

데이터방송 동향 및 전망

왕수현, 박선규
KBS 기술연구소

1. 서론

세계의 주요 나라들은 대개 2000년을 전후해서 디지털 방송을 시작하여 아날로그 방송과 병행하다가 2010 년경에는 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 유사하다.

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.

이밖에 현재 상용화되어 서비스되는 데이터 방송으로는 Canal+의 MediaHighway와 Thomson Sun Interactive의 OpenTV가 있지만 특정회사의 제품으로 사용자 비용 부담이 크다. 또 현재 규격이 공개되어 있는 MHEG-5는 BBC에서 서비스 중에 있다.

2. 데이터 방송의 역사

데이터 방송은 아날로그 방송 시대에도 존재하였다. 즉 TV의 VBI 라인을 통해 서비스했던 예로는 문자방송, 프로그램 안내 및 예약녹화, 자막방송, 그리고 인터캐스트 등이 있다. 그러나 모두 전송 용량의 한계, 개별적인 수신기의 확보 및 성능향상의 어려움 등으로 활성화에는 실패하였다.

3. 데이터 방송 서비스의 종류

데이터 방송시 서비스되리라 생각되는 것으로는 사용자로부터 서비스 공급자에게 리턴 채널(return

channel) 또는 백채널(back channel)이 존재한다는 가정 하에 크게 4가지로 분류할 수 있다.

첫번째로 프로그램 안내와 관련해서 EPG(Electronic Program Guide)가 있다. 디지털 방송의 다채널 환경에서는 사용자가 EPG를 통해 방영되는 프로그램의 정보를 얻는 것이 맨 처음 STB(Set Top Box)와 모니터를 켜고 할 일이 될 것이다. EPG 서비스는 매체별, 시간대별, 그리고 주제별로 프로그램에 관련된 정보가 제공되며, 그에 따른 예약녹화 또한 가능하다.

두번째로는 프로그램에 관련된 정보의 서비스로 사이드 채널 서비스가 있겠다.

드라마인 경우에는 줄거리, 등장인물, 배경음악, 촬영 장소 등의 내용이 서비스될 수 있겠고, 스포츠의 경우 경기전적, 선수 프로필, 일정 등이, 가요/쇼 같은 경우에는 노래가사, 출연자 관련 정보등이 제공될 수 있다. 다큐멘터리의 경우에도 용어해설, 상세정보 등이 가능하다. 이 모든 것이 실제 영상화면에 풀다운 메뉴 형태로 데이터 자료가 오버레이 되거나 영상화면과 데이터가 서로 윈도우 영역을 갖고 표시될 수 있어야 하며, 사용자는 선택이 가능해야 한다.

세번째로는 현재 방송되는 프로그램과 무관한 독립 서비스이다.

과거의 예로는 문자방송이나 인터캐스트가 이에 해당된다. 그러나 디지털 방송 시대에는 보다 다양하고 풍부한 서비스가 사용자에게 제공되었고, 어떤 서비스는 특화되고 유료화하여 특정인에게 서비스될 수도 있다. 독립 서비스로는 정치, 경제, 사회 등의 생활정보, 주식정보, 부동산정보, 기상정보 등이 있을 수 있겠고, 홈쇼핑도 기존의 방송에서 실시하는 것보다 훨씬 다양하게 정보의 서비스가 가능하다.

마지막으로 리턴채널을 사용하여 프로그램 공급자와 사용자가 양방향으로 데이터를 주고 받을 수 있는 대화형 서비스가 있겠다.

대화형 서비스의 예로는 시청자 참여 퀴즈 프로그램, 게임 프로그램, 대화형 교육방송, 그리고 실시간 여

표 1. 디지털 데이터 방송 서비스 종류

서비스 종류	서비스 기능	응용 예
EPG(Electronic Program Guide)	프로그램 안내 정보 제공	프로그램의 채널별, 주제별, 시간대별 안내 프로그램 예약
사이드 채널 서비스	현재의 프로그램에 관한 정보 제공	드라마(줄거리, 등장인물, 배경음악, 촬영장소) 스포츠(경기전적, 선수 프로필, 일정) 가요/쇼(노래가사, 출연자 관련 정보) 다큐멘터리(용어해설, 상세정보)
독립 서비스	현재의 방송내용과 독립적인 정보 제공	생활정보, 주식정보, 부동산정보, 기상 정보, 흡소핑 등
대화형 서비스	양방향 대화형 서비스 제공	시청자 참여 퀴즈 프로그램 대화형 교육방송 실시간 여론 설문조사

론 설문조사 등을 생각할 수 있다.

