

논문 2011-06-09

임베디드용 멀티모드 방송 수신 모듈 및 역다중화기 설계 및 구현

(An Implementation of The Embedded-Based Multi Mode Receiver Module & Demuxer)

권기원*, 김성준, 박세호, 박용석, 홍석건

(KiWon Kwon, SeongJun Kim, Seho Park, YoungSuk Park, SukGun Hong)

Abstract : In this paper, Multi Mode Receiver Module is designed in one H/W module for Multi-mode Digital Broadcasting. Multi mode means Digital TV, Mobile TV and Digital Radio on the Broadcasting, and T-DMB, DAB(+), ISDB-T and DVB-T standard. Our Module can receive various broadcasting signal such as ISDB-T, DVB-T and DAB. The Multi mode Receiver Module & demuxer was implemented using the one SoC Chip has good performances to receive the multi mode signals as well as standard interface such as SPI, to connect the main CPU Unit.

Keywords : Mobile TV, ISDB-T, T-DMB, DVB-T, DAB(+)

I. 서론

21세기에 들어서면서, 지난 수세기 동안 일상 생활에 자리잡아왔던 아날로그 시대에서 본격적인 디지털 시대로 접어들게 되었고, 전 세계는 지금 아날로그 방송에서 디지털 방송으로 전환되는 변환기적인 시점을 맞이하고 있다. 현재 디지털 TV, 모바일TV, 디지털라디오의 영역에서 디지털화가 급속하게 진행되고 있는 실정이며, 대륙별 국가별 환경에 따라, 매체별 디지털 방송 표준을 개발하고 선정하여 실험 또는 본방송을 수행하고 있다.

전 세계적으로 대표적인 디지털 방송 관련 방식은 크게 디지털TV와 모바일 방송, 그리고 디지털라디오로 나뉘지며, 디지털TV의 대표적인 표준은 유럽의 DVB-T(Digital Video Broadcasting-Terrestrial)방식과 미국의 ATSC(Advanced Television System Committee)방식이 대표적이다, 모바일방송인 경우 우리나라의 지상파 DMB(T-Digital Multimedia Broadcasting)와 유럽의

DVB-H (Digital Video Broadcasting-Handheld), 미국의 MediaFLO, ATSC-M/H, 일본의 ISDB-T (Integrated Services Digital Broadcast-Terrestrial), 중국 독자 표준인 CMMB (China Mobile Multimedia Broadcasting) 등이 존재하고 있으며, 디지털 라디오 기술은 유럽의 DAB(Digital Audio Broadcasting)과 미국의 HDRadio 등이 국제 표준이 공존하고 있다 [1][2].

본 논문에서는 디지털TV방식에 DVB-T와 모바일 방송 표준인 T-DMB, ISDB-T 그리고 디지털라디오 표준인 DAB, DAB+ 방송 표준을 지원하는 멀티 수신 모듈 및 역다중화기를 설계하고 구현하였으며 구현된 수신모듈은 윈도우CE용 임베디드 멀티모드 수신기단말기에 장착되어 동작함을 확인하였다.

II. 개요

1. DVB-T

DVB-T는 디지털 지상파 TV를 위한 방송 전송 표준으로서 압축된 디지털 오디오와 비디오, 기타 데이터를 MPEG 전송 스트림에 담아 concatenated channel coding을 이용한 Coded OFDM 모듈레이션을 사용하여 전송하는 표준이다 [4].

* 교신저자(Corresponding Author)

논문접수 : 2011. 01. 26., 수정일: 2011. 02. 23.,

채택확정 : 2011. 03. 03.

권기원, 김성준, 박세호, 박용석 : 전자부품연구원

홍석건 : (주)CS 미래기술연구소

1990년도 중반 개발된 DVB-T는 지붕 위 안테나를 사용하여 휴대 및 고정 수신기 가능하도록 개발되었으며, 수신기 개발 가격을 크게 염두에 두고 설계되었기 때문에, 수신기의 단가를 낮추기 위해서 이동수신에 용이한 Time Interleaving을 사용하지 않고, DVB-S(Satellite)에서 사용하는 오류정정 방식을 채택하였다. ACTS-MOTIVATE (1998-99), MCP (2000-2001), CONFLUENT (2002-2003) 등과 같이 EU가 지원하는 여러 과제를 통해 DVB-T는 이동 휴대 수신을 위해 검토되었으며, 이동중에 수신기 가능하다.

