

UAV를 이용한 지상-공중 간 통신의 특징 및 활용 방안

류도균, 김정준, 박세웅

서울대학교 전기정보공학부 뉴미디어통신연구소

dkryoo@netlab.snu.ac.kr, jjkim@netlab.snu.ac.kr, sbahk@snu.ac.kr

Feature and applications of Ground-Aerial communication using UAV

Dokyun Ryoo and Saewoong Bahk

Department of Electrical and Computer Engineering, INMC, Seoul National University

요약

UAV(Urban Aerial vehicle)는 스마트 시티에서 매우 많은 역할을 할 것으로 예상된다. 그 중, 본 논문에서는 통신적인 관점에서의 UAV 역할에 대해 집중하고자 한다. 우선 기존의 지상간 통신과 차별되는 지상과 공중 간 통신이 가지는 특징인 LoS (Line of Sight) 확보 용이성과 UAV의 이동성에 대해 자세히 설명을 진행한다. 이후, 해당 특징들을 통해 UAV가 통신적으로 활용될 수 있는 분야인 공중 이동 기지국과 UAV Relay, 데이터 수집 등을 소개하며 논문을 정리하고자 한다.

I. 서론

UAV는 스마트시티의 가장 중요한 부분 중 하나로 손꼽히는 기반 시설이다. 도심 항공 교통 (UAM, Urban Air Mobility)[1], 촬영[2], 물류 배달[3] 및 건설[4] 등 다양한 산업에서 넓은 용도로 사용될 것으로 예상된다. 특히, UAM의 경우, 2025년 상용화를 목표로 하고 있으며 2030년 이후에는 자율 주행을 통한 값싼 서비스를 제공하고자 한다[4].

통신에서 역시 UAV는 다양한 용도로 활용될 것으로 전망되고 있다. 공중과 지상 간 통신은 지상 간 통신과는 다른 링크 특성을 가지며, UAV의 이동성 역시 통신에서 활용 가능하다는 점은 산업뿐만 아니라 연구적인 측면에서도 활용될 여지를 많이 남긴다.

본 논문은 UAV를 통한 지상과 공중 간 통신이 가지는 특징에 대해 더욱 자세히 서술한다. 이후 해당 특징을 활용하여 향후 UAV가 통신 측면에서 활용될 것으로 예상되는 분야를 소개한다.

II. 본론

1) UAV를 통한 지상-공중 간 통신의 특징

기존의 지상-지상 간 통신에 비해, 지상-공중 간 특징이 가지는 가장 큰 특징은 LoS (Line of Sight) 확보가 용이하다는 점이다[5]. 통신 링크 사이 많은 장애물이 존재하는 지상 간 통신에 비해, UAV를 활용한 지상-공중간 통신은 링크 사이 장애물이 존재할 확률이 현저히 낮다. 특히, UAV가 비행하는 높이가 증가함에 따라서 기기들과 이루는 각의 크기가 증가하며, 이는 LoS 확보를 더욱 용이하게 한다[6].

두 번째 특징은 UAV가 가지는 이동성이다. 기존의 고정된 Cellular 기지국이나 Wi-Fi AP (Access Point)들과는 달리, UAV는 이동성을 가진다. 이는 통신 환경 변화에 따라 동적으로 UAV의 위치를 변경할 수 있음을 의미한다. 즉, 통신 환경이 변화하여 링크 품질이 저하되거나 많은 기기들과의 통신을 필요한 경우, UAV의 위치를 변경함으로써 최적의 통신 품질이나 목표를 달성할 수 있다[7]. 또한, 주기적으로 움직여야 하는 경비, 감시, 촬영 등의 UAV 어플리케이션에 대해서는 추가적으로 통신 품질을 올릴 수 있다. 주기적인 움직임을 예측하거나 움직임으로 인해 발생하는 특징을 통해, 단순히 최적의 위치를 찾는 것이 아닌 추가적인 정보를

활용하여 더욱 높은 통신 품질을 달성할 수 있다[8].

