

한국통신 광통신 기술현황 및 전망

최 두 환

(한국통신)

■ 차 례 ■

- I. 머릿말
- II. 국간계 광통신
- III. 가입자계 광통신

- IV. 기타분야 광통신
- V. 끝맺는 말

I. 머릿말

광통신 분야를 크게 가입자계 광통신, 국간중계계 광통신, 국제계 해저광통신, 광DCS와 광교환 등으로 나누어 볼 때, 지금까지의 한국통신 광통신 분야의 관심은 주로 국간중계계 광통신에 머물러 왔다. 이것은 광통신의 기본 특성인 고속·광대역·장거리통신의 성능이 국간 중계통신에 적합하였고, 또 광통신장치의 가격이 고가이어서 여러신호를 다중화한 국간중계계의 고속 광대역통신에서 그 경제성을 보일 수 있기 때문이었다. 같은 관점에서 국간중계 광통신기술을 초장거리화하고 고신뢰도화하여 이용하는 해저광통신 분야도 광통신기술의 적용이 적합한 분야이나, 아직은 한국통신에서 그 소요는 미비하며 국내의 도서 광통신용과 중국 및 동남아 국가와의 국제통신용으로 점차 관심이 높아가고 있다.

광학기술 및 광소자기술과 그 구현기술의 발전에 의하여 광통신 구성요소의 가격이 하락함에 따라 광통신이 국간전송계 이외에도 경제성이 크게 요구되는 가입자계 통신에 응용되기 시작하고 있다. 이 추세는 앞으로의 통신서비스가 CATV, 영상통신, Multimedia통신 등의 형태로 고속광대역화 되어감에 따라 가입자계에도 고속 광대역통신이 필요하게 되는 것과 잘 부합하며, 이에 따라 가입자선로를 광섬유로 교체하여 가입자를 광통신으로 접속하는 광가입자화

(Fiber In The Loop)가 중요한 광통신 분야로 대두되고 있다.

국간계, 국제계 뿐만아니라 가입자계에도 광통신이 사용되어 앞으로 대부분의 통신의 광통신화 되어감으로, 지금처럼 광신호를 먼저 전기신호로 변환하여 다중화/역다중화, 분기, 결합, 교환 등의 필요한 신호처리를 한 뒤에 다시 광신호로 변환하여 통신하는 대신에, 광통신에 필요한 신호처리를 광영역에서 광신호에 직접 하는 것이 더 효율적이며 편리하게 된다. 이런 광신호의 직접처리하는 광학기술과 광소자기술이 발전함에 따라 가능하게 되었으며, 이 손光신호처리 기술은 광TDM 형태의 다중화에도 이용되고, 나아가서는 광DCS와 광교환 등에도 이용된다.

이런 광통신의 제반기술을 선도하는 것이 광통신 기초기술로서 앞으로 연구개발이 강조되는 중요한 분야로는 먼저 국간계의 고속·대용량·장거리화를 위한 Coherent 광통신, Soliton전송, 광TDM 기술 등을 들 수 있고, 그 다음 가입자계에서의 경제성과 그 사용의 다양성을 넓히기위한 수동광통신과 아날로그 광통신기술을 들 수 있으며, 그리고 모든 광통신 분야에 사용되는 WDM/FDM 기술, 광발생 및 변조, 광증폭, 광교환 기술들을 들 수 있다. 이 글에서는 이런 광통신 기술에 대한 한국통신의 기술현황과 앞으로의 전망을 간단히 살펴본다.

II. 국간계 광통신

SDH 방식의 광통신기술이 국제적으로 표준화됨에 따라 한국통신에서는 기존의 IM/DD(Intensity Modulation/Direct Detection) 기술을 이용하는 90Mbps급 또는 565Mbps급 PDH 방식의 광통신기술을 '94년부터 SDH 광통신방식으로 전환하여 나갈것이다. 이 SDH 광통신기술을 위하여 현재 156Mbps급 STM-1 광통신 장치와, 622Mbps급 STM-4 장치, 그리고 2.5Gbps급 STM-16 장치가 한국통신 주관하에 ETRI 및 산업체에서 개발되고 있다. 2.5Gbps급 이상의 10Gbps급과 100Gbps급 광통신 장치는 현재 국책과제인 HAN/B-ISDN의 진송분야에서 ETRI 주도로 개발이 추진되고 있다.

