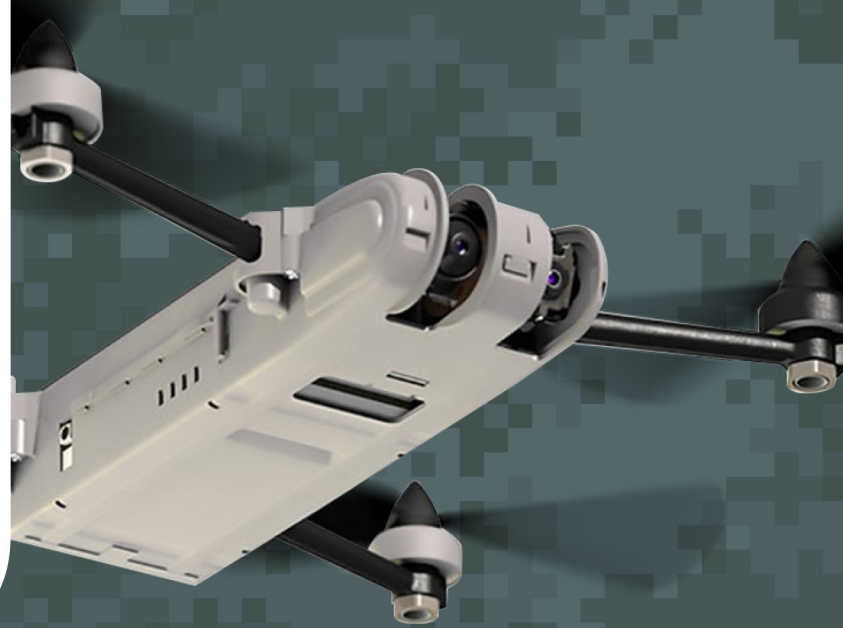
2017년 7·8월 제65호

국방과학 기술정보

Journal of the Defense Science & Technology Information



특집

- 군용 초소형 무인기 데이터링크 발전 동향
- 전술데이터링크 Link-16 발전 동향
- 위성망과 지상망 통합 라우팅 기술

국방기술품질원
DTaQ Defense Agency for Technology and Quality

CONTENTS

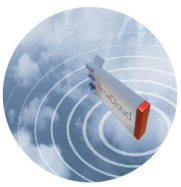
01 특집기사

6 | 군용 초소형 무인기 데이터링크 발전 동향
17 | 전술데이터링크 Link-16 발전 동향
26 | 위성망과 지상망 통합 라우팅 기술

02 해외 기술 단신

지휘통제·통신

40 | 터키 아셀산사, 병사용 지휘통제 장비 공개
41 | 미 육군, WIN-T 미래 전장통신체계 면밀 검토 중
42 | 영 레오나르도사, 신형 브라이트클라우드 218 미사일 기만체계 출시
44 | 미 DARPA, 도시 전투작전 지원을 위해 신형 디지털 도구 개발 예정



감시정찰

46 | 미 레이시온사, 미사일 및 UAV용 3DELRR 레이더 개발 추진
47 | 미 공군연구소, GPS 수신불가 시 운용할 항법 센서포드 개발 완료
49 | 이스라엘 엘빗시스템스사, 신형 공중감시체계 공개
51 | 이스라엘 RADA사, 전술용 레이더의 이동간능력 시험 성공

기동

53 | 일 MHI사, 새로운 궤도형 상륙장갑차 공개
54 | 중국, 세계 최고 수상속도의 신형 상륙 병력수송장갑차 공개
56 | 독일, 주력전차 레오파르트 2 104대를 최신 2A7V 표준으로 성능개량 예정
57 | 이스라엘, 미래 장갑전투차량 능력 검토 중

함정

59 | 미 헌팅턴 잉갈스사, 미래 수상전투함 설계개념 소개
61 | 사우디, 록히드마틴사 프리덤급 LCS에 기반을 둔 MMSC 4척 도입 예정
63 | 유럽 잠수함 운용국가, 리튬이온전지 기술에 주목
64 | 호주 국방부, 첫 번째 호바트급 방공구축함 인수

항공

66 미 에어로바이런먼트사, 손바닥 크기의 UAV 개발
67 미 MDA, ICBM 요격용 레이저 무장 HALE UAV 개발 예정
69 중국-파키스탄, 미얀마 공군용 전투기 비행시험 실시

화력

71 미국, 미래 병사용 탄환과 기관총 개발 중
72 인도, 3세대 ATGM 시험발사 성공
74 노르웨이 남모사, 램제트 추진 155mm 포탄 개발 중

방호·유도무기

76 미 텍스트론사, 활강무기 퓨리 개발 완료
77 중국, 공중발사 미사일용 신형 램제트엔진 시험 성공
78 이스라엘 라파엘사, 5세대 스파이크 미사일 개발 중
80 미 FLIR사, 화학물질 식별장비 그리핀 G510 출시

기타

82 미 공군사관학교 생도, 반유동 물질이 포함된 방탄소재 발명
83 일 미라이 라보사, 휴대형 충전식 LED 투광등 공개

03 해외무기 개발동향

88 가상 및 증강현실 이용 훈련 강화
95 미국 록히드마틴사의 외골격체계 개발동향
99 재래식 잠수함의 추진계통과 추진전지 동향
105 해양의 지속 감시·정찰을 위한 무인항공기 체계
112 대전차유도미사일 개발 동향
119 미국 지상기반 중기단계 미사일 방어체계 개발동향

JOURNAL OF THE DEFENSE SCIENCE & TECHNOLOGY INFORMATION

Section

01

특집기사

- 군용 초소형 무인기 데이터링크 발전 동향
- 전술데이터링크 Link-16 발전 동향
- 위성망과 지상망 통합 라우팅 기술

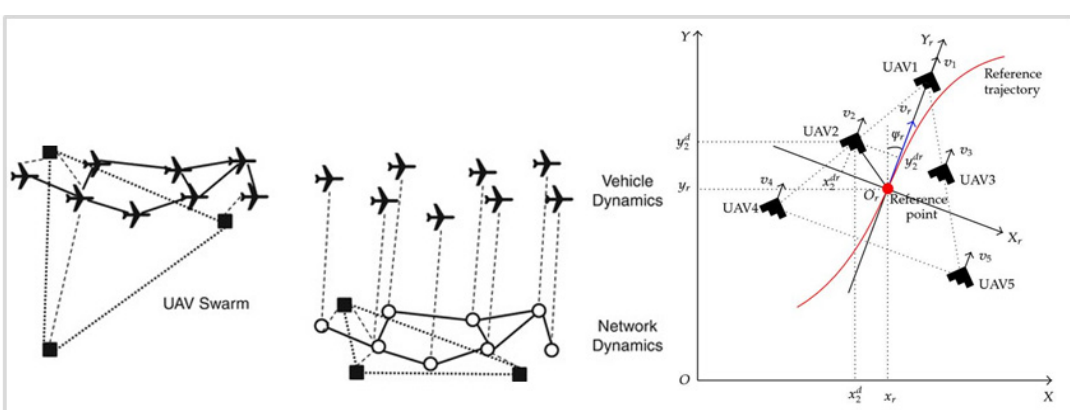
군용 초소형 무인기 데이터링크 발전 동향

광운대학교 전자통신공학과
교수 **오혁준**

01 개 요

최근 군 감시/정찰 분야에 있어 무인기 활용의 중요성이 증대되고 있으나, 국내의 경우 주로 중대형 및 수 kg의 소형급 무인기 활용 및 개발에 중심이 맞추어져 있고 최근 해외에서 주목받고 있는 30cm 이하의 초소형 무인기(Nano UAV) 관련 연구개발 및 활용 방안은 아직 미흡한 실정이다.

해외 무인기 방산 업체들의 경우 초소형 무인기가 레이더 등의 전파센서를 사용하더라도 탐지가 어려운 장점이 있을 뿐만 아니라 시가전, 게릴라전 등의 실전에서 이미 성공적인 작전 수행을 완료하였음을 들어, 감시/정찰 분야를 넘어 이를 활용한 자폭 공격 및 요인 암살 등으로의 임무 확장을 도모하고 있는 상황이다.



| 그림 1 | 군집/집단 비행을 위한 Flying Ad-Hoc 네트워크

특히, 최근 초소형 무인기의 군집/집단 비행을 활용한 군 작전수행에 대한 중요성이 대두되면서 초소형 무인기에 대한 방산 분야에서의 관점은 더 이상 관심에 머무르지 않고 적극적인 연구개발로 이어지고 있으며, 지상제어국과 초소형 무인기 간, 무인기 간 중계, 군집/집단 비행을 위한 무인기 간의 신뢰성 있는 저전력/경량/장거리 데이터링크 기술을 핵심 기술의 하나로 인지하고 이에 대한 연구개발에 집중하고 있다. 민수분야 측면에서 보면, 이러한 군집/집단 비행 기술은 항공감시, 재난지역 응급 통신 등의 분야에도 활용할 수 있다.

02 국외 기술 동향

1. PD-100 Black Hornet

최근 초소형 무인기에 대한 국방 분야에서의 관심을 이끌어낸 주인공이다. 노르웨이의 드론 제작업체 ProxDynamics에서 개발한 개인 정찰용 초소형 무인기로서, 가로 20.23cm, 세로 8.89cm, 높이 5.08cm의 크기, 무게 18g의 초소형 몸체를 갖고 있으며, 시속 27~38km/h에 한 번 충전으로 25분 정도를 비행할 수 있다.

| 그림 2 | ProxDynamics사의 PD-100

크기가 손바닥에 들어갈 만큼 작은 데다 소음도 없어 비행정찰 중 발각될 가능성이 거의 없으며, 3개의 카메라가 있어 하나는 위쪽을, 또 하나는 아래를, 또 하나는 45도 각도에서 주변 상황을 살필 수 있다. 제조사는 아부다비 국제방산전시회(IDEX 2017)에서 마이크로 열상 카메라를 장착하여 야간 관측 기능을 추가하였다고 밝혔다.

아프가니스탄 전투에 참가한 영국 육군은 PD-100을 적진에 보내 빌딩은 물론 골목, 언덕, 수풀 속에 이르기까지 적진 구석구석을 탐색하여, 게릴라전을 펴고 있는 적들을 상대로 효과적인 작전을

수행하였다.

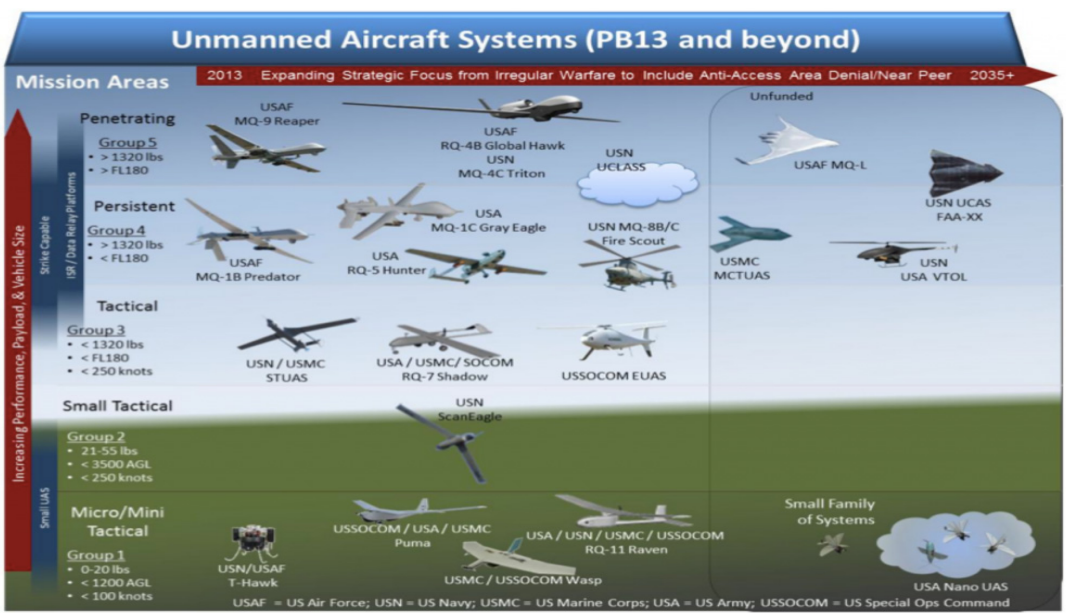
미 군사 전문매체 브레이킹 디펜스는 미 해병대가 최근 하와이에서 열린 군사 기술 시연회(PACMAN-1)에서 PD-100을 선보여 큰 주목을 받았으며, 조만간 실전 배치가 가능할 것으로 보고 있다고 언급하였다.

호주 육군은 2017년부터 이 초소형 드론을 실전에 배치키로 하고 제조사와 협상을 벌이고 있다고 보도되었으며, 호주 육군은 전투상황에서 지휘자용으로 이 초소형 드론을 공급하고, 특수 작전에 활용토록 할 계획이다.

현재 PD-100은 감시/정찰 용도로 개발된 회전익 형태의 초소형 무인기로서 데이터링크에 대한 자세한 사항은 공개되지 않았다. 자폭 및 요인 암살 등의 공격 임무를 위한 용도로도 현재로서는 활용이 어렵다.

2. Snipe Nano Quad

미국 국방부의 무인기체계는 비행체의 총중량, 운용고도, 비행체의 대기속도(airspeed)에 따라 5개의 그룹으로 나뉘며 그룹에 따라 미군이 운용하는 무인기체계는 다음과 같다. 소형무인기(Micro Air Vehicle, MAV)는 그룹1에 속하며 Raven, Wasp, Puma 등의 무인기체계가 해당된다. 이 중 가장 작은 Wasp의 경우에도 크기가 72cm×38cm로, 초소형 무인기로 보기 어렵다.



| 그림 3 | 미군 무인기체계

미군의 소형무인기 체계의 데이터링크는 공통 형상으로 사용하고 있으며 비행체 크기에 따라 기본형 모듈과 소형 모듈, 지상통제장치 GCS의 구성품으로 이루어져 있다. Wasp은 소형 모듈이 탑재되어 있고, 1.5W 송신 출력에 4.5Mbps의 데이터 전송률, 그리고 5km의 작전 반경을 가지며 소형 모듈의 무게는 98g으로 알려져 있다.

미군이 다수 보유하고 있는 소형무인기인 Raven, Wasp, Puma 등을 비롯하여 전체 미군 무인기의 85%인 24,000대 이상을 납품한 미국의 AeroVironment사가 개발한 군용 초소형 쿼드콥터 드론이 바로 'Snipe Nano Quad'이다.

접이식 사각 디자인에 140g 무게로 인해 휴대하기 간편하며, 상공에서 촬영한 가시광선 또는 적외선 이미지를 병사가 휴대한 제어 유닛으로 발송하는 기능을 갖췄다. 최고 속도는 32km/h 정도이며 무선 조종 가능 거리는 1km 정도이다. 배터리로 약 15분 동안 비행할 수 있으며 작은 크기로 역시 식별이 어렵다고 제조사는 설명했다.

제조사 측은 미 정부 기관에 초도 물량 20대가 공급되었으며, 최근 미 국경 경비 관련 공급사로 등록되었다고 밝혔다.

사용하는 데이터링크에 대해서는 자세하게 밝히지 않고 있으며 조정 가능 거리 1km 이상 이외에 UHF 대역을 이용하는 것으로 파악되고 있다.

| 그림 4 | AeroVironment사의 Snipe Nano Quad

미군은 앞으로 초소형 무인기급(Mini/Nano UAV) 연구개발 및 조달 예산을 무인전투기(UCAV)와 비슷한 규모로 확대할 것이라고 발표하였다.

| 표 1 | 미군의 무인기 관련 예산 편성 계획

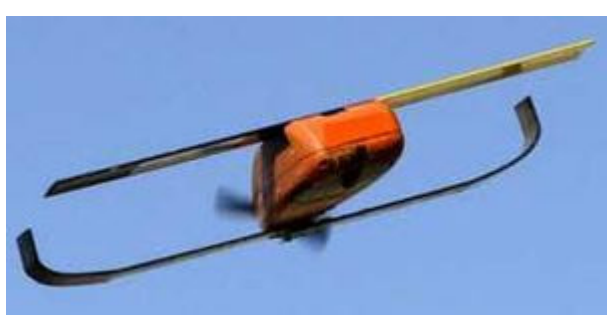
단위($millions)	FY16	FY17	FY18	FY19	FY20	FY21	FY22
Global Hawk/Triton/HALE	44	66	59	76	88	113	113
Predator/Reaper/Gray Eagle/MQ-X	267	255	234	236	222	226	218
Wide FOV	94	100	86	90	96	86	92
Hyperspectral	122	128	140	140	154	154	156
UCAV	46	44	84	66	254	365	375
Tactical UAV	81	80	71	75	102	99	72
Mini/Nano UAV	91	122	144	176	222	280	339
Total	**745**	**795**	**819**	**859**	**1,138**	**1,323**	**1,365**

3. Perdix

MIT Lincoln Lab.에서 개발한 지능형 고정익 초소형 무인기로서 길이 16.5cm, 윙스팬 30cm, 무게 290g이다. 군집/집단 비행을 위하여 노드 간 통신 기능에 특화되어 있으며 최고속도 112km/h로 20분간 비행이 가능하다. 최근 미군이 Perdix 103대를 공중에서 투하 후 성공적으로 군집/집단 비행시키는 데 성공하면서 유명세를 타게 되었다.

2011년 MIT 항공우주공학과에서 초소형 무인기 여러 대의 상호 통신을 통하여 통제하는 지능형 군집/집단 초소형 비행기에 대한 초기 개념이 제시되었으며, 이를 발전시켜 2013년에 군사적 사용을 목적으로 하는 군집/집단 비행 연구로 진행하게 되었다.

Perdix 무인기는 GCS(Ground Control Station)나 자체적으로 통제되는 것이 아니라, 특정 중심이 되는 리더 무인기가 없는 상태에서 집단지성으로 묶여있는 그룹의 무인기 수를 스스로 변경하고, 그룹 내의 다른 무인기들과 조정 상태를 유지할 수 있는, 집단적이고 분산된 '두뇌'를 공유하는 형태라고 알려져 있다. 이러한 이유로 일부 연구자들은 Perdix 초소형 무인기를 인공지능으로 분류할 수 있다고도 이야기한다.



| 그림 5 | MIT Lincoln Lab.의 Perdix

2014년 9월에 에드워드 공군기지에서 발진한 F-16 전투기에서 투하시켜 처음으로 시험되었으며, 1년 후인 2015년 9월 알래스카에서 90대 군집/집단 비행이 시험되었다. 2016년 10월 FA-18 전투기에서 103대가 배출되어 시험되고 이 영상이 2017년 1월에 공개되면서 큰 주목을 받게 되었다.

사용하고 있는 데이터링크에 대해서는 공개된 사항이 없다.

4. Indago 3

록히드마틴에서 기존 Indago 소형 무인기를 군용으로 업그레이드한 버전으로서, 크기 81.3cm×81.2cm×17.8cm, 무게 2.28kg으로 사실 초소형 무인기에 해당하지는 않는다. 하지만, 록히드마틴이 군용으로 업그레이드 하면서 새롭게 채택한 데이터링크 모듈인 TW-600 Ocelot MANET(Mobile Ad-hoc Networking) 모듈을 눈여겨 볼 필요가 있다.

| 그림 6 | 록히드마틴의 Indago 3

TW-600 Ocelot 모듈은 크기 3.37″×2.12″×0.54″, 무게 85g, 그리고 주파수대역 1,775~1,815MHz, 2,200~2,250MHz에 대역폭 4/20MHz를 갖는다. 2W의 최대 송신출력에 8Mbps의 속도로 IP 데이터를 전송할 수 있다. 주목할 점은 독자적인 MANET 기술로 최대 8홉 통신을 지원한다는 것이다.

5. Mavic Pro

Mavic Pro는 중국 DJI사가 출시한 드론 가운데 소형에 속하는 상용 드론 모델로, 조종기와 본체 모두 접는 것이 가능하며 기체는 접었을 때 대략 스마트폰 크기에 불과하다. 최고 속도 64km/h, 비전 센서와 전방 센서를 모두 탑재, 3축 짐벌 탑재와 4K 영상을 지원하며 27분간 비행이 가능하다.

전용 VR 헤드셋 지원 등 그동안 DJI사의 노하우를 집약하여 내놓은 새로운 기체로, 특이한 점으로는 그동안 사용되어오던 WI-FI 기반의 데이터링크 기술인 라이트브릿지(LightBridge) 기술 대신 OcuSync라는 새로운 기술을 적용하였다는 것이다.

| 그림 7 | DJI사의 Mavic Pro

DJI사에 따르면 OcuSync라는 새로운 데이터링크는 미국 FCC(Federal Communications Commission) 기준 7km, 유럽연합 CE(Conformite Europeenne) 기준 4km의 송수신거리를 가진다고 주장하고 있으나, 몇 가지 공개된 제원에 대해 일부 전문가들 사이에서는 3GPP의 LAA (Licensed Assisted Access) 기술에 네트워크 계층 최적화를 수행한 시스템으로 보인다는 주장이 있다. 지연 시간 스펙은 리모트 컨트롤 명령 전송 5ms, 정지영상 전송 10msec, 비디오 전송 130msec로 알려져 있다.

DJI사는 2017년 5월 1080p, 30fps의 FHD(Full HD) 영상 전송이 가능한 Spark라는 초소형 무인기를 발표하였다. Mavic Pro와 마찬가지로 충돌방지 센서를 탑재하고 있으며 1.6km의 통달거리, 최대 24Mbps의 영상 전송속도를 갖는 데이터링크를 탑재하고 있고 무게는 280g 정도에 불과하다.

이러한 상용 드론의 군 활용 가능성에 대한 검토가 종종 이루어지고 있으나, 데이터링크에 대한 전체적인 보안성 및 제어채널에 대한 신뢰성 있는 항재밍 능력의 부재로 한계가 있다는 결론에 도달하게 된다.

| 그림 8 | DJI사의 Mavic Pro(좌) vs Spark

6. 초소형 무인기 군집/집단 비행 기술

한 대의 중대형 무인기보다 다중의 초소형 무인기가 방공 시스템을 피하는 것이 더 쉽기 때문에, 감시를 위해 군집된 다수의 초소형 무인기를 활용하는 것이 단순히 한 대로 운용되는 중대형 무인 항공기를 보유하는 것보다 전술적으로 유리하다는 주장이 있어 왔다. 이 뿐만 아니라 초소형 무인기의 군집/집단 비행 기술은 국방 분야에서 협업기반 ISR(Collaborative ISR), 협업기반 표적획득(Collaborative Targeting), 분산 광역 감시(Distributed Wide Area Surveillance), 침투공격(Saturation Attack), 자폭, 요인암살 등과 같은 매우 다양한 임무에 활용이 가능하다. 심지어 군집/집단 비행 기술은 저가/저품질의 물량을 동원하여 전쟁에 임하는 국가들에게 효과적으로 대응할 수 있는 전술로도 고려되고 있다.

일명 UAV/드론 Swarm 기술이라고 불리는 군집/집단 비행 기술은, GNSS(Global Navigation Satellite System)와 같은 센서에 의존하지 않고 군집/집단 비행 중인 초소형 무인기 간의 거리와 속도를 측정하는 기술, 높은 이동성 환경에서 동작하는 안정적인 On—Demand 무선 멀티캐스팅 프로토콜 기술, 무선 통신 라우팅 환경에서 이동성 예측 기술, 군집 무인기의 네트워크 범위 최적화 위치 기술, 다수 무인기의 팀워크를 위한 네트워크 및 제어 기술, 다수 자율시스템의 의사결정 및 유도 제어기술, 집단지성 기술, 저전력/경량화/소형화 웨이브폼 기술 등의 매우 다양한 고난이도의 종합적인 데이터링크 기술을 요구한다.

2011년 MIT 항공우주공학과에서 초소형 무인기 여러 대의 상호 통신을 통하여 통제하는 지능형

군집/집단 초소형 비행기에 대한 초기 개념을 제시하였으며, 2012년 미국 펜실베이니아 대학 General Robotics, Automation, Sensing & Perception (GRASP) 연구실에서 실내 독립적으로 설치된 카메라에 기반한 제한적인 실내 군집/집단 비행의 시연 영상이 공개되었다.

미국의 Advanced Robotic Systems Engineering Laboratory(ARSENL)는 2015년 50대의 드론 군집/집단 필드비행에 성공하여, 군사용 군집 무인기 제어에 선두기술을 과시하였다. UAV/드론 Swarm 기술에 있어 미국과 동등한 수준으로 어깨를 나란히 하고 있다고 평가받는 중국의 경우, China Electronics Technology Group Corporation(CETC)이 주도하고 있으며, 초소형 무인기 군집/집단 비행에 대한 독자적인 기술을 보유 중인 것으로 판단된다. CETC는 2016년 11회 중국항공우주전시회에서 67대의 드론을 함께 비행시킨 전례가 있다.

중국 CETC의 드론 군집/집단 비행 기술은 관제탑에서 컨트롤하는 것이 아닌, 무인기 각 기기의 소프트웨어를 활용하여 관제탑 없이 드론 군집/집단을 컨트롤하는 기술력을 활용한 것으로 알려져 있다.

미군은 2016년 MIT Lincoln Lab의 Perdix라는 103대의 고정익 초소형 무인기를 3대의 FA-18 Super Hornet으로부터 배출한 후 군집/집단 비행을 통하여 자유자재로 비행을 제어하는 데 성공하였으며, 해당 동영상을 2017년 1월에 공개하여 전 세계에 충격을 주었다. 미군보다 앞서 수십 대의 군집/집단 비행을 성공시킨 중국 CETC는 이에 자극받아 2017년 6월 최근 119대의 고정익 초소형 무인기를 군집/집단 비행시키는 데 성공하였다고 발표하였다. 중국 역시 군집/집단 비행에 고정익 초소형 무인기를 사용하고 있다. 미군이 시연한 군집/집단 비행과의 차이점은 중국 CETC의 경우 지금까지 공개한 영상 모두 미군처럼 항공기에서 다수의 초소형 무인기를 배출하는 것이 아닌 지상에서 비행을 시작하는 형태라는 것이다.

미국(ARSENL), 중국(CETC), 테러단체인 ISIS까지 모두 중국의 Skywalker Technology Co.가 출품한 드론을 이용하는 것으로 알려져 있고, 중국의 무인기 군집 제어 기술력은 이미 세계 정상수준에 가깝다고 추측하고 있다.

| 그림 9 | Perdix 무인기 군집/집단 비행 모습

| 그림 10 | 중국 CETC의 군집/집단 비행 준비 모습

03 국내 기술 동향

최근 감시/정찰 분야에 있어 무인기 활용의 중요성이 증대되면서 국내 전략무인기의 경우, 고고도(HUAV) 무인기는 미군이 운용하고 있는 블랙호크 도입을 추진하고 있으며 중고도(MUAV)에 대해서도 자체 개발이 진행 중이다. 또한 전술무인기의 경우 군단급, 사단급, 대대급 등의 중형 및 일부 소형급 무인기 활용에 중심을 맞추어 운용 또는 개발을 진행 중이다.

초소형 무인기에 관련하여 기존 대대급 무인기보다 좀 더 소형화된 MAV(Micro Aerial Vehicle) 무인기의 개발을 위한 사업이 예정되어 있으나, 중량 5kg 대의 소형 무인기를 초소형 무인기라고 볼 수는 없다.

노르웨이 ProxDynamics사의 PD-100 도입에 대한 논의가 진행된 적이 있으며 일부 특수부대를 중심으로 도입에 대한 긍정적인 검토가 이루어진 것으로 알려져 있으나 공식적으로 확인된 바는 없다.

방위사업청 및 국방과학연구소를 중심으로 군용 초소형 무인기에 대한 연구개발이 공식적으로 진행된 적은 없었으나, 무인기용 데이터링크 개발 사업의 일환으로 진행된 대학과의 공동연구를 통하여 일부 관련 기술을 확보하였다. 2016년 해당 기술에 대한 중요성을 인식하고 핵심 기술 확보를 위하여 2017년 초소형 무인기 군집/집단 비행 기술 확보를 위한 시제업체 선정, 초소형 무인기 전술신호처리 특화연구실 등의 사업을 진행할 계획에 있다. 민수에서는 대학을 중심으로 곤충형 초소형 드론과 군집/집단 비행에 대한 일부 연구개발이 진행되고 있으나 전술 환경 적용이 어려운 상용 데이터링크에 기반하고 있어 한계가 존재한다.

04 맺음말

최근 군 감시/정찰 분야에 있어 무인기 활용의 중요성이 증대되고 있으나, 국내의 경우 주로 중대형과 수 kg의 소형급 무인기 활용 및 개발에 중심이 맞추어져 있어 최근 해외에서 주목받고 있는 30cm 이하의 초소형 무인기(Nano UAV)를 활용한 전투력 및 생존성 향상에 요구되는 전략 및 기술력이 상대적으로 부족한 상황이다.

특히, 초소형 무인기의 군집/집단 비행을 활용한 군 작전수행에 대한 중요성이 대두되면서 이를 지원하는 초소형 무인기 체계의 효율적 획득 및 개발을 위해, 지능형 데이터링크 핵심기술을 확보하는 것이 중요하다.

향후 이를 위해 국내에서 초소형 무인기 관련 구매사업, 연구개발사업, 성능개량사업 및 핵심기술개발 시 최신 기술발전 추세를 참고하여 디지털 데이터링크를 중요한 요소로 고려할 필요가 있다.

