

〈主 題〉

Ka-Band OBP 기술 현황과 전망

이재현(한국전자통신연구원 탑재장치연구실)

김재명(한국전자통신연구원 위성통신시스템연구부)

□ 차 례 □

I. 서 론

Ⅰ. OBP 기술 개요

Ⅱ. OBP 위성 현황 및 전망

Ⅳ. 결 론

I. 서 론

1965년 최초의 상업용 정지궤도 위성 INTELSAT I (Early Bird)의 발사 이후, 위성통신의 특징인 광역성, 동보성, 망구성의 융통성, 설치의 신속성 등의 장점을 활용하여 국제 위성통신망이 지속적으로 발전하고 있으며, 많은 국내 및 지역 위성 통신 및 방송망이 출현하였거나 계획 중에 있고, 우리나라에서도 무궁화 위성망 운용에 따라 국내외의 위성 통신 및 방송 수요가 확대되고 있다. 위성의 수가 증가함에 따라, 위성궤도가 부족하고 주파수 자원이 고갈되고 있는 상황에서 통신위성의 효율성과 성능을 향상시킬 수 있는 위성탑재 신호처리(OBP, On-Board Processing) 기술이 대안으로 등장하여 이탈리아의 ITALSAT, 미국의 ACTS, 일본의 ETS-VI, COMETS('97.8. 발사예정) 위성 등이 발사되어 시험 중에 있다. 또한 1990년대 말에서 2000년대 초반, 범세계적인 이동위성통신망 및 초고속 위성통신망에 사용될 위성들을 비롯하여 향후 발사되는 대부분의 위성에도 OBP 기능을 보유할 것이다.

OBP 기술이란 기존 위성통신 탑재장치의 수동적인 증계기능 이외에 복조/재변조, 부호/복호화 및 오류 정정, 증계기 및 빔간의 상호 연결/절체 등의 새로운 기능이 추가되어 능동적인 증계를 가능하게 함으로써 통신품질 향상, 통신링크 전송효율 개선, 전송 용량 증대 등의 장점을 갖는 중요한 차세대 위성증계

기 기술이다.

본 논문은 일반적으로 OBP에 사용되는 기술을 설명하고, OBP 기능을 갖는 위성(이하 OBP 위성이라고 함)에 대한 현황 및 발전 전망에 대하여 기술한다.

II. OBP 기술 개요

먼저, OBP 구현에 소요되는 일반적인 소요기술을 설명하고, 재래위성증계기로도 실현이 가능한 다중빔 위성증계기에서의 여러가지 빔 접속 방식 및 위성내 변복조 기능을 갖는 재생위성증계기의 특징 및 소요 부품 기술에 대하여 기술한다.

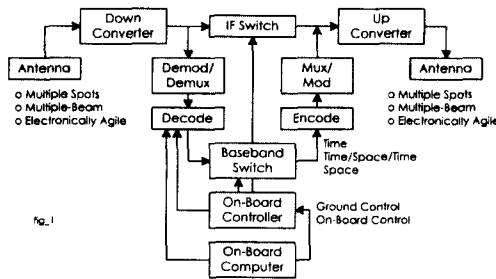
2.1 OBP 기술 종류

이제까지의 통신위성은 주파수변환기를 이용하여 상/하향링크 주파수를 변화시키는 단순한 증계기능만을 갖고 있으므로, 재래(conventional) 위성이라고 한다. 그러나, 고속데이터통신, 개인휴대통신, 이동체통신 등의 서비스를 요구하는 통신위성 환경 변화에 대응하기 위하여 새로운 개념의 위성들이 등장하고 있다. 이들은 대부분은 안테나 빔간 접속을 하는 스위치 매트릭스 또는 기저대역에서 신호를 추출하여 오류를 보정할 수 있도록 하는 변/복조기 등의 OBP 기능을 갖고 있어서, 재생(regenerative) 위성이라고 한다.

OBP를 이용하면 통신위성의 효율과 성능을 향상

사킬 수 있는 반면에, 부품의 추가로 비용이 증가하고 시스템이 복잡해진다. 하지만, 효율성이 증가하게 되면, 등가적으로 위성질량을 감소시키거나 위성용량을 증가시키는 것이 된다. 따라서, 단위 무게에 대한 발사비용을 감소시키려는 현재의 추세를 고려하면, 위성용량을 증가시키는 것이 중요하다.

OBP로부터 얻을 수 있는 가장 큰 이점은 궤도 부족에 의한 혼잡한 위성 배치 및 점차 감소되는 주파수 문제를 해결할 수 있다는 것이다. (그림 1)의 OBP 위성 구조는 기능을 중심으로 나타낸 것으로, 신호처리와 스위칭에 필요한 안테나 형태, 상/하향 변환기, 다중화기등의 관계를 나타내고 있다. OBP 기술은 BBP(BaseBand Processing), 스위칭(BBS(BaseBand Switching), IF, RF), 및 탑재체 지원 처리의 세 종류로 분류할 수 있다.



(그림 1) OBP 위성 구조

BBP 및 BBS 기술은 일반적으로 함께 사용되며 수신신호의 복조 및 복다중화, 오류 검출 및 정정, 라우팅 및 제어정보 제거, 데이터의 라우팅, 지향성 안테나의 지향, 데이터의 버퍼링, 다중화 및 전송 등이 있다. 데이터의 종류는 circuit, message 및 packet switched 데이터의 세 가지가 있다. 이를 위하여 다중빔 안테나, 신호처리, 마이크로프로세서, 시간 또는 공간 스위치, 위성간 링크, 프로토콜 처리기, 저장 프로그램 스위치 등의 기술이 필요하다. 특히, 저궤도 시스템의 경우 정교한 위치 확인 및 지향 기능, 위성간 handover 조정, 빔간 handover 조정 등의 기술도 요구된다.

2.1.1 BBP 기술

BBP 기술을 이용하면 전력과 정보처리 효율을 증가시킬 수 있다. 신호대잡음비(SNR, Signal-to-Noise Ratio)를 개선시켜 비트 오류(BER, Bit Error Rate)를 낮추기 위하여, 위성내에서의 신호재생(복조-재변조)이 사용되고 있다. 기저대역을 사용하기 때문에 오류를 검출하여 정정할 수 있다. BER 성능이 증가하면 시스템 설계과정에서 송신기 전력을 낮출 수 있다. 또한, 방사선에 강한 마이크로프로세서의 속도, 전력 및 신뢰성이 급속히 증가하고 있기 때문에, 앞으로의 위성에서는 BBP 사용이 증가하고 있다.

2.1.2 스위칭 기술

스위칭을 이용한 망구성에는 위성내 처리 방식과 지상제어 방식이 있다. 현재 운용되고 있는 OBP 위성으로는 이탈리아 ITALSAT과 미국 ACTS 등이 있으며, 이들은 지상제어에 의하여 동작되는 OBS(On-Board Switching) 기능을 갖고 있다. 지상제어 방식의 경우, 위성내 복잡성을 감소시킬 수 있기 때문에, 위성체의 신뢰성을 높일 수 있다. 그러나, 응답시간과 처리 효율성 사이에서 최적화되어야 한다. IF 스위칭에는 지상제어에 의하여 재구성되는 고속 IF 스위치와 동기를 맞추기 위하여 복다중화와 다중화가 필요하다. 스위칭 패턴은 주기적으로 지상제어기에 의하여 변화되며 스위칭 패턴과 위성내 자원의 최적화가 필요하다.

