

본고는 세종대학교 기계항공우주공학부 교수이자 세종-록히드마틴 우주항공연구소 소장인 이경태 교수와 동 대학 항공우주공학과 이기학 대학원생이 UAV 총론 및 국내 UAV 연구개발 방향을 내용으로 함께 발표한 논문으로 앞으로 3~4회에 걸쳐 UAV 정의와 종류, UAV의 다양한 임무와 효용성, 군사적 목적으로의 UAV 활용, 민수분야 UAV 시장의 잠재성, UAV 제작회사 현황, UAV 시장확대를 위한 과제순으로 내용을 소개한다.



## UAV 총론 - 군사적 목적으로의 UAV 활용(현재와 미래)

세종대학교 세종-록히드마틴 우주항공연구소 이경태, 이기학

### 사단급 전술형 UAV

군사적 용도로서 가장 일반화된 UAV시스템이 바로 사단급의 전술적 UAV시스템으로 현재 약 26개국에서 이미 운용중이거나 시스템의 구매를 주문하고 있는 상황이다. 용도는 정찰감시 및 군사적 목표탐지가 주임무이며 동급의 UAV시스템 제작사는 미국의 AAI Corp., General Atomics Aeronautical Systems, Pioneer UAV Inc., 영국의 GEC-Marconi, 이스라엘의 IAI, Silver Arrow, 남아공의 Kentron, 이태리의 Meteor, 스위스의 Oerlikon-Contraves, 프랑스의 Sagem, 독일의 STN Atlas Elektronik를 들 수 있다.

표 1에 세계 여러 나라에서의 전술적 UAV시스템 운용현황을 정리하였다.

다음에 열거한 국가들에서는 전술형 UAV급에 대하여 주문 또는 개발프로그램에 착수하였거나, 전술형 UAV시스템 구매 또는 개발을 위해 제안서 평가, 운용요구조건 정의단계 등에 진입한 국가들이다. 호주, 불가리아, 캐나다, 칠레, 중국, 크로아티아, 이집트, 이란, 이라크, 요르단, 쿠웨이트, 말레이시아, 노르웨이, 폴란드, 사우디아라비아, 한국, 스페인, 스리랑카, 오만, 태국, 터키, UAE, 미국, 베네수엘라 등 20여개국에 달하고 있다.

### MALE/HALE급 전략형 UAV

전체 시장규모로 보아 사단급 전술형 UAV에 이어 두번

〈표 1〉 세계 각국의 전술형 UAV 운용현황		
국가	UAV(제작사)	비고
일제리아	Seeker(Kentron)	
호주	CL237(Bombardier)	lease
벨기에	Epevier(Thomson-CSF Electronics)	
	Hunter B(IAI)	order
체코공화국	Sokol III(VTOL & PUL)	
덴마크	Sperwer(Sagem)	
이집트	SkyEye(Lear Astronics)	
핀란드	Ranger(Oerlikon-Contraves)	
프랑스	CL289(Aerospatiale/Dornier/Cercerelle-Sagem)	
	Hunter(TRW/IAI)	
독일	CL289(Dornier/Aerospatiale)	
	Brevel KZO(STN Atlas)	
	Scout, Searcher(IAI)	
이스라엘	Hermes 450S(Silver Arrow)	
	Pioneer(Pioneer UAV Inc.)	
	Predator(General Atomics)	
이태리	Mirch 20, 26(Meteor)	
보스니아	SkyEye(Lear Astronics)	
네덜란드	Sperwer(Sagem)	
루마니아	Shadow 600(AAI Corp.)	
러시아	Schmel(Yakovlev)	
싱가포르	Scout, Searcher II(IAI)	
남아공	Seeker(Kentron)	
한국	Bijo(대우중공업)	
스웨덴	Ugglan(Sagem)	
스위스	Ranger(Oerlikon-Contraves)	
태국	Search II(IAI)	
터키	CNAT(General Atomics)	
UAE	Seeker(Kentron)	
영국	Phoenix(GEC-Marconi)	
미국	Hunter(TRW/IAI)	

째로 큰 시장은 MALE/HALE급의 전략형 UAV시스템이다. 시장규모는 두 번째이나 전체 액수에 있어서는 아직은 전술형 UAV 시장규모와는 큰 차이를 보이고 있다. 그러나 지금부터 가파른 성장세를 보이고 있는 유망분야라 할 수 있다.

여러 제작사에서 MALE/HALE급의 UAV시스템을 개발중이며 프랑스의 Aerospatiale Matra, Dassault Aviation, 영국/프랑스의 Matra BAe Dynamics, 이스라엘의 IAI, Silver Arrow, 미국의 Lockheed, Boeing, Teledyne Ryan사 등을 동분야의 선두 주자로 꼽을 수 있다.

미국의 General Atomics Aeronautical System에서 개발한 MALE급 UAV Predator만이 현재 실전배치되어 운용중에 있다. 현 시점에서는 미국의 국방관련 기관에서만이 Darkstar, Global Hawk, Predator와 같은 전략형 UAV시스템 개발에 실질적으로 자금을 조달하고 있다. 현재로서는 군사 강국으로서의 선진국 일부에서만 MALE/HALE급 UAV시스템에 대하여 확고한 관심과 수요를 표명하고 있으나 중국, 이란, 대만 등에서도 지대한 관심을 표명하기 시작했다.

Teledyne Ryan사의 HALE UAV인 Global Hawk는 1997년 2월에 처음으로 제작완료된 후 1998년 2월에 최초로 비행이 이루어졌으며 두번째 프로토 타입은 1998년 11월에 비행을 하였다. 두번째 프로토타입은 1999년에 사고로 소실되었으나 이 사고로 인해 HALE UAV에 대한 미 공군의 의지나 예산지원이 영향을 받지는 않았다. Global Hawk는 동급의 UAV중 현재 비행하고 있는 유일한 기종이며, 가까운 장래에 다른 제작사에 의해 동급의 UAV가

생산될 가능성은 그리 높지 않아 보인다. 그럼에도 불구하고 HALE급 UAV에 대한 몇 가지 탐색개발이 프랑스의 Aerospatiale, Dassault Aviation, 스웨덴의 Saab에서 시도되고 있다.

