

드론을 이용한 항행안전시설 전파왜곡 분석

Analysis of Radio Distortion in Navigational Aid using Drone

이 영 길^{1*} · 이 현 성²

¹한국공항공사 항행시설실장

²경기대학교 대학원 박사과정

Young-gil Lee^{1*} · Hyeon-sung Lee²

¹Department of Air Navigation Facilities, Korea Airport Corporation, Seoul 07505, Korea

²The Graduate School of Kyonggi University, Seoul 16227, Korea

[요 약]

기존 항행안전시설 지상점검의 한계점을 극복하기 위해서 한국공항공사는 항행안전시설 점검용 드론시스템을 개발하였다. 드론 시스템을 이용한 항행안전시설 점검은 사용자(항공기) 입장에서 공중 전파신호를 점검할 수 있다 장점이 있다. 또한 드론은 항공기와 비교하여 비행경로가 자유롭고 비행속도의 제어가 용이하기 때문에 공중 전파신호를 보다 면밀히 점검할 수 있다. 최근 공항주변 개발의 가속화에 따라 항행안전시설 전파신호의 품질저하에 대한 우려가 고조되고 있다. 이에 따라, 항행안전시설 전파왜곡현상을 분석하기 위해 드론을 활용한 전파환경조사를 진행하였다. 드론의 비행경로별 신호수신 시 항행전파신호가 왜곡되는 구간을 측정·분석하여 반사파가 발생하는 원점을 특정화하였다.

[Abstract]

To overcome the limitation of ground inspection for Navigational Aid, Korea Airport Corporation (KAC) developed a drone system for Navigational Aid inspection. This drone system has the advantage that they can inspect the air radio signal at the perspective of user (aircraft). Since drones have more free flight paths and easier control of flight speeds compared to aircrafts, drones can check sections of suspected airborne radio wave distortions at desired paths and speeds. Recently, with the acceleration of the development around the airport, there is a concern about the deterioration of the quality of radio signal of Navigational Aid. In order to analyze radio distortion of Navigational Aid, a radio wave environmental survey was conducted using drones. When the signal received by each flight path of the drone was measured, the origin of the reflected wave was identified by analyzing the section in which the radio signal was distorted.

Key word : Drone system, Navigational Aid, Glide Path, Localizer, Radio distortion.

<https://doi.org/10.12673/jant.2016.23.6.522>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 26 November 2019; Revised 30 November 2019

Accepted (Publication) 29 December 2019 (30 December 2019)

*Corresponding Author; Young-Gil Lee

Tel: +82-2-2660-2851

E-mail: radar7@airport.co.kr

1. 서론

1-1 추진배경

항행안전시설은 항공기가 이륙하고 착륙할 때까지 항공기의 안전운항에 필수적인 중요시설이다. 이러한 항행안전시설에 대한 점검은 유지보수인력에 의한 일일/주간/월간 지상점검과 약 1년에 1회 실시하는 국토교통부 비행점검이 있다.

지상에서 항행안전시설을 점검하는 방식은 일정 고도 이상의 공중신호를 점검할 수 없는 한계가 존재한다. 그림 1과 같이 기존 지상에서 공중신호를 점검하는 최선의 방식은 마스트를 이용한 점검, 주변 건물 옥상이나 인근 산 정상에서 계측기를 이용한 신호점검 등이 있다. 이러한 점검은 항공기가 운항하는 진입로(on course) 전파신호 성능을 측정하는데 어려움이 있으며, 항행안전시설이 전파신호를 서비스하는 방위 전체를 점검할 수 없다.

1-2 항행안전시설 성능점검용 드론시스템 개발

지상점검의 한계점을 극복하기 위해서 한국공항공사는 2016년부터 항행안전시설 성능점검용 드론시스템 개발에 착수하여, 2017년에는 시제품 생산 및 지방공항 시험테스트를 시행하고, 2018년에는 그림 2, 그림 3의 전국공항 보급형 항행안전시설 점검 드론시스템을 개발하는데 성공하였다.

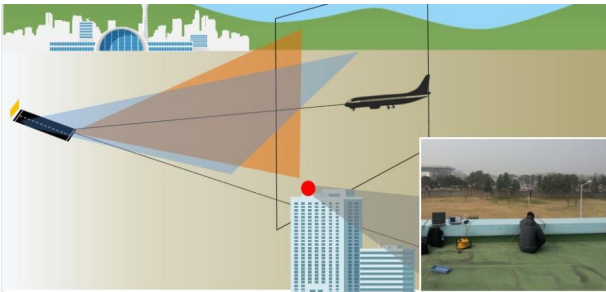


그림 1. 항행안전시설 지상점검의 한계
Fig. 1. Limitation of Navigational Aid ground inspection.