표 1은 이러한 내용을 정리한 디지털 데이터 방송 서비스 종류를 나타낸다.

4. 디지털 데이터 방송 표준화 동향

가. DVB-MHP(Multimedia Home Platform)

DVB-MHP는 DVB내의 연구그룹으로 가정용 네트워크 장치(STB, TV, PC, NC 등)를 위한 응용단계의 인터페이스를 목표로 하고 있으며, 그 서비스로는 enhanced broadcasting, interactive service, internet access 등을 제시하고 있다. 현재 MHP는 TM(Technical Module)과 CM(Commercial Module)로 나뉘어 활동하고 있는데, CM이 요구사항을 제시하고 TM이 기술적인 규격화를 담당한다. 그리고 이 두 그룹에서 제시하는 것들을 SB(Steering Board)에서 조율하여 최종 승인을 하게 된다.

DVB-MHP에서 정의한 기본적인 요구사항들은 다음과 같다.

- Interoperability
- Scalability, Extensibility, and Backward compatibility
- Modularity
- Stability
- Migration
- Based on Open Standards
- Upgradability and Downloadability
- Controlled Development Path
- Simplified End Cost
- Generic API

현재 MHP에서는 Java VM(Virtual Machine)이 포함된 소프트웨어 시스템구조를 일부 선정하였다. 그림 1은 DVB-MHP 자바 플랫폼 소프트웨어 구조를 나타낸다.

DVB-MHP에서 DSM-CC(Digital Storage Media-Command & Control)나 TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 등의 통신 규약은 조기에 선정되었고, 가장 핵심 이슈인 미들웨어(middleware)부분에

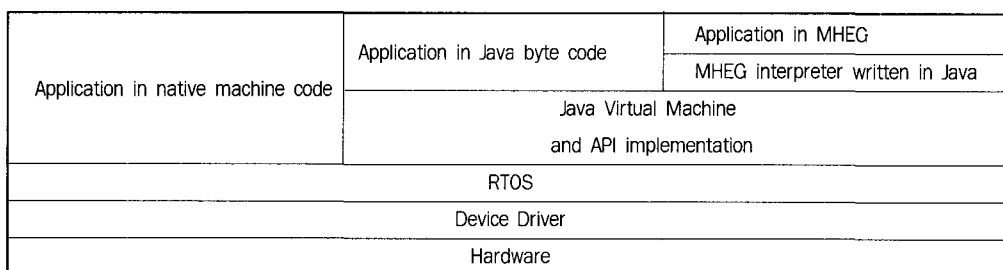


그림 1. DVB-MHP 자바 플랫폼 소프트웨어 구조

서 초기에는 Java, MHEG, HTML/JavaScript의 세 안을 놓고 많은 논란을 벌여 왔으나 현재 Java로 잠정 결론이 난 상태이다. Java를 선택시에 가장 큰 걸림돌은 라이선스 문제인데, 그것을 해결하기 위해 라이선스를 가지고 있는 SUN사와 협상을 진행중이고, SUN사 또한 Java의 보급확대를 위해 Java의 많은 부분을 공개하려는 입장을 보이고 있어 Java로의 방향은 굳어질 것으로 보인다. 다만 콘텐츠가 풍부한 인터넷 서비스를 데이터 방송에 접목시키기 위해 HTML(Hyper Text Markup Language)의 추가 적용 문제에 대해서도 많은 의견들이 제시, 검토되고 있는데, 현재는 HTML보다 발전된 XML이 더 주목을 받고 있다.

DVB 규격중 데이터 방송과 관련된 것으로는 데이터 방송 규격인 DVB-Data, 네트워크 독립 프로토콜인 DVB-NIP(Network-Independent Protocols)가 있다.

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

MHEG은 다양한 미디어를 사용해서 응용과 서비스들이 상호 호환될 수 있도록 멀티미디어 및 하이퍼미디어 정보 객체를 코드화하여 표현하기 위해 ISO/IEC JTC1/SC29/WG12에서 제정한 표준이다. 그리고 이 객체들은 멀티미디어 및 하이퍼미디어 프리젠테이션 구조를 정의하고 있다. 여기서 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 ASN.1으로 기술한 교환포맷을 정의함. 표현미디어로서의 MHEG 객체 생성모델을 기술하였으나, 멀티미디어 표현의 실행에 관하여는 비중있게 고려하지 못함.

