

디지털 통신위성 중계기 기술

이대일 | 김기근 | 이규하*

국방과학연구소, 삼성탈레스*

요약

오늘날 다수의 빔과 주파수를 사용하는 통신위성은 고속 디지털 신호 처리를 응용한 부채널 단위의 OBS(On-board Switching) 기술과 원하지 않는 간섭신호를 일정부분 제거하는 기능을 필요로 하게 될 전망이다. 본고에서는 위성통신 분야에서 현재 활발히 연구가 진행되고 있는 부채널 수준의 스위칭이 가능한 수동형 디지털 통신위성에 대하여 소개한다. 아울러 위성 선진국의 디지털 통신위성 개발 현황, 부채널 증폭 및 스위칭을 위한 소요기술, 그리고 간섭신호 제거가 가능한 디지털 통신위성 기술에 대하여 기술한다.

1. 서론

위성 통신의 목적은 시간과 공간에 관계없이 누구와도 통신을 할 수 있다는 점에 있으며, 이를 위해 위성 통신은 계속 발전을 거듭하고 있다. 이러한 위성 통신은 기존의 다른 지상 통신 시스템에 비하여 여러 가지 독특한 특징을 가지고 있다.

우선 물리적으로 위성 통신은 광대역성과 광역성의 특징을 가지고 있다. 통신 위성 중계기는 수십 MHz 이상의 대역폭을 사용하여 영상 신호와 고속 디지털 회선 신호를 쉽게 전송할 수 있으며 위성의 빔 커버리지 범위에 있는 지역이면 어디에나 전파 송수신이 가능하다. 지상 통신망에도 광대역 통신을 많이 사용하고 있으나, 위성 통신의 경우 광대

역성과 광역성이 결합될 수 있다는 점이 지상 통신망과 다른 점이다. 위성 통신은 통신 거리 및 지형적인 영향을 거의 받지 않는다. 지상 통신의 경우 지리적 여건 및 방해물 등에 의하여 통신이 어려운 지역이 있을 수 있으나 위성 통신의 경우 지구 상공에 있는 위성체와 무선으로 통신하기 때문에 원거리 등의 지리적 여건에 의하여 통신이 어려운 지역을 줄일 수 있고, 방해물 등에 의한 통신 소통 장애를 줄일 수 있다.

위성 통신은 또한 다수의 수신자에게 동시에 통신이 가능한 동보성을 갖고 있다. 지상 통신의 경우 넓은 지역의 수신자들에게 동시에 정보를 전달하는 것이 지리적인 장애 등에 의하여 비교적 어려운 반면에 위성 통신의 경우에는 위성체 안테나의 송신 빔이 어느 정도의 폭을 갖고 있기 때문에 어느 특정 수신자가 아닌 전지역을 상대로 송수신이 가능해진다.

통신 위성은 중계기의 형태에 따라 아날로그(transparent 또는 bent-pipe) 통신 위성과 디지털 통신위성으로 구분될 수 있다. 즉, 아날로그 통신위성은 위성에서 수신되는 상향링크 신호를 단순히 아날로그적으로 증폭시켜 지상으로 재송신하는 기능을 수행하며, 디지털 통신위성은 상향링크 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하여 여러가지 형태로 디지털 신호처리 후 지상으로 송신하는 기능을 수행한다. 디지털 통신위성은 또한 신호처리 방식에 따라 재생형(regenerative)과 수동형(digital transparent)으로 나눌 수 있다. 디지털 통신위성은 상향링크 잡음의 최소화, 중계기의 비선형특성 최소화, 하향링크시 전력분배 손실 제거, 효율적 위성자원 관리, 재밍등의 제거로 군용 시스템의 적용 등

많은 장점이 있다. 재생형 디지털 통신위성은 추가로 상향 링크시 발생하는 심볼간/인접채널간 간섭을 하향링크에서 완전 분리시킬 수 있는 장점이 있으나 상향링크 신호를 복조하여야 하므로 위성 발사 이전에 지상 단말과의 변복조 방식을 확정시켜야 하는 부담이 있다. 이에 반해 수동형 디지털 통신위성은 스위칭 및 부채널간 증폭만 수행하므로 이런 부담은 없다[1].

