

위성통신 중계기 시스템

이 성 팔, 김 재 명/한국전자통신연구소 책임연구원

차례

- I. 서 론
- II. 위성통신 기술의 발전 형태
- III. 위성통신 중계기 핵심 기술
- IV. 위성통신 중계기 개발 동향 및 전망
- V. 맺음말

I. 서 론

최초의 통신위성은 지구국간의 신호를 중계하는 기능을 수행하는 투명 (Transparent) 위성이었으나, 근래에는 위성통신 중계기술의 발전과 함께 탑재내 신호처리기능 등을 갖는 재생(Regenerative) 위성이 등장되고 있다. 위성내 탑재처리 기능을 갖는 중계기는 복조, 재변조, 부호화, 복호화 및 에러 정정, 중계기 또는 밤 간의 연결 절체, 검출 및 제거, sorting, routing 및 메시지 분배 등의 기능을 갖는다. 중계기는 위성체의 임무 (Mission)를 결정하는 구심체로서 중계기 기술의 발전은 향후 위성통신 기술 발전의 핵심적인 역할을 담당하게 될 전망이다.

본고에서는 국내의 위성통신 중계기의 개발동향 및 전망을 살펴보기 위해 위성통신 기술의 발전 형태, 중계기의 핵심기술을 요약 정리 하였으며, 주요 국가별 위성통신 중계기의 기술개발 동

향과 국내의 중계기의 개발동향을 살펴보았다. 또한 위성통신 시장과 위성통신 중계기 기술 발전 전망을 통해 국내의 위성통신 중계기 기술현황 및 전망을 기술 하였다.

II. 위성통신 기술의 발전 형태

위성통신 기술은 초기에는 주로 Trunk 전화 서비스를 제공하였으나 최근에는 데이터, 원격회의, 이동통신, 방송 등의 서비스 시장에 까지 영역을 넓히고 있다.

위성통신 기술의 발전 동향을 살펴보면 단기적으로는 DAMA/SCPC, VSAT, 비디오 중계, 위성에 의한 현장 뉴스 중계, 디지털 위성방송 등의 다양한 위성서비스를 추구할 것이며, 장기적으로는 위성탑재 신호처리 기술, 고주파수 대역의 위성통신 기술, 위성간 직접처리 기술, 위성의 대형화 기술 등을 활용하여 고품질의 초고속 위성통신서비스를 제공하게 된다.

위성통신의 장기적 기술 발전 형태를 요약하면 다음과 같다.

기술발전 방향	적용 기술	비고
• 위성의 고주파수화 기술	• Ka, MM 대역 위성통신 기술 • 부품의 고신뢰도화 기술 (고출력 증폭기의 고출력화 기술, MMIC화 기술, 다중빔 안테나 기술)	• 기존재원(C, Ku 대역 등)의 고갈 • 광대역 초고속 위성 통신서비스
• 위성탑재 신호처리 기술	• 위성탑재 Processor 기술 • 다중빔 안테나 기술	• 전송품질 및 효율 증대 • 지구국 소형화 가능
• 위성간 직접통신 기술	• 저/정지궤도 통합위성망 운용기술	• 위성망의 효율적 운용
• 위성의 대형화 기술	• 위성의 장기 수명화 기술 • 위성부품의 고신뢰도, 고기능화 기술 • 복합 서비스 기술	• 통신, 방송 복합서비스 • 육상, 해상 이동 통신 서비스

Ⅲ. 위성통신 중계기 핵심 기술

1. 위성 탑재내 신호처리 기술

현재 운용중인 중계기는 Bent Pipe구조로 지상의 신호를 단순히 중계하는 역할만을 수행한다. 그러나 고품질의 다양한 위성 서비스를 제공키 위해서는 위성통신중계기가 교환기 기능을 수행할 수 있도록 하여야 한다. 이를 위해 채널링크의 신호 복조 및 재변조, 오류 정정, 신호의 분류 및 재분배 등의 기능이 있어야 한다. 이를 위해 RF/IF 프로세서 기술, 기저대역 프로세서 기술 등이 요구된다. 위성 탑재내 신호처리기술은 위성 링크의 품질향상, 전송용량의 증대, 지구국의 소형화 등의 이점이 있다.

