



03 무인항공기 데이터링크 보다 많은 데이터를 보다 멀리, 실시간 전송

무인항공체계(UAS)는 비행체, 항공전자, 데이터링크, 임무장비, 지상통제장비, 지상지원장비 등 여러 서브시스템들이 종합되어 그 체계가 이루어진다. 그 중에서 데이터링크는 지상통제장비와 비행체를 이어주는 역할을 한다. 사람, 즉 조종사가 없는 무인항공기와 지상의 운용자를 연결시켜주는 생명줄 역할을 하는 것이다. 데이터링크를 한국말로 바꾸기에는 적절한 표현이 없어 보인다. 가장 유사한 말이 통신인데, 뉘앙스가 조금 다르다. 데이터링크는 말 그대로 데이터를 서로 링크(연결)하는 것을 말한다.

“삼국사기 열전에 따르면 신라 선덕여왕 말년에 비담, 염종이 반란을 일으켜 김유신이 토벌을 담당하게 되었다. 그런데 어느 날 하늘에서 큰 별이 월성가에 떨어지는 것을 보고 백성들은 여왕이 패할 징조라 하면서 큰 화가 생길 것을 두려워하여 민심이 소란해졌다. 이에 김유신은 피를 내어 큰 연을 만들어 밤에 남몰래 불을 붙여 공중에 높이 띄우고, 백성들에게 전날 떨어진 별이 다시 하늘로 올라갔으니 여왕이 크게 승리할 것이라 선전하였다. 이에 민심은 수습되고 군사들은 사기가 충천하여 크게 승리하였다고 한다.”

이 때 사용한 연이 바로 무인항공기, 연의 불꽃이 기만용 임무장비, 연을 조종하기 위한 연줄이 데이터링크라 할 수 있다. 물론 현재의 무인항공기 체계는 자율비행 등 다양한 운용이 가능하지만 말이다.



글 이동국 (주)파인텔레콤
연구소장
dklee@pinetelecom.com
글쓴이는 국방과학연구소
연구원을 지냈다.



데이터링크는 무선험공기의 생명줄

데이터링크의 기본 기능을 알아보자. 먼저 상향링크를 보면, 지상 조종사는 무인 비행체를 이륙·상승시키고, 임무지역으로 비행조종하기 위해 비행체를 제어·통제하는 명령을 내린다. 데이터링크는 이 명령을 상향링크(지상에서 비행체로 송신하는 통신채널)를 통해서 비행체로 보내게 된다. 다음으로 하향링크를 보면, 지상 조종사는 비행체를 조종하기 위해 비행체의 위치, 자세 등 비행체 상태를 알아야만 한다. 이를 위해서 데이터링크는 비행체로부터 지상까지 비행 상태 데이터를 전달하는 하향링크를 제공한다. 또한 하향링크는 일반적으로 임무수행을 통해 획득한 정보를 동시에 비행체로부터 지상조종자에게 전달한다.

무인항공기는 수십m부터 수백km를 운용하는 등 다양한 종류가 있다. 이렇게 무인항공기의 운용거리(범위)는 데이터링크의 중요한 성능이며, 개발자들은 요구된 통신거리를 충족시키는 시스템을 개발하기 위하여 여러 가지 기술을 적용하고, 기술적 조율을 한다.

원하는 통신거리를 달성하기 위해 송신출력, 송신안테나의 이득, 통신거리에 대한 전파손실, 수신안테나의 이득, 수신기의 수신감도, 전송대역폭, 전송환경(대기조건, 강우, 안개 등) 등을 고려하여 링크버짓 설계를 실시해야 한다, 그리고 링크마진(여유값)을 얼마나 가질 것인지도 고려하여 반영해야 한다.

링크버짓은 간단히 말하면, 링크를 형성하기 위해서 송신자는 얼마나 큰소리를 질러야 하는지, 소리를 질러도 안 되면 메가폰이라도 써야 하는지, 수신측에서는 대충 들어도 되는지, 아니면 귀 기울여 들어야 하는지를 따져보는 것이다. 수입은 송신출력, 송수신안테나의 이득, 수신감도 등이고, 지출은 거리, 안개, 케이블, 필터 등에 의한 손실이다. 이와 같이 수입과 지출 측면이 있는 것이다. 따라서 이러한 것을 따져서 마진이 남아야 통신이 되므로 링크버짓이라는 표현을 쓴다.

링크버짓을 설계하면, 크게 탑재통신장비, 지상통신장비의 기술적 요구 성능이 할당된다. 일반적으로 비행체에 탑재하는 장비는 한정된 전원, 부피, 무게 등을 고려해야 하므로 소형 경량화 설계를 해야 한다. 이에 따라서 탑재되는 통신장치는 큰 송신출력과 큰 안테나이득을 가질 수 없는 것이 일반적이다.

무인항공기 데이터링크는 무선통신을 하므로 운용주파수가 필요하다. 세계적으로 다양한 무인기들이 각자의 운용주파수를 사용하고 있다, UHF 대역, L-band, S-band, C-band, X-band, Ku-band 등 여러 주파수 대역을 사용하는데, 전반적으로 높은 주파수 대역을 사용하는 방향으로 개발하고 있다. 이유는 낮은 주파수 대역은 이미 많은 통신장비나 레이더 등이 사용하고 있고, 높은 주파수대는 아직까지 사용할 수 있는 주파수가 있으며, 많은 양의 데이터를 전송하기에 보다 효과적이기 때문이다. 물론 높은 주파수대역을 사용함으로써 개발의 난이도가 높아지고, 공간전파 손실이 커지며, 강우나 안개 등에 의해 감쇄되는 양이 커지는 등의 단점도 발생한다.