본 고에서는 현재 활발히 연구되고 있는 부채널 수준의 스위칭(서로 다른 대역간 포함)이 가능하고, 이득 조정이 가능하도록 수동형 위성 증계기가 높은 유연성(flexibility)을 지원하는 수동형 디지털 통신위성에 대하여 기술 한다. 수동형 디지털 통신위성을 개발하기 위해서는 고속 디지털 신호 처리를 응용한 부채널 단위의 OBS(On-board Switching) 및 채널 증폭기에 대한 연구가 반드시 필요하며, 군용으로 사용되기 위하여 원하지 않는 간섭신호(재밍신호)를 일정부분 제거하는 기능도 포함될 수 있다. 본 고의 본문에서 위성 선진국의 디지털 통신위성 개발 현황, 부채널 증폭 및 스위칭을 위한 소요기술, 그리고 간섭신호 제거가 가능한 디지털 통신위성 기술에 대하여 소개하고, 결론을 맺는다.

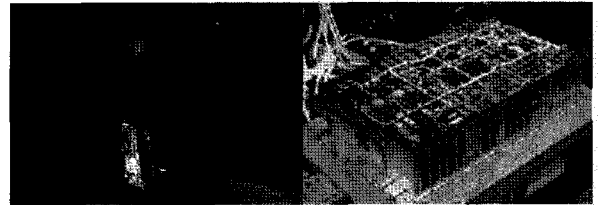
II. 본 론

1. 디지털 통신위성 개발 현황

통신위성은 사용자의 목적에 맞게 여러가지 형태로 개발된다. 단순 방송용으로 아날로그 증계기만을 탑재할 수도 있고, 소형(또는 핸드헬드형) 단말을 지원하기 위해 대형 안테나와 재생형 디지털 증계기를 탑재하는 경우도 있다. 또한 군용 위성통신의 고유한 요구능력, 즉, 위성이 처리할 수 있는 실효 정보전송용량, 항재밍(AJ, Anti-Jamming), 신호보안, LPI/LPD(Low Probability of Intercept and Detection), 물리적 공격에 대처하는 생존성, 그리고 단말의 이동성, 망구축성, 연동성등을 의미하는 운용성 등에 맞는 증계기를 탑재할 수도 있다. 본 절에서는 서론에서 언급된 여러가지 장점을 갖는 수동형 디지털 통신위성 개발 현황에 대하여 기술한다.

1.1 Inmarsat

INMARSAT은 위성을 이용하여 해상 조난 예방 및 안전을 도모하고 선박간 또는 선박과 육지간 통신을 개선하기 위해 설립된 국제기구다. INTELSAT이 고정지점간 위성통신방식을 관장하는 데 비해 INMARSAT은 위성을 이용한 국제간의 이동통신을 관장했다.



(그림 1) INMARSAT-4 위성체 및 신호처리기 형상

INMARSAT에서 운영하는 통신서비스는 태평양·인도양·대서양의 적도 상공 3만 6000km 정지궤도에 떠있는 십여개의 통신위성을 통해 선박 상호간·선박과 육지간·항공과 육지간에 국제자동전화 및 텔렉스를 중계하는 것이다.

INMARSAT 위성들은 2009년4월 현재 INMARSAT-2 시리즈부터 INMARSAT-4 시리즈까지 운용되고 있으며 위 그림은 INMARSAT-4 위성체로서 9m의 초대형 위성 안테나를 탑재하여 초소형 위성 단말을 지원 가능한 새로운 개념의 위성이다. 초대형 반사판과 120개의 헬릭스 소자로 228개의 소형 빔을 재생하며 빔간 스위칭을 제공하는 처리장치를 탑재하고 있다. 이 위성의 제원은 다음 표와 같다.

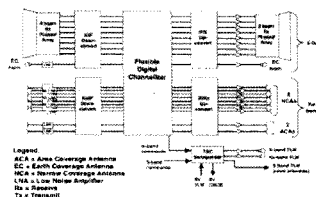
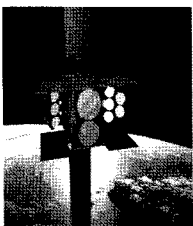
<표 1> INMARSAT-4 위성체 개요

구 분	제 원
수명	13년
운용위성수	3기
위성제작사 및 위성체버스	EADS Astrium Eurostar-3000
발사중량	5,960kg
발사체	F1:Atlas-5 F2:Zenit-3SL F3:Proton-M Briz-M
소모전력	14kW
주파수 대역	C/L 대역

구분	제원
빔종류 및 개수	228 narrow spot beams for BGAN service (1.1°) 19 wide spot beams for E&E service (4.05°) 1 global beam
L대역 EIRP	67dBW
중계기	<ul style="list-style-type: none"> • Digital signal processor - controlling the antennas, beam forming and channel allocation • Minimum subchannel - 200 kHz • Reflector - 9 meters wide and designed to unfurl in orbit like a giant flower • Antennas - 120 helix elements combined in a single flexible array
태양전지	45m
발사	F1: 11.03.2005(64°E, Asia-Pacific) F2: 08.11.2005(53°W, EMEA) F3: 18.08.2008(98°W, Americas)

