

능동 빔패턴 측정장치 및 드론을 활용한 초단파레이다용 배열안테나의 빔패턴 측정에 대한 연구

김기중* · 이성재** · 장윤희***

A Study on the Measurement of the Beam Pattern of Array Antenna for VHF
Radar using Active Beam Pattern Measuring Device and Drone

Ki-Jung Kim* · Sung-Je Lee** · Youn-Hui Jang***

요약

본 연구는 드론 및 능동 빔패턴 측정장치를 활용하여 초단파레이다용 배열안테나의 빔패턴 측정내역에 대해서 기술하였다. 아직 국내에서는 크기가 큰 초단파대역용 안테나의 빔패턴을 측정하기 위한 무반사실이 없는 상황이다. 본 연구는 개발된 초단파레이다의 안테나 빔패턴 특성을 시험하기 위하여 드론에 능동 빔패턴 측정장치 및 수신안테나를 장착하여 안테나 빔패턴 특성을 시험하였다. 안테나에 대한 사전 시뮬레이션 분석 결과와 측정된 결과를 비교하였을 때 빔폭 특성 및 부엽특성이 만족함을 확인 할 수 있었다. 향후 드론 및 능동 빔패턴 측정장치를 활용한 안테나 빔패턴 측정기술을 통하여 안테나 크기가 큰 저주파대역 레이더용 배열안테나의 빔패턴 측정 기술을 활용할 예정이다.

ABSTRACT

This study describes the technique of the beam pattern measurement of array antenna for VHF band radar using drone and active beam pattern measuring device. There is no anechoic chamber for measuring the beam pattern of a large size antenna in the country. In this study, to test the antenna beam pattern characteristics of the developed VHF band radar, the antenna beam pattern characteristics were tested by Drone mounting an Active Beam Pattern Measuring Device. By comparing the results of the pre-simulation analysis with the measured results for the antenna, we could confirm that the beamwidth and side-lobe characteristics are satisfactory. Through the antenna beam pattern measurement technology using Drone and Active Beam Pattern Measuring Device, the beam pattern measurement technology of array antenna of low frequency band and large antenna for low band radar will be used.

키워드

VHF Radar, Antenna, VHF Band, Drone, Active Beam Pattern Measuring Device
초단파 레이더, 안테나, 초단파 대역, 드론, 능동 빔패턴 측정장치

* 교신저자 : 한화시스템 SW팀(레이더)

**한화시스템 (sungje05.lee@hanwha.com)

***국방과학연구소 (yhjiang@add.re.kr)

• 접수일 : 2019. 09. 10

• 수정완료일 : 2019. 10. 28

• 게재확정일 : 2019. 12. 15

• Received : Sep. 10, 2019, Revised : Oct. 28, 2019, Accepted : Dec. 15, 2019

• Corresponding Author : Ki-Jung Kim

SW Team(Radar) Hanwha System

Email : kj08.kim@hanwha.com

I. 서론

국외에서는 RCS가 작은 목표물에 대한 탐지를 목적으로 하는 레이더 연구 및 개발이 이미 진행되고 있다[1-2]. 본 논문은 상대적으로 파장이 긴 초단파대역의 레이더의 안테나 빔패턴 측정에 대한 성능평가를 위한 드론에 장착되는 능동 빔패턴 측정장치의 설계 및 본 장치를 활용한 안테나 빔패턴 측정에 대한 연구를 기술한다. 초단파대역의 안테나 크기가 큰 레이더의 빔패턴을 측정하기 위해서는 원전계 특성을 만족하기 위하여 챔버의 크기도 상당히 커야 되기 때문에 국내에는 측정 가능한 챔버가 없는 상황이다. 그래서 레이더를 개발하기 위해서는 안테나의 빔패턴 특성을 검증이 필수적이기 때문에 드론에 능동 빔패턴 측정장치, 수신안테나를 장착하여 초단파레이더의 안테나 특성을 측정하였다. 향후 본 연구를 통하여 안테나 크기가 큰 저주파대역의 레이더에 대해서 드론을 활용하여 안테나의 빔패턴 측정하기 기술을 활용할 예정이다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 본론 중 2.1절에서는 초단파 레이더용 능동 빔패턴 측정장치의 개요에 대해 소개하고, 2.2절에서는 측정대상인 초단파레이더의 안테나 빔특성의 시뮬레이션 결과를 기술하며, 2.3절에서는 드론 및 능동 빔패턴 측정장치를 활용한 측정계획을 소개하였다. 2.4절에는 측정결과와 시뮬레이션 결과를 비교하였고 결론에서는 본 논문 요약 및 향후 진행 방향에 대해서 설명한다.

