편집위원 : 김황남(고려대), 박경준(DGIST), 이동준(서울대)

드론 무선통신의 개요 및 이슈

손성화, 강진혁, 박경준
대구경북과학기술원

요 약

본고에서는 최근 각광받고 있는 무인 항공기(UAV, Unmanned Aerial Vehicle) 시스템인 드론(Drone)에 관하여 살펴본다. 드론은 군사적 목적으로 시작하였지만 현재는 오픈 소스 드론의 영향으로 방송촬영, 통신중계, 농업, 정찰, 배송, 레저 등의 산업 및 민간 분야로 시장을 급속도로 넓혀나가고 있다. 드론은 그 자체만으로도 전도유망한 분야이지만 기존 서비스와의 창조적 융합을 통해 새로운 블루오션 마켓의 발생 또한 매우 기대된다. 드론에 관련된 다양한 기술, 연구, 이슈 등 많은 주제 중 본고에서는 특히 드론 시스템의 무선통신 시스템을 살펴보도록 한다. 또한 드론 제어 전용 주파수할당 현황 관련 이슈를 소개한다.

Ⅰ. 서 론

소위 드론이라고 불리는 무인 항공기는 조종사가 탑승하지 않고 원격 조종 또는 자동 조종을 통해 임무를 수행할 수 있는 비행체를 의미한다. 미 국방장관실(OSD, Office of the Secretary of Defense)이 발간한 UAV roadmap에 따르면, 드론을 "인간 조종사를 태우지 않고, 공기 역학적 힘을 사용하여 자율적 혹은 원격 조종을 통해 비행하며, 일회용 또는 재사용할 수 있고, 치명적 또는 비 치명적인 화물을 탑재할 수 있는 동력 비행체를 의미한다. 한편 탄도 또는 준 탄도 비행체, 크루즈 미사일 및 포 발사체는 무인항공기로 간주되지 않는다"라고 정의하고 있다[1]. 드론의 시작은 전투 및 정찰을 위한 군사적 용도로 사용되었지만 최근에는 민간에서도 〈그림 1〉과 같이 농업, 산불감시 및 진화, 배송, 물류, 통신, 촬영, 재난상황 대처, 연구개발 등 다양한 분야에서 활용 중이며 점차 시장과 영역을 넓혀나가고 있다.

드론 시스템이 다양한 분야에서 각광받는 이유는 원격 조종이 가능하고 드론에 부가적인 기기를 부착하여 운용할 수 있기 때문이다. 부가적인 기기들은 작게는 온도나 조도센서, 산소 및 이산화탄소 농도센서를 비롯하여 GPS, 카메라, 초음파 장비까지 필요에 따라 선택할 수 있다. 무선통신으로 드론은 사진이나 동영상 등의 임무수행 결과를 지상으로 전송할 수 있고, 지상관제시스템은 원격 측정(Telemetry)을 통해 측정한 센서 값을 확인하거나 조정할 수 있다.

그림 1. 드론의 다양한 활용 분야

본고에서는 드론 시스템의 구성요소 가운데 무선통신에 관하여 살펴본다. 드론 시스템은 〈그림 2〉와 같이 크게 임무 수행체인 드론, 지상관제시스템(GCS, Ground Control System), 무선통신시스템으로 구성되어있다. 드론이 주어진 임무를 제대로 수행하기 위해서는 드론이나 지상관제시스템도 중요하지만 무엇보다 지속적으로 드론과 지상관제시스템을 이어주는 무선통신시스템이 중요하다. 무선통신을 통해 원격 조종기 혹은 지상관제시스템이 임무수행체인 드론을 제어하고 통제하는 명령을 내릴 수 있기 때문이다. 이에 따라 드론 무선통신 관련한 연구가 국내외에서 활발히 이루어지고 있는데 본고에서는 드론 무선통신의 이슈와 함께 관련연구들을 살펴본다.

본고의 구성은 다음과 같다. Ⅱ장에서는 드론 시스템에 사용할 수 있는 무선통신 기술들을 소개하고 드론에 적용하였을 때의 장단점을 살펴본다. 이후 Ⅲ장에서는 드론 무선통신과 관련

