

상용 LTE모뎀을 이용한 장거리 비행관제 네트워크 시스템 구축

홍 준*^{1*}, 이한섭¹, 심현철¹

한국과학기술원¹

Building a Long-distance Ground Control System for UAV Using a Commercial LTE Modem

Jun Hong^{1*}, Hanseob Lee¹ David Hyunchul Shim¹

초 록

본 연구는 상용 LTE 모뎀을 활용하여 무인기가 비행관제 시스템과의 네트워크를 구축하는 방안에 대해 연구하였다. 기존의 무인기 네트워크 시스템은 AP(Access Point)의 커버리지가 닿는 근거리에서만 무인기의 관제가 가능하다는 점과 무인기와 관제 시스템 사이의 LOS(Line-of-Sight)를 확보해야 하는 단점이 있다. 이를 개선하기 위해 본 연구에서는 LTE망을 활용하여 장거리 네트워크 시스템을 구축하였고 무인기와 비행관제 시스템과의 거리가 4KM 떨어진 곳에서 비행 실험을 통해 본 연구의 네트워크 시스템을 검증하였다.

ABSTRACT

This study is about that how to build a network system between a UAV and a ground control system using a commercial LTE modem. An Existing network system for UAV has some weakness which is that UAV and a ground control system should be in the coverage of AP(Access Point) and they need to keep the LOS(Line of Sight) during a flight. In order to solve the problem, our research team builds a network system using LTE network for a long distance communication and it is verified through the flight test in the place where is 4km away from a ground control system.

Key Words : Commercial LTE Modem(상용 LTE 모뎀), LTE Network(LTE 네트워크), A Long Distance Network System(장거리 네트워크 시스템)

1. 서 론

최근 무인기의 발전과 관심이 높아지면서 무인기의 수요가 급증하고 있다. 실제로 국제무인 시스템협회(Association for Unmanned Vehicle Systems International, AUVSI) 역시 2025년까지 무인항공기 관련 산업이 약 10만개 이상의 일자리를 창출할 것으로 예상하며 많은 국가들이 무인 항공기 관련 산업에 관심을 가지게 되었고 이에 따라 민간 무인기 분야 연구도 활발히 진행 되고 있다⁽¹⁾.

본격적인 민간 무인기 활용에 앞서 무인기와 관제 시스템 사이의 거리에 상관없이 관제할 수 있

는 통신 네트워크 시스템이 필요할 것이다. 본 논문에서는 이러한 장거리통신을 충족하기 위하여 전국적으로 망이 형성되어 있는 LTE 네트워크를 활용한 장거리 비행관제 네트워크 시스템 연구를 제시하고자 한다.

LTE 통신망을 이용한 한 연구에서는 특정 통신사와의 협력을 통해 LTE모뎀을 제작하여 네트워크를 구축하였다⁽²⁾. 본 연구에서는 쉽게 구할 수 있는 상용 LTE 모뎀을 사용하여 네트워크를 구축하였다.

본 연구를 수행하기 위해 상용 LTE 모뎀(SKT



Fig. 1. 상용 LTE 모델 SDT-CW3B1(좌)
LTE모뎀을 장착한 무인기(우)

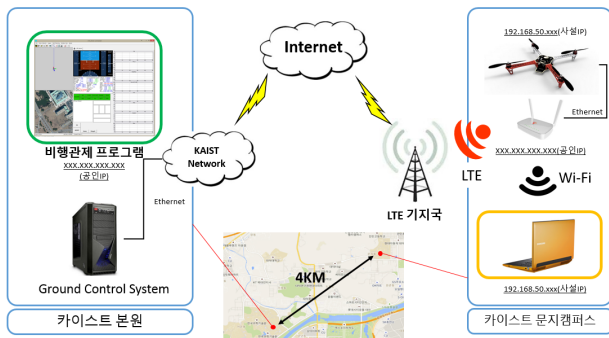


Fig. 2. 무인기와 비행관제 시스템 사이의
네트워크 구성도

SDT-CW3B1)을 사용하였고 무인기로부터 4KM 떨어진 비행관제 시스템과 통신하는 실험을 통해 네트워크 시스템을 검증하였다.

2. 본 론

본 논문의 비행관제 네트워크 시스템은 아래 Fig. 2와 같이 비행관제 프로그램과 원격지 사이로 구분된다. 두 사이트 간의 거리는 4KM떨어진 곳에서 실험 했다.

무인기에서 LTE망을 사용하기 위해 SKT의 상용 LTE모뎀을 사용하였으며, 무인기와 모뎀사이의 통신은 Ethernet 포트를 사용하였고, 무인기의 제어 프로그램을 실행하기 위해 LTE모뎀의 Wi-Fi신호를 사용하여 노트북에서 무인기로 ssh접속을 하였다. 비행 관제 프로그램은 KAIST Network 공인 IP가 부여된 PC를 활용하였다.