2.1.3 위성탑재체 지원처리 기술

위성탑재체 지원처리 기술에는 도파관 스위칭 파라메타의 조정, 협대역 빔을 사용한 ephemeris 계산, 전자적으로 스캔되는 안테나, 통신망 프로토콜 처리, 저궤도 위성에서의 handover와 같은 일부 기능의 처리, 오류 검출 및 정정, 탄력있는 버퍼링 및 제어 등의 기술이 있다.

2.2 다중빔 위성 중계기

기존에 사용되고 있는 단일 빔 위성망의 경우, 위성은 자신이 볼 수 있는 지구상의 전 지역을 커버할 수 있기 때문에 대륙간 통신과 같은 장거리 링크를 구성할 수 있다. 한편, 스폿 빔과 같은 협대역 단일 빔을 사용하는 경우 위성은 지구상의 일부만을 커버하기 때문에, 높은 안테나 이득을 얻을 수 반면에 커버리지 영역 밖에 있는 지구국들 간의 연결은 지상링크나 위성간 링크를 통해서만 가능하다. 따라서, 여러

지구국들 간의 접속(extended coverage)과 위성안테나의 높은 이득에 의한 우수한 링크 성능(reduced coverage) 사이에서 선택이 필요하다.

그러나, 다중빔 위성은 위의 두 커버리지를 최적화시킬 수 있다. 여러개 빔들을 병렬로 배치하면 각 빔들은 빔 폭의 감소에 따라 안테나 이득이 증가하게 되고, 위성 커버리지도 증가하게 된다. 하지만, 빔 수가 증가할 수록 성능은 향상되지만, 안테나 기술과 위성 무게에 의하여 제한을 받는다. 동일 서비스인 경우 위성안테나 이득이 증가하면 상대적으로 지구국 안테나 크기를 줄일 수 있어서 지구국이 소형화, 저렴해진다. 또한 동일한 지구국을 사용하여 일정 품질의 신호를 전송하는 경우, 위성용량이 증가하게 된다.

다중빔 위성에서는 빔간 간섭이 단점이다. 상향링크의 경우, 수신하고자 하는 신호와 동일대역의 다른 지구국 신호가 안테나 부엽을 통하여 수신되어 반송파 스펙트럼에 중첩되어 나타나는 동일채널간섭(CCI, Co-Channel Interference)과 다른 대역의 신호가 불완전한 여파 과정에서 수신하고자 하는 채널에 나타나는 인접 채널 간섭(ACI, Adjacent Channel Interference)이 존재한다. 하향링크의 경우, 위성에 의하여 재송신되는 상향링크 상의 ACI 및 CCI 잡음 스펙트럼과 송신과정에서 추가적인 CCI가 나타난다. 한편, 간섭효과는 열잡음의 증가로 나타나며 간섭에 포함되어, 전체에 영향을 준다. 다중빔 위성링크에서 간섭잡음의 영향은 일반적으로 전체 잡음의 40%에 해당된다.

새로운 기능이 추가되어야 한다는 면에서 커버리지 영역간 접속도 단점으로 볼 수 있다. 다중빔 위성시스템은 망 내의 모든 지구국들을 연결할 수 있어야 한다. 다중빔 위성안테나 서비스시스템만으로도 단일 빔 위성보다 복잡하므로, 접속을 위한 기능 추가에 의하여 복잡성은 더욱 증가한다. 커버리지 영역간 접속에는 중계기 hopping, 빔 스캐닝, OBS 및 주파수 영역 스위칭에 의한 접속 기술 등이 있다.

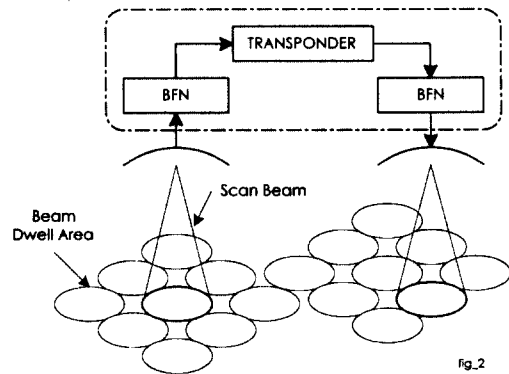
2.2.1 중계기 hopping에 의한 접속

이 경우, 시스템에 할당된 대역은 빔 수 만큼의 서브대역으로 나누어진다. 각 서브대역의 신호는 중계기에 의하여 목적인 빔에 연결된다. 적어도 빔 수의 제공 만큼의 여파기와 중계기를 사용하여야 한다. 커버리지 형태에 따라, 하나의 중계기에서 다른 중계기로 옮겨가기 위하여 지구국은 여러종류의 주파수 및 편파를 송신 또는 수신할 수 있어야 한다. 트래픽에

따라 여파기와 중계기 사이의 연결을 변화시켜서 빔마다 대역폭을 다르게 할 수 있다(예, INTELSAT 위성).

2.2.2 빔 스캐닝에 의한 접속

빔 스캐닝에 의한 접속에서 각 커버리지 영역은 안테나 빔에 의하여 주기적으로 조사되며, 안테나 빔 방향은 위성안테나 서브시스템의 일부인 빔 형성 회로(BFN, Beam Forming Network)에 의하여 조정된다. (그림 2)와 같이, 빔이 영역을 조사할 때 커버리지 영역에 있는 지구국들은 버스트를 송신하거나 수신한다. 위성내 메모리가 없는 경우, 링크 형성을 위하여 항상 적어도 두개의 빔이 필요하다. 빔 조사 시간은 두 영역 사이에서 전송되는 트래픽 양에 비례한다. 빔 스캐닝 안테나는 고이득이므로, 상대적으로 작은 지구국 안테나를 사용하여 통신할 수 있다. Ka 대역을 사용하는 ACTS의 위성안테나 시스템에서는 상향링크용 및 하향링크용으로 두개의 스캐닝 빔을 사용한다[1]. 초고속스위치로 구성된 다중빔 안테나 시스템을 이용하여 2개의 스캔 구역과 13개의 격리된 커버리지를 형성한다.

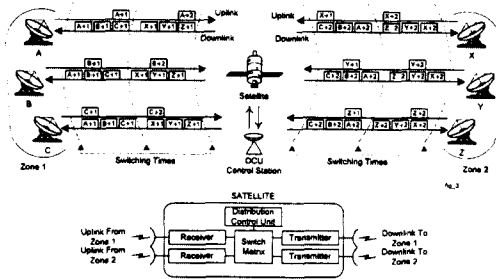


(그림 2) 빔 스캐닝에 의한 접속

2.2.3 OBS에 의한 접속

빔 수가 적을 때는 중계기 hopping에 의한 빔 스위칭이 적절하다. 하지만, 중계기 수는 적어도 빔 수의 제공으로 증가하므로, 빔 수가 많아지면 위성이 너무 무거워진다. 그러므로, (그림 3)과 같은 OBS에 의한 접속을 고려할 필요가 있다. 리피터 수는 빔 수와 동일하며 스위치 매트릭스와 연결된 DCU(Distribution

Control Unit)에서 한 프레임 동안 각 입력과 출력들 사이의 연결상태 순서를 만들어낸다. 두 빔 사이의 연결은 순환적이기 때문에, 지구국은 사용자로부터의 트래픽을 저장하여야 하며, 빔 사이의 필요한 연결이 이루어지면 버스트 형태로 트래픽을 송신하므로, 디지털 전송 및 TDMA 형태의 접속(SS-TDMA Satellite Switched-Time Division Multiple Access)에 사용될 수 있다. 그러므로, 상/하향 빔간 연결이 보장되어 circuit switched 트래픽인 경우 유리하다. MSM(Microwave Switch Matrix) 및 BSM(Baseband Switch Matrix)가 사용된다. 스위치 매트릭스 소자로는 능동소자와 광 소자가 있다.



