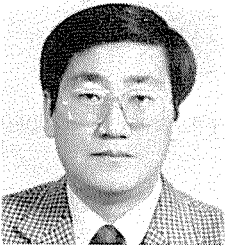


# 衛星通信의 開發 現況과 課題



鄭 東 根

韓國電氣通信研究所 責任研究員

위성통신은 1960년대에 시작해서 현재 약 20년의 짧은 역사를 갖고 있지만 오늘날 전세계에서 국제통신, 국내통신, 국제방송 중계, 국내 방송 등으로 이용 추세가 급속히 확산되고 있다. 특히 1985년을 전후로 장차 TV방송의 혁신을 가져올 직접 위성방송이 전세계적으로 붐을 이룰 것이 예상된다. 위성통신 시스템은 위성과 지상국만으로 구성되기 때문에 회선 구성이 간단하여 회선 운용면에서 융통성과 효율성이 높아 벽지, 도서, 이용체 간의 특정 통신에 유리하다고 할 수 있다.

## 1. 序 言

오늘날 인공위성을 이용한 통신방식인 소위 위성통신(Satellite Communication)은 그 역사가 약 20여년에 불과하지만, 그 발전은 실로 눈부신 것이었다.

아직도 우리들의 기억에 생생하게 남아 있는 1957년 12월 세계 최초의 인공위성인 Sputnik 위성의 발사는 당시 전세계 사람들을 무한한 우주 도전 가능성으로 들뜨게 하였으며, 이러한 흥분이 채 가시기도 전에 미 국방성에는 1958년 12월 SCORE란 세계 최초의 통신위성을 발사하여 인공위성을 통신 수단으로 사용하는 첫 시도를 성공시켰다.

이와 같이 위성통신이 실현되자, 미국을 비롯하여 세계 각국에서는 경쟁적으로 새로운 위성들을 개발하여 오고 있으며, 그 이용 추세도 국제 통신에서 국내 통신으로, 전신전화 중계에서 텔레비전의 간접내지 직접 방송으로 파급되어 나아가고 있다고 보겠다.

특히, 국제통신 면에서는 인공위성에 의한 전신·전화 및 방송 중계의 필요성이 통감되어, 첫 국제통신위성(Intelsat)이 Early Bird란 애칭으로 1965년 4월 첫선을 보이게 되었다.

우리나라도 1967년 7월, 당시 정부 당국의 시의 적절한 판단에 의해서 국제위성통신 기구(Intelsat)에 가입하고, 이어 1970년 6월 금산 위성통신 지구국을 설치하여, 국내 최초로 국제 통신 분야에 위성통신 방식을 도입하였다. 이는 선진국에서의 도입 시기와 거의 같은 시기로서, 당시 선진국과 동등한 기술 응용 수준을 요구하는 과감한 도입이었다고 하겠다. 이러한 국내의 국제 통신위성도 초기 現地 기술자들의 헌신적인 고초 위에서 벌써 10여년이란 세월을 통해 상당한 기술축적이 이루어졌다고 판단되며 우리나라도 이러한 바탕 위에서 국내통신 분야에 위성통신 방식의 도입이란 세계적인 추세의 물결을 받아들이지 않을 수 없을 것이며, 국내

각계에서도 통신·방송의 도입 검토가 활발히 거론되고 있어서, 머지않은 장래에 우리나라도 위성 보유국이 될 것으로 기대된다.

## 2. 衛星通信의 開發 現況

1958년 12월 세계 최초의 통신위성이 미국의 APRA 계획에 의거, 발사되어 당시 미국 아이젠하워 대통령의 크리스마스 메시지가 지구상에 전해진 이래 1960년대부터 위성 개발이 미국을 중심으로 눈부시게 전개되었다.

1960년 8월 세계 최초의 음성 및 TV 중계 위성인 ECHO 1 위성, 1962년 7월 세계 최초로 능동형 중계기를 실장한 Telstar 위성, 1963년 7월 세계 최초의 정지궤도 위성인 Syncom 2 위성, 1965년 4월 세계를 커버하는 국제간 상용위성인 Early Bird 등이 차례로 개발, 실용화되었다.

70년대 초반에는 위성 기술의 발달로서, 전술

한 국제 상용위성(Intelsat)이 대용량·대형화되고 상대적으로 회선당 가격이 저렴화 되므로써 자국내 통신에서 지상 통신시설과 경쟁적으로 위성통신이 미국, 캐나다, 소련 등의 지역에서 등장하게 되었다.

