

Citizen's Band 에서의 무선급조폭발물에 대한 유효 재밍 구간 길이에 따른 반응 재밍 성능 분석

김요한, 김용희, 서기환*, 서원기*, 김형남
부산대학교, *(주) 넥스윌

hnkim@pusan.ac.kr

A study on the reactive jamming performance against RCIED on the citizen's band

Yo-Han Kim, Yong-Hee Kim, Ki-Hwan Suh*, Won-Gi Seo*, Hyoung-Nam Kim
Pusan National Univ., *Nextwill Co., Ltd.

요 약

최근 무선기기를 이용하여 폭발물을 기폭시키는 무선 급조 폭발물 (RCIED)을 이용한 테러 위협이 전세계적으로 확산되면서 이에 대한 무선급조폭발물 대응기법 및 장치에 대한 요구가 증가하고 있다. 특히, 기존 상시 광대역 재밍(active mode barrage jamming) 기술에서 나아가 보다 효율적으로 적군의 무선 트리거 신호를 감지하고 방해전파를 방사하여 폭발물의 동작을 무력화시키는 반응 재밍 (reactive jamming) 기술이 관심을 받고 있다. 본 논문은 CB(citizen's band) 대역에서의 ASK 변조방식을 사용하는 RCIED 를 대상으로 유효 재밍 구간에 따른 반응 재밍의 성능을 모의 실험을 통해 분석하고, 보다 효과적인 반응 재밍을 위해서는 빠른 재밍 응답시간을 통한 높은 유효 재밍 구간 비율이 요구됨을 보인다.

I. 서 론

최근 전세계적으로 급조 폭발물(IED, improvised explosive device)과 같은 비대칭 전력을 활용한 국제 이익단체들의 테러 위협이 증가하고 있다. 특히, 통신기술의 급격한 발달과 원격 무선기기의 보급으로 인해 그림 1 과 같이 원격 (remote) 조종으로 IED 를 기폭하여 치명적인 인명 피해를 야기할 수 있는 무선 급조 폭발물 (RCIED, radio controlled improvised explosive device)가 위협이 크게 증가되고 있다. 또한 이러한 RCIED 에 의한 테러 위협은 전시뿐 아니라 급변하는 국제정세 속에서 전 세계적으로 확산되고 있으며 그 공격대상 역시 군사 전력뿐만 아니라 국가 중요인사 및 불특정 민간으로 확대되고 있는 실정이다. 특히, 다양한 무선장치들이 손쉽게 확보될 수 있다는 점에서 RCIED 는 더욱 치명적인 위협이 되고 있다 [1].

따라서, 최근 이러한 RCIED 에 의한 테러 위협에 대응하기 위한 RCIED 대응장치에 대한 중요성이 미국과 유럽을 중심으로 널리 확산되고 있으며, 최근에는 다양한 차량용 RCIED 대응장치가 개발되고 있다 [2]. 이러한 RCIED 대응 장치는 IED 를 기폭시키는 무선 트리거 신호를 감지하여 방해전파를 방사하여 폭발물의 동작을 무력화하여야 한다. 이에 대한 기존 기술로는 알려지지 않은 임의의 시간에 불특정 주파수 대역으로 통신되는 위협 트리거 신호에 대비하여 광대역 재밍(barrage jamming) 신호를 상시 송출하는(active mode) 재밍이 있으나 이는 전력의 소비가 너무 크고 효율성이 낮아

차량 탑재용으로 사용하는 데 운용의 제약이 크다는 문제점이 있다.

이에 반해 최근 연구되고 있는 반응 재밍(reactive jamming)은 상시 광대역 재밍과 달리, 전 대역을 스캔하면서 특정 대역에서 무선 위협신호가 감지되면 즉시 해당 주파수 대역에 재밍 신호를 송출하여 RCIED 를 무력화시키는 방식이다 [3]. 이러한 반응 재밍의 연구에 있어서는, 우선 적군이 사용하는 무선 트리거 신호에 대한 전송 주파수 대역이나 송신 출력에 대한 정보가 중요하다. 하지만 사실상 RCIED 에서 적용될 수 있는 무선 기기는 그 종류가 매우 다양하며, 개념적으로 모든 상용 무선조정 및 통신기기가 RCIED 를 폭발시키는 트리거 장치로 활용될 수 있다 [4].

