

論文

스마트무인기의 공역체계 내 운용에 관한 연구

김도현*, 김종욱**

A Study on Operability of Smart UAV in the NAS

Do-Hyun Kim*, Joong-Wook Kim**

Abstract

A UAV is defined as a powered, aerial vehicle that does not carry a human operator, and can fly autonomously or be piloted remotely. UAV operations have increased dramatically during the past several years in both the public and private sectors.

The utilization of UAV and the activities of diverse widening, now the challenge was how to operate and integrate UAV safely in the NAS. The purpose of this study is to look around the trend for operability of Smart UAV in the NAS and to provide its implications and the future direction of integrated operating airspace focusing on U.S. where R&D and demand of UAV are the most in the world.

Key Words : Unmanned Aerial Vehicle(무인항공기), National Airspace System(국가공역 체계), Air Traffic Services(항공교통업무), Controlled Airspace(관제공역), Sense and avoid(감지 및 회피)

1. 서 론

무인항공기(Unmanned Aerial Vehicle; UAV)가 유인항공기 수준의 신뢰를 얻지 못하고 극히 제한된 공역에서 운용되는 모습은 항공산업의 태동기인 1920년대와 비슷하다.

당시 일반 대중은 검증되지 아니한 비행장치가 무자격 조종사에 의해 주거지역 상공을 운항한다는 것에 대해 막연한 두려움을 가졌다. 이와 같은 환경에서 취약한 항공산업이 신뢰를 얻고 지금의 성장을 이룰 수 있는 근간은 정부주도의 항공산업 육성정책과 규정 및 절차, 자격증명제

도 등의 정립과 같은 법적 구속력을 지니는 항공교통시스템의 구성요소 체계 구축이었다.[1]

마찬가지로 지금의 무인항공기 시장 또한 무인항공기에 대한 신뢰성(Reliability) 확보, 운용자의 자격(Crew Certification)요건 및 감지 및 회피(Sense and avoid)에 필요한 장비·시설 그리고 운용할 수 있는 공역체계(National Airspace System; NAS) 등에 대한 새로운 규정과 운용절차의 정립이 필요한 시기에 왔다.

그 이유로 먼저 무인항공기 시장이 전 세계적으로 증가추세에 있다는 것이다. 2005년 무인기 생산국은 43개국, 제작기수는 544기에서 2009년 기준 51개국, 총 1190대로 증가하였고, 무인항공기 시장은 군수용(47.8%), 민·군겸용(17%), 민수용(10%)이 전체의 약 75%를 차지하고 나머지는 개발 및 연구목적으로 제작되었다.[2]

무인항공기 운용범위의 경우도 통제 및 주의공역¹⁾ 내에서 점차 공역체계 내로 확대되어가는 추세

2011년 2월 28일 접수 ~ 2011년 3월 16일 심사완료

* 한서대학교 항공교통관리학과 부교수

연락처, E-mail: dhkim@hanseo.ac.kr

충남 태안군 남면 신운리 한서대학교 태안비행장

** 한국항공우주연구원 스마트무인기기술개발사업단

에 있는데, 미 공군은 2013년까지 무인항공기 운용 시간을 약 110만 시간으로 계획하고 있고, 이 중 대부분은 소형 무인항공기로 특히 Group 12)에 속하는 무인항공기가 전체 비행시간 중 약 77%를 차지할 것으로 보고 있다.[3] 이들 무인항공기의 90%는 E 및 G등급 공역에서 운용될 것으로, 그 운용 공역도 점차 확대 될 것으로 예상하고 있다.

그러나 현재 국내 무인항공기 운용은 그 안전성과 신뢰성의 문제로 매우 제한된 공역에서 이루어지고 있다. 또한 무인항공기 운용시 항공교통관제(Air Traffic Control; ATC)업무를 제공하는 당국과의 긴밀한 협조가 요구된다.

무인항공기의 활용분야가 다양해지고 그 활동영역도 확대되는 현실적에서 준비해야 하는 과제는 어떻게 무인항공기를 유인항공기 공역에서 안전하고 원활하게 통합 운용할 것인가로, 이에 대한 문제는 무인항공기 시장을 주도하고 있는 선진국들조차 이미 시급하게 풀어야 할 사안으로 인식하고 있다.