- MHEG-2

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

- MHEG-3

Virtual machine상에서 동작하는 스크립트 언어를 정의함.

- MHEG-4

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

- MHEG-5

적은 자원을 요구하는 MHEG 엔진(인터프리터)의 개발이 가능하도록 하는 표준으로, 상당부분 DAVIC(Digital Audio Visual Council)의 요구사항에 부합하여 VOD에 적합하도록 작성됨. 현재 영국 BBC의 디

지탈 지상파 방송에서 MHEG-5로 데이터 방송 서비스 중임.

- 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 정의함.

기타 MHEG-5 엔진의 상호연동성 및 적합성 시험을 위한 표준은 MHEG-7으로 되어 현재 FCD(Final Committee Draft) 상태까지 왔으며, 인터넷 사용자를 고려하고 데이터베이스 연동을 위하여 MHEG-5 객체를 XML로 정의하는 작업이 진행중이고 MHEG-8로 표준화를 추진할 예정이다.

영국의 DTG(Digital Terrestrial TV Group)에서는 BBC의 디지털 지상파 방송에서 데이터 방송 서비스로 사용되는 MHEG-5를 MHEG-6(MHEG-5+Java VM)를 거쳐 2000년에는 유로-MHEG으로 추진할 예정이며, KBS도 '98년 하반기부터 MHEG-5를 이용하여 데이터 방송용 프로파일을 작성하여 그 가능성을 테스트하고 있다.

다. DASE(Digital TV Application Software Environment)

DASE는 ATSC산하의 수신기 소프트웨어 환경에 관한 활동이며, 공식 명칭은 T3/S17이다. 유럽의 DVB-Data 규격작업과 같은 것은 T3/S13(Data Broadcasting)에서 작업하고 있고, 대화형 TV를 위한 규격은 T3/S16(Interactive Broadcasting)에서 진행하고 있는데 DASE는 이 두 그룹과 협력하여 활동하고 있다.

DASE는 다수의 팀으로 구성되어 활동하고 있는데, 표준화의 주 관심사는 API(Application Programming Interface), AEE(Application Execution Engine), CD(Content Decoder), 그리고 PE(Presentation Engine) 등이다.

시스템 서비스를 위한 API는 지금 표준화를 위한 작업이 계속되고 있는데 DAVIC의 Java API를 기준으로 하여 특정 API를 추가하는 작업을 진행중이다. 실행 엔진 부분인 AEE는 이미 Java VM(Virtual Machine)으로 결정되었다. CD는 디코딩 자체의 표준보다는 어느 범위까지 서비스에 추가하느냐 하는 것이 주 관심사인데, MPEG-2, AC-3, real-audio 등이 고려 대상이다. 가장 쟁점이 되는 것은 표현 엔진인 PE를 정하는 것인데 MHEG, HTML, Java 등이 경합을 벌이고 있는 상황이다. 처음에는 MHEG이 우세하였으나 현재는 Java를 기본으로 하여 HTML 보다 발전된 XML을 추가하는 방향으로 선회한 듯 하다. 그림 2는 DASE S/W 시스템 참조 구조를 나타낸다.

Application			
DASE API to System Services			
Application Launcher	Presentation Engine(PE) (MHEG, HTML, Java)	Content Decoders(CD) (MPEG-2, AC-3)	Application Execution Engine(AEE)(Java VM)
Native Libraries for System Services (Presentation/Graphics, Communication Protocols, Channel Navigation)			
OS and Native Software Libraries(Platform Specific)			
Hardware			

그림 2. DASE S/W 시스템 참조 구조

라. ATVEF(Advanced TV Enhanced Forum)

ATVEF는 가전사 및 컴퓨터 회사의 컨소시엄으로 지상파, 위성, 케이블 등 모든 매체를 통해 아날로그 및 디지털 방송 모두 가능한 interactive 콘텐츠를 전송하여 아날로그 및 디지털 TV 수상기, STB, 그리고 PC 등 다양한 platform에서 구현되는 것을 목적으로 한다. ATVEF는 콘텐츠가 풍부한 인터넷 서비스를 위해 API로써 HTML을 우선 고려하고 있다. ATVEF에 참가하는 업체들 다수가 DASE에도 참가하고 있어 향후 DASE와의 관계도 주목된다.