참고문헌

1. 국방과학기술조사서, 국방기술품질원, 2013.
2. PD-100 Black Hornet Product Sheet, ProxDynamics, 2014.
3. Snipe Nano Quad Product Sheet, AeroVironment, 2016.
4. Perdix Fact Sheet, U.S. Department of Defense, 2017.
5. “Military drones market shares, strategies, and forecasts, worldwide,” WinterGreen Research Inc., 2016.
6. J. Vallet, F. Panissod, C. Strecha, and M. Tracol, “Photogrammetric performance of an ultra light weight swinglet UAV,” ISPRS, 2011.
7. Lee, Sung-Ju, William Su, and Mario Gerla. “Wireless ad hoc multicast routing with mobility prediction,” Mobile Networks and Applications, 2001.

전술데이터링크 Link-16 발전 동향

국방기술품질원 획득연구부
선임연구원 **하영석**

01 개 요

전술데이터링크는 각종 무기체계/지휘통제체계 간 위치정보, 상황정보, 무기할당 및 관리, 명령통제 등에 관한 실시간 전술정보 교환 및 공유를 위한 표준화된 통신링크이다.

전술데이터링크는 수직적 전장공간의 계층(지상, 해상, 공중, 우주)들을 엮어주고 상호 운용성을 보장하며 감시체계, 타격체계 및 지휘통제체계와 연동하여 상황인식, 위협평가, 지휘통제 및 교전지원을 위해 필요한 전술/영상 정보를 실시간 전송하는 통신체계이다.[1]

본 고에서는 전장에서의 전투 능력을 극대화시키며 전술환경에서 요구되는 고속 정보를 적재적소에 제공하고 생존성이 보장되는 네트워크 중심전을 위한 핵심기반체계 역할을 하고 있는 전술데이터링크 Link-16(TADIL J, Joint Tactical Digital Information Link)의 운용개념, 성능개량 방안, 각국의 개발동향을 고찰하였다.

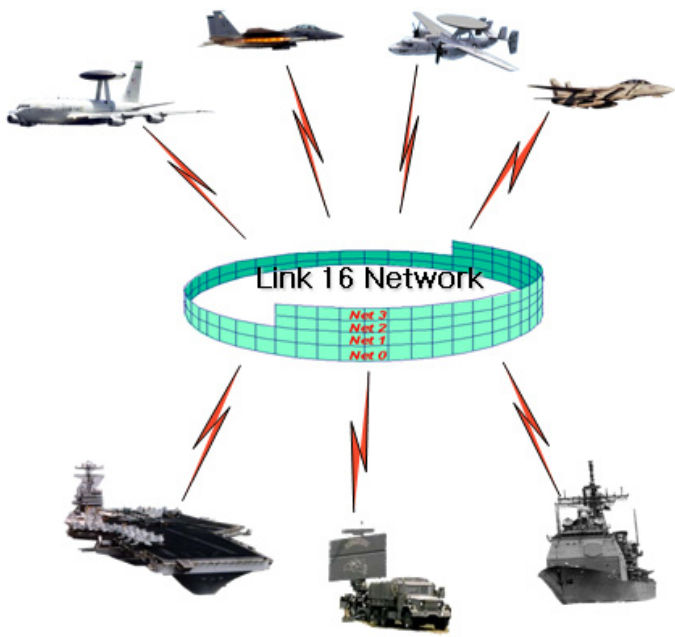
1. 전술데이터링크 Link-16 개념

전술데이터링크란 함정, 항공기 또는 지상군이 보유하고 있는 각종 센서로부터 획득한 표적정보나 전장의 상황정보 등을 가용한 통신망을 이용하여 디지털로 제공함으로써 신속하고 정확한 정보공유 및 정보의 실시간 활용이 가능한 통신망을 말한다.[1)][1]

무기체계 및 지휘통제체계들은 각 체계의 센서로부터 확보한 전술자료들을 전술데이터링크를 통하여 근 실시간으로 상호 교환한다. 각 체계가 보유하고 있는 센서의 탐지범위는 제한되어

1) DoD.「Joint Tactical Data Link Management Plan」, 2000.

있을지라도 각 체계는 전술자료의 공유를 통해 전술데이터링크에 연결된 모든 체계 센서들의 탐지범위에 포함된 표적정보들을 확보할 수 있다. 이로 인하여 무기체계 및 지휘통제체계들은 전술데이터링크를 통해 광역의 전장지역에 대한 동일한 상황정보를 확보하고, 위협표적을 판단하며, 지휘통제체계들 간의 공조를 통해 아군의 타격자원을 효율적으로 사용하여 적의 위협에 대응함으로써 군에 전투력 상승 시너지 효과를 제공한다.[2]

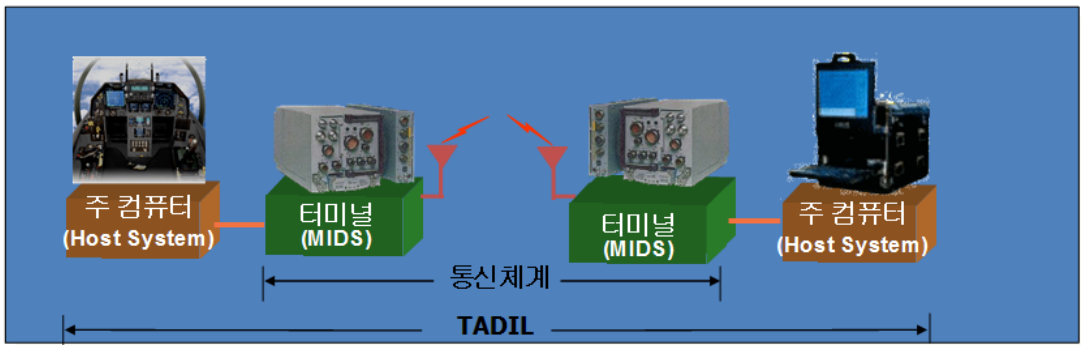


| 그림 1 | Link-16 네트워크 구성도

미 합참에서는 90년대 중반 이후부터 합동전술디지털정보망(TADIL J)을 미군의 표준 전술데이터링크로 개발하여 전 군에 배치하였다. TADIL이라는 용어는 미 해군을 제외한 미 육군, 공군 및 해병대에서 사용하고 있으며 미 해군에서는 TADIL이라는 용어 대신에 NATO에서 지정한 Link라는 용어를 사용하고 있다.

Link-16(TADIL J)은 기존의 TADIL A, B, C에서 전술정보와 전송기술이 개선된 합동 C4I체계의 통합 고속 전술데이터링크이다. TADIL A의 기능을 개선하고 TADIL C의 항공기 통제기능을 포함하며 음성기능과 전자보호 기능을 추가하여 고속으로 대용량의 데이터를 처리할 수 있는 통신, 항법 및 식별체계의 통합체계라 할 수 있다. 이의 주요 기능으로는 강력한 재밍, 개선된 보호체계, 증가된 데이터 처리속도와 정보교환의 양, 작아진 터미널 크기, 디지털화되고 재밍에 강한 안전한 음성능력, 상대항법기능, 그리고 정확한 참가자 위치파악 및 식별기능 등이 있다.[2]

2. Link-16 구성



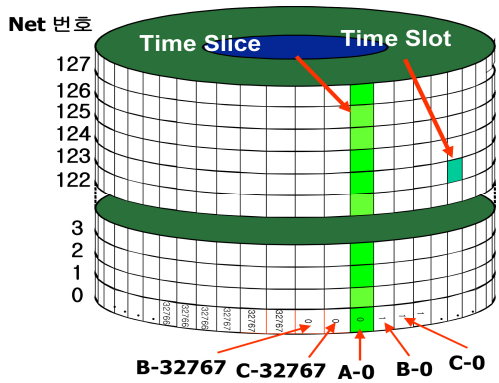
| 그림 2 | Link-16 구성

Link-16은 MIDS 터미널과 주 처리체계(Host Processing System), 전시기, 인터페이스 등으로 구성되어 Link-16 데이터를 교환하는 체계이다. 주 컴퓨터(Host System)는 전술데이터링크 데이터를 처리하는 컴퓨터로서, 임무컴퓨터(Mission Computer) 등으로 불리고, MIDS는 통신, 운항, 식별 기능을 통합한 체계로서, 직접수열 대역확산, 주파수 호핑, 오류 탐지 및 수정기술 등을 통해 신뢰성, 보안, 항재밍, 고용량 처리 등의 능력을 제공한다.

3. Link-16 통신구조

Link-16은 TDMA(Time Division Multiple Access)라는 시분할 다원접속의 통신구조를 사용한다. 이러한 구조에서는 각각의 참여자에게 전술데이터를 전송하거나 수신할 수 있도록 특정시간, 즉 time slot이 할당된다. Link-16에서는 하루 24시간을 112.5epoch(1epoch = 12.8분)으로 나누고 다시 1epoch을 98,304 time slot으로 나누어 하나의 time slot이 7.8125ms이 된다. 바로 이 time slot이 JTIDS 네트워크에 접근하는 가장 기본적인 단위가 되며, 이 time slot들이 각각의 참가 중인 JTIDS 유닛들에게 할당된다.

Link-16은 그림 3과 같이 다중 Net 구조로 되어 있으며 여기서 Net이란 참가자 상호 간에 메시지를 교환하는 참여자그룹을 말한다. 다중 Net은 여러 개의 단일 Net을 쌓아 올려서 구축되므로 0번째 Net이나 100번째 Net이나 모두 똑같은 구조를 갖고 있다. 따라서 하나의 다중 Net은 98,304개의 time slice를 갖고 있으며 하나의 Net은 98,304개의 time slot을 갖는다. 이러한 다중 Net 구조는 7비트의 Net 번호를 사용하므로 이론적으로는 하나의 네트워크에 최대 128개의 Net이 허용되나 통신감쇄 등을 고려하여 20개 정도의 Net만이 동시에 사용된다. 각 Net에는 메시지 전송을 위하여 하나의 유일한 주파수 - 호핑 패턴이 할당된다.[2]

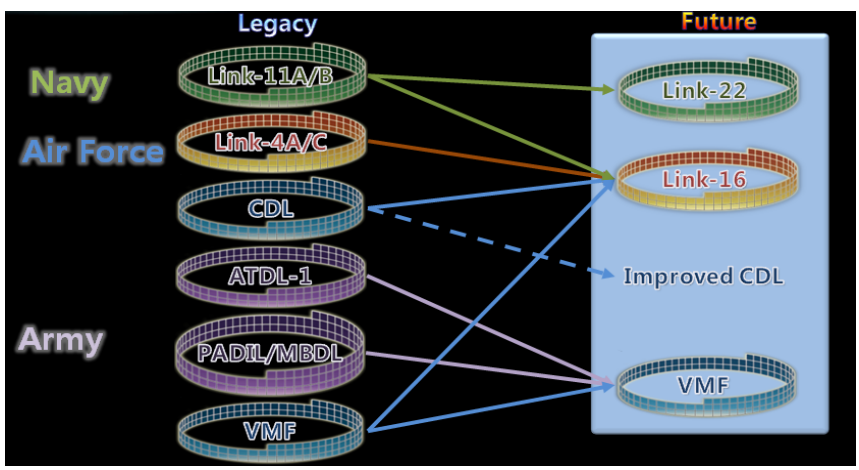


| 그림 3 | Link-16 다중 Net 구조

Frame은 시간의 기본적 순환단위로 12초 주기이며, 1,536개의 time slot으로 구성되고 512개의 time slot이 세트 A, B, C에 각각 할당된다.[6]

4. 전술데이터링크 국내외 개발동향

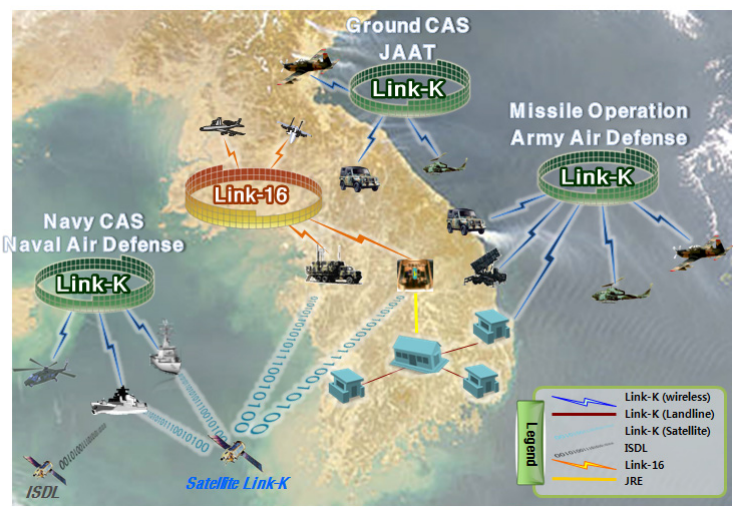
국외에서는 구형 전술데이터링크를 Link-16으로 대체하여 미국, 유럽, NATO 회원국 간 상호운용성을 보장하며, Link-16의 BLOS[2] 문제 해결을 위한 Link-22 개발 및 VMF, Link-16, Link-22를 통합 추진하는 등의 발전 추세를 보이고 있다.[4][5]



| 그림 4 | 전술데이터링크의 국외 발전 추세

2) BLOS : Beyond Line Of Sight, 비가시선

국내 전술데이터링크는 국방과학연구소 주관으로 '00년부터 응용연구 및 한국형 합동전술데이터링크 체계개발(JTDLS 기본형)을 통해 무선 Link-K 네트워크 운용모드 기능 제공을 위해 군 운용 무전기(V/UHF)와 연동되는 무선 모뎀 개발과 Link-11, Link-16 등 이종 링크 간 상호연동 및 통합처리 가능한 한국형 전술데이터링크 프로토콜인 Link-K를 개발 중에 있다. JTDLS 완성형 체계를 위한 선도형 핵심기술 사업인 다중 데이터링크 통합처리 기술 응용연구가 진행 중('00~'00)이며, Link-K, KVMF, Link-16, Link-22, JREAP(Joint Range Extension Applications Protocol) 등 다중 전술데이터링크 프로토콜 통합처리 능력도 확보할 예정이다. 향후 무선 Link-K 전송 및 항재밍 성능 향상을 통한 지상, 해상, 공중의 무장체계에 공용으로 탑재하여 무기체계 간 상호운용성을 보장할 것이다. 그림 5는 한국형 합동전술데이터링크의 개요 및 운용구조이다.



| 그림 5 | JTDLS 개요 및 운용구조

5. Link-16 성능개량 검토

Link-16은 주파수 재조정(Frequency Remapping)과 암호 현대화(Crypto Modernization) 적용을 위해 성능개량이 추진될 예정이다.

주파수 재조정은 민간 항행안전시설의 주파수 간섭 최소화를 위해 현재 Link-16 운영 주파수 대역(000MHz~0,000MHz)의 00개 주파수 중 항행안전에 영향을 주는 00개 주파수를 제외한 00개 주파수를 활용해야 하며, 美 연방항공국(Federal Aviation Administration, FAA)에서 주파수 재조정을 승인할 예정이다. 주파수의 재조정 기한은 '00년 0월까지이다.

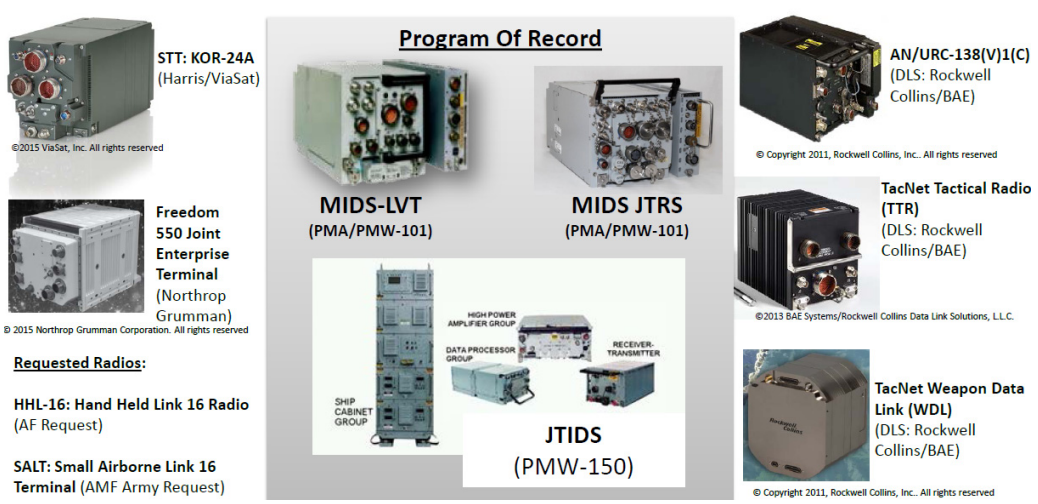
암호 현대화(Crypto Modernization)는 장기간(약 40년) 운영해온 구형 암호 알고리즘 노출

가능성을 고려, 최신 암호화 방식(알고리즘, 암호키) 적용을 위해서 성능개량될 예정이고, 암호키 사용 연장은 국가안전보장국(NSA)의 승인이 필요하며 새로운 암호화 방식은 '00년 00월에 적용될 예정이다.

| 그림 6 | Link-16 단말기 국제 공동개발 현황

MIDS IPO 통제하에 미국, 프랑스, 독일 등 5개국과 ViaSat, DLS, EuroMIDS 등 9개 업체가 참여하여 Link-16 단말기인 MIDS-LVT[3]의 성능개량을 추진하고 있다.

MIDS-LVT의 성능개량 방안은 구형 MIDS-LVT BU1을 MIDS-LVT BU2[4]로 개조, 신형 MIDS-LVT BU2 교체, MIDS-LVT JTRS(Joint Tactical Radio System)로 교체 등의 방안으로 사업이 추진되고 있다.[3]

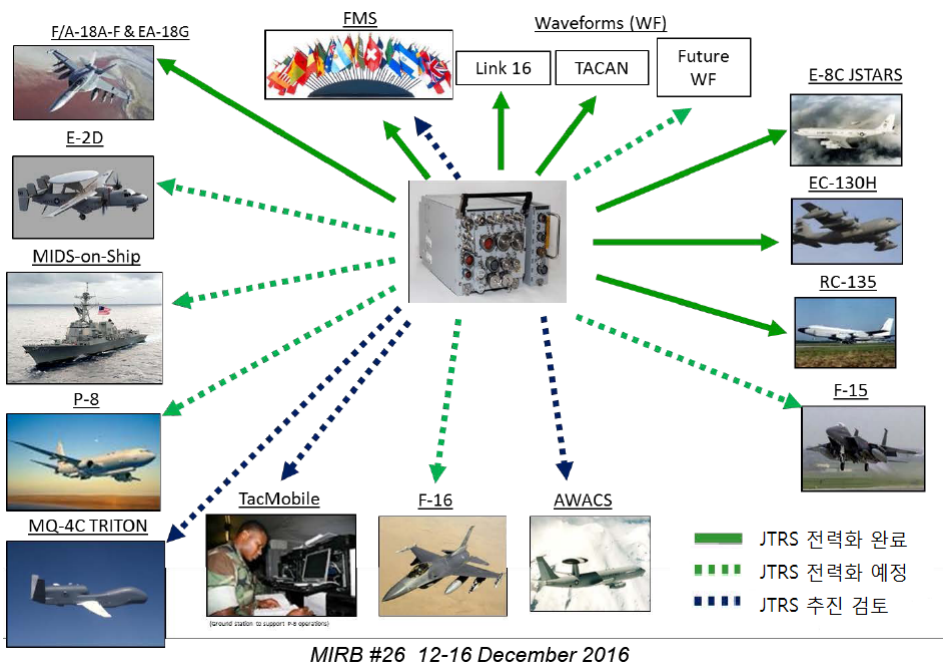


| 그림 7 | MIDS-LVT 제품군

3) MIDS-LVT(Multifunctional Information Distribution System-Low Volume Terminal) : Link-16 단말기
4) BU2(Block Upgrade 2) : Block Upgrade 2, Link-16 단말기 공동개발국(미국, 프랑스, 독일, 이탈리아, 스페인) 주도 MIDS 단말기 H/W, S/W 업그레이드 버전

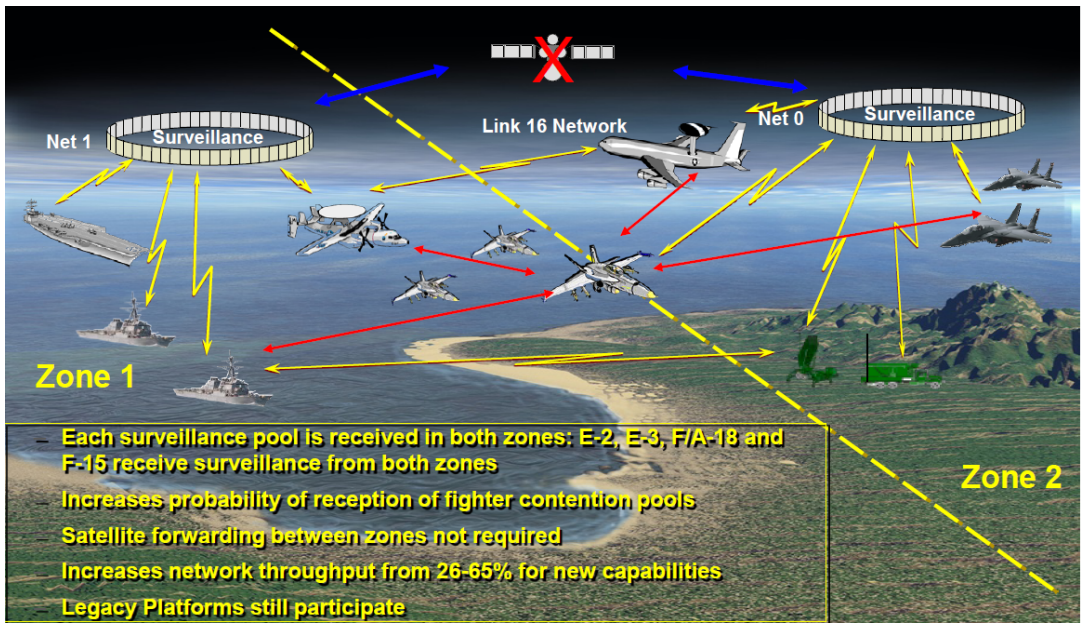
특히 MIDS-LVT JTRS는 주파수 재조정, 최신 암호방식 적용 이외에 동시에 4개의 Net에 접속 가능한 CMN(Concurrent Multi-Netting) 기능을 가지며, Link-16의 유통량을 증대시키고, 향후 진화된 Waveform 탑재가 용이한 장점을 가지고 있다.

현재 미 공군의 주요 전력(F-15, F-16, AWACS 등)은 MIDS-JTRS로 성능개량할 예정이다.[3]



| 그림 8 | 미국의 MIDS-LVT JTRS 적용계획

미국을 제외한 기타 우방국 중 NATO 국가들은 대부분 MIDS-LVT BU2로 성능개량을 검토/추진 중에 있으며, 그 외 호주, 터키, 일본 등의 주요 전력은 MIDS-JTRS를 검토 중에 있다. 특히 BU2로 성능개량 검토 중인 프랑스도 JTRS와 같이 SDR(Software Define Radio) 기반의 플랫폼을 Link-16 단말기의 발전방향으로 인식하고 있다.



| 그림 9 | 미국의 MIDS-LVT JTRS 운용개념

위의 그림과 같이 MIDS-JTRS의 CMN(Concurrent Multi-Netting) 기능을 활용하면 2개 이상 다른 Net에 동시 가입이 가능하여 광범위한 정보획득이 가능하고, 위성접속 없이 통신거리 확장 및 정보유통능력이 증대됨을 알 수 있다.[3]

하지만 MIDS-JTRS는 MIDS-LVT BU2에 비해 단말기의 가격이 높으며, 항공기나 함정 등에 장착 시 복잡도가 높아 체계 통합비용이 증가될 수 있으므로 MIDS 단말기 적용 방법에 대한 면밀한 검토가 필요할 것으로 판단된다.

02 맺음말

Link-16(TADIL J)은 고속 전술데이터링크로서 음성기능과 전자보호 기능을 추가하여 고속으로 대용량의 데이터를 처리할 수 있는 통신, 항법 및 식별체계의 통합체계이며 주파수 재조정(Frequency Remapping)과 암호 현대화(Crypto Modernization) 등의 적용을 위해 성능개량이 추진될 예정이다.

Link-16 성능개량은 구형 MIDS-LVT BU1을 MIDS-LVT BU2로 개조, 신형 MIDS-LVT BU2 구매, MIDS-LVT JTRS(Joint Tactical Radio System)로 교체하는 방안으로 사업이 추진되고 있다. 특히 MIDS-LVT JTRS는 주파수 재조정, 최신 암호방식 적용 이외에 동시에 4개의 Net에 접속

가능한 CMN(Concurrent Multi-Netting) 기능을 가지며, Link-16의 유통량을 증대시키고, 향후 진화된 Waveform 탑재가 용이하다는 장점을 가지고 있다.

향후 국내에서 Link-16 단말기 성능개량 사업 추진 시 적용될 체계별 성능 적절성, 비용과 일정 타당성, 적용효과 등의 분석을 통해 최적의 MIDS-LVT 적용 방안을 결정할 필요가 있을 것이다.

참고문헌

1. 국방과학기술 개발동향 및 수준(제1권 전술통신), 국방기술품질원, 2016.
2. 한국군의 표준 전술데이터링크 발전방안에 관한 연구, 국방연구 제46권 제2호, 2003.
3. MIDS International Review Board #26, 2016.
4. 국가별 국방과학기술 수준조사서(전술통신), 국방기술품질원, 2015.
5. 전술데이터링크 소개 및 발전방향, 한화탈레스, 국방기술품질원 기술포럼, 2016.
6. DoD.「Joint Tactical Data Link Management Plan」, 2000.
7. 미군의 전술데이터링크 운용사례, 국방정보화 심포지엄, 김의순, 2006.
8. link-22 guidebook overview, 2013.
9. MIL-STD-6016.
10. 16-1차 한미 CCIB 참가결과, 방위사업청, 2016.

위성망과 지상망 통합 라우팅 기술

국방과학연구소 2본부 1부
선임연구원 **김용신**

01 개 요

위성을 이용하면 지상망이 설치되지 않은 지역에 빠르게 통신 서비스를 제공할 수 있으며, 지상망 장애 발생 시에도 신속한 우회 경로 제공이 가능하다. 현재 대부분의 통신 시스템에서 위성망은 외부망에 접속할 수 있는 유일한 수단이거나 평상시에는 대기상태로 존재하는 비상 통신 수단으로 고려된다. 위성통신 기술이 발달함에 따라 제공 가능한 전송용량이 지속적으로 증가하고 있으므로 위성망과 지상망을 동시에 활용할 수 있는 통합 라우팅 구조가 요구되고 있다. 본고에서는 표준 기술과 국내외 구축 사례를 기반으로 위성망과 지상망의 통합 라우팅 제공 방안을 고찰하였다.

02 표준 기술

1. 인터넷 표준

IETF(Internet Engineering Task Force)는 인터넷 구조, 운영, 관리 방안 등을 다루는 인터넷 표준화 작업 기구이다. IETF 표준문서 중 하나의 자율 시스템(Autonomous System, AS) 내의 라우팅을 위해서 OSPF(Open Shortest Path First)[1], RIP(Routing Information Protocol)[2] 등이 표준화 기술로 채택되어 사용 중이며 CISCO사는 상호 운용성을 강화하고 시장을 확장하기 위해 자사의 라우팅 프로토콜인 EIGRP(Enhanced Interior Gateway Routing Protocol)를 IETF를 통해 공개하였다[3]. 앞에 제시된 라우팅 프로토콜들은 안정적인 유선링크로 구성된 고정망을 가정하여 개발되었으므로 MANET(Mobile Ad-hoc NETwork)과 같은 무선 환경에서의 라우팅을

위해 MANET WG(Working Group)에서 표준화 작업을 진행하고 있다[4]. OSPF 단일 프로토콜을 이용하여 MANET망과의 통합 라우팅을 위한 표준도 제시되었다[5]. 위성망을 지상망과 통합하기 위한 라우팅 방안은 표준으로 제시되지 않고 있으므로 기존의 라우팅 프로토콜을 활용하여 서비스를 제공하고 있으며, 특히 가장 널리 사용되고 있는 OSPF를 활용하여 제공하고 있다.

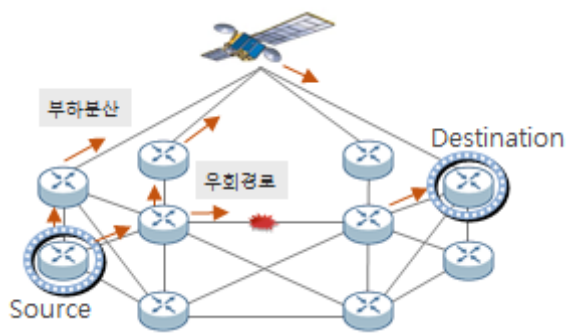
OSPF는 링크 대역폭을 사용하여 각 링크의 비용을 결정하고 결정된 비용을 통해서 경로를 선택한다. OSPF에서는 라우터가 망에 최초로 접속할 때 Hello 메시지를 통해 인접 라우터를 인식하고 인접 라우터와 DBD(DataBase Description), LSR(Link State Request), LSU(Link State Update) 패킷의 교환을 통해 전체 토폴로지 정보를 획득한 후 포워딩 테이블을 구성하여 라우팅을 수행한다. 이후 토폴로지의 변화가 있을 경우 LSU 패킷의 전달을 통해 변화 정보를 전체 라우터와 공유한다.

