

+ 임종수 · 한국전자통신연구원 방송통신융합혁신기술연구팀 팀장

차세대 지상파 DMB(AT-DMB) 기술(1)



빠른 기술진보를 바탕으로 T-DMB가 제공할 수 있는 품질 및 기능을 크게 뛰어 넘는 대용량, 고품질의 실질적인 방통융합형의 이동멀티미디어 서비스를 다양한 단말을 통하여 서비스할 수 있는 기술에 대한 연구 및 개발로 지속적인 T-DMB 기술의 경쟁력을 유지할 수 있어야 한다.

1. 서론

현재 국내에서 서비스를 제공하고 있는 T-DMB는 전송 방식은 Eureka-147 DAB의 4개 전송모드 중 VHF 대역의 전송모드 I를 채택하고 있고, 변조 방식은 이동수신 성능이 우수한 OFDM 방식을 기반으로 하여 $\pi/4$ -DQPSK(differential quadrature phase shift keying) 방식을 사용하고 있으며, 시스템 대역폭은 1.536MHz이다.

T-DMB 비디오 서비스를 위한 송수신 정합 표준에서는 비디오 압축을 위해 MPEG-4 AVC 기술과 오디오 압축을 위해 MPEG-4 BSAC(bit sliced arithmetic coding) 기술을 채택하고 있다. 그리고, 객체 기반의 MPEG-4 데이터를 방송환경의 전송 시스템에 적용하기 위하여 MPEG-4 over MPEG-2 TS 기술 및 MPEG-4 시스템 기술을 사용하며, 수신율 향상을 위해 Reed-Solomon 코드와 Convolutional 인터리버를 채택하고 있다.

T-DMB는 차별되는 특성을 가지고 있다. 그 중 하나는 유럽의 여러 나라에서 이미 Eureka-147 DAB를 상용 서비스하고 있기 때문에 Eureka-147 DAB를 바탕으로 하는 T-DMB 시스템을 채택하기에 매우 용이하다는 점이다. 그리고, T-DMB는 송출장비 설치비용이 타 이동멀티미디어 방송 시스템에 비해 상대적으로 저렴하고, 방송 커버리지가 넓다는 장점이 있다.

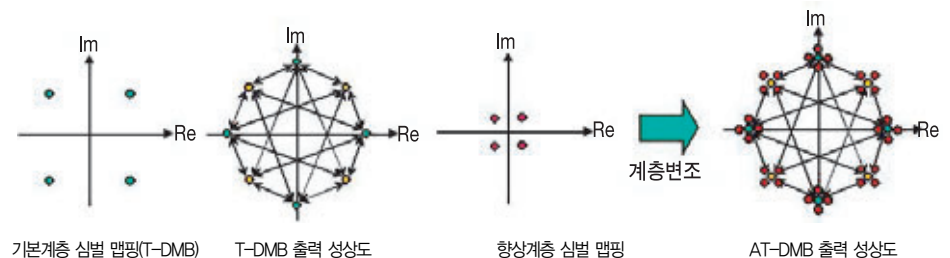
그러나, 현행 T-DMB에서는 최대 CIF급 해상도(최대 가로 352화소 × 세로 288화소의 화면을 초당 최대 30장 전송)의 동영상을 384Kbps 정도의 비트율로 압축하여 제공한다. 큰 화면을 통해 T-DMB를 시청할 경우 해상도 부족 등으로 인한 화질열화를 느낄 수 있다. 특히, 향후 출시될 이동단말은 고해상도를 지원하는 추세이므로 디스플레이에 보다 나은 화질의 표현이 요구될 것으로 전망된다. 또한, T-DMB는 타 모바일 방송 기술에 비해 주파수 대비 가용 채널수가 적다는 단점을 가지고 있다.

그러므로, 이러한 단점을 극복하고 T-DMB와의 역호환성을 유지하며 보다 나은 화질의 디지털 방송 서비스와 광대역 네트워크의 보편화에 따른 사용자들의 요구에 부응하는 고품질의 이동멀티미디어 방송 기술의 개발이 필요하다. 그리고, 빠른 기술진보를 바탕으로 T-DMB가 제공할 수 있는 품질 및 기능을 크게 뛰어 넘는 대용량, 고품질의 실질적인 방통융합형의 이동멀티미디어 서비스를 다양한 단말을 통하여 서비스할 수 있는 기술에 대한 연구 및 개발로 지속적인 T-DMB 기술의 경쟁력을 유지할 수 있어야 한다.

