

재난대응용 원격조종 드론 개발을 위한 연구

A Study on the Development of a Remote Control Drone for Disaster Response

박남희¹ · 안용철² · 황연정^{3*}Namhee Park¹, Yongcheol Ahn², Yeonjung Hwang^{3*}¹CEO, U&E, Seoul, Republic of Korea²Assistant Manager, U&E, Seoul, Republic of Korea³Department Head, U&E, Seoul, Republic of Korea

*Corresponding author: Yeonjung Hwang, plan@unes.co.kr

ABSTRACT

The drones, developed for military use, have recently expanded a wide range of areas of use, including agriculture, industry, broadcasting utility, police, fire fighting and leisure. Drone, combined with IT technology, is further expanding its utilization and emerging as a key part of the fourth industry.

Purpose: This study designs and implements drones that can be utilized in disaster prevention areas such as disaster prevention, preparedness and response. **Method:** This study was conducted by examining hardware drone specifications and developing a program suitable for the purpose of research based on the literature review. **Result:** In this study, we developed a drone that can be controlled remotely, investigated program plans for drone remote control, and developed a program that enables remote control broadcasting from drones. **Conclusion:** The drone could be used in the disaster area based on functions such as remote control and remote broadcasting.

Keywords: Disaster Response, Drone, Remote Control, Autonomous Flight, Remote Broadcast

요약

군사용으로 개발된 드론은 최근 들어 농업, 산업, 방송중계, 경찰, 소방, 레저 등 광범위한 활용 분야를 넓혀가고 있다. 드론은 IT 기술과 결합하여 활용 분야를 더욱 넓혀가고 있고, 4차 산업의 핵심으로 부상하고 있다. **연구목적:** 본 연구에서는 재난 예방, 대비, 대응 등 재난 방재 분야에서 활용 가능한 드론을 설계하고 구현하는 것을 목적으로 하였다. **연구방법:** 본 연구는 문헌조사를 바탕으로 하드웨어 드론 스펙을 조사하고 연구목적에 맞는 프로그램을 개발하는 방법으로 수행하였다. **연구결과:** 본 연구에서는 원격조종이 가능한 드론을 개발하고, 드론 원격조종을 위한 프로그램 방안을 조사하고, 드론에서 원격조종 방송이 가능한 프로그램을 개발하였다. **결론:** 해당 드론은 재난현장에서 원거리 원격조종, 원격방송 등의 기능을 바탕으로 재난분야에서 활용될 수 있을 것이다.

핵심용어: 재난대응, 드론, 원격조종, 자율비행, 원격방송

Received | 1 September, 2019

Revised | 4 October, 2019

Accepted | 18 December, 2019

OPEN ACCESS



This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서론

국내외적으로 도시문제를 디지털기술로 해결하고자 하는 시도가 증가하고 있다. 디지털기술이 다방면에 걸쳐 다양한 모습으로 고도화되면서 도시에 구현된 예가 스마트시티이다. 최근 들어 스마트시티의 성장 속도도 증대되고 있어 스마트시티 시장은 향후 10년간 가장 빠른 성장을 이룰 것으로 예상된다(우창완 외 4인, 2018). 스마트시티는 정보통신기술(ICT), 사물인터넷(IoT), 인공지능(AI)을 활용하여 교통, 에너지 등 우리 삶을 안전하고 풍요롭게 해주는 스마트 서비스의 종합적 결과물이라고 할 수 있다(김도량 외 3인, 2018).

4차산업혁명시대에 디지털기술을 활용하는 만큼 스마트한 솔루션은 더욱 다양하게 활용할 수 있다. 특히 스마트시티 계획이 활발한 가운데 도시 안전을 계획하면서 필수적인 요소로 재난 발생을 줄이고 피해 규모를 최소화할 수 있는 기술개발 또한 매우 중요한 관건이다. 이러한 스마트 솔루션 가운데 대표적인 것 중의 하나가 드론 관련 기술이다. 최근의 재난 발생은 발생 빈도에서뿐만 아니라 복합적이고 대규모적이고 치명적인 재난이라는 점에서 재난관리의 중요성이 매우 크다 할 수 있다. 재난을 예방 또는 대비하거나 재난 발생 초기에 다양한 정보를 바탕으로 효율적이고 신속한 대응을 하는 것이 더욱 중요해졌다. 이에 따라 재난으로 발생하는 피해를 최소화하기 위해 예방/대비/대응/관제 등 재난대응 및 관리 체계구축 연구개발이 다양하게 진행되고 있다. 이러한 점에서 앞으로의 도시재난관리는 스마트 기술을 적용한 솔루션을 통해 이루어져야 할 것이며 이러한 솔루션 가운데 하나가 드론을 이용하는 것이다.

국내외적으로 드론 기술이 현저하게 발전하고 있으며 각종 규제가 아직 많이 적용되고 있으나 향후 드론의 상용화가 이루어질 수 있음을 감안하여 본 연구에서는 도시에서의 재난대응용으로 드론의 활용성을 연구하고자 한다. 본 연구의 목적은 재난대응을 위한 원격리용 원격조종이 가능한 드론을 개발하는 것이다. 구체적인 목적은 다음과 같다. 첫째, 원격조종이 가능한 드론을 개발한다. 둘째, 드론 원격조종을 위한 프로그램 방안을 조사한다. 셋째, 드론에서 원격조종 방송이 가능한 프로그램을 개발한다.

