# 차세대 위성 방송통신융합 기술 표준화 동향

장대익 | 김판수
한국전자통신연구원

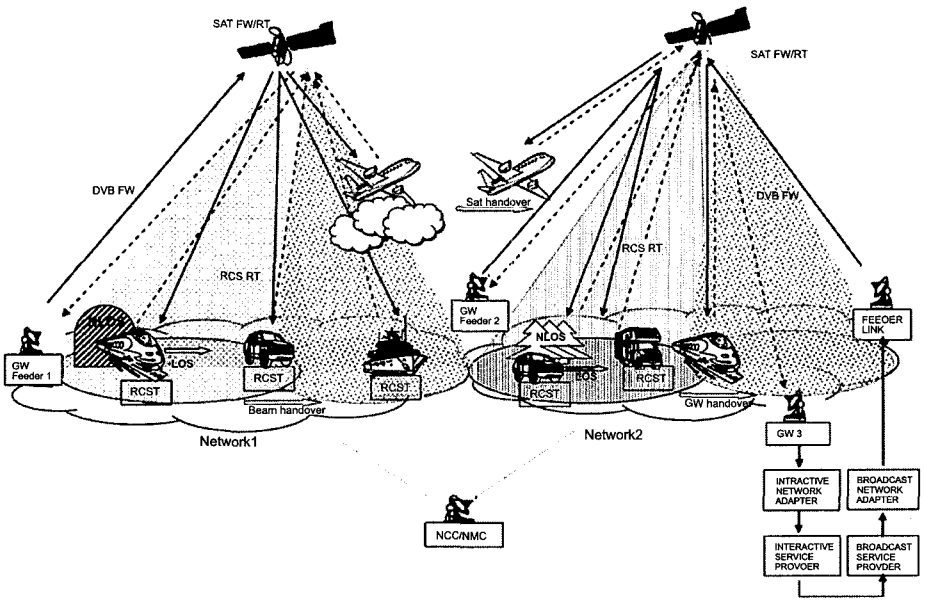
## 요 약

본 논문에서는 유럽 EU를 중심으로 활발하게 진행되고 있는 이동형 광대역 차세대위성방송/통신 융합기술에 대한 표준화 동향에 대해 언급한다. 특히, 최근 위성기반 유럽 DVB를 중심으로 이동형 서비스를 추구하고자 기술개정의 필요성을 보여준 DVB-S2M(Mobility)와 현재 표준화 진행중에 있는 Mobile DVB-RCS 표준을 소개하고 이와 관련된 주요 핵심 기술 및 향후 전망을 중심으로 논의하고자 한다.

## I. 서 론

최근, 지상망과 더불어 위성을 활용한 무선 인터페이스 기반의 디지털방송 및 광대역 인터넷 서비스 기술을 바탕으로 유비쿼터스 네트워크 개념인 언제 어디서나 방송신호를 수신하고 인터넷 서비스가 가능한 방통 융합서비스 개념이 부각되고 있다. 기존, 위성방송의 경우 C, Ku, Ka 대역을 중심으로 유럽의 DVB(Digital Video Broadcasting)-TM(Technical Module) 산하 DVB-S2(Satellite - Second Generation)[1]과 DVB-RCS(Return Channel via Satellite)[2]를 중심으로 활발하게 연구가 진행되고 있다. 특히, 위성신호가 닿지 않는 음영지역 해소를 위해 gap filler 중계기와 연계해서 끊김없는(seamless) 광대역 방통융합서비스 실현을 추구하고 있다. 이와 아울러 지상망의 DVB-H(Handheld)에서 진화한 기술로 위성과 지상망을 연계하여 IP 기반의 이동방송서비스와 데이터 파일전송 기술로 대표되는 DVB-SH(Satellite Services to Handheld) 표준 작업이 2007년말을 목표로 마무리 작업에 진행중에 있따. 이러한 R&D 및 표준화 동향은 주로 유럽의 EU(European Union)-IST (Information Society Technologies) 프로젝트 및 EC(European Commission) FP(Framework Program)5/6 를 중심으로 FIFTH(Fast Internet for Fast Trains Hosts), Mowgly (MObile Wideband Global Link sYstem) satNEx(SATellite communications Network of Excellence) 등의 프로젝트를 수행했거나 진행중에 있다[3][4]. 현재, 국내에서는 ETRI를 중심으로 MoBISAT (2003년 2월~ 2006년 1월) 프로젝트를 통해 순방향링크로 유럽형 디지털위성방송표준 DVB-S와 위성기반 역방향링크 표준인 DVB-RCS를 기반으로 디지털 위성방송 수신 및 광대역 인터넷 서비스 실현 가능성을 보여주었다. 그리고 유럽전기통신표준국(ETSI., European Telecommunication Standard Institute)에서는 2005년 주어진 위성 중계기 대역폭에서 더 높은 전송용량 확보, 개선된 link margin을 통한 서비스 가용도(availability) 증대, HDTV와 같은 신규 고화질 방송 서비스 요구 급증에 따른 해결방안 수립, Ka 대역 위성서비스 출현에 따른 새로운 전송시설 및 강우감쇠에 대한 대책 마련, 방송통신 융합에 따른 양방향 방송 및 인터넷 서비스 제공을 위해 DVB-S2 표준(ETSI EN 302 307)이 제정되었다. 이에 ETRI에서는 BcSAT (2004년 3월 ~

