

主 題

양방향 위성방송 기술

한국전자통신연구원 김 호 검, 이 호 진, 오 덕 길

차 례

- I. 서 론
- II. 방송전송기술
- III. 리턴채널기술
- IV. 결 론

요 약

방송의 디지털화는 고선명 서비스를 가능하게 해주었을 뿐만 아니라 인터넷 같은 통신 서비스를 같이 제공할 수 있는 길을 열어, 한 방향으로만 제공하던 위성방송 서비스도 양방향 광대역으로 제공할 수 있는 서비스로 빠르게 변화하고 있다. 본고에서는 이러한 서비스를 위성에서 효율적으로 제공할 수 있도록 광대역화 하기 위한 기술들과 양방향 서비스를 제공하기 위한 기술들의 개발 동향과 현황을 살펴본다.

I. 서 론

방송의 디지털화는 다채널화, 고품질화, 다기능화의 가능성을 열어 주었다. 특히 다기능 부분은 디지털화에 의한 데이터 방송 서비스를 가능하게 해줌으로서 TV를 통한 인터넷 서비스, 전자 상거래, 온라인 게임 등을 가능케 함으로써 방송과 통신의 융합

(Convergence)이라는 큰 획을 그을 것으로 예상된다. 이에 따라 전 세계가 디지털 방송의 도입체제 구축, 관련 기술 개발, 서비스의 상용화에 총력을 기울이고 있다.

디지털 방송 서비스는 지상파 방송이나 케이블 방송에 비해 위성방송에서 선두로 시작하여 서비스 확장에 노력하고 있는 분야로 일본의 PerfectTV, 미국의 DirecTV, 유럽의 BskyB, Canal Satellite, Stream 등 많은 업체들이 데이터 방송 기술을 이용한 대화형 위성방송 서비스까지를 제공하고 있으며 한국에서는 한국 디지털 위성방송에서 DVB를 기반으로 하는 대화형 방송 서비스가 조만 간에 시작될 예정이다. 또 일본에서는 2007 년경부터 Ka대역을 이용한 방송 서비스 도입을 계획하고 관련 기술들을 개발 중에 있다. 유럽에서는 ADSL(Asymmetric Digital Subscriber Line)을 기반으로 하는 방송 서비스, 케이블TV망을 기반으로 하는 대화형 서비스 및 인터넷 서비스도 활발하게 도입되어 위성방송 서비스와 경쟁하고 있다.

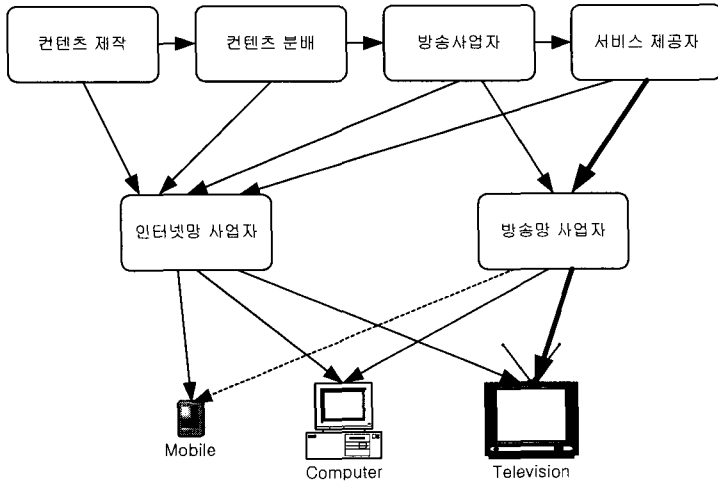


그림 1. 멀티미디어 서비스 (컨텐츠) 흐름도

방송 서비스 발전단계는 고화질/다채널 서비스, 부가 서비스, 대화형 서비스, 인터넷 접속 서비스 형태로 발전할 것으로 예상된다(1). 고화질/다채널 서비스는 고품질의 방송 영상물을 유료 채널 형태로 서비스 받을 수 있으며, 부가 서비스는 프로그램 안내 서비스(EPG: Electronic Program Guide)의 형태로 제공된다. 대화형 서비스는 날씨, 증권, 뉴스 등을 간단한 리모콘 조작에 의해 선택하여 제공받는 서

비스(Local Interactivity)와, 퀴즈, 전자 상거래(T Commerce)라 부름) 등의 대화형 서비스를 리턴채널(Return Channel: 사용자의 요구를 서비스 제공자에게 전달해주는 통신채널을 의미하며 상향채널 또는 Back 채널 등으로 불리기도 함)을 사용하여 제공한다(Remote Interactivity). 인터넷 접속 서비스는 이전 단계의 서비스뿐만 아니라 인터넷에서 제공하는 웹, 이 메일, 게임, 채팅 등의 서비스 및 VOD, 홈쇼핑 서비스를 제공한다. 궁극적으로는 방송과 통

신이 융합된 형태의 서비스를, 통합단말을 통해 망에 상관없이, 사용자가 서비스를 제공받을 것으로 예상된다(그림1).