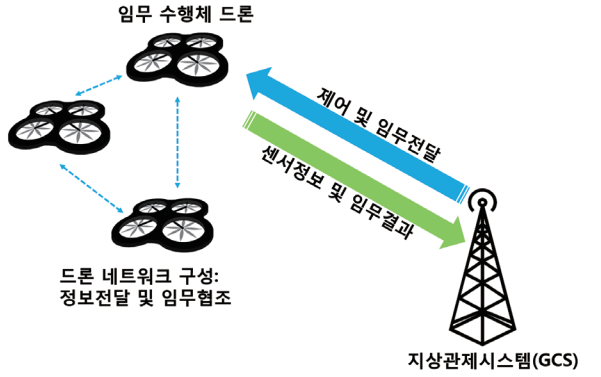

그림 2. 드론 시스템의 구조

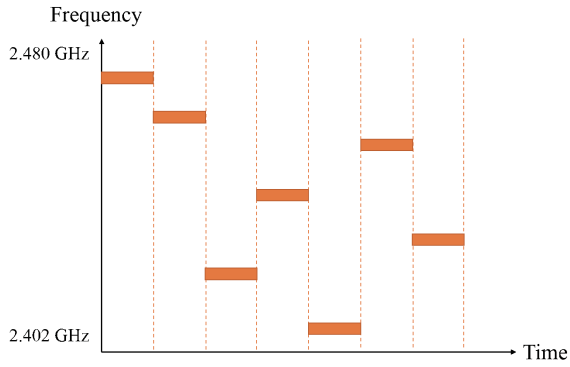

그림 3. 주파수 호핑(Frequency Hopping) 기법

된 이슈로 드론 제어 전용주파수 할당 현황에 대해 살펴보고 관련 연구들을 소개한다. 마지막으로 Ⅳ장에서는 본고에서 다룬 드론 무선통신의 개요 및 이슈에 대해 정리하고 결론을 맺는다.

Ⅱ. 드론 무선통신 기법

드론은 원격 조종 또는 자동 조종을 통해 임무를 수행하는데 이때 무선통신 기술이 사용된다. 위성 통신은 주로 군용 및 방송용으로 사용하므로 민간에서 드론 제어에 사용 가능한 무선통신 방식에는 블루투스, Wi-Fi, 셀룰러 시스템, 위성통신 등이 있다[2][3]. 다음에서 각각의 통신 방식에 따른 특성을 살펴본다.

1. 블루투스

블루투스(Bluetooth)는 컴퓨터, 스마트폰, 음향기기 등과 같은 기기들을 서로 연결하여 정보를 교환할 수 있는 근거리 무선기술 표준이다[4]. 블루투스는 주로 단거리에서 저전력 무선통신이 필요할 때 사용된다.

블루투스의 무선 시스템은 산업, 과학, 의료용 등으로 할당된 industrial scientific and medical (ISM) 대역인 2,400~2,483 MHz를 사용한다. 다른 주파수와의 충돌을 방지하기 위한 몇 MHz를 제외하고 총 79개 채널을 사용한다. 하지만 2,400 MHz는 이미 다른 시스템에서 많이 사용 중이기 때문에 블루투스 에서는 주파수 간섭문제를 피하기 위해서 〈그림 3〉의 frequency hopping (FS) 기법을 이용한다. 주파수 호핑은 호핑 코드에 의해 매 순간 한 주파수로 호핑하여 그 주파수에서 전송을 하고 이 후 다른 주파수로 호핑한 후 같은 동작을 반복하는 기법이다. 블루투스의 경우 79개 채널에서 1초당 1,600 번을 호핑하는데 이때 송신노드와 수신노드는 같은 시간대에 같은 주파수에 위치할 수 있도록 호핑 패턴 동기화가 이루어져야 한다.

이러한 호핑 기술은 특별히 고사양의 하드웨어를 요구하지 않고 특정 주파수를 전용하지 않기 때문에 다른 기기들과의 간섭현상이 상대적으로 낮다. 그렇기 때문에 실제로 대부분의 드론에서 사용되는 원격 측정의 경우 주파수 호핑 기술을 사용해서 드론과 통신한다. 일반적으로 블루투스는 전송속도가 Wi-Fi에 비해 비교적 느린 대신 저전력 통신을 제공해주는 기술이기 때문에 많은 데이터전송이 필요하지 않은 드론 제어에 있어서는 적합하다. 하지만 임무수행에 있어 사진, 혹은 동영상 등의 고용량 자료전송이 힘들다는 단점이 있다.

2. 셀룰러 시스템

셀룰러 시스템은 이동 무선 통신에서 기지국이 넓은 영역을 셀이라 불리는 구역으로 나누어 통신 서비스를 제공하는 것이다. 1세대 이동 통신 기술(이하 1G) 는 아날로그 방식으로 넓은 범위를 적은 기지국으로 커버할 수 있다는 장점이 있었지만 통화품질이 좋지 않았고 음성 통화만 가능하다는 단점이 있었다. 그후 2G부터 디지털 방식이 도입되어 유럽에서 주도한 global system for mobile communication (GSM) 기술과 미국 퀄컴(Qualcomm)사에서 개발한 code division multiple access (CDMA) 기술이 도입되었다. 이러한 기술들은 아날로그 방식에 비해 많은 기지국을 요구하지만 서비스 품질이 우수하다는 장점을 지닌다.

