

Ka 대역 위성방송 서비스를 위한 DVB-S2/SVC 전송방법에 관한 연구

*이규진, *손원, *이계산, **이인기, **장대익

*경희대학교, **한국전자통신연구원

*kyujin@khu.ac.kr

Studies on Methods of DVB-S2/SVC Transmission for Ka Band Satellite Broadcasting Service

*Lee, Kyu-Jin *Sohn, Won *Lee, Kye-San **Lee, In-Ki **Chang, Dae-Ik

*Kyung Hee University, **ETRI

요 약

이 논문에서는 MPEG-4 SVC 신호를 DVB-S2 전송시스템에 적용하여 Ka대역 위성방송서비스를 제공하는 전송 방법에 대한 연구를 하였다. SVC신호는 계층 수를 2개로 제한하였으며, 이러한 다계층 신호를 DVB-S2 전송시스템에 적용하기 위하여, 정상도상에서 각 계층의 신호를 동기적으로 합치는 Hierarchical 변조방식과 각 계층의 전송스트림을 RF 주파수 상에서 비동기적으로 합치는 방식인 Layered 변조방식을 사용하였다. 각 전송방안에서 변조방식과 채널 부호율을 결합 소스/채널 부호화 방법에 따라 변화시켜 최적의 전송기법을 도출하였다.

1. 서론

최근 위성 방송기술은 기존의 전송방식에서 발전하여 고선명, 고음질을 실현하고 다양한 부가서비스를 제공하는 고기능의 디지털 전송방식으로 교체되는 추세에 있다. 이러한 위성방송의 수요 확대에 따라 기존의 위성방송 시스템인 DVB-S 시스템에서 고속데이터 전송 및 고품질의 영상을 전송할 수 있는 차세대 위성방송 표준인 DVB-S2 시스템에 대한 연구가 활발히 진행 중이다.[1,2] DVB-S2는 변조방식으로 기존의 QPSK방식에 8PSK, 16APKS, 32APSK등의 고차원의 변조방식을 적용하였고, 또한 BCH 코드와 LDPC 코드의 사용으로 인하여 DVB-S보다 약 30% 정도 스펙트럼 효율이 뛰어난 것으로 알려져 있으며, 대부분의 위성방송서비스 제공업자는 DVB-S2와 MPEG-4 AVC를 결합하여 HDTV와 같은 새로운 서비스에 이들을 이용하고자 한다.[3]

기존의 C, Ku 대역의 스펙트럼은 기존 서비스에 의하여 대부분 점유되었기 때문에, 새로운 위성방송서비스를 제공하기 위해서는 새로운 주파수 자원이 확보되어야 한다. 이에 대한 해결책으로 Ka대역을 사용하는 것이 될 수 있다. Ka대역은 기존 대역에 비해 위성궤도 확보가 용이하여 신규 위성망의 주파수 대역으로 적절하며, 넓은 주파수 대역폭이 요구되는 초고속 위성통신 및 멀티미디어 통신에 적합하다. 이러한 장점들이 있는 반면에, Ka대역은 Ku대역보다 높은 주파수 사용으로 인하여 강우 시 훨씬 강우감쇠에 민감하다는 문제점이 있어, 동일한 전송규격을 사용할 경우에는 훨씬 열악한 링크 가용도를 감수하여

야 하는 문제점이 발생한다. 따라서, 이에 대한 적절한 대책이 요구되고 있다.

이 논문에서는 DVB-S2/MPEG-4 SVC를 Ka대역 위성 방송서비스에 적용할 경우에 최적의 서비스를 제공하기 위해서 2 Layer의 SVC 전송 스트림의 동기를 맞추어 비대칭 정상도상에서 심볼 레벨로 합치는 방식인 Hierarchical 변조방식과 2Layer의 SVC 전송스트림을 RF 주파수 상에서 비동기적으로 합치는 방식인 Layered 변조방식을 사용하여 최적의 전송기법에 대해서 연구하였다.

2장에서는 강우에 따른 신호감쇠를 소개하였고, 3장에서는 Hierarchical 변조방식과 Layered 변조방식을 소개하였다. 4장에서는 Ka 대역 위성방송 서비스를 위한 최적의 전송기법을 모의실험의 결과를 분석하였으며, 끝으로 5장에서는 모의실험의 결과를 바탕으로 본문의 결론을 맺는다.

