

국내 광통신 시스템 개발 현황

金寬明*, 元濟燮**

金星電氣(株) 技術研究所, 大宇通信(株) 綜合研究所
副所長*, 部長**

I. 序 論

70년대 말 미국, 일본에서 최초로 단파장 광통신 시스템의 상용화가 개시된 이래 불과 수년이 경과한 지금 광통신 기술은 주 응용 분야인 공중 전화 통신망뿐만 아니라 TV 중계망, CATV, 군용 통신망, LAN 및 가입자망 등 모든 통신분야에 급속히 확산되고 있다. 그 동안 850nm의 단파장에서 1.3 μ m, 1.5 μ m로, 그리고 다중 모드에서 단일 모드의 실용화로 이어지는 급격한 기술 혁신의 단계를 거쳐 현재는 초 장거리, 초 대용량, 그리고 보다 경제적인 시스템의 구현을 위한 coherent 기술과 integrated optics 기술 개발에 연구 활동이 집중되어 가고 있는 것이 선진 광통신 기술 국가들의 현황이다.

국내 기술도 표 1에서 보는 바와 같이 수차례의 현장 시험내지는 실용화 시험을 거치면서 83년경부터는 최초 상용 시스템이 설치, 개통되는 등 시스템 기술에서 이미 상당한 수준에 달해 있음을 볼 수 있다.

본 고에서는 그간 여러 차례의 workshop, seminar를 통해 소개된 바 있는 PCM 전화망 시스템에 관하여는 간단히 언급하고, 올림픽 TV 중계망, CATV 시스템, 가입자망 응용 등으로 주목을 받기 시작한 video

전송 기술의 국내 현황에 대해 중점적으로 기술토록 하겠다.

II. PCM 전화망 시스템

1. 한국전력 6.3Mb/S(96회선) 시스템

전력회사들은 자체 통신망에서 고압 장애라는 본질적으로 따르는 문제의 해소를 위해 초기부터 광통신 도입에 적극적인 자세를 보여 왔다. 한전도 같은 경우로서 전력 회사에 적합한 소용량 6.3 Mb/S 시스템에 대한 현장 시험을 80년 부산에서 처음으로 실시 하였으며,^[1] 그 결과를 발전 보완하여 실용화된 시스템이 국내 최초의 상용 시스템으로서 부산 10km 구간에서 83년도 계통된 바 있다. 84년도에는 남서울과 인천간 총 60km 구간에서 무인 증계소에 대한 감시 제어 기능과 시스템 유지 보수 기능이 대폭 추가된 장파장, 단 파장 겸용 시스템이 건설되고 있는 중이다.

2. FT 3 (44.7Mb/S-672음성회선) 시스템

시내 구간 증계용을 주목으로 한 중용량 시스템으로서 한국전기통신연구소(KETRI)에서 개발을 주도 하여,^[2] 구로-시흥-안양(약 30km)의 구간에서 1년

표 1. 국내 광통신 시스템 설치 현황

시 기	목 적	전송용량	장소/거리	발광/수광소자	참여 기관 및 기업체
1979. 9	현장시험	45Mb/S	광화문-중앙 2.3KM	0.85LD/APD	KTA, KETRI
1980. 2	현장시험	6.3Mb/S	부산 1.2KM	0.85LED/APD	KIST, 금성전기, 금성전선, 대한전선, 한전
1980. 4	현장시험	VIDEO	남산-중앙 1.9KM	0.85LED/PIN	KTA, KETRI
1981. 11	현장시험	45Mb/S	구로-안양 12KM	0.85LD/APD	KETRI, 금성전기, 금성전선, 대한전선, 대우통신, KTA
1982. 12	상 용	6.3Mb/S	창원 2KM	0.85LD/APD	금성전기
1983. 3	상 용	6.3Mb/S	부산 9.5KM	0.85LD/APD	한전, 금성전기, 금성전선, 대한전선
1983. 10	상 용	VIDEO	인천 3KM	0.85LED/PIN	금성전기, 금성전선, 대우통신, 대한전선
1983. 12	상 용	45Mb/S	구로-간석 35KM	0.85LD/APD	KTA, 금성전기, 금성전선, 대한전선, 대우통신
1984. 5	현장시험	90Mb/S	대전 18KM	1.3LD/PIN	KTA KETRI, 금성전기, 금성전선, 대우통신, 대한전선

여의 장기간에 걸쳐 실용시험 결과 그 신뢰성이 입증됨에 따라 한국전기통신공사 주관으로 83년말 구로전 화국과 인천의 간석전화국간의 35km 구간에 국내 최초로 상용 시스템이 설치, 개통되었으며 상용시험 구간 상세도와 동 시스템의 각종 parameter는 표 2와 같다.