본 연구에서는 현재 무인항공기의 연구개발 및 수요가 가장 많은 미국을 중심으로 무인항공기 운용에 관한 연구동향을 살펴보고, 국내 유인항공기 및 무인항공기의 운용환경을 항공교통업무 관점에서 검토하여 향후 국내 공역에서 스마트무인항공기가 통합 운용되기 위한 고려사항 및 기초 자료를 제시하고자 한다.

2. 무인항공기 운용현황 및 동향

2.1. 공역운용 현황

미국의 공역등급체계는 1993년을 기점으로 그 이전은 사용목적에 따라 약 20여개의 공역으로 구분되었고, 이후 국제민간항공기구에서 규정하는 A~G까지의 7개 공역등급체계로 정비하였다.

Fig. 1은 미국의 공역등급체계로 A, B, C, D, E공역은 관제공역(Controlled airspace)이고 G공역은 비관제공역(Uncontrolled airspace)이다. A 등급 공역은 다른 등급 공역에 비해 가장 제약이 많은 관제공역(positive control area)으로 IFR 항공기(계기항행자격을 갖춘 조종사)만 진입할 수 있고 이들 항공기에 대하여 ATC 기관으로부터 항공기 분리(일반기준; 5nm 또는 1,000피트)업무가 제공된다. B, C, D 등급 공역은 비행장을 중심으로 교통량에 따라 구분된 공역으로 IFR 항공기에 대해 분리(일반기준; 3nm 또는 1,000피트)업무가 제공[1]되며 VFR 항공기에 대해서는 등급별로 분리업무를 차등 적용하고 있는 공역이

다. 한편, G공역은 가장 덜 제약을 받는 공역으로 업무량(workload)이 허용되는 범위에서 조연 업무가 제공된다.

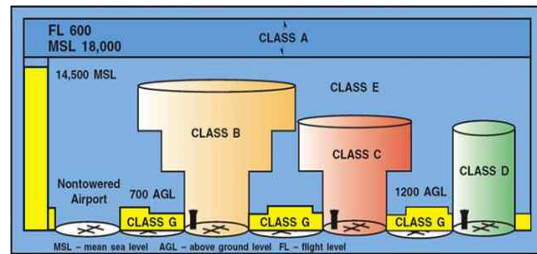


Fig. 1 미국의 공역등급체계 [4]

미국에서 현재 운용중인 무인항공기는 안전상의 이유로 그 성능에 따라 제한된 공역에서만 운용되고 있는데, 그 이유 중 하나로 ATC 기관이 무인항공기에 대해 가지고 있는 몇 가지 이견 때문이다.[5]

첫째, 무인항공기의 지상통제시스템(Ground Control System; GCS) 또는 ATC 기관과의 통신링크 두절(Link loss) 상황이 발생할 가능성이 있다. 이 경우 ATC 기관에 혼란을 야기할 소지가 많다.

둘째, ATC 기관의 허가(Clearance), 내부 및 외부운용자에 의한 통제 그리고 무인항공기 기동까지 일련의 과정에서 수행반응 상의 지연(delay)이 발생할 수 있다는 것이다. 이러한 지연은 상황에 따라(예; 충돌회피 기동 등) 안전상에 중대한 결과를 야기할 수 있다.

셋째, 유인항공기와의 성능(예; 상승 및 하강률, 지시대기속도(IAS) 등) 차이가 ATC 기관이 항공기를 분리하는데 어려움을 초래할 수 있다.

넷째, 외부 환경요인(예; 바람 성분 등)에 의해 수직분리 최저치 축소운영(Reduced Vertical Separation Minimum; RVSM) 공역에서의 운항요건에 따르지 못하여 유인항공기와 다른 수직분리기준을 적용해야하는 문제가 발생할 수 있다.

미국은 이러한 문제를 해결하기 위하여 공역통합을 위한 무인항공기시스템 전담(UAS T/F)반을 운영하고 있다. 이 전담반은 시스템의 통합,

1) 공역의 사용목적에 따른 분류로 통제공역은 항공교통의 안전을 위하여 항공기의 비행을 금지하거나 제한할 필요가 있는 공역이고, 주의공역은 항공기의 운항 시 조종사의 특별한 주의·경계·식별 등이 필요한 공역을 말함.

