

자율형/지능형 전자공격 기술 동향

조제일*, 정운섭*, 안재민*

Autonomous/Smart Electronic Attack

Jeil Jo*, Unseob Jeong*, and Jaemin Ahn*

요 약

전자전은 전자기 스펙트럼을 통제하거나 공격하기 위하여 전자기 및 지향성 에너지를 사용하는 제반 군사 활동을 말한다. 전자전에서 제밍은 장기간 신호를 수집, 분석, 식별하여 식별된 위협에 대한 제밍 기법을 개발하는 과정을 거친다. 이러한 과정의 시간을 줄이고 운용자의 개입없이 미상 및 신규의 위협에도 대응할 수 있는 자율형/지능형 제밍 기법 연구가 이루어지고 있다. 선진국을 비롯하여 국내에서도 기계학습 기법을 적용하여 관련 기술 개발이 이루어지고 있다. 선진국에서는 통신신호 및 레이더 신호에 대한 지능형 전자공격 기술을 개발하고 있으며, 알고리즘 개발 후 실제 체계 및 환경 적용성을 확인하는 단계에 있다. 전자전분야도 다양한 인공지능 기술을 접목하여 운용자 개입을 최소화하고 장비 스스로 처리하는 방식으로 진화하는 가운데, 향후에는 대량의 학습데이터를 사용하지 않는 방법이나 전자전 이외의 데이터를 함께 사용하는 기법들에 대한 연구가 이루어 질것으로 예상된다.

1. 서 론

1.1 전자전이란?

전자전이란 전자기 스펙트럼을 통제하거나 공격하기 위하여 전자기 및 지향성 에너지를 사용하는 제반 군사활동을 말한다[1]. 전자전은 다양한 방법으로 분류가 가능한데 현재 NATO에서는 전자전을 전자전 지원(ES: Electronic Warfare Support)과 전자공격(EA: Electronic Attack), 전자보호(EP: Electronic Protection)로 나누고 있다.

전자전 지원은 의도 및 비의도적으로 방사된 전자기 에너지 신호를 탐색, 수집, 식별하고 위치를 확인하기 위해 취해지는 제반 활동이다. 전자전 지원에서는 신호의 탐지, 식별로 기본적인 특성을 파

악하고, 방향 또는 위치탐지를 수행하여 신호원의 방향 또는 위치를 추정한다. 기본적으로 전자전 지원은 전자공격을 위한 활동으로 볼 수 있다.

전자공격은 적의 전투능력을 저하, 무력화 또는 파괴하기 위하여 인원, 장비 및 시설에 대해 전자기 및 지향성 에너지를 사용하는 제반 활동이다. 전자공격에는 제밍, 기만, 채프(Chaff)/플레어(Flare) 및 기만기(Decoy) 등을 이용할 수 있다. 제밍은 잡음 또는 특정한 신호를 이용하여 적의 신호원의 활동을 방해하는 것이다. 기만은 적 신호원과 유사한 신호를 이용하여 적 장비를 속이는 것이다. 채프와 플레어는 RF 탐색기와 IR 탐색기를 대응하기 위해 발사하는 물리적 방법이며, 기만기는 적에게 나로 인식하게 하기 위해 발사체나 견인형 형태로 신호를 방사하는 것이다.

* 국방과학연구소
 ° 충남대학교

전자보호는 아군 또는 적의 전자전 운용에 의해 전투능력이 저하, 무력화 또는 파괴될 가능성이 있는 아군의 인원, 시설 및 장비를 보호하기 위해 취해지는 제반 활동이다. 전자보호는 스펙트럼 관리, 전자기 간섭 제어 및 방사 제어 등의 방법이 있다.

1.2 전자전과 기계학습

전자전에서는 전자전지원 분야에서 PRI(Pulse Repetition Interval) 분석, 식별 등의 성능을 높이기 위해 부분적으로 기계학습 기법을 적용한 연구들이 진행되어 왔다[2]-[4].

전자공격 분야에서는 선진국을 중심으로 기계학습 기법을 적용한 새로운 제밍 방법에 대한 연구가 진행되고 있다. 제밍은 기본적으로 장기간에 걸쳐 레이다 또는 통신신호에 대한 수집과 분석을 통해 위협을 식별하고 각 위협에 대해 적절한 제밍 기법을 라이브러리에 저장해두고, 위협 신호가 수신되었을 때 라이브러리의 정보를 기반으로 제밍 기법을 선택하는 방식을 사용한다. 수신된 위협 신호가 라이브러리에 존재하는 경우 쉽고 빠르게 제밍 기법을 선택하여 적용할 수 있으나, 기존과 다르게 변형된 위협 신호나 새로운 유형의 위협 신호가 수신될 경우 라이브러리의 사용에 한계가 있다. 이러한 한계를 극복하기 위해 기계학습 기법을 적용하여 라이브러리에 존재하지 않는 신규 위협이나 변형된 위협에 대해서도 적절한 대응 기법을 생성하기 위한 연구들이 진행되고 있다.