2. T-DMB

지상파 DMB (Terrestrial - Digital Multimedia Broadcasting)란, 이동 중에 시청할 수 있는 디지털 영상, 또는 오디오 방송 기술과 그 기술을 이용한 방송 서비스를 의미하며, 이는 유럽 표준인 Eureka-147 DAB 표준을 기반으로 하지만, 오디오와 텍스트 위주의 데이터 방송 서비스의 한계를 극복하기 위해, 오디오 서비스를 위한 규격으로 MUSICAM, 비디오 서비스 규격으로 MPEG-4 AVC/BSAC/MPEG-2 TS, 데이터 서비스 규격으로 PAD, NPAD, MOT, IP, Video Data 등을 추가, 강화한 표준이다. 비디오 규격은 H.264를 채택하고 있으며, 오디오 규격은 ISO/IEC 14496-3 ER-BSAC, 대화형 데이터 규격은 ISO/IEC 14496-1에서 정의하는 규격을 사용하고 있다. 또한 7인치급 LCD 표시장치에서 VCD급 화질을 제공할 수 있어야 하며, 오디오는 최대 48kHz 표본화된 스테레오 음성, 음향을 CD 수준으로, 혹은 아날로그 FM보다 우수한 음질로 제공할 수 있어야 한다.

3. ISDB-T

ISDB-T 표준은 일본 디지털방송 표준으로서, 1985년부터 화상, 음성 및 텍스트 등, 다양한 종류의 데이터를 포함하여 모든 종류의 신호를 하나의 전송 채널로 통합하는 ISDB (Integrated Services Digital Broadcasting) 개발을 시작하였다. 1993년 일본에서 NHK 등 방송사 중심으로 자체 개발된 ISDB-T를 지상파 디지털 방송 표준으로 채택하고, 국제적으로는 1999년 ITU-R 회의에서 승인받은 표준이다. ISDB-T는 DVB-T와 같이 OFDM에 기초하여 전송 대역을 열 세 개의 세그먼트로 나누어 적용하는 BSTOFDM 방식을 적용하였으며, 이 중 하나의 세그먼트를 모바일 수신용으로 이용하여, 원

세그(1Seg)라는 명칭으로 불리기도 한다.

4. DAB(+)

DAB 시스템은 Eureka-147 방식으로서 ITU-R의 여러 개의 권고안 가운데 Digital System A라 불리고 있으며 초단파/극초단파 지상파 및 위성 디지털 음성 방송으로 차량용, 휴대용, 고정 수신용으로 권고하고 있다. Eureka-147 DAB는 약 2MHz의 대역폭을 사용하며, 다수의 CD 음질 오디오 서비스가 가능하도록 MPEG Audio Layer II에 기반한 고품질 오디오 압축 기술을 사용한다. 하지만, DAB 시스템은 1980년도에 설계되었으므로 시대가 흐르면서 비효율적인 대역폭 활용으로 인한 문제점이 발생하기 시작했다.

이를 보완하기 위해 DAB 시스템의 기본 구조는 유지하면서 오디오 압축 기술을 MPEG-4 HE-AAC(High Efficiency Advanced Audio Coding v2 Profile - aacPlus v2로도 알려짐)로 변환해 사용하게 된 것이 DAB+이다. 여기에 오디오 압축 기술이 MPEG Audio Layer II에서 보다 고압축 기술인 aacPlus v2로 바뀌면서 발생하는 전송 시의 데이터 손실을 줄이기 위해 추가적인 에러 제어 방식을 사용하는데, Reed Solomon 코딩(RS-Coding), Virtual Interleaving이 이에 적용되었다. 그러나 새로운 오디오 코딩기술이 새로 적용되었을지라도 기존의 DAB 시스템과의 호환성을 유지하도록 설계되어 있다 [3].