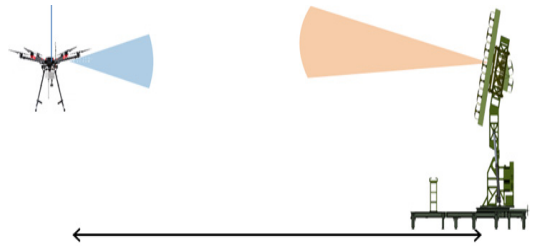


그림 1. 능동 빔패턴 측정장치를 활용한 초단파레이더 안테나 빔패턴 측정개념

Fig. 1 Concept of measurement of antenna beam pattern of VHF radar using drone with active beam pattern measuring device

능동 빔패턴 측정장치는 그림 2와 같이 드론 및 수신안테나, RF모듈, 디지털모듈 등으로 구성된다. 초단파레이더와 외부 연동을 위하여 GPS를 사용하여 동기를 한다. 또한 표적신호 발생모듈은 2개 표적의 RCS, 거리, 속도를 모사하도록 구성하였다.

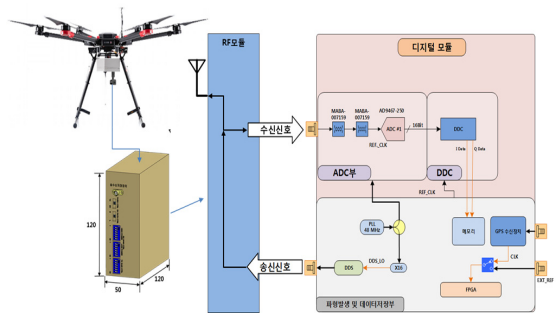


그림 2. 능동 빔패턴 측정장치의 구조 및 형상
Fig. 2 Figure and configuration of active beam pattern measuring device

II. 관련 이론

2.1 초단파 레이더용 능동 빔패턴 측정장치의 개요

레이더의 주된 목적은 표적의 반사신호를 수신하여 해당 표적의 속도 및 거리를 탐지하는 역할을 한다. 레이더의 주요 빔방사 및 수신 특성 역할을 하는 배열안테나를 시험하기 위해서 원전계 조건을 만족하는 약 수백 미터의 안테나 측정 챔버가 필요하다. 국내 실정상 초단파대역의 크기가 큰 챔버가 없는 상황이기 때문에 그림 1과 같이 능동 빔패턴 측정장치 및 수신안테나를 드론에 장착하여 초단파레이더의 안테나 빔패턴을 측정한다[3-4].

2.2 초단파 레이더의 안테나 패턴 분석결과

초단파레이더의 배열안테나는 그림 3과 같이 7x12 배열로 구성된다. 즉 선배열 안테나조립체 1개에 7개의 복사소자, 송수신모듈로 구성되고, 선배열 안테나조립체는 총 12개로 구성되어 84개의 복사소자가 배열되어 있다. [5-6].

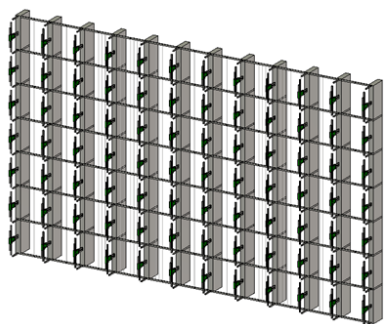


그림 3. 초단파대역 배열안테나 형상
Fig. 3 Figure of array antenna of VHF band

배열안테나를 CST 툴을 사용하여 빔패턴 시뮬레이션 분석을 진행하였다. 안테나 빔패턴은 그림 4와 같이 이득, 빔폭, 부엽준위의 특성을 볼 수 있다[7-8].

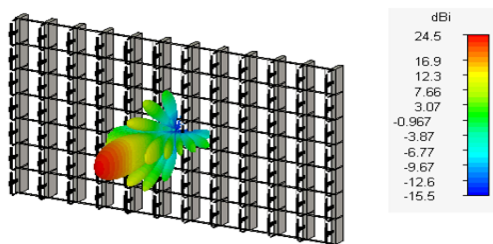


그림 4. 초단파레이다 배열안테나의 빔패턴 특성(3D)

Fig. 4 Beam pattern characteristic(3D) of array antenna of VHF band

안테나 패턴에 대해서 3D 안테나 패턴을 2D로 변환하면 그림 5와 같다.