전자전 분야의 특성상 구체적인 연구 내용이나 연구 결과 및 시험 결과가 공개되지는 않는다. 본 고에서는 현재 진행되고 있는 자율형/지능형 전자공격 관련 국/내외 관련 프로젝트에 대해 소개하고, 이들을 통한 시사점 및 향후 추가 연구 방향에 대해 논한 후 결론을 맺는다.

II. 자율형/지능형 전자공격 기술 동향

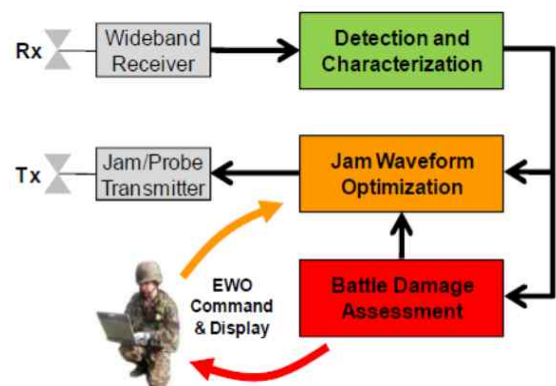
2.1 선진국 동향

- BLADE(Behavioral Learning for Adaptive Electronic Warfare)

미국 DARPA(Defense Advanced Research Project Agency)에서 추진중인 과제로 전술환경에서 적응형 무선 통신위협, C3(Command, Control, Communication) 및 RC-IED(Radio Control - Improvised Explosive Devices)와 같은 위협에 대한 대응 능력 개발이 목표이다[5].

무선 통신 위협에 대한 최적의 제밍 파형 자동 생성 및 효과도 자동 산정방법에 대해 연구하는 것으로 신규 위협 탐지 및 특성 추출, 신규 위협에 대한 효과적인 제밍을 위한 학습기법, 제밍효과도 예측 및 분석 등이 포함되어 있다.

Phase 1, 2에서 기본 요소 기술 개발 후, Phase 3에서 대표 실 환경에서 무선, 이동 상황의 테스트를 수행하고, 항공기에도 탑재하여 성공적으로 시험한 것으로 알려져 있으나 구체적인 결과는 알려진 바가 없다.

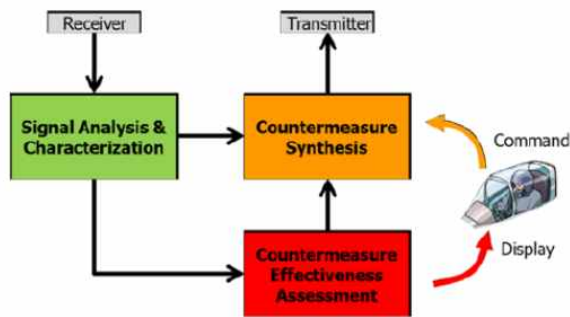


[그림 1] BLADE 개념도

- ARC(Advanced Radar Counter-measures)

DARPA의 과제로 전술적인 시간 제한 범위 안에서 공중에서 조우될 수 있는 레이다 위협 신호에 대해 실시간 대응 능력을 개발하는 것이 목표이다[6].

식별에 모호성을 갖는 신규 및 미상 레이다 위협에 대한 실시간 자동 대응방법에 대해 연구한다. 이를 위해 신규/미상 위협에 대한 특성 추출, 위협에 대한 최적의 대응방법 자동생성, 생성한 위협 대응방법에 대한 효과도 자동 산정 및 실시간 대응결과 제공 등이 포함되어 있다. 또한, 단일 또는 다중, 분산 플랫폼에서의 작전 지원과 다중 위협 동시 대응방안에 대해서도 연구한다.



[그림 2] ARC 개념도

Phase 1, 2에서 최신 위협에 대해 closed-loop 시험환경에서 특성 추출 및 적응적 대응 방안을 완료하였다고 알려져 있으며, phase 3에서 체계적용을 위해 기술을 고도화하고 있는 것으로 알려져 있다.

- Angry Kitten

GTRI(Georgia Tech. Research Institute)에서 수행하는 프로젝트로 최신 기계학습 기반 소프트웨어 개발 및 상용 장비를 이용한 하드웨어 개발과 새로운 전자전장장비를 시험할 수 있는 테스트 베드 구축이 목표이다[7]. 지속적으로 조우 환경을 평가하여 최적의 재밍 기법으로 전환하는 기계학습 기반 알고리즘을 개발하고, 라이브러리에 식별되지 않은 위협에 대해 운용자의 개입 없이 자동으로 수 초 안에

재밍할 수 있는 시스템을 개발한다.

현재 시험시제 개발 후 L-39 훈련기에 탑재하여 실제 라이브러리 시험을 실시한 것으로 알려져 있다.



