

I. 서 론

디지털 신호처리, 반도체 및 전송 기술의 급속한 발달과 MPEG(Moving Picture Experts Group)-2라는 표준화 기술에 힘입어 디지털 위성방송은 기존의 아날로그 위성방송으로서는 도저히 불가능했던 고품질의 다채널 위성방송을 가능하게 하고 있고, 최근에는 인터넷 기술의 급속한 확산에 의해 종래의 개념을 초월하는 방송서비스가 출현되고 있다. 기존의 아날로그 위성방송은 27 MHz의 위성중계기 대역에 한 개의 TV 채널을 방송할 수 있었으나, 디지털 위성방송의 경우는 27 MHz 대역에 4~8개의 고품질 TV 채널을 방송할 수 있다. 디지털 방송의 특징은 소스신호 자체가 디지털 데이터로 전송되기 때문에 다양한 멀티미디어 데이터와의 상호 연동성이 우수하다는 점이다. 이러한 상호 연동성에 의해 시청자는 TV 외에 데이터, 음악 등을 포함한 멀티미디어 방송과 시청자 기호에 맞는 방송 서비스를 선택할 수 있으며, 최근 이러한 멀티미디어 방송 서비스에 대한 사용자 요구가 점차 커지고 있다.

특히 디지털 위성방송은 지역적 제한에 관계없는 넓은 커버리지 영역에 의한 멀티캐스팅 능력, 위성 방송망 구축의 용이성 및 경제성 등의 고유 특성에 의해 가장 먼저 디지털화가 진행되었다. 초기의 디지털 위성방송은 기존의 아날로그 위성방송을 단순히 디지털화 하여 위성 다채널 비디오/오디오 방송을 제공하는 형태였고, 이후 이러한 디지털 비디오/오디오 방송에 부가하여 다양한 멀티미디어 데

이터를 다중화하여 보내는 디지털 위성 멀티미디어 방송으로 발전되어 왔다. 최근에는 디지털 위성방송과 리턴 채널을 이용하여 인터넷 기술을 접목시키는 형태의 양방향 위성방송 기술이 활발히 연구·개발되고 있다.

한편, 디지털 위성방송은 디지털 지상파 방송이나 케이블 방송과는 달리 전 세계 대부분의 국가에서 DVB-S/MPEG-2 기반의 표준을 사용하고 있어 상호 운용성이 뛰어난 특징이 있다. 따라서 위성의 경우는 타 매체보다 멀티미디어 방송 서비스를 제공하기 위한 환경이 잘 구축되었다고 볼 수 있으며 위성 고유의 특성을 최대한 이용하는 다양한 양방향 위성방송 서비스 기술이 개발되고 있다. 국내의 경우도 이러한 세계적인 추세에 따라 최근 무궁화 위성 중계기의 사용 신청이 이미 포화상태가 되어, 무궁화 위성 4호 발사 계획을 앞당기고 있는 실정이다.

본 고에서는 방송기술의 발전추세에 따른 디지털 위성방송 기술을 전반적으로 검토해 보기 위하여 위성방송 시스템의 구성요소, 표준화 동향을 간략히 알아 보고, 디지털 방송과 인터넷 통신과의 통합개념, 즉 MPEG-2 트랜스포트 및 IP(Internet Protocol) 프로토콜의 융합에 기반한 양방향 위성방송 시스템 기술 및 관련 응용서비스를 살펴보기로 한다.

II. 디지털 위성방송의 구성 요소

디지털 방송의 근간이 되는 것은 MPEG-2 표준화로 MPEG-2 표준은 프로그램 신호원인 비디오와

오디오 신호의 압축과 압축된 소스신호와 부가정보를 다중화 하여 방송채널로 전송하는 프로토콜을 규정하고 있다. SDTV(Standard Definition TV) 위성 방송인 경우는 비디오 신호 부호화 방식으로 MPEG-2 MP(Main Profile) @ ML(Main Level)을 사용하고 HDTV(High Definition TV)인 경우는 MPEG-2 MP @ HL(High Level)을 사용한다. 오디오 신호의 경우는 MPEG-1 Layer 2나 MPEG-2 BC(Backward Compatibility)로 채택하고 있으나 국내의 경우 지상파 방송과의 상호 운용성 등을 고려하여 검토가 필요하다. 이를 방송채널로 전송하는 트랜스포트 프로토콜의 경우에는 전송 매체에 관계없이 대부분 MPEG-2 트랜스포트 규격을 채택하고 있다. <표 1>은 주요국의 위성방송 표준을 보인 것으로 대부분의 국가에서 위성의 경우 MPEG-2/DVB(Digital Video Broadcasting)-S(Satellite) 표준을 따르고 있음을 알 수 있다^{[1]-[3]}.