General Atomics Aeronautical System사의 MALE UAV인 Predator는 터키군이 운용하고 있는 GNAT의 동체를 키워서 개선한 기종이다. 1994년 이후 미 공군과 CIRPAS에서 55기 이상을 주문한 바 있고 이중 이미 35기 이상이 납품되었다. Predator는 보스니아와 코소보 분쟁시 대단한 활약을 했으며 총비행시간 13,000시간 이상을 기록하고 있다. 이태리 국방성은 2000년 초반에 Predator 시스템(6기의 항공기와 2조의 지상통제시스템)을 구입하기로 결정한 바 있다. 이태리 공군도 Predator를 운용할 계획이다. 2조의 지상통제시스템 중 한 조는 이태리 해군의 선박에 탑재되어 운용될 가능성이 크며 이는 아드리아해 연안의 밀입국과 밀수를 감시하기 위한 임무를 수행하게 될 것으로 판단된다.

영국 국방성은 HALE급 UAV시스템의 운용요구조건을 도출하기에 앞서 운용경험을 축적하기 위해 Predator 시스템을 1년간 임대하는 것을 검토중이다. 프랑스는 현재 MALE급 UAV 기종 몇 가지를 평가하고 있는 단계이다. 경쟁기종중에는 Matra BAe Dynamics/IAI의 Eagle Star와 Sagem/General Atomics의 Predator가 포함되어 있다. 프랑스 국방성의 무기체계 획득본부에서는 Dassault사와 ONERA가 공동으로 개발한 정교한 소프트웨어 시뮬레이션 툴을 사용하여 여러 UAV 기종의 시스템 소프트웨어를 비교검토하고 있다. Aerospatiale Matra, Dassault Aviation, MBAAED

사에서는 HALE UAV에 대한 개념탐색연구에 착수하였으며 자체개발 MALE UAV의 기체로 Grob 시스템을 고려하고 있다는 설이 있다. 이미 GNAT 시스템을 운용중인 터키군의 경우 1998년에 3종의 서로 다른 UAV 시스템에 대한 아심찬 RFP를 배포한 바 있으며 이는 약 5억불 규모의 예산이 필요한 프로젝트이다. 이후 예산상의 이유로 인하여 현재는 2종의 UAV에 대해서만 요구조건을 제시중이다. 호주 국방성 산하 공군에서는 Global Hawk에 대한 지대한 관심을 표명하고 있다. 주임무는 북서지역의 불법이민에 대한 수자원 통제와 지역감시로 예상되고 있다.

## 연대급 전술형 UAV

세번째로 규모가 크며 성장잠재성이 높은 UAV 시장은 연대/여단급의 고정익/회전익 전술형 UAV시스템 시장이다. 중장거리 정찰, 지뢰탐지, 시가전, 통신중계 등의 임무를 수행하며, 미국의 BAI Aerostystems, Sikorsky Aircraft, 프랑스의 CAC Systems, Techno-Sud Industries, 독일의 EMT, STN Atlas Elektroische Gerate, 이스라엘의 Silver Arrow, 스웨덴의 Techment 등이 동급 UAV시스템의 대표적인 제작사들이다. 동급의 UAV시스템 중 스웨덴에서는 RPG로 명명된 gyro-plane-based VSTOL형 UAV를 Techment사에서 탐색연구를 활발히 진행하고 있다.

이와 같이 상대적으로 크기가 작으면서 기동성이 뛰어난 UAV시스템은 가격에 민감하나 동시에 대량수요의 판매잠재성을 가지고 있다. 동급보다 크기도 크며 가격도 비싼 대형의 전술형 UAV시스템 대비 일반 상업용 부품

을 사용할 수 있는 부분이 많고 따라서 가격이 저렴해지며 운용도 간편한 것이다.

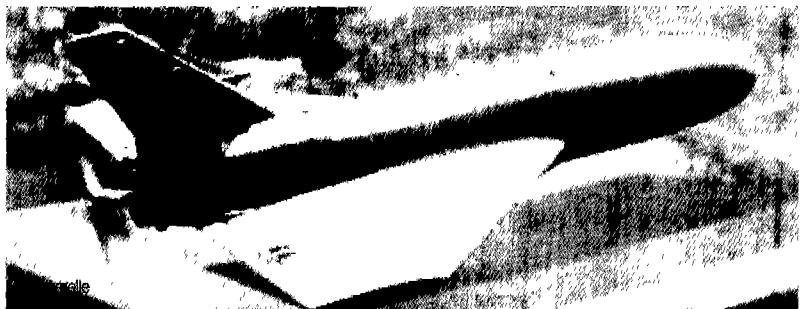
중국, 프랑스, 독일, 인도네시아, 이란, 네덜란드, 파키스탄, 필리핀, 사우디아라비아, 싱가포르, 남아공, 스리랑카, 스웨덴, 영국 등의 나라에서 이미 동급의 UAV시스템을 운용중에 있거나 또는 구매를 위한 주문을 한 상태에 있다.

### VTOL UAV

시가전 정찰, 감시, 전자전, 심리전과 해안지역에 배치된 무기 및 지상과 해안지역의 지뢰탐지, 해군 통신중계, 중장거리 목표탐지, 보급 등의 다양한 임무수행을 위해 새로이 주목을 받고 있는 것이 바로 VTOL UAV와 STOL UAV시스템이다.

탑재중량, 작전반경과 비행시간 등을 고려하여 VTOL UAV를 분류하면 표 2와 같다.

