

# GSM/DVB-H 단말기용 적응형 간섭 잡음제거 연구

## A Study on the Adaptive Interference Canceller for GSM/DVB-H terminal

박용운\*, 황성호<sup>©</sup>, 김성권\*\*, 조주필\*\*\*, 김은철\*\*\*\*, 김진영\*\*\*\*, 차재상\*\*

Yong-Woon Park, Sung-Ho Hwang, Seong-Kweon Kim, Ju-Phill Cho,  
Eun-Cheol Kim, Jin-Young Kim, Jae-Sang Cha

**요 약** GSM 단말기에서 GSM 통신모듈과 DVB-H 방송 수신기가 복합화 되었을 경우, GSM 신호의 간섭으로 인해 DVB-H 수신 성능이 감소된다. 본 논문에서는 적응형 간섭 잡음제거 기법으로 GSM 간섭 신호성분을 제거함으로써 DVB-H 수신 성능을 개선하는 시스템을 제안한다. Low-noise ADC를 포함한 적응형 필터를 설계함으로써 RF단에서 간섭 잡음신호를 제거할 수 있다.

**Abstract** The techniques of intelligent interference cancellation are used for achieving the improvement of deterioration, which is arisen to the interoperable terminal(GSM and DVB-H). In this paper, we propose a novel system that improve the DVB-H received performance by using the method of an adaptive interference canceller for GSM900 and DVB-H terminal. The interference for the collocated GSM900 and DVB-H receiver is cancelled by using the adaptive canceller with the low-noise ADC(Analog to Digital Converter) in the RF stage.

**Key Words** : GSM, DVB-H, Adaptive interference cancellation

### I. 서 론

내부 System에서는 단일 단말기에서 2가지 이상의 기능(GSM/GPRS & DVB-H)을 지원하는 경우, 상호간의 간섭영향으로 각 장치의 수신감도를 저하시키는 현상이 발생하며 이에 대한 적절한 대응이 필요하다.

통신 시스템에서 발생하는 간섭 잡음의 종류로는, 일반적으로 In-band/Out-band로 나눌 수 있으며 시스템 소형화 및 고기능 집적화로 인해 In-band에서 내부 system간 간섭 잡음이 성능열화의 원인이 되고 있다. 간

섭 잡음의 예로서, 모듈(Note-PC, DVB-H, ISM), 시스템(MIMO, CR, WLAN/Zigbee)간의 간섭영향을 들 수 있다. 이와 같은 다양한 간섭 잡음의 분야에서 동일 주파수 대역 사용에 의해 발생하는 간섭영향을 제거하는 내용으로 GSM에 DVB-H 수신기능을 포함한 동일 단말기 내 간섭 잡음 제거 방안에 대해서 고찰한다.[1~3]

GSM(Global System for Mobile communications)은 현재 전 세계적으로 가장 많이 사용되고 있는 2세대 휴대전화 전송방식이다. 점차 휴대전화 기술이 발전하고 시장이 커지면서 사용자의 요구가 늘어감에 따라 휴대전화에 mobile TV, MP3, 카메라 등 여러 기능이 휴대전화에 통합되기 시작하였다.

이와 같이 휴대전화에 포함된 mobile TV 기능 중 하나는 DVB-H(Digital Video Broadcasting-Handheld)로서 OFDM 기술을 기반으로 한 유럽등지에 보급된 세 가

\*정회원, 삼성전기 중앙연구소

\*\*정회원, 서울산업대학교 매체공학과

\*\*\*정회원, 군산대학교 전자정보공학부

\*\*\*\*정회원, 광운대학교 전자공학과

©교신저자 (Corresponding Author)

접수일자 2009.03.18, 수정완료 2009.04.10

지 모바일 TV 전송기술 중 하나에 속한다. 그 중 DVB-H 기술은 크게 성공을 거둔 지상파 텔레비전 방송 규격인 DVB-T 시스템이 배터리 전력으로 작동할 수 있도록 한 휴대용 버전이다.