70년대 후반에는 해상 이동 통신에 있어서 품질 향상과 대량수요 공급면에서 재래식 중·단파 통신방식을 혁신시킨 해상 통신위성이 1976년에 미국에 등장하였고, 또한 같은 해에 개발도상국가에서도 위성통신의 필요성을 인지하게 되어 인도네시아, 필리핀, 싱가포르, 태국 등에서 공동으로 사용토록 하는 지역위성(PALAPA)을 사용하기에 이르렀다.

이 시기에 자국내 방송면에서도 혁신적인 변화가 일어난 것이, 위성을 방송 중계 수단으로 사용한 것으로 캐나다의 ANIK-B 위성, 소련의 EKARAN 위성 등이 실용화되었다.

국제위성통신으로는 약 2톤의 무게를 가진 초대형 위성으로 INTELSAT 5호가 선을 보이

표 1 통신위성의 연혁 (~1979)

1958~1969	1970~1979
1958. 12 • SCORE 위성(미) - 저궤도 군용통신 위성	1971. • INTELSAT-4 위성
1960. 8 • ECHO-1 위성(미) - 저궤도 음성 및 TV 신호 중계	1972. • ANIK 위성(캐) - 통신 및 TV 중계
1962. 7 • TELSTAR 위성(미) - 실험통신위성, 능동 중계기	1973. • WESTAR 위성(미) - 통신 및 TV 중계
1963. 7 • SYNCOM 2 위성(미) - 정지궤도, 실험통신 위성	1974. • SYMPHONIE 위성(구주공동) - 통신 및 TV 중계
1965. 4 • EARLY BIRD 위성 - INTELSAT 1	1975. • INTELSAT-4 A(미) • SATCOM - 통신
1967. 1 • INTFLSAT-2 위성 - 국제통신 및 방송중계 위성	• COMSTAR(미) - 통신
1968. 12 • INTELSAT-3 위성	1976. • CTS(미, 캐) - 통신 및 TV 중계 • EKARAN(소) - 통신 및 TV 중계 • MARISAT(미) - 해상통신 • PALARA(인도네시아, 말레이시아, 필리핀, 태국, 싱가포르) - 통신 및 방송중계
	1978. • ANIK-B(캐) - 직접 방송 • BSE(일) - 직접방송실험

표 1. 통신위성의 연혁(1980~)

1980~1984	1985년 이후 및 계획중인 위성
1980. • INTELSAT-5 • STATIONAR(소) - 직접방송	1985. • STC(미) - 직접방송
1981. • SBS(미) - DATA통신 • APPLE(인도) - 통신	* 계획중인 국가 영국 오스트리아 브라질 스칸디나비아제국 멕시코 유고슬라비아 룩셈부르크 아프리카 지역 국가 등
1982. • INSAT(인도) - 통신 및 직접방송 • STW(중공) - 통신	
1984. • TDF-1(프) - 직접방송 • TV-SAT(독) - 직접방송 • BS-2(일) - 직접방송 • ARABSAT(아랍연맹) - 직접방송 • ANSCS(호주) - 직접방송	

게 되었다.

80년대 초반에는 70년대 디지털 통신기술의 급격한 발달로 인하여 완전한 디지털 통신방식을 사용한 SBS 위성이 미국에서 실용화되었으며, 방송면에서도 중계를 통과하지 않고 직접

각 가정에서 저렴한 가격으로 직접 TV 수상이 가능하도록 한 방송용 위성 붐이 전세계적으로 일어났다.

그 결과 1984년 프랑스, 서독, 일본, 호주, 1985년 미국 등의 순으로 직접 방송위성망이 등장할 것으로 예상된다.

80년대 후반에는 自國 내 통신과 방송면에서 선진제국은 물론 개발도상국가서도 본격적인 통

신·방송위성의 붐이 일어날 것이며, 따라서 통신면에서는 TOMA/DA 등과 같은 최신 디지털 통신방식이 보편화되어 국가종합데이터 통신망(ISDN)의 근간을 제공함으로써 現代 산업정보 사회를 구축하는 데 크게 기여할 것이다.