(그림 3) OBS에 의한 접속(SS-TDMA)

다중빔 위성은 빔간 통신을 수 백 nesc안에 재구성하여야 한다. 이를 위하여 고속 능동스위칭 소자를 사용한다. 초기의 PIN 다이오드에서 현재는 주로 FET를 사용하고 있다. 격리도가 우수하고(60 dB), 스위칭시간이 짧으며(PIN 다이오드는 10~100 ns인 반면에 FET는 0.1ns 이하), 이득(2단 연결하면 15 dB 정도)도 갖고 있기 때문이다. 따라서, 구조 자체가 갖고 있는 손실을 부분적으로 보상할 수 있다.

광 스위칭의 경우, RF 반송파가 광 소스(레이저)를 변조시키고 광 스위치는 광 신호에 의하여 작동되며, 광신호는 다시 검파되어 RF 반송파를 재생시킨다. 스위칭 소자를 구현하기 위한 방식으로 광-전자 스위칭 방식, 인접한 두개의 광 도파로 사이의 결합을 변화시키는 방식(delta-beta switch), 십자로 교차하는 두개의 광 도파로에서 유전상수를 변화시켜 전송 또는 전반사(TIR, Total Internal Reflection)를 이용하는 방

식 등이 있다. 크기와 무게를 감소시킬 수 있기 때문에 높은 삽입손실에도 불구하고(60 dB), 광 스위치 매트릭스를 사용한다.

스위치 매트릭스에는 스위칭을 담당하는 능동소자와 스위칭 순서를 제어하는 소자 DCU가 있다. 스위치 매트릭스는 상향링크 빔 중의 어느 하나에 있는 정보를 여러개의 하향링크로 분배할 수 있는 구조로, 입력과 출력 각각에 전력 분배기와 결합기를 갖는 구조(power divider-combiner architecture)와 직결된 방향성 결합기를 갖는 구조(coupler cross-bar architecture)가 있다. 처음 구조는 여러개의 분배기 출력이 on-off 스위치를 통하여 각각의 결합기 입력에 연결된다. 여러 스위치의 개폐상태에 따라 관련된 분배기 입력과 결합기 출력 사이의 결합이 형성된다. Cross-bar 매트릭스 구조는 입력선로와 출력선로의 교차점에 접속소자가 있다. 이들 접속소자는 두개의 방향성 결합기와 그 사이에 있는 on-off 스위치로 구성된다. 따라서, 매트릭스는 평면형으로 MIC 기술로 구성하기에 적합하다.

일부 스위칭 소자의 고장에도 불구하고 매트릭스가 정상 동작하기 위해서는 상향링크 및 하향링크 빔 수보다 많은 열 또는 행을 구성하여야 하므로 redundancy가 필요하다. 최초로 개발된 INTELSAT VI의 스위치 매트릭스는 스위칭 소자로 PIN 다이오드를 사용하였으며, 운용은 6x6 으로 되지만, redundancy를 고려하여 실제 구성은 10x6였다. <표 1>은 서로 다른 방법으로 구현된 스위치 매트릭스의 성능을 비교한 것이다.

<표 1> 여러가지 스위치 매트릭스의 성능

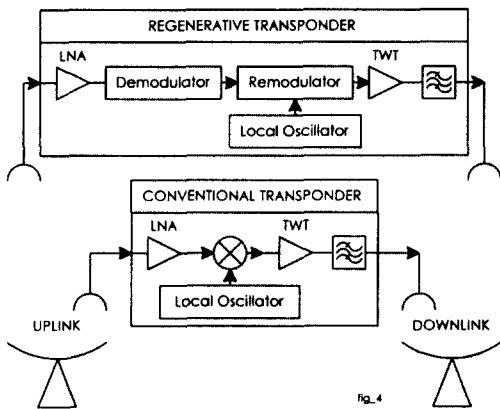
| | Comsat | Thomson | General Electric | Ford | NTT |
|---|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
| Array size | 8x8 | 8x8 | 20x20 | 20x20 | 4x4 |
| Type of architecture | Divider-Combiner | Divider-Combiner | Coupler-crossbar | Coupler-crossbar | Divider-Combiner |
| Switching device | Pin diode | Pin diode | Dual gate FET | Dual gate FET | Dual gate FET |
| Bandwidth [GHz] | 3.5-8.5 | 3.7-4.2 | 6.7 | 3.5-8 | 1.8~10.14 |
| Switching time [ns] | <= 80 | <= 50 | 25 | 15 | <= 100 |
| Insertion loss [dB] | <= 23 | <= 28 | 18 | 20.7 | <= 17 |
| Ins. loss variation [dB] (any 500 MHz) | <= 1 | <= 1 | 1 | 1 | - |
| Path to path ins. loss scatter [dB] | <= 1.7 | <= 1.5 | - | - | <= 3 |
| Path isolation [dB] | >= 50 | >= 50 | >= 50 | >= 45 | >= 53 |
| Intermodulation (C/I) _{int} [dB] | >= 45 | >= 45 | - | - | - |
| Group delay variation [ns] | <= 0.5 | <= 1 | - | <= 0.5 | - |
| Switch matrix mass [kg] | 2.95 | 2.3 | 11 | 8.7 | - |
| Switch matrix size [cm] | 15x18x11 | 10.5x12x12 | 47x48x17 | 47x48x8.5 | 27x20x15 |
| Power consumption [W] | 7.5 | 8.5 | 2.3 | 6.7 | 1.7 |

2.2.4 주파수 영역 스위칭

트래픽에 따라 대역폭 할당을 변화시킬 수 있는 방식(SS-FDMA, Subchannel Switched - Frequency Division Multiple Access)도 있다. 비재생 리퍼터에서는 일단의 대역통과 여파기를 스위치로 사용하며, 상향링크 주파수에 따라 신호경로가 변경된다. 빔간 접속은 하나의 채널 대역폭(일반적으로 36~72 MHz)을 기본으로 구현되고 있으며 채널 수는 크기와 무게를 고려하여 제한된다. SS/FDMA 시스템은 빔 용량에 맞게 조절되는 대역폭을 갖는 여러개의 여파기를 갖고 있다. 하나의 빔에서 다른 빔으로 전송되는 트래픽을 함수로 요구 할당을 할 수 있다. 탄성표면파(SAW, Surface Acoustic Wave) 및 정자파(MSW, Magnetostatic Wave) 기술을 이용하면 경량 및 소형의 협대역 여파기를 구현할 수 있다.

2.3 재생 위성중계기

(그림 4)와 같이 재생 위성중계기의 경우 상향반송파의 기저대역 신호를 복조기 출력에서 추출할 수 있으며, 이 신호를 이용하여 하향반송파를 재변조시킬 수 있다. 따라서, 위성에서 주파수 변환은 재래위성중계기의 경우 RF 국부발진기를 이용하지만, 재생위성중계기는 반송파 변조에 의하여 이루어진다. 위성중계기 구조적 차이에 의한 링크성능, 재생 기능에 의한 특징 및 재생 기능이 지구국에 미치는 영향에 대하여 기술한다.