서비스가 방송 자체뿐만 아니라 통신 서비스를 포함하는 멀티미디어화로 진행함에 따라 어느 때보다도 광대역에 대한 요구사항이 커지고 있으며(그림2) 방송형 서비스에 강점이 있는 위성분야에서 이를 해결하기 위한 표준화 검토 작업도 활발해지고 있다.

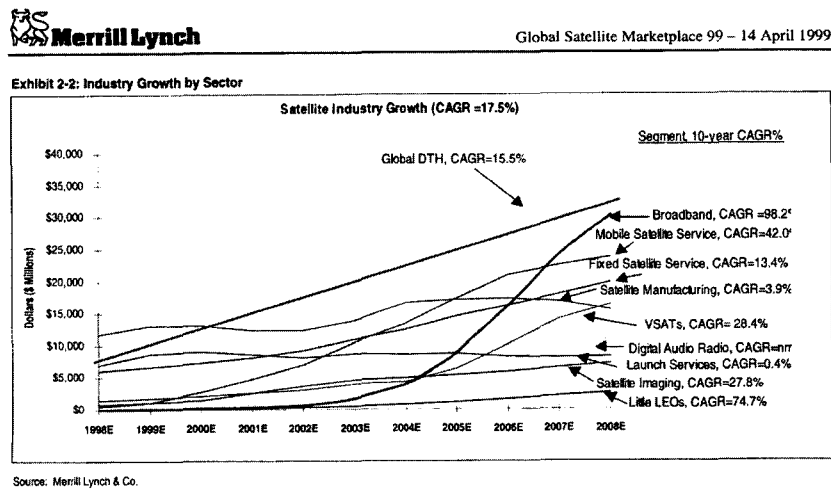


그림 2. 위성 분야 시장 규모

DVB(Digital Data Broadcasting)에서도 최근 이와 같은 추세에 맞추어 MHP(Multimedia Home Platform) 규격을 1.0에서 1.1로 확장하여 발표하였다. 위성 방송 시스템에서는 리턴채널로 사용되던 전화선 모뎀을 대체할 수 있는 수단인 DVB-RCS(Return Channel by Satellite)를 규격화하고 있으며 이를 이용하여 Websat, SES ASTRA, NEW skies 등에서 위성 인터넷 서비스를 시작하려고 준비중에 있다.

본고에서는 양방향으로 위성방송을 서비스하기 위한 핵심 기술 부분인 전송 기술과 리턴채널 기술의 발전동향을 살펴본다.

II. 방송전송기술

위성방송에서는 광대역화를 수용하기 위해서 전송 효율을 높이는 방법과 Ka대역을 사용하는 방법들이 검토되고 있으며, 특히 Ka대역은 Ku 대역에 비해 강우감쇠가 3배 정도가 되므로 상용 서비스를 제공하기 위해서 다양한 보상 기술들이 필요하다[2].

1. 변복조 기술

가. 계층형 변조 기술

1998년 일본은 TC(Trellis Coded) 8PSK 방식을 채택하여 34.5MHz 증계기 하나 당 52Mbps의 고속 전송을 실현하였다(ISDB-S). 계층형 변조 방식(Hierarchical Modulation)을 채택하여 Simulcast 전송이나 Hierarchical 전송을 지원할 수 있도록 구성되어 있다.

Simulcast 전송은 저해상도 (그림3의 기본영상 데이터) 및 고해상도 (Simulcast 확장영상 데이터)로 별도로 MPEG-2로 소스코딩 하여 개별적으로 전송하는 방식이고 Hierarchical 전송은 소스코딩시 저해상도 (기본영상 데이터)와 고해상도 부분 (Scalable 확장영상 데이터)을 분리하여 코딩을 하고 두 개의 스트림으로 나누어 전송하는 방식이다.

ISDB-S의 경우 전송모드신호(TMCC: Transmission and Multiplexing Configuration Control - 변조방식, 부호화율, Slot, TS Packet 등의 정보를 포함하는 신호)를 사용하여 전송하는 방송신호를 복원할 수 있도록 하는 방법을 사용하고 있다. 예를 들면 MPEG-2 TS Packet의 동기 부분과 TMCC부분은 BPSK로, 기본영상 데이터 부분을 QPSK로, Scalable 확장영상 데이터나 Simulcast 확장영상 데이터를 8PSK로 Mapping하여

표 1. ISDB-S 전송방식

방 식	방송용 증계기	통신용 증계기
전송주파수	11.7 - 12.2GHz	12.2 - 12.75GHz
전송대역폭	34.5MHz	34.5MHz
영상부호화방식	MPEG-2 Video	
음성부호화방식	MPEG-2 Audio (AAC)	
제한수신방식	MULTI2	
다중화방식	MPEG-2 System	
채널부호화 방식	변조방식	TC8PSK, QPSK, BPSK
	오류정정	Inner: Trellis (TC8PSK), 기타 Interleaving Outer: 단축 Reed-Solomon (204, 188)

