

논문 2012-49-10-30

안드로이드 플랫폼에서 모바일 방송 모듈을 위한 시스템 개발

(System Developing for the module of Mobile Broadcast on the Android Platform)

김 영 선*, 이 병 선**

(Young Sun Kim and Byung Sun Lee)

요 약

공중파 TV방송의 디지털 전환에 따른 막대한 자금이 투입되는 현 상황에서 지상파 방송의 매체 영향력은 신규의 유료 매체인 디지털 케이블 TV 및 IPTV로 인해 감소될 가능성이 크기 때문에 신규 신성장 동력으로 모바일 TV시장을 확장이 필요하다. 국내 지상파방송 사업자들이 기존의 DMB사업으로 크게 성과를 보지 못하고 있는 실정에서 ATSC-M/H 기술 도입으로 방송 시스템 공급과 모듈의 수요가 증가할 것이 예상되고 있다. ATSC-M/H는 모바일 서비스를 위한 별도의 주파수 할당이 필요 없고 기존 ATSC 시스템에 간섭을 주지 않으면서 동시방송을 수행할 수 있는데, 안드로이드(Android) 휴대단말기 상에서 미국형 모바일 방송 수신 모듈을 개발하고자 한다. 본 논문은 안드로이드 플랫폼에서 임베디드 시스템이 적용되는 방송 모듈을 휴대 단말기에서 모바일 방송을 볼 수 있는 소프트웨어 모듈을 설계하고자 한다.

Abstract

Expand the market because the size of the huge funds administered by the conversion of over-the-air digital TV broadcasts in the current situation is likely to be reduced due to the influence of the media over-the-air broadcasts new paid media, digital cable TV and IPTV new mobile TV as a new growth engine is required. Broadcasting system to increase the supply and demand of the module from the ATSC-M/H DMB business existing in the domestic over-the-air broadcasters, has seen significant achievements in sleep technology with the introduction is expected. ATSC-M/H does not require a separate frequency allocation for mobile services does not interfere with the existing ATSC system simulcast, which can be performed on Android mobile handsets American-style mobile broadcast reception module to develop should. This paper is to design the software modules in the broadcasting module embedded systems that are applied on the Android platform, broadcasting from mobile handsets to see.

Keywords : 안드로이드 플랫폼, 모바일, 임베디드, 무선인터넷, ATSC-M/H

I. 서 론

안드로이드(Android)는 개방형 OS로서 현재 안드로이드폰과 같은 스마트폰에 적용되고 있으며, 안드로이드 OS는 어플리케이션 프레임워크 제공하고 최적화된

그래픽, MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG, GIF, PNG등의 미디어 포맷을 지원하고 있다. 안드로이드 OS는 리눅스 커널의 최상위 영역에서 동작하며 GSM, Bluetooth, 3G, Wi-Fi 등의 통신기능을 지원한다. ATSC-M/H는 모바일 서비스를 위한 별도의 주파수 할당이 필요 없고 기존 ATSC 시스템에 간섭을 주지 않으면서 동시방송을 수행할 수 있는데, 안드로이드(Android) 휴대단말기 상에서 미국형 모바일 방송 수신 모듈을 개발하고자 한다. H/W 플랫폼에 개방형 OS인 안드로이드를 탑재하고 ATSC-M/H 기술 표준을 만족

* 평생회원-교신저자, 대림대학교 세무회계과
(Dealim University College)