본 논문은 TTA저널 109호('07년 1~2월)에 실린 내용으로 저자와 협의하여 재게재함




(그림 1) 차세대 이동형 위성 방송/통신 융합 기술의 서비스 개념도

2007년 2월) 프로젝트를 통해 DVB-S2 표준 기반으로 위성을 통한 방통융합서비스 실현을 위해 시스템 구현 개발을 수행하였다. 최근들어 지상망을 통한 서비스 제공이 불가능하거나 어려운 비행기와 고속 열차와 같은 고속이동체내에서 광대역 서비스가 요구됨에 따라 또 다시 위성의 역할이 강조되고 있다. 이에2006년 3월부터 ETRI에서는 고속이동체 인터넷 위성무선연동기술개발 프로젝트를 통해, 언제 어디서나 방송/통신신호를 수신하고 인터넷 서비스 제공이 가능한 유비쿼터스 네트워크 개념의 위성 무선연동 광대역 방통서비스 제공을 목표로 R&D을 추구하고 있다.

본 논문에서는 최근 위성기반 유럽 DVB를 중심으로 이동형 서비스를 추구하고자 기술개정의 필요성을 보여준 DVB-S2M(Mobility)와 현재 표준화진행중에 있는 Mobile DVB-RCS 표준 activities를 중심으로 논의하고자 한다.

## II. DVB-S2M(Mobility) 표준화 동향

DVB-S2 표준화는 2003년말 초안 형태의 표준문서가 완성되었으며 2004년에 최초의 규격(ETSI EN 302 790 v1)이 출시되었다. 이후, 몇 번의 editorial 수정이 진행되었으며, 기술적인 부분에 있어서는 방통융합 콘텐츠의 전송을 위해 IP 기반의 데이터 입력 스트림에 대한 GSE(Generic Stream Encapsulation) 기술을 통한 GS(Generic Stream) 서비스 지원 추가방안이 제시되었고, Ku/Ka 대역에서 저가의 LNB(Low Noise Block) 특성에 따른 위상잡음(phase noise) 문제로 인한 파일롯 배치 수정을 통한 프레임 구조 변경안, 비선형 증폭기에 의한 특성으로 16APSK, 32APSK 변조방식의 성좌점에 대한 선택적 수정안이 제출되고 수정되었다. 2006년 6월 이탈리아 Turin에 위치한 이탈리아 국영방송국인 RAI 방송기술연구소에서 DVB-S2 전송 실험을 수행하였으며 그 데이터 자료를 바탕으로 2006년 8월 ITU-R 서울 회의에서 정식으로 ITU 국제표준으로 채택되었다.