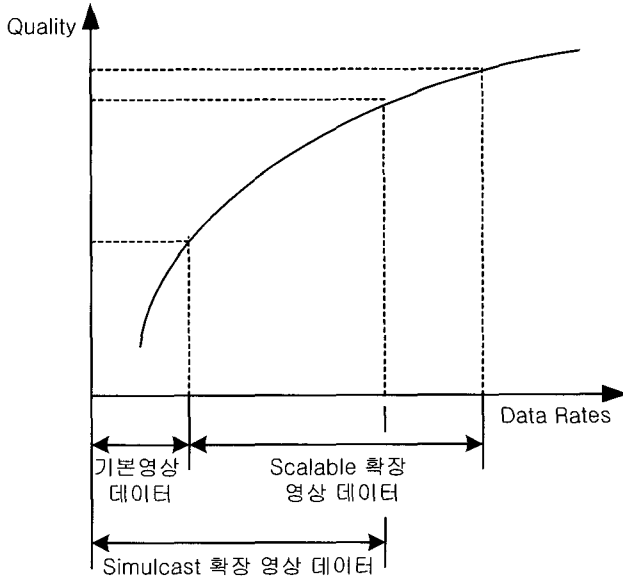


그림 3. 계층적 변복조를 위한 영상코딩

사용할 수 있도록 규정하고 있다. 강우감쇠가 심할 경우 저해상도의 기본영상 데이터로부터 영상을 복원하여 보고 정상적인 경우 Scalable 확장영상 데이터나 Simulcast 확장 영상 데이터를 복원하여 사용하는 방법이다.

나. DVB-S 2.0

현재 사용중인 DVB-S(Satellite) 및 DVB-DSNG(Digital Satellite News Gathering)를 개정하여 차세대 표준으로 제정하기 위한 준비 작업 중이며 가능한 대안으로 현재 3가지 방안이 검토 중에 있다(3).

1) 현재의 DVB-S 및 DVB-DSNG와 호환이 가능한 개선방안 (구분의 편의성을 위해 현재의 규격을 1.0이라 하고 고려 중인 방식을 2.0이라 함)

2) 기존의 방식과 호환이 불가능한 Turbo Code를 채택하고 전송효율이 높은 변조방식 채택(가능한 변조 방식으로는 8 PSK와 16QAM이 예상됨)

3) 계층 변조(Hierarchical modulation)를 채택하고 1), 2)안의 방식 중 하나를 선택

첫 번째 방안인 호환이 가능한 개선방안은 다단계로 채널코딩을 수행함으로써 효율을 높이려고 하는 방안이나 실효성이 없는 것으로 판단되어 검토가 중지된 것으로 알려졌다(그림4).

두 번째 방안은 그림5에서와 같이 주어진 C/N비에서 Turbo Code와 8PSK를 사용할 경우 기존의 DVB 규격에 비해 전송성능을 20에서 30%정도 향상시킬 수 있음을 알 수 있다. 16QAM의 경우에도 Turbo Code를 이용하면 전송효율을 대폭 향상시키면서 DVB-S QPSK를 대체할 수 있다(4).

세 번째 방안인 계층적 변조방식을 사용할 경우 기존의 DVB-S 규격과 호환성을 위해 그림6의 구성 방안에서 COD1은 RS(Reed-Solomon) Code를 유지하고 COD2는 Turbo Code를 사용할 수 있다. 호환성을 포기하는 경우는 COD1, COD2를 모두 Turbo Code를 이용하여 구성할 수 있다.