2. 다중빔 안테나 기술

다중빔 안테나는 안테나 급전기(Feeder Link)와 빔 형성회로(Beam Forming Network)로 구성된다. 다중빔 안테나 기술은 여러 지구국에서 전송되는 각각의 빔을 고이득 안테나 급전기와 빔 형성 회로(Beam Forming Network)를 이용하여 서비스 요구에 따라 빔 커버리지를 재구성할 수

있게 하여야 한다. 다중빔 안테나 기술을 활용하면 위성빔 이득의 증대로 지구국 안테나의 소형화 및 저출력화의 이점이 있다.

3. 중계기 핵심부품 기술

1) MMIC 기술

위성 중계기에 소요되는 능동부품의 핵심기술 분야로서 소형, 경량 및 저전력 소모 등의 장점이 있다. 광대역 위성을 이용한 초고속통신에서의 주요한 이득의 평판도는 RF 부품의 MMIC 화를 통해서만 가능하다. 광대역 위성부품의 MMIC 화는 현재 국내에서도 연구실험 단계에 있다.

2) 고차모드 여파기술

고차모드 공동(Cavity) 연결기술을 이용한 여파기 구현기술이다. 이중모드 여파기 기술은 상용화 단계에 있으나 Triple Mode 이상의 고차모드 여파기 기술은 현재 실용화를 위한 검증 단계에 있다. 고차모드 기술은 복잡하지만 부품의 소형, 경량화를 위해 장차 필수적으로 필요한 기술이다.

4. 위성의 대형화 기술

위성통신 및 방송을 위한 복합 서비스용 위성에 대한 수요가 늘고 있는 형편이다. 또한 육상, 해상 및 항공 이동통신 업무 등의 복합적인 서비스 제공을 목적으로 하는 위성이 개발되고 있다. 이를 위해서는 Ka 대역 전송기술, 다중빔 안테나 기술, 위성 탑재내 신호처리 기술 등이 요구 된다.

5. 위성간 직접통신 기술

이는 지구국을 거치지 않고 위성간 직접 통신하는 기술로서, 위성통신망 운용시 융통성을 크게 향상 시킨다. 그러나 이를 위해서는 위성체간의 상대 위치 오차 범위가 0.1 도 이내로 유지 되어야 함으로 고난이도의 위성위치 추적 제어 기술이 요구된다. 이는 밀리미터파 대역 등과 같은 차세대 위성 기술을 위한 시험 중에 있다.

IV. 위성통신 중계기 개발 동향 및 전망

1. 주요 국가별 위성통신 중계기 기술 개발 동향

위성통신은 초기에는 주로 Trunk 전화 서비스를 제공하였으나 최근에는 데이터, 원격회의, 이동통신, 방송 등의 서비스 시장에 까지 영역을 넓히고 있다. 발전 동향을 살펴보면 단기적으로는 위성 서비스의 다양화와 고급화를 추구할 것이며, 장기적으로는 위성탑재 신호처리 기술, 고주파수 대역의 위성통신 기술, 위성간 직접처리 기술 등을 활용하여 고품질의 초고속 통신서비스를 제공하게 된다. 위성통신 중계기 시스템 기술개발에 대한 주요국가들의 동향을 살펴보면 다음과 같다.

미국은 NASA 주도의 정부와 민간 R&D 사업으로 수행하고 있는 ACTS (Advanced Communication Technology Satellite) 프로그램을 수행하고 있으며 이를통해 Ka 대역 중계기 시험을 수행중에 있다.

유럽은 ESA(European Space Agency) 중심으로

고주파수대인 Ka 및 MM 대역의 중계기 부품기술, 디지털 프로세서 기술, 위성링크 분석기술, 위성간 통신 기술 등의 R&D 프로그램을 수행하고 있다. 특히 이태리는 새로운 위성통신 기술인 Ka 대역 중계기를 개발하여 시험 운용 중에 있는 형편이다.

일본은 국가 주도의 통신방송 기술위성(CO-METS), ETS(Engineering Test Satellite) 프로그램을 통해 멀티빔 안테나 기술 및 On Board Switching, Data Relay 등의 위성통신 및 방송 분야의 신기술 개발, 통신 위성의 고성능화 기술개발을 추진하고 있다.

일본을 포함한 아시아·태평양 지역의 위성통신 시장에 대한 경쟁이 어느 지역보다도 매우 치열한 형편이다. 그동안 이 지역의 기술을 선도한 인도네시아 (Palapa), 호주(Optus), 인도(Insat), 홍콩(Asiasat), 일본 등은 독자적인 위성 개발 계획을 수립하고 있으며 한국, 태국, 대만 등이 통신위성을 보유하고 있거나 개발 계획에 따라 개발 추진 중에 있다.