드론 기술 수준 검토

드론 기술개발 현황

드론은 항공안전법상 초경량 비행 장치 중 무인 비행 장치에 속하며, 무선전파를 이용하여 조종사 없이 비행 및 조종을 할 수 있는 무인 비행 장치를 말한다. 드론은 구동 형태에 따라 고정익 무인 비행 장치, 회전익 무인기, 혼합형 무인기로 구분된다. 드론은 독일에서 2차 세계대전 당시 군용목적으로 개발되었다. 시작은 군사용으로 개발되었지만, 현재는 다양한 분야에서 활용되고 있다. 운송, 방송, 농업, 소방, 치안 등 거의 모든 산업 분야에서는 물론 개인 레저활동 분야에서도 활용되고 있다. 항공 시장에서 가장 빠르게 성장 중인 드론 시장은 점차 확대될 것으로 예상하며, 미국 컨설팅 업체 티그룹(Teal Group)은 세계 드론 시장 규모가 2025년 140억 달러 규모로 커질 것으로 전망했다(첨단정보통신 융합산업기술원, 2017).

실제로 드론업체 이외에도 구글, 아마존 같은 글로벌 IT 기업들도 드론 기술개발에 큰 힘을 기울이고 있다. 아마존의 프라임 에어는 물류센터로부터 반경 16km 지역 내의 소비자들에게 2.3kg 이하의 물건을 구매 직후 30분 이내 배송하는 시스템을 구축하였다. 구글도 드론을 이용한 배달 서비스를 상용화하고 있고, 나사와 함께 전국 단위의 광범위한 공간에서 다수의 드론 항로를 실시간으로 모니터링하고 통제하는 전미 무인장치 교통관리체계를 개발하고 있다.

민간용 드론 시장에서 70% 이상의 점유율로 우위를 확보한 국가는 중국이다. 중국 기업 DJI는 드론, 플랫폼, 컨트롤러 등 다양한 제품을 제조하고 있다. 무인 택배 배송 드론을 비롯하여 자율주행시스템을 탑재한 무인 드론 택시까지 개발 중이다. 중국에서는 스모그를 제거하기 위해 화학물질을 분사하는 드론을 개발하였다. Swiss Federal Institute of Technology에서는 재난 발생시 실종자 및 요구조자의 스마트폰에서 나오는 신호를 감지하여 드론으로 주변 지역을 촬영한 3D 영상을 제공해 주는 기술을 개발하였다. 실제로 산악지대에 고립된 요구조자의 위치를 적외선 센서를 장착한 드론을 통해 구조하였다(초당대학교, 2017). 국내에서는 수난사고 현장이나 산행 조난자 구조에도 드론을 배치하고 있다.

후쿠시마 원자력 발전소 사고를 당한 일본은 2014년 방사선을 모니터링하는 드론을 개발하여 후쿠시마현에서 활용하였고, 프랑스 자동차 제조업체 르노는 콘셉트카 크위드(Kwid)를 통해 드론의 활용이 자동차와도 연계될 수 있음을 보여주었다. 평소에는 차량 천장에 소형 드론이 숨어있다가 교통 체증 상황, 사고상황 등 필요시 공중 비행하여 주변 상황을 영상정보를 통해 운전자에게 알려주기도 하고, 브라질에서는 홍수 피해를 최소화하기 위해 홍수 피해 상황을 관찰하는 드론을 개발하였다. 이 드론은 홍수뿐만 아니라 재난재해 사고 발생 상황 감지, 치안, 교통 등 광범위한 역할을 하게 된다. 그 밖에도 각국에서 드론을 산업현장에서 활용하는 사례는 Table 1과 같다(초당대학교, 2017).

Table 1. Drone Usage by Country

국가	내용
미국	수색 및 구조용 드론 스카이스터 활용, 인간이 갈 수 없는 험난한 지역에서의 고해상도 동영상과 사진 촬영으로 지도 작성하는 드론, 구호 물품 전달 드론, 길잡이 내비게이션 드론
영국	피자 배달 드론, 식당에서 웨이터 역할 드론, 불법 사냥 감시용 드론, 축산업 전용 드론, 재난 상황전파용 드론
캐나다	조난 및 사고자 구출용 드론
프랑스	산불 진화용 드론

출처: 초당대학교(2017). 국내외 스마트드론 활용사례 분석

국내 기술 수준 및 동향

과학기술정보통신부는 4차 산업혁명이 도래함에 따라 자율주행차량 드론 등 무인 동체가 급부상할 것으로 예상하고 2018년 무인이동체 기술혁신과 성장 10개년 로드맵을 발표하였다. 과학기술정보통신부는 로드맵을 통해 6가지 핵심기술(Table 2 참고)을 향후 10년 동안 개발하겠다는 계획을 세웠다. 즉 탐지·인식, 통신, 자율지능, 동력원·이동, 인간-이동체 인터페이스, 시스템 통합 등의 6개 분야에서 124종의 기술개발을 계획하였다.

Table 2. Contents of Ministry of Science and ICT(MSIT)'s Six Technology

기술	내용
탐지·인식	실내·비가시권 등에서 운용을 위한 정밀 항법·항행기술을 개발하고, 기존 기술(탐지·회피 센서 등) 소형화 및 성능향상 연구 추진
통신	수중·광 통신 등 기술력이 열악한 분야의 원천기술을 확보하고, 불법행위 방지 기술을 통한 운용 안전성·신뢰성 제고
자율지능	무인이동체 스스로 상황을 판단하고 임무를 수행하기 위한 상황인식 기술 등을 우선 개발하고 이동체 간 협력기술은 장기적 개발
동력원·이동	무인이동체용 경량·고효율 동력원 시스템 개발 및 이종 동력원 간 결합을 통한 하이브리드 시스템 등 신개념 기술 선점
인간·이동체 인터페이스	상호작용 정도에 따라 조종·감독·협업 단계로 구분하고, 조종방식 개발에서 협력기술 개발로 순차적 추진
시스템 통합	무인이동체 신기술을 쉽게 적용 및 검증할 수 있는 개발체계 연구와 무인이동체 공통 SW 및 HW 개발

