

Advanced T-DMB 기술

이광순 | 임종수 | 이수인
한국전자통신연구원

요약

본고에서는 동일 주파수 대역폭에서 T-DMB (Terrestrial-Digital Multimedia Broadcasting)의 가용 채널용량을 확장하기 위해 개발중인 Advanced T-DMB (AT-DMB)의 기술에 대해 소개한다. AT-DMB는 계층변조, MPEG-4 SVC (scalable video coding) 및 MPEG surround 오디오 기술을 이용하여, 기존 T-DMB와의 역호환성을 보장하면서 다채널 혹은 고품질의 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 향후 AT-DMB 기술 개발이 완료되어 상용서비스가 실시될 경우, 증대된 서비스 채널을 통해 다양한 비즈니스 모델의 모바일 (mobile) 방송 서비스 제공이 가능할 것이며, 나아가 T-DMB 해의 시장 확산에도 기여할 것이다.

1. 서론

2005년 12월에 세계 최초의 상용 모바일 방송 서비스로 시작된 T-DMB는 현재 비디오, 오디오 및 데이터 서비스를 통합하여 제공하고 있다. T-DMB는 유럽의 DAB 기술인 Eureka-147 시스템을 확장하여 국내 기술로 개발되었으며, 가정, 차량, 야외 등에서 고품질, 다채널의 오디오 서비스 뿐만 아니라 CIF급의 비디오 서비스, 고수익의 비즈니스 모델을 지원하기 위한 다양한 데이터서비스를 지원할 수 있다 [1]-[3].

T-DMB의 상용서비스에 자극을 받은 세계 최대 휴대폰 제

조업체인 노키아는 DVB-H(Digital Video Broadcasting-Handheld) [4] 기술 개발 및 상용 서비스를 앞당김으로써 모바일 방송 서비스의 시장을 선점하기 위해 노력하였고, 그 결과 2006년 5월 이탈리아에서 처음으로 DVB-H 상용서비스를 실시하게 되었다. 미국에서는 켈컴이 FLO (Forward Link Only) [5]라는 새로운 기술을 개발하여 2007년 3월부터 미국의 일부 주에서 상용 서비스를 시작하였으며, 세계 확산을 위하여 노력을 경주하고 있다.

이와 같은 타 모바일 방송 기술에 비해 T-DMB는 설치비용이 상대적으로 저렴하고, 커버리지가 넓은 점 등 몇 가지 장점이 있으나 주파수 대비 가용 채널 수가 적다는 단점을 가지고 있다. 이와 같은 단점을 극복하고 세계 최초의 모바일 방송 시스템으로서의 경쟁력을 유지하기 위해서는 T-DMB의 유효 데이터 전송률(effective data rate)을 증대시킬 필요성이 있다. 아울러 추가로 확보되는 유효 데이터 전송률을 활용하여 T-DMB와 역호환성을 유지하면서 SD (Standard Definition)급 정도의 고품질 멀티미디어 서비스를 제공하여야 할 것이다.

이러한 요구사항에 의해 개발되고 있는 Advanced T-DMB는 증대되는 유효 데이터 전송률을 활용하여, 동일 주파수 대역에서 기존 T-DMB 방송에 비해 최대 2배까지의 가용 서비스 수를 증가시킬 것으로 기대하고 있다. 또한, SD급의 해상도로 제작된 비디오 콘텐츠를 기존 T-DMB 단말로는 QVGA(Quarter Video Graphics Array) 품질로, 새롭게 보급되는 AT-DMB 단말로는 VGA 품질의 화질로 제공 가능케 할 것이다. AT-DMB 기술이 보급되어 상용화가 되면 현재 DTV(Digital TV) 서비스의 도입을 검토 중인 개발도상국가

에게 AT-DMB는 모바일 방송과 DTV 를 동시에 제공할 수 있는 경제적인 대체 수단이 될 수가 있어, 모바일 방송의 확산과 더불어 해외 IT시장 개척에 매우 중요한 역할을 할 것으로 기대하고 있다. 그러나 AT-DMB 상용 서비스를 위해서는 기존 T-DMB와의 역호환성이 반드시 보장되어야 하며, 기존 T-DMB 서비스 커버리지(coverage)에 대한 영향의 최소화는 AT-DMB 서비스 도입에 전제조건이 된다고 할 수 있다. 본 기고에서는 현재 개발중인 AT-DMB 기술에 대해 개략적으로 소개하기로 한다.