1.2 WGS(Wideband Global Satellite)

WGS 시스템은 전장에서 통신능력을 한단계 증대 시키는 대용량 위성통신의 주된 요소이다. WGS는 미 국방부에서 전술 C4ISR(command and control, communications, and computers; intelligence, surveillance, and reconnaissance), 전투관리, 전투지원정보 등의 정보교환을 지원할 것으로 기대된다[3]. WGS 위성 1기당 전송용량이 2.4~3.6 Gbps에 이를 것으로 예상된다. 이 용량만으로도 현재의 DSCS와 GBS 위성군 전체가 제공하는 용량을 초과한다. WGS 위성의 처리용량은 X대역 빔 9개와 Ka대역 빔 10개로 나뉘어 진다. X대역빔 중 8개 빔은 송수신이 분리된 별도의 위상배열 안테나(Phased-array antenna)로 구성되며, 이 위상배열 안테나로 통신영역에 맞도록 빔의 모양을 만들고 조절할 수 있다. 나머지 9번째 X대역 빔은 광역(Earth coverage) 빔을 제공한다. Ka대역 10개의 빔은 gimbal장치를 가진 접시형 안테나(gimballed dish antenna)로 구성되며, 편파(Polarization)를 역으로 바꿀 수 있는 3개의 빔을 포함하고 있다.



(그림 2) WGS 위성체 형상 및 탑재체 구성도

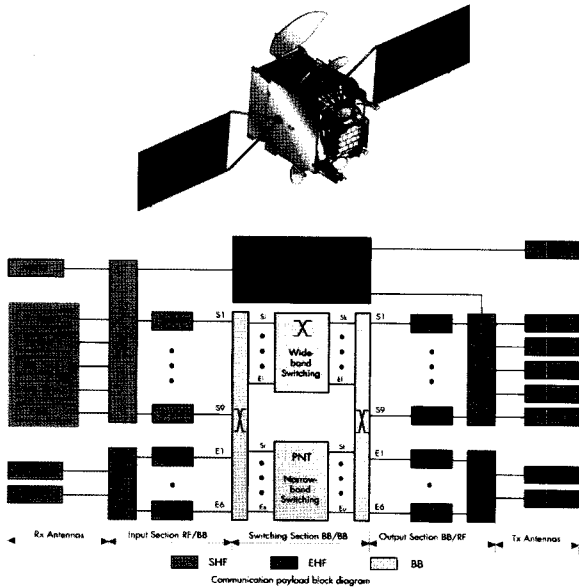
WGS 탑재체는 4.875GHz(39 x 125MHz)의 순시대역폭의 신호를 중계할 수 있다. WGS 탑재체의 핵심은 디지털 신호 처리기로서 125MHz, 50MHz, 47MHz 등의 대역폭을 갖는 각 채널의 신호를 각각 2.6MHz로 이루어진 1,872개의 하부 채널로 나누고, 이 하부채널을 교차하여 내보낸다. 각각의 신호는 한 주파수 대역에서 다른 주파수대역으로 교차될 수 있고, 어떤 상향링크이든 어느 하향링크 통신영역으로도 연결될 수 있다. 또한, 한 통신영역 안에 있는 어떤 상향링크 신호도 어느 하향링크로 연결되거나 혹은 모든 하향링크 통신영역으로 연결될 수 있다. WGS 프로그램을 구현하기 위해 최소한 3개의 정지궤도 위성과 관련된 지상관제 소프트웨어를 요구하고 있으며, 궤도상승에는 이원(bipropellant) 화학 추진을 사용하며, 이심율(eccentricity)제거와 자세유지에는 크세논(xenon) 이온 추진을 사용한다.

<표 2> WGS 위성체 개요

구분	제원
수명	14년
위성체버스	Boeing 702
발사체 및 발사중량	Atlas 5 5,723kg
소모전력	13kW
대체위성	DSCS-III and UFO(GBS)
무인기(AISR) 중계용량	Block I(1,2,3호): 137Mbps
	Block II(4,5,6호): 311Mbps
주파수 대역	X 대역: 500MHz
	Ka 대역: 1GHz
동시사용 대역폭	4,875 GHz
통신용량	2.4 ~ 3.6Gbps
중계기	• 독립빔 19(EC빔 1개 포함)
	• 채널수 : X/Ka 39기
	• 중계기별 빔연결(재구성)(IF 디지털 신호처리)
	- 빔/채널간 스위칭 - 부채널 대역폭 : 2.6MHz
대체임무	DSCS III GBS of UFO
안테나	X대역: 위상배열 안테나 8기 전구빔 (EC) 1기
	Ka대역: 이동빔 안테나 10기
추진부	Xenon-ion 추진 시스템(XIPS)
태양전지	고효율 3-junction GaAs 태양전지
발사계획	1,2호 : 2007.10, 2009.04(발사완료)
	3호 : 2009년(시험중)
	4,5호 : 2011년(제작중)
	6호 : 호주투자(공동사용예정)

