

드론 운항을 위한 433 MHz 대역 혼신과 간섭 제거 기법의 제안

이성렬*

목포해양대학교

Proposal of Jamming and Interference Cancellation in 433 MHz Band for Drone Navigation

Seong-Real Lee*

Mokpo National Maritime University

E-mail : reallee@mmu.ac.kr

요 약

본 논문은 드론 운항 거리를 20 km까지 확장할 수 있도록 과학기술정보통신부가 추진하고 있는 433 MHz 대역에서의 혼신과 간섭을 물리 계층 수준에서 제거하는 알고리즘을 제안한다.

ABSTRACT

This paper proposes an algorithm that cancels the jamming and interference in the 433 MHz band promoted by the Ministry of Science and ICT at the physical layer level so that the drone operation distance can be extended up to 20 km.

키워드

Drone navigation, 433 MHz, Jamming, Interference, Cancellation

1. 서 론

택배, 탐색, 구조 업무 등의 민간 수요 증가로 소형 드론의 세계시장은 2015년 40억 달러에서 2024년 147억 달러로 연평균 15% 성장이 전망되고 있다. 드론 활성화를 위해서는 비행체 개발도 중요하지만 드론의 운항 제어를 위한 통신 기술도 수반되어야 한다. 드론 통신에 필요한 각종 통신 방식은 현재 다양하게 제안되고 개발되고 있다. 드론 통신은 무선 채널을 사용하기 때문에 사용 주파수가 드론의 제원을 결정하는 중요 요소가 될 수밖에 없다.

드론용 주파수는 제어용(지상, 위성) 또는 임무용으로 사용되며, ITU가 무인 항공기 전용의 제어용 주파수를 분배하고 국내도 이를 준용한다. ITU의 국제 분배에 따라 국내도 5,030~5,091 MHz를

지상 제어용 주파수로 분배하였다. 또한 소형 무인 항공기용으로 비면허 주파수인 2.4 GHz 대역도 할당해 놓고 있다.

하지만 장거리 운항을 위한 위성 제어용 주파수 및 무인기 전용 데이터통신 주파수 미분배, 용도 구분 없는 비면허 주파수 (ISM band) 사용 등으로 전파 혼신과 간섭 우려가 커지고 있고, 최근 규제 프리존 지정으로 드론의 시험 구역이 확대·마련되었으나, 주요 주파수 (2.4/5.8 GHz 대역) 출력 제한으로 장거리 시험에 한계에 봉착하고 있는 실정이다.

이러한 상황에 대처하기 위해 과학기술정보통신부는 상업용 드론 시장 개척을 위해 433 MHz 대역 등 비가시 장거리 제어용 저주파수를 발굴하여 이에 필요한 원천 기술 개발과 정책 입안을 추진 중에 있다[1]. 원천 기술 개발은 2021년부터 2025년까지 광운대학교 컨소시엄을 통해 과학기술정보통신부는 433 MHz 기반 드론 응용 통신기술개발 및 실증 사업을 수행 중에 있다[2].

* speaker

상기 사업의 핵심은 4·5세대 (4G·5G) 통신 기간 망은 거리상 제약은 없지만, 기존 2.4/5 GHz 대역의 RF 통신은 통신거리가 1 km 내외에 불과해 이보다 먼 거리의 드론 장거리 비행을 433 MHz 대역으로 운용하고자 하는 것이다. 하지만 433 MHz 대역은 현재 아마추어 무선 통신 (HAM)이 사용하고 있어 혼신과 간섭을 회피할 수 있는 기술이 통신 모듈에 적용되어야 하는 과제를 안고 있다. 따라서 본 연구에서는 433 MHz 대역의 혼신과 간섭의 회피 방안을 제안하고자 한다.

II. 430 MHz 대역 현황과 드론 제어용 주파수 제안

현재 우리나라의 430 MHz 대역 주파수 사용 현황은 아래와 같다.

- 자동차 (원격 주차) : 433.975~434.045 MHz
- RFID/USN (물품관리용, 항만, 부두, 컨테이너 집하관리용, 교통카드, 택시미터, 기결제단말기) : 433.67~434.17MHz
- 데이터 전송용 (TPMS, RKE) : 433.795~434.045 MHz
- 아마추어 무선 : 430~440 MHz

본 과제에서는 그림 1과 같이 430 MHz 대역의 다양한 서비스 중 아마추어 무선 외 다른 서비스와의 간섭이 없도록 드론 제어용 주파수를 433 MHz ± 0.5 MHz (1 MHz 대역폭) 대역으로 사용을 제안하였다.