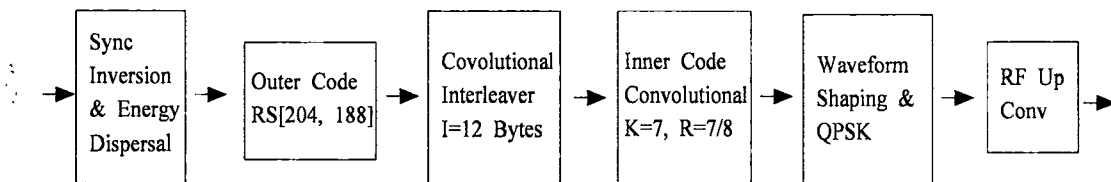
MPEG-2 트랜스포트 프로토콜은 패킷 헤더를 포함하여 188Byte 단위의 트랜스포트 스트림 구조를

정의하고 있으며, 비디오/오디오 스트림을의 디코딩 시 필요한 PID(Packet Identifier), PAT(Program Association Table), PMT(Program Map Table) 등의 관계를 규정하고 있다. MPEG-2 트랜스포트 스트림은 비디오/오디오 데이터 이외에 DVB-SI(Service Information)를 이용하여 EPG(Electronic Program Guide) 정보를 전송할 수 있고, ECM(Entitlement Control Message)/EMM(Entitlement Management Message)에 의해 방송의 제한수신 기능을 구현할 수 있다. 또한, 최근에는 다양한 데이터 방송 표준을 만족하도록 IP 데이터를 트랜스포트 스트림의 페이로드로 사용하여 비디오/오디오 신호와 연계된 양방향 TV 서비스를 제공할 수 있는 표준도 제시되고 있다^[4].

DVB-S는 [그림 1]과 같이 26 MHz~72 MHz의 대역폭을 갖는 방송중계기나 통신중계기를 이용하는 DBS(Direct Broadcasting Satellite)/DTH(Direct To Home) 서비스에 대한 전송방식과 프레임 구조를 규정하고 있기 때문에 다양한 형태의 전송속도를 구

<표 1> 각국의 위성 방송 방식 비교

항목	한국	유럽/미국	일본
비디오 형식	MPEG-2 MP @ML/HL	MPEG-2 MP @ML/HL	MPEG-2 MP @ML/HL
오디오 형식	MPEG-1 layer 2/MPEG-2	MPEG-2	MPEG-2 AAC
트랜스포트	MPEG-2 System	MPEG-2 System	MPEG-2 System
전송 방식	QPSK(DVB-S)	QPSK(DVB-S)	BPSK/QPSK/TC8PSK



[그림 1] DVB-S 방식의 전송 프레임 구조

현할 수 있다^[3].

특히 내부호화기인 길쌈부호화기는 전력, 수신안테나 크기, 전송속도 등의 설계 파라미터에 직접 영향을 주는 요소로서 그 선택의 폭을 다양하게 활용할 수 있다. 우리나라 DBS의 경우는 <표 2>의 전송속도를 갖도록 운용하고 있다^{[2],[3]}.

