

레이더 펄스열 분리를 위한 PRI 추정 알고리즘에 대한 성능 분석

한진우, 송규하, 이동원, 류영진, 류시찬

국방과학연구소

yahoo@add.re.kr, khsong@add.re.kr, dwlee@add.re.kr, yjryoo@add.re.kr, sclyu@add.re.kr

Performance Analysis of PRI estimation algorithms for deinterleaving radar pulse trains

Han Jin Woo, Song Kyu Ha, Lee Dong Woen, Ryoo Young Jin, Lyu Si Chan

Agency for Defence Development

요 약

전자전 지원(Electronic warfare Support) 시스템은 전자파를 사용하는 레이더 등의 에미터들(emitters)을 탐지하고 식별하기 위해 전방위로부터 수신되는 고주파 신호에 대한 펄스 계원을 실시간으로 측정하고, 수집한 데이터로부터 연속성, 규칙성 및 상관성을 가지는 펄스열을 분리하고 그 특성을 분석하여, 식별 변수 데이터와의 비교를 통해 에미터를 식별한다. 현대의 고밀도 다중 신호 환경에서 효과적으로 에미터 신호를 탐지하고 식별하기 위해서는 수집된 데이터로부터의 각각의 에미터 신호에 대한 펄스열을 신속하고 정확하게 분리할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 레이더 신호의 펄스열 분리를 위해 사용되는 가장 중요한 변수 중 하나인 펄스반복주기(Pulse Repetition Interval, PRI)를 추정하는 알고리즘들에 대해 분석하고, 모의 신호에 각 알고리즘을 적용한 시험 결과를 고찰하여 그 성능을 평가하였다.

I. 서 론

전자전 시스템에서 전자전 지원은 위협 신호를 수신하고 탐지 및 분석하며 식별 변수 데이터와의 비교를 통해 에미터를 식별하여 조기 경보를 통해 아군의 생존성을 높이는 기능을 수행한다. 함정 및 항공기의 위협 경고 및 자체 방어를 위한 전자전 시스템이 직면하고 있는 현대 전자파 신호 환경은 다중 위협 신호가 혼재되어 있는 상황에서 클러터, 반사파, 잡음, 누락 등의 신호 왜곡 성분들이 포함된 복잡한 환경이다. 이러한 신호 환경에서 에미터를 분석·식별하기 위해서는 먼저 각 위협 신호에 대한 펄스열의 분리가 선행되어야 한다.

펄스열 분리는 수신한 펄스 신호로부터 각각의 위협 신호에 해당하는 펄스열만을 찾아 분리해 내는 것이 목적이다. 밀도가 낮고 신호 왜곡 성분이 적은 신호 환경에서는 수신한 펄스 신호들의 측정 주파수, 방위 또는 펄스폭 변수 정보로 펄스열의 분리가 어느 정도 가능할 수 있으나, 현대의 전자전 신호 환경은 다양한 신호 변경 특성을 가지는 위협 신호들이 동시에 존재하고, 그 밀도는 점점 높아지고 있어서 펄스 신호의 주파수, 방위, 펄스폭과 같은 측정 변수만으로는 펄스열 분리가 어려워지고 있다.

고밀도 신호 환경에서 효과적인 펄스열 분리를 위해 전자전 지원에서는 펄스 신호의 펄스도착시간(Time of Arrival, TOA)으로부터 유도

한 PRI를 이용한다. 레이더 등의 에미터들은 고유한 PRI 특성을 가지고 펄스를 송신하고 수신하여 표적을 탐색 또는 추적하므로, 전자전 지원에서는 수신한 펄스 신호 데이터에서 연속성과 규칙성을 가지는 PRI를 추정해 내어 이를 바탕으로 각각의 위협 신호의 펄스열을 수신한 펄스 신호에서 분리해 내야 한다.

본 논문에서는 펄스열 분리를 위해 수집한 펄스 신호의 TOA로부터 펄스열의 고유한 PRI를 추정하는 기존 여러 알고리즘들에 대해서 분석하고, 다양한 입력 신호 조건에서 각 알고리즘의 PRI 추정 성능을 평가하였다.

II. 펄스열 분리 기법

1. 히스토그램 기법

히스토그램을 이용한 펄스열 분리 기법은 가장 널리 알려진 전자전 지원 신호분석 알고리즘의 하나로서 펄스의 TOA의 차에 대한 히스토그램을 생성하고 임계치와의 비교를 통해 PRI를 추정하는 방법이다.

1.1 CDIF(Cumulative DIfference) 히스토그램 기법

CDIF 방식은 수신된 펄스열에서 차수를 늘려가며 각 차수에 대한 Δ TOA(difference of TOA)의 값을 누적시켜 히스토그램을 생성하고,