새롭게 진화되는 T-DMB 전송고도화 망에서는 T-DMB와의 역호환성(backward compatibility)을 유지함과 동시에 고전송효율/고품질의 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 이러한 고전송효율/고품질 T-DMB 시스템을 개선된 T-DMB(advanced T-DMB, AT-DMB)라 칭한다.

AT-DMB 시스템은 한국전자통신연구원(ETRI)에서 2006부터 2009년까지 기술을 개발한 결과물이다. AT-DMB는 T-DMB와 동일 주파수 대역에서 T-DMB 대비 최대 2배까지의 전송용량을 증가시킬 수 있으며, SD급의 해상도로 제작된 비디오 콘텐츠를 AT-DMB를 통하여 VGA 크기의 화면으로 제공이 가능하다[1].

AT-DMB는 T-DMB 시스템과의 역호환성을 유지하면서 전송용량을 증대시키기 위하여 계층변조 방법을 적용한다. T-DMB에 적용된 계층변조는 T-DMB 신호를 기본계층으로 하고 여기에 부가적으로 항상계층 신호를 새로 추가하여 전송하는 방식이다.



[그림 1-1] AT-DMB의 계층변조 된 신호

AT-DMB에서 기본계층의 각 성상에 새로운 성상이 매핑되면 T-DMB 시스템의 성능이 저하될 수 있는데, 이 영향을 최소화하기 위해서는 항상계층 심벌의 성상 거리는 가능한 가깝게 유지돼야 한다. 반면, 항상계층 심벌의 성상 거리가 가까우면 항상계층의 성능이 크게 저하된다. 따라서, 항상계층에는 오류성능의 개선을 위하여 강력한 오류제어 부호의 사용이 요구된다.

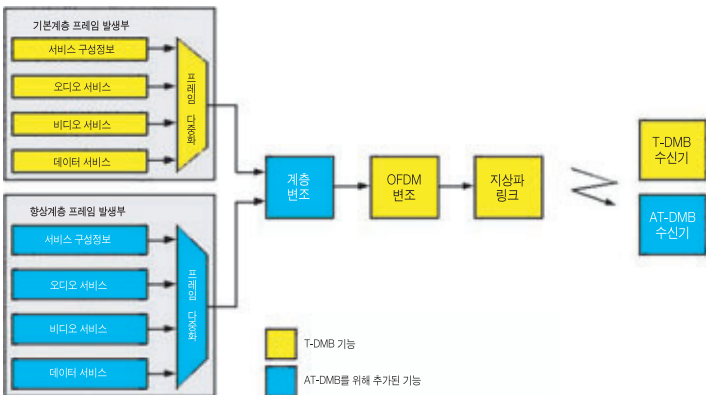
본 연재에서는 AT-DMB에 적용된 계층변조를 소개하며, 제안한 성상에서 기본계층 성상의 거리와 항상계층 성상의 거리 비에 따른 기본계층의 오류성능과 항상계층의 오류성능을 비교 분석하고 그 결과를 제시한다. 그리고, 항상계층에 사용될 강력한 오류제어부호로 터보부호 (turbo code)를 소개하고 터보부호의 성능을 최적화할 수 있는 파라미터를 제시한다. 또한, AT-DMB 모의실험 및 실제 측정을 통해 개발된 시스템이 실제 서비스에 적합한지를 확인한다.

