

요약

본 논문은 J 개의 재머가 간헐적으로 동작하는 간헐적 재밍 네트워크에서 수신단 하이브리드 항재밍을 이용한 전송률을 향상시키는 기법에 대하여 제안한다. 특히, 제안하는 하이브리드 항재밍기법은 각 재머가 전송하는 채널정보를 이용하여 수신단에서 발생하는 간섭을 정확히 계산하여 사용자의 전송률을 극대화한다. 시뮬레이션을 통하여 제안하는 하이브리드 항재밍의 성능을 확인하였다.

I. 서론

무선통신 네트워크에서 발생하는 간섭은 제한된 주파수 자원의 효율적인 이용에 매우 큰 방해요소이다. 이러한 간섭을 타인의 전자기파 사용을 방해하기 위해서 의도적으로 발생하는 기술을 재밍이라 한다. 특히, 재밍 공격은 일반적으로 매우 많은 전력 소모를 요구하기 때문에 사용자가 동작중인 경우를 확인하여 재밍을 하는 반응재밍이 매우 효과적이라고 알려져 있다 [1]. 이러한 재밍공격은 군통신 네트워크에서 치명적이기 때문에 이를 막기 위한 항재밍 기술들이 많이 개발되고 있다 [2-3]. 이러한 항재밍 기술들은 셀룰러 네트워크에서 간섭관리 기술들과 이론적으로 매우 유사하다. 특히, 반응 재밍에 대한 항재밍 기법으로서 일정 상관시간 이상 재밍신호가 수신될 때, 수신단 다중 안테나를 활용하여 재밍공격에 대한 채널정보를 파악 할 수 있다 [2]. [3]에서는 이러한 채널정보를 활용한 송수신단 빔포밍을 통해 성능이득을 분석하였으나, 재머의 수보다 많은 송수신단 안테나가 필요하며, 이는 가변적인 재머 환경에서는 물리적으로 활용하기 어렵다. 본 논문에서는 간헐적으로 동작하는 재밍공격의 채널정보를 이용하여 수신단에서 적응적으로 재밍공격에 대응하는 하이브리드 항재밍 기법을 제안한다.

II. 제안한 하이브리드 항재밍 기법

본 논문에서는 J 개의 재머와 하나의 Legitimate 송신단, 하나의 Legitimate 수신단으로 구성된 간헐적 재밍 네트워크를 고려한다. Legitimate 수신단에서는 무선통신 채널의 호환성을 이용하여 각 재머로부터의 채널을 알고 있다고 가정한다. Legitimate 송신단과 재머는 단일 안테나를 가진다고 가정고 Legitimate 수신단은 $J+1$ 개의 다중안테나를 가진다고 가정한다. 각 재머는 독립적으로 동작하며 일정 확률로 간헐적으로 재밍신호를 발생한다고 가정한다. 전송 블록동안 채널 상태가 변하지 않으며, 각 전송 블록마다 독립적인 채널상태를 가정하는 블록 페이딩 채널 모델을 가정한다. 따라서, 각 무선채널벡터 \mathbf{h} 은 각 벡터 요소가 평균이 0이고 분산이 1인 복소 정규 가우시안을 가정한다. Legitimate 수신단에서 발생하는 열잡음 \mathbf{z}_v 는 평균이 0이고 공분산이 $N_0\mathbf{I}_N$ 인 복소 백색 가우시안 잡음으로 고려한다. 따라서, Legitimate 수신단에서 수신되는 신호는 다음과 같이 주어진다.

$$\mathbf{y}_v = \sqrt{P_v}\mathbf{h}_v x_v + \sum_{j=1}^J b_j \sqrt{P_j}\mathbf{h}_{vj} x_j + \mathbf{z}_v, \quad (1)$$

이때, $\sqrt{P_v}$ 와 $\sqrt{P_n}$ 는 Legitimate 송신단과 재머의 최대 송신전력을 나타내며 x_v 와 x_n 은 사용자와 재머의 신호를 나타내며 $E[s_v^2] = E[s_j^2] = 1$ 이다. b_j 는 사용자와 재머의 동작여부를 나타내며 동작을 하는 경우 1로 표현하고, 동작하지 않는 경우 0으로 표현한다. 구체적으로, 재머의 동작확률을 α_j 라고 할 때, 재머는 $b_j \sim \text{Bern}(\alpha_j)$ 으로 동작하며 모든 재머는 동일한 동작확률을 갖는다고 가정한다. 본 논문에서

서는, 간헐적으로 동작하는 재밍환경에서 측정된 채널정보를 활용하여 적응적으로 수신빔포밍 벡터를 변경하는 하이브리드 항재밍 기법을 제안한다. 구체적으로, 제안하는 수신단 빔포밍은 측정된 채널정보를 활용하여 재머의 동작에 반응하는 반응 항재밍으로 재머가 있는 경우, 재밍신호 공간의 법선벡터 방향으로 수신 빔포밍 (Zero-forcing, ZF)하고 재머가 없는 경우, 최대비합성법 (maximal-ratio combining, MRC)으로 동작한다.

III. 성능 분석 및 결론

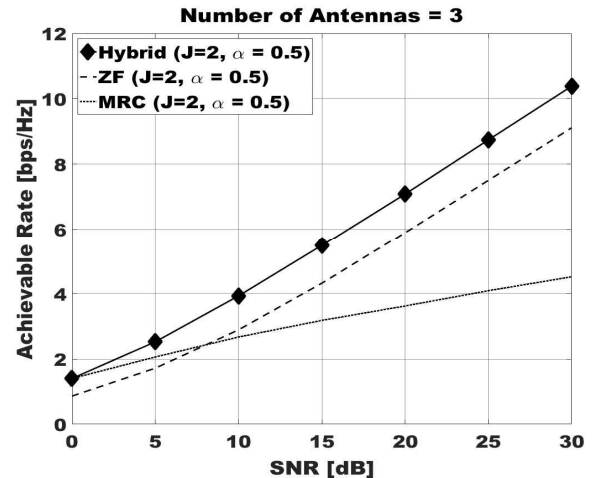


그림 1 제안한 수신단 하이브리드 항재밍의 성능

그림1은 제안하는 수신단 하이브리드 항재밍 기법의 전송률을 보여준다. 그림 1에서는 두 개의 간헐적인 재머가 $\alpha = 0.5$ 의 동작확률로 존재할 때, 본 논문에서 제안한 수신단 하이브리드 항재밍 기법이 기존 기술에 비하여 좋은 성능을 보인다.

ACKNOWLEDGMENT

참고 문헌

- [1] SD. Babar, NR Prasad, R. and Prasad, "Jamming attack: Behavioral modelling and analysis", *IEEE VITAE*, Jun. 2013.
- [2] Q. Yan, H. Zeng, T. Jiang, M. Li, W. Lou and Y. T. Hou, "Jamming resilient communication using MIMO interference cancellation.", *IEEE Trans. on Inf. Forensics and Security*, vol. 11, no. 7, pp.1486-1499, Jul. 2016.
- [3] Q. Yan, H. Zeng, T. Jiang, M. Li, W. Lou and Y. T. Hou, "MIMO-based jamming resilient communication in wireless networks.", *Proc. IEEE INFOCOM*, pp. 2697-2706, Apr./May 2014.