1.3 SYRACUSE III

프랑스의 군 위성통신체계는 민군공용 방식으로 시작되었고, Syracuse III 위성은 Syracuse II 위성체계와의 호환성을 유지하면서, 보호능력을 향상시킨 군 전용 위성체계로서, Syracuse II에 비해 10배 이상의 용량을 제공하며, 최신 항재밍 안테나 기술을 이용하고 있다⁴⁾. SYRACUSE III의 주요한 특징은 다음과 같다.



(그림 3) SYRACUSE III 위성체 형상 및 탑재체 구성도

Syracuse III 위성은 통신위성 주계약자 Alcatel이며 위성체 버스는 Spacebus 4000B3를 사용하며 모든 중계기의 대역폭이 40MHz로 통일되어 있다. SHF(X)대역 중계기는 9기, EHF 대역은 6기가 탑재되어 있고, 대역간 완전한 교차연결(cross-strapped)이 가능하며, 디지털 신호처리가 탑재되어 협대역 부채널 역다중화와 교차통신이 가능함에 따라, 어떤 2개의 커버리지 간에 교환능력이 있다. Syracuse III의 항재밍 기능은 다음과 같은 절차에 따라 이루어진다. 1단계로, 재머탐지 및 국소화(Jammer detection and Localization) 단계로, 출력(Power)을 측정하여 재머의 방향과 주파수를 조사(scanning)한다. 정밀한 방향탐지(direction finding)을 위해 지역을 좁혀(zooming)나간다. 2단계는 항재밍 단계로, 기 설정해 놓은 빔을 성형하고, 적응형 널링 알고리즘이 가

동된다. 3단계는 지속적인 감시가 이루어지는 단계로 위성 에 탑재된 BFN(Beam Forming Network)으로 재밍신호를 계속해서 검출하고 주파수 스펙트럼상의 에너지를 분석한다.

〈표 3〉 Syracuse III 위성체 개요

구 분	제 원
수명	12.2년
위성체버스	Spacebus 4000 B3
발사중량	3,725kg
소모전력	5.7kW
대체위성	Syracuse II
주파수 대역	X : 8/7GHz EHF : 44G/20GHz
중계기	• 주파수 : SHF, EHF
	• 수동중계 기능
	- SHF : 9채널
	- EHF : 6채널
안테나	• IF 디지털 신호처리
	- 빔/채널간 스위칭
	- 분할대역폭 : 0.4~40MHz
	- 분할채널수 : 최대 8개
	• 널링 기능
발사	- 1개 수신전용 위상배열 안테나(SHF)
	• 이동빔 기능
	- 4개 이동빔 안테나 (SHF)
	- 2개 이동빔 안테나 (EHF)
	A : 2005.10
	B : 2006.8

Syracuse III 위성의 주요 모듈 중의 하나인 디지털 신호처리(DTP: Digital Transparent Processor)는 다음과 같은 특징을 갖고 있다.

〈표 4〉 SYRACUSE III 디지털 신호처리기(DTP) 특징

주요 특징	주요 기술
<ul style="list-style-type: none"> • 8 입력/ 8 출력 포트 • 용량 : 8x40MHz • 가변 주파수 할당 <ul style="list-style-type: none"> - 가변 채널 대역폭 - 가변 채널 중심 주파수 • 가변 라우팅 • 방송기능 • 개별 채널별 이득조정 • 400kHz 단위 전력 측정 	<ul style="list-style-type: none"> • 디지털 신호처리 Transparent processing • 디지털 역다중화, 라우팅, 이득조정 및 다중화 • 조정가능한 채널 이득, 및 중심주파수 • 600kgates digital ASIC의 고밀도 설계 내부 이중화 • OBDH485 TM/TC 위성체 연동

디지털 신호처리기(DTP)는 1992년부터 개발을 시작하여 2002년 6월에 EQM이 개발 완료되었고, PFM은 2003년 3월, FM은 2004년 8월에 개발 완료되었다.