표 2. FT3-A 및 FT3-B의 주요 특성 및 규격(1)

항 목	특성 및 규격
i) 광원의 파장	0.85 ± 0.04 μm
ii) 송신 광 출력	-3 dBm 이상
iii) 수신 감도	-50 dBm 이하 (BER=10 ⁻³)
iv) Optical Power A. G. C Range	25dB 이상
v) 광 Pulse의 전송속도	44.736 Mb/S ± 20ppm
vi) Protection Ratio	11 : 1 또는 1 : 1

단)

BUU : B→U 변환을 포함한 속도 변환부

UBU : U→B 변환을 포함한 속도 변환부

CRU : Clock recovery를 포함한 service bit 삽입 및 추출부

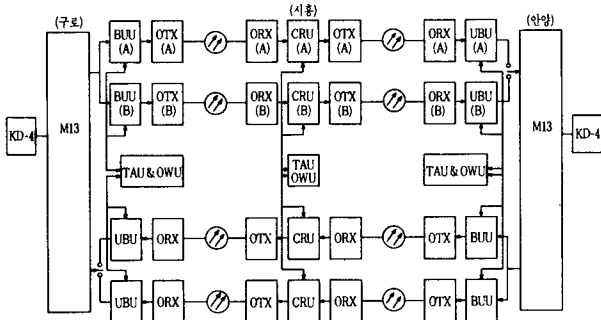


그림 1. 시스템 구성(2)

3. FT3 C(90Mb/S-1344회선) 시스템

대용량의 시내국간 중계망에서 보다 경제성이 있다고 판단되는 장파장 다중모드 90Mb/S 시스템은 2년간의 개발 결과 그 시제품이 제작 완료된 단계로서 금년 5월부터 대전의 전기통신연구소와 대전 시외 전화국간의 18km 구간에서 실용시험이 실시될 예정이다.

4. 차후 개발 과제

미국, 일본에서 개발되어 상용 개시되고 있는 단일 모드 400 Mb/S급 시스템은³⁾⁴⁾ 국내의 시외 총괄국간 대용량 전송망에도 적합한 시스템으로 될 것인 만큼 국내 개발을 서둘러야 할 것으로 보인다. 고도의 신뢰성

을 요하는 해저 광통신 시스템 역시 당면 개발 과제의 하나이며, 장기적으로는 coherent 기술과 integrated optics의 기초 연구도 시작해야 하는 것이 지금의 단계이다.

III. 비디오 전송 시스템

비디오 신호 기술로서는 아날로그 직접 IM 변조, FM 또는 PFM 예변조 및 디지털 PCM 방식등이 실용화되어 있으나, 각 방식내에서도 많은 차이가 있고 실제로는 응용목적이나 요구되는 영상 품질, 전송거리에 따라 경제적으로나 기술적으로 적합한 방식은 달라지게 마련이다. 본 항에서는 LED 또는 LD를 응용한 아날로그 직접 변조 방식, PFM-IM 방식 및 PCM, DPCM 방식의 특징과 장단점을 비교하고 국내에서 실용화된 시스템과 응용예등 현황을 소개하기로 한다.