이러한 상황에서 가용 정지궤도 주파수 대역(C, Ku 대역) 고갈로 궤도 선점 경쟁이 매우 치열하다. 따라서 안정적인 궤도 확보를 위해 아·태지역 각국은 Ka 대역 중계기술 등의 신기술 확보에 집중적인 투자를 하고 있다.

2. 국내의 위성통신 중계기 개발 동향

국내의 위성통신 중계기 기술은 한국전자통신연구소를 중심으로 기반기술을 확보한 단계이며 이를 바탕으로 차세대 위성통신 기술인 Ka 대역 중계기를 개발중에 있다.

한국전자통신연구소는 위성통신 중계기 개발과 관련하여 3개년('90-'92)에 걸쳐 중계기의 기본 기능을 확인하는 위성통신 중계시험장치를 개발하여 중계기 관련 기반기술을 확보하였다. 개발단계상 다음 단계인 중계기의 전기적 성능 및 기능을 확인하는 엔지니어링 (EM) 모델, Ku 및

Ka 대역 위성통신 중계기를 2개년('93-'94)에 걸쳐 성공적으로 개발 완료하여 실험실 모델급의 중계기 설계기술 및 시험기술을 확보 하였다.

본 개발 기간 중에 실험실 모델급의 핵심부품인 LNA 등의 위성 중계기 능동 핵심 부품과 Channel Filter 등의 수동 핵심 부품을 자체적으로 설계하고 이들에 대한 성능시험 등의 과정을 거쳐 핵심부품을 성공적으로 개발하였다. 또한 자체적으로 개발한 일부 핵심부품 등으로 구성된 Ka (30/20 GHz), Ku (14/12 GHz) 대역 EM 위성 중계기의 설계, 조립 및 시험 단계를 성공적으로 수행함으로써 중계기 시스템 기술을 정착화 시켰다.

상기와 같이 축적된 기반기술을 활용하여 실제 우주환경에서의 전기적 성능 및 기능을 검증하는 중계기 개발을 위해, '95년부터 4개년 개발기간 동안 비행모델 Ka/Ku 대역 위성통신 중계기를 연구 개발 중에 있다. 한편 비행모델 중계 기술중 핵심적인 기술을 효율적으로 확보하고자 시스템 분야 및 핵심부품 분야로 나누어 각 분야에 대한 중점 개발 대상기술을 선정하여 이들 기술 부문에 대한 집중적인 연구개발을 추진 중에 있다.

시스템 기술로는 중계기 설계, 조립 및 시험기술 등이 종합적으로 요구되는 중계기 시스템 엔지니어링 기술, 우주환경에서의 기술검증을 요구하는 품질보증 기술등을 선정하여 이러한 기술 부문에 대한 연구 개발을 수행하고 있다. 핵심 부품 기술로는 차세대 중계기술인 Ka 대역 중계기의 핵심 구성부품인 MMIC SSPA, LNA, 다중모드 여파기, 다중빔 안테나 등을 선정하여 이들 기술을 연구개발 중에 있다.

한국통신(KT)은 무궁화 위성 1/2 호의 중계기 시스템 개발에 따른 감리 활동을 통해 위성통신 시스템 기반 기술이 확보된 상태이며, 현재 '99년 중순경으로 발사 계획중인 무궁화 위성 3호 사업을 계기로 위성통신 시스템 기술에 대한 감리 및 운용 기술을 확보할 예정이다.

현대전자산업(주)에서는 저궤도 위성인 Globalstar 위성의 부품 3종 (Local Oscillator, Up Converter 등)을 개발 생산중에 있으며 이들을 Globalstar 위성에 탑재할 예정이다. 또한 중계기 부품 개발을 위한 성능/환경시험 시설을 구축하였으며, 위성체 시스템의 조립에 필요한 시설 구축을 계획 중에 있다.

LG 정보통신(주)는 무궁화 1/2호용 채널증폭기, 비콘송신기, 원격명령수신기 부품을 생산하여 관련 기술을 확보 하였다.

