

디지털 방송 수신기 기술

장 현 식, 김 용 석, 정 주 흥

(주) 디지털스트림테크놀로지 부설연구소

Abstract

This paper describes functions required for implementation of digital television (DTV) broadcast receivers. The necessary functions for the DTV receiver vary with the transmission media-terrestrial, cable and satellite. This paper briefly introduces its hardware and software structure. This paper also presents the future of DTV receivers according to the tomorrow's broadcast environment.

I. 서 론

디지털 방송은 오디오 및 비디오 신호를 압축하여 전송할 데이터 양을 줄이는 개념을 포함하고 있어 기존의 아날로그 방송에 비해 동일한 전송 대역 내에서 보다 많은 실제 데이터의 전송을 가능하게 한다. 이를 통해 디지털 방송은 고화질, 다채널, 다양한 부가 서비스 제공 등의 장점을 가진다. 디지털 방송 수신기는 이러한 디지털화된 방송 신호를 수신하여 압축된 데이터를 원래의 신호로 복원해 주는 장치를 가리킨다. 디지털 방송 수신기는 기존의 TV와 같이 영상/음향 출력 장치를 모두 포함할 수도 있지만, 본 논문에서는 일반적으로 디지털 방송 셋탑박스라고 불리는 영상/음향 출력 장치를 제외한 순수 수신 장치 부

분에 대해서만 논의하고자 한다.

디지털 방송에서는 디지털 데이터의 특성에 따라 아날로그 방송과는 다른 변조 방법을 사용한다. 이러한 디지털 방송의 변조 방식에는 QPSK (Quaternary Phase Shift Keying), OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), QAM (Quadrature Amplitude Modulation), 8/16-VSB (Vestigial Side Band) 등이 있다.

또한, 오디오 및 비디오 신호의 디지털 처리를 위해서는 신호 압축 및 다중화가 필요하다. 비디오 신호 압축방식은 MPEG (Moving Picture Experts Group)-2 규격을 사용하며, 오디오 신호 압축방식은 MPEG-1 Layer II 기반의 MPEG-2 방식, MPEG-2 AAC (Advanced Audio Coding), Dolby AC-3 (Dolby Digital) 방식 중 하나 혹은 두 가지 방식을 복수로 사용하고 있다. 그리고 압축된 오디오 및 비디오 신호를 하나의 신호열로 만드는 다중화 방법은 MPEG-2에서 정한 규격을 따른다. 특히 비디오 신호 부호화 방식은 기존 아날로그 지상파 방송 해상도인 표준화질 TV (SDTV: Standard Definition Television)와 이 보다 6배 가량 더 선명한 고선명 TV (HDTV: High Definition Television)에 따라 데이터 처리량이 크게 달라지게 되며, 이에 따르는 수신기 성능의 차이에 의해 SD급 수신기와 HD급 수신기로 구분된다.

디지털 방송은 현재 지상파, 위성, 케이블의 세 가지 매체로 분류되어 실시되고 있거나 실시될 예정이다. 각 매체별로 방송 환경, 신호 전달 특성, 기존 아날로그 방송과의 간섭 문제 등을 면밀히 분석하여 각 나라마다 서로 다른 방식을 채택

하고 있다. 현재 디지털 위성 방송은 대부분의 국가에서 QPSK 기반의 변조 방식을 주로 사용하고 있고, 디지털 케이블 방송은 QAM 기반 변조 방식이 사용될 예정이다. 디지털 지상파 방송의 경우는 8-VSB 기반의 미국 ATSC 방식과 OFDM 기반의 유럽 방식으로 크게 구분되며 각국의 환경 및 상황에 따라 한 가지 방식을 채택하여 사용하고 있다.