II. AT-DMB 기술 개요

2.1 AT-DMB 개념

AT-DMB 기술 개발은 기본적으로 기존 T-DMB와의 역호환성을 유지함과 동시에 고전송효율/고품질의 서비스를 제공할 수 있어야 한다는 요구사항에서 출발하였다. 이러한 요구사항에 의해 개발되고 있는 AT-DMB는 (그림 1)에서와 같이 크게 두 가지 기술을 적용하고 있다. 첫번째는 역호환성을 유지면서 유효 데이터 전송률을 증대하기 위한 계층변조(layered modulation) 기법이다. 현재의 T-DMB는 ($\pi/4$ -DQPSK(Differential Quadrature Phase Shift Keying) 변조 기법을 이용하고 있으므로, 이를 16QAM(Quadrature Amplitude Modulation) 변조 형태로 확장하면 역호환성의 보장과 유효 데이터 전송률 증대효과를 동시에 얻을 수 있다. (그림 1)에서 HP(High Priority) 채널은 ($\pi/4$ -DQPSK로 변조되는 T-DMB의 전송채널을 의미하며, LP(Low Priority)

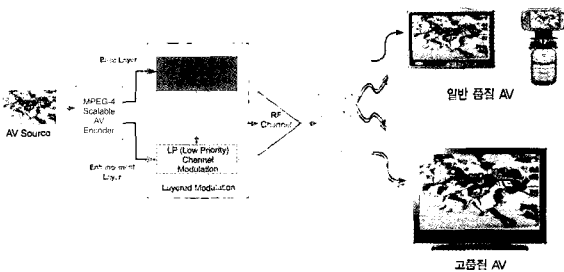
채널은 계층변조를 통해 추가적으로 확보되는 전송채널을 의미한다. 이렇게 될 경우 현재 T-DMB의 유효 데이터 전송률을 갖는 HP 채널 외에 이론적으로 동일한 유효 데이터 전송률의 LP채널을 부가적으로 얻을 수 있다.

계층변조에 의해 새롭게 추가된 LP 채널은 현재의 T-DMB에 비해 더 많은 개수의 서비스 채널로 사용될 수 있지만, (그림 1)에서와 같이 스케일러블(scalable) AV 코딩 기술을 이용하면 역호환성이 보장된 고품질 및 고음질의 서비스가 가능해진다. 여기서 스케일러블 인코딩 기술에 사용되는 강화(enhancement) 정보는 프레임률, 화면 해상도, 비트율 등이 될 수 있다. 스케일러블 AV인코더에서 출력되는 기본계층(base layer) 및 강화계층(enhancement layer) 스트림은 각각 HP 채널 및 LP 채널로 입력되어 계층 변조된다. 이 경우, 현재의 T-DMB 단말은 HP 채널을 통해 변조되는 기본계층의 AV 스트림을 디코딩하게 되어 기본 품질의 AV 서비스를 제공하게 되는 반면, 새롭게 개발될 AT-DMB 단말은 계층변조에 의해 HP 채널 및 LP 채널을 통해 전송되는 기본계층 및 강화계층의 AV 스트림을 동시에 디코딩하여 대형 화면에서 고품질의 AV 서비스를 제공하게 된다.