방송면에서도 고품질의 새로운 텔레비전 방식이 등장함으로써 보다 映畫館 화면에 가까운, 實感을 자아내는 大型 스크린을 TV수상기에 사

표 2. 진행파관의 개발 현황

Frequency (GHz)	Power Level (Watts)	Company	Country	User
2 - 2.7	25	Hughes	USA	IDRSS
	50	Hughes Electro Dynamic	USA	INSAT-1
	50-75	Hughes	USA	ARABSAT
	150	Watkins Johnson	USA	SHUTTLE
3.7 - 4.2	0.5	Hughes	USA	INTELSAT IV,
	4.5	Hughes	USA	INTELSAT IV, IVA
	4.5	NEC	Japan	JCS
	5.0	Hughes	USA	ANIK A
	8	Hughes	USA	INTELSAT V
	10	Telefunken AEG	W. Ger.	ANIK B
	10	Hughes	USA	ATS-6
	13	Telefunken AEG	W. Ger.	Symphonic
	13	Hughes	USA	INTELSAT III
11.7 - 12.2 (Nominal)	1.7	Hughes	USA	TDRSS
	10	Hughes	USA	SIRIO
	10	Thomson-CSF	France	INTELSAT V
	15	Telefunken AEG	W. Ger.	ANIK C
	20	Thomson-CSF	France	OTS, CTS
	20	Telefunken AEG	W. Ger.	OTS, ANIK B
	25	Telefunken AEG	W. Ger.	ŠBS
	30	Telefunken AEG	W. Ger.	TDRSS
	100*	Hughes	USA	Japan BSE 1
	100	Thomson-CSF	France	Japan BSE 2
	100	NEC	Japan	
	150	Thomson-CSF	France	H-SAT
	200*	Litton	USA	CTS
	200-230	Thomson-CSF	France	TV SAT/TDF 1
	260-280	Telefunken AEG	W. Ger.	TV SAT/TDF 1
	450*	Telefunken AEG	W. Ger.	NORDSAT
700*	Telefunken AEG	W. Ger.		
700*	Siemens	W. Ger.		
700-1000**	Valvo	W. Ger.		
17.7 - 20.2	2.5	Hughes	USA	ATS-6
	4	Hughes	USA	JCS
	4	NEC	Japan	JCS
	3.75-30	Hughes	USA	ATT(EXP)
	7.5-75	Hughes	USA	NASA20/30GHz
	20	Telefunken AEG	W. Ger.	
	20	Thomson-CSF	France	

용할 수가 있을 것이므로 종래의 TV 화면에 대한 이미지를 革新시키고, Pay-TV 및 文字放送의 導入으로 인한, 각 가정과 기업, 정보, 교육기관을 결연하게 함으로써, 文化 복지사회를 구현시키는데 일익을 담당할 것이다.

지금까지 발사되어 온 통신·방송위성과 앞으로 발사예정인 위성들을 표1에 일람하여 본다.

### 3. 展望과 課題

#### 가. 展望

장차 통신위성의 발전 추세는 위성 수명이 연장(현 7년에서 10년)되고, 통신 능력이 증대되어 나아갈 뿐 아니라, 현재의 증폭, 주파수 변환 기능 이외의 회선 교환 기능 등의 새로운 통신 기능이 추가되는 등 위성 구조가 복잡한 양상으로 변모하게 될 것으로 보인다. 따라서 장차 위성통신 시스템은 새로이 개발되는 기술을 앞서 실용화할 뿐만 아니라, 통신면에서 보다 경제적으로 되어 타통신 방식과 경쟁력이 증대될 것으로 보인다. 그 이유로서, 우선 수용 증대를 위하여 더 높은 주파수대를 사용할 것이며(즉 현재의 6/4GHz에서 14/11GHz, 30/20GHz로 점고), Space Shuttle 이용으로 보다 대용량의 무겁고 정교한 위성이 등장하고, 주파수 재사용(frequency reuse) 및 Multi-beam 등의 기술 발전으로 회선용량을 배가시키고, 위성체에 교환 기능을 장치함으로써 회선의 다원접속에 있어 회선효율성을 배가시키고, 현재 대규모, 고가격의 지상국을 소규모, 저가격의 지상국으로 전환, 사용토복 할 것이기 때문이다.

그러나 세계 각국에서 경쟁력으로 자체 위성을 확보함으로써 정지궤도에 더 이상의 위성 발사가 곤란할 것이므로 정지 위성 수의 제한으

로 통신 능력을 제한시키게 될 것이다.

또한, 사용 전파대도 Hardware가 개발된 주파수대에서는 점유도가 포화에 달하게 될 것이므로 더 높은 주파수대로 옮겨가야 할 것인데 현재로서 30/20GHz까지가 거의 한계라고 보아 무방할 것이므로 역시 통신 능력을 제한시키는 위협을 주고 있다고 보겠다.