2) 운영고도 1,200피트 AGL 미만, 중량 21파운드미만, 비행속도 100노트(IAS) 미만의 무인항공기

운항지원, 정책 및 절차수립 그리고 NextGen³⁾ 및 국제적 협의 등 4개 부서로 나누어 주로 탑재용 및 지상용 감지/회피장비 개발, 모니터링과 시뮬레이션 및 평가 그리고 NextGen 및 타 기관과의 연계 등을 수행하고 있다.

2.2 연구 동향

미국 무인항공기 통합운용을 위한 연구의 기본 원칙은 유인항공기가 운용되고 있는 환경의 급격한 변화나 기존 운용절차의 변경 등을 통하여 새롭게 재편하는 방식이 아니라 기존 유인항공기 운용 환경에 무인항공기가 자연스럽게 접목될 수 있는 형태로 연구개발이 이루어지고 있다.[6]

따라서 무인항공기는 유인항공기에 준하는 감항능력(Airworthiness), 감지 및 회피(Sense & avoid) 능력, 자격요건, 필요장비(Equipage)구비 그리고 규정 및 운용절차 수립 등의 선결요건이 충족되어야 비로소 유인항공기 공역에 진입할 수 있는 요건을 갖추게 된다.

Table 1. 운용요건 로드맵[3]

운용요건	단기	중기	장기
감항성	단일안		
감지/회피	단일안	다중(5)안	
자격요건	단일안	-	
장비	-	단일안	-
규정/절차	단일안	다중(5)안	단일안

미국은 Table. 1과 같이 기간별로 운용요건 충족 방안 마련을 위한 로드맵을 수립하여 수행 중에 있다. 감항성 요건은 단기계획으로 단일 방안을 검증해갈 계획이고, 감지/회피 요건은 중·단기계획으로 단일 방안을, 장기적으로 다중(5개) 방안을 제시할 계획이다. 운용자의 자격요건은 중·단기계획으로, 장비요건은 중기계획으로 각각 단일안을 마련할 계획이고, 마지막으로 규정 및 절차는 중기에 다중(5개) 방안을 마련한 후 장기에 최종적으로 하나의 방안으로 통합할 할 계획이다.

3. ATC를 통한 무인항공기 운용

3.1 공역에서의 무인항공기 수용

국내 공역의 분류는 항공법 제38조(공역 등의 지정)와 동법 시행규칙 제116의2(공역의 구분·관리 등)에 명시되어 있다.

이 규정에 따른 공역등급은 국제민간항공기구

의 분류기준과 같으나 그 적용 및 운용에 있어서는 부분적으로 차이가 있다. 국제기준은 저고도 항공로 공역을 E등급으로 분류하고 있으나 국내에서는 D등급으로 구분하여 공역을 보다 제한적으로 운용하고 있으며 6만 피트 이상은 국제적으로 관제공역인 E등급 공역으로 운용하나 국내에서는 비관제공역인 G등급 공역으로 운용하고 있다.

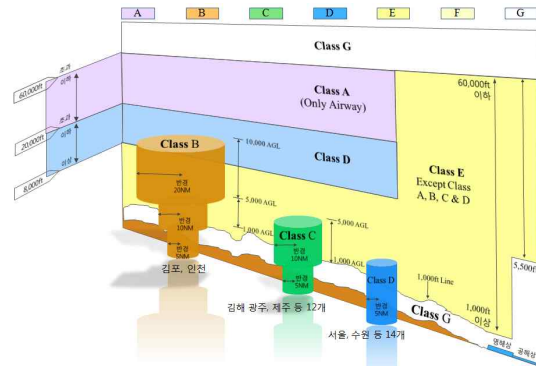


Fig. 2 국내 공역분류 현황

무인항공기도 유인항공기와 마찬가지로 공역에 진입하기 위해서는 법령에서 정하는 공역 등급별 규정 및 운항기준에 충족하여야 할 것이다.

먼저 무인항공기를 운용하고자 할 경우, 운용을 시작하기 전에 시계비행방식(VFR) 또는 계기비행방식(IFR)의 비행계획서를 ATC 기관에 제출하여야 한다. 만약 ATC 기관에서 자동으로 비행계획서를 종료시키는 경우를 제외하고 운용 종료 시에는 즉시 해당 ATC 기관에 종료보고를 하여야 한다.

