

논문 2017-54-1-16

## ISDB-T 기반의 FULL-SEG 방송 수신 장치 개발

( Development of Full Segment Digital Broadcast Receiver based on the ISDB-T )

엄 우 용\*

( Woo-Yong Ohm<sup>©</sup> )

## 요 약

ISDB-T(Integrated Service Digital Broadcasting Terrestrial)는 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 기반의 전송기술 및 Time Interleaving 기술을 사용하고 있기 때문에 다중 경로 및 Impulse Noise에 대응 가능하며, 이동 수신 환경에서도 어느 정도 양호한 성능을 나타낸다. 원세그(One-Seg), 풀세그(Full-Seg)는 할당된 세그먼트 개수에 따라 구분하며, 원세그 수신기는 변복조 방법으로 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying)를 사용하기 때문에 64QAM(64 Quadrature Amplitude Modulation)을 사용하는 풀세그 수신기와 비교하여 높은 기술력 없이도 구현 가능하지만, 영상 데이터율의 한계로 화면 사이즈와 해상도의 제한이 크다. 본 논문에서는 셋탑박스, 고정형 TV, 일체형 네비게이션 등에 적용 가능한 HD급 해상도를 지원하는 풀세그 ISDB-T 방송 수신 모듈을 설계하고 구현한다. 실험을 통해 개발된 풀세그 ISDB-T 방송 수신 모듈의 기능이 정상적으로 동작함을 확인하였다.

## Abstract

The ISDB-T(Integrated Service Digital Broadcasting Terrestrial) can be used in the multipath and impulsive noise, also it provide good performance over mobile reception environment since it use the OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) based transmission technology and time interleaving technology. One segment and full segment are divided according to the number of the assigned segment. And one-segment broadcasting receiver can design and implement without high levels of technology than the full-segment broadcasting receiver using 64QAM(64 Quadrature Amplitude Modulation) since it uses QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) modulation/demodulation. However, it has a constraint in the display size and resolution due to data-rate limits. In this paper, we design and implementation of full-segment ISDB-T receiver module which support HD resolution for set-top box, digital TV, navigation. In experimental results, the implemented full-segment ISDB-T receiver module was satisfactory for all of the desired functions.

**Keywords** : ISDB-T, Full Segment, One Segment, Digital Broadcast Receiver

## I. 서 론

세계 지상파 디지털 TV 표준은 북미의 한국, 미국, 캐나다, 멕시코 등에서 채택한 ATSC(Advanced Television

Systems Committee), 유럽, 아프리카, 중동, 인도, 동남 아시아, 호주 등에서 채택한 DVB-T(Digital Video Broadcasting Terrestrial), 일본, 브라질에서 채택한 ISDB-T, 중국에서 자체 개발, 채택한 DMB-T/H(Digital Multimedia Broadcast-Terrestrial/Handheld) 등이 있다<sup>[1-2]</sup>.

유럽 DVB-T 방식은 1998년 9월 영국(BBC)에서 최초로 서비스가 시작되었고, 미국 ATSC 방식은 1998년 11월 미국에서 서비스가 시작되었다. 이에 비해 일본 ISDB-T 방식을 채택하고 있는 나라는 2009년 초만 해도 일본과 브라질뿐이었으나, 2009년 이후 중남미 각국

\* 평생회원, 인하공업전문대학 디지털전자과

(Dept. of Digital Electronics, Inha Technical Junior College)

© Corresponding Author(E-mail : wyohm@inhac.ac.kr)

※ 이 논문은 2016학년도 인하공업전문대학 교내연구비 지원에 의하여 연구되었음.

Received ; September 20, 2016 Revised ; November 18, 2016

Accepted ; December 13, 2016

에서 일본 방식을 채택하겠고 있고, 최근에는 아시아 최초로 필리핀이 일본 ISDB-T 방식을 채택하기로 결정하였다. 뿐만 아니라 아프리카에서도 일본방식의 진출 움직임이 엿보이는 등 일본 ISDB-T 방식이 세계적으로 점점 확산되는 모습을 보이고 있다<sup>[2]</sup>.

ISDB-T 방식은 다중 반송파 전송방식에 기초한 BST(Band Segmented Transmission) OFDM 방식을 사용하고 있다. 그림 1과 같이 하나의 TV 채널을 6Mhz 대역폭으로 나누고 이 중에서 중심 1개의 세그먼트(Layer A)는 오디오, 데이터 및 휴대폰 모바일 방송에, 나머지 12개의 세그먼트(Layer B)는 HDTV와 같은 고화질 방송에 할당한다. 따라서 1개의 Digital TV, 또는 3개의 SD TV를 구현할 수 있어 다채널 방송이 가능하다<sup>[3~4]</sup>.

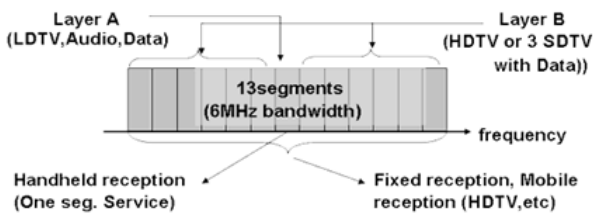


그림 1. ISDB-T의 채널 세그먼트 구조  
Fig. 1. Structure of ISDB-T channel segment.