VTOL UAV의 개발에 있어 주된 문제는 완전자동으로 시계를 벗어난 지역에서도 호버링이 가능해야 하며 해군 선박상에서도 자동이착륙이 가능해야 한다는 것이다. 1988년에 수행된 미 해군의 VTOL 기술시연에서 이러한 부분을 가능케 하는 현재의 기술수준이 충분히 성숙되었다는 것이 입증된 바 있다. 아울러 세계 각국에서 VTOL UAV에 대한 연구개발이 대단히 활발하게 진행되고 있어 고정익 UAV보다 먼저 상업용도의 응용분야에 진출할 가능성 이 크다고도 볼 수 있다. 일본에서는 이



미 2,000대 이상의 VTOL UAV가 공인된 전문운용자에 의해 농업용으로 운용되고 있다.

### Offensive UAV와 Armed UAV

공격용 UAV는 순항미사일의 저비용 버전이라 볼 수 있다. 염밀히 보아 공격용 UAV는 재사용이 가능하지 않은 소모성이므로 앞서 정의한 UAV 영역에 포함되는 것은 아니다. 그러나 감시 및 인식용 센서와 임무 소프트웨어를 사용하는 면에서 UAV의 연장선상에 있다고 볼 수 있다.

근래 들어 규모면에서 가장 큰 UAV 구매계약은 바로 이러한 Offensive UAV시스템이었다. 독일은 STN Atlas Elektronik사의 anti-vehicle용 Taifun 을 구매했고, 한국은 이스라엘 IAI사의 anti-radar용 Harpy를 구매하였다. 완전자동 방식에 프로그램이 가능한 Taifun은 선별적으로 적 후방에 위치한 탱크와 포병화기, 레이더진지, 사령부, 병참기지 등을 공격할 수 있는데 탑재 컴퓨터에 입력된 목표물을 시속 120km의 속도로 4시간 동안 비행하며 탐지하다가 공격할 수 있다. 1997년에 full-scale 개발에 착수했으며 2003년

에 운용 및 인증시험에 예정되어 있다. 완전자동방식의 anti-radar Harpy는 원래 독일의 Dornier사가 개발하였다. 트럭의 콘테이너에서 booster-rocket에 의해 발사하도록 되어 있다.

프랑스의 CAC System사는 anti-structure & vehicle 공격용 UAV인 K 100을 개발중이다. 이 시스템은 Matra Apilas사의 anti-tank missile을 포함하여 혼존하는 여러 종류의 탄두를 장착할 수 있도록 설계되었으며 video homing device를 장착하고 있다.

남아공 Kentron사는 공군과의 계약에 의해 anti-radar 임무용 자동 anti-radiation LARK를 개발하였다. 프랑스의 Sagem사는 Aeronautiques and System사를 인수함으로써 Marula 시스템을 개발하였다.

UAV시스템에 laser designator를 장착하여 운용하는 경우에 대한 타당성은 이미 입증된 바 있다. 현재 미국은 대형의 UAV시스템에 Hellfire와 같은 미사일을 장착하여 적의 대공방어력 제압(SEAD: Supression of Enemy Air Defence)임무, 감시임무 수행중 탐지한 목표물의 정밀공격, 특수임무부대 지원 등의 임무를 수행하기 위한 탐색을 진행중에 있다. 이스라엘과 미국은 아울러 공중감시용 UAV시스템에서 발사된 anti-missile을 사용하여 부스팅 단계에 있는 전략미사일을 요격하는 시나리오도 신중하게 검토하고 있다. 이

〈표 2〉 VTOL UAV의 5가지 유형

VTOL 유형	payload capa.(kg)	mission radius(km)	endurance(hr)
land-launched	10~25	in sight	1~2
land-& ship-launched	30	25~30	3 at 25~30km
land-launched	50	50	1~3
ship-launched	50	100	2 at 100km
land-& ship-launched	750	7100	5 and more

러한 armed UAV에 장착할 미사일 및 발사시스템은 혼준하는 시스템을 약간 개조하여 사용하는 것이 고려된 바 있으나 결국 armed UAV 전용시스템이 새로 개발될 전망이다. armed UAV는 향후 UCAV(Uninhabited Combat Air Vehicle)로 가기 위한 필수단계가 될 것이다.

### Lighter-than-air UAV

droned airship으로도 부르는 이 시스템은 또 하나의 관심대상이 되기 시작하였다. 비행속도나 기체의 취약성이 별 문제가 되지 않는 몇 가지 임무수행에서 lighter-than-air UAV는 상당한 장점을 보유하고 있기 때문이다. 국도로 단조로우면서도 완전 자동화를 요구하고 있는 임무들, 예를 들면 광고, 산불 및 산림감시, 곡물수확 조사와 감시, 동력선 감시, 화물수송, 어군탐지, 기상 탐지, 빙하 및 강설량 측정, 통신중계, 지도제작, 보트경주 등의 스포츠이벤트 촬영, 환경감시 및 연구 등의 임무에 lighter-than-air UAV는 대단히 우수한 장점을 보유하고 있다. 현재 lighter-than-air UAV는 주로 실내에서 진행되는 스포츠나 록콘서트의 TV 중계 및 촬영용도로 활용되고 있다. 이 외에도 어군감시, 특수지역의 감시, 밀수감시, 해안지역의 해상교통감시 등의 임무에 곧 활용될 것으로 판단된다.