1. LED 직접 IM 변조방식

직접 IM(intensity modulation)방식은 발광소자를 LED로 하느냐, LD로 하느냐에 따라 회로 구성이 크게 달라진다. LED 방식은 국내에서 몇 차례 연구 발표와 현장시험까지도 있었으나,⁵⁾ 고품질 서어비스용으로는 실용상 부적합 점이 있었다. 그 이유는 LED 고유의 비 직선성으로 인하여 DP (differential phase) 및 DG(differential gain)특성이 나쁘고 그 편차와 변화량 또한 크기 때문이다. 이의 개선을 위하여는 optical feedback⁶⁾ 방식, pre-distortion 방식,⁷⁾ quasi-feedforward 방식⁸⁾ 등이 외국에서 연구발표 되어 있으나, 제작, 조정의 편의로 인하여 일반적으로 pre-distortion 방식이 많이 사용된다.

국내 최초의 상용 설치 시스템으로서는 83년도 인천 전국 체전의 주 경기장-보조 경기장간 CCTV 망에 LED직접 IM 변조방식 video 전송장치가 채택 사용되었는데, pre-distortion 회로에 의해 표3과 같이 우수한 S/N, DP, DG 특성을 나타내므로써 2내지 3km

표 3. LED direct IM방식 video 전송장치의 특성

변조방식	Direct Intensity Modulation	
발광소자	0.85 μm LED	
수광소자	PIN-Diode	
평균광출력 (*APL 50%)	-14dBm	
수광입력	-23dBm(S/N:60dB, Weighted)	
Nonlinear Distortion	D. C	3%
	D. P	3°
Audio (1 CH)	Subcarrier 7.5MHz (Option)	

*APL : Average Picture Level

의 거리에서 방송용과 같은 고품질 응용 분야에도 사용이 가능함을 증명하였다.

2. LD 직접 변조방식

LD를 이용한 직접 변조방식에서는 별도 보상회로를 구성하지 않는 한 laser광 특유의 speckle noise와 반사광에 의한 찌그러짐으로 인하여 거의 실용화가 불가능하다.^[9] 국내에서 그간 발표되었던 연구 결과들이 실용화되지 못한 것은 이에 기인한다 하겠다.^[10]

보상 방법으로는 실제 제작상 문제가 있기는 하나 optical feedback과 laser coherence length를 줄이는 laser 구조등이 외국에서 연구되어 있고, 또 최근에는 PAM(pulse amplitude modulation) 기법이 소개되고 있기도 하므로 국내의 연구도 이 방향으로 계속되어야 할 것으로 생각된다.

3. PFM-IM 방식

영상신호를 PFM 부호화한 후 광으로 전송하는 방식이며 송신측에 일종의 FM 변조회로가 필요하게 된다. PFM화된 펄스는 jitter에 대해 민감하기 때문에 mode partition noise의 영향이 적은 장파장을 이용하면 보다 좋은 품질의 전송이 가능하다.

이 방식은 PCM이나 DPCM에 비해 hardware 제작 및 가격상 유리한 점이 있고, 또한 단파장 10km, 장파장 20km 정도의 거리에서도 양호한 화면 품질을 유

지하므로 일본의 전신전화공사(NTT)에서는 ITV망의 간선 중계용으로 이미 채택 사용하고 있다.^[11] 국내에서도 이 방식의 장치가 개발되어 있는데 표 4에 그 주요 특성을 간추려 보았다.

4. PCM-IM 방식

영상 신호를 PCM 부호화한 후 광으로 전송하는 방식이며 송신측에 A/D 변환회로, P/S 변환회로, frame 회로 등이 있고 수신측에 frame 동기회로, S/P 변환회로, D/A 변환회로가 필요하게 되며, 각 회로를 별도로 구성하여야 하므로 회로 구성이 커지게 된다.

국내 개발 시스템은 영상 신호를 9비트 PCM(coding한 후, 특히 국내의 FT3C(90Mb/S) PCM 시스템 광 중계기와의 양립성을 고려하여 HBL(horizontal blanking line)control에 의해 bit rate를 90.194Mb/S로 압축시키는 단계가 광 변환단 앞에 추가되어 있는 것이 특징이다^[12] (그림 2).

표 5에 보는 바와 같이 전송특성이 우수할 뿐더러 3R식 중계방식에 의해 중계구간 증가에 무관하게 일정한 품질을 유지하므로 TV 중계망과 같은 장거리 고품질 전송이 이 방식의 주 응용 분야인데 이미 미국에서는 84년도 올림픽 통신망에 90Mbps급의 PCM-IM방식의 시스템을 채택하여 대량 설치하고 있다.