III. 아마추어 무선 통신 시스템의 분석

아마추어 무선 통신 시스템은 크게 Morse 부호 전송 그리고 아날로그 음성, 디지털 음성 등을 통신하고, 이들의 전송을 위해 사용 가능한 주파수 대역도 HF부터 시작하여 VHF, UHF (433 MHz)를 포함하여 상당히 다양한 주파수 대역을 사용하고 있다. 변조 방식 또한 CW, FM, SSB, FSK, PSK 등 매우 다양한 방식들을 사용하고 있으며, 아날로그 음성의 경우와 Morse 부호를 전송하는 데에 사용되는 CW 모드의 경우 대역폭이 상당히 제한적인 협대역 형태가 되며 이는 전체 433 MHz에 사용 가능한 대역폭 1 MHz 대비 거의 Single Tone 수준으로 모델링이 가능하다. 정상 파형 CW의 신호의 -6 dB 대역폭은 WPM (Words Per Minute)으로 표시한 전송속도의 약 4배이다. 음성 신호 (SSB)의 대역폭은 2.7 kHz이고, 아마추어 무선 밴드에서 사용하는 표준 속도는 45 Baud이다. 또한 아마추어 무선에서 보도 코드는 주파수 편이 변조 (Frequency Shift Keying)로 전송된다.

IV. 혼신과 간섭의 제거 기법 제안

본 과제의 핵심 연구 내용인 아마추어 무선과의 혼신과 간섭 상황 아래에서 드론과의 동시 운용을 위하여 MAC 계층은 혼신과 간섭 회피가 가능한 일종의 MF-TDMA 기반 효율적 자원 할당 방식을 PHY 계층의 경우 자원 할당을 통한 혼신과 간섭 회피가 어려울 경우 이들 신호의 제거를 통한 방식을 제안하였다. 본 논문에서는 PHY 계층에 적용될 혼신과 간섭 제거 방법을 제안하고자 한다.

혼신과 간섭 신호의 제거를 위하여는 우선 성공적으로 이들 신호를 탐지하여야 하며 아마추어 무선통신 신호의 경우 4-FSK/BFSK 또는 일반 FM으로 변조된 협대역 신호이므로 본 연구에서 제안하는 전체 대역폭 1 MHz 대비 일종의 협대역 신호로 볼 수 있음을 고려하여 탐지 알고리즘을 설계하여야 해야 한다. 전체 1 MHz 대역폭 이내에 여러 채널의 운용 중인 아마추어 무선통신 신호가 존재할 수 있으므로 다수의 협대역 신호가 실제 운용 중인 대역에 나타날 수 있다는 조건 아래 제거 기법이 설계되어야 한다.

따라서 다수의 혼신과 간섭 신호를 탐지할 수 있는 알고리즘의 설계가 필요하여 탐지 이후 해당 혼신과 간섭 신호를 Nulling 함으로써 혼신과 간섭 신호를 제거하는 기법을 설계하고자 한다. 일반적인 Nulling 이후에는 원신호 자체도 왜곡이 발생하므로 이를 다시 복원해 줄 수 있는 등화기 (equalizer) 설계가 추가로 필요하다고 판단된다. 그림 2는 본 연구에서 제안하는 물리 계층에서의 혼신과 간섭 신호의 Nulling 기법의 전체 개념과 과정을 나타낸 것이다



그림 1. 430 MHz 대역 주파수 현황과 드론 제어용 주파수 할당 방안

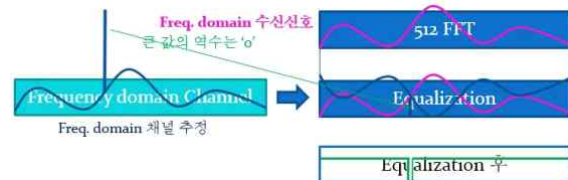


그림 2. 혼신과 간섭 신호의 탐지, Nulling과 복원 알고리즘

V. 향후 연구 계획

현재 본 연구의 목표 달성과 성과 도출을 위해 위에서 제안한 내용의 검증이 필요하다. 이를 위해 현재 433 MHz 아마추어 무선통신의 사용 현황, 즉 주파수 스펙트럼을 통한 점유 대역, 불요 대역, 송출 전력 등에 대한 실측을 수행하고 있으며, 향후 이들 측정된 기본 데이터와 무선설비 규정에서 고시하고 있는 설비 기준치들에 준거한 인위적 재머(jammer) 신호를 발생시켜서 드론 제어 신호에 대한 간섭 신호의 제거와 복원이 가능 여부를 시험해 볼 계획이다.

Acknowledgement

이 논문은 2022년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구사업 “433MHz 기반 드론 응용 통신 기술 개발 및 실증(No. NRF-2021M1B3A3102358)” 지원에 의함.

References

- [1] [Internet]. Available : <http://www.newsway.co.kr/news/view?ud=2019120517101712562>
- [2] [Internet]. Available : <https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156498084>