기존의 고정형 조건에서 위성 방송통신 융합기술개발이라는 목적 하에 개발된 DVB-S2 표준은 DVB-SH 표준화에 의해 3GHz이상의 대역에서 사용되는 mobile 서비스에 적합한 표준으로 대두되면서 본격적으로 DVB-S2M(Mobility) 표준에 대한 이슈가 발생되었다. 2006년 6월 DVB-S2 ad-hoc 미팅까지 3차례에 걸쳐 DVB-S2M 표준화의 기본(baseline)

이 결정된 상태로 향후, 표준화 작업이 진행될 예정이다. 현재로 DVB-SH 표준에서 지원되는 TDM(Time Division Multiplexing)모드 구조에 관한 연구결과들이 DVB-S2M 연구진행방향에 많은 영향을 주리라 사료된다. 기존의 DVB-S2에 비해 DVB-S2M으로 규격 변경으로 인한 impact 요인은 다음과 같다.[5]

기존의 DVB-H 등에서 도입된 MPE(Multi Protocol Encapsulation)-FEC기술과 mobile DVB-RCS, DVB-T2에서 유망한 기술로 유력한 GSE(Generic Protocol Encapsulation)-FEC 기반의 UL(Upper Layer)-FEC 기술, 채널 인터리버 기술, 이동채널환경에서 채널 추정이 용이한 파일롯 심볼 배치 기술, 가변 및 적응형 채널부호화/변조(Variable Coding and Modulation/Adaptive Coding and Modulation) 기술 외에 이동채널에서 재접속을 위한 고속 프레임 동기 기술, 인접위성채널의 간섭을 줄이기 위한 대역확산 기술 등이 이슈가 되고 있다. 그리고 이동체 기반의 위성링크의 채널 모델링은 기존의 지상망의 NLOS(None Line Of Sight) 채널과 다른 특이한 구조로 구성된다. 구체적인 시나리오는 〈표 1〉과 같다. 유력한 DVB-S2M 전송 구조는 (그림 2)와 같으며 유력한 기술개선 분야은 다음과 같다.

- MPE/GSE 기반의 UL FEC 기술
- FECFrame 기반의 bit 데이터의 block 인터리버
- PLFrame 기반의 심볼 데이터의 길쌈 인터리버
- PLFrame 에서의 분산 파일롯 배치 기술
- DS(Direct Sequence)기반의 대역확산기술 및 FDM(Frequency Division Multiplexing) 형태의 spectrum repetition 형태의 대역확산기술

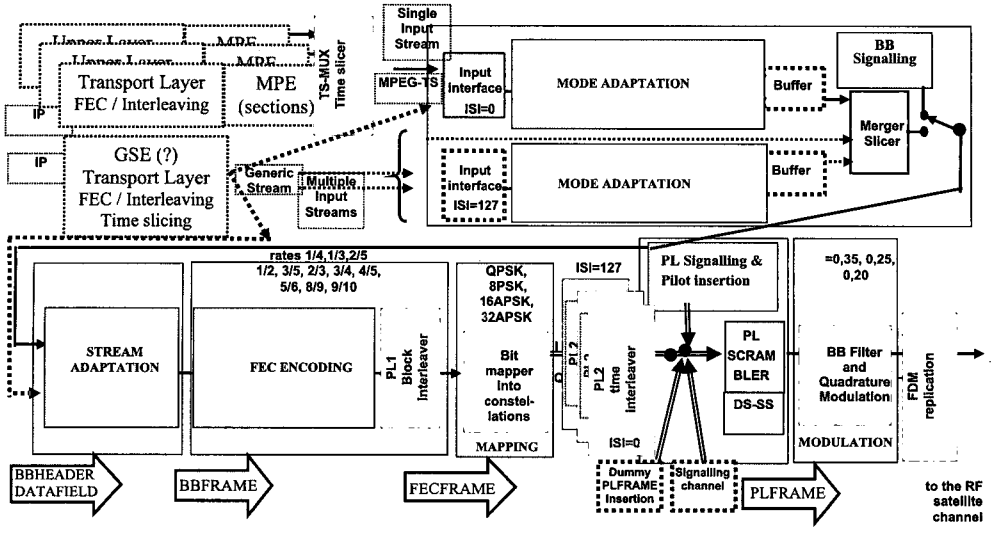
이동형 형태의 채널 모델링 방안은 여러가지 접근방법이 있으나 좀 더 명확하게 채널가변요소를 반영하여 (그림 3)과 같이 Markov 3 state 형태로 구성할 수 있다. 각 state로의 천이 확률은 지역별, 환경별 인자에 따라 결정된다. 가령, 고속열차 환경에서는 〈표 1〉과 (그림 3)에서의 같이 LOS(Line of Sight) 구간은 위성신호가 도달할 수 있는 도심외 지역이 될 수 있고 NLOS(Non Line of Sight) 구간에서 shadowing 지역은 도심지의 건물, 빌딩, 도심외의 언덕 등으로 인한 미약한 신호를 받는 구간이다. 마지막으로 blocking 지역은 위성신호가 닿지 않는 터널, 교량 통과, 역사에 진/출입 또는 정차해 있는 구간이다. (그림 4)는 위성 tracking 안테나를 통한 이동환경에서의 SNR(Signal to Noise Ratio)를 측정한 결과로 이동에 따른 다양한 장애물에 의해 신호레벨의 변화를 겪을 수 있음을 확인할 수 있다. 특히, 위성 tracking 안테나와 같이 directivity가 높은 안테나의 경우 일반적인 omni 안테나 구조와 달리 인접 채널에 의한 간섭으로 인한 채널상관성이 아주 높은 경우가 확인된다. (그림 5)와 (그림6)인 각각, 이동환경 LOS/NLOS 채널에서 DVB-S2 표준의 적용시 impact을 검증하기 위한 결과 그래프이다. (그림 5)에서의 같이 순수하게 도플러 쉬프트 형태의 구조에서의 변조방식에 2~3dB 성능열화로 적용이 가능하지만 (그림 6)과 같이 도플러 스프레드 형태의 NLOS 구간에서는 파일롯 심볼들이 충분히 채널 추정에 어려움을 겪으므로 ideal 채널 추정 곡선에 비해 성능 열화가 많이 발생할 수 있음을 확인할 수 있다.