표 4. PFM 방식(FVP-100)의 특성

변조방식	PFM-IM (IF :35MHz)	
발광소자	0.85 μ m 또는 1.3 μ m LD	
수광소자	APD 또는 PIN	
중계거리 (S/N 60dB, Weighted)	단파장	7km 이내
	장파장	12km 이내
Nonlinear Distortion	D. G	3%
	D. P	2°

표 5. 국산 PCM video 전송 시스템의 특성

전송속도 (T3C)	90.194Mb/S	
광전송로	FT3C 광전송 특성과 동일	
중계거리	22km 이상 (장파장 광선로 사용시)	
전송용량	Video : 1 CH, Audio : 2 CH	
S/N (Weighted)	63dB	
Nonlinear Distortion	D. G	3%
	D. P	2°

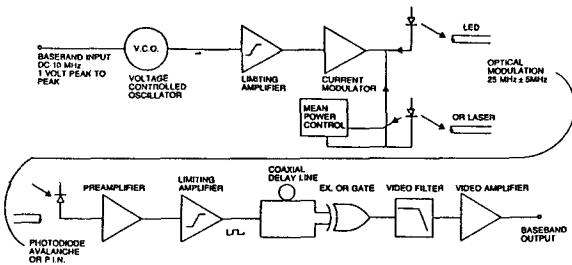


그림 2. PFM방식 계통도

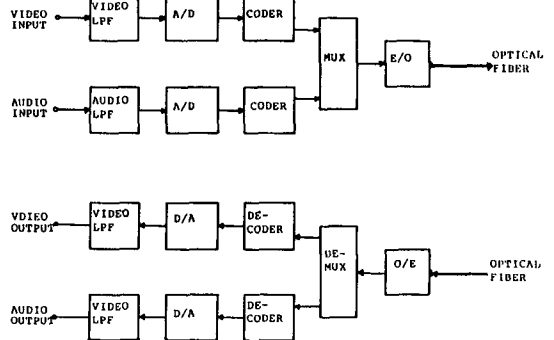


그림 3. PCM방식 광 video 시스템 구성도

5. DPCM 방식

PCM 방식과 같이 8bit 또는 9bit로 A/D 변환되어 90Mb/S급 bit rate로 PCM 부호화된 신호를 frame 내부의 상관 관계를 이용한 predication algorithm에 의해 대역 압축하여 T3 전송 속도인 44.7Mb/S로 맞추는 것이 국내 DPCM(differential PCM) 방식의 내용이다.⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾

이 방식은 대역이 압축된 대신 전송 품질의 열화를 초래하므로 고 품질 전송망에는 불리하나 PCM 범용 3 차군 디지털 전송로(T3)를 이용할 수 있는 장거리 방송 증계망 또는 CATV 망에서는 나름대로 경제성이 있는 것으로 평가되고 있어 현재 개발중인 시스템이 년내에 전송한 대전 시외 전화국과 KETRI간 실험시험에 투입되어 그 성능이 평가될 예정이다.

6. 방식별 비교

위에서 언급한 각 방식을 표 6로써 종합적으로 비교하였다.

선로 허용 손실의 관점에서 보면 PFM-IM 방식과 PCM 및 DPCM 방식이 우수하며, 이 방식들은 아날로그 신호를 광대역화한 신호로 변조함으로써 그 이점을 발휘한다. 단, 광섬유 케이블은 넓은 대역폭이 요구된다. 직접 변조 방식은 현재의 다중모드 광섬유에 한하여 생각한다면 대역폭 제한이 증계거리를 결정짓는 요인이 되지는 않으며 단지 손실이 제한에 의해서만 증계거리가 결정된다. 따라서 LED 경우 광섬유에 입사되는 광입력이 작기 때문에 가입자 구간의 전송거리는 2km 정도가 된다. 또한 LD의 경우는 PAM 변조를 하기 때문에 통상의 직접 변조 방식보다 광섬유에 입사되는 광입력이 4~5 dB 저하되어 가입자 전송거리는 5km 정도가 된다.