2.5Gbps급 광통신 장치까지는 기존의 IM/DD 방식으로 전개되어 왔지만, Si 소자를 이용한 전기소자의 속도 한계가 약 10Gbps 정도로 사라지고 화합물 반도체에 의한 10Gbps 이상의 고속소자의 가능성이 아직은 불투명한 만큼, 앞으로의 10Gbps급 이상의 광통신

장치는 WDM 방식이나 Coherent 광통신 방식으로 전개될것이 예상된다. WDM을 이용하는 방식은 전기영역이 아닌 광영역에서 이미 광신호화 되어있는 여러 신호들을 각각 다른 광파장을 할당하는 방식으로 다중화함으로써 통신대역을 확장해 가는 것으로, 전기소자쪽은 이미 발전이 한계 단계에 도달해 있는데 반하여 광소자쪽은 아직 발전의 초기 단계라 앞으로 많은 진전이 예상된다. 또 WDM 방식은 이런 고속 광대역화 이외에도 통신 신호처리에 있어서 다른 잇점도 제공한다. 그 중 중요한 것으로는 통신신호 형태에 대한 투명성과 광신호의 파장변환을 통한 광신호 교환의 용이성 등이다.

또 다른 전개 방향은 광학기술과 광소자기술의 발전으로 광신호의 진폭·위상·주파수에 대한 제어능력이 확보됨에 따라 IM/DD 방식에 대비되는 Coherent 광통신 기술의 발전이다. Coherent 광통신은 ASK/FSK/PSK의 직접 검파방식에서 시작하여 Heterodyne 방식, 그리고 Homodyne 방식으로 발전하면서 [그림1]에서 보인것처럼 약 18dB에서 24dB까지 수신감도를 개선하여 통신거리를 늘일 수 있을뿐만 아니라, 광신호

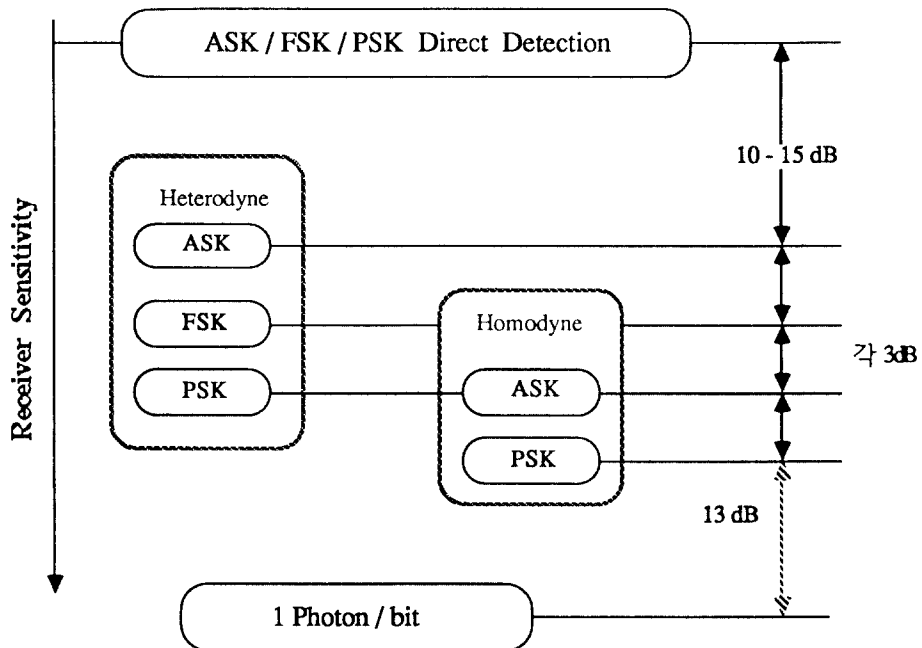


그림 1. Coherent 광통신 방식의 수신감도

의 주파수나 위상의 정교한 제어를 이용하는 광FDM이 가능하여 전송용량 또한 크게 늘일 수 있다. 이렇게 Coherent 광통신 기술이 발전하고 나아가 광소자의 비선형성을 이용하는 기술이 발전하면, 여러 광신호들을 광영역에서 TDM화하는 광TDM 기술이 가능해질 것이다. 이런 광통신의 장기적 기반기술분야는 한국통신에서는 기초과제로 학계의 협조로 진행중이며, 한국통신의 지원아래 국책과제의 형태로 ETRI 및 대학에서도 진행되고 있다.

