

스마트무인기 통신링크 체계설계 및 운용성 분석

*김태식, *이해창, *김인규, *김현경, **이동국, **김봉경

*한국항공우주연구원, **(주)파인텔레콤

kts@kari.re.kr , hcllee@kari.re.kr , timber@kari.re.kr, kimhk@kari.re.kr

System Design and Operability Analysis of the Data Link for the Smart UAV

*Tae-Sik Kim, *Hae-Chang Lee, *In-Kyu Kim, *Hyoum-Kyoung Kim,

**Dong-Kook Lee, **Bong-Kyoung Kim

*Korea Aerospace Research Institute, **Pinetelecom Ltd.

요 약

스마트 무인항공기를 지상에 위치한 조종사가 통제하기 위해서는 통제명령(C2 : Control and Command)을 비행체로, 비행상태(Status)를 지상으로 전송할 수 있는 통신링크가 필요하게 된다. 본 연구에서는 이러한 통신링크를 설계하고 이에 대한 성능을 분석하였다. 무인기 통신링크는 Ku대역 및 UHF대역의 이중화 링크로 설계하여 비행안정성을 크게 향상시켰다. 그리고 설계 통신링크의 운용성 및 성능 분석은 먼저 비행 시나리오에 따른 가시선을 분석과 안테나의 빔 분포 및 비행체의 기동을 성능분석에 포함하여 수행되었다. 분석 결과, 설계된 통신시스템은 안정된 링크를 형성하고 비행체의 동적 변화에서도 충분한 링크마진을 보유하고 있음이 확인되었다.

1. 서 론

무인기와 유인기의 차이는 조종사의 위치이며 이에 따라 유·무인기의 시스템 형상이 차이가 나게 되고, 특히 가장 상이한 부분이 통신링크라 할 수 있다. 무인기의 경우 비행 조종사(통제자)가 지상통제시스템에 위치하며 여기서 비행체를 통제하게 된다. 따라서, 이를 수행하기 위해서는 통제명령(C2 : Control and Command)을 비행체로, 비행상태(Status)를 지상으로 전송할 수 있는 통신링크가 필요하게 된다. 근래까지 무인기의 통신링크는 무인항공기의 기술 발전과 더불어 발전하여 왔으나, 현재에는 무인항공기 기종이 다양화됨에 따라 기종에 상관없이 공통으로 활용할 수 있는 통신링크로 발전하고 있는 추세이며 특히, 미국의 경우 항공 ISR(Intelligence, Surveillance and Reconnaissance)을 위한 유·무인기 통합 통신링크로 발전하고 있으며 이를 CDL(Common Data Link), TCDL(Tactical CDL)로 분류하여 무인기에 적용을 시도하고 있다. 유럽의 경우에도 무인항공기의 역할의 중요성을 인지하고 공통으로 활용할 수 있는 미국의 TCDL을 근간으로 UHF링크를 추가하여 신뢰성을 향상시킨 HIDL(High Integrity Data Link)개발하고 있다.

스마트 무인항공기 개발사업은 회전익기의 수직이착륙과 고정익기의 고속비행 특성을 가진 신개념의 무인기를 개발하는 과제이다. 본 논문은 스마트 무인기를 위한 통신링크의 체계설계 및 이에 대한 운용성과 성능 분석에 대한 연구내용을 다루고 있다. 스마트 무인기의 통신링크는 지상통제시스템과 연결되는 지상데이터단말기(GDT : Ground Data Terminal)와 탑재전자장비와 연결되는 탑재데이터단말기(ADT : Airborne Data Terminal)로 구성된다. 스마트 무인기 통신링크는 전자와 방해에 대비한 직접대역 확산, 영상압축전송, 공역관제소(ATC : Air Traffic Control)와의 음성통신 및 지상으로의 음성중계 등의 특징을 가지며, C2/Status링크는 Ku대역 및 UHF대역의 이중화 링크로 설계하여 비행안정성을 크게 향상시켰다^{[1][2]}.

통신링크의 설계는 무인기의 운용개념 및 체계요구조건으로부터 통신시스템의 설계요구조건을 설정하는 작업

부터 진행된다. 설계요구조건을 설정하기 위해서는 먼저 시스템 제한조건이 유도되어야 하고 이를 바탕으로 기저대역의 신호처리와 채널코딩, 변조방식, 대역폭, 전송전력 및 안테나 등의 개발 목표를 설정한다. 그리고, 기본설계 및 상세설계를 거치면서 설계가 구체화된다. 본 논문에서 무인기 통신링크를 설계하고 설계된 시스템의 운용성과 성능을 분석하기 위해 링크의 전파경로를 분석하고, 이를 통해 지상안테나 장착 고도 및 무인기의 최소 운용고도를 설정하였다. 그리고 비행시나리오, 비행체의 기동 등을 성능분석에 포함시켜 좀 더 실제적인 분석을 수행하였다. 성능분석을 통해 설계된 시스템이 충분한 성능 마진을 보유하고 있음을 알 수 있었고, 이는 하드웨어 구현 시 발생하는 제작오차 및 채널환경의 변화에도 강건한 링크를 형성할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 요구조건 설정

통신링크의 설계요구조건은 무인기에 대한 설계기준이 없어 현재 선진국에서 운용중이거나 개발 중인 통신링크를 바탕으로 운용개념과 체계요구조건을 만족시킬 수 있도록 설정되었으며, 이를 요약하면 <표 1>과 같다.

디지털 통신링크의 중요한 성능 평가 변수로는 비트오율, 대역폭 및 송신전력이라 할 수 있으며 이들 중에서 비트오율은 통신링크의 데이터 전송 신뢰성을 측정할 수 있는 중요한 요소이다^[5-7]. 비트오율은 링크 신뢰도 95% 이상이면 프레임오율(FER)은 5%이하가 되어야 함으로 이로부터 계산할 수 있다. 즉, 무인기의 데이터는 프레임 단위로 전송되고 한 프레임은 64바이트로 구성됨으로 비트오율은 수식(1)과 같이 계산할 수 있다. 따라서 이 식을 계산하면 비트오율(BER)은 10⁻⁴이하로 설정하는 것이 타당하다.

$$1 - P_{FER} = (1 - P_{BER})^{(64 \cdot 8)} \quad (1)$$

안정된 링크형성을 위해서는 탑재안테나의 빔분포, 비