III. 구현

1. 모듈 구조

멀티모드 방송수신 모듈의 구조는 본 논문에서 타겟팅 한 DVB-T, T-DMB, ISDB-T, DAB(+) 신호를 수신할 수 있는 멀티모드 RF, Baseband 원칩을 기반으로 임베디드 단말의 메인 CPU와 인터페이스 가능한 인터페이스 블록, 그리고 각 매체별 RF신호 대역을 필터링하는 필터 블록의 구조로 설계되었다. 아래 그림 1은 구현된 모듈의 구조도를 나타낸다.

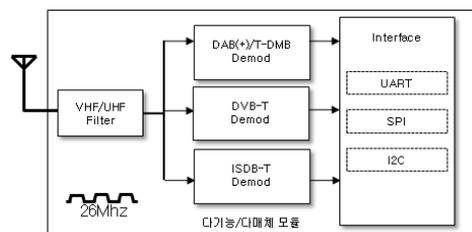


그림 1. 멀티모드 방송수신 모듈 구조
Fig. 1. Multi mode module architecture

그림 3. 검증 H/W
Fig. 3. Test board

2. 윈도우 CE기반 H/W 모듈 설계

멀티모드 신호를 수신가능하기 위한 H/W 모듈은 여러 모드의 RF 신호를 각각 수신하고, 원하는 RF대역으로 필터링해주는 필터, 그리고 각 방송모드에 따라 디지털화 시키는 디모듈레이터 칩셋을 반드시 사용하여야 한다. 본 논문에서는 각각의 모드가 모두 수신 가능한 원칩으로 삼성LSI의 멀티모드 칩셋을 사용하였다. 또한 외부 인터페이스를 위해서 60핀 커넥터를 사용하였으며 인터페이스 방식으로는 SPI, UART, I2C 등을 지원한다. 대부분 수신된 방송 데이터의 인터페이스는 SPI로서 현재 대부분의 수신단말에서 사용하는 메인 CPU에는 SPI인터페이스를 지원한다. 아래 그림 2는 구현된 멀티모드 방송수신 모듈을 나타내고 있으며 수신 성능 향상을 위해서 캔을 장착하여 외부로부터의 잡음영향을 최소화 하였다.



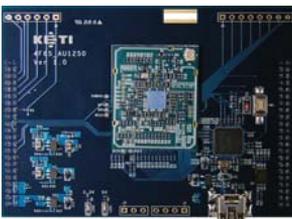
그림 2. 멀티모드 방송수신 모듈
Fig. 2. Multi function/ media module

구현된 모듈의 전체 사이즈는 가로 세로 2.3* 3 Cm로 구현되었다.

3. 테스트용 H/W 및 S/W 설계

본 논문 중에서 구현된 모듈을 검증하기 위한 테스트 보드는 그림 3과 같다.

구현된 테스트 보드는 우선 모듈을 장착할 수 있는 인터페이스 커넥터부분과 외부 CPU나 시스템에 연결 가능한 SPI, UART, I2C 등의 테스트 핀들이 인터페이스 핀으로 설계되어 있어 바로 CPU보드에 장착을 하게 되면 별도의 H/W 연결선 없이 바로 검증 가능한 구조로 설계되어져 있다.



물론 CPU보드도 인터페이스 연결핀들에 대한 규격 지원이 가능해야 한다. 보다 효율적인 검증을 위해 윈도우CE가 포팅 된 CPU 보드와 인터페이스 구조를 설계함으로 임베디드 윈도우CE OS상에서 검증을 수행할 수 있도록 설계되어있다. 또한 USB 인터페이스 부분을 설계해 됨으로서 수신단말과 USB 인터페이스를 통해서 검증이 수행될 수 있도록 구현하였다. 아래 그림4는 테스트 보드와 모듈의 인터페이스 세부 신호를 보여주고 있다.