회로 구성의 관점에서 보면 직접 변조 방식이 가장 간단하지만 LD의 경우 PAM 변조를 해야 하므로 다소 복잡해진다. 그러나 점용 대역폭이 좁기 때문에 수요가 급증하여 양산 규모일 경우에는 차후에 LSI화가 가능하다. PFM 방식은 변복조 회로가 필요하며 조정 또한 까다롭다. 이 때문에 LSI화에는 적합치 않다. PCM 방식은 개별회로로 구성되며 증계회로, PCM 부호화 회로가 복잡하여 회로 구성이 매우 커지게 되고 조정도 어려워진다. 그러나 A/D, D/A 변환회로, 증계회로의 LSI화가 실현될 경우에는 직접 IM과 같은 정도의 회로 구성이 될 수도 있겠다. DPCM 방식 대역압축 회로가 큰 비중을 차지하여 회로 규모가 가장 커지게 된다.

표 6. Video 전송방식 비교

항목	직접IM방식		PFM-IM 방식	PCM 방식	DPCM 방식
	LED	LD			
S/N-55일대 선로 허용 손실*	11dB	23dB	41dB	41dB	—
	7 dB	18dB	33dB	34dB	—
소요대역	15MHz	15MHz	60~80MHz	60~80MHz	45MHz
회로구성	간단	중간	중간	비교적복잡	복잡
난이도	보통	보통	어렵다	보통	어렵다
가격	현재	1	2	3	4
	향대	1	2	4	2
기술적 과제	Dynamic Range의 확대	Modal Noise 감소	변조회로의 간소화	LSI화	대역압축 방법개선

*상단 0.85μm대, 하단 1.3μm대

6. 올림픽 TV 증계망

앞서 국내 개발된 각 방식별로 응용에 내지는 현장시험에 대해 언급하였으나 이러한 각종 영상신호 전송 방식의 국내에서의 최초의 본격적인 상용 설치운용은 올림픽 및 아시안 게임 TV 증계망이 될 것이다. 분산된 각 보조 경기장에서 여의도 방송 센터를 잇는, 짧게는 수 km, 멀리는 수원, 금산 지구국을 잇는 전송망에서 지형과 전파 문제상 소수 구간만이 microwave 방식으로 가능하므로 대부분은 광통신 방식이 채택될 수 밖에 없으며, 광통신 방식에 있어서는 그 전송거리, 전송회선이 다양한 만큼 실제 사용될 방식은 여러 가지 혼용될 것으로 보인다.

그림 3은 위에서 비교한 방식별로 거리에 따른 S/N 특성을 나타낸 것이다. 올림픽 증계망에서 요구되는

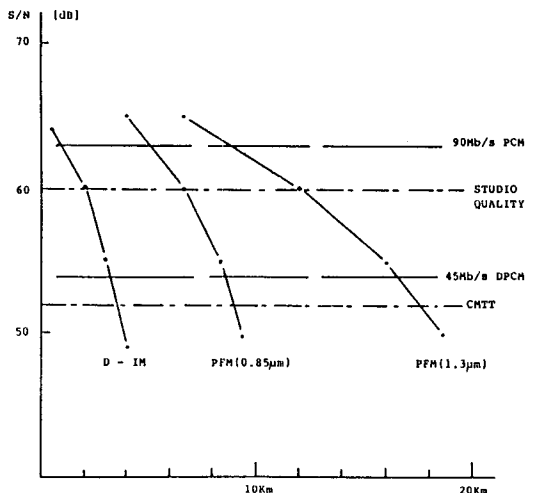


그림 4. 거리에 따른 S/N 곡선(weighted)

영상 품질 수준이 S/N비 60dB 정도라고 볼 때 전송 거리로 보아 많은 경우 PCM 방식이 사용되어야 할 것으로 보인다.