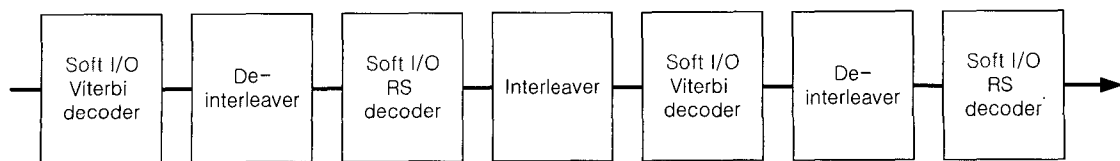


그림 4. 기존 DVB-S와 호환 가능한 개선방안

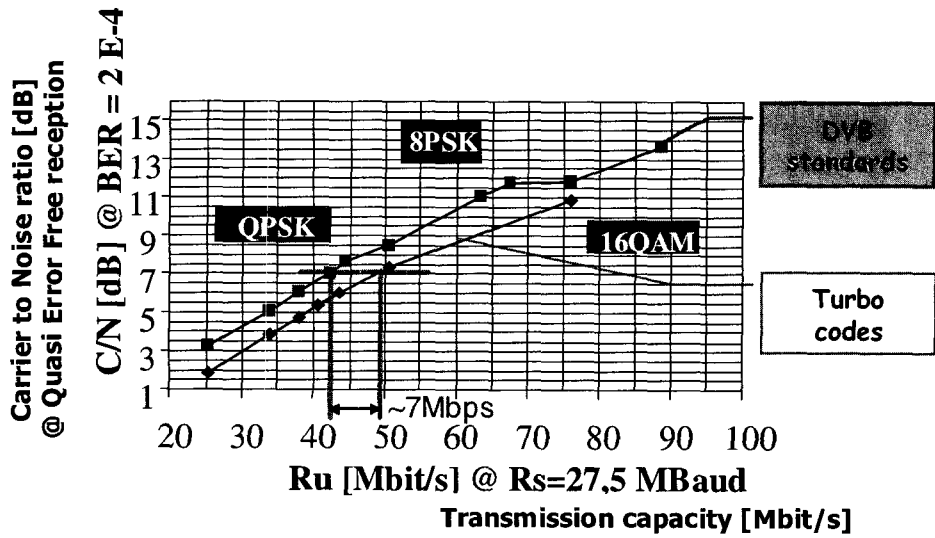


그림 5. 전송성능 시뮬레이션 결과

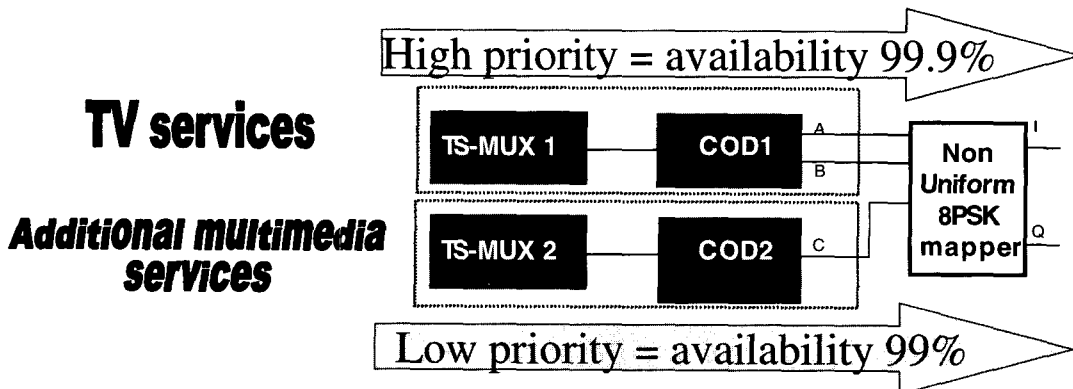


그림 6. 계층적 변조 방식을 이용한 시스템 구성방안

다. 기타 동향

국내에서는 ETRI에서 155Mbps급까지 확장할 수 있으며 Ka대역을 이용하여 방송 시스템에 적용할 수 있는 계층적 변복조 기술을 개발하고 있다.

2. Ka 대역 전송(강우감쇠 보상)

일본은 2007년부터 Ka 대역을 사용하여 방송 서

비스를 개시할 예정으로 다양한 기술이 검토되고 있다[5][6][7][8].

가. 사이트 다이버시티 (Site Diversity)

위성으로 송출하는 사이트를 강우 상태에 따라 변경하는 방법으로 수신 측에서 강우감쇠가 발생한 경우는 보상할 수 없다.

나. 다수위성을 사용한 전송방식

강우의 위치에 따라 증계하는 위성을 바꾸는 방법으로 수신 측 보상방법이 없으며 효율적인 위성망 관리 등도 필요하다. 일본의 NHK에서 다중위성수신 평판 안테나를 개발하여 시험을 실시한 바가 있다.

다. 시차를 둔 반복전송 방식

인터리빙의 주기를 크게 하여 전송하며 수신 측에서는 메모리 등에 일시 저장하였다가 복원하는 방법으로 최장 주기를 24시간까지 조절 가능하도록 하도록 되어있다. 그러나 이 방법은 PVR(Personal Video Recording) 같은 기술이 본격화되는 시점이 되어야 하며, 다른 방법들과 연동되어 수행되어야 할 필요가 있다.

라. 가변 빔 패턴 사용

위성에 Phased Array Antenna와 Reflector를 탑재하여 강우지역에 빔을 집중시켜 10dB 정도의 이득을 구현 가능한 것으로 알려져 있다(8).

마. 적응형 채널코딩기술

그림7과 같이 소스 정보의 중요도에 따라 오류 정정 부호 방식의 정도를 달리하여 중요도가 높은 정보를 더욱 강력하게 보호할 수 있도록 하는 기법으로 채널의 상태에 따라 소스 부호율과 오류 정정을 위한 채널 코드의 부호율을 적절히 조절함으로써 적응적으로 채널의 상태에 맞게 동작하여 원하는 품질을 얻을 수 있도록 시스템을 구성할 수 있다(9).