이러한 디지털 방송을 수신하기 위해서는 기존 아날로그 방송 수신기와는 다른 새로운 개념의 수신기가 필요하게 된다. 또한, 변조 방식에 따라 각각 다른 수신기가 필요하게 되지만, 본 논문에서는 지상파 및 위성 디지털 방송 수신기 기술 위주로 설명하고, 필요한 경우 케이블 수신기에 대한 추가적인 설명을 하기로 한다.

II. 디지털 방송 수신기의 기능

전송되는 오디오 및 비디오 신호를 복호화하여 시청자에게 보여주는 기본 기능 외에도 디지털 방송 수신기에서 필요로 하는 기능은 매우 다양하다고 할 수 있다. 디지털 방송에서는 기존 아날로그 방송에서 부분적으로 실시되었던 자막 방송 기능, 프로그램 안내 기능, 시청제한 기능 뿐만 아니라 데이터 방송 등 매우 다양한 기능을 쉽게 적용할 수 있는 장점이 있다. 하지만 이러한 장점을 충분히 활용하기 위해서는 수신기의 중앙처리장치(CPU) 속도, 메모리 용량 등이 매우 중요한 변수로 작용한다.

디지털 방송 초기에는 상당기간 동안 아날로그 방송과 디지털 방송이 공존하게 되는데, 이러한 이유로 현 시점의 디지털 방송 수신기는 디지털 방송 뿐만 아니라 아날로그 방송도 수신이 가능하도록 제품화가 되고 있다.

1. 영상 복호화 기능

디지털 방송 수신기는 비디오 신호 처리 능력에 따라 표준화질 TV 수신기와 고선명 TV 수

신기로 나누어 볼 수 있다. 디지털 방송 수신기를 비디오 신호 처리 능력에 따라 나누는 이유는 화면 크기에 따라 MPEG-2 비디오 복호화기의 처리 속도와 복호화를 위해 필요한 메모리 용량과 그 접속 속도에 차이가 발생하기 때문이며, 이때 발생한 차이는 수신기의 구조와 가격을 결정하는 주요 요인으로 작용한다.

2. 자막방송(Closed Caption) 수신 기능

자막방송은 청각 장애인의 TV 시청을 보조하기 위한 수단으로 고안되어 국내에서는 영어 학습 등의 목적으로 활용되기도 하는 데, 이 서비스는 아날로그 TV 방송에서부터 실시되어 왔다. 아날로그 TV(NTSC) 방송의 경우 홀수 및 짝수 필드의 수직귀선소거기간(VBI: vertical blanking interval) 라인 21 구간에 디지털 데이터를 변조하여 실어서 보내주고 있다. 미국의 경우 EIA-608 규격에 의해 홀수 및 짝수 필드에 총 4채널의 자막방송을 실시할 수 있도록 규정해 놓고 있으며, 홀수 필드의 첫째 채널에서는 주로 영어 자막을 보내고 있으며, 나머지 세 개의 채널에서 프랑스어, 스페인어 등의 외국어를 필요에 따라 보내고 있다. 국내의 경우는 짝수 필드에 한글 자막을 전송하는 한글 자막 규격이 별도로 정해져 시행되고 있다.

디지털 자막 방송은 MPEG-2 비디오 규격의 화면 단계(picture level) 사용자 데이터로 디지털 자막을 전송할 수 있게 준비되어 있다. 하지만 MPEG-2 비디오 규격에서는 상세한 자막 방송 규격을 정해 놓지 않고, 미국의 경우 ATSC (Advanced Television Systems Committee) A/53에서 사용자 데이터의 비트스트림 구조를 정하고 EIA-708 규격에서 상세한 자막 서비스 규격을 정해 놓고 있다. 국내 지상파 DTV의 경우, 한국정보통신기술협회에서 “지상파 디지털 TV 방송 송수신 정합 표준”에 규정해 두고 있다.