Ⅲ. 가입자계 광통신

한국통신에서 현재 가장 관심을 가지는 광통신 분야는 가입자계 광통신기술이다. 앞으로 Multimedia 또는 Video 형태의 광대역 서비스가 확장됨에 따라 가장 큰 병목으로 나타나는 것이 국간계가 아니라 가입자계이다. 현재 가입자계는 거의 동선으로 접속되어 있으며, 이 동선을 이용한 가입자계 통신은 최고 전송속도로 수 Mbps 이상을 제공하기는 어렵다. 앞으로 대두될 영상위주의 다채널 Multimedia 서비스를 제공하기 위한 장기적 통신의 하부기반으로써 가입자계를 고려할 때 가입자계에서는 수십 Mbps 정도의 대역폭이 요구되며, 이 광대역 가입자 접속을 위하여 가입자를 광통신 방식으로 접속하는 광가입자화(FITL)가 필요하게 된다.

이 광가입자화는 처음 통신 수요가 많은 업무용 가입자의 오피스에 광통신방식을 사용 그 업무용 통신 신호들은 다중화하여 진화국과 효율적으로 연결하는 FTTO(Fiber To The Office) 방식에서 시작하여, 주거용 가입자 가까이에 소규모 옥외용 광통신장치인 ONU(Optical Network Unit)를 설치하여 주거용 가입자에게 광통신의 잇점을 제공하기 시작하는 FTTC(Fiber To The Curb) 방식을 거쳐, 궁극적으로는 주거용 가입자 맥내에까지 직접 광통신 방식으로 연결하는 FTTH(Fiber To The Home) 방식으로 발전할 것이다. 현재 FTTO를 위한 광통신 장치인 FLC(Fiber Loop Carrier) 장치의 개발이 SDH 국제 표준을 따라서 STM-1 급으로 한국통신과 산업체 공동으로 진행되고 있으며, 이 FLC 장치는 '94년에 실상용화될 예정이다.

FTTC를 거쳐 FTTH에 도달하는 광가입자화에서 중요한 것은, 통신거리는 짧고(평균 3Km 이내, 최대 6Km) 각 가입자의 요구 대역폭은 작은 반면(수십 Mbps 이하) 신호형태는 다양하고 그 대상은 매우 많은 가입자계의 특성때문에, 고속 광대역성이나 장거리통신이 아닌 경제성, 다양성 및 용이성이다. 따라서 지금의 광통신기술로 가입자계에서 요구되는 거리와 대역폭의 문제는 거의 해결되기 때문에 가입자계 광통신기술의 발전 방향은 국간 중계계 발전 방향과는 달리 다양한 가입자계의 통신 신호를 경제성 있고 용이하게 전달 가능케 하는 광통신기술의 방향으로 전개될 것이다.