출처: 과학기술정보통신부(2018). 무인이동체 기술혁신과 성장 10개년 로드맵

국도교통부는 2017년 12월 ‘드론산업발전 기본계획’을 발표하고 2026년까지 시장 규모를 4조 4,000억 원으로 신장하고 기술경쟁력 세계 5위권 진입을 목표로 하였다. 산림청은 산불 예방 및 병충해 탐지, 한국 도시가스는 송유관 점검 등의 목적으로 드론을 활용할 예정이다(스마트드론기술센터, 2018). 국내 드론 기술은 세계 7위의 기술력을 보유하고 있으며 2023년 까지 세계 5위, 2027년 세계 3위로 무인기 산업군 진입을 목표로 하고 있다. 특히 Table 3을 보면 드론을 통한 감시나 방재 분야에서의 활용은 주로 공공의 영역에서 수요가 발생하고 있음을 알 수 있다. 주요 시설물 감시나 구체적으로는 화재나 홍수가 발생한 재난현장에서 활용된다.

Table 3. Drone Missions of 4 Public Sector

수요처	활용 분야	임무 내용
해경	해양경비	원해 경비, 예찰, 불법 어선 감시
	연안경비	주요 항포구 안전센터 운영(구난 장비투하)
	수색구조	해양 조난 현장 최초 도착 및 탐색
소방	해양오염 감시 및 방제	해양오염(유류, 유해 화학물질 누출) 관측
	실외 소방(화재)	화재 현장 최초 도착 및 관측
경찰	실내 소방(탐색)	지하 대도심, 건물 실내, 장대 터널 화재, 인명 탐색
	치안	치안현장 예찰 및 현행범/도주범 탐색추적
산림청	경호	주요 인사, 국가행사장 항공 경호, 테러 대응
	대테러 및 인질	대테러 및 인질 작전 지원
산림청	산불대응	산불 발생, 피해지역 산불 진화, 확산전파 관측
	산사태 관측	산사태 발생 후 현장 관측(토사량 측정 등)
	산림 병해충 관측	산림 병해충(소나무 개선충 등) 확산경로 측정

출처: 한국교통연구원(2017). 드론 활성화 지원 로드맵 연구

드론 개발은 정책적인 측면에서 국가 주도의 프로젝트를 통해 이루어지고 있다. 전 세계적으로 드론에 대한 관심이 고조되면서 국내에서도 다양한 소규모의 기업들이 각자 자신들의 영역을 확대하고 있다(영진전문대학 산학협력단, 2019). 특히 이

동통신사들은 드론과 LTE, 5G와 결합하여 활용을 더욱 넓혀가는 데 이바지하고 있다. SKT는 2017년 산업용 ‘숨비 드론’을 활용하여 영상 재난구조 시스템(Drone Mobile Station)을 시연하고 인천 왕산해수욕장에 실전 배치하였다. KT는 GIGA 네트워크를 통해 초고화질 영상 모니터링은 물론 실종자 수색, 관계 서비스, 산불 감시, 환경오염, 단속, 대기 환경 감시 등 다양한 재난 예방/대비/대응 관련 서비스를 사업화하고 있고, LGU+는 국내에서 처음으로 비가시권 드론 비행 특별 비행 자격을 취득하여 LTE망을 이용한 재난방재용 드론을 개발하고 비가시권 드론 비행이 가능하게 하였다.

드론 관련 선행연구 동향

드론에 관한 연구는 정부 차원에서 계획을 세우고 기술지원을 하고 각 공공기관이나 연구기관에서 개발지원을 하는 것과 함께 학계에서도 활발한 연구가 진행되고 있다. 최근에 이루어진 재난과 관련된 드론 기반의 연구는 Table 4와 같다. 사람의 접근이 힘든 지역, 요구조자의 위치 파악, 통합 관제시스템과의 연계를 통한 재난대응 등에 활용이 주된 연구개발 내용이다. 하지만 재난현장에서 대피, 상황관리 등을 위한 원격방송 기술과 비가시권에서의 자율 비행을 위한 LTE통신 바탕의 드론 개발 연구가 진행된다면 원격으로 언제 어디서든 자율비행과 원격조종을 통해 재난대응이 가능해져 재난현장에서의 드론의 활용 범위가 대폭 증가될 것으로 예상된다.

Table 4. Documentary Research

연구자	논문명	내용
임수연 (2015)	재난 안전 현장에서의 드론 활용	드론을 활용한 산불예방, 긴급 구호물자 보급, 열 감지 기술에 관한 연구 동향 소개
김창윤 외 2명 (2015)	드론기반 재난지역 붕괴 형상정보 취득 및 매몰자 탐지기술 개발	드론을 활용하여 매몰자의 휴대기기에서 송출되는 무선신호를 감지하여 위치를 감지하고, 주변 지형을 3D 모델링 하여 매몰자의 위치를 시각화 하는 기술개발
오종우 (2015)	드론에 의한 재난분석 및 uGIS 프로세스	드론을 활용한 재난현장에서의 모니터링, 재난현장의 변화관리에 대응하기 위한 수단으로서의 드론의 쓰임
김영철 (2016)	사물인터넷 기반에서 드론의 재난구조 역할 고찰	드론이 재난현장에서의 활용도는 높아지고 있지만, 사람이 쉽게 접근하기 힘든 지역이나 드론이 안정화 어려운 지역에서는 취약점이 발견되었으며 이를 보완할 부가장치가 필요할 것으로 보인다는 연구
이양선 (2017)	재난현장의 독립적 통신망 확보를 위한 스마트 통합 관제시스템	재난현장에서 드론과 스마트 통합 관제시스템의 연계 구축을 통해 효율적인 재난현장 관리에 관한 연구
조한광 외 2명 (2017)	드론을 활용한 재난관리활용의 문제점 개선에 관한 연구	재난현장에서 드론의 쓰임은 법적, 행정적 규제에 의해 제한적이다. 또한 드론을 재난현장에서 사용할 수 있도록 뒷받침해주는 플랫폼 개발이 부족함. 이런 부분의 개선방안에 대한 연구