위성망에 OSPF를 적용하기 위해서는 망구조에 따라 적합한 동작 모드를 선택해야 한다. OSPF는 라우팅 정보의 효율적인 교환을 위해 PTP(Point-To-Point), BMA(Broadcast Multi Access), NBMA(Non Broadcast Multi Access) 등의 동작 모드를 지원한다. PTP는 모든 라우터들 간 각각 일대일로 연결되어 있는 구조이며 모든 인접 라우터 간 라우팅 정보 교환이 필요하다. FDMA(Frequency Division Multiple Access) 등을 이용하여 연결한 점대점 위성링크에 적합하다. BMA는 라우터들 간 브로드캐스트 전달이 가능한 구조이며 대표적으로 Ethernet 인터페이스가 있다. 라우터들은 모든 인접 라우터에게 Hello 패킷을 보내며 그를 통해서 DR(Designated Router) 및 BDR(Backup Designated Router)이 선출된다. 다른 라우터들은 DR에게 LSA(Link State Advertisement)를 전달하고 DR이 LSA를 분배하는 방식을 사용하므로 라우팅 정보 교환 횟수를 줄일 수 있다. NBMA는 모든 라우터들 간 연결이 존재하지만 브로드캐스트 기능을 제공하지 않는 경우이다. 브로드캐스트 기능이 없으므로 인접 라우터에 대한 정보를 수동으로 설정해야 하며 라우팅 정보도 유니캐스트로 전달된다. 단, DR을 통해 라우팅 정보 전달 횟수를 줄일 수 있는 장점은 유지된다. 위성망에 BMA 모드 적용 시 라우팅 정보 교환 횟수를 줄일 수 있으나 현재 서비스 중인 많은 위성망들에서 이를 지원할 수 없다. 게이트웨이가 송신한 멀티캐스트 패킷을 위성단말이 수신할 수는 있지만 위성단말이 송신한 멀티캐스트 패킷을 다른 위성단말들에게 전달할 수 있는 채널이 제공되지 않는 경우가 많기 때문이다[6]. 이 경우 PTP 또는 NBMA 모드를 사용해야 하며 라우팅 정보가 유니캐스트로 전달되므로 위성링크의 효율이 상대적으로 낮아진다. 표 1은 네트워크 형태에 따른 OSPF 동작 모드와 적합한 위성망 구조를 보여준다.

| 표 1 | 네트워크 형태에 따른 OSPF 동작 모드

동작 모드	이웃 설정	DR 선출	인터페이스	위성망 구조	라우팅정보 전달
PTP	자동	×	HDLC, PPP	점대점	유니캐스트
NBMA	수동	○	ATM, X.25	성형망	유니캐스트
BMA	자동	○	Ethernet, FDDI	그물망	멀티캐스트

전술망의 발전 추세를 보면 점차 단일 링크 제공이 아닌 그림 1과 같이 위성망과 지상망이 동시 제공되고 상호 그물망처럼 연결되는 구조로 발전되고 있다. 다중 경로 라우팅은 위성망과 지상망의 통합 운용의 장점을 극대화할 수 있는 방안으로, 동일 목적지에 대해 한 개 이상의 경로를 유지하여 부하를 분산시켜 링크의 과부하를 방지하고 링크/노드 장애 발생 시 즉각적인 우회 경로 선택이 가능하다. 다중 경로 라우팅은 경로 비용이 동일한 링크 간 부하를 분산시키는 방법과 경로 비용이 다른 경로상에서 부하를 분산시키는 방법으로 분류할 수 있다.



| 그림 1 | 위성망과 지상망 통합 운용 구조

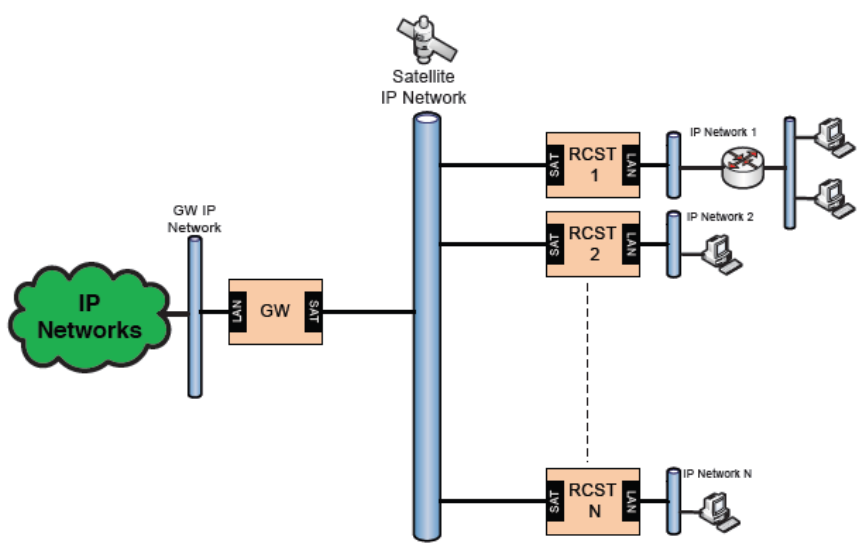
OSPF는 목적지까지 경로 비용이 동일한 경로들에 대해 부하를 균등하게 나누어 전송하는 ECMP(Equal Cost Multi Path) 기능을 제공한다. 또한, 링크 장애를 검출하면 최소한의 트래픽 손실을 겪으면서 나머지 동일 비용 경로로 트래픽을 전송할 수 있다. 그러나 경로 비용이 동일한 조건에서만 동작하므로 위성망과 지상망의 비용 차이를 고려할 때 적용이 곤란하다. EIGRP는 비용이 다른 경로 간에 부하분산이 가능하다. 최소 비용 경로에 추가하여 관리자가 설정한 배수 내의 비용을 갖는 경로도 활용하여 패킷을 전달하며 경로 간의 비용 비율에 따라 패킷 전달 비율이 조정된다. EIGRP의 경우 위성망과 지상망의 링크 비용의 차이가 너무 커서 부하분산 효과가 미비할 것으로 판단된다. 또한, 지상망의 부하를 줄이기 위해 지연에 민감한 응용 서비스를 위성망을 통해 전달하는 것은 바람직하지 않다. 따라서 링크 장애 시에는 즉각적으로 대체 경로로 전환되면서 위성망과

지상망의 부하분산은 트래픽의 종류에 따라 정책기반으로 수행되어야 할 것이다.

2. DVB 표준

DVB(Digital Video Broadcasting)는 디지털 TV 서비스 제공을 위한 기술 표준이며 그중 DVB-RCS2(DVB-Return Channel by Satellite Second)[7]는 위성을 이용한 양방향 데이터 서비스를 지원하기 위한 표준이다. DVB-RCS2의 상위 계층 규격[8]에서 IP 계층에 대한 관리 방안을 포함한 다양한 네트워크 구조에서의 위성망과 지상망 통합 라우팅 운용 방안을 제시하고 있다.

그림 2는 DVB 표준에서 기본으로 고려하고 있는 네트워크 구조를 보여준다. GW(GateWay)는 지상망과의 접속점이며 위성 트래픽 채널을 할당하는 NCC(Network Control Center)와 결합하여 NCC/GW로 표기할 수 있다. RCST(Return Channel via Satellite Terminal)는 양방향 위성통신 단말이며 가입자가 직접 연결되거나 RCST의 LAN 인터페이스를 통해 가입자망이 접속될 수 있다. DVB 표준은 기본적으로 정적 라우팅을 제공한다. 모든 트래픽이 GW를 거치는 성형망 구조에서는 RCST들의 기본 게이트웨이(default gateway)로 GW의 IP 주소를 설정하면 되므로 정적 라우팅으로 충분할 수 있다. 그러나 RCST의 LAN 인터페이스에 추가적으로 라우터가 연결되면 GW에 추가적으로 라우터의 네트워크 정보를 수동으로 입력해야 한다. 또한, 그물망 구조에서는 RCST 간 통신이 가능하고 RSCT가 GW 역할을 할 수 있으므로 패킷의 전달 경로가 다양하게 변하기 때문에 효율적인 망관리를 위해 동적 라우팅 프로토콜 지원이 필요하다.



| 그림 2 | DVB 네트워크 구조

선택적으로 RCST를 OSPF, RIP, IS-IS와 같은 라우팅 프로토콜을 지원하도록 구성할 수 있다. RCST는 위성망 가입절차(logon)를 마치면 OSPF 표준 동작 절차에 따라 Hello 메시지를 전송하여 인접 라우터들을 인식하고 DR 선택 과정을 수행하며 DR은 라우팅 정보를 RCST에게 전달해준다. 메시지 전달 시 위성링크를 사용하기 위해 필요한 위성 인터페이스의 MAC 주소와 IP 주소의 변환은 DCP(Dynamic Connectivity Protocol)를 통해 수행된다. 라우팅 정보 교환을 위한 메시지를 줄이기 위해 GW가 위성망을 대표하는 DR로 동작하여 라우팅 정보를 멀티캐스트로 RCST들에게 전달하도록 권고하고 있다.

OSPF에서 이웃 라우터의 상태를 확인하기 위해 주기적으로 전송되는 Hello 메시지 절차도 위성망에 적합하도록 변경되어야 한다. 이웃 라우터와의 연결 오류를 링크 계층에서 감지하도록 하면 Hello 메시지를 대체할 수 있다. 그러나 Hello 메시지의 옵션 필드를 통해 라우터 구성 정보를 전달하기 때문에 완전히 생략하는 것은 권장하지 않으며, 전송 주기를 키워서 운용이 가능하다. 전송 주기가 늘어나서 발생할 수 있는 수렴시간 지연은 RCST에서 초기 망가입 단계, 라우팅 구성이 변경되거나 재시작되는 경우에 DR에게 Hello 메시지를 전송하여 해결할 수 있다. 추가적으로, GW를 DR로 동작시키면 Hello 메시지 교환을 통한 DR 선택 과정을 생략할 수 있으므로 망 구성 시간이 단축된다.

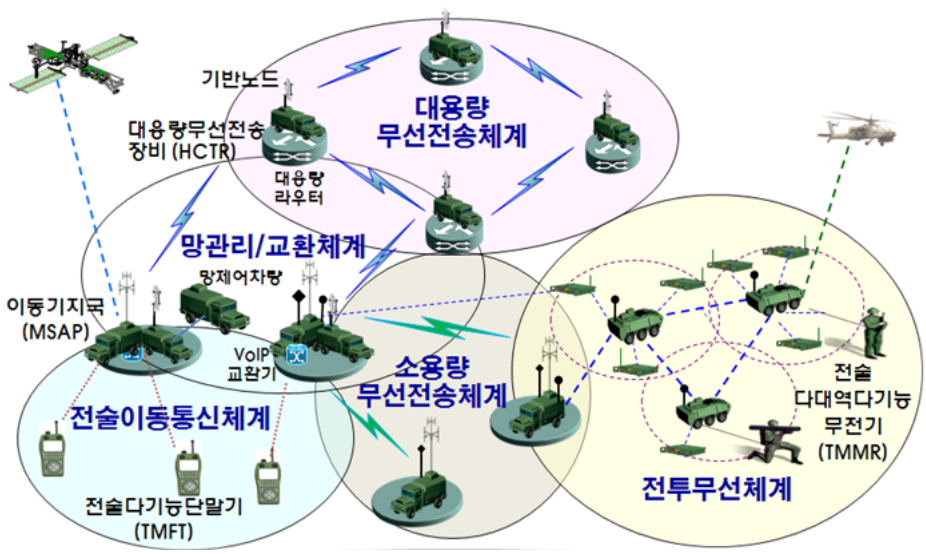
03 전술환경 적용 사례

1. 한국군

우리군의 전술통신은 전술통신체계(SPIDER), 군위성통신체계(ANASIS), 전술정보통신체계(TICN), 군위성통신체계-II 순으로 지상통신체계와 위성통신체계가 순차적으로 개발/배치되고 있으며, 개발이 진행될수록 체계 간 연동 범위가 간선 링크 연동에서 망 단위의 라우팅 연동으로 복잡해지고 있다.

그림 3은 전술정보통신체계의 구조를 보여준다. 망관리/교환체계는 주파수 계획을 포함하는 망계획 수립과 배포를 담당하는 망관리체계, 통신소 간 IP 패킷 라우팅 및 VoIP(Voice over IP) 호(Call) 교환을 담당하는 교환체계로 구성된다. 대용량무선전송체계는 노드 통신소 간 무선 백본을 구성하고 연대급 이상 부대통신소에게 무선전송링크를 제공한다. 소용량무선전송체계는 대대급 이하 부대통신소를 기반망에 접속하기 위한 체계로 기지국과 단국장비로 구성된다. 전술이동통신체계는 군용 이동통신 서비스로 통신소 지역에서 스마트폰 형태의 단말기를 이용하여 이동통신 서비스를 제공한다. 전투무선체계는 전투원 지휘를 위한 SDR(Software Defined Radio) 기반의 다대역

다기능 무전기로 구성된다. 전술정보통신체계의 라우팅 구조를 살펴보면, 군단 단위로 자율 시스템을 관리하고 군단 간 통신은 BGP(Border Gateway Protocol), 군단 내 통신은 OSPF, 부대랜 및 대대급 이하 망은 RIP 프로토콜을 적용하며 전투무선망은 별도의 MANET 라우팅 프로토콜을 적용하고 있다.



| 그림 3 | 전술정보통신체계 구성

그림 4는 우리군의 위성망과 지상망 통합 구조 예상도이다. 위성통신체계는 신속한 망 전개, 지형 장애 극복, 해외 군사 활동 지원 등에 강점을 갖고 있다. 위성링크 용량 및 대전자전 방어능력을 강화한 군위성통신체계-II 사업은 현재 설계 진행 중인 단계로 위성단말로는 전송용량 및 기동성을 고려하여 다대역단말, 차량용단말, 이동용단말, 휴대용단말 등을 고려하고 있으며, 부대 규모, 요구 전송용량, 운용 시나리오에 따라 배치 단말이 결정될 것이다. 위성 자원 접근 방법으로는 기존의 FDMA 기반 고정할당 방식 외에 위성링크의 효율을 향상시키기 위해 DAMA 방식의 MF-TDMA 링크가 추가적으로 고려되고 있다. DAMA 방식을 사용하면 IP 패킷의 목적지 주소에 따라 수신할 위성단말이 결정되기 때문에 동적 라우팅 프로토콜의 적용이 필요하며 기존에 개발이 완료된 전술정보통신체계의 라우터들과의 호환성을 고려해야 한다. 현재는 단일 AS 내에서 OSPF 기반으로 전술정보통신체계의 라우터와는 PTP 모드로 연결하고 위성 라우터 간에는 NBMA 모드로 연결하는 것을 고려 중이다[9].

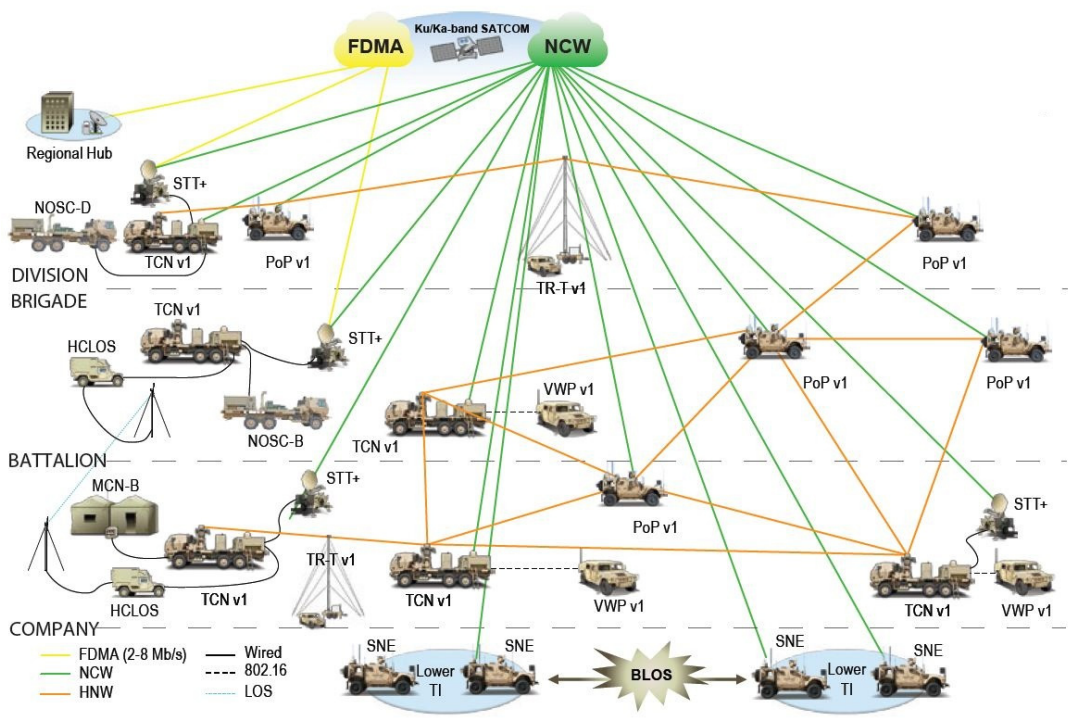
| 그림 4 | 위성망과 지상망 통합 구조 예상도

2. 미군

미군의 전술통신은 작전 반경이 넓고 먼 거리에 위치한 파견 부대를 지원하기 위해 위성망을 기본 구조로 발전해 왔다. WIN-T(Warfighter Information Network-Tactical)는 이동 간 지휘통제와 초고속/대용량 통신을 보장할 수 있고 지상부대 전투원 간의 통신을 제공하기 위한 미 육군의 전술통신 백본 네트워크이다. WIN-T가 제공하는 주요 통신 웨이브폼은 위성을 이용한 NCW(Network Centric Waveform)와 지상을 이용한 HNW(Highband Network Waveform)이다. NCW는 지상과 위성 간 통신 웨이브폼이며 채널 이용률을 향상시키기 위해 DAMA(Demand Assigned Multiple Access) 방식의 MF-TDMA(Multi-Frequency Time-Division Multiple Access)를 적용하여 위성 자원을 할당한다. HNW는 지상 단말 간 가시선 통신을 제공하며 운용자 개입 없이 가용한 상대 단말을 찾아서 접속할 수 있다. 접속 방식으로는 좁은 빔폭 특성을 활용하여 주파수를 재사용하기 위해 DTDMA(Directional TDMA)를 사용한다.

그림 5는 WIN-T의 제대별 운용 구조를 보여준다[10]. RHN(Regional Hub Node)은 네트워크 서비스 센터의 역할을 수행하며 WIN-T를 국방 정보 네트워크에 접속하여 DoDIN(Department of Defense Information Network) 서비스 이용을 위한 게이트웨이이다. NOSC(Network Operations and Security Center)는 사단/여단 내의 망제어 센터 역할을 수행한다. TCN(Tactical Communications Node)은 사단/여단/대대의 통신 중계 노드 역할을 수행하며 NCW, HNW,

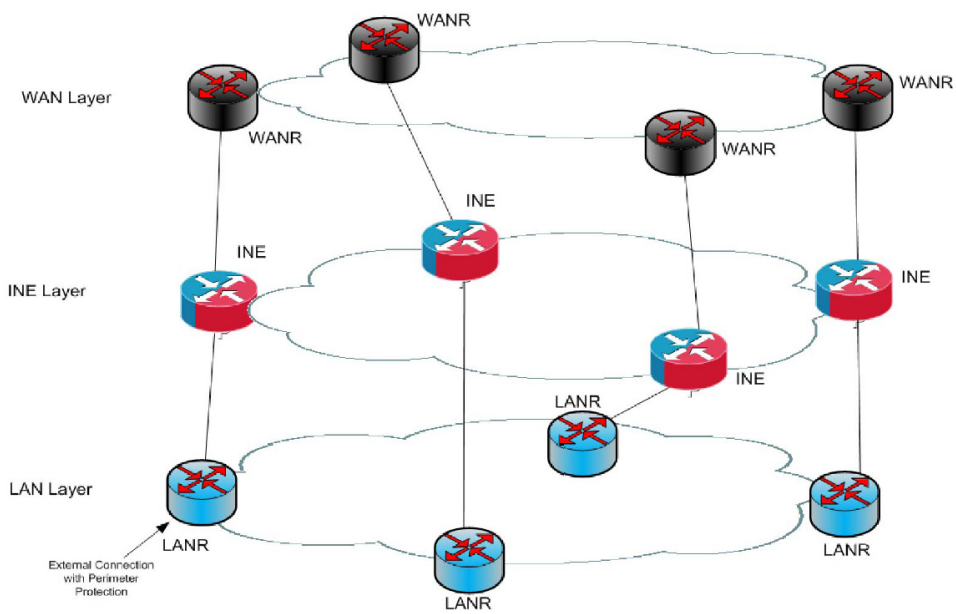
전투무선망 등 대부분의 웨이브폼을 지원한다. PoP(Point of Presence)는 사단/여단/대대 지휘관에게 위성 및 지상 통신을 제공하며 NCW와 HNW를 지원한다. SNE(Soldier Network Extension)는 PoP의 경량화 버전이며 대대/중대에서 지휘관 통신을 지원하기 위한 것으로 NCW와 전투무선망을 지원한다. 중대 통신소의 경우 SNE가 배치되므로 위성링크가 타 통신소 접속을 위한 유일한 통신 수단이므로 정적 라우팅 방식으로 서비스가 가능하지만 사단/여단/대대 통신소에는 TCN, PoP가 배치되어 위성망 기반의 NCW와 지상망 기반의 HNW가 통합되어 운용되므로 연결 상태에 따라 패킷 전달 경로가 변경될 수 있는 동적 라우팅 프로토콜 적용이 필수적이다.



| 그림 5 | WIN-T 제대별 운용 구조

그림 6은 WIN-T의 3계층 라우팅 구조를 보여준다[11]. INE(In-line Network Encryptor)를 이용하여 액세스망인 LAN 구간과 코어망인 WAN 구간이 분리된다. 코어망에 유통되는 모든 패킷들은 INE를 거쳐 암호화되어 보안등급이 드러나지 않으므로 'Colorless core'라고 불린다. WANR(WAN Router) 간에는 OSPF를 적용하고 LANR(LAN Router) 이하에서는 RIP를 적용하고 있으며 WAN과 LAN 구간은 DSCP(DiffServ Code Point) 코드를 제외하고는 라우팅 정보 교환이

이뤄지지 않는다. WAN 구간은 위성망과 지상망으로 구성되며 위성망은 그물망 구조로 연결되어 있다. 위성망은 DAMA 방식을 사용하므로 전달할 패킷이 있을 때 위성단말은 망제어기로부터 자원을 할당받아 통신한다. DVB 표준과 유사하게 망의 생존성을 높이기 위해 망제어기 장애 발생 시 위성단말이 망제어기의 역할을 수행할 수 있도록 설계되었다.



| 그림 6 | WIN-T의 3계층 라우팅 구조

WIN-T에서 위성망과 지상망의 라우팅 통합 운용의 수준은 알려져 있지 않다. WIN-T 운용 장교가 작성한 비공식적인 자료[12]에 따르면 위성링크에 지상링크를 추가했을 때 OSPF 적용 결과 원하지 않는 위성링크로 트래픽이 전달되는 경우가 발생할 수 있으며, 이를 방지하기 위해 지상링크의 라우팅 비용을 조정하는 방안을 제시하였다. 이를 통해 WIN-T에서 지상망과 위성망 간 부하분산 기능이 제공되지 않고 있음을 유추할 수 있다.

04 맺음말

위성통신 기술이 발달함에 따라 위성망과 지상망을 상호 그물망처럼 연결하여 동시에 활용할 수 있는 통합 라우팅 구조가 요구되고 있다. 위성망과 지상망의 통합 라우팅을 위해서 라우팅 오버헤드를 최소화할 수 있는 표준 기술들을 살펴보았다. OSPF의 BMA 모드를 이용하면 라우팅 오버헤드를 줄일 수 있으며 이를 위해서 위성링크의 업/다운 링크에서 멀티캐스트 채널이 제공되어야 한다. 위성링크 계층과 IP 계층 간 계층교차적인(Cross-Layer) 설계를 통해 위성링크를 주기적으로 사용하는 Hello 메시지도 줄일 수 있다.

현재 사용 중인 OSPF, EIGRP는 제한적인 환경에서만 부하 분산 기능을 제공한다. OSPF는 경로의 비용이 동일한 환경에서만 부하 분산이 가능하므로 적용이 곤란하고, EIGRP는 경로 비용의 비율로 부하 분산이 이뤄지므로 경로 비용의 차이가 큰 환경에서 부하 분산 효과를 얻기 어렵다.

향후 위성과 지상 통합망에서 링크 장애 시에는 즉각적으로 대체 경로를 통해 전송이 가능하고 트래픽의 종류와 링크 상태에 따라 정책기반으로 부하 분산이 가능한 통합 라우팅 방안에 대한 연구가 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

1. IETF RFC 2328, OSPF Version 2, April. 1998.
2. IETF RFC 2453, RIP Version 2, Nov. 1998.
3. IETF RFC 7868, Cisco's Enhanced Interior Gateway Routing Protocol (EIGRP), May. 2016.
4. https://datatracker.ietf.org/wg/manet
5. IETF RFC 5820, Extension to OSPF to Support Mobile Ad Hoc Networking, Mar. 2010.
6. ETSI TR 101 545-5, DVB; DVB-RCS2; Part 5: Guidelines for the Implementation and Use of TS 101 545-3, April. 2014.
7. ETSI TS 101 545-1, DVB; DVB-RCS2; Part 1: Overview and System Level specification, April. 2014.
8. ETSI TS 101 545-3, DVB; DVB-RCS2; Part 3: Higher Layers Satellite Specification, April. 2014.
9. 최재원 외, 자상 무선 백본망과 위성 통신망 통합을 위한 동적 라우팅 연동 방안, 한국군사과학기술학회지 제19권 제5호, Oct. 2016.
10. U.S. Army , "SYSTEM OVERVIEW GUIDE WARFIGHTER INFORMATION NETWORK - TACTICAL (WIN-T) INCREMENT 2", June. 2012.
11. Syed R. Ali, Richard S. Wexler, Army warfighter information network-tactical (WIN-T) Theory of operation, MILCOM 2013 (pp. 1453-1461), Nov. 2013.
12. http://www.signal-chief.com

에베레스트산 날아다니는 셰르파의 비밀은 세포대사?!

"노르게이가 없었다면 난 에베레스트산에 오르지 못했을 것이다." 1953년 최초로 에베레스트산을 정복한 뉴질랜드 등반가 에드먼드 힐러리가 남긴 말이다. **노르게이는 힐러리와 함께 에베레스트산을 정복한 네팔인 셰르파다.** 셰르파는 등반의 전반적인 준비부터 등정루트 선정에 이르기까지 산을 오르는 데 필요한 모든 것을 조언해주는 전문가들이다.

그들의 활약은 산소가 부족한 고산지대에서 더욱 빛을 발한다. **해수면보다 수천 미터 높은 고산지대에서는 일반인이 살기 힘들다. 높은 곳으로 올라갈수록 공기 중 산소량이 줄어들기 때문이다. 산소가 부족하면 두통, 빈혈, 호흡곤란이나 구토 증상이 나타날 수 있다.** 심각할 경우 폐에 물이 차오르는 폐부종이나 뇌부종 등으로 사망에 이를 수도 있다. 바로 고산병이다.

일반적으로 고산병 증상은 해발 3000m 이상 고지대에서 나타나기 시작한다. 하지만 일상에서도 이와 비슷한 증상을 경험할 수 있다. 살을 빼려고 갑자기 무리하게 활동을 한다거나 축구처럼 격한 운동을 한 뒤 온몸에 힘이 풀리고 세상이 핑핑 도는 것 같은 빈혈 증상을 경험해 본 적이 있을 것이다. 몸에 필요한 산소가 부족해 생기는 일종의 고산병 증상이다.

그러나 산소가 부족한 고산지대에서 힘들어하는 일반인과 달리 셰르파는 산소 호흡기 없이도 이리저리 산을 뛰어다닐 수 있다. 그들은 슈퍼맨인 걸까?

과학자들은 고산지대에서 살아가는 사람들이 산소가 부족한 환경에 적응하는 데 어떤 비밀이 있는지 궁금해 했다. 그리고 그 비밀이 드디어 밝혀졌다. **영국 케임브리지대학교 앤드루 머레이 교수 연구진은 2017년 4월 '미국국립과학원회보(PNAS)'에 셰르파는 일반인과 달리 힘을 쓸 때 지방보다 포도당을 더 많이 이용해 산소를 덜 쓰면서 더 많은 에너지를 낼 수 있다고 발표했다.**

고산지대에 사는 셰르파의 적혈구는 저지대에 사는 일반인의 적혈구에 비해 두께가 얇다.
(출처: EXTREME EVEREST)

연구진은 유럽 출신 연구자 10명으로 이뤄진 팀과 네팔 카트만두 출신의 베테랑 셰르파 15명으로 이뤄진 팀을 구성해 각각 해발 5300m에 위치한 에베레스트산 베이스캠프까지 오르도록 했다. 등반 전후에 혈액을 분석해 일반인과 셰르파의 신진대사에 어떤 차이점이 있는지 알아내기 위해서였다.