〈표 1〉 이동체 기반의 위성 링크 채널 모델링

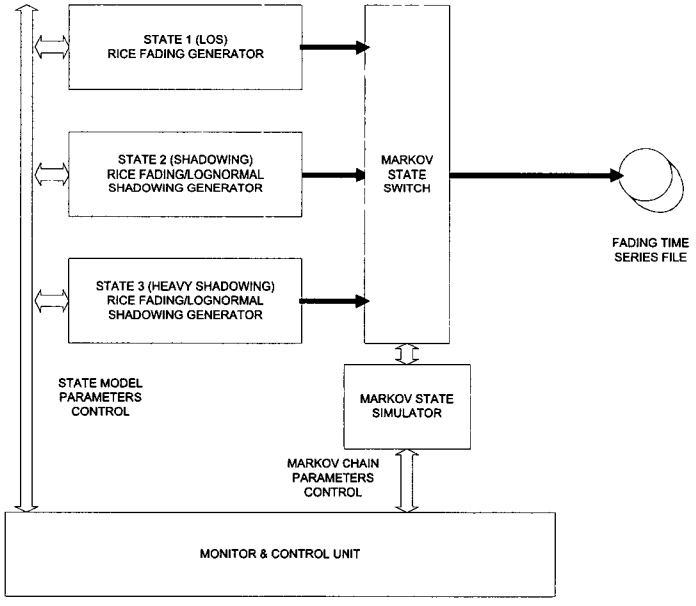
| State | | Description | Characteristics |
|---|---|---|---|
| LOS | | Line of Sight (Directive Antenna) | Rice distribution, K=17dB(typical) |
| Non-LOS | Shadowing | Shadowing(example : due to single trees) | Small scale fading: Rice Large scale fading: Lognormal |
| | Blockage | Blockages (example : due to buildings, bridges and tunnel) | No signal received, or signal below noise floor |