2. 강우에 따른 신호감쇠

가. ITU-R PN 837을 이용한 우리나라 (K지역)의 강우감쇠

위성 통신은 강우에 의한 감쇠현상이 회선 품질에 매우 심각한 영향을 미치는데, 특히 신호에 대해 진폭의 감소, 열잡음 증가, 편파사용시의 간섭 증가 등의 영향을 주게 된다. 이러한 강우에 의한 신호 감쇠값은 강우 추정 모델을 이용하여 Rec. ITU-R PN618[4]에 따라 계산을 하게 되는데, 여기서는 여러 가지 강우 추정 모델 [5]중에서

REC. ITU-R PN 837[6]를 이용하였다.

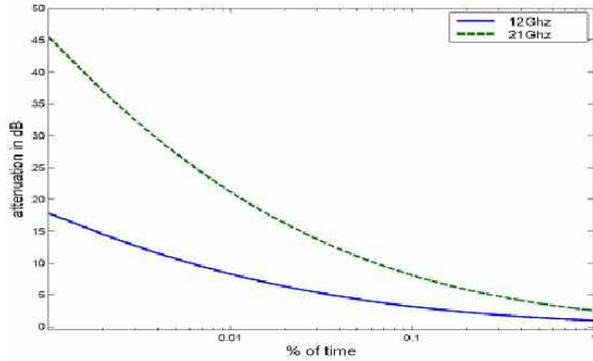


그림 1. K지역 연평균 시간율에 따른 링크감쇠 비교

(그림 1)는 우리나라(K지역)에서의 연평균 시간 율에 따른 Ku 및 Ka대역의 강우 감쇠량을 보여준다. 전체적으로 Ka대역의 강우감쇠 정도가 Ku대역보다 훨씬 높음을 알 수 있으며, 시간 율이 감소함에 따라 그 차이는 점점 커짐을 알 수 있다. 즉, 시간 율이 1%일 때는 Ku대역과 Ka대역의 강우감쇠 정도가 약 2dB 정도 차이가 발생하나, 0.01%일 때는 약 13dB 정도 차이가 있음을 알 수 있다.

나. 변조 및 채널 부호율에 따른 강우감쇠 보상

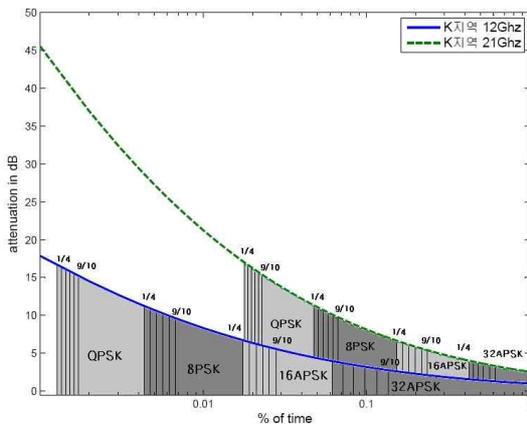


그림 2. 시간율에 따른 강우감쇠를 보상하기 위한 DVB-S2 변조방식 및 채널 부호율.

(그림 2)는 Ka 대역과 Ku대역에서 시간 율에 따라 적용 가능한 변조방식/채널부호율을 나타낸 것이다.[6] 여기서, 링크버킷에 따라 링크 가용도가 왼쪽 또는 오른쪽으로 천이될 수 있다. Ka대역에서 99%의 링크 가용도를 가지는 시기에는 32APSK 변조방식을 적용하고, 99.6%에서는 16APSK 변조방식, 99.9%의 링크 가용도를 얻기 위해서는 8PSK 변조방식과 부호화율 9/10을 사용하는 것이 가장 적합하다. 강우 감쇠가 아주 심해질 경우 시스템은 QPSK 변조방식과 1/4의 채널 부호화율을 사용하는 것이 강우 감쇠를 효과적으로 경감 시키나 최대 시간율은

0.02%임을 알 수 있다.

3. Hierarchical 과 Layered 변조기법

가. Hierarchical 변조기법

Hierarchical 변조방식은 (그림 3)과 같이 두 가지의 SVC 전송 스트림을 한 개의 위성채널로 보내는데, 첫째는 HP(High Priority, layer1, based) 스트림이고 다른 하나는 LP(Low Priority, layer2, enhanced) 스트림이다. Hierarchical 변조방식은 변조방식에 따라 결정되는 상상도 간의 거리를 차등적으로 할당하고 비트들 간의 가중치를 다르게 함으로써 비트들의 성능을 차등화 시키는 방법이다.[7] 이 논문에서는 8PSK와 16APSK 변조방식을 사용하였다.