III. 리턴채널기술

리턴채널에 관련된 표준으로는 OSI 물리계층 및 데이터링크계층을 규정하는 표2와 같은 규격들이 있

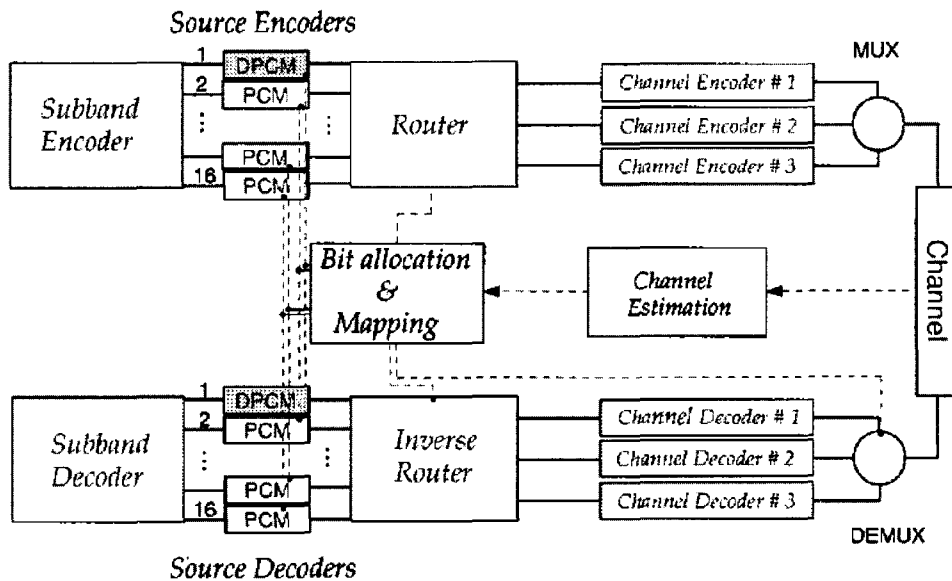


그림 7. 적응형 채널코딩기술을 이용한 시스템

표 2. 리턴채널 관련 DVB 규격

약어	적용대상	규격번호	비 고
DVB-RCC	Cable TV	ETS 300 800	
DVB-RCT	Terrestrial	ETS 301 801	PSTN, ISDN을 통해 대화형 서비스를 제공할 수 있도록 규정한 문서
DVB-RCDECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunications	EN 301 193	
DVB-RCGSM	Global System for Mobile telecommunications	EN 301 195	
DVB-RCL	LMDS: Local Multipoint Distribution Services	EN 301 199	
DVB-RCCS	SMATV: Satellite Master Antenna Television	TR 101 201	satellite와 coaxial cable을 이용하여 대화형 서비스를 제공할 수 있도록 하위계층 프로토콜을 규정한 문서
DVB-RCS	Satellite	EN 301 790	

다[10]. BskyB 등에서 전화선(PSTN) 모뎀을 이용하여 대화형 방송 서비스를 제공하고 있으나 가입자들에게는 별도의 회선가입, 접속방법의 불편함 등으로 예상보다 대화형 서비스의 확산이 빠르지 않은 것으로 알려져 있다. 위성 방송과 경쟁적인 관계에 있는 케이블 방송의 경우는 케이블을 통한 리턴채널을 독립적으로 제공할 수 있으며 지상과 방송의 경우는 UMTS(Universal Mobile Telecommunication System)와 결합하여 대화형 이동 방송 서비스를 제공하려고 준비중에 있어 위성 방송에서의 독립적인 리턴채널 기술을 검토가 필요한 시점이다. 본절에서는 DVB에서 규격화하고 있는 위성을 이용한 리턴채널 기술에 대하여 간략히 알아본다.

1. 개발동향

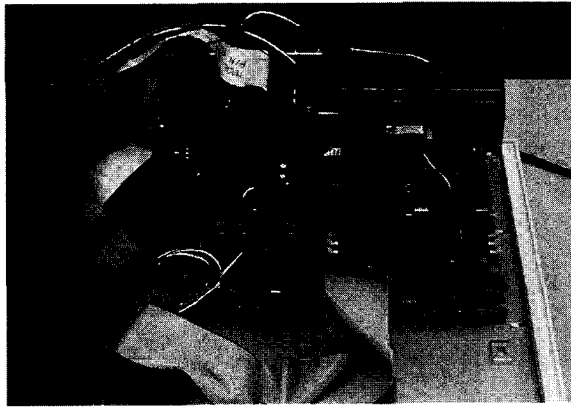
DVB-RCS를 기반으로 기술개발을 추진하고 있는 업체들은 ND Sat, Nera, Newtec, SpaceBridge, EMS Space & Technology, Shiron, Norsat, Viasat, Raytheon,

iCODING, Sacet 등이 있다.