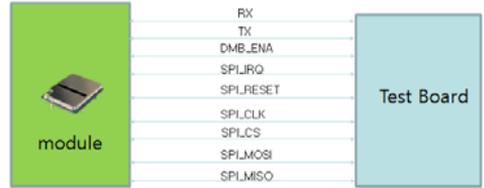


그림 4. 테스트보드 인터페이스
Fig. 4. Test board interface

구현된 테스트 보드상에서 모듈을 검증하기 위한 S/W 는 그림5와 같다. 구현된 S/W는 윈도우CE 5.0 기반에서 구현되었으며 표준C언어를 사용하여 다양한 메인CPU와 OS에 포팅 가능하도록 설계되었다. 또한 각 모드별로 방송수신여부를 검증할 수 있도록 구현되었다.



그림 5. 테스트S/W
Fig. 5. Test S/W

통합 모드에서 멀티모드 수신 모듈의 동작 검증을 위해 통합 역다중화기(Demux)도 설계되어졌다.[5] 역다중화기는 입력된 MPEG-TS 신호를 분석하여 각 데이터 형태별로 분류시키는 작업을 의미하며, 각 표준별로 이 역다중화의 과정이 동일하지 않으며, 통합모드의 비디오/오디오/데이터 재생

을 위해서는 필수적으로 역다중화 과정을 거쳐야 한다. 구현된 멀티모드 역다중화기는 단일모드의 역다중화를 단순 통합한 결과물이 아니라, 공통으로 사용하는 부분에 대해서는 통합을 하고 상이한 부분에 대해서는 별도의 처리 방식을 적용함으로써 자원의 효율화를 할 수 있도록 구현되어졌다.

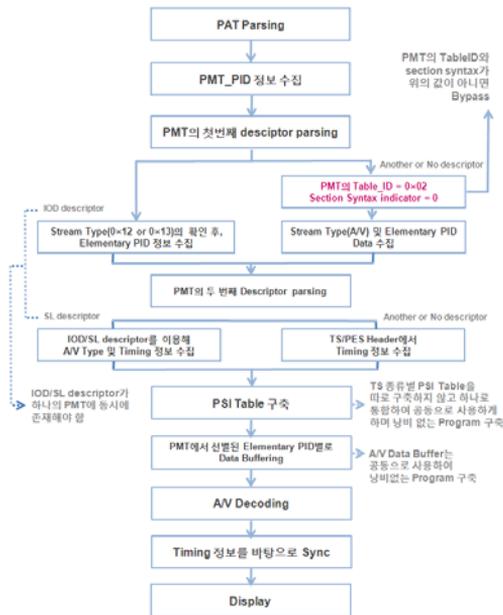


그림 6. 통합 역다중화기 흐름도
Fig. 6. A Flowchart for multi demux

그림6은 각 TS의 역다중화 과정 중에 알 수 있는 공통점과 차이점을 바탕에 둔 통합 역다중화기의 설계를 나타낸 것이다. 각 TS의 역다중화 과정의 차이점을 염두에 두고 설계된 TS의 종류 구별 방법은 아래와 같다.

먼저 PMT의 Table_id값과 section_syntax_indicator 값이 0x02와 0인지 아닌지를 판단하여 입력되는 TS가 ISDB-T용인지 아닌지를 판단한다. 값이 맞으면 ISDB-T TS임을 확인하고 TS의 A/V stream type과 Elementary PID를 선별하는 작업을 수행하면 된다. 그다음, T-DMB와 DVB-T를 구별하기 위해 descriptor의 유무와 종류를 가지고 판단하게 된다. T-DMB용 descriptor가 있을 경우, 입력되는 TS가 T-DMB용 TS 스트림인지를 확인할 수 있으며, descriptor가 없는 경우는, DVB-T로 판단하여 다음과정을 수행하면 된다. DVB-T에서는 MPEG-1/MPEG-2 컨테츠를 사용하여 서비스

를 하기 때문에 DVB-T용 TS에는 MPEG-1/MPEG-2 컨테츠가 저장되어 있음을 나타내는 '0x01(MPEG-1 비디오)', '0x02(MPEG-2 비디오)', '0x03(MPEG-1 오디오)', '0x04(MPEG-2 오디오)' 값 등이 저장되어야만 한다. 위에 제시한 차이점으로 ISDB-T, DVB-T용 TS와 T-DMB용 TS를 구분할 수 있도록 설계되었다.