연구 결과 셰르파의 몸은 저지대에 사는 일반인과 확연한 차이를 보였다. **셰르파의 혈액을 분석해 보니 그들의 적혈구는 일반인들에 비해 두께가 얇았던 것이다. 셰르파의 얇은 적혈구는 혈관 속을 빠르게 이동할 수 있지만 적혈구 안에 있는 헤모글로빈의 산소 운반 효율은 일반인에 비해 떨어졌다.**

우리 몸에 흐르는 피 속에는 수많은 적혈구가 있는데 이 적혈구들은 온몸 구석구석에 산소를 공급한다. **그래서 산소가 부족한 에베레스트산 정상에 오르는 사람들은 시간적 여유를 두고 산을 오른다. 몸속 적혈구 수가 조금씩 증가해 고산병 증상을 예방할 수 있기 때문이다.** 그렇다면 적혈구의 산소 운반 효율이 떨어지는데도 불구하고 셰르파가 고산지대에서 활약할 수 있는 이유는 무엇일까?

정답은 세포대사에 있었다. **셰르파는 산을 오르는 과정에서 지방보다 포도당에서 더 많은 에너지를 얻었다.** 일반적으로 같은 양이면 지방이 포도당보다 더 많은 에너지를 낼 수 있다. **그러나 지방을 연소할 때보다 포도당을 태울 때 산소가 더 적게 필요하기 때문에 체내 산소 활용 면에서는 셰르파의 세포대사가 유리한 것이다.**

이와 함께 다른 연구에서는 셰르파의 세포에서 에너지를 생산하는 미토콘드리아가 일반인보다 최대 30% 더 에너지를 낸다는 결과도 있다. **즉 셰르파의 몸은 연비가 좋은 자동차처럼 적은 산소로도 신체를 움직일 수 있도록 효율적으로 발전한 것이다.**

머레이 교수는 "오랜 시간 동안 고지대에 살아온 셰르파는 효율적으로 에너지를 만들도록 신체가 바뀌어 왔다"며 "이번 연구를 통해 앞으로 산소 결핍으로 호흡곤란에 빠지는 증상인 저산소증 치료 연구에 도움이 될 것"이라고 전망했다.

한편 셰르파는 인류의 진화가 '현재진행형'이라는 사실을 보여주는 사례다. 물론 인류가 끊임없이 환경에 적응해 온 흔적은 많다. 미국 펜실베이니아대학교 유전학과 사라 티쉬코프 교수 연구진은 셰르파처럼 인간의 유전자가 거주환경에 맞춰 변화한 사례를 모아 2016년 10월 국제학술지 '사이언스'에 리뷰 논문을 실었다. **논문에 따르면 다른 민족보다 일찍부터 우유를 마시기 시작한 중동에서는 성인이 돼서도 젖당을 잘 분해하는 유전자가 확인됐고, 말라리아의 공포가 득실거리는 아프리카에서는 적혈구가 초승달 모양으로 변해 말라리아에 강한 내성을 가진다.** 지금 이 순간 지구촌 어딘가 또 다른 인류의 진화가 일어나고 있어나고 있지 않을까?

산소가 적은 고산지대에서 살아남을 수 있도록 셰르파의 적혈구는 환경에 맞게 변했다. (출처: shutterstock)

「과학향기」 (KISTI 제2966호)에서

JOURNAL OF THE DEFENSE SCIENCE & TECHNOLOGY INFORMATION

Section

02

해외 기술 단신

- 지휘통제·통신
- 감시정찰
- 기동
- 함정
- 항공
- 화력
- 방호·유도무기
- 기타

터키 아셀산사, 병사용 지휘통제 장비 공개

지휘통제(C2)장비 착용 병사

터키 아셀산사가 이스탄불에서 개최된 2017년 국제방위산업전시회(IDEF[1])에서 새로운 착용형 지휘통제(C2[2]) 장비를 공개하였으며, 국내외 미래 병사 현대화 노력의 기반을 마련할 수 있게 되었다.

CENKER로 알려진 아셀산사의 장비는 조끼 및 헬멧에 무전기, 헬멧 장착 적외선(IR)·주간 카메라, 전원관리체계, 견고한 상용품 태블릿 등을 포함한 몇 가지 기술을 통합하였다.

병사 현대화 솔루션을 제공하면서 C2 기능 개선을 위한 다양한 기술 통합에 노력을 집중하고 있는 아셀산사는 병사 현대화 분야에서 손꼽히는 업체들인 BAE시스템스사, 라인메탈사, 엘빗시스템스사 등과 어깨를 나란히 할 수 있는 역량을 보여주었다.

체계는 헬멧에 주간/IR 카메라, 위치측정 및 결정 장치를 기본으로 장착하였으며, 조끼에는 착용형 컴퓨터, 헤드셋, 건강 모니터링 센서, 중앙 배터리, 전원관리, 개인용 지역 네트워크 장비, 분대 통신장비 등이 장착되었다.

또한 체계는 전자섬유(E-Textile)와 증강현실(AR[3]) 등을 통한 데이터 및 전력 전송과 같은 첨단 기술을 활용할 수 있다.

현재 이러한 체계에 대한 터키 육군의 공식적인 소요는 없지만, 아셀산사는 터키 육군과 긴밀히 협조하여 관련 기술을 발전시켜 왔으며, 전장에서 병사들이 필요로 하는 것을 더욱 잘 이해할 수 있게 되었다.

이 기술의 중요한 목표 중 하나는 전장, 특히 병사들의 위치 파악이 어려운 시가전에서 병사들의 위치를 파악하는 것이다. 개별 병사의 CENKER 체계로부터 나온 정보는 전 제대 및 지휘본부에 동시 전파되기 때문에 작전 계획 시 보다 정확한 상황인식이 가능하다.

1) International Defense Industry Fair
2) Command and Control

3) Augmented Reality

출처 shephardmedia.com (2017. 5. 11.)

해설

미 DARPA 역시 미래 보병에게 상황인식 능력을 제공하기 위한 방안으로 스쿼드 X(squad X) 핵심기술 사업을 추진하고 있다.
이 중 분대 탐지 분야에서는 네트 워리어(Nett Warrior)와 매우 유사한 체계를 사용하여 GPS 사용불가 환경에서 6m 내 각 분대원과 적군의 위치를 추적할 수 있게 된다. 무전기와 웨어러블 장비 등 신기술 적용 장비를 착용한 병사는 디지털 처리 능력과 통신 능력을 지원받게 된다.

미 육군, WIN-T 미래 전장통신체계 면밀 검토 중

전투원 전술정보 네트워크(WIN-T)

미국 상하 양원은 육군의 핵심 전장통신능력인 전투원 전술정보 네트워크(WIN-T[4]) 사업의 가속화 내지 폐기 여부에 대해 의견 일치를 이루지 못한 것으로 보인다.

육군참모총장인 마크 밀리 대장은 상원 군사위원회 청문회에서 WIN-T 체계를 포함하는 미 육군의 전체 통신, 전자기 능력을 면밀하고 신중하게 검토하고 있다고 밝혔다.

178명의 하원의원들은 단체로 서명하여 밀리 대장에게 보낸 서한에서 육군의 WIN-T 능력의 보다 신속한 실전배치를 촉진하고, 향후 5년간 6개 여단에 WIN-T 체계를 조달할 수 있는 새로운 재원 마련 방안을 제안하였다.

WIN-T의 보다 신속한 조달을 촉구하는 서한에도 불구하고, 공화당 존 매케인 상원군사위원회 의장은 지난 수년간에 걸친 육군 현대화 계획의 실책을 강조하면서 WIN-T 사업을 조목조목 비판하였다.

그는 "WIN-T 사업으로 인해 60억 달러에 달하는 혈세가 낭비되었을 뿐만 아니라, 아직도 충족해야 할 요구사항들이 남아 있다."고 말하였다.

공화당 상원의원인 톰 코튼 역시 "WIN-T 체계의 가시거리 통신은 비효율적이며, 체계가 너무 취약해서 전장 환경에서 생존성을 보장할 수 없을 뿐만 아니라, 전자기 신호 노출이 너무 눈에 띄어 대놓고 적에게 위치를 알리는 것과 다름이 없다."고 말하였다.

미래 전장 환경에서는 소규모 부대가 독립적으로 작전하며 끊임없이 움직임에 따라, 그에 상응하는 위험에 노출된다고 밀리 대장은 여러 차례 언급하였다.

애버딘 성능시험장을 방문한 밀리 대장은 WIN-T에 관한 우려를 표명하면서, "가시거리, 전자기 스펙트럼, 이동간 작동 불능, 대규모/조밀/복합/도심 지역 또는 복합 지형에서의 작동 불능을 비롯하여, 취약성으로 요약되는 일련의 전체적인 다른 사항들이 있으며, 이에 육군은 아주 깊고 넓게 면밀히 검토하고 있다."라고 말했다.

밀리 대장은 "미래에 직면할 수 있는 적대국가와의 전투에 있어 효과성에 확신이 설 때까지는 WIN-T 체계 배치를 서두르지 않겠다는 것이 현재 우리의 입장"이라고 말하였다.

WIN-T 실전 배치에 시간이 많이 소요되는 이유에 대해서, 밀리 대장은 "WIN-T의 개발 기간이 벌써 10년이 되어 가면서 실전배치에

4) Warfighter Information Network-Tactical

문제가 있을 것으로 우려된다. 체계와 관련한 많은 사항이 이미 구식이 됨에 따라 특히 정보기술 측면에서 전체 획득 방법을 재검토해야 한다."라고 설명하였다.

출처 c4isrnet.com (2017. 5. 25.)

해설

3개 Inc 단계로 추진되는 WIN-T 체계는 미 육군의 최고 수준 이동식 지휘통제체계로 알려져 있으며, 병사들에게 임무수행에 긴요한 음성·영상·데이터 통신을 제공함으로써 전장 상황인식을 개선하고 전 세계에 걸쳐 육군이 수행하는 전(全) 영역에서의 작전을 지원한다.
WIN-T 체계는 미 육군의 고속, 고용량기반 통신 네트워크로서 범세계 정보격자망(GIG)을 통하여 전장에 있는 전투원과 연결된다.
WIN-T Inc 1 체계는 정지간 전술통신네트워크를 구축하는 것이고, WIN-T Inc 2 체계는 이동간 첨단 네트워크 서비스를 제공하는 것이다. WIN-T Inc 3 체계는 완전한 기동 네트워크를 구축하는 것으로 현재 개발 중이다.

영 레오나르도사, 신형 브라이트클라우드 218 미사일 기만체계 출시

브라이트클라우드 218 미사일 기만체계

영국 레오나르도사는 런던에서 6월 개최된 유럽 전자전 전시회(EWE[5])에서 고속 제트기용 새로운 버전의 브라이트클라우드 218 기만체계를 발표했다. 신형 218 모델은 2×1×8인치 규격의 플랫폼에 맞게 개조되어, F-16 및 F-15 전투기를 포함한 다양한 항공기들이 기존의 표준 플레어 디스펜서를 이용하여 발사할 수 있도록 하였다. 브라이트클라우드 218 버전은 기존 브라이트클라우드 55mm 버전과 함께 시판될 예정이다.

브라이트클라우드는 고속 제트기 조종사가 레이더 유도미사일의 공격을 받을 때 발사하는

5) Electronic Warfare Europe

소형 무선주파수 유인체로서, 발사 즉시 강력한 전자파를 방출하여 허위 표적이 되어, 적 미사일을 유인한다. 브라이트클라우드는 채프(레이더 반사 포일)와 같은 전통적인 기만체계보다 훨씬 더 효과적이며, 유인체에 탑재된 컴퓨터는 최신 전자전 주파수 기만 기법을 사용하여 가장 정교한 현대식 미사일도 유인하여 무력화할 수 있다. 레오나르도사는 이러한 체계를 실제 시험을 통해 검증하였다.

브라이트클라우드 218 버전 출시에 앞서 덴마크 공군은 F-16 전투기 한 대를 이용하여 이 체계에 대한 시험을 실시하였다. 브라이트클라우드 218은 F-16 전투기의 표준 플레어 디스펜서에 직접 장착되며, 별도의 추가 통합 작업은 필요 없다. 덴마크 공군의 F-16 전투기는 임무 수행 중, 실제 레이더 유도 지대공 미사일 표적획득체계에 의해 표적으로 포착되자 이에 대응하기 위해 브라이트클라우드 218을 발사하였다. 이 시험을 통해 레오나르도사는 브라이트클라우드 하드웨어 및 소프트웨어를 보다 새롭고 더욱 작은 218 버전으로 개조하는 데 필요한 중요 성능 데이터를 확보할 수 있었다.

레오나르도사는 이미 브라이트클라우드 55버전(원형 55mm 플레어 디스펜서에서 발사 가능)의 효과성을 영국 공군의 토네이도 전투기를 이용한 시험을 통해 성공적으로 입증하였다. 사브사 또한 브라이트클라우드 55를 그리펜 전투기의 모든 모델에 대한 전자전 옵션으로 고려하였다.

출처 asdnews.com (2017. 6. 8.)

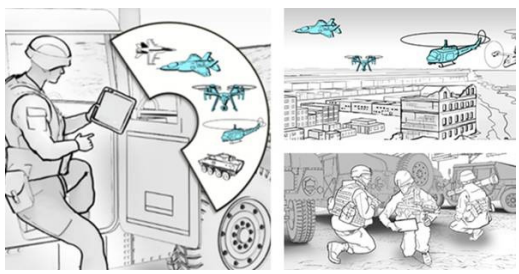
해설

브라이트클라우드 기만체계는 배터리로 전력을 공급받는 일회용 소형 디지털 메모리(DRFM[6]) 재머이다. 이러한 기만체계는 전투기의 플레어(Flare)와 유사하게 사출될 정도로 크기가 작으나 기존 지대공 및 공대공 위협체계 대부분을 무력화 할 수 있는 능력이 있다.
이처럼 대함미사일을 계획했던 표적으로부터 벗어나게 유인하도록 설계된 로켓추진 능동 기만체계로, 호주 해군이 개발 중에 있는 눌카(Nulka) 능동 미사일 기만체계가 있다.
눌카 체계는 전함으로 하여금 대함미사일에 대해 효과적인 전천후 방어능력을 제공하며 정지비행 로켓, 자율체계, 전자식 기술 등이 결합되어 있다.

눌카 능동 미사일 기만체계

6) Digital Radio Frequency Memory

미 DARPA, 도시 전투작전 지원을 위해 신형 디지털 도구 개발 예정



도시전투작전 간 PROTEUS[7] 운용 개념도

미국 국방고등연구기획국(DARPA)이 도시 환경에서 부대가 전투하는 방식을 변혁하기 위해 새로운 디지털 도구를 개발할 예정이다.

새로운 전투관리/지휘통제(BMC2[8]) 도구는 PROTEUS 사업의 일환으로 개발될 예정이며, 미래 원정 전투작전을 위해 새로운 도구 및 개념을 시험하는 상호작용식 가상환경을 설계하려고 한다.

DARPA의 존 파쉬크위츠 사업관리자는 "도시지역전투 승리의 관건은 불확실하고 점차 복잡해지는 환경에서 적대세력보다 더 빠르게 적응하고 정밀효과를 발휘하는 데 있다. 미군이 도시전투 환경에서 확실한 이점을 유지하기 위해서는 민첩하고 융통성 있게 과업을 편성하며, 기습을 노리고, 작전 영역 전반에 걸쳐 효과를 결합함으로써 얻는 이점을 극대화할 필요가 있다. PROTEUS 체계는 소대 및 분대급 수준의 부사관 및 초급장교들뿐만 아니라, 원정 상륙팀을 지휘하는 영관급 장교들의 주도적인 의사결정 능력을 배가시킨다. 이러한 새로운 도구를 이용하여 임무 시작 직전뿐만 아니라 임무 도중에도 부대를 상황에 맞게 편성할 수 있다."라고 말했다.

사업은 태블릿이나 다른 개인용 장치에 사용할 수 있는 소프트웨어 플랫폼을 제공함으로써, 전투가 전개될 때 여러 지휘제대 수준에서 보병, 차량, 무인항공기, 유인항공기, 기타 가용 자산을 동적이고 적응성 있게 구성하는 것에 중점을 둘 예정이다.

BMC2 소프트웨어는 민첩하고 정밀한 전투를 용이하게 하여, 전술 운용자들이 전력 패키지를 즉석에서 빠르게 설계 및 구성하고, 필요시 재구성하여 적을 기습할 수 있도록 해준다. 또한 지상·해상·공중·전자기 스펙트럼과 같은 다중 영역에 걸친 작전개념도 평가할 수 있도록 개발할 예정이다.

출처 army-technology.com (2017. 6. 19.)

7) Prototype Resilient Operations Testbed for Expeditionary Urban Scenarios, 원정 도시환경에서의 탄력적 작전 테스트베드 시제품
8) Battle Management/Command and Control

해설

PROTEUS 사업이 추구하는 목표는 두 가지이다.
첫 번째 목표는 개인용 장치에 사용할 수 있는 플랫폼을 제작하는 것으로, 전투 진행 중 다수의 지휘제대 수준에서 전장요소를 적응성 있게 구성할 수 있다.
두 번째 목표는 새로운 상호작용식 가상 테스트베드를 개발하는 것으로, 적보다 더욱 빠르게 체계 및 전술을 적용할 수 있도록 한다. 이러한 도구는 지역 내에 있는 모든 아군 자산을 보여주고, 이를 사용하기 위한 최상의 조합을 결정한다. 예를 들어, 곤경에 처한 해병부대에 제병협동 화력지원을 제공하거나, 퇴출하는 해병부대에 수송수단을 제공하는 것을 말한다.

미 레이시온사, 미사일 및 UAV용 3DELRR 레이더 개발 추진

3DELRR 레이더

미국 레이시온사는 적의 미사일뿐만 아니라, 유인 및 무인항공기(UAV)를 탐지·식별·추적하기 위해 방공레이더 체계에 대한 전면 개발을 추진 중이다.

레이시온사는 미 공군과의 계약을 통해 최신 3D 원정 장거리 레이더(3DELRR[1]) 체계 3대를 제작할 예정이다.

3DELRR 레이더는 미 공군이 보유하고 있는 노스롭그루먼사 AN/TPS-75 이동형 3-D 수동 전자주사배열 공중탐색 레이더를 대체함으로써, 미군 및 동맹군 공격부대들이 교두보를 구축한 이후 공중 위협으로부터 방호 받을 수 있도록 한다.

레이시온사의 3DELRR 체계는 C-밴드 질화갈륨(GaN[2]) 기반 레이더이다. 질화갈륨 기술은 레이더의 탐지범위, 수신감도, 탐색능력을 증가시키는 한편, C-밴드에서 운용함으로써 융통성을 높일 수 있는데, 이는 전자기 스펙트럼 부분이 상대적으로 혼잡하지 않기 때문이라고 레이시온사 관계자가 밝혔다.

공군 관계자들에 따르면, 3DELRR 레이더는 공군의 주요 장거리·지상기반 센서로서 전구항공통제체제(TACS[3])를 통해 합동공군구성군 사령관(JFACC[4])에게 공중표적을 탐지·식별·추적·보고한다.

3DELRR 체계는 미래 지역 및 인근 국가 간 분쟁을 처리할 수 있도록 설계되었으며, 이러한 분쟁에는 대량의 첨단 UAV, 고정익 항공기, 헬기, 탄도 및 순항미사일 등이 사용될 것이라고 레이시온사 관계자들이 말했다.

3DELRR 체계는 노스롭그루먼사가 미 해병대를 위해 제작 중인 지상·공중 임무중심 레이더(G/ATOR[5])와 유사하다.

또한 이 체계는 운용자들에게 정밀한 실시간 공중상황도를 제공하고, 광범위한 환경 및 작전 조건 전반에 걸쳐 개별 항공기에게 항공관제 서비스를 제공할 예정이다.

1) Three-Dimensional Expeditionary Long-Range Radar
2) Gallium Nitride
3) Theater Air Control System
4) Joint Force Air Component Commander
5) Ground/Air Task-Oriented Radar

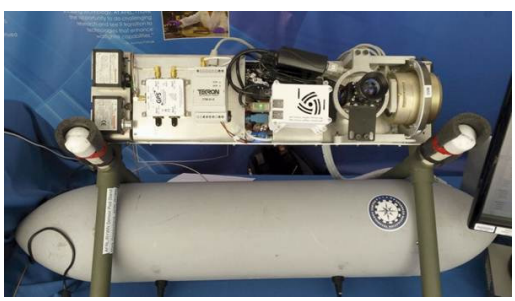
출처 militaryaerospace.com (2017. 5. 15.)

해설

신형 G/ATOR 레이더

G/ATOR 레이더는 로켓, 야포, 박격포, 순항미사일, UAV 및 기타 스텔스 표적으로부터 미 해병 원정부대를 방호하기 위한 목적으로 개발 중이다. G/ATOR가 단거리-중거리 다목적 레이더 체계인 반면, 3DELRR은 더욱 먼 거리에서 위협을 탐지 및 추적하도록 설계되었다.
3DELRR와 마찬가지로 G/ATOR도 질화갈륨 기술에 기반을 두고 있다. 그러나 G/ATOR 체계는 공격 해안에서 작전하는 해병대 전투수행원들을 위한 공중감시, 무기에 대한 표적지시, 대포병 표적획득, 항공관제 수행 용도로 설계되었다.
G/ATOR 레이더는 3개의 하부체계, 즉 레이더장비 그룹, 통신장비 그룹, 전력장비 그룹으로 구성된다. G/ATOR 레이더는 개방형 아키텍처로 되어 있기에 장차 해병대가 현재와는 다른 미래의 요구에 맞게 운용할 수 있는 융통성을 확보할 수 있다.

미 공군연구소, GPS 수신불가 시 운용할 항법 센서포드 개발 완료


ASPN[6] 센서포드

미국 공군연구소(AFRL[7])가 GPS 신호를 수신할 수 없을 때 길을 찾도록 돕는 센서포드를 개발했다.

센서포드의 명칭은 ASPN이며, 이를 통해 미 공군이 자체 대체 항법 알고리즘을 갖추고 대체 항법센서 정보를 표준 항법체계에 맞춰 조정하여, GPS 수신불가 환경에서 길을 찾을 수 있게 되었다.

센서포드에는 가속과 회전을 측정하는 관성항법센서, 카메라, 자력계, GPS 수신기, 고도로 정확한 시계와 기압계가 포함된다. AFRL 스미어첵 연구원은 상용 위성에서 다운로드하여 선 처리한 위성 이미지 데이터베이스를 이용해 GPS 수신불가 환경에서 길을 찾는다고 말했다.

ASPN 센서포드는 다양한 지상·해상·공중 플랫폼에서 시연을 완료했다. 예를 들어 S-3B

6) All Source Positioning and Navigation, 전출처 위치결정 및 항법
7) Air Force Research Laboratory

바이킹 제트기, 세스나 182 상용 프로펠러 항공기, 상용 연구용 항공기, 미 해군 함정, 스트라이커 전투차량, 개인휴대형 배낭을 통해 시연되었다고 한다.

스미어첵 연구원에 따르면, 공군연구소는 미군의 미래 위치결정·항법·시간설정(PNT[8]) 기술 및 위성군 개발에 맞춰 ASPN 센서포드를 적절하게 유지하기 위해 개방형 아키텍처 설계를 활용할 예정이라고 한다. 그는 개방형 아키텍처 설계를 이용하면 새로운 아이디어나 센서를 ASPN 센서포드에 손쉽게 통합할 수 있다고 설명했다. 특정 목적에 맞춰 제작되어 하나의 기능만을 하는 장치를 따로 만들 필요가 없어지는 것이다.

ASPN 센서포드는 미 공군에서 단독으로 추진하는 사업이 아니라, 미 육군 전자통신·연구개발·엔지니어링센터(CERDEC[9])와 미 해군 우주·해상전체계사령부(SPAWAR[10])가 공군연구소와 함께 이 사업에 참여 중이다.

8) Positioning, Navigation, and Timing
9) Communications-Electronics Research, Development, and Engineering Center
10) Space and Naval Warfare Systems Command

출처 janes.ihs.com (2017. 5. 22.)

해설

미 특수작전사령부(USSOCOM[11])도 GPS 대안 솔루션에 대한 개념을 연구하고 있다.
일차적으로는 GPS에 대한 적합한 대안 식별을, 이차적으로는 기존 GPS에 대한 혁신적인 설계 개선안 조사에 중점을 둘 예정이다.
GPS 성능이 저하된 환경에서 6~8시간 동안 임무를 수행할 때, 작전수행을 지속하기 위한 GPS의 PNT 능력 상실을 완화하는 단기적 강화 조치 방안, 그리고 향후 3~5년 동안 GPS 효과가 저하되는 경우 적합한 PNT 대안을 발견하는 장기적 강화 조치 방안이 포함된다.

11) United States Special Operations Command

이스라엘 엘빗시스템스사, 신형 공중감시체계 공개

SkEye 공중 비디오 감시체계

이스라엘 엘빗시스템스사가 '공중의 눈'이라 할 수 있는 새로운 공중 비디오 감시체계인 SkEye 체계를 공개하였다. 이 체계를 이용하여 사용자들은 매우 광범위한 지역에 걸쳐 10개의 특정 관심지점에 대한 고해상도 정보를 소위 '백 인 타임 모드(back-in-time mode)'를 통해 실시간으로 수집할 수 있다.

SkEye 체계는 한 번에 약 80㎢ 넓이의 지역을 감시할 수 있으며, 백 인 타임 모드에서 다수의 관심지점을 줌인(zome-in) 또는 줌아웃(zome-out)하면서 현재 진행 중이거나 이전에 녹화된 임무를 분석할 수 있다.

엘빗시스템스사의 가노르 이사는 "최초로 구현된 백 인 타임 모드는 일반적으로 알고 있는 재생 모드와는 다르다."면서 "SkEye 체계로 공중감시에 대한 패러다임을 완전히 바꿀 수 있다. 영상을 통한 감시 활동에 있어 더 이상 한정된 지역이 아니라 80km^{2}에 이르는 광대한 지역에서 벌어지는 여러 상황들을 기록 및 분석할 수 있다. 이것이 가능한 것은 기존 전자광학 체계 외에도 독특한 정보수집층이 추가되었기 때문"이라고 말했다.

가노르 이사에 따르면, 파리에서 발생한 테러 사건과 최근 런던 테러를 예로 들면서, 우선적 감시가 필요한 특정지역을 결정하기 위해 여러 대의 공중 플랫폼을 발진시킬 수밖에 없다고 한다. 가노르 이사는 "여러 지역에 영향을 미치는 테러 사건의 경우 다수의 헬기를 발진시키고, 각각의 헬기에 감시 대상을 할당해야 하므로 의사결정자들은 상황을 판단하여 우선순위를 설정하게 된다."고 말했다.

그는 "그러나 이제 하나의 체계를 이용하여 이와 같은 임무를 간단히 수행할 수 있다. 운용자는 10개가량의 창을 이용하며 줌인 또는 줌아웃 기능을 통해 감시를 실시할 수 있다. 폭발이 발생하는 순간부터 일부 비디오는 계속 전방을 감시하고, 다른 비디오는 백 인 타임 모드로 사람과 장소를 연결시킬 수 있다."고 밝혔다.

엘빗시스템스사의 이스라엘리 부사장은 "헤르메스(Hermes) 900 및 헤르메스 450 무인항공기뿐만 아니라, DHC-6 트윈오터 및 세스나 208B 항공기에도 SkEye 체계를 설치하여 운용하고 있다."고 말했다.

이스라엘리 부사장에 따르면, 이 공중 정보체계는 회사의 그라운드아이(GroundEye) 체계를 위해 개발한 기술 중 많은 것을 통합하고 있으며, 이 두 체계를 이용할 경우 여러 사건을 동시에 감시하는

완전한 상황인식이 가능하다고 한다.

그라운드아이 체계처럼 SkEye 체계도 특화된 경고체계를 갖추어 지휘관 및 최초 대응요원들이 특정한 사건이나 이례적인 사건에 대해 통보받을 수 있다.

출처 defensenews.com (2017. 6. 12.)

해설

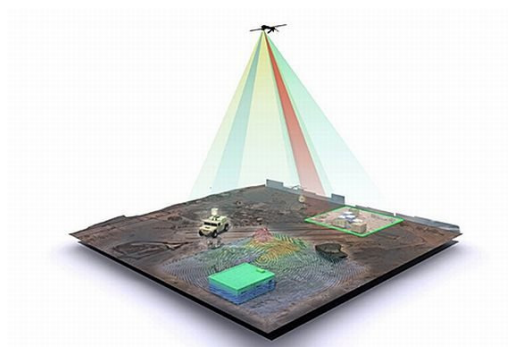
영상 센서와 관련하여 미 DARPA는 소프트웨어 재구성이 가능한 다기능 영상 센서 개발인 ReImagine[12] 사업을 추진 중에 있다. 이 센서가 개발되면, 센서 배열의 다양한 영역에 동시 및 개별 영상 모드가 가능할 것으로 보인다.

이 기법의 핵심은 해당 장면에서 가장 중요한 정보를 수집하기 위해 다양한 조건 및 동작 모드에 적응할 수 있는 영상 초점면 배열(FPA[13])을 개발하는 것이다.

재구성 가능 능력으로 인해 초장파 적외선(VLWIR[14])을 통해 자외선(UV[15])과 같은 특정 스펙트럼 대역에 대해서도 영상 센서를 최적화할 수 있다.

이런 방식으로 해당 센서는 기존 장치보다 훨씬 더 복합적인 장면을 실시간으로 분석하여, 단일 영상 센서로 확보할 수 있는 정보보다 훨씬 많은 양의 정보를 전투원에게 제공할 수 있다.

해당 장면의 상황 정보에만 기초하고 하나의 센서를 사용하여 가장 적절한 정보를 자동 추출하는 영상 장비는 다양한 군사 응용 프로그램에 일대 혁신을 가져올 것이라고 판단된다.