그리고 3G부터는 GSM을 발전시킨 wideband-CDMA (W-CDMA) 기술과 CDMA 기술을 발전시킨 CDMA2000을 사용하였다. 3G부터는 기존의 문자와 음성 외에 영상과 인터넷까지 송출이 가능하게 되었으며 현재도 사용되고 있는 기술이다. 그리고 4G에서는 다양한 기술들이 표준을 차지하기 위해 치열한 경쟁을 벌였지만 long term evolution (LTE) 및 LTE-advanced (LET-A)를 대부분 사용한다. 3G 시대와 마찬가지로 음성, 문자, 영상, 인터넷을 전송할 수 있지만 가장 큰 차이는 전송속도에 있다. LTE는 정지 상태에서 1 Gbps 그리고 60 km/h 이상의 고속 이동 시에는 100 Mbps 이상의 전송속도를

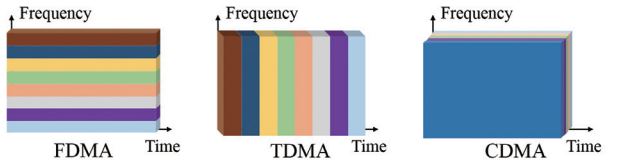

그림 4. 다양한 다중접속 기법

제공한다.

셀룰러 시스템에서 사용되는 CDMA는 하나의 채널로 한 통화밖에 할 수 없는 아날로그 방식의 한계점을 극복하기 위해 개발된 디지털 방식으로 코드분할 다중접속 혹은 부호분할 다중접속 이라고도 부른다. 다중접속 기법에는 〈그림 4〉와 같이 여러 종류가 있다. CDMA의 핵심 아이디어를 간단하게 설명하자면 같은 공간(주파수 대역)에서 여러 사람들이 동시에 대화를 하는데 서로 다른 언어(코드)로 이야기를 하는것과 같다. 서로의 대화내용을 알 수 없으면서 대화 가능한 사람의 수를 크게 증가시키는 것이 가능하다.

드론에서 셀룰러시스템을 사용한다면 제조사 입장에서는 통신사와 연계를 해야 한다는 제도적 문제점이 있고 사용자 입장에서는 매달 통신료가 청구된다는 문제점이 있다. 반면 국내의 경우 촘촘한 망으로 인해 어느 장소에서던지 통신이 끊기지 않는다는 장점이 있다. 특히 드론처럼 이동성이 높은 기기에는 유리한 장점이다. 하지만 공중에 셀룰러 망이 개설되어 있지 않기 때문에 망을 사용하기 위해서는 고도에 제한을 받는 등 드론 무선통신에 적용하기에는 어려움이 있다.

3. Wi-Fi

Wi-Fi란 Hi-Fi (High Fidelity)에 무선 기술을 접목한 것으로 근거리 컴퓨터 네트워크 방식인 랜 (LAN, Local Area Network)을 무선화한 것이다[5]. 랜을 무선화 하려고 한 초기에는 각 기기 제조사들 마다 각기 다른 무선랜 규격을 사용하여 호환성이 없었지만 미국의 institute of electrical and electronics engineers (IEEE) 에서 무선랜 표준인 IEEE 802.11을 제정하였다. 현재 대부분의 무선랜 기기들이 Wi-Fi 규격을 준수하고 있으므로 "Wi-Fi = 무선랜" 으로 인식되고 있다. 도입 초기에는 개인용 컴퓨터를 중심으로 사용되었으나 최근에는 스마트폰, 프린터, TV, 냉장고, 세탁기 등의 다양한 기기에 적용되어 Internet of things (IoT) 환경을 구축하고 있다.

Wi-Fi는 고속의 데이터 전송이 가능하여 하나의 채널로 제어신호와 함께 실시간으로 영상 전송이 가능하다는 장점이 있다. 또한 추가적인 수신기 없이 일반적으로 사용하는 노트북 혹은 스마트폰과 직접 연결이 가능하지만 드론에 사용하기에는 몇 가지 문제점이 있다. 우선 첫 번째로 Wi-Fi 모듈들은 출력이 제한되기 때문에 제한된 출력으로 드론을 제어하기에는 통신범위의 제약이 존재한다. 두 번째로 만약 출력제한이 존재하지 않는다 하더라도 Wi-Fi는 비 허가대역인 ISM 대역을 사용하기 때문에 통신범위가 넓어지면 같은 채널을 사용하는 기기들과의 간섭문제가 발생한다. 이러한 한계점들로 인해 Wi-Fi는 특수목적용 드론보다는 레저용 드론에 주로 사용된다.

