

드론의 무선 식별을 위한 5.8GHz 대역 무선기기와의 상호공존 분석 연구

최수나, 강규민

한국전자통신연구원

sunachoi@etri.re.kr, kmkang@etri.re.kr

Study on analysis of co-existence with wireless devices in the 5.8GHz band for Remote Identification of Drones

Choi Suna, Kang Kyu-min

Electronics and Telecommunications Research Institute

요약

드론의 무선 ID 식별 기술의 필요성이 대두됨에 따라, 이를 위한 무선 주파수 할당이 요구되고 있다. 국내외 주요국에서 드론 식별을 위해 비면허 주파수 대역을 고려하고 있는 추세이며, 이에 널리 이용되는 비면허 대역인 5.8GHz 대역은 유력한 드론 식별 후보주파수이다. 5.8GHz 대역을 드론 식별 용도로 활용하기 위해서는 해당 주파수 대역에서 기존에 활용되고 있는 무선기기와의 간섭 영향 분석을 통해 상호 공존 여부를 살펴봐야 한다. 따라서, 본 논문에서는 5.8GHz 대역에서 현재 활용되고 있는 무선 기기를 살펴보고 5.8GHz 대역을 드론 식별 용도로 할당하는 경우 드론 식별 장치와 기존 무선 기기 간의 간섭 회피를 위해 요구되는 이격 거리를 산출하여 상호공존 여부를 분석한다.

I. 서론

드론이 택배 배달, 건설, 추적 감시, 구조, 영상 촬영 등의 다양한 응용 분야에서 널리 활용됨에 따라, 드론의 불법적 이용 및 사생활 침해 등의 역기능에 대한 우려도 함께 증가하고 있다. 드론은 원격 조종이 가능한 특성에 의해 조종자의 개인 신상이 노출될 부담이 적어서 안전 책임에 소홀해질 우려가 있고 범죄에 쉽게 악용될 수 있다. 따라서, 이에 대응할 수 있는 기술의 중요성이 강조되고 있다. 기존에는 드론의 역기능에 대응하기 위해 레이더, 영상 장치 등의 장비를 통하여 드론을 탐지한 후 이를 물리적인 방법 또는 제명 등의 전파적인 방법 등을 통해 무력화하는 방식에 초점이 맞춰 있었다. 그러나, 이러한 탐지-무력화의 2단계 대응체계에서는 합법적으로 운행하는 드론과 불법적인 드론을 구분할 수 없고, 사고 발생시 책임 소재를 파악하기 어려운 문제 등이 있었다[1]. 따라서, ID 기반의 드론 식별 기술의 필요성이 대두되었다.

드론의 ID 식별은 드론별로 부여된 고유한 ID를 무선으로 인식하여 드론의 정보를 파악하는 기술로, 이를 적용하면 드론을 탐지한 후 ID 식별을 통해 합법적인 드론인지 여부를 판단하여 선별적으로 무력화하는 탐지-ID식별-무력화의 3단계 드론 대응체계를 갖출 수 있다. 이에, 국내외 주요 국가에서는 드론의 원격 식별을 위한 규정을 마련하고 있다. 미국 연방항공청 (FAA)에서는 드론의 원격 식별 규정을 발표하였고[2], 유럽 항공안전청 (EASA)에서는 드론 식별 장치의 요구사항이 포함된 무인기 시스템의 운용 규정을 발표하였다[3]. 국내에서도 이러한 국제적 추세에 발맞춰, 등록되는 모든 드론에 원격 식별 기능을 탑재하도록 하는 의무화 규정을 마련하고 있다.

이러한 드론 ID의 원격 식별을 위해서는 무선 주파수 할당이 요구되며, 드론 식별을 위해 비면허 주파수 대역을 고려하고 있다. 2.4GHz 및 5.8GHz 대역은 미국과 유럽의 공통적인 ISM 대역이며 국내에서도 데이터 통신 용도로 활용되는 비면허 대역으로, 드론 식별을 위한 유력한 후보 주파수이다[4]. 본 논문에서는 2.4GHz에 비해 상대적으로 포화도가 낮은 5.8GHz 대역

을 소형 드론의 무선 식별을 위한 주파수로 활용하는 경우를 가정하여 기존 기기와의 상호공존 여부를 검토하고자 한다.