2.1 비행관제 네트워크 시스템 구성

네트워크 프로그래밍 관점에서 공인IP이며 고정 IP를 가지고 있는 비행관제 프로그램의 PC가 서버의 역할을 하며 고정IP를 가지고 있지만 LTE모뎀의 DHCP에 의한 사설 IP를 가지고 있는 무인기는 클라이언트가 된다. 이는 최초 연결을 형성할 때 무인기에서 관제프로그램으로 접속하는 것은 관제 프로그램 PC의 IP와 해당 포트만 알면 접속이 가능하지만 그 반대의 경우 유동IP를 가진 LTE모뎀에

의해 사설IP를 부여받은 무인기로의 접속은 LTE의 유동IP를 알아내기 위한 번거로운 작업이 필요할 뿐만 아니라 LTE모뎀의 공인IP와 무인기의 사설IP 사이의 라우팅 테이블을 작성해야 하는 것 역시 쉽지 않기 때문에 전자의 방식으로 서버와 클라이언트를 결정하였다.

2.2 데이터 프로토콜

두 사이트간의 데이터 교환은 TCP 와 UDP 프로토콜 두 가지를 사용하였다.

본 실험에서 사용하는 저용량의 비행데이터를 연속적으로 보낼 경우 TCP 프로토콜이 UDP에 비해 전송 속도는 느리다. 하지만 전송하는 데이터의 성격이 비행체로 명령을 전송하는 데이터이기 때문에 데이터의 신뢰성이 중요하다. 그러한 관점에서 TCP 프로토콜은 데이터 전송 신뢰성을 높여주는 Three-way-Hand Shaking 흐름 제어 방식을 사용하기 때문에 관제 프로그램에서 무인기로 명령을 보낼 때 사용했다⁽³⁾.

반면 UDP 프로토콜은 TCP에 비해서 전송속도가 빠르지만 데이터 전송 신뢰성에 있어서 TCP보다는 다소 낮은 편이다. 하지만 무인기에서 관제 시스템으로 보내는 데이터는 신뢰성이 조금 낮더라도 최대한 지연 없이 상태를 표시하는 것이 중요하므로 무인기에서 비행관제 시스템으로 보내는 무인기 상태 데이터는 UDP를 사용하였다⁽³⁾.

2.3 실험 결과

실험은 비행관제 프로그램과 무인기 사이의 직선거리가 4KM떨어진 지점에서 수행하였다. 이번 실험의 전체적인 네트워크 구성은 Fig. 2에 나타내었다. Fig. 3과 Fig. 4는 LTE 네트워크를 통하여

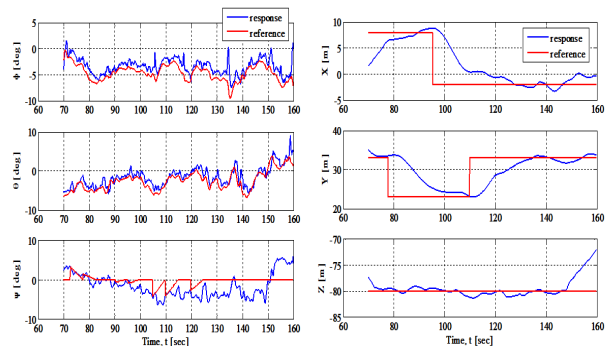


Fig. 3 (좌)NED Frame Velocity Graph
(우)Local Position Graph

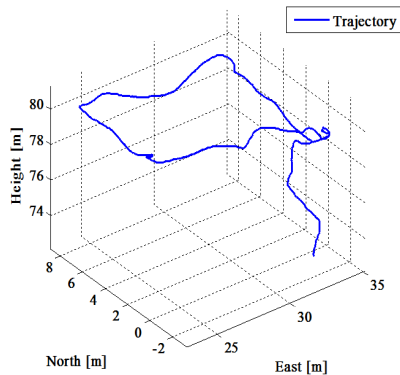


Fig. 4. 무인기로부터 받은
Local Coordinate 3D Flight Trajectory

무인기로부터 받은 비행경로 데이터를 나타내는 그림이다.

3. 결 론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 LTE 네트워크를 활용한 장거리 비행관제 네트워크 시스템 구축을 제안 하였다.

무인기에 LTE 모뎀을 장착하여 비행관제 시스템 과 통신을 수행 함으로써 기존의 근거리 관제 방식을 벗어나 관제시스템과 LTE 네트워크가 가능한 지역의 무인기와 거리에 상관없이 통신이 가능하게 되었다.

본 연구를 바탕으로 다 개체에 대한 비행관제 네트워크 시스템 환경 구축을 진행 할 예정이다.

후기

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술진흥센터의 정보통신·방송 연구개발사업의 일환으로 수행 하였음. [R-20150223-000167, 고신뢰성 다중 무인이동체 통신 및 보안 SW기술 개발]

참고문헌

1) D. Jenkins and B. Vasigh, "The economic impact of unmanned aircraft systems integration in the united states", Association for Unmanned Vehicle Systems International (AUVSI), Mar. 2013.

2) Yu Mingu, Hong Seonggyeong, Kang Yuntae, Kim Doyun, Kim Beomjun, Jeong Sangho, "Real Time Control and Video Transmission of a Quadrotor Flying Robot using LTE Telecommunication Network", The Korean Society For Aeronautical And Space Sciences, Apr. 2014

3) Yoon Seongwoo, "TCP/IP Socket Programming", Orange Media, 251-21, Seongsan-dong, Mapo-gu, Seoul, Korea, 2009.