4. 위성통신

위성통신이란 인공위성이 중계소 역할을 담당하는 장거리 통신방법으로 대기권 밖의 상공에 쏘아 올린 인공위성을 통해 통신 신호를 중계한다[6]. 인공위성은 용도에 따라 군사위성, 기상위성, 과학위성, 통신위성 등으로 분류되는데 그 중 통신위성이란 통신 신호를 중계할 목적으로 지구를 돌고 있는 인공위성을 의미한다.

인공 위성 중에는 지구의 자전속도와 같은 속도로 공전하여 마치 지구궤도 위에 정지해 있는 것처럼 보이는 정지위성이 있는데, 위성 통신은 주로 이 정지위성을 이용한다.

통신위성은 통신가능 범위가 넓고(특정국가 전역), 전리층을 통과하기 위해 주파수가 1 GHz 이상으로 높은 마이크로파를 사용하기 때문에 고속, 대용량 통신이 가능하다. 또한 재해가 발생해도 통신의 제약을 받지 않는다는 장점이 있지만 전파의 왕복시간이 길어 음성통신을 할 때 지연이 발생한다는 단점이 있다.

위성통신 시스템은 일반적으로 지구국, 위성, 위성 중계기, 지상 관제소로 이루어져 있다. 지구국(Earth station) 이란 지상과 위성 간 데이터를 송수신하는 장치이다. 위성은 지구국으로부터 수신한 신호를 다른 지구국이나 다른 위성에게 중계하게 되는데 이때 핵심적인 역할을 수행하는 부분이 위성 중계기이다. 마지막으로 지상 관제소는 지상에서 위성의 위치를 파악하고 상태를 점검하는 등 위성의 유지보수 작업과 위성의 임무를 관리하는 역할을 한다.

위성통신의 경우 대부분 지상에 망이 구축되는 셀룰러 시스템, Wi-Fi 환경과 다르게 재해 혹은 전시와 같이 지상의 기반 통신시설이 붕괴된 상황에서도 사용이 가능하다. 특히 드론의 경우 군사용으로 많이 사용된다는 것을 감안하면 이는 다른 통신 기술들에 비해 큰 장점이 될 수도 있다. 하지만 아래와 같은 제한 사항들로 인해 일반적인 사용에는 어려움이 있다.

① 고가의 위성 발사 비용 및 기지국 건설비용
② 투자 금액 대비 짧은 위성의 수명
③ 궤도 및 주파수의 포화
④ 전문인력 고용의 어려움
⑤ 지상과 교신 시 시간지연 발생

Ⅲ. 드론 무선통신 이슈 및 관련연구

1. 무인기 제어 전용 주파수 현황

최근 전세계적으로 드론의 수요가 증가하며 드론 관련 산업이 급격히 성장하고 있다. 반면 사용하는 주파수 대역이나 관련 법안들은 국가마다 상이하기 때문에 다른 전파의 간섭을 받지 않는 드론 전용 주파수 대역과 표준화 작업이 요구된다.

이에 국제전기통신연합(ITU, International Telecommunication Union) 산하의 세계전파통신회의(WRC, World Radio Conference)에서 무인 항공기에 대한 제어용 주파수의 요구사항 및 신규 분배 논의가 진행 중이다. 지난 2012년에 개최된 WRC-12에서 지상에서 무인 항공기 제어를 목적으로 항공이동업무용 주파수가 61 MHz 대역폭을 가지는 5,030~5,091 MHz로 신규 분배되었다. 또한 최근 스위스 제네바에서 개최된 WRC-15에서는 이동통신, 과학, 위성, 항공, 해상 등의 분야에 약 5.6 GHz폭의 신규 주파수가 분배되었고, 이중 12.2~12.75 GHz, 29.5~30 GHz 대역이 위성을 이용한 무인 항공기 제어용 주파수로 분배되었다.

최근 민간에서의 드론 수요는 급격히 증가추세인 것에 비해 국내 무인 항공기 제어 전용 주파수 할당 및 표준화 작업은 부족한 실정이다. 또한 드론 관련 규제로 인해 개인의 취미, 연구, 산업에 드론을 활용하는 것에 제한이 존재한다. 현재 국내에 출시되는 대부분의 드론은 주로 공업, 과학, 의료용으로 사용되는 비면허 ISM 대역인 2.4 GHz 또는 5.8 GHz 대역을 사용한다. 하지만 비 면허 ISM 대역은 누구나 사용할 수 있기 때문에 심각한 상호 전파 간섭을 방지하기 위해 정부에서 정한 최대 허용 출력 기준을 만족하여야 한다.