GSM/DVB-H 휴대단말에 장착된 DVB-H 수신 칩을 통해 DVB-H 신호를 수신할 경우, 채널과 노이즈 및 경로손실로 인해 매우 미약한 전력을 가진 신호로 수신되는 반면, DVB-H 수신 안테나 가까이에 위치한 GSM 송신 안테나의 간섭 또는 주변에서 사용하는 GSM 휴대폰 신호의 간섭으로 인해 DVB-H 신호에 비해 매우 큰 전력을 갖는 GSM 송신 신호가 함께 수신된다. 이때 휴대전화 통화시의 GSM 송신 신호는 DVB-H 수신 신호보다 수십 dB 이상 큰 간섭 잡음으로 작용하여 DVB-H의 수신율을 크게 저하시킨다. 이와 같은 현상은 동일 단말기 내에 GSM송신기와 DVB-H 수신기가 함께 존재하고 있으며 RF단에서의 두 안테나 간의 간섭뿐만 아니라 DVB-H의 송수신에 사용되는 주파수 대역과 GSM의 송수신에 사용되는 주파수 대역이 서로 가깝게 위치하고 있기 때문에 발생한다. 따라서 DVB-H 신호의 수신 성능을 향상시키기 위해 인접채널의 GSM 간섭 잡음을 효과적으로 제거해야 한다.

본 논문은 GSM/DVB-H의 동일 단말기내 간섭 잡음 제거 방안에 대한 연구로서, II장에서는 RF단에서의 상호 간섭 잡음제거 시스템에 대해 설명하고, III장에서는 제안된 간섭 잡음제거 시스템에 대해 설명하고, IV장에서는 제안 시스템의 시뮬레이션 결과에 대해서 설명한다. 마지막으로 V장에서 결론을 맺는다.

## II. RF단에서의 간섭 잡음제거 시스템

### 1. GSM/DVB 시스템 간 간섭영향 개요

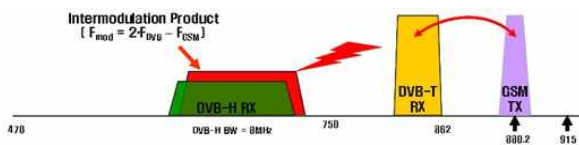


그림 1. GSM/DVB 시스템 간 Intermodulation 현상  
Fig. 1. Intermodulation of GSM/DVB system

그림 1과 같이 DVB-T신호와 GSM Tx.신호의 Inter-modulation 관계를 나타내고 있다. 실제 GSM Tx.신호

와 DVB-T신호의 주파수가 DVB-H의 수신대역과 다르다고 할지라도 이 2가지 주파수 성분의 Intermodulation 성분이 DVB-H수신주파수 대역내에 발생하게 되며, 이로 인해 DVB-H의 미약한 신호보다 큰 간섭 잡음 신호로 작용이 되어 DVB-H 수신모듈의 수신감도를 저하시키게 된다.

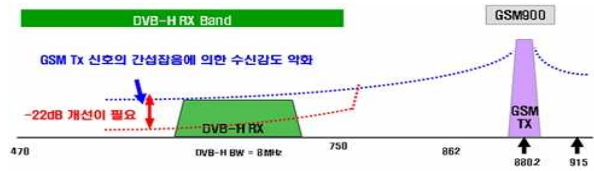


그림 2. GSM Tx. 신호의 간섭 잡음 영향  
Fig. 2. Interference in GSM/DVB-H system

그림 2는 GSM Tx. 신호의 간섭 신호 성분에 대한 DVB-H 수신신호의 영향을 나타내고 있다. GSM 단말기의 Tx. 신호가 방사될 때, GSM Tx. 주파수 외에 양쪽 Side-band에 Phase Noise 성분에 의한 간섭신호가 매우 크게 발생되며, 이러한 간섭 신호가 DVB-H의 수신대역에 전달되어 전체 DVB-H의 수신감도를 매우 악화시키게 된다. GSM/DVB-H 단말기에서의 수신 방송신호는 약 -80dBm 이하의 저전력 신호가 수신되며 이보다 높은 GSM Tx. 신호의 간섭 신호로 인한 성능저하에 대한 대책이 요구되고 있다. DVB-H의 수신감도 개선을 위해서는 최소 수신감도(minimum sensitivity)를 기준으로 약 -22dB 정도의 간섭 신호 제거가 필요하다.