ISDB-T는 OFDM 기반의 전송기술 및 Time Interleaving 기술을 이용하고 있으므로 다중 경로 및 Impulse Noise에 대응 가능하며 이동 수신 환경에서도 어느 정도 양호한 성능을 나타낸다. 원세그(One-Seg), 풀세그(Full-Seg)는 이와 같이 할당된 세그먼트 개수에 따라 구분하며 그 특성은 표 1과 같다<sup>[4]</sup>.

표 1. 원세그, 풀세그 방송 특성  
Table1. The difference between a one-seg and a full-seg broadcasting.

	One-Seg	Full-Seg
화 질	QVGA급 영상, 데이터 서비스	HD급 영상 서비스
기기	포터블, 모바일 기기	고정 수신기, 모바일 기기
주요기기	핸드폰, 분리형 내비게이션	셋탑 스, 고정형 TV, 일체형 내비게이션

기존 이동 방송수신 환경에 적용되는 원세그는 변복조 방법으로 QPSK를 사용하기 때문에 64QAM을 사용하는 풀세그와 비교하여 높은 기술력 없이도 구현 가능하지만, 영상 데이터율의 한계로 화면 사이즈와 해상도의 제한이 크다. 따라서 대형화로 변화 되어가는 디스

플레이 제품 적용에 문제가 있으며, 화면크기가 확대되고 해상도가 고급화 되어가는 디스플레이 트렌드를 따라가기가 어렵다<sup>[5]</sup>.

본 논문에서는 셋탑박스, 고정형 TV, 포터블, 모바일 기기, 일체형 내비게이션 등에 적용 할 수 있도록 최대 1280×720급 해상도와 원세그/풀세그를 모두 지원하는 ISDB-T 방송 수신 모듈을 설계하고 구현한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 기술 개발을 위한 개발 방법과 개발 내용 및 기능에 관하여 설명 설명한다. 3장에서 개발된 장치의 성능을 분석하고, 4장에서 결론을 기술한다.

## II. 본 론

### 2.1 개발 시스템 개요

ISDB-T 방송 시스템 구조는 그림 2와 같이 소스 코딩 블록(Source coding), 멀티플렉스(Multiplex) 블록 그리고 트랜스미션 코딩(Transmission coding) 블록의 세 가지 기능 블록으로 구성된다<sup>[4, 6]</sup>.

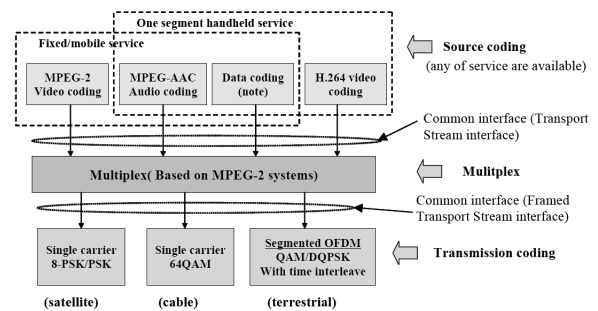


그림 2. ISDB-T 방송 시스템 구조  
Fig. 2. Structure of ISDB-T broadcasting system.

원세그 소스 코딩 서비스는 MPEG-AAC(Advanced Audio Coding) 오디오 코딩, 데이터 코딩 및 H.264 비디오 코딩을 사용하며, 풀세그 소스 코딩 서비스는 MPEG-2 비디오 코딩, MPEG-AAC 오디오 코딩 및 데이터 코딩을 사용한다. MPEG-2 시스템 기반의 다중화를 통하여 고정/모바일 서비스인 MPEG-2 비디오 코딩과 공통접속이 이루어지며, 멀티플렉스 블록에서 소스 코딩된 비디오/오디오/데이터 콘텐츠들은 전송 스트림(TS:Transport Stream) 패키지 포맷으로 변환 된다<sup>[4]</sup>.

전송 코딩으로 위성파인 경우 단일 반송파의 8-QPSK/PSK 방식을 사용하고, 케이블 방송(풀세그)인 경우 단일 반송파의 64QAM을 사용하며, 원세그 OFDM으로 전송 코딩 후 채널

코딩(Channel Coding) 및 변조를 통해 전송 및 다중화 구성 제어(TMCC: Transmission and Multiplexing Configuration Control) 신호와 함께 IF(Intermediate Frequency) 신호로 송신된다<sup>[4]</sup>.

ISDB-T의 수신기는 그림 3과 같이 세 가지 구성 요소를 가져야 하며, 여기에는 지상파 수신을 위한 안테나, IRD (Integrates Receiver and Decoder) 그리고 안테나와 수신기 사이의 연결 케이블이 포함된다. 따라서 지상파 디지털 방송을 수신하기 위한 고정형, 이동형 및 휴대형 수신기와 같은 다양한 형태의 수신기로 설계될 수 있다<sup>[5]</sup>.

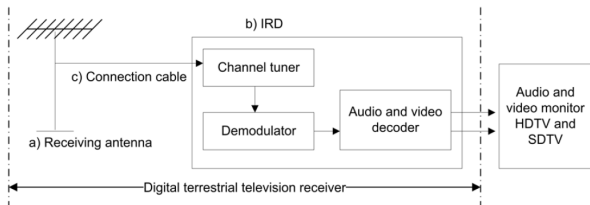


그림 3. ISDB-T 수신기의 기본 구성  
Fig. 3. Basic configuration of ISDB-T receiver.