3. 프로그램 안내 기능

프로그램 안내 기능 또한 아날로그 지상파 방송에서도 부분적으로 실시되고 있다. 미국에서는

EIA-608 규격에 정해져 있으며, 국내에서는 EIA-608 규격을 따르지 않고 NTSC 16번째 라인에 예약녹화신호(프로그램 안내 정보로 활용 가능)를 별도로 전송하는 KBPS(Korean Broadcasting Program System) 규격이 있다.

디지털 방송에서의 프로그램 안내는 DVB(S)(Digital Video Broadcasting) 방식의 경우 SI(Service Information) 규격에 정해져 있으며 ATSC 방식의 경우 PSIP(Program and System Information Protocol) 규격에 정해져 있다.

4. 시청제한 기능

시청제한 기능은 폭력적 장면이나 성행위 장면 등의 방송 내용을 적절한 연령의 시청자만이 볼 수 있도록 하기 위해 고안되었다. 이 기능은 아날로그 방송에서부터 실시되어 왔는데, 미국의 경우 EIA-608 규격에서 정해졌고, FCC에서 강제 의무 조항으로 만들어 놓고 있으므로 미국에 판매되는 디지털 방송 수신기는 이 기능의 구현이 꼭 필요하다. 한국의 경우도 방송위원회에서 최근 방송 콘텐츠의 연령 기준을 정하였으며 각 방송 사업자가 방송 콘텐츠의 시청 가능 범위를 보고 형태로 보내주고 있지만, 수신기에서는 별도의 기능이 필요하지 않은 상황이다.

디지털 방송의 시청제한 기능 규격은 미국의 경우 EIA-766에 정해져 있으며 실제 구현은 PSIP 내의 RRT 및 EIT 내의 작 프로그램(event) 별로 시청제한 내용을 보내주고 있다. 국내에서는 이에 대한 표준이 마련되어 있지 않은 실정이다.

5. 제한 수신 기능

제한 수신 기능은 주로 위성 및 케이블 방송에서 주로 사용되는 방법이며 지상파에서는 별로 사용되지 않았으나, 현재 지상파에서도 이러한 기능을 사용하는 경우가 있다.

이 기능 또한 아날로그 및 디지털에 모두 필요한 기능이며, 아날로그의 경우 Macrovision 규격을 사용하고, 디지털의 경우 MPEG-2 TS 상에서 특정 스트림(주로 오디오 및 비디오)을 압

축화하여 제한 수신에 가능한 시청자만이 시청할 수 있도록 하고 있다.

제한 수신에 되고 있는 경우의 아날로그 TV 출력은 불법적인 녹화를 방지하기 위해 Macrovision 기능을 가져야 한다.

6. 가상 채널

가상 채널 개념은 지상파 디지털 TV 수신기에서 주로 사용하는 개념이다. 위성방송이나 디지털 케이블의 경우도 비슷한 개념을 가지고 있으나, 본 논문에서는 지상파 디지털 방송의 경우에 국한하여 설명하기로 한다.

지상파 방송의 경우, 수신 채널은 2번에서 69번까지 총 68개로 구성되어 있는데, 아날로그 방송에서는 가상 채널에 대한 개념 없이 현재 수신 채널을 그대로 채널 번호로 사용하였다. 디지털 방송의 경우 간섭 등을 고려하여 다른 채널 번호로 방송을 실시하여야 하지만 디지털 방송을 실시하는 기존의 아날로그 지상파 방송 사업자는 아날로그에서 사용하던 채널번호를 시청자들이 그대로 인식해 주기를 바라고 있어 그 요구사항에 따라 가상 채널 개념을 도입하게 되었다.