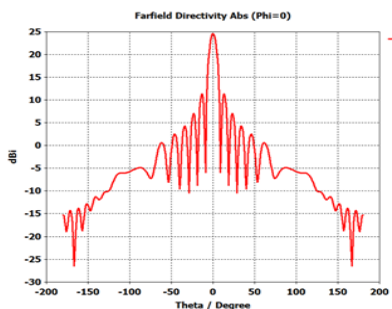


그림 5. 초단파레이다 배열안테나의 빔패턴 특성(2D)
Fig. 5 Beam pattern characteristic(2D) of array antenna of VHF band

초단파레이다의 안테나 시뮬레이션 분석결과 반전력빔폭은 8.1도, 부엽준위는 주엽준비 대비 13.2dBc로 분석이 된다. 이러한 분석 특성을 바탕으로 2.4절에서 초단파레이다 제작 후 드론을 활용하여 분석결과를 기술하였다. 능동 빔패턴 측정장치의 수신기 이득의 동적영역 특성을 고려하여 +/-45도에 대해서 빔패턴 특성을 측정한다.

2.3 능동 빔패턴 측정장치를 활용한 초단파레이다 안테나 빔패턴 측정계획

드론에 능동 빔패턴 측정장치 및 수신안테나를 장착하여 초단파레이다의 송신 안테나 특성을 측정하였다.

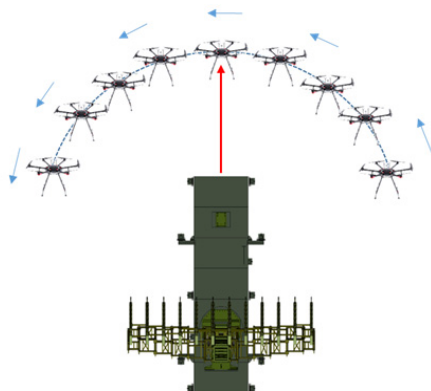


그림 6. 드론을 활용한 초단파레이다 배열안테나의 빔패턴 특성 시험구성도

Fig. 6 Test configuration of measuring beam pattern characteristic of VHF band radar using drone

그림 6과 같이 드론을 초단파레이다와 원전계 조건을 만족하는 거리를 반지름으로 하는 궤적을 이동시킨다[9-10]. 동시에 초단파레이다는 Boresight 방향으로 빔을 방사한다. 드론이 특성 속도로 궤적을 이동하면서 드론에 장착되어 있는 능동 빔패턴 측정장치는 1초마다 측정된 수신전력을 저장하게 된다. 최종적으로 궤적을 모든 궤적을 이동한 드론은 지상으로 할당하여, 장착되어 있는 메모리카드를 PC에 장착하여 안테나 수신 빔패턴을 확인한다. 능동 빔패턴 측정장치 내부에는 GPS 모듈이 장착되어 있어서 드론의 고도, 위/경도, 저장시간 등이 레이더 수신전력과 함께 저장되어 정확한 레이더와 수신저장 장치간의 거리를 알

수 있다.

2.4 안테나 빔패턴 시험결과 및 분석결과와의 비교

앞 절에서 소개한 능동 빔패턴 측정장치 및 드론을 사용하여 초단파레이다의 안테나 패턴을 시험하였다. 2.2절에 언급한 것 같이 능동 빔패턴 측정장치의 수신기 동적영역을 고려하여 안테나 중심으로 -45도에서 +45도까지 측정하였다. 안테나 빔패턴 측정결과는 그림 7과 같으며, 부엽준위는 9.5dBc로 측정이 되었으며, 빔폭은 8도로 측정이 되었다.