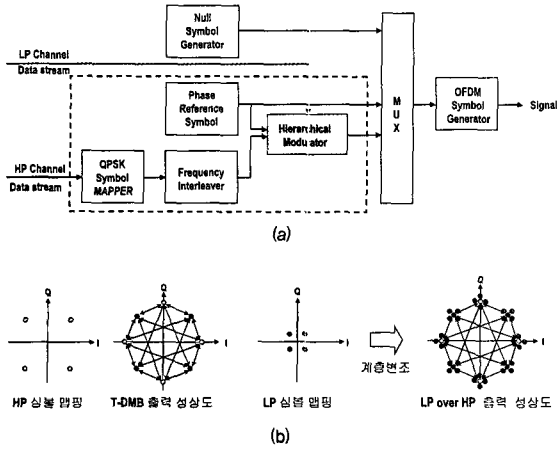
2.2 계층변조 기술

AT-DMB는 계층변조 기법을 적용함으로써, 역방향 호환성을 보장함과 동시에 유효 데이터 전송률을 향상시킬 수 있다. (그림 2)는 계층변조된 전송 신호를 생성하기 위한 개념도와 성상점(constellation) 형성 설명도를 나타낸다. (그림 2(a))에서 현재 T-DMB의 전송신호에 해당하는 HP 채널 스트림은 현재의 전송표준에 부합되게 QPSK 심볼로 매핑된 후 주파수인터리빙(frequency interleaving)된다. 이 때의 성상점은 (그림 2(b))에서 HP 심볼 맵핑으로 표현되고 있다. 계층변조를 위해서는 추가적으로 LP 채널 스트림이 입력되어, 계층변조기에서 LP 심볼로 맵핑되게 된다. 결과적으로 계층변조된 심볼의 성상점 형태는 (그림 2(b))에서와 같이 HP 심볼이 차등변조된 위에 LP 심볼이 형성되게 된다.

(그림 3)은 계층 변조기법을 적용한 각 부반송파(sub-carrier) 신호의 성상도와 각 심볼에의 비트 매핑(mapping)의 구체적인 예를 나타낸 것이다. (그림 3(a))의 ($\pi/4$ -DQPSK 변조된 기존 T-DMB 신호의 성상도에서, x로 표시한 성상점들은 전송프레임의 제일 첫번째 OFDM 심벌에 해당하는



(그림 1) AT-DMB 서비스 개념도

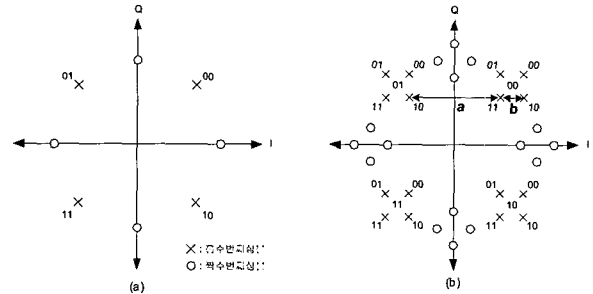


(그림 2) (a) 계층변조된 전송 신호 생성기 개념도 및 (b) 성상 형성 설명도

PRS(Phase Reference Symbol)로부터 홀수번째 OFDM 심볼의 부반송파 신호에 해당하며, 0로 표시한 성상점들은 짝수번째 OFDM 심볼의 부반송파 신호에 해당한다. 이 신호에 계층변조 기법을 적용하게 되면, 각 기존 성상점이 복수개의 성상점군으로 확장되어 (그림 3(b))와 같은 형태를 가지게 된다. 이 때, (그림 3(a))의 T-DMB에서와 같이 한 사분면에 1개의 심볼이 맵핑될 경우에는 한 개의 부반송파에 2비트의 정보가 전송되지만, (그림 3(b))에서와 같이 계층 변조되어 한 사분면에 4개의 심볼이 맵핑될 경우에는, 한 개의 부반송파에 4비트(1사분면 예:0000,0001,0010,0011)의 정보가 전송 가능하게 되므로, 결과적으로 2배의 유효전송률 증대 효과를 가져오게 되는 것이다. 여기서 확장된 성상점군의 형태는 계층변조 기법 적용방법에 따라서 달라질 수도 있을 것이다.

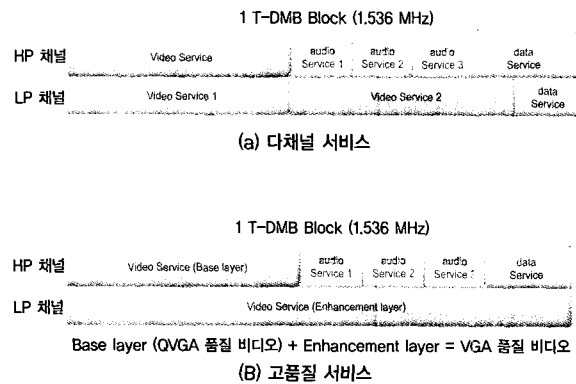
계층변조 성상도를 결정짓는 파라미터는 (그림 3(b))의 예에서 a와 b의 비율인 a/b로 정의될 수 있다. 기존 T-DMB 수신기의 경우 계층변조를 고려하지 않고 설계가 되어 있으므로 계층변조가 적용된 AT-DMB 신호를 수신하게 되면, 수신된 심볼의 사분면 위치로만 2비트 값을 결정하게 된다. 하지만 추가된 LP 채널 신호는 기존 T-DMB 단말기 입장에서 보면 작은 전력의 간섭 신호가 함께 더해져서 수신되는 것으로 인식하게 된다. 따라서, 계층변조가 적용될 경우에는 기존 T-DMB 단말기의 수신 성능은 어느 정도 열화될 수밖에 없으며, a/b의 값이 클수록 그 열화 정도는 감소한다. 반면,