재난대응 드론 개발

재난대응 드론의 하드웨어

드론 기본 구성

드론의 하드웨어는 여러 가지 부품들로 구성되어 있다. 드론에는 프레임에 중심으로 날개인 프로펠러와 동력을 제공하는 모터, 송신기로부터 비행 신호를 받아 Electronic Speed Control(이하 ESC)로 전송해주는 드론의 두뇌 Flight Controller(이

하 FC), 모터의 속도를 조절하여 균형을 잡거나 회전하는 등의 움직임을 제어하는 ESC, 그 밖에도 고도·균형·속도 등을 제어해 줄 GPS 센서를 비롯한 각종 센서가 장착되어 있다. 드론이 비행하는 데 필요한 가장 기본적인 부품들이다.

본 연구에서는 Fig. 1과 같이 드론의 기본적인 부품들이 장착되어 있는 완제품인 중국의 드론 제조업체 DJI사의 Spreading Wings S900 드론 기체를 이용하여 재난대응용 드론을 개발하였다. Spreading Wings S900을 선택한 이유는 8.2kg의 최대 이륙중량을 가지고 있어 카메라, 스피커, 각종 센서를 장착하기에 충분하기 때문이다. 또한, 드론은 재난 상황 시 영상정보 획득이 중요한데 드론이 착륙할 때 다리의 역할을 해주는 랜딩기어가 이륙 후엔 접을 수 있도록 접이식으로 되어 있어 카메라의 시야를 방해하지 않는 장점이 있기 때문이다. 또한 탈착식 Upper Center Board가 있어 각종 장치와의 연결을 쉽게 해주는 장점이 고려되었다(DJI사 홈페이지, <http://www.dji.com/kr/spreading-wings-s900>).



Fig. 1. Spreading Wings S900. 출처: DJI사 홈페이지, <http://www.dji.com/kr/spreading-wings-s900>

본 연구에서 개발한 드론의 추가 장착 부품은 방송 스피커, 드론과 송신기 간의 전송속도와 전송 거리의 한계를 없애줄 LTE 모듈, 드론-컨트롤러(송신기)를 LTE 통신으로 연결해서 각종 신호를 전송해줄 Raspberry Pi(이하 라즈베리 파이), 원격제어와 자율비행, 원격방송을 가능하게 해줄 Ground Control Station(이하 GCS) 등이다.

Raspberry Pi(라즈베리 파이)의 적용

영국의 라즈베리 파이 재단에서 개발한 싱글보드 컴퓨터인 라즈베리 파이는 여러 개의 입출력 주변 장치를 지원할 수 있고, 하드웨어 제어를 위한 입출력 판인 GPIO를 내장하고 있으므로 추가적인 장비 없이도 하드웨어 제어가 가능하다. 또한, 라즈베리 파이에 LTE 모듈을 연결하면 원격통신이 가능하여 무선센서 노드를 구성하는데도 매우 적합하고, 이에 따라 드론과 GCS간의 정보교환 및 동작 제어가 가능하다(이영민 외 1명, 2015). 비교적 높은 성능을 가진 라즈베리 파이는 가격도 저렴하므로 재난 상황에서 사용될 드론에 접목하여 활용하기에 매우 높은 경제성과 효율성을 가지고 있다. 본 연구에서는 드론과 GCS를 라즈베리 파이와 LTE 모듈을 통해 연결하여 상호 통신할 수 있도록 개발하였다.

LTE 통신 기술의 적용

드론에 사용이 가능한 무선통신 기술에는 Bluetooth, Zigbee, WiFi, Light bridge, LTE 등이 있다(Table 5 참고). Bluetooth와 Zigbee는 데이터 전송 용량이 매우 적고 속도가 느리며, 전송 거리가 매우 짧다는 한계가 있어 본 연구에서 재난대응용 드론에 적용하여 개발하기엔 적합하지 않다. 반면 WiFi는 널리 상용화된 보편적인 무선통신 기술이다. HD급 영상을 전송할 수 있을 정도로 전송속도가 빠르며 전송 거리도 비교적 긴 편이다. 하지만 같은 채널을 사용하는 다른 기기와의 전파 간섭 문제가 발생하여 재난 상황 시 드론의 비행 중 추락의 위험을 초래할 수 있다는 단점이 있다. 또한, 본 연구에서 개발한

재난대응용 드론의 기능 중 하나인 장거리 원격비행과 자율비행을 하기에는 거리의 한계가 있다는 점도 적용 불가능하게 한 요소이다. 이러한 WiFi의 한계를 보완하기 위해 중국의 드론 제조업체인 DJI사는 2.4GHz와 5.8GHz 주파수 대역을 동시에 사용하여 최대 5km의 장거리 전송과 빠른 전송속도를 가지는 Light Bridge로 명명한 무선통신 기술을 개발하였다(배중원 외 1명, 2019). 하지만 Light Bridge는 비싼 가격 문제, 용량 제한 등의 여러 제약사항이 있어 재난대응용 드론 개발에 부적합하다. 본 연구에서는 재난대응용 드론의 원격조종을 원활히 하기 위해 LTE 무선통신 기술을 적용하였다. LTE 기술은 WiFi 보다 훨씬 더 빠른 전송속도를 가지고 있으며, 비가시권이라도 LTE 통신 기지국의 커버리지 지역이라면 드론의 제어가 가능할 정도로 전송 거리의 한계가 없다. 물론 LTE 통신 서비스를 제공하는 사업자에게 통신 사용량만큼 무선통신 요금을 지불해야 한다.