** 평생회원, 김포대학교 유비쿼터스 IT과
(Kimpo University)

접수일자:2012년4월5일, 수정완료일:2012년9월27일

시키는 모듈이 적용된 휴대형 단말기를 개발하는 것이다. 북미 차세대 모바일 DTV(Digital Television) 규격인 ATSC-M/H (Mobile/Hand held) 기술은 6MHz 대역폭을 통해 총 19.39Mbps의 전송률을 지원할 수 있는 ATSC 시스템에서 HD 콘텐츠 전송시 생성되는 여유 공간에 모바일 콘텐츠를 추가하여 전송하는 기술로 최대 120Km/h의 이동속도를 지원한다. ATSC-M/H는 모바일 서비스를 위한 별도의 주파수 할당이 필요 없고 기존 ATSC 시스템에 간섭을 주지 않으면서 동시방송을 수행할 수 있다. ATSC-M/H 기술은 광고기반의 실시간 무료 TV서비스, 정액제 모바일 TV서비스, VOD, PPV, 비실시간(NRT:Non-Real-Time) 콘텐츠 다운로드, EST, 데이터캐스팅, Interactive TV, 차량용 실시간 데이터 네비게이션 등 다양한 서비스가 가능하다. ATSC-M/H 기술은 이동성 수신으로 120Km/h의 이동속도에서 끊김없이 구현되어야 하고, 휴대폰과 같은 핸드헬스 단말기의 경우 시속 5Km 이동수신을 보장해야 한다. 그리고 CIF급(352×288)의 비디오 해상도를 지원하고 NRT보드에서 VGA급의 480p(progressive)를 지원해야 하고, 오디오는 스트레오 두채널 및 5.1채널을 지원해야 한다.

본 논문에서는 북미 차세대 모바일 DTV(Digital Television) 규격인 ATSC-M/H(Mobile/Hand held) 기술인 6MHz 대역폭을 통해 전송률을 지원할 수 있는 ATSC 시스템에서 모바일 콘텐츠를 전송하는 기술에서 전송중 발생하는 전파의 반사 및 채널상의 에리 및 패킷 오류검출 및 정정을 위한 신호 변환 프로그램의 기술 개발이다. 본 논문에서는 안드로이드와 같은 개방형 OS를 탑재한 휴대단말기에서의 수신 모듈에 수신되는 스트림을 디코딩이 가능한 형태로 변화하는 프로그램 개발이다.

II. 관련 연구

1. ATSC DTV 방식

북미 및 국내에서 채택한 DTV전송방식은 ATSC (Advanced Television System Committee)에서 규격화한 VSB(Vestigial Side Band)기술에서 기반하고 있다^[7]. VSB 전송 시스템은 VHF 및 UHF 대역에서 6Mhz의 주파수 대역을 사용하여 HD 프로그램을 방송할 수 있도록 설계된 전송시스템으로 MPEG-2방식으로 압축

된 영상정보를 19.39Mbps의 MPEG-2 Transport Stream 으로 전송한다^[1]. HDTV전송에 적합하도록 설계된 VSB 전송 시스템은 디지털 방송의 이동수신에 한계가 있어, 업체가 중심이 되어 VSB 전송규격을 보완하여 휴대 이동 수신이 가능하도록 하는 기술 개발이 추진되었다. 기존의 ATSC DTV 방식은 데이터 전송으로 MPEG-2 시스템에 기반을 두고 있으며, 이동 방송의 기술 개발에 있어 타 모바일 네트워크 시스템과의 상호 호환성 및 향후의 확장성을 고려하여 개발된 기술들은 기존의 MPEG-2와는 별개로 IP(Internet Protocol)에 기반을 둔 시스템으로 개발의 방향이 설정되었다^[9].

2007년 4월 NAB(National Association of Broadcasters) Show에서 업체의 MPH(Mobile/Pedestrian/ Handheld) 기술과 AVSB(Advanced VSB) 기술이 휴대이동방송의 가능성을 보며 2007년 5월 ATSC에서 ATSC M/H (Mobile/handheld)기술을 규격화하여 기존 VSB 시스템과의 역방향 호환성 검증을 통해 LG -삼성 공동 기술제안이 이루어졌으며, 2008년 11월 ATSC M/H 의 Candidate Standard 로 채택되었다^[4].

2. ATSC-M/H Physical layer

ATSC-M/H 서비스는 기존 DTV방송 채널을 통해서 전송되어야 하며, ATSC-M/H서비스가 기존 DTV 수신기들이 동일 채널에 있는 기존 방송 서비스를 수신하는데 어떠한 악영향을 주어서는 안 된다.

둘째, ATSC-M/H 전송 시스템은 적어도 75mph (miles per hour)수준의 이동 수신 성능이 가능한 모드를 제공해야 한다. 셋째, 기존 DTV방송 수신기들은 ATSC M/H 방송 서비스를 수신하지 못할 것이다.

ATSC-M/H 전송시스템은 6Mhz 의 DTV 채널 내에서 기존 DTV 방송 수신기가 수신할 수 있는 메인 서비스와 휴대이동방송 수신기가 수신할 수 있는 ATSC-M/H 서비스(또는 M/H서비스)를 동시에 전송할 수 있는 Dual-Stream 시스템이다^[2].

