

군용 무인항공기의 TM/TC 데이터 프로토콜 분석

홍수운* · 김영길**

*한화시스템 · **아주대학교

Analysis of TM/TC data protocol of Military Unmanned Aerial Vehicles

Su-woon Hong* · Young-kil Kim**

*Hanwha Systems · **Ajou University

E-mail : suwoon.hong@hanwha.com

요 약

다양한 목적으로 군에서 운용되고 있는 무인항공기는 목적에 따라 수집된 정보를 무선통신을 이용하여 지상의 통제장비로 전송하고 비행체의 운용제어 및 상태정보를 송수신 할 수 있도록 설계되어 있다. 현재 국내에서 운용 중인 군용 무인항공기 체계는 각 체계별 고유 통신방식과 프로토콜, 메시지 구조 등을 이용하고 있다.

따라서 본 논문에서는 현재 체계개발 중에 있는 두 기종의 군용 무인항공기 체계의 TM/TC 데이터 프로토콜을 분석하고 무선 통신환경에서 더 효율적인 TM/TC 메시지 설계방안에 대해 제시한다. 또한 향후 다수의 무인기 간 또는 새로 도입되는 무인기 체계와의 상호운용성 보장을 위한 기술 표준화를 위해 고려해야할 사항 등에 대해 논하고자 한다.

ABSTRACT

Unmanned aerial vehicles(UAVs) operating in the military for various purposes are designed to transmit information collected according to the purpose to GCS(Ground Control System), and to transmit/receive the vehicle's operational control and status information using wireless communication(or datalink). Currently, the military UAV systems in operation in Korea use unique communication methods, protocols, and message structures for each system.

In this paper, we analyze the TM/TC data protocol of two types of military UAV systems currently under development and propose a more efficient TM/TC message design scheme in wireless communication(or datalink) environment. And we will discuss issues to be considered for standardization of technology for ensuring interoperability with many UAVs or newly introduced UAV systems.

키워드

Tactical UAV, TM(Telemetry), TC(Telecommand), Data link, Interoperability

I. 서 론

군용 무인항공기는 다양한 전술적 목적으로 근접작전 수행 지원을 위해 정보를 수집하고 수집된 정보를 지상으로 전송한다. 감시정찰을 목적으로 하는 전술 무인항공기는 데이터링크를 통해 대용량 영상정보를 전송하고 무인항공기 제어를 위한 비행체 측위정보, 비행체 통제정보 및 상태 정보 등을 지상통제장비와 데이터 통신한다.[1]

군용 무인항공기 뿐만 아니라 일반적으로 무인

기 시스템에서 사용하는 통신 프로토콜은 항공기로부터 내려오는(하향) 데이터 TM(Telemetry)과 지상에서 항공기로 전달해주는(상향) 데이터 TC(Telecommand)로 구분한다.

무인기 시스템의 통신 프로토콜 설계를 위해서는 TM과 TC에 대한 메시지 정의는 물론 데이터 전송 구조와 전송 방식에 대한 정의가 반드시 필요하다.[2]

하지만 각 시스템의 목적에 따라 전송되어야 하는 데이터의 종류와 개수, 데이터 크기가 다르

며 그에 따라 전송 방식 및 절차에 차이가 있다. 본 논문에서는 현재 우리나라에서 체계개발 중인 감시정찰을 목적으로 하는 전술 무인항공기 중 두 기종에 대해 TM/TC 데이터 프로토콜을 분석하고 무선 통신환경에서 더 효율적인 데이터 전송방안을 제시한다. 덧붙여 향후 군용 무인항공기의 표준화를 위해 고려해야 할 사항 등에 대해 제안하고자 한다.

II. 본 론

현재 국내에서 운용 중인 군용 무인항공기는 대대급 및 군단급 무인정찰기로 군단급 무인기인 RQ-101 송골매는 정부과제로 1991년 개발에 착수해 2004년에 전력화를 마쳤다. 이후 현대화 개량사업 등을 통해 성능을 높였지만 향후 차기 군단급 무인항공기로 대체될 예정이다.

표 1. 국산 군용 무인항공기 개발 현황

기종	현황	비고
송골매(군단급)	운용 중	2004년 전력화 완료
대대급	운용 중	2013년 기종선정
사단급	체계개발 중	2016년부터 양산
차기 군단급	체계개발 중	2020년부터 전력화
무인전투기	연구 중	-

아직 체계개발 중으로 실전 배치되지 않은 사단급과 차기 군단급 정찰용 무인항공기는 감시정찰/탐지를 목적으로 고해상도 영상전송 등의 유사한 기능을 수행한다.

유사한 통신규격을 가졌지만 작전운용 반경과 비행체 크기에서 알 수 있듯 비행체에 실장되는 장비에도 큰 차이가 있다.

따라서 이러한 장비들에서 발생되어 송수신 되는 데이터의 종류와 양은 물론 TM/TC 데이터 프로토콜 방식도 다름을 확인할 수 있다.

