

데이터방송의 현황과 전략

왕 수 현

한국방송공사 기술연구소 연구원

1. 서 론

디지털방송의 특징은 다채널화, 고품질화, 그리고 다기능화로 요약된다. 미국의 DirecTV, 일본의 SkyPerfectTV 등의 디지털 위성방송을 통하여 이미 다채널방송의 모습을 경험하고 있으며, 국내 지상파 디지털TV방송에서 실험적으로 실시되고 있는 HDTV방송을 통하여 고품질의 TV방송을 부분적으로 접할 수 있다. 이렇게 다채널화와 고품질화는 분명한 모습을 갖고 나타나고 있지만, 디지털방송의 또 하나의 특징인 다기능화는 분명한 실체를 나타내고 있지 않은 실정이다. 디지털 방송의 다기능화는 영상과 음성 이외에 데이터채널을 이용한 다양한 서비스를 할 수 있다는 것을 의미하며, 디지털 방송이 아날로그 방송과 차별화될 수 있는 가장 큰 특징이라고 할 수 있다. 다만 현재까지 이를 주도할 핵심 서비스와 관련 기술의 표준화가 정립되어 있지 않기 때문에 구체적인 성공사례가 없을 뿐이고, 향후 디지털 방송의 핵심서비스를 주도해 나갈 것은 분명한 사실로 인정되고 있다.

디지털 방송에서는 다중화 기술의 발전으로 영상, 음성, 데이터 등을 내용 및 크기에 관계없이 동시에 묶어서 전송할 수 있게 되었고, 모뎀을 통한 리턴 채널이 형성되어 대화형 서비스가 가능해졌으며, 수신기내 프로세서와 운영체제의 장착은 다양한 수신 기능을 발휘하게 하였다. 이러한 기술 발전에 힘입어 데이터방송은 기존 아날로그 데이터방송과 같은 부가서비스의 한계를 넘어 한 차원 높은 멀티미디어 서비스를 시청자에게 제공할 것이다.

세계의 주요 나라들은 대개 2000년을 전후해서 디지털 방송을 시작하여 아날로그 방송과 병행하다가 2010년경에는 디지털 방송만을 서비스할 예정이다. 디지털 TV 방송의 표준은 크게 유럽의 DVB(Digital Video Broadcasting) 방식과 미국의 ATSC(Advanced Television Systems Committee) 방식으로 나눌 수 있다. 일본은 독자적인 ISDB-T(Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial) 방식을 채택하고 있지만 DVB 방식과 유사

하다.

데이터 방송도 디지털 방송의 분류처럼 수신기 구현 규격면에서 크게 유럽의 DVB-MHP(Multimedia Home Platform)와 미국의 ATSC-DASE(Digital TV Application Software Environment)로 분류되며 미국 컴퓨터 회사를 중심으로 설립된 ATVEF(Advanced TV Enhanced Forum)도 있다. 또 일본의 방송관련 표준화협회인 전파산업회(Association of Radio Industries and Businesses; ARIB)에서는 디지털 데이터방송의 API로 기존의 MHEG을 사용하려던 계획을 XML(eXtensible Markup Language)로 변경하였다.

이밖에 현재 상용화되어 서비스되는 데이터 방송으로는 Canal+의 MediaHighway와 Thomson Sun Interactive의 OpenTV가 있지만 특정회사의 제품으로 사용시 비용 부담이 크다. 또 현재 규격이 공개되어 있는 MHEG은 BBC에서 서비스 중에 있으나 수신기에서의 표현에 한계가 있다. 유럽에서는 이러한 MediaHighway, OpenTV, MHEG 등이 DVB-MHP상에서 플러그인(plug-in) 형태로 동작하도록 하는 작업이 이루어지고 있다.