(그림 4) 재생위성중계기와 재래위성중계기의 구조

먼저, 링크 성능을 보면 상/하향링크의 E/N_0 가 동일할 때 재생중계기에서는 재래중계기와 달리 상향링크

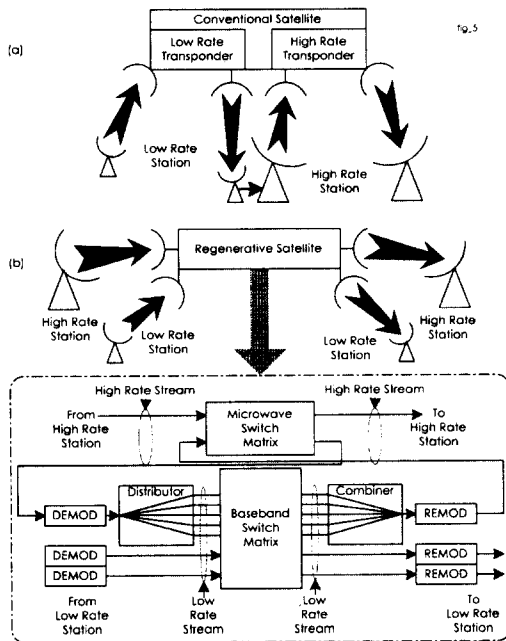
크 잡음이 신호와 함께 증폭되어 하향링크로 전송되지 않는다. 또한, 상향링크가 하향링크보다 충분히 클 때, 상향링크 잡음을 무시할 수 있어서, 전체 링크 성능은 하향링크 성능에 좌우되기 때문에 재생중계기와 재래중계기 링크성능의 차이는 없다. 실제로, 채널은 비선형이며 대역이 제한되어 있기 때문에, 간섭이 없는 비선형 채널로 가정할 수 있다. 즉, 비선형성과 대역 제한성에 의하여 복조기 성능이 저하된다. 따라서, 비선형 소자와 여파기 수가 증가하면 성능도 저하된다. 재래중계기를 갖는 링크가 이 경우에 해당된다(두쌍의 비선형 소자와 여파기). 재생중계기의 경우 상/하향링크가 분리되어 있기 때문에 링크당 한쌍의 비선형 소자와 여파기가 존재한다. 한편, 간섭이 있는 비선형 채널의 경우 일정한 링크 품질에 대하여 재생중계기 링크의 경우 간섭이 더 작아서, 링크가 보다 큰 간섭까지 수용할 수 있다. 이것은 높은 레벨의 간섭을 고려하여야 하는 다중빔 위성망의 경우에 유용한 장점이다.

재생방식에서 특징적인 것으로 신호에 대한 코딩 및 정보저장이 있다. 위성에서 디지털 신호를 이용할 수 있기 때문에 재전송 전에 이들을 코딩할 수 있다. 링크 대역폭이 일정할 때, 전송속도를 유지하기 위하여 하향 및 상향링크 모두에서 정보속도가 감소되어야 한다. 이와같은 정보처리량의 감소로 하향링크에 마진이 발생하며, 복호화 이득에 의하여 얻어지는 마진과 합해진다. 예를들어 코드 부호화 비가 1/3이고 복호화 이득이 5 dB인 경우, 대역폭이 일정하면 하향링크의 마진은 10 dB이다. 그 대신 정보속도가 2/3으로 감소하여, 하향링크 용량이 감소한다. 10 dB 마진을 이용하여 20 GHz 링크에서 강우에 의한 일시적인 성능 저하를 보상할 수 있다[2, 3].

디지털 정보를 저장할 수 있기 때문에 BBS, 데이터 속도 변환 및 새로운 빔 스캐닝 기능을 할 수 있다. 먼저, BBS를 수신 및 송신안테나 사이에서도 할 수 있다. 스위칭 소자로 시간-공간-시간(TST, time-space-time) 구조를 사용한다. T는 상향링크로부터 얻어진 디지털 정보신호들을 일정한 시간동안 저장하는(예를들면 한 프레임 동안) 메모리, S는 상호연결 매트릭스, T는 수신기지구국에 의하여 모아진 정보를 다중화된 형태로 전송하기 전에 디지털 신호들을 저장하는 메모리이다. 따라서, 정보를 수집하는 즉시 목적지 하향링크로 연결해야 하는 제약은 사라진다. 지구국은 그들의 모든 정보를 동일 버스트로 송신할 수 있게 되므로, 프레임당 하나의 버스트만을 전송할 수

있다. 따라서, 프레임당 버스트 수가 감소하고 프레임 효율이 증가한다. 위성망에서 서비스를 종합화하기 위하여 패킷 스위칭과 비동기형 전송 모드(ATM, asynchronous transfer mode)를 이용한 새로운 구조가 시험되고 있다. 버스트의 목적지는 헤더에 있는 주소에 표시되어 있다. 따라서 논리지역장치 주소지정으로 패킷 라우팅을 할 수 있다. 이 경로지정은 데이터 흐름의 조절과 관계가 있다.

재래위성의 경우 상향링크와 하향링크 사이의 속도 변환은 불가능하여 기지국들은 동일 용량의 반송파들에 의해서만 접속될 수 있다. 예를들면 대륙간 트래픽을 담당하는 대형 기지국과 사설기업망에서의 소형 기지국(VSAT)을 상호연결하기 위해서는(그림 5a)과 같이 지상연결과 이중 반사사가 필요하다. 이에 비하여 위성탑재 복조를 이용하면 데이터 속도가 다른 반송파로 수신되는 망간 트래픽의 디지털 신호들을 기저대역에서 스위칭할 수 있다. 따라서, 여러 하향링크로 전송하기 전에 반송파의 용량에 관계없이 목적지에 따라 결합될 수 있다(그림 5b). 과도한 전력소비를 피하기 위하여 저속망으로 향하는 트래픽을 포함하는 고속 반송파만을 고속복조기를 지나게 하고, 다른 고속반송파들은 RF에서 스위칭되므로 재생되지 않는다.

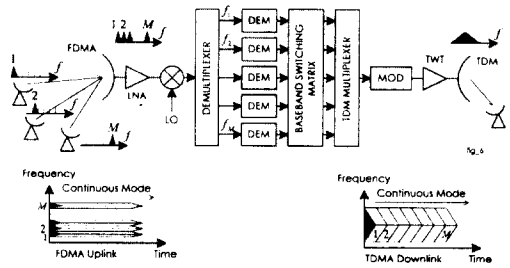


(그림 5) 용량이 다른 두개 망의 연결 : (a) 재래 위성중계기, (b) 재생위성중계기.

다중빔 위성을 서비스 영역의 여러지역을 순차적으로 스캔할 수 있는 빔을 갖는 단일빔 위성으로 대체할 수 있다. 빔에 의하여 순차적으로 커버되는 dwell 영역이 시스템의 커버리지 영역을 형성한다. 빔이 어느 dwell 지역에 있을 때 그 지역에 있는 기지국으로 향하는 정보를 위성탑재 메모리에서 추출하여 다중화된 형태로 전송한다. 동시에, 지역 기지국은 다른지역 기지국으로 향하는 정보를 위성에 전송한다. 이것은 위성탑재 메모리에 저장되어 빔이 목적지역을 통과할 때 전송된다. 고정된 동시빔이 사라지므로 동일채널 간섭이 사라지는 장점이 있다.

지구국에 대한 영향으로는 재생방식은 재래위성시스템에 비하여 지구국 EIRP를, 재래위성시스템이 FDMA를 사용한다면 지구국 G/T도 줄일 수 있어서 지구국 비용을 줄일 수 있다. 일반적으로 상향링크는 많은 마진을 갖도록 설계되므로 전체 링크성능은 하향링크 성능에 의하여 결정되며, 하향링크 성능은 위성에서 사용할 수 있는 전력에 의하여 제한된다. 재래중계기의 경우 상향링크가 하향링크보다 10 dB 이상 커야하며, 재생중계기의 경우는 상향링크가 하향링크보다 약 2 dB 이상이면 상향링크 오류확률은 하향링크의 것에 비하여 무시할 만하다[4]. 이와같은 하향링크에 대한 상향링크의 상대적인 감소는 지구국 EIRP의 감소를 가져오고, 따라서 지구국의 비용이 감소된다.

