

技術論文

J. of The Korean Society for Aeronautical and Space Sciences 43(7), 657-667(2015)

DOI:http://dx.doi.org/10.5139/JKSAS.2015.43.7.657

ISSN 1225-1348(print), 2287-6871(online)

민간 무인항공기시스템 카테고리 분류에 관한 연구

안효정*

A Study of Civil Unmanned Aerial System Category Classification

Hyojung Ahn*

Korea Aerospace Research Institute*

ABSTRACT

With development of technology and increase of commercial demand for unmanned aerial system(UAS), the related regulation has been prepared and complemented with the advanced countries such as United States and European Union(EU). However it is difficult for regulation to cover all areas of UASs practically since UASs have been developed in a variety of configurations and performance depending on their purpose. Therefore the reasonable criteria for the classification of UASs and their category should be suggested before development of the regulation. For this reason, many countries have been studying the standard for UASs classification and International Civil Aviation Organization(ICAO) makes an effort to prepare the international standards. In this paper, the new classification scheme which can complement domestic regulation is suggested based on investigation of the global trend of UAS classification and their researches.

초 록

전 세계적으로 무인기 기술이 발전하고, 민간 수요가 증가함에 따라 각국에서도 제도 마련 및 보완을 위해 적극적으로 대응하고 있다. 하지만 무인기 기술은 사용 목적에 따라 다양한 형태, 운용범위, 성능 및 운용방법 등으로 개발되고 있어 각각의 경우에 대한 안전 규정을 적용하는데 어려움이 있다. 이에 민간 무인기 분류를 위한 합리적인 기준을 마련하고, 그에 따른 범주를 구분하여 적합한 규정을 개발해야 할 필요가 있다. 현재는 무인기 분류에 있어서 국가별로 다양한 기준과 방법이 고려되고 있으며, 국제민간항공기구(ICAO)에서도 국제 표준을 마련하기 위한 노력을 진행 중이다. 본 논문에서는 전 세계적으로 무인기 카테고리를 분류하는 방식 및 관련 연구 현황을 분석하고, 이와 관련하여 국내 관련 제도의 보완점 및 민간 무인기 분류방안에 대해서 고찰해 보았다.

Key Words : UAS(무인항공기시스템), RPAS(원격조종항공기시스템), Classification(분류), Categorization(카테고리화), Certification Specification(인증규격)

1. 서 론

전 세계적으로 무인기 기술이 발전하고, 민간

수요가 증가함에 따라 각국에서도 제도 마련 및 보완을 위해 적극적으로 대응하고 있다. 하지만 무인기 기술은 사용 목적에 따라 다양한 형태, 운용

† Received : April 2, 2015 Revised : May 27, 2015 Accepted : June 9, 2015

* Corresponding author, E-mail : hjahn@kari.re.kr

Table 1. Manned Category and Regulations

형상	감항 분류	중량	승객 수	적용 기술기준(KAS)
고정익	보통(Normal)	< 5,670 kg (12,500 lb)	최대 9인승 (조종석 제외)	Part 23
	실용(Utility)			
	곡기(Acrobatc)			
	커뮤터 (Commuter)	< 8,618 kg (19,000 lb)	최대 19인승 (조종석 제외)	
	수송 (Transport)	-	-	Part 25
회전익	보통(Normal)	< 3,100 kg (7,000 lb)	최대 9인승	Part 27
	수송(Transport)	-	-	Part 29
비행선	보통(Normal)	-	최대 9인승 (조종석 제외)	Part 30

Table 2. Korean UAS classification

구 분	150 kg 이하		150 kg 초과
	12 kg 이하	12 kg 초과	
정 의	초경량비행장치-무인동력비행장치		항공기인 동력비행장치
신고/등록	신고 필요		등록 필요
	비사업용에 한해 신고 제외	비사업용의 무동력, 계류식, 낙하산류, 군사용, 연구개발용 등 신고제외	
감항 제도	안전성 인증 제외	안전성 인증 필요	특별감항증명
운용 범위	육안확인 범위 내		-
비행 승인	제외	필요	-
조종자 증명	조종자 증명 제외	조종자 증명 필요 (비사업용 제외)	-

범위, 성능 및 운용방법 등으로 개발되고 있어 각각의 경우에 대한 안전 규정을 적용하는데 어려움이 있다.

현재 유인기의 경우에는 Table 1과 같이 형상, 무게, 활용 범위와 승객 수에 따라 카테고리를 나누고 그에 따른 규정에 차이를 두고 있다[1]. 이와 같이 무인기도 합리적인 기준을 적용하여 몇 가지 범주로 구분하여 그에 맞는 규정을 적용해야 할 필요가 있다. 현재 무인기 분류에 있어서 국가별로 다양한 기준과 방법이 고려되고 있으며, 국제민간항공기구(ICAO, International Civil Aviation Organization))에서도 국제 표준을 마련하기 위한 노력을 진행 중이다. 무인기의 카테고리화는 위험관리(Safety Risk Management), 인증, 운항 및 자격 요건의 개발을 위한 기초로 활용되며, 최대 이륙중량, 운동에너지, 다양한 성능 한계, 운용 타입 및 지역, 성능 등을 기준으로 구분할 수 있다. 다시 말해 이는 크게 형상, 운항, 성능 측면으로 구분할 수 있으며, 형상적인 측면에서는 최대 이륙중량이 대표적이며 운항적인 면에서는 운용목적, 운용고도, 운용범위 등, 그리고 성능 측면에서는 속도, 고도, 체공시간 등이 고려되고 있다.