Table 5. Wireless Communication Technology

국가	장점	단점
Bluetooth	근거리 무선통신에 적합	느린 전송속도, 짧은 전송 거리, 적은 처리 용량
Zigbee	근거리 무선통신에 적합	느린 전송속도, 짧은 전송 거리, 적은 처리 용량
WiFi	보편화된 무선통신 기술, 빠른 전송속도	전파 간섭 문제 발생, 전송 거리의 한계 존재
Light Bridge	향상된 전송 거리, 빠른 전송속도	높은 비용, 전송 거리의 한계 존재
LTE	빠른 전송속도, 제약 없는 전송 거리	비용 발생

출처: 배중원 외 1명(2019). LTE/WiFi 기반 소형 무인기용 영상 전송 시스템 개발.

드론과 GCS를 LTE 통신으로 연결하기 위해서는 LTE 데이터통신 서비스 가입이 필요하다. 그러나 드론과 GCS에 내장될 LTE 모듈은 고정 IP의 할당이 어려우므로 이를 해결하기 위해 중간에 고정 IP를 갖는 M2M(Machine to Machine) 서버가 있어야 한다. 드론과 GCS 간의 연결은 Fig. 2와 같이 M2M 중계 서버를 통해 이루어진다. 드론과 GCS를 작동시키면 M2M 서버에서 자동으로 접속하도록 구성하였고, 접속된 두 통신 장치의 IP 주소를 알 수 있게 되어 데이터 교환이 가능해진다. 드론에서 M2M 서버로 전송되는 영상 데이터는 단방향성을 가지기 때문에 별도의 세션 연결과 설정이 필요하지 않다. UDP 포트를 이용하여 영상정보를 송신하면 자동으로 수신할 수 있도록 구성하였다(배중원 외 1명, 2019).

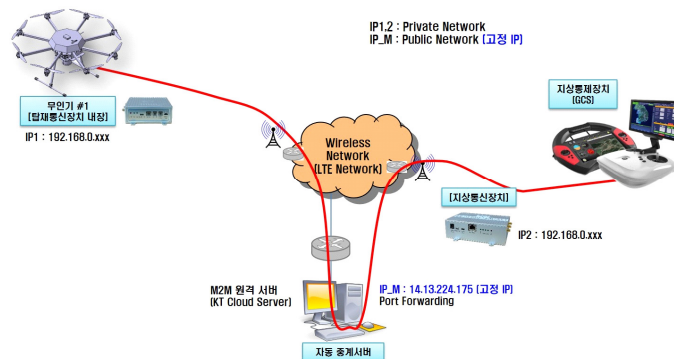


Fig. 2. Network Configuration for LTE Communication Connection. 출처: 배중원 외 1명(2019). LTE/WiFi 기반 소형 무인기용 영상 전송 시스템 개발

Ground Control Station(GCS)

GCS는 Figs.3~5와 같이 3개의 모니터와 1개의 키보드 그리고 조종 스틱으로 구성하였다. 상단 화면은 드론이 촬영하거나 드론의 카메라로 비치는 모습을 실시간으로 표출해주는 모니터이다. 하단의 모니터는 드론의 원격조종을 위해 각종 설정을 할 수 있는 임무 제어 프로그램이 표출된다. 그리고 유사시 드론을 물리적으로 조종하기 위해 조종기가 탑재된다.

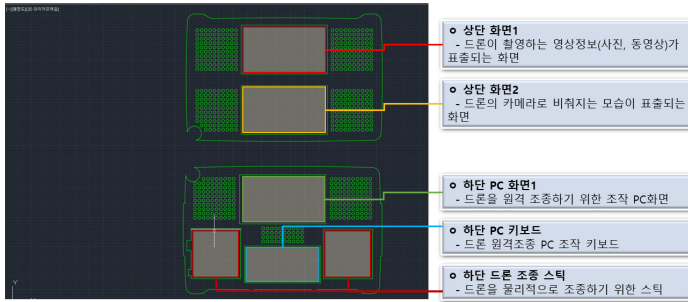


Fig. 3. GCS Monitor Composition

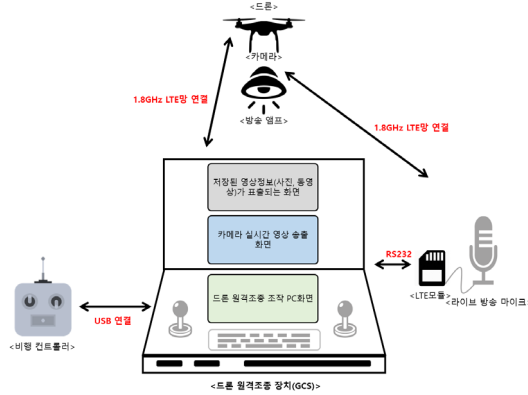


Fig. 4. GCS Diagram



Fig. 5. GCS

Fig. 6처럼 GCS는 드론 제어를 위한 드론 제어 S/W와 방송을 위한 방송 S/W 총 두 개의 소프트웨어로 구성하였다. 먼저 드론 제어 S/W는 LTE 통신을 통해 드론의 라즈베리 파이와 연결된다. GCS에서 드론의 원격조종, 자율비행 등의 비행 조작 신호를 송신하면 라즈베리 파이가 수신 후 FC로 전달하여 드론이 비행할 수 있도록 한다. 또한, 드론의 카메라로부터 촬영된 영상정보를 GCS로 전송할 때도 라즈베리파이에 탑재된 LTE모듈을 통해 드론제어 S/W와 LTE 통신으로 전송하도록 구성하였다. 방송 S/W는 드론 제어 S/W와 마찬가지로 드론의 방송 장비와 LTE 통신으로 연결하였다. GCS 의 방송 S/W에서 드론의 방송 장비로 방송 명령을 전송하면 상용 LTE 통신사의 기지국을 통해 방송 장비로 전송되도록 구성하였다.