### Micro UAV(MAV)

MAV(Micro Air Vehicle)에 대한 관심 역시 날로 증대되고 있다. 그러나

MAV의 실용화를 위해서는 아직 해결해야 할 기술적인 난제들이 많이 남아 있다고 볼 수 있다. 현 시점에서는 미국방성이 유일하게 미래 전투병력이 휴대할 수 있는 개인장비로서의 MAV 연구개발에 자금을 투입하고 있다. DARPA와 NRL(US Naval Research Laboratory) 두 기관이 MAV R&D 프로그램을 차수하였다. DARPA는 1997년부터 4년 계획으로 3천5백만불을 투입하여 우선 9개의 계약자를 선정하여 MAV의 운용개념탐색 및 실제 비행 가능한 기술시연을 진행중이다. 1998년에 다시 4개의 계약자를 선정하여 2단계 사업에 차수하였다. 다음은 1998년에 선정된 4개의 계약자 관련 사항이다.

Sanders (록히드 마틴의 Skunk Works와 GE Corporate Rand Center 연합팀): 고정익의 MicroStar MAV 개발중. 총중량 85g 중 EO payload가 15g. 램톱컴퓨터와 PCMCIA카드 그리고 1m 직경의 업브렐러형 안테나로 조종.

Lutronix Corp.: 도심지역 정찰용으로 4인치 회전익 MAV를 개발중.

Aero Vironment: 도심이나 정글지역 중 상대적으로 열려 있는 지역을 탐지하기 위한 용도로서의 MAV를 개발 중임. 중량 50g에 직경 15.24cm(6inch) 크기의 non-hovering disc aircraft 개념임.

Aerodyne Corp.: hyperav hovering disc micro UAV 개발중. 30g 중량에 액체연료를 사용할 예정임.

이러한 MAV 개발에서 DARPA가 요구하는 조건은 near real-time의 영상전송이 가능하고, 최대치수가 15.24cm를 초과해서는 안되며 비행속도 영역은 시속 64~80km, 항속시간은 20분~2시간을 제시하고 있다. launch 방법은 hand-munition, platform-launch를 고려하고 있다.

### 기타의 UAV

#### (1) Low altitude long endurance UAV

상대적으로 상당히 제한된 용도의 UAV이면서 아직은 군사적인 용도로는 사용되지 않고 있는 것으로 Low altitude long endurance UAV를 꼽을 수 있다. 동급 UAV의 월등한 성능은 이를 별도 카테고리의 영역으로 분류하여 설명할 타당성을 제공하고 있다. 현재 약 3종의 UAV가 운용되고 있으며 모두 기상관련 관측용으로 사용되고 있다.

① 호주의 Aerosonde(Aerosonde Robotic Aircraft사)

US Naval Research Lab.과 공동으로 Aerosonde Robotic Aircraft사가 개발한 기종. 호주와 대만의 기상청에서 해양기상탐지 목적으로 이 15kg짜리 UAV를 운용중이다. 동일임무를 수행하기 위해 일본의 해안을 비행한 바도 있다. 4행정 단일 실린더 엔진을 개조하여 pusher 형태의 2단 고정피치 프로펠러와 연결하였고 32시간의 항속시간 성능을 보유하고 있다. 32시간 비행을 위해 저연 Avgas 100 연료를 7리터 만 사용하는 우수한 연료소모율을 보유하고 있기도 하다.

② 미국 Laima(Insitu Group)

호주의 Aerosonde와 사총격인 UAV. 세계보건기구(World Health Organizations), US Office of Naval

〈표 3〉 Aero Vironment사의 MAV

리튬밧데리	26g	리시버와 CPU	1g
엔진	7g	다운링크 TX	3g
기어박스	1g	B/W비디오카메라	2g
프로펠러	2g	인터페이스 일렉트로닉스	1g
항공기기체	4g	롤레이트 자이로	1g
컨트롤액추에이터	1g	마그네틱콤파스	1g

Research, US National Oceanic and Atmospheric Administrations, US Dept. of Energy, US Weather Service 등의 임무를 수행중. '98년 캐나다에서 영국까지 최초로 대서양을 횡단한 UAV 시스템, Aerosonde와 Laima 모두 현재의 일기예보 방식에 변화를 줄 수 있는 잠재력을 보유하고 있으며 허리케인 및 폭풍의 예측능력 제고에 지대한 공헌을 하고 있다.

### ③ 미국 Pelican(CIRPAS)

세스나 337 스카이마스터의 전방엔진을 제거하고 후방엔진은 더 강력한 엔진으로 교체하여 개조한 형태의 항공기. 대기 및 대양의 시료채취 임무를 수행한다. ERAST 프로그램의 지원을 받아 CIRPAS(US Navy Center for Interdisciplinary Remotely Piloted Aircraft)에서 개발하였으며 General Atomics사에서 Predator에 장착한 비행제어 시스템을 Pelican용으로 인터그레이션 하였다. 이 항공기는 CIRPAS의 Predator용 지상조종장치에 의해 운용되고 있다.

## (2) Optionally Piloted Aircraft

OP. UAV는 이미 인증된 유인항공기의 비행제어 시스템을 개조하여 조종사 없이 비행할 수 있도록 개조한 항공기이다. 고정익과 회전익 항공기 모두 해당한다. 표 4에 OP. UAV의 예를 들어 놓았다.

유럽에서 초경량급 항공기와 high-flying research 항공기에 대해 OP. UAV로 개조하기 위한 연구가 한창 진



행중이며, OP. UAV는 다음과 같은 장점을 보유하고 있다.

- 항공기 기체가격이 상대적으로 저렴하다.
- 탑재체 수용능력은 상대적으로 우수하다.
- 이미 인증을 받은 항공기이므로 조종사가 탑승한 상태에서는 유인항공기가 비행할 수 있는 영역을 그대로 비행할 수 있다.
- 여러 종류의 UAV용 탑재체를 시험평가하기 위한 testbed로 활용할 수 있다.
- 감항성 증명을 취득하기 위한 절차의 일환으로 datalink, command & control link의 신뢰성을 증명하기 위한 용도로 사용할 수 있다. UAV 시장이 확대되기 위해서는 사용자의 확신과 인정이 요구되는 바, 이러한 차원에서 상기역할은 매우 중요하다.

