

국내외 위성사업 현황 및 전망

宋 永 頭

韓國通信 衛星事業團 事業監理 1室長

I. 서 론

1957년 10월 4일, 그 당시 소련 연방의 Tyuratam 우주기지에서 발사된 Sputnik 1호는 인류 최초의 인공위성으로, 경사 65.1도, 근접점 215Km, 원지점 939Km의 타원형 궤도를 선회하며, 그 이후 21일간 지상으로의 전파 발송을 수행했다. 이로써 20세기 후반 과학 문명사에서 또 하나의 꽃을 피운 우주이용, 탐험시대가 우리 앞에 전개되었다. Sputnik 1호의 성공적인 기능 발휘이후 1991년 말까지 비공식적인 통계에 의하면, 3,400여회의 성공적인 인공위성 발사가 있었으며, 인공위성의 크기로는 Sputnik 1호의 83.6Kg으로부터 1991년 4월 7일 발사된 Gamma Ray Observatory의 15,620Kg에 이르기까지 천차만별이었다. 국가별 발사횟수를 보면 총 3,400여회의 발사중 2,315회를 발사한 소련이 가장 많으며, 그 다음이 미국의 953회, 일본의 43회 들이다. 현재 선회하고 있는 위성체는 총 2,048개로 추정되며, 그 중 소련위성이 1,215개로 최다이며, 미국이 그 다음으로 606개, 일본이 3위로 44개, 그리고 Intelsat이 43개를 보유하고 있다.

이러한 인공위성은 그 목적과 용도가 다양해서 여러 가지로 분류할 수 있겠으나, 대개 일반적으로 다음의 다섯가지 형태로 분류된다. 첫째는, 지구 정지궤도상에 위치하며 통신 및 방송기능을 발휘하는 통신위성이다. 이 위성은 주로 microwaves 중 L, C 그리고 Ku 밴드 주파수 중계기를 사용한다. 둘째는 과학, 탐사, 첩보등에 사용되는 과학위성이다. 과학위성은 주로 sensor로 구성되며 전자파의 모든 spectrum을 거의 다 이용하고 있어 microwaves(파장 ~ cm)로 부터 gamma선(파장 ~ 10^{-10} cm)까지의 넓은 영역을 포함한다. 그리고 궤도

높이도 사진촬영 위성의 경우인 200Km 정도로부터 먼 적외선 첩보위성의 경우에는 지구 정지궤도인 36,000 Km까지 다양하다. 셋째는 항해위성으로서 그 목적은 움직이고 있는 선박, 항공기, 자동차 등의 정확한 위치와 움직이는 방향 및 속도등의 정보를 제공하는 것이다. 이 위성 시스템은 통상 한개 이상의 위성으로부터 동시화된 신호를 수신해서, 수신한 신호의 도착시간 차이를 전산기로 계산하여 위치 및 속도정보를 추출한다. 한 예로, 미국의 Global Positioning System은 중궤도(~ 20,000Km)에 18개의 위성을 배치함으로써 지구상의 어느곳에서든지 항상 4개의 위성으로부터 신호를 받을 수 있게 성과를 이루고 있다. 넷째는 기상위성으로서 지상 800 내지 900Km의 궤도를 선회하며 microwave 레이더를 사용해서 기상정보를 추출하는 저궤도 지상위성과 지구 정지궤도에서 주로 구름사진을 가시광선을 이용해서 촬영 전송하는 Global Meteorological Satellites의 두가지 종류가 있다. 다섯번째는 데이터 중계위성으로 정지궤도상에 통산 120도 간격으로 세개가 정치하여, 저궤도 위성 및 비행체로부터의 정보 및 데이터를 수집하여 본국의 지구국으로 직접 전송을 한다. 대표적인 시스템은 미국의 Tracking and Data Relay System으로 세개의 위성이 성과를 이루어, space shuttle이 지구 선회중에 보내는 정보 및 데이터를 지구국에 송,수신하여 실시간 처리한다.