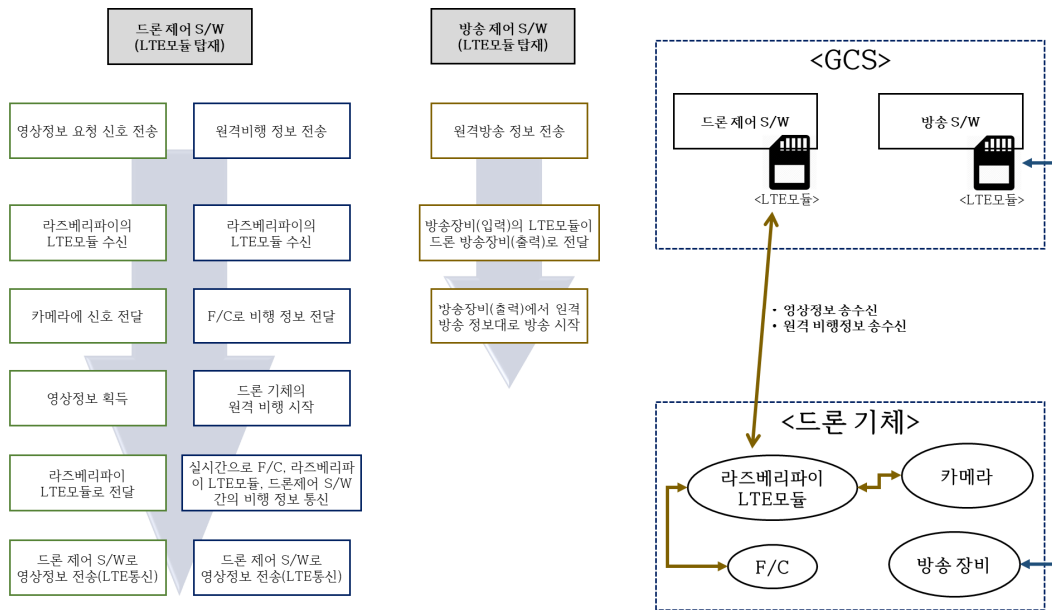


Fig. 6. Data Flow Diagram of Drone Control S/W and Broadcasting S/W

드론 원격조종 및 자동비행 기술

재난이 발생한 지점으로 무인 드론을 신속히 보내기 위해서 원격조종을 통한 비행 기능이 필요하다. 본 연구에서는 드론의 원격조종 기술을 구현하기 위하여 GCS의 드론 제어 S/W를 개발하였다. Fig. 7은 드론 제어 S/W이다. 드론 제어 S/W에서는 GIS 상에 waypoint를 설정하여 드론이 비행할 경로를 표시해준다. 해당 정보가 드론으로 전송이 되면 드론은 waypoint를 따라 순서대로 자율 비행한다. 이때 드론은 드론의 위치를 정확히 파악하기 위해 끊임없이 GPS 신호를 탐지하며 비행한다. 이런 드론의 비행 방식은 자동비행방식이라고 부른다. 자동 비행 방식은 관리자가 지도상에 시작지점과 도착지점을 설정하면 해당 위치로 지도상의 경로를 따라 드론이 자동으로 비행하는 방식이다. 자동 비행을 구현하기 위해서 지도상에 드론의 위치를 실시간으로 인식하는 것이 가장 중요하기 때문에 드론은 GPS 신호를 수신하고 분석하여 경로상에 위치를 지속적으로 검증하며 비행한다.

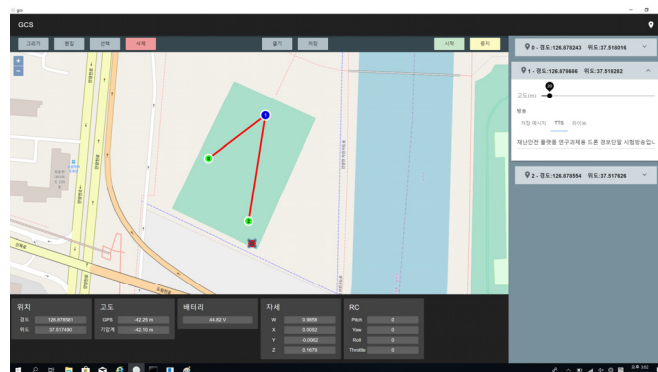


Fig. 7. GCS-Drone Control S/W

드론이 원격으로 자동비행을 하다 보면 예기치 않은 장애물이나 기타 난관에 봉착하여 더 이상 전진을 할 수 없거나, 추락의 위험이 있는 경우가 생길 수 있다. 이러한 경우에 대비하기 위하여 위험 상황일 때 드론은 본래 이륙 지점으로 돌아와 자동으로 착륙하는 기술을 구현하였고, 그것은 드론의 자동 복귀 기술이라고 할 수 있다. 자동 복귀 기술은 두 가지 경우에 작동하도록 구현하였다. 첫 번째로 배터리 전력에 의존해 구동되는 드론이 스스로 배터리의 전압을 실시간 모니터링하여 잔여 배터리가 25% 이하로 떨어지면 이륙 장소로 복귀하여 착륙하도록 설정하였다. 두 번째로 LTE 통신사 기지국에 의해 전파를 수신받아 움직이는 LTE 통신 기반 드론이라도 LTE 송수신 전파가 약하거나 기타 여러 가지 이유로 전파장애가 생기는 문제가 발생하면 이륙 장소로 복귀하여 착륙하도록 설정하였다. 비상시 자동 복귀 장소를 별도로 설정도 가능하고, 설정하지 않는다면 기본값은 이륙했던 지점으로 돌아와 착륙하는 것이다.