7. 데이터 방송 및 양방향 서비스

데이터 방송도 이미 아날로그 TV에서부터 사용된 개념으로 AV 데이터 이외에 부가적인 정보를 전송하여 TV의 기본 기능인 AV 수신 기능을 보장하기 위한 것이다. 아날로그 TV에서 AV 신호가 실리지 않는 VBI 동안에 자막이나 프로그램 안내 정보 등을 전송한 것이 데이터 방송의 시작이라고 할 수 있다. 이러한 개념은 TV가 디지털화되면서 보다 다양한 서비스의 제공이 가능하게 되었다. 아날로그에 비해 디지털 방송 신호의 경우 AV 신호의 압축을 통해 보다 많은 데이터를 전송할 수 있고 이를 통해 얻어지는 전송 대역폭의 여유를 다양한 데이터의 전송에 활용할 수 있다. 부가 데이터의 예로는 TCP/IP나 UDP/IP 기반의 인터넷 데이터, MPEG-4 데이터, 메타 데이터 등이 있다.

양방향 서비스는 데이터 방송의 응용 중의 하

나로서 수신기에서 서버로 데이터를 전송하기 위한 리턴 채널을 가진 데이터 방송 서비스이다. 이러한 리턴 채널을 통해 수신기는 웹 서핑(Web surfing) 및 e-mail 서비스 등의 인터넷 서비스를 가능하게 한다. 또한, 현재 사용자들이 TV와 전화기를 동시에 이용해야만 가능한 서비스를 TV 리모컨의 간단한 작동만으로 방송의 통한 상품 구입, 전자결제, 여론조사 참여 등의 서비스를 가능하게 한다.

이러한 부가 데이터 서비스를 구현하는 데 필요한 부가 데이터의 전송을 위해서 MPEG이나 ATSC, DVB 등의 단체에서는 관련 규격을 공표하였으며 국내의 디지털 데이터 방송 규격도 국제 규격을 준수하는 것으로 되어 있다. 관련 규격은 MPEG-2 Systems 규격에 기초한 부가 데이터의 전송, 콘텐츠의 종류 및 수신기에서의 활용 방법, 수신기에서 구현할 기능 및 서비스 종류 등 데이터 방송을 위한 전반적인 내용을 기술하고 있다.

이미 미국, 유럽, 일본 등에서는 표준 규격 혹은 자체 규격으로 여러 가지 부가 데이터 서비스가 실용화되고 있으며 가입자를 늘려가고 있다. 국내에서도 방송사 및 주요 가전 업체들을 중심으로 데이터 방송 잠정 규격을 정하고 이를 기반으로 시험 서비스가 시작된 바 있다.

현재 데이터 방송 규격의 구현을 위해서는 Java VM, HTML parser 등의 구현이 필요하며 이에 따른 수신기의 하드웨어 성능 향상이 요구되어진다. 이러한 하드웨어의 성능 향상은 가격 상승 요인으로 작용하여 수신기에서의 데이터 방송의 조기 도입을 방해하는 요소로 작용하기도 하지만 고급형 수신기를 중심으로 서서히 데이터 방송 기능이 추가되고 있는 추세이다. 이를 위한 소프트웨어의 경우, 국내외의 업체에서 제공하는 미들웨어의 성능이 상당한 수준에 도달해 있으며, 특히 DVB-MHP 기반의 미들웨어는 이미 수신기에 채용되고 있는 추세이다.

8. 기타 부가 기능

DVI(Digital Visual Interface)

1999년 PC 영상 접속 규격으로 DVI 규격이 소개된 이래 TV에도 이러한 DVI 단자가 채택되고 있으며, 최근 PDP나 LCD의 경우 아날로그 영상 입력 단자보다 DVI 단자를 채택하는 경우가 많아지고 있다. 영상 및 음향 신호를 디지털로 전송하게 되면 전송 선로 상의 오류가 발생하지 않기 때문에 화질 및 음질 저하가 없이 출력할 수 있는 장점이 있다.