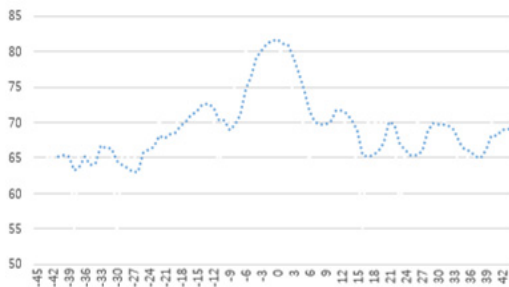


그림 7. 안테나 빔패턴 측정결과
Fig. 7 Test result of beam pattern of antenna

빔폭은 시뮬레이션 분석결과와 거의 비슷하게 측정이 되었으나, 부엽준위는 측정결과가 분석결과에 비하여 약 3dB 정도 올라오는 현상이 확인된다. 초단파안테나가 다른 높은 주파수 대역의 안테나에 비하여 상대적으로 빔폭이 커서, 대지 및 건물 반사로 인하여 부엽준위가 분석결과 보다 상승한 것으로 예상된다.

III. 결 론

본 논문은 RCS가 작은 목표물에 대한 탐지를 목적으로 하는 초단파대역 레이다의 안테나 빔패턴에 대한 성능입증을 위하여 드론에 능동 빔패턴 측정장치를 장착하여 빔패턴 분석결과 대비 측정결과를 비교하였다. 향후 본 연구를 통하여 안테나 크기가 큰 저주파대역의 레이다에 대해서 드론을 활용하여 안테나의 빔패턴 측정하기 기술을 활용할 예정이다.

References

- [1] C. Uluisik, Gonca G. Cakir, M. Cakir, and L. Sevgi, "Radar Cross Section (RCS) Modeling and Simulation, Part 1: A Tutorial Review of Definitions, Strategies, and Canonical Exmpales," *IEEE Antennas and Propagation Magazine*, vol. 50, no. 1, 2008, pp. 115-126.
- [2] N. Michishita, N. Q. Dinh, and Y. Yamada, "Simulation and Measurement Methods for RCS Estimations of a Scale Model Airplane," *REV Journal on Electronics and Communications*, vol. 5, no. 1-2, 2015, pp. 15-21.
- [3] K. Kim and H. Seo, "The system performance analysis and implementation of Digital Communication Satellite," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 4, no. 9, 2014, pp. 439-445.
- [4] K. Kim and H. Ko, "The Optimization using PCB EM interpretation of GEO satellite's L Band Converter," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 8, no. 8, 2013, pp. 1219-1226.
- [5] K. Kim, "The Study on the Design and Implementation of SHF band Upconverter of Digital Satellite Communication," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 12, no. 2, 2017, pp. 261-266.
- [6] S. Kim and Y. Rhee, "Implementation of Ku-band Low Noise Block for Global Multi-Band Digital Satellite Broadcasting," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 11, no. 1, 2016, pp. 23-28.
- [7] M. Go, H. Shin, and H. Park, "A RF Module for digital terrestrial and multi-standard reception," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 1, no. 1, 2006, pp. 16-27.
- [8] K. Kim and B. Kim, "The Study on the design and implementation of a X-band 25W Power Amplifier Module using GaAs MMIC," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 9, no. 11, 2014, pp. 1311-1316.

- [9] T. Kim, J. Park, and Y. Rhee, "Implementation of Ka-band Low Noise Block Converter For Satellite," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 3, no. 2, 2008, pp. 93-100.
- [10] K. Kim, J. Kim, and M. Bae, "The Study on the implementation and design of the RF transceiver for fast frequency hopping," *J. of the Korea Institute of Electronic Communication Sciences*, vol. 11, no. 6, 2016, pp. 591-596.



장윤희(Youn-Hui Jang)

1999년 2월 : 중앙대학교 전자공학과(공학사)

2002년 2월 : 중앙대학교 영상공학과(공학석사)

2002년 1월~현재 : 국방과학연구소 연구원

2002년 1월~현재 : 국방과학연구소 재직중

※ 관심분야 : 레이더 신호처리, Array processing

저자 소개

김기중(Ki-Jung Kim)



2002년 인하대학교 전기공학과 졸업(공학사)

2005년 ~ 2008년 LG이노텍 전자부품연구소

2008년 인하대학교 대학원 전자통신공학 졸업(공학석사)

2008년~현재 한화시스템 SW팀(레이더) 재직중

※ 관심분야 : 다기능위상배열레이더, 위성중계기, 데이터링크

이성제(Sung-Je Lee)



2012년 숭실대학교 정보통신전자공학부 졸업(공학사)

2014년 숭실대학교 대학원 정보통신공학과 졸업(공학석사)

2014년~현재 한화시스템 SW팀(레이더) 재직중

※ 관심분야 : 다기능위상배열레이더, 위성중계기, 데이터링크