CGS의 드론 제어 S/W는 waypoint 를 설정할 때 2D로 된 GIS 상에 설정한다. 하지만 드론이 비행할 때는 GIS에서는 알 수 없었던 여러 장애물이 나타나게 되는데 이때 드론은 장애물을 감지하고 회피하는 기술이 필요하다. 또한 자동복귀가 어려운 상황에서는 지상에서 인적 물적 피해가 발생하지 않을 만한 곳에서의 추락이나 비상착륙에 대한 유도 기술도 필요하다. 이것이 되지 않으면 드론이 비행 중 추락하여 큰 사고로 이어질 수 있기 때문이다. 따라서 드론에 장착된 초음파 센서를 통해 드론이 지속해서 장애물 유무와 장애물과의 거리 측정 그리고 우회 비행을 할 수 있도록 경로 변경을 하는 기술을 구현하였다.

드론 원격 방송기술

재난현장에서 드론을 활용하여 상황전파 또는 상황 지휘를 하기 위해 드론에 방송용 스피커를 장착하였다. 또한, 방송은 먼 거리에서도 LTE 통신을 통해 메시지 전달과 방송을 할 수 있도록 구현하였다. GCS와 드론에 장착된 LTE 모듈은 M2M 중계 서버를 통해 이루어진다. 고정 IP를 갖는 M2M 덕분에 드론과 GCS는 상호 통신이 가능하게 된다. GCS의 방송 S/W에서 방송 메시지를 드론의 LTE 모듈에 전송하면, 드론은 스피커를 통해 방송하도록 구현하였다. 이때 LTE 모듈과 드론은 1.8GHz LTE망을 통해 통신을 주고받게 되고, LTE 통신 덕분에 대용량 음성메시지를 실시간으로 전송할 수 있다. 또한, 방송 앰프의 상태 및 방송 설정 데이터를 전달하도록 설계하였으며, TTS 방식의 방송은 최대 1500자의 문자열을 방송할 수 있다. 저장된 메시지를 방송하는 기능은 프로그램 내부에 리스트 박스로 구성하여 선택할 수 있도록 설계하였다. 본 기술은 LTE통신을 이용하여 LTE기지국이 있는 곳이라면 장소에 제약받지 않고 원격조종, 영상전송 등을 할 수 있다. 반면에 DJI의 Mavic2 Enterprise는 ocsync 2.0 기술을 활용한 통신을 하는데 ocsync 2.0 기술은 최대 7km 까지 기체를 컨트롤 할 수 있고, 영상전송 지연시간을 많이 단축했다는 장점이 있다. 하지만 본 연구에서는 거리제약의 한계가 없는 LTE 통신을 이용하여 개발했다.

드론을 통한 재난 상황전파 방송은 다음과 같이 3가지의 방법을 통해 구현되도록 개발하였다. 첫째, 드론에 주요 메시지 내용을 저장한 뒤 상황에 따라 해당 메시지를 방송하는 방법이다. 재난 상황별로 주요한 메시지를 드론의 저장장치에 미리 저장을 시켜 놓고, 관리자가 재난 상황에 따라 해당 메시지를 방송하도록 드론 원격조종 장치에서 조작하면 음성 정보로 변환하여 스피커를 통해 방송한다(Fig. 8). 둘째, 드론을 원격조종하는 드론 원격조종 장치에서 상황에 따라 메시지를 입력하면 해당 메시지를 음성으로 변환하여 방송하는 방법이다. 드론을 원격조종하는 드론 원격조종 장치에서 관리자가 재난 상황을 모니터링하면서 상황에 필요한 메시지가 있는 경우, 시스템에 텍스트로 입력한다. 텍스트로 입력된 메시지를 무선통신을 통해 드론에 전달되고, 수신된 메시지를 음성 파일로 변환하여 스피커를 통해 방송한다(Fig. 9). 셋째, 드론을 원격조종하는 관

리자의 음성메시지를 직접 방송하는 방법이다. 관리자는 재난 상황을 모니터링하면서 상황에 맞는 방송이 필요할 때, 드론 원격조종 장치에 연결된 마이크를 통해 음성 정보를 직접 입력한다. 입력된 관리자의 음성 정보는 LTE 통신을 통해 비행 중인 드론에 전달되고 스피커를 통해 현장에 방송한다(Fig. 10).

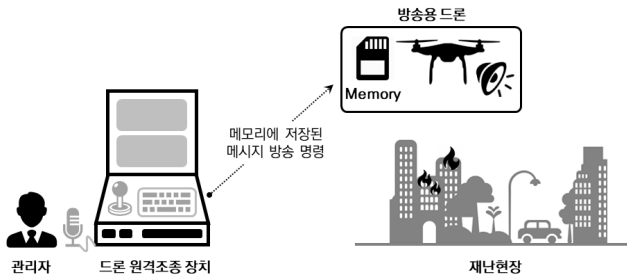


Fig. 8. Remote Broadcasting(Saved Message Broadcasting)

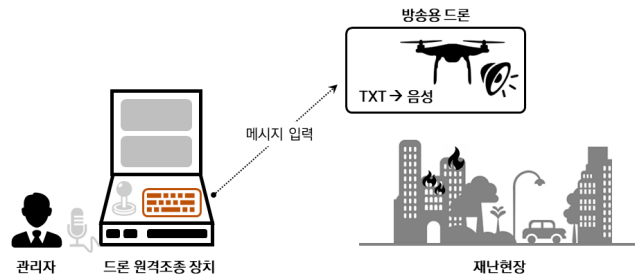


Fig. 9. Remote Broadcasting(Typed Message Broadcasting)