## III. Mobile DVB-RCS 표준화 동향

DVB-RCS 표준은 2000년에 제정된 표준으로 고정형 VSAT(Very Small Aperture Terminal)에서 Gateway로 상향링크 접속기술과 관련된 위성기반의 DVB 표준이다. 이 기술은 기존의 SCPC(Single Channel per Carrier) 형태의 FDMA(Frequency Division Multiple Access)기술과 달리 위성채널의 효율적 활용 및 인접채널 간섭을 줄이기 위한 MF-TDMA (Mulit Frequency-Time Division Multiple Access)기술로 전송방식은 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 변조방식에 터보부호 최초로 double binary 형태의 CTC (Convolutional Turbo Code)가 표준으로 채택되었다. 고정형 VSAT 시스템으로 고안된 DVB-RCS 표준은 2003~4년

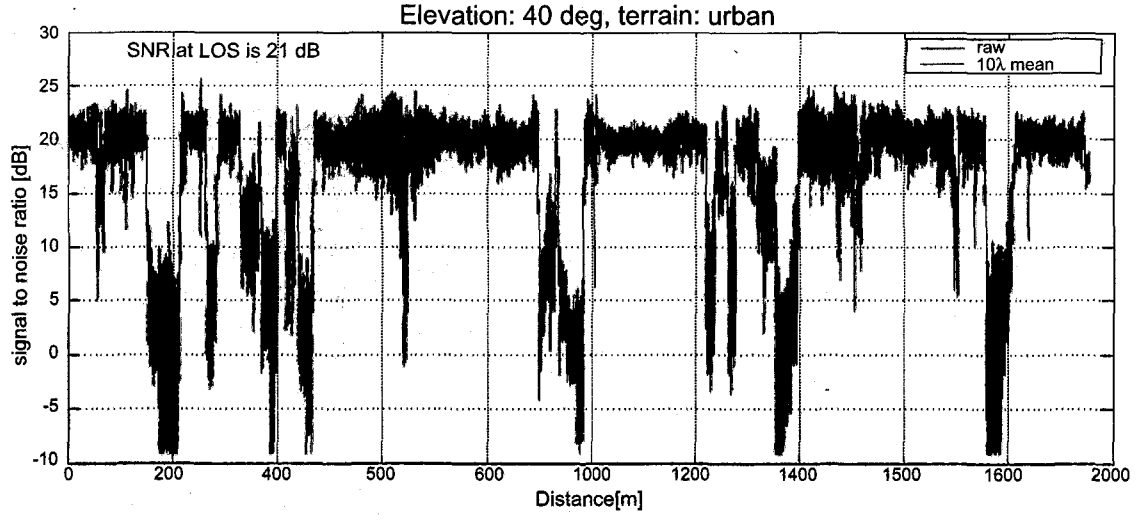



(그림 2) DVB-S2M 전송 구조

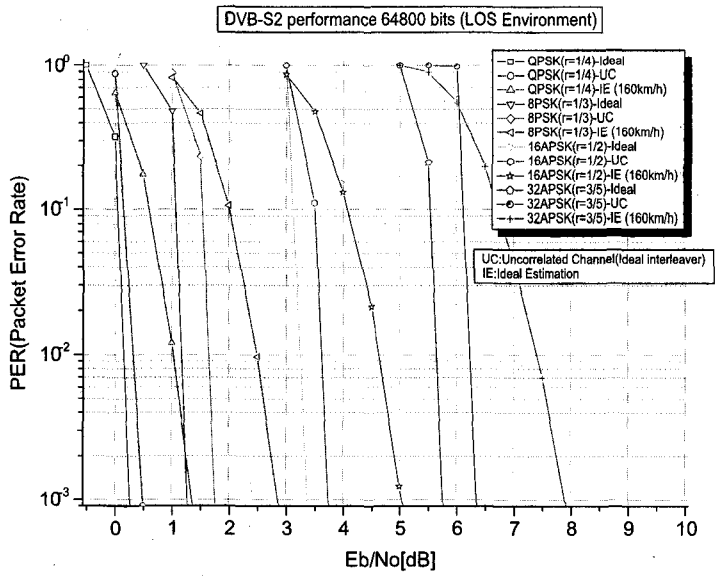



(그림 3) 이동체 기반의 채널 모델링 구성 요소

DVB-S2 표준화 작업 중에 S2와의 호환을 위해 일부 수정작업이 이루어졌다. 이와 더불어 이동형 서비스를 위해 도플러 shift를 극복하기 위한 guideline 문서(ETSI TR 101 790)의 annex L에 기술되었다.[6][7] 이에 대한 작업은 기본적인 LOS 보장환경에서 이동 서비스에 대한 지원만을 위한 것으로 특히, 고속 이동체(항공기, 고속열차)에서의 서비스와 블록킹에 의한 신호 음영지역에서는 제대로 된 해결방안을 제시하지 못하였다. 따라서, ETRI를 비롯한 유럽의 ESA(European Space Agency)를 비롯한 R&D 연구소 및 TAS(Thales Alenia Space)와 같은 제조업체에서는 2005년부터 DVB-