a/b의 값이 클수록 계층변조를 통하여 추가 전송되는 LP 채널 신호의 상대적인 전력은 감소하게 되므로 추가 전송되는 LP 채널 신호에 대한 AT-DMB 단말의 수신 성능이 열화된다. 하지만 AT-DMB에서는 HP 채널의 Convolutional encoder보다 우수한 비트 에러 정정 부호기를 LP 채널용으로 사용하여 수신성능 열화를 어느 정도 보상할 수 있다. 현재 LP 채널을 위해 가장 고려가 되고 있는 에러 정정 부호기는 터보 부호(turbo code)이다.



(그림 3) (a) T-DMB 및 (b) AT-DMB의 부반송파 성상도

(그림 4)에서와 같이 추가적으로 확보되는 LP 채널은 서비스 사업자의 선택에 의해 다채널 서비스 혹은 고화질 서비스를 위해 사용될 수 있을 것이다. 다채널 서비스는 증대되는 LP 채널을 단순히 가용 서비스의 개수를 증가시키기 위해 사용하는 것으로서, 기존 T-DMB 서비스와 동일한 멀티미디어 규격으로 서비스를 제공하는 것이다. 고품질 서비스는 스케일러블 AV 코덱 기술을 사용하여 VGA급 화질 및



(그림 4) AT-DMB 서비스 구성 예

MPEG surround 음향의 비디오 서비스를 제공하는 것이다. 이 경우, 기존 T-DMB 단말기는 HP채널을 통해 전송되는 QVGA급 화질 및 스테레오 음향의 비디오 서비스를 제공함과 동시에 AT-DMB 단말기는 LP채널을 통해 전송되는 강화 계층 스트림을 추가적으로 동시에 수신하여 VGA 급 화질 및 5.1채널 음향의 비디오 서비스를 제공할 수 있다.

2.3 스케일러블 비디오 부호화 기술

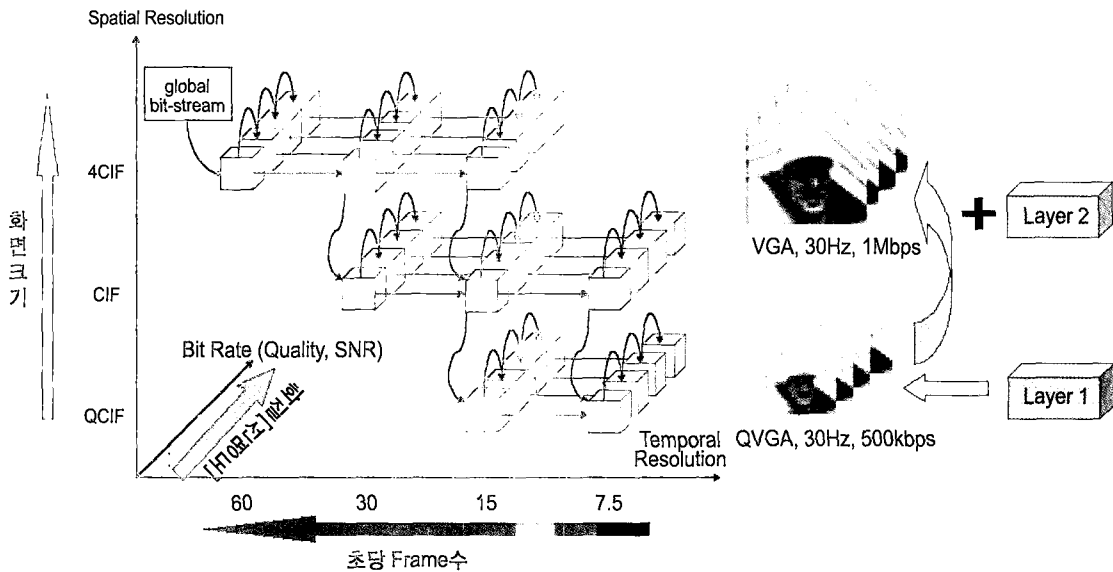
스케일러블 비디오 부호화(SVC) 방식은 비디오 시퀀스를 여러 개의 계층, 즉 기본 계층(Base layer)과 강화계층(Enhancement layer)들을 함께 압축한다. 기본 계층이란 독립적으로 복호 가능한 비트스트림인데 기존 지상파 DMB에서 사용하는 H.264와 같은 Non-scalable 비디오 부호화는 기본 계층만으로 구성된다. 강화 계층은 기본 계층에 있는 비트스트림을 개선하기 위해서 사용되는 추가 비트스트림이며, 독립적으로 복호할 수 없고, 기본 계층을 참조하여 복호할 수 있다. 따라서 SVC는 여러 개의 비디오 계층을 하나의 비트스트림으로 부호화 가능하며, 각 층은 (그림 5)과 같이 각각의 비트율, 프레임율, 영상크기 및 화질을 가질 수 있다.

