

드론 무선통신 기술 개발 동향

전황수

한국전자통신연구원 책임연구원

드론의 통신방식으로 블루투스, Wi-Fi, 위성통신, 셀룰러시스템 등이 사용되어 왔다. 대다수 드론은 저전력 통신을 제공하는 블루투스를 사용했다. Wi-Fi와 위성통신, 셀룰러시스템은 장점보다는 문제점이 많아 사용에 제약이 많았다. 최근 들어, LTE와 5G 이동통신이 부각되고 있다. LTE 통신은 비행거리가 늘어나고 실시간 영상 스테리밍과 고용량 데이터 송수신이 가능하나 규제가 많아 법안을 개정해야 상용화를 할 수 있다. 5G 이동통신은 빠른 통신과 주변의 여러 사물과의 실시간 통신이 가능하나 아직 5G 이동통신 표준이 확정되지 않아 상용화에 상당한 시일이 소요될 전망이다.

1. 서론

드론(drone)은 무인 비행기로 카메라, 센서, 통신시스템 등이 탑재되어 있다. 드론은 원래 군사용도로 개발되었지만 최근에는 사진 촬영, 배달, 농약 살포, 재난 구조, 환경 측정 등으로 적용이 확대되고 있다. 또 크기가 작고 가격이 저렴한 개인용 드론이 보급되어 스마트폰으로 드론을 조종하는 시대를 맞이 하고 있다[9].

드론 전문업체 외에도 구글, 페이스북, 아마존 같은 글로벌 IT 기업들도 새로운 드론기술을 개발하고 전문업체를 인수하여 기술을 축적하고 있다. 아마존은 2013년 12월 택배직원이 필요 없는 드론 배달 서비스인 ‘프라임에어’라는 배송 시스템을 공개했다. 구글은 드론으로 무선인터넷을 보급할 예정이다. 페이스북은 2,000만 달러를 들여 어센터를 인수했으며, 1만 1,000여대의 드론을 중계기로 활용하여 개도국에 인터넷 기술을 보급할 계획이다.

드론은 비행체, 지상통제장비, 데이터링크, 지원체계로 구성되어 있다. 비행체(Flight Vehicle)는 항공전자장비와 통신장비를 탑재하여 비행임무를 달성하고, 지상통제장비(Ground Control Station)는 원격제어 및 임무통제를 위한 장비이다. 데이터링크(Data Link)는 지상통제장비와 통

* 본 내용은 전황수 책임연구원(☎ 042-860-5115, chun21@etri.re.kr)에게 문의하시기 바랍니다.

** 본 내용은 필자의 주관적인 의견이며 IITP의 공식적인 입장이 아님을 밝힙니다.

신을 위한 장비이며, 지원체계(Support System)는 임무수행에 필요한 임무장비와 지상지원장비이다[11].

그 동안 드론의 통신방식으로는 블루투스, 셀룰러, Wi-Fi, 위성통신이 주로 사용되었으나, 최근 들어 LTE, 5G 이동통신 등이 새롭게 적용되고 있다. 본 고에서는 드론의 다양한 통신방식을 소개하고 국내외 기업들의 드론 통신기술의 개발 동향을 분석해 보기로 한다.

II . 드론 무선통신 방식

현재 드론의 무선통신 방식으로 [표 1]과 같이 블루투스, Wi-Fi, 위성통신, 셀룰러시스템이 사용되고 있으며, 최근 들어 LTE 와 5G 이동통신이 부상하고 있다.

블루투스는 근거리 무선기술 표준으로 전송속도가 Wi-Fi 에 비해 느리고, 사진이나 동영상 등 고용량 자료전송이 곤란하다는 단점에도 불구하고 저전력 통신을 제공하여 가장 보편적으로 사용된다.

Wi-Fi 는 Hi-Fi 에 무선기술을 접목한 것으로 LAN 을 무선화한 것이다. 고속으로 데이터와 영상을 전송할 수 있고, 노트북이나 스마트폰과 연결할 수 있다. 그러나 출력이 제한되어 드론을 제어하는 통신범위가 제한되며 통신범위가 넓어지면 기기들과 간섭문제가 발생한다.

위성통신은 인공위성을 통해 통신신호를 중계한다. 셀룰러, Wi-Fi 환경과 달리 재해나 전시 등에도 사용할 수 있다. 그러나 위성발사 및 기지국 건설에 막대한 비용이 소요되며, 위성 수명이 짧고, 지상과 교신 시 시간지연 발생 등의 문제점이 많다.