### 2. 일반적인 간섭 잡음 제거 방식

간섭 신호에 의한 수신 성능의 저하를 해결하기 위한 방법으로, 간섭 신호의 원인이 되는 기준 신호를 추출하여 위상을 반전시킨 후 간섭 신호와 더함으로써, 간섭 신호를 제거하는 방법들이 1970년대 이후 오래 동안 연구되어 왔다[1].

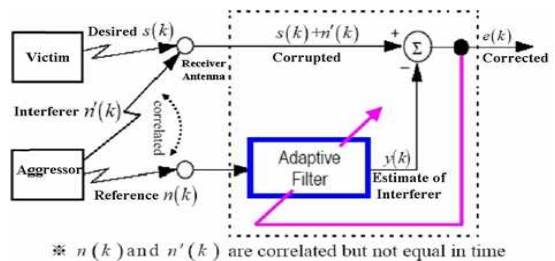


그림 3. 일반적인 간섭 신호 제거 시스템 구성  
Fig. 3. Conventional interference cancellation system

그림 3에 일반적인 간섭 잡음 제거 시스템에 대해서 나타내었다. 이와 같은 방식을 따르는 간섭 신호 제거 시스템은, RF 영역에서 연구가 진행되어 왔다. 특히, diversity antenna를 통한 수신신호의 차별화 및 부스팅 기능이 대표적이라고 할 수 있다. 시스템 구성의 주요 특징으로는, 기존 시스템 변경을 최소화하기 위해 Direct power detection 방식을 사용하고 있다.

간섭 신호(Interferer)가 제거 방법은, 수신 신호와 간섭 신호가 합쳐진 전체 신호 전력이 최소화 되도록 합산기의 출력 신호  $e(k)$ 를 적응형 필터(adaptive filter)에서 미분하는 방식을 이용한다. 즉, 전체 전력이 최소화 될 때, 간섭 신호  $n'(k)$ 은 기준 신호  $n(k)$ 과 상쇄되며 이때 수신하고자 하는 신호(Desired signal)  $s(k)$ 가 검출되도록 하는 제어 방식이다. 이 방식은 간섭 신호(Interference signal)나 기준 신호(Reference signal)의 전력이 미약할 때는 전체 전력의 최소점을 찾기가 어렵기 때문에 수신 신호가 미약한 휴대 단말기 등의 시스템에서는 큰 효과를 기대하기 어렵다. High-power detection이 가능한 유선망이나 휴대 단말에 비해 전력이 큰 중계기 등에 응용 가능하다.

### III. 제안된 간섭 잡음 제거 방식

저전력 시스템에서도 간섭 잡음에 의한 수신 성능 저하를 해결하기 위해 간섭 신호가 발생하는 채널의 고유 특성을(위상 지연과 진폭 감소) 추정하기 위하여 간섭 신호의 기준 신호에 대한 진폭차  $\Delta V$  및 위상차  $\Delta\theta$ 를 독립 제어변수로써 검출하고, 그 차를 선형 대수적으로 상쇄시키는 부궤환 제어부를 구성하였다.

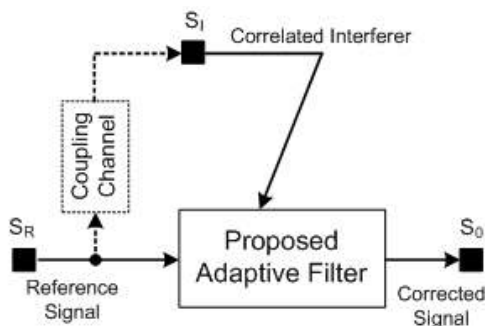


그림 4. 제안된 간섭 신호 제거기 상위 구성도  
Fig. 4. Upper system of proposed interference cancellation

제안된 시스템에서는 위상고정루프(Phase-Locked Loop)에서 보편적으로 사용하는 위상검출기(Phase Detector)를 사용하여 위상차  $\Delta\theta$ 의 검출 효율을 높임으로써, 저전력 간섭 신호 제거 기능을 향상시켰다. 이 방식은 저전력 간섭 신호 제거의 관점에서 그 효과도 상대적으로 우수하다.