그림 4는 ISDB-T 수신기 설계를 위한 기본적인 하드웨어 구성 요소들을 나타낸다. 수신기로 입력되는 디지털 방송 신호는 복조(Demodulation) 과정을 통해 전송 스트림으로 변환된다. 복조된 전송 스트림은 전송 스트림 디코딩 과정을 통해 비디오 스트림은 비디오 디코딩 처리, 오디오 스트림은 오디오 디코딩 처리로 비디오, 오디오 및 다른 데이터로 분할한다<sup>[5]</sup>.

복조된 트랜스포트 스트림은 비디오 스트림은 비디오 디코딩 과정을 거친 후 트랜스 포트 스트림의 디코딩 과정을 통해 비디오, 오디오 및 다른 데이터로 분할되고, 이 과정을 통해 오디오 및 비디오가 수신기 장치에 의해 출력된다.

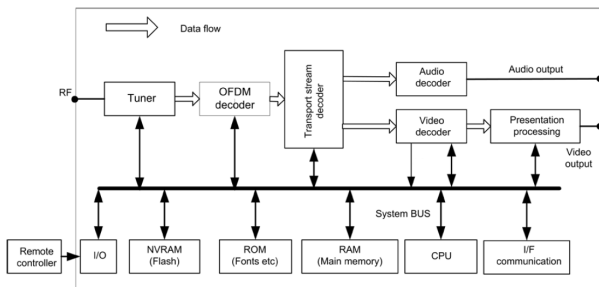


그림 4. ISDB-T 수신기의 하드웨어 구성 요소  
Fig. 4. Hardware components of the basic receiver units.

그림 5는 본 논문에서 설계한 ISDB-T 방송 수신 모듈의 하드웨어 블록도는 나타낸다. 그림 4의 ISDB-T 방송 수신기의 기능을 모두 포함하지만, 하드웨어의 크기와 회로의 복잡성을 최소화 할 수 있도록 RF 튜너/복조기(Demodulator)와 MPEG-2 디코더 기능을 가지는 멀티미디어 프로세서, 메모리, 오디오 DAC(Digital to Analog Converter) 기능 부분으로 단순화하여 설계하였다.

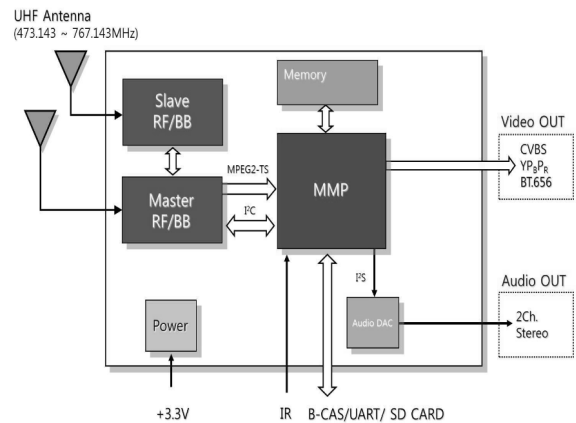


그림 5. 풀세그 ISDB-T 방송 수신 모듈 블록도  
Fig. 5. Block diagram of Full-seg ISDB-T receiver module.

## 2.2 개발 시스템 설계

### 1) RF 튜너/복조기

RF 튜너/복조기는 ISDB-T 신호를 수신하여 아날로그 신호를 Baseband 부분에서 처리할 수 있는 신호로 변경하고 복조기를 통해 전송 스트림으로 복조하는 역할을 수행 한다<sup>[7]</sup>. 본 논문에서는 RF 튜너/복조기 기능 구현을 위해 그림 6과 같은 Maxlinear社의 MxL683 IC를 사용하여 설계하였다.

MxL683은 디지털 튜너와 ISDB-T 복조기를 내장한 수신기로 임베디드 CPU와 MPEG 직렬 전송 스트림 출력, 프로그램 가능한 I2C(Inter Integrated Circuit) 인터페이스 기능을 내장하고 있다.

디지털 튜너에서 ISDB-T 신호를 수신하게 되면 내부 트래킹 필터에 의해 수신 신호의 대역을 통과시킨 후 SAW(Surface Acoustic Wave) 필터로 원하는 대역을 잘라내고, IF(Intermediate Frequency) 주파수 대역으로 하향 변환(down conversion)하게 된다. ISDB-T 복조기에서는 IF 신호를 재표본화기(Resampler)를 통해 샘플링한 후 FFT로 변환시키고, 등화기(Equalizer)에 입력된 채널에 대한 추정(Estimation)을 수행한다. 분석

된 채널에 대하여 보정 및 필요할 경우 부반송과간섭 ((Inter-carrier Interference) 제거를 수행하고 FEC (Forward Error Correction)을 거쳐 전송 스트림 형태로 신호를 출력한다.

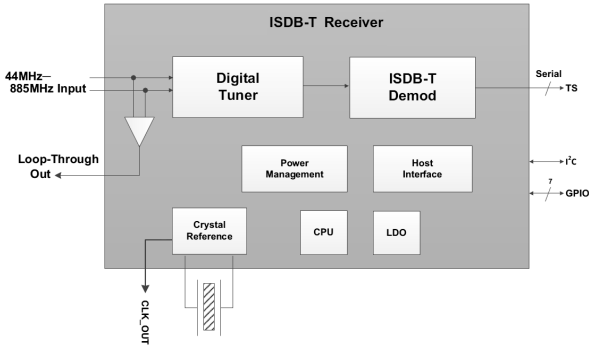


그림 6. MxL683 ISDB-T 수신기 블록도  
Fig. 6. Block diagram of MxL683 ISDB-T receiver.