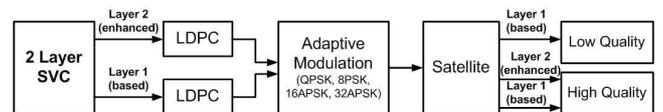


그림 3. Hierarchical 변조기법을 이용한 전송기법

나. Layered 변조기법

Layered 변조방식은 HP 스트림과 LP 스트림을 RF 주파수 상에서 비동기적으로 합쳐서 독립적으로 전송하는 방식이며, 이를 이용한 전송시스템은 (그림 4)와 같다.[7] Hierarchical 변조방식에 비하여 스펙트럼 효율이 낮아지는 단점이 있으나, 두 개의 RF채널을 독립적으로 사용할 수 있기 때문에 변조 및 채널부호에 있어 유연성이 훨씬 좋아진다.

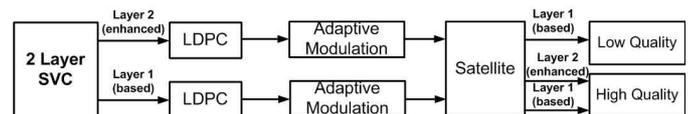


그림 4. Layered 변조방식을 이용한 전송시스템

4. Ka 대역 위성방송 서비스를 위한 전송기법

이번 장에서는 MPEG-4 SVC를 강우감쇠 문제를 갖는 Ka대역 위성방송 서비스에 적용하는 방안에 대하여 연구하였다. SVC가 base layer와 enhanced layer를 제공하는 경우를 고찰하였으며, Spatial Scalability를 고려하였다. Base layer는 SDTV 신호를 전송하며, 링크가용도가 99.99% 이상이 될 수 있도록 하고, enhanced layer는 HDTV 신호와 base layer 신호의 차이를 전송토록 하였다.

가. Hierarchical 변조방식을 이용한 DVB-S2 / MPEG-4 SVC 위성방송

(그림 5)는 비대칭 8PSK를 사용할 경우에, 편각(θ)에 따른 각 계층이 QEF를 얻기 위하여 필요한 C/N값을 분석

하였다. 편각(θ)이 증가할수록 HP Layer는 성능이 저하되는 반면, LP Layer의 성능은 향상 되는 것을 볼 수 있다. 기본적으로 enhanced layer가 base layer보다 훨씬 높은 비트 율을 필요로 하나, 비대칭 8-PSK는 변조만을 고려하였을 때, base layer에 해당하는 HP가 LP보다 2배의 비트 율을 가진다. Base layer가 enhanced layer보다 강인한 스트림을 가져야 되기 때문에, 채널부호를 고려하면 HP의 비트율이 LP의 경우보다 2배 이상이 된다. 따라서 HP와 LP를 각각 base layer와 enhanced layer에 적용하는 것은 적절하지 않다. 그래서 HP에 enhanced layer, LP에 base layer를 설계 하였으며, 편각(θ)은 22.5° 를 사용하였다.

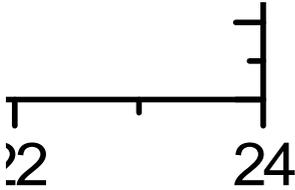


그림 5. 편각에 따라 HP와 LP 스트림이 QEF를 갖기 위한 요구 C/N값. (8PSK)

(그림 6)는 여러 가지 base layer에 대해서, enhanced layer에 할당된 부호율에 따른 PSNR값을 분석한 것이다. PSNR값을 40 dB 이상 유지하기 위해서는 base layer의 부호율이 1/4이고, enhanced layer의 부호율은 5/6 ~ 9/10을 유지해야 한다.

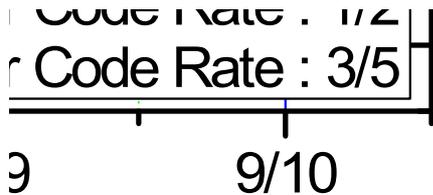


그림 6. 여러 가지 서비스 시나리오에 대한 PSNR값 분포.(8PSK)

(그림 7)는 비대칭 16APSK에서의 부호율에 따른, PSNR값을 보여준다. 이에 따르면, 16APSK인 경우에는 PSNR값을 40 dB 이상을 가지는 경우가 없어, MPEG-4 SVC신호를 이용한 위성방송서비스에 적합하지 않다는 것

을 알 수 있다.