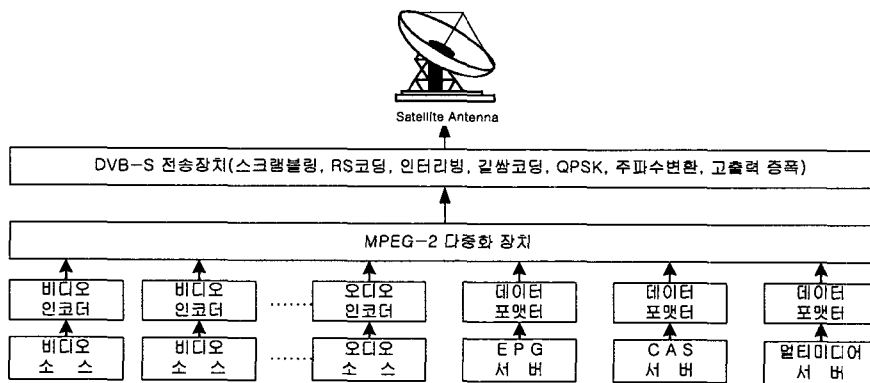
위에 언급한 바와 같이 MPEG-2와 DVB-S에 근거한 위성방송 시스템은 [그림 2]와 같이 비디오/오디오 인코더, EPG 정보나 IP 등의 멀티미디어 데이터 전송을 위한 데이터 포맷터, 이들을 다중화하는 다중화기와 DVB-S를 만족하는 위성채널 전송장치로 구성될 수 있다.

27 MHz의 디지털 위성방송의 경우 TV 방송 채널 수는 방송서비스 계획과 중계기 대역폭에 따라

다양하게 선택할 수 있으나, MPEG-2의 경우 4 Mbps 정도면 SDTV급 품질을 유지할 수 있으며, HDTV의 경우는 SDTV 경우보다 3~4배의 비트율을 요구하는데, SDTV 방송의 경우는 8채널 정도까지 위성중계기로 전송할 수 있다. 수십 채널의 다채널 비디오 방송이 필요한 경우에는 낮은 비트율로도 압축이 가능한 MPEG-4 비디오 규격 등을 이용하여 비디오 채널 수를 늘리는 방법도 있다. 디지털 위성방송에서 비디오/오디오 프로그램 이외에 EPG는 기본적으로 제공되어야 하며, 유료방송 형태의 운용을 위해서는 EMM/ECM 메시지 및 가입자 관리를 수행하는 CAS 서버가 필요하고, 이외에 멀티미디어 서비스 제공을 위해서는 이에 상응하는 멀티미디어 서비스 서버가 필요하다.

<표 2> 위성방송의 데이터 전송율

파라미터	DBS	DTH(가정치)
채널 대역폭	27 MHz (Ku band)	36 MHz (Ku band)
초과 대역폭	35 %	35 %
Symbol 전송속도	21.3 Msymbol/sec	29 Msymbol/sec
Convolutional 코드	R=7/8	R=7/8
RS 코드	RS(204,188)	RS(204,188)
Payload data rate	37.275 Mbits/s	50.75 Mbits/s

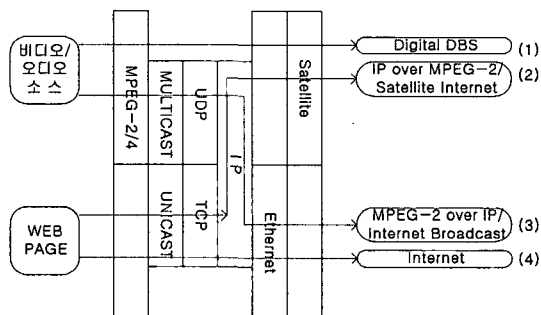


[그림 2] 디지털 위성방송 시스템 개념도

Ⅲ. 양방향 위성방송 기술

현재의 양방향 위성방송 서비스는 IP 프로토콜에 근거한 인터넷과 MPEG-2 트랜스포트 프로토콜에 근거한 디지털 방송의 결합, 즉 통신과 방송의 자연스러운 결합에 의하여 제공되어진다고 볼 수 있다. 개념적으로 대부분의 방송사업자는 방송할 프로그램과 프로그램에 관련된 정보가 저장된 자기 소유의 웹 사이트를 갖고 있다고 볼 수 있다. 따라서, 방송 사업자는 위성을 이용하여 실시간 방송을 할 수 있는 기능과 함께 인터넷을 이용하여 실시간 방송에 보조적인 방송을 할 수 있는 기능을 동시에 구비하고 있다고 볼 수 있다. 따라서 양방향 위성방송은 이러한 이원적인 방송 기능을 사용자의 요구에 알맞게 제공하는 개념이라 할 수 있다.