전반적으로 국내에서는 무궁화 위성 1/2호 사업에서 현장기술 훈련(On the Job Training) 프로그램을 통해 실무 중심의 중계기 개발 기술을 확보하였다. OJT 분야는 중계기 시스템(RF 및 기계적/열적 분야)의 설계 및 분석, 중계기 조립 및 시험분야, 품질보증 분야, 여파기의 설계, 분석 및 시험 분야, 채널 증폭기의 설계, 분석 및 시험 분야, Receiver 의 설계, 분석 및 시험분야, 안테나의 설계, 분석 및 시험 분야 등으로 세분화 하여 중계기 개발 단계별로 중계기 전 개발기간(2년 7개월)에 걸쳐 관련 기술을 습득하였다. 중계기 분야의 OJT 훈련원은 총 10명으로 ETRI 소속 5명, KT 소속 2명, 현대전자산업 소속 1명, LG 소속 1명, KBS 소속 1명으로 구성되었다. 이들은 현재 각 소속 단체에서 OJT 기간에 걸쳐 습득한 중계기 시스템 및 부품 기술을 활용하고 있다.

KT에서 주관하고 있는 무궁화 위성 3호 개발 계획은 국내의 위성통신 기술이 정착화 되는 좋은 계기가 될 것이며, ETRI, KT 및 관련 기관, 업체에서 확보 하였거나 연구 개발 중인 기술과 무궁화위성 1/2호의 OJT 요원들이 개발기간 중에 습득한 현장경험기술 등을 적극 활용하면 많은 부분에 있어서 국내 기술로 담당 할 수 있을 것이며, 차세대 국내 통신 위성인 무궁화 위성 4호의 개발은 국내 기술진을 주축으로 할 수 있을 것으로 예상된다.

3. 전 망

1) 위성통신 시장 전망

전세계적으로 위성통신 시장을 살펴보면 Global Network 을 위한 정지궤도 위성사업과 전 세계적으로 서비스를 제공코자 계획중인 저궤도 이동위성 사업이 매우 활발하며 이들에 대한 전망이 매우 밝다.

정지궤도 위성사업으로는 Global Network을 이용한 광대역통신 서비스를 제공키 위해 Astrolink (미국의 Lockheed Martin 주관), Cyberstar (미국의 Space Systems/Loral 주관), Spaceway (미국의 Hughes 주관) 등이 개발 추진 중에 있다. 또한 위성 선진국들인 미국은 ACTS 프로그램, 이탈리아는 ITALSAT 프로그램, 일본은 COMETS 및 ETS-VI 프로그램을 통해 차세대 위성통신 기술인 Ka 대역 위성통신 중계기 개발을 추진 중에 있다.

저궤도 위성의 수요는 2002년까지 약 250 여개로 예상한다. 전 세계를 서비스 지역으로 하는 휴대형 이동통신 서비스망 구축 계획으로의 저궤도 위성사업으로는 Iridium, Project-21, Globalstar, Odyssey 프로젝트 등이 있으며, Ka 대역 중계기를 이용하여 저궤도 위성 멀티미디어 서비스를 위한 개인이동통신망 구축 계획으로는 Teledesic 등이 있다.

국내 위성통신 분야의 수요전망을 살펴보면 먼저 정지궤도 위성사업으로는 무궁화 위성 (한국통신 주관) 1/2호가 발사 후 궤도내 시험을 완료하여 위성통신방송 서비스 제공 준비 중에 있으며, 또한 1/2호 기능에 비해 채널 확장, 지역위성 서비스 및 Ka 대역 중계기 기능 추가 등의 내용으로 무궁화 3호 개발을 준비중에 있다. 또한

DACOMSAT(데이콤 주관)이 지역위성 서비스를 계획 추진 중에 있다. 국내 기업이 참여한 저궤도 위성사업 현황으로는 Iridium (한국이동통신 참여), Project-21(한국통신, 삼성전자, 신세기통신 참여), Globalstar(현대전자산업, 데이콤 참여), Odyssey(금호텔레콤 참여) 등이 있다.

상기와 같이 국내에서도 위성통신 수요에 대한 전망이 매우 밝다 할 수 있다.

2) 위성통신 중계기 기술 발전 전망

위성통신 중계기술은 향후 차세대 위성통신 기술혁신을 주도할 전망이다. 특히 시험단계를 거쳐 실용화 단계가 예상되는 다중빔 안테나 기술, 위성탑재내 신호처리 기술, 위성간 통신기술등으로 인해 위성통신 중계기술의 중요성이 더욱 부각될 것이다.