2) MPEG-2 audio/video/system 디코더

MPEG-2 복호기는 디지털 튜너에서 입력되는 MPEG-2 전송 스트림을 입력받아 인코더의 역과정을 거쳐 비디오, 오디오, 시스템 데이터를 재생한다. ISDB-T 방송 수신기에서 이를 위한 일반적인 MPEG-2 디코더에는 역다중화기(Demultiplex), 비디오 디코더, 오디오 디코더 기능 등이 포함되어야 한다<sup>[8]</sup>.

역다중화기는 비디오 패킷과 오디오 패킷 등을 분리하며, 이를 위해 프로그램에 관한 정보(PSI: Program Specific Information)를 먼저 처리하여 원하는 PID (Packet Identification) 값들을 초기화 한다. 이 PID를 근거로 역다중화기에서는 입력된 데이터를 Delay만 조절하여 출력하고, 각 패킷에 동기된 신호를 만들어 PES(Packetized Elementary Stream) 역다중화기로 출력한다. 또한 역다중화기에서는 송신단에서 사용한 시스템 클럭을 전송 스트림에 포함된 PCR (Program Clock Reference)를 이용하여 복원하며, 이 정보를 이용하여 시스템 동작에 필요한 기준 클럭을 만들고, 필요한 부분에 전달한다. 이렇게 처리된 오디오, 비디오 비트열을 각 디코더에 전달하여 데이터를 복원한다<sup>[9]</sup>.

이 외에 ISDB-T 방송 수신 모듈을 구현하기 위해서는 외부 메모리 인터페이스, 방송 수신기 제어 위한 적외선 수신기 및 외부 장치와의 직렬 통신을 위한 UART 인터페이스, 아날로그 및 디지털 비디오/오디오 처리 장치, 소프트웨어 업데이트를 위한 SD 카드 인터페이스, ISDB 방송 수신을 위한 B-CAS(B-CAS: BS Conditional Access Systems) 인터페이스 등의 기능이

포함되어야 한다. 이러한 기능들을 독립적인 하드웨어 설계로 구현하게 되면, 수신 모듈의 하드웨어의 크기와 회로의 복잡성이 증가하기 때문에 본 논문에서는 상기 기능들이 단일 칩으로 구현된 그림 7과 같은 구조의 C&M社의 Schar2 MPEG-2 디코더를 사용하여 설계하였다.

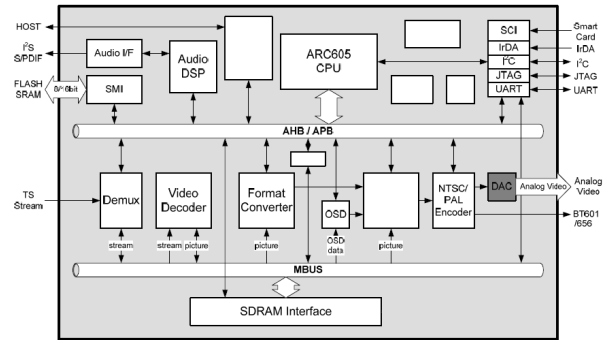


그림 7. Schar2 MPEG-2 디코더 블록도  
Fig. 7. Block Diagram of Schar2 MPEG-2 decoder.

Schar2 MPEG-2 디코더는 32비트 5단 파이프라인 RISC 구조의 ARC605 프로세서를 내장하고 있으며, MPEG-2 전송 스트림 처리를 위한 역다중화기 및 MPEG-2 비디오 디코더와 오디오 디코더, NTSC/PAL 엔코더, 외부 메모리 인터페이스, 적외선 수신기, UART 인터페이스, 스마트카드 인터페이스 기능 등을 포함하고 있다.

3) ISDB-T 방송 수신 모듈 설계

MxL683 ISDB-T 수신기를 위한 회로 설계는 그림 8과 같이 RF 인터페이스와 MPEG 전송 스트림 인터페이스, I2C 인터페이스, 리셋 부분을 설계하였다.

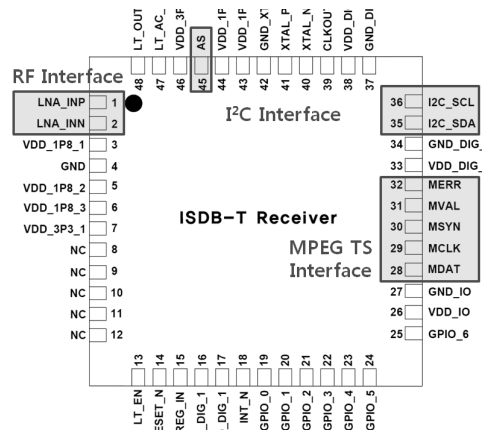


그림 8. MxL683 수신기 회로 설계  
Fig. 8. Schematic design for MxL683 receiver.

RF 인터페이스는 한 쌍의 차동 RF 입력 신호로 구성되며, 회로 구성에서 고주파 방송 신호의 수신 민감도를 높일 수 있도록 안테나와 회로간의 임피던스 정합이 잘 이루어 질 수 있도록 그림 9와 같이 설계하였다.