만약 무인항공기를 공역 내에서 운용할 경우, A등급 또는 배타적으로 제한된 공역을 제외한 모든 공역에서는 최소한 시계비행기상상태(Visual Meteorological Condition; VMC)에서 수행하고 3nm이상의 최소비행시정을 유지하여야 한다. 이는 내·외부운용자가 타 항공기 또는 장애물을 시각적으로 확인할 수 있는 최소한의 기준이다.

GCS 운용자는 전적으로 ATC 기관의 지시에 순응할 수 있어야 하고, 이를 위해서 통신관련 장비, 트랜스폰더 및 기타 필요 장비를 갖추어야 한다. 특히 통신장비는 무인항공기 운용자와 항공교통관제기관 간에 양방향 통신이 되어야 하고, 통상 무인항공기에 탑재된 무선통신장치를

3) 차세대항공교통시스템(Next Generation Air Transportation System)을 말함.

거쳐 증계되는 방식으로 이루어지는 것을 원칙으로 한다.

Table 2. 무인항공기 운용기준(안)

등급	분리 대상	무인항공기 운용	통신 요건	ATC 허가
A	모든 항공기	-IFR운용, ATC순응	양방향 통신 유지	필요
B	모든 항공기	-운용불가 원칙		필요
C	모든 항공기	-IFR/VFR운용, ATC순응		필요
D	모든 항공기	-IFR/VFR운용, ATC순응 VFR에 대한 교통정보 (요청시 회피조건)		필요
E	모든 항공기	-IFR/VFR운용, ATC순응 가능한 경우 VFR에 대한 교통정보		필요
G	-	-비행정보업무		불필요

비관제공역에서 시계비행방식(Visual Flight Rule; VFR)으로 운용할 경우, 외부운용자는 'Right-of-Way Rules⁴⁾'에 따라 감지 및 회피 기능이 수행될 수 있도록 하여야 한다.

3.2 ATC의 제공 및 요건

항공교통관제(ATC)업무의 목적은 항공기간의 충돌방지 및 안전하고 원활한 항공교통의 흐름 유지에 있다.[7] 이러한 목적을 위해 관제사는 여러 가지 부가적인 업무를 제공하게 되는데, 이러한 업무는 교통량, 주파수 혼잡, 레이더 성능, 관제사 업무량, 우선순위업무 및 동 범주에 속하는 상황을 탐색하고 발견해 낼 수 있는 물리적 능력에 따라 제한된다.

관제사는 업무 우선순위나 절차상 또는 운영상 우선순위에 따라 최대한으로 인가된 부가적인 업무를 제공하여야 하며 이때 국내에서 정하는 절차 및 최저치에 의거 항공교통관제업무를 제공하여야 한다.

무인항공기의 경우, 현재로서는 유인항공기에 적용되는 항공교통관제업무 규정을 적용하기 어려운 단계에 있다. 이는 앞서 언급한 GCS 또는 ATC 기관과의 통신링크 두절, ATC 허가(Clearance)와 무인항공기 기동(maneuvering)사이에 발생하는 지연, 유인항공기와 성능차이 및 외부환경에 대한 반응 차이 등으로 항공기 안전 운항에 부정적 영향을 줄 수 있으며, 일정 공역에서 항공기 처리용량을 감소시키고 관제사 업무량을 증가시킬 수 있기 때문이다(Fig. 3 참조).

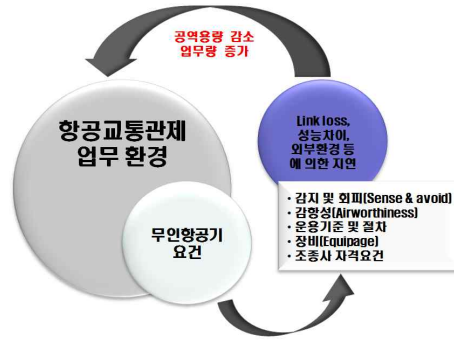


Fig. 3 무인항공기 수용과 ATC

또한 항공기 분리업무를 제공하는 관제사가 무인항공기에 부가적인 업무를 제공하기 위해서는 유인항공기에 대한 항공교통관제업무의 제공에 추가하여 교통량, 주파수 혼잡, 레이더 성능, 관제사 업무량, 우선순위업무 및 동 범주에 속하는 상황을 탐색하고 발견해 낼 수 있는 물리적 능력이 허락하는 경우인데, 현재 유인항공기에 대한 업무만으로도 관제사의 업무량이 적지 않다는 것이 사실이다.

