

무인항공기 임무장비 기술개발 동향

글 / 장성호 shchang@kari.re.kr, 오수훈
한국항공우주연구원 스마트무인기기술개발사업단
체계종합그룹

무인항공기의 개발에서도 이에 적합한 임무장비의 개발이 진행 중이다.

1. 무인항공기 임무영역

무인항공기 시스템 개발 기술의 발전은 유인항공기가 수행하던 많은 임무영역을 무인항공기가 수행하는 것을 가능하게 해주었다. 표 1에서처럼 유인항공기가 수행하던 통신 중계, 첩보수집, 정찰, 전장감시, 공중급유, 공수 등의 임무영역에 다기능, 고성능의 임무장비가 활용되어 무인항공기에 적용될 예정이며[1] 정찰 및 전장감시의 일부 임무영역에서는 이미 적용되어 무인항공기가 활동하고 있음을 최근의 전쟁지역을 통한 보도 매체 등을 통하여 알 수 있다. 또한 공중전과 폭격이 가능한 전투용

표 1. UAV 임무 청사진

| 임무 | 현재 항공기 | 적용 | | | | | |
|--------------|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 지속임무 | | '05 | '10 | '15 | '20 | '25 | '30 |
| 통신 중계 | ABCCC | | ■ | | | | |
| 신호정보수집 | Rivet Joint | | ■ | | | | |
| 해안순찰 | P-3 | | ■ | | | | |
| 공중급유 | KC-135 | | | ■ | | | |
| 감시/전장운용 | AWACS | | | | ■ | | |
| 공수 | C-5, C-130 | | | | | ■ | |
| 무장 공격 | | | | | | | |
| 적공중방어 | EA-6B | | ■ | | | | |
| 체압(SEAD) | EA-6B | | ■ | | | | |
| 폭격 | AV-8, F-117 | | | ■ | | | |
| 복합폭격/SEAD | EA-6B, F-16 | | | ■ | | | |
| 대공공격 | F-14, F-15 | | | | ■ | | |
| SEAD/대공공격 | F/A-18 | | | | | ■ | |

표 2. UAV 임무영역

| 요구항목 (임무영역) | UAV 사용을 위한 판단 | | 사용된 UAV 예 |
|----------------|---------------|---------|--|
| | 단순반복 | 오염가능 위험 | (무인기/임무장비, 사용지역, 년도) |
| 정보, 감시, 정찰 | ● | ● | Predator, Pioneer/Bosnia, 1995~2000 |
| 지휘/통제 | ● | | Global Hawk/ACN, Predator/ACN, ongoing |
| 방어 | ● | ● | Camcopter, Dragon Drone/Ft Sumner, 1999 |
| 신호정보수집 | ● | ● | Hunter/LR-100/COMINT, 1996, Hunter/ORION, 1997 |
| 대량살상무기 | | ● | Pioneer/RADIAC/LSCAD/SAWCAD, 1995, Hunter/SAFEGUARD, 1999 |
| 전역미사일방어 | ● | | Israeli HA-10 development, (canceled), Global Hawk study, 1997 |
| 적 공중방어 체압 | | ● | Hunter/SMART-V, 1996, Hunter/LR-100/IDM, 1998 |
| 전투 수색 및 구조 | | ● | Exdrone/Woodland Cougar Exercise, 1997, Exdrone/SPUDS, 2000 |
| 대 지뢰탐색 | | ● | Pioneer/COBRA, 1996, Camcopter/AAMIS, 1999 (Germany) |
| 기상 및 해양 | ● | | Aerosonde/Visala, 1995, Predator/BENVINT ACTD, 2002 |
| 마약단속 | ● | | Predator/Ft Huachuca, 1995, Pioneer/So. California, 1999 |
| 심리전 | | ● | Non-DoD UAV/leaflet dispensing, 1990's |
| 전기상/야간 공습 | | ● | DASH/Vietnam, 1960s, Predator/Afghanistan, 2001 |
| 관측지원 | ● | | Predator/JOTBS, 2002 |
| 방재 | | ● | none |
| 대 수중전 | ● | | DASH, 1960s |
| 항행 | ● | | Hunter/GPS Pseudolite, 2000 |

임무장비는 표 2와 같은 무인항공기의 중요 17개 임무영역에 따라 적용 장비의 성능과 기능이 달라진다[1]. 임무장비가 활용되는 임무영역을 분류하면, 감지(sensing) 임무영역 10개, 중계(relay) 임무영역 3개, 무장 공격(Weapons Delivery) 임무영역 4개로 표 3과 같이 다시 분류할 수 있다.