프랑스 CAC Systemes사는 INTRA Group으로부터 Heliot UAV 시스템 계약을 수주한 바 있다. Heliot는 OP. UAV로서 INTRA Group이 정찰감시 및 원격조종 조종통제 중계용 UAV로 사용할 예정이다. INTRA Group은 핵시설을 감찰, 감시하는 기구로서 여러 종류의 UGV(Unmanned Group

Vehicle)를 운용중에 있다. 이 UGV들이 Heliot에 의해 원격 조종통제 되는 것이다. OP. UAV는 감항성 증명을 인준하기 위한 절차에서 유용한 도구로 사용될 수 있으며 UCAV로의 발전단계에서 정기장 역할을 수행할 것으로 보인다.

## (3) UCAV

UCAV(Uninhabited Combat Aerial Vehicle) 역시 중요한 부분이나 개발 프로그램들이 비밀로 분류되어 있어 자세한 내용을 파악하기가 곤란한 상태이다. 그러나 현재 몇 종의 UCAV 개념탐색, 평가 및 시연연구가 진행중에 있다. 기본적으로 두가지 형태의 UCAV가 고려되고 있다.

- aircraft-based designs
- cruise missile-based designs

UCAV는 유인항공기 대비 조종사 및 관련 안전장치가 필요없고, 유지보수 비용이 저렴하여 경제적인 장점이 있는데다 재사용이 가능토록 함으로써 소모성 크루즈미사일보다 경제적이고, 유인항공기보다 뛰어난 기동성과 속도 성능을 발휘할 수 있는 장점이 있다.

현재 고려되고 있는 UCAV의 주요 임무는 적 대공방어력 제압(SEAD)과 중무장된 적 진영내의 목표를 공격이다. 이러한 목적에서 UCAV는 유인항공기의 대체용이라기보다는 지원용으로서 사용될 가능성이 큰 것으로 보인

<표 4> OP. UAV의 예

UAV	Type	제작사
CM-44	고정익	California Microwave(미국)
Heliot	회전익	CAC System, EDT(프랑스) & Dragonfly(이탈리아)
K-Mox	회전익	Kaman(미국)
Pelican	고정익	CIRPAS(미국)
Vigilants	회전익	SAIC(미국)

다. UCAV는 지상에서 이륙하거나 공중통제기 또는 유인전투기 등에서 발진 시킬 수 있으며, 운용상 실시간의 대용량 데이터를 고신뢰도로 전송할 수 있는 능력이 요구된다. 아울러 고속의 자동목표인식 시스템과 연계된 다중의 영상시스템이 필요하다.

UCAV 관련 미국과 유럽의 국방성이 지원중인 몇 가지 연구개발 프로그램이 진행중이다. UCAV는 해결되어야 할 기술적인 문제점과 아울러 이러한 시스템과 관련된 윤리, 도덕적 문제도 있는 관계로 실용화까지는 아직 시간이 요구될 것으로 보인다. 현재의 공중교전 규칙도 UCAV를 포함하는 개념에서 다시 검토되어야 하는 문제도 있다.

### UAV용 payload

전술형 및 전략형 UAV의 현재 및 향후 군사적 활용범위는 표 5에 소개된 바와 같이 매우 다양하다. 이는 여러 종류의 다양하고도 복잡한 임무수행에 요구되는 탑재체의 개발과 밀접하게 연계되어 있다. UAV시스템의 핵심으로도 볼 수 있는 탑재체에 대하여, 영상 탑재체(imaging payload), 비영상 탑재체와

데이터링크(non-imaging payload & datalink)로 나누어 살펴보기로 한다.

#### (1) 영상 탑재체(imaging payload)

UAV 임무수행에서의 운용비용은 요구되는 탑재체 센서의 힘수로 볼 수 있다. 동분야의 상당한 연구개발 노력과 제작사간의 협력 및 협병이 활발히 진행되고 있다.

영상 탑재체 분야의 핵심인 non-cooled IR, hyperspectral imaging, 소형 SAR sensor, 3~5μm의 InSb chip, Megapixel FPA와 같은 새로운 detector element들의 성능(bigger stand-off distance, higher sensitivity, higher resolution)은 날로 향상되면서 크기는 점점 더 소형화가 이루어지고 있다. Electro-Optics(EO)와 IR 센서 분야에서 특히 팔목할 만한 발전이 지속되고 있다. 광학부의 초소형화가 마지막 남아있는 과제로 판단된다. 이러한 기술의 발전으로 EO, IR, laser range finder 탑재체의 모노(mono) 또는 멀티플(multiple) 센서 경량화와 소형화가 실현되었고 전술형 UAV 시스템의 주탑재체는 영상센서가 주종을 이루고 있다.

독일 EMT사의 Luna, 영국 DERA와 Cranfield Aerospace의 Observer, 미국 Aero Vironment사의 Pointer, 프랑스 Techno-Sud사의 Vigiplane, Vigilant-Observer와 같은 regimental /brigade급 close range UAV에 사용될 센서요구조건은 제작사들로 하여금 더욱 소형 경량의 센서기술 개발을 독려하고 있는 것이다.

정찰감시, 목표탐지, 지도제작, 조약 이행 감시 등의 임무를 위해 전천후 탐지능력을 보유한 SAR의 하드웨어 및 소프트웨어 개발이 요구되어 왔다. 동

분야 기술개발은 SAR로 하여금 수풀 위장 관통 탐지능력 및 지뢰탐지 임무 수행 능력을 가까운 장래에 보유할 수 있게 할 것으로 보인다. 현재로서는 Predator UAV에만 SAR이 장착된 상태이나 가까운 장래에 소형의 전술형 UAV에 장착가능한 SAR 센서의 출현이 기정사실로 받아들여지고 있다.