다기능 영상 센서 기술

12) Reconfigurable Imaging, 재구성 가능 영상
13) Focal Plane Array
14) Very-Long Wave InfraRed
15) Ultra Violet

이스라엘 RADA사, 전술용 레이더의 이동간능력 시험 성공

험비차량에 탑재된 MHR[16] 전술용 레이더

이스라엘 RADA사는 전술용 레이더의 이동간(OTM[17]) 능력 시험에 성공함으로써 기동부대를 위한 전술용 레이더 발전에 있어 중요한 이정표가 수립되었다고 발표했다.

레이더를 탑재한 차량이 이동간 공중감시를 수행하는 능력은 전술기동부대에 있어 매우 중요한 운용 요구조건이다. 특히 무장 드론, 전술용 무인항공기 등과 같이 저속으로 저공비행하는 소형 위협물체에 봉착할 때에는 더욱 그러하다.

RADA사는 최근 야전시험을 통해 전술용 레이더의 이동간 능력을 성공적으로 시연했다. 이 레이더는 다양한 지형에서 이동하는 차량에 탑재된 상태로 저공·저속으로 비행하는 광범위한 소형 공중표적을 조기에 탐지하고, 연속적으로 정확하게 추적하였다. RADA사에 따르면, OTM 능력을 갖춘 성능개량형 RPS-42 MHR 기반 드론 대응 레이더 체계가 2017년 중순경 여러 구매자들에게 납품될 예정이라고 한다.

RADA사는 레이더에 관성항법장치(INS[18])를 통합함으로써 다기능 반구형 레이더(MHR) 및 소형 반구형 레이더(CHR[19]) 계열에 이동간 능력을 구현했다. 또한 이동간 능력 발휘에 요구되는 정교한 알고리즘 및 신호처리 기법에 대한 시험도 완료하였다.

RADA사의 MHR 및 CHR은 S-밴드, 소프트웨어 정의, 펄스-도플러, 능동 전자주사식 위상배열(AESA[20]) 레이더이다. 이들 레이더는 정교한 빔 형성 및 첨단 신호처리 기능을 갖추어 각 레이더 플랫폼에 다양한 임무 수행능력을 제공하며, 가격 대비 성능이 매우 우수하다. 이와 같은 기동성을 갖춘 소형 레이더는 다중 임무를 수행할 수 있고, 이동간에도 기능을 발휘할 수 있다.

16) Multi-Mission Hemispheric Radar
17) On-the-Move
18) Inertial Navigation System
19) Compact Hemispheric Radar
20) Active Electronically Scanned Array

출처 armyrecognition.com (2017. 6. 20.)

해설

미국 노스롭그루먼사도 차량 형태의 HAMMR[21] 레이더 시연에 성공했다고 발표했으며, HAMMR 레이더는 상황인식, 대화력전, 방공, 조기경보 및 작전공역 관리 목적으로 설계되었다.
시연에서 HAMMR 레이더는 무인항공체계(UAS)를 성공적으로 탐지·식별함으로써 운용자가 실시간 상황인식을 할 수 있었다.
HAMMR은 AESA 레이더를 지상차량이나 견인 트레일러에 통합하여 복수의 지상 및 공중 표적에 대한 360° 전방위 방호능력을 지속적으로 제공할 수 있다. 모듈식으로 이루어진 체계는 여러 가지 차량 형태 또는 고정시설에 손쉽게 적응할 수 있다.

HAMMR 레이더

21) Highly Adaptable Multi-Mission Radar, 고적응 다중임무 레이더

일 MHI사, 새로운 궤도형 상륙장갑차 공개

일본 도쿄에서 개최된 국제해상방산전시회(2017 MAST[1] Asia)에서 MHI[2]사가 독자설계한 새로운 궤도형 상륙장갑차 시제 축소모형을 전시했다. MHI사는 이를 일본 방위성 차세대 상륙장갑차로 제안할 예정이다.

MHI사 궤도형 상륙장갑차 축소모형(지상운용 모드)

일본 육상자위대가 2017년 봄 새로운 신속상륙기동부대를 창설 중으로, 최초 병력규모가 약 2,000명이나 2018년 중에 정규병력 약 3,000명 수준으로 증원할 계획이다.

MHI사는 시연차량으로 상륙능력을 이미 시험하였다. 차체, 엔진, 현수장치, 워터 제트 등 차량의 모든 구성품을 독자설계하여 개발하였다.

MHI사 상륙장갑차는 미국 AAV7과 비교하여 방호력, 속도, 기동성 측면에서 보다 우수한 능력을 제공하며, 해상 및 지상작전용으로 사용된다.

2017 MAST 전시회에서 MHI사 대표가 밝힌 바에 따르면, 상륙장갑차 차체는 소화기 사격 및 포탄 파편으로부터 승무원을 방호한다고 한다. 차체 전면에 승무원 3명이 탑승하며, 일체형 구조의 해치 덮개 2개가 후방으로 열리고, 전(全) 방향 관측을 위해 3개의 주간 관측블록이 설치되었다. 차량 중앙에 탑재된 2,206kW 터보차저 디젤엔진으로 구동되며, 후방에 병력 15명이 탑승한다.

MHI사 궤도형 상륙장갑차 축소모형(해상운용 모드)

MHI사 상륙차량은 사전 준비 없이 완전한 상륙능력을 발휘하며, 차체 후방 중앙에 설치된 워터 제트 2대로 수중 추진된다. 이와 유사한 워터 제트 기술은 하야부사(Hayabusa)급 미사일 고속정에도 사용된다. 미사일 고속정은 3축 가스터빈 추진체계로 구동되는데, 이는 LM500-G07 가스터빈 엔진 3기와 워터 제트 3기로 구성된다.

차량 양 측면의 암 내장형 유기압 현수장치는

1) Defense Maritime/Air Systems & Technologies Exhibition
2) Mitsubishi Heavy Industries, 미쓰비시중공업

6개 보기륜, 전방과 후방에 기동륜과 유동륜, 궤도에 3개 리턴 롤러가 사용되었다. 수중에서 운용할 때에는 저항을 줄이기 위해 유압으로 궤도를 낮춘다.

출처 navyrecognition.com (2017. 6. 12.)

해설

일본 방위성이 BAE시스템스사와 신형 상륙돌격장갑차 AAV7A1 RAM/RS[3] 버전 30대 구매계약을 체결했다고 BAE시스템스사가 2016년 4월 7일 발표했다.
계약에는 공구, 시험 장비, 훈련 보조재도 포함된다.
BAE시스템스사는 8월에 생산을 개시하며, 1년 뒤에 최초 장갑차를 납품하고, 2017년 말에 최종 납품 예정이라고 밝혔다.
일본은 새로 창설한 신속상륙기동부대용으로 AAV 최소 52대 소요가 있었으며, 원래 사업계획은 AAV7A1 RAM/RS를 추가구매하거나 자국 업체가 개발한 신형 장갑차를 구매하는 것이었다. 〈janes.ihs.com, 2016. 4. 8.〉

3) Reliability, Availability, and Maintainability/Rebuild to Standard

중국, 세계 최고 수상속도의 신형 상륙 병력수송장갑차 공개

수중에서 고속으로 이동하는 신형 경량 APC 시제

중국이 고속 상륙용 병력수송장갑차(APC)로 보이는 차량을 개발 중이다.

노린코 그룹 산하 CNVRI[4]가 6월 1일 발표문을 통해 5.5톤형 4×4 상륙용 시제차량에 대한 시험을 실시했으며, 이 차량은 파도가 없는 잔잔한 수역에서 이뤄진 수중 속도 시험에서 31mph의 속도를 달성했다고 밝혔다. 이는 군용 상륙차량 중 세계에서 가장 빠른 속도이다. 미국의 취소된 차세대 상륙돌격장갑차 EFV의 수상최고속도는 29mph였다.

상륙 장갑차는 V-형 차체로 수중저항을

4) China North Vehicle Research Institute

최소화한다.(V-형 차체는 급조폭발물에 대한 방호력도 우수하다.) 콤팩트한 펌프제트와 저항력을 줄이기 위해 바퀴를 차체에 집어넣음으로써 최고속도를 달성한다.

CNVRI는 정확한 명칭이 공개되지 않은 경량 APC 형태의 차량이 물속으로 들어가 고속으로 이동하는 사진을 공개하였다.

고속 상륙용 병력수송장갑차 시제

다른 사진을 보면, 시제차량 전방 하부에서부터 앞바퀴 아치를 지나 뒷바퀴 아치에 이르는 부분이 모자이크 처리되어 군사기밀임을 암시하였다. 유기압 현수장치와 바퀴 집어넣기의 세부 사항을 숨기기 위한 것으로 보인다.

공개된 차량은 개념증명용 기술 시연차량이지만 장갑과 무기를 장착하지 않은 상태에서 5.5톤이다. 소화기와 자동 포 방호를 위한 장갑을 추가해도 최대 상륙속도가 18mph로 미국 해병대 상륙전투장갑차 ACV 경쟁기종인 테렉스2와 수퍼라브의 6mph에 비해 빠르다. 무기를 추가 장착한 경우에도 최소 12mph 도달이 가능하다.

발표문에는 시제차량에 대한 추가적 세부 규격이 공개되지 않았다.

출처 1. janes.ihs.com (2017. 6. 6.)
2. popsci.com (2017. 6. 8.)

해설

신형 상륙용 APC 개발이 완료되면, 중국 해병대 여단에 도입될 가능성이 있다. 이를 통해 중국은 도하하여 병력을 신속히 수송하거나 상륙작전을 실시하는 능력을 강화할 것으로 보인다. 또한 신형 APC를 경기계화부대에 도입하여 해병대의 군사력 투사 증대를 이끌 수도 있다. 해병대의 경기계화부대용 차량으로 쓰인다면, 해군의 071형 도크형 상륙함 LPD 및 미래 상륙헬기선거함 LHD 등과 함께 운용할 수 있을 것이다.
CNVRI의 이번 발표에 앞서 1월에 제인스사는 중국 해군 해병대의 노린코 ZTL-11 8×8 상륙돌격장갑차 도입 전망 가능성을 기사로 다루었다. 현재까지 중국 해군 예하 2개 해병대 상륙여단은 해안 교두보 확보 목적으로 궤도형 상륙장갑 플랫폼 몇 대를 운용하였다. 1월에 공개된 사진을 보면, 해병대가 현재 ZTL-11형의 차륜형 상륙돌격장갑차를 보유하고 있음을 알 수 있다. 2012년에 처음으로 관측된 ZTL-11은 ZBL-08(종종 ZBD-09로도 언급됨) 계열의 8×8 차량에서 파생된 차량이나, 엔진을 후방에 설치하여 안정성을 개선하였다. 이 차량에는 105mm 포가 탑재되었다.
중국의 수륙양용 전차 ZTD-05는 고속 탄과 유도미사일을 발사하는 105mm 포를 탑재하고 수상 20kt 이상으로 세계에서 가장 빠르다. 향후 수상 속도에서 이와 상응하고 육상에서 이보다 빠른 속도의 차륜형 장갑차량과 동시 운용이 가능하다.

독일, 주력전차 레오파르트 2 104대를 최신 2A7V 표준으로 성능개량 예정

주력전차 레오파르트 2

독일 연방조달기관(BAAINBw)이 육군 주력전차(MBT) 레오파르트 2 104대를 성능개량하기 위해 KMW사와 7억 6,000만 유로 계약을 체결했다. 이들 전차는 최신 2A7V 표준으로 성능개량될 예정이다.

레오파르트 2 전차 전력은 성능개량 사업을 통해 양적·질적으로 강화된다. 우르줄라 폰 데어 라이엔 국방장관이 우크라이나 사태에 대한 대응으로 MBT 수를 328대로 증가시킬 것이라고 2015년에 이미 발표했다.

이는 냉전시대 독일이 보유했던 수천 대의 전차에 비하면 작은 규모이나, 공격적인 태세를 더욱 강하게 취하는 러시아와의 관계에 압박을 높이고 있음을 시사한다. 레오파르트 2 MBT는 독일 주도 나토 다국적군이 보유한 전차 중에서 장갑이 가장 강화된 전차이다. 나토는 동구 회원국의 불안을 불식시키기 위한 전진배치 조치의 일환으로 다국적군을 리투아니아에 파병하였다.

성능개량은 주로 업체 재고분을 대상으로 실시한다. 레오파르트 2A4 전차 68대와 종전 네덜란드 육군의 레오파르트 2A6 16대 및 레오파르트 2A7 20대가 성능개량된다.

납품은 2019년에 시작되어 2023년까지 이루어진다. 이로써 독일 육군은 약 320대의 MBT를 보유하게 되며, 추가로 8대를 시험용으로 운용한다. 이 숫자는 냉전시대 1개 기갑사단의 편성장비표에 기록된 수량 정도에 불과하다.

레오파르트 2A4를 독일 최신 MBT 버전인 2A7V 수준으로 성능개량하기 위해, 포탑 및 무장을 개조하고 새로운 정보체계를 설치할 예정이다. 주요 개선 작업으로 야간 전투 능력, 추가 방호력, 공조장치 개선 등이 이뤄질 예정이다.

야간 전투를 위해, 레오파르트 2A7V에는 3세대 적외선 장비가 장착된다. 이를 통해 포수는 물론 조종수도 야간에 전차 주행 시 전후 시야가 개선된다.

레오파르트 2A7V에 신형 레이저 거리측정기를 탑재하여 정확도를 높일 예정이다.

레오파르트 2A7V의 사막환경용 공조장치를 화생방(NBC) 방호체계의 공기도 냉각하는 장치로 대체할 예정이다. 신형 공조장치는 조종수 좌석

과열도 방지하는데, 이 기능은 이미 이전 체계에서도 요구사항으로 명시된 바 있다.

추가 방호 모듈이 섀시 전방에 설치될 예정이다. 레오파르트 2A7V는 기어를 개조하여 엄폐상태에서 전술적 '점프'를 실시할 수 있기 때문에 최대 속도가 다소 감소될 것으로 보인다.

또한 레오파르트 2A7V는 다중 스펙트럼 위장체계 바라쿠다(Barracuda)를 사용한다.

탄약 저장공간도 개조하여, 가장 무거운 레오파르트 2 전차탄인 라인메탈사 DM11 프로그램 가능 고폭탄을 보다 많이 탑재할 예정이다. 모든 엔진에 대한 종합정비를 실시하며, 추가 전차 중량을 견딜 수 있도록 궤도를 강화할 예정이다.

KMW사와 체결한 계약을 통해 교량전차 등의 다른 버전을 위한 추가 레오파르트 2A4 섀시 32대의 납품도 이뤄진다. 납품되는 섀시는 초기에 치장물자로 비축될 예정이다.

출처 shephardmedia.com (2017. 5. 12.)

해설

레오파르트 2A7V는 파워팩이 작동되지 않을 때 센서 체계와 통신 체계 분야의 특정 전술 및 운용 기능을 보호하기 위해 20kW 보조동력장치(APU)를 장착한다. 이외에도 파워팩 미작동 시 APU로 프로그램 가능한 120mm탄을 사용할 수 있다. 〈deagel.com, 2017. 4. 7. 참고〉

이스라엘, 미래 장갑전투차량 능력 검토 중

메르카바 4 전차

최근 예루살렘 인근에서 개최된 지상전 콘퍼런스에서 이스라엘 국방부 메르카바(Merkava) 전차국장 바루흐 마즐리아흐 준장이 2025년 미래 장갑전투차량(AFV) 모습을 예측할 수 있는 단서를 제공했다.

최초의 메르카바 전차가 1979년 이스라엘 기갑부대에서 운용 개시된 이후, 현 메르카바 4에 이르기까지 네 가지 버전이 제작되었다.

마즐리아흐 준장은 이스라엘 육군이 능동방어장치 트로피(Trophy)를 비롯한 전차용 3개 방호층을 포함하는 통합 운용체계를 만드는 것이 필요했었다고 설명했다.

"트로피 체계는 2010년에 운용되기 시작했으며,

4개 안테나와 요격체로 구성된다. 레이더 안테나가 위협을 탐지하면, 트로피 체계가 이를 전차에서 수십 미터 떨어진 거리에서 요격해 파괴한다."고 마츨리아흐 준장은 말했다.

"트로피 체계는 전차로부터 반경 수백 미터 이내에서 발사되는 탄을 요격하도록 설계되었다."

트로피 체계는 미사일에 대해서는 효과적인 수단이지만, 급조폭발물(IED) 위협에 대응하지 못한다.

마츨리아흐 준장은 "이들 위협 모두에 대응하는 유일한 방안은 두 가지 방법을 결합하는 것이며, 이렇게 해야만 특정 AFV를 보다 잘 방호할 수 있다. 트로피 체계는 운동에너지 무기에 대응하며, 사용되는 탄두에 따라 휴대용 대전차로켓(RPG)도 격퇴한다."고 말했다.

2006년 이후의 다양한 흐름을 요약하면서, 마츨리아흐 준장은 장갑차량이 전장 변화에 적응하면서 놀라울 정도로 발전했다고 말했다. C4I[5]를 통한 정보 및 첩보의 단순화와 공유, 그리고 모든 차량 간 상호운용성이 보다 신속하고 정확한 타격의 관건이 된다.

이스라엘 군이 현행 위협에 대처하는 방안을 강구하면서, 새로운 센서와 컴퓨터 체계를 차량에 장착함으로써 또 다르게 진화한다. 수 초 이내에 기습적으로 공격한 후 퇴각하며 '사라지는 적'을 대응하는 것이 큰 과제라고 마츨리아흐 준장은 강조했다.

한편, 기갑군단 전투팀은 조만간 성능개량 과정을 거친 다양한 차량을 보유한다. 여기에는 현재 개발 중인 주력전차(MBT) 메르카바 Mk4 바락(Barak)이 포함된다. 메르카바 Mk4 바락 MBT는 융합 센서를 구비한 '지능형 전차'로 설계되어, 적을 식별하고 신속히 사격하여 적이 미처 사라질 겨를도 없이 제압한다.

마츨리아흐 준장은 '전차에 추가하려는 능력은 다른 차량의 정보를 수신할 뿐만 아니라 움직이는 모든 것을 즉각적으로 식별할 수 있는 레이더를 전차 내에 설치함으로써 방호 능력을 통합하는 것'이라고 덧붙였다.

마츨리아흐 준장에 따르면, 현재 국방부는 차기 전차 개발과 관련하여 구체적인 계획이 없다고 한다. 메르카바 Mk4는 향후 4년 이내에 바락 버전으로 성능개량될 예정이다. 바락은 이후 10년간 군이 운용할 것으로 예상된다.

출처 1. shephardmedia.com (2017. 5. 31.)
2. jpost.com (2017. 5. 18.)

해설

과거 전쟁에서 일반적으로 적 위치가 명백했다면 오늘날의 적은 분산되고 위치를 확인하기가 훨씬 힘들다. 적들은 '시간에 민감한 표적(time sensitive target)'이 되어서, 적을 탐지하고 즉시 타격해야 하는 것이 과제이다.
인간이 사라지는 적에 관한 모든 정보 처리를 할 수 없다. 전차 내 실제 작업 컴퓨터로 모든 정보를 함께 융합하여 제공함으로써 전차장이 가장 중요한 결정인 표적을 보고, 식별하여 발사할지 여부를 결정하기 위해 상황을 분석하게 된다.

5) Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, 지휘·통제·통신·컴퓨터·정보

미 헌팅턴 잉갈스사, 미래 수상전투함 설계개념 소개

최근 워싱턴 D.C.에서 개최된 해군연맹 주최 2017년 해양항공우주전시회(SAS[1] 2017)에서, 헌팅턴 잉갈스사가 LPD-17(샌안토니오)급 선형에 기반을 둔 '미래 수상전투함'을 소개했다.

SAS 2017에 전시된 헌팅턴 잉갈스사의 미래 수상전투함(전면)

헌팅턴 잉갈스사 관계자에 따르면, 이번에 전시된 축소 모형은 미 해군과 여러 싱크 탱크에 의해 수행된 미래 함대의 구조연구를 바탕으로 한 미래형 수상전투함의 모습을 보여준다고 한다. LPD 28/LX(R) 사업관리자인 스티브 슬론 이사는 "적과 싸우기 위해 앞으로는 초대형 레이더를 갖춘 전투함이 필요할 것임이 명백하다."며 "미래 함정은 위협해역 외부에서 수평선 너머를 탐지할 수 있는 대형 레이더를 갖추어야 한다."고 말했다.

전시된 모형은 사실 SAS 2014에서 탄도미사일 방어(BMD[2]) 개념의 함정으로 공개되었다. 당시, 이 LPD 기반 BMD 함정은 Mk 41 수직발사체계 288기(또는 대안으로서 현재 DDG-1000급에 장착된 수직발사체계인 Mk 57 144기)를 장착할 수 있다고 소개되었다.

이번에 전시된 '미래 수상전투함'은 그보다 줄어든 수직발사체계 96기를 장착했다. 네이비 레커그니션지에서 확인한 바로는, "해군이 그렇게 많은 수량의 발사체계가 필요하지 않다고 했다."는 것이 그 이유이다. 현재 타이콘데로가급 순양함에는 Mk 41 수직발사체계 122기가 장착된다.

SAS 2017에 전시된 헌팅턴 잉갈스사의 미래 수상전투함(측면)

타이콘데로가급 함정은 1978 회계연도에 처음 발주되어 승인을 받았으며 2021~2029년에 퇴역 연한인 35년에 도달하지만, 미 해군이 성능개량을 통해 이 연한을 40년으로 연장할 수도 있다. 헌팅턴 잉갈스사는 자사의 LPD 기반 미래 수상전투함이 이 노후된 순양함을 대체할 적절한 해법이라 판단하고 있다.

1) Sea-Air-Space
2) Ballistic Missile Defense

헌팅턴 잉갈스사의 미래 함정에는 많은 장점이 있다. 약 11m나 되는 거대한 고정 S-밴드 레이더는 현행 SPY-1 레이더보다 2,000배 더 민감한 것으로 알려졌으며 마스트 꼭대기에는 X-밴드 레이더가 설치된다. 대형 3차원 레이더 대신 선택사양으로 3면 레이더도 설치할 수 있다. LPD-17 선형의 넓은 공간을 바탕으로 다른 임무 지원도 가능하다. 승강기와 갑판 아래 격납고를 설치할 공간이 있으며, 양쪽 모두 V-22 틸트로터 항공기를 수용할 만큼 크다. 단정 탑재공간과 격납고 공간이 매우 넓어 해상에서 수직발사체계를 재장전하는 것도 가능할 정도이다. 항공기용 승강기가 필요하지 않다면 상륙정탑재갑판을 유지하여 특수부대 지원이나 기타 용도로 사용할 수도 있다.

이번 박람회에서 전시된 모형은 선택사양인 32MJ 레일건(주포), Mk 110 57mm 함포 및 함미 쪽에 자체방어를 위한 RAM[3] 발사대를 장착했다.

이 모형 구조를 기준으로 볼 때, 헌팅턴 잉갈스사의 미래 수상전투함은 전장 209m, 폭 32m, 최대배수량이 27,000톤, 속도 20kt 이상이며, 승조원은 161명으로 예상된다(타이콘데로가급이 승조원 300명 이상인 것에 비해 크게 줄어든 인원수이다).

3) Rolling Airframe Missile

SAS 2017에 전시된 헌팅턴 잉갈스사의
미래 수상전투함(후면)

출처 navyrecognition.com (2017. 4. 19.)

해설

LPD-17 선형은 현행 순양함(CG)급보다 속도가 느린 선형이지만, 최대 크기의 AN/SPY-6 AMDR[4]을 장착하고 재보급 없이 70일 이상 해상에서 임무수행이 가능하다는 개념은 성능상의 상당한 진전으로 보인다. 승조원 감소 및 가동 중인 생산라인으로 인해 낮은 설계금액과 원격센서 역할을 할 대형 장기체공헬기(V-22 또는 CH-53 헬기가 이상적) 탑재를 조합할 경우, 미래 수상전투함정은 순양함급 함정을 대체할 매우 유망한 해법으로 보인다.

4) Air and Missile Defense Radar

사우디, 록히드마틴사 프리덤급 LCS에 기반을 둔 MMSC 4척 도입 예정

미국과 사우디아라비아가 글로벌 안보태세 강화와 미국 및 중동지역의 경제발전 활성화를 위해 5월 22일 주요한 조치를 취했다. 사우디아라비아는 280억 달러 이상 규모의 록히드마틴사 통합 공중·미사일 방어체계, 전투함, 전술항공기, 회전익 기술 및 프로그램 조달 의사를 밝혔다. 협정서에는 록히드마틴사가 미 해군을 위해 건조 중인 프리덤급 연안전투함(LCS[5])에 기반을 둔 다중임무전투함(MMSC[6]) 4척이 포함되었다.

록히드마틴사의 MMSC 상상도
(모형과는 많은 차이가 있음)

록히드마틴사의 MMSC 모형은 수상함해군협회(SNA[7]) 주관 2016년 심포지엄에서 처음으로 공개되었고 사우디아라비아 해군확장프로그램(SNEP[8]) II로 불리는 동부함대 현대화 사업의 일환으로 제안되었다.

2015년 10월, 미 국방안보협력국(DSCA[9])은 언론발표를 통해, 미 해군이 운용 중인 록히드마틴사 프리덤급 LCS의 수출 버전인 MMSC 함정 4척을 사우디아라비아에 판매하는 제안을 미 국무부가 승인하였다고 밝혔다.

2016 SNA 주관 심포지엄에서 전시된 사우디 해군용 MMSC 모형

2016 SNA 심포지엄에서 전시된 모형은 오토멜라라사의 76mm포 1문, 발사대 2대에 탑재된 하푼 대함미사일 8발, 2×8 MK41 VLS(헬기격납고 각 측면에 위치), 격납고 상부에 있는 SeaRAM 체계, 3연장 어뢰발사대 2대 및 Mk38 포탑 2대(추정) 등을 갖추었다. 모형에서는 원격조종 무장장치(RWS[10])의 종류가 확실하지

5) Littoral Combat Ship
6) Multi-Mission Surface Combatant
7) Surface Navy Association
8) Saudi Naval Expansion Program
9) Defense Security Cooperation Agency
10) Remote Weapon Station

않지만 DSCA 발표문에서는 넥스터사의 나왈 20mm RWS가 분명하게 언급되었다.

또한 사브사의 CEROS 200 레이더 및 광학추적사격통제장치 2대가 장착되었다. 이 중 1대는 상부 구조물 위에 있으며, 다른 1대는 후부 하푼발사대와 SeaRAM 체계 사이에 있다. 록히드마틴사 직원은 전시회 기간 중, 후부에 설치된 CEROS 레이더를 위로 올려야 하며, 그렇게 하지 않을 경우 SeaRAM 체계가 시계 일부를 차단할 수 있다고 설명했다.

센서 측면의 경우, MMSC에는 에어버스사의 D&S TRS-4D 능동전자주사식 위상배열레이더, 가변심도음탐기(탈레스사의 CAPTAS로 추정), 아르곤사의 WBR-2000 전자전지원책 및 위협경보체계 등을 장착할 것으로 보인다. 전투체계로는 프리덤급에 탑재된 록히드마틴사의 COMBATSS-21과 유사한 체계가 탑재될 전망이다.

헬기갑판 아래에는 임무격실 구역이 있으며, 이들 중 일부는 모듈식으로 제작되었다. 또한 램프에서 진수하는 고속단정과 가변심도음탐기를 위한 공간도 보인다. 록히드마틴사 직원에 따르면, 아직 최종 설계나 형상 확정은 끝나지 않았으며 선체 크기 및 형태, 추진체계, 출력 및 헬기격납고 등은 미 해군의 프리덤급과 비교했을 때 변함이 없다고 한다.

사우디 해군용 MMSC의 무장: 하푼 8발, 16셀 MK41 VLS, SeaRAM

한편, 5월 21일 체결한 내용에는 수리부속, 훈련 및 이 사업을 위한 군수품목들이 포함되었다. 록히드마틴사와 사우디아라비아 군수산업체 간에 체결된 양해각서에는 방위능력 구축을 통해 사우디아라비아의 경제정책인 비전 2030을 지원하고, MMSC 사업과 관련하여 현지 방위산업 육성에 협력한다는 내용이 포함되었다.

출처 navyrecognition.com (2017. 5. 22.)

유럽 잠수함 운용국가, 리튬이온전지 기술에 주목

독일 브레멘에서 개최된 2017 수중방산기술(UDT[11]) 컨퍼런스에서 드러난 동향에 따르면, 몇몇 유럽 잠수함 운용국가들이 2020년대 중반까지 획득 및 취역 예정인 차세대잠수함에 리튬이온전지 기술을 채택할 것으로 전망된다.

독일 해군은 현재 노르웨이와 공동으로 2척의 차기배치 잠수함 획득사업을 진행하고 있으며, 2017년 2월 체결된 의향각서에 이은 협상이 성사될 경우 독일 측이 조달할 차기잠수함 2척에 대한 요구조건에는 속도, 작전지속일수 및 항속거리 증대가 포함된다고 언급하였다. 시험평가센터 책임자인 요아힘 브루네 대령은 이번 UDT에서 행한 발표에서 "이러한 목표를 달성하기 위해 새로운 연료전지 및 리튬이온전지 기술을 주목하고 있다."고 말하였다.

또한 이탈리아 해군도 2025~30년에 나머지 4척의 사우로급 잠수함을 대체할 차기배치 잠수함에 이러한 기술을 채택하려 하고 있다. 이탈리아 국방부 잠수함사업 담당관인 마우리치오 칸나로차 대령은 "새 전지의 개발이 상당히 진전되어 18개월 내에 기능성 시제품을 완료할 예정"이라고 말하였다.

칸나로차 대령은 시제품 전지 셀(cell)에 대한 일련의 최초 시험이 완료되어 기능시험이 시작되었으며 조만간 출력시험에 착수할 예정이라고 덧붙였다.