이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 저비용으로 원거리에서 손쉽게 RCIED 의 무선 기폭 장치로 활용될 수 있는 CB(citizen's band) 대역에서 운용되는 모의 이동체(지상용 모의 차량 또는 모의 비행체 등)의 원격조정 장치를 대상으로 하였다.

CB 대역은 27MHz 와 40MHz 등의 일반인들이 무선조정 모의차량이나 무전기 등의 단거리 저출력 통신에 사용할 수 있게 허용된 주파수 대역이다. 이를 통해 상용 완제품을 개조하거나 간단한 회로를 구성하여 RCIED 에 적용하면 폭발물을 원격 조종으로 기폭할 수 있다. 이러한 무선기기들은 주로 ASK 나 FSK 와 같은 변조방식을 사용한다. 또한 간단한 시스템에서는 전체 프레임이 32 bits 정도이며 parity bit 를 포함하더라도, 상대적으로 오류정정 능력이 낮아 재밍 신호에 의해서 수 bit 의 오류만 발생해도 기기가 정상동작 하지 않거나,

재전송을 요청하게 되어서 트리거 신호를 무효화 시킬 수 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 CB 대역을 사용하는 무선조정 장치가 ASK 변조방식을 사용할 때, 유효 재밍 구간의 비율에 따른 bit 오류 발생확률을 분석하여 효과적인 재밍을 위한 최소 재밍 구간의 길이를 도출한다. 이를 위해 2 장에서는 기본적인 RCIED의 개념에 대해 설명하고 모의실험 환경 및 분석 결과를 제시한다. 마지막 3 장에서 본 논문의 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

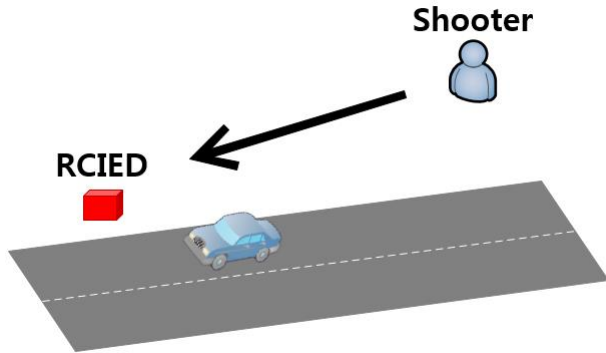


그림 1. RCIED 상황 모형

II. 본 론

일반적으로 RCIED는 급조 폭발물과 기폭장치 그리고 외부 트리거 신호를 수신해서 기폭장치를 동작시키는 간단한 회로로 구성되어 있다. 회로의 수신장치에서 트리거 신호를 수신하면, 이를 복조하여 명령코드에 따라 회로가 활성화되면 폭약이 기폭되어 폭발한다. RCIED의 동작을 방지하기 위해서는 회로에 수신된 신호가 제대로 복조되지 않을 수준 이상의 재밍 신호를 방출하여 무선 트리거 신호를 교란하여야 한다. 반응 재밍이 진행되는 과정은 적군이 폭발 트리거 신호를 송신하면 아군 재머는 적 RCIED가 무선 트리거 신호에 의해 기폭되기 이전에 이 신호를 감지하고 분석하여 해당 대역에 재밍 신호를 방출하여야 한다. 따라서, 효과적인 재밍효과를 기대하기 위해서는 RCIED가 무선 트리거 신호의 한 패킷을 모두 수신하여 복조하기 이전에 재밍 신호를 적절하게 방출하여 패킷의 정보가 정상적으로 복조되지 않게 하는 것이 매우 중요하다. 그러므로 본 논문에서는 ASK 변조방식을 사용하는 무선 트리거 신호의 단일 패킷 신호에 대해 재밍 신호의 교란 구간의 비율이 변화하는 경우, 이에 따른 bit 에러의 수를 모의 실험을 통해 분석하였다.