II. 본론

1) 5.8GHz 대역의 무선 서비스 주파수

5150-5350MHz 대역과 5470-5850MHz 대역은 무선랜을 포함한 무선접속 시스템용 특정 소출력 무선기기 용도로 사용되는 비면허 대역이며, 5725-5850MHz 대역은 무선 데이터 통신 시스템용 특정 소출력 무선기기 용도로 사용된다. 5847-5850MHz 대역은 물체감지센서 용도로도 사용된다. 5855-5925MHz 대역은 지능형교통시스템 용도로 할당되어 있는 면허 대역 주파수이다. 드론 식별 장치는 기존 무선 서비스에 영향을 주지 않도록 하기 위하여, 해당 대역에서 동작하는 대표적인 비면허 서비스인 무선랜이 실질적으로 이용하지 않는 5835-5850MHz 대역을 활용하도록 하는 방안을 고려하고 있다.

2) 5.8GHz 무선 서비스의 특성

5.8GHz 대역에서 드론 식별 장치와 기존 무선 기기 간의 간섭 영향을 살펴보기 위하여, 기술기준에 제시된 전력 및 불요발사의 최대값을 반영하여 무선랜, 물체감지센서, 지능형 교통시스템의 스펙트럼 마스크를 정의하였다. 무선랜의 경우 신고하지 아니하고 개설할 수 있는 무선국용 무선설비의 기술기준 제 7조 제5항에 정의되어 있으며, 물체 감지 센서는 동일 기술기준의 제 12조 제1항에 정의되어 있다. 또한, 지능형 교통 시스템은 간이무선국·우주국·지구국의 무선 설비 및 전파 탐지용 무선설비 등 그 밖의 업무용 무선 설비의 기술기준 제 19조에 정리되어 있다. 이러한 기술기준에 따른 5.8GHz 대역의 기존 무선 서비스의 주요 특성 값은 표 1에 정리되어 있다. 새롭게 적용하고자 하는 드론 식별 장치는 5835-5850MHz 대역의 주파수에서 표 2와 같은 특성을 갖는 것으로 가정하였다.

표 1 5.8GHz 대역 무선 서비스의 주요 특성

구분	주파수[MHz]	평균 전력	불요발사
무선랜	5150-5350 5470-5850	o 전력밀도: 점유주파수 대역폭에 따라 1.25-10mW/MHz o 안테나이득: 7dBi 이하	안테나 절대이득을 포함한 평균전력밀도: -27dBm/MHz 이하
물체 감지 센서	5847-5850	o 10mW (안테나 절대이득 포함) < 수신 및 송신 대기 상태> o 1GHz 미만: -54dBm/100kHz o 1GHz 이상: -47dBm/MHz	o 1GHz 미만: -36dBm/100kHz o 1GHz 이상: -30dBm/MHz
지능형 교통 시스템	5855-5925	o 안테나 공급전력: 100mW 이하 o 등가등방 복사전력: 2W 이하	o 1GHz 미만: -36dBm/100kHz o 1GHz 이상: -30dBm/MHz

표 2 드론 식별 장치의 주요 특성

항목	특성
주파수	5835-5850MHz
채널 대역폭	0.5MHz, 1MHz, 2MHz
방식	의사 잡음 방식 또는 칩 확산 스펙트럼 방식
평균 전력	200mW 이하
불요발사	1GHz 미만: -36dBm/100kHz, 1GHz 이상: -30dBm/MHz

3) 5.8GHz 대역 상호공존을 위한 이격거리 산출

5.8GHz 대역에서 활용되는 기존 무선기기와 드론 식별 장치 간의 간섭 영향 분석을 위하여, 자유 경로 손실 모델을 적용한 최소 결합 손실 방식(MCL: Minimum coupling loss)을 활용하였다. 최소 결합 손실은 간섭을 피하기 위해 요구되는 경로 손실의 최소값으로, 신호 대 간섭비(C/I : Carrier to Interference) 기준을 적용하는 경우 다음과 같은 수식에 의해 산출된다.

$$MCL = P_{Tx} + G_{Tx} - L_{wall} - S_{Rx} + C/I \quad [\text{dB}]$$

- P_{Tx} : 간섭원의 전송 전력 밀도 [dBm/MHz]
- G_{Tx} : 간섭원의 안테나 이득 [dBi]
- L_{wall} : 건물, 벽 등으로 인한 감쇠 [dB]
- S_{Rx} : 수신 감도 [dBm/MHz]
- C/I : 신호 대 간섭비