그림 1은 ATSC-M/H 의 전송 시스템의 Dual-Stream 개념을 그림으로 보여주고 있다. 메인 서비스와 M/H 서비스는 동일 주파수 내에서 MPEG-2 TS (Transport Stream) 패킷 레벨에서 시분할 다중화되어 전송되며, 19.39 Mbps의 데이터 율에서 M/H 서비스가 사용하는 비중은 가변할 수 있다. MPEG-2 Encoder의

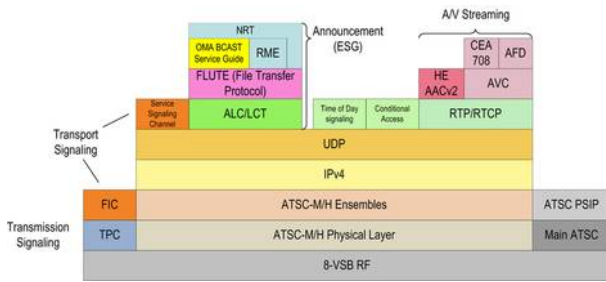


그림 1. ATSC-M/H 계층 모델
Fig. 1. ATSC-M/H Layer Model.

효율이 좋아짐에 따라서 15-17Mbps 를 사용해서 HD 프로그램을 전송하는 것이 가능하며, 이 경우 나머지 2.4-4.4Mbps는 M/H 서비스를 전송하는데 사용될 수가 있다.

방송사에 따라서는 SD 프로그램을 1개만 전송하고 나머지 데이터 율을 모두 사용하여 더 많은 M/H 방송 프로그램을 전송할 수도 있다.

3. 리드 솔로몬 부호

리드(Reed)와 솔로몬(Solomon)이 제안한 군집 형태의 오류(Burst Error)를 정정할 수 있는 비2원 BCH 부호의 일종으로 자기 테이프나 디스크 표면의 손상 또는 먼지는 군집 오류를 발생시키므로 리드 솔로몬 부호를 적용한다. RS(188, 204, t=8) 리드 솔로몬 부호는 입력이 188바이트일 때 16바이트를 붙여 전송하면 8바이트의 오류를 완벽하게 정정함을 나타낸다. 군집 오류 정정이 뛰어난 특성을 이용하여, 산발 오류에 대하여 정정 능력이 뛰어나 지상 무선 통신 분야와 유선 통신 및 암호 통신에 널리 쓰이는 돌림형 부호(Convolutional Code)와 연결하여 산발 오류와 군집 오류가 동시에 발생하는 환경인 우주 통신이나 위성 통신, 위성 방송에 사용함으로써 채널 오류를 강력히 제거하고 있다. 이동 통신 시스템, 대역 확산 시스템 등의 통신 시스템과 컴퓨터 기억 장치, CD와 디지털 녹음기(DAT) 같은 저장 매체의 오류 정정에 널리 적용되고 있으며, DVB(Digital Video Broadcasting)에서는 전송 표준으로 채택하고 있다^[3].

III. ATSC-M/H 모바일 모듈 설계

안드로이드 플랫폼에서 전송중 발생하는 전파의 반사 및 채널상의 에러 및 패킷 오류검출 및 정정을 위해

서 추가하기 위한 신호 변환 프로그램의 구현이다. 구현 기술로는 리드 솔로몬 부호화를 이용하여 구현한다.