통합 역다중화기의 효율성을 위해 PSI 정보를 정리하는 과정인 테이블링(Tabling)을 각각의 방송 모드별로 구현하지 않고 하나로 통합(1개의 PSI 테이블 생성)하여 구현하여 임베디드 시스템의 자원 낭비를 적게 하는 설계를 이룰 수 있다. 또한 TS에 저장된 프로그램의 구성 요소는 비디오/오디오/Private 데이터로 구성될 수밖에 없는데 통합 역다중화기를 통해 나온 ES 및 Private 데이터의 버퍼를 하나의 구성 요소별(비디오/오디오/Private 데이터 등)로 통합하여 단일 모드때 보다 메모리 자원의 효율성을 최대화 하였다.

4. 구현 결과

본 논문에서 구현된 모듈의 검증환경의 구성은 그림 8과 같다. 각 모드별 신호발생기는 상용 신호발생기를 사용하였으며, 상용 신호발생기를 통해 송출되는 신호를 무선으로 송출하여 해당 모드의 방송신호를 테스트 보드에서 수신 및 재생할 수 있도록 구축되었다.



그림 7. 테스트 환경

Fig. 7. Test environment

구현된 모듈은 각 모드별 신호 발생기를 통해 송출되는 신호를 유/무선으로 전송하여 각 해당 스트림데이터를 수신한 테스트보드 상에서 오디오 및 비디오 재생의 실험을 통해 검증 과정을 수행하였다. 구현된 임베디드 멀티모드 방송 수신기의 메인 프로세서는 MIPS계열의 32비트 CPU인 AU1250프

로세서를 사용했으며 동작속도는 600 Mhz다. 또한 720*480의 비디오를 출력 할 수 있는 비디오 프로세서와 더불어 7"인치 LCD가 장착되어 있다. 비디오 디코더는 기본적으로 MPEG2와 MPEG4 Simple 프로파일, 30프레임을 지원하는 블록이 내장되어 있다.

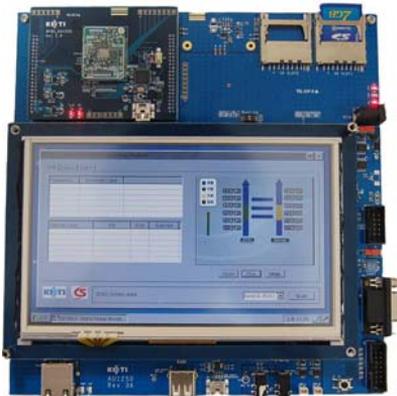


그림 8. 임베디드 수신 단말 플랫폼
Fig. 8. Embedded receiver platform

구현된 수신모듈은 임베디드 수신 단말에 SPI(Serial Protocol Interface)인터페이스를 기반으로 다양한 종류의 CPU와 OS에 적용될 수 있는 장점을 가지고 있으며, 윈도우CE용 임베디드 멀티모드 수신기단말기에 장착하여, 통합 역다중화기를 거쳐 멀티 모드 방송수신 동작을 확인하였다. 아래 그림 9, 10은 멀티모드 방송 수신동작 중, DVB-T와 T-DMB 동작검증 결과를 나타내고 있다.



