가시선 통신거리에 따른 무인항공기 운용 고도 분석

최준수* · 허창우**
*파인텔레콤· **목원대학교

An Analysis of UAV operation altitude according to Line-Of-Sight communication range.

Jun-su Choi* · Chang-wu Hur**
*Pinetelecom · **Mokwon University
E-mail : vlsiman@naver.com

요 약

본 논문은 무인항공기의 운용 고도 및 거리를 데이터링크 측면에서 분석하였다. 무인항공기의 운용 고도는 일반적으로 탑재되는 임무장비의 특성 및 운용 목적에 따라 결정된다. 무인항공기의 운용 고도를 결정하기 전에 데이터링크 장비의 가시선 조건을 반드시 고려해야 한다. 가시선 분석은 지상통신장비의 안테나 특성 및 설치고도, 지구의 곡률 반경을 사용하여 분석했다. 지상통신장비 설치고도가 0m 일 때, 32dBi 파라볼라 안테나를 사용할 경우 통신거리 300km에서 13,724m이고, 44dBi 파라볼라 안테나를 사용할 경우 6,657m에서 운용 가능하다. 또한 원거리 통신에서는 고 이득안테나가 운용 고도 측면에서 유리함을 확인하였다.

ABSTRACT

In this paper, analyzed of UAVs operation altitude and range from the point of view of the data link. UAVs operation altitude is determined by the specification of the mission equipment and operational purposes. The link-of-sight analysis of data link equipment before deciding the unmanned aircraft operation altitude conditions should be considered. If GDT=0m installation then 32dBi antenna apply 13,724 meter is operation altitude. 44dBi antenna 6,657 meters. Operating altitude perspective, high-gain antenna is recommended of the long range communication.

키워드

무인항공기, 가시선데이터링크, 운용고도, 임무장비

Ⅰ. 서 론

무인항공기는 다양한 임무를 수행할 수 있도록 개발되고 있다. 임무는 감지 측면에서 정보, 감시, 정찰, 방어, 신호정보수집, 대량살상무기, 전투 수색/구조, 대 지뢰 탐색, 기상 및 해양, 마약단속, 방재, 관측지원 등이 있고 통신 중계 및 무장공격 측면을 가지고 있다.[1]

무인항공기는 임무는 시스템에서 매우 높은 비중을 차지하고 있다. 이러한 임무장비는 직접적으로 운용고도와 관계를 가진다. 특히 저고도로 침투하여 적의 레이더망을 회피하고 운용되는 장비는 더욱 많은 영향을 받는다.[2]

무인항공기의 데이터링크는 크게 가시선데이터링크과 위성데이터링크로 분류된다. 위성 자원이 풍부한 국가에서는 운용고도에 큰 문제점을 가지지 않지만, 국내의 경우에는 위성 자원이 부족한 관계로 가시선데이터링크가 무인항공기 운용에 큰 영향을 미친다.

가시선데이터링크는 운용고도와 지상통신장비의 설치 고도에 따라 통신 가능여부가 결정된다.

그렇기 때문에 무인항공기의 임무에 따라 운용고도를 결정함에 있어 가시선데이터링크의 가시

선 분석이 중요하다.

II. 본 론

가시선데이터링크의 통신거리는 크게 장비의 송신출력, 수신감도, 안테나 이득 및 운용환경에 따른 멀티패스, 도플러 효과에 의해 결정된다. 결정된 통신거리는 지상통신장비와 탑재통신장비 간에 가시선이 확보 되어야 한다. 가시선은 통신거리가 짧은 경우에는 고려되지 않지만, 원거리 통신을 위해서는 지구의 곡률 반경을 고려해야 한다.[3]

예를 들어 300km의 통신거리에서 1km의 고도에서 운용되는 무인항공기가 있다고 가정하면, 이 무인항공기는 300km의 거리에서 가시선 확보가 검토되지 않으면, 개발이 불가능하다.