표 3. 임무영역에 따른 분류

| | 임무영역 |
|-------|---|
| 감지 | 정보/감시/정찰, 방어, 신호정보수집, 대량살상무기, 전투 수색/구조, 대 지뢰탐색, 기상 및 해양, 마약단속, 방재, 관측지원 |
| 중계 | 지휘/통제, 심리전, 항행 |
| 무장 공격 | 전역미사일방어, 적 공중방어 제압, 전기상/야간 공습, 대 수중전 |

2. 임무장비

임무장비는 무인항공기 시스템에서 매우 높은 비중을 차지하고 있으며 요구되는 기능과 능력 또한 높은 수준을 요구받는다. 이러한 요구수준으로 인하여 시스템에서의 비중뿐만 아니라 개발비용 면에서도 그림 1에서와 같이 비행체나 GCS의 개발비

용보다 많으며 향후 2011년까지의 예상비용에서도 중요한 비중을 차지하고 있다(그림 2). 실제 2008까지 미국 펜타곤에서 계획된 무인기 시스템(Unmanned Systems)의 연구와 개발에 배정된 2.81억 달러 중 1억 달러가 무인항공기용 임무장비의 연구와 개발에 직/간접적으로 연관되어 있다[2].

무인항공기 임무장비에 요구되는 주요 항목은 목표물에 대한 탐지(detect), 인지(recognize), 분류(classify) 그리고 식별(identify)하는 능력으로 무인항공기의 임무영역 다양화와 함께 영상, 통신 중계, 고공기상측정, 자장측정, 신호획득, 적외선 영상, 레이더 이미지 정보 등 세분화 되어가는 추세이다. 특히 현재 무인항공기용 임무장비는 이미지 정보의 획득과 제공이 많은 비중을 차지하고 있으며 이러한 이미지정보 획득용 임무장비는 해상도와 야간 촬영, 전 기상조건 촬영, 이동 목표물 탐지 등의 능력을 요구받고 있다(그림 3)[3]. 또한 요구되는 임무환경에 따라 임무장비의 활용도가 결정되어 감지영역 뿐만 아니라 무장공격영역 등 표 4와 같이 다양화 된다[4].

임무를 수행하기 위한 무인항공기와 임무장비와의 관계는 그림 4에서와 같이 무인항공기의 체공시간과 임무장비의 무게로 나타낼 수 있다. Pioneer, Shadow 200 등의 중고도 전술무인기는 5시간 이

표 4. UAV 임무와 탑재장비와의 관계

| | TV /FLIR /IRLS | radar | laser designator | SIGINT /ESM | MET/NBC /mine detection | ECM /decoy | Communi- cation relay |
|-------------------|----------------------|-------|---------------------|----------------|-------------------------------|---------------|-----------------------------|
| 지휘, 통제 | | | | | | | ● |
| 정보수집 | ● | ● | | ● | ● | | |
| 화력 지원/해상화력지원 | ● | ● | ● | ● | ● | | ● |
| /폭격피해평가 | | | | | | | |
| 대 지뢰 | ● | ● | | | ● | | |
| 육, 해, 공 합동 지원 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| 국지전투/상륙지원 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | |
| 공중방어/공중억제 | ● | ● | | ● | | ● | ● |
| 기동작전/전술행동/탐색 및 구조 | ● | ● | | | ● | | ● |
| 전술공중지원/비행/적공중방어제압 | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |
| /공중저지 | | | | | | | |
| 항공정찰/대공공격 | ● | ● | | ● | ● | | ● |
| 전자전 | | | | ● | | ● | |
| 대 수중전 지원 | ● | ● | | ● | ● | | ● |
| 특별임무 | ● | | | ● | ● | | ● |

