

산림재난 환경의 드론 통신중계기를 활용한 이동통신 복구 시스템 구성 및 성능 시험

정성욱, 우경화, 최성찬

한국전자기술연구원

{sungwook87, kh.woo, csc}@keti.re.kr

Configuration and field test of mobile communication recovery system using drone communication repeater in forest disaster environment

Sungwook Jung, Kyung-Hwa Woo, Sung-Chan Choi (KETI)

요약

본 논문은 산림재난 환경의 이동통신 기지국 소실시 드론에 탑재가능한 이동통신 중계기를 통해서 빠른 통신 복구 및 산림 진화대원을 위한 통신지원에 위한 드론 중계기 기술을 포함한다. 해당 이동통신 중계기를 탑재한 드론은 장시간 운용을 위한 유선 드론 타입과 신속한 음영지역 파견이 가능한 무선 드론 타입으로 개발되었고, 화성 어섬 인근의 약전계 통신환경에서 유선 드론과 무선드론의 복합 구성을 통해서 드론중계기를 통해서 신호품질 및 전송율의 향상을 검증하였다.

I. 서론

산불·산사태와 같은 산림환경의 큰 재해 발생시 해당 지역의 이동통신 기지국은 피해를 입어 동작되지 않거나, 안전을 위해서 해당 지역의 전기를 차단하여 기지국의 통신 기능이 소실되어 문제가 되고 있다. [1, 2] 그리고 이러한 재난 상황에 대응하기 위해 파견된 산림 진화대원의 스마트폰 통신이 안되는 문제를 해결하기 위한 통신지원 솔루션에 대한 기술개발 요구사항이 있어왔다. 본 논문에서는 이러한 산림 재난상황에서 빠르게 이동통신 기능을 지원하기 위한 드론에 탑재가능한 이동통신 중계기를 개발하고 유선 및 무선드론을 활용하여 실제 성능시험을 한 내용을 담고 있다. 본문에서는 드론 중계기의 기술 규격 및 시스템 구성과 함께 화성 어섬 인근에서 진행한 필드시험의 구성 및 성능시험의 결과를 제시한다.

II. 본론

1. 시스템 구조

드론 탑재형 이동통신 중계기는 원격에 있는 기지국의 신호를 받아서 내부적으로 증폭하여 서비스 안테나를 통해서 통신을 지원하는 구성을 갖는다. 해당 시스템은 드론에 탑재 가능한 크기와 무게를 가지고, ICS 중계기 형태로 무선신호의 간섭을 자체적으로 상쇄시킬 수 있는 엔진을 탑재하여 개발을 하였다. 아래의 표는 드론에 탑재하는 중계기의 기술규격을 포함하며 SKT 상용통신망 LTE Band3 신호의 DL/UL 주파수 대역을 지원하고 안테나 구성 및 신호증폭을 통해 통신복구를 제공한다.

항목	다운링크	업링크
Frequency Range	1810MHz ~ 1830MHz (center: 1820MHz)	1715MHz ~ 1735MHz (center: 1725MHz)
Band Width	20MHz	
Input Power Range	-30dBm	-30dBm
Output Power	+23dBm	+30dBm
System Gain	50dB ~ 80dB	50dB ~ 80dB
Gain Control Range	30dB @1dB/Step	
Antenna Isolation	65dB 이상	
Out-Band Gain Spurious Emission	3GPP TS 36.143	

안테나간 Isolation	65dB 이상	
Parameter	Donor Antenna	Service Antenna
Frequency Range	1715MHz ~ 1830MHz	
VSWR	< 2.0	
이득	11dBi	7dBi

표1. 드론 탑재형 중계기의 기술 규격

드론탑재형 이동통신 중계기는 디지털 신호처리부와 RF단을 포함하여 기지국의 신호를 수신하고 해당 신호를 증폭하여 방사하는 구조를 갖고, 이를 위해 필터, 증폭단, ICS 엔진을 통해서 신호 처리를 수행한다. [3]

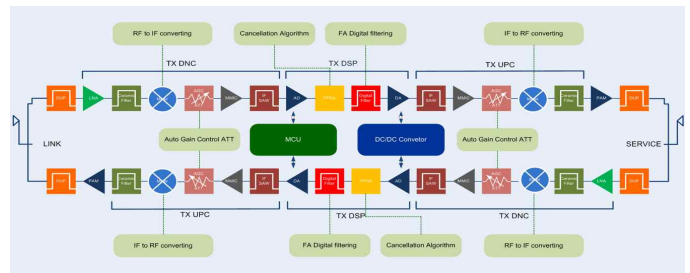


그림 1. 드론 중계기 시스템 블록도

2. 필드 시험 구성

화성 어섬지역의 약전계 LTE 신호환경에서 유·무선 드론 중계기를 활용하여 품질을 측정하였으며, 1km반경에서 일정 간격으로 배치하였다.