데이터링크에서 가시선 확보는 지구의 곡률반경과 적용하는 지상통신장비의 안테나 특성, 지상통신장비의 설치위치에 의해 결정된다.

지구곡률반경에 따른 가시선이 확보되는 고도는 아래 수식과 같다.

$$H_{ADT} = ((\frac{L_{LOS}}{3.57}) - (\sqrt{K \times H_{GDT}}))^2)/K$$

H_{ADT} : 탑재통신장비 운용 고도
L_{LOS} : 통신거리, K : 등가계수
H_{GDT} : 지상통시장비 설치 고도

지상통신장비의 설치 위치와 안테나 특성에 의해 결정되는 추가 고도에 대한 수식은 다음과 같다. 또한 방향성을 갖는 안테나를 사용하여 같은 수평각도의 신호를 수신해도 수신파워는 계속 변한다.[4] 수평으로 입사되는 채널 환경을 안정적으로 유지하기위한 빔폭 계수를 반영했다.

$$H_{ADT+} = H_{GDT} \times Sin\varphi \times J$$

H_{ADT} : 추가탑재통신장비 운용 고도
φ : 안테나빔폭, J : 빔폭 계수

무인항공기의 통신거리에 따른 운용고도는 다음과 같다.

$$UAV_{ALTITUDE} = H_{ADT} + H_{ADT+}$$

$UAV_{ALTITUDE}$: 무인항공기의 운용고도

무인항공기 운용고도 분석은 32dBi와 44dBi의 파라볼라 안테나를 사용하여 최대 통신거리 375km을 가정하여 분석하였다.

그림[1]은 지상통신장비(GDT)가 해수면 0m 기준에 설치되었을 때, 32dBi와 42dBi 안테나를 사용 했을 때 가시선데이터링크가 안정적인 통신링크를 확보할 수 있는 고도를 분석한 결과이다.

44dBi 파라볼라안테나는 6,657m의 고도에서 32dBi 파라볼라 안테나는 13,724m에서 가시선이 확보됨을 확인하였다.

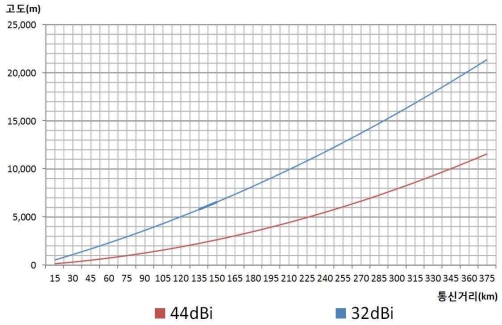

그림 1 GDT=0m 무인항공기 운용고도

그림[2]은 GDT가 해수면 100m 기준에 설치되었을 때 분석 결과이며, 44dBi 파라볼라안테나는 6,570m의 고도에서 32dBi 파라볼라 안테나는 14,422m에서 가시선이 확보됨을 확인하였다.

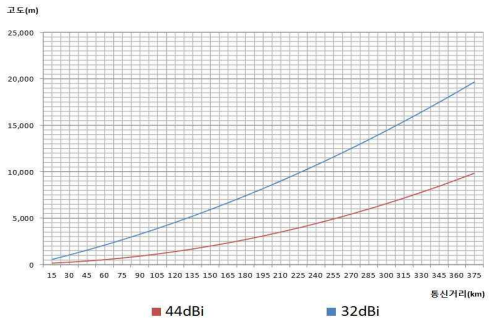

그림 2 GDT=100m 무인항공기 운용고도

그림[3]은 GDT가 해수면 500m 기준에 설치되었을 때 분석 결과이며, 44dBi 파라볼라안테나는 5,169m의 고도에서 32dBi 파라볼라 안테나는 13,021m에서 가시선이 확보됨을 확인하였다.