AT-DMB에 적합한 스케일러블 비디오 기술을 적용하기 위해서 아래와 같은 몇 가지 사항을 고려하여야 한다. 첫 번

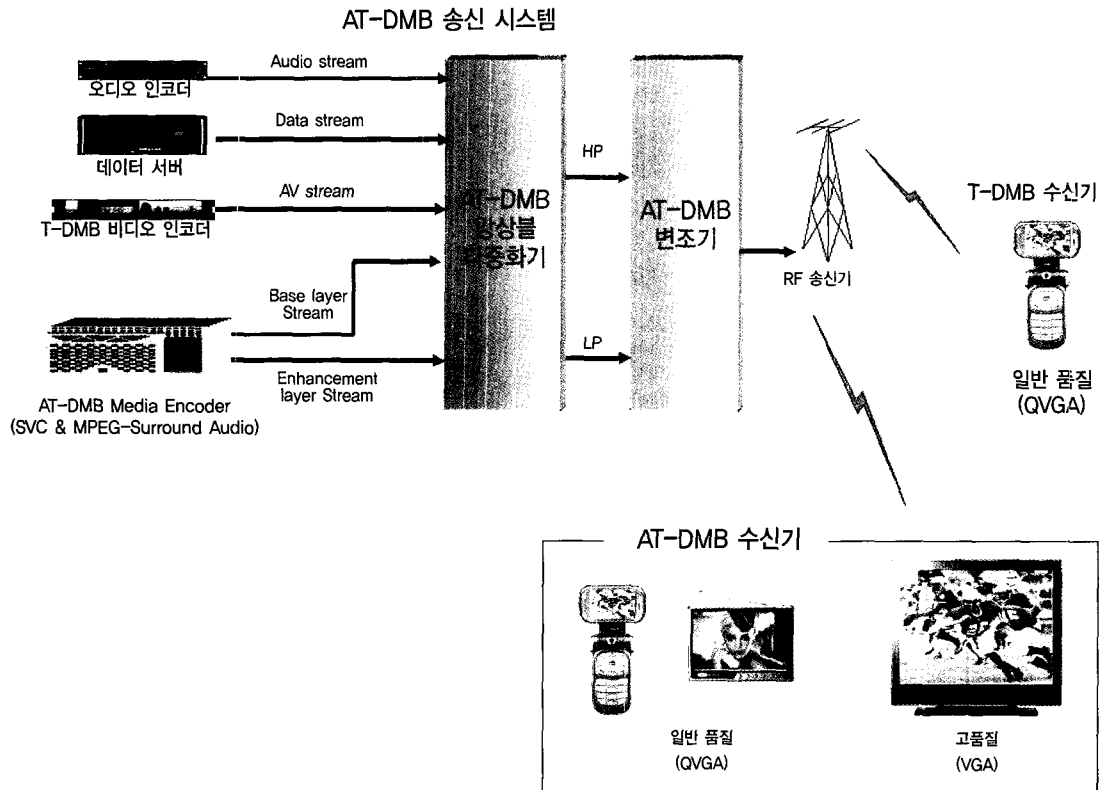
째는, 기존 지상파 DMB와의 하향호환성 및 서비스 품질의 유지를 위해 기본계층은 최대 CIF급 해상도에 30Hz를 지원할 수 있어야 하며, 기존 지상파 DMB에서 채택한 H.264 Base-line Profile 규격(ITU-T Rec.H.264 | ISO/IEC 14496-10 AnnexA.2.1)에 맞게 부호화 되어야 한다. 두 번째는, DMB 단말의 성능 제약으로 인해 SVC가 지원하는 화질 스케일러빌리티 중 복잡도가 큰 FGS(Fine Granular Scalability)에 대한 실시간 복호는 고려하지 않는다. 따라서 AT-DMB DMB 망에서는 고해상도의 비디오 서비스를 지원하는 공간적 스케일러빌리티 기술을 우선 적용할 계획이다. 세 번째 고려될 점은, 스케일러블 비디오 비트스트림들은, HP 채널 및 LP 채널을 통해 전송될 수 있도록 분할(Splitter)된 후 각각 MPEG-4 및 MPEG-2 시스템 처리과정을 거친다. 또한 수신단은 HP 및 LP 신호를 수신한 후, 적절한 동기화 과정을 거쳐 복호 가능한 비트스트림으로 재구성(Composition)하여야 한다.

