

DTV Set 개발에 관한 연구

Study of DTV Set

Korea Electronics Technology Institute (KETI)

송재종*, 이석필, 임태범, 김운상
(Chai-Jong Song, Sek-Phil Lee, Tae-Bum Lim, Yun-Sang Kim)

Abstract : 본 논문의 목표는 지상파 디지털 방송 과 데이터 방송 그리고 아날로그 방송을 수신할 수 있는 DTV Set 를 구현하고 일체형 디지털 방송 수신기에서 아날로그 방송과 영상을 입력 받았을 때 화질저하의 원인이 되는 De-interlace 알고리즘과 3-D Noise 를 적절하게 제거할 수 있는 알고리즘에 관한 연구가 목표이다. 또한, 디지털 방송의 수신된 컨 텐츠를 다른 저장매체로 불법적으로 복사, 재생을 막기 위한 디지털 컨 텐츠 복사를 방지할 수 있는 알고리즘에 관한 연구이다. 현재, 우리나라에서는 기존의 아날로그 방송과 고품질 디지털 방송 서비스를 위한 디지털 방송이 시험적으로 실시되고 있는 상황이다. 이러한 환경하에서 디지털 방송 수신만을 위한 수신기는 아직 시기상조이며, 아날로그 방송과 디지털 방송을 동시에 수신할 수 있는 일체형 수신기가 필요하다. 일체형 수신기에서 가장 문제가 되는 부분이 아날로그 방송을 수신하여 디지털 영상으로 인코딩한 후 화면에 뿌려줄때 Even Field 와 Odd Field 를 분리하여 뿌려주기 때문에 많은 영상의 열화가 발생하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 많은 방법들이 연구되고 있는 실정이다. 본 연구에서 사용된 시스템을 간략하게 소개하면 디지털 방송 수신을 위한 SoC 로는 Zoran 의 G9 Ellete 채택하였고 아날로그 영상의 Decoder 로는 AMI 의 ADV7401 을 선택하였다. 이에 대한 Operating System 는 Real -Time OS 인 Thread-X 를 선택하였다.

Keywords: Digital TV, De-Interlace Algorithm, 3-D Noise Reduction, RTOS, MPEG System SOC

I. 서론

현재 우리나라에서는 각 방송사에서 디지털 방송을 많은 시간은 아니지만 시험적으로 실시하고 있다. 디지털 방송의 전송방식은 고품질 영상을 전송 할 수 있는 ATSC 로 확정되었고, 이에 따라 각 방송사에서는 디지털 방송에 대한 투자가 본격화 되고 있고, 디지털 방송 수신기를 개발하고 있는 기업체에서도 디지털 방송 수신기 개발에 박차를 가하고 있다. 이와 더불어 2010 년까지 아날로그 방송이 실행되기 때문에 디지털 방송과 아날로그 방송을 동시에 수신 할 수 있는 TV Set 가 요구되고 있다. 디지털 방송은 기존의 아날로그 방송에 비해 많은 이점이 있다. A/V 압축기술을 이용하여 많은 프로그램을 한정된 전파를 통해 보낼 수 있기 때문에 주파수 자원의 효율성을 극대화 할 수 있을 뿐만 아니라, 아날로그 TV 보다 4~5 배정도의 고품질영상과 3 차원의 입체음향을 즐길 수 있다. 양방향 방송을 통한 데이터방송서비스가 실시되면 지금까지와는 전혀 다른 방송 서비스를 비롯하여, T-Commerce, T-Education, T-Poll 등 다양한 서비스를 즐길 수 있을 것이다. 이러한 많은 이점을 가진 디지털 방송에 대한 방송 업계의 분위기와 함께 사용자들의 관심도 점차 높아져 가고 있는 상황 이다. 현재 디지털 방송 수신기는 크게 두 가지 형태로 개발 되고 있는 상황이다. 먼저, 디지털 방송 수신기의 주류를 이루고 있는 분리형과 디지털 TV 에 내장된 일체형으로 개발 되고 있다. 본 논문에서는 디지털 방송 수신기와 아날로그 방송을 수신 할 수 있는 LCD 디지털 TV Set 를 개발 하였다.