2. 부채널 증폭 및 스위칭 기술

2.1. 부채널 증폭기술

일반적으로 부채널별 망계획에 의한 고정이득조정, 강우 감쇄 보상 등을 위한 부채널별 자동이득조정(ALC), 그리고 입력세기가 큰 신호로부터 다른 부채널 신호를 보호하기 위한 리미트 모드를 지원하는 기술로서, 부채널 역다중화기술을 통해 분리된 신호들을 디지털 신호 처리 알고리즘에 의해 이득을 조정함으로써, 위의 3가지 모드에 적합한 부채널별 증폭 기술이 필요하다.

- 고정이득조정: 원격 명령에 의해 여러 이득 단계를 선택 또는 선택 해제에 의해 조절할 수 있고, 무궁화5호 위성은 채널별(50MHz 또는 120MHz)로만 이득 조정할 수 있었으나, 디지털 신호 처리를 이용하여 부채널별 이득조정을 통하여 통신품질(비선형 등)의 향상되어 결과적으로 중계기 출력을 증강시킬 수 있다.
- 자동레벨조정: 트랜지스터 증폭기 또는 진행파관 증폭기에 일정한 입력을 유지하기 위해 기존에는 채널 증폭기의 출력을 궤환 루프에 의해 조절하였으나, 디지털 신호 처리에 의해 각각의 부채널이 입력신호의 세기에 상관없이 같은 세기로 출력되도록 조정함으로써 혼변조 신호등을 최소화 하여 통신품질 및 망계획을 용이하도록 한다.
- 리미트 모드: 원하지 않는 신호가 입력될 경우 이를 부채널별로 분리하여 일정수준 이상의 신호는 잘라(clipping) 버리는 기능을 구현한다.

2.2. 디지털 부채널 역다중화 기술

수십 개의 가변 대역폭 여파기 및 처리기로 구성하고 부채널 별로 필터링을 수행하는 기술이다. 다중 사용자로부터의 다중 반송파를 효과적으로 분리하기 위하여 디지털 부채널 역다중화기를 사용한다. 채널 분리를 위한 디지털 부채널 역다중화기는 위성에서 수신된 다수의 SCPC (Single Channel Per Carrier) 또는 MCPC (Multi Channel Per Carrier) 신호들을 동시에 분리할 수 있는 구조이다. 대표적인 디지털 부채널 역다중화기는 per-channel 방식, block 방식, 그리고 multistage 방식이 있다.

그러나 이와 같은 디지털 부채널 역다중화기술은 고정대

역폭을 필터링하는데 반하여, 위성 통신은 가용 주파수 대역이 제한되어 있기 때문에 제한된 가용 주파수 대역의 효율적인 사용을 필요로 한다. 이것은 주파수 대역 재사용과 각 사용자에게 대역과 전송 파워에서 유연성을 지원하기 위한 위성 OBS(On Board Switching) 신호 처리를 요구 한다. 즉, 서로 다른 데이터 전송률과 이로 인한 다양한 대역의 신호를 처리 및 채널을 재할당 하기 위하여 동적 주파수 재사용 시스템이 필요하다. 따라서 유연성, 낮은 복잡도, 병렬 처리 그리고 간단한 구현이 요구되는 FFBR (Flexible Frequency Band Reallocation) 시스템이 요구된다.

2.3. 디지털 부채널 다중화 기술

디지털 부채널 역다중화기의 역이되는 기술로서 스위치 후단의 수십 개의 가변 대역폭 신호를 단일 채널로 송신하기 위한 합성 기술이다. 디지털 부채널 역다중화 기술과 마찬가지로 주파수 대역 재사용과 각 사용자에게 대역과 전송 파워에서 유연성을 지원하기 위하여 다양한 대역폭을 갖는 SCPC 또는 MCPC 신호들을 효율적으로 합성하는 기술이 필요하다.

2.4. 간섭제거기술

일반적인 군 위성통신에서의 간섭신호 제거기술은 도약 등의 확산통신을 이용한 적극적인 방식으로 사용되나 이는 대역효율이 매우 나빠지므로 일반링크에서는 사용하기 어려워 수동형 디지털 중계기를 이용한 중계신호가 없는 채널의 대역에 간섭신호가 있으면 간섭신호를 차단하고, 중계신호 내에 통신신호와 함께 있는 간섭신호를 제거하는 기술이다. 위성신호처리 부품으로 구현 가능한 복잡도와 성능을 가지는 간섭 탐지 및 제거 기술에 대한 다양한 환경에서의 Tradeoff를 수행하는 것이 필요하다.