본 논문에서는 전 세계적으로 무인기 카테고리를 분류하는 방식 및 관련 연구 현황을 분석하고, 이와 관련하여 국내 제도의 보완사항에 대해서 고찰해보았다.

II. 본 론

2.1 국내의 민간 무인항공기 관련법 현황

현재 국내에서는 연료를 제외한 자체 중량을 기준으로 무인기를 분류하고 있으며, 항공법 상에서 150 kg 이하는 '초경량비행장치의 무인동력비행장치'에 해당하며, 150 kg을 초과하는 무인비행기는 항공기 중에 '항공기인 동력비행장치'로 정의하고 있다[1~4]. 또한 150 kg 이하의 초경량비행장치 내에서도 12 kg을 기준으로 장치신고, 안전성 인증, 조종자 증명, 비행계획 승인 등에 있어 제도 적용상의 차이가 있다. 이러한 국내 민간 무인기 관련법 내용을 Table 2와 같이 정리하였다[1~4].

2.2 미국의 민간 무인항공기 분류체계

FAA에서는 민간 무인기 규정 마련을 위하여

Table 3. small UAS Classification Recommended by ARC

그룹	무게 (GTOW, lb)	최대속도 (kts)	최대 고도 (ft. AGL)	공역 등급*	적용기준	비고
I	≤ 4.4	30	400	C, D, E, G	17개의 권고 기준 중 7개만 적용(①~⑦)	부서지기 쉬운 재료 (종이, 나무, 플라스틱, 견고하지 않은 금속부) 활용
II	≤ 4.4	60	400	C, D, E, G	17개의 권고기준 중 17개 모두 적용	인구 밀집 지역 상공 비행금지
III	≤ 19.8	87	400	D, E, G		사람, 선박, 탈것, 구조 등에서 최소한 100 ft 떨어져야 함.
IV	≤ 55	87	1200	G		사람이 살지 않는 원격지에서 운영 가능
V	공기보다 가벼운 물체	보류 - 관련 기준 없음				

*C등급 : 모든 항공기에 항공교통관제업무가 제공되나, 시계비행을 하는 항공기 간에는 교통정보만 제공되는 공역
 *D등급 : 모든 항공기에 항공교통관제업무가 제공되나, 계기비행을 하는 항공기와 시계비행을 하는 항공기 및 시계비행을 하는 항공기 간에는 교통정보만 제공되는 공역
 *E등급 : 계기비행을 하는 항공기에 항공교통관제업무가 제공되고, 시계비행을 하는 항공기에 교통정보가 제공되는 공역
 *G등급 : 비관제 공역, 모든 항공기에 비행정보 업무만 제공되는 공역

그와 관련한 분류 체계를 개발하고 있다. 이를 위하여 미국 FAA는 UAS 관련 규정을 만들기 위한 ARC(Aviation Rulemaking Committee)를 구성하였으며, ARC를 통해 제안된 의견을 FAA에서 채택하여 규정화 하고 있다. 소형 무인기를 위한 ARC는 2008년부터 시작되었으며, 2009년에 소형무인기 규정 개발을 위한 권고사항을 정리하였다[5]. 그 내용상에서 아래 Table 3과 같이 소형무인기를 무게, 속도, 고도, 공역 등으로 구분하였으며, 그에 따른 적용기준을 제시하였다. 여기서 17개의 권고 기준은 다음과 같다.

- ① 구조 건전성(structural integrity), ② 제조 규격(manufacturing specification), ③ 안전 시스템 착수(safe system start-up), ④ 비행 제어 케이블(flight control cables), ⑤ 화재 방지(fire protection), ⑥ 연결장치(connectors), ⑦ 통제소 동기화(control station synchronization), ⑧ 통신 범위 시험(communication range test), ⑨ 운전자 매뉴얼(operators manual), ⑩ 정비 및 검사 절차(maintenance and inspection procedures), ⑪ 구성품 고장 방지(component failure protection), ⑫ 동력장치 고장안전(powerplant fail safe), ⑬ 연료 및 전원 정보(fuel/power information),

- ⑭ 연료 및 전원 표시(fuel/power marking), ⑮ 구조한계초과명령 예방(prevention of commands which exceed structural limits), ⑯ 재료(materials), ⑰ 중량배분(weight balance)

또한 FAA는 규정을 개발하기 위하여 외부의 ASTM(American Society for Testing and Material)이나 RTCA(Radio Technical Commission for Aeronautics)와 같은 외부 단체에서 개발한 기준을 기초자료로 활용하기도 한다. 현재 ASTM 기술 위원회 F-38에서는 무인기 표준 및 안내 자료를 개발하고 있다. 이 위원회에서는 무인기 인증 절차를 통합하기 위해 FAR Part 21의 개정을 제안하였으며, 무인기를 초소형(micro), 소형(mini, MGTOW 55 lb 이하), 경량(light, MGTOW 1320 lb 이하), 원격 운용기(ROA, Remotely Operated Aircraft)로 분류하여 경량급과 ROA만 Part 21을 적용하고 초소형과 소형급은 감항 증명이 필요하지 않음을 제시하였다[6]. 또한 RTCA 산하의 특별위원회인 SC-203에서도 무인기 규격서 및 지침서 개발을 목적으로 활동하고 있다. RTCA SC-203에서는 무인기 운용과 관련하여 카테고리 A, B, C, D의 4가지 범주로 분류하고 있다[7]. 카테고리 A는 레크레이션이나 스포츠 목적으로

운용하는 모형 항공기로 육안확인 가능한 거리에서 운용되는 것이며, 카테고리 B는 육안 확인 가능한 범위에서 운용되는 소형 무인기로 안전을 위하여 운용과 조종자에 대한 최소한 제한적인 규제가 필요하다. 카테고리 C는 육안확인 가능 범위를 벗어나서 운용하는데 있어서 카테고리 B와 차이가 있으며 승인된 DSA(Detect, Sense and Avoid) 시스템을 장착해야 한다. 카테고리 D는 상업적 목적으로 이용되는 유인기와 유사하게 운용되는 경우를 포함하며, 유인기와 같이 적합한 인증을 받아야 하고 카테고리 C와 같이 승인된 DSA 시스템을 장착해야 한다.