II. Digital/Analog TV System

현재 개발되고 있는 일체형 DTV 는 기본적으로 디

지탈방송 만을 수신할 수 있다. 이는 디지털 방송과 아날로그 방송을 동시에 즐길 수 없다는 문제가 있다. 따라서 본 논문에서는 디지털 방송 수신과 아날로그 방송 수신 기능을 포함하는 LCD DTV 단말기를 개발 하였다. 본 논문에서 개발한 일체형 단말기의 기본 개념은 공중파를 통해 들어오는 디지털 방송 신호를 NIM(Network Interface Module)에서 Demodulation시켜 Back-end 로 TS(Transfort Stream)을 보내고 , Back-end 는 수신된 TS 를 Element PES 로 파싱하여 각 Element Decoder 로 보낸다. 다음 그림은 디지털 방송 수신 기의 간략한 흐름도이다. 지상파를 통해 들어오는 전파를 Tuner 을 통해 원하는 채널을 선택하고 Demodulator 에서 RF 신호를 제거한 TS 신호를 DeMultiplexer 로 보낸다. DeMultiplexer 는 TS 에서 각각의 PES 를 분리하여 각각의 Decoder 로 보내게 된다. 아날로그 방송은 아날로그 튜너를 NTSC Demodulator 를 통해 인코딩 된 CVBS 신호를 아날로그 비디오 디코더로 보내게 되고, BT601 형식으로 디코딩 된 다음 Scaler 로 보내진다. 외부입력은 CVBS, YPbPr, RGB 형태로 입력 받아 아날로그 비디오 디코더로 보내진다.

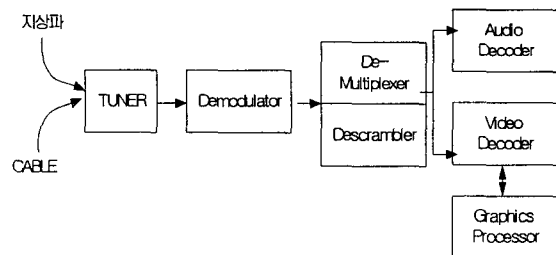


그림 1. 디지털 방송 수신기 기본 개념도

III. Developed DTV System

개발한 디지털 방송 TV Set 시스템의 구성은 디지털 방송을 수신하는 기능부와 아날로그 방송을 수신하는 기능부 그리고 외부입력을 받는 기능부분으로 나눌 수 있다. 먼저 시스템의 전체적인 부분을 설명하고, 아날로그 신호를 처리하는 과정에 대한 자세한 설명을 하겠다.

3.1 Design DTV System

아날로그/디지털 방송 수신기의 주요 구성은 다음과 같이 크게 5 블록으로 나눌 수 있다.

- ◆ Analog Video Capture
- ◆ Video Data Part
- ◆ Audio Data Part
- ◆ HDMI Data Interface
- ◆ LVDS Data Interface
- ◆ NI M Module Interface

디지털/아날로그 방송 수신기의 interface 는 디지털 방송과 아날로그 방송을 동시에 수신 할 수 있는 디지털 튜너와 아날로그 튜너가 존재하여 디지털과 아날로그 방송간의 PIP 가 가능하고, 디지털 영상을 입력 받기 위한 HDMI 입력 포트가 존재한다. 그 외에 Component, Composite, S-Video, Left/Right Audio, PC Audio, VGA 입력이 존재한다. 주요 기능은 Analog Video Capture, Audio DSP, Video Display, HDMI Interface 로 구성된다.

각각의 Block 에 대하여 간단하게 살펴본다.

가) Analog Video Capture

Analog Video Capture 는 ATSC Tuner 와 NTSC Tuner 로부터 Transport data 를 전송 받아 Cascade-2 demodulator 로 보내진 다음 G-9 Elite 의 Video Decoder 와 High Definition Video Capture 로 전송된다.

나) Video Data Part

Video Data 는 Video Decoder 를 거쳐 G-9 Elite 에서 데이터 처리를 위해 64-bit DDR SDRAM 인터페이스를 가진다. 디지털 전송 데이터와 CCIR656 디지털 비디오의 입력을 받는다. 비디오 출력으로는 NTSC/PAL, YPbPr, RGB 의 형태로 출력된다.