EIRP의 감소시킬 수 있는 다른 요인도 있다. BBS 소자에 디지털 정보들을 저장할 수 있기 때문에 특정 지역의 기지국들은(그림 6)과 같이 연속적으로 서로 다른 주파수로 전송할 수 있다(FDMA). TDMA와 비교하면 각 지구국에 의하여 송신되는 속도가 느리기 때문에, 동일의 경우는 FDMA가 TDMA보다 작다. 즉, 동일을 얻기 위한 가 작아서 EIRP를 감소시킬 수 있다.



(그림 6) 재생위성중계기를 갖는 위성망 - FDMA/TDM

하향링크에 대하여 생각하면, (그림 6)에서 보듯이 위성의 증폭기는 다중화에 의하여 변조된 단일 반송파를 송신한다. FDMA 시스템과 비교하면 증계기가 포화상태에서 동작하므로 하향링크는 위성의 최대 EIRP를 사용하게 되어, 지구국 G/T를 줄일 수 있다. TDMA 시스템과 비교하면 수신된 버스트들은 독립적인 발진기를 갖고 있는 서로 다른 기지국에 의한 것이 아니라, 위성의 발진기로부터 만들어진 단일 반송파로부터 생성된다. 그러므로 기지국 수신기가 고속 반송파를 포착하기 위한 고속회로를 가질 필요가 없다.

2.3.1 재생 위성증계기용 부품

재생 위성증계기만의 독특한 부품으로는 복조기, 변조기 및 기저대역 처리기 등이 있다.

복조기에서는 상향링크용으로 사용되는 디지털 변조방식에 따라 코히런트 복조, 차동복조 또는 Multicarrier 복조를 한다. 특히, FDMA를 상향링크로 사용하거나 SCPC와 함께 사용하는 경우(SCPC-FDMA)에서는 여러 반송파를 동시에 복조하는 것이 편리하다.

코히런트 복조시 TDMA와 QPSK를 같이 사용하면 성능이 좋아진다. 이때, 일반적인 QPSK 복조기 구조가 적합하다. 반송파 복원을 위하여 일반적인 구조에서는 PLL을 사용하지만 PLL의 포착시간이 버스트 모드에서 동작하기에는 너무 길다(hang-up 현상). 위상 상쇄 방법을 사용하는 구조가 제안되었다. 또한 word 검출 방식을 사용하여 복원된 반송파의 위상 모호성을 해결한 복조기에는 디지털 클럭 및 신호 복원 회로 등이 있다. 복조전에 IF에서의 신호 필터링은 링크특성에 따라 최적화되어야 한다. 특히 ISI(Inter-Symbol Interference)에 의하여 성능이 저하되어 BER이 증가하므로, 이를 제한하기 위하여 지구국에서 송신 필터링을 적용한다. Raised cosine 형태의 여파기가 사용된다. ACTS 위성은 index가 1/2인 특수한 형태의 FM(serial minimum shift keying, SMSK)을 사용한다. 이에 적절한 코히런트 복조기를 개발하였으며 복조기 성능과 복잡성은 QPSK 복조기와 유사하다.

코히런트 복조는 반송파의 복원된 배열을 필요로 한다. 배열의 복잡성으로 인하여 질량과 전력소비가 증가하며 신뢰성에 문제가 발생한다. 차동코딩을 사용한 변조방식에서는 반송파 복원을 피할 수 있다. 이처럼 복조기 구조는 간단하지만 상향링크에 필요한

전력이 2.5 dB 정도 증가한다. 차동복조는 수신된 파형과 심벌기간 만큼 지연된 이와 동일한 파형 사이의 심벌기간을 비교하는 것을 기본으로 한다. 그러므로 안정된 성능, 특히 온도변화에 대하여 안정적인 지연 선로가 필요하다.

Multicarrier 복조기(MCD, MultiCarrier Demodulator)를 구현하기 위하여 여러가지 기술을 사용할 수 있다. 하나는 신호를 기저대역에서 처리하는 것이다. 반송파 주파수를 기저대역 부근으로 변환시킨 후 시간 샘플을 취하고 디지털 신호처리 알고리즘을 이용하여 해석한다. 이런 처리는 모든 반송파에 대하여 multiphase networks를 결합하고 FFT를 사용하여, 혹은 디지털 여파기 어레이를 이용한 복다중화 후 각 반송파에 대하여 행해진다. 서로 다른 기지국으로부터 수신된 버스트는 서로 다른 주파수와 클럭 속도를 갖고 있으므로, 각 버스트의 헤드에서 preamble의 감소 또는 억압으로 인하여 한 버스트로부터 다른 버스트로 주파수와 클럭 속도를 복원할 수 없다. 따라서 지구국 클럭과의 동기를 보장하는 것이 필요하다. 예를들면 지구국 클럭을 조절하여 위성내 기준 클럭에 동기시키는 것이 필요하다.

변조기 구조는 복조기보다 간단하다. 일반적으로 QPSK를 사용한다. 주파수를 하향링크의 것으로 변환시키기 전에 IF 또는 직접 하향주파수에서 변조된다. 국부발진기를 포함하며 발진주파수가 특히 온도 변화에 대하여 안정되어야 한다. 사용된 능동소자는 PIN diodes 또는 FETs이다.

기저대역 처리기는 패킷을 특정 상향범으로부터 적절한 하향링크 빔으로 연결한다. TST 형과 single stage T형 구조가 있다. BBS란 프레임 형태로 데이터를 구성하는 것이다. 버퍼메모리를 사용한 클럭 재정렬 회로가 필요하다. TST 구조에서 상향링크로부터의 버스트는 한 프레임 동안 버퍼메모리에 저장된다. 그 다음 이들 버스트들은 메모리로부터 추출되어 스위칭 회로에 의하여 하향링크와 연결된 출력 버퍼 메모리로 연결된다. TST 구조는 라우팅될 모든 버스트에 대하여 세가지 단계를 통하여 하나의 경로를 찾아야 하는 필요성과 non-blocking switching network를 구현하기 위하여 필요한 부품 수가 증가한다는 것 때문에 복잡성에 문제가 있다. 라우팅을 간단히 할 수 있는 single stage network에 의하여 이런 결점을 극복할 수 있다.

2.3.2 재생 위성중계기용 부품의 소요 기술

신호 형태 때문에 디지털 기술들을 사용한다(예, ICs). 질량, 용적, 전력소비에 대한 제한과 함께 필요로 되는 높은 처리 전력때문에 소자의 full custom 또는 semi custom (ASIC 또는 gate array)화된 LSI 또는 VLSI가 필요하다. 하이브리드 회로와 표면 실장 부품도 매우 적절하다. 지상에서 사용되는 장비에 사용할 수 있는 기술에 비하여 위성탑재 부품의 설계에서는 운용 환경 및 그에 적합한 구현 방법에 대하여 고려하여야 한다.

장비가 운용되는 환경은 첫째, 부품이 동작하는 환경이 방사선량이 높은 곳이다(7~10년동안 정지궤도에서 일반적으로 105). 특히, 이 방사선은 disruption이나(SEU(single event upsets) 또는 bit-flips), 게이트의 논리상태에 soft errors와 latch-up을 일으킬 수 있는 중이온(heavy ions)을 포함하고 있다. 둘째, 대류현상이 없기 때문에 작은 체적의 부품에서 발생하는 열을 분산시키는데에 문제가 있다. Heat sinks(예, 부품에 연결된 구리선)를 사용하여 발생한 열을 부품 케이스와 위성 구조체로 보낸다. 셋째, 유지보수를 할 수 없기 때문에 긴 동작기간을 위하여 높은 신뢰성이 요구된다.