Table 4. DoD UAS Categories (DoD Unmanned Roadmap 2013)

구분	Group	무게(lb)	고도(ft)	속도(kts)
Micro/ Mini Tactical	1	0-20	< 1200 AGL	< 100
Small Tactical	2	21-55	< 3500 AGL	< 250
Tactical	3	< 1320	< FL180*	< 250
Persistent	4	> 1320	< FL180	-
Penetrating	5	> 1320	> FL180	-

*FL180 = 18,000 ft MSL

미 국방부(DOD, Department of Defence)에서는 2000년도부터 무인기 로드맵을 개발하며 무인기를 다양한 방식으로 분류해 오고 있다[8]. 초기에는 임무별로 분류하기 시작하여 점차 중량, 속도, 공역, 고도, 체공시간 등을 고려하였다. 최근에 정리된 내용은 Table 4와 같다.

이외에도 FAA와 NASA에서 국가공역체계(NAS)로의 UAS 통합에 대한 안전성 문제를 조사하기 위해 MIT의 Weibel과 Hansman에 연구를 수행하도록 하였으며, 이들의 연구결과에 따라 Table 5와 같이 무인기를 분류하기도 하였다[9].

2.3 유럽의 민간 무인항공기 분류체계

2.3.1 유럽항공안전기구(EASA)

EASA(European Aviation Safety Agency)는 150 kg을 초과하는 무인기에 대해서만 안전에 대한 책임을 가지며, 그 이하의 무인기는 EASA 인증대상에서 제외하고 각 회원국에서 안전 감독 책임을 갖도록 하고 있다[5]. EASA에서는 150 kg을 초과하는 무인기를 대상으로 해당 무인기 설계별로 추락 시 충돌 운동에너지를 산출하여 그 크기에 상응하는 유인항공기 카테고리의 기술 기준을 적용하며[10], 불시 강하(Unpremeditated Descent)의 경우와 제어불능(Loss of Control)의

Table 5. UAS Classification by MIT Research

분류	질량, m(lbs)	운용 고도, h(ft, FL)	운용 지역
Micro	m<2	h<500	Local
Mini	2 ≤ m ≤ 30	100 ≤ h ≤ 10,000	Local
Tactical	30 ≤ m ≤ 1,000	1,500 ≤ h ≤ 18,000	Regional
Medium Altitude	1,000 ≤ m ≤ 30,000	18,000 ≤ h ≤ FL 600	Regional/National
High Altitude		h > FL 600	Regional/National/ International
Heavy	m>30,000	18,000 ≤ h ≤ FL 450	National/ International

Table 6. EASA UAS Classification

고장결과	지상 충돌 시 운동에너지(GJ)	적용 기술 기준	
		고정익	회전익
불시강하	0 ≤ KE ≤ 0.0015	Microlight Airplane	-
	0 ≤ KE ≤ 0.003	Very Light Airplane	-
	0.0015 ≤ KE ≤ 0.02	CS-23 Single Engine	CS-27
	0.01 ≤ KE ≤ 0.1	CS-23 Dual Engine	CS-29
	KE ≥ 0.06	CS-25	-
제어불능	0 ≤ KE ≤ 0.01	Microlight Airplane	-
	0 ≤ KE ≤ 0.025	Very Light Airplane	-
	0.01 ≤ KE ≤ 0.2	CS-23 Single Engine	CS-27
	0.1 ≤ KE ≤ 2	CS-23 Dual Engine	CS-29
	KE ≥ 0.3	CS-25	-

Table 7. CAA UAS Classification(1)

카테고리	최대이륙중량(MTOW)	기술 기준	운항 허가
Small UAV	20 kg 이하	적용 안함	상용 : 필요함 그 외 : 필요 없음
Light UAV	150 kg 이하	위임기관 기준	필요함
UAV	150 kg 이상	EASA 기준	감항증명

Table 8. CAA UAS Classification(2)

카테고리	최대이륙중량(MTOW)	기술 기준	운항 제한
D	2 kg 이하	면제 또는 형식증명	Scenario 1,2,3,4
E	4 kg 이하	면제 또는 형식증명	Scenario 1,2,3
	25 kg 이하	면제 또는 형식증명	Scenario 1,2
F	150 kg 미만	면제 또는 형식증명	-
G	150 kg 이상	EASA 형식증명	-

* Category A~C 는 model aircraft로 분류함
 * 25kg 이하급 무인기에 대하여 형식증명(TC)를 받으면 운항제한 면제함.
 * Scenario 1 : 100 m 이내 야지 direct visual range 이내 비행
 2 : 반경 1 km, 고도 50 m이내 야지 비행
 3 : 100 m 이내 인구지역 direct visual range 비행
 4 : 항공감시, 촬영, 조사

Table 9. Sweden UAS Classification

구분	내용
1A	최대 이륙중량 1.5 kg 이하 최대 운동에너지 150 J 조종사 육안 확인 거리이내에서만 비행 허용 허가 유효기간 2년
1B	최대 이륙중량 1.5 kg 초과 ~ 7 kg 이하 최대 운동 에너지 1000 J 조종사 육안 확인 거리 내에서만 비행 허용 허가 유효기간 2년
2	최대 이륙중량 7 kg 초과 조종사 육안 확인 거리 내에서만 비행 허용 허가 유효기간 최초 1년, 이후 갱신 후 최대 2년
3	비행하기 위한 인증(certificate) 필요 조종사 육안 확인거리를 벗어난 범위에서 조종 가능, 허가 유효기간 최초 1년, 이후 갱신 후 최대 2년

경우로 나누어 Table 6과 같이 규정하고 있다.