현재 우리나라는 이 대역에서 출력이 10 mW로 제한되어 있어 드론을 활용하기에는 조종 거리가 짧은 이슈가 있다. 또한 해외에서 원격 데이터 측정용으로 사용하는 원격 측정 안테나의 경우 433 MHz 또는 900 MHz 대역을 사용하지만 국내에는 이동통신용 대역 등에 이미 할당되어있어 대역이 겹치는 문제가 있다. 이외에도 드론 레이싱 대회처럼 실시간 영상 정보를 받거나 촬영한 사진 데이터를 보내기 위해서는 일정수준 이상의 데이터 전송속도가 요구되므로 임무와 목적에 맞는 전용 주파수 대역 설정이 필요한 상황이다.

이러한 상황을 타개하고자 미래창조과학부 국립전파연구원에서는 지난 2015년 12월 WRC-15에서 전 세계적으로 무인항공기 지상제어 전용으로 기 분배 되었던 5,030~5,091 MHz의 61 MHz 대역을 국내에서도 이용할 수 있도록 '항공 업무용 무선설비의 기술기준'을 개정하였다. 또한 무인항공기의 출력을 기존의 10 mW에서 10 W까지 허용하는 등 드론산업 활성화를 위해 노력하고 있다.

2. 드론 무선통신 관련연구

드론이 대중화되면서 다양한 분야에 사용되는 만큼 드론을 활용한 연구도 활발히 진행되고 있다.

드론은 무선 조종되고 통신이 가능한 모바일 노드(Mobile node)라 볼 수 있다. 기존의 연구분야에서 모바일 노드라 하면 일반적으로 사람, 자동차 등의 지상에서 이동하는 물체를 의미하는 데 비해 드론의 움직임은 2차원인 지상을 벗어나 3차원 상에서 이루어진다는 차별성을 지닌다. 예를 들면, 〈그림 5〉와 같이 드론을 활용하여 전파의 가시 거리(LoS, Line of Sight)를 확보할 수 있다. 이외에도 여러 대의 드론에 카메라를 비롯한 각종 센서 및 계측장비를 부착하여 센서네트워크를 구성하거나 무선통신망을 구축하는 연구들이 있다[7]-[12]. 다음에서 드론을 활용한 연구들을 소개한다.

지진, 화산폭발, 쓰나미 등의 재해로 기반 네트워크 인프라가 붕괴된 재난 상황에서 드론을 활용하여 재난 정보 네트워크 시스템을 제안한 연구가 있다[13]. 재난 정보 네트워크 시스템은 드론을 자율 비행 무선 노드(AFW, Autonomous Flight Wireless node)로 활용하여 1) 자율 비행을 하며 전송 가능한 무전국(wireless station)을 검색하고 2) 무전국이 전송하는 동안 호버링(hovering)을 하며 자료를 전송 받은 뒤 3) 기지로 돌아가 받은 자료를 전달하고 4) 필요에 따라 배터리가 부족하면 충전 기지로 돌아가 충전하는 기능들을 수행한다. 〈그림 6〉은 재난 정보 네트워크 시스템에서 드론이 전송 가능한 무선 노드를 검색하는 방법을 보여준다. 자율 비행중인 드론이 무선 신호를 탐지하면 세 군데의 GPS 정보를 바탕으로 무선 신호의 진원지를 찾는다.

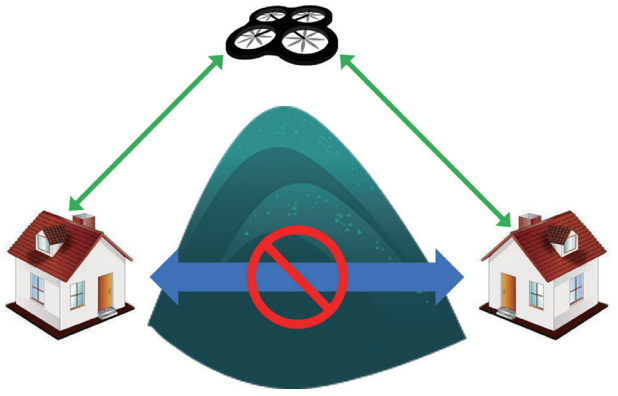

그림 5. 전파의 가시 거리(Line of Sight) 확보 예

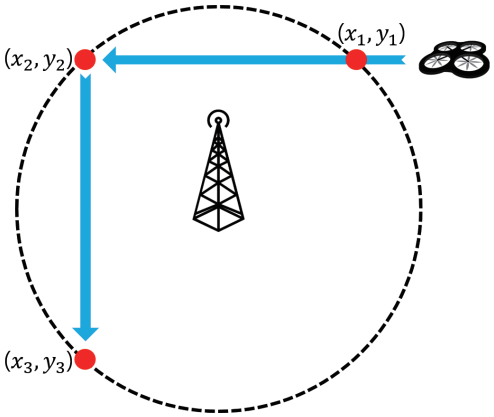

그림 6. GPS 정보로 무선 기지국을 찾는 방법

재난 시에는 기존의 네트워크 인프라가 붕괴되어 정보를 즉시 전송하지 못하고 또한 드론이 무전국을 찾는 데에도 시간이 걸리므로 재난 정보 네트워크 시스템은 지연내성망(DTN, Delay Tolerant Network)을 기반으로 하여 저장-이동-전달의 과정을 거친다. 무전국을 찾는 기술은 산지 등에서의 실종자 및 부상으로 도움이 필요한 사람을 찾는데 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다.