CL 289 센서인 25kg의 Sword 업그레이드 프로그램은 Thomson-CSF Detaxis와 도니어(Dornier)의 공동 프로그램이다. 그리고 미국 제네럴 아토믹스(General Atomics)사는 50kg의 Lynx SAR을 개발중이다. 이 두 가지가 SAR 소형화 개발을 대표하고 있는 현행 프로그램이라 볼 수 있다. 벨기에, 덴마크, 핀란드, 네덜란드, 스웨덴 국방성 모두가 공히 그들이 보유하고 있는 UAV시스템의 향후 업그레이드 옵션으로 SAR을 계획하고 있다.

#### (2) 비영상 탑재체(non-imaging payload) 및 데이터링크

여러 국가에서 비영상 탑재체에 대한 개발, 평가, 설계 등 여러 형태의 탐색이 진행되고 있다. 가장 활발한 곳은 역시 미국으로서 UAV시스템에 탑재할 수 있는 여러 종류의 센서들을 검토하고 있다.

#### 〈표 6〉 Non-Imaging Payloads

Active RCS simulation
communication jammer
communication relay
land-mine detection & identification
sea-mine detection & identification
radar jammer
radiation seekers
SIGINT
dispensors for
- crowd control devices
- pamphlets
- ordinance
- meteorological sondes
- remote sensors

〈표 5〉 현재 및 미래의 군사용 UAV 임무	
현재	미래
reconnaissance	aerial mine detection
surveillance	artillery correction
target acquisition	battle damage assessment
decoy	communication and control relay
	digital mapping
	electronic warfare
	flight path recce.
	NBC recce.
	perimetric surveillance
	psychological warfare
	radar jamming/saturation
	remote sensor delivery
	SIGINT
	target designation
	treaty monitoring
	urban warfare
	offensive

간략하게 UAV시스템의 데이터링크에 대해 살펴보기로 하자. 데이터링크는 가까운 장래에 UAV시스템의 활용이 더욱 활성화되면서 주요 이슈로 끝부각될 것이다. 대역폭과 주파수의 활용성, 상호 호환성이 문제인 것이다. 현재 사용중인 데이터링크 타입은 C, S, Ku, L-band, UHF이다.

### UAV용 Powerplant

UAV시스템의 가장 핵심적인 서브시스템 중 하나는 바로 엔진이다. 현존하는 대다수의 UAV시스템은 독일의 Hirth, Limbach, 이태리의 Moto Guzzi, 영국의 UAV Engines Ltd. 등에서 생산하고 있는 2행정 엔진을 사용한다. 미국의 Allison이나 Williams에서 생산한 터보사프트 엔진을 사용하는 UAV시스템도 일부 있다. 수종의 UAV 시스템에서는 터보제트 엔진을 사용하기도 한다. 이에 대하여 좀 더 자세히 알아보자.

1999년 1월 11일자 Aviation week & Space Technology에 수록되어 있는 전세계의 대표적인 UAV시스템 140여 종에 대해 추진기관의 종류를 분석한 결과 100여종은 왕복엔진을 사용하고 있었고, 나머지 약 40여종이 제트엔진을 사용하고 있었다. 이중 제트엔진을 사용하고 있는 40개 기종을 분석해 보면 고속비행성능이 요구되는 표적기가 23종으로 주종을 이루고 있었다. 6종은 특수목적의 testbed로서 시험목적상 제트엔진의 장착이 필요한 경우이고, 2종은 과학탐구용 HALE UAV, 나머지 8종은 정찰감시 및 목표탐지 임무를 수행하는 전술형 UAV이다. 그중 2종이 VTOL 기능을 부여하기 위해 터보사프트 엔진을 사용한 경우이고, 고속비행 속도성능이 요구되지 않는 통신

중계 임무용의 UAV는 제트엔진을 사용하지 않고 있다.

결론적으로 UAV시스템에서의 엔진 선택은 철저히 UAV시스템의 임무와 연관되어 있다. 고공에서의 성능저하가 문제가 되는 왕복엔진도 MALE 또는 HALE UAV시스템의 임무에 따라 과급기를 부착한 왕복엔진을 사용하거나 또는 속도성능이 요구되는 경우 제트엔진을 사용하는 것이다.

표 7에 제트엔진을 사용한 40개 기종 중, 정찰감시 임무수행용 전술형 UAV 8종을 요약하였다.

heavy fuel 엔진에 대한 상당한 연구 개발 노력이 다음과 같은 필요성에 의해 진행되고 있다. 첫째는, 어디에서나 손쉽게 구할 수 있는 연료를 사용함으로써 후속지원상의 문제를 간편화할 수 있다. 둘째는, 화재위험성을 상당히 낮춘다는 것이다. 미국과 영국에서 계속 연구가 진행중이며, heavy fuel 엔진에 대한 연구개발 진전이 시간이 오래 걸리고 비용도 많이 소모되고는 있으나 타당성 측면을 놓고 볼 때 시장에 출현할 시기가 그리 오래 남아있지는 않은 것으로 판단하는 전문가들이 있다.

### UAV시스템의 발사와 회수

MAV를 제외하고 현재 가장 일반적

인 전술형 고정익 형태의 UAV시스템은 이착륙 또는 발사 및 회수장치상으로 볼 때 두가지 형태로 분류될 수 있다.

- 고정식 또는 접개식 착륙기어형
- 이스라엘 IAI사, Silver Arrow사, 한국 대우중공업, 남아공의 Kentron사, 미국의 대다수 UAV 제작사 제품
- launcher 또는 RATO(Rocket Assisted Take-Off) 이륙, 낙하산 사용 회수형
- 남아공 ATE사, 유럽의 모든 UAV 제작사, 미국의 소수 UAV 제작사 제품

### (1) Launch Systems

이스라엘의 경우 바퀴식 UAV시스템을 선호하는 것은 국토가 상대적으로 작고 협소하다 보니 제한된 시설을 활용해야 하는 데서 기인하는 것으로 판단된다. 레바논, 시리아 접경지역은 상대적으로 거리도 짧고 매우 민감한 지역이며, 이스라엘은 전통적으로 군사력을 국경지역 멀리 장기간 퍼진하는 것을 금기시하고 있다. 이는 이스라엘 보유 UAV 시스템을 기존 조된 영토내의 airfield에서 이륙시키는 방향으로 유도하고 있다.