2. AT-DMB 시스템

2.1. AT-DMB 시스템의 구성

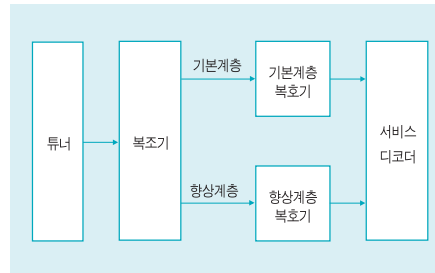
AT-DMB 시스템은 기본계층과 향상계층의 두 계층으로 구성된다. T-DMB 서비스를 지원하는 기본계층 신호는 T-DMB 및 AT-DMB 수신기로 수신될 수 있다. 향상계층은 T-DMB의 데이터 전송용량을 증대시키기 위하여 $\pi/4$ -DQPSK 방식으로 변조된 기본계층 위에 계층변조 기법을 적용하여 QPSK 또는 BPSK 변조를 추가한 방식으로 향상계층의 신호는 AT-DMB 수신기에서만 수신 가능하다.

AT-DMB 시스템은 [그림 2-1]에 나타난 바와 같이 송신단과 수신단으로 구성되며, 송신단은 기본계층 프레임 발생부, 향상계층 프레임 발생부, 계층변조부, OFDM 변조기 및 지상파 링크 등으로 구성된다. 향상계층 프레임 발생부는 오디오, 비디오 및 데이터 서비스 신호의 입력 장치, DAB프레임다중화기 등으로 구성된다.



[그림 2-1] AT-DMB 시스템 블록 다이어그램

AT-DMB 수신기의 OFDM 복조기에서 출력되는 기본계층 및 향상계층 복조신호는 각각 기본계층 및 향상계층 복호기로 전송된다. 기본계층과 향상계층 복호기는 입력되는 각 신호를 복호한 후, 이를 해당 서비스 디코더로 전송한다.

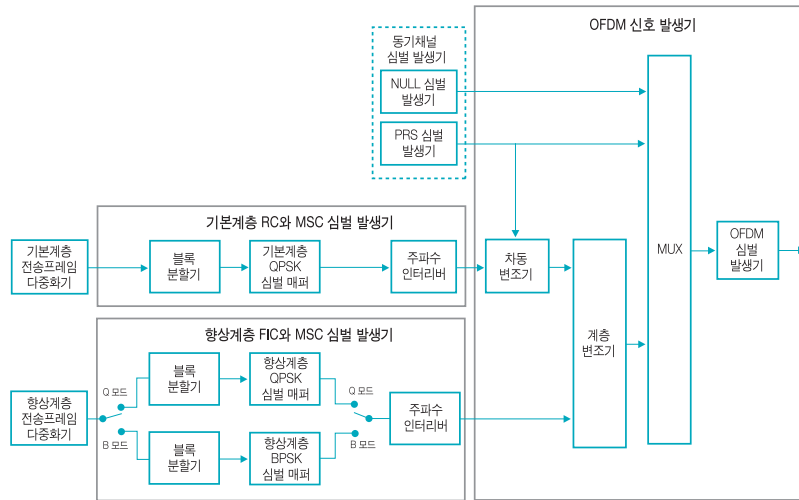


[그림 2-2] 개념적인 AT-DMB 수신기 블록도

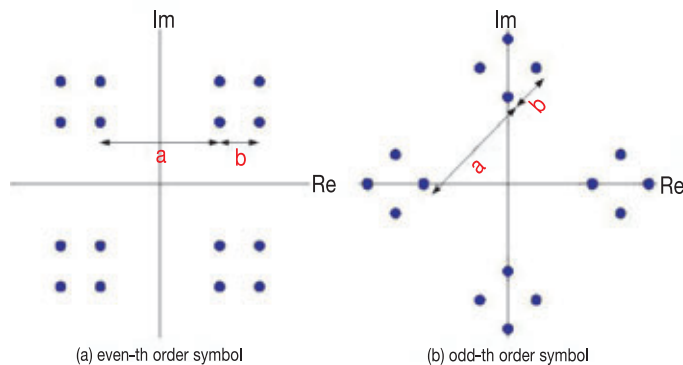
2.2. 계층변조 기술

AT-DMB 시스템에서는 T-DMB 시스템과의 역호환성을 유지하면서 전송용량을 증대시키기 위하여 계층변조 방법을 적용한다. 향상계층은 수신환경을 고려하여 계층변조 B-모드와 계층변조 Q-모드로 나뉘어 있다. 계층변조 B-모드는 계층변조에서 새로 추가되는 신호에 BPSK 심벌 매핑을 적용한 것이고, Q-모드는 새로 추가되는 신호에 QPSK 심벌 매핑을 적용한 것이다. 계층변조 B-모드는 Q-모드와 비교하여 채널 유효 전송용량은 줄어드나, 이동채널에서의 수신 성능이 더 우수한 장점이 있다.