2) 통신에서의 UAV 활용 방안

UAV의 특징인 LoS 확보를 통한 높은 통신 품질을 활용하여 Mobile Cellular 기지국으로 동작할 것으로 예상된다. Cellular 통신에서 mmWave와 beamforming을 사용하게 된다면, 해당 신호의 높은 직진성으로 인해 LoS를 확보하는 것이 매우 큰 장점이 된다[9]. 그리고 UAV는 높은 이동성과 지상-공중 간 통신을 통해 LoS 링크를 쉽게 확보할 수 있다. 지상-공중 간 통신의 특징인 LoS 링크 확보에 더하여, 만약 장애물이 사이에 존재한다고 하여도, 통신 품질이 좋지 않음을 확인하고 다른 위치로 이동하여 LoS를 확보할 수 있다. 이는 기존의 mmWave와 beamforming이 가지는 높은 직진성이라는 단점을 크게 보완할 수 있을 것으로 기대된다. 이에 더하여 다수의 기기들에 자원을 할당하는 데 있어 이동성은 매우 큰 장점이다. 단순히 한 군데에 고정된 지상 기지국과는 달리, UAV를 활용한 기지국의 경우 다수의 기기에 자원을 할당하기 위한 최적의 위치를 찾고, 해당 위치로 이동할 수 있다[10]. 이를 통해, 기존의 지상 기지국보다 더욱 높은 통신 품질을 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 이 외에도, 재난 상황 발생 시에 기존 재난망이 파괴되어도 사용 가능하다는 점에서, 유연성 측면에서 큰 강점을 보인다[11].

또한, UAV를 활용한 relay 역시 매우 기대되는 활용 방안이다[12]. 지상에서의 D2D (Device-to-device) 통신의 경우, 여러 장애물에 의해 NLoS 환경을 겪을 확률이 매우 높다. 그리고 이는 매우 낮은 통신 품질을 제공하게 된다. UAV relay는 이에 대한 해결방안으로 상공에서 UAV가 송신 신호를 듣고 그대로 수신하는 기기에 전달해준다. 이는 통신 코어에 접근하지 않고 빠르게 기기 간 통신이 가능하다는 장점이 있을 뿐만 아니라, 매우 간단한 방식의 통신으로 전력 역시 많이 소모하지 않는다는 장점이 있다[13].

마지막으로, UAV를 통한 데이터 수집도 통신 관점에서 UAV가 사용될 수 있는 분야이다[14,15]. 스마트 농업 혹은 많은 센서가 있어야 하는 상황에서 기존에는 하나의 중개기가 통신을 중개하여 주었다. 하지만, 이는 여러 개의 bottleneck node를 유발하며 많은 통신 실패를 유발하며 큰 전력이 소모될 수 있다. 따라서 UAV가 해당 영역을 날아다니며 센서

들로부터 정보를 수집하여 소모 전력 및 통신 실패를 줄일 수 있다. 또한, 기존의 중계기와는 다르게, 단순히 무선 신호뿐만 아니라 해당 지역의 사진과 같은 더욱 다양한 정보를 제공할 수 있다. 이는 첨단농장에서 농작물 관리에서 매우 중요하게 작용할 수 있는 부분이다. 그리고, 중계기의 유지/보수가 어렵다는 점과 넓지 않은 통신 반경 역시 UAV를 사용한다면 개선될 수 있을 것으로 보인다.

III. 결 론

본 논문에서는 우선 UAV를 통한 지상-공중 간 통신의 특징을 알아보았다. LoS 확보가 매우 용이하다는 점과 높은 이동성을 가진다는 두 가지 특징은 UAV를 통한 지상-공중 간 통신을 지상 간 통신보다 더욱 좋은 링크를 제공할 수 있도록 하였다. 그리고 위 두 가지 특징을 활용한다면, 공중 이동형 기지국, 통신 relay, 데이터 수집형 UAV 등 통신적인 관점에서 다양하게 활용될 수 있는 분야를 소개하였다.

ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 대학ICT 연구센터지원사업의 연구결과로 수행되었음
ITP-2021-0-02048)

참 고 문 헌

- [1] KPMG, "하늘 위에 펼쳐지는 모빌리티 혁명, 도심 항공 모빌리티 (Urban Air Mobility, UAM)", 삼성 Insight 제70호, <https://home.kpmg/kr/ko/home/insights/2020/03/insight-70.html>
- [2] Broadcasting and Media Magazine SK Kim 22 2 95 2017 Kim, S. K. (2017). Application and utilization of drone imaging. Broadcasting and Media Magazine, 22(2), 95-105.
- [3] 한경수, and 정훈. "드론 물류 배송 서비스 동향." [ETRI] 전자통신 동향분석 35.1 (2020): 71-79.
- [4] Park, Man-U. "건설분야에서의 UAV (Unmanned Aerial Vehicle) 활용 연구 동향." Construction Engineering and Management 17.5 (2016): 52-55.
- [5] Chandrasekharan, Sathyanarayanan & Al-Hourani, Akram & Gomez Chavez, Karina & Sithamparanathan, Kandeepan & Evans, Rob & Reynaud, Laurent & Scalise, Sandro. (2016). Performance Evaluation of LTE and WiFi Technologies in Aerial Networks. 10.1109/GLOCOMW.2016.7848998.
- [6] D. Ryoo, S. Baek, Y. Lee, S. Kang, B. Kim and S. Bahk, "Reinforcement Learning based Real Time Aerial BS Positioning for Dense Urban 5G Mobile Network," 2020 International Conference on Information and Communication Technology Convergence (ICTC), Jeju, Korea (South), 2020, pp. 431-433, doi: 10.1109/ICTC49870.2020.9289086.
- [7] Cho, You-Ze. "UAV positioning for throughput maximization." EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking 2018.1 (2018): 1-15.
- [8] H. Kim, L. Mokdad and J. Ben-Othman, "Designing UAV Surveillance Frameworks for Smart City and Extensive Ocean with Differential Perspectives," in IEEE Communications Magazine, vol. 56, no. 4, pp. 98-104, April 2018, doi: 10.1109/MCOM.2018.1700444.
- [9] V. Raghavan et al., "Statistical Blockage Modeling and Robustness of Beamforming in Millimeter-Wave Systems," in IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 67, no. 7, pp. 3010-3024, July 2019, doi: 10.1109/TMTT.2019.2899846.
- [10] L. Liu, S. Zhang and R. Zhang, "CoMP in the Sky: UAV Placement and Movement Optimization for Multi-User Communications," in IEEE Transactions on Communications, vol. 67, no. 8, pp. 5645-5658, Aug. 2019, doi: 10.1109/TCOMM.2019.2907944.
- [11] M. Erdelj and E. Natalizio, "UAV-assisted disaster management: Applications and open issues," 2016 International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC), Kauai, HI, USA, 2016, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICCNC.2016.7440563.
- [12] M. F. J. Pinkney, D. Hampel and S. DiPierro, "Unmanned aerial vehicle (UAV) communications relay," Proceedings of MILCOM '96 IEEE Military Communications Conference, McLean, VA, USA, 1996, pp. 47-51 vol.1, doi: 10.1109/MILCOM.1996.568581.
- [13] X. Jiang, Z. Wu, Z. Yin, Z. Yang and N. Zhao, "Power Consumption Minimization of UAV Relay in NOMA Networks," in IEEE Wireless Communications Letters, vol. 9, no. 5, pp. 666-670, May 2020, doi: 10.1109/LWC.2020.2965096.
- [14] Dong, Mianxiong, et al. "UAV-assisted data gathering in wireless sensor networks." The Journal of Supercomputing 70.3 (2014): 1142-1155.
- [15] Arabi, S.; Sabir, E.; Elbiaze, H.; Sadik, M. Data Gathering and Energy Transfer Dilemma in UAV-Assisted Flying Access Network for IoT. Sensors 2018, 18, 1519. <https://doi.org/10.3390/s18051519>