셀룰러시스템(3G)은 이동 무선통신에서 기지국이 넓은 영역을 셀이라 불리는 구역으로 나누어 통신 서비스를 제공한다. 문자, 음성, 영상, 인터넷 등을 송출할 수 있다. 그러나 공중에 셀룰러 망이 개설되어 있지 않기 때문에 고도에 제한을 받는다[10].

LTE 통신기술은 대단위로 망이 구축되어 있어 무인택배 등에 유용하다. 배터리만 충분하다면 비행거리가 무제한으로 늘어나 실시간 영상 스트리밍, 고용량 데이터 송수신이 가능하다. 그러나 사고 위험과 테러, 범죄에 악용될 수 있다는 단점이 있다.

5G 드론은 무인비행을 해야 하는 특성상 5G 이동통신의 빠른 통신을 활용하고 여러 사물과 실시간으로 통신할 수 있다는 장점이 있다. 현재 구글, 인텔, 차이나모바일 등이 5G 를 적용한 드론을 개발하고 있다.

[표 1] 드론 통신방식 특성 비교

구분	내용	장점	단점
블루투스	단거리 저전력 무선통신으로 가장 보편적으로 드론에 적용 2,400~2,483MHz, 총 79 개 채널을 사용하나 주파수 간섭을 피하기 위해 주파수 호핑 기법을 이용	간섭현상이 상대적으로 낮고, 저전력통신을 제공해 많은 데이터 통신이 필요하지 않은 드론 제어에 적합	Wi-Fi 에 비해 전송속도가 느리기 때문에 임무수행에 있어 사진, 동영상 등의 고용량 자료 전송이 곤란
Wi-Fi	Hi-Fi 에 무선기술을 접목해 LAN 을 무선화한 것으로, 스마트폰을 이용하여 드론을 원격 조종하는 사례가 급증하고 있음 드론 조정용 앱 설치, Wi-Fi 나 USB 로 스마트폰을 원격조종기에 연결하여 드론을 조종 주로 레저용 드론에 사용	고속의 데이터 전송이 가능하고, 노트북 PC 나 스마트폰 과 직접 연결이 가능	출력이 제한되어 드론 제어에 통신제약이 존재함 비허가 대역인 ISM 대역을 사용하여 통신범위가 넓어지면 간섭현상 발생
위성통신	인공위성을 활용하는 장거리 통신방식으로 여러 가지 문제점이 발생해 별로 사용되지 않음	지상에 망이 구축되는 셀룰러, Wi-Fi 환경과 다르게 재해, 전시에서도 사용이 가능	위성발사 및 기지국 건설에 막대한 자금이 필요하고, 위성수명이 짧아 경제성이 부족하며, 지상교신 시 시간 지연 발생
셀룰러시스템	이동 무선통신에서 기지국이 넓은 영역을 셀 구역으로 나누어 통신 서비스 제공 3G 부터 GSM 을 발전시킨 W-CDMA 와 CDMA 2000 사용	문자, 음성, 영상, 인터넷 등을 모두 보낼 수 있고, 어느 곳에서나 통신이 끊기지 않음	제조사는 통신사와 연계해야 하고 사용자에게 매달 통신료가 청구됨 망 사용에 고도 제한이 있음
LTE	대단위로 망이 구축되어 있어 무인택배 같은 서비스에 드론을 접목하는데 적용 인텔과 AT&T, 페이스북이 LTE 이용 드론을 개발, KT 와 LG 유플러스도 LTE 기반 서비스 제공 시연	비행거리가 무제한으로 늘어나 먼 거리 사고 현장에도 즉각 투입할 수 있음 실시간 영상 스트리밍, 고용량 데이터 송수신이 가능해 높은 고도에서 영상을 중계	사고 위험과 테러나 범죄에 악용될 수 있음 미연방항공국은 장거리 드론 비행을 규제하고 있어 상용화 되기 전에 법안이 먼저 개정되어야 함
5G 이동통신	드론은 5G 이동통신을 대표하는 기술의 집합체 구글의 스카이벤더, 인텔의 5G 융집단 시연, 차이나모바일의 5G 드론 필드 테스트 등	빠른 속도 등 5G 통신의 이점을 살리고 여러 사물과 실시간으로 통신할 수 있음	아직 5G 이동통신 표준이 확정되지 않아 상용화에 장기간의 시일이 소요

<자료> ETRI 기술경제연구본부, 2017. 7.