2.3.2 영국

영국의 감항당국(CAA)은 150 kg이하의 무인기를 운용 중량과 운용 시나리오에 따라 분류하고 있다(Table 7, Table 8). 운용 중량을 기준으로 보면 20 kg 이하인 소형 무인기는 보통 유인기에 적용되는 대부분의 규정을 면제하며, 경량급에 대해서는 필요에 따라 적합한 기술기준을 적용하고,

운항 허가를 받도록 하고 있다. 또한 운용 형태를 고려하여 더 세분화된 분류 기준에서는 모형항공기를 별도로 분류하며, 25 kg 이하의 무인기에 대하여 형식증명을 받는 경우에 대해서는 운항 제한을 면제하고 있다[5].

2.3.3 스웨덴

스웨덴 교통국이 2009년 11월에 발행한 무인기 규정에 따르면, 운용 범위 및 무인기 중량에 따라 Table 9와 같이 무인기를 분류하였다[11].

2.3.4 독일

독일의 연구기관인 IABG에서 수행한 연구결과에 따르면, 무인기를 Table 10과 같이 무게, 운용범위, 반경 및 최대 고도를 고려하여 분류하였다[12].

2.4 기타 국가의 민간 무인항공기 분류체계

2.4.1 호주

호주는 세계 최초로 무인기 규정을 제정하였으며 호주의 감항당국(CASA)은 2002년에 민간 무인기 운용 규정을 출간하였다[4]. 호주의 규정에 따르면 무인기를 비행선(airship), 동력낙하장치(Powered Parachute), 비행기(Aeroplane), 회전익기(Rotorcraft), 동력 리프트장치(powered Lift)로 구분하여 각각 중량을 기준으로 초소형(micro), 소형(small), 대형(large)으로 분류하고 있다[13]. Table 11에서는 고정익 및 회전익 무인기에 대한 카테고리 분류 내용을 정리하였다.

Table 10. Germany UAS Classification

카테고리	최대 중량[kg]	비행 반경[nmi]	최대 고도[ft]	사정거리 분류
Class 0	< 25	< 10	1,000	근거리
Class 1	25-500	10-100	15,000	단거리
Class 2	501-2,000	101-500	30,000	중거리
Class 3	> 2,000	> 500	30,000	장거리

Table 11. Australia UAS Classification

카테고리	최대이륙중량(MTOW)	기술 기준
Micro UAV	0.1kg 이하	적용안함
Small UAV	150kg 이하	인구비밀집지역 - 없음. 그 외 지역 - Large UAV 기준 부분 적용
Large UAV	150kg 이상 (회전의 100kg 이상)	동급 유인기 기준 적용 실험증명, 특별감항증명 발행

Table 12. Czech Republic UAS Classification

카테고리	운용 목적	운용 범위	요구 사항
A	레크레이션	VLOS	허가(Authorization) 필요, 등록 필요 없음
B	상업용	VLOS (Visual Line of Sight)	허가(Authorization) 필요, 등록 필요 조종자 증명(ROC, RPAS Operator Certificate) 필요
C	상업용	VLOS (Visual Line of Sight)	허가(Authorization) 필요, 등록 필요 조종자 증명 필요, 신뢰성 승인 필요
D	-	BVLOS (Beyond VLOS)	허가(Authorization) 필요, 등록 필요 조종자 증명 필요, 신뢰성 승인 필요 DAA(Detect and Avoid)시스템 장착 필요

2.4.2 캐나다

캐나다에서는 무인기 운용에 대하여 유인기와 동등한 수준을 충족하도록 하는 정책에 따라 민간 무인기에 대한 규제를 캐나다 교통국(Transport Canada)에서 담당하고 있다. 캐나다 교통국은 무인기 작업 그룹을 통하여 무인기 규정을 연구하고 있으며, 규정 마련을 위하여 중량을 기준으로 무인기를 분류하였다. 분류를 위한 중량 기준 및 범위는 2 kg 이하, 2~25 kg, 35 kg이하, 35~150 kg, 150 kg 이상으로 정하였다[14].

2.4.3 이스라엘

이스라엘 감항당국(CAAI)은 무인기 인증 규정을 개발하기 위하여 중량을 기준으로 Mini(0~15 kg), Small(15~150 kg), Medium(150~2,000 kg), Heavy(2,000 kg 초과)와 같이 분류하였다. 하지만 이스라엘은 아직 규정 초안을 개발하는 단계에 있으므로, 이 분류 기준은 아직 명확한 것은 아니며 변경될 수도 있다[15].