DVI를 기본으로 하는 규격이 몇 가지 존재하는 데, PC에 접속하기 위한 DVI, DVI에 콘텐츠 보호(contents protection)를 추가한 DVI-HDCP, DTV에 접속하기 위한 EIA/CEA-861, EIA/CEA-861 규격과 HDCP 기능을 추가한 DVI-HDTV, 여기에 오디오 신호 및 리모컨 데이터를 전송하기 위한 HDMI(High Definition Multimedia Interface) 등이 있다. 특히, HDMI는 차세대 고선명 TV와 디지털 방송 수신기 사이에 디지털 접속을 위한 유용한 방법으로 판단되는 규격이다.

IEEE1394

애플 컴퓨터에서 처음으로 사용되기 시작한 Firewire 개념이 발전하여 마련된 IEEE1394 규격은 100Mbps 이상의 고속 직렬 인터페이스 규격이다. 이 규격은 TS 등의 디지털 데이터를 전송할 수 있도록 준비되어 있어 D-VHS나 AV-HDD(오디오/비디오 하드디스크)로의 녹화, 재생 등이 가능하므로 디지털 방송 수신기의 고급 기능으로 인식되고 있다.

하지만 이 기술도 DVI에서와 마찬가지로 영상/음향 데이터를 전송하는 경우 DTCP라고 불리는 콘텐츠 보호 기능의 구현이 추가로 필요하다.

Network

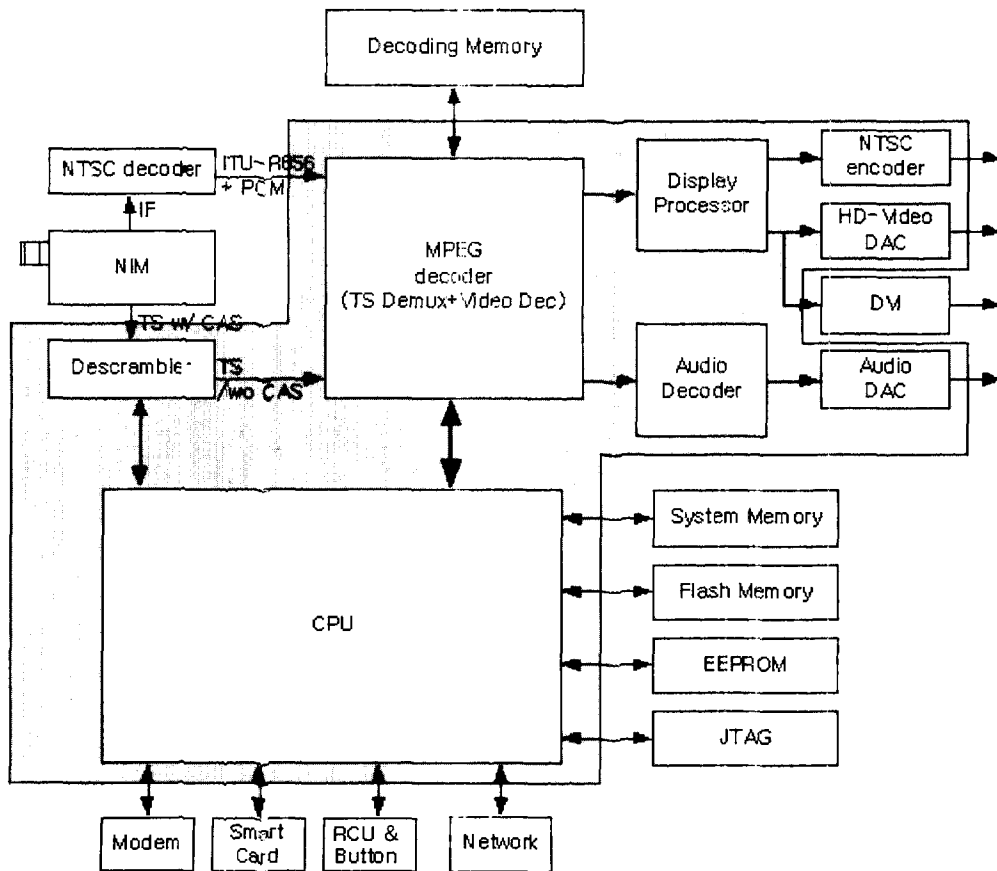
디지털 방송 수신기의 앞으로의 발전 방향은 당연히 네트워크 기능을 추가한 협의의 홈 서버라고 할 수 있다. PC의 부팅 속도가 10초 이상의 꽤 긴 시간이 필요한 데 반해 디지털 방송 수신기는 5초 혹은 그 이내의 시간 만을 필요로 하