1. MPEG-2 TS 처리 기술 설계

수신 모듈에 수신되는 데이터는 스트림을 디코딩이 가능한 형태로 변환하는 프로그램 개발로 ATSC-M/H Mobile DTV data 기존의 ATSC 전송에 사용하는 6Mhz 대역 내에 DTV 방송을 위한 메인서비스(ATSC)와 휴대이동 방송을 위한 Mobile DTV(M/H: Mobile Hand held) 서비스가 동시에 제공 가능 한 Dualstream 시스템이다. 메인 서비스와 M/H 서비스가 동일 주파수 내에서 MPEG-2 TS 패킷 레벨 에서 시분할 다중화되어 전송되며, 19.39Mbps의 데이터율에서 M/H가 사용하는 비중은 가변될 수 있다. 기존 DTV 시스템과의 역방향 호환성을 보장하기 위하여 Mobile DTV(M/H) 데이터는 특별한 MPEG-2 TS패킷으로 Encapsulation 되고 이때 메인 서비스에서 사용하지 않는 PID 값을 M/H Encapsulation 패킷에 할당하게 된다. 기존 DTV 방송수신기가 M/H 서비스 패킷을 수신하면 사용하지 않는 PID이기 때문에 해당 패킷을 버리게 되고 이 때문에 기존 수신기의 오작동은 발생하지 않는다. 이렇게 구성된 패킷은 후처리 작업을 거쳐 VSB 프레임을 통해 사용자에게 전송된다. M/H 프레임은 메인데이터와 M/H 데이터를 시분할 다중화하기 위한 데이터 구조로 하나의 M/H 프레임은 968ms의 길이를 가지며 이것은 다시 5개의 서브프레임으로 구성된다. 하나의 서브프레임은 16개의 M/H 슬롯으로 구성되며 슬롯은 시분할 시스템의 기본 시간단위를 의미한다. 하나의 M/H 슬롯은

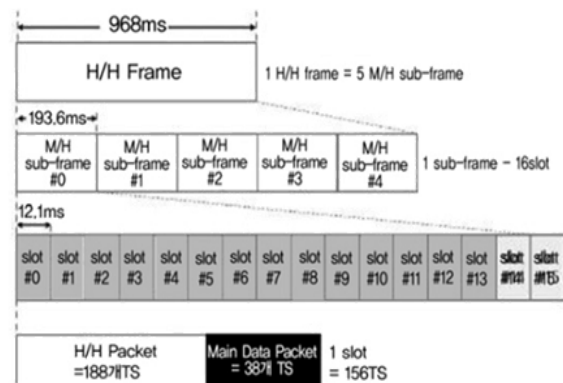


그림 2. M/H 프레임 구조
Fig. 2. M/H Frame structure.

12.1ms의 시간길이를 가지며 이것은 구조적으로 156개의 TS에 해당한다. 1개의 슬롯 안에서 M/H 데이터는 연속된 118개의 TS로 구성되고 나머지는 메인 데이터가 채워진다. M/H 데이터가 없는 경우 모두 메인 데이터로 구성된다.

그림 2는 M/H 프레임 구조를 나타내는 것으로 M/H Frame과 Sub-frame, Slot-Number와 TS 패킷간의 관계를 나타낸다. 전처리작업(Pre-processor)은 서비스 데이터를 M/H 데이터 구조에 맞도록 재구성하고 추가의 오류정정 부호화 과정을 통하여 채널에 대한 robustness를 강화하고 처리된 M/H 서비스 데이터를 MPEG-TS로 변환한다. 후처리작업(Post-processor)은 메인 TS에 대해서는 기존 8-VSB와 동일한 오류 정정 부호화를 수행하고, 전처리된 M/H 서비스 데이터는 기존 8-VSB 수신기의 오류 정정 보호기에서 정상적으로 복호가 수행될 수 있도록 호환성을 유지시킨다. 그룹 포맷화된 M/H 데이터를 슬롯의 특정위치에 배치하여 일정시간에만 수신기가 동작하게 하는 것이다.

2. MPEG-4 SL 기술 설계

SL 패킷 내에는 비트스트림 내에 포함되어 있는 데이터들의 시작과 끝을 나타내는 어떠한 스타트 코드(start code)도 포함되지 않는다. 대신 매 NALU(NAL Unit) 직전에 각 NALU의 길이를 나타내는 필드가 삽입되며, 이 필드의 길이 정보는 디코더의 초기 설정 정보를 정의하는 DecoderSpecificInfo에 기록된다. NALU가 디코딩 되기 전과 디코딩 된 후에 버퍼에서 머무는 시간을 전달하는데 사용되는 Picture Timing SEI(Supplemental Enhancement Information)에 포함되어 있는 시간 관련 정보는 디코더의 버퍼 관리를 위해서 사용되는 시간 정보로 콘텐츠의 동기화를 위해서 사용되지 않는다. 이를 위한 정보는 다른 미디어의 경우와 마찬가지로 SL 패킷 헤더의 CTS(composition time stamp)나 DTS(decoding time stamp)가 제공하여야 한다. 비트스트림을 임의의 위치에서부터 디코딩하려고 하는 경우, 디코딩이 가능한 위치들을 지정하기 위해서 SL 패킷 헤더의 randomAccessPointFlag가 설정되어 있는 경우는 다음과 같은 조건을 모두 만족하는 경우이어야 한다. 해당되는 AU가 디코더의 모든 버퍼를 초기화하는 IDR(Instant Decoder Refresh)이나 통상적인 재시작점을 나타내는 RAP(Random Access Point) SEI

