

통신 유사 재밍 시나리오에서 독립 성분 분석을 사용한 통신 성능 향상

김관수, 신요안*

숭실대학교 전자정보공학부

(*교신저자)

kwansk93@soongsil.ac.kr, yashin@ssu.ac.kr

요약

재밍 공격 시 전력을 효율적으로 사용하는 문제는 통신 교란 신호의 지속성과 재밍 효율을 평가하는 중요한 지표 중 하나이고, 별도의 재밍 신호를 사용하는 것이 아닌 아군의 통신 신호를 사용하여 적에게 공격할 수 있는 통신 유사 재밍은 좋은 접근 방식 중 하나이다. 하지만 아군의 통신 신호로 재밍 공격 시 적에게는 방해 효과를 기대 할 수 있지만, 아군의 통신도 적의 신호에 방해를 받아 통신 성능의 열화가 발생한다. 본 논문에서는 이러한 점을 해결하기 위하여 블라인드 신호원 분리의 한 방법인 독립 성분 분석을 사용한 아군의 통신 성능 향상 효과에 대해 검증하였다.

I. 서론

전통적인 재밍 방법인 광대역 재밍, 부분 대역 재밍, 협대역 재밍, 펄스 재밍, 톤 재밍 등의 방식에서는 적군 통신의 다양한 정보를 사용하지 않는 단순한 방식이여서 재밍의 효과를 증가시키기 위해서는 전력을 증가시켜야 한다. 하지만 이런 방식은 공격자의 입장에서 효율적이고 지속성을 가진 공격을 생각하면 지양해야 할 부분이며, 적의 통신 정보를 획득하고 이를 반영하여 공격하는데 대한 연구가 계속되어 왔다.

참고문헌 [1]에서는 적군 통신 시 사용되는 변조 방식을 취득하여 이를 활용해 재밍 공격 시 적 변조 방식에 따라 효율적인 공격 변조 신호를 선택하는 방안에 대해 분석하였다. 이러한 결과를 바탕으로 참고문헌 [2]에서는 적군 변조 방식을 자동 변조 분류 (Automatic Modulation Classification; AMC)로 분석한 후 적의 변조 방식에 따라 공격하는 추가적인 연구를 진행하였다. 적군 신호의 정보를 활용한 통신 유사 재밍 (Communication-Like Jamming; CLJ)은 적군 통신 신호 때문에 아군 통신 성능에도 역시 영향을 미칠 수 있기 때문에 통신 가능 상태를 만족시키는 부분은 중요한 요소이다. 참고문헌 [3]에서는 블라인드 신호원 분리의 한 종류인 독립 성분 분석 (Independent Component Analysis; ICA)를 활용한 적군 통신 방해와 아군 통신을 동시에 가능하게 하는 기법을 제안하였지만, 적 통신 방해 신호 정보를 명확하게 알 수 있는 방법을 설명하지 않았다. 본 논문에서는 AMC를 사용해 얻은 분석 결과를 바탕으로 적 통신망에 공격을 가정하고, 융합 신호에 대한 ICA를 사용하여 아군 통신 성능을 보장하는 방식을 제안하고, 이의 성능을 모의실험을 통해 분석한다.

II. ICA를 이용한 CLJ의 성능 평가

ICA는 원 신호의 독립성과 정규성을 바탕으로 혼합된 신호에서 원 신호를 추정하여 혼합된 신호를 원 신호로 복원시키는 기법이다. 본 논문에서 고려한 통신 시나리오는 AMC로 분석한 결과 적이 QPSK 변조 방식을 사용해서 통신하는 것을 가정하고, 참고문헌 [1]의 결과에 따라 표 1과 같이 적에게 가장 효과적으로 피해를 줄 수 있는 아군 통신 변조 방식을 이용하는데,

적군 QPSK에 대해서는 아군도 QPSK를 이용하는 것이 가장 재밍 효과를 극대화 할 수 있어 이를 아군 통신 신호로 사용한다고 가정한다.