전송효율을 높이기 위해 데이터 변조 압축

무인기를 운용하는 운용자 측면에서는 운용거리도 중요하지만 가끔씩 많은 데이터를 전송하려고 한다. 이와 직결되는 기술적 요구사항이 전송속도(데이터 레이트)이다. 전송속도는 주어진 대역폭 내에서 많은 데이터를 보내기 위해서 FSK, BPSK, QPSK, 8PSK, QAM, 16QAM, 128QAM 등 다양한 변조기법을 사용한다. 그렇다고 무조건 전송효율이 높은 변조기법을 사용할 수는 없다. 비행체가 이동을 하는 환경에서 무선통신을 하기 때문에 이에 대한 고려를 해야 한다. 더구

나 속도가 빠른 무인기의 경우에는 도플러 주파수의 영향까지 고려해야 한다.

그리고 주어진 주파수 대역폭 하에서 데이터를 가급적 많이 전송하려면, 원 데이터를 압축하는 방법도 있다. 영상의 경우에는 아날로그 영상을 전송하는 무인기도 있으나, 일반적으로 디지털 영상을 전송한다. 이 경우 원 영상을 디지털로 변환하면 데이터량이 폭발적으로 증가하는데, 이를 압축해야만 무선 데이터링크로 실시간에 가깝게 전송할 수 있다. 독자들도 많이 들어 보았을 것이다. MPEG, JPEG 등 인터넷에서 쉽게 발견할 수 있는 사진자료나 동영상 자료들도 거의 대부분 압축 처리된 파일이다. 한정된 통신채널을 통해서 원하는 동영상 데이터를 전송하고자 할 때, 데이터 압축 기법을 사용해야 가능하다. 요즘은 영상 압축은 MPEG2, 4 혹은 H.264를 사용하며, 때에 따라서는 JPEG 2000을 사용하기도 한다.

사실 사용자 입장에서는 무슨 압축기법을 사용하느냐는 그리 중요하지 않을 수 있다. 다만, 영상 정보전달이 얼마나 원활하게 이뤄지고 영상 화질 및 영상재현빈도(초당 30프레임, 초당 60프레임 등) 등이 중요하다. 따라서 요구되는 성능에 따라서 적합한 압축기법을 적용하는 것이 중요하다. 의료관련 영상정보의 경우에는 해상도와 무손실 압축이 필요하다. 환자의 작은 이상조직을 발견하기 위해서는 고해상도 정밀 데이터를 요구하기 때문이다. 물론 무인항공기가 정찰 목적의 무인항공기일 경우에 탐지, 정찰하고자 하는 목표물 크기, 정찰고도 등의 조건을 반영하여 적합한 해상도를 도출하여 카메라센서의 해상도, 줌인성능 및 압축기법을 연동하여 기술사양을 도출해야 한다.

요즘은 다양한 무선통신, 레이더장비들이 운용됨에 따라 주파수 환경 하에서 다양한 전자파 간섭이 발생하기도 하고 의도적인 재밍도 있을 수 있다. 따라서 일반적으로 상향링크는 항재밍 기능을 보유하도록 대전자전 대책으로 직접확산, 주파수도약 등의 기법을 적용하기도 한다. 그리고 통신 간에 발생하는 데이터의 오류를 정정하기 위한 방법으로 다양한 오류정정기법을 적용한다. 예를 들면, 터보블럭코딩, 컨볼루션-비터비, 리드솔로몬 등이 있다.

공중중계·위성링크 등 이용해 장애물 극복

우리나라는 산악이 많은 나라이다. 이러한 환경은 무인항공기 데이터링크가 가시선 통신을 기본으로 하는 것을 고려하면, 산악 등의 장애물 때문에 운용영역이 큰 제약을 받는다. 이를 극복하기 위해서 중계장비를 설치운용하기도 하는데, 일반적으로 지상중계를 하거나 비행체나 비행선, 기구 등을 이용한 공중중계도 시도되고 있으며, 원거리 운용 시에는 위성링크를 이용하기도 한다. 반면, 도심지역이나 구릉지역의 2~5km 이내에서 운용되는 Mini-UAV에는 비가시선 통신을 할 수 있는 장비도 개발되어 운용되고 있다. 우리나라는 비가시선 데이터링크 장비로 약 3km 이내의 도심지역에 운용가능한 장비도 개발되어 있고, 수백km를 운용할 수 있는 무인기 데이터링크 및 위성링크도 개발 중에 있다.

무인항공기 데이터링크는 보다 멀리, 보다 많은 데이터를 실시간에 전송하고자 하는 방향으로 개발이 될 것이다. 또한 다양한 이종 시스템들이 데이터를 공유할 수 있는 방향으로 개발이 될 것이다.

무인항공기의 데이터링크는 앞서 언급하였듯이 생명줄이다. 실시간 정보 획득을 통해서 상황을 파악하고, 결심하고, 행동하고, 분석까지 짧은 시간 내에 하기 위해서는 데이터링크의 신뢰성이 대단히 중요하다. 그리고 데이터링크는 무인항공기뿐만 아니라 무인선박, 무인로봇 등 다양한 무인시스템에서도 사용된다. 따라서 여러 시스템의 원활한 운용 및 활용을 위해서는 종합적 운용개념 정립 및 주파수 자원에 대한 국가적인 검토가 이뤄져야 할 것이다. **ST**