따라서 무인항공기의 운용은 항공교통업무관점에서 단계적 접근이 필요하며, 현 단계 즉 가시거리 내 또는 극히 일부로 제한된 공역 내에서 운용은 ATC 업무의 일반사항을 따르되 필요시 별도의 합의서나 규정(국토해양부 및 국방부)에 따르도록 하여야 할 것이다.

3.3 ATC 기관과의 연계

ATC 기관은 항공기가 수렴시 그 상황을 미리 인지하고 충돌회피를 위한 가능한 지시를 발부한다. 따라서 무인항공기의 위치/고도가 지표/장애물 또는 다른 항공기에게 위험하게 근접한 위치/고도에 있는 경우, 관제사는 항공기에게 안전경보(Safety alert)를 발부한다. 또한 무인항공기가 표준분리 최저치 미만으로 근접하게 되리라 판단될 때에도 교통조언을 발부한다. 만약 무인항공기가 운용 중에 장비고장이 발생하는 경우 ATC 기관에 보고하면 가능한 모든 지원을 받게 된다.

4) 동일한 종류의 항공기가 거의 같은 고도에서 수렴하는 경우, 항공기의 오른쪽에 있는 항공기가 우선권을 가지며, 항공기가 반대방향에서 서로 접근할 경우, 각 항공기의 조종사들은 비행코스를 오른쪽으로 변경해야 하고, 항공기가 추월하는 경우, 추월하는 항공기의 조종사는 오른쪽으로 비행코스를 변경하여 추월하는 항공기가 완전히 지나갈 수 있도록 한다는 규칙.

이와 같이 무인항공기 운용을 ATC 기관과 연계할 경우 무인항공기의 자율운용에 의한 충돌회피 상황은 극히 일부의 비정상상황을 제외하고 거의 발생하지 않는다고 보아야 할 것이다.

ATC 기관과의 원활한 협조를 위해서는 ATC 기관에 교신 중인 항공기가 무인항공기인지 알 수 있도록 최초 교신시 호출부호(call sign)에 약속된 용어(예; UAS 또는 Unmanned 등)를 사용하고, 무인항공기 운용자는 무인항공기가 B등급 공역을 제외한 공역에서 운용될 경우, 무인항공기가 계기비행방식으로 운용되는 경우 그리고 별도의 운용조건이 포함된 경우 즉시 ATC 기관과 통신을 실시하여야 한다. 또한 GCS는 무인항공기를 거쳐 중계되는 무선통신 이외에도 비상시나 필요시 ATC 기관과 직접 연결될 수 있는 직통 라인을 확보하여야 한다.

4. 공역에서 스마트무인기 운용

4.1. 통합운용을 위한 단계적 접근

스마트무인기가 유인항공기 공역체계에서 운용되기 위해서는 운용요건의 충족을 비롯한 관련 규정 및 절차와 시설 구축이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 스마트무인기가 국내 공역체계에서 운용되도록 하기 위한 로드맵을 총 4단계로 구분하였다(Table. 3 참조).

Table 3. 통합운용 로드맵

단계	단기	중기	장기	운용공역
1. 가시거리 내	○			E,G
2. 배타적 공역		○		D,E,G
3. 공역 확대		○		C,D,E,G
4. 통합 운용			○	모든공역

제1단계(가시거리내 운용)는 외부운용자가 직접 눈으로 확인하면서 스마트무인기를 통제하는 단계로 교통량이 없는 VFR 운용을 주로 하는 단계이다. 다음으로, 제2단계(배타적 공역 운용)는 제1단계를 포함하여 비교적 교통량이 적은 D등급 공역에서 지상통제시스템(GCS)을 이용하여 운용하는 단계이다.

제3단계(공역 확대운용)는 제2단계를 수직으로는 B 등급 공역까지 확대 운용하고, 수평으로는 GCS 탐지범위 내에서 공역 간 운용이 가능하도록 확대한 단계로 스마트무인기와 일부 유인항공기 간의 3차원분리를 적용할 수 있는 단계이다.

