 전력의 공급이 불가능하기 때문에 가입자 단말의 NIU(Network Interface Unit; 가입자를 망에 연결시키는 단말기)에 필요한 전력을 별도로 공급해 주어야 한다. 이 경우, 광 케

이블과 별도로 전력선을 포설하여 중앙에서 전력을 공급하는 것은 바람직하지 않으며, 주로 가입자에 공급되는 상용 전력을 이용하는 방법이 고려되고 있다. 이때, 소요되는 전력 요금을 가입자가 부담할 것인가, 아니면 CATV사업자와 전력사업자와의 별도 계약에 의해 CATV사업자가 부담할 것인가를 결정해야 한다.

또한, 정전시를 대비한 Battery-Backup장비를 각 NIU마다 갖추어야 한다. CATV 서비스 전용의 경우, 정전시 가입자의 TV도 사용 불가능하기 때문에 보조 전원은 불필요하나 전화 서비스의 경우 이는 필수적이다.

FTTC의 경우 광신호는 광송수신기가 설치되어 있는 Curb까지 전송되고 여기서 전기신호로 바뀌어 동축 케이블로 가입자와 연결된다. 따라서 전력 공급이나 Battery-Backup 등의 문제를 가입자 측에서 고려하지 않아도 되고, 가입자로서는 이미 익숙해져 있는 동축 케이블을 다룬다는 장점이 있는 반면, 광통신 기술의 적극적인 활용 면에서는 한걸음 후퇴한 것인 만큼 전송용량이나 확장성 면에서는 제약이 있게 된다.

FTTC의 경우 광신호는 광송수신기가 설치되어 있는 Curb까지 전송되고 여기서 전기신호로 바뀌어 동축 케이블로 가입자와 연결된다. 따라서 전력공급이나 Battery-Backup 등의 문제를 가입자 측에서 고려하지 않아도 되고, 가입자로서는 이미 익숙해져 있는 동축 케이블을 다룬다는 장점이 있는 반면, 광통신 기술의 적극적인 활용 면에서는 한걸음 후퇴한 것인 만큼 전송용량이나 확장성 면에서는 제약이 있게 된다.

전송 방식에 따른 차이를 보면 다음과 같다. 현재 기존 TV 방식에서는 아날로그 형태의 AMV-

SB 신호를 전송한다. AM 형태의 신호를 CATV 망을 통해 전송하는 경우, 가입자는 추가 장치 없이 수신이 가능하다. 다만, 주파수 대역의 차이로 인하여 주파수 변환기나 Tuner가 필요한 경우가 있으며, 부정 시청을 막기 위한 Scrambled 신호를 수신하는 Descrambler를 부착하는 경우가 대부분이다. FM의 경우도 큰 차이는 없으며, FM 신호를 AM-VSB의 비디오 신호로 변환하는 Tuner를 부착하면 된다. 신호의 품질은 동일한 조건에서의 AM방식에 비해 우수하다.

디지털 신호의 경우, 교환망인 경우가 대부분이므로 가입자측에서의 Tuner(Channel-Selector)는 불필요하며, 압축되어 전송된 디지털 신호를 아날로그 비디오 신호로 바꿔주는 Demultiplexer 및 D/A 변환기가 필요하다. 교환망에서는 가입자가 아닌 사람의 불법 시청이 원천적으로 불가능하므로 Descrambler는 필요 없다.

7. 가입자의 성향 및 요구사항

일반적으로 가입자의 태도는 보수적인 것으로 알려져 있다. 따라서, 신규 설비나 서비스의 도입은 이러한 가입자의 특성을 이해하고, 요구사항을 명확히 분석하여 반영해야 한다. 또한 가입자의 행동 양식이나 습관 등을 반영한 시스템 설계만이 운용의 용이함과 수익성을 보장할 수 있다.

최근, 반도체 기술의 급격한 발전에 힘입어 각종 가전제품의 지능화, 디지털화가 진행되고 있으며, 개인용 컴퓨터(PC)나 문서 작성기(Word-Processor) 등이 새로운 가전제품으로 등장하고 있다. 이러한 기기들은 가입자의 통신

수요를 증가시키는 요인으로 작용하며, 광 CATV 망을 BISDN을 고려한 광가입자망으로 생각한다면 이러한 신규 수요를 고려하여야 한다.

현재 국내의 TV 보급률은 매우 높으며, VTR 보유 가구도 상당수에 달하고 있다. 따라서, 하나의 채널을 시청하면서 다른 채널을 녹화하거나 동시에 2개 이상의 TV를 시청하는 경우, 또는 최근 보급되기 시작한 PIP(Picture-In-Picture) 기능의 TV를 사용하는 경우와 같은 다 채널 동시 접속(Simultaneous Multi-Channel Access) 기능의 제공은 필수적이라 하겠다. 이는 앞의 6절에서 언급한 바와 같이 교환망에 의한 CATV 서비스의 경우 필히 고려해야 할 사항이다.