2. 세계 표준화 동향

가. DVB-MHP(Multimedia Home Platform)

MHP는 1996년 EBU의 UNITEL 프로젝트에서 제안되었으며, 1997년 DVB CM(Commercial Module)내에 DVB-MHP 특별위원회가 결성되면서 본격적으로 활동을 시작하였다. DVB-MHP는 상업적인 사항들에 관심을 갖고 사용자와 시장 요구사항을 고려하여, 가정용 단말기인 STB, TV, PC와 그 주변장치, 그리고 가정용 디지털 네트워크를 모두 수용하는 수신기에서 향상된 방송(enhanced broadcasting), 양방향 서비스(interactive service), 그리고 인터넷 액세스(internet access) 등의 서비스가 가능하도록 하는 것을 목표로 하고 있다. DVB-MHP에서는 방송사업자, 네트워크 운영자, 제조

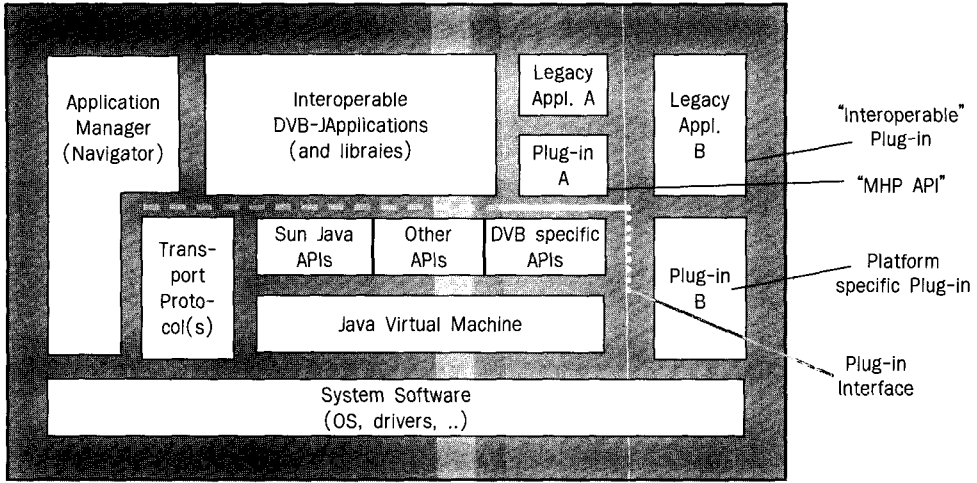


그림 1. ATVEF 구조

업자, 응용프로그램 개발자 등 기존의 분산된 수직적 구조의 시장이 미래에는 콘텐츠 사업자, 프로그램/서비스 사업자, 제한수신 사업자, 네트워크 운영자, 수신기 제조업자 등 각 계층에서 역할 담당자끼리 경쟁하는 수평적 구조의 시장으로 변화하리라 예측하고 있다. 미래의 이러한 수평적 구조의 시장은 가정에서의 방송, 통신, 컴퓨터, 가전의 융합을 지원하고 가속화시킬 것이다.

기술적인 부분은 DVB TM(Technical Module)내에

TAM(Technical Aspects of MHP)이 만들어져 DVB API의 규격화 작업에 전념하고 있다. DVB-TAM에서 제안하는 API로는 MHEG-5/Java, MediaHighway+, JavaTV, HTML/Java 등이 있으나 현재로는 JavaTV가 유력하며, 기존의 API들은 플러그인 형태로 DVB API인 DVB-J 상에서 호환성을 가지도록 할 계획이다. DVB-J 플랫폼 구조가 그림 1에 나타나있다.

표준화 작업은 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)에서 행해지는데, DVB-MHP와 더불어