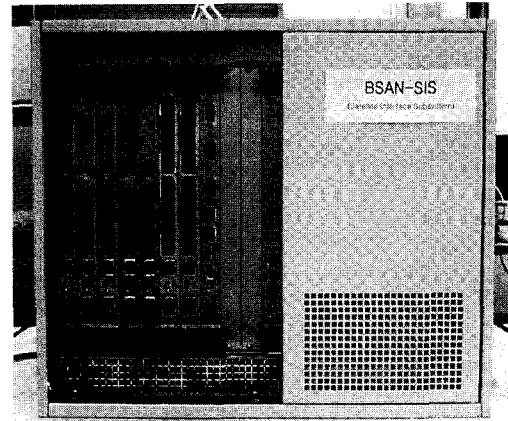
국내에서는 ETRI 주관으로 국내 업체와 공동으로 양방향 위성 인터넷을 위한 핵심기술 개발 추진하여 DVB-RCS에 기반한 시스템을 시험 중에 있다 [11][12][13].

2. RCS(Return Channel by Satellite) 개요

그림9에서 NCC (Network Control Center)는 망을 감시하고 제어하는 기능을 수행하는 지구국을 의미하며 Traffic Gateway Station은 위성 리턴링크를 통해 수신되는 여러 사용자 데이터를 수신하는 지구국이다. Feeder Station은 방송 데이터와 사용자에게 제공되는 대화형 데이터를 순방향 링크(Forward Link)로 실어주는 지구국이다. RCST(Return Channel Satellite Terminal)는 DVB-S(EN 300 421)의 순방향 링크 신호를 수신하여 동기정보 및 제어 정보를 수신하며, 사용자 데이터를 위성으로 송출하는 기능을 수행하는 단말이다.



(a) RCST 시제품 (DVB RCS 단말)



(b) DVB RCS 중심국 시제품 (NCC+Gateway+Feeder)

그림 8. ETRI 개발 DVB RCS 시제품

RCST는 Power On 되면 정해진 순방향 링크로 전달되는 신호를 잡아 단말에서 송출하기 위한 캐리어 및 버스트 동기를 획득한다. 동기를 획득하면 CSC(Common Signalling Channel)을 통하여

로그온 절차를 수행하며 NCC는 수신된 로그온 메시지에서 인증된 사용자이며 자원할당이 가능한 경우 TIM(Terminal Information Message)을 송신한다. RCST는 TIM을 수신하면 로그온 절차가 완