마지막으로 제4단계(통합운용)는 유인항공기와 통합 운용되는 단계로, 스마트무인기에 탑재된 항법장비 또는 GCS 장비를 이용하여 비행장 공역(B, C, D 등급)을 벗어나 ADS-B 등과 같은 위성기반 감시시스템을 통하여 모든 공역에서 운용되는 단계이다(Fig. 4 참조).

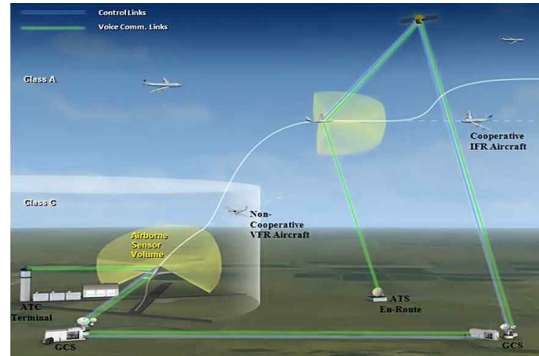


Fig. 4 통합운용 단계

4.2 통합운용을 위한 GCS 시현기능

스마트무인기의 통제를 담당하는 지상통제시스템(GCS)은 Fig. 5의 좌측부터 비행통제장치, 비행정보장치, 그리고 영상조종장치 순으로 구성되어 있다.



Fig. 5 지상통제시스템(GCS)

현재 구상중인 GCS 운용자는 총 2명으로 1명이 비행통제장치와 비행정보장치를, 다른 1명이 영상조종장치를 운용하는 것으로 계획되어 있다. 그러나 상황에 따라 운용자가 각각 비행통제와 영상조종에 집중해야 하는 경우, 타 기관과의 협조를 통한 비행정보의 수집이 필요시 이에 대응할 수 없는 경우가 발생할 수 있다. 따라서 스마트무인기 운용 초기단계에서는 GCS 각 장치별로

운용자를 배치하고 장치간 통합운용은 점진적으로 진행하는 것이 바람직한 것으로 검토되었다.

또한 GCS장비의 주요 기능은 스마트무인기를 통제하는 비행통제장치에 있으므로, 비행통제장치 운용자가 비행정보장치 및 영상조종장치 운용자와 쉽게 정보를 공유할 수 있도록 중간 좌석으로 배치하는 것이 타당한 것으로 검토되었다.

스마트무인기 통합운용을 위한 GCS 시현기능을 검토하고 이에 추가되어야 할 사항이 있는지 국내 A 대학의 교관 조종사와 관제사 총 10명을 대상으로 의견을 수렴하였다.

그 결과, 국내 공역에서 스마트무인기가 운용되기 위해서 현 GCS 기능에 추가적으로 필요한 사항이 Table.4와 같이 분야별로 제시되었다.

Table 4. 공역내 운용을 위한 GCS 추가기능

구 분	추가 기능	비고
통신(C)	- VCCS 기능	
항법(N)	- 운항에 사용되는 단위적용 - 고도시현 기준 - 조종간 도입	GPS 고장시 대처
감시(S)	- 트랜스폰더 setting 기능 - ADS-B운용시 TIS-B 수집기능	
기타	- 비행정보시현기능 - 국제표준시(UTC) 시현	

통신분야에서 추가되어야 할 기능으로 조종사와 관제사 모두 VCCS(Voice Communication Control System) 기능을 제시하였다. VCCS는 ATC 기관을 선택하여 통신할 수 있는 기능을 수행하며, 스마트무인기를 운용하고 ATC 기관과 직접적인 교신을 담당하는 비행통제장치에 필요한 기능이다.

항법분야에서는 실제 국내 항공기 운항에 사용되는 단위(nm, feet, knot 등)의 사용을 지적하였다. Fig. 6에서 보는 바와 같이 거리, 고도 속도, 상승률 등 모든 시현정보가 운항에서 사용되지 않는 국제표준단위계(m, km/h, m/min 등)를 적용하고 있어 공역에서의 스마트무인기 운용에 혼란을 가져올 수 있다는 것이다.