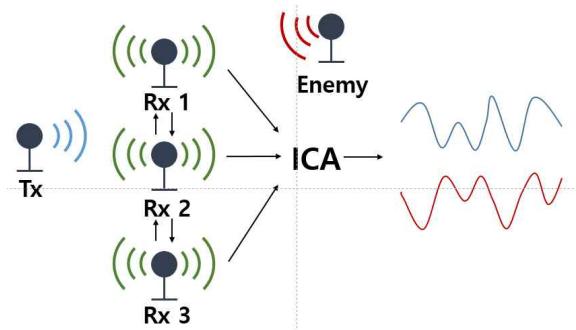


그림 1. ICA를 사용한 CLJ 시나리오

Fig. 1. CLJ scenario with ICA

표 1. 적군 통신 신호 변조 방식 별 최적의 아군 재밍 신호 변조 방식(1)
Table 1. Optimal modulation for jamming signal according to enemy modulation[1]

Enemy signal	Modulation of pulsed jamming signal
BPSK	BPSK
QPSK	QPSK
4-PAM	BPSK
16-QAM	QPSK

이러한 상황에서 그림 1에서와 같이 아군 수신기에도 아군 통신 신호 및 적군 통신가 혼합되어 수신되므로, 아군 수신기에서 ICA를 사용해 혼합 신호를 분리한다. 아군은 수신된 혼합 신호를 인근 수신기와 공유하고, 적군 송신기 위치가 가까워져 적군 신호 세기가 증가함에 따라 발생하는 아군 수신기의 비트오율 (Bit Error Rate; BER)을 확인해서 성능을 분석한다.

그림 2는 아군 신호 세기 대비 상대적으로 적군 신호 세기의 비율에 따른 아군 수신기의 BER 성능을 도시하였는데, 적군 신호의 세기가 미약한 경우에 신호의 분리가 잘 이루어지지 않아 BER이 비교적 높지만, 적군 신호가 세지는 약 조건에서는 오히

려 신호 분리가 잘 이루어져 아군의 통신이 가능한 상태가 됨을 확인할 수 있다.

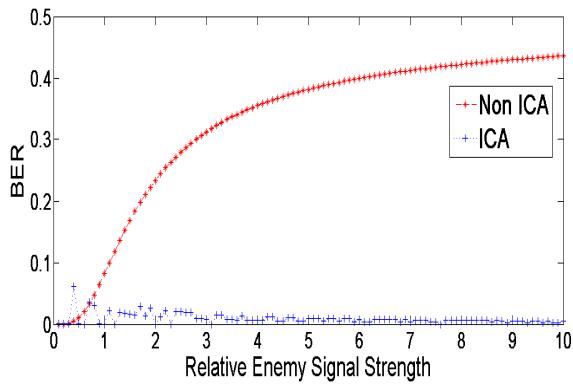


그림 2. 적군 신호의 상대적 세기 증가에 따른 아군 수신기의 BER
Fig. 2. Receiver BER according to relative enemy signal strength

III. 결 론

본 논문에서는 적군 통신망을 재밍으로 교란함과 동시에 아군의 통신 성능을 보장시킬 수 있는 블라인드 신호원 분리의 한 기법인 ICA를 사용해 아군의 통신 성능을 분석하였다. 향후에는 ICA 사용 조건을 완화시킬 수 있는 방향에 대해 추가적인 연구를 진행하고자 한다.

감사의 글

본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소가 지원하는 미래 전투체계 네트워크기술 특화연구센터 사업의 일환으로 수행되었습니다. (UD190033ED).

References

- [1] S. Amuru and R. M. Buehrer, "Optimal jamming strategies in digital communications – Impact of modulation," *Proc. IEEE Globecom 2014*, pp. 1619–1624, Austin, USA, Feb. 2014.
- [2] K.-Y. Kim and Y. Shin, "Automatic modulation classification-based communication-like jamming strategy," *Proc. ITC-CSCC 2019*, pp. 1–2, Jeju, Korea, Aug. 2019.
- [3] X. Wang, L. Qi, and Z. Dou, "A new communication jamming signal waveform generation model and its application research," *Proc. SPIE*, vol. 11373, id. 113732U, pp. 1–7, Jan. 2020.