그림 9. DVB-T 동작결과
Fig. 9. A result of DVB-T mode

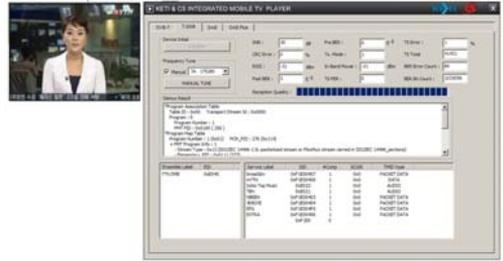


그림 10. T-DMB 동작결과
Fig. 10. A result of T-DMB mode

IV. 결 론

본 논문에서는 디지털방송전환과 맞물려 앞으로 시장이 급성장할 디지털방송 단말 분야에서 필수적으로 필요한 멀티모드를 지원하는 임베디드용 수신 모듈 및 역다중화기를 구현하였다. 수신모듈은 임베디드 디지털 방송 수신기 상에서 비디오 및 오디오 재생과정을 통해 검증되었으며, 하나의 수신단말에서 여러 디지털 방송 DVB-T, T-DMB, ISDB-T, DAB(+)의 방송이 수신됨을 보여줌으로써 수신단말의 개발 기간 단축과 단가를 효과적으로 줄일 수 있다는 장점이 있다. 또한 관련 솔루션인 통합 역다중화기 소프트웨어 솔루션 개발로 인해 통합 수신단말 개발에 보다 효과적으로 대응될 수 있다.

본 논문의 개발 결과물을 활용하여 보다 적극적이고 발 빠르게 수신단말 개발을 대응함으로써 관련 시장에서 우위를 선점할 수 있다고 판단된다.

참고문헌

- [1] Frank Herrman, Larissa Anna Erismann, Markus Prosch, "The evolution of DAB", EBU TECHNICAL REVIEW, July. 2007.
- [2] ETSI EN 300 401, "Radio broadcasting systems; digital audio broadcasting(DAB) to mobile, portable and fixed receivers", May. 2001.
- [3] ETSI TS 102 563, "Digital audio broadcasting (DAB); Transport of advanced audio coding (AAC) audio", Feb. 2007.
- [4] ETSI EN 300 744, "Digital video broadcasting

(DVB); Framing structure, channel coding and modulation for digital terrestrial television”, Nov. 2005.

[5] 권기원, 백종호, 강민구, “메모리공유기반의 DVB-T/T-DMB 통합 TS의 역다중화기”, 한국 인터넷방송통신학회지, Dec. 2010

저 자 소 개

권기원



1997년 : 광운대학교 컴퓨터공과 학사.
1999년 : 광운대학교 컴퓨터공학과 석사.
2007년 : 중앙대학교 전자공학과 박사수료.

현재, 전자부품연구원 선임연구원.
관심분야 : 방통융합 기술, 디지털통신, 방송 시스템설계.
Email : kwonkw@keti.re.kr

김성준



2002년 : 성균관대 전기전자 및 컴퓨터공학부 학사.
2004년 : 성균관대 전기전자 및 컴퓨터공학과 석사.
2004년 : 삼성탈레스 주임연구원.

2006년~현재, 전자부품연구원 전임연구원.
관심분야 : 방송·통신 시스템. 디지털 방송시스템, 임베디드 S/W 구현.
Email : ksjuny@keti.re.kr

박용석



1997년 : 카네기멜론대 전기컴퓨터공학 학사.
1998년 : 카네기멜론대 전기컴퓨터공학 석사.
2010년 : 연세대학교 전자공학과 박사수료.

현재, 전자부품연구원 선임연구원.
관심분야 : 무선랜, 임베디드 소프트웨어, Real-time OS.
Email : yspark@keti.re.kr

박세호



2000년 : 경북대학교 전자공학과 학사.
2002년 : 경북대학교 전자공학과 석사.
2003년 : I&C테크놀로지 전임연구원.

2003~2005년 : 삼성전자 선임연구원.
현재, 전자부품연구원 선임연구원.
관심분야 : 임베디드 소프트웨어.
Email : sehohpark@keti.re.kr

홍선건



2003년 : 제주대학교 컴퓨터공학 학사.
2005년 : 제주대학교 컴퓨터공학 석사.
현재, (주)CS 기업부설 연구소 연구원.

관심분야 : 디지털 방송, 임베디드 소프트웨어, Web Services.
Email : hancem@ucsit.co.kr