미국에서 바퀴식 UAV시스템을 선호하고 있는 것은 미국의 전략적 군사력 응용개념에서 비롯되는 것으로 판단된

<표 7> 제트엔진 사용 전술형 UAV

기종	임무	속도	추진기관
Film	전술정찰	590mph	(터보제트)
Mirach 150	"	M=0.7	1×Microturbo TRS 18-1 (터보제트)
AN/USD 501	정찰감시 및 목표감시	460mph	1×Williams WR2-6+ booster (터보제트)
AN/USD 502	"	"	1×BMW RPY-117+ booster (터보제트)
Ryan 324	"	M=0.8	1×Teledyne CAE 378-8C
BQM 145A	"	M=0.91	1×Teledyne CAE F-408-CA100 (터보팬)
CL-327	"	98mph	1×Williams WTR117-5 (터보사프트)
CL-427	"	130mph	1×Williams WTR117-5 (터보제트)

다. 전세계 어느 곳이든 간에 미 군사력이 동원될 가능성이 있는 만큼 UAV시스템 운용에 추가적으로 요구되는 launcher나 낙하산 같은 보조장비의 보급을 최소화할 필요성이 있는 것이다. 아울러 전세계 어느 곳이든 간에 미국의 군사력은 바퀴식 UAV시스템의 이륙과 착륙을 제공할 수 있는 인프라 스트럭처를 갖추고 있다는 가정에 근거한다고도 할 수 있다.

미국에서 운용하고 있는 UAV시스템 중 미 해병대의 Exdrone과 Dragon UAV만이 launcher를 사용하고 있다. 그러나 파이오니어(Pioneer)나 헌터(Hunter) UAV 운용에서 RATO를 이용한 UAV launch 경험을 상당히 보유하고 있기도 하다.

상기 언급한 전술형 UAV의 대부분은 고정식 착륙기어를 보유하고 있다.



반면에 MALE 또는 HALE급 UAV 시스템은 접개식 착륙기어를 보유하고 있다. 바퀴식 착륙기어를 갖고 있는 몇몇 UAV시스템은 원격통제가 가능한 breaking 시스템을 장착한 경우도 있다. 유럽연합이 보유하고 있는 UAV시스템 중 헌터 B가 유일하게 바퀴식 전술형 UAV이다. 프랑스 국방성이 도입한 헌터 시스템 역시 바퀴식이나 이는 탑재센서의 성능시험 및 운용개념 평가를 위해 시험적으로 도입했던 것이며 실전배치는 되지 않은 상태이다.

당연히 고정식 또는 접개식 착륙기어를 보유한 UAV시스템의 경우 기체의 중량이 증가하게 된다. 고정식의 경우는 공기역학적인 항력도 증가한다. 접개식의 경우 동체나 날개안에 착륙기어가 들어갈 수 있는 커다란 공간이 요구되므로 비교적 대형의 UAV에 한해 채택이 가능하다. MALE급, HALE급 UAV시스템도 경우에 따라서는 최전방에서 발주시킬 필요가 있을 수 있다. 이 경우 당연히 활주로가 필요하게 된다. 대부분의 경우 전술형 UAV급 이상의 시스템을 이륙시킬 수 있는 활주로는 자국 영토내에 존재하는 것이며, 군사력이 전투를 위해 빠르게 이동하는 경우 UAV시스템을 이륙시킬 수 있는 활주로가 없는 상황을 충분히 가정할 수 있다. 이러한 이유로 유럽의 모든 국가에서는 이착륙기어가 없는 형태의

UAV시스템을 선호한다. 그럼에도 불구하고 크로아티아 국방성에서는 바퀴식 UAV시스템 선호를 표명하고 있어서 매우 이례적이다.

Pioneer 유럽이 선호하는 launcher식 UAV에서 UAV launcher는 여러 유형으로 분류된다.

#### · bungee cord launcher

- 아직도 일부 소형 UAV에 사용되고 있으나 날씨와 온도에 따라 이륙속도가 불규칙적이고 온도에 따른 성능이 불안정한 이유로 현재는 거의 사용하지 않는다.

#### · pneumatic/hydraulical launcher

- Crecerelle, Exdrone, Dragon, Fox MLCS, Phoenix, Ranger, Shadow 200, Sperwer, Ugglan 등에

#### 사용

- Atmospheric launcher
- Vulture, Super Vulture
- RATO launcher
- 다시 세가지 유형으로 분류된다.
  - \*zero-length launcher: CL 289, Harpy, Mirach 26, Pioneer
  - \*mono-vehicle canister launch: Brevel, Tucan, Mucke
  - \*multiple- vehicle canister launch: Taifun

Crecerelle의 bungee cord launcher는 1998년 Sagem에서 pneumatic launcher로 교체하여 업그레이드 하였다. 이태리 국방성은 Mirach 26의 업그레이드 프로그램 일환으로 종전의 RATO식 대신 pneumatic launcher로 대체하기를 원하고 있다. 네덜란드 육군은 KD2R 표적기의 발사를 위해 펀란드 Robonic사로부터 pneumatic launcher를 구매한 바 있다. CAC Systems사는 자체 생산중인 표적기의 발사를 위해 노르웨이 OKT Norge사의 pneumatic launcher를 사용하고 있다. 유럽에서는 Robonic사가 pneumatic launcher의 설계, 개발 및 생산에 특화된 회사라 할 수 있다. Sagem사는 전술형 UAV Sperwer의 launcher 면허생산권을 OKT Norge사로부터 구매하여 프랑스내에서 생산하고 있다.