상기한 운용환경 및 요구되는 성능에 따라 사용되는 기술은 내방사성, 고 내잡음성, 고속, 저 소비전력, 고집적도 등의 성질을 갖고 있어야 한다. 이들 특성의 일부는 서로 일치하지 않을 수도 있다. 관심있는 응용 분야에 따라 최적화가 이루어져야 한다.

Si와 GaAs는 논리회로를 제작하기 위하여 사용되며, Bipolar와 MOS 기술은 Si를 이용한다. Bipolar 기술에서 ECL을 이용하여 빠른 속도를 얻을 수 있다. MOS 기술에서 CMOS는 주로 저 전력소비의 특성을 갖고 있다. Sapphire 기판 위의 CMOS(CMOS/SOS)는 고 신뢰도의 방사선에 강한 회로를 제작하는데 적합하다.

사용되는 부품들은 4~5 mm Al shield를 고려하여 정지궤도에서 10년의 운용기간 동안 5,000 rad 정도의 방사선을 견딜 수 있어야 한다. Si를 이용한 CMOS는 축적된 방사선량에 대하여 저항성이 우수하지만 중이온에 의한 latch-up 현상에 영향을 받기 쉽다. 에피층과 보호링에 의하여 견고히 할 수 있다. Sapphire 기판을 이용한 CMOS는 중이온의 통과를 막지만 축적된 방사선량을 견디기에는 한계가 있다. Bipolar와 GaAs는 축적된 방사선량에 잘 견딜 수 있어서, latch-up 현상에 거의 영향을 받지 않는다. Latch-up 현상

이란 CMOS-IC의 기생 사이리스터가 turn-on하여 전원과 접지간에 대전류가 흐르는 현상으로 우주에서는 SEU와 마찬가지로 고에너지 우주선에 의하여 발생된다.

GaAs의 속도가 가장 빠르며(게이트당 0.1 ms의 지연), Bipolar ECL, CMOS 순이다(GaAs와 SOS/CMOS 사이의 비는 10이다). CMOS는 전력소비가 스위칭 주파수에 따라 선형적으로 증가할지라도 전력소비가 가장 적다. CMOS 게이트는 상태가 변화하는 동안만 전력을 소비한다. Fast CMOS logic의 전력소비는 bipolar transistor logic보다 낮게 유지된다(10%).

집적도와 관련하여 칩당 최대 게이트 수는 Si 기술을 이용한 CMOS(CMOS/BULK)이며(20000 게이트/칩), 다음이 bipolar ECL(9000 게이트)와 CMOS/SOS(8000 게이트)이다. GaAs는 불과 1000 게이트/칩이다. 결론적으로 CMOS 부품은 높은 집적도와 제한된 동작속도를 갖는 회로의 구현에 우수하다. 고속이 필요할 때 GaAs 부품을 이용한 회로와 함께 사용될 것이다. Bipolar 기술(고속용 ECL과 중속용 TTL)은 ASIC 회로를 구현하기 위하여 널리 사용된다. Logic level에 대한 코딩과 메모리에서 데이터의 refreshing과 같은 예방 조치를 취하면 중이온의 영향(SEU)에 견딜 수 있다. SEU란 고에너지 입자가 입사되며 메모리내의 데이터가 반전되는 현상(soft error), 우주에서는 고에너지 우주선에 의한 발생이 현저하게 된다.

III. OBP 위성 현황과 전망

3.1 OBP 위성 현황

대표적인 OBP 위성으로는 ITALSAT, ACTS, ETS-6, COMETS 등이 있다. 주요 특징은 <표 2>와 같다.

특히, 1997년 여름 발사예정인 COMETS는 미래의 소형 경량인 지구국간 직접 통신 및 각종 새로운 서비스 형태의 개발을 목표로 하고 있으며, 이를 위하여 소형 지구국 개발 및 새로운 서비스를 가정한 통신실험을 하려고 한다. 이에 따라 지구국 소형화가 가능한 SCPC/TDM 재생중계 방식 및 각종 통신방식의 수용이 가능한 필터뱅크 방식을 탑재하여 유연한 통신실험을 계획하고 있다. COMETS에 사용되는 SS-FDMA 및 SCPC/TDM 재생중계방식과 일반적인 SS-TDMA 방식을 비교하였다.

<표 2> 대표적인 OBP 위성

| Satellite Technology | ITALSAT F1-F2 | ACTS | ETS-6 | COMETS |
|------------------------------------|--|---|--|--|
| Builder/prime contractor | Alenia Spazio | Martin Marietta | Tohiba/Nasada/NTT | Tohiba/Nasada/CRL |
| Multi-beam antennas | 6 Spot beams | Ka, 2 Hopping, 3 Fixed spots | 13 Ka, 5 S-Band | 2 Beam |
| Baseband processor Encoder/Decoder | QPSK, 147Mbps | 110/55Mbps, 27.5/13.75Mbps, SMSK, FEC, Rate 1/2, Conv.) | | BPSK Dem. Conv. Enc. & Viterbi Decoder |
| Regeneration | Regeneration | Regeneration | | 8 Channels per beam (2) (8 ckt-2 pkt) |
| IF Switching | | 4x4 IF @3GHz solid-state cross-Bar SW. | 16x12 IF for beam routing, On-board SW. control, Moholi thic GaAs SW. IC | 2x2 IF filters for beam interconnect, IF filter BW - 8 & 0.5 MHz |
| Baseband switching | 8x8 baseband SW matrix, ECL gate array | Routing & circuit SW-ground control | | Beam connect by beam switching |
| Digital filtering | | | | Polyphase FFT |
| Multiple access | SS-FDMA | FDMA/TDMA SS-TDMA | SS-TDMA | SCPC/TDM SS-FDMA |
| Inter-satellite links | | No | S-Band | Inter-orbit |
| Ku-Ka technology | Ka | Ka - 20/30GHz | Ka - 30/20GHz S-Band Mobile | Ka - 28/33GHz mm - 47/44GHz |
| On-board network protocols | @Master ground station | @Master ground station | No | @Master ground station |
| On-board SW. microprocessor | Dual microprocessor for BSM | No | | No |
| On-board memory | | 84 kbps support | | |
| Launch date | 1991, 1996 | 1993 | 1993 | 1997 |

<표 4> OBP를 갖는 LEO 위성

| | Iridium | Teledesic |
|-----------------------------|--|---------------------------------|
| Service Types | Voice, Data, Fax, Paging, Messaging, Position location | Voice, Data, Fax, Paging, Video |
| Voice [kbps] | 2.4 / 4.8 | 16 |
| Data [kbps] | 2.4 | 16-2048 |
| Modulation | QPSK | - |
| Voice Circuits / Satellite | 1,100 (Power limited) | 100,000 16 kbps channels |
| Operations Scheduled | 1998 | 2001 |
| Multiple Access Method | FDMA / TDMA / TDD | TDMA, SDMA, FDMA & ATDMA |
| Antenna | Staring, Moving cells | Steerable, Earth-fixed cells |
| Reuse Factor | 180 | 20,000 |
| Mobile Link Frequency [MHz] | 1616.0-1626.5 (Up/Dn) | Ke-band |
| Feeder Link Frequency [GHz] | 19.4-19.6(Up), 29.1-29.3(Dn) | Ke-band |
| OBP | Yes | Yes |
| ISL frequencies [GHz] | 23.180-23.360 | 60 |
| Handover | Yes | Yes |