2.4 AT-DMB 시스템

(그림 6)은 AT-DMB 송신 시스템의 개략적인 구성도를 나타낸다. AT-DMB 서비스를 위한 송신 시스템은 기존 T-DMB 방송 시스템과 유사한 구성을 가지지만, 기본적으로



(그림 5) 스케일러블 비디오 부호화 개념도



(그림 6) AT-DMB 시스템 구성도

SVC 미디어 인코더의 신규 개발, 영상블 다중화기 및 변조기의 기능 확장이 필요하다. 여기서 SVC 미디어 인코더는 MPEG-4 SVC 비디오 인코딩 기능과 MPEG-surround 오디오 인코딩 기능을 수행하고, AT-DMB 영상블 다중화기는 최대 2배의 서비스 다중화 기능과 HP/LP 두 개 채널의 ETI 출력 기능을 가지며, AT-DMB 변조기는 기존 지상파 DMB에 해당하는 HP 채널의 채널 인코딩에 더불어 LP 채널에 대한 새로운 채널 인코딩, 계층 변조 등의 기능을 추가적으로 필요로 한다.

증대된 유효 데이터 전송률을 이용해서 다채널 서비스를 실시할 경우에 SVC 미디어 인코더는 필요 없을 것이며, 소프트웨어 기반의 T-DMB 영상블 다중화기인 경우에는 소프트웨어의 업그레이드와 입출력 ETI 카드의 추가가 필요할 것이지만, 하드웨어 기반으로 공급되고 있는 변조기는 교체 혹은 하드웨어 모듈의 추가가 요구될 것이다.

(그림 6)에서 기존의 T-DMB 수신기는 HP 채널만 수신하

여 이것에 포함된 서비스와 QVGA 품질의 비디오 서비스를 제공하지만, AT-DMB 수신기를 이용하면 HP 채널뿐만 아니라 LP 채널까지도 수신하여 더 많은 서비스 혹은 VGA 품질의 비디오 서비스를 사용자에게 제공함을 보여주고 있다. 즉 AT-DMB 수신기는 AT-DMB 방송뿐만 아니라 기존의 T-DMB 방송도 수신 가능하다.

III. 결 론

본 기고에서 소개한 AT-DMB 기술이 상용 서비스되기 위해서는 기술 개발과 병행하여 국내 표준화가 추진되어야 할 것이다. 현재 T-DMB 수익모델의 부재로 더 많은 가용채널 혹은 더 고품질의 T-DMB 서비스를 갈망하고 있는 T-DMB 서비스 환경하에서, AT-DMB 기술의 개발은 T-DMB 사업자

들에게는 다양하고 고수익이 보장되는 서비스를 제공 가능케 할 것이며, 이로 인해 T-DMB 관련 업체들의 사업활성화를 촉진할 것이므로, 표준 규격의 완성은 필연적인 것이다. 또한, AT-DMB는 사용자들로 하여금 서비스 선택의 폭을 넓히게 하고 좀 더 고품질의 서비스를 향유할 수 있게 함으로써, 대중 문화의 발전과 모바일 방송 시장 활성화의 매개체가 될 것으로 기대한다.