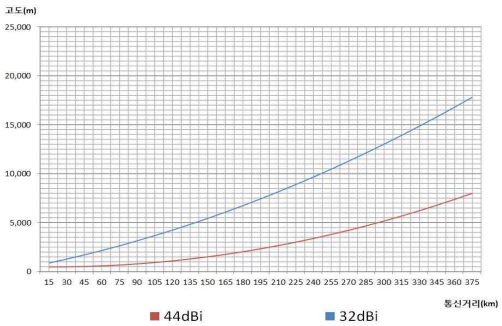

그림 3 GDT=500m 무인항공기 운용고도

그림[4]은 GDT가 해수면 1000m 기준에 설치되었을 때 분석 결과이며, 44dBi 파라볼라안테나는 4,319m의 고도에서 32dBi 파라볼라 안테나는 12,171m에서 가시선이 확보됨을 확인하였다.

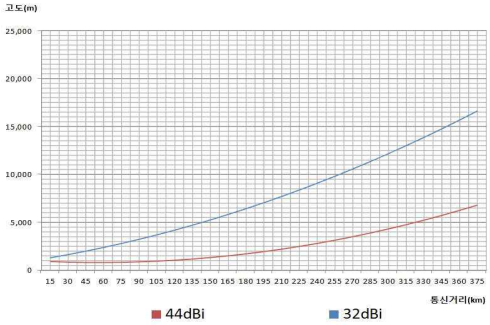

그림 4 GDT=1000m 무인항공기 운용고도

분석 결과는 외부 간섭이 없으며, 동일한 데이터 안정도를 갖는다는 조건에서 분석한 결과이다.

III. 분석 결과

지상통신장비의 안테나 특성, 지상통신장비의 설치 고도을 4단계로 적용하여 분석한 결과는 표[1]과 같다.

표 1 분석 결과

안테나이득 / GDT 설치고도	32dBi	44dBi
GDT=0m	13,724m	6,657m
GDT=100m	14,422m	6,570m
GDT=500m	13,021m	5,169m
GDT=1000m	12,171m	4,319m

분석 결과 파라볼라 안테나의 이득이 낮을수록 안정적인 데이터링크 제공을 위한 무인항공기의 운용고도는 높게 나타난다. 원거리 통신을 한다면, 안테나 이득을 크게 하는 것이 유리함을 확인하였다.

지상통신장비의 설치고도가 높을수록 300km의 통신거리에서 무인항공기의 운용고도가 낮아지며. 32dBi 안테나와 44dBi 안테나를 GDT=0m일 때와 GDT=1000m 일 때 운용고도의 변화는 44dBi 안테나가 유리하다.

IV. 결 론

본 논문은 무인항공기의 운용고도 및 거리를 데이터링크 측면에서 분석하였다. 분석한 결과 원거리 통신을 위해서는 고 이득 안테나가 유리함을 확인하였다.

또한 지상통신장비가 해수면 기준으로 설치가 되었다고 가정할 때 300km의 통신거리에서 무인항공기가 운용 가능한 고도는 44dBi 안테나의 경우 6,657m이며, 32dBi 안테나는 13,724m이다.

결론으로 무인항공기는 운용 목적에 따라 통신거리와 운용고도를 결정해야 한다.

참고문헌

[1] 장성호 외1, “무인항공기 임무장비 기술개발 동향”, 항공우주산업기술동향 제2권 제1호, pp.152~158, 2004년.

[2] 양광진 외2, “대화력전 임무수행을 위한 저고도 비행 무인공격기의 경로계획”, 한국군사과학기술학회지 제15권 제4호, pp.424, 2012년 8월.

[3] T.J.Afullo and P.K.Odedina, "Effective earth radius factor measurement and modeling for radio link design in BOTSWANA", South african institute of electrical engineers Vol.99(30, pp.77-86, September 2008.

[4] 박준표 외3, “선택 다이버시티 기법을 이용한 수평면에서 입사각에 따른 수신파워 개선”, 한국통신학회 학술대회논문집, pp179-182, 1999년 11월.