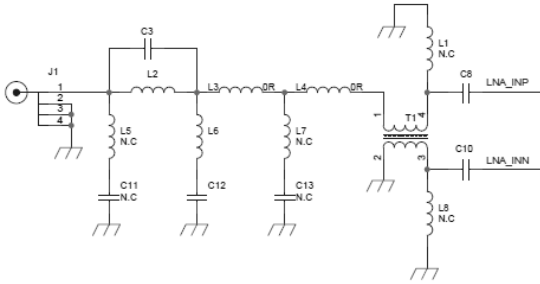


그림 9. RF 인터페이스 회로 설계  
Fig. 9. Schematic design for RF interface.

MPEG 전송 스트림 인터페이스는 MxL683 수신기에서 출력되는 5개의 Serial MPEG TS data(MDAT), Serial MPEG TS clock(MCLK), Serial MPEG TS sync(MSYN), Serial MPEG TS valid(MVAL), Serial MPEG TS error(MERR) 인터페이스 신호를 MPEG-2 디코더에 연결하여 전송 스트림을 제어할 수 있도록 하였으며, MxL683 수신기를 제어하기 위해 I<sup>2</sup>C slave AS(AS), I<sup>2</sup>C Clock(I2C\_SCL), I<sup>2</sup>C data(I2C\_SDA) 신호를 MPEG-2 디코더와 연결하였다.

MPEG-2 디코더와 플래시 메모리의 연결은 그림 10과 같이 FLASH, RAM, ROM을 연결할 수 있는 MPEG-2 디코더의 SMI(Static Memory Interface)를 사용하였으며, 프로그램을 통해 주소 공간의 범위, 크기, 데이터 버스 폭, 제어 신호 타이밍 등을 설정하였다.

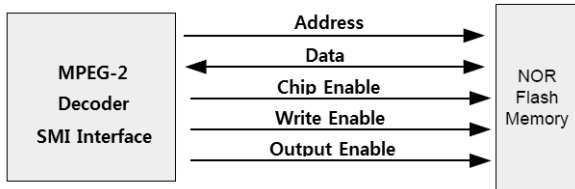


그림 10. 플래시 메모리 인터페이스  
Fig. 10. Flash memory interface.

아날로그 비디오 출력을 위해 그림 11과 같이 MPEG-2 디코더의 CVBS(Composite Video Blanking and Sync) 인터페이스를 사용하여 설계하였다. R\_CVBS 부하저항과 RCA 출력단의 R\_Serial 직렬 저항에는 75 Ω, R\_Rext 저항은 360Ω을 사용하였으며, 비디오 필터로 저역통과 필터가 내장된 NJR社의 NJM2561 비디오

증폭기를 사용하여 설계하였다.

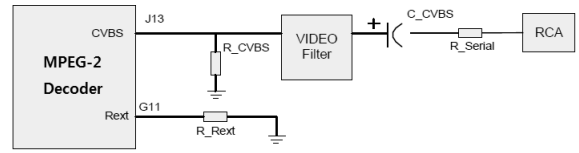


그림 11. 아날로그 비디오 출력 인터페이스  
Fig. 11. Analog video-out interface.

MPEG-2 디코더는 내부적으로 오디오 디코더를 내장하고 있으며, 외부의 오디오 D/A 컨버터와 연결을 통해 오디오를 출력한다. 그림 12와 같이 MPEG-2 오디오 디코더는 외부 오디오 D/A 컨버터를 위한 2-채널 PCM 데이터와 I2S(Integrated Interchip Sound) 포맷의 클럭을 생성하며, 여기에는 외부 오디오 D/A 컨버터 구동을 위한 MCLK(I2S Main clock), MPEG-2 오디오 디코더와 외부 오디오 D/A 컨버터 간의 통신을 위한 SCLK(I2S Serial clock), PCM 데이터를 위한 SDATA(I2S Serial Data), LRCLK(I2S Left/Right clock)로 구성된다. 본 논문에서 사용한 오디오 D/A 컨버터는 Cirrus Logic社의 24-Bit 스테레오 D/A 컨버터 CS4344 IC를 사용하였으며, 구현 회로는 그림 13과 같다.

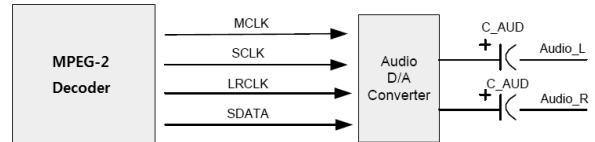


그림 12. 디지털 오디오 인터페이스  
Fig. 12. Digital audio interface.

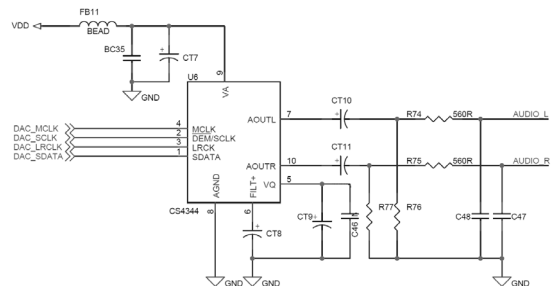


그림 13. 디지털 오디오 D/A 컨버터 회로  
Fig. 13. Digital audio D/A converter circuit.

