

동일 주파수 위성 전송을 위한 자기 간섭 제거 방식

유준규*, 전한익**, 오덕길*, 유희정*** 정회원

Self-interference Cancellation for Shared Band Satellite Transmission

Joon-Gyu Ryu*, Hanik Jeon**, Deock-Gil Oh*, Heejung Yu*** *Regular members*

요 약

본 논문에서는 위성통신망의 주파수 효율 향상을 위해 중심국과 단말국이 동일 주파수 대역을 사용하여 위성으로 전송하는 동일 주파수 위성 전송 시스템을 고려했다. 이와 같은 시스템이 동작하기 위해 중심국은 자신이 송신한 신호가 위성을 거쳐 다시 되돌아 오는 자기 간섭 신호를 제거하여, 수신하고자 하는 단말국 신호만을 추출하는 자기 간섭 제거기가 필요하다. 중심국에서 제거하고자 하는 간섭 신호는 자신이 송신한 신호가 지연된 신호이기 때문에 일반적인 간섭 신호와는 달리 송신 신호를 지연시켜 제거가 가능한 신호이다. 이때 중심국 또는 위성에 있는 전력 증폭기의 비선형성을 고려하여 간섭 제거기를 설계해야 한다. 간섭 제거기는 송신 신호의 지연을 추정하고, 전력 증폭기의 비선형성을 반영하여 제거하는 부분과 잔여 오차를 적응 필터로 억제하는 부분으로 구성된다. 더불어, 모의 실험을 통하여 제안 방식의 효용성을 검증하고자 한다.

Key Words : Satellite communications; shared band transmission; self-interference; interference cancellation; non-linearity.

ABSTRACT

In this paper, a shared band transmission, in which downlink signals from satellite to both earth station and user terminal are transmitted in the same frequency band, is considered. For proper operation of such shared band transmission, self-interference caused by the transmitted signal from its own transmitter should be cancelled and the desired signal from the other transmitter should be obtained. The self-interference is sent by its own transmitter and it can be easily regenerated with the estimated round-trip delay. In addition to this delay, non-linearity effects caused by power amplifiers at the earth station and satellite should be exploited. The proposed interference canceller divided into two parts: one is subtraction of the transmitted signal with delay and non-linearity effects, and the other is adoptive filter to suppressed the residual interference. Through computer simulations, the effectiveness of the proposed system is verified.

I. 서 론

위성 통신의 경우, 도서 지역, 재난 상황 및 해상에서의 통신 수단으로 일반 이동 통신의 약점을 보완하는 형태로 그 장점들이 부각되고 있다. 하지만, 위성 중계기 임대비용이 고가라는 점이 단점이다. 따라서, 위성 주파수의 효율적 활용에 서뿐만 아니라, 위성 주파수 확보 측면에서도 기존의 주파수를 재활용 가능하여 그 효용성을 극대화 할 수 있다. 일반적인 위성통신 시스템의 경우 중심국과 단말국이 각각 다른 주파수를 사용하여 사용하지만, 동일 주파수 위성전송 기술을 적용한 위성통신 시스템은 그림 1에서와 같이 중심국과 단

말국이 동일 주파수 대역에서 사용하여 위성에서 중심국과 단말국으로 내려오는 하향 링크에서 두 신호가 합쳐져서 전체 사용 대역폭을 줄일 수 있다. 이렇게 할 경우, 중심국 및 단말국의 수신단에서는 자신이 위성으로 전송하였던 신호와 자신이 받고자 하는 상대방의 신호를 동시에 수신하게 된다. 따라서 자신이 송신했던 신호를 제거한 후에 수신기에서 복조/복호를 수행할 신호만을 전달하는 자기 간섭 제거기가 필요하다. 다양한 아날로그 및 디지털 신호 왜곡 현상들이 없다면, 송신 신호를 저장해 두었다가 일정 시간의 지연만을 주고 수신 신호에서 빼주면 간섭을 제거할 수 있다. 하지만, 주파수 오차 등과 같은 다양한 오차 및 전력 증폭기의 비선

* 본 연구는 미래창조과학부가 지원한 2015년 정보통신(ICT) 연구개발사업의 연구결과로 수행되었음.