IV. 차후 개발 방향

1. 단일 모드 응용 시스템

앞서 언급한 LD 직접 변조방식의 실용화 상의 문제점은 다중모드 광섬유의 특성과 관련된 것으로서, 단일 모드 광섬유에 single longitudinal mode laser와 optical isolator 사용등에 의해 해결 가능함은 이미 이론적으로 제시되었으며, 일부에서는 상용화 단계에 돌입되어 있다. 또한 광섬유 선로의 이용 효율 증대를 위하여는 기왕에 WDM(wavelength division multiplexing)에 의해 2내지 3회선 동시 전송이 가능하였

으나 단일 모드의 경우 PCM coding된 4~5 회선의 신호를 TDM 다중화에 의해 400~500Mb/S급으로 전송하는 방법도 가능하게 된다. 이와 같이 단일 모드 광섬유는 PCM 전화망 시스템 뿐만 아니라 영상 전송에서도 새로운 가능성을 제시하고 있으므로 국내 단일모드 기술의 전반적인 성숙과 함께 400Mbps급 이상의 전송 시스템에 관한 연구도 활발해 질 것이다.

V. 결 론

PCM 전화망이나 비디오 전화망에 있어 시스템 관련 국내 기술수준은 첨단 외국에 비해 크게 뒤지지는

않았다고 보나, 다만 이를 뒷받침할 laser등 소자 분야 기술은 상당히 낙후되어 있음을 부인할 수 없으며, 또한 시스템, 소자, 재료를 막론하고 기술혁신이 급격한 이 분야에서 세계적인 경쟁에 적절히 대처해 나가기 위하여는 지금부터가 더욱 연구 개발에 있어 중요한 시기가 될 것이다. 그런 관점에서 볼 때 낙후, 중복된 연구 투자나 기술도입을 피하고 한정된 국내 연구 인력의 효율적인 운용을 위해 국가적 차원에서 정부, 국공립 연구기관, 기업간에 유기적인 협조체제의 유지가 필수적이라고 본다.

2. 가입자망 응용 시스템

우리가 앞으로 살게 될 정보화 사회는 음성, 데이터, 화상, 영상 등 각종 형태의 정보들을 모두 포함할 수 있는 획기적인 전송용량의 전기 통신망 건설에 의해 가능해질 것이다. 따라서 광섬유는 광대역 채운실 전송이라는 특성상 당연히 그 주역을 담당치 않을 수 없으므로 현재의 전화망 응용시대를 지나, 해저 증계와 같은 초 장거리, 그리고 궁극적으로는 각 사무실, 가정의 가입자망까지도 확산되어 사용되어 질 것이 예상된다. 이를 준비하는 여러 연구 활동중에서도 외국의 경우 표 7¹⁾과 같은 실험적인 가입자망 시스템을 많은 경비를 투입하여 설치 운용하고 있는 중이다. 국내에서도 이에 대한 가능성이 검토되기 시작하고 있는데 그 기초가 될 영상 전송 관련 기술은 상당히 축적되어 있다고 보며, 다만 network 측면의 설계 기술과,

표 7. 외국의 가입자망 광통신 시스템의 개발 현황

	미 국		CANADA	영 국	프랑스	서 독	일 본
시스템 또는 프로젝트명	Mini-Hub System	Fiber-SLC (BL & WE)	Elie Project (DOC)	Milton-Keyns Project (BT)	Biarritz Project (DGT)	BIGFON (FTZ)	HI-OVIS (일본통신성)
제공 서비스	TV(1ch) Stereo(20ch)	전화, Data	전화, Data TV 2ch Stereo	TV (유료TV) (Video Tex)	전화, Data TV 2ch TV 전화 Stereo	전화, Data TV(2~4ch) TV 전화 Stereo(24ch)	전화, Data TV(2-WAY)
가입자수 (설치된 도시)	1800 가입자 (Chicago근교) 24,000 가입자 (아라메타) 외 다수	500 System (North Carolina, Pennsylvania)	150 가입자 (Elie, Manitoba주)	20 가입자 (Milton-Keyns)	1500 가입자 (Biarritz)	210 가입자 (7개 도시의 10개 지구)	176 가입자 (나타현의 히가시 이코마)
상용 및 실용 구별 (Service시기)	상용 (1982~)	상용 (1982~)	실험 (1981~1983) 상용 (1984~)	실험 (1982~)	실험 (1983~)	실험 (1983~)	실험 (1979~)

fiber, coupler, 발광 및 수광 소자, WDM 등 소자의 특성 개선과 가격의 저렴화가 보다 큰 과제라고 하겠다.