그림 2. 드론 중계기 현장시험 배치도

3. 실험 결과

본 실험에서는 유·무선 드론 중계기를 활용하여 통신성능의 향상을 측정하기 위한 목적을 가지고 진행하여 중계기가 없는 환경에서의 레퍼런스 신호의 크기 및 전송율을 측정하고, 실제 유·무선 드론을 배치하였을 때의 통신 성능향의 결과를 살펴보았다. 레퍼런스 신호는 약전계 환경인 -100~-110dbm와 유선드론 그리고 유·무선 드론을 배치하여 측정한 결과는 -89~-102dbm로 약 10dbm의 성능향상이 있었음을 확인할 수 있었다.



그림 3. 드론 중계기 RSRP 측정값

또한 유선 드론 및 유·무선 드론을 배치하였을때의 단말에서의 업링크와 다운링크에 대한 성능변화를 측정하였다. 유선과 무선드론을 릴레이형태로 배치하여 통신커버리지 및 성능향상이 증가함을 확인하였다.

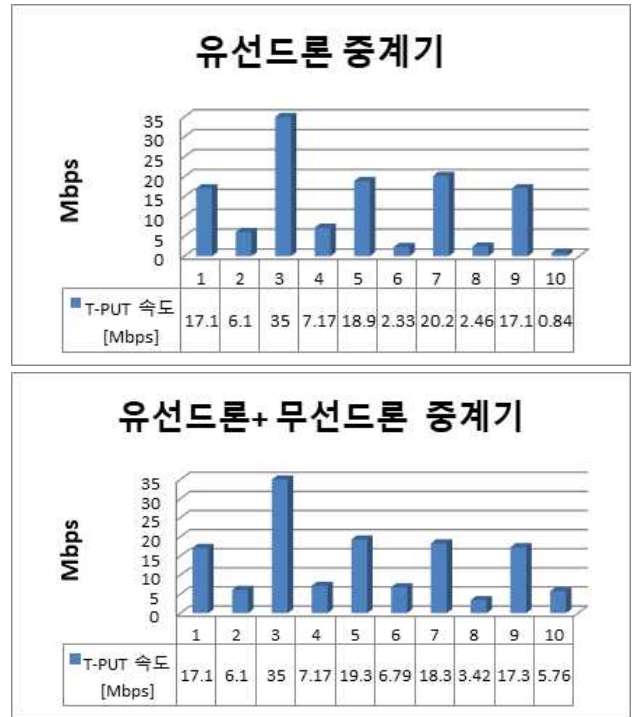
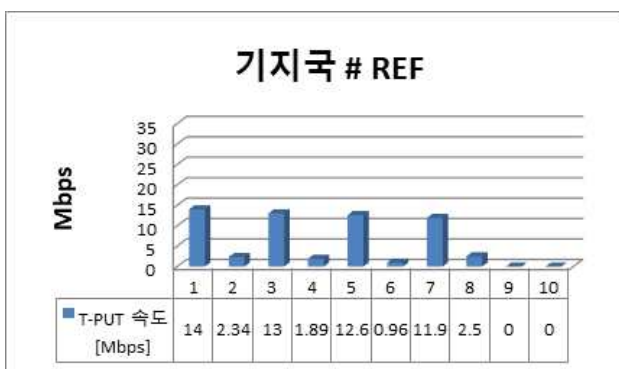


그림 4. 드론 중계기 DL/UP Throughput 측정

III. 결론

본 논문에서는 산림재난환경에서 활용이 가능한 이동통신 소실환경에서 통신 복구를 위한 드론에 탑재 가능한 이동통신 중계기에 대한 성능시험을 진행한 결과를 포함하고 있다. 장시간 그리고 신속한 통신중계 지원을 위해서 유선 및 무선드론의 두가지 타입의 드론을 활용하여 시스템을 구성하였고, 유·무선 드론 중계기를 동시에 활용하여 복구가능한 통신의 커버리지가 넓어질 수 있음을 확인할 수 있었고, 약전계 환경에서 전송율 기준으로 5~6배의 성능향상의 결과를 도출하였다. 향후 산림재난 발생시 신속하게 전개가능한 드론형 이동통신 중계기로서 활용이 기대된다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 산림청(한국임업진흥원) '산림과학기술 연구개발사업(2022A 25A00-2224-0801)'의 지원과 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단, 무인이동체원천기술개발사업단의 지원을 받아 무인이동체원천기술개발사업을 통해 수행되었음. (NRF-2020M3C1C1A02086427)

참 고 문 헌

- [1] Rengaraju, Perumalraja, Kamalesh Sethuramalingam, and Chung-Horng Lung. "Providing internet access for post-disaster communications using balloon networks." Proceedings of the 18th ACM Symposium on Performance Evaluation of Wireless Ad Hoc, Sensor, & Ubiquitous Networks. 2021.
- [2] Yarali, Abdulrahman. Public safety networks from LTE to 5G. John Wiley & Sons, 2020.
- [3] Chen, Lin, Ying Huang, Feng Xie, Yin Gao, Li Chu, Haigang He, Yunfeng Li, Feng Liang, and Yifei Yuan. "Mobile relay in LTE-advanced systems." IEEE Communications Magazine 51, no. 11 (2013): 144-151. Proc.Crypto '85, pp. 280-285, Aug. 1985.