*한국전자통신연구원 위성광대역방송통신연구실 (jgryu@etri.re.kr, dgoh@etri.re.kr),

전한익 과학기술연합대학원대학교 이동통신 및 디지털방송공학과 (hijeon@etri.re.kr), *영남대학교 정보통신공학과 (heejung@yu.ac.kr)

교신저자: 유희정(heejung@yu.ac.kr)

접수일자 : 2015년 11월 18일, 최종 게재확정일자 : 2015년 12월 24일

형성이 존재하기 때문에 이들에 대한 영향을 고려해 주어야 한다.

본 논문에서는 이와 같이 동일 주파수를 사용하는 위성 통신 시스템의 개념을 도입하는데 필요한 자기 간섭 제거기를 설계한다. 국내 천리안 위성을 기반으로 서비스를 하고 있는 DVB-S2 시스템[1]과 DVB-RCS 시스템[2]을 고려하여 중심국에서의 간섭 제거기를 설계한다. 중심국에서는 광대역의 DVB-S2 신호를 전송하고, 단말국들에서는 협대역의 DVB-RCS를 위성으로 전송한다. 위성에서는 이 두 신호가 합해져서 중심국과 단말국으로 전송한다. 그러면, 중심국에서는 DVB-S2 신호를 제거한 후에 DVB-RCS 신호를 수신단 쪽으로 넘겨준다. 즉, 자신이 조금 전에 전송했던 신호를 제거하는 것이다. 하지만, 단말 쪽에서는 되돌아온 간섭 신호(DVB-RCS 신호)가 수신하고자 하는 DVB-S2 신호에 비하여 주파수 전력 밀도도 낮고, 대역폭도 작아서 잡음으로 무시하고 처리할 수도 있다. 따라서 본 논문에서는 간섭신호인 DVB-S2 신호가 수신하고자 하는 DVB-RCS 신호 대비 아주 큰 경우를 고려하여 중심국에서의 간섭 제거 방식을 설계한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서 시스템 모델을 설명하고, III장에서는 전력 증폭기 비선형성 모델 및 인지 방식을 설명한다. 제안하는 간섭 제거기의 구조를 1차와 2차로 나누어 IV장에서 설명한다. 그리고 모의 실험 결과를 V장에서 보이고, VI장의 결론은 끝으로 본 논문을 마무리한다.

II. 시스템 모델

본 논문에서는 중심국에서 단말국으로 송신하는 신호의 규격을 DVB-S2로 가정하였고, 단말국에서 중심국으로 전송되는 DVB-RCS로 묘사될 수 있는 임의의 협대역 신호라고 가정하였다. 그림 1에서 보는 것과 같이 중심국에서 단말국으로 전송하는 DVB-S2의 광대역 신호가 있고, 단말에서 중심국으로 전달되는 DVB-RCS 협대역 신호가 있다. 그래서 중심국과 단말국에서 위성까지 올라가는 상향 링크에서 동일한 주파수로 전송하여 위성에서 이 두신호가 더해진 후에 중계를 하는 것이다. 그래서, 중심국이나 단말로 내려오는 신호는 DVB-S2 신호와 DVB-RCS 신호가 중첩되어 전송된다. 일반적으로 상대적으로 큰 안테나를 사용하여 송신되는 중심국 DVB-S2 신호가 단말국에서 송신되는 DVB-RCS 신호 대비 큰 전력 밀도를 갖고 들어오기 때문에 단말국에서는 자신의 신호가 되돌아 오는 간섭을 제거하지 않더라도 충분히 동작할 수 있다. (현재 DVB-S2 시스템에서는 16APSK 이상은 사용하지 않기 때문에, 13dB 낮은 간섭을 제거하지 않더라도 동작하는 데는 문제가 없다는 결론을 내릴 수 있다.) 하지만, 중심국 입장에서는 자신이 전송했던 DVB-S2 신호에 묻혀서 수신하고자 하는 DVB-RCS 신호를 수신할

수 없는 상황이 된다. 따라서 up/down converter와 DVB-RCS 모뎀 수신부 사이에 간섭 제거기를 두어 자신이 송신한 DVB-S2 신호를 제거하고 원하는 DVB-RCS 신호만을 추출하여 모뎀 수신단으로 넘겨주는 기능을 수행하는 추가 블록이 필요하다. 이와 같은 과정에서 중심국 송신단 및 위성 송신단의 전력 증폭기의 비선형성 역시 고려되어야 한다. 따라서 그림 1의 시스템 모델에서 중심국의 송·수신단 구성을 블록도 형태로 나타내면, 그림 2와 같이 나타낼 수 있다. 더불어, 그림 2에서의 간섭 제거기의 구조를 구체적으로 살펴보면, 그림 3과 같이 나타낼 수 있다.