이를 위해, 먼저 ASK 변조신호를 사용하는 CB 대역의 무선기기의 송신신호를 생성한 후, 반응 재밍의 반응 시간에 따른 성능을 도출하였다. RCIED의 변조방식은 ASK 이고 baud rate는 4800bps, 전송과 주파수는 27MHz, 그리고 수신기의 패킷 길이는 32 비트로 설정하였다. 적군이 RCIED에 폭발 트리거 신호를 보낸 상황에서 전체 패킷의 시간 길이를 T_s 라고 할 때, 반응시간에 따른 재밍 신호의 길이 T_j 가 T_s 와의 비율이 각각 1, 3/4, 1/2, 1/4 인 경우에 대해 JSR(Jamming to Signal rate)을 변화시키면서 bit 에러율을 계산하였고, 반복 실험을 500회 독립시행 하였다.

우선 T_j 가 T_s 와 같은 경우, 즉, $T_j/T_s = 1$ 인 경우는 트리거 신호 전체가 재밍 되는 상황이므로 상시 재밍(active mode)을 한 것과 동일하며 이는 반응 재밍의 성능 한계이다. 이와 비교해 각각 T_j/T_s 가 3/4, 1/2, 1/4로 줄어드는 경우에는 에러가 발생한 bit의 수가

재밍 구간에 비례해서 줄어드는 것을 그림 2에서 알 수 있다. 이러한 결과를 통해 반응 재밍에서는 JSR뿐만 아니라 재밍의 반응시간을 최소화하여 T_j/T_s 를 높이는 것이 재밍 성공여부에 있어서 큰 비중을 차지하는 것을 알 수 있다.

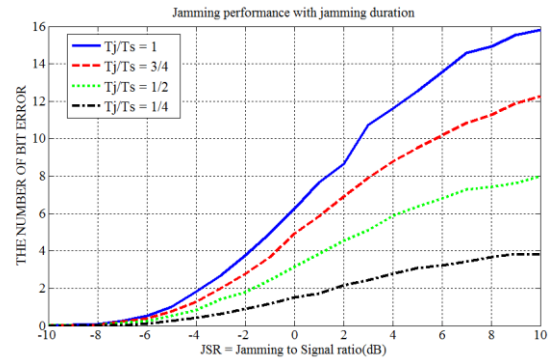


그림 2. 반응시간에 따른 에러 비트의 수

III. 결 론

본 논문에서는 CB 대역에서의 ASK 변조방식을 사용하는 무선 조정기기가 RCIED의 무선기폭 장치로 이용되는 경우를 가정하고, 재머의 반응시간에 의한 유효 재밍 구간의 비율 변화에 따른 bit 오류 확률의 변화를 분석하였다, 이를 통해 반응 재밍은 상시 광대역 재밍에 비해 전력운용 면에서 많은 장점을 가지고 있지만, 빠른 재밍 응답시간을 통한 높은 유효 재밍 구간 비율이 요구됨을 확인하였다. 보다 효과적인 반응 재밍 기술의 개발을 위해서는 향후 다른 변조 방식을 사용하는 다양한 무선기기를 대상으로 하는 모의 실험 및 분석에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] Glenn Zorpette, " Countering IEDs ", IEEE SPECTRUM, pp. 26-35, Sep 2008.
- [2] K. Wilgucki, R. Urban, G. Baranowski, P. Gradzki, p. Skarzynski, " Selected aspects of effective RCIED Jamming ", In Proc. Military Communication Institute (MCI) 2012.
- [3] Jan Mietzner, Patrick Nickel, Askold Meusling Patrick Loos Gerhard Bauch, " Responsive Communications Jamming Against Radio-Controlled Improvised Explosive Devices ", IEEE Communication Magazine, pp. 38-46, Oct 2012.
- [4] K. Wilgucki, R. Urban, G. Baranowski, P. Gradzki, p. Skarzynski, " Automated protection system against RCIED ", In Proc. Military Communication Institute (MCI) 2012.