위성통신방식에서는 70년대 디지털 기술의 발달로 인하여 재래식 주파수 분할 회선 구성방식(FDMA)에서 시분할 회선·구성방식(TDMA)으로 변천하여 가고 있고, 변조 기술도 FM에서 PSK로 바뀌게 되었다. 음양회전 이동효율을 높이기 위한 PCSI도 DSI로 전환이 요구된다.

위성은 수명이 길고 회선 실장 능력이 큰 방향으로 전개되어 가는 것으로서,

- 내부 실장되는 부품 중에서도 능동소자(반도체 또는 진행파관)는 출력정격과 비례하여 상대적으로 수명이 길어야 하고

- 전원 공급원인 태양전지가 보다 견고하고 효율이 높아야 한다.

참고로 衛星에 사용되는 能動素子인 진행파관(TWT)의 開發現況을 보면 표2에서와 같다.

衛星에 소요되는 部品은 衛星이 점차 복잡해지고 정교하여 감에 따라 가지 수가 수만중에 이르르게 되었으며, 참고로 Intelsat 위성을 보면 표3에서와 같이 1호가 3,500個에서 現 5호가 35,000 個로 증가되었다.

衛星通信 지구국이 소규모, 저가격이 되기 위하여서는 안테나가 작아야 되고, 가능한 한 값이 싼 Chip을 많이 사용한 디지털 송·수신장치로 구성하여야 한다. 정규통신용 위성통신 지구국을 보면 性能에 따라 표4에서와 같이 高·中·小형 지구국으로 區分된다.

지구국의 發展 추세는 표5에서와 같이 展開되

표 3 Intelsat 위성의 부품 수량 변화

Satellite	Placed in Use	Estimated Part <sup>b</sup> Per Satellite	Per Series	Transponders Per Series
INTELSAT I (Early Bird)	1	3,500	3,500	2
INTELSAT II	3	5,000	15,000	3
INTELSAT III	5	7,000	35,000	10
INTELSAT IV	7	17,000	119,000	84
INTELSAT IV-A	6°	19,000	114,000	120
INTELSAT V	7°	35,000	245,000	162
Total	29°		531,500	381

어 왔다고 보겠다.

지구국의 세계 보급현황을 보면 국내 위성통신용으로는 상당 보급된 것으로 보나 통계된 자료가 없고 국제 위성통신용으로는 Intelsat용 지구국만도 1980년말 현재 세계 134개 국가에서

안테나가 325개, 지구국이 263개가 설치·보급된 것으로 통계되고 있다.

最小型 地球局이라고 볼 수 있는 직접 위성방송 수신기(가정용)는 안테나 구경이 0.5~1미터 밖에 되지 않으며 유엔(ITU CCIR)에서

표 4 지구국 규모에 따른 성능 비교

High Performance Stations	Medium Performance Stations	Minimum Cost Stations
<b>Antenna</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wheel and track azimuth control</li> <li>• Single elevation bull gear</li> <li>• No upper equipment room</li> <li>• No access elevator</li> <li>• All electronics in base of elevated foundation</li> </ul> <b>Tracking System</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Step-track(or "hill climber") tracking system instead of 3-channel monopulse</li> </ul> <b>Feed System</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Feed horn and feed microwave circuitry at base of antenna</li> <li>• 3-reflector focussed-beam system illuminates sub-reflector through aperture of main reflector</li> </ul> <b>Low Noise Receiver</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 K uncooled paramp mounted at antenna base</li> </ul> <b>High Power Amplifier</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuned Klystron or wide-band TWT</li> </ul> <b>GCE System</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Micro-integrated circuitry</li> <li>• FDM/FM, PCM/TDM</li> </ul> <b>Redundancy</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• All critical components employ on-line redundancy</li> </ul>	<b>Antenna</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fixed position</li> <li>• Manual steering adjustment in elevation and azimuth</li> <li>• Az-el or polar mounts</li> </ul> <b>Feed</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sum mode feed</li> </ul> <b>Low Noise Receiver</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 K uncooled paramp</li> </ul> <b>High Power Amplifier</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Wide-band TWT</li> </ul> <b>GCE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• For medium to high capacity trunking-FDM/FM techniques</li> <li>• For Thin-Route operations-FM compandored or digital single-voice-channel per carrier technique</li> </ul> <b>Power System</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Battery bank/static inverter backup to commercial power or diesel-generator</li> </ul> <b>Redundancy</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Redundant LNR and HPA</li> </ul>	<b>Antenna</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Single element-spun dish fabrication</li> <li>• Fixed position manually steered</li> </ul> <b>Feed</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primary focus feed</li> </ul> <b>Low Noise Receiver</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 170 to 300K uncooled paramp</li> </ul> <b>High Power Amplifier</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TWT</li> </ul> <b>GCE</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• FM compandored or digital single-voice channel per carrier technique</li> </ul> <b>Power System</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Battery bank/static inverter backup to commercial power or generator</li> </ul> <b>Redundancy</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No redundancy with minimum spare parts</li> </ul>