2.4.4 체코

체코의 항공 규정은 무인기의 운용에 대한 특정 조건 및 제한사항을 포함하고 있다. 20 kg 이하

의 항공기는 모형항공기와 무인기로 분류하며, 모형항공기는 보통 카메라를 장착하지 않으며 운용상 필수적인 제한 사항이 있다. 또한 20 kg이하의 무인기는 레크레이션 목적으로만 활용하여야 하며, 무인기를 전문적으로나 상업적으로 이용하기 위해서는 중량에 관계없이 특별감항증명과 운용자 자격이 필요하다. 체코 감항당국은 무인기를 Table 12와 같이 A, B, C, D로 카테고리를 나누고 있다[16].

2.4.5 남아프리카공화국

남아프리카공화국의 민간 감항당국(SACAA, South Africa civil Aviation Authority)는 민간항공법(2009) Sec. 72에 의하여 무인기를 규정하고 있다. 현재 남아프리카공화국에서는 주로 농업용, 보안 및 감시, 광업, 영화산업, 의료 샘플 운송 등을 위해 활용되고 있으며, 무인기 카테고리를 Table 13과 같이 분류하고 있다[17].

2.5 주요 기관 및 단체의 민간 무인항공기 분류체계

2.5.1 북대서양조약기구(NATO)

NATO(North Atlantic Treaty Organization)에서 2009년 9월에 JCGUAV(Joint Capabilities

Table 13. South African UAS Classification

카테고리	운용 범위	에너지, E(KJ)	고도, h(ft)	최대이륙중량, m(kg)
Class 1A	VLOS	E < 15	h < 400	m < 1.5
Class 1B	VLOS	E < 15	h < 400	m < 7
Class 1C	VLOS/EVLOS	E < 34	h < 400	m < 20
Class 2A	VLOS/EVLOS	E > 34	h < 400	m < 20
Class 2B	실험/연구용			
Class 3A	BVLOS	E > 34	h < 400	m < 150
Class 3B	VLOS/EVLOS	모든 적용	h > 400	m < 150
Class 4A	BVLOS	모든 적용	h > 400	m < 150
Class 4B	모든 적용	모든 적용	모든 적용	m > 150

VLOS : Visual Line of Sight, EVLOS : Enhanced VLOS, BVLOS : Beyond VLOS

Table 14. NATO UAS Classification

등급	카테고리	운용고도	임무반경	이용	예시
Class I (150 kg 이하)	SMALL > 20 kg	5K ft AGL	50 km(LOS, Line of Sight)	전술부대 (운용자발사시스템)	Luna, Hermes 90
	MINI 2-20 kg	3K ft AGL	25 km (LOS)	전술하위부대 (수동 발사)	Scan Eagle, Skylark, Raven, DH3, Aladin, Strix
	MICRO < 2 kg	200 ft AGL	5 km (LOS)	전술 소부대, 개인 (단독 운용자)	Black Widow
Class II (150-600 kg)	TACTICAL	10K ft AGL	200 km (LOS)	전술편대대형	Sperwer, Iview 250, Hermes 450, Aerostar, Ranger
Class III (600 kg 이상)	Strike/ Combat	65K ft	BLOS (Beyond LOS)	전략/국가	
	HALE	65K ft	BLOS	전략/국가	Global Hawk
	MALE	45K ft MSL	BLOS	작전/전투	Predator B, Predator A, Heron, Heron TP, Herems 900

Group on Unmanned Aerial Vehicles) 회의에서 토의한 내용을 바탕으로 2010년 1월에 “Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO”을 통해 정리한 내용에 따르면, Table 14와 같이 무인기를 중량, 고도, 임무반경, 운용목적 등에 따라 분류하였다[18]. NATO의 무인기 카테고리는 무인기 최대 이륙 중량과 정상운용고도에 기반 하여 분류되고 있다. 즉 중량으로 먼저 분류하고 이후 무인기 운용 고도에 따라 구분된다.

2.5.2 UVS International

UVSI는 네덜란드 헤이그에 있는 상공회의소에 등록된 비영리 단체이며 1995년에 설립되어 무인기 제작, 관련 시스템 및 주요 구성품, 관련 장비 업체 등이 참여하고 있다. 현재는 40여개국이 참여 하고 있으며, 조직 멤버를 기업, 기관, 개인으로 구분하고 있다. UVSI에서는 “RPAS, The Global Perspective”를 발간하고 있는데, 최근의 12호에서는 Table 15와

같이 무인기 카테고리를 정리하고 있다[19].

2.5.3 ICAO RPASP

국제 민간항공기구(ICAO, International Civil Aviation Organization)는 2014년 11월부터 RPASP(Remotely Piloted Aircraft Systems Panel)를 조직하여, 민간 무인항공기 관련 국제 민간항공협약 부속서 1, 6, 8, 10에 대한 국제표준 및 권고(SARPs, Standards and Recommended Plans)를 개발하기 위한 연구를 진행하고 있다. RPASP는 2007년에 결성된 무인기스터디그룹(UASSG, Unmanned Aircraft System Study Group)에서 시작되었으며, ICAO에서는 UASSG 15차 회의 이후 이 조직을 스터디그룹에서 패널 회의로 격상하였다. ICAO UASSG 활동의 산출물로서 2015년 3월에 발행된 RPAS 매뉴얼에서는 RPA의 카테고리화가 필요한 이유 및 고려될 수 있는 기준에 대하여 간략하게 언급하였으며[20],

