

# 주파수도약 시스템에 대한 추적재밍의 성능 및 민감도 분석

이치호, 류정호, 조성진, 이광일

국방과학연구소

chilee@add.re.kr, ramboryu@add.re.kr, sungjin@add.re.kr, kilee@add.re.kr

## Analysis on the Performance and Sensitivity of Follower Jamming Against Frequency Hopping Systems

Chiho Lee, Jeongho Ryu, Sungjin Jo, Kwangil Lee

Agency for Defense Development

### 요 약

본 논문에서는 주파수 도약신호에 대한 추적재밍의 성능을 분석하고, 추적재밍의 성능에 영향을 주는 주요 파라미터에 대하여 추적재밍의 성능에 미치는 성능상의 민감도를 분석하였다. 이를 위하여, 먼저 추적재밍의 개념에 대하여 설명하고, 추적잡음재밍의 평균 심볼 오류율 성능을 최적 부분대역 잡음재밍의 평균 심볼 오류율 성능과 비교하였다. 그리고, 추적잡음재밍의 각 파라미터에 대한 평균 심볼 오류율의 성능상의 민감도를 분석하였다. 분석 결과를 통하여, 가정된 분석 모델에서 추적대역폭이 추적잡음재밍의 성능에 미치는 영향은 다른 파라미터들에 비하여 크지 않음을 확인할 수 있었다. 도약 흡수, 추적시간, 추적성공률은 추적잡음재밍의 성능에 직접적으로 영향을 주는 파라미터임을 확인하였으며, 송신기-수신기 사이의 거리가 일정한 값 이하로 줄어들거나 재어-수신기 사이의 거리가 일정한 값 이상으로 증가하면 추적잡음재밍의 성능이 급격히 열화됨을 확인할 수 있었다. 분석 결과를 통하여, 추적잡음재밍이 최적 부분대역 잡음재밍보다 대부분의 구간에서 더 좋은 재밍효과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있었다.

### 1. 서 론

군용 전술통신의 성능을 평가하는 중요한 척도로서 저피탐(LPI: Low Probability of Intercept) 및 항재밍(AJ: Anti-Jamming) 성능을 이용하고 있다 [1,2]. 이러한 저피탐 및 항재밍 특성을 보유한 대표적인 통신방식이 확산대역(Spread Spectrum) 통신으로서, 최근 군용 전술통신 및 일부 상용통신에서 사용되고 있다 [1-3]. 확산대역 통신방식의 대표적 예로서, 개인 휴대통신에서 활발히 이용중인 직접확산(DS: Direct Sequqnce) 방식과 군용통신 및 블루투스(Bluetooth) 등과 같은 일부 상용통신에서 이용되고 있는 주파수도약(FH: Frequency Hopping) 방식이 있다.

저피탐 및 항재밍 측면에서 확산대역 통신방식의 특성을 살펴보면, 직접확산 방식은 시간축상에서 확산코드, 즉 칩 시퀀스를 소스 신호에 곱하여 신호를 확산시킨다. 그리하여, 신호 레벨을 탐지 가능한 레벨 이하로 떨어뜨려 저피탐 능력을 확보하고, 신호를 복원하는 역확산 과정을 통하여 원하지 않게 인가된 재밍신호에 대하여 처리이득만큼 신호 레벨을 감소시켜 항재밍 능력을 확보한다. 주파수도약 방식의 경우에는 신호의 반송파 주파수에 도약 주파수를 인가하여 매 홉별로 서로 다른 주파수 대역에 신호를 전송함으로써 신호를 확산시킨다. 그리하여, 넓은 대역에 신호를 분산시킴으로써 저피탐 능력을 확보하고, 동시에 항재밍 능력을 보유하게 된다. 확산대역폭을 증가시켜 즉, 신호를 광대역화하여

저피탐 및 항재밍 능력을 강화하는 측면에서 보면, 직접확산 방식의 경우 시간축 상의 칩 시퀀스의 해상도에 확산대역폭이 좌우되고, 주파수도약 방식의 경우 도약 주파수를 발생하고 이를 합성하는 시간적 성능에 확산대역폭이 좌우된다. 일반적으로, 주파수도약 방식이 주파수 합성기의 급속한 성능향상과 더불어 신호의 광대역화가 직접확산 방식에 비하여 보다 용이한 것으로 알려져 있으며, 이러한 이유로 군용 전술통신에서는 주파수도약 통신방식이 직접확산 방식에 비하여 보다 많이 이용되고 있다. 본 논문에서는 확산대역 통신방식 중 주파수도약 방식에 대하여 보다 구체적으로 분석하고자 한다.

군용 전술통신에 대한 다양한 전자공격(EA: Electronic Attack) 및 재밍(Jamming) 기법들이 제시되고 분석되었다 [1,2]. 대표적인 전자공격의 예로서, 가장 고전적인 재밍기법인 잡음재밍과 주파수 편이 방식(FSK: Frequency Shift Key)의 통신에 효과적인 재밍기법인 톤재밍, 그리고 통신신호 위에 동일한 변조방식을 갖는 다른 신호를 인가하는 재밍기법인 기만재밍 등이 있다 [2]. 잡음재밍은 다시 잡음의 대역폭에 따라 광대역 잡음재밍과 부분대역 잡음재밍으로 나누어지고, 톤재밍도 톤의 개수에 따라 단일톤 재밍과 다중톤 재밍으로 나누어진다. 주파수도약 통신방식과 같이 신호가 광대역화되는 경우, 재밍효율을 재고하기 위한 방법으로 부분대역 잡음재밍 및 톤재밍기법이 주로 이용되고 있으나, 일반적으로 이러한 재밍기법들은 신호의 대역폭이 넓어질수록 재밍