이러한 여러 분류의 위성중에서도 현재 인류 생활에 가장 직접적이고 중요한 역할을 하고 도움을 주는 위성은 정지궤도상의 통신위성으로 이 위성들이 국제적으로 어떻게 운용이 되고 있으며, 또한 좀더 나은 서비스와 효율을 제공하기 위해서 어떠한 기술적인 노력이 경주되고 있는가를 살펴보기로 한다.

II. 국제통신위성 기구

지구상 36,500Km의 정지궤도에 위치한 인공위성을 microwaves의 중계국으로 사용해서 지구상의 점과 점을 연결하는 통신이 가능하다는 것은 1945년 영국의 Arthur Clarke에 의해서 제시된 바 있다. 그로부터 18년후 1963년에 세계 최초의 정지궤도 통신위성 Syncom-2가 성공적으로 운용되고 300회선이 전화서비스를 제공했다. 이듬해 1964년에 19개 국가의 체신주관청이 서명한 International Telecommunication Satellite Organization(Intelsat)이 Washington D. C에서 발족되어, 명실공히 국가간 통신을 위해서 국제적인 협조 아래에서 통신위성을 운용하는 시대가 열리게 되었다.

1. Intelsat

Intelsat은 현재 114개국에 참여하고 있으며, 소규모의 국내통신 서비스를 제외한 거의 대부분이 국제통신용으로 서비스되고 있으며, 현재 대서양, 인도양 그리고 태평양 상공의 19개 위성으로 전 세계 165개국을 연결시키고 있으며, 지상에 근 700여개 이상의 antenna와 연결이 되고 있다.

Intelsat 위성은 1964년 이래 벌써 여섯세대를 잇는 위성들이 발주 제작되어 서비스에 사용되었으며 현재 일곱번째 세대인 Intelsat VII이 제작이 되고 있는 중이다. 현재 서비스중에 있는 위성은 대개 Intelsat V와 Intelsat VI로 구성이 되어있다. 최근의 Intelsat VI 위성은 120,000회선의 음성서비스와 3채널의 TV 중계를 할 수 있는 통신용량을 구비한다. 현재 서비스중인 위성은 대서양 지역에 10개, 인도양 지역에 4개, 태평양지역에 4개 그리고 인도양/태평양 겸용이 1개로 되어 있으며, 종전의 대서양, 인도양, 태평양 우선순위에 비교하면 태평양 지역이 점차 중요한 자리를 차지하고 있다는 증거가 되기도 하다.

Intelsat이 제공하는 서비스는 국제전화, 국제 TV중계, Intelsat Business Service(IFS), Intelnet Vista 서비스 그리고 국내통신 등이다. 국제전화는 Intelsat이 처음부터 시작했던 전통적인 서비스로 전화, 데이터, telex 그리고 fax 서비스가 포함된다. 아나로그 FDM/FM, SCPC로부터 120 Mbit/s TDMA에 이르기까지 다양한 접속방식이 현재 사용되고 있으며 TDMA와 IDR(intermediate data rate)는 ISDN에서 요구되는 bit error rate를 만족시킬 목적으로 사용되는 digital 서비스이다. 국제 TV중계는 Intelsat의 전매영

역이나 다름없으며, 전용회선 서비스와 필요시 임차하여 사용하는 임차서비스가 있다. IBS는 기업체의 개별적인 수요를 충족하기 위한 고객 중심의 서비스로 지구국도 수요자 위치에 근접해 있는 소규모의 안테나를 쓰는 경우가 많으며 전화, 데이터, 팩스 스윙칭, 화상회의, electronic mail 등의 다양한 서비스를 제공한다.

Super IBS는 14/12GHz대의 Ku band를 사용하며 ISDN 수준의 통신 품질을 보장한다. IBS란 국내위성의 VSAT 서비스 같이 특정한 기업의 수요를 충족시키기 위한 개별적인 서비스이다. Intelnet은 중앙제어국에 해당하는 커다란 hub를 중심에 두고 소규모의 지구국사이의 데이터 수집 및 분배를 주 목적으로 행하는 서비스이다. Vista 서비스는 산간 벽지 같은 기존 통신망이 희박한 곳에 통신 서비스를 제공하는 것이 주 목적으로 되어 있다.