[그림 3] L-39탑재 Angry Kitten 비행시험 장면

2.2 국내 기술 동향

- 미상신호 대응 자율형 재밍기술

기존 라이브러리에 존재하지 않는 추적 레이다, 미사일 위협에 대해서도 기계학습 기법을 적용하여 재밍 기법을 생성하고 재밍효과도를 판단하여 효과가 없을 시 재밍 기법을 변경하면서 재밍 효과도를 극대화하는 것이 목표이다.



[그림 4] 기술 개념도

장비 탑재성과 학습 시간을 고려하여 신호의 다양한 통계적 특징 등을 추출하여 학습하는 알고리즘으로 개발되었으며, 현재 재머의 프로토타입에 알고리즘을 탑재하여 성능시험 및 재밍 효과도 시험을 수행하고 있다.

III. 시사점 및 향후 연구방향

전자전에서 재밍은 장시간 신호를 수집, 분석, 식별하고, 식별된 위협에 대한 재밍 기법을 개발하고 라이브러리화하는 과정을 거친다. 이러한 과정은 분석, 식별, 재밍 기법 개발의 각 단계에서 관련 전문가들이 개입한다. 그럼에도 불구하고 라이브러리 기반의 방법은 라이브러리에 존재하지 않는 위협이나 변형된 위협에 대해서는 취약하다는 단점이 있다. 이를 보완하기 선진국에서는 운용자 개입없이 장비 스스로 판단하여 최적의 재밍 기법을 생성, 대응하는 차세대 전자공격 기법을 연구, 개발하고 있다. 국내에서도 선진국과 유사하게 미상 및 신규 레이더, 미사일 위협에 대해서도 재밍 기법을 생성하기 기법을 연구하고 있다.

이러한 연구들은 공통적으로 기계학습 기법을 적용하고 있는데, 대부분 상당한 양의 학습 데이터가 필요하며, 학습 데이터에 따라 성능이 달라질 수 있다. 따라서 향후에는 각 기술의 고도화와 함께 자율주행 차량의 사례와 유사하게 대량의 학습데이터 없이 다양한 조우 환경을 학습하여 신호분석이나 재밍 기법에 대한 연구가 이루어 질 것으로 예상된다.

또한 전장상황을 정확하게 판단하기 위해서는 다양한 센서의 데이터가 필요한데 전자전 환경에서도 상황판단 및 효과도 분석을 위해 전자전 이외의 데이터를 융합, 활용하는 분야도 활발하게 연구가 이루어 질것으로 예상된다.

IV. 결 론

지금까지 전자전에 대해 알아보고 자율형/지능형 전자공격 기술 동향에 대해 살펴보았다. 공통적으로 운용자의 개입 없이 신규나 미상의 위협에 대해서

도 최적의 재밍 기법을 생성하는 것이 목표이다. 이를 위해 기계학습 기법을 적용하고, 재밍 효과도를 판단하여 자율적으로 재밍 기법을 변경하는 방안에 대해 연구하고 있다.

향후에는 각 기술들의 고도화와 함께 다양한 인공지능 기법들이 적용될 것으로 예상되며, 특히 상황판단이나 재밍효과도 분석을 위해 다양한 데이터를 활용하는 분야의 연구가 이루어 질것으로 예상된다.

참 고 문 헌

- [1] David Adamy, EW 101 A First Course in Electronic Warfare, Artech House Inc, 2001.
- [2] Y. J., Ryoo, K. H. Song, and W. W. Kim. "Recognition of PRI modulation novel method of recognizing PRI modulation type of radar signal based on Support Vector Machinelation types of radar signals using the autocorrelation," IEICE transactions on communications, Vol. 90, No 5, pp. 1290-1294, 2007.
- [3] G. P. Noone, "A neural approach to automatic pulse repetition interval modulation recognition," Information, Decision and Control, pp. 213-218, 1999.
- [4] J. P. Kauppi and K. S. Martikainen, "An efficient set of features for pulse repetition interval modulation recognition," 2007 IET International Conference on Radar Systems, pp. 1-5, 2007.
- [5] <https://www.darpa.mil/program/behavioral-learning-for-adaptive-electronic-warfare>
- [6] <https://www.darpa.mil/program/adaptive-radar-countermeasures>
- [7] <https://www.gtri.gatech.edu>

저자소개

◆ 조제일

- 2000.02: 경북대학교 전자공학 학사
- 2005.02: 경북대학교 전자공학 석사
- 2005.02~현재: 국방과학연구소 근무

◆ 정운섭

- 1988.02: 충남대학교 전자공학과 학사
- 1990.02: 충남대학교 전자공학과 석사
- 2007.02: 충남대학교 전자공학과 박사
- 1990.03~현재: 국방과학연구소 근무

◆ 안재민

- 1987.02: 서울대학교 전자공학과 학사
- 1989.02: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
- 1994.08: 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사
- 1994~1999: 삼성전자 선임연구원
- 1999.~현재: 충남대학교 전기정보통신공학부 교수