마. MediaHighway

Mediahighway는 프랑스의 CANAL+사에서 개발한 디지털 양방향 위성방송시스템이다. 디지털 위성파 cable TV시설, STB, 기존의 전화망(PSTN), internet 등을 유기적으로 통합하여 종합적인 서비스를 가능하게 하기 위한 프레임워크를 제시하는 것이 CANAL+이며, 그 중에서도 STB와 interactive TV를 위한 기술이 MediaHighway이고, 사용자의 서비스에 대한 접근제어와 인증, 과금과 같은 작업을 처리하는 시스템에 대한 기술이 MediaGuard이다. CANAL+는 현재 프랑스와 스페인, 독일, 영국 등의 디지털 위성방송 회사들에 의하여 사용되고 있으며, 이미 제공하는 서비스를 살펴보면 다음과 같다.

EPG(Electronic Program Guide) 채널 브라우징 서비스와 EPG TV Guide 서비스는 방송국에서 기존의 디지털 스트림에 방송될 프로그램에 대한 자세한 내용이나 관련정보, 다른 프로그램들에 대한 정보 등을 다중화하여 보냄으로써, 방송시청과 동시에 프로그램에 대한 부가정보들을 얻을 수 있게 해 주는 서비스이다. PPV(Pay Per View) 서비스는 VOD 서비스와 유사하다. 시청자들이 각자 원하는 내용의 영화나 스포츠 등

의 콘텐츠를 선택하여 시청하고, 해당하는 만큼의 시청료를 지불할 수 있도록 하는 서비스이다. PC Download 서비스는 게임이나 PC 소프트웨어 등을 방송을 통하여 다운로드 받는 서비스이다. 널리 이용되는 소프트웨어의 업그레이드나 분배에 유용하다. Slide Shows 서비스는 기상정보나 주식정보 등을 TV화면으로 보내주는 서비스로서, 시청자는 리모콘으로 간단히 원하는 정보를 검색할 수 있다.

이외에 시청자들로 하여금 TV 퀴즈프로그램에 온라인으로 참석 가능하게 해 주는 Quiz 서비스, WWW 검색이나 E-mail 확인 등을 TV로 할 수 있는 Internet 서비스, Tele-shopping 서비스, Home-banking 서비스, 원격 투표 서비스 등도 조만간 제공될 수 있을 것으로 보고 있다.

CANAL+ 디지털 양방향 TV 시스템의 전반적인 구조는 그림 3과 같다.

SPS(Signal Processing System)은 비디오와 오디오 신호 및 데이터 신호들을 입력받아 인코딩하고 다중화하여 위성이나 케이블 등을 이용하여 전송하는 작업을 한다. SMS(Subscriber Management System)은 모든 가입자들과 광고주, 콘텐츠 제작자, 콘텐츠 내용 등에 대한 데이터베이스를 관리함으로써, 과금이나 접근제한, 인증 등의 작업을 담당한다.

Access Control System은 PPV(Pay Per View) Communication Server를 통해 시청자들의 backchannel message들을 전송받고, 이러한 메시지들에 대한 응답을 생성해내기 위하여, 각 시청자들의 서비스에 대한 접근권한 확인, 인증, 과금, 디스크램블링 키 발급 등을 담당한다. CANAL+에서는 MediaGuard가 이러한 작업을 담당하는 시스템이다. Interactive TV System은 시청자측의 TV와 셋톱박스 등을 말하며, 여기에 사용되는 Microkernel, Library, VM(Virtual Machine)등에 대한 중