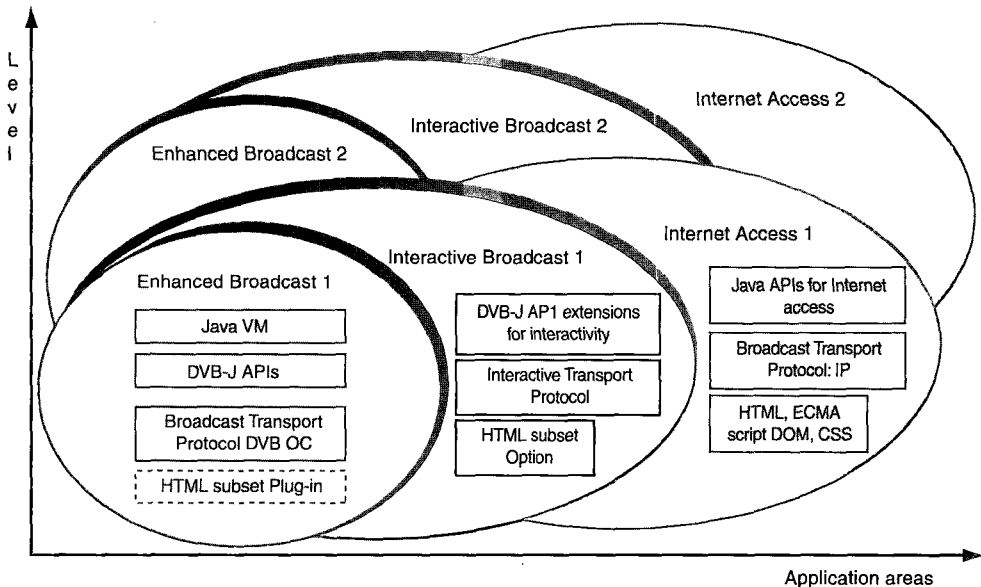


그림 2. 프로파일 개념도

어 고려해야될 표준으로는 DVB-SI, DVB-Data, DVB-NIP(Network Independent Protocol)가 있다.

DVB-MHP에서는 향상된 방송, 양방향 서비스, 그리고 인터넷 액세스 등의 서비스를 단계적으로 수행하는 프로파일의 개념을 제안하였는데, 그림 2에 나타나 있다. 현재 DVB-MHP에서는 Java 형태로 실험적인 대화형 TV 시스템을 조기에 구축하기 위한 NexTV 프로젝트가 진행 중에 있다.

나. ATSC-DASE(Digital TV Application Software Environment)

DASE는 대화형 멀티미디어 데이터방송 서비스용 수신기의 소프트웨어 환경 표준화를 목표로 하고 있다. 새로운 응용을 서비스 할 때 수신기는 하드웨어나 OS에 관계없이 동일하게 동작해야 하는데, 이러한 조건을 만족시키기 위한 수신기의 모든 기능은 ATSC T3/S17에서 정의하는 DASE의 API를 통해 제공된다.

DASE의 주요 구성 요소로는 AM(Application Management)/AL(Application Launcher), AEE(Application Execution Engine), PE(Presentation Engine)/PM(Presentation Management), CD(Content Decoder) 등이 있으며, 그 중에서 AEE, PE, 그리고 CD 등이 중요한 역할을 한다.

AEE는 플랫폼과 독립적인 방식으로 실행 코드 부분을 번역하고 실행하며, DASE 구조상의 다른 구성 요소들이 제공하는 기능을 사용하도록 해준다. 또한 여러 개의 응용이 자원을 요구하는 경우 자원 관리를 담당한다. 현재 Java VM(Virtual Machine)이 DASE의 AEE로 권고되고 있으며, 수신기의 OS와 라이브러리 상에서 직접 구현된다. 또 AEE는 DASE의 기능 확장을 위해 PE나 CD를 위한 플러그인 기능을 제공하며, PE나 CD 등의 기능을 통합하는 역할을 한다. AEE는 PE나 CD 등 각 구성 요소들의 인터페이스를 제공하는 API를 사용하여 상호 간에 데이터, 제어, 이벤트 등을 교환하며, 각 구성 요소들의 접근을 가능케 한다.

PE는 HTML과 같은 언어로 작성된 데이터를 해석하여 화면에 시공간적으로 표현하고, 화면상의 공간 배치, 객체간의 시간적 동기화, 반투명 같은 합성 제공 기능을 수행한다. PE는 사용자로부터 발생하는 이벤트에 대응해야 하며, CD의 결과를 화면에 표현하는 기능을 수행한다. 그 동안 PE로 MHEG, HTML, Java 등이 거론되었으나 최근에는 HTML을 XML로 재 정의한 xHTML이 가장 주목받고 있다.

CD는 특정 미디어 유형으로 작성된 콘텐츠를 디코딩 혹은 해석하여 디스플레이 할 수 있는 형태로 변환시킨다. 플랫폼 독립적인 CD들이 다운로드 및 등록되

어 기존의 CD를 대체할 수 있을 뿐만 아니라 DASE 수신기에 다수개의 CD들이 공존할 수 있다. CD는 MPEG-2, AC-3, Real-Audio 등이 고려 대상이다.

현재 DASE는 다음과 같은 그룹으로 나뉘어서 활동하면서 시스템 서비스 API를 정의하고 있다.