ISDB-T를 포함한 일본의 모든 디지털 방송은 암호화하여 전송되며, 디지털 방송 수신기는 B-CAS(Conditional Access System) 카드를 사용하여 신호를 복호화하기 때문에 B-CAS를 처리하기 위한 하드웨어가 요구된다. 본 논문에서 사용한 MPEG-2 디코더는

그림 14와 같이 스마트카드 리더를 통해 입출력되는 B-CAS 신호를 처리하기 위한 스마트카드 인터페이스 기능을 포함하고 있다. MPEG-2 디코더와 스마트카드 리더에서 사용하는 제어신호는 스마트카드 감지 신호(SC\_OFF), 스마트카드 초기화 신호(SC\_RST), 동작 시작 신호(SC\_CMDVCC), 스마트카드 리더 전압 선택 신호(SC\_VOLSEL), 스마트카드 클럭 신호(SC\_CLK) 그리고 데이터 입출력 신호(SC\_DATA)로 구성된다.

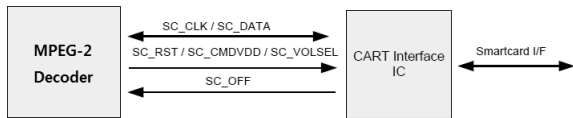


그림 14. 스마트 카드 인터페이스  
Fig. 14. Smart card interface.

본 논문에서 사용한 스마트카드 리더 IC는 NXP社의 TDA8024 IC를 사용하였으며, 구현 회로는 그림 15와 같다. 이외에 SD카드, UART, JTAG(Joint Test Action Group), IR, USB 그리고 BT.656 디지털 영상 프로토콜을 이용한 LCD 출력과 같은 외부 주변 장치와의 인터페이스는 MPEG-2 디코더에서 지원하는 내장 기능을 그대로 사용하였으며, 외부 회로와의 연결을 위해 출력 커넥터를 사용하여 주변기와 접속할 수 있도록 설계하였다.

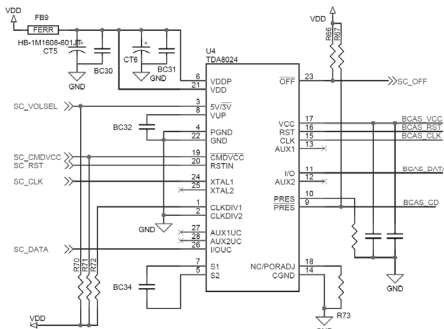


그림 15. B-CAS를 위한 스마트 카드 회로  
Fig. 15. Smart card circuit for B-CAS.

그림 16은 구현된 풀세그 ISDB-T 방송 수신 모듈을 나타낸다. 구현된 수신 모듈은 51.0mm × 43.0mm × 5.0mm(WxHxD) 크기를 가지며, RF 튜너는 UHF 밴드 473.143MHz~767.143MHz(13~62채널)를 사용하고 동작 전압은 3.3V, B-CAS 카드 지원 및 소프트웨어 업데이트를 위한 SD 카드 인터페이스, 아날로그 및 디지털 비디오 출력, UART 및 IR을 이용하여 수신기를 제어할 수 있으며, 풀세그/원세그를 모두 지원한다.

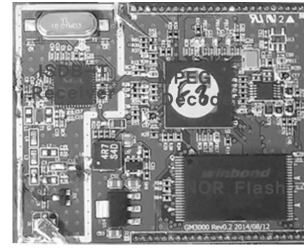


그림 16. 구현된 풀세그 ISDB-T 방송 수신 모듈  
Fig. 16. Implemented full-seg ISDB-T receiver module.

### III. 실험

구현된 풀세그 ISDB-T 방송 수신 모듈의 프로그램을 위해 NXP社의 실시간 운영체제인 MQX RTOS (Real-Time Operating System)을 적용하였으며, 개발 환경은 그림 17과 같이 ARC International社의 MetaDeveloper 통합 개발 환경에 ARC International社의 MetaWare C/C++ 컴파일러, 어셈블러, 링커 그리고 SeeCode C/C++ 디버거를 사용하여 개발하였다.

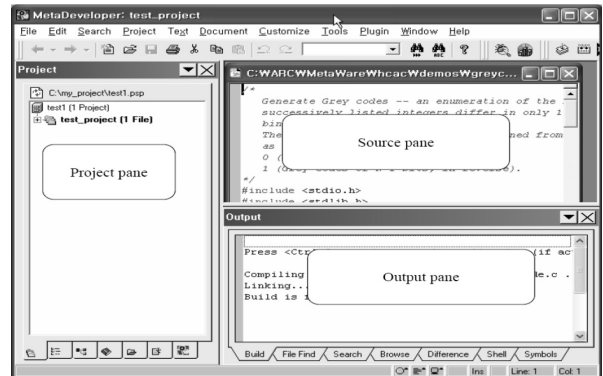


그림 17. MetaDeveloper 통합 개발 환경  
Fig. 17. MetaDeveloper integrated development environment.

ARC International社의 SeeCode C/C++ 소스 디버거와 함께 에뮬레이션, 코드 다운로드, 소스 디버깅을 위해 Ashling Microsystems社의 Ashling XD JTAG 에뮬레이터를 사용하였으며, 그림 18과 같은 사용자 인터페이스를 위해 비트맵 이미지를 C/C++ 파일로 변환하여 개발하였다.



그림 18. 사용자 인터페이스 설계  
Fig. 18. User interface design.