며 또한 전원 소비도 20~30 W의 비교적 적은 전원을 소비하므로(실제 네트워크 연결을 위한 전원 소비는 이 보다 작다) 매우 유용한 네트워크 연결 장치로 사용될 것이다.

III. 디지털 방송 수신기의 하드웨어 구조

본 논문의 서론에서 기술하였듯이 디지털 방송 수신기는 매체별로 조금씩 다른 기능을 요구하고 있기 때문에 하드웨어 구조 또한 약간씩 달라지게 된다. 주로 지상파 및 위성의 경우는 거의 비슷한 구조를 가지며, 케이블의 경우 리턴 채널 등의 기능으로 인해 좀더 복잡한 구조를 가지고 있다.

〈그림 1〉에서 지상파/위성 디지털 방송 수신기의 하드웨어 구조를 나타내었다. 방송 신호가 NIM(network interface module)으로 입력 되면 아날로그 TV 수신기의 경우 NTSC 복조기(demodulator)를 통하여 MPEG 디코더에 입력되고 디지털 TV 수신기의 경우 디스크램블러를 거쳐 MPEG 디코더에 입력된다. 디지털 TV 입력의 경우 TS 역다중화, 비디오 복호화 및 오디오 복호화 과정을 거쳐 원하는 영상/음향 신호가 생성되며, 아날로그 TV 입력의 경우는 별도의 복호화 과정이 없고 비디오 데이터는 출력 처리 장치(display processor)에서 출력 영상 해상도에 맞게 변환된다. 케이블 방송 수신기의 경우 NIM 부분은 양방향 신호가 가능하고, VOIP(voice over IP) 등의 기능이 추가될 수 있다.



〈그림 1〉 지상파/위성 디지털 방송 수신기의 하드웨어 구조

〈그림 1〉에서 전체 하드웨어 구조가 다소 복잡하게 구성되어 있지만 최근 SoC(System on a Chip) 추세에 따라 SD급 수신기는 디스크램블러(descrambler), CPU, MPEG 디코더, 오디오 및 비디오 출력 처리부 등의 주요 기능이 하나의 칩으로 구현된 칩을 사용한다. HD급 수신기의 경우 이 주요 기능을 위해 현재 3~4종의 칩을 사용하고 있지만 향후 수년 이내에 SD급 수신기와 유사하게 하나의 칩으로 통합될 전망이다.

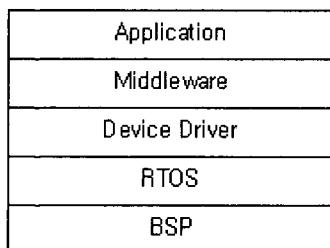
IV. 디지털 방송 수신기의 소프트웨어 구조

아날로그 방송 수신기와 달리 디지털 방송 수신기는 디지털 데이터를 처리해야 하므로 중앙처리장치(CPU)의 역할이 중요시되고 중앙처리장치 상에서 동작하는 소프트웨어의 역할 역시 하드웨어 이상으로 중요하게 부각되고 있다. 최근의 디지털 방송 수신기는 대부분 실시간 OS(RTOS: Real-Time Operating System)를 채용하여 동시 작업(multi-task)을 기본으로 하기 때문에 각각의 작업단위(task) 내의 처리, 다른 작업단위와의 통신 등이 매우 중요한 사항이다.