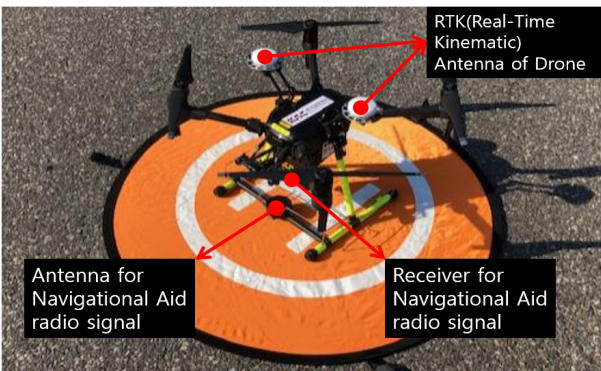


그림 2. 항행안전시설 성능점검용 드론
Fig. 2. Drone for Navigational Aid inspection.

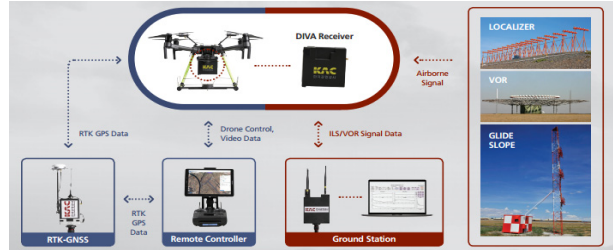


그림 3. 항행안전시설 성능점검용 드론시스템 구성도
Fig. 3. Block diagram of drone system for Navigational Aid inspection.

드론시스템을 이용한 항행안전시설 점검은 사용자(항공기) 입장에서 공중 전파신호를 면밀히 점검할 수 있다는 장점이 있다. 드론은 항공기와 비교하여 비행경로가 자유롭고 비행속도의 제어가 용이하기 때문에 공중 전파신호의 왜곡이 의심되는 구간을 원하는 경로와 속도로 점검할 수 있다. 또한 공중에서 정지비행(호버링)이 가능하기 때문에 특정 지점의 전파신호 변화를 연속적으로 실시간 확인할 수 있다.

1-3 해외연구사례

IFIS (국제비행점검학회, International Flight Inspection Symposium) 2018의 session 10은 드론을 이용한 항행안전시설 점검을 주제로 중국, 독일, 스위스 등이 연구개발내용을 발표하였다 [1],[2]. 독일 Colibrex社は 비행점검기관인 FCS (flight calibration service)와 공동으로 H/W, S/W 등 모든 시스템을 자체 개발하고 있으며[3],[4], 스위스 Skyguide社와 스페인 Canard社は 드론기체와 항행신호 수신기는 상용제품을 사용, 운용소프트웨어만 자체 개발하고 있다. 한국공항공사는 드론기체를 제외한 항행신호 수신기, 운용소프트웨어를 자체 개발하였다.

1-4 현장 실무운동 및 항행안전시설 전파왜곡 분석의 필요성

한국공항공사는 전국 하늘길을 항행안전시설 점검용 드론시스템으로 점검하고 있다. 전국 권역별 단계적 배정계획에 따라 공항별 드론시스템 보급을 시행중이며, 항행안전시설 현장 드론시스템 운용인력 확보를 위해 현장 근무인원이 초경량비행장치 조종 국가자격증을 취득('18년 20명, '19년 14명)하고 있다.

최근 공항주변 개발의 가속화에 따라 신축 아파트, 철탑, 풍력발전기 등 인공구조물이 증가하고 있다. 이러한 구조물은 전파장애물로서 항행안전시설 전파신호의 품질저하를 발생시킬 수 있다. 항행안전시설 전파신호의 왜곡에 의한 품질저하가 발생 시, 기존 지상에서의 측정방법으로는 공중 전파왜곡신호를 측정할 수 없고 공중 전파왜곡현상을 분석할 수도 없다.

비행경로가 자유롭고 비행속도의 제어가 용이한 드론의 특성을 이용하여 공중 전파신호를 면밀히 측정하고 전파왜곡현상을 분석할 필요가 있다.

II. 드론을 이용한 전파왜곡 분석

2-1 활공각제공시설(glide path) 전파왜곡 분석 사례

그림 4는 최근 드론을 이용하여 OO공항 활공각제공시설(glide path)의 공중 전파신호 성능을 점검한 결과자료이다. 당시 OO공항 활공각제공시설(glide path)의 공중 전파성능은 국토부 비행점검 결과 허용치 이내에서 동작하고 있었지만, 항공기 진입로(on course)상의 특정구간에서 신호가 불규칙적으로 흔들리는 현상이 측정되었다. 그림 4는 드론이 항공기 진입경로를 동일하게 6회 비행하며 활공각제공시설(glide path)의 전파신호를 측정된 결과자료이다. 각 그래프의 가로축은 활주로말단으로부터 진입경로상의 거리이며, 세로축은 활공각제공시설(glide path)의 신호측정치이다. 동일한 비행경로 상의 측정임에도 불구하고 특정구간의 신호가 불규칙적으로 변화하는 것을 확인할 수 있다. 이러한 전파 왜곡현상을 분석하기 위해 드론을 활용한 전파환경조사를 진행하였다.