리튬이온전지 기술은 방산업계에서 잠수함의 잠항지속능력을 높이기 위해 수년간 장려되었다. 그러나 현재까지 기존 납축전지 대신 리튬이온전지를 사용한 실제 사례는 일본의 최신 소류급 잠수함이 유일하다.

리튬이온전지는 유지비 감소, 충방전 성능 및 특성 개선, 중량 저감과 같은 많은 이점이 있으나, 문제점도 몇 가지 있다. 예를 들어 기능장애 발생 시 폭발과 유독가스의 방출을 초래할 수 있는 열폭주의 위험을 들 수 있다.

노르웨이도 리튬이온전지 기술을 자국의 잠수함 운용성능요건을 충족하기 위한 해결책으로 간주하며, 수년째 안전 측면에 대한 연구를 한다.

노르웨이 국방과학연구소 수석연구원인 시셀 포르세트 박사는 제인스사와의 대담에서 현재까지 진행된 연구에서 눈에 띄는 성과는 없다고 밝혔다.

이번 UDT에서 발표된 노르웨이 국방과학연구소 연구에는 도전 과제, 입증이 필요한 사항 및 리튬이온전지의 사고결과를 담고 있다. 이 사고결과는 FLACS라는 전산코드를 사용함으로써 석유와 가스산업계에서 실시된 연구에 기반을 두었다.

포르세트 박사는 "열폭주와 관련한 시뮬레이션과 가스 방출량, 조성 및 분산 그리고 전지와 주위 공간에 미치는 영향에 대해 연구하였다."라고 언급하였으며 향후 연구방향은 안전한 전지모듈의 설계 및 시험이 될 것이라고 덧붙였다.

11) Undersea Defense Technology

출처 janes.ihs.com (2017. 6. 1.)

해설

독일과 노르웨이는 현재 212CD[12]급으로 알려진 차세대잠수함사업을 공동으로 진행하고 있으며, 비록 해결해야 할 과제가 없지는 않지만, 리튬이온전지 기술을 채택할 가능성이 상당히 높은 것으로 관측된다. 이탈리아가 자국개발로 리튬이온전지 기술을 선택할 것으로 예상하는 가운데, 2025~30년에 유럽에서는 리튬이온 및 공기불요추진방식이 채택된 잠수함 10척이 취역할 것으로 전망된다. 또한 폴란드와 네덜란드에서 진행 중인 잠수함사업의 선택 여부에 따라 리튬이온전지 기술 사용이 보다 확대될 가능성도 있다.

12) Common Design

호주 국방부, 첫 번째 호바트급 방공구축함 인수

호주 국방부는 이지스체계를 갖춘 호바트급 방공구축함(AWD[13]) 3척 중 첫 번째 함정을 잠정 인수하였다.

호주의 첫 번째 이지스 방공구축함인 호바트함

호주 국방부, 호주 레이시온사, 스페인 나반티아 조선소의 지원을 받는 ASC[14]사로 구성된 방공구축함 연합(AWD Alliance)이 건조한 호바트함의 인수식이 지난 6월 16일 애들레이드의 오스본 해군조선소에서 진행되었다.

호바트함은 향후 몇 달 내에 애들레이드에서 시드니로 이동해, 올해 안에 호주 해군에 취역할 예정이다.

호바트함의 전장은 146.7m, 만재배수량은 6,350톤, 최대속도는 28kt이며, 2012년 9월에 건조를 시작해 2015년 5월에 진수하였다.

지난 3월 호주 남부해안에서 21일에 걸쳐 진행된 해상인수시운전에는 약 20종의 플랫폼 시험과 45종의 전투체계 시험이 포함되었다.

13) Air Warfare Destroyer

14) 호주의 국영 방산조선소, Australian Submarine Corporation

호주 방위산업부의 크리스토퍼 파인 장관은 성명서를 통해 “이 동급 선도함 인수는 모든 사업예산 및 일정 목표를 준수하면서, 정부주도 사업이 성공적임을 보여 주었다.”라고 밝혔다.

파인 장관은 호바트함의 잠정 인수가 “지금까지 호주에서 이루어진 것 중 가장 복잡하고 혁신적인 엔지니어링 위업의 일부”를 대변한다고 덧붙였다.

동급 2번함인 브리즈번은 2017년 4분기로 예정된 조선소의 건조자해상시운전을 거쳐 2018년 9월에 호주 해군으로 인도될 예정이다.

출처 janes.ihs.com (2017. 6. 16.)

해설

파인 장관에 따르면, 호바트함은 호주 해군에 새로운 상호운용능력을 제공함으로써 호주군의 전력에 핵심적인 역할을 할 것이며 “미국과 호주의 기술이 조합된 이들 함정을 이용해 동맹국과 더 긴밀하게 협력할 수 있을 것”이다. 파인 장관은 “특히 이들 함정이 호주 전체 방위력에 더 안전한 환경을 제공한다는 점이 중요하다”며 “기존 함정보다 더 빨리, 더 오래 운용 가능하며 해당 함정 및 함께 임무를 수행하는 다른 자산 주위에 방호막을 형성할 수 있다.”라고 설명했다.

미 에어로바이런먼트사, 손바닥 크기의 UAV 개발

에어로바이런먼트사가 보병이 사용할 수 있도록 손바닥만한 크기의 스나이프(Snipe) 무인항공기를 개발하였다. 이 UAV는 휴대형 장비로 제어가 가능하며 실시간 영상을 제공한다.

무게 140g의 쿼드콥터인 스나이프에는 전자광학/적외선 센서, 데이터 링크, GPS 항법장치, 탈착식 배터리 등이 장착된다. 각 체계는 UAV 2대로 구성되며, 7인치 터치스크린 제어장치가 사용된다.

스나이프 UAV

에어로바이런먼트사 전술용 무인항공체계 사업담당 데이비드 샤핀 부사장은 5월 6일 제인스사에 "각 UAV는 체공시간이 약 15분이지만, 배터리 2개를 이용하여 30분간 운용할 수 있다. UAV 1대 발진 이후 15분이 다 되기 전에 두 번째 UAV를 발진하면 된다."고 말했다. 샤핀 부사장에 따르면, 에어로바이런먼트사는 디지털 데이터 링크와 또 하나의 비공개 데이터 링크 등 2개의 스나이프용 데이터 링크를 공급한다고 한다.

스나이프는 일반적으로 지상에서 발진시킨다. 샤핀 부사장에 따르면, 이 UAV는 신속하게 전개하며, GPS 신호를 포착한 후에 비행한다고 한다. 속도는 35.40km/h가 넘으며, 항속거리는 1km 이상이다. 작은 크기에도 불구하고, 스나이프는 20kt 강풍에도 비행할 수 있다.

스나이프 체계는 군사표준(MIL-STD-810)의 터치스크린 제어기를 사용하여 제어되는데, 사용자 인터페이스가 직관적이고 자동 작동되어 사용이 용이하다고 에어로바이런먼트사는 밝혔다. 일단 이 UAV를 공중에 띄운 후 운용병이 터치스크린에 경로점을 설정하고 버튼을 누르면, 본격적인 임무가 시작된다. 스나이프 UAV는 비행 중에 경로점을 변경할 수 있으며, 운용병은 터치스크린 디스플레이를 사용하여 짐벌에 설치된 EO/IR 카메라를 조작할 수 있다. 또한 스나이프 UAV는 무선 링크를 상실하더라도 자동적으로 운용병에게 복귀할 수 있다.

스나이프는 통합 틸트 메커니즘을 사용하기 때문에 카메라가 고정되어 있지 않고, 상하로 움직인다고 샤핀 부사장은 말했다. 그는 "카메라를 상하로 움직이기 위해 플랫폼을 움직일 필요가 없다. 카메라를 수직으로 상하 조작할 수 있으며, 플랫폼도 회전 가능하다. 따라서 아래쪽을 보고자 할 경우, EO/IR 카메라를 조정하면 되므로 플랫폼 자체를 해당 방향으로 움직일 필요가 없다."고 말했다.

샤핀 부사장에 따르면, 에어로바이런먼트사는 이 체계 20대를 미군에 판매했으며, 또 다른 10대를 조만간 납품할 예정이라고 한다. 에어로바이런먼트사는 향후 스나이프 UAV의 성능을 개량할 예정이다. 그러나 휴대용 초소형 드론 사업인 SBS[1] 사업이 2017년 말 경쟁입찰에 부쳐질 예정이기 때문에 샤핀 부사장은 앞으로 추가될 기능에 대한 세부내용을 밝히지 않았다.

1) Soldier Borne Sensors

출처 janes.ihs.com (2017. 5. 9.)

해설

에어로바이런먼트사의 스나이프 UAV가 동(同) 회사가 개발한 최초의 초소형 UAV 체계는 아니다. 에어로바이런먼트사는 미 국방고등연구기획국(DARPA)의 나노 비행체 사업에 따라, 허밍버드 UAV를 개발하였다. 샤핀 부사장에 따르면, 허밍버드를 개발하면서 습득한 나노 무인기술을 스나이프에 활용하였다고 한다. 〈janes.ihs.com 참고〉

미 MDA, ICBM 요격용 레이저 무장 HALE UAV 개발 예정

미국이 2020년대 중반경에 대륙간탄도미사일(ICBM) 요격용으로 레이저 무장 무인항공기 배치를 고려 중이라고 미 미사일방어국(MDA[2])이 6월 13일 밝혔다.

레이저 무장 HALE UAV로 유력한 후보 RQ-4 글로벌호크

2) Missile Defense Agency

미 연방정부 통합입찰정보 웹사이트(FedBizOpps)에 게재된 입찰공고에 따르면, MDA 첨단기술처는 2023년경에 ICBM 상승단계요격(BPI[3])을 위한 고고도 장기체공(HALE) UAV를 도입할 예정이며, 이 UAV는 ICBM을 초기 발사 단계에서 요격할 수 있는 고에너지 레이저체계를 탑재하여 고고도까지 비행할 수 있어야 한다고 한다.

입찰공고는 "이 정보요청서(RFI) 결과에 따라 현행 LPLD[4] 사업에 이어 BPI 기술과 능력을 보다 발전시킬 수 있는 방안이 마련될 수 있을 것이다. 제안되는 항공기는 지속적으로 지상에서 통제될

3) Boost Phase Intercept
4) Low Power Laser Demonstrator, 저출력 레이저 실증기

수 있어야 하며, 지상통제국은 하와이 주 태평양 미사일사격장 시설과 캘리포니아 주 에드워즈 공군기지에 설치될 예정이다."라고 밝혔다. MDA에 따르면, 이러한 역할 수행을 위해 HALE UAV를 추구하고 있으나, '타당한 이유'가 있을 경우에는 유인 항공기 개념도 고려될 수 있다고 한다.

RFI에 열거된 성능규격을 보면, 요구되는 HALE UAV는 63,000ft 이상 고도에서 비행할 수 있어야 하며, 운용장소까지 약 3,000km 비행하는 시간과는 별도로 운용장소에서 36시간 이상 체공할 수 있어야 한다. 또한, 운용고도에서 마하 0.45 미만의 순항속도로 비행할 수 있어야 하며, 최소 및 최대 탑재 용량은 각각 5,000lb와 12,500lb이어야 하고, 탑재체 운반을 위해 최소 140kW 출력 및 30분 이상 고도 상실 없이 최대 280kW의 출력을 낼 수 있어야 한다. 그리고 개구 직경 1~2m의 광학 탑재체를 장착할 수 있어야 하며, 50μrad 미만의 각변위로 고도 진동이 적어야 하고, 지속적인 지상통제가 가능해야 한다.

RFI는 또한 장기적으로 HALE UAV 성능규격을 충족할 수 있는 플랫폼 접근방법을 제시하고, 중기적으로는 성능기준 달성을 목적으로 한 시연 계획을 제시해야 하며, 현재 기준 충족이 어려운 개념은 향후 성능 개선 방안을 제시해야 한다고 명시했다. 응신 기한은 2017년 8월 16일까지이다.

MDA가 제시한 성능규격을 보면, 가장 유력한 후보는 노스롭그루먼사의 RQ-4 글로벌호크나 일부 파생체계가 될 수 있다. 하지만 MDA가 종전에 보잉사 팬텀아이 기술 실증기의 첫 고객이었던 점을 감안하면, 지금은 에드워즈 공군기지 박물관에 전시된 이 기술 실증기가 다시 사용되거나, 보잉사가 이를 기반으로 한 체계를 제안할 수도 있다.

출처 janes.ihs.com (2017. 6. 14.)

해설

공중레이저를 이용한 탄도미사일 요격 사업이 이번이 처음은 아니다. MDA는 종전에 ABL[5]로 알려진 보잉사의 유인 YAL-1 ALTB(Airborne Laser Testbed, 공중레이저요격시험기)를 배치하려고 했으나 이 계획은 백지화되었다. 수십억 달러 규모의 이 사업은 2009년 오바마 행정부 시절에 취소되었는데, 당시 로버트 게이츠 국방장관은 적용기술과 운용개념에 타당성이 없다고 판단하였다.
UAV는 일반적으로 소위 '3D'라고 일컫는 지루하고(Dull) 지저분하고(Dirty) 위험한(Dangerous) 임무를 수행하는 데 이상적인 것으로 간주된다. 대탄도 미사일체계 운용에 필요한 방어 기능을 지속적으로 제공하는 임무는 분명히 '지루한' 측에 속한다. 따라서 이러한 능력을 개발하고 통합하는 문제를 극복할 경우, 고에너지 레이저 체계를 HALE UAV에 탑재하여 운용하는 개념은 미군 및 정치 지도자들의 전폭적 지지를 얻어낼 수 있을 것이다. 〈janes.ihs.com 참고〉

5) Airborne Laser, 공중발사레이저

중국-파키스탄, 미얀마 공군용 전투기 비행시험 실시

중국 인터넷에 미얀마 공군이 발주한 것으로 추정되는 중국과 파키스탄 합작생산 전투기 1대의 비행시험 사진이 올라왔다. 중국의 CAC[6]사와 파키스탄의 PAC[7]사가 합작하여 생산한 이 다목적 전투기는 FC-1 샤오룽(Xiaolong)으로 파키스탄명은 JF-17 썬더(Thunder)이다.

JF-17/FC-1 전투기

6월 13일경에 게재된 이 사진에서는 미얀마 공군의 표준 위장색상으로 기체가 도색되었으며 꼬리날개에 휘장을 넣은 단좌형 JF-17/FC-1 전투기 1대가 청두 지역에 소재한 CAC사의 비행장으로 추정되는 곳에서 비행시험을 실시하였다.

외교 소식통이 2015년 12월 제인스사에 밝힌 바에 따르면, 2015년 초에 미얀마가 대당 1,600만 달러의 비용으로 샤오룽 전투기 16대를 도입하기 위한 계약을 체결하였다고 한다. 2017년 2월 익명을 요구한 소식통은 제인스사에, 이들 전투기는 2015년 PAC사의 캄라 공장에서 처음으로 생산된 블록 II 버전이 될 것이며, 블록 II는 블록 I과 달리, 공중 재급유 능력과 개선된 항전장비 및 전자장치를 갖추었다고 밝혔다.

중국 CAC사의 모회사인 AVIC[8]사는 미얀마 공군이 JF-17/FC-1 전투기로 현재 노후화된 청두 J-7 전투기를 대체할 때 기술적 지원을 제공할 것으로 알려졌다. 청두 J-7은 1990년대에 수출명 F-7M 에어가드로 획득되었다. 미얀마는 중국과 파키스탄이 합작 생산한 전투기의 첫 번째 수출고객으로 널리 알려졌으며, 전투기 납품은 2017년 말 이전에 시작될 것으로 전망된다.

6) Chengdu Aircraft Industry Corporation, 청두항공공사
7) Pakistan Aeronautical Complex, 파키스탄항공산업
8) Aviation Industry Corporation of China, 중국항공공업집단공사

출처 janes.ihs.com (2017. 6. 14.)

해설

2월에 제인스사가 미얀마 방산업체와 미얀마 공군 소식통의 말을 인용하여 보도한 바에 따르면, 미얀마는 2015년에 JF-17/FC-1 전투기 16대를 구매하기로 결정한 이후, 이 3세대 전투기를 면허 제작하기 위해 파키스탄과 협상을 진행하고 있다고 한다. 만약 최종 합의가 이루어지면, 미얀마는 자국 방위산업 육성 노력에 큰 전환점이 마련될 수 있을 것으로 보인다. 미얀마 공군이 1990년대에 중국에서 구매하여 지금은 노후화된 F-7M 에어가드와 A-5C 판탄 전투기가 퇴역 수순을 밟게 됨에 따라, 미얀마가 면허 제작하게 될 JF-17은 파키스탄 공군의 경우와 같이 향후 수십 년 동안 미얀마 공군의 주력 전투기가 될 가능성이 높다.

2009년 첫 번째 JF-17 썬더 전투기를 파키스탄 공군이 수령한 이후, 최소 70대 가량이 배치되었다. 파키스탄 공군은 향후 최대 150대까지 도입할 것으로 예상된다. 한편, 미얀마 공군에 납품될 전투기에 보다 첨단화된 블록 III 버전이 포함될지 여부는 확실하지 않다. 소식통이 제인스사에 밝힌 바에 따르면, 현재 진행 중인 면허 제작 관련 협상에서 미얀마가 블록 III 버전 생산을 추구하고 있다고 한다. 〈janes.ihs.com 참고〉

미국, 미래 병사용 탄환과 기관총 개발 중

미국이 수십만 병사들의 능력을 강화하기 위해 향후 10년 동안 더욱 가벼우면서도 강력한 탄환과 티타늄 기관총을 제공할 것으로 보인다.

1. 유효사거리를 300m에서 1,200m로 증가시키면서 가벼워진 탄환

미 육군은 M4/M16 돌격소총을 대체하기 위해 신형 소총과 탄약을 시험 중이다. 5.56mm탄은 현재 사격전이 많이 발생하는 300m 이상의 거리에서는 치명성이 떨어진다. 방산업체인 텍스트론사는 특수 설계한 Cal .264(6.5mm)탄을 이용하여 연구를 실시하였다. 텍스트론사에 따르면, 개발된 탄환을 카빈소총과 기관총으로 발사했을 때, 1,200m 거리에서 7.62mm NATO탄보다 더욱 큰 효과를 발휘하였다고 한다.

텍스트론사가 제공한 자료를 보면, 신형 기관총의 중량이 7.62mm M240L 기관총보다 7lb 더 가벼우며, 경량 탄환 800발 기준으로 전투하중을 27lb 줄일 수 있다고 한다.

2. 무게가 40% 가벼워진 티타늄 기관총

미 육군은 대표적인 Cal .50 M2 기관총에 대한 경량 티타늄 버전을 제작하였다. 이 기관총은 병사들이 적을 살상하고, 호송대를 방호하며, 무기를 차량에 설치하고, 이동 간 표적을 공격하며, 임무 수행 간 이동이 용이하도록 설계되었다. 이 신형 무기는 기존의 M2보다 무게가 20~30% 가벼우며, 보다 경량이지만 내구성이 우수한 티타늄 소재로 제작되었다고 육군 관계자들이 밝혔다. 티타늄 소재 사용 시 무기 무게는 86lb에서 60lb로 가벼워진다. 이들 무기는 또한 더욱 가벼운 탄환을 사용함으로써 추가적인 이점을 갖게 된다.

현재 M2 기관총은 험비로 불리는 차륜형 고기동 다목적 전술차량(HMMWV[1]), 전술 트럭, M1 에이브람스(Abrams) 전차, 스트라이커(Stryker) 장갑차, 일부 해군 함정, CH-47 치누크(Chinook) 수송헬기 및 UH-60 블랙호크(Black Hawk) 헬기 등과 같은 몇몇 항공기에 사용되고 있다. 또한 이 기관총은 화력전이나 전투상황에서 보병이 지상에서 삼각대에 설치하여 사용할 수 있다. M2는 1,500m 거리에서 점표적을 사격할 수 있으며, 1,800m 거리에서 지역표적을 파괴할 수 있다. 분당 사격발수는 500발이다.

M2 티타늄 기관총 사격장면

1) High Mobility Multipurpose Wheeled Vehicle

출처 nextbigfuture.com (2017. 6. 16.)

해설

강력해진 탄환에 대한 연구는 2014년부터 본격적으로 시작되어 올해 종료될 것으로 보인다.
시험이 성공적일 경우 신형 탄환과 새로운 총의 조합은 병사들에게 사거리와 정확도가 향상되면서 전투하중은 감소되는 해결책을 제시해 줄 수 있을 것으로 보인다.
그러나 해결해야할 문제점들이 있다. 그 중 하나는 100여 년 전 미국 내에서 새로운 소총을 결정할 당시, 성능이 우수했던 6.5mm 보다 재고가 많던 Cal .30을 선택했던 것처럼 현재에도 나토 표준탄환인 5.56mm와 7.62mm탄의 재고로 인하여 결정하는 데 제한이 될 수 있다는 점이다.
또한 향후 새로운 탄환 및 소총을 결정하는 데 있어, 미 특수작전사령부에서 실시하고 있는 Cal .260과 6.5mm탄을 활용하여 7.62mm탄과의 성능을 테스트한 결과도 고려하여야 할 것으로 보인다. 현재 실시되고 있는 성능테스트의 6.5mm탄은 폴리머 재질로 개발하여 기존 7.62mm탄의 무게보다 1/3이 가벼워진 것으로 발표된 바 있다.
현재 개발되고 있는 티타늄 기관총이 확보될 경우 무게가 40%나 감소됨으로써 삼각대를 이용하는 보병들에게 융통성을 확장해 줄 수 있을 것으로 보인다. 관계자에 따르면 조만간 미 육군은 이 기관총을 확보하기 위한 제안요청서를 발표할 것이라고 한다.

인도, 3세대 ATGM 시험발사 성공

인도가 포크란 사격장에서 3세대 대전차유도미사일(ATGM[2]) 시험발사에 성공했다. 인도 국방연구개발기구(DRDO[3])가 개발한 프로스피나(Prospina) 미사일은 미국의 재블린 미사일이나 이스라엘의 스파이크 미사일보다 훨씬 우수한 것으로 알려졌다.

프로스피나 미사일은 발사 후 망각(Fire & Forget) 방식으로 상부공격(Top Attack) 모드를 지원하는 미사일로서 인도 육군의 기계화 보병부대 및 공수부대 화력을 상당히 증대시킬 수 있다. 이번 시험은 나렌드라 모디 인도 총리의 이스라엘 방문을 며칠 앞두고 이루어졌다.

인도 ATGM 시험발사 장면

인도 국방부는 6월 13일 저녁 "발사 후 망각 방식의 3세대 프로스피나('나그'로도 불림) ATGM은 항전장비를 내장한 적외선영상레이더 (IIR[4]) 탐색기를 비롯한 많은 첨단 기술을 통합하였으며,

2) Anti-Tank Guided Missile
3) Defence Research and Development Organization
4) Imaging Infrared Radar

전 세계에서 극히 일부의 국가만이 이러한 능력을 갖추었다. 프로스피나 ATGM은 고유의 상부공격 방식으로 이번 시험발사에서 표적을 성공적으로 파괴하였다."고 발표했다.

작년 여름 미사일 유도비행시험은 IIR 탐색기의 탐색거리 능력 확인에 중점을 두어 기온이 가장 높은 한낮에 실시되었다. 그러나 탐색기가 47℃ 이상의 온도에서 표적과 주변환경 구분에 실패한 것으로 보도되었다. 육군의 요청에 따라, 과학자들은 일부 기술적인 변경을 실시하고, 적외선 신호를 감지할 수 있는 매우 민감한 탐지기를 장착하였다.

향후, 인도 육군은 20년 동안 총 40,000발에 달하는 ATGM이 필요하다. 특히, 사수가 굳이 유도를 하지 않아도, 빠른 속도로 이동하는 적 전차를 타격할 수 있는 프로스피나와 같은 미사일은 인도 육군에게 어느 때보다도 절실히 요구되는 미사일이다.

DRDO는 5,100만 달러 이상의 비용을 들여 이 미사일을 개발하였다. 이와는 별개로 인도는 2014년에 대전차유도미사일 국외구매 최종 경쟁에서 미국의 재블린을 누른 이스라엘의 스파이크를 선정하였으나, 인도의 방산조달 정책은 단일공급원을 인정하지 않기 때문에 계약을 체결하지 못하였다. 인도 육군 장교들이 프로스피나 미사일에 만족감을 표시할 경우, 인도 정부는 외국제 미사일보다 자국산 미사일로 최종 결정할 가능성이 높기 때문에 오는 7월 모디 총리의 이스라엘 방문 중 스파이크 미사일 계약 체결이 이루어질 것이라고 장담할 수 없는 실정이다.

출처 armyrecognition.com (2017. 6. 14.)

해설

기존 '나그'로 명명된 대전차 미사일 프로그램은 1980년대에 시작되었으며, 첫 번째 시험평가는 1990년에 실시하여 1990년대 중반에 양산이 기대되었으나, 기술적인 어려움으로 수차례 지연되었다. 장기간 개발 지연에 따라 명칭을 프로스피나 미사일로 변경하면서까지 지속 개발하여 금번 시험평가를 성공한 것으로 보이며, 이 성공이 이와 별개로 추진 중인 이스라엘의 스파이크 미사일 도입에 어떤 영향을 미칠게 될지 귀추가 주목된다.

금년 3월에 보도된 디펜스뉴스에 의하면 모디 인도총리의 이스라엘 방문에 앞서서 인도 국방부의 단일공급원을 인정하지 않는 정책과 관련하여 인도 내각위원회에 상정하여 구매를 추진 중이라고 하였다. 이때 추진되는 구매 수량은 발사대 321대, 미사일 8,356발이며, 이와 병행하여 발사대 1,500대와 미사일 30,000발을 기술이전으로 생산하는 것이 포함되어 있다. 향후 인도정부가 스파이크 미사일을 구매할지, 자국산인 프로스피나 미사일의 양산을 통해 인도 육군이 필요로 하는 대전차미사일을 확보할지 관심을 가지고 지켜볼 필요가 있겠다.

노르웨이 남모사, 램제트 추진 155mm 포탄 개발 중

노르웨이의 탄약제조업체인 남모사가 최대사거리가 90km로 예상되는 신형 155mm 포탄을 개발하고 있다.

남모사의 전차·포탄 제품 담당 토마스 단볼트 이사는 5월 22~24일 런던에서 개최된 IQPC 미래 포병 콘퍼런스에서 신형 155mm 포탄 관련 내용을 설명하면서, 현재 이 포탄을 회사 자체 예산으로 개발 중이라고 밝혔다.

신형 포탄은 유선형으로 되어 있으며, 재래식 포탄보다 엄격한 제작 기준에 따라 생산된다. 램제트 추진체계를 사용하여 이 포탄은 재래식 155mm탄보다 훨씬 사거리가 길며, 탄도수정신관(CCF[5])을 장착하여 30m 이하의 원형공산오차(CEP[6])를 달성할 수 있다.

포탄의 포구속도는 최소 940mph(1,513km/h)가 될 것이며, 램제트 추진체계를 통해 최대속도를 마하 3.0(3,672km/h)까지 높일 수 있다. 또한 일반 포탄과 비교하면 고폭(HE[7]) 탄두 중량이 약 6~7kg 정도 감소될 수 있을 것으로 보인다.

남모사에 따르면, 전형적인 155mm/52구경장 포병체계는 일반 포탄을 최대사거리 40km까지 발사하여, 5,024km^{2}의 지역을 무력화할 수 있는 반면, 램제트 추진 포탄을 발사하는 유사한 체계는 90km의 최대사거리를 달성할 수 있으며, 피해지역 범위는 24,434km^{2}에 이른다고 한다.

남모사의 단볼트 이사는 신형 포탄 초도 시험이 2018년에 실시될 것으로 예상된다고 밝혔다.

이번에 새로 개발되는 포탄은 남모사가 최근에 개발한 155mm HE-ER[8] (사거리연장)탄의 기술을 활용하여 개발 중이라고 밝혔으며, 기 개발된 HE-ER탄은 시연을 통해 40km 이상의 사거리와 작은 CEP를 입증하였다. 현재 이 포탄은 품질인증을 받아, 핀란드가 보유한 한화테크윈의 K9 썬더(Thunder) 155mm 자주포에 사용하기 위해 생산에 들어갈 예정이다.

155mm 사거리연장탄(고폭탄 등)

5) Course Correction Fuze
6) Circular Error Probability
7) Extended Range

8) High Explosive

출처 janes.ihs.com (2017. 5. 25.)

해설

램제트는 피스톤으로 공기를 압축하는 방법이 아닌 고속 비행에 의한 기압으로 공기를 압축하는 제트 엔진의 한 종류이다.

2016년 9월 '2016 DX Korea'에서 한국의 풍산(주)는 램제트 추진 155mm 사거리연장탄 개발 개념을 발표하였는데, 이는 155mm 포탄 내부에 대기 중 산소를 흡입하는 램제트엔진을 장착하여 최대사거리를 80km 이상으로 증가한다는 개념이었다.

풍산의 램제트 추진 폭탄 모형

풍산이 공개한 램제트 추진 폭탄은 항공역학적으로 기존의 모양과 물리적인 차이를 보이고 있다.

램제트 방식을 활용하여 포탄의 사거리가 기존의 2배 이상으로 증가될 경우 야전지휘관의 야포 전술적 운용방안이 다양화되고 효과가 증대될 것으로 기대된다.

미 텍스트론사, 활강무기 퓨리 개발 완료

텍스트론사 퓨리

텍스트론사가 공중발사 경량 정밀유도 활강무기 퓨리(Fury) 개발이 완료되었다고 공식적으로 발표했다.