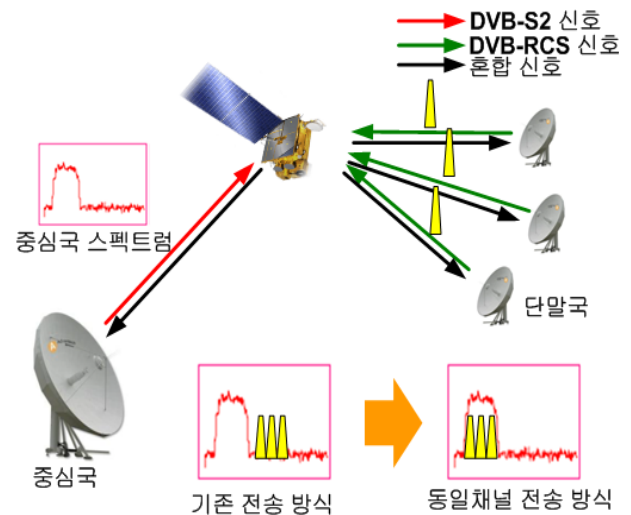


그림 1. 동일 주파수 전송 시스템 모델

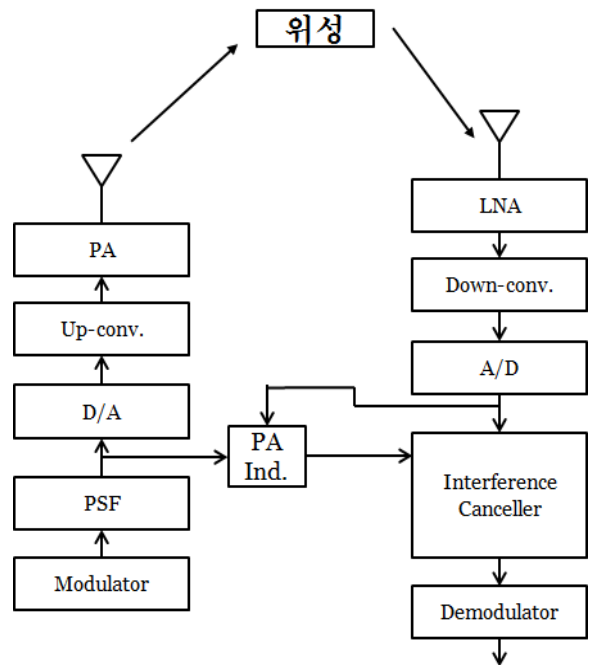


그림 2. 중심국의 송수신단 블록도

(PA Ind.: Power amplifier identification, PSF: Pulse shaping filter, D/A: Digital to analog converter, LNA: Low noise amplifier, A/D: Analog to digital converter)

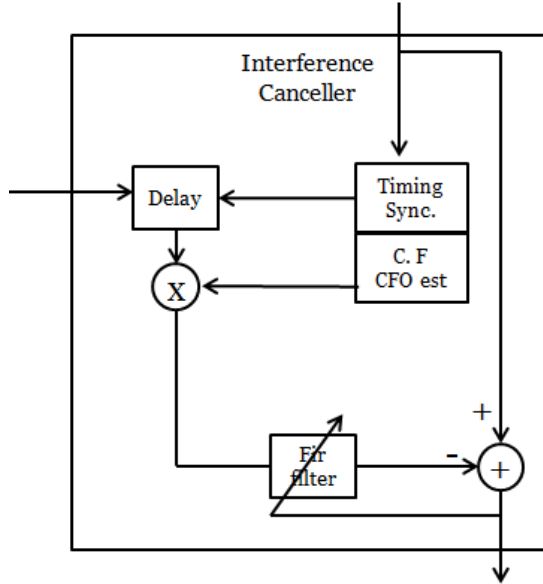


그림 3. 간섭 제거기의 구조. (CFO: Carrier frequency offset)