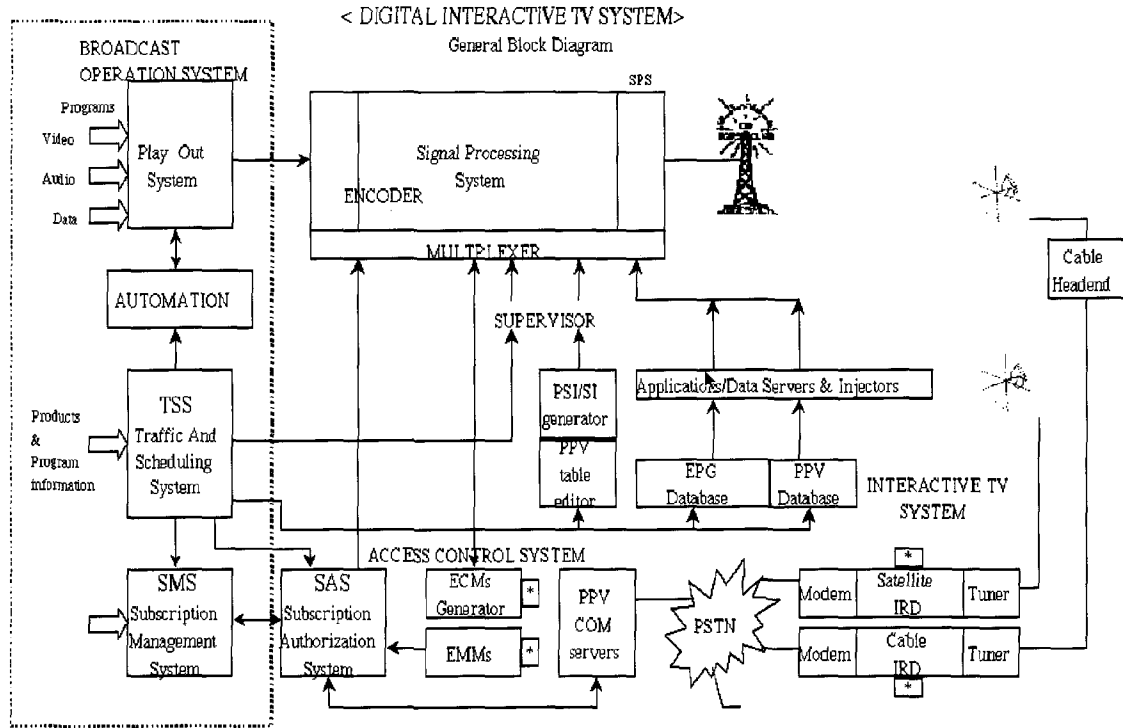


그림 3. CANAL + 시스템

합적인 기술이 MediaHighway이다. IRD에서는 디지털로 방송되는 MPEG-2 스트림에 대한 디코딩은 물론, VM과 p-code를 이용하여 EPG, PPV 데이터와 실행가능한 데이터도 처리한다. Access Control System에서 만들어진 각 시청자에 대한 접근권한과 암호해독 키 등은 IRD에서 시청자의 스마트 카드에 저장된 내용과 조합을 이루게 된다. 양방향성을 위하여 IRD는 당연히 네트워킹 연결을 가지게 되는데, 대개는 모뎀을 내장하는 형태를 가지게 된다.

바. OpenTV

OpenTV는 Thomson Sun Interactive 사에서 대화형 TV 응용을 지원하기 위해 설계한 σ -코드(바이트 코드) 인터프리터 및 관련 수행시간 환경이다. 개발시의 주안점으로 여러 가지가 있으나, 대표적으로 인터프리터에 기본을 둔 하드웨어 독립적인 응용과, 흐름의 추상화(abstraction)를 통해 네트워크 독립적인 전달이 가능하도록 하는 것이었다. OpenTV의 전체 시스템의 구성은 MediaHighway와 유사한데, 서비스 처리를 위한

클라이언트 구조를 살펴보면 그림 4와 같은 네 개의 층으로 구성되어 있다.

우선 인터프리터 층은 CPU에 대하여 독립적인 바이트 코드를 사용하는 프로세서의 명령으로 변환한다. 라이브러리 층은 그래픽 라이브러리 및 매체간 동기화, 오디오/비디오 등의 처리, 사용자 인터페이스 지원, 통신 스택, 압축 풀기, 보안 라이브러리 등을 포함한다. 실시간 요구조건을 충족시킬 수 있는 선점형 멀티태스킹 커널(preemptive multi-tasking kernel)과 기본적인 기능을 제공하도록 정의되어 있는 드라이버 API(Application Programming Interface)에 따라 구현되어 하부의 하드웨어를 고려하지 않고 사용가능한 드라이버가 아래층을 구성한다.

OpenTV의 구성은 다음과 같으며 동작개념도가 그림 5에 있다.