2.1 사단급 정찰용 무인항공기

사단급 무인항공기는 상대적으로 작은 기체에 00km 정도의 짧은 운용반경을 가진다. 지향성을 갖는 주링크와 전방향성인 보조링크를 보유하고 있으며 무선링크에서의 데이터 손실을 최소화 하기 위해 주링크와 보조링크에 동일한 TM/TC 데이터를 OOHZ 주기로 반복 전송한다.(임무영상은 주링크로만 전송된다.)

고정 크기의 TM/TC 데이터 반복 전송은 수신 데이터의 신뢰도를 높이는 반면 통신 대역폭의 낭비를 초래한다. 또한 항공기에 탑재된 다양한 비행통제/항법/임무장비들을 제어하기 위해서는 많은 데이터 영역의 할당이 필요하지만 고정된 크기의 데이터 영역에서는 장비별 영역 할당이 어려움이 따른다.

따라서 사단급 무인항공기에서는 다음 그림과

같은 구조로 TM/TC 데이터를 구성하였다.

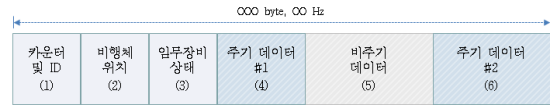


그림 1. TM 데이터 구조

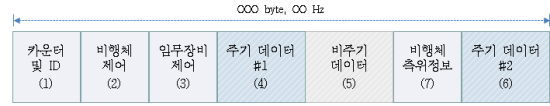


그림 2. TC 데이터 구조

TM/TC 데이터는 동일한 크기의 OOHbyte와 OOHZ 주기를 가진다.

2대 이상의 무인항공기 운용이 가능하므로 수신 항공기 구분 및 동일 데이터의 중복 수신 등을 필터링 하기 위한 카운터 및 ID 영역(1)과 측위정보나 비행체 위치정보 등과 같이 시간에 민감한 정보는 OOHZ 주기에 맞출 수 있도록 지정된 고정 영역(2, 3, 7)을 할당한다.

반면 상대적으로 시간에 덜 민감한 부수장비 제어 등의 정보는 주기와 비주기 데이터로 구분하여 장비별로 할당된 영역만을 사용한다.

주기 데이터 영역(4, 6) 내에서도 장비별 전송 주기를 다르게 하여 여러 장비의 제어/상태정보를 같은 영역에서 처리할 수 있도록 한다. 다만 갑자기 증가한 제어/상태정보는 최대 000msec 내에는 처리될 수 있도록 장비별 고정된 주기를 사용하도록 설계되었다.

비주기 데이터 영역(5)은 이벤트성으로 발생하는 메시지에 대한 영역으로 특별히 발생한 제어/상태정보가 없을 시엔 할당된 영역에 데이터가 실리지 않은 상태로 전송된다.

따라서 동일한 데이터의 중복 전송이나 변경된 데이터가 없을 시에도 데이터가 전송되므로 무선 통신 가용도 측면에서는 효율성이 떨어진다.

하지만 무선통신에서 발생할 수 있는 데이터 손실을 최소화 하고 수신율을 높여 보고자 하는 측면에서는 정보의 신뢰도를 높일 수 있다는 장점을 가진다.

2.2 차기 군단급 정찰용 무인항공기

차기 군단급 무인항공기는 현재 군단급으로 운용 중인 항공기(송골매)를 대체하기 위해 개발 중으로 운용반경이 000km 이상이다. 전폭 00m, 전장 0m, 전고 0m 규격으로 항법장비부터 항공 전자장비, 다양한 임무장비 등 많은 장비들이 탑재되어 있다.

항공기의 크기에서도 나타나듯 무선통신으로 전송되는 TM/TC 데이터 뿐만 아니라 임무영상의 종류도 많아 사단급에 비해 데이터 전송량이 상대적으로 많다.

사단급과 유사한 통신 규격으로 지향성 1차량

크(OOMbps급)와 무지향성 2차링크(OOkbps급)를 가지고 있지만 임무영상의 데이터 양이 많아 통신 대역폭을 좀 더 효율적으로 사용하기 위해 TM/TC 전송을 위한 프로토콜에는 큰 차이를 보인다.

가장 큰 차이점은 모든 TM/TC 데이터는 메시지 기반의 가변길이 데이터로 구성한다. 모든 TM/TC 데이터에는 메시지 ID가 할당되고 ID로 송수신 데이터를 구분한다.

TC(상향링크) 데이터는 비주기 메시지를 기본으로 하며 제어나 명령이 발생하면 해당하는 메시지를만 전송하는 형태를 의미한다.

물론 중요도에 따라 일부 메시지를 주기 데이터로 구성하기도 하지만 비행조종 계통을 제외한 나머지 주기 데이터는 OHz 주기를 넘지 않는다.

TM(하향링크) 데이터는 일부 비주기 메시지(ACK 메시지 등)를 제외한 대다수 메시지를 주기 데이터로 구성하여 주기적으로 상태정보를 확인할 수 있도록 한다.