Ⅲ . 해외의 드론 통신기술 적용 동향

1. DARPA

DARPA(미 국방고등연구계획국)는 2014년 오지에서 군 부대가 드론을 이용하여 데이터를 전송할 수 있도록 하는 ‘Mobile Hotspots 프로그램’을 연구중이다. DARPA는 모바일 핫스팟 사업의 일환으로 군용통신전문업체인 L-3 Communications Systems-WEST사와 2014년 3월 1,550만 달러

러의 계약을 체결했다. L3는 확장식, 이동식, 밀리미터파 통신기간망(communications backbone)을 개발할 예정이며, 전방에 위치한 이동식 핫스팟에 고도의 연결성을 제공하기 위한 첨단 지시·획득·추적(PAT) 기술을 개발하고 있다. 첨단 PAT 기술은 드론에 연결성을 제공하는 핵심 기술로서 드론이 이동식 고속 기간망 상에 비행하는 노드로서 기능을 발휘하도록 지원한다[2].

2. 구글

구글은 드론 제작업체인 ‘타이탄 에어로스페이스’사를 인수해 드론을 통한 무선인터넷 보급망 확장을 도모하고 있다. 태양 빛을 동력으로 사용하는 ‘솔라 드론’을 사용하여 [그림 1]과 같이 5G 인터넷 연결 사업 ‘스카이벤더’(Skybender)를 추진하고 있다. 드론을 이용하여 밀리미터파를 사용한 데이터 전송 시험을 하고 있다[8]. 비행 중 드론에서 밀리미터파를 일으키기 위해 구글 Titan에서 만든 드론 외에 Centaur라는 새로운 태양열 드론을 사용하여 위상 배열(phased array)을 이용한 데이터 전송기술을 테스트하고 있다. 밀리미터파 기술 표준을 정의하는 기관인 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)에 따르면 이 기술을 이용하면 사용 가능한 주파수 대역을 훨씬 더 많이 확보할 수 있다. 그러나 ETSI는 국가별로 크게 다른 규정, 높은 장비 비용으로 이어지는 주요 구성요소 부족, 주파수 대역을 사용하는 장비 및 응용 프로그램 유형의 다양성 등이 주파수 사용에 장벽으로 작용하며 기술에 대한 신뢰가 부족하다고 지적했다[4].