그러나 위성통신에 대한 수요가 급증할수록 위성의 가용궤도 및 주파수 자원의 고갈로 인해, 위성 선진국들을 중심으로 새로운 주파수 대역에 대한 연구개발이 집중적으로 이루어 지고 있다. 따라서 신규 위성의 주파수 획득이 용이하고, 추후 초고속 위성통신망 구축 및 개인위성 통신망 구축을 위한 광대역 주파수 대역의 Ka 대역 중계기 개발에 대한 연구개발이 활발히 이루어 지고 있으며 위성 선진 각국은 Ka 중계기를 개발하여 실험 운용 중에 있다.

Ka 중계기에 대한 예상되는 수요 전망은 <표 1>에서 살펴보는 것과 같이 '90년대 이전까지는 수요가 미미하였으나, '90년대 후반부터 수요가 증대하여 2000년대에는 본격적인 상용화가 예상된다.

표 1. Ka 중계기 수요 전망

발사년도	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98
위성 수	1	2	5	5	2	15	7	37	37
중계기 수	1	18	23	26	20	35	7	235	238

(Source : Communications Satellite Data Bases '92)

국내에서도 Ka 중계기 시스템 및 핵심부품 개발 기술 확보에 대한 중요성이 제기되어 관련 기술을 연구 개발 중에 있다. 한국전자통신연구소는 현재 수행중인 비행모델 위성통신 중계기 개발을 통해 관련 핵심 기술을 확보할 예정이며 현대전자산업 등의 업체에서도 관련 부품의 개발을 통해 필요한 기술력을 확보할 전망이다. 또한 한국통신에서도 개발 예정인 무궁화 위성 3호에 Ka 대역 중계기를 탑재할 계획인 바 중계기 개발 시 국내의 기술력을 최대한 활용하면 관련 기술의 국내 정착화를 촉진하는 계기가 될 전망이다. 이를 통해 차세대 위성인 무궁화 위성 4호 개발시는 전적으로 국내 기술진에 의한 국산화 개발 전망이 매우 밝다 할 수 있다.

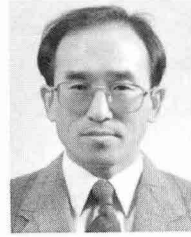
V. 맺음말

국내 산업체에서는 중계기 분야의 기술 개발에 대한 수요와 사업성에 대해 회의적인 시각을 나타내는 경우가 종종 있다. 그러나 미래의 시대는 분명 우주 시대이고 우리도 그 대열에 당당하게 진입하려면 분명 우리의 기술이 확보되어야 할 것이다. 그렇다면 기술력 확보와 사업성의 관계를 어떻게 조화시켜 나가면서 양면성을 확보하는가 문제가 핵심이 될 것이다.

본문에서 언급한 바와 같이 중계기의 기술 발전은 급속도로 첨단화 되어가고 있고 궁극적으로는 지상의 모든 교환 기능을 점진적으로 중계기에서 직접 담당할 것으로 전망되고 있다. 이러한 전망을 고려하여 산업체와 학계 및 연구 기관의 기능 분담을 조화롭게 구축한다면 중계기에 대한 개발 투자는 빠르면 빠를수록 유리할 것으로 기대된다.

앞으로의 사회는 정보화 사회, 앞으로의 시대는 우주 시대인 점을 인식한다면 이에 대한 대비책 마련은 국내 산업계에서도 분명 수립되어야 할 것으로 믿는다.

筆者紹介



▲이 성 팔

- 1972년~1978년 : 서울대학교 전기공학과(학사)
- 1984년~1986년 : Polytecnic Institute of New York 전기공학과(석사)
- 1986년~1990년 : Polytecnic Institute of New York 전기공학과(박사)
- 1980년~1984년 : 한국전자통신연구소 교환기술연구부 연구원
- 1990년~1992년 : 한국전자통신연구소 위성망연구실 실장
- 1995년~현재 : 한국전자통신연구소 위성시스템실 실장
- 1992년~1995년 : 무궁화위성 1/2호 현장기술전수 활동(Matra Marconi Space 및 Lockheed Martin Astro사)



▲김 재 명

- 1974년 : 한양대학교 전자공학과(학사)
- 1982년 : 미국 남가주대학교 전기공학과(석사)
- 1987년 : 연세대학교 전자공학과(박사)
- 1974년~1977년 : 한국과학기술연구소 공중선연구실 근무
- 1977년~1979년 : 한국전자통신연구소 전송기술연구실 근무
- 1982년~현재 : 한국전자통신연구소 전송기술개발부장 역임
현재 위성통신시스템 연구부장