- STB 동작 환경에 기초를 둔 Run-time Interpreter
- 서버 소프트웨어
- 시스템의 개선과 개발을 위한 SDK(System

Development Kits) 들

- 응용의 개발을 위한 저작도구(Authoring suite)
 - 하드웨어 셋업을 위한 HPK(Hardware Porting Kit)
- OpenTV에서 고려하는 응용에는 대화형 프로그램 가이드, 홈뱅킹, 홈쇼핑, 대화형 가입자 관리 서비스, 대화형 광고, 교육 프로그램, 게임, 공중 서비스 등이 있다.

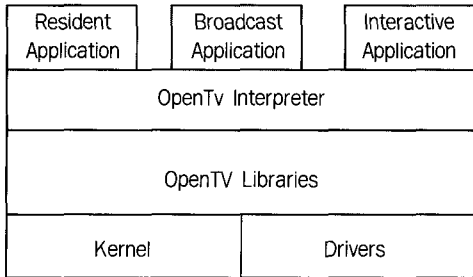


그림 4. OpenTV 클라이언트 구조

사. MPEG-4

디지털 TV의 영상을 압축하여 전송하는 규격인 MPEG-2를 정의할 때에는 대화형 데이터 방송의 개념

이 제대로 정립되지 않아서, MPEG-2로 대화형 TV 방송을 하기에는 부적합한 면이 많다. 그래서 현재 인터넷 방송등에서 채택할 가능성이 높은 것이 MPEG-4이다.

MPEG-1이나 MPEG-2같은 기존의 표준과 비교하여 구별되는 MPEG-4의 특징은 크게 객체기반, 합성 AV 처리, 객체별 대화성 제공, 톨 개념에 의한 유연성, 보편적 접근성 등의 다섯가지로 구체적으로 기술하면 다음과 같다.

첫째, MPEG-1, MPEG-2, H261 등 MPEG-4 이전의 부호화 표준이 AV 정보를 프레임을 기준으로 부호화 하는데 반하여, MPEG-4는 AV 정보를 AV 객체로 분리하여 독립적으로 부호화한다. 따라서 기존 부호화 표준에서는 불가능했던 객체 단위의 조작, 가공 및 편집 등이 가능하게 되어 멀티미디어 콘텐츠의 제작, 편집 등에 적합한 기능을 제공한다.

둘째, MPEG-4는 컴퓨터 그래픽에 의해 생성된 VRML(Virtual Reality Markup Language) 2차원 및 3차원 그래픽 모델, 애니메이션, 텍스트 등의 합성 영상과 MIDI등의 합성 음성도 부호화한다.

셋째, MPEG-4는 AV 정보를 내용에 따라 객체 단위로 부호화하여 화면 구성을 하기 때문에 그 화면을 구성하거나 표현할 때 사용자가 대화적인 방법을 사용