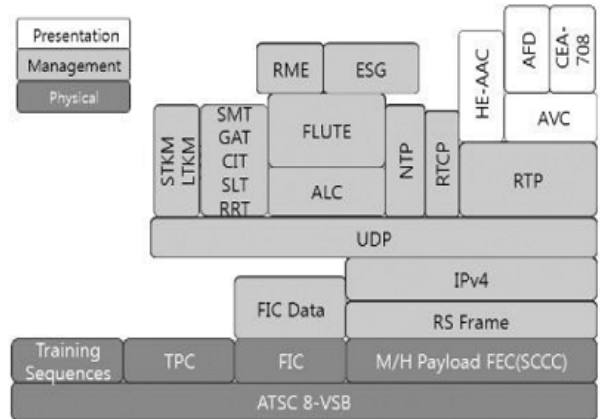


그림 3. ATSC Mobile DTV 프로토콜 구조
Fig. 3. ATSC Mobile DTV Protocol Structure.

NALU를 포함하는 경우, 해당 AU를 복호화하기 위해 필요한 모든 SPS(Sequence Parameter Set)과 PPS(Picture Parameter Set)이 복호기에 존재하는 경우가 있다. 규격에서는 전송 오류가 많은 경우에는 하나의 SL 패킷이 하나의 NALU를 포함하도록 전송하는 것이 권고하고 있다.

그림 3은 ATSC Mobile DTV 서비스 제공을 위한 프로토콜 계층 구조를 나타낸다. 향후 휴대폰, 인터넷 등 타 모바일 시스템과 상호 호환될 수 있도록 물리계층 위에 IP 프로토콜을 통하여 데이터를 송·수신한다. 또“Announcement”를 위하여 OMA-BCAST의 Service Guide를 적용하여 서비스 스케줄, 콘텐츠 등의 부가정보 등을 제공한다. 그러나 서비스 획득을 위하여 Service Guide를 통하게 되면 오버헤드가 너무 크고 사용자 대기시간이 길어지는 단점이 있어 빠른 서비스 획득을 위하여 M/H Service Signaling Channel을 제공한다.

ATSC Mobile DTV 시스템은 RS Frame을 기본 전

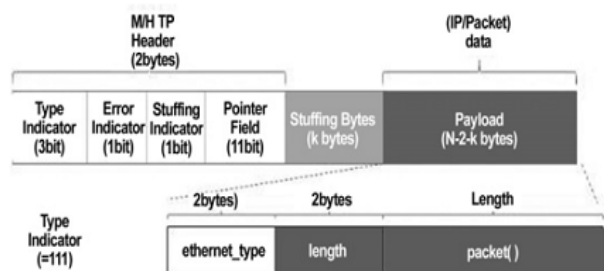


그림 4. Transport Packet 프레임 구조
Fig. 4. Transport Packet Frame structure.

송단위로 사용하며 RS Frame의 각 행을 M/H Transport Packet으로 정의하여 이 패킷을 통해 IP 데이터를 전송한다. 아래 그림은 TP의 구조로 2바이트의 Header와 Payload로 구성되며 Payload는 어떠한 포맷의 데이터도 담을 수 있게 되어있다.

그림 4는 ATSC Mobile DTV 서비스는 전형적인 TV 서비스와 오디오 서비스 등을 제공하는 것으로 M/H로 멀티플렉스되어 IP 스트림으로 포장되어있다. Ensemble은 연속적인 RS Frame의 집합으로 여러개의 M/H 서비스로 구성된다.