기존의 네트워크망은 기지국을 건설하고 관리하는데 많은 비용이 소모되었고 장애물로 인한 통신장애 이슈가 있었다. 혹은 고가의 통신위성을 사용해야 되었다. 드론을 활용하여 이러한 이슈들을 극복하고자 시도한 연구를 살펴본다[14].

초창기의 드론들은 배터리 혹은 통신 등의 문제로 짧은 기간의 미션에만 사용되었고 여러 드론이 협력적으로 사용되기보다는 단독으로 사용되었다. 하지만 배터리 및 태양광전지의 발전 그리고 모터의 향상을 통해서 많은 수의 드론이 오랫동안 높은 고도에서 활동할 수 있게 되었다. 이로인해 네트워크 망을 제공하는 드론편대가 특정 지역에 장기간 머무르며 〈그림 7〉과 같이 사용자들에게 통신 서비스를 제공 하는 것이 가능해졌다.

네트워크를 제공하는 각 드론들의 고도는 같고 지향성의 안

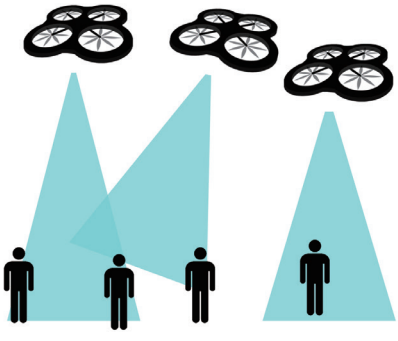

그림 7. 드론 네트워크망 개념도

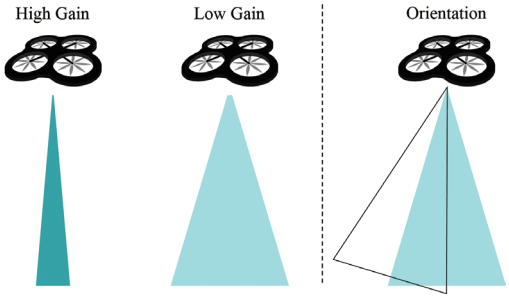

그림 8. 전송률 향상을 위해 고려되는 요소들

테나를 통해 유저들과 통신 하는 상황에서 신호의 강도와 통신 범위는 〈그림 8〉과 같이 trade-off 관계를 가진다. 안테나 이득이 높을 경우 좁은 지역에 서비스를 제공할 수 있지만 신호의 강도가 강하고 반대로 안테나 이득이 낮을 경우 넓은 지역에 서비스를 제공할 수 있지만 신호의 강도가 약하게 된다. 또한 신호는 통신영역의 중앙에 위치할수록 강해진다.

이러한 연구의 목적은 드론이 지상의 유저들과 하나의 광대역 통신채널을 통해 교신중일때 고유 알고리즘을 통해 신호 출력과 방향을 조절함으로써 유저에 대한 전송률을 최대화시키는 것이다. 이러한 연구 등을 활용한다면 차후 재난지역 혹은 산간지역 등과 같은 통신 서비스 음영지역에 드론을 통해서 효율적인 서비스를 제공할 수 있을 것이다.

드론은 무인 비행체이고 미리 프로그래밍된 임무를 수행하는 경우도 있지만 대부분 통신을 통해서 직간접적으로 제어되는 경우가 많다. 그렇기 때문에 드론의 제어신호가 방해 받거나 혹은 탈취당한다면 치명적인 결과가 발생할 수 있다. 특히 군사목적으로 사용되는 드론의 경우 치명적인 결과를 초래할 수 있다.

기존의 많은 연구자들이 무선 네트워크에서 재밍, 해킹, 전파간섭에 대한 연구를 진행하였고 오늘날 그러한 내용이 드론 네트워크에 적용되거나 혹은 드론을 위해서 새롭게 연구 혹은 적용되고 있다[15][16].

그 중 한 연구에서는 Cyber-Security Threat Model을 통해서 드론에 대해 가능한 사이버 공격을 정의하였다[17]. 그 공격은 크게 기밀성 (confidentiality), 무결성 (integrity), 유효성 (availability)으로 구분된다.

기밀성 공격은 허가 없이 정보에 접근 하는 것으로 가장 기본적인 보안 이슈이다. 여기에는 총 네 가지의 공격 가능한 구성요소가 있는데 UAV, 지상관제시스템(GCS), 사람, 통신회선 이다. 이들 요소는 〈그림 9〉와 같이 무선통신으로 연결될 수 있다.