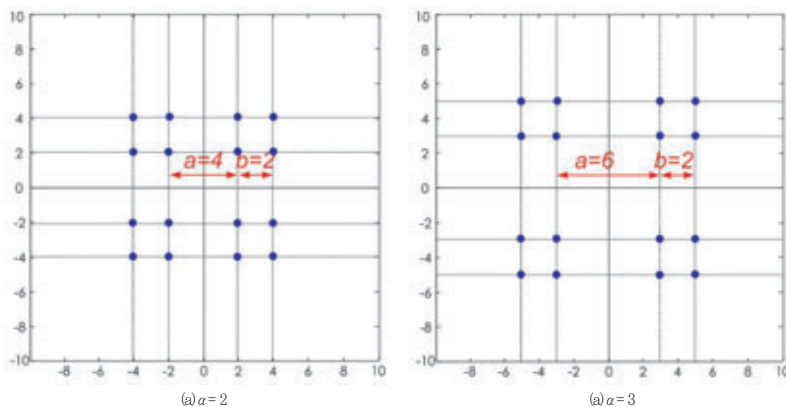
T-DMB 시스템에 계층변조를 적용하여 데이터 전송률을 높이는 과정을 [그림 2-3]에 나타내었다. 그림에서 향상계층을 위한 데이터 스트림은 별도의 심벌 매핑 및 주파수 인터리빙을 거친 후 계층변조기에 입력된다.



[그림 2-3] AT-DMB의 계층변조 신호 발생기



[그림 2-4] AT-DMB 신호의 성상도



[그림 2-5] 성상비에 따른 신호 성상도

T-DMB에 계층변조 기법을 적용하여 신호를 전송할 경우에 T-DMB 수신기에서는 향상계층 신호가 잡음처럼 작용하게 되어 T-DMB의 수신 성능이 다소 저하될 수 있다. 이러한 성능저하를 완화하기 위해서 향상계층 신호의 성상 간격을 줄여야 하는데, 성상 간격을 지나치게 줄일 경우 향상계층 신호의 복원 성능이 저하되므로 기본계층 신호와 향상계층 신호의 크기에는 상호 간에 수신 성능을 고려한 절충(trade-off)이 필요하다.

절충을 결정하는 요소는 기본계층과 향상계층 간의 신호비레인 성상비(costellation ratio)이며, 는 [그림 2-4]에 나타난 것과 같이 성상군 간의 간격과 성상 간의 간격비로 정의되어 의 관계를 가진다. 그래서, [그림 2-5]에 나타난 것과 같이 일 때와 일 때를 비교해 보면 동일한 성상 간의 간격에 대해 보다 일 때가 성상군 간의 간격이 더 커져서, 상대적으로 새로 추가되는 신호의 크기는 일 때 더 작아지게 된다.

그러므로, 성상비 값이 클수록 기본계층 신호는 수신 성능의 열화가 적은 반면, 향상계층 신호는 신호의 크기가 작아져서 수신 성능저하가 발생하게 된다. 반대로 성상비 값이 작으면 향상계층 신호의 크기가 커져서 향상계층 신호의 수신 성능은 개선되지만, 기본계층 신호는 향상계층 신호의 영향이 더 커지므로 수신 성능열화가 커지게 된다.

AT-DMB에 적용된 계층변조는 B-모드와 Q-모드가 있다. B-모드는 기본계층의 $\pi/4$ -DQPSK 심벌과 향상계층의 BPSK 심벌을 결합하는 방식을 취한다. Q-모드는 기본계층의 $\pi/4$ -DQPSK 심벌과 향상계층의 QPSK 심벌을 결합하는 방식을 취한다. 이들에 대한 자세한 설명은 다음 호에서 언급하기로 한다.