Intelsat은 종래의 C band, Ku band 겸용 위성에서 점차 통신량이 많은 Ku band로 전향해 가는 경향이 있으며, 최근에는 대서양 지역의 급증하는 Ku band 통신량을 감당하기 위해 특별히 Intelsat K를 발주한 바 있다. 그리고 최근에 발주된 Intelsat VII A는 Ku band EIRP를 증가시킴으로써 작은 크기의 지구국 안테나로 고품질의 IDR, TV/FM 서비스를 받을 수 있도록 하였다. 그리고 또 Intelsat VII A는 한 위성이 이중편파를 사용하게 함으로써 통신량을 증가시키려고 하고 있다.

2. Inmarsat 시스템

Inmarsat는 해상의 선박에게 위성을 통해서 양질의 통신서비스를 제공하기 위해서 1979년에 발족된 국제기구이다. Inmarsat는 1982년 2월에 서비스를 개시했으며, 그 본부는 영국의 London에 있다. 1985년에는 항공기에도 통신서비스를 할 수 있도록 했다.

Inmarsat는 전화, telax, 데이터, fax 및 재해신호를 선박 및 해상구조물에 서비스 한다. Inmarsat 서비스는 해안에 위치한 고정 해안 지구국과 해상에서 이동하는 선박 지구국사이에 이동통신의 형태로 일어난다. 해안 지구국과 위성사이의 통신은 614MHz의 C band를 사용하며 이동하는 선박 지구국과 위성사이의 통신은 1,611.5MHz의 L band를 사용한다.

제 1세대 Inmarsat는 European Space Agency (ESA)의 Marecs-A 및 Marecs-B, Intelsat V 및 Comsat의 Marisat를 사용했으나, 제 2세대 위성은 Inmarsat이 독자적으로 소유, 운용하며 총 4개의 위성 중 3개가 발사되어 운용중에 있으며 약 10,000여척의 선박이 서비스를 받고 있다. 각 위성은 250회선의 음성

전화 용량을 가지고 있다. 현재 발주, 제작중에 있는 Inmarsat 3은 각 위성이 Inmarsat 2의 8배 통신용량을 보유하며, global beam과 5개의 spot beam사이에 주파수 및 EIRP를 자유자재로 재분배할 수 있도록 설계되어 있다. 이것은 선박이 밀집해 있는 지역에 통신용량을 증가시키기 위한 것이다.

3. Eutelsat

Eutelsat은 Europe 지역을 서비스하는 지역 위성시스템으로 14/12GHz Ku band를 사용한다. Eutelsat 기구는 1985년에 창립되었으며, 26개국의 회원국이 있다. Eutelsat은 전화, 저속데이터, TV 서비스 및 business 서비스를 지역에 제공한다. 1990년부터는 Eutelsat II 위성들이 원래 있던 Eutelsat I을 대체하고 있다.

4. Intersputnik

Intersputnik은 소련을 중심으로 동구권의 15개국이 소련이 정지궤도 위성을 성공시킨 이후에 창립한 국제 통신 위성기구로 서방 진영이 중심이 된 Intelsat과 비슷한 기구이나, Intelsat보다 상당히 작은 규모이다.

Ⅲ. 위성관련 연구결과

이러한 통신위성의 성능과 통신용량을 증가시키기 위하여 물질, 부품, 소자, 시스템등 다방면에서 활발한 연구가 진행되고 있다. 그 중에서도 가장 중요한 영향을 미칠 몇가지의 주요 품목에 대한 현재의 연구 추세를 살펴보기로 한다.

1. 안테나

1) Reflector재료

위성의 반사판은 안테나 지향성 정확도, 그리고 중계기의 EIRP 결정에 지대한 영향을 미친다. 특히 우주공간에서 태양 직사광선을 받을 시에 생기는 반사판의 열변형이 안테나 지향성과 EIRP를 크게 좌우한다는 것은 잘 알려진 사실이다. 이를 최소화 방지하고자 열 변형이 적은 물질을 찾는 연구가 활발히 진행되고 있다. 그리고 반사판이 크기 때문에 그 중량 또한 위성정체에 미치는 영향이 크다. 가볍고 열 변형이 적은 물질로 반사판 제작에 적합한 물질로는 Carbon Composite, Kevlar등의

비금속 물질들이 있으며, 이것을 forming 하고 제작하는 기술들이 많이 연구되고 있다.