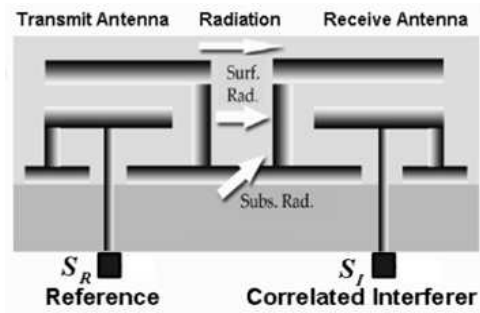


그림 5. 결합 채널의 물리적 모델 예시  
Fig. 5. Example of physical layer model

그림 4는 저전력 간섭 신호 제거기의 적용 개념을 나타낸 것으로, 적응형 필터부 입력 단자( $S_I, S_R$ ), 출력 단자( $S_O$ ) 및 결합 채널 모델이 연결 구성된다. 제거하고자 하는 간섭신호( $S_I$ )와 기준 신호( $S_R$ )는, 신호 간에 결합 채널 모델에 의한 위상과 진폭의 변화를 제외한 다른 특성의 변화는 없는 것으로 가정할 수 있는데, 이는 그림 5의 결합 채널 모델이 수동소자에 의해 구성되기 때문이다. 적응 필터부 두 입력 신호들의 위상을 서로 동기 시키고, 진폭을 등화 시킨 후 서로 차감한 신호( $S_O$ )를 출력한다.

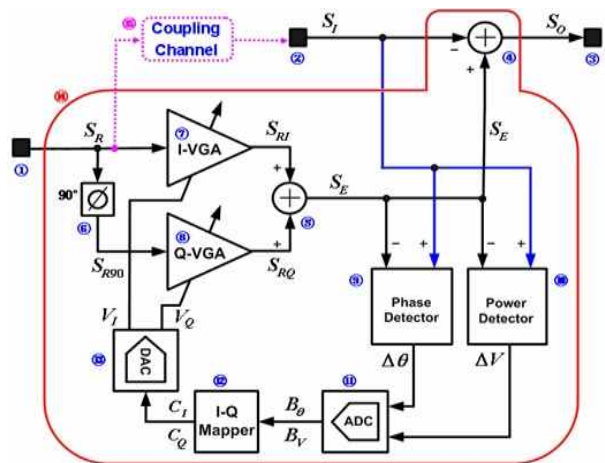


그림 6. 제안된 적응형 제어블록 시스템  
Fig. 6. Proposed adaptive control system

그림 6은 제안된 적응형 제어블록 시스템을 나타내고 있다. 신호검출부는 위상검출부와 파워검출부를 포함하고 있다. 위상검출부는 설정모드시, DVB-H 신호( $S_D$ )와 간섭 잡음제거신호( $S_E$ )와의 전압차를 검출한다. 이득 설정부는, ADC, I-Q Mapper, DAC를 포함하고 있다. I-Q Mapper는 ADC로부터 디지털 위상차( $B_0$ ) 및 전압차( $B_V$ )에 해당되는 보상값( $C_I, C_Q$ )을 출력한다. 이 보상값들은 사전에 Mapping table의 데이터를 참조하여 출력된다. 또한, 간섭 잡음제거 신호 생성부는 가변이득 증폭부, 위상 변환기, 믹서를 포함한다. 이득 설정부 출력을 기준으로 보상 이득값( $V_I, V_Q$ )을 증폭이득으로 설정하고 GSM Tx.신호( $S_R$ )를 기 설정된 이득으로 증폭한다. 위상 변환기는 GSM Tx.신호( $S_R$ )의 위상을 기 설정된 위상만큼 변환시켜 간섭 잡음제거 신호( $S_E$ )를 생성한다. 이 신호는 DVB-H 신호( $S_D$ )에 겹쳐져 수신되는 간섭 잡음신호를 제거하게 된다.

#### IV. 시뮬레이션 환경 및 결과

제안된 간섭 잡음제거 알고리즘을 검증하기 위한 시뮬레이션 환경은 하나의 휴대전화 단말에 DVB-H 수신기와 GSM900이 존재하는 환경을 가정했다.