IV. ATSC-M/H 모듈 플랫폼 제작

1. ATSC-M/H 모듈 기능 구현

플랫폼 보드는 ATSC-M/H 모듈에서 필요한 기능들을 구현하며, 안드로이드 기반 ATSC-M/H 기술을 적용할 수 있도록 설계한다. 이 보드의 운영체제는 오픈 소스인 리눅스 시스템을 적용하고, ATSC-M/H TS 스트림 수신기능, 영상, 음성, 압축, 해제 등의 기능들을 제공한다. 이 플랫폼은 현재 전 세계적으로 각광을 받고 있는 안드로이드 플랫폼을 적용하여 개발함으로써 시스템 프로그래머에게 ATSC-M/H player를 제작할 수 있도록 한다. 모듈 구현될 기능은 리눅스 OS 및 안드로이드를 사용하여 ATSC-M/H 모듈 제어와 터치 및 영상 디스플레이 및 전반적인 UI 환경제공이다. 무선 네트워크 기능 제공과 영상 압축 해제 기능과 더불어 파일 시스템 기반의 데이터 저장 기능(HDD, SD)이며, 기타 확장 기능 제공한다. 플랫폼 보드의 개발과정은 일반 PC 같은 기능을 가진 32비트 급 프로세서가 내장된 멀티미디어 기능을 가진 시스템을 구현하는 과정과 유사한 과정을 거치게 된다. 개발의 순서는 먼저 전자액자의 기능을 정하고 그에 맞는 HW와 SW기능을 협의 한 후 각각의 기능을 구현하는 것이다. 개략적으로 HW의 주요기능을 담당하는 32비트 CPU는 ARM11 기반 S3C6410 가지로 회로설계 및 ARTWORK, PCB 제작 조립 등의 하드웨어 시제품을 개발하고, 운영체제는 임베디드 리눅스 기반으로 하며, 이 운영체제 환경하에서 프레임워크를 기반으로 전자 액자 솔루션 소프트웨어를 구현한다. 플랫폼 보드를 시제품 형태로 제작할 계획이다. 플랫폼 보드의 시제품은 본 과제에서 제안하는 기술 평가 항목들이 목표한 목표치에 도달했는

지를 평가하고 본 과제에서 제안하는 개발 내용들이 반영되어 정상적으로 작동하는지를 시험하기 위한 용도로 제작된다. 플랫폼 보드 개발과 관련되어 수행할 업무는 개발 플랫폼 구축, 공동 플랫폼 보드 하드웨어 제작 업무가 시제품 제작과 관련된 업무로서, 시제품에 들어가는 시제품 목표, 사양과 성능, 용도 등이 보다 자세하게 기술한다. 플랫폼의 전반적인 구성은 CPU, 시스템 메모리, 통신, 그리고 파워 등으로 구성되어 있다. CPU는 현재 ARM 계열의 CPU 중에 멀티미디어 기능이 뛰어난 삼성의 ARM11 기반 S3C6410을 채택하여 로봇의 고유기능을 처리하며 이를 구동하기 위한 리눅스 및 파일시스템을 SDRAM 64byte, flash 32byte로 구현한다. 다양한 멀티미디어 기능을 표시하기 위해서는 7인치 TFT LCD를 통하여 화면에 표시 할 수 있도록 하고, LCD 및 터치 스크린을 통하여 ATSC-M/H 솔루션의 플랫폼 기능을 구현한다.

2. ATSC-M/H 플랫폼 개발

플랫폼의 전반적인 구성은 CPU, 시스템 메모리, 통신, 그리고 파워 등으로 구성되어 있다. CPU는 현재 ARM 계열의 CPU 중에 멀티미디어 기능이 뛰어난 삼성의 ARM11 기반 S3C6410을 채택하여 로봇의 고유기능을 처리하며 이를 구동하기 위한 리눅스 및 파일시스템을 SDRAM 64byte, flash 32byte로 구현한다. 다양한 멀티미디어 기능을 표시하기 위해서는 7인치 TFT LCD를 통하여 화면에 표시 할 수 있도록 하고, LCD 및 터치 스크린을 통하여 ATSC-M/H 솔루션의 플랫폼 기능을 구현한다. 개발환경이 구축이 되면, 프레임워크 기반의 공동 플랫폼 소프트웨어 개발과정은 (1) OS 및 안드로이드 포팅 (2) 디바이스 드라이버 제작 (3) TCP/IP등 미들웨어 제작 (4) GUI등 애플리케이션 제작의 순서로 개발되어야 한다.