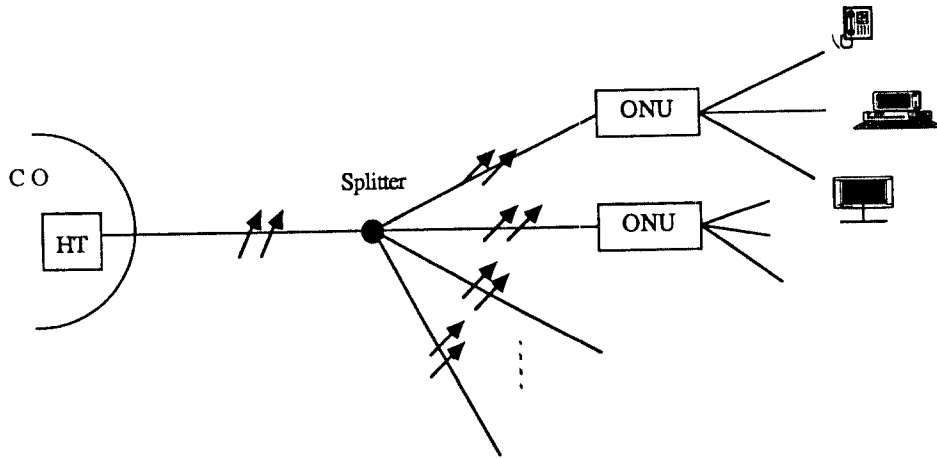


그림 2. PON 방식의 기본구조

경제성과 용이성을 제공하기 위하여 고려되는 광가입자화 방식이 PON(Passive Optical Network) 방식이다. 수동광통신 방식이라고도 불리는 PON 방식은 [그림2]에 보인것처럼 전화국 내부와 가입자 대내에서만 능동적인 광소자/전기소자가 존재하며, 전화국과 가입자 대 사이에는 능동적인 광소자/전기소자가 없이 수동적인 광소자인 Splitter만을 이용하여, 전화국으로부터의 광신호를 분기하여 가입자에게 보내며 가입자로부터의 광신호를 결합하여 전화국에 보내는 방식이다. 이 PON방식은 옥외에 설치되는 능동 광통신장치를 배제하고 소형 저렴의 수동광소자인 Splitter로 대신함으로 경제성을 크게 높일 수 있으며, 그 Splitter에서는 신호처리를 전혀 하지않음을 전화국과 가입자 사이의 광신호 전달에 투명성을 제공한다. 이 투명성은 가입자간의 다양한 신호들을 (예를 들면 디지털 통신신호와 아날로그 CATV신호) WDM 방식으로 중첩하여 보낼 수 있어 여러면에서 경제성, 용이성, 그리고 앞으로의 확장성까지 제공한다.

이 PON 방식을 위하여 중요한 광통신기술은 첫째 광소자 기술이며 저렴한 광원 및 광수신기, 광 Splitter, 여러 광신호를 파장다중화 하기 위한 WDM 소자들을 들 수 있다. 그리고 점대다점(Point to Multi-Point) 형태의 PON 구조에서 여러 독립적인 점대점 통신채널을 제공하기 위한 다원 접속기술이 중요하다. 현재 PON을 위한 다원접속기술로 제안되고 있는 것들은 Duplexing 기술로 TDD(Time Division Duplex), WDD(Wave Division Duplex), DDD(Directional Division Duplex) 등이 있으며, 다원접속기술로 TDMA(Time Division Multiple Access), WDMA(Wave Division Multiple Access), SCM(Sub-carrier Modulation) 방식등이 있다.

그리고 가입자계에서는 광소자기술의 발전으로 발광/변조 소자에 대한 선형성이 높아짐에 따라 새로운 광통신 영역인 아날로그 광통신이 각광을 받고 있다. 아날로그 광통신기술은 아날로그 신호를 먼저 디지털로 A/D변환 하여 광원을 변조하는 대신에 아날로그 정보신호 그대로 광원을 직접 변조하는 기술로서, 국간 중계 광통신에서는 그 수신감도가 낮아 각광을 받지 못하였으나 가입자계에서는 전달거리가 짧아 수신감도가 문제되지 않으므로, 광섬유를 통하여 아날로그 형태로 신호전달을 할 수 있다. 아날로그 광통신기술의 응용의 예로써, CATV 신호같은 수백 MHz 대역폭의 광대역 아날로그 신호를 A/D 변환없이 직접 전달할 수 있고, GHz급의 M/W 신호 또는 직접 전

달할 수 있어 SCM 방식이 광통신에서 가능케하며, 나아가서는 디지털 신호를 Binary Level이 아닌 Multi-Level 신호로 변조하여 아날로그 영역에서 전송함으로써 좁은 대역에서 더 많은 정보량을 보낼 수 있고 광영역과 전기영역 사이의 변환을 최소화할 수 있다.

이런 가입자계 광통신기술을 위하여 앞에서 언급한 FTTO의 FLC장치 개발 이외에도 한국통신에서는 PON의 방구조, TDMA/TDD방식을 이용한 PON 구현방식 등이 연구되고 있으며, 학계의 협조를 얻어 선형 광변조 소자 및 수동 광소자들을 연구하고 있다. 그리고 아날로그 광통신분야는 산업계와 협력하여 초기에 실상용화를 계획하고 있다.

IV. 기타 분야

해저 광통신기술을 국간중계 광통신기술을 초상거리화하고 고신뢰도화하여 이용하는 기술로서, 이 초상거리화를 위하여 크게 각광받는 기술이 광증폭(Erbium Doped Fiber Amplifier) 기술과 Soliton 광전송 기술이다. 그 중 현재 1.5 μm 영역에서 동작하는 EDFA는 광신호를 O/E 및 E/O 변환없이 바로 광영역에서 증폭하는 기술로 기존의 Regenerator 기능중 IR기능(증폭기능)을 대신할 수 있고, 또 여러 종류의 광신호를 그 신호형태에 관계없이 증폭할 수 있어 상이한 여러 광신호가 중첩되어 있을때 이를 분리하여 처리할 필요가 없는 등의 편리성이 있다. 이 Fiber Amplifier는 현재 장거리 광통신분야에 주로 쓰이고 앞으로는 다양한 형태의 광신호를 취급하는 가입자계에서도 큰 요소가 있을 것이며, 이를 위하여 아날로그 광통신이 주로 사용하는 1.3 μm 대역의 FA 개발도 기대된다.