표 1. DVB-H 및 GSM 시뮬레이션 파라미터  
Table 1. Simulation parameter of DVB-H and GSM

시뮬레이션 파라미터	값	시뮬레이션 파라미터	값
전송방식	OFDM	전송방식	TDMA
변조방식	QPSK	변조방식	GMSK
모드	2K mode	채널 대역폭	200 kHz
채널 대역폭	9.14MHz	Timeslot 주기	576.92us
유효 채널 대역폭	8MHz	반송파 주파수	110 MHz
유효 심볼주기	224us		
FFT 크기	4096		
유효 반송파 수	1705		
부반송파 대역폭	4464 kHz		
반송파 주파수	91.4 MHz		

DVB 표준의 비계층적 2K 모드 8MHz와 GSM표준의 GMSK 변조방식의 파라미터를 기준으로 수행하였으며 AWGN 채널의 SNR=15dB 환경에서 도플러 주파수 50Hz를 고려한 조건으로 시뮬레이션을 진행하였다. 여기서 AWGN 채널의 SNR=15dB는 다른 간섭 잡음이 없다면 에러가 거의 존재하지 않는 수신율이 우수한 채널환경이라고 할 수 있다. 또한 시뮬레이션에 사용된 파라미

터는 표1과 같다.

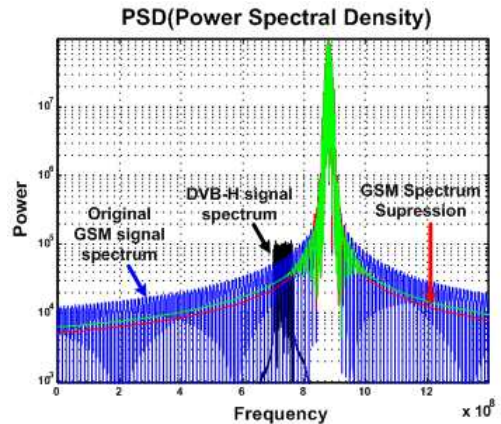


그림 7. 제안 시스템을 적용한 GSM 전력 스펙트럼  
Fig. 7. GSM power spectral for proposed system

그림 7은 DVB-H와 GSM900 주파수 대역을 기준으로 한 PSD(Power Spectral density) 결과를 나타내고 있다. DVB-H 신호에 미치는 간섭을 크게 줄이면서 GSM 송신데이터를 왜곡 없이 전송 가능하다.

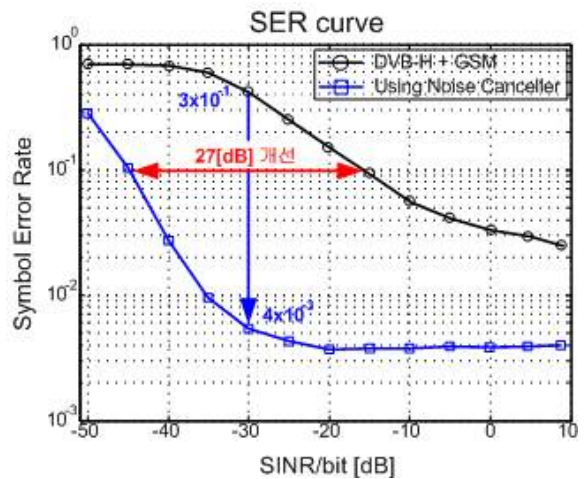


그림 8. 심볼에러율(SER) 시뮬레이션 결과  
Fig. 8. Simulation result of SER(Symbol error rate)

그림 8은 심볼에러율(Symbol Error Rate) 시뮬레이션 결과를 나타내고 있다. 심볼에러율(Symbol Error Rate)은  $3 \times 10^{-1}$ 에서  $4 \times 10^{-3}$ 으로 크게 떨어진 것을 확인 할 수 있다. 다른 관점에서 비교하여 보면, 심볼에러율  $10^{-1}$ 인 지점을 기준하여 적용된 경우 bit당 SINR(Signal to Interferer Noise Ratio)이 27dB 향상되는 개선 효과를 보여 준다.

## V. 결 론

본 논문은 GSM 통신 신호와 DVB-H 등의 방송 신호의 상호변조에 의한 잡음이나 통신 신호의 간섭 잡음을 일으키는 커플링 채널 특성을 미리 설정하여, 동작시 미리 설정된 채널 특성에 해당되는 잡음 제거신호를 생성함으로써 간섭 잡음을 제거할 수 있는 시스템에 대해서 기술하였다.