- Network and Communication Group
DTV 수신기와 외부 디바이스 사이의 통신에 관련된 서비스를 담당한다. MPEG-2 TS(Transport Stream)를 처리하며, 리턴 채널 및 홈 네트워크 상에서의 다른 디바이스와의 통신을 지원한다. 이 그룹 내에 DTV Service Information Group과 DTV Service Selection Group 등 2개의 서브 그룹이 활동하고 있다.
- Content Management Group
비디오, 오디오를 포함한 다양한 포맷의 콘텐츠에 대한 디코딩, 동기화 및 라이프 사이클에 관련된 서비스를 담당한다.
- Presentation and User Interaction Group
비디오, 오디오, 그래픽 등의 콘텐츠를 사용자에게 프리젠테이션하며 그와 관련된 상태 정보를 제공한다.
- Application and Resource Management Group
코드 검증, 인증, 등록 등의 서비스를 제공하거나, 응용의 수행을 제어하는 메커니즘을 제공한다. 또 자원들의 접근이나 공유하기 위한 서비스도 제공한다.
- Security Management Group
응용, 콘텐츠, 서비스 등에 대한 접근을 제어 및 관리하는 서비스를 제공한다.
- Environment Group
전반적인 DTV 수신기 환경 및 하드웨어/소프트웨어 환경설정 정보를 제공한다. 또 사용자에게 공통적으로 적용될 수 있는 정보를 설정하며 모든 응용이 접근할 수 있도록 한다.
- Utilities Group
멀티태스킹/멀티쓰레딩 환경의 지원 및 내부적인 이벤트를 분배하는 기능을 담당한다.

표준화 작업시 T3/S17 DASE와 더불어 고려해야될 표준으로는 T3/S8 PSIP(Program and Service Information Protocol), T3/S13(Data Broadcasting), T3/S16(Interactive Service) 등이 있다.

ATSC-DASE에서는 DVB-MHP의 DVB-J와 유사한 ATSC-J가 JavaTV로 추진되고 있는데, DVB보다 더 세분하여 PE는 xHTML로 표준화가 진행중이다. 또 Java 형태로 실험적인 대화형 TV 시스템을 조기에 구축하기 위한 FloraTV 프로젝트가 진행 중에 있다.

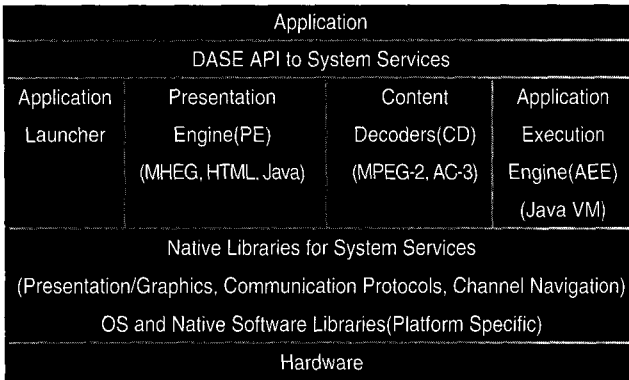


그림 3. DASE 시스템의 S/W 구조

그림 3은 DASE 시스템의 S/W 구조를 나타낸다.

다. ATVEF(Advanced TV Enhanced Forum)

ATVEF는 HTML 기반의 향상된 TV용 프로토콜의 규격화를 위해 방송사, 가전사, PC 제조업자, 소프트웨어 개발업자 등이 모여 만든 단체이며 산업체 표준 제정을 목표로 하고 있다. ATVEF는 풍부한 콘텐츠, 전송 서비스 및 수신기 플랫폼 등 사용자 요구사항에 맞는 서비스를 지향하고 있다.

전송매체는 아날로그, 디지털 모두 대상으로 하고, 의무적인 콘텐츠 규격으로 HTML 4.0을 사용하도록 되어 있으며 그 외 CSS1, ECMA Script/DOM0(JavaScript1.1) 등을 채택하고 있다. 전송 규격은 인터넷 전송 프로토콜의 변형인 UHTTP(Unidirectional HTTP)을 사용하여 단방향 방송환경에서도 효율적인 데이터 전송을 할 수 있어 아날로그 방송인 경우 VBI 라인을 사용하는 단방향 IP 멀티캐스트용으로도 적합하다. 전송 형태는 리턴 채널 유무에 따라 두 가지로 정의하고 있다. 리턴 채널이 있는 경우 트리거만 제한된 방송대역폭으로 전달하고 콘텐츠는 양방향 인터넷 전송로를 사용한다. 리턴 채널이 없는 경우 트리거, 콘텐츠 모두 방송 채널을 통해 전송한다. ATVEF 규격은 현재 버전 1.1이 나와 있다. ATVEF 표준화에 참여하는 회원사의 대부분이 DASE 표준화에도 참여하고 있어서, ATVEF와 DASE의 관계가 주목되고 있다.