Ⅲ. 전력 증폭기 비선형 모델 및 인지

본 논문에서는 전력 증폭기의 비선형성을 고려한 간섭 제거기의 구조를 제안하고 있어서, 우선 전력 증폭기의 비선형 모델에 대한 고찰이 필요하다. 전력 증폭기의 비선형 특성은 AM-AM (amplitude-amplitude modulation)과 AM-PM (amplitude-phase modulation) 특성으로 나타낼 수 있으며, AM-AM 특성은 전력 증폭기 입력 신호의 크기와 전력 증폭기 출력 신호의 크기를 나타내는 값이고, AM-PM 특성은 전력 증폭기 입력 신호의 크기와 전력 증폭기 출력 신호의 위상의 값이다. 더구나 전력 증폭기는 메모리 효과(memory effect)를 가지고 있기 때문에 전력 증폭기의 출력은 전력 증폭기의 이전 입력 신호들에 의해 영향을 받게 되어 주파수에 따라 전력 증폭기의 특성이 달라지게 된다. 그러므로 전력 증폭기는 AM-AM, AM-PM 특성과 메모리 효과를 고려함으로써 전력 증폭기의 특성을 나타낼 수 있다.

기존 연구에서 다양한 비선형 모델이 존재하지만, 본 논문에서는 볼테라 시리즈(Volterra Series)를 이용한 모델을 사용한다. 기저 대역에서 볼테라 시리즈 모델은 다음과 같이 주어진다[3].

$$y(n) = \sum_{k=1, \text{odd}}^K \sum_{q=0}^Q h_{kq} x(n-q) |x(n-q)|^{k-1} \quad (1)$$

여기서, K 는 볼테라 시리즈의 차수를 나타내고, Q 는 메모리 차수를 나타낸다. 본 논문에서는 $K=5$, $Q=2$ 라고 가정하고, 아래의 계수들을 이용한다[4].

$$y(n) = \sum_{k=1, \text{odd}}^5 \sum_{q=0}^2 h_{kq} x(n-q) |x(n-q)|^{k-1} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} h_{10} &= 1.0513+0.0904j, & h_{30} &= -0.0542-0.2900j, \\ h_{50} &= -0.9657-0.7028j, \\ h_{11} &= -0.0680-0.0023j, & h_{31} &= 0.2234+0.2317j, \\ h_{51} &= -0.2451-0.3735j, \\ h_{12} &= 0.0289-0.0054j, & h_{32} &= -0.0621-0.0932j, & h_{52} &= \\ & & & & & 0.1229+0.1508j \end{aligned}$$

위의 수식은 N 개의 수신 신호 샘플에 대해서 아래의 수학적 식 (3)과 같이 다시 쓸 수 있다. 수식에서 보는 바와 같이 행렬 및 벡터 수식으로 나타낼 수 있다. 그리고, 수신 신호 벡터를 벡터 \mathbf{y} 로, 입력 신호의 메모리 값 및 차수 값을 행렬 \mathbf{X} 로, 그리고, 볼테라 시리즈의 차수를 벡터 \mathbf{h} 로 표현하면, 아래와 같다.

$$\mathbf{y} = \mathbf{Xh} \quad (4)$$

위 관계를 이용하면, 전력 증폭기의 입력 신호와 출력 신호를 알고 있다면, 볼테라 시리즈의 계수 벡터를 다음과 같이 의사 역행렬 계산을 통하여 구할 수 있다.

$$\mathbf{h} = (\mathbf{X}^H \mathbf{X})^{-1} \mathbf{X}^H \mathbf{y} \quad (5)$$

이와 같은 행렬 연산의 복잡도를 고려하여 Least Mean Squares (LMS) 알고리즘을 이용하여 해를 구할 수도 있다. 본 논문에서는 전력 증폭기 인지가 주 관심 영역이 아니어서, 간단히 역행렬 연산을 통하여 전력 증폭기의 계수를 구하여 사용하였다.