V. 결 론

북미지역 모바일 DTV가 상용화되지 않고 있는데, ATSC-M/H 표준화에 따른 북미시장 잠재 성장성을 클 것으로 예상되고 있어, 안드로이드(Android)와 같은 개방형 OS를 탑재한 휴대단말기에서의 모바일 DTV 기능을 개발하여 기술적인 선점 효과를 가질 수 있다. 개방형 OS인 Android가 탑재된 ATSC-M/H 단말기는

아직 개발되지 않은 상태로 ATSC-M/H 모듈을 저가로 개발하여 다양한 임베디드 시스템에 응용하면 기술적·경제적 파급효과가 예상된다. ATSC-M/H는 무료 혹은 저렴한 비용에 모바일 서비스가 가능한 기술임으로 이동통신망 기반이며 유료 기반의 Qualcomm사의 MediaFLO와 DVB-H 등에 비하여 높은 경쟁력을 가질 수 있다. ATSC-M/H기술 표준은 국내 대기업들이 공동으로 제안한 기술 표준으로 북미 시장에서의 통신 분야 블루오션으로서 국내업체의 기술선점으로 주도권을 가질 수 있다. ATSC-M/H 기술 표준업체인 대기업은 RF 및 Baseband 칩을 출시하여 시장을 선점할 수 있다. 본 논문에서는 안드로이드 플랫폼 기반 모바일 방송 소프트웨어 모듈 설계로 다양한 어플리케이션 시스템을 설계할 수 있는 기술을 확보할 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 이희수, 강동훈, 박효배, 오왕록, “ATSC 디지털 방송시스템과 WiBro 시스템 간 보호비 도출 연구”, 대한전자공학회, 전자공학회논문지-TC, 제46권 제11호 (통권 제389호) 2009.11.
- [2] 최인환, 송재형, 서종열, “ATSC-M/H 기술소개”, 방송공학회지 제14권 제1호, pp. 31-52, 2009.
- [3] 김영일, 조철희, 류원, 이호진, “모바일IPTV 기술 현황 및 연구 추진방향”, 전자통신동향분석 제25권 제2호 2010.
- [4] 김영선, 박철, “안드로이드 플랫폼 기반의 ATSC-M/H demultiplexing 처리 기술 구현”, 한국전자공학회 하계학술대회 논문집 2557-2560, 2010.
- [5] 최광석, 김수원, “변형유클리디안 알고리즘을 이용한 리드-솔로몬 디코더의 VLS구현”, 대한전자공학회 학술대회 논문집제21권제2호, pp. 679-682, 1998.
- [6] 장정환, 김정현, 송홍엽, “리드-솔로몬 프로덕트 코드의 이레이저 복호화기 성능분석”, 한국통신학회 추계종합학술대회 논문집 18-7, 1999.
- [7] Yong-Kyu Kim, Chang-Seok Choi, Hanho Lee, Jin-Gyun Chung, “Low-Complexity Filter and Interpolator Design for ATSC DTV Systems”, 대한전자공학회, ISOCC 2011 Conference 2011.11, page(s)
- [8] Stephen B. Wicker and Vijay K. Bhargava, “Reed-Solomon Codes and Their Application”, IEEE Press, 1994.
- [9] Candidate Standard:ATSC-M/H Standrd, Part 5

- “Application Framework(A/153, Part5: 2009)”, ATSC Document s4-134r6, 2008.
 [10] www.highlandcomm.com/reed_solomon_codes.htm

저 자 소 개



김 영 선(평생회원)
 1985년 광운대학교 컴퓨터공학과 학사 졸업
 1997년 광운대학교 전산학과 석사 졸업.
 2004년 광운대학교 컴퓨터과학과 박사 졸업.

1987년~1993년 (주) LG-CNS 근무
 2000년~현재 대림대학교 세무회계과 교수
 <주관심분야 : 모바일 콘텐츠 S/W공학, 멀티미디어, 영상처리, 데이터베이스>



이 병 선(평생회원)
 1985년 서울과학기술대학교 전자공학과 학사 졸업
 1992년 건국대학교 전자공학과 석사 졸업
 2000년 단국대학교 전자공학과 박사졸업

1997년~현재 김포대학교 유비쿼터스-IT 교수
 <주관심분야 : 통신공학, 신호처리, 고주파 증폭기 및 발진기>