라. XML(eXtensible Markup Language)

XML은 1996년 W3C(World Wide Web Consortium)에 의해 제안되었으며, W3C의 후원으로 형성된 XML 워킹 그룹에 의해 개발되었다. XML은 웹상에서 구조화된 문서를 효율적으로 처리하도록 설계되고 표준화된 데이터 형식이다. XML은 HTML의 한계를 극복하고, 기존의 SGML(Standard Generalized Markup Language)

이 갖는 복잡함을 해결하는 방안으로서 사용자가 새로운 태그(tag)를 정의할 수 있는 기능을 추가하였다. W3C의 권고에 따른 XML 1.0 사양이 1998년에 발표되었는데, SGML의 간략화된 버전으로 SGML의 장점과 HTML의 일 반성을 동시에 수용하고 있다.

XML은 태그를 사용자가 정의할 수 있고, 객체구조를 가지며 객체지향형 프로그램과 호환이 잘된다. 특히 문서의 내용과 표현을 분리하여 재사용성이 증가하며, DB 접속등의 웹에서의 응용시스템 구현을 지원하는 다양한 표준 API가 개발되어 있다. XML은 전자상거래뿐만 아니라 통신, 멀티미디어 등 전 웹 응용분야의 표준을 만들어가고 있다.

일본의 방송관련 표준화협회인 전파산업회(Association of Radio Industries and Businesses; ARIB)는 디지털 데이터방송의 API로 기존의 MHEG을 사용하려던 계획을 XML로 변경하였다. 전파산업회에서는 WG1의 요청에 의해 XML 기반의 멀티미디어 부호화 방식을 2000년 데이터방송 개시부터 사용하기 위해 XML의 태그 속성 즉 응용언어를 정의하기로 하였다.

이에 따라 XML 작업반 산하에 3개의 TG(Task Group)를 두었는데, 서비스-TG는 WG1의 요구조건을 확인, 검토하는 일을 하고, 기본 XML-TG는 멀티미디어 부호화를 위한 태그 및 속성의 정의와 기본 서비스 운용 예의 상정을 목표로 하고 있다. 또 고도 XML-TG는 XML의 특징을 살리는 XSL(eXtensible Stylesheet Language) 및 기본 서비스 범위 외의 기능 책정을 담당한다.

마. MHEG(Multimedia & Hypermedia information coding Expert Group)

MHEG은 다양한 미디어를 사용해서 응용과 서비스들이 상호 호환될 수 있도록 멀티미디어 및 하이퍼미디어 정보 객체를 코드화 하여 표현하기 위해 ISO/IEC JTC1/SC29/WG12에서 제정한 표준이다. 그리고 이 객체들은 멀티미디어 및 하이퍼미디어 프리젠테이션 구조를 정의하고 있다.

MHEG에서 사용하는 기술로는 DSM-CC(Digital Storage Media Command & Control)의 U-U(User-to-User) 객체 주기전송인 객체 캐러셀 및 U-N(User-to-Network) 다운로드 즉 데이터 주기전송인 데이터 캐러셀 등이 있다.

MHEG은 현재 MHEG-5까지 개발되었고, 영국의 디지털 지상파 방송인 BBC와 ONdigital에서 MHEG-5로 작성된 데이터 서비스를 시험방송중이다. MHEG-6는 MHEG-5에 계산기능 및 동적 프리젠테이션 기능이 가능한 Java-VM을 추가하는 것을 목표로 했지만, DVB-

MHP에서 Java-VM을 지원하므로 DTG(Digital Terrestrial TV Group)와 DigiTAG(Digital Terrestrial TV Action Group)에서는 MHEG-5에 interactive 기능을 추가하여 DVB-MHP상에서 플러그인 형태로 동작하는 Euro-MHEG을 추진중이다.

MHEG의 발전과정을 살펴보면 다음과 같다.

● MHEG-1

멀티미디어 객체 및 동적 특성, 이들 객체에 가할 수 있는 행위, 그리고 MHEG 인터프리터들이 MHEG 객체를 공유할 수 있도록 ASN1으로 기술한 교환포맷을 정의하였다. 표현미디어로서의 MHEG 객체 생성모형을 기술하였으나, 멀티미디어 표현의 실행에 관하여는 비중있게 고려하지 못하였다.