$$\begin{bmatrix} y(1) \\ y(2) \\ \vdots \\ y(N) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x(1) & x(1)|x(1)|^2 & x(1)|x(1)|^4 & x(0) & x(0)|x(0)|^2 & x(0)|x(0)|^4 & x(-2) & x(-2)|x(-2)|^2 & x(-2)|x(-2)|^4 \\ x(2) & x(2)|x(2)|^2 & x(2)|x(2)|^4 & x(1) & x(1)|x(1)|^2 & x(1)|x(1)|^4 & x(-1) & x(-1)|x(-1)|^2 & x(-1)|x(-1)|^4 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x(N) & x(N)|x(N)|^2 & x(N)|x(N)|^4 & x(N-1) & x(N-1)|x(N-1)|^2 & x(N-1)|x(N-1)|^4 & x(N-2) & x(N-2)|x(N-2)|^2 & x(N-2)|x(N-2)|^4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} h_{10} \\ h_{30} \\ h_{50} \\ h_{11} \\ h_{31} \\ h_{51} \\ h_{12} \\ h_{32} \\ h_{52} \end{bmatrix} \quad (3)$$

IV. 비선형 모델을 고려한 간섭 제거기

본 논문에서는 두 가지 방식으로 간섭 제거기를 설계하고 있다. 우선 전력 증폭기의 비선형성 인지 및 동기 블록을 이용한 1차 제거와 잔여 간섭 제거를 위한 적응형 필터를 사용한 2차 제거가 있다. 간섭 제거기의 설명에 앞서서, 우선 간섭제거기로 입력되는 신호의 특성을 살펴보자. 중심국의 간섭제거기로 들어오는 신호에는 광대역의 DVB-S2 신호와 단말에서 전송하는 DVB-RCS 협대역의 신호가 들어온다. 따라서 그림 4와 같은 주파수 전력 밀도를 갖는다.

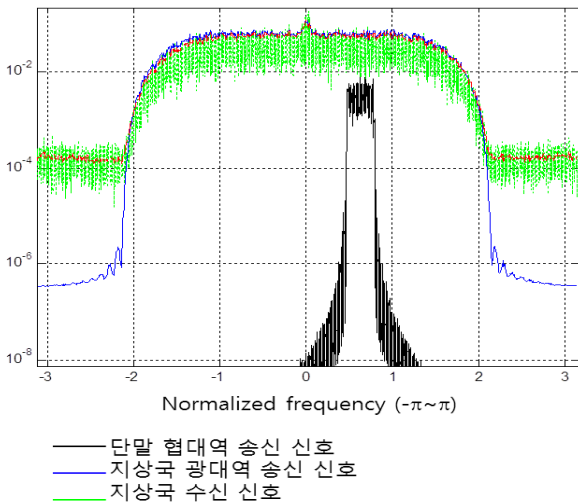


그림 4. 중심국 간섭 제거기 입력 신호의 주파수 전력 밀도

1. 1차 간섭 제거

우선 전력 증폭기 비선형성 인지를 통하여 전력 증폭기의 볼테라 시리즈 모델을 구하고, 이를 중심국의 송신 신호에 적용하여 원래 중심국의 출력 신호를 구성한다. 그리고, 위성에서 수신한 신호로부터 timing recovery 및 frame synchronization, 주파수 동기를 수행한 후에 재구성된 신호를 제거함으로써 어느 정도의 간섭 제거 목표를 달성할 수 있다.

우선 timing recovery를 비롯한 모든 블록은 2x oversampling 영역에서 동작하는 것을 가정하였다. Timing recovery 블록의 구조는 아래와 같이 Gardner 방식을 사용하였다.