1. 소프트웨어 구조

디지털 방송 수신기의 소프트웨어 구조는 〈그림 2〉와 같다.

BSP(Board Support Package)는 하드웨어

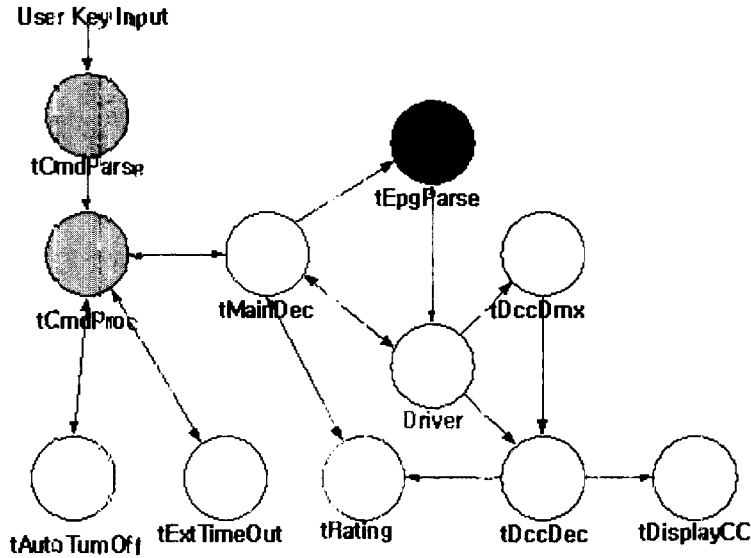


〈그림 2〉 디지털 방송 수신기의 소프트웨어

어, 특히 CPU와 밀접하게 동작하는 부분으로서 CPU와 관련된 하드웨어 초기화, 부트, 인터럽트 등의 기능을 수행하는 부분이다. 하드웨어에 따라 달라지는 BSP를 기반으로 실시간 OS가 동작하게 되며 현재 디지털 방송 수신기에서 주로 사용되고 있는 실시간 OS는 VxWorks, PSOS, VRTX, Linux 등이 있다. 실시간 OS 위에서 동작하는 디바이스 드라이버 및 미들웨어는 응용 프로그램이 동작하도록 지원하는 부분으로서, 디바이스 드라이버는 특정 플랫폼에 매우 의존적인 소프트웨어 프로그램이라 할 수 있고 미들웨어는 하드웨어와는 다소 독립적인 소프트웨어 프로그램이라 할 수 있다. 미들웨어는 주로 DVB-MHP나 ATSC-DASE 등을 구현한 소프트웨어 툴킷(tool kit)이나, IEEE1394의 HAVi 등의 구현을 위해 사용되며, 경우에 따라서는 미들웨어의 사용을 통해 소프트웨어 제작의 부담을 상당 부분 줄일 수 있다. 간단한 수신 기능만을 가지는 수신기에서는 미들웨어를 거의 사용하지 않지만, 데이터 방송 기능이나 IEEE1394 접속 기능을 가지는 다기능 수신기에서는 미들웨어의 사용이 일반적이다. 응용 프로그램은 사용자 프로그램의 최상위에 위치하는 소프트웨어로, 수신기 리모컨이나 전면 버튼을 이용한 사용자의 상호작용(interaction), 디지털 TV 수신 과정 제어 등의 기능을 구현한다.

2. 소프트웨어 동작

디지털 방송 수신기는 실시간 OS를 기반으로 여러 태스크(task)가 동시에 수행되기 때문에 각 태스크(task) 간의 메시지 전송이 매우 중요하며, 이러한 메시지 전송은 서로 동기가 맞아야만 정상적으로 동작할 수 있다. 이런 메시지를 주고 받기 위해서 주로 메시지 큐(message queue)를 사용하고, 메시지 간의 동기 동작을 위해서 세마포어(semaphore)가 필요하게 되는 데, 경우에 따라서는 서로 배타적인(mutually exclusive) 세마포어도 사용할 필요가 있다. 〈그림 3〉에서는 태스크(task) 간의 상호작용을 예를 들어 나타내었다.