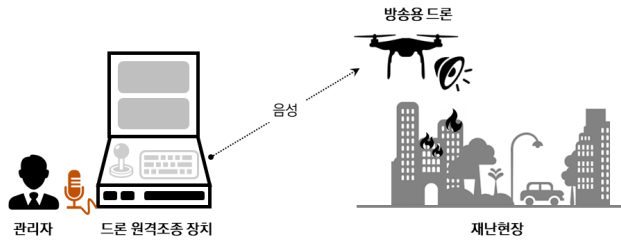


Fig. 10. Remote Broadcasting(Broadcast Using a Microphone)

결론

최근에 빈번하게 발생하는 재난은 복합재난 형태의 대규모 재난 형태를 띠고 있어 재난관리의 중요성이 점차 커지고 있다. 이에 따라 디지털기술을 활용하여 도시의 안전을 계획하는 다양한 기술을 적용한 재난대응 방안이 마련되고 있다. 이러한 대응 방안의 하나로 최근 다양한 분야에 활용되고 있는 드론을 원거리 원격조정이 가능한 형태로 개발하여 재난 상황에 신속한 상황전파가 이루어질 방법을 모색해 보았다.

이를 위해 재난대응 드론의 하드웨어 구성방안을 제시하였다. 드론은 DJI사의 Spreading Wing S900 제품을 바탕으로 원격제어, 자동비행, 원격방송이 가능하도록 GCS의 개발, 스피커 장착, 라즈베리파이와 LTE 모듈을 통한 LTE 통신 기술 개발을 하였다. 또한, 드론의 안전한 비행을 위해 장애물 탐지하고 회피하는 기술과 긴급한 상황 시 이륙 장소로 복귀하는 기술을 개발하였다. 최근 5G가 주요 통신수단으로 등장하면서 이를 드론에도 적용 가능할지에 대한 검토가 향후 연구에서 검토해 볼 사항이다.

위와 같은 재난대응용 드론을 활용하면 언제 어디서든 드론의 원격조종, 자율비행을 통해 재난대응이 가능해질 것으로 예상된다. 게다가 원격 방송시스템을 활용하여 대시민 재난상황 전파 안내방송 서비스를 할 수 있어 인명피해 저감의 효과를 가져올 수 있다. 드론을 통해 신속한 상황전파 및 재난현장 관리 체계를 구축하여 안전한 사회 구현과 국민의 삶의 질 제고에 기여할 수 있을 것으로 기대된다.

Acknowledgment

본 연구는 국토교통부/국토교통과학기술진흥원의 스마트시티 혁신성장동력 프로젝트 지원으로 수행되었음(과제번호 19NSPS-B149853-02).

References

- [1] Bae, J-W., Lee, S-J. (2019). "Development of Video Transfer System using LTE/WiFi for Small UAV," *Journal of Aerospace System Engineering*. The Society for Aerospace System Engineering, Vol. 13, No. 2, pp. 10-18.
- [2] C&P (2017). *Analyze business model and commercialization strategy using drones*, IACT, Korea.
- [4] Cho, H-K. (2017). "A Study on Problems and Improvement of Disaster Management Activities Using Drones." *Journal of Korean Society of Disaster and Security*, Vol. 10, No. 1, pp. 67-74.
- [5] Chodang University (2017). *Use Cases Analysis of Smart Drone on Domestic and Foreign*, IACT, Korea.
- [6] IACT (2017). *Analysis of Drone Business Model and Commercialization Strategy*.
- [7] Im, S-Y. (2015). "The Use of Drones at Disaster Sites." *Science and Technology Policy*, Vol. 25, No. 6, pp. 16-19.
- [8] Kim, D.R., Lee, S.H., Woo, C.W., Han, W.K. (2018). "Smart City by Smart Citizen Part II". NIA, Korea.
- [9] Kim, Y.C. (2016). "Review the Role of Drone in the IoT-based Disaster Relief." *Proceedings of the Korean Society of Broadcast Engineers Conference*, Korea, pp. 58-59.
- [10] Korea Transport Institute. (2017). *Drone Activation Support Roadmap Study*, MOLIT, 11-1613000-002079-01, Korea. p. 203.
- [11] Lee, Y-S. (2017). "Smart Integrated Monitoring System for Ensuring Independent Network in Disaster Site." *Journal of Digital Contents Society*, Vol. 18, No. 5, pp. 905-910.
- [12] Oh, J.W. (2015). "Disaster Analysis and uGIS Process through the Drone(UAV) Systems." *Proceedings of the Korean Society of Disaster Information Conference*, Korea, pp. 232-234.
- [13] Oh, Y-S. (2019). "Design of Context-Aware-Based Drone Control Mechanism by Using Two-Factor," *Journal of The Korea Institute of Information Security & Cryptology*, Vol. 29, No. 1, pp. 57-59.
- [14] Smart Drone Technology Center (2018). *A Study on the Actual Condition and Demand of Drones in Korea*, Korea.
- [15] *Unmanned Vehicle Technology Roadmap* (2018). Ministry of Science and ICT, p. 27.
- [16] Woo, C.W., Kim, D.R., Han, W.K., Lee, S.K. (2018). "Smart City by Smart Citizen Part I", NIA, Korea.
- [17] YeungJin University (2018). *Smart Drone Hardware Trend Analysis*, Korea.
- [18] Youngjin University (2019). *Major Key Players in Drone Industry*, Korea.