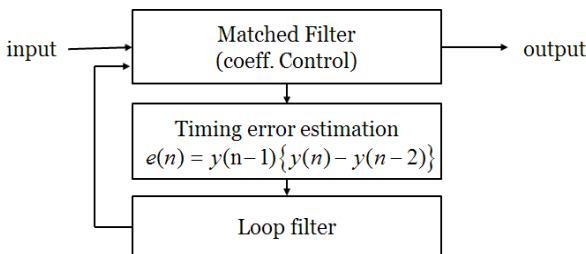
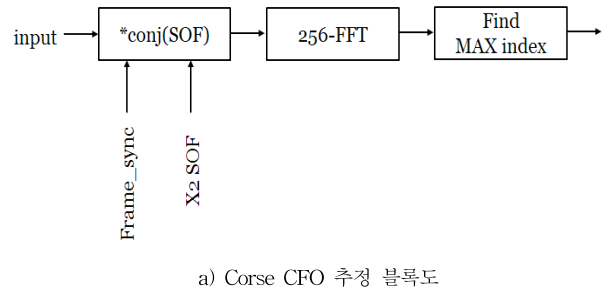
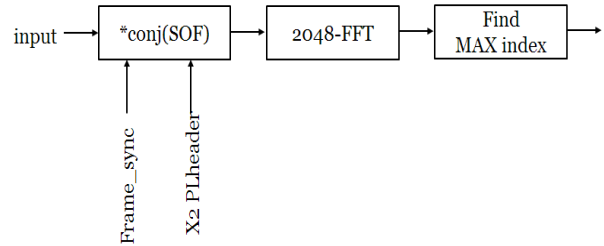


그림 5. Timing recovery 블록도

그리고, frame sync를 위해서는 DVB-S2의 Start Of Frame (SOF) [1]를 2x oversampling 신호를 활용한 cross correlation을 사용하였다. Carrier Frequency Offset (CFO) 추정은 두 단계를 활용하는데, 첫 단계의 대략적인 추정은 SOF를 사용하였고, 둘째 단계의 좀 더 정확한 추정을 위해서 PLHeader [1]를 활용하였다. 이를 위해서 활용 하고자하는 원래 신호를 conjugate를 한 후에 zero-padding을 하고, 256-FFT 또는 2048FFT를 취한 후에 최대값을 갖는 index를 찾는 방식으로 CFO를 추정하고 이 추정치를 보상하는 형태를 취한다.



a) Coarse CFO 추정 블록도



b) Fine CFO 추정 블록도

그림 6. Carrier Frequency Offset (CFO) 추정 블록도

이렇게 추정된 timing 및 CFO 정보를 비선형성이 고려된 송신 신호에 적용하여 간섭제거를 수행한다. 즉, timing을 송신 신호의 지연으로, CFO는 선형적 위상 천이를 적용하여 시간 및 주파수 오차를 포함한 송신 신호를 재구성하는 것이다.

하지만, 비선형성 인지의 오류, 주파수 오차 추정 오류 및 기타 잡음 등의 영향으로 재구성된 신호를 제거하더라도 잔여 간섭이 남게 된다. 그리고 이와 같은 간섭의 시간에 따라서 변하는 특성을 가질 수도 있다. 따라서 이를 제거하기 위한 적응형 필터 형태의 간섭 제거기를 두어 잔여 간섭을 제거하고자 한다.

2. 적응형 필터를 이용한 2차 간섭 제거

재구성된 자기 간섭 신호를 직접 빼는 것이 아니라, 그림 3에서 보는 바와 같이, 적응 필터의 구조를 이용하여 기준 신호와 입력 신호의 차이를 이용하여 필터 계수를 갱신하는 형태로 구성할 수 있다. (그림 7 참조) 재구성된 송신 신호(input)를 21탭을 갖는 FIR 필터를 통과한 출력과 중심국의

수신 신호(Reference)를 비교하여 오차 신호(error(n))를 계산한다. 그리고 그 오차 신호를 이용하여 아래와 같이 FIR 필터의 계수 $w(n)$ 를 갱신하게 된다. 즉, LMS 방식으로 적응 필터의 계수를 갱신하여 오류 신호를 줄이게 된다.

$$w(n) = w(n-1) + \mu * Input * error(n) \quad (4)$$

여기서, μ 는 LMS 알고리즘의 갱신 계수를 나타낸다.