Soliton기술은 1.5 μm 영역에서 광섬유가 전달매체로서 가지는 분산특성과 광섬유의 Optical Index가 광신호 강도에 따라 변하는 광Kerr 특성이 비선형 형태로 상호 상쇄하는 현상을 이용하여 Soliton이라 불리는 짧은 광 Pulse를 전혀 퍼짐없이 장거리 전송할 수 있는 기술이며, 두개의 Soliton이 광섬유에서 서로 충돌하여도 충돌 뒤에는 원래 모양을 그대로 복구하는 특성이 있어서 광통신의 고속 및 장거리화에 매우 중요한 기술이다. 이런 광통신의 기반기술인 FA와 Soliton 기술 분야에 대하여 한국통신은 가입자계를 위한 FA 기술을 기반연구로 추진할 예정이며, Soliton기술은 한국통신이 주도하기 보다는 한국통신의 지원하에

국책과제로 추진되도록 유도할 예정이다.

광DCS는 현재 소용량 장치가 SDM 방식이나 WDM 방식으로 국제적으로 개발이 진행중이나, 현재 수준은 수신되는 광신호를 그대로 절제하는 정도의 수준이다. 광DCS가 유용하게 사용되기 위하여서는 광신호 내부의 지류신호에 대한 교환을 광영역에서 바로 처리할 수 있어야 한다. 이를 위하여서는 광TDM, 광TDM, 고밀도 WDM, 그리고 광교환 기술들이 개발되어야 하며, 그 기술이 이용되는 방법은 국간중계 광통신에서 그 기술이 사용되는 방법과 동일하다. 따라서 광DCS를 위한 대부분의 기술은 국간중계 광통신 분야에서 차용할 수 있고 그외의 필요기술은 광교환을 위한 소자로 SDM용 광교환소자, WDM용 파장변환소자, 광 TDM을 위한 광 Flip/Flop 등을 들 수 있다. 이 광DCS 분야는 광교환분야와 소요기술이 유사하므로 한국통신에서는 광교환 분야와 더불어 기술연구 형태로 산학연 공동으로 추진할 예정이다.

V. 끝맺는 말

이 글에서는 한국통신에서의 광통신 기술현황 및

그 전망에 대하여 간단히 기술하였다. 한국통신에서는 광통신 영역중 가입자계 광통신 분야를 그 수요가 많고 또 앞으로의 광대역 서비스 제공을 위한 하부구조가 되기 때문에 가장 중요하게 고려한다. 가입자계 광통신은 고속 광대역성과 장거리성 보다는 경제성, 다양성, 용이성이 더 중요하므로 이를 위하여 PON 방식의 광가입자화를 구상중이며, 이에 필요한 광통신소자와 다중접속기술 등을 한국통신 통신시스템개발센터 주관하에 산학연 공동으로 개발 진행중이다. 아울러 광통신 분야 또한 산업체와 공동으로 조기 실용화를 추진할 것이다.

IM/DD 방식을 이용하는 국간중계 광통신은 2.5 Gbps급 광통신장치까지는 한국통신 주관하에 ETRI와 산업체에서 개발중이며, 그 이상의 10Gbps와 100 Gbps급 광통신에 대해서는 한국통신은 그 기본방향 설정에 적극 참여하며, 그 개발이 국책과제 형태로 효과적으로 진행되도록 기술적 설계적 지원을 하고 있다. 나머지 책자 광전송 및 광DCS 분야는 현재는 기초기술 연구에 집중하며, 광DCS는 국간중계 광통신 기술이 발전하고 그 수요가 크게 대두될 시점에 맞추어 장치개발 및 상용화를 시작할 예정이다.

최 두 환

- 1984년 : 전자공학 박사, The Univ. of Texas at Austin
- 1984년 ~ 1988년 : Member of Technical Staff, Bell Labs
- 1989년 ~ 1991년 : Distinguished Member of Tech. Staff, Bell Labs
- 1991 ~ : 책임연구원, 한국통신