<표 3> 빔간 접속방식의 비교

| | SS-TDMA | SS-FDMA (IF filter bank) | SCPC/TDM 재생중계 |
|----|--|--|---|
| 방식 | IF 스위치 매트릭스 또는 기지대역 스위처에 의한 분할로 빔간 접속 | 여파기에 의한 주파수 분할로 빔간 접속 | 복수의 SCPC 신호를 복조후 TDM으로 다중화할 때에 접속 |
| 장점 | 위성 탑재 TDMA 변복조기는 1대 TDMA에 의한 중계기 출력의 효과적 이용 트래픽의 대수에 적응 가능 각종 정보 전송 속도에 대응 가능 고속전송이 가능 채널 수가 많음 | 임의의 통신방식 전송이 가능 | TDM에 의한 중계기 출력의 효과적 이용 지구국 송신전력이 SS-TDMA 방식에 비하여 작아서 경제적인 지구국에서 송신 동기의 필요가 없음 SCPC-TDM의 Slot 할당이 간단함 |
| 단점 | 통신방식회 고정 지구국측에서 TDMA 동기 필요 지구국 송신전력이 SCPC방식에 비하여 큼 버스트 길이가 가변의 경우 각 빔에 TDMA Slot 할당이 복잡 | 빔 수의 제공에 비례하는 여파기가 필요 중계기 출력의 이용 효율이 나쁨 주파수 이용 효율이 나쁨 회신재어를 위성에서 할 수 없음 | 통신방식회 고정 정보 전송속도의 고정 고속전송이 어려움 채널 수를 많이 할 수 없음 채널 수 만큼의 SCPC 복조기가 필요 |

그 밖의 계획중인 주요 Ka 대역 OBP 위성으로는 ASTROLINK, CYBERSTAR, SPACEWAY 등이 있으며, 저궤도 위성인 Iridium과 Teledesic도 OBP를 사용한다.

미국은 ACTS를 이용한 각종 실험에 주력하고 있으며, 상기한 것과 같은 Global 저궤도 위성시스템에서 OBP 기술이 제안되고 있다.

유럽의 일부 국가는 광대역 망을 보유하고 있으나, 전 유럽을 관장할 수 있는 망이 결여되어 있어서 사실망 이용에 따라 가격의 불균등 및 상승으로 전 유럽 정보통신망 개발이 요구되고 있다. 따라서, Ka 및 밀리파 대역에서 OBP 기술 개발에 주력하고 있으며, 차세대 종합망에서 위성의 역할에 대한 연구가 진행 중에 있다. 관련 연구로는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System), COST(European Cooperation in the field of Scientific & Technical research), RACE(Research and technology development in Advanced Communications technologies in Europe) 등이 있다. <표 5>는 유럽 우주산업 관련 기관의 OBP 기술 매트릭스이다.

일본은 위성을 이용한 ISDN 서비스 구현 경험이 축적되어 있다. DYANET I, II에서 ISDN 서비스를 구현(64 kbps, 384 kbps, 1.5 Mbps)하고 위성을 이용한 ATM 전송실험을 실시하고 있다(NTT - 일본, AT&T - 미국). 또한, 다양한 위성기술을 시도하고 상용화 추진중에 있다. ETS-V, VI를 통하여 밀리파 통신 및 광을 이용한 위성간 통신, GEO-LEO 위성간 링크(S 대역 사용)를 시험하였다. <표 6>은 일본 우주산업 관련 기관의 OBP 기술 매트릭스이다.

〈표 5〉 유럽 우주산업 관련 기관의 OBP 기술 매트릭스

| Technology \ Agency | Technology | | | | | | | | | | | | | OBP Programs | | |
|---------------------|-------------------|---------------|--------------|-------------|----------------|------|-------------------|----------------|------|-----------------|---------------|--------------|-----|--------------|-------------|--|
| | Elec. Agile Ants. | Coding & Mod. | Regeneration | BB Switches | RF/IF Switches | BFNs | Inter. Sat. Links | Net. Protocols | VSAT | Digital Filters | Proc. Devices | TDMACDM/FDMA | DSP | | OBP Studies | Ku & Ka Tech. |
| ALCATEL | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | Regeneration Italsat F1 |
| ALENIA | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | T stage sw. Italsat F2 |
| ANT | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | T stage sw. modulate onboard sw. |
| CNES | | | | | | | F | O | | | F | | | | | OBP program auto control |
| DT LAB (FTZ) | F | | | | | | F | | | | | | | | | PSDE OBP/ Minisat |
| ESTEC | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | | | | ● | | Artemis / Minisat Race(Unom, Catalyst) |
| EURO. COMM. | | | | | | | | | | | | | | | | |
| EUTELSAT | ● | ● | | | | | ● | S | | | ● | | ● | ● | | MMICs |
| DLR | ● | ● | | | | | S | | | | ● | S | | | | |
| INMARSAT | | | | | F | | | F | | | | | | | | |
| MATRA M. UK | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | ● | | ● | ● | | |
| MATRA M. FR | | | | | | | ● | S | | | | | | | | ATM router studies |
| TELESPAZIO | ● | ● | ● | | | | ● | | | | ● | | ● | ● | | OBP studies TST stage sw. |

● = Significant Capability or Research O = Operations F = Funding S = Studies / System Design

〈표 6〉 일본 우주산업 관련 기관의 OBP 기술 매트릭스

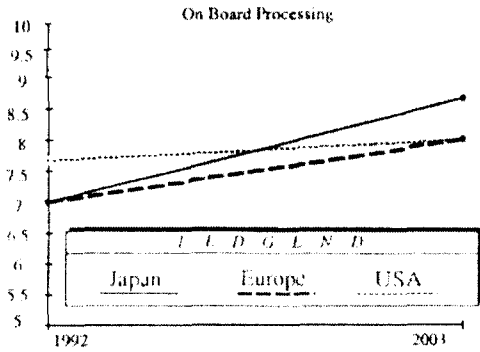
| Technology \ Agency | Technology | | | | | | | | | | | | | OBP Programs | | |
|---------------------|-------------------|---------------|--------------|-------------|----------------|------|-------------------|----------------|------|-----------------|---------------|--------------|-----|--------------|-------------|---------------|
| | Elec. Agile Ants. | Coding & Mod. | Regeneration | BB Switches | RF/IF Switches | BFNs | Inter. Sat. Links | Net. Protocols | VSAT | Digital Filters | Proc. Devices | TDMACDM/FDMA | DSP | | OBP Studies | Ku & Ka Tech. |
| ATR (RCL) | ● | ● | | | | | | | ● | | | | | | | MMICs |
| CRL - Kashima | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | S | | | |
| KDD R&D Labs. | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | S | | | |
| Mitsubishi (KL) | | | | | ● | ● | | | | | | | | | | COMETS, ETS |
| MITI | F | F | | | | | F | | F | | F | | | | | |
| MPT Sp. Policy | | | | | | | | | | | | | | | | COMETS, ETS |
| NEC STL | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | S | | | COMETS, ETS |
| NTT Yokuska | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | | | | MMICs |
| SCR Corp. | | | ● | ● | ● | ● | ● | ● | | | | | | | | |

● = Significant Capability or Research F = Funding S = Studies / System Design

3.2 OBP 위성 기술 전망

향후, 약 5년간의 기술 추세와 초고속 정보통신 망에서 위성을 활용하기 위하여 필요한 ATM 기술 개발 및 OBP 관련 부품 개발 전망에 대하여 기술한다.