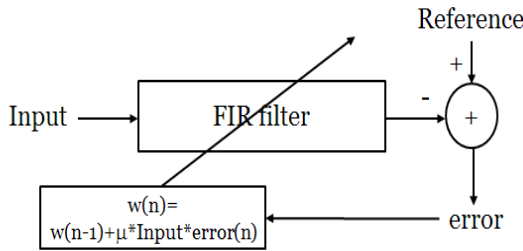


그림 7. 적응 필터를 이용한 2차 간섭 제거기 블록도

V. 모의 실험 결과

제안된 자기 간섭 제거기의 동작을 확인하기 위해서 본장에서 모의 실험을 통하여 성능을 검증한다. 광대역 신호로 활용된 DVB-S2신호를 사용하였다. 변조 방식으로는 QPSK 변조를 사용하였고, 2배 oversampling된 신호로 모의 실험을 수행하였다. PSF로 roll-off factor가 0.35인 square root raised cosine filter를 이용하였다. 위성과 중심국 수신단에서는 SNR은 광대역 신호를 기준으로 30dB라고 가정하였다. 그리고 단말에서 전송하는 협대역 신호는 BPSK 변조된 단일 반송파 신호로 모델링하였고, 그 대역폭은 DVB-S2 신호의 1/10이라고 가정하였다. 그림 4에서 보는 바와 같이 중심국 수신단에서 보면, 주파수 전력 밀도 관점에서, 약 13dB정도 낮은 전력 밀도를 갖는다.

우선 적응형 필터를 적용하지 않고 1차 제거만 사용하는 경우의 결과를 살펴보도록 하자. 그림 8에서 보듯이, 적응 필터를 사용하지 않고 추정한 결과만 바로 제거하더라도 약 10dB 정도의 SNR을 확보할 수 있는 것을 확인할 수 있다. 하지만, 높은 주파수 대역의 간섭이 조금 높게 나타나는 것을 확인할 수 있다. 따라서 적응 필터를 통하여 이를 개선하고자 한다.

그림 9에서 보는 바와 같이, 간단한 LMS 알고리즘을 사용하여도 원하는 성능을 충분히 얻을 수 있다는 것을 다음과 같이 확인할 수 있었다. 본 논문에서는 $\mu=0.002$ 로 설정하였다. 1차 제거기 결과와 비교하면, 수신하기를 원하는 협대역 신호의 스펙트럼을 유지되면서, 주변 고주파 대역에 있는 높은 간섭들을 추가적으로 제거하는 것을 확인할 수 있다. 이는 LMS 알고리즘이 lowpass filter의 역할을 수행하기 때문

이다. 하지만, μ 이 너무 작으면, 고주파 간섭을 효과적으로 제거할 수 있으나 원하는 협대역 신호에 왜곡이 생기기 시작한다. 따라서 협대역 신호의 특성에 맞는 갱신 계수 설정이 필요하다.