다) Audio Data Part

Audio 입력은 Analog Audio 4 Port 를 받아서 Mux 를 거쳐 Audio A/D 에서 디지털로 변환하여 I2S 형식으로 G-9 Elite 의 Audio Processor Unit 로 전송된다. 입력된 Audio Data 는 Audio Capture 를 통해 내부 DRAM 에 저장되고, Audio Playback 을 통하여 3x2 로 Mix 를 하게 된다. Mix 된 Data 는 Cross-Fading 이 되고 IEC958 과 I2S 를 통하여 Linear PCM 형식으로 출력된다. Digital Audio 는 Transport Unit 을 통하여 TRP Demux 에서 추출하게 되고, 추출된 Data 는 Audio DSP 로 전달 되게 된다.

다. Audio DSP 는 MPEG-1, AAC, AC3 를 지원하고 있으며 입력된 Data 에 따라 선택이 가능하다. ATSC 표준에서는 AC3 를 기본으로 사용하게 된다. ADSP 는 입력받은 Data 를 Digital Audio 출력을 위하여 APU 로 보내고, Analog Audio 를 위하여 2ch stereo 로 Down Mix 를 하여 APU 로 보낸다.

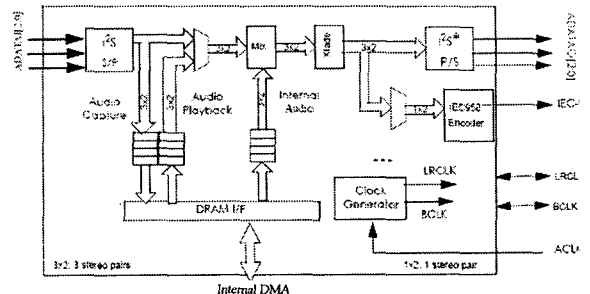


그림 2. Audio Processor Unit 블록도

라) HDMI Data Interface

HDMI Interface 는 Video 와 Audio 를 디지털 형식으로 전송 받게 된다. 입력된 디지털 데이터는 Si9011 HDMI Sink 에서 Video 와 Audio 를 분리하여, Video 는 ADV7401 로 RGB 형식으로 전송하고, Audio 는 I2S 형식으로 G-9 Elite 로 전송하게 된다.

마) LVDS Data Interface

디코딩된 영상은 LVDS Transmitter 인 DS90C387R 으로 전송된다. LVDS Transmitter 는 LDI 형식으로 변환하여 LCD Panel 로 전송된다.

바) NIM Module

NIM Module 은 여러 가지 모듈레이션 방식 중에서 우리나라의 지상파 규격인 8VSB 와 케이블 규격인 QAM 을 동시에 지원한다. 이 두 가지 방식을 지원하는 ST 사의 ATSC/NTSC 을 지원하는 DTT7611 튜너와 Oren 사의 CAS-2 디모듈레이터를 선정하였다. Front-end 와 Back-end 간의 인터페이스는 40 핀 커넥터에 맞추어 제작하였다. 또 선정된 디모듈레이터를 기동하기 위해서는 마이크로 코드를 다운로드 해 주어야 하는데, 그 방식 중에서 가장 속도가 빠른 SPI ROM 을 이용하는 방법을 사용하여 기동 시간과 모드 전환 시의 소요 시간을 최소화 하였다. 아래그림은 NIM Module 의 블록도이다. 본 논문에서 개발한 NIM Module 은 지상파와 케이블을 동시에 지원하도록 설계하는 것이 목표이기 때문에 디모듈레이터는 지상파 표준인 ATSC 의 8VSB 와 케이블 표준인 OpenCable 의 ITU-T J.83 Annex B 를 동시에 지원하는 Oren 사의 CAS-2 로 선택하였다.

3.2 Analog Video Decoder Funcion

아날로그 비디오를 받는 ADV7401 디코더는 Composite 신호로 10bit ADC 를 거쳐 아날로그 비디오를 디지털로 변환하게 된다. 디지털로 변환된 데이터는 8-bit ITU-R BT.656 4:2:2 YCbCr 의 형식으로 디코딩 되어

SDP에 의해 16-bit 4:2:2 YCbCr의 480i, 480P로 출력되게 된다. Component 신호는 480i, 480P, 525i, 720P, 1080i를 입력받아 Component Video Processing를 거친후 G-9 Elite로 각각의 해상도에 맞게 보내게 된다. 디지털 비디오는 바이패스 시킨다.