국내표준화와 더불어 세계 시장의 선점을 위해서는 국제표준화 또한 필연적으로 추진되어야 한다. 즉, 모바일 방송 관련 해외 시장의 개척을 위해서는 AT-DMB 관련 국제표준 규격이 필수적으로 필요하며, 국내에서 먼저 상용서비스 되어 검증될 경우 시장의 파급효과는 더 크다고 할 수 있을 것이다.

현재 인도네시아와 가나 등 동남아와 아프리카 일부 지역에서 T-DMB 도입을 적극적으로 검토 중에 있다. AT-DMB 기술의 개발은 본문에서 서술한 장점으로 인해 T-DMB 기술 해외 확산의 촉매제 역할을 톡톡히 할 것이며, 나아가 원천 기술의 확보로 기술 로열티 수입을 가능케 할 것으로 사료되고 있다. 따라서, 향후 AT-DMB 기술의 개발과 이의 상용화는 국내 모바일 방송 및 관련 산업의 활성화뿐만 아니라 IT 산업관련 제품 수출에 일익을 담당할 것으로 기대한다.

참 고 문 헌

[1] ETSI EN 300 401 v1.3.3, Radio Broadcasting Systems; Digital Audio Broadcasting (DAB) to mobile, portable and fixed receivers, Sept. 2001.

[2] ETSI TS 102 428 v1.1.1, Digital Audio Broadcasting (DAB); DMB video service; User Application Specification, June 2005.

[3] S.M. Cho, G.S. Lee, B.J. Bae, K.T. Yang, C.H. Ahn, S.I. Lee, and C.T. Ahn, "System and Services of Terrestrial Digital Broadcasting (T-DMB)," IEEE Trans. Broadcasting, vol. 53, no. 1, pp. 171-178, March 2007.

[4] M. Kornfeld, G. May, "DVB-H and IP Datacast-Broadcast to Handheld Devices," IEEE Trans.

Broadcasting, vol. 53, no. 1, pp. 161-170, March 2007.

[5] M. R. Chari, F. Ling, A. Mantravadi, R. Krishnamoorthi, R. Vijayan, G. K. Walker, R. Chandhok, "FLO Physical Layer: An Overview," IEEE Trans. Broadcasting, vol. 53, no. 1, pp. 145-160, March 2007.

[6] A. Schertz and C. Weck, "Hierarchical modulation- the transmission of two independent DVB-T multiplexes on a single frequency," EBU Techn, April 2003.

[7] ITU-T document, "Joint Draft 7 of SVC Amendment", Joint Video Team JVT-T201, JVT 20th meeting, Klagenfurt, Austria, July, 2006.

[8] ITU-T document, "Joint Scalable Video Model JSVM-7", Joint Video Team JVT-T202, JVT 20th meeting, Klagenfurt, Austria, July, 2006.



이 광 순

1993년 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
 1995년 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학석사)
 2004년 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학박사)
 2001년 ~ 현재 한국전자통신연구원 디지털방송연구단
 선임연구원
 주관심분야 : DMB, DTV 시스템, 영상신호처리



임 중 수

1988년 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
 1990년 경북대학교 정보통신공학과 졸업 (공학석사)
 1990년 ~ 1995년 SK 텔레콤(주) 중앙연구소 근무
 1995년 ~ 1999년 한국통신기술(주) 근무
 1999년 ~ 현재 한국전자통신연구원 방송시스템연구부
 지상파전송기술연구팀장
 주관심분야 : 지상파 이동방송 전송기술, 디지털 방송시스템,
 영상통신



이 수 인

1987년 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
 1989년 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학석사)
 1996년 경북대학교 전자공학과 졸업 (공학박사)
 1990년 ~ 현재 한국전자통신연구원 방송통신융합연구부
 방송시스템연구부장
 관심분야 : DMB, DTV, CATV, 3DTV