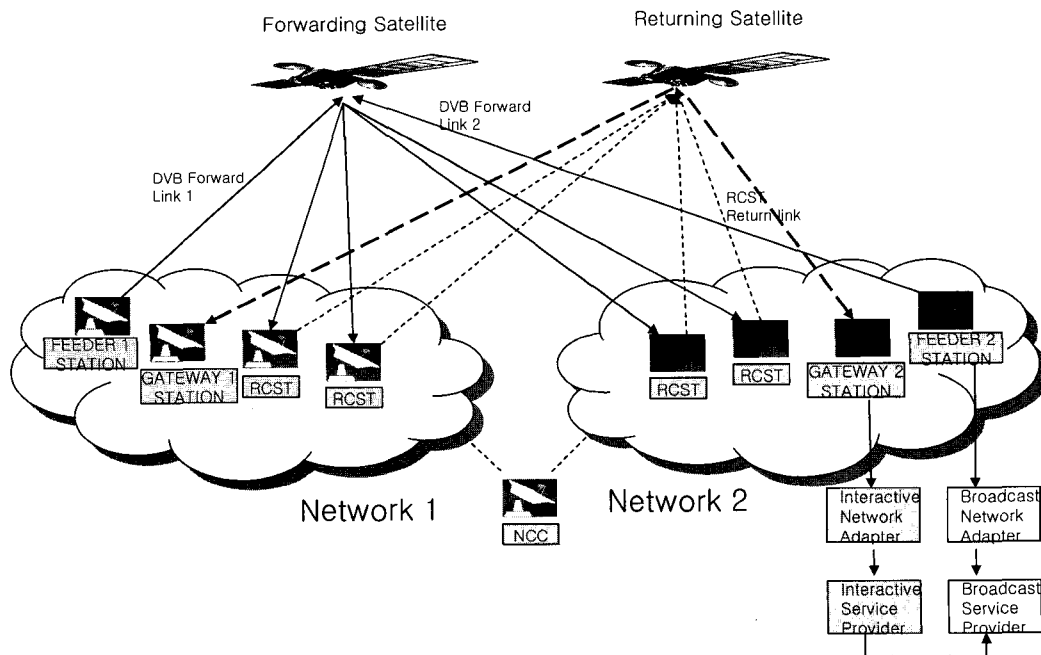


그림 9. 양방향 위성망의 기준모델

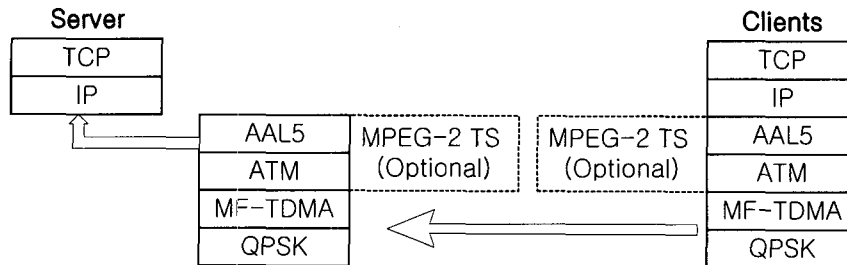


그림 10. 리턴채널 프로토콜

료되며, NCC와 단말 사이에 발생할 수 있는 망 동기 세부 교정 절차(이 절차는 규격에서 Optional 임)를 수행하거나, 바로 TIM에서 할당된 VPI/VCI (리턴채널 메시지 포맷으로 MPEG TS가 사용될 경우는 PID)를 이용하여 사용자 데이터를 정해진 주파수 대역 및 타임슬롯에 실어 리턴 채널로 송출한다 (MF-TDMA: Multi Frequency - Time Division Multiple Access). 주파수 대역 및 타임슬롯을 시간대별로 가변하여가며 사용하는 방법(Dynamic MF-TDMA)은 Optional로 규정하고 있다.

RCS 규격은 앞서 설명한 동기방법 및 절차, 변복조, 채널코딩, 주파수 범위, 필터링, 전력제어 방법, 패킷구조 등을 규정한 외에도 보안 및 인증 관련한 방법 및 절차를 규정하고 있다.

보안 및 인증을 위해 사용되는 암호화 알고리즘은 Diffie-Hellman, HMAC-SHA1(Hash-based Message Authentication Code - Secure

Hash Standard), DES(Data Encryption Standards)가 규정되어 있으며, 기존의 방송 서비스에서 사용되는 Scrambling도 그대로 적용될 수 있도록 규정되어 있다. 또한 End-to-End 간의 정보보호를 위한 IPsec 등의 상위 정보보호 알고리즘을 위한 투명성을 보장하고 있다 (그림11).

3. 기타

가. PCMA(Paired Carrier Multiple Access) 기술

Viasat에서는 시스템 및 단말을 저가격으로 구축하기 위해 1kbps이하의 사용자 데이터를 순방향 링크에 같이 실어 전송할 수 있는 기술을 개발하고 있는 것으로 알려져 있는데, 중심국에서 송신하고 있는 신호의 성분을 제거하여 사용자 데이터를 수신하는 기술로 다수의 사용자를 수용하기 위해서 사용자의

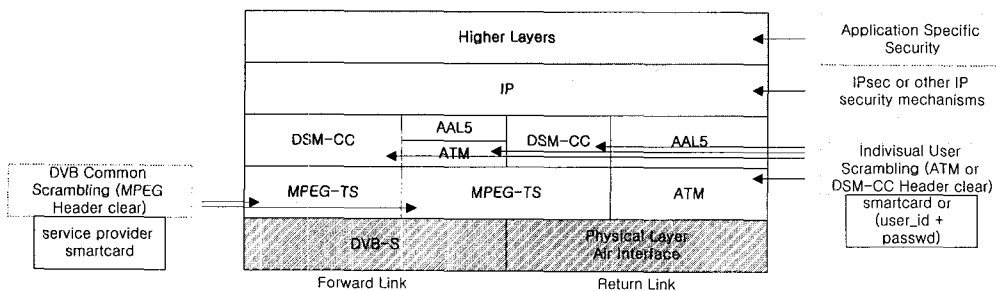


그림 11. 보안 및 인증 처리를 위한 프로토콜 계층

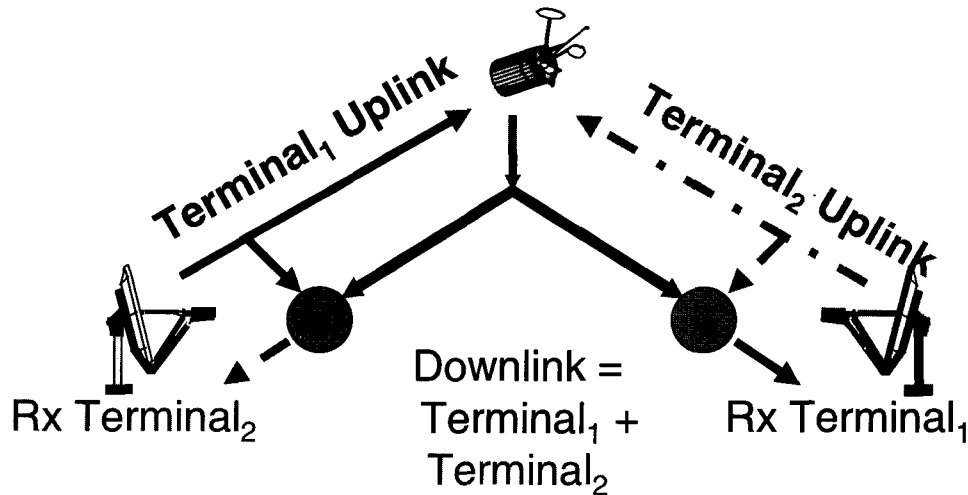


그림 12. PCMA 동작 개념도

송신 신호는 CDMA와 유사한 기술을 사용하고 있다.