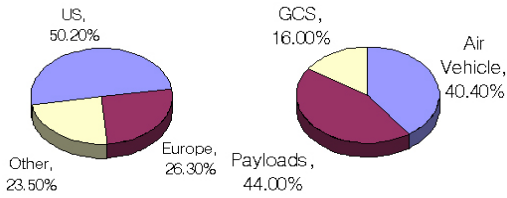


그림 1. UAV 개발비용

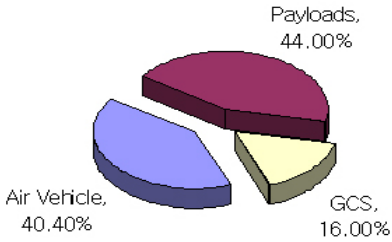


그림 2. UAV 예상비용

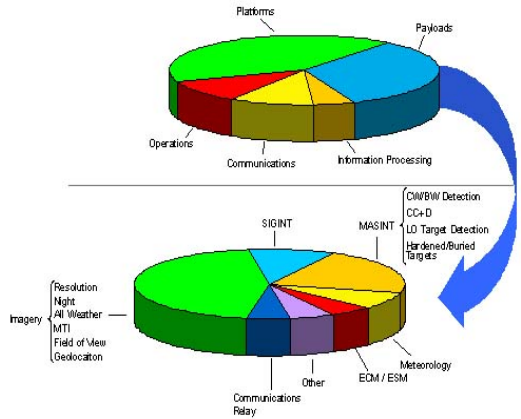


그림 3. UAV 임무장비 요구항목

내의 체공시간과 100lb 내외의 임무장비를 주로 탑재하며 대표적으로 EO/IR(Electro-Optical/Infrared) 센서가 탑재된다. Global Hawk, Predator 등의 고고도 정찰용 무인기는 1,000lb 급의 임무장비를 탑재하고 보다 넓은 영역에서 장시간 체공하며 임무를 수행하며 EO/IR 센서와 SAR를 함께 탑재한다.

2.1 EO/IR 센서

EO/IR 센서는 전자와 소재 분야의 발전에 힘입어 급격한 발전을 이룩하고 있다. 초기 개발의 대부분은 군용으로 큰 형태의 고성능화로 장기간 개발되어 온 반면, 상업용으로 개발된 EO/IR 센서는 그림 5에서처럼 1990년대 들어 급격한 발전추세를 보이며 소형화와 안정화를 이룩하였다[3].

