

안테나 Low-profile 기술 동향 및 드론 탑재를 고려한 소형·경량화 HF 대역 안테나 설계

조세민, 김창성, 주형준, 조성진*, 박철순*

한화시스템, *국방과학연구소

semin9508@hanwha.com

요 약

고주파(HF, High Frequency) 대역 (3 ~ 30 MHz)은 장거리 통신에 유리한 특성을 가져, 군사 및 재난 통신 시스템 등 다양한 분야에 사용된다. 또한, UAV 시스템은 유연한 운용 특성과 같은 장점으로 감시정찰 분야에 활용된다. 이와 같은 이유로, HF 대역에서 UAV를 이용한 활용 방안에 대해 활발하게 연구중이지만, HF 대역의 파장에 의한 안테나 대형화의 이유로, 운용 시스템의 이동성과 설치 편의성을 제한시킨다. 따라서, 본 논문에서는 UAV 탑재에 용이성을 높이기 위하여, HF 대역에서의 안테나 크기 최소화를 위한 주요 기술들을 조사하고, 다양한 안테나 소형화 기법, 안테나 매칭 및 고효율 유전체 활용 등을 중심으로 각 기술의 원리, 장단점 및 최신 연구 동향을 분석한다.

I. 서론

고주파(HF) 대역은 전리층 반사를 이용한 장거리 통신이 가능한 무선 주파수 대역 중 하나로, 특히 위성 통신 인프라가 제한적인 환경에서 핵심적인 통신 수단으로 활용된다. 이에 따라, HF 대역의 안테나는 군통신, 원거리 정찰 및 긴급 재난 구조 등 다양한 응용 분야에서 활용된다. 이와 관련하여, LOS 확보 및 유연한 운용 시스템을 위하여, UAV를 이용한 HF 대역에서의 운용에 대한 연구가 진행되었다. 하지만, HF 대역의 긴 파장(약 10 ~ 100 m)은 이에 상응하는 물리적인 안테나의 크기를 요구하므로, UAV의 크기, 운용 시간과 같은 사항을 고려하면 안테나 소형화가 필수적이다.

이와 관련하여, 다양한 안테나 소형화 기법들이 연구되어 왔다. 대표적으로, meander, Defected Ground Structure(DGS), short dipole과 같은 topology 기반의 소형화 기법, 고유전율 기판의 사용 및 메타물질 기반의 재료 기반 소형화 기법 등 다양한 기법이 현재까지도 활발하게 연구되어 진다. 추가적으로, 안테나 자체의 물질 혹은 형상을 변화시킨 passive 안테나에 국한된 것이 아닌, 다양한 능동 소자들을 활용하여 active 안테나를 구현함으로써 신호의 증폭, 매칭, 다중 대역 제어 등을 수행하는 방법이 고려됐다. 이들 기법은 각기 다른 방식으로 물리적 크기를 줄이면서도 수신감도, 방사 효율 등 성능 저하를 최소화하는 것을 목표로 한다.[1-3]

본 논문에서는 HF 대역에서 안테나 크기를 효과적으로 최소화 할 수 있는 핵심 기술들을 체계적으로 정리하고, 최신 연구 사례를 분석함으로써, 향후 고성능 소형 HF 안테나 개발을 위한 설계 방향을 제시한다. 나아가, 해당 시스템의 실사용을 고려하여, 00 kg 내의 무게, 00° 내의 빔폭과 같은 실제 운용되는 요구사항을 만족하는 것을 확인하여, 실제 사용에 대한 가능성을 입증한다.

II. 본론

안테나 크기 소형화는 다양한 원리를 이용하여 크기는 최소화 하며, 목표로 하는 응용 분야에서 사용이 가능한 형태로 안테나 이득, 방사패턴, 시스템 내에서의 효율 등과 같은 특성을 만족하도록 연구되어왔다. 안테나 내, 도선의 모양을 변화시켜 도선 내 유효 인덕턴스 및 캐패시턴스를 조절함

으로써 동작 주파수 대역을 구현한 그림 1(a)의 meander, 그림 1(b)의 fractal 안테나가 있다. 나아가, 그림 1(c)에서 나타난 안테나의 기판을 고유전체를 사용하여 유효 파장을 단축시켜 동일한 동작 주파수에도 물리적인 크기를 줄일 수 있는 방법, 음의 유전율 또는 음의 투자율을 가진 인공 재료인 메타 물질을 이용하여 소형화를 구현하는 물질 기반의 소형화 방법이 존재한다.

또한, 기존의 안테나의 passive한 방식에서 벗어나, 안테나 내 능동 소자를 사용하여 그림 1(d)과 같이 active 안테나를 구현함으로써, 임피던스 매칭 등에 의한 효율까지 고려된 방식 등 다양한 방식으로 고려되어 진다.

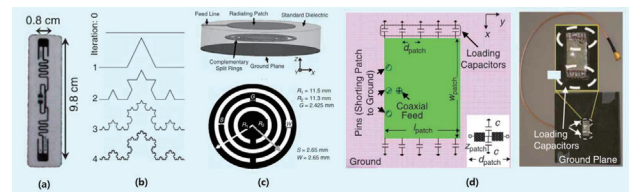


그림 1. 안테나 low-profile 기법 (a) Meander 안테나, (b) Fractal 안테나, (c) 고유전율 기판 및 메타물질 안테나, (d) Active 안테나

이와 같은 다양한 방식을 기반으로, HF 대역에서의 안테나 설계를 고려하며, 실제 운용을 고려하여 00의 빔폭, 00 kg과 같은 조건을 만족시켜 UAV 탑재 용이성 향상을 통해 시스템 운용의 유연성 향상을 확인한다.

III. 결론

본 논문에서는 HF대역에서 UAV 시스템의 유용한 운용이 가능하도록, 안테나 소형화에 대한 기술적 동향 및 설계 방안이 고려되었다. HF 대역의 수십 m에 달하는 파장을 고려했을 때, 큰 안테나 크기에 의해 UAV 탑재에 어려움이 있어, 해당 문제를 극복하기 위한 안테나 크기 최소화 기법 분석 및 HF대역에서 소형화된 안테나를 설계한다. 또한, 설계된 안테나의 특성을 검토하여 해당 시스템의 실 사용을 입증한다.

ACKNOWLEDGMENT

본 논문은 정부(방위사업청)의 재원으로 미래도전국방기술과제 (No.915087201)를 통해 연구가 수행되었다.

참 고 문 헌

- [1] Mojtaba F. et al., " Antenna Miniaturization Techniques: A Review of Topology-and Material-Based Methods," IEEE Antennas and Propagation Magazine, Vol. 60, Issue 1, pp. 129-13, 2018.
- [2] Nastouch, N. et. al., "Extremely electrically small MF/HF antenna," IET Microwaves, Antennas & Propagation, vol. 14, Issue. 1, pp.88-92, 2020.
- [3] Nastoo N. et. al., "Efficient Design and Implement a Small HF Antenna," International Journal of Mechatronics, Electrical and Computer Technology, Vol. 9, pp. 4081-4087, 2019.