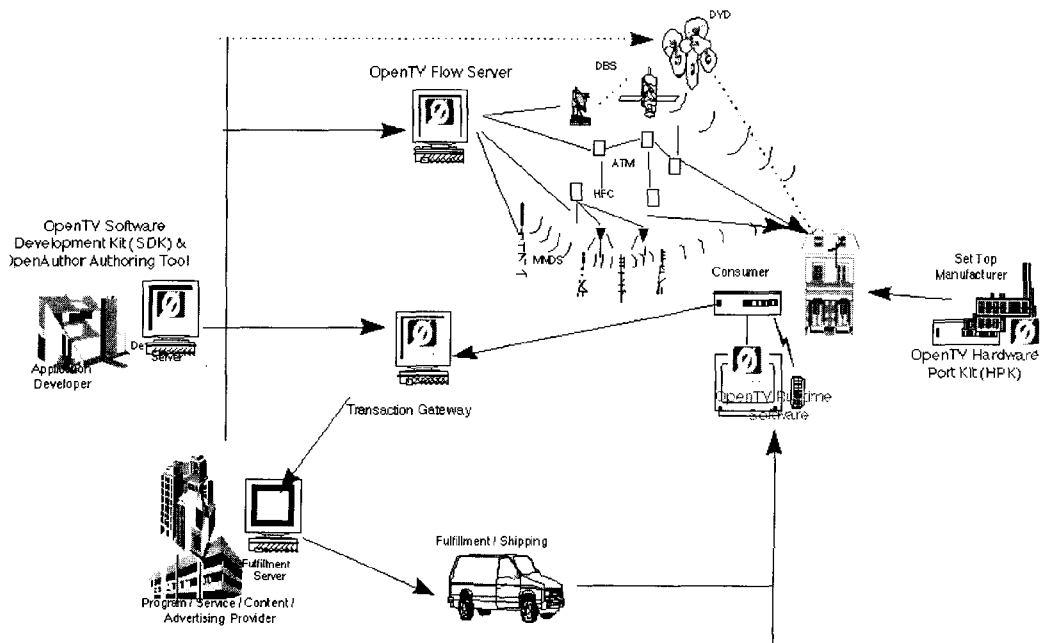


그림 5. OpenTV 개념도

할 수 있다. 즉 화면내에 존재하는 객체의 크기 및 위치의 변화, 객체의 삭제 및 추가, 화면내 동영상 객체의 재생 및 재생 중지, 3차원 화면내에서의 브라우징, 시점의 변화 등이 가능해진다.

넷째는 부호화 방식의 유연성(flexibility)이다. MPEG-4는 다양한 기능들을 제공하는 기본 도구만을 정의하고, 실제의 부호기 및 복호기는 그의 응용 목적에 따라 기본 도구들을 조합하여 구현한다.

다섯째는 보편적 접근성(universal access)을 위한 수단을 제공한다. MPEG-4는 저장, 통신 및 방송 등의 광범위한 매체에서의 응용에 이용하고자 채널 오류에 대하여 이전의 부호화 표준에 비하여 훨씬 강하된 대처 기능과 다단계 가변 부호화 기능을 제공한다.

현재 MPEG-4는 systems, visual, audio, conformance test, reference software, DMIF(Delivery Multimedia Integration Framework) 등 6개 분야로 나눠 표준화 작업 중이다.

5. 데이터 방송 전망 및 결론

이상과 같이 세계 여러 기구 또는 단체에서 추진되고 있는 데이터 방송 동향에 대해 간략히 살펴보았다. 그 중 MediaHighway나 OpenTV의 API는 디지털 위성 데이터 방송을 위한 것으로 현재 상용화되어 있지만, 공개되지 않은 특정 회사의 고유 규격으로 사용 시에는 많은 비용을 부담해야 한다.

유럽에서의 API의 발전과정을 보면 1998년과 1999년 사이에 MHEG-5, HTML, D-Box, OpenTV, MediaHighway 등 여러 가지 API가 나타났지만, 2000년에 Euro-MHEG을 거쳐 2001년과 2002년 사이에 DVB-MHP platform을 Java로 구현할 것이 거의 확실시된다. 콘텐츠가 풍부하여 쉽게 구현할 수 있는 XML과 다양한 표현이 가능한 Java 사이에서 결정을 못하고 있는 ATSC-DASE도 계속 주시해야겠다. Java로 구현하는데 단점으로는 STB에서의 하드웨어적인 지원(CPU성능, 하드디스크 및 메모리 용량)이 문제가 되겠지만, 하드웨어의 발전속도에 비춰볼 때 그리 큰 문제는 아닌 것으로 생각된다.

현재 국내에서도 LG, 삼성 등 가전업체에서 DVB-MHP, ATSC-DASE, 그리고 ATVEF 등 데이터 방송

과 관련된 동향을 모두 연구하고 있고, KBS에서도 MHEG-5를 사용하여 데이터 방송용 프로파일을 구현해 보았다.

앞으로 데이터 방송에 관련된 세계 동향을 계속 연구하고 국내 실정에 맞는 데이터 방송 규격을 만들기 위해서는 제작의 용이성, 사용자와의 친화성, 적용기술의 발전 가능성, 국제 표준과의 연관성, 그리고 다양성 서비스 등의 기술적인 측면과 로열티, 수신기 가격, 사업성, 콘텐츠 등의 경제적인 측면을 모두 고려해야 한다.

참 고 문 헌

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

필자소개

왕수현

- 1984. 2 : 서울대학교 전기공학과(학사)
- 1986. 2 : 서울대학교 전기공학과(석사)
- 1987. 4 - 현재 : 한국방송공사 기술연구소 연구원
- 관심분야 : 디지털 데이터 방송, 멀티미디어 방송



박선규

- 1981년 : 서강대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 1983년 : 한국과학기술원 전기 및 전자 공학과 졸업(석사)
- 1995년 : 한국과학기술원 전기 및 전자 공학과 졸업(박사)
- 1983년 - 현재 : KBS 기술연구소 차장
- 관심분야 : 위성방송, 디지털 방송, 대화형TV