

드론을 활용한 신호 수집 시스템 개발현황

조성진, 나선필, 박철순, 장재원, 김선교, 김경민

국방과학연구소

sungjin@add.re.kr

A Study on the Development Status of Signal Collection System using Drones

Jo Sung Jin, Nah Sun Phil, Park Cheol Sun, Chang Jae Won, Kim Seon Kyo, Kim Gyung Min

Agency for Defense Development

요약

드론은 다양한 페이로드를 탑재하여 전투, 감시, 무선 주파수 신호 모니터링, 재난 구조, 농업, 물류 및 보안 등 다양한 민수 및 군사 용도로 사용되고 있는데, 이와 같은 용도 중에서 무선 주파수 신호 모니터링은 가장 인기 있는 드론 응용 중의 하나이다. 드론을 활용하므로 유연성 있는 무선 주파수 신호 모니터링이 가능하고, 공중에서 신호를 수집하여 지상 신호 수집 시스템의 제한사항을 극복할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 이런 장점 외 드론이라는 플랫폼으로 인해 가지는 탑재 중량 및 운용 시간 제한, 규정에 의한 비행 고도 제한 등을 가지고 있다. 본 논문에서는 군집 드론을 활용한 광대역 분산 빔 합성 기술 개발을 수행하면서 세계 각국에서 드론을 활용한 신호 수집 시스템의 개발현황 및 설계 시 주요 고려사항에 대해 간략하게 기술한다.

I. 서론

드론은 기존의 조종 항공기로는 실현할 수 없는 매우 다양한 응용 분야를 위한 접근 가능하고 상대적으로 저렴한 항공 플랫폼을 제공함으로써 항공 산업에 혁명을 가져왔다[1]. 드론은 다양한 페이로드를 탑재하여 운용할 수 있으며, 전투, 감시, 무선 주파수 신호 모니터링, 재난 구조, 농업, 물류 및 보안 등 다양한 민수 및 군사적 용도로 사용되고 있다. 이와 같은 용도 중에서 무선 주파수 신호 모니터링은 가장 인기 있는 드론 응용 중의 하나이다[2].

무선 주파수 신호 모니터링을 위한 드론을 활용한 신호 수집 시스템은 장·단점을 가지고 있다. 먼저 장점을 살펴보면, 첫 번째는 유연성 있는 스펙트럼 모니터링이다. 수신기를 탑재한 드론을 통해 운용자는 스펙트럼을 유연하게 모니터링할 수 있는데, 접근이 불가하거나 열악한 환경에 신속하게 배치하여 실시간으로 수신 신호를 수집하여 즉각적인 분석을 할 수 있다. 두 번째는 위치추정(geolocation)이다. 공중에서 운용하는 수신기를 탑재한 드론은 시야가 넓어져 넓은 육지나 해역을 커버하고 수평선 너머에 위치한 지상 목표물의 위치를 파악할 수 있다. 세 번째는 신호 캡처 및 분석이다. 드론을 사용하여 광대역으로 관심 신호를 수신 및 분석하여 실시간 상황 파악이 가능하다. 수집 신호 시스템에서 이동성, 운용 고도, 신호 분석의 조합은 중요한 임무에 필수적이다. 다음으로 단점을 살펴보면, 드론이라는 플랫폼으로 인해 가지는 제한사항으로 탑재 중량 및 운용 시간 제한, 규정에 의한 비행 고도 제한 등을 들 수 있다.

본 논문에서는 군집 드론을 활용한 광대역 분산 빔 합성 기술 개발을 수행하면서 세계 각국에서 드론을 활용한 신호 수집 시스템의 개발현황을 살펴보고, 설계 시 고려할 사항에 대해서 간략하게 기술하였다.

II. 개발현황 및 고려사항

현재 드론을 활용한 신호 수집 시스템은 군사적 용도보다는 민수 용도로 많이 개발되어 사용되고 있는 것으로 보인다. 대부분이 불법 주파수 신호 모니터링, 고정 위치(산, 타워 등)에 설치되어 있는 안테나 빔 패턴 및 국

성 측정, 이동 통신 등에서 활용되고 있다.

다음으로 세계 각국에서 개발된 드론을 활용한 신호 수집 시스템에 대해서 살펴보도록 하겠다.

독일 Colibrex사는 “smart drone solutions”을 제공하는 LS telecom AG의 자회사로서, 모든 종류의 무선 주파수 신호에 특화된 드론 기반 측정 솔루션과 서비스를 개발하고 제공한다. Colibrex사는 드론(COL-8X)에 탑재한 LOB OBESRVER AMU(Airborne Monitoring Unit) 106w와 LOB OBESRVER AMU 132s를 개발하였다. 그림 1은 LOB OBSERVER AMU 106w/132s의 실물을 보여주고 있다.



그림 1. LOB OBSERVER AMU 106w/132s[3]

LOB OBESRVER AMU 106w은 주파수 범위가 20 MHz에서 6 GHz, 순시대역폭은 최대 27 MHz, 3개 대역으로 구분되어 있다. 주요 기능으로는 주파수 탐색, 방향탐지(회전), 위치추정, 복조(아날로그 변조), IQ 저장이 가능하다. 드론 운용 전원은 배터리 및 tether 전원이 가능하며, 배터리 운용 시 최대 15분까지 비행할 수 있으며, tether 전원 운용 시는 제한 없이 가능하다. 수집 데이터는 전송은 WiFi 및 이더넷이 가능하다.