2) Active array

Active array의 개념은 여러개의 microwaves 발진 소자들을 대개 기하학적으로 2차원으로 나열하고, 각 발진 소자들의 위상과 발진방향을 면밀히, 정확하게 조정함으로써 constructive interference를 유도해 높은 출력의 coherent source를 만드는 것이다. 이러한 개념들이 현실적으로 가능하게 된 것은 solid state power amplifier, monolithic microwave integrate circuits 등의 GaAs를 기초로 한 고주파 발진 소자, 디지털 소자 등이 현재 연구개발 되기 때문이다. 이러한 소자들을 사용하면 자유자재로 beam forming matrix를 제작할 수 있으며, 발진되는 beam의 방향을 전자회로의 조절로서 마음대로 바꿀 수 있다. 아직까지는 실험실에서만 가능한 것이나 머지않아 위서에 응용될 것으로 보인다.

3) Advanced communication technology satellite (ACTS)-multiple beam antenna(MBA)

ACTS antenna 시스템은 반사판과 47개의 feed horn으로 구성되어 있으며, 이 feed horn은 여러가지의 switching combination을 통해서 3개의 고정 beam, 2쌍의 독립적으로 steer 할 수 있는 hopping beam을 생성시킨다. Hopping beam을 사용해서 space domain multiple access를 시도할 수 있다.

2. Transponder

1) TWTA

강력한 EIRP를 요구하는 방송, 통신위성은 TWTA의 높은 효율에 의존하고 있다. 최근의 경향은 높은 효율, 가벼운 중량, 높은 신뢰도의 TWT를 개발하는 것이며, 또한 발진 주파수도 20, 30GHz을 바라보고 있다. 50-60W, 그리고 130W의 DBS용 TWT의 효율이 60%를 육박하고 있으며, 동반하는 EPC의 효율 역시 95%를 넘고 있어, 총 효율이 50% 이상의 TWTA는 이제 쉽게 구할 수 있다. 그리고 TWT의 linearity도 현저히 진보하고 있다.

2) Linearizer

TWT의 non-linearity 때문에 TWTA 시스템의 효율성은 떨어지며 고출력을 요구하는 경우에는 linearizer를 써야만 한다. 현재 가장 많이 쓰이는 linearizer는 pre-distortion type으로 linearize하고자 하는 TWT의 non-linear 특성을 거꾸로 해서 신호가 거처가게 하는 것이다. Linearizer와 TWT를 거쳐 증폭이 될 때 두 소자의 특성이 서로 상쇄되는 원리이다.

3. 소자-Microwave Monolithic Integrated Circuit (MMIC)

Silicon 소자의 최고 작동주파수가 1GHz 정도인 것에 비교해서 GaAs 소자의 작동주파수는 microwaves 영역을 넘어 millimeter waves까지 미친다. 이제 GaAs의 micro-processing 기술이 발달함에 따라 극히 미소한 크기의 집적회로를 쉽게 만들 수 있으며 이러한 고주파수 집적회로를 사용함으로써 이때까지는 불가능했던 많은 시스템을 개발할 수 있게 되었다. 그 한 예가 위에서 언급한 active array 시스템이다. 이중에서도 중요한 소자로는 low noise receiver, step attenuator, microwave switch matrices, phased array antenna, solid state power amplifier 등을 들 수 있겠다.

4. Millimeter Waves 소자

TWT가 대개 20GHz 정도의 주파수가 상한이며, 통상의 GaAs 소자도 10-20GHz 정도가 넘으면 그 주파수 영역을 벗어나게 된다. 30GHz 이상의 대역에서 작동할 수 있는 소자는 GaAs의 연장인 AlGaAs, InGaAs, InP 혹은 이러한 물질의 복합체인 새로운 물질들이다. 이러한 새로운 물질의 연구 및 그 processing 기술들이 millimeter waves 소자 개발의 필수 조건이다.