[그림 3]은 통신과 방송의 융합 개념을 보인 것으로 방송사업자가 갖고 있는 방송정보를 위성채널을 통해 실시간으로 방송하거나 인터넷을 통해서도 방송해 줄 수 있는 두가지 개념의 방송형태를 보여주고 있다. 우선 인터넷 프로토콜인 IP, TCP(Transmission Control Protocol), UDP(User Defined Protocol)을 간략히 살펴본다. IP 프로토콜은 네트워크 프로토콜로 IP 데이터그램의 구조를 정의하고 있으며, 인터넷 서비스는 IP 프로토콜과 이보다 상위 층에



[그림 3] 인터넷과 디지털 방송의 통합 개념도

위치한 UDP나 TCP와 연동되어 제공된다. UDP 프로토콜은 리턴채널에 의한 ACK 메시지를 요구하지 않기 때문에 비디오나 오디오의 실시간 스트리밍 서비스에 적합하다. 반면에 TCP는 신뢰성 있는 전달을 위하여 리턴 채널에 의한 ACK 메시지를 요구하기 때문에 통신채널에 의한 웹 접속 등의 서비스에 적합하다^[4].

[그림 3]의 개념도에서 경로 (1)은 MPEG-2/DVB-S에 의한 일반적인 디지털 위성방송을 나타내고 있으며, 경로 (2)의 경우는 IP over MPEG-2의 형태로 방송 인프라를 통하여 IP 데이터를 방송, 즉 멀티캐스트하는 형태로 볼 수 있다. 이러한 형태의 Encapsulation 프로토콜은 DVB나 ATSC에서 데이터 방송규격으로 규정하고 있으며, 콘텐츠에 따라서 Data Piping과 Data 스트리밍 형태의 규격을 사용한다. Data Piping은 단순히 데이터를 MPEG-2 TS 형태로 포장하여 전송하는 서비스이며, Data 스트리밍은 MPEG-2 타이밍 정보를 이용하여 동기화된 서비스의 구현시 사용된다. 기존의 인터넷 망에서의 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위해서는 일반적으로 망의 대역폭과 과부하 상태를 고려하여야 하나, 위성을 이용한 인터넷 멀티캐스트 서비스는 지역에 관계없이 방송과 관련된 정보를 용이하게 멀티캐스트할 수 있는 특징이 있다^{[4],[5]}.

한편, 경로 (3)과 같이 DTV 소스를 MPEG-2 over IP의 형태로 IP 망을 통하여 방송 서비스를 제공할 수 있다. 이 경우 DTV와 같이 비디오/오디오 신호간에 동기를 요구하는 멀티미디어 데이터 스트림의 경우는 인터넷 망을 통해서 전송이 되더라도 동기가 유지되어야 하기 때문에 이를 보장할 수 있는 RTP(Real Time Protocol) 프로토콜을 사용하는 것이 효과적이다. Unicast 속성인 TCP/IP 나 UDP/IP에 의해 방송 영역의 응용인 DTV 서비스를 제공하는 데는 제약이 있기 때문에 효율적인 프로토콜 개발이 필요하다.

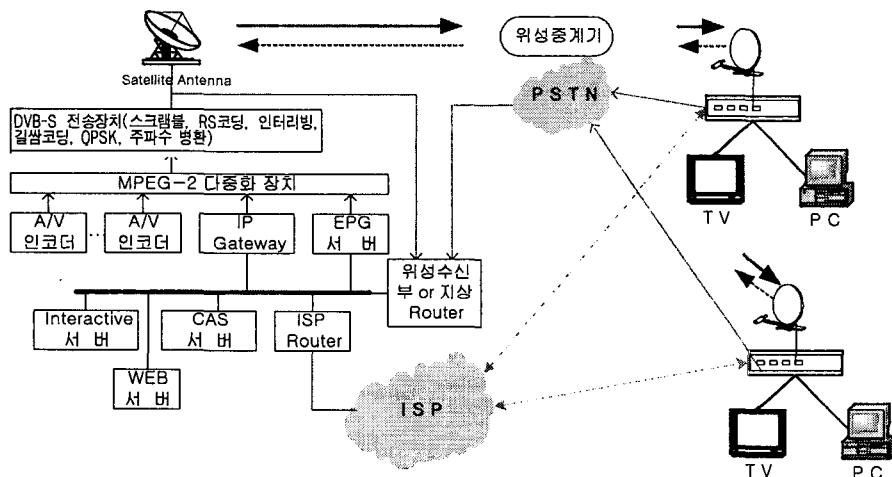
전술한 바와 같이 통신과 방송이 결합된 멀티미디어 서비스 제공을 위해서는 각 가입자가 송신기를 접속하는 통신기능, 즉 양방향 통신기능이 필연적으로 제공되어야 하며, 기존의 PSTN 망을 사용하거나 위성중계기를 사용하는 형태가 있는데 대부분 [그림 4]와 같은 송수신 구조를 취한다.