2003년까지 OBP 기술 발전 전망을 미국, 유럽, 일본 경우에 대하여 (그림 7)에서 비교하였다[7]. 민간 위성 부분만을 비교한 것이다. 1992년에는 미국이 기술적 우위를 갖고 있지만, 그 후 10년 동안 4% 성장에 그친다. 반면에 일본은 21%, 유럽은 14%의 증가를 하여 2003년에는 일본이 기술적 우위를 점하고 유럽도 미국과 대등한 수준이 될 것으로 예측된다. 실험위성 프로젝트의 수를 비교로서도 같은 결과를 예측할 수 있다. 1992년에 미국은 1개(ACTS), 유럽은 5개(OLYMPUS, ITALSAT, ARTEMIS/SILEX, ARCHIMEDES, PSDE), 일본은 4개(ETS V, ETS VI, COMETS, OICETS)의 프로젝트를 계획하고 있었으며, 이중에서 1996년 말까지 미국은 1개, 유럽은 3개, 일본은 2개의 위성을 발사하였다.



(그림 7) 주요국가의 OBP 위성 기술 발전 추세

한편, B-ISDN(Broadband Integrated Service Digital Network) 및 초고속정보통신망에서 위성의 활용을 위해서 OBP 기술은 필요하다. 특히, B-ISDN 구축에 필요한 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 기술을 통신위성에도 사용하고자 하는 많은 연구가 진행중이다. 초고속통신망의 표준 전송방식을 위성망에 직접 사용하기 위해서는 셀 전송 방법, 셀 스트림에 미치는 잡음의 영향, 오류율이 사용자에게 미치는 영향, 위성에 의한 지연이 사용자에게 미치는 영향, 위성 대역폭 관리, 이용 분야 등의 문제들을 해결하여야 한다.

셀 전송 방법에 있어서 많은 실험망들이 지상의 프레임 형태인 PLCP 등을 사용하고 있다. 이것은 위성 사용자들의 요구에는 적절하지 못한 형태이다. 현재 제안되고 있는 방식으로는 PDH (Plesiochronous Digital Hierarchy), SONET SDH(Synchronous Digital

Heirarchy), PLPC(cell framing), Raw access to the synchornous bit stream(no framing) 등이 있다. 위성 링크는 지상시스템보다는 낮은 속도의 서비스를 제공한다. 정상상태에서는 낮은 BER을 얻을 수 있을지라도, 때때로 링크의 서비스 품질을 저하시키는 영향을 받는다. 이 경우 신호를 잃거나 버스트성 오류를 일으킬 수 있다. ATM 셀 계위는 셀 헤더(8-bit HEC)에만 셀의 오류 검출 및 폐기 등의 제한된 구조를 갖고 있고, 셀 payload에는 보호수단이 없다. 따라서, 무오류 채널 또는 오류에 민감하지 않는 곳에만 사용될 수 있다. 많은 시험이 fixed SCPC assigned circuits에 대하여 이루어지고 있다. 이들 시험은 ATM 사용자들의 요구를 반영한 것이지만, 위성을 공유할 필요성을 느끼는 사용자들의 미래망을 반드시 대표한다고 볼 수 없다. 많은 서비스에서 필요로 되는 고속데이터의 경우 동적인 할당 방식이 매우 효과적일 것이다. 연구가 필요한 서비스 형태로는 Interactive Applications (e.g. remote login), Bulk Applications (e.g. file transfer, mail), Semi-Interactive Applications (e.g. WWW, nfs, etc), Internet Stream Applications (e.g. video, audio), Native ATM Stream Applications (e.g. video, audio), Circuit Emulation (e.g. E1, T1) 등이 있다.

우주환경 및 제한된 위성 무게 및 전력 등을 고려하여 내방사성, 고 내잡음성, 고속, 저 소비전력, 고집적도 등의 성질을 갖는 위성 부품들의 개발이 증가할 것이며, 특히 방사선에 강한 마이크로프로세서의 속도, 전력 및 신뢰성 증가로 BBP 사용이 확대될 것이다. 그리고, 이미 제안된 많은 Global 위성시스템이 OBP 기능을 갖고 있으므로, 이들의 실질적인 서비스가 이루어지면 그 운용결과로부터 보다 새로운 개념의 OBP 시스템 및 부품들의 개발이 요구될 것이다.

IV. 결 론

비재생중계기 위성의 경우 상/하향링크가 상호 연결되어 있어서, 상/하향링크의 독립적 설계가 불가능하며, TWTA에 의한 간섭 및 신호 왜곡 등의 비선형 문제가 있고, 지구국 HPA와 위성 TWTA의 접속 등의 연속적인 비선형 장치의 접속, 전력의 효율적 사용에 대하여 제한이 있다. 하지만, 재생중계기는 OBP 기술을 적용하여 연속적인 비선형 장치의 접속이 제거되고, FDMA/ TDM 등과 같은 상/하향링크의 독

립적 설계가 가능하여 상/하향링크를 독립적으로 최적화시킬 수 있다. 상향링크의 열잡음 및 간섭이 하향링크에 전달되지 않기 때문에 전체 오류확률이 감소한다. 또한 다중빔의 적용으로 BBS가 가능하여 주파수 효율이 증가한다.

향후 위성통신기술의 세계적인 추세인 지구국의 초소형 경량화, 위성의 초대형 복합화, 제한된 주파수 및 궤도 자원의 효율적 이용, 위성채널 이용 효율의 극대화 등을 위해서도 OBP 기술 개발이 요구되며, 타 통신망 간 연결의 융통성 확보, 위성망 관리 용이성 및 전송 용량 증대로 인한 비용의 경제화 추구 등을 고려할 때 OBP 기술 개발이 필요하다. 특히 B-ISDN 및 초고속 정보 통신망에서 위성의 활용과 위성을 이용한 PCN(Personal Communication Network) 망 구축을 위해서는 필수 불가결한 기술로서 차세대 무궁화 위성 등에서의 기술 활용이 기대된다. OBP 시스템은 서비스 목적에 따라 구성을 달리하고 있기 때문에, 향후 우리나라 서비스 요구 상황에 맞는 독자적인 OBP 시스템 개발이 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] D. O. Reudink, Y.S. Yeh, "A scanning spot beam satellite system," The Bell System Technical Journal, Oct. 1977.
- [2] F. Fiorica, "Use of regenerative repeaters in digital communications satellites," 7th International Communications Satellite Systems Conference, San Diego, pp. 524-532, 1978.
- [3] W.M. Holmes, "Multigigabit satellite on board signal processing," 8th AIAA International Communications Satellite Systems Conference, Orlando, pp. 623-626, 1984.
- [4] F.M. Naderi and S.J. Campanella, "NASA's advanced communications satellite (ACTS): an overview of the satellite, the network, and the underlying technologies," 12th AIAA International Communications Satellite Systems Conference, Allington, pp. 204-224, 1988.
- [5] P.P. Nuspl, R. Peters, and T. Abdel-Nabi, "On-board processing for communications satellite systems," 7th International Conference on Digital Satellite Communications, pp. 137-148. Munich., 1986.

[6] G. Maral and M. Bousquet, Satellite Communications Systems, John Wiley & Sons Ltd., 1993.

[7] NASA-NSF Panel Report on Satellite Communications Systems and Technology, World Technology Evaluation Center at Loyola College, available from National Technology Information Service (DOC) in September 1993.

이 재 현

- 1982년 2월 : 인하대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1985년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학석사)
- 1993년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 (공학박사)
- 1991년 2월~현재 : 한국전자통신연구원
 탐재장치연구실 선임연구원
- 관심분야 : 정자파 소자, 위성통신시스템,
 위성용 초고주파 부품

김 재 명

- 1974년 : 한양대학교 전자공학과 졸업(공학사)
- 1981년 : 미국 남가주대학교 전기공학과(공학석사)
- 1987년 : 연세대학교 전자공학과(공학박사)
- 1982년~현재 : 한국전자통신연구원
 위성통신시스템연구부 책임연구원
- 관심분야 : 위성통신시스템, 이동통신시스템