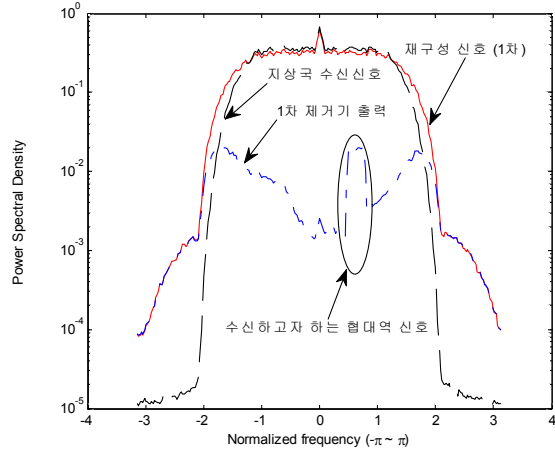


그림 8. 1차 간섭 제거기 출력의 주파수 전력 밀도

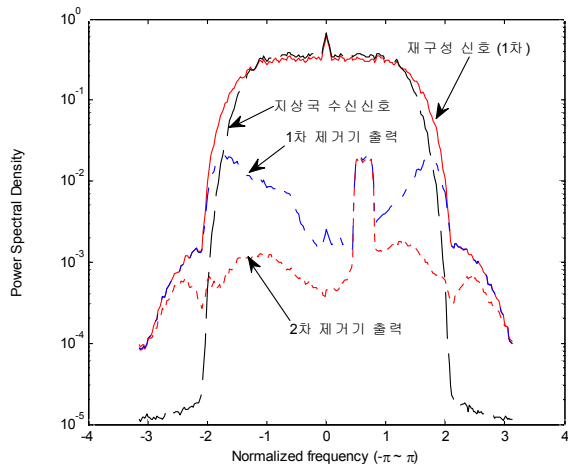


그림 9. 2차 간섭 제거기 출력의 주파수 전력 밀도

VI. 결론

본 논문에서는 중심국에서 DVS-S2 광대역 신호를 전송하고 단말에서는 DVB-RSC와 같은 협대역 신호를 전송할 때, 위성에서 중심국 및 단말로 전송하는 하향 링크의 주파수를 공유하는 동일 주파수 전송 방식을 고려하고 있다. 그를 위해서 중심국에서 사용할 수 있는 자기 간섭 제거 기능을 디지털 front-end 블록으로 설계하는 방식을 제시한다. 자기 간섭 제거시 고려해야 하는 신호 왜곡으로서 carrier frequency offset, timing offset 그리고, 전력 증폭기 비선형성이 포함된다. 특히, 위성에서의 전력 증폭기 비선형성을 추정하고 그 영향을 고려한 자기 간섭 제거를 위해서 training 구간을 설정하여, 비선형성 볼테라 시리즈 계수를 추정한 이후에 실제 데이터 구간에서 활용함으로써 간섭 성능을 향

상하는 과정도 본 논문에서는 포함하고 있다. 그리고, 이를 위해서 다양한 1차 및 2차 간섭 제거기 블록을 고려하고, 시뮬레이션을 통하여 검증하였다.

참 고 문 헌

- [1] ETSI, "Digital Video Broadcasting (DVB); Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for Broadcasting, Interactive Services, News Gathering and other broadband satellite applications; Part 1: DVB-S2," EN 302 307-1.
- [2] ETSI, "Digital Video Broadcasting (DVB); Second Generation DVB Interactive Satellite System (DVB-RCS2); Part 1: Overview and System Level specification," EN TS 101-545-1.
- [3] S. Benedetto, E. Biglieri, R. Daffara, "Modeling and Performance Evaluation of Nonlinear Satellite Links-A Volterra Series Approach," IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems, vol.AES-15, pp.494-507, Jul. 1979.
- [4] R. Raich, H. Qian, and G. T. Zhou. "Orthogonal polynomials for power amplifier modeling and predistorter design," IEEE Trans. Veh. Technol., vol.53, pp.1468-1479, Sep. 2004.

저자

유 준 규(Joon-Gyu Ryu)

정회원



- 1999년 2월 : 충남대학교 전파공학과 학사
- 2001년 2월 : 충남대학교 대학원 전파공학과 석사
- 2014년 8월 : 충남대학교 대학원 전파공학과 박사

· 2001년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 선임연구원
<관심분야> : 위성방송 및 통신 시스템

전 한 익(Hanik Jeon)

정회원



- 2014년 2월 : 금오공과대학교 전자공학부 학사
- 2014년 3월 ~ 현재 : 과학기술연합대학원대학교 이동통신 및 디지털방송공학 석사과정

<관심분야> : 위성방송 및 통신 시스템

오 덕 길(Deock-Gil Oh)

정회원



- 1984년 2월 : 서울대학교 대학원 전자공학과 석사
- 1996년 2월 : 서울대학교 대학원 전자공학과 박사
- 1982년 ~ 현재 : 한국전자통신연구원 위성광대역방송통신연구실 실장

· 2005년 ~ 현재 : 과학기술연합대학원대학교 이동통신 및 디지털방송공학 전공 교수
<관심분야> : 위성방송 및 통신 시스템

유 희 정(Heejung Yu)

정회원



- 1999년 2월 : 고려대학교 전파공학과 졸업
- 2001년 2월 : KAIST 전자공학과 석사
- 2011년 2월 : KAIST 전자공학과 박사
- 2001년 ~ 2012년 : 한국전자통신연구원 선임연구원

· 2012년 9월 ~ 현재 : 영남대학교 정보통신공학과 조교수
<관심분야> : 무선통신 및 위성통신 시스템