IV. 새로운 시스템

1. Low Earth Orbit(LEO)를 이용한 이동통신

Motorola에서 최근 제안하고 이제 막 발주, 제작단계에 들어간다는 Iridium 시스템은 저궤도에 77개의 위성 성좌를 구성해서 지구상의 어느곳에서든지 다른곳과 이동통신을 직접 위성을 통해서 가능하게 한다. 이러한 제안에 대한 경제성, 실현성등에 많은 논란이 있으나 Motorola가 발주, 제작을 시작하는 것을 보면 영업상으로 봐서 상당한 매력력이 있음에 틀림없다.

지구전체를 cover하자면 궤도가 낮을수록 필요한 위성수는 많아지므로 77개의 위성을 필요로하는 Moto-

rola의 원인인 Iridium 시스템의 대안으로 중궤도를 사용하며 위성 숫자를 줄여보자는 대안도 나오고 있다.

2. Odyssey and Tracking and Data Relay Satellite (TDRS)

TDRS 시스템의 원래 목적은 저궤도를 순회하는 위성이나 space shuttle이 본국 상공이 아닌 곳에서 data를 송,수신하는 것이 어렵기 때문에 정지궤도에 있는 TDRS를 중계로 해서 송,수신을 할 수 있게 하는 것이었다.

이러한 시스템을 앞에서 언급한 이동통신용으로 사용하자는 제안(Odyssey)이 나오고 있으며, 정지궤도와 저궤도를 병용함으로써 필요한 위성수를 줄일 수 있다는 것이 Odyssey의 장점이다.

V. 결 론

앞으로의 통신위성을 위한 기술의 발전은 대개 다음의 세가지 분야에 중점을 둘 것으로 예측된다. 첫째, 정보를 많이 송,수신하기 위해서는 고주파 대역으로 가야 한다. 그러기 위해서는 millimeter waves 기술의 개발이 필요하다. 둘째는, 위성을 정지궤도까지 진입시키기 위해서는 거대한 발사 비용이 들기 때문에 위성의 무게를 줄일 수 있는 방안을 강구해야 한다. 한가지 방법은 비금속 복합 소재를 많이 사용하는 것인데, 그러기 위해서는 위성의 성능을 보장할 수 있는 강도와 내구성이 있는 소재를 개발하는 것이다. 다른 방법은 현존의 장비와 같은 기능을 발휘할 수 있는 무게가 가벼운 대체품을 개발하는 것이다. 기계적 장비는 이러한 대체가 일반적으로는 어려우나, 전자장비에서는 급속도로 개발되는 전자집적회로를 이용함으로써 현존의 중량급 전자 box를 대체하는 것이다. 셋째는, 이 원고에서는 언급하지 않았지만 주어진 hardware의 여건속에서 그리고 주어진 주파수 대역내에서 통신용량을 증가시킬 수 있는 통신접속 방식의 향상이다. 높은 차원의 software 개발이 필요할 것 같다. ㉸

筆 者 紹 介



宋 永 頭

1941年 8月 9日生

1963年 서울대학교 공과대학 원자력공학과(학사)

1971年 미국 Univ. California, Berkeley 고체물리(초전도체)
(이학박사)

- 1971年 12月 캐나다 Simon Fraser 대학교 연구원(초전도체)
- 1973年 9月 미국 남가주대학교 연구원 / 강사
- 1975年 9月 미국 Cal 주립대학교 강사
- 1976年 10月 미국 Aerospace Corporation 연구원(초전도 전자회로)
- 1984年 10月 미국 TRW Defence System Group 선임 엔지니어
(위성전자 시스템의 radiation hardening 기술담당)
- 1985年 10月 미국 TRW Defence System Group 쉐손 매니저
(TRW 제작위성의 전반적인 책임 담당)
- 1987年 7月 미국 TRW Defence System Group 프로젝트 매니저 / 책임연구원
- 1989年 6月 미국 TRW Defence System Group 책임 엔지니어
(첨단 CMOS 직접회로 설계, 기술개발, 제작 담당)
- 1991年 1月 ~ 현재 한국통신 위성사업단 사업감리 1실장