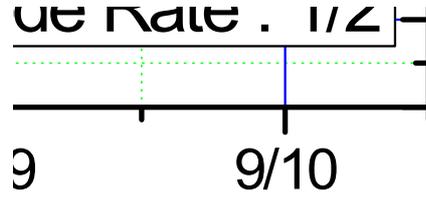


그림 7. 여러 가지 서비스 시나리오에 대한 PSNR값 분포. (16 APSK)

나. Layered 변조방식을 이용한 DVB-S2 / MPEG-4 SVC 위성방송

Spatial scalability를 사용할 때, 40 dB정도의 PSNR 값을 유지하기 위하여 enhanced layer에 할당하는 비트 율이 base layer에 할당하는 비트 율보다 훨씬 크기 때문에, 두 layer에 할당하는 대역폭을 다르게 하는 방안이 필요하다. Base layer와 enhanced layer에 할당하는 대역폭 비를 1:1, 1:2 및 1:3의 3가지 경우에 대하여 시간 율에 따른 PSNR 값을 분석하였다.

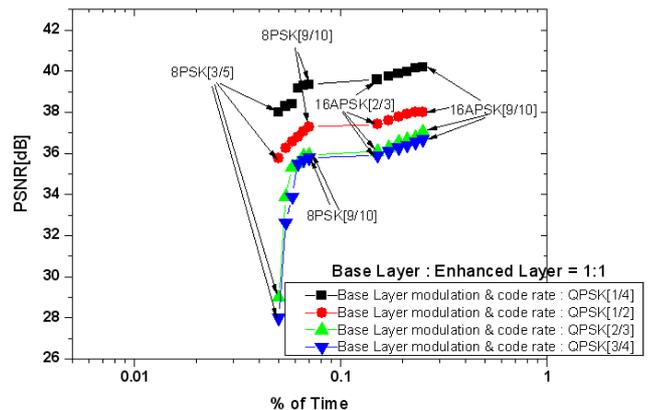


그림 8. 시간 율에 따른 PSNR값. (BL 대역폭: EL 대역폭 = 1:1)

(그림 8)는 base layer(BL)와 enhanced layer(EL)에 동일한 대역폭을 할당했을 때의 시간 율에 대한 PSNR값을 분석한 것이다. Base layer는 SDTV급 신호가 약 40dB 정도의 PSNR값을 갖는 것을 가정하였다. 이 경우에는 base layer에 QPSK, 부호율=1/4을 적용했을 때, Enhanced layer에 8PSK(부호율 \leq 3/5)와 16APSK를 적용한 방안이 PSNR값을 약 38 dB ~ 40 dB 정도 제공하였다. 시간 율을 99.9% 정도 얻기 위해서는 enhanced

layer에 16APSK 2/3를 적용하여야 하며, 이 때의 PSNR 값은 약 40dB 정도 되었다.

5. 결론

본 논문에서는 Ka대역 위성방송 서비스를 위한 최적의 전송기법에 대하여 연구하였다. Ka대역에서 강우감쇠 및 링크 가용도에 따라 강우감쇠를 보상할 수 있는 DVB-S2 변조방식과 채널 부호율을 분석하였다. Hierarchical 변조 방식은 8PSK에서는 PSNR값을 40 dB 이상 유지하기 위해서 base layer의 부호율이 1/4이고, enhanced layer의 부호율은 5/6 ~ 9/10을 유지해야한다는 것을 알았다. 하지만, 16APSK에서는 PSNR값을 40 dB 이상의 값을 갖는 것이 없었다. 또한, Layered 변조방식은 각각의 base layer, enhanced layer의 대역폭의 비를 변화 시키며 전송하였을 때, 1:1 일 때를 제외하고는 40 dB이상 갖는 변조방식과 채널 부호율이 많은 것을 볼 수 있었다. 이것을 통하여 시간 율에 따른 변조 방식과 부호율에 관한 최적의 파라미터 값을 결정할 수 있다.