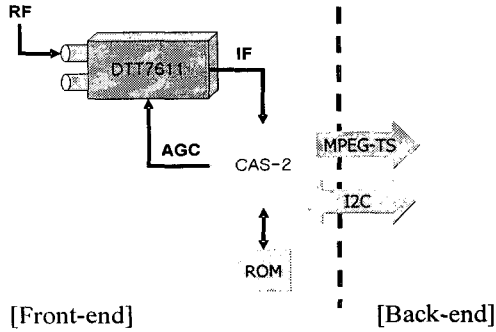


그림 3. NIM Module 구성도

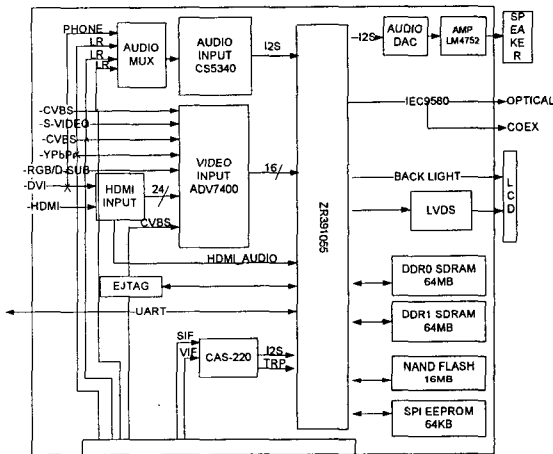


그림 4. 개발된 DTV 블록도

ADV7401에서 Composite 신호를 처리할 경우 2-D Comb Filter를 사용하기 때문에 Luminance 신호와 Chrominance 신호를 완벽하게 분리하지 못한다. 이렇게 생기는 Cross Color 현상은 3-D Comb filter를 사용하여 제거할 수 있다. 또한, 입력신호가 Interlaced 입력일 경우 Progressive Scan과 달리 2개의 Field로 나누어 화면을 출력하기 때문에 화면 출력시 Cross color와 Jeggging과 같은 여러가지 현상이 발생하게 된다.

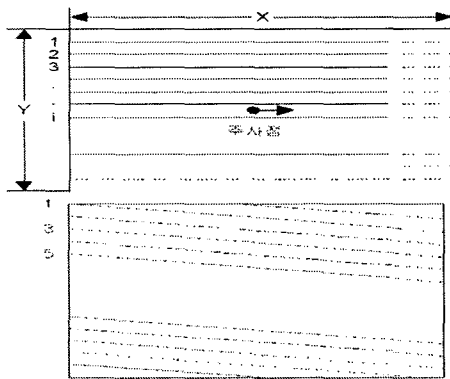


그림 5. Interlace Scan VS. Progressive Scan

이러한 Cross Color와 Jeggging 현상을 제거하기 위해 Y 성분과 C 성분을 완벽하게 분리할 수 있는 3-D Comb Filter와 향상된 De-Interlace Algorithm이 필요하다. 본 논문에서는 보다 향상된 De-interlacing Algorithm을 구현한 DSP Chip set를 이용하여 영상의 질을 향상시켰다. 다음은 De-Interlace Algorithm과 Format Conversion을 동시에 지원하는 DSP 블록도이다. Color Component당 10bit precision을 가지는 Interlaced 혹은 Progressive Scan 입력 중 선택이 가능하고, 10bit precision을 가지는 progressive scan 출력을 지원한다.

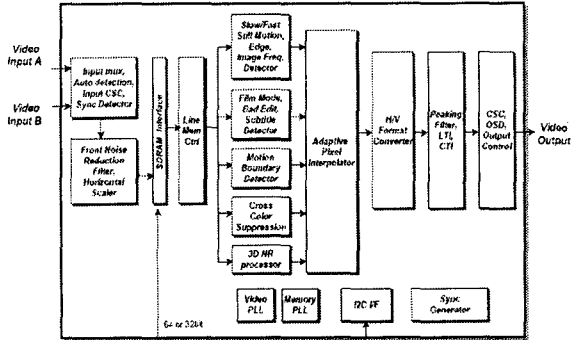


그림 6. Deinterlace DSP 블록도

Interlace Scan은 Progressive Scan과 달리 Odd Field와 Even Field로 구분하여 Scan한 후 하나의 프레임이 만들어진다. 그렇기 때문에 연속되는 장면이나 빠른 장면에서는 영상의 화질이 나빠지게 된다. 이러한 원인은 De-interlace 알고리즘이 충분히 제 기능을 발휘하지 못하기 때문에 일어나는 현상이다. 향상된 De-Interlace 알고리즘을 사용함으로써 화질열화 현상을 막을 수 있다. 본 논문에 개발한 디지털 방송 수신기의 운영체제로는 RealTime OS인 Thread-X를 사용하고 Zoran사에서 제공하는 API를 사용하여 UI 기능을 구현하였다.