대부분의 기존 가전제품들은 원격조종 기능과 시간 예약 기능과 같은 사용자 편의를 위한 기능을 갖추고 있으며, 사용자는 이러한 기능들을 사용하기 위해 기기 구입시 추가 비용을 부담한다. 광 CATV에서는 어떠한 형태에서건 Tuner, Converter, Descrambler, 또는 Demultiplexer 등의 부대 설비가 가입자택내에 설치된다. 따라서 이들 설비의 조작 편의성 및 기존가전제품과의 연동 특성을 고려하지 않을 수 없다.

기기의 조작 방식이 서로 다른 경우, 사용자는 이를 새로 배워야 하는 불편이 있으며, 시간 예약 녹화의 경우 가입자 단말 장치에 이러한 기능이 있다고 하더라도 사용자는 이를 각각 조작해야 하는 불편함이 있다.

따라서, 원격 조종기를 하나로 통합하고 조작 방식을 통일하는 등의 배려가 있어야 하며, 궁극적으로는 TV, VTR 등의 가전제품에 이러한 Interface 기능을 수용하도록 하여야 할 것이

다.

교환망을 통한 CATV 서비스의 경우, 가입자의 시청 습관 또한 고려의 대상이 된다. 국내에서는 이에 대한 조사가 없었지만, 외국의 예를 들면 하나의 채널을 시청하는 평균 시간은 30분 정도이고 채널 변환시 여러개의 채널을 빠른 속도로 Scan 하여 그중 하나를 선택 시청하며, 이러한 채널 변환은 동시다발적으로(예를 들면 광고 방송시나 하나의 프로그램 종료 후 다른 프로그램이 시작하는 경우) 일어난다. 따라서, 단시간 내에 집중되는 채널 선택 요구를 빠른 시간 내에 처리할 수 있어야 하며, PPV(Pay-Per-View) 채널에 대한 과금 정책등이 신중하게 고려되어야 한다.

많은 수의 TV 채널이 제공되는 경우에도 채널별 시청 빈도는 대부분 몇개의 주요 채널에 집중된다. 따라서 이러한 주요 TV 채널은 모든 가입자에 분배 방식으로 방송하고, 나머지 시청빈도가 낮은 채널은 가입자의 요청에 의해 제공하는 방식은 선로 및 전송 설비의 이용률을 높임으로써 비용 절감에 도움이 될 수 있으므로 가입자의 시청 습관에 대한 정확한 이해는 매우 중요하다.

8. 광 CATV 의 장애

광통신 기술은 이미 CATV에 사용되고 있지만 이는 진정한 의미에서 광 CATV라 할 수 없으며, 광가입자망의 선발주자로서의 광 CATV는 아직 상용화되지 않고 있다. The Last Mile로 표현되는 가입자 백내까지의 광 케이블 연결이 지연되고 있는 것이다. 80년대 초반의 예측

으로는 80년대 말이나 '90년 경에는 상용화 될 것으로 생각되었으나 이러한 예측은 80년대 중반에 들어서면서 5년 정도 후퇴하였다. 이는 주로 경제성 면에서의 동축 CATV에 대한 불리함에서 기인하며, 광섬유의 대량 접속(Mass-Splicing) 및 광증폭에 의한 분배 손실 보상 등의 기술도 극복해야 할 장벽으로 남아 있다.

기존 CATV와 전화 서비스 제공에 필요한 비용은 가입자당 US \$1,200~1,500정도이며, 광 CATV의 경우 교환망에서 US \$3,000~5,000이고 Bus 형태의 망에서는(Raynet 사의 경우) US \$1,200 정도로 추산하고 있다. 통신 사업자들은 광 CATV와 전화 서비스를 포함하여 US \$2,000 정도이면 실용성이 있는 것으로 보고 있으며, CATV 사업자들은 CATV만의 경우 US \$1,000 이하가 되어야 할 것으로 보고 있다. 운용 비용 면에서는 대다수의 시범사업에서 기존의 동축 CATV의 운용 비용과 유사한 것으로 나타났다.

광 CATV의 높은 비용은 광 케이블 및 광전소자의 높은 가격에서 기인하며, 이들의 가격은 매년 하락하고 있음에도 불구하고 아직 광가입자망에 도입되기에는 높은 수준이다. 광가입자망의 도입에 따른 대량 수요는 가격 하락에 도움을 줄 것으로 예상되나 닭과 달걀의 관계처럼 어느 한쪽에서 돌파구를 여는 계기가 주어져야 할 것으로 보인다.

아날로그 FTTC형식의 광 CATV나 Raynet형식의 광 CATV는 현 단계에서도 경제성이 있는 것으로 보이나 BISDN을 고려한 광가입자망 구성이라는 관점에서는 경제성 외에 기술적, 정책적 측면에서의 고려가 있어야 할 것이다.