Table 15. UVSI UAS Classification

카테고리	약어	범위(km)	고도(m)	체공시간(h)	최대이륙 중량(kg)	운용 여부
Tactical						
Nano	n	< 1	100	< 1	< 0.025	○
Micro	μ	< 10	250	1	< 5	○
Mini	Mini	< 10	150 ^b -300 ^a	< 2	< 30(150 ^b)	○
Close Range	CR	10-30	3,000	2-4	150	○
Short Range	SR	30-70	3,000	3-6	200	○
Midium Range	MR	70-200	5,000	6-10	1,250	○
Medium Range Endurance	MRE	> 500	8,000	10-18	1,250	○
Low Altitude Deep Penetration	LADP	> 250	50-9,000	0.5-1	350	○
Low Altitude Long Endurance	LALE	> 500	3,000	> 24	< 30	○
Midium Altitude Long Endurance	MALE	> 500	14,000	24-48	1,500	○
Strategic						
Hight Altitude Long Endurance	HALE	> 2000	20,000	24-48	4,500 ^C 12,000	○
Special Purpose						
Unmanned Combat Aerial Vehicle	UCAV	약 1500	10,000	약 2	10,000	○
Offensive	OFF	300	4,000	3-4	250	○
Decoy	DEC	0-500	5,000	< 4	250	○
Stratospheric	STRATO	> 2000	> 20,000 & < 30,000	> 48	TBD	X
Exo-stratospheric	EXO	TBD	> 30,000	TBD	TBD	X
Space	SPACE	TBD	TBD	TBD	TBD	X

TBD=To Be Defined, a=국가법에 따름, b= 일본, c=Predetor B

Table 16. Summary of the status of UAS ClassificationG

국가/기관/단체	무게	고도	속도	운용영역(범위)	운용목적	운동에너지	체공시간
한국	○			○	○		
미국/FAA	○	○	○	○			
미국/DoD	○	○	○		○		
미국/MIT	○	○		○			
EASA	○					○	
영국	○			○	○		
스웨덴	○			○		○	
독일	○	○		○			
호주	○			○			
체코	○			○	○		
남아프리카공화국	○	○		○		○	
캐나다	○						
이스라엘	○						
NATO	○	○		○	○		
UVSI	○	○		○			○

현재 RPASP에서는 무인기 카테고리화를 위한 국제 표준을 개발하기 위한 논의를 진행 중이다. 지난 11월에 개최된 1차 회의에서는 일부 부속서에 대한 SARP's 채택 목표를 2018년경으로 설정하였으며, 이에 무인기 카테고리화에 대한 내용도 포함

될 것으로 예상된다.

2.6 우리나라 무인항공기 분류체계 방안

세계 각국의 무인기 카테고리 분류와 관련한 동향 및 연구결과를 조사한 결과, 현재 가장 많이

Table 17. Proposal for UAS Classification

분류	최대이륙중량, m (kg)	운용 범위	관련 방안
초소형	$m \leq 2$	가시영역(VLOS)	형식증명 면제, 허가
소형	$2 < m \leq 25$	가시영역(VLOS)	형식증명 면제, 허가
경량	$25 < m \leq 150$	가시영역(VLOS)	형식증명 및 허가
중형	$150 < m \leq 750$	가시 및 비가시 영역(VLOS, BVLOS)	형식증명 필요, 감항증명
대형	$m > 750$	비가시 영역(BVLOS)	형식증명 필요, 감항증명

활용되는 기준은 중량인 것을 확인할 수 있었다 (Table 16). 이는 무인항공기는 지상 추락 및 공중에서 다른 항공기와의 충돌에 의한 사고 가능성이 크며, 이때 기체의 중량은 피해에 직접적인 영향 요인으로 작용하기 때문이다. 운용 고도도 충돌 에너지를 고려하는데 있어 영향을 미치는 요인이나, 일차적으로 중량으로 등급을 분류한 후 운용고도 및 기타 사항 등을 검토하여 필요에 따라 더 세분화하고 있다.

이러한 세계적인 추세를 바탕으로 현재 국내 무인기 개발 현황 및 수요를 고려하여 우리나라의 무인기 카테고리 분류 방안을 모색해 보았다(Table 17). 앞서 정리한 바와 같이, 현재 국내 항공법에서는 150 kg의 중량(연료의 중량을 제외한 자체중량)을 기준으로 그 이하는 항공기가 아닌 초소형 비행장치로 분류하고 있으며, 이에 해당하는 무인기도 초소형 비행장치로 분류되고 기준 중량을 초과하는 무인기는 항공기에 포함하고 있다. 하지만 이러한 현행법이 광범위하게 모든 무인기를 규제할 수는 있으나 그 내용이 운용 제한에만 국한되어 있는 면이 있어 관련 산업체 및 사업자 등의 수요를 충족시키기에는 부족한 면이 있다.

무인기는 수요에 따라 기술의 다변화, 다각화, 다양화가 활발히 이루어질 것으로 예상됨에 따라 이와 관련한 규정 개발 및 개정도 원활히 수행되어야 할 것이다. 따라서 향후에는 항공법 상에 무인항공기를 유인기와 분리하여 별도로 정의하고, 무인항공기 범주 내에서 현재의 유인기나 일부 무인기 분류에서 일반적으로 활용하는 중량을 기준으로 초소형에서 대형까지 세분화하여 각각에 맞는 안전 규정을 개발할 필요가 있다.