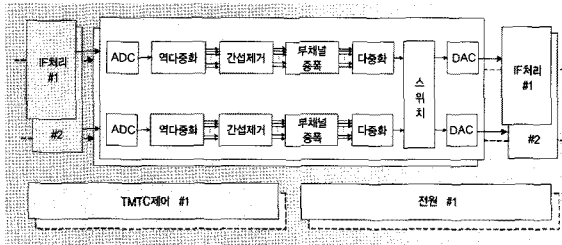
2.5. 부채널 스위칭 기술

이종 빔 및 이종 주파수 대역간 부채널 단위의 스위칭 기술이다. 스위칭 기술을 통하여 트래픽 변화에 효율적으로 대처할 수 있는 망구성의 융통성을 대폭 개선시킬 수 있고, 빔별/채널별/부채널별/대역별 교차 통신(Onboard switching)의 지원, 그리고 군용 통신에 필수적인 신속한 망구성을 구현할 수 있다. 본 기술은 디지털 부채널 역다중화

기술과 밀접히 연결되어 있다.

3. 간섭제거 보유 디지털 통신위성

본 절에서는 간섭신호 제거가 가능한 디지털 통신위성 중 핵심 부분인 디지털 채널 처리기에 대하여 기술한다. 디지털 채널 처리기는 통신위성 중계기내에서 중계기 입력 신호를 IF대역으로 주파수 하향변환 후 ADC에서 디지털 신호로 변환한다. 변환된 신호는 디지털 신호처리 과정(역다중화, 간섭제거, 스위칭, 부채널 이득제어, 다중화)을 통해 다양한 기능(부채널 별 자동/수동 이득조정 기능, 부채널 별 스위칭 기능, 방송 기능, 간섭제거 기능)을 수행한 후 DAC를 통해 IF신호로 변환된다. 변환된 IF신호는 다시 하향 중계기 주파수 대역으로 변환된다. 아래 그림에서 신호경로의 #1, #2는 중계기 채널을 의미하며 TM/TC 제어, 전원의 #1, #2는 Nominal, Redundant를 의미한다.

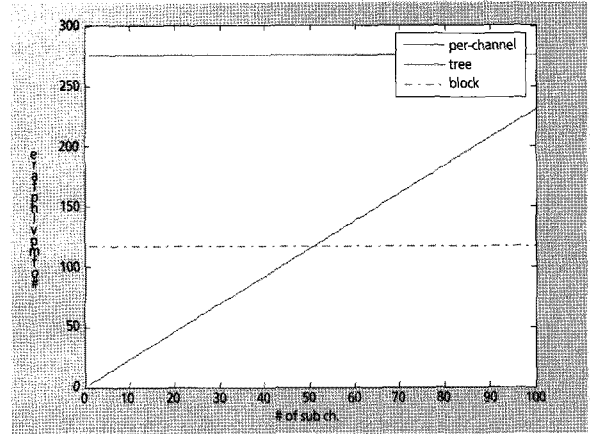


(그림 4) 디지털 채널 처리기 블록도

3.1. 부채널 역다중화/다중화 알고리즘

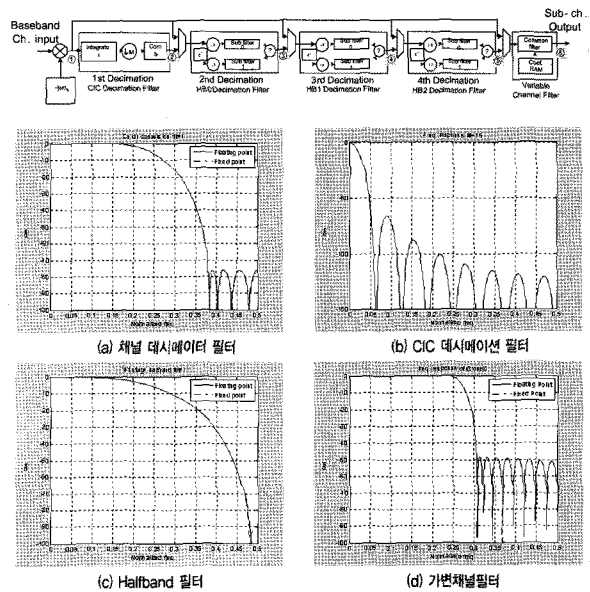
부채널 역다중화/다중화 알고리즘에 대한 연구는 최근에 활발히 진행되고 있으며, 시스템에 적용하기 위해서는 연산량, 복잡도, 성능, 및 구현가능성 등을 종합적으로 trade-off 하여 알고리즘을 적용해야 한다. 본 고에서는 개별 채널방식, 다단트리방식, 블록방식을 연산량을 기준으로 비교/검토해 본다[5]. 연산소자의 구현에 있어 큰 부분을 차지하는 곱셈연산을 고려해 볼 때, 서브채널수가 증가하면 블록방식이 가장 유리하나 부채널 수가 약 50개 이하 (여러 가지가정에 의해 변경될 수 있음)로 구성될 경우, 개별채널방식이 곱셈에 있어서 연산량 효율성이 있음을 다음 그림을 통해 확인할 수 있다[6].