● MHEG-2

MHEG-1에서 정의한 MHEG 객체를 SGML에 기반을 둔 교환포맷을 정의하려 하였으나 표준화되기 전 취소되었다.

● MHEG-3

Virtual machine상에서 동작하는 스크립트 언어를 정의하였다.

● MHEG-4

MHEG에서 사용하는 content data의 포맷 ID를 등록하는 ISO의 공식적인 절차를 정의하였다.

● MHEG-5

적은 자원을 요구하는 MHEG 엔진(인터프리터)의 개발이 가능하도록 하는 표준으로, 상당부분 DAVIC(Digital Audio Visual Council)의 요구사항에 부합하여 VOD에 적합하도록 작성되었다. 현재 영국 BBC의 디지털 지상파 방송에서 MHEG-5로 데이터 방송 서비스중이다.

● MHEG-6

MHEG-5에서 하기 힘든 산술연산 부분과 통신 부분을 Java를 통해 해결할 수 있도록 MHEG-5 API(Application Program Interface) 및 Java virtual machine 환경을 정의하였다.

3. 국내 표준화 동향

국내 디지털 데이터방송에 대한 표준화 논의는

1999년부터 본격적으로 진행되었다. 디지털 TV 방송의 표준은 위성의 경우 유럽의 DVB-S로 개정되었고, 지상파의 경우 미국의 ATSC로 결정되었으므로, 데이터방송의 표준도 전송 부분에서는 각 방식의 표준을 따르는 것이 국제표준과의 호환성, 세트 및 STB 제조업체의 수출 경쟁력 제고에도 도움이 될 것이다. 즉 위성의 경우 DVB-SI(Service Information), DVB-Data, DVB-NIP(Network Independent Protocol), 지상파인 경우 T3/S8(Program and Service Information Protocol; PSIP), T3/S13(Data Broadcasting), T3/S16(Interactive Service) 등의 송신 및 전송 부분의 표준을 따라야 할 것이다.

다만 수신측 단말에서의 표현 방식에 대해서는 유럽의 DVB-MHP, 미국의 ATSC-DASE와 ATVEF 등에서 거론되고 있는 Java와 HTML/xHTML 등이 제안되고 있다. 그러나 결국 국제표준도 Java와 HTML/xHTML 모두를 표준으로 채택할 것이 유력시되어 데이터방송 서비스 형태에 따라 순차적으로 구현하는 프로파일 개념을 따르는 것도 한 방법이다.

방송사나 콘텐츠 사업자 입장에서는 가능하면 지상파와 위성의 표현 방식을 같게 하는 것이 각 매체간의 프로그램 및 콘텐츠 호환성 면에서 볼 때 바람직하다.

데이터방송 표준화 논의는 서울대 뉴미디어연구소 주관의 '차세대방송 컨소시엄 TV분과 위원회'와 ETRI를 주축으로 하는 '통합데이터방송 기술개발' 등에서 지상파와 위성에서의 데이터방송 표준을 만들어 한국정보통신기술협회(TTA)에 제안할 것을 목표로 활동하고 있고, 정보통신부에서도 학계, 방송사, 위성방송 준비업체, 서비스 업체, 수상기 업체, STB 업체, 연구소 등으로 구성되는 '데이터방송 표준전담반'을 구성하여 그 산하기구로 '서비스 표준작업반'과 '프로토콜 표준작업반'을 두어 연내로 국내 데이터방송 표준을 제정할 예정이다.

4. 결 론

디지털방송을 실시함에 있어 다기능화된 디지털 서비스를 개발하는 것은 필수 불가결한 사항이다. 디지털 방송에서 다기능화란 아날로그 방송에 불가능하였던 서비스가 가능해진 것을 의미한다. 이 다기능화에 적합한 서비스는 한마디로 말하면 대화형 멀티미디어 서비스일 것이고, 개인화, 양방향화라는 방송의 발전방향과 일치하는 서비스가 될 것이다. 이 서비스의 구체적인 예로는 EPG, 사이드채널 서비스, 인터넷 서비스 정도인데, 현재까지 이러한 서비스들은 시청자 확보에

커다란 도움을 주지 못하고 있다. 그것은 아마 데이터 서비스에 대한 핵심 서비스를 발굴하지 못하였기 때문일 것이다.