소형 무인기는 기존에는 레저용 모형항공기가 일반적이었으나 대략 2010년 이후 부터는 항공 촬영을 위한 멀티콥터의 수요가 증가하였다. 이러한 소형 무인기는 활용이 용이하고 경우에 따라 다양하게 이용될 수 있기 때문에 수요가 많이 증가하고 있으며, 이로 인한 안전, 보안, 사생활 침해 등의 문제에 쉽게 노출될 수 있어 구체적인 관련 규제 마련이 시급한 상황이다. 이와 관련하여 현재 항공법 상의 초소형비행장치(자체중량 150 kg 이하의 무인기) 규정에서 12 kg 이하의 장치를

위한 일부 면제 규정은 현실적인 문제점을 반영하기에는 다소 부족한 점이 있으므로 이를 세분화할 방안을 고려해 보았다. 현재 대부분의 초소형 무인기는 초소형 초경량 카메라(500만~1200만 화소)를 장착하더라도 2 kg 이하이며, 더 나아가 고성능 촬영을 위한 DSLR(Digital Single Lens Reflex) 카메라를 장착할 경우에는 2~25 kg 정도의 범위에 해당된다. 무인기는 이러한 장착 임무 장비에 따라서 성능, 운용 목적 및 방법에서 뚜렷한 차이를 가질 수 있으므로, 이러한 현재의 기술적 한계를 기준으로 초소형과 소형급으로 분류하였다. 특히, 임무장비의 성능은 사생활 침해나 보안 문제와 관련되어 운항허가 조건에 있어서 차이를 유발할 수 있으므로 이에 따라 초소형과 소형의 분류가 필요하다고 판단하였다. 또한 국제 표준을 위한 세계적인 추세를 반영하여 소형의 중량 기준을 25 kg으로 고려하였다. 이러한 초소형과 소형급은 다양한 형상과 운영 방식 등을 가지며 수요도 많으므로 비용과 소요 인력 등을 고려했을 때 현실적으로 형식증명을 적용하는 것이 불가능하며, 운항 허가를 통해서 규제하도록 한다. 이때 허가를 위해서는 각각에 적합한 안전성 인증 방안 등을 마련할 필요가 있다. 이후 25~150 kg의 범위는 경량으로 분류하였다. 이는 Fig. 1을 통해 볼 수 있듯이 현재 국내 개발 사례가 가장 많은 범위이기도 하다. 경량급 무인기는 가시거리 이내에서 운영하도록 하며 상황에 따라 형식증명을 면제하고 운항 허가를 통해서 규제할 수 있다. 현재 국내 항공법상 항공기로 분류되고 있는 150 kg을 초과하는 무인기는 750 kg을 기준으로 중형과 대형으로 분류하였다. 아직까지 이러한 중량 범위의 무인기는 민간에서 운용한 경험이나 사례가 전무한 상태이므로, 기존에 충분한 데이터를 확보한 유인기 기준을 토대로 하였다. 유인기는 750 kg 이하를 경비행기(VLA, Very Light Airplane)로 분류하고 있으므로 무인기에서도 이 기준을 그대로 활용하였다. 이러한 분류 기준은 현재 국내 무인기 개발 현황과 예상되는 발전 추세를 바탕으로 제안한 것이며, 이는 추후 국제 표준, 산업체의 요구 및 관련 기술 발달 상황을 반영하여 수정 및 보완해 갈 필요가 있다. 또한 무인기 카테고리 분류는 이후 관련 규정을 개발하기 위한 근간이

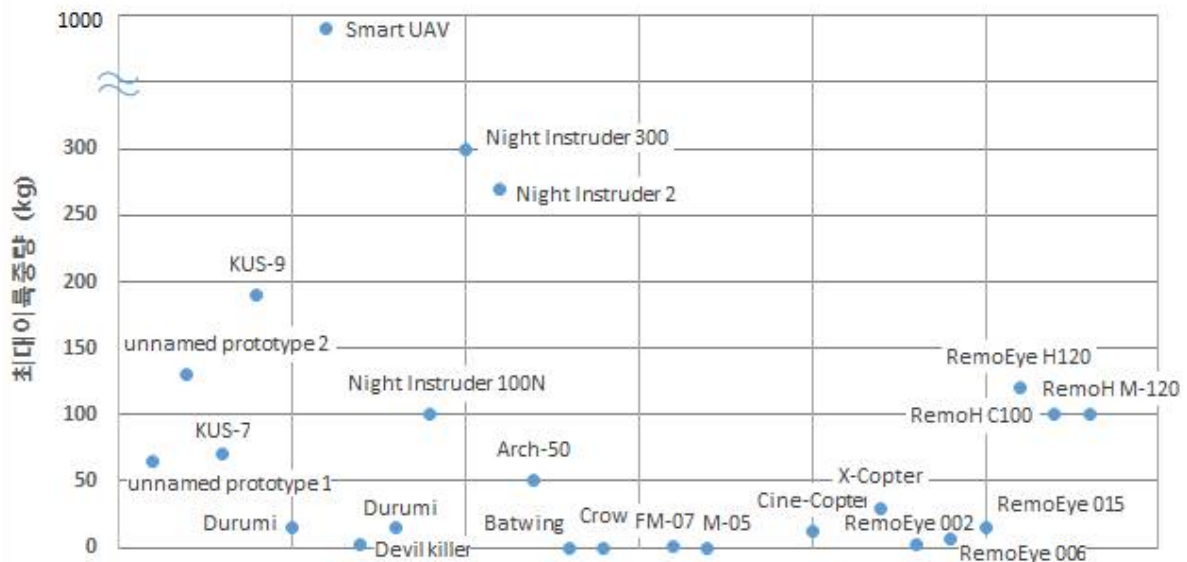


Fig. 1. Status of Korean UAS development

되므로, 국내 산업 발전을 위하여 국제적 표준을 고려하여 세계적으로 통용될 수 있는 기준과 이에 따른 관련 규정을 마련해야 한다.

국제적 표준을 고려하여 세계적으로 통용될 수 있는 기준과 이에 따른 관련 규정을 개발해야 하며 이를 통해 국내 무인기 산업 발전의 기반이 되어야 할 것이다.