지상관제시스템을 향한 공격은 대부분 소프트웨어를 기반으로 한 바이러스, 멜웨어, 트로이목마, 키로거 등이고 UAV를 향한 주 공격은 해킹이다. 하지만 UAV는 주로 지상관제시스템의

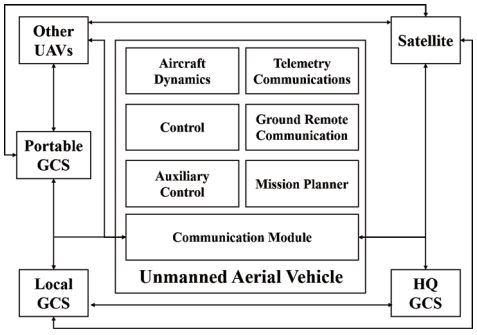

그림 9. UAV 통신 모델

제어를 받으므로 UAV를 공격하더라도 지상관제시스템 레벨에서 공격이 감지 당하기 쉽다. 통신회선에 대한 공격은 해킹, 도청, 스푸핑, 크로스-레이어 공격, 다중 프로토콜 공격 등이 있고 마지막으로 사람에 대한 공격의 경우 최근 소셜네트워킹의 유행으로 인해 새로운 가능성이 발생하고 있다. 사회공학적 공격을 이용하여 피싱, 파밍, 스미싱 등의 공격을 가하는 것이다.

무결성 공격에서 가장 기본적인 두 가지는 현존하는 정보를 수정하는 것과 새로운 정보를 위조하는 것이다. 또 다른 공격으로는 재밍을 통해서 신호의 무결성을 훼손시키거나 신호를 가로채는 것이다. 재밍은 신호가 도착하기 전에 간섭 혹은 충돌을 유발시켜서 신호가 도착하는 것을 방해하는 것으로 많은 연구자들이 무선네트워크에서 신호의 무결성을 보장하기 위해 많은 방법을 시도 중이다. signal to noise ratio (SNR)를 왜곡하거나 증가시키는 것이 가장 일반적인 접근방법이다.

마지막으로 유효성 공격은 주로 denial of service (DoS) 공격을 시도하거나 거짓 신호를 계속해서 전송하는 것이다. DoS 혹은 distributed DoS (DDoS) 공격은 주로 네트워크 혼잡이나 시스템의 네트워크에 오버플로우를 일으키기 위한 것이다. 그리고 거짓 신호의 경우 드론의 유효성에 관한 공격 중 가장 위협적인 공격으로서 드론이 예정되지 않은 지점에 착지하거나 다른 목표물을 공격하도록 만들 수 있다.

이처럼 드론을 활용한 연구들이 활발히 진행되고 있지만 아직 드론 무선통신의 표준은 제정되지 않았다. 이전의 기술들과 마찬가지로 표준을 선도하는 기업 혹은 국가가 드론 산업을 선도할 수 있을 것이고 드론 산업은 다양한 기관 및 나라에서 차세대 유망기술로 지정한 발전이 보장된 산업인 만큼 국내에서도 관련기술 연구 개발에 투자하여 미리 기술적 영토를 선점해야 할 것이다.

Ⅳ. 결 론

본고에서는 최근 농업, 산불감시 및 진화, 배송, 물류, 통신, 촬영, 재난상황 대처, 연구개발 등 다양한 분야에서 활용중인 드론 시스템에 대해 알아보았다. 특히 드론 시스템의 구성요소 중 원활한 임무수행을 위한 필수요소인 무선통신 기술들을 소개하고 장단점을 살펴보았다. 또한 드론의 활성화를 위해 짚고 넘어가야 할 드론 제어 전용 주파수 할당에 대한 이슈를 제기하고 한국을 비롯하여 전 세계적으로 어떠한 노력을 기울이고 있는지 살펴보았다. 마지막으로는 연구분야에서 드론이 가지는 차별성 및 특징들을 살펴보고 드론관련 연구들을 소개하며 드론의 다양한 활용성을 확인하였다.

이러한 무한한 활용도를 가진 드론 시장에서 후발주자가 아닌 선도자가 되기 위해서는 드론 산업을 위한 관련법 제정이 신속히 이루어져서 국내 드론 산업이 빠른 시일 내에 활성화되어야 하리라 여겨진다. 또한 세계적 수준인 기존 IT기술과의 융합을 통해 드론기술의 국제경쟁력을 확보해야 할 것이다.

Acknowledgment

이 논문은 삼성전자 미래기술육성센터의 지원을 받아 수행된 연구임 (과제번호 SRFC-IT1401-09).

참 고 문 헌

[1] Office of the Secretary of Defense, “Unmanned aerial vehicles (UAV) roadmap,” 2003.