DARPA 모바일 핫스팟



구글의 스카이벤더

<자료> 각 사 홈페이지

[그림 1] DARPA와 구글의 드론

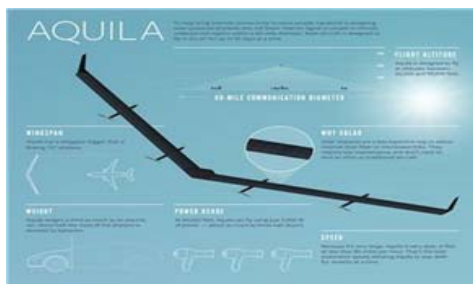
3. 페이스북

페이스북은 2014년 드론 전문업체 ‘어센타’를 인수하고 ‘커넥티비티 랩’을 설립했다. 2016년

6월 개발도상국 오지에 인터넷통신을 연결하기 위한 드론 ‘아퀼라(Aquila)’의 시험비행에 성공했다. 라틴어로 ‘독수리’를 뜻하는 아퀼라는 인터넷이 보급되지 않은 개발도상국 지역 상공을 날아다니면서 인터넷 연결신호를 전달하도록 설계된 비행체이다. 날개 너비는 42m로 보잉 737기와 비슷하며, 실제로 배치되면 2만m 상공에 3개월간 더 있도록 개발되고 있다. 아퀼라는 50km 반경에 인터넷망을 만들어 90일 동안 인터넷 신호를 공급한다. 날개는 일체형이고, 탄소섬유로 만들어졌다. 아퀼라는 고도 6만~9만 피트 사이에서 비행한다. 비행기 항로보다 더 높은 곳에서 날고, 날씨의 영향도 받지 않으며, 낮에는 태양열로 충전하기 위해서 9만 피트까지 상승하고, 밤에는 중력위치 에너지를 적게 소모하기 위해 6만 피트에서 비행한다. 전력 공급은 날개에 설치될 태양광 패널이 담당하며, 아퀼라의 설계는 질량을 최소한으로 줄이는데 최적화되어 있어 전통적인 이륙기어와 착륙기어가 달려 있지 않다. 따라서 연구팀은 아퀼라를 줄 네 가닥으로 바퀴 달린 짐 수레에 연결하여 이를 가속화시키고, 최적 속도에 이르면 줄을 절단하는 방식으로 이륙시켰다. 연구팀은 실험 전에 공기역학, 기계공학 이론과 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 어떤 각도와 속도로 이륙시키면 되는지 계산했고, 자동운행 기술을 이용하여 실제 시험에서 이를 확인했다. 아퀼라는 이번 첫 시험비행에서 시속 40km의 저속으로 2,000와트 미만의 전력을 사용했으며 이는 연구팀이 예측한 것과 일치했다[12]. 아퀼라는 시험비행 중에 공기 역학 처리에서 구조적 생존 능력에 이르기까지 항공기의 설계 및 작동에 대한 중요한 정보를 수집했다[8].

4. 인텔

인텔은 2016년 6월 8일 [그림 2]와 같이 시드니 오페라하우스 하늘에서 100대의 드론이 일제히 날아오르는 집단 비행을 시연하여 드론으로 5G 시대 개막을 알렸다. 드론은 앞으로 다



페이스북 아퀼라



인텔의 시드니 드론 집단비행 시연

<자료> 각 사 홈페이지

[그림 2] 페이스북과 인텔의 드론

가을 5G 이동통신을 대표하는 기술의 집합체로 무인비행을 해야 하는 드론의 특성상 조종사가 마치 드론에 올라탄 것처럼 느낄 수 있을 만큼 빠른 통신이 필요하고 동시에 주변의 여러 사물과 실시간 통신을 할 수 있어야 한다. 사물과 사람이 연결되는 사물인터넷(IoT)과 클라우드는 대용량 데이터를 실시간으로 빠르게 주고 받을 수 있는 5G 이동통신 환경이 갖춰져야 제대로 활용될 수 있다[16]. 인텔은 AT&T와 LTE를 이용한 드론을 개발하고 있으며, 자율비행 드론을 농업에서 상품 배송까지 잠재적 활용 가능성이 있는 차세대 기술로 간주하고 있다[1].

5. AT&T

AT&T는 인텔과 손잡고 [그림 3]과 같이 LTE 통신 기능을 내장한 드론을 개발 중이다. 양사는 LTE 통신망과 자율비행 드론을 결합하는 등 다양한 서비스 개발을 목표로 하고 있다[3].

6. 차이나모바일

세계 최대 이동통신업체인 차이나모바일(China Mobile)과 스웨덴의 에릭슨(Ericsson)은 2016년 8월 세계 최초로 '5G' 드론의 필드 테스트를 실시했다. 휴대전화 사용자가 실제환경에서 성능을 시연하기 위해 동시에 사용하는 여러 셀 인용을 통해 드론을 제어할 수 있음을 보여주었다. 종단간(end-to-end) 네트워크 지연을 최소화하기 위한 기지국 전환 기능, 드론과 휴대폰이 기지국을 공유하는 기능을 검증했다. 목표는 위험지역에서 업무용 비상 시 사용 사례에 대한 대기시간을 향상시키는 것이다[5].



AT&T와 인텔의 드론



차이나모바일과 에릭슨의 드론

<자료> 각 사 홈페이지

[그림 3] 해외 통신사업자들의 드론

Ⅳ . 국내의 드론 통신기술 적용 동향

1. KT

KT는 드론 시스템을 개발하고 있으며, [그림 4]와 같이 KT의 ‘드론 LTE’ 통신 서비스는 재난 상황 시 신속하게 통신 서비스를 제공할 수 있는 세계 최초의 초경량·초소형 비행 기지국이다. KT는 ‘드론 LTE’ 통신 서비스가 재난재해 상황에서 사람과 차량의 접근이 어려운 위험 지역이나 고립된 지역에 대한 신속한 통신 서비스 제공으로 골든 타임 확보에 탁월한 효과가 있을 것으로 기대하고 있다. 다수의 드론을 띄우는 편대 비행방식을 적용하여 넓은 지역의 통신 커버리지를 확보하고, 드론 스테이션 기술을 적용하여 배터리가 빨리 소모되는 단점을 보완해 장시간 통신 서비스를 가능하게 했다. 드론 스테이션은 배터리가 방전된 드론을 차례로 착륙시켜 급속 충전을 한 후 다시 이륙시키는 일종의 정거장 개념이다[7].