LOB OBESRVER AMU 132s는 주파수 범위가 20 MHz에서 32 GHz이고, 주요 기능으로는 주파수 탐색, 방향탐지(회전), 위치추정이 가능하다. 드론 운용 전원은 배터리 및 tether 전원이 가능하며, 배터리 운용 시 최대 15분까지 비행할 수 있으며, tether 전원 운용 시는 제한 없이 가능하다. 수집 데이터는 전송은 WiFi 및 이더넷이 가능하다.

독일의 Rohde & Schwarz사의 AMS(Aerial Monitoring System)는 기존의 mobile 또는 handheld로는 접근하기 어려운 장소에서 모니터링 및 분석 기능을 제공하는 드론 탑재용 신호 수집 시스템이다. 일반적인 응용으로는 마이크로파 링크 측정과 간섭 신호 탐지이다. 그림 2는 AMS의 실물을 보여주고 있다. AMS는 스펙트럼 분석기, 안테나, 제어컴퓨터, WiFi 유닛 및 배터리를 구성된다. 전체적인 탑재 중량은 5.2 kg 미만이다. 주파수 범위는 300 MHz에서 8 GHz 및 4 GHz에서 40 GHz, 지향성 혼 안테나를 사용하고, 극성은 수직 또는 수평을 선택하여 운용할 수 있다.



그림 2. AMS[4]

영국의 CRFS사의 RFeye Node는 광대역의 주파수 범위, 넓은 순시대역폭 및 고속 탐색을 할 수 있는 드론 탑재 가능한 수집 신호 시스템이다. RFeye Node의 주파수 범위는 9 kHz에서 40 GHz, 순시대역폭은 최대 100 MHz, 탐색 속도는 390 GHz/s이다. 그림 3은 RFeye Node의 실물을 보여주고 있다. 그림 3의 왼쪽에서 백색 항아리 형상이 안테나이고, 오른쪽은 tether 전원을 공급받는 드론에 탑재하여 신호 수집을 수행하는 것을 보여주고 있다.



그림 3. RFeye Node[5]

미국의 L3Harris사의 RIO FLEX SIGINT SYSTEM은 SWaP(Size, Weight and Power)를 최소화하여 다양한 크기와 형태의 플랫폼에 장착할 수 있다. 주파수 범위는 30 MHz에서 3 GHz(6 GHz까지 확장 가능), 순시대역폭은 20 MHz, 출력 데이터는 음성, 디지털 수집 데이터, 위치 추정 및 메타데이터 등이다. 그림 4는 드론에 탑재된 RIO FLEX SIGINT SYSTEM 및 운용 화면을 보여주고 있다. 표 1은 RIO FLEX SIGINT SYSTEM의 제원을 보여주고 있다. 중량을 살펴보면, 드론 전원을 사용하



그림 4. RIO FLEX SIGINT SYSTEM[6]

표 1. RIO FLEX SIGINT SYSTEM의 제원[6]

항목	Independent drone payload	Platform provides 9-36VDC, Datalink
Datalink included	○	×
Battery included	○	×
Battery life	2시간	N/A
크기(D×W×H)	12.5 × 7 × 4 in.	10 × 7 × 3 in.
무게	6.25 lbs(2.83 kg)	4.95 lbs(2.24 kg)
소모전력	60 W	45 W
주파수 범위	30 MHz ~ 3 GHz(6 GHz 확장 가능)	
순시대역폭	20 MHz	
수신 채널 수	1	
변조형태	AM, FM, SSB, FSK, BPSK, QPSK, OQPS/SQPSK, QAM MSK	
위치추정 기법	Precision Geo	
Datalink BW	As low as 100 kbps BLOS/LOS	

지 않는 경우에는 6.25 lbs(약 2.83 kg), 드론 전원을 사용하는 경우에는 4.95 lbs(약 2.24 kg)으로 소형·경량화하여 개발되었다.

개발되어 운용 중인 드론을 활용한 수집 신호 시스템은 SWaP를 최소화 하였고, 모듈식으로 개발되어 장착 및 탈착의 용이성을 제공하고 있다. 또한, 장시간 운용을 위해 배터리보다는 tether 전원을 이용하고 있다.

이와 같은 드론을 활용한 신호 수집 시스템 설계 시 주요 고려사항으로는 페이로드의 SWaP 최소화, 실시간 통신 및 데이터 전송, 고정밀 비행 위치, 적절한 안테나 선택(크기/중량, 주파수 대역, 지향성 등), 배터리 용량에 따른 비행시간의 제한 등을 들 수 있다. 이러한 주요 고려사항들에 대해 적절한 선택을 통한 trade-off를 거쳐 시스템을 설계하면 좋을 것 같다.

III. 결론

본 논문에서는 군집 드론을 활용한 광대역 분산 빔 합성 기술 개발을 수행하면서 세계 각국에서 개발된 드론을 활용한 수집 신호 시스템의 개발 현황을 살펴보고, 이를 토대로 드론을 활용한 수집 신호 시스템 설계 시 주요 고려사항에 대해서 간략하게 기술하였다. 이와 같은 드론을 활용한 수집 신호 시스템을 분산된 군집으로 운용하여 빔 합성을 통해 탐지 성능의 향상을 기대할 수 있다.

ACKNOWLEDGMENT

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

참고 문헌

[1] Stuart William Harmer, Gianluca De Novi "Distributed Antenna in Drone Swarms: A Feasibility Study," MDPI, pp. 126-139. Feb. 2023.
 [2] "Overview of the Use of Drones for Spectrum Monitoring Applications", Wireless Innovation Forum Document WINNF-TR-2009, Nov. 2021.
 [3] <http://www.colibrex.com>
 [4] <http://www.rohde-schwarz.com>
 [5] <http://www.crfcs.com>
 [6] <http://www.l3harris.com>