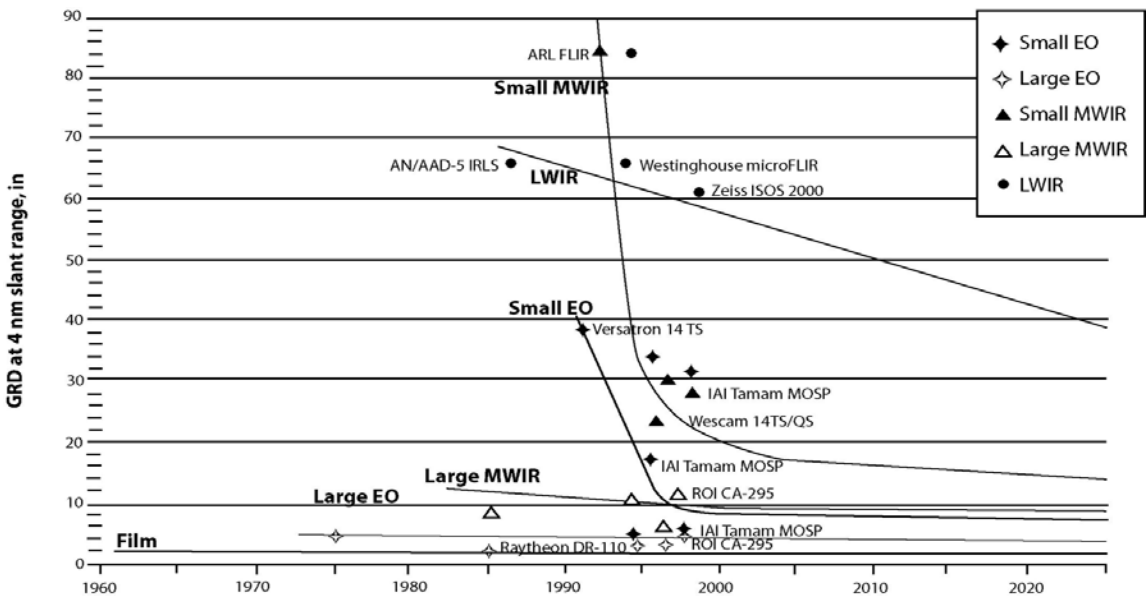


그림 5. EO/IR 센서 해상도 추세

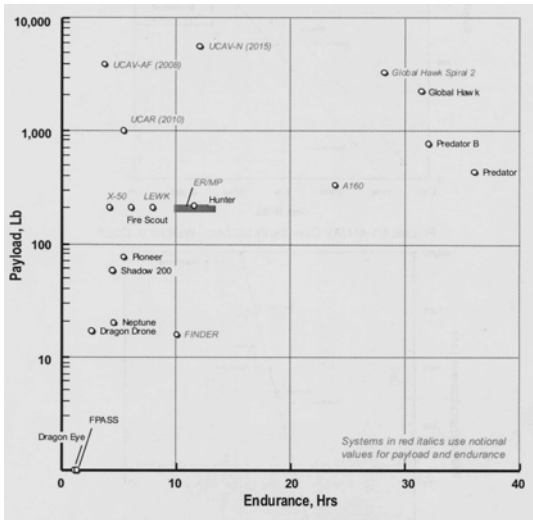


그림 4. UAV 임무장비 무게 vs 체공시간

최근 무인항공기들은 소형 EO/IR 센서를 주로 사용하는데 실시간 영상획득을 위한 주간용 카메라와 야간용 열상 카메라가 센서조립체(Turret) 내부에 구성된다. 또한 추가적인 기능으로 레이저 목표 지시계(LTD : laser target designator)와 레이저 거리측정기(LRF : laser range finder)가 탑재되는 제품이 생산되고 있다.

EO/IR 센서의 해상도는 주로 GRD로 나타내며 측정 이미지의 해독능력인 NIIRS과 관계가 깊다(표 5)[5]. Wescam사의 EO/IR 센서의 경우 주간용 카메라는 NIIRS 5-6, 야간용 열상 카메라는 NIIRS 4-5에 해당하는 성능을 나타낸다. Global Hawk는 ISS(Integrated Sensor Suit)이라는 복합센서물(그림 6)을 이용하며 사용되는 EO/IR 센서의 NIIRS는 6.5 수준이다. 또한 최근의 EO/IR 센서는 보다 긴 원격측정거리를 위하여 다중의 FOV(Field of View) 센서와 높은 안정성의 짐발(Gimbal)로 구성이 된다.

표 5. GRD와 NIIRS 관계

| NIIRS | GRD(m) | 해독능력(EO) |
|-------|----------|------------------------------------|
| 1 | > 9.0 | Detect medium sized port |
| 2 | 4.5-9.0 | Detect large buildings |
| 3 | 2.5-4.5 | Detect trains on tracks |
| 4 | 1.2-2.5 | Identity railroad tracks |
| 5 | 0.75-1.2 | Identity theater ballistic missile |
| 6 | 0.4-0.75 | Identity spare tire on truck |
| 7 | 1.2-0.4 | Identity individual rail ties |
| 8 | 0.1-0.2 | Identity windshield wiper |
| 9 | < 0.1 | Identity individual rail spikes |



그림 6. ISS

EO/IR 센서가 소형화, 고성능화 되어오면서 현재 생산되는 제품의 무게는 20~30kg 범위가 주를 이루고 대체로 40kg 내외의 가벼운 무게로 무인항공기에 적용이 용이하도록 개발되고 있으며 300W내외의 저 전력에서 운용되도록 발전하고 있다(그림 7). 현재 생산되고 있는 EO/IR 센서 중 일부의 제원을 표 6과 그림 8에 나타내었다.