그림 5는 드론이 항공기 진입경로(on course)를 기준으로 좌우로 방위 156도와 160도의 진입경로(방위별 다양한 진입각 포함)로 비행할 수 있도록 자동비행 경로를 설정한 화면이다.

그림 6(a)는 그림 5의 진입경로를 따라 드론이 비행하며 활공각제공시설(glide path)의 전파신호를 측정된 결과이다. 그림6(a)의 가로축은 활주로말단으로부터 진입경로상의 거리이며, 세로축은 활공각제공시설(glide path)의 신호측정치이다. 그림6(a)의 파란색 박스는 활주로말단으로부터 500m 이내 구간 제외(glide path 시설 특성에 따른 전파신호 비안정화구간), 전파신호 평균대비 높은 값의 펄스신호가 측정된 구간으로 전파왜곡현상이 발생된 구간이다. 각 방위각별 전파 왜곡의 시작점과 끝점을 지도상에 표시(노란색)하여 각 점을 선으로 이은 결과(빨간 점선) 그림 6(b)와 같이 반사파가 발생하는 원점을 예측할 수 있었다. 반사파 발생예상 원점 주변 지상구조물을 조사한 결과, 해당 진입로 인근에 금속재질 벽면으로 만들어진 창고가 발견되었다.

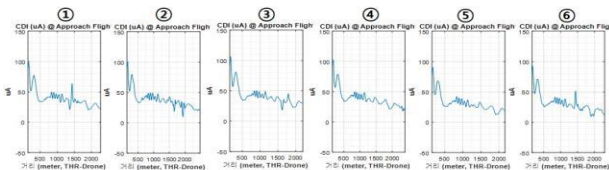
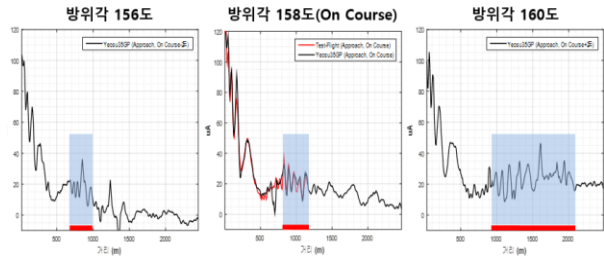


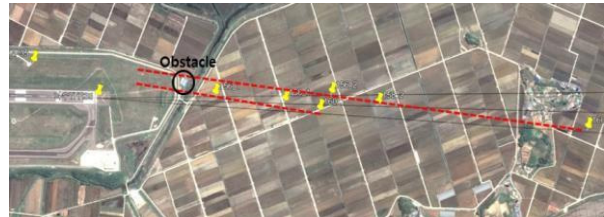
그림 4. 활공각제공시설(glide path) 드론점검 결과자료
Fig. 4. Results of glide path inspection using drone.



그림 5. 활공각제공시설(glide path) 드론점검 경로
Fig. 5. Drone flight route for glide path inspection.



(a) Results of each azimuth radio wave measurement



(b) Tracing the origin of reflected radio wave

그림 6. 드론을 활용한 전파왜곡 분석 결과
Fig. 6. Results of analyzing radio distortion using drone.

2-2 방위각제공시설(localizer) 전파왜곡 분석 사례

2018년도부터 최근까지 국내 OO비행장에서 항공기가 착륙 중, 자동착륙기능 오작동이 보고되고 있다. 이는 방위각제공시설(localizer)의 전파신호가 특정구간에서 왜곡되는 현상에 의한 것으로 분석되었다.

이러한 왜곡현상을 발생시키는 전파 반사파가 어디에서 발생하는지 원점추적을 위해 드론을 이용하여 다양한 경로로 비행하면서 전파환경 조사를 실시하였다. 그림 7은 항행전파신호가 왜곡되는 위치를 중심으로 드론이 상하좌우로 활주로 말단 상공을 비행하는 경로를 나타낸 것이다.