IV. 결론

본 논문에서 디지털 방송수신과 아날로그 방송수신 서비스를 지원하기 위한 개방형 시스템 구조를 설계하고 디지털 TV와 아날로그 TV를 통합한 시스템을 개발하였다. 디지털 방송은 현재 시행중인 시험방송을 지상파 통해 테스트하였으며, 아날로그 방송과 외부입력 기능은 지상파 방송과 각각의 장비를 이용하여 테스트하였다. 또한, 돌비인증을 통한 AC-3의 호환과 HDMI 인증을 통한 디지털 영상의 입력 테스트를 하였다. 디지털 복사 방지를 위한 HDC가 요구하는 모든 테스트를 실시하였다. 다음은 개발된 시스템의 결과물이다.

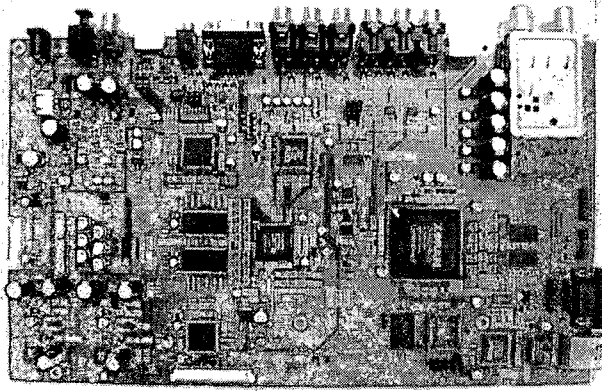


그림 7. 결과물

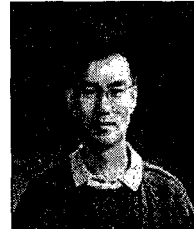
참 고 문 헌

- [1] Atul Puri, Tsuhan Chen, Multimedia Systems, Standards, and Networks, Marcel Dekker, Inc.
- [2] 성원호, 임베디드 시스템 펌웨어 분석, 에이콘 출판(주)
- [3] ZR391055SH Datasheet, Zoran Inc.
- [4] MIPS User's Guide, MIPS Limited
- [5] Thread-X User's Guide
- [6] 유시룡, MPEG System, Brain Book.
- [7] Jerry C, Whiteker, DTV HandBook, 가남사



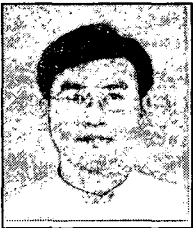
송재중

2000년 원광대학교 전자공학부 졸업.
2002년 광운대학교 대학원 전자공학 석사 졸업. 2006년 - 현재 전자부품연구원 재직, 관심분야 : 디지털TV 솔루션, Embedded System, IPTV, DSP



임태범

1995년 서강대학교 물리학과 졸업.
1997년 서강대학교 대학원 전자계산학과 졸업. 1997년-2002년 : 대우전자 영상기술 연구소. 2002년 - 현재 : 전자부품연구원 재직. 관심분야 : Digital 방송, Digital 데이터 방송, 맞춤형 방송, IPTV, IP Streaming



김윤상

1991년 중앙대학교 전자공학부 졸업.
1997년 프랑스 INSA de Lyon 전산.생산공학과 졸업(석사)
2001년 프랑스 INSA de Lyon 전기.전자공학과 졸업(공학박사)
1991년-1995년 : 삼성전자 영상사업부
2001년-2005년 : 삼성전자 DM 연구소, 2006년-현재: 전자부품연구원 재직, 관심분야 : 디지털방송, DRM, Copy Protection, 3D Image Processing, Computational Geometry, IPTV



이석필

1990년 연세대학교 전기공학과 졸업,
1992년 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업
1997 연세대학교 대학원 전기공학과 졸업(공학박사), 1997- 2002: 대우전자 영상연구소 팀장 2002 - 현재 : 전자부품연구원 디지털미디어연구센터 센터장 , 주관심 분야 : 디지털 방송, 디지털 TV, 개인맞춤형 방송, 양방향 멀티미디어 서비스, DRM