미국 텍스트론사와 영국 탈레스사가 세계시장을 겨냥하여 공동 판촉하는 퓨리는 탈레스사가 개발한 경량 다목적 미사일(LMM[1]) 계열 정밀무기 기술에서 파생되었으며, 텍스트론사가 제작·통합한 많은 체계를 활용하였다.

퓨리는 길이 68.6cm, 직경 7.62cm의 소형 활강무기로서 주로 중고도 무인항공체계(UAS)와 전술무인항공체계(TUAS[2])에 탑재될 예정이며, 경공격/ISR(정보·감시·정찰) 항공기 및 클래스 IV(중량 1,320lb 이상, 비행고도 18,000ft 이하) UAS에도 사용이 가능하다. 무게가 5.8kg인 퓨리에는 사브사의 1.8kg급 통합효과 탄두, 운용자가 선택 가능한 텍스트론사의 3중모드(충격/공중폭발/지연) 신관이 장착된다. 퓨리는 중기단계에서 GPS 지원 관성항법을 사용하고 종말단계에서는 반능동 레이저(SAL[3]) 유도장치를 통해 원거리에 있는 정지 및 이동표적을 1m 이내의 정확도로 타격한다.

퓨리는 여러 가지 유인 또는 무인 플랫폼에 신속히 통합되도록 공통 인터페이스를 사용하며, 파일런 장착대에 1발을 장착하거나 이미 통합된 레일장착대 탑재용 랙에 여러 발을 장착한다.

퓨리 비행시험은 총 13회에 걸쳐 실시되었으며, 2016년 4분기에 완료되었다. 비행시험에는 점검비행, 항공기 탑재비행시험 그리고 다양한 거리·고도·기상조건에서 실시된 샤도 및 샤도 M2 TUAS 플랫폼에서의 투하시험이 포함되었다. 2016년 4월에 실시한 첫 번째 발사시험에서 퓨리는 고도 8,000ft 상공에서 투하된 후 GPS 유도방식으로 기동비행 후, 종말단계에서 SAL 유도방식으로 전환하여 정지 차량을 타격하였다. 이어 2016년 10월 시험에서도 8,000ft 고도에서 투하되어 1.5km 떨어진 이동표적 타격에 성공했다.

텍스트론사는 퓨리의 운용 전반에 대하여 시험하였고 체계성숙도와 기술성숙도가 모두 향상되었다고 한다.

1) Lightweight Multirole Missile
2) Tactical Unmanned Aerial System
3) Semi-Active Laser

출처 janes.ihs.com (2017. 5. 18.)

해설

텍스트론사는 G-CLAW[4] 공중발사 정밀유도 활강무기도 2016년 10월경에 개발을 완료하였다. 또한 퓨리와 G-CLAW 활강무기를 통해 궁극적으로 호환성이 있는 센서, 탄두, 탑재장치를 갖춘 모듈식 무기체계 개발을 추구한다. 그리고 사거리와 체공시간을 증대시키기 위한 동력추진식 G-CLAW 개발도 고려 중이다.

4) Guided-Clean Area Weapon

중국, 공중발사 미사일용 신형 램제트엔진 시험 성공

전투기에서 발사된 공대공 미사일

중국이 공중발사 미사일의 거리와 속도를 개선하기 위해 설계한 고체연료 방식의 가변 유량 램제트엔진을 시험하는 데 성공했다고 중국 국영 언론사 글로벌 타임즈가 보도했다.

이 신문은 중국항공우주과학기술공사(CASC[5])와 제휴한 연구팀이 신형 엔진을 이용하여 2회에 걸쳐 비행시험을 실시했다고 보도했다. 이어서 추가 보완작업을 통해 차세대 극초음속 미사일 개발이 가능할 것이라고 전망했다.

5) China Aerospace Science and Technology Corporation

신형 램제트엔진은 아직 개발단계이지만 청두항공공사(CAC[6])가 제작한 J-20 5세대 전투기 등 최신 전투기에 장착된 공대공 미사일과 대함미사일의 사거리와 기동성을 획기적으로 향상시킬 것으로 기대된다. 신형 램제트엔진은 중국이 처음으로 개발·배치한 능동 레이더 유도 초가시선 공대공 미사일(BVRAM[7])인 PL-12/SD-10 미사일 등 중국의 최신 미사일에 장착이 가능하다.

램제트엔진을 장착한 미사일을 운용할 경우, J-20 전투기는 300km 거리에서 미사일을 발사할 수 있으며, 미사일의 비행속도가 마하 5~6으로 증가하여 전투능력이 크게 강화된다.

보도 기사에는 신형 램제트엔진의 전력화 일정은 언급되지 않았다.

6) Chengdu Aircraft Corporation
7) Beyond Visual Range Air-to-air Missile

출처 janes.ihs.com (2017. 6. 6.)

해설

제인스사가 발행한 'All the World's Aircraft'에 따르면, J-20 내부에는 GSh-301 30mm 기관포 1문과 탄약 150발이 탑재된다. 전투기 중앙 내부 무장창에는 PL-10, PL-12, PL-15, PL-21과 같은 공대공 미사일 6발을 탑재한다. 또한 엔진의 공기흡입구 동체에 추가로 미사일 1발 장착이 가능하며, 각 주익 아래에 파일런 2개를 추가할 수도 있다.
저비용으로 출력이 높고 제어가 용이한 고체연료 방식의 소형 램제트엔진을 개발하는 것은 매우 정교한 고도의 기술력이 필요한 결코 쉽지 않은 일이다. 군사 전문가들은 이러한 엔진이 실용화되려면 아직 많은 연구가 필요하다고 한다.
글로벌 타임즈는 중국이 장거리 미사일을 지원하기 위해서는 원거리 탐지 네트워크 구축과 관련된 연구를 실시하고 아주 빠른 속도로 정보를 처리하는 정밀유도체계를 확보해야 한다고 보도했다.

이스라엘 라파엘사, 5세대 스파이크 미사일 개발 중

스파이크 LR II의 측면

RADS[8]사가 스파이크(Spike) 다목적 미사일 체계 계열에 완전한 네트워크 연동능력을 도입할 예정이다.

신형 스파이크 LR[9] II는 기존 4세대 스파이크 LR 다목적 미사일(스파이크 LR I)을 발전시킨 것으로 지상발사기·차량·함정·헬기에서 발사 가능하고 중량 감소, 사거리 증대, 파괴력 강화, 첨단 표적 인식 및 추적 능력, 관성측정장치(IMU[10])를 이용한 제3자 표적할당(네트워크 연동) 기능 개선 등이 특징이다.

스파이크 LR II는 새로운 전장 위협에 대응하기 위해 26개국에 이르는 스파이크 미사일 운용 국가들의 피드백과 초기 스파이크 체계 개발을 통해 축적된 경험과 기술을 기반으로 개발되었다. 스파이크 LR II는 기존 스파이크 계열 미사일과 완전한 공통성을 유지하며, 기존 차량 거치형 발사대, 헬기 발사대, 함정 발사대, 지상 삼각대 발사대 등 모든 발사대에서 발사할 수 있으나, 미사일 장입을 위해 소프트웨어 업데이트가 필요하다.

신형 미사일의 무게는 스파이크 LR I보다 약 1kg이 가벼운 12.7kg 미만이다. 이 정도 경량화가 가능한 것은 냉각식 IR 센서 대신에 비냉각식 IR

8) Rafael Advanced Defence Systems
9) Long Range
10) Inertial Measurement Unit

센서를 사용하여 냉각가스 실린더와 극저온용 파이프가 필요 없기 때문이다.

스파이크 LR II의 전면

또한 라파엘사는 스파이크 LR II에 사용할 새로운 탄두 2종을 개발하였다. 첫 번째 탄두는 주력전차나 중장갑차량을 공격하기 위한 탠덤식 HEAT[11](대전차고폭탄) 탄두로서 장갑관통능력이 기존 스파이크 LR I에 비해 30% 이상 증대되었다. 이러한 중량 대비 관통능력은 12.7kg급 미사일에서는 보기 힘든 파괴력이다.

두 번째 탄두는 신관 작동모드를 선택 가능한 지능형 다목적 폭풍탄두로서 구조물, 비장갑 차량, 개활지의 병사 공격에 효과적이다. 반면, 탠덤식 HEAT 탄두는 장갑표적에는 매우 효과적이지만, 구조물이나 비방호 표적에 대해서는 그렇지 않다.

지능형 다목적 폭풍탄두의 성능이 특히 주목할만하다. 사수는 발사 전에 지령발사장치(CLU[12])에서 신관 작동모드를 설정하거나 미사일 비행 중에 선택할 수도 있다. 이 탄두는 관통모드에서 두께 20cm의 철근 콘크리트를 관통할 수 있다. 개활지 표적인 경우, 사수는 탄두가 충돌 즉시 폭발하도록 신관을 선택한다. 이 방식은 개활지 표적에 아주 효과적이다.

스파이크 LR II에는 대전차 탄두와 다목적 폭풍탄두와 같은 2종의 탄두 장착이 가능하며, 운용자는 임무 요구조건에 따라 적절한 탄두를 선택한다.

신형 스파이크 LR II의 사거리는 지상발사대 사용 시, 기존 스파이크 LR I의 사거리인 4km에 비해 약 35%가 증가된 5.5km이다. 지상발사 사거리가 증가된 요인은 스파이크 LR I의 로켓모터를 개량하여 받음각(angle of attack)이 큰 상태에서 표적을 공격하도록 한 데 있다.

지상발사 시 스파이크 LR II는 스파이크 LR I보다 길이가 약간 더 긴(5.5km) 광섬유 데이터링크를 사용한다. 헬기에서 발사할 경우 스파이크 LR II는 광섬유 데이터링크 대신 RF 데이터링크를 사용하여 10km를 비행한다. 라파엘사는 헬기발사 전용 소형 경량 RF 통신링크결합체를 개발하였으며, 가벼운 양방향 RF 데이터링크 안테나를 헬기용 초경량 신형 발사대에 내장시켰다. 스파이크 LR II는 헬기에서도 광섬유 데이터링크를 사용할 수 있으나, 이 경우에는 5.5km를 비행 후 영상이 단절된다. 하지만, RF 데이터링크 방식을 사용하면, 광섬유 데이터링크와 달리 광섬유 케이블이 헬기 로터에 의해 절단돼 통신이 끊길 염려도 없다.

또한 라파엘사는 이 미사일에 사용하는 신형 전자광학(EO[13]) 탐색기 패키지를 설계하였다.

11) High Explosive Anti-Tank
12) Command Launch Unit
13) Electro-Optical

EO 패키지에는 신형 비냉각식 IR 센서, 신형 고해상도 LED 주간용 컬러센서(종전 스파이크 미사일의 EO 패키지는 흑백영상을 사용) 그리고 지능형 추적기 등이 포함된다.

사수의 추적 부담을 덜어주기 위하여 설계된 새로운 지능형 추적기는 일단 표적이 결정되면 즉시 표적을 포착하여 표적이 건물이나 다른 장애물 뒤로 사라질 경우에도 표적을 계속 추적할 수 있다. 따라서 4세대 데이터링크 장착 스파이크 LR의 경우처럼 사수가 직접 추적기를 업데이트할 필요가 없다.

스파이크 LR II는 아직 개발 및 시험단계이며, 신형 탄두 및 비냉각식 IR 탐색기에 대한 위험감소 시험이 진행 중이다. 라파엘사는 2018년 4분기까지 스파이크 LR II 개발을 완료할 계획이다.

출처 janes.ihs.com (2017. 5. 29.)

해설

스파이크 미사일에 네트워크 연동능력을 도입하려는 라파엘사의 시도는 역동적이며 고도의 상호운용성이 요구되는 현대 전장의 양상에 적절히 대응하는 한편, 새롭게 출현하고 진화하는 위협을 능가하지는 않더라도 이를 해결하기 위한 라파엘사의 노력을 보여준다.
라파엘사는 스파이크 LR II가 현대의 노출신호가 적은 긴급한 시한성 표적 외에도 '여러 형태의 첨단 장갑 및 방호체계'와 교전하도록 설계되었다고 한다. 그러나 라파엘사는 스파이크 LR II 체계가 현대식 능동방호장치를 장착한 중장갑 및 경장갑에 대응하는 능력을 갖추었는지 여부에 대해서는 확인해 주지 않았다.

미 FLIR사, 화학물질 식별장비 그리핀 G510 출시

그리핀 G510 본체와 가열형 프로브

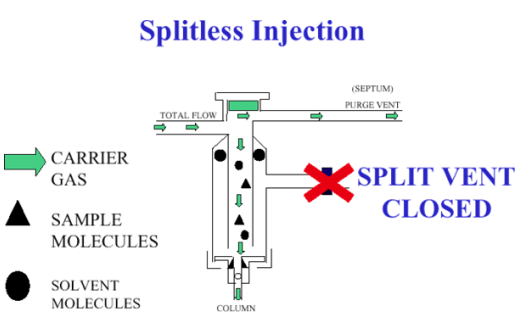
FLIR 시스템스사가 군용 및 산업용 화학적 위험을 현장에서 식별하는 화학물질 식별장비를 출시했다고 6월 5일에 발표했다.

운용자는 고체·액체·증기 등 모든 상태의 물질을 채취하여 FLIR 그리핀(Griffin) G510 가스 크로마토그래피-질량분석계를 사용하여 화학적 위험을 신속하게 식별할 수 있다. 그리핀 G510은 크기가 33.7×33.7×40cm이고 무게가 16.3kg에 불과하여 1명이 운반 가능하다.

시료주입기

그리핀 G510에는 현장에서 화학물질을 분석하기 위해 전투지역 임무용으로 설계된 가열형 샘플 프로브 등 다양한 시료주입기가 통합되었다. 그리핀 G510을 조사모드(survey mode)로 사용하면 증기상태의 화학물질을 수초 이내에 식별할 수 있다.

분지형/비분지형(split/splitless) 주입기는 유기용액을 주입함으로써 환경물질, 과학수사에 필요한 물질 및 유해물질의 시료채취가 가능하다.



분지형/비분지형 주입기

9인치 터치스크린은 뜨거운 구역에서 개인용 보호장구를 완전하게 착용한 상태에서도 운용이 가능하다. 그리핀 G510은 산업표준 NIST[14] 라이브러리를 사용하여 화학적 위협물질이 자동으로 식별되면, 운용자에게 청각·시각 및 컬러코드 신호로 경보한다.

FLIR사는 그리핀 G510이 용도가 다양하고 현장에서 실험실 수준의 성능과 식별능력을 발휘하는 획기적인 화학분석 장비라고 주장한다.

14) National Institute of Standards and Technology

출처 shephardmedia.com (2017. 6. 7.)

해설

그리핀 G510은 15V BB-2590 리튬이온전지 2개로 조사모드로 운용할 경우에는 4시간, 확인모드(confirmation mode)로 운용할 경우에는 2시간 동안 운용할 수 있다.
또한 저온상태에서 운용 가능한 상태까지 예열하는데 15분이 소요된다.

미 공군사관학교 생도, 반유동 물질이 포함된 방탄소재 발명

시험 중인 방탄소재

미 공군사관학교의 사관생도가 부드럽고 끈적끈적한 물질은 방탄소재로 사용할 수 없다는 선입견을 깨뜨렸다.

공군사관학교 4학년 생도인 헤일리 위어는 2014년 화학수업에서 방탄물질에 대해 관심을 갖게 되었다. 에폭시, 케블러, 탄소섬유 등 3가지 물질로 방탄소재를 제작할 경우 탄환을 막을 수 있을 만큼 단단해지지만, 탄환 충격 시 산산이 부서질 수 있다. 위어는 이러한 단점을 보완하여 부서지지 않으면서도 동일한 효과를 발휘하는 대체 혼합물질을 제시하고자 하였으며, 지도교수는 건조 시 경화되는 에폭시를 대체할 물질로 STF[1]를 제안하였다.

비뉴턴 유체[2]로도 알려진 STF는 가해지는 응력이나 힘에 따라 점도가 변한다. 즉 STF는 탄환 같은 어떤 물체에 부딪히기 전까지는 반유동상태를 유지하지만, 충격 시에는 해당 물체를 정지시킬 수 있을 정도로 단단해진다. STF, 케블러, 탄소섬유를 방탄소재로 제각각 사용하는 방안은 새로운 것이 아니지만, 이 물질들을 함께 사용한 경우는 없었다.

위어는 2015년에 연구를 시작하여 2016년 12월 처음으로 시험에 성공했으며, 미 공군시설센터(AFCEC[3])에서 일주일 동안 시험한 결과 9mm, Cal .40 S&W[4] 탄 및 Cal .44 매그넘탄을 막는데 성공하였다.

탄환이 강력하고 빠를수록 STF에 걸려 멈추는 속도도 빨라진다고 한다. 9mm 탄 시험에서는 탄환이 방탄물질 층을 대부분 관통하여 섬유 안감에서 멈췄으나, Cal .40 탄은 세 번째 케블러 층에서 멈췄고 구경이 더 큰 Cal .44 매그넘탄은 첫 번째 층에서 멈췄다. 이는 힘이 클수록 물질이 경화되는 정도가 커지기 때문이다.

위어는 본 소재를 차량과 항공기 표면 코팅 소재뿐만 아니라 병사들의 팔다리 방탄보호대 소재로 사용하는 것을 고려하고 있다. 위어에 따르면, STF의 가능성은 무궁무진하다고 한다. 이 물질을 텐트 형태로 만들면 소화기 사격 및 파편으로부터 인원을 보호할 수도 있다.

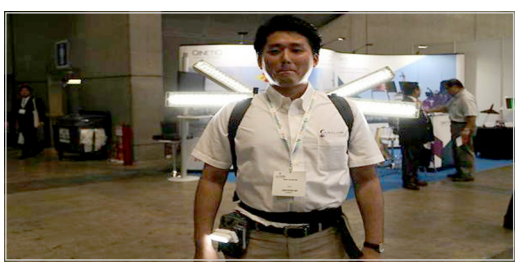
1) Shear Thickening Fluid(전단농화[剪斷濃化]유체)
2) 비뉴턴(non-Newtonian) 유체: 점성법칙이 성립되지 않는 유체로 전단응력과 각변형률이 서로 비선형 관계를 가진 유체
3) Air Force Civil Engineer Center
4) Smith & Wesson

해당 소재는 현재 12개월 유예기간으로 예비출원된 상태이다. 위어는 12개월 후 정식으로 특허 등록되기 전까지 해당 기술을 최적화하여 더욱 발전시킬 것이라고 한다.

출처 airforcetimes.com (2017. 5. 14.)

일 미라이 라보사, 휴대형 충전식 LED 투광등 공개

미라이 라보사가 도쿄에서 개최된 2017년 아시아 해양항공체계 및 기술 전시회(MAST[5] Asia 2017)에서 일본 해상자위대가 사용하는 휴대형 충전식 LED 투광등 X-테라소를 공개했다.



X-테라소(전면)

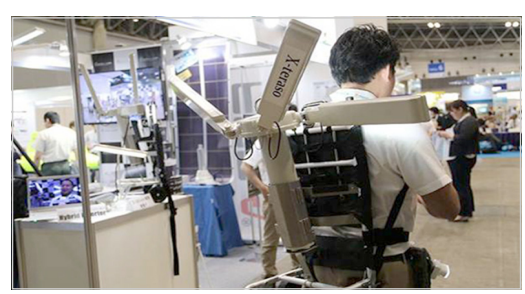
X-테라소는 고효율 반사경과 '미레드 기술'을 사용하여 15m 떨어진 거리까지도 30Lx 이상의 조도로 비출 수 있으며, 소비전력이 18W에 불과하여 에너지절감 효과가 크며 무게도 5kg에 불과하다.

X-테라소에 사용되는 고성능 전지는 미라이 라보사가 자기방전 문제를 해결하기 위해 특별히 개발하였으며 장시간 보관이 가능하다. 이 리튬이온전지는 보관 전에 완전히 충전해 두면, 1년이 지나도 잔존용량이 80%에 이른다.

전지는 탈착식으로 고출력 모드로 8시간 연속 사용이 가능하며, 에너지 절약 모드의 경우 18시간 사용이 가능하다. 전지 교체도 매우 용이하며 예비전지만 있으면 중단 없이 투광등을 계속 사용할 수 있다.

X-테라소는 방수등급이 IP56이므로 갑작스럽게 비가 오거나 심지어 태풍이 불어도 안심하고 계속 사용할 수 있는 장점이 있다.

또한 미라이 라보사의 태양광 발전기를 사용하여 X-테라소를 충전할 수 있으며 충전시간은 맑은 하늘을 기준으로 약 6시간이다. 무게가 2kg에 불과한 이 발전기는 같이 제공되는 가방에 말아서 수납 가능하므로 휴대도 매우 간편하다.



X-테라소(후면)

출처 navyrecognition.com (2017. 6. 13.)

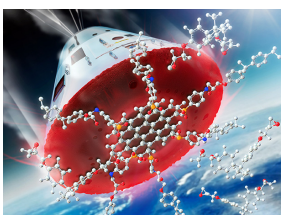
5) Maritime Air Systems & Technologies

스포츠 용품 속 나노 기술, 인간의 한계를 극복하게 하다

2016년 브라질 리우 올림픽 마라톤 부문에서 케냐의 엘루이드 킵초게는 유명 스포츠 브랜드 '나이키'의 러닝화를 신고 금메달을 목에 걸었다. **당시 킵초게가 신었던 신발은 2017년 6월에 발매하는 신발로, 나이키의 설명에 따르면 밑창에 탄소섬유를 덧대 내딛는 힘은 13% 올리고 기존의 신발보다 에너지 소모를 4% 줄여준다.** 전문가들의 설명에 따르면 이 정도 기능은 1~1.5도의 내리막을 뛰는 것과 같은 효과다. **과학기술이 스포츠 영역에서 인간의 한계를 극복시켜주고 있는 셈이다.**

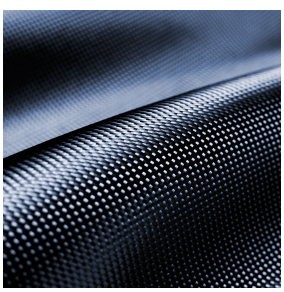
▸1kg도 안되는 자전거, 나노 기술로 가능하다

탄소섬유는 탄소가 주성분인 마이크로미터(μm, 1μm는 10^{-6}m) 단위 굵기의 섬유를 말한다. 섬유의 방향에 따라 육각 고리 모양의 탄소 결정이 붙어있는 형태다. 이 섬유를 여러가닥을 꼬아 실을 만들고, 탄소 섬유 실을 직물 형태로 짜서 이용한다. 열에 의해 쉽게 모양이 변하지 않고, 당기거나 구부리는 힘에 대해 매우 강하다. **무엇보다 탄소 섬유의 가장 큰 장점은 '무게'다. 같은 부피의 탄소 섬유와 철을 비교하면 탄소섬유는 철에 비해 강도가 10배 강한데, 무게는 1/5밖에 안된다.**



탄소섬유를 이용한 소재
(출처: Brett Jordan)

이런 특징 때문에 탄소섬유는 '스포츠 용품' 세계에서 각광을 받고 있다. **테니스나 배드민턴 라켓, 골프채 같은 도구나 헬멧 같은 보호 장구에 사용하고 있다.** 특히 우리나라에서는 탄소 섬유를 이용해 세계적인 스포츠 용품을 만들어내고 있는 업체가 있다. 양궁 제조업체 윈앤윈(주)(대표 박경래)은 탄소섬유를 앞세우며 양궁은 물론 자전거 분야에 까지 신기술을 접목하고 있다. 특히 탄소섬유를 만들 때 탄소나노튜브를 첨가한 '나노 카본 소재'를 이용한다. **탄소나노튜브는 강철보다 당길 때 버티는 힘이 100배나 되고 탄성도 길이 방향으로 16%나 늘어나는 특징이 있다.** 양궁이라는 특수 분야에서 인정 받은 소재는 자전거 제조에도 사용됐다. **나노 카본 소재로 만든 자전거는 뼈대(안장, 바퀴 등을 제외한 자전거의 기본) 무게가 630g 밖에 안되는 초경량이다.**



기능화 산화그래핀을 이용한
고내열 수지와 이를 이용한
초고강도 복합소재의 모식도
(출처: 한국과학기술연구원)

▸로켓, 스포츠카 최첨단 기술 집약체에 쓰이는 탄소섬유

인간의 한계를 극복시켜주는 탄소섬유는 최첨단 기술 집약체에 쓰이는 재료다. 강철보다 단단하고 무게가 가벼운 특성상 매우 빠른 속도가 필요한 스포츠카나 로켓에 쓰이는 값비싼 재료다. 게다가

탄소섬유와 어떤 물질을 혼합하느냐에 따라 나노 카본 소재처럼 강도가 더 높아지기도 한다. 이 때문에 과학자들은 최첨단 탄소 섬유 소재를 목표로 다양한 연구를 진행하고 있다.

임대영 한국생산기술연구원 그룹장팀은 2016년 탄소섬유 부직포를 이용해 복합재료 제조 기술을 개발한 바 있다. 무엇보다 비행기나 자동차 등에 사용하는 탄소섬유 내장제와 충격흡수체의 무게를 줄이기 위해서다. 무게가 가볍고 강도가 높은 탄소 섬유를 전통적인 한지 제조방식을 응용한 공정을 이용해 전통기술과 융합을 시도하기도 했다. 이 연구와 관련해 실용화 플랫폼이 2건 구축되고, 민간 기업에 기술이전도 됐다. 임 그룹장은 보고서를 통해 "이번 연구로 본래 목적이었던 수송기기 사용은 물론 스포츠용 복합재로 응용될 가능성이 높다"고 말했다.

탄소의 새로운 형태, '그래핀'을 이용하는 연구도 한창이다. 탄소섬유에 결합하는 물질 후보 중 하나로 그래핀을 이용한다. 지난해 고문주 한국과학기술원 선임연구원은 그래핀을 화학적으로 가공해 강도와 내열성을 높이는 연구를 발표한 바 있다. **강도와 내열성이 올라간 소재는 머리를 보호하는 헬멧이나 몸통을 보호하는 각종 보호구에 쓰일 수 있다.**

▸나노 섬유로 만든 옷으로 운동효과 측정, 피로회복도 가능

나노섬유 기술을 기반으로 IT 기기와 스포츠 의류를 연동해 운동효과를 측정하는 일도 가능해졌다. 정기수 한국생산기술연구원 수석연구원팀은 나노섬유를 포함한 옷에 전자 센서를 부착해 착용자의 호흡과 맥박을 측정할 수 있는 옷을 만들었다. 나노섬유는 전도성을 가진 섬유로, 인체에서 정보를 받아들이는 역할을 한다. 그 뒤 직물에 포함된 회로를 거쳐 원하는 IT 기기로 정보를 전송해 사용자로 하여금 운동을 할 때 자신의 상태를 알도록 돕는다. **특히 나노단위 굵기의 전도물질이 들어있는 디지털실을 개발함으로써 다양한 스포츠 의류에 사용될 수 있는 발판을 마련했다.**

나노기술이 응용된 스포츠 용품을 착용하고 경기에 임하는 운동 선수의 모습
(출처: pixabay)

일본에서는 나노 기술을 이용해 피로회복이 되는 의류도 생산하고 있다. 나노 크기의 백금을 섬유에 넣어 미세한 전자파가 발생하도록 한 섬유를 이용했다. 이 섬유로 옷을 만들면 섬유와 맞닿아있는 피부에 전자파가 전달되면서 근육을 이완시키며 피로를 풀어준다. 운동으로 지친 몸을 옷을 입는 것만으로도 쉬게 할 수 있는 셈이다.

나노 기술이 발달하면서 스포츠 분야는 나날이 새로운 시대를 열어가고 있다. 더 가벼운 소재는 기록을 향상하고 더 단단한 소재는 착용한 사람을 보호해 준다. 과연 한계는 어디까지 일까. 적어도 기술 때문에 인간이 한계에 부딪히지는 않을 듯하다.

「과학향기」 (KISTI 제2955호)에서

JOURNAL OF THE DEFENSE SCIENCE & TECHNOLOGY INFORMATION

Section

03

해외무기 개발동향

- 가상 및 증강현실 이용 훈련 강화
- 미국 록히드마틴사의 외골격체계 개발동향
- 재래식 잠수함의 추진계통과 추진전지 동향
- 해양의 지속 감시·정찰을 위한 무인항공기 체계
- 대전차유도미사일 개발 동향
- 미국 지상기반 중기단계 미사일 방어체계 개발동향

가상 및 증강현실 이용 훈련 강화

1. 개요

실제와 같은 시뮬레이션 기술이 출현함에 따라, 워게임이 전혀 새로운 의미를 가지게 되었다. 세계 각국 군대에서 가상훈련이 점점 증가하는 추세에 맞추어, 영국 육군도 가상전장에서 실시하는 훈련의 이점을 충분히 이해하게 되었다.

| 그림 1 | 가상전장에서 실시하는 훈련

영국 국방부는 지난 8년 6개월 동안 합동 전투작전 가상환경(Op JCOVE[1]) 사업을 통해 해외 주둔 예정인 16,000명 이상의 병사들을 가상환경에서 훈련시키면서 상당한 군수 및 훈련 비용 절감을 도모하였다. 2017년 1월에는 영국 정규군과 예비군 부대에 새로운 차세대 부대 기반 가상훈련(UBVT[2]) 능력을 제공하기 위해 Op JCOVE 시뮬레이터를 제작한 NSC사와 다시 계약을 체결하였다.