최근 많은 발전을 해온 EO/IR 센서는 CCD의 크기와 픽셀 피치에 있어 이론적인 한계에 도달했으나 비냉각 IR 센서를 사용한 시스템이나 MEMS 기술, 새로운 반응물질, 보다 나은 운할기술 등의 기술에 힘입어 지속적인 발전을 이루어 나갈 것이다.

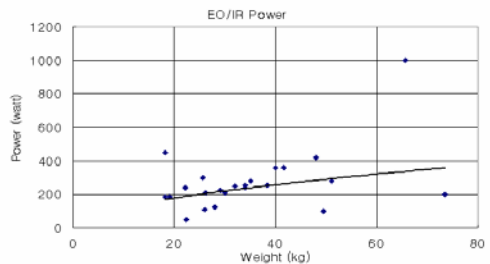


그림 7. EO/IR 센서의 무게-전력 관계

표 6. EO/IR 센서 제원

| | DSP-1 | 12DS200 | MicroStar |
|--------------------------|------------|-------------------|------------|
| Sensor | day/night | day/night/L RF | day/night |
| Turret Size (cm Dia.) | 32 | 30.5 | 22.9 |
| Weight(kg) | 26 | 25 | 16 |
| Stabilization | 4 axis | - | 2 |
| zoom | continuous | continuous | continuous |
| Power(W) | 110 | 280 | 270 |



그림 8. EO/IR 센서 제품

2.2 SAR 센서

세계 2차대전에서 첫 등장한 항공탐재용 레이더는 화재조절과 조기경보에서부터 기상감시까지 다양한 분야에 적용되어 왔다. 특히 합성개구면 레이더(SAR : Synthetic Aperture Radar)는 광학 센서에 비하여 야간과 구름 낀 환경에서도 운용이 가능하다. SAR의 장점은 군과 유인항공기 및 인공위성에 적용되는데 중요한 요인이 되었으나 낮은 해상도, 광학센서에 비하여 높은 무게 비율, 소모 전력의 과다 문제와 안테나의 크기로 인해 적에게 노출되기 쉬운 단점으로 일반 항공기뿐만 아니라 무인

항공기에도 단점이 되어왔다. 그러나 SAR의 개발 이후 20년 동안 온 보드(On-board) 프로세싱과 안테나의 발전으로 시스템 이득(gain)과 해상도가 급격히 발전하였고, 그림 9에서처럼 SAR는 짧은 역사에도 불구하고, 임무기능 중 수색(search) 모드에서 해상도에 대한 탐색범위의 비율이 매 6년마다 1 foot 해상도에 대하여 1 nm씩 증가하고 있다 [3]. 크기와 무게, 전력에 있어서도 중고도 전술용 무인항공기에 적용할 수 있는 경량급 무게의 최대 1kW 미만의 저 전력용 제품이 생산되고 있다.

최근 SAR를 탑재하는 무인항공기와 임무장비의 관계를 살펴보면 SAR를 탑재하는 무인기는 임무장비의 총중량이 50kg 이상임을 알 수 있다(그림 10). EADS사에서 최근 개발한 'MiSAR'의 경우 무게 10kg, 소모전력 200W 이하로 EO/IR 센서와 비교할 수 있으나 아직 제품의 성능이 검증되거나 무인항공기에 적용된 사례는 없다(그림 11). 무인항공기에 적용된 SAR 중, Global Hawk에 사용되는 ISS radar는 지점(spot)과 수색(search) 및 GMTI(Ground Moving Target Indicator) 모드가 가능하며 해상도는 1 foot이며 유인기용으로 개발