〈그림 3〉 태스크(task) 간의 상호작용

V. 앞으로의 발전 방향

참고 문헌

디지털 방송 수신기는 기존의 아날로그 방송 수신기에 비해 모든 데이터를 디지털로 처리하므로 새로운 기능에 있어서의 확장성이 매우 뛰어나다고 할 수 있다. 디지털 방송 수신기는 현재 단순한 시청기능 뿐만 아니라 수신기 내에 하드 디스크를 내장하여 원하는 프로그램을 저장해 놓았다가 사용자가 원하는 시점에 다시 시청하는 PVR 기능, 부가 정보 서비스를 받아볼 수 있는 데이터 방송 수신 등의 향상된 기능을 가진 제품이 출시되고 있다.

또한, 앞으로 출시될 디지털 방송 수신기는 DVI·HDMI나 IEEE1394 등의 인터페이스를 내장하여 하나의 리모컨으로 다수의 기기를 제어하는 동시에, 네트워크 기능이 강화되어 홈 서버로서의 기능을 수행할 것으로 기대된다.

하지만 이러한 고급형의 디지털 방송 수신기를 구현하기 위해서는 매우 다양한 로열티의 부담이 있다는 점 또한 미리 고려해야 할 부분이다.

- [1] ISO/IEC 13818-1, "Information technology-Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information : Systems," Feb., 1998.
- [2] ISO/IEC 13818-2, "Information technology-Generic Coding of Moving Pictures and Associated Audio Information : Video," April, 1996.
- [3] ATSC Standard A/53 Revision B, "ATSC Digital Television Standard," Aug., 2001.
- [4] EIA/CEA-608-B, "Line 21 Data Services," Oct., 2000.
- [5] 한국정보통신기술협회, "텔레비전 자막방송 잠정표준," Dec., 1997.
- [6] EIA-708-B, "Digital Television (DTV) Closed Captioning," Dec., 1999.
- [7] 한국정보통신기술협회, "텔레비전 예약녹화 신호에 관한 송신 표준," April, 1999.

[8] EIA-766, "U.S. Region Rating Table (RRT) and Content Advisory Descriptor for Transport of Content Advisory

Information Using ATSC A/65 Program and System Information Protocol (PSIP)," Sep., 1998.

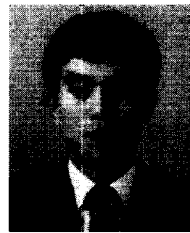
저자 소개



張炫植

1991년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(학사), 1993년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사), 1993년 2월~2000년 10월 : 한국전자통신연구원 선임연구원 2000년 10월~현재 : (주)

디지털스트림테크놀로지 부설연구소 책임연구원, <주관심 분야 : 디지털 TV 방송, 영상신호처리 및 압축>



鄭周洪

1984년 2월 고려대학교 전자공학과 졸업(학사), 1986년 2월 한국과학기술원 졸업(석사), 1986년 2월~2000년 6월 : 한국전자통신연구원 책임연구원, 2000년 6월~현재 : (주)디지털스트림테크놀로지 부설연구소 소장, <주관심 분야 : 디지털 방송기술, 디지털 영상통신기술>

크놀로지 부설연구소 소장, <주관심 분야 : 디지털 방송기술, 디지털 영상통신기술>



金容奭

1991년 2월 경북대학교 전자공학과 졸업(학사), 1994년 2월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(석사), 1997년 8월 경북대학교 대학원 전자공학과 졸업(박사), 1998년 9월~2000년 12월 : 한국

전자통신연구원 선임연구원 2001년 1월~현재 : (주) 디지털스트림테크놀로지 부설연구소 책임연구원, <주관심 분야 : 디지털 방송, MPEG-4, 컴퓨터 비전>