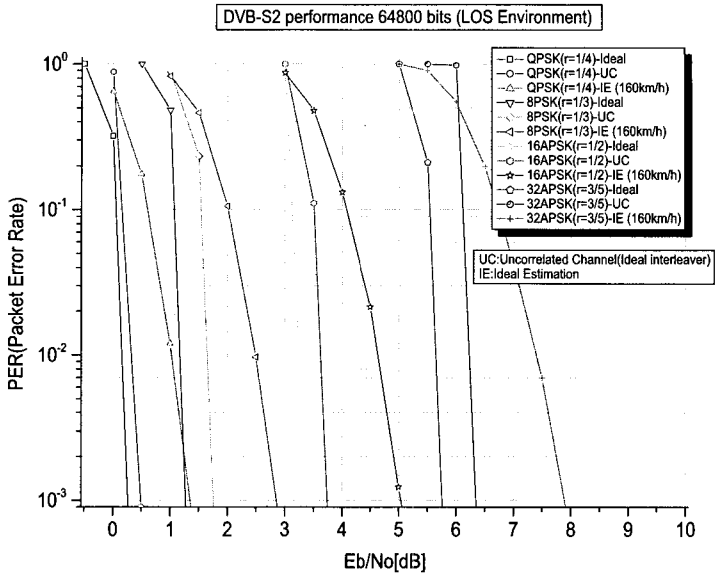



(그림 4) 이동체 기반의 위성 수신 신호 레벨




(그림 5) DVB-S2 표준에서 LOS 환경하에 mobile 확장 적용의 PER 성능

CM(Commercial Module)으로 기존의 mobile DVB-RCS 표준에서 서비스 요구사항 및 시나리오에 따른 추가적인 규격안을 제정을 요구하였다. 잠재적 광대역 시장요인의 발생 및 위성 전송에 있어 low profile 장비에서의 regulation 문제와 관련된 시장 보고서 및 기술적인 분석 작업을 수행한 후 2007년 1월 본격적인 LOS/NLOS 환경으로 구분된 RCS 표준화 작업이 진행 중에 있다. 2007년 상반기에는 주로 LOS 환경을 중점적으로 작업수행을 했으며 2007년 8월 현재시점에 mobile DVB-RCS 표준화에서는 상향/하향링크에서 Ku 대역에서의 주파수 regulation 문제 및 소형 안테나 기술을




(그림 6) DVB-S2 표준에서 NLOS 환경하에 mobile 확장 적용의 PER 성능

위해 대역확산기술 도입이 결정되었다. 순방향 링크의 경우 ETRI가 제안한 DS 대역확산기술이 채택되었으며 역방향의 경우 MF-TDMA 전송구조에서는 TAS가 제안한 버스트 반복 기법이 채택되었고 SCPC 전송구조에서는 ETRI가 제안한 DS 대역확산기술이 채택되었다.

이와 아울러 NLOS 환경의 음영 지역에서의 해결방안을 연구 중에 있다. 가장 유력한 기술로는 물리계층에서는 앞서 언급하였듯이 물리계층 인터리버 기술, 파일롯 재배치 기술이 유력하며 상위 계층에서는 UL FEC 기술이 유력하다. 특히, MPE/GSE 레벨에서는 MPE-FEC/GSE-FEC 기술로 RS 부호 및 LDPC 부호가 유력하며 application 레벨에서는 ㈜ digital fountain 보유 기술인 Raptor code 등이 검토되고 있다.