개별채널방식은 부채널 운용에 있어 가장 유연한 구조이



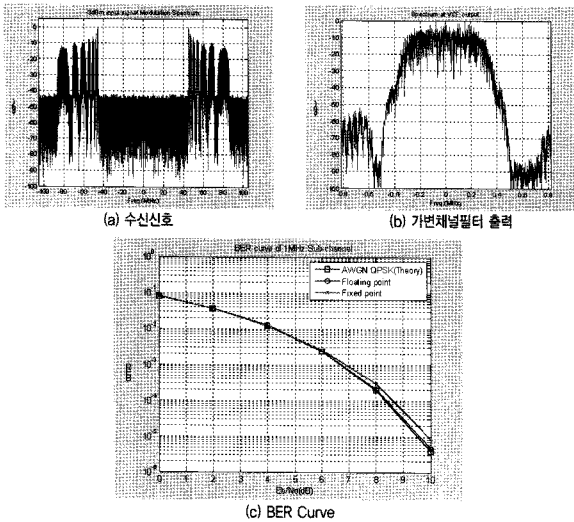
(그림 5) 곱셈 연산량 비교

지만, 연산량에서의 단점이 있었으나, 다단 인터플레이션/데시메이션 구조를 통한 개선된 알고리즘으로 극복될 수 있다. 즉 채널 다운컨버터, CIC(Cascaded Integrator Comb) 인터플레이션/데시메이션 필터, Halfband 필터, 가변계수 채널필터 등의 다단 구조로 연산량을 줄이면서 동시에 유연한 구조를 가질 수 있다. 한 개의 부채널이 역다중화되는 구조 및 각 필터의 주파수 응답 특성을 그림으로 나타내면 다음과 같으며 다중화는 이의 역순으로 고려할 수 있다.



(그림 6) 역다중화 구조 및 주파수 응답 특성

다채널에 대한 역다중화 및 BER 모의실험을 수행하면 다음과 같은 결과를 확인할 수 있다. 여기서 우측에서 두 번째인 1MHz 신호에 대하여 나타내었다.



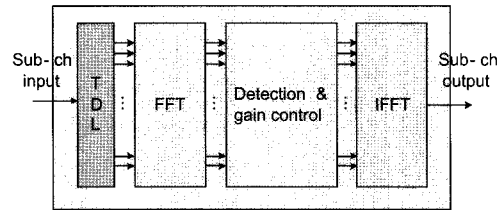
(그림 7) 다채널에 대한 역다중화 및 BER 모의실험

3.2. 간섭제거 알고리즘

부채널화된 신호에 적용 가능한 간섭 신호 처리 방법으로 크게 시간 영역(Time Domain)과 변환 영역(Transform Domain)에서의 처리 기법이 있다[7]. 시간 영역 간섭 처리 방식은 예측 필터를 통해 간섭 신호를 탐지 하고, 이를 수신 신호로부터 제거하는 방법이고 간섭 신호 탐지 능력은 예측 필터에 적용되는 예측 알고리즘 (Estimation Algorithm)에 의해 크게 좌우된다. 변환 영역 간섭 처리 방법은 수신 신호를 FFT(Fast Fourier Transform)를 통해 주파수 영역으로 변환한 후, 간섭 신호에 해당되는 주파수 성분을 탐지 하고 해당되는 주파수 성분의 전력 크기를 억제하여 간섭 신호를 제거하는 방식이다.