앞에서 언급한 바와 같이 [그림 4]의 IP Gateway는 IP 데이터를 MPEG-2 패킷으로 Encapsulation하는 기능을 담당한다. 방송사업자는 인터넷 상의 IS (Internet Service Provider)로부터 얻은 데이터 정보나 방송사업자 자신이 구축한 데이터 정보를 방송할 수 있는데, 전자는 ISP Router - IP Gateway의 경로를 이용하여 전송하는 경우이고, 후자는 방송사 프로그램에 알맞은 WEB 서버나 Interactive 서버를 구축한 후 관련 데이터를 IP Gateway를 통하여 전송하는 경우이다. 최근에는 인터넷 TV나 WEB TV에 의해 인터넷 서비스와 방송 서비스를 동시에 제공하는 단말이 출현되고 있는데 이 경우는 TV에서도 인터넷 서비스 제공이 가능하다는 개념에서 출발된 서비스로, [그림 4]에서 각 가입자가 TV/ST (Set Top Box)에 의해 ISP를 직접 접속하면서 공중

방송 서비스를 수신하는 개념으로 볼 수 있다.

[그림 4]의 양방향 위성방송 서비스는 반드시 리턴 채널을 요구하게 되는데 리턴 채널은 기존의 PSTN(Public Switched Network), ISDN(Integrated Services Digital Network)을 이용하는 유선방식과 위성 중계기를 이용하는 무선방식을 들 수 있다. 지상 리턴 채널의 경우는 [그림 4]와 같이 지상 Router를 통하여 가입자의 접속요구를 수용하게 되며, 위성 리턴 채널의 경우는 가입자가 위성으로 송출한 데이터를 수신할 수 있는 위성수신 모듈이 필요하다. 일반적으로 PSTN에 근거한 리턴 채널 방식의 경우는 제한된 전송속도, 비교적 긴 set-up 시간과 때로는 전용선을 필요로 한다는 문제점 등으로 인해 위성 리턴 채널 방식보다 비효율적이다.

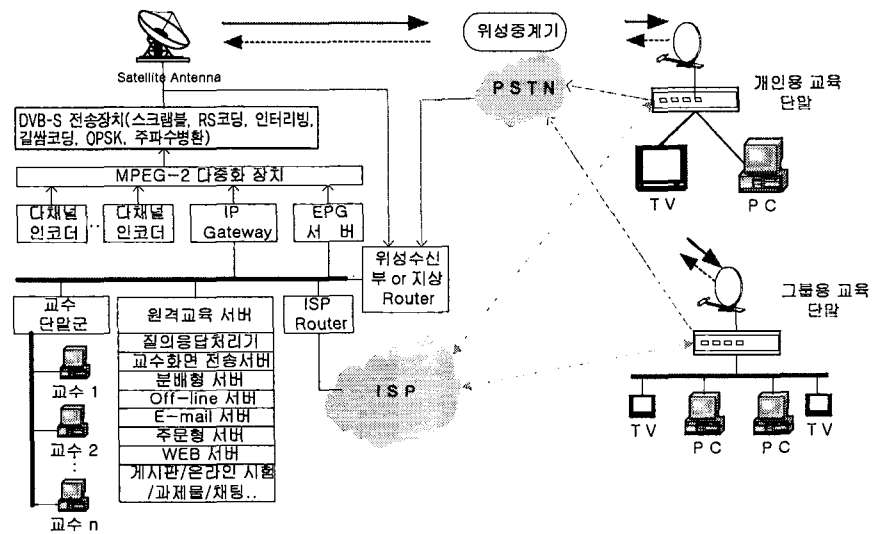
위성으로 양방향 방송을 한다는 개념은 기본적으로 순방향/역방향 전송방식으로 TDM (Time Division Multiplexing)/MF(Multi-Frequency)-TDMA(Time Division Multiple Access) 방식을 사용하는 VSAT(Very Small Aperture Terminal) 개념이나, 서비스 커버리지 영역을 제외하고는 개념적으로 LMDS(Local Multipoint Distribution System)/BWLL(Br-