본 논문에서 개발한 폴세그 ISDB-T 방송 수신 모듈의 수신 감도 시험을 위해 그림 19와 같은 주변기기 인터페이스 보드를 만들고, DVB Signal Generator인 Rohde&Schwarz社의 Broadcast Test System인 SFU Stream Generator를 사용하여 시험하였다.

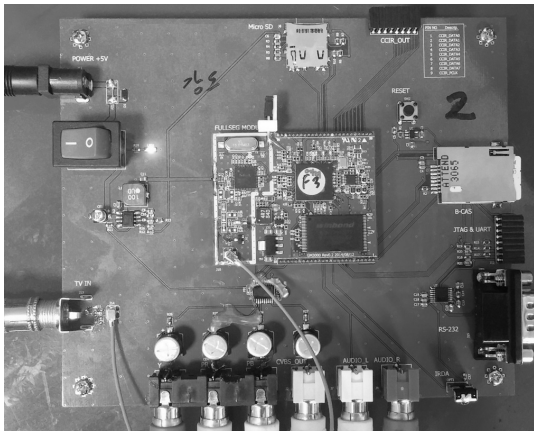


그림 19. ISDB-T 수신 모듈용 인터페이스 보드  
Fig. 19. Peripheral interface board for ISDB-T Receiver module.

테스트를 위한 스트림은 ISDB-T TestStream TS 파일을 SFU Stream Generator에 저장하고, 표 2와 같은 조건으로 테스트 스트림 설정을 하였다. SFU Stream Generator 테스트 스트림 설정 화면을 그림 20에 나타내었다.

표 2. 테스트 스트림 설정 조건  
Table2. Setting condition for test stream.

	Const. Type	Code Rate	Guard Interval
One-Seg	QPSK	2/3	1/8
Full I-Seg	64QAM	3/4	1/8

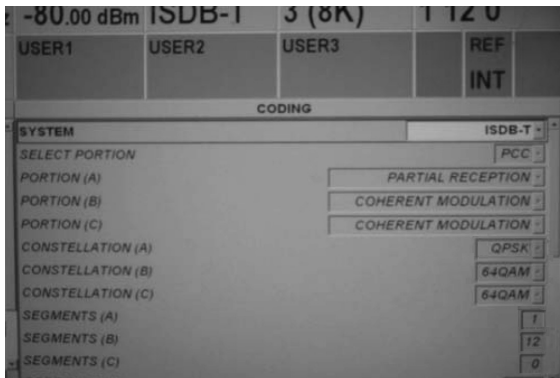


그림 20. SFU Stream Generator 설정 화면  
Fig. 20. The setting screen of the SFU Stream Generator.

수신 감도 시험을 위해 실드 룸 시험 환경을 구축하고 실험을 실시하였으며, 실험 결과를 표 3과 그림 21에 나타내었다.

표 3. ISDB-T 수신기 감도 실험 결과  
Table3. Test result of ISDB-T receiver sensitivity.

CH	Freq. (MHz)	One-Seg	Full I-Seg
13/38	473.143/623.143	-95dBm/-95dBm	-82dBm/-82dBm
14/39	479.143/629.143	-94dBm/-95dBm	-81dBm/-82dBm
15/40	485.143/635.143	-95dBm/-95dBm	-82dBm/-82dBm
16/41	491.143/641.143	-95dBm/-96dBm	-82dBm/-82dBm
17/42	497.143/647.143	-95dBm/-95dBm	-80dBm/-81dBm
18/43	503.143/653.143	-95dBm/-95dBm	-82dBm/-82dBm
19/44	509.143/659.143	-95dBm/-96dBm	-83dBm/-80dBm
20/45	515.143/665.143	-95dBm/-96dBm	-82dBm/-80dBm
21/46	521.143/671.143	-95dBm/-95dBm	-81dBm/-80dBm
22/47	527.143/677.143	-95dBm/-95dBm	-81dBm/-80dBm
23/48	533.143/683.143	-95dBm/-96dBm	-82dBm/-85dBm
24/49	539.143/689.143	-95dBm/-95dBm	-79dBm/-79.5dBm
25/50	545.143/695.143	-95dBm/-95dBm	-80dBm/-79.5dBm
26/51	551.143/701.143	-94dBm/-95dBm	-82dBm/-79.5dBm
27/52	557.143/707.143	-95dBm/-95dBm	-81dBm/-79.5dBm
28/53	563.143/713.143	-95dBm/-95dBm	-81dBm/-79.5dBm
29/54	569.143/719.143	-95dBm/-95dBm	-81dBm/-79.5dBm
30/55	575.143/725.143	-95dBm/-95dBm	-81dBm/-79.5dBm
31/56	581.143/731.143	-95dBm/-95dBm	-81dBm/-79.5dBm
32/57	587.143/737.143	-95dBm/-95dBm	-81dBm/-80dBm
33/58	593.143/743.143	-95dBm/-95dBm	-82dBm/-81dBm
34/59	599.143/749.143	-95dBm/-96dBm	-82dBm/-82dBm
35/60	605.143/755.143	-95dBm/-95dBm	-82dBm/-80dBm
36/61	611.143/761.143	-95dBm/-95dBm	-82dBm/-76dBm
37/62	617.143/767.143	-95dBm/-95dBm	-81dBm/-80dBm