그림 8은 드론이 그림 7의 경로를 비행하며 방위각제공시설(localizer)의 전파신호를 측정된 결과그래프이다. 그림 8의 가로축은 기준점 대비 진입경로상의 거리이며, 세로축은 방위각제공시설(localizer)의 신호측정치이다. 그림 8의 파란색 박스는 측정된 전파신호 평균대비 높은 값의 펄스신호가 측정된 구간으로 전파왜곡현상이 발생된 구간이다. 그림 8의 전파왜곡 구간을 그림 9의 지도에 표시(빨간선)하고, 전파 왜곡의 시작점과 끝점을 지도상에 선으로 이은 결과(노란선) 그림 9와 같이 반사파가 발생하는 원점, 즉 전파반사를 발생시키는 건축물의 위치를 확인할 수 있었다.

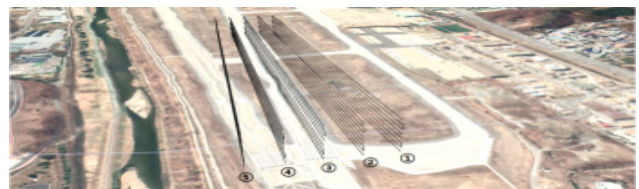


그림 7. 방위각제공시설(localizer) 드론점검 경로
Fig. 7. Drone flight route for localizer inspection.

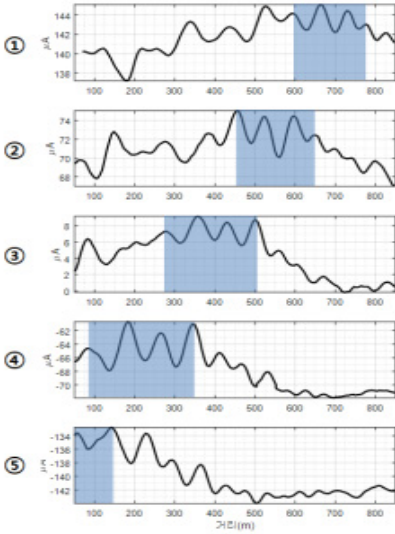


그림 8. 전파왜곡 측정결과

Fig. 8. Result of radio distortion measurements.



그림 9. 드론을 활용한 전파왜곡 분석 결과

Fig. 9. Results of analyzing radio distortion using drone.

III. 결 론

항공기의 안전운항에 필수적인 항행안전시설 전파신호의 안정성을 확보하기 위해 공중 전파왜곡현상을 분석하여 전파장애물을 특정화 할 필요가 있다. 이에, 항행안전시설 점검용 드론시스템을 이용하여 공중 전파신호를 면밀히 측정, 전파신호 왜곡 구간을 측정하여 지도에 현시하고 전파반사파를 발생시키는 원점을 파악하는 실험을 국내 최초로 검증하였다.

기존 항행안전시설 점검방법인 지상점검에서 항공기입장에서 공간적 정밀성을 확보한 드론점검방법을 개발함으로써, 항행안전시설 관리의 패러다임 혁신을 선보였으며, 관련 해외기술을 선도하고자 한다.

References

- [1] Y. Zhu, X. Shi, and K. Kang, "UAS-based flight inspection system," in *2018 International Flight Inspection Symposium*, Monterey : CA, pp. 274-278, 2018.
- [2] H. Demule and K. Theissen, "Using UAV multicopters as an extension of ILS ground measurements : This innovative idea has already become reality in switzerland!," in *2018 International Flight Inspection Symposium*, Monterey : CA, pp. 257-273, 2018.
- [3] J. Bredemeyer and T. Shrader, "Signal-in-space measurements using microcopters," in *2016 International Flight Inspection Symposium*, Belgrade : Serbia, pp. 255-262, 2016.
- [4] T. Shrader, J. Bredemeyer, M. Mihalachi, J. Rohde, and K. O. Thomas, "Concept and design of a UAS-based platform for measurements of RF signal-in-space," *Advances in Radio Science*, Vol. 14, pp. 1-9, 2016.



이 영 길 (Young-Gil Lee)

1990년 2월 : 국민대학교 전자공학과 (공학사)
 1998년 7월 : 한국항공대학교 정보통신공학과 (공학석사)
 2017년 9월 ~ 현재 : 한국항공대학교 경영학 박사과정
 1990년 1월 ~ 현재 : 한국공항공사 항행시설관리업무
 ※ 관심분야 : 항행안전시설 유지관리, 드론을 이용한 항행시설 점검



이 현 성 (Hyeon-Sung Lee)

1987년 2월 : 원광대학교 건축공학 (공학사)
 1991년 8월 : 한양대학교 산업공학 (공학석사)
 2016년 3월 ~ 현재 : 경기대학교 대학원 박사과정
 2019년 3월 ~ 현재 : 한국공항공사 건설기술본부장
 ※ 관심분야 : 드론, CNS/ATM, 항행안전시설, 항공교통시스템