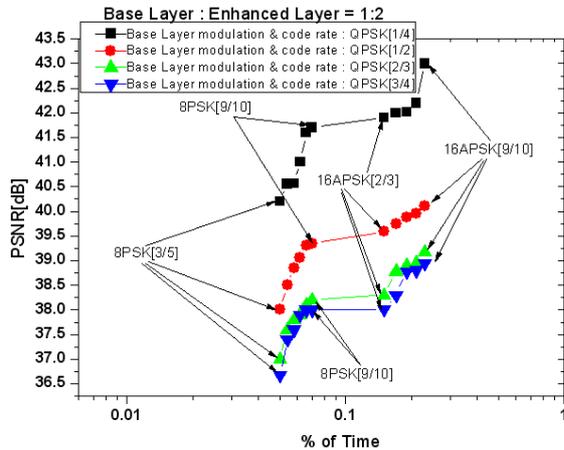


그림 9. 시간 율에 따른 PSNR값. (BL 대역폭: EL 대역폭 = 1:2)

(그림 9)은 base layer(BL)와 enhanced layer(EL)의 대역폭 비가 1:2인 경우를 분석한 것이다. 이 경우는 enhanced layer에 할당되는 비트 율이 (그림 8)의 경우보다 2배가 되기 때문에 높은 PSNR값을 갖게 된다. Base layer가 QPSK변조, 부호율=1/2일 때, enhanced layer는 8PSK(부호율≤3/5)와 16APSK를 적용하여, 약 38 dB ~ 41 dB 정도의 PSNR값을 갖게 된다.

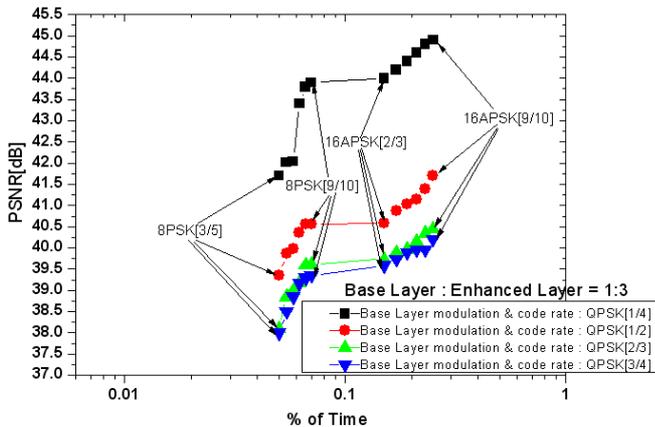


그림 10. 시간 율에 따른 PSNR값. (BL 대역폭: EL 대역폭 = 1:3)

(그림 10)은 base layer(BL)와 enhanced layer(EL)의 대역폭 비가 1:3인 경우를 분석한 것이다. 이 경우는 enhanced layer에 할당되는 비트 율이 (그림 8)의 경우보다 3배가 되기 때문에 제일 높은 PSNR값을 갖게 된다. Base layer가 QPSK변조, 부호율=3/4일 때, enhanced layer는 8PSK(부호율≤3/5)와 16APSK를 적용하여, 약 38dB ~ 41dB 정도의 PSNR값을 갖게 된다.

참고 문헌

- [1] DVB, "Framing structure, channel coding and modulation for 11/12 GHz satellite services", EN 300 421 V1.1.2, August 1997.
- [2] ETSI EN 302 307 "Digital Video Broadcasting (DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications".
- [3] DVB, "Second Generation framing structure, channel coding and modulation system for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications," ETSI DVB S2-74r13, Sept., 2003.
- [4] "Propagation data and prediction method required for the design of Earth-space telecommunication systems", Recommendation ITU-R PN618-5, 1997
- [5] 강희조, "Ka대역 위성통신의 위한 강우에 의한 전파 감쇠 예측 모델", 한국해양정보통신학회논문지 제 6권 제 7호, 2002년 11월, pp4-5
- [6] 김시영, 손원 "DVB-S2 전송 시스템의 Ku/Ka 대역 위성 방송서비스 적용방안에 관한 연구", 한국방송공학회 06 학술대회, pp.201-204.
- [7] Ernest Chen, Joshua L. Koslov, Vittoria Mignone and Joseph Santoru, "DVB-S2 backward-compatible modes: a bridge between the present and the future", International journal of satellite communications and networking Int. j. Satell. Commun. Network. 2004; 22:341-365(DOI:10.1002/sat.794)