나. 이동 위성 인터넷 방송 기술

이동체에 탑재되어 방송 서비스 및 인터넷 서비스를 제공할 수 있는 기술로 DS-CDMA(Direct Sequence-CDMA)를 사용하여 이동시 발생할 수 있는 인접위성에 미치는 간섭현상을 최소화하는 방법으로 시스템 개발을 ETRI에서 추진하고 있다 [14].

IV. 결 론

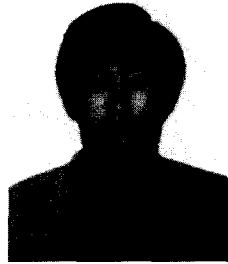
단순한 방송 서비스에서 멀티미디어 서비스를 제공하는 방향으로 기술 개발이 이루어지고 있으며 이를 지원하기 위한 인프라의 광대역화가 추진되고 있다. 단시간에 광대역 인프라를 확산시킬 수 있는 기술로서 위성은 중요성을 더해가고 있으며 광역성의 특성으로 인해 위성방송은 향후 정보화 사회의 핵심적인 역할을 수행할 것으로 기대된다. 위성으로 대화형 서비스를 구현하기 위해 지상망에 의존하던 부분

도 위성망에 흡수할 수 있음으로 인해서 사용자에게 편의성을 제공할 수 있을 뿐만 아니라 종합적인 인프라로서 독립적인 역할을 수행할 수 있을 것으로 예측된다.

참고문헌

- [1] 2002년 e-Business Outlook, Q.N.SOLV, 2002.1
- [2] 고속멀티미디어 위성통신을 위한 적응형 전송기술, 한국통신학회지, 제18권10호, 2001.10
- [3] Turbo Codes & Higher Order Modulations in Satellite Digital Broadcasting and News Gathering Survey, A. Morello and V. Mignone, RAI, 2001
- [4] Satellite based Turbo-coded, Blind-equalized 4-QAM and 16-QAM Digital Video Broadcasting, IEEE Transactions on Broadcasting, Vol.46, No.1, 2000.3
- [5] 차세대 위성방송 시스템, NHK 기연 R&D, 2001.7

- [6] 차세대 위성방송 시스템의 검토, NHK 기연 R&D, 2000.3
- [7] 차세대 위성방송 시스템에 따르는 주파수 공유의 과제, NHK 기연 R&D, 2000.3
- [8] 위성탑재용 Phased Array Antenna의 기초 검토, NHK 기연 R&D, 2000.3
- [9] Adaptive Unequal Error Protection for Subband Image Coding, IEEE Transactions on Broadcasting, Vol. 46, No. 3, pp. 197-205, 2000.9
- [10] A Guide line for the use of DVB specification and standards, ETSI TR101 200, 2000.5
- [11] BSAN system development for the broadband multimedia service on the interactive satellite links, JC-SAT 2001, 2001.10
- [12] The design and implementation of DVB-RCS modulator using single FPGA, JC-SAT 2001, 2001.10
- [13] On the design of a MF-TDMA demodulator for return link of satellite communication, IEEE International Symposium on Intelligent Signal Processing and Communication System, 2001.11
- [14] Development of satellite broadband interactive multimedia access technology, APSCC, 2002.1



김 호 겹

1979년 3월~1983년 2월 연세대학교 전자공학 학사, 1984년 3월~1989년 2월 연세대학교 전자공학 석사, 1983년 2월~1987년 4월 효성중공업 기술연구소, 1987년 4월~1988년 4월 삼성 종합기술원, 1989년 2월~현재 한국전자통신연구원 무선방송연구소 광대역무선통신연구부 위성멀티미디어연구팀 <관심분야> 대화형 위성방송 시스템



이 호 진

1981년 2월 서울대학교 전자공학과 학사, 1983년 2월 서울대학교 전자공학과 석사, 1990년 2월 서울대학교 전자공학과 박사, 1983년 6월~현재 한국전자통신연구원 무선방송기술연구소 위성멀티미디어연구팀장 <관심분야> 위성통신시스템, 위성멀티미디어 지구국 기술등



오 덕 길

1980년 서울대학교 공과대학 전자공학과 학사, 1984년 서울대학교 공과대학 전자공학과 석사, 1996년 서울대학교 공과대학 전자공학과 박사, 1982년~현재 한국전자통신연구원 광대역무선통신연구부 <관심분야> 무선멀티미디어 전송 기술 및 서비스 시스템