[2] S. Morgenthaler, T. Braun, Zhongliang Zhao, T. Staub, and M. Anwander, “UAVNet: A mobile wireless mesh network using unmanned aerial vehicles,” IEEEE Globecom Workshops, pp.1603-1608, 2012.

[3] E. Yanmaz, R. Kuschnig, and C. Bettstetter,“Achieving air-ground communications in 802.11 networks with three-dimensional aerial mobility,” IEEE INFOCOM, pp.120-124, 2013.

[4] Bluetooth SIG. Specification of the Bluetooth System, Core v1.1. 2001.

[5] IEEE COMPUTER SOCIETY LAN MAN STANDARDS COMMITTEE, “Wireless LAN Medium Access Control

(MAC) and physical layer (PHY) specifications," 1997.
[6] B. G. Evans, Satellite Communication Systems, Institution of Engineering and Technology, 2004.
[7] M. Asadpour, B. Van den Bergh, D. Giustiniano, K. Hummel, S. pollin, and B. Plattner, "Micro aerial vehicle networks: An experimental analysis of challenges and opportunities," IEEE Communications Magazine, vol. 52, no. 7, pp. 141-149, 2014.
[8] J. Allred, A. B. Hasan, S. Panichsakul, W. Pisano, P. Gray, J. Huang, R. Han, D. Lawrence, and K. Mohseni, "SensorFlock: An airborne wireless sensor network of micro-air vehicles," Proceedings of the 5th International ACM Conference on Embedded Networked Sensor Systems, pp. 117-129, 2007.
[9] T. Andre, K. Hummel, A. Schoelling, E. Yanmaz, M. Asadpour, C. Bettstetter, P. Grippa, H. Hellwagner, S. Sand, and S. Zhang, "Application-driven design of aerial communication networks," IEEE Communications Magazine, vol. 52, no. 5, pp. 129-137, 2014.
[10] C. Forster, S. Lynen, L. Kneip, and D. Scaramuzza, "Collaborative monocular SLAM with multiple micro aerial vehicles," IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), pp. 3962-3970, 2013.
[11] A. Bürkle, F. Segor, and M. Kollmann, "Towards autonomous micro UAV swarms," Journal of Intelligent & Robotic Systems, vol. 61 no.1-4, pp. 339-353, 2011.
[12] K. Daniel, B. Dusza, A. Lewandowski, and C. Wietfeld, "AirShield: A system-of-systems MUAV remote sensing architecture for disaster response," 2009 3rd Annual IEEE Systems Conference, pp.196-200, 2009.
[13] N. Uchida, N. Kawamura, T. Ishida, and Y. Shibata, "Resilient network with autonomous flight wireless nodes based on delay tolerant networks," IT CoNvergence PRActice (INPRA), vol. 2, no. 3, pp. 1-13, 2014.
[14] A. Agogino, C. HolmesParker, and K. Tumer, "Evolving large scale UAV communication system," Proceedings of the 14th Annual ACM Conference on Genetic and Evolutionary Computation, pp. 1023-1030, 2012.
[15] Z. Birnbaum, A. Dolgikh, V. Skormin, E. O'Brien, D. Muller, and C. Stracquodaine, "Unmanned aerial vehicle security using behavioral profiling," International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS), pp.1310-1319, 2015.
[16] Y. Duan, X. Ji, M. Li, and Y. Li, "Route planning method design for UAV under radar ECM scenario," 12th International Conference on Signal Processing (ICSP), pp.108-114, 2014.
[17] A.Y. Javaid, W. Sun, V.K. Devabhaktuni, and M. Alam, "Cyber security threat analysis and modeling of an unmanned aerial vehicle system," IEEE Conference on Technologies for Homeland Security (HST), pp.585-590, 2012.

약 력

손 성 화

2010년 경북대학교 IT대학 전자공학부 학사
2011년~현재 대구경북과학기술원
정보통신융합공학전공 석 · 박사 통합과정
관심분야: 의료등급 무선통신망, 사이버물리시스템, 이동 무선통신망

강 진 혁

2014년 국립 경상대학교 공학사
2015년~현재 대구경북과학기술원
정보통신융합공학전공 석사과정
관심분야: Cyber-Physical Systems, Drone, Internet of Things

박 경 준

1998년 서울대학교 공학사
2000년 서울대학교 공학석사
2005년 서울대학교 공학박사
2005년~2006년 삼성전자 정보통신총괄 책임연구원
2006년~2010년 일리노이대학교(어바나-샴페인) 박사후연구원
2011년~현재 대구경북과학기술원
정보통신융합공학전공 부교수
관심분야: 사이버-물리 융합보안을 위한 자율복원 네트워킹, 사이버물리시스템 모델링 및 분석