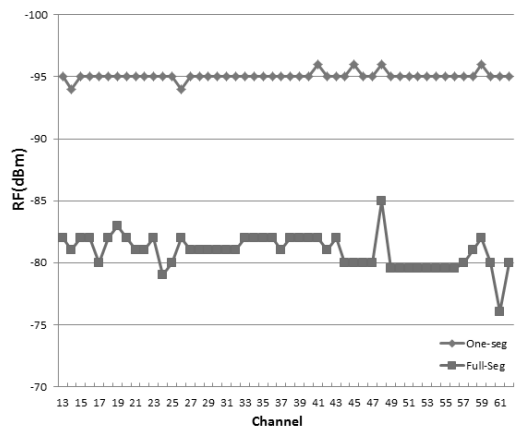


그림 21. ISDB-T 수신기 감도 실험 결과  
Fig. 21. Test result of ISDB-T receiver sensitivity.

표 3 및 그림 21은 표 2의 설정 조건에 따라 원세그의 경우 변조방식 QPSK, 부호율 2/3, 보호구간 1/8에서 최소 수신 감도를 측정한 결과이며, 폴세그는 변조방식 64QAM, 부호율 3/4, 보호구간 1/8에서 최소 수신 감도

를 측정한 결과이다. 전반적으로 원세그의 경우 -94dBm 이상, 풀세그의 경우 -79dBm 이상의 성능을 보여주고 있음을 알 수 있다.

실험 결과와 같이 본 논문에서 개발한 풀세그 ISDB-T 방송 수신 장치는 셋탑박스, 고정형 TV, 포터블 기기 등에 사용할 수 조건을 만족하며, ISDB-T 풀세그 방송 수신 장치의 개발 기술을 활용하여 유럽 및 미국 방식의 제품 개발에도 활용 할 수 있다.

## V. 결 론

본 논문에서는 셋탑박스, 고정형 TV, 포터블, 모바일 기기, 일체형 네비게이션 등에 적용 할 수 있도록 최대 1280×720급 해상도와 원세그/풀세그를 모두 지원하는 ISDB-T 방송 수신 모듈을 설계하고 구현하였다.

구현된 풀세그 ISDB-T 방송 수신 모듈은 RF 튜너는 UHF 밴드 473.143MHz~767.143MHz(13~62채널)를 사용하고 B-CAS 카드 지원 및 SD 카드 인터페이스, CVBS 아날로그 및 BT.656 디지털 비디오 출력, UART 및 IR을 이용하여 수신기를 제어할 수 있으며, 풀세그/원세그를 모두 지원한다.

ISDB-T 풀세그 방송 수신 장치의 기능 구현을 위해 디지털 튜너 및 MPEG-2 디코더, 주변기기들을 인터페이스 할 수 있는 회로를 설계하였고, MQX RTOS을 적용하여 프로그램 개발 환경을 구성하였다. MetaDeveloper 통합 개발 환경에 MetaWare C/C++ 컴파일러, 어셈블러, 링커 그리고 SeeCode C/C++ 디버거를 사용하여 시스템 프로그램을 개발하였으며, 수신 감도 시험을 위해 DVB Signal Generator를 사용하여 개발된 장치를 시험한 결과 구현된 모든 기능이 정상적으로 동작함을 확인하였다.

본 연구를 통하여 디지털 방송 수신 기술의 하드웨어 및 멀티미디어 방송 기술을 확보하고, DVB-T/S/C, ATSC, IPTV 등과 같은 타 표준의 디지털 방송 기술 개발에 적용할 수 있을 것으로 기대된다.

## REFERENCES

- [1] K. S. Lee, J. H. Bae and D. S. Han, "Technology Trends in the Mobile Broadcasting", The proceedings of the Korean Electromagnetic Engineering and Science, Vol. 19, No.3, pp. 15-26, 2008.
- [2] B. J. Jeon, W. K. Byun and M. C. Kang, "A

Study on the Analysis of the Mobile TV Industry Overseas", Yeungsang Journal, Vol.4, No.1, pp. 39-58, 2011.

- [3] M. TAKADA and M. SAITO, "Transmission System for ISDB-T", Proceedings of the IEEE, Vol. 94, No. 1, pp. 251-256, 2006.
- [4] ISDB-T Harmonization document for digital terrestrial television Part 1: Hardware, ISDB-T International Forum, 2012.
- [5] Structure of ISDB-T system and its technical features, ISDB-T Report, Digital Broadcasting Expert Group, 2007.
- [6] D. H. Yoon, M. G. Cho and C. H. Lin, "Development of Onesegment Receiver for Car using Cooperative Reception Diversity based on Integrated Services Digital Broad-casting Terrestrial", Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers, Vol. 48, No.12, pp. 66-72, 2011.
- [7] J. Y. Kwon, A study of automobile antenna based on ISDB-T for HDTV reception, Hanbat University, 2009.
- [8] J. H. Jeong, Design and Implementation of MPEG-2 Transport Stream De-multiplexer for Mobile High Definition TV Device, Hanyang University, 2007.
- [9] D. H. Lee, Y. S. Moon and Y. S. Ho, "An Implementation of MPEG-2 Standard Decoder with a Design of the Transport Stream Demultiplexer", Journal of KISS(C), Vol. 2, No.3, pp. 276-284, 1996.

## 저 자 소 개



엄 우 용(평생회원)  
대한전자공학회 논문지  
제47권 IE편 1호 참조