이러한 기술외에 물리계층에서는 망동기 기술, 위성망에서 지상망으로의 중계기술 등이 연구 제안되고 있다. MAC 계층 차원에서는 새로운 랜덤 접속기술에 따른 효율적인 자원할당 기술, 다중 접속기술이 연구 중에 있으며 네트웍계층에서는 지상망과 위성망간의 핸드오버 기술, 단말간의 mesh 네트워크 구조형태인 C2P(Connection Control Protocol) 기술 등이 중점 이슈가 되고 있다.

## IV. 결 론

유럽 EU를 중심으로 활발하게 논의되고 있는 차세대 위성 방통융합 기술에 대한 표준화는 고정형에서 이동형으로 발전되고 있다. 사실상 세계시장의 80%이상을 차지하는 디지털 위성방송의 표준인 DVB-S는 방송과 통신이 융합된 환경에 적합한 구조인 DVB-S2(ETSI EN 302 307)로 진화하였고 유비쿼터스 환경에 적용하기 위해 DVB-S2M으로 진화를 준비 중이다. 또한 위성 리턴링크 채널을 위한 DVB-RCS 규격이 진화하여 구현관점에서 이동형에 적합한 구조로 변형되었다가 고속열차와 같은 NLOS환경과 열차의 전력공급장치에 의한 영향, 터널 등의 영향을 극복하기 위한 mobile DVB-RCS 표준화가 착수되었다. ETRI를 중심으로 국내에서도 과제 중심으로 관련 표준화 동향을 파악하고 있으며 연구결과를 부분적으로 표준화에 기고 및 채택을 시키고 있으며 국외의 유수한 연구기관들과 인적 네트워크를 형성하고 있다.

## 참 고 문 헌


[1] ETSI EN 302 307 "Digital Video Broadcasting; Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering, News Gathering and other broadband satellite applications", V1.1.1 (2004-06).

[2] ETSI EN 301 790 "Digital Video Broadcasting; Interaction channel for satellite distribution systems", V1.4.1 (2006-09).

[3] http://www.mowgly.org

[4] http://www.satnex.org

[5] Alberto Morelli, "Report from TM-S2 to TM-67," DVB-TM 3645

[6] ETSI TR 101 790, "Digital Video Broadcasting (DVB);Interaction channel for Satellite Distribution Systems;Guidelines for the use of EN 301 790", V1.3.1 (2006-09)

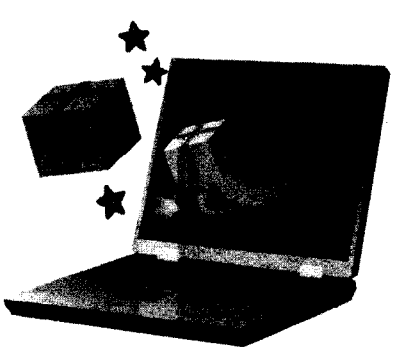
[7] C. Morlet, A. Ginesi, "Introduction of Mobility Aspects for DVB-S2/RCS Broadband Systems," International Workshop on Satellite and Space Communications, pp. 93-97, Sep. 2006.


**본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT신성장동력핵심기술개발사업의 일환으로 수행하였음. [2007-S008-01, 21GHz대역 위성방송전송기술개발]**


약 력

장 대 익

1985년 한양대학교 공과대학 전자통신공학과 졸업 공학사
1989년 한양대학교 대학원 전자통신공학과 졸업 공학석사
1999년 충남대학교 대학원 전자공학과 졸업 공학박사
1990년 ~ 현재 한국전자통신연구원 광대역무선멀티미디어 연구팀 팀장
1991년 ~ 1993년 캐나다 MPR Teltech 연구소 VSAT팀 연구원
2005년 ~ 현재 과학기술연합대학원대학교(UST) 이동통신 및 디지털방송공학전공 교수
관심분야 : 위성통신시스템, 위성방송, 디지털통신, 디지털 변복조 등

김 판 수

2000년 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 학사
2002년 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학부 석사
2002년 ~ 현재 한국전자통신연구원 전파방송연구단 연구원
관심분야 : 위성방송/통신(DVB-S2/RCS 표준화), 모뎀설계 (통신신호처리, 동기 및 채널복호기법)