KT의 드론 LTE



LG 유플러스의 LTE 망 이용 드론

<자료> 각 사 홈페이지

[그림 4] 국내 통신사업자들의 드론

2. LG 유플러스

2014년 3월 세종대학교에서 LTE 기반 영상·비행 데이터 송수신 모듈을 탑재한 소형 드론을 시연했다. 프로펠러 4대가 달린 가로·세로 90cm의 작은 크기였지만 GPS와 카메라, 센서 등을 구비했다. 드론은 미리 입력해둔 GPS 좌표를 따라 움직이며 높이 20~30m 사이에서 찍은 영상을 LG 유플러스의 LTE 망을 통해 지상의 태블릿 PC로 끊김 없이 전송했다. 이날 LG 유플러스가 선보인 “LTE 망을 이용한 드론 제어” 시연은 기존 원격 조종기에 사용하던 근거리 통신망 대신 도심 곳곳에 깔려있는 이동통신망을 활용하여 도심 상공을 비행하는 드론을 제어하는 기

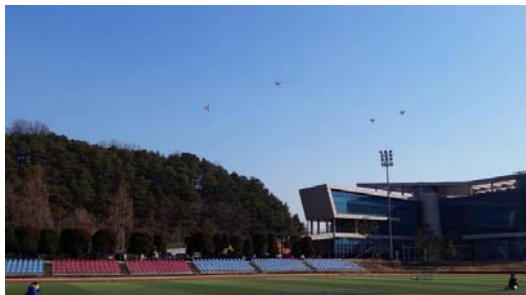
술이다. 기존 드론은 데이터를 송신할 때 블루투스를 사용하고, 영상도 와이파이를 이용하여 전송 거리에 제약이 있었다. 그러나 LTE 망을 이용한 드론은 거리를 크게 늘릴 수 있고, 전국에 LTE 망이 깔려 있어서 매우 유망한 서비스가 될 것이다. 앞으로 재해 예방·관제 서비스, 군 감시정찰 등으로 확대할 계획이다[15].

3 . KAIST

KAIST 전기전자공학부 이용 교수팀은 2017년 1월 [그림 5]와 같이 여러 대의 드론이 정보와 데이터를 실시간으로 송수신할 수 있게 해주는 ‘드론 무선 네트워크 시스템’을 개발했다. 이 기술을 활용하면 다수의 드론을 활용한 협력 시스템을 구축할 수 있다. 드론 무선 네트워크 시스템은 무선 기기끼리 정보를 중계하고 전송하는 통신체계인 ‘멀티홉(hop)’ 무선 네트워크를 구현했다. 드론 간 정보를 긴밀하게 전달, 공유하는 기술이다. 무선기기 간 정보공유는 중계를 거듭할수록 전달 효율이 떨어지고 외부 전파 간섭으로 정보 손실이 일어나 기존의 무선 기기는 유선 인터넷에 한 차례 무선전송만 실현한 체계이다. 이 교수팀은 무선 전송에 걸맞은 인터넷 환경을 새로 디자인하고, 통신 프로토콜도 새로 짜 다수의 드론으로 정보를 중계·전송해도 정보 손실이 미미해 여러 대의 드론이 동시에 정보와 데이터를 실시간으로 송수신 할 수 있다. 2016년 말에는 드론 3대를 활용하여 300m 떨어진 곳까지 4 홉(4 번 중계) 무선 음성 전달에 성공했다. 드론 간 통신에는 LTE, Wi-Fi, 저전력원거리통신(LPWAN) 방식을 적용한다. 안정된 정보 전달이 필요하다면, LTE 방식을 사용하고, 저용량 데이터를 멀리 보낼 때에는 LPWAN 방식을 활용한다. 연구팀은 멀티홉 무선 네트워크 구현으로 통신망이 차단된 재난지역에 와이파이를 탑재



LTE, Wi-Fi, LPWAN 이 탑재된 드론



다중 드론 시험 비행

<자료> 전자신문, 2017.1.16

[그림 5] KAIST 의 다중 드론 통신체계

한 드론을 띄워 긴급 통신망으로 활용하거나 드론끼리 통신 긴밀성을 강화해 멀리 떨어진 기지에 수집한 정보를 중계 및 전달하는 등 드론 활용을 확대할 수 있을 것으로 기대하고 있다[14].