초기 TM/TC 데이터 구조 설계 시 TC 메시지에 대한 응답으로 TM 메시지를 처리하고 중요도가 높은 일부 메시지만 주기적으로 전송하도록 설계 되었다. 그러나 실제 시험환경에서는 무선통신 상황에 따라 데이터 손실률이 높아져 현재는 많은 부분을 주기 메시지로 처리하도록 설계가 변경 되었다.

하지만 앞서 사단급 TM/TC 데이터 구조에서 보았듯 주기 데이터는 통신 대역폭을 효율적으로 사용하기 어렵다. 또한 OOMbps급의 전송률을 가진 1차링크에서는 데이터 전송이 가능하더라도 OOkbps급의 2차링크는 임무영상 데이터를 제외한 TM/TC 데이터 전송만으로도 1차링크와 동일한 데이터를 전송하는 것은 사실상 불가능하다.

따라서 2차링크로 전송되는 TM/TC 데이터는 제어/상태의 중요도에 따라 필터링 되어 대략 30% 정도의 일부 데이터만 선별적으로 전송하는 방식으로 설계되었다.

차기 군단급 TM/TC 데이터 구조는 한정된 무선자원을 효율적으로 운용하여 많은 데이터를 전송하기 위해 사단급과 다르게 가변길이 메시지 기반의 비주기 데이터 프로토콜로 설계되었다. 하지만 운용시험을 진행하면서 데이터 손실에 따른 문제점 등이 발견되어 현재는 TM 메시지의 대다수를 주기 데이터로 설계 변경하였다.

III. 결 론

데이터의 정확도(무결성)를 중시하여 고정 크기의 TM/TC 데이터를 반복 전송하는 프로토콜로 설계된 사단급 무인항공기와 무선링크의 효율성을 높이고 보다 많은 데이터를 전송하기 위해 메시지 기반의 가변길이 TM/TC 데이터 전송 프로토콜로 설계된 차기 군단급 무인항공기에 대해 분석하였다.

본 논문에서 살펴본 두 항공기 체계는 체계의 운용방식 또는 운용되는 장비에 따라 TM/TC 데이터의 종류와 크기를 달리 설계하였다.

초기 시스템 설계 당시에는 식별되지 않아 설계 항목에서 빠져 있다가 추후 식별되어 추가되는 경우도 있고 이미 배치되어 있는 체계와 연동을 위해 기능을 추가해야 하는 경우도 왕왕 발생한다. 이런 경우 시스템에 영향을 주지 않으면서 기능을 확장할 수 있는 방안이 필요하다.

이런 측면에서 메시지 기반의 가변길이 방식은 통신 대역폭만 가용하다면 쉽게 메시지를 추가하여 기능을 확장하기에 용이하다. 다만 무작정 큰 데이터를 갖은 주기로 사용하기엔 한정된 무선링크에 부담이 된다. 따라서 체계 운용에 따른 가용한 데이터 용량의 측정이 우선되어야 한다.

향후 고해상도 영상정보 획득과 같은 임무장비의 발전 및 다수의 무인기 운용 필요성에 따라 고속 데이터링크 기술은 물론 다수의 무인기 간 또는 새로 도입되는 무인기 체계와의 상호운용성을 위한 메시지/프로토콜 표준화 등이 요구되고 있다.[3]

TM/TC 데이터의 종류는 목적에 따라 다를 수 있지만 무인항공기가 가지는 기본적인 절차와 제어/상태 항목들(비행제어, 항법제어, 통신제어 등)이 존재한다.

이러한 공통 제어/상태 부분을 표준화 영역으로 분리하고 각 항공기 특성에 독립적인 항목들은 개별 영역으로 할당하여 확장이 가능하도록 구성할 수 있다.

추가로 군용 무인항공기 외에도 공공 및 민간 무인항공기 분야에서도 네트워크 기반의 다수 무인기 제어를 위한 표준화된 제어용 지상통신기술 등도 국제적으로 이슈화 되고 있다. 따라서 관련 표준화를 위한 적극적인 활동이 필요한 시점이다.[4]

참고문헌

[1] 강위필 외, “차세대 한국형 공용데이터링크 개발을 위한 국내외 공용데이터링크 기술 동향 분석,” J.KICS, vol. 39C, No.03, p. 209-222, 2014.
 [2] 조상욱 외, “무인기 시스템의 데이터 통신을 위한 ICD 설계 연구,” 한국항공우주학회 춘계학술대회, p.774-779, 2011.4
 [3] 계중읍, “국방 무인.로봇 핵심 기술동향 및 획득전략,” 한국전자통신연구원 전자통신동향분석 제29권 제3호, p.118-130, 2014.6
 [4] 김희욱 외, “무인기 제어용 무선통신 기술 및 표준화 동향”, 한국전자통신연구원 전자통신동향분석 제30권, 제3호, p.74-83, 2015.6