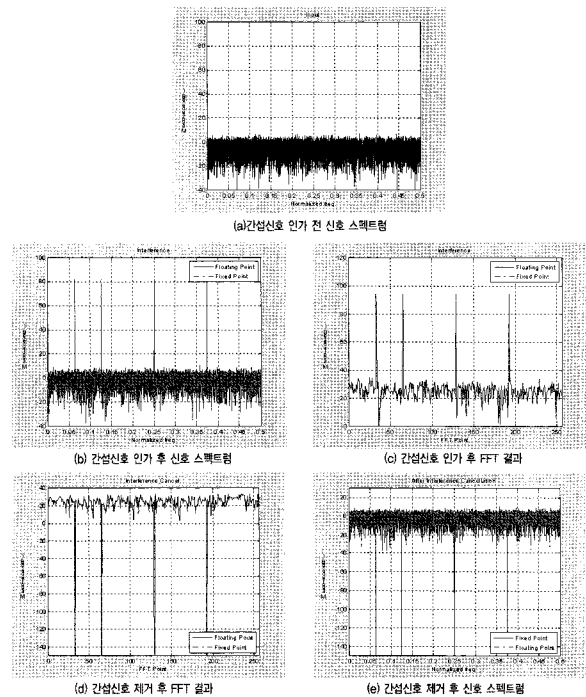
시간 영역 처리 기법은 높은 수렴율을 필요로 하는 고속 통신 시스템과 빠른 변화율로 삽입되는 간섭 신호에 대응하기 위해 시스템 연산량 및 통신 시스템의 강건성 측면에서 많은 어려움을 가지고 있다. 반면에 변환 영역 처리 기법은 FFT와 IFFT의 비교적 간단한 구조를 가지고 있어 적용적으로 간섭 신호를 제거하기에 장점이 있으므로 변환 영역 처리 기법을 사용한 간섭제거기에 대하여 검토한다. 일반적인

변환 영역 처리 간섭제거기의 구조는 다음과 같으며 FFT와 TDL(Tap Delay Line)의 크기는 256으로 구성될 수 있다. 간섭인지 및 제거 기능은 서브채널신호의 주파수영역 변환 후 주파수상의 전력이 평균 서브채널전력에 의한 임계값 보다 클 경우, null 값 등을 인가함으로써 간섭신호를 제거한다.



(그림 8) 변환 영역 처리 구조

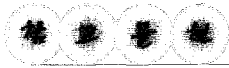
변환 영역 처리 간섭제거기에 대하여 4개의 톤재밍(SIR=-30dB)을 가정한 모의실험을 수행하면 다음과 같은 결과를 확인할 수 있다.



(그림 9) 간섭신호 모의실험

III. 결 론

오늘날의 예측 불가능하고 역동적인 통신환경에서 부채널 수준의 스위칭(서로 다른 대역간 포함)이 가능하고, 이득 조정이 가능한 높은 유연성(flexibility)을 지원하는 수동형 디지털 통신위성 중계기는 중계능력 및 효율성을 증대시킬 수 있다. 본 고에서는 현재 활발히 연구가 진행되고 있는 수동형 디지털 통신위성, 즉, INMARSAT, WGS, Syracuse III의 개발현황과 이의 소요 기술에 대하여 소개하였다. 또한 다단 인터플레이션/테시메이션 구조를 통한 개선된 개별채널 방식을 적용한 부채널 역다중화/다중화와 변환 영역 처리 방식을 적용한 간섭제거기의 디지털 통신위성에 대하여 소개하였다.



- [1] H. G. Gockler and B. Felbecker, "Digital onboard FDM demultiplexing without restrictions on channel allocation and bandwidth," 7th Int. Workshop on Digital Sign. Processing Tech. for Space Comm., Oct., 2001.
- [2] <http://www.inmarsat.com/>
- [3] <http://www.boeing.com/>
- [4] <http://www.thalesgroup.com/>
- [5] P.P. Vaidyanathan, Multirate Systems and Filter Banks, Englewood Cliffs: Prentice Hall Signal Processing Series, 1993.
- [6] E. B. Hogenauer, "An economical class of digital filters for decimation and interpolation," IEEE Transactions on Acoustics, Speech and Signal Processing, ASSP-29(2):155-162, 1981.
- [7] L. B. Milstein, "Interference rejection techniques in spread spectrum communications," Proceedings of the IEEE, vol. 76, pp. 657-671, 1988.

약 력



이 대 일

1997년 서울시립대학교 전자공학과 석사
2000년 ~ 2007년 군위성통신체계 개발
1997년 ~ 현재 국방과학연구소 선임연구원
관심분야: Satellite IF switch Processing



김 기 군

1992년 충북대학교 전자공학과 석사
1996년 ~ 2007년 군위성통신체계 개발
1992년 ~ 현재 국방과학연구소 선임연구원
관심분야: On Board Signal Processing



이 규 하

1999년 연세대학교 전기전자공학과 석사
2005년 연세대학교 전기전자공학과 공학박사
2001년 ~ 현재 삼성텔레콤 전문연구원
관심분야: 통신 신호처리, 디지털 신호처리, 통신시스템, SDR