III. 결 론

무인항공기를 분류하기 위해서는 항공기 기체의 특성(중량, 운동에너지, 속도, 추진계통, 형상, 체공시간, 범위), 운용 환경(운용 범위, 공역, 임무, 지상의 인구밀도), 시스템 성능(자동화 수준, 고장 모드, 비행중단시스템, 발사회수방법) 등을 기준으로 고려할 수 있다. 본 논문에서는 전 세계적으로 무인기 카테고리를 분류하는 방식 및 관련 연구 현황을 분석하고, 이와 관련하여 국내 제도의 보완사항에 대해서 연구하였다. 그 결과 현재는 항공기 자체 중량을 기준으로 우선적으로 분류하고, 이후에 운용고도, 범위, 임무 목적 등에 따라 세분화 하는 것을 확인할 수 있었다 (Table 16). 즉 전 세계적으로 아직까지 무인기 카테고리에 대한 국제 표준이 명확하지 않으나 적합한 기술기준을 개발하기 위해서는 이러한 분류를 기초로 해야 하는 상황이다. 본 논문에서는 국제적인 연구 현황과 국내의 무인기 개발 상황을 고려하여 중량을 기준으로 초소형, 소형, 경량, 중형, 대형으로 분류하였다. 이는 국제 표준이 없는 상황에서 국내의 제도 보완을 위한 초안으로서 검토될 수 있으며 추후 국제 표준, 산업체의 요구 및 관련 기술 발전 추세를 반영하여 수정 및 보완되어야 한다. 무인기 카테고리 분류는 이후 관련 규정을 개발하기 위한 기초이므로,

Reference

- 1) Aviation Act, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Amended by Act No. 12817, Oct. 15, 2014
- 2) Enforcement Decree of the Aviation Act, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Amended by Presidential Decree No. 25840, Dec. 09, 2014
- 3) www.law.go.kr
- 4) Hyojung Ahn, Jonghyuk Park, Seungwoo Yoo, "A Study of the Status of UAS Certification System and Airworthiness Standards", J. of the Korean Society for Aeronautical and Space Science, Vol. 42, No. 10, 2014, pp. 893~901
- 5) Hyojung Ahn, Jonghyuk Park, "A Study on Certification Requirements for Small Unmanned Aerial System", Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers C, Vol. 3, No. 1, 2015, pp. 71~78
- 6) Standard Practice for Application of Federal Aviation Administration (FAA) Federal Aviation Regulations Part 21 Requirements to Unmanned, ASTM International, 2006

7) Guidance Material and Considerations for Unmanned Aircraft Systems, RTCA, Inc. Mar. 22, 2007

8) Unmanned Systems Integrated Roadmap, Department of Defense, 2013

9) Roland E. Weibel, R. John Hansman, "Safety Considerations for Operation of Unmanned Aerial Vehicles in the National Airspace System", ICAT, No. ICAT-2002-1, 2005, pp. 40~41

10) Policy Statement Airworthiness Certification of Unmanned Aircraft Systems, EASA, 2009

11) The Swedish Transport Agency's regulations on unmanned aircraft systems (UAS), Swedish Transport Agency, 2009

12) Unmanned Aircraft System Classification Schemes Study Final Report, MTSI, Ver. 1.0, 2012

13) www.casa.gov.au

14) www.tc.gc.ca

15) Benny Davidor, "RPAS Symposium Workshop 1 - Airworthiness", ICAO RPAS Symposium, March 24, 2015

16) Ales Bohivi, "National Regulation of Unmanned Aircraft Systems Czech Republic", ICAO RPAS Symposium, March 24, 2015

17) Sam Twala, "South African Civil Aviation Authority", ICAO RPAS Symposium, March 24, 2015

18) Strategic Concept of Employment for Unmanned Aircraft Systems in NATO, JAPCC, 2010, pp. 6.

19) RPAS The Global Perspective 2014/2015 12th Edition, UVS International, 2014.

20) Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems(RPAS), International Civil Aviation Organization, 2015

약어정리

AGL : Above Ground Level
 ASTM : American Society for Testing and Material
 ARC : Aviation Rulemaking Committee
 BVLOS: Beyond Visual Line of Sight
 CAA : British Civil Aviation Authority
 CAAI : Civil Aviation Authority Israel
 CASA : Civil Aviation Safety Authority
 DAA : Detect and Avoid
 DOD : Department of Defence
 DSA : Detect, Sense and Avoid
 DSLR : Digital Single Lens Reflex
 EASA : European Aviation Safety Agency
 EVLOS: Enhanced Visual Line of Sight
 FAA : Federal Aviation Administration
 HALE : High Altitude Long Endurance
 ICAO : International Civil Aviation Organization
 LOS : Line of Sight
 MALE : Middle Altitude Long Endurance
 MSL : Mean Sea Level
 NAS : National Airspace System
 NATO : North Atlantic Treaty Organization
 ROA : Remotely Operated Aircraft
 ROC : RPAS Operator Certificate
 RPA : Remotely Piloted Aircraft
 RPAS : Remotely Piloted Aircraft System
 RPASP: Remotely Piloted Aircraft Systems Panel
 SACAA: South Africa civil Aviation Authority
 SARPs: Standards and Recommended Plans
 TBD : To Be Defined
 TC : Type Certificate
 UAS : Unmanned Aerial System
 UASSG: Unmanned Aircraft System Study Group
 UVSI : Unmanned Aerial System International
 VLA : Very Light Airplane
 VLOS : Visual Line of Sight