[그림 4] 양 방향 위성방송시스템 개념도

oadband Wireless Local Loop) 시스템 개념과 매우 유사하다. 유럽의 DIGISAT이나 ISIS 시스템은 위성 순방향 전송방식으로 Ku 대역 중계기에서 DVB-S 기반의 TDM 프레임 전송방식을 사용하며, 역방향의 경우는 Ka 대역 중계기에서 TDMA 형태의 다중접속 기법으로 수백 Kbps의 리턴 채널을 구현하

는 시스템이다^{[6]~[8]}. 국내의 경우는 순방향/역방향 전송방식으로 TDM/CDMA (Code Division Multiple Access) 방식을 사용하는 양방향 위성방송 시스템 개발이 완료된 상태이며, CDMA 전송방식에 의해 Ku 대역 중계기로 64 Kbps의 리턴 채널을 구현할 수 있도록 하였다. 최근에는 Ka 대역 중계기에서



(a) 양 방향 위성 원격교육 시스템 개념도



(b) 양 방향 위성 원격교육 서비스 개념도

[그림 5] 양 방향 위성 원격교육 서비스 개념도

TDM/MF-TDMA를 사용하여 수십~수백 Mbps의 순방향 전송능력과 수 Mbps의 리턴 채널 전송능력을 제공하는 양방향 위성 멀티미디어 시스템을 개발이 진행되고 있다.

IV. 양방향 위성방송 서비스

앞에서 고찰한 바와 같이 [그림 4]의 멀티미디어 시스템 개념과 위성의 특성을 이용하면 지역적 제한에 관계없이 전국적인 양방향 멀티미디어 방송, 원격교육, 원격의료, 원격 영상회의 서비스 및 광대역 위성 인터넷 서비스 등이 제공될 수 있다. 양방향 위성 멀티미디어 방송 서비스의 예를 위하여 인기가요 중계 프로그램이 시청자에게 방송된다고 가정하자. 우선 인기가요 중계 프로그램의 비디오/오디오 신호는 인코더를 거친 후 위성채널을 통해 가입자에게 실시간으로 전송되어 중계방송을 시청할 수 있으며, 가입자의 멀티미디어 방송 단말/STB는 특정 가수가 TV 모니터에 등장하는 순간 모니터 하단에 여러 형태의 멀티미디어 서비스용 아이콘이 표시되도록 할 수 있다. 가입자는 자기의 기호에 맞는 아이콘을 클릭함으로써 해당 곡을 다운로드 받아 CD(Compact Disc)를 제작하거나, 해당 가수의 프로필과 홈 페이지 등을 TV 시청과 동시에 조회할 수도 있으며, 기타 다양한 부가적인 서비스 제공이 가능함을 알 수 있다.

[그림 5]의 (a)는 3장의 양방향 위성방송 기술을 이용하여 대학 등의 교육기관에서 사용할 수 있는 양방향 위성 원격교육 시스템의 개념도를 보인 것이다. 교수가 강의하는 장면은 다채널 인코더에 의해 부호화되어 위성으로 전송되며, 교수의 강의자료나 강의에 필요한 제반 기능 등은 원격교육 서버에 저장되어 IP Gateway를 통하여 학생 측에 전송된다. 특히, EPG 서버에 의해서 시스템이 제공하는 과목명, 교수명, 과목내용 및 on-line/off-line 등의 강의형

태 등을 전송해 줄 수 있다. 학생 측은 개인용 교육 단말이나 그룹용 교육 단말을 통하여 자기 환경에 적합한 강의를 시청할 수 있는 동시에 각종 교육자료를 down load 받을 수도 있고, 리턴 채널을 통하여 교수에게 질문을 할 수도 있다.

일반적으로 교육용 비디오 단말은 교수의 강의 장면과 교재를 동시에 표시하여야 하기 때문에 통상적인 720×480의 해상도 대신에 [그림 5]의 (b)와 같이 352×288 정도의 해상도로 강의 비디오를 전송하고 그 나머지 공간에 멀티미디어 교재를 전송하는 것이 효율적이다. 이 경우는 인코더의 부호율을 2 Mbps 이하로 하여도 가능하기 때문에 27 MHz 위성중계기에 수십 과목의 강의를 진행시킬 수 있다[9]. 또한 양방향 위성 교육방송의 특성에 의해 유선 인프라가 취약한 도서·벽지 지역에서도 최첨단의 강의 내용을 제공할 수 있는 장점이 있다.