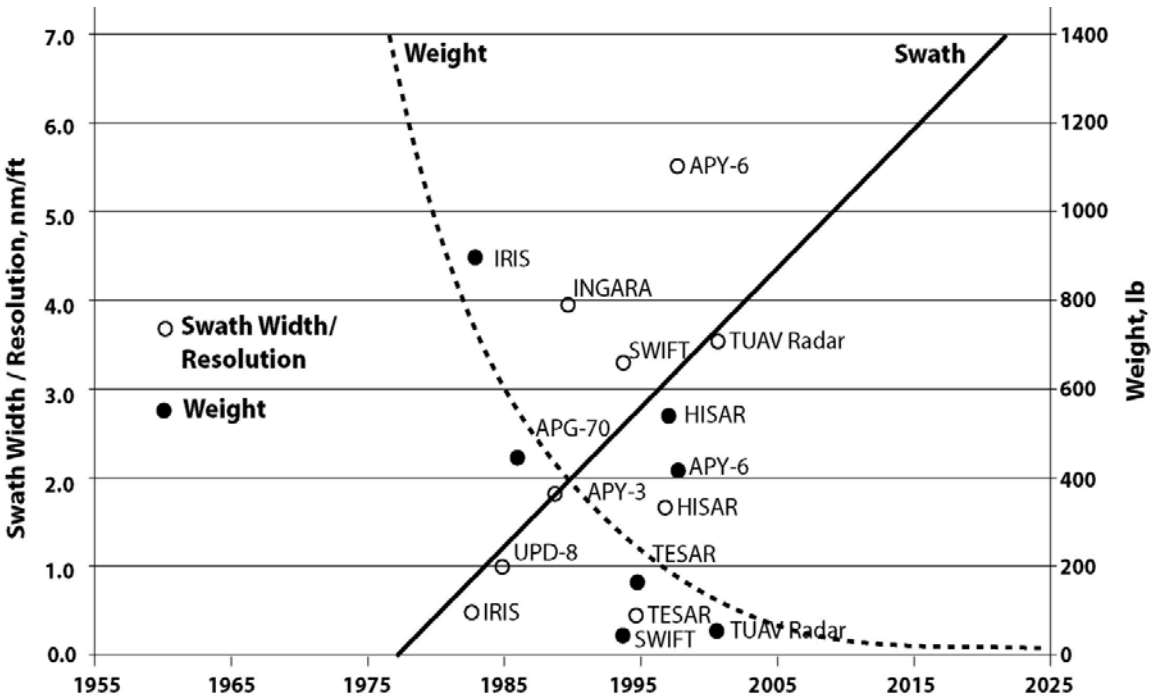


그림 9. SAR 센서 해상도 추세

된 전술용 레이더인 Lynx는 Predator B에 적용되었고 지점모드에서 4 inch의 분해능을 가진다. 전술용 무인항공기 레이더(TUAVR)는 30kg이내의 전술용 SAR/MTI로써 지점모드에서 1 foot의 분해능과 최소 2m/sec의 속도로 움직이는 물체의 식별이 가능하고 Searcher II에 적용된 EL/M-2055 SAR는 무게 36kg, 소모전력 700W이다.

앞으로 운용될 SAR는 경량화, 고성능화가 계속 지속될 것이다. 현재 생산되고 있는 SAR 중의 일부를 그림 12에 나타내었다.

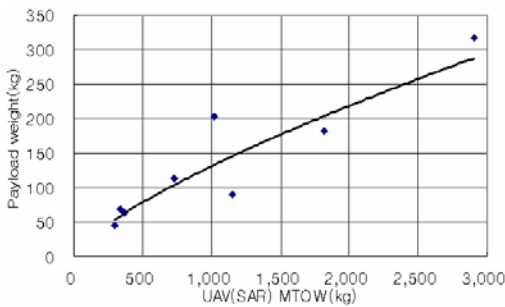


그림 10. UAV-임무장비 무게 추세

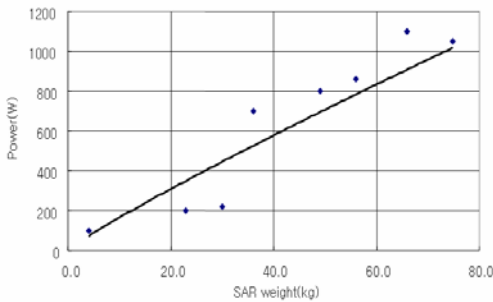


그림 11. SAR 무게-전력



그림 12. SAR 센서 제품

3. 향후 전망

임무장비의 성능을 향상시키기 위한 새로운 기술은 기존 이미지 센서의 취약부분을 보완하고 있으며 임무영역을 넓혀가고 있다.