표 5. 위성통신 지구국 발달사

세대	제 1 세대	제 2 세대	제 3 세대	제 4 세대
년 도	1962-1963		1968	
안 테 나	Radome 26m-30m	Radome electric De-icing King Post	Wheel & Track (AZ : Ground level)	Radiating feed at Antenna Base 4 Reflector Beam
H P A	Liquid Cooled Klystron (8 KW)	Air cooled Klystron (3 KW) or TWT		전 전자통신 장치가 안테나 Base에 설치
L N A	MASER in Upper equipment room	He. cooled Parametric Amplifier (17-20° K)		Uncooled P. A. (EL 25° 이상)
G C E			Double Conversion	
상용지구국	Goonhilly 1 (영국)	Goonhilly 2 (영국) Fuccino (이태리) 금산 1 (한국)	Guam Thailand	Nicaragua Ecuador

타당 가격을 表6 에서와 같이 10万個 생산의 경우, 325불로 추정하고 있으며 만일 100万 個를 생산할 경우에는 대당 100불 미만이 될 것으로 예측하고 있다.

표 6 직접위성방송 수신기의 가격추정 (CCIR)

단 위 : 弗

생산 수량	안테나	수신기	합 가
1	750	3,000	3,750
100	375	1,020	1,390
1,000	262	600	862
10,000	188	345	533
100,000	127	198	325
비 고	1m 직경 파라보라	N·F. 3.5dB	1980년도 중반 가격

나. 國內 開發 課題

전술한 바에 따라 국내에서 장차 개발하여야 할 분야들을 기술하여 보면 대체로 다음과 같고 하겠다.

- (1) 위성통신방식
  - TDMA 방식 및 장치
- (2) 신호 변조 및 처리
  - PSK 기술 및 장치
  - DSI 기술 및 장치
  - 비화 기술 및 장치
  - 誤 교정 코드 기술 및 장치
- (3) 능동소자
  - TWT의 설계와 제작
  - GAAS 下行의 설계와 제작
  - TD소자의 개발
  - 저잡음 증폭소자의 개발
- (4) 위성 전원
  - 태양전지
  - 축전지 (위성 실장)
- (5) 안테나
  - 빔 기술 및 장치
  - Polarizer 및 Diplexer 개발
- (6) 제어기술
  - TT&C (Telemetry, Tracking & Comm-

- and)
- (7) 발사체
  - 추진 엔진
  - 추진 연료
  - 내열내압 재료
- (8) 지상 위성통신기
  - 소형 지구국 (전기통신용)
  - 직접위성방송 수신기 (가정용)
  - Teletext
  - HDTV 수상기
  - Pay TV수상기

4. 結 言

위성통신은 1960년대에 시작해서 현재 약 20년의 짧은 역사를 갖고 있지만, 오늘날 전세계에서 국제통신, 국내통신, 국제방송중계, 국내방송 등으로 이용 추세가 급속히 확산되고 있다. 특히 1985년도를 전후로 장차 TV방송의 혁신을 가져올 직접 위성방송이 전세계적으로 붐을 이룰 것이 예상된다.

위성통신 시스템은 위성과 지상국만으로 구성되기 때문에 회선구성이 간단하여, 회선 운용면에서 용통성과 효율성이 높아 벽지, 도서, 이동체간의 특정 통신에 유리하다고 할 수 있다.

또한, 장차의 위성체는 고출력, 고회선중계, 고주파수 사용 등으로 회선단가가 보다 저렴하게 될 것이고, 교환 기능을 실장하여 하늘에 떠 있는 전자교환국이 될 것이다. 지상국은 보다 소규모, 저비용인 반면 현대 디지털 신호처리의 기술 발달로서 대용량의 회선을 수용 처리하게 되어, 위성통신 시스템의 경제성을 크게 제고시키게 될 것이다.

따라서 우리나라도 이 분야를 주시하여, 언젠가는 위성체와 지상 통신체의 개발에서 생산·수출화로 이어 나갈 수 있도록 많은 분야에서 연구·노력해야만 할 것이다.