남아공의 ATE사에서 생산중인 atmospheric launcher는 고압을 사용하여 피스톤을 미는 방식이 아닌, 실린더내에 진공상태를 만들어 피스톤을 당기는 방식이다. 이 방식은 교체부품이 적어 후속지원상 유리하고, 해면상 또는 고고도상에서 고도에 구애받지 않고 UAV시스템을 launch시킬 수 있는 장점이 있다.

미국 AAI사는 걸프전 등을 통해 고정익 UAV를 지상 또는 함상에서 발진시키는 부분에 대하여 많은 경험을 축적시킬 수 있었다. 이 경험을 토대로 한국 해군이 보유한 200km 항속거리의 고정익 UAV Shadow 400을 함상에서 발진시킬 수 있는 함상발진장치(RATO)와 함상회수장치(선박 후미의 recovery net)를 단시간내에 개발완료하여 제공한 바 있다.

RATO는 몇가지 단점을 보유하고 있다. 대량구매가 아닌 경우 단가가 높고, 사용시 화염에 의한 위험성을 내포하고 있으며, 눈에 보이는 연소가스를 방출하면서 상대방으로부터 적외선 탐지가능성을 높인다는 것이다. 그리고 UAV의 시스템 정렬을 다시 해야만 한다. 그러나 zero-length launch의 경우 가격도 상대적으로 저렴하고 야전이나 선박과 같은 제한된 공간에서 사용할 수 있다. canister launch는 사전준비를 최소로 필요로 하는 고기동성의 시스템이다. 미국의 BAI Aerosystems사는 상업용 부품을 최대로 사용하여 Exdrone과 Dragon UAV용 pneumatic launcher를 생산한 바 있다.

## (2) Recovery

- 독일 STN Atlas사의 Brevel, Tucan, Mucke
- 프랑스 Aerospatiale/ 독일 Dornier의 CL 289
- 이태리 Meteor사의 Mirach 26
- 영국 GEC-Marconi의 Phoenix
- 이스라엘 Silver Arrow의 Sniper
- 프랑스 Sagem사의 Sperwer, Ugglan
- 남아공 ATE사의 Vulture, Super Vulture

이상의 UAV시스템은 낙하산과 에어백을 사용하여 시스템을 회수하는 대표적인 기종들이다. 고정익 UAV로서 착륙기어를 장착하는 경우 미국 AAI사의 Shadow 600처럼 착륙기어에 브레이크를 설치할 수도 있으며, 이스라엘 IAI사의 Searcher와 같이 착륙시 어레스팅 흑(arresting hook)과 케이블을 사용하는 경우도 있다.

VTOL UAV를 낙하산을 사용하여 회수하는 시스템의 연구도 진행중이다. 최근 호주에서의 CL 289 사고에서도 볼 수 있듯이 언제나 auto rotation에 의존할 수만은 없는 것이다. rotor shaft의 위쪽이나 rotor head 공간에 안전 낙하산을 장착하는 방안이 검토되고 있다. 파이오니어는 함상 또는 지상에서 네트 시스템을 이용하여 회수된 경험이 많은 기종이다. 함상에서 이러한 방법으로 UAV를 회수하는 경우 노련한 경험을 보유한 숙련자 또는 자동회수 시스템이 요구된다. 자동회수 시스템은 접근하는 UAV를 자동회수 네트로 정밀유도해 준다. MALE과 HALE급 UAV는 계속 착륙기어를 사용할 것으로 보이며 이중 어떤 것은 접개식 착륙기어를 채택하고 있다. 인구밀집지역에서 UAV시스템을 상업적인 용도로 활용하거나, 군용 UAV가 민간 비행공역으로 들어와 운용되는 경우 안전목적상 낙하산과 에어백을 사용하는 회수방식이 더욱 확산될 것으로 보인다.

프랑스 CAC Systems사의 Fox MLCS 전술형 UAV시스템은 컴팩트한 면에서 매우 뛰어난 시스템이다. 3대의 비행기체와 pneumatic launcher, UAV operator station 및 image interpreter station 모두가 트럭 한 대에 간단히 탑재될 수 있으며, 시스템 운영에 요구되는 인력수는 최소화되도록

설계되었다. 장소에 구애받지 않고 UAV시스템을 발진시킬 수 있으며, 낙하산으로 기체를 회수한다.

## (3) Automatic take-off and recovery system

UAV시스템 운용중 사고는 대부분 발진 및 회수단계에서 발생하며, 사고 원인의 대부분이 운용자의 조작실수에서 비롯된다는 것은 이미 잘 알려진 사실이다. 따라서 생산자나 사용자 모두 완전 자동화된 UAV시스템에 대해 관심을 갖게 되는 것이다. 자동착륙 시스템을 채택하는 UAV시스템이 날로 증가하는 추세를 보이고 있으며, 여러 종류의 자동 이착륙 시스템이 현재 사용되고 있다.

\* millimetre wave tracking radar & guidance system

- 미국 시에라 네바다사의 UCARS (UAV Common Automatic Recovery System)

\* laser radar & video camera

- 스위스의 Swiss Aircraft & System Company의 RAPS(RPS Autoland Position Sensor)

UCARS는 US Joint Program Office에 의해 1990년부터 개발에 착수했으며 CL-227, 헌터, 파이오니어 등의 UAV 시스템에 사용중이다. RAPS는 원래 Oerlikon-Contraves사의 Ranger UAV용으로 개발되었으며, 다른 UAV 기종에도 사용가능하다. 자동회수 시스템은 향후 모든 형태의 UAV 시스템 함상 회수에서 중요한 부분을 차지할 것이다. ◎