현재 가장 부각되고 있는 데이터서비스는 리턴채널을 이용한 광고와 전자상거래이다. 이러한 서비스들은 리턴채널에 대한 인프라가 비교적 잘 갖추어진 케이블 TV에서 가장 먼저 활성화될 전망이다. 가장 많은 시청자를 확보한 지상파TV의 디지털 수신기 보급이 가속화됨에 따라 이에 대한 지상파 방송의 점유율도 급격하게 상승하여 지상파방송의 새로운 수입원으로 잠을 전망이다.

이렇게 데이터방송이 21세기 지식기반사회의 새로운 사업영역으로 부각됨에 따라 방송은 물론이고 통신, 컴퓨터, 케이블, 가전, 인터넷 등의 다양한 분야에서 데이터방송에 참여하게 되었다. 따라서 데이터방송의 표준화가 각자에게 유리한 방향으로 전개되도록 노력하다 보니 각 집단간의 이해관계가 상충되어 표준화가 난항을 겪고 있는 상황이다. 디지털방송의 활성화를 위하여 수신기제조업체와 방송사는 전체 데이터 방송시스템을 구축한 후 나름대로의 방식으로 데이터방송을 실시하려는 움직임도 보이고 있어, 데이터 방송에 대한 국제 단일 표준화가 불가능해지라는 전망도 점쳐지고 있다.

한편 국내 표준은 시장이 협소한 관계로 당연히 국제 표준을 따라야만 하는데, 현재 미국과 유럽에서 표준화에 난항을 겪고 있는 관계로 국내 표준화도 상당기간 지연될 전망이다. 따라서 정보통신부는 1999년 말에 '데이터방송 정책연구반'과 '데이터방송 표준전담반'을 구성하여 국내 데이터방송의 정책의 틀을 금년 말까지 만들 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] ETS 300 468 Digital Video Broadcasting(DVB); Specification for Service Information(SI), Version 1.1 March 1997.
- [2] ETR 211 Digital Video Broadcasting(DVB); Guidelines on implementation and usage of Service Information (SI), Version 1.1 August 1997.
- [3] EN 301 192, Digital Video Broadcasting(DVB); DVB Specification for Data Broadcasting, Version 1.1.1 Dec. 1997.
- [4] ETS 300 802, Digital Video Broadcasting (DVB); Network Independent Protocols for DVB Interactive Services, Version 1.1 June 1997.
- [5] ATSC T3/S8 Program and System Information Protocol(PSIP) for Terrestrial Broadcast and Cable, Doc. A/65 Dec. 1997.
- [6] ATSC T3/S13, ATSC Data Broadcast Specification, Draft 0.26, March 1999.
- [7] ATSC T3/S16, ATSC Interactive Services Protocols for Terrestrial Broadcast and Cable, Draft 0.59, Feb. 1999.
- [8] 김정덕, 고우중, 권재광, 박선규, 이종권, 위성방송 연구보고서, 한국방송공사(KBS) 기술연구소, 1998년 12월.
- [9] 김정덕, 고우중, 채영석, 권재광, 왕수현, 박선규, 이종권, 데이터방송 연구보고서, 한국방송공사(KBS) 기술연구소, 1999년 12월.
- [10] 김정덕, 권재광, 박선규, 한국형 데이터방송 MHEG 프로파일, 디지털 방송기술 워크샵, 한국방송공학회, 1999년 6월.
- [11] 이효건, 송동일, ATSC Data Broadcast Services 관련 기술 동향, 방송공학회지, 제4권 제1호, 1999년 3월.
- [12] 이동일, 정광수, 강경진, 박형모, MHEG-5의 디지털 TV에서의 응용, 방송공학회지, 제4권 제2호, 1999년 6월.
- [13] 안치득, 홍진우, 오디오-비주얼 데이터 부호화 기술, 대한전자공학회지, 제26권 제6호, 1999년 6월.
- [14] 김형중, 김기영, 박선규, 윤종현, 박기현, 이규택, 대화형 TV의 개념과 멀티미디어 콘텐츠, 대한전자공학회지, 제26권 제7호, 1999년 7월.

필자소개



왕 수 현
 -1984. 2 서울대학교 전기공학과(학사)
 -1986. 2 서울대학교 전기공학과(석사)
 -1987. 4 ~ 현재 한국방송공사 기술연구소 연구원