고도의 경우 그 기준이 Above Ground Level(AGL), Mean Sea Level(MSL), Flight Level 등 각각 차이가 있으나 이에 대한 구분이 명확하지 못하다. 일례로 착지지점(touch down)의 고도가 어느 기준이냐에 따라 스마트무인기 안전운용에 부정적 영향을 줄 수도 있다. 조종사의 의견으로 스마트무인기를 정밀하게 운용하여야 할 경우 현 룰 형태의 통제장치 보다는 조종간의 도

입이 보다 안전하게 통제할 수 있는 방안으로 제시되었다.



Fig. 6 비행통제장치 화면

감시분야로는 스마트무인기가 관제공역에 진입하기 위해서 트랜스폰더 setting 기능이 반드시 추가되어야 한다고 검토되었다. 또한 스마트무인기에 도입되어 있는 ADS-B기능은 현재 그 기능을 발휘할 수 있는 환경이 아니므로, Traffic Information Services-Broadcast(TIS-B)의 수집이 필요한데, 현재로서는 이 정보를 제공해 줄 수 있는 기관도 제공을 받을 수도 없는 단계이지만 반드시 이 정보의 수집기능은 고려되어야 할 것으로 요청되었다.

기타 분야로 외부에서 제공되는 비행정보를 시현할 수 있는 기능이 추가되어야 하고 또한 항공기 운항에 사용되는 국제표준시의 시현기능도 추가로 제시되었다.

5. 결론

무인항공기 시장의 증가와 기술의 발전은 그 활동분야 및 영역의 확대를 가져오고 이는 결국 유인항공기 공역에서의 통합 운용의 필요성을 제기하게 된다. 이미 미국을 비롯한 무인항공기 분야 선진국에서는 어떻게 무인항공기를 유인항공기 공역에서 안전하고 원활하게 통합 운용할 것인가에 대해 다각적인 연구가 진행 중에 있다.

본 연구는 미국을 중심으로 무인항공기 운용에 관한 연구동향을 살펴보고, 국내 유인항공기 및 무인항공기의 운용환경을 항공교통업무 관점에서 검토하여 국내 공역에서 스마트무인항공기가 통합 운용되기 위한 고려사항 및 기초 자료를 제시하고자 수행되었다.

스마트무인기가 공역으로 진입하기 위해서는 감항성, 감지 및 회피요건 등과 같은 기본적인 운용요건의 충족과 함께 항공기 분리업무를 목적

으로 하는 ATC 기관과의 유기적인 연계가 필요함을 확인하였다. 또한 공역에서 스마트무인기를 운용하기 위해서는 단계적 접근방안을 도출하고 통합운용을 위하여 현 GCS 기능에 추가되어야 할 사항들을 제시하였다.

본 연구는 아직 진행 중인 과제로, 공역체계 내 스마트무인기 운용을 위한 하나의 제안이자 검토결과이며 향후 보다 체계화된 계획에 따라 검증을 통해 이루어가야 할 과제이다. ATC 업무가 무인항공기 운용에 유인항공기와 같은 지대한 영향을 미치므로 ATC를 제공하는 당국에서도 향후 무인항공기의 운용확대에 대비하여 긍정적 차원에서 유인항공기 또는 다른 무인항공기와 원활히 분리업무를 수행할 수 있는 방안을 마련하는데 관심을 기울여야 한다고 판단된다.

후 기

본 연구는 한국항공우주연구원에서 지원하는 무인기 관제체계 기술개발 과제의 일환으로 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참고문헌

- [1] Michael S. N., "Fundamentals of Air Traffic Control", 5th edition, Delmar, New York, 2010
- [2] 교통안전공단, "무인항공기 안전관리제도 구축 연구보고서", 국토해양부, 2009, pp.43~44
- [3] Gerald R. Sayer, "Remotely Piloted Aircraft Operations in the National Airspace System", AUVSI, Denver, CO, 2010
- [4] FAA, "Aeronautical Information Manual", 2010, pp.3-2-1
- [5] Douglas M. Marshall, "International Regulation of Unmanned Aircraft Operations in Offshore and International Airspace", AUVSI, Denver, CO, 2010.8.
- [6] 국방기술품질원, "미국 무인체계 로드맵", 2009, pp.169
- [7] ICAO, "Annex 11-Air Traffic Services", 2009, pp.2-1~2-2