V. 결론

앞에서 살펴본 바와 같이 드론의 통신방식으로 블루투스, Wi-Fi, 위성통신, 셀룰러시스템 등이 사용되어 왔다. 대다수 드론은 저전력 통신을 제공하고 많은 데이터통신이 필요하지 않아 원격측정으로 블루투스를 사용했다. Wi-Fi는 고속의 데이터 전송이 가능하고 노트북PC 나 스마트폰에서 직접 연결할 수 있어 레저용 드론에서 사용된다. 위성통신은 재해, 전시 등에서도 사용할 수 있으나 위성발사 및 기지국 건설에 막대한 자금이 필요하여 사용에 제약이 많았다. 셀룰러 시스템은 문자, 음성, 영상, 인터넷 등을 보낼 수 있고 통신이 끊기지 않는 장점이 있으나 사용자에게 매달 통신요금이 청구되며, 고도 제한의 문제가 있어 사용에 제약이 많았다.

최근 들어, 드론의 통신방식으로 LTE 와 5G 이동통신이 부각되고 있다. LTE 통신은 비행거리가 무제한으로 늘어나 장거리 사고 현장에도 투입할 수 있고 실시간 영상 스트리밍과 고용량 데이터 송수신이 가능하다. 현재 인텔과 AT&T, 페이스북, KT, LG 유플러스 등이 LTE 를 이용한 드론을 개발하고 있다. 그러나 사고 위협과 테러나 범죄에 악용될 우려가 있으며, 국내외에서 장거리 드론 비행을 규제하고 있어 법안을 먼저 개정해야 상용화를 할 수 있다[13].

5G 이동통신은 빠른 통신과 동시에 주변의 여러 사물과 실시간으로 통신할 수 있으나 아직 5G 이동통신 표준이 확정되지 않아 상용화에는 장기간의 시일이 소요될 전망이다. 현재 구글의 스카이벤더, 인텔의 5G 용 집단 시연, 차이나모바일의 5G 드론 필드 테스트가 수행되고 있다.

[참고문헌]

- [1] CNET, "AT&T, Intel hope 4G will let drones fly higher and further than ever", 2016. 2. 21.
- [2] eetimes, "DARPA Turning Drones into WiFi Hotspots", 2014. 4. 17.
- [3] FierceWireless, "AT&T, Intel agree to test drones on LTE network", 2016. 2. 22.
- [4] Informationweek, "Google SkyBender Drone Project Aims to Deliver 5G Wi-Fi" 2016. 1. 31.
- [5] Mobile World Live, "China Mobile, Ericsson test drone on '5G' network", 2016. 8. 15.
- [6] USA TODAY, "Facebook's Aquila drone completes first test flight", 2016. 7. 2.
- [7] 경향신문, "KT, 재난 상황시 드론 띄워 LTE 서비스 제공", 2015. 11. 15.
- [8] 경향신문, "구글 솔라드론으로 5G 인터넷망 세운다", 2016. 2. 2.

- [9] 김희욱 외, “무인기 제어용 무선통신 기술 및 표준화 동향”, ETRI, 전자통신동향분석, 30 권 3 호, 2015. 6, p.75.
- [10] “드론 무선통신의 개요 및 이슈”, 정보와통신, 2016년 2월, pp.94-95.
- [11] “무인항공기 기술동향과 산업전망”, PD Issue Report, 15 권 7 호, 2015. 7, p.53.
- [12] 연합뉴스, “페이스북, 인터넷 드론 아퀼라 실물 첫 시험비행 성공”, 2016. 7. 22.
- [13] 이데일리, “‘LTE 드론 인프라 무용지물될까’ 드론 규제에 통신사-드론업계 속앓이”, 2015. 7. 11.
- [14] 전자신문, “KAIST, 다중 드론 통신체계 개발”, 2017. 1. 16.
- [15] 조선일보, “LTE 로 조종하는 드론 떴다”, 2014. 3. 6.
- [16] 조선일보, “드론 단체비행 시연”, 2016. 9. 20.