MSI/HIS(Multispectral/Hyperspectral Imagery) 기술은 목표물에 표기된 난해한 문자정보를 식별해내기 위해 필름의 추출 기능을 결합시킨 기술로 수~수십 미터 분해능의 상업용 인공위성과 생화학부대의 탐지 및 식별용으로 군 적용이 검토되고 있다. SAR의 단순한 이미지 획득과 목표지점의 변경된 정보를 제한적으로 탐지하는 기능을 향상시키기 위한 기술로는 이동 목표물을 탐지하는 기술과 신호의 지상처리를 위해 274Mbps급의 광대역 실시간 전송 기능 및 온 보드(On-board) 처리의 기술로 발전하는 추세이다. 무인항공기 등의 항공용 임무장비가 나무 밑의 목표물을 탐지하는 것이 어려운 문제를 해결하기 위해서 VHF나 UHF 레이더를 사용하는 FOPEN(Foliage Penetration) 기술과 숲/구름/먼지/안개 등을 관통하여 이미지를 제공하거나 정찰과 생화학 부대의 탐지를 위하여 정밀한 레이저 펄스와 광자의 반사를 수집하는 LIDAR(Light Detection And Ranging) 이미지 기술 및 Global Hawk나 비행선 등을 통하여 운용될 핵 탐지 시스템 기술이 개발되고 있다.

또한 무인항공기용 임무장비는 최근 영상시스템의 표준으로 자리 잡고 있는 HDTV 기술과 상업용으로 사용되는 focal plane array를 군용으로 사용하기 위하여 적외선 반응성, 환경조건, 견고성 등에 대하여 기술적 보완을 해나갈 계획이고 이를 위하여 FY08년까지 전술용 중고도 장기체공형 무인기의 영상시스템에 적용가능한 HDTV관련 센서를 개발해 전장에 적용할 계획으로 센서, 통신장비, 비행체의 소형화 기술 및 효과적 전원 공급 기술과 테라바이트 급의 센서정보를 온보드상에 저장하기 위한 대량 데이터 저장 기술이 개발되고 있다.

통신 중계용 임무장비의 개발은 통신용 플랫폼으로써의 임무를 무인항공기가 수행할 수 있도록 개발될 것이다. 군의 전략적 통신 수요는 ACN(Airborne Communication Node)이 인공위성보다 더욱 효율적이며, 특히 국부지역에서 무인항공

기가 인공위성의 기능을 효과적으로 증대시킬 수 있을 것이다. ACN은 충분한 주파수 대역폭의 사용, 통신장비의 LOS(Line of Sight) 향상, 수신과 위밀도 개선과 위성서비스가 되지 않는 지역에 대한 통신을 확장함으로써 ACN의 통신용량과 확장성을 강화시킬 전망이다.

참고문헌

1. OFFICE OF THE SECRETARY OF DEFENSE,
“Unmanned Aerial Vehicles Roadmap 2002-2027”,
2002.12.
2. Larry Dickerson, “Payloads, Show the Way”,
Unmanned Vehicles, vol 7, No 5, 2002, pp.16-18
3. OFFICE OF THE SECRETARY OF DEFENSE,
“Unmanned Aerial Vehicles Roadmap 2000-2025”,
2001.4.
4. 조옥찬, 21세기의 항공기개발, 인천, 기념도서준비위원회, 1998, pp.349-403(원본, Ahmed K. Noor, Samuel L. Venneri, Aircraft Developments for The 21st Century, AIAA, 1997)
5. Gerald C. Holst, Electro-Optical Imaging System Performance, SPIE PRESS, 2003, pp.427-432