무선 서비스별로 수신 감도를 반영하고, C/I=10dB의 간섭 기준을 적용하여 인접/동일 대역의 기존 무선기기와 드론 식별 장치 간의 간섭 회피를 위한 이격거리를 산출하였다. 5.8GHz에서 무선랜의 경우 5835-5850MHz 대역을 실질적으로 사용하지 않으며, 지능형 교통 시스템의 경우에는 5855MHz 이후의 주파수를 사용함에 따라, 드론 식별 장치가 5835-5850MHz 대역을 활용하는 경우에 이들 서비스와는 인접 대역의 간섭만이 존재한다. 물체 감지 센서의 경우에는 5847-5850MHz 대역에서 드론 식별 장치와 동일 대역의 간섭이 존재하게 된다. 따라서, 본 논문에서는 드론 식별 장치와 5.8GHz 대역에서 동작하는 모든 무선기기 간의 인접 대역 분석과 더불어, 물체감지 센서와 드론 식별 장치가 동일 대역에서 동작하는 경우의 간섭 영향 분석을 수행하였다. 표 3은 5.8GHz에서 동작하는 기존 무선 기기와 드론 식별 장치 간의 인접대역 상호 공존 분석 결과를 정리한 것이며, 표 4는 물체감지 센서와 드론 식별 장치 간의 동일 대역 상호공존 분석 결과를 정리한 것이다. 표 3과 4의 수치는 이상적인 전파 모델 적용을 통해 엄격한 기준으로 산출된 결과값이므로, 실환경에서의 간섭 회피를 위한 필요 이격

거리는 분석 결과보다 작을 것으로 예상된다. 드론 식별 장치와 무선기기와의 인접 대역 간섭 회피를 위한 이격거리는 수십 m 정도로 짧게 도출됨에 따라, 5835-5847MHz 대역에서 무선기간 상호 공존이 가능할 것으로 예상된다. 5847-5850MHz 대역은 간섭 회피를 위한 이격거리가 천 m 이상으로 도출되어 간섭 영향이 크게 나타나지만, 수신 또는 송신 대기 상태에서는 간섭 영향이 미미한 것을 알 수 있다. 따라서, 물체감지 센서의 동작 빈도가 낮고 대기 상태에 주로 머무르는 경우에 한하여 드론 식별 장치와의 상호 공존을 고려해 볼 수 것으로 예상된다.

표 3 드론 식별 장치와 인접 대역 무선 기기 간의 상호공존 분석

간섭원	피간섭원	이격거리 [m]
무선랜	드론 식별 장치	73
물체 감지 센서		26
지능형 교통 시스템		36
드론 식별 장치	무선랜	37
	물체 감지 센서	4
	지능형 교통 시스템	32

표 4 드론 식별 장치와 동일 대역 물체 감지 센서 간의 상호공존 분석

간섭원	피간섭원	이격거리 [m]
물체 감지 센서	동작 상태	1,332
	수신 또는 송신 대기 상태	3
	드론 식별 장치	
드론 식별 장치	대역폭: 0.5MHz	1,547
	대역폭: 1MHz	1,159
	대역폭: 2MHz	919

III. 결론

본 논문에서는 5.8GHz 대역을 소형 드론의 무선 식별을 위한 주파수로 활용하는 경우를 고려하여, 간섭 시나리오별로 보호거리를 산출하여 5.8GHz 대역에서의 드론 식별 시스템과 기존 무선 서비스와의 상호 공존 분석 연구를 수행하였다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행하였음. [2019-0-00499, 저고도 소형드론 식별·주파수 관리 기술 개발]

참 고 문 헌

- [1] 강규민, 박재철, 최수나, 오진형, 황성현, “저고도 소형드론 식별 기술 및 표준화 동향.” 전자통신동향분석, 2019
- [2] Federal Aviation Administration, Department of Transportation, “Remote Identification of Unmanned Aircraft,” Jan. 2021
- [3] European Aviation Safety Administration, “Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems(Regulations (EU) 2019/247 and (EU) 2019/945),” Jan.2021
- [4] 최수나, 강규민, “소형 드론의 무선 식별을 위한 후보 주파수의 이용 적정성 분석,” 한국통신학회 추계학술대회, 2021