간섭 잡음이 되는 신호를 참조하여 기준 신호와 간섭 신호가 합쳐진 상태에서 미분을 통해 최소값을 찾는 기존 방식은 저전력 기준 신호(DVB-H signal)에 대한 검출 및 제어가 어렵다는 단점이 있다. 그러나 제안된 시스템은 이런 단점을 극복하기 위해 Low-noise ADC를 포함한 적응형 필터를 설계함으로써 RF단에서 간섭 잡음 신호 제거가 가능한 아키텍처 및 알고리즘을 제안했다.

제안 알고리즘을 적용한 결과, DVB-H 신호에 미치는 간섭을 크게 줄이면서 GSM 송신데이터를 왜곡 없이 전송 가능하며, bit당 SINR(Signal to Interferer Noise Ratio)이 27dB 향상되는 개선 효과를 나타내었다.

## 참 고 문 헌

- [1] Bernard Widrow, John R. Glover, "Adaptive Noise Cancelling: Principles and Applications", Proceeding of the IEEE Vol. 63 No. 12, December 1975.
- [2] E. Gebara, M. M. Tentzeris, and J. Laskar, "An integrated CMOS interference canceller for MIMO systems", 34th European Microwave Conference 2004, October 2004.
- [3] Anand Raghavan, "Analysis and Design of an Interference Canceller for Collocated Radios", IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, Vol. 53, No. 11, November 2005.

저자 소개

박 용 운(정회원)



- 2007년 일본 東北(Tohoku)대학교 전자공학과 (공학박사)
  - 2009년 현재 삼성전기 중앙연구소 책임연구원
- <주관심분야 : Cognitive Radio, 60GHz 무선통신용 ADC>

황 성 호(정회원)



- 1991년 경북대학교 컴퓨터공학과 공학박사
  - 2004년 Postech 박사후 연구원
  - 2006년 Georgia Tech 박사후 연구원
  - 2009년 현재 삼성전기 중앙연구소 책임연구원
- <주관심분야 : Cognitive Radio, 다중접속기술(MAC), 60GHz 대역용 MAC, 4세대 이동통신기술>

김 성 권(정회원)



- 2002년 일본 東北대학교 전자공학과 공학박사
  - 2009년 국립목포해양대학교 해양전자통신공학부 조교수
  - 2009년 현재 서울산업대학교 매체공학과 조교수
- <주관심분야 : 무선통신용 LSI 설계, 주파수분배정책 및 주파수의 효율적 사용에 관한 연구, 고주파 회로 설계, 무선통신시스템>

조 주 필(정회원)



- 1991년 전북대학교 전자공학과 공학박사
  - 2005년 한국전자통신연구원 선임연구원
  - 2009년 현재 국립군산대학교 전자정보공학부 조교수
- <주관심분야 : 적응신호처리, 이동통신 신호처리>

김 은 철(정회원)



- 2003년 광운대학교 전자공학부 학사 졸업.
  - 2005년 광운대학교 전자공학과 석사 졸업.
  - 2009년 현재 광운대학교 전자공학과 박사 과정.
- <주관심분야 : 무선통신, 동기화, 채널부호화, 양립성>

김 진 영(정회원)



- 1998년 서울대학교 전자공학과 공학박사
  - 2000년 미국 Princeton University, Research Associate
  - 2001년 SK 텔레콤 네트워크연구원 책임연구원
  - 2001년 현재 광운대학교 전자공학과 부교수
- 2009년 현재 미국 MIT 공대 Visiting Scientist  
<주관심분야 : 디지털통신, 무선통신, 채널부호화>

차 재 상(정회원)



- 2000년 일본 東北대학교 전자공학과 공학박사
- 2002년 ETRI 이동통신연구소 선임연구원
- 2008년 미국 플로리다 대학교 방문교수
- 2009년 현재 서울산업대학교 매체공학과 조교수

<주관심분야 : 디지털 방송전송기술, Cognitive Radio, UWB, 홈네트워크 무선통신기술, 대역확산 및 다중접속기술, 4세대 이동통신기술>