V. 결 론

본 고에서는 방송과 통신 분야에서 고유의 영역과 역할을 가지면서 서로 독립적으로 발전해 왔던 위성방송과 인터넷 통신에 대한 기본 개념과 이들의 통합에 의해 새롭게 제공될 수 있는 양방향 위성방송 서비스 기술에 대하여 전반적으로 살펴보았다. 주지하는 바와 같이 위성은 위성고유의 장점 때문에 타 매체로는 도저히 불가능한 광역의 방송기능과 멀티캐스트 기능을 갖고 있기 때문에 멀티미디어 방송 분야에서는 상당한 경쟁력을 갖고 있으며, 국내에서도 이미 위성중계기의 부족 현상을 초래할 만큼 다양한 형태의 양방향 위성 멀티미디어 서비스 제공을 위한 사업계획이 속속 발표되고 있다.

일반적인 양방향 위성방송 서비스 기술은 수십~수백 채널을 소화할 수 있는 다채널 EPG를 기본으로 하는 서비스 제공에서 단계적으로 양방향 서비스와 대용량 저장매체를 기반으로 하는 서비스로의

진화가 예상된다. 위성방송의 경우는 사용자의 요구를 위성에 가장 알맞은 형태로 제공해 줄 수 있는 서비스 모델 정립이 가장 중요하며, 이를 위해 타 전송매체와의 차별성을 최대한 부각할 수 있는 콘텐츠 개발과 이를 수용할 수 있는 표준규격 개발 또한 중요한 요소라 할 수 있다.

그간 적극적인 기술개발 투자의 결과이지만 디지털 방송 및 인터넷 통신과 관련된 국내 기술은 과거의 아날로그 방송 시대와는 달리 세계적인 수준으로 볼 수 있으며, 이제 막 태동하고 있는 양방향 멀티미디어 방송의 세계시장을 선점하기 위한 좋은 호기라 할 수 있다. 이를 위해 국내의 디지털 방송 활성화를 위한 각 전송매체 간의 전반적인 점검과 아울러 산업적·경제적 파급효과를 극대화할 수 있는 양방향 디지털 방송 시스템 및 서비스와 관련된 핵심기술 개발 노력이 꾸준히 추진되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

[1] ETS 300 421, "Digital broadcasting systems for television, sound and data services; Framing structure, Channel coding and modulation for

11/12 GHz satellite services," Nov., 1994.
 [2] D. G. Oh and J. H. Park, "Development of HD-TV System for Koreasat," *The proceedings of APSCC*, Nov., 1998.
 [3] 오덕길, "디지털TV 방송 시스템," *전자공학회지* 제26권 제6호, pp. 606-612, 1999년.
 [4] H. Sariowan, "Comparative Studies of Data Broadcasting," *IBC'99 Conference*, 1999.
 [5] P. Clement, E. G. Thomcast, "Internet and Television Convergence: IP and MPEG-2 Implementation Issues," *NAB 2000*, pp. 293-305.
 [6] R. de Poorter, "Integrating DVB/MPEG-2 Technology with IP Based Protocols and Application into Satellite Architectures," *IBC'99 Conference*, 1999.
 [7] D. Stalov, "Using Data Broadcasting in Open/Distance Tele-Education" <http://www.maindata.sk/ICDE-detail.htm>.
 [8] <http://www.maindata.sk/hybrid-net.htm>.
 [9] 오덕길, "위성방송 서비스 기술 개발 동향 및 전망," *위성통신활성화 방안 세미나*, pp. 173-216, 1999년 12월.

≡ 필자소개 ≡

오 덕 길

1980년 2월: 서울대학교 전자공학과 (공학사)

1984년 9월: 서울대학교 전자공학과 대학원 (공학석사)

1996년 2월: 서울대학교 전자공학과 대학원 (공학박사)

1982년 3월~현재: 한국전자통신연구원 무선방송기술연구소 지상시스템연구부장

[주 관심분야] 무선멀티미디어 시스템 및 서비스 분야