參 考 文 獻

- [1] 신건학, 하용진, “전력용 통신계통에 광통신 설비 도입을 위한 현장 실용화 시험,” 전자공학회 잡지, 제 9 권, 1 호, pp. 40-52, 3월 1982년.
- [2] 강민호의 “45Mb/S 국산 광섬유 통신 시스템의 현장시험,” 전기학회 논문지, 제32권, 2호, 2월 1983년.
- [3] S.S.Cheng, “Single mode lightwave transmission experiments at 432 and 144Mb/S”, IOOC '83논문집, 1983.
- [4] 岩橋榮治, 福富秀雄, “F-400M 방식의 概要,” 研究實用化 報告 第32卷, 3號, pp.575-582, 1983.
- [5] 이경식, 강민호, 정기서, “광섬유를 이용한 Analog Video Sigal, 전송시험”, 통신기술 第1卷 4號, pp. 40-43, 12월 1979.
- [6] Y. Ueno, “Color TV transmission using LED,” *NEC Research & Development*, no.35, pp. 15, 1974.
- [7] 淺谷, 木村, “光Fiber 傳送用 發光 Diode의 Analog 變調,” 研究實用化 報告, 第27卷 7號, pp. 1431-1445, 1978.
- [8] R.E. Patterson, “Linearization of Multi-channel analog optical transmitters by quasi-feedforward compensation technique,” *IEEE Trans. on Comm.* vol. Com-27, no. 3, pp. 582-588, Mar. 1979.
- [9] Clemens Baack 외, “Digital & analog optical broad-band transmission,” *IEEE Proc.* vol. 71, no.2, pp. 198-208, Feb. 1983.
- [10] 한치문, 최상삼, 박한규, “광섬유 아나로그 영상신호 전송에 대한 모달 노이즈 영향,” 전자공학회지, vol. 20, no. 3, pp. 1-5, 5월 1983.
- [11] 木田외, “Color Television 光傳送方式의 設計와 特性,” 研究實用化 報告, 第30卷 9號, pp. 2151-2165, 1981.
- [12] 심원보, 이만섭, 김재균, “90Mb/S 비디오 코덱의 구성방법,” 한국통신학회 추계학술대회는 문집, pp.77-80, 10월 1983.
- [13] Arun, N. Netravali 외, “Picture coding: a review,” *IEEE Proc.*, vol. 68, no.3, Mar. 1980.
- [14] 이만섭, 김재균, “45Mb/S 디지털 텔레비전 코덱의 개발연구,” 한국과학기술원 연구보고서, 1983.
- [15] 小山, 石尾의 “廣帶域 專用 및 閉域 加入者 光傳送方式 現場試驗의 概要,” 研究實用化 報告, 第33卷 3號, pp.415-425, 1984. *

◆ 用 語 解 說 ◆

CAD/CAM (Computer Aided Desigh/Computer Aided Manufacturing)

• CAD

컴퓨터의 支援에 의한 設計, 設計作業중 圖面作成·修正, 工作物の 構造計算등의 機械的作業으로 인간이 하면 시간이 걸리는 작업을 컴퓨터로 하여금 실시케 하고 인간은 아이디어를 짜낸다는 등의 작업에 전념하여 人間과 컴퓨터가 협동으로 效果的인 設計를 하는 시스템을 말한다.

• CAM

컴퓨터의 支援에 의한 製造, 製造工程을 自動化 하

기 위하여 工作機械나 로봇트를 制御指示(加工·製造·組立順序) 하는 등의 일련의 作業內容을 컴퓨터에 의해 작성하는 것으로 生産의 效率化, 合理化, 省力化를 꾀하는 시스템을 말한다.

• CAD/CAM

CAD와 CAM은 시스템으로서는 별개로 발전해 왔으나 데이터베이스를 共用化하는 등 統合化가 진전하여 컴퓨터支援에 의한 設計와 製造를 일관해서 다루는 시스템으로 되었다.