2. 차세대 UBVT

UBVT는 Op JCOVE 사업의 후속 사업이나, NSC사 사업개발 담당 스티브 예이츠 이사가 설명한 바와 같이, 두 사업 간에는 상당한 차이점이 있다.

스티브 예이츠 이사는 "JCOVE는 원래 아프가니스탄 전쟁을 위한 긴급작전요구(UOR[3])의 일환으로 진행되었기 때문에, 돌발적이고 변화하는 작전 요구조건을 충족하기 위해 어느 정도 급조된 측면이 있었다. 그러나 이러한 가상환경을 이용한 체계가 육군훈련체계로 정착됨에 따라, UBVT는 더욱 발전된 형태를 갖추게 될 것"이라고 말했다.

| 그림 2 | UBVT 훈련 개념

1) Operational Joint Combat Operations Virtual Environment
2) Unit Based Virtual Training
3) Urgent Operational Requirement

예이츠 이사에 따르면, 더욱 구조화된 접근방법을 채택한 새로운 UBVT 사업은 설정된 지상집체훈련 목표에 따라 목표를 추적·기록하며, 최신 기술을 사용한다고 한다. 또한 국방 가상 시뮬레이션(DVS[4]) 사업에 따라, BISim[5]사의 최첨단 VBS3[6] 게임 기반 소프트웨어를 사용하고 있는 국방부는 현재 차량 내 통신 및 하차 보병 통신과 C4I[7] 모의 능력도 포함하고 있다.

3. 게임을 이용한 훈련

2013년, 영국 육군 병사 220명이 참가하는 최대 규모의 가상전투 시뮬레이션을 실시했을 때, 당시 최고 인기를 구가했던 1인칭 슈팅 게임인 '콜 오브 듀티(Call of Duty)'와 비교를 피할 수 없었다. 그러나 예이츠 이사에 따르면, UBVT에 사용되는 기반 기술이 이러한 상용 게임과 많은 공통성을 가지고는 있지만, 근본적으로 다르다고 한다.

| 그림 3 | '콜 오브 듀티' 슈팅 게임

그는 "UBVT에는 콜 오브 듀티 게임처럼 좀비와 같은 것들이 없다. '게임'이라는 용어 대신 '연습 시나리오'라는 용어를 사용하는데, 연습 시나리오는 훈련 전문가들이 적절히 구조화하고 통제한 것이며, 특정 시나리오의 경우에는 실제 전술·전기절차를 따른다."고 말했다.

가상환경 내의 모든 것은 거의 실제와 다름없어 보인다. 병력들은 실제와 똑같은 군복을 착용하였으며, 차량은 실제와 똑같이 조작되고, 무기와 탄약효과도 실제를 반영하여 필요한 효과를 정확하게 재현하였으며, 건물 붕괴도 실감나게 처리하였다. 이렇게 정교한 수준을 달성하기 위해 VBS3 시뮬레이션 소프트웨어의 일부 특징이 채택되었다.

| 그림 4 | VBS3

4. 실제와 같은 환경

BISim사의 공동 대표이사인 피트 모리슨은 "다양한 인터넷 연구를 통해 수집된 오픈 소스 데이터를 전적으로 사용하여 콘텐츠 라이브러리를 구축했다. 또한 구체적 세부사항의 경우 일부 추측과 근사치를 적용하였다. 예를 들어, 모의하는 모든 형태의 탄종에 대해 정확한 탄도 데이터를 확보할 수 없기 때문에 공개된 정보에 근거하여 가장 근접한 궤적을 모의하였다."고 말했다.

모리슨 대표이사에 따르면, 고객들도 세부내용을 구성할 수 있으며, 이러한 방식은 상업적 비밀,

4) Defence Virtual Simulation
5) Bohemia Interactive Simulation
6) Virtual Battlespace 3
7) Command, Control, Communications, Computers, Intelligence

수출 통제, 국가안보에 대한 우려가 있을 경우 특히 유용하다고 한다. 민감한 내용의 콘텐츠는 BISim사 콘텐츠 라이브러리 외부에서 통제할 수 있으며, 실행 시 로컬 로딩 된다.

전형적 형태의 지형은 기본 데이터로 제공되며, 소규모 지형의 경우는 비지터(Visitor) 4 도구가, 보다 대규모의 복잡한 지형의 경우에는 TerraTools[8] 등과 같은 개발 도구가 패키지 형태로 제공된다. 높은 충실도 환경 또한 모델링되어, 실제 위치가 충실하게 재현되었다. 모리슨 대표이사에 따르면, 이러한 과정에는 적절한 기본 데이터와 도구는 물론이고 많은 노력과 전문성이 요구되었다고 한다.

| 그림 5 | TerraTools 도구

그는 "세부사항이 많이 요구될 경우에는 지형을 최적화하는 것이 중요하다. 왜냐하면, 디테일한 사항이 많다는 것은 고속 처리해야 하는 데이터의 양이 많다는 것을 의미하며 이는 실행 시 프레임 재생 속도가 더 느려짐을 의미한다."고 말했다.

5. 실제훈련과 가상훈련의 결합

가상전장을 이용한 훈련체계는 병사들에게 무기체계와 지형에 친숙해질 수 있는 기회를 제공하는 등 매우 유용한 훈련도구이다. 대부분 가상세계는 실제 훈련지역에 기반을 두고 있어, 실제와 거의 다름없는 훈련을 실시할 수 있다고 예이츠 이사는 말했다.

예이츠 이사는 "실제 훈련지역을 기반으로 하는 가상현실을 통해 병사들이 무기체계와 전장 시나리오에 익숙해질 수 있다. 또한 합성환경을 통해 실제훈련과 가상훈련을 결합할 수 있는데, 이를테면 실제 훈련지역의 실 병력이 보다 큰 전장 시나리오의 일부로 가상환경의 병력과 협력하여 훈련을 실시할 수 있다."고 밝혔다.

| 그림 6 | 실제훈련과 가상훈련 결합

이러한 훈련 시뮬레이션은 매우 복잡한 형태를 띤다. BISim사의 모리슨 대표이사에 따르면, VBS3 소프트웨어는 이러한 인공지능(AI[9]) 객체가 2,000개에 이른다고 한다. 그러나 UBVT의 경우, 30~110명 수준의 병사를 위한 훈련을 염두에 두었기 때문에 가상 객체 숫자를 매우 융통성 있게 조정할 수 있다고 예이츠 이사는 밝혔다.

8) BISim사의 계열사인 TerraSim사 제품으로 VBS3와 호환 가능

9) Artificial Intelligence

6. 융통성 있는 이점

가상훈련으로 얻을 수 있는 여러 이점을 바탕으로, 가시적 성과를 가져온 것으로 보인다. JCOVE 사업을 통해 탄약 소모, 차량 이동 및 정비 관련 상당한 비용 절감 효과를 거둔 것으로 알려졌다. 게다가 이와 같은 비용 측면만이 유일한 이점은 아니다.

가상훈련은 매우 유연한 방식으로 실시할 수 있기 때문에 광범위한 훈련목표를 설정하여 달성할 수 있다. 또한 훈련 시나리오를 필요에 따라 신속하게 변경할 수 있는데, 훈련 중에도 특정 사항이나 부대에 특별한 훈련 요구사항을 설정할 수 있다. 훈련이 완료된 후에는 사후검토를 통해 미흡한 부분을 점검할 수 있으며, 훈련 성과를 개선하기 위한 방안을 논의할 수 있다고 예이츠 이사는 밝혔다.

또한, 가상훈련의 경우 실제 훈련과 달리 훈련에 따른 여러 과정이 생략되기 때문에 군수부담을 줄일 수 있다. 예를 들어 병사들은 실제 훈련장으로 이동하지 않고도 복잡한 임무를 수행하는 훈련을 실시할 수 있다. 병사들이 실제 훈련에 따른 위험부담 없이 비용 대비 효과적인 환경에서 기본적인 사항을 훈련할 수 있기 때문에, 향후 실제 훈련에서 최상의 효과를 거둘 수 있다.

| 그림 7 | 의무 훈련

또한 가상훈련을 통해 실제환경에서 훈련할 수 없거나 준비가 여의치 않은 특정 지원 자산이나 장비가 필요한 상황에서 해당 전술·전기절차를 숙달할 수 있으며, 경우에 따라서 훈련을 중지시켰다가 재개할 수도 있다. 또한, 기상이나 지형에 구애받지 않고, 주야간 상관없이 훈련을 언제나 실시할 수 있는 이점도 있다.

7. 최신 훈련체계

가. 코얼레슨스 혼합현실 훈련체계

2017 ITEC 전시회에서 미 록웰콜린스사는 지상·해상·공중 영역에 대한 혼합현실(MR[10]) 훈련체계인 코얼레슨스(Coalescence)를 비롯한 고성능 비주얼 솔루션을 선보였다.

록웰콜린스사 클로드 앨버 전무이사는 "코얼레슨스 체계는 시뮬레이션 및 훈련 분야에 있어 차세대 증강현실(AR[11]) 체계이다. 록웰콜린스사는 최신 디지털 기술을 활용하여 현실 세계에 가상의 객체를 완벽하게 중첩함으로써 보다 실전과 같은 훈련을 적절한 가격에 제공할 수 있게 되었다. 설치공간도 적게 차지하는 코얼레슨스 체계는 록웰콜린스사의 실제·가상·구성(LVC[12]) 기술을 통해 연결할 수 있고, 전 세계에 있는 다른 훈련 구성요소를 이용하여 훈련 시나리오를 수행할 수 있다."고 말했다.

10) Mixed Reality
11) Augmented Reality
12) Live, Virtual and Constructive

| 그림 8 | 코얼레슨스 훈련체계

전시회에서 록웰콜린스사는 가상·혼합·증강현실 솔루션, 수송 가능한 모의비행장치(FFS[13]), 실제 훈련체계 등에 대해 서도 중요 기능을 시연하였다.

이에 따라 록웰콜린스사는 항공전자장치 체계 개발, LVC 기술을 이용한 훈련체계 설계 분야에서의 강점을 활용하여 실제세계와 가상세계를 융합함으로써 훈련체계 설계에서부터 통합된 고 충실도 시뮬레이션에 이르기까지 전반적 훈련 관련 통합 솔루션을 제공하고 있다.

나. VIRTUOSO[14] 사업

미국 CRA[15]사도 가상현실(VR[16])과 증강현실(AR)을 이용한 미 육군 훈련용 인터페이스 제작 계약을 체결했다. CRA사가 미 육군연구소(ARL[17])와 2년 기한으로 '모의작전 중 실시간 사용자 제어용 VR 인터페이스(VIRTUOSO)' 사업 계약을 체결하였으며, 계약금액은 약 50만 달러이다.

13) Full Flight Simulator
14) Virtual Interface for Real-Time User Control during Simulated Operations
15) Charles River Analytics
16) Virtual Reality
17) Army Research Laboratory

미 육군은 여러 가지 이점을 고려하여 최근 몇 년 동안 VR/AR 기술을 접목한 훈련을 추구하고 있다. VR/AR 훈련은 실제 작전훈련보다 더욱 안전하고 비용이 적게 들며, 전통적인 2차원 방식 디스플레이보다 높은 몰입감을 제공한다.

| 그림 9 | VR기술 활용 훈련

CRA사의 VIRTUOSO 사업 담당자인 마이클 젠킨스 박사는 "많은 이점을 제공하는 VR/AR 훈련에 한 가지 중요한 과제가 있는데, 그것은 바로 인간과 자연스러운 상호작용을 지원하는 문제이다."라고 말했다. 그는 또한 "실제 작전훈련과 같은 자연스러운 상호작용을 지원하고, 중요한 물리적 과업에 대한 근육학습기억 발달을 위해 실제 훈련 시뮬레이션에서 경험하는 것과 동일한 기술개발 촉진이 요구된다. 이러한 과제를 해결하기 위해 VIRTUOSO 사업은 가상환경을 통한 항법 등의 대근육 운동(gross-motor movement)을 비롯하여, 정밀하게 도구를 조작하거나 훈련병의 손과 손가락을 이용하여 가상 대상과 상호작용을 하는 등의 미세운동(fine-motor movement) 기능 구현을 추구한다."고 덧붙였다.

효율적이고 견고한 기량 발전 촉진을 위해 VIRTUOSO 사업은 통합 능력을 제공하여 기량

평가의 자동화, 능력 및 기법에 대한 계층형 모델 통합을 통한 전반적인 기량 숙달을 지원한다.

다. BEMR[18] 시뮬레이터

최근에 미 업계, 학계, 해군 연구처(ONR[19]) 및 해군성과 관련된 다양한 연구실험소 등의 관계자들이 한 자리에 모인 대규모 군사연습에서 새롭게 개발된 혁신적 기술들이 공개되었다.

2017년 함안기동 연구·실험 고등해군기술연습(S2ME2 ANTX[20])에는 수백 명의 관련 요원들이 참여하였다.

S2ME2 ANTX를 통해 미 해군과 해병대는 연습에 참여한 전투수행원과 고위 간부들의 의견을 수렴하고 기술적 평가 결과를 반영하여 시제품 제작 및 신속한 기술 도입을 추진할 수 있는 새로운 방안을 발견하는 계기를 마련하였다.

S2ME2 ANTX에서는 ONR 및 해군연구실험소의 지원을 통해 개발된 체계들의 시연이 이뤄졌으며, 특히 BEMR 시뮬레이터가 많은 관심을 끌었다.

BEMR 시뮬레이터의 최첨단 기술은 모의된 가상세계에 완전히 몰입할 수 있도록 가상현실과 증강현실을 융합하였으며, 오큘러스 리프트(Oculus Rift) 고글을 사용하면서 실제 영상 위에 표현된 가상의 객체를 인식할 수 있다.

18) Battlespace Exploitation of Mixed Reality, 혼합현실 전장개발
19) Office of Naval Research
20) Ship-to-Shore Maneuver Exploration and Experimentation Advanced Naval Technology Exercise

| 그림 10 | BEMR 시뮬레이터

라. 전술증강현실 기술 개발

미국 육군 전자통신 연구개발 엔지니어링 센터(CERDEC[21])는 병사에게 실제 전장 모습에 비디오 게임 같은 합성 정보 및 센서 정보를 중첩해서 보여주어 상황인식 능력을 개선할 수 있는 미래형 전방시현장치(HUD[22])를 최근에 선보였다.

전술증강현실(TAR[23]) 체계는 소형 웨어러블 컴퓨터와 GPS에 무선 연결되는 헬멧 장착 접안렌즈를 사용하게 된다. 병사가 착용하는 열상조준경은 무기의 조준기뿐 아니라 TAR 체계에도 무선 연결되며 주야간 시야, 방향 및 무기 조준 데이터를 제공한다. 예를 들어 병사가 표적을 겨냥하거나 살펴볼 때 표적까지의 거리, 움직이는 속도와 같은 세부사항과 함께 표적의 조준 영상이 접안렌즈에 표시된다.

전술증강현실은 센서 매핑, 항법 및 3D 표면 모델을 제공하여 기동성과 화력을 크게 개선해 준다. 이러한 능력은 병사의 전장 기동 능력뿐만

21) Communications-Electronics Research, Development and Engineering Centre
22) Head Up Display
23) Tactical Augmented Reality

아니라 위험한 작전에서의 생존 가능성을 높여준다.

| 그림 11 | 전술증강현실 기술

8. 향후 과제

물론 시뮬레이션으로는 한계가 있다. 모리슨 대표이사도 인정한 것처럼, 가상훈련이 결코 실제훈련을 완전히 대체할 수는 없다. 그러나 모리슨 대표이사에 따르면, 가상훈련은 현재 거스를 수 없는 추세로 많은 병력들이 디지털 환경에 익숙해지기 시작했으며, 더욱 진화된 형태의 가상훈련체계가 앞으로도 계속 나올 것이라고 한다.

가상현실 하드웨어와 증강현실 기술이 발전되면, 가상훈련과 실제훈련을 더욱 밀접하게 융합할 수 있다. 다시 말해, 병사들이 가상 표적을 보면서 야전에서 실제 훈련을 실시할 수 있다. 이와 같은 훈련 방식은 일부 지상훈련에서 채택되었으며 앞으로 더욱 폭넓게 활용될 것이다.

출처 1. defense-update.com (2017. 5. 29.)
〈Tactical Augmented Reality to Enhance Warfighter's Battlefield Perception〉
2. army technology.com (2017. 5. 15.)
〈Moving ahead in the virtual battlespace〉
3. defense.gov (2017. 5. 10.)
〈Navy, Marines Spotlight Future of Amphibious, Autonomous Warfare〉
4. asdnews.com (2017. 5. 10.)
〈Rockwell Collins to bring Coalescence mixed reality training system to ITEC 2017〉
5. asdnews.com (2017. 3. 20.)
〈CRA Builds Virtual Reality Training Interface for US Army〉

미국 록히드마틴사의 외골격체계 개발동향

| 그림 1 | 록히드마틴사 외골격 포티스 K-SRD

록히드마틴사의 최신 외골격은 '아이언 맨'도 '아이언 피스트'도 아닌, '아이언 레그(철다리)'에 가깝다. 그러나 무기와 탄약, 방탄복으로 무장하고 아프가니스탄의 산이나 미래 도심전 속 고층건물을 올라야 하는 병사의 입장이라면, 짐 부담을 덜어줄 장비가 무엇보다 반가울 것이다. 또한 공상과학영화 속의 슈퍼슈트와는 달리 지금 바로 제작이 가능하다.

외골격은 로봇과 인공지능을 이용해 인간을 대체하는 것이 아닌 전장에서 인간 능력 강화를 추구하는 미국 국방부 3차 상쇄전략(Third Offset Strategy)의 일환이다. 보병부대가 외골격을 가장 시급히 필요로 하는 데, 대부분의 사상자가 보병이기 때문이다.

보병부대에서 특히 계속 문제되는 것 중 하나가 하중이다. 미군 보병은 노르망디 상륙작전 이래로 항상 과중한 짐에 시달렸다. 당시 지나치게 무거운 배낭 때문에 얕은 물에서 익사한 병사도 있었다. 이는 9/11 사태 이후 특히 시급한 문제로 대두되었다. 무거운 방탄복 차림의 미군 병사들이 가벼운 샌들을 신은 탈레반 조직원을 추적해야 했기 때문이다. 군은 장비 무게를 줄일 방법을 계속 연구했으나, 개선이 대부분 미미한 수준으로, 이곳저곳에서 450g(1lb) 가량을 줄이는 정도였다. 군은 분대 장비 중 일부를 운반하는 차륜형 또는 궤도형 로봇도 실험 중이지만, 아직까지 로봇형 운반장치는 험한 지형에서 빠르게 이동하는 보병을 따라갈 수 없다.

| 그림 2 | 하와이에서 진행된 PACMAN-I 실험 중 병사들을 따라 이동 중인 무인자상차량 퍼니셔(Punisher)

이처럼 병사 짐을 가볍게 할 수도 없고 짐을 없앨 수도 없다면, 병사를 더 강하게 만드는 것은 가능할까? 최근 들어 이에 대한 답은 '그렇다'가 되었다. 필요한 기술이 갖추어졌기 때문이다.

작동 방식

록히드마틴사의 최신 외골격체계는 포티스(FORTIS) K-SRD[1]라는 조금 복잡한 이름이다. 이 장치는 사실 다음과 같은 여러 기술을 정교하게 결합한 것이다.

- 착용자에게 부과되는 하중을 지면으로 이동시키는 단단한 하중지지 프레임
- 무릎에 착용하여 힘을 증폭시키는 소형 구동장치- 향후 모델은 골반 부분에도 구동장치 추가 가능
- 인체와 단단한 프레임 사이에서 완충작용을 하는 푹신한 소재 – 인간의 아날로그 움직임을 디지털 신호로 전환하여 구동장치에 전달하는 것을 지원

| 그림 3 | 제82공수사단 병사 휴대하중 정보

- 착용자의 움직임에 맞춰 외골격이 매끄럽게 움직이도록 조절하는 인공지능 – 인체의 자연스러운 움직임을 방해하는 경우가 많았던 과거 초기 외골격과 달리 최정예 특수부대원은 K-SRD 착용 시 84kg(185lb)의 역기를 짊어진 상태에서 스쿼트 동작을 2배 많이 하였다(착용 전 평균 20~25회 대비 50회 이상). 록히드마틴사의 제품 관리자이자 해군 출신이며 '다른 정부기관'의 운용자였던 키스 맥스웰에 따르면, 무게 84kg의 모의 사상자를 계단 위로 운반하는 경우에도 비슷한 개선 효과를 보였다고 한다. 맥스웰 관리자는 "장치는 말 그대로 계단 위로 착용자를 밀어 올린다."며 "더 빨리 계단을 오르면서 피로는 훨씬 덜 느낀다."고 말했다.

| 그림 4 | 록히드마틴사 외골격 헐크

그러나 맥스웰 관리자는 장치의 효과가 수직 방향 움직임에서 가장 크고 평지 이동 시에 가장 작다는 점을 강조했다. 그에 따르면, 15도 경사에서 장치를 통해 감소되는 인간 에너지 소모, 즉 '순 신진대사비용'은 9%에 불과하다며, 평지의 경우에는 에너지 절감 효과가 전혀 없다. 왜 그런 것일까? 인간은 수백만 년 동안 대초원을 가로질러 오랫동안 사냥감을 추적할 수 있도록 진화해 왔다. '지구력 사냥(persistence hunting)' 이론에 의하면, 인류 조상이 활과 화살 없이 사냥감이 지쳐 쓰러질 때까지 사냥감을

1) Knee-Stress Relief Device, 무릎하중완화장치

쫓아다니는 단순한 방식으로 사냥을 했다고 한다. 적어도 앞으로 당분간은, 어떤 현대 기술도 평지에서 인간 능력을 개선하기는 어려울 것이다.

맥스웰 관리자에 따르면, 평지에서 K-SRD를 착용했을 때 "할 수 있는 일은 미착용 시와 동일하다."고 한다. 하지만 이는 이전 외골격에 비하면 현저히 개선된 것이다. 록히드마틴사는 과거 수년에 걸쳐 무게 39kg(85lb)의 단단한 외골격을 개발했다. 헐크(HULC[2])라는 이름의 외골격은 무거운 하중을 운반하는 기능이 훌륭했으나, 인간 움직임에 맞춰 자연스럽게 움직이지 못했다. 맥스웰 관리자는 "불규칙한 지형과 무한대로 가변적인 인간의 걸음걸이가 문제였다."고 말하며, 헐크에 탑재된 컴퓨터가 착용자가 원하는 바를 제대로 이해하지 못하여 잘못된 방식으로 움직였다고 전했다. 또한 헐크를 착용하고 보행하는 경우, 외골격의 도움을 전혀 받지 않을 때보다 오히려 15~25% 많은 에너지가 소모되었다고 한다.

| 그림 5 | 산업용 외골격 포티스

2) Human Universal Load Carrier

록히드마틴사는 이후 목표를 낮추어 포티스 외골격을 개발했다. 포티스는 기본적으로 구동장치가 없어 전기가 필요하지 않은 단단한 지지 프레임으로, 공장과 조선소 등지에서 작업자가 피로도 없이 무거운 공구를 다루도록 도움을 준다. 산업용 포티스 외골격은 착용 상태에서 손에 공구를 들고 약 90m(100야드) 이내의 다른 작업장으로 이동하기에 충분한 기동성을 갖추었으나, 전장에서 사용하기에는 매우 곤란했다.

산업용 포티스와 달리, 포티스 K-SRD는 단단한 구성품 및 유연한 구성품의 조합과 헐크보다 훨씬 정교한 알고리즘을 사용하여 착용자 신체에 맞춰 움직인다. 맥스웰 관리자에 따르면, 시험 참가자들은 단 15분에 걸친 훈련만으로 이를 운용하였으며, 일부 특수부대원은 훈련 없이도 외골격 운용이 가능했다고 한다.

맥스웰 관리자는 "달리기와 높은 곳에 오르기, 스쿼트 동작이 가능하다."고 말했다. 바닥에 엎드려 엄폐 자세를 취하고, 포복 후 벌떡 일어나 전진하며, 다시 엄폐 자세를 취할 수도 있다. 심지어 평균대 위를 걸을 수도 있으나, 이렇게 정교한 동작을 하기 위해서는 힘 증폭용 구동장치를 끄는 것이 권장되며, 간단한 엄지손가락 동작만으로 제어기에서 구동장치를 끌 수 있다. 한 시험 참가자는 K-SRD 외골격을 착용한 상태로 잠을 잘 수 있을 만큼 편안해 했다고 한다.

아이언맨과의 비교

외골격 개발이 시작된 지 수십 년 지난 지금, 록히드마틴사는 K-SRD 외골격을 조만간 야전 배치하기를 바란다. K-SRD 사업팀은 매사추세츠

주 내틱(Natick) 소재 미국 육군 병사체계센터와 긴밀히 협력 중이다. 해당 센터에서 시험용으로 다수의 K-SRD 외골격을 구매하고 향후 30~60일 내에 공동연구개발계약을 체결하기를 기대한다. 다른 사업 파트너로는 육군 신속장비군과 해병대 원정보병대가 있다. 록히드마틴사는 소방·구조 용도 활용 가능성을 두고 미국 국토안보부 및 몇몇 외국 소방당국과도 협력 중이다. 해당 기관에도 생사가 걸린 임무를 수행하기 위해 무거운 장비를 메고 높은 곳을 오르내리는 인력이 있기 때문이다.

맥스웰 관리자가 언급한 목록에는 특수작전사령부(SOCOM)가 포함되지 않았으나, SOCOM은 탈로스(TALOS[3]) 사업을 통해 직격탄을 막을 수 있는 기계식 장갑 전신슈트를 구상했다. SOCOM의 사령관이었던 윌리엄 맥레이븐 제독은 이를 아이언맨 슈트에 비교했다.

맥스웰 관리자는 "돌파 및 진입이 가능하며 직사거리 내 7.62mm 철갑탄을 막을 가능성이 비교적 높은 장갑강화 솔루션을 확보할 수 있을까?"라는 질문을 던진 후 "물론 가능하다."는 답을 내놓았다. 하지만 이는 아이언맨 만화나 영화 속 비행슈트와는 거리가 매우 먼 무겁고 느린 장치가 될 것이다.

| 그림 6 | 아이언맨 슈트 조작을 위해 인공지능 '자비스'의 도움을 받는 운용자(최근 미 국방부가 큰 관심을 두고 있는 인간-기계 협업의 일종)

맥스웰 관리자는 "아이언맨은 외골격 개발에 방해가 되었다."고 말했다. 그것이 불가능한 기대를 불러일으켰기 때문이다. 아이언맨 슈트와 같은 외골격은 글자 그대로 불가능한데, 컴퓨터 그래픽 이미지로 완성된 영화 속 아이언맨 슈트는 번번히 물리법칙을 위반하기 때문이다. 예를 들어, 아이언맨은 공중에서 떨어져 깔끔한 3점 착지 자세를 취하곤 하는데, 실제라면 갑작스러운 감속으로 인해 슈트 속 인간 운용자가 액화될 것이다.

실제 외골격은 만화 속 슈트를 그대로 모방할 수 없지만, 그럼에도 불구하고 여전히 경이로운 장치이다. 맥스웰 관리자는 최정예 병력이 외골격을 착용했을 때 "그들은 인간 이상의 무언가가 된다."고 말했다. 이는 단순한 기계 이상의 무언가가 된다는 뜻이기도 한데, '기계 속 인간이 항상 기계를 통제하기 때문'이라는 것이 그의 설명이다.

이것이 바로 미국 국방부 3차 상쇄전략의 중심에 놓인 인간-기계 협업의 '켄타우로스 모델'이다. 기수와 말이 하나로 결합된 신화 속 켄타우로스처럼, 기계의 힘과 속도에 이를 제어하는 인간의 상상력과 민첩성이 결합되어 시너지 효과를 내는 것이다.

맥스웰 관리자는 "인간이 개입하여 판단을 내려야 할 상황이 존재하는 한, 인간의 관여가 필요하다."며 "궁극적으로는, 인간을 대신해 판단을 내릴 수 있는 기계가 있다면, 외골격이 아닌 로봇을 만들면 될 것"이라고 말했다. 그는 "그것이 가능해지기 전까지, 최고의 인간과 최고의 기계를 결합해야 한다."고 결론지었다.

출처 breakingdefense.com (2017. 5. 17.) 〈Lockheed Exoskeleton Gives Troops A Leg Up, Literally〉

3) Tactical Assault Light Operator Suit

재래식 잠수함의 추진계통과 추진전지 동향

1. 개요

잠수함이 항해하기 위해서는 추진축을 회전시켜 추진기를 돌려야 한다. 이를 위한 동력으로 전동기의 힘, 또는 원자로의 열로 발생한 증기로 구동되는 터빈의 힘이 사용된다. 또한 수중음파 탐지기로 목표를 탐지하고, 전투체계로 이를 관리하는 등 전투 및 함을 운항하는 데 있어 반드시 필요한 각종 시스템은 전기로 작동한다. 한편 어뢰를 수압으로 사출할 때에는 대부분의 경우 압축공기의 힘을 사용하며 방향타는 유압을 사용하여 움직이는 경우가 많은데 이 유압과 압축공기는 전동기에 의해 발생된다. 즉 추진축을 회전시키는 것 이외의 잠수함의 동력원도 결국은 전력이라고 볼 수 있다.

이 전력의 원천은 재래식 잠수함인 경우 발전기이고, 발생된 전력은 전지를 충전시키며 잠항 중에는 이 전지가 모든 전력의 원천이 된다. 원자력잠수함은 증기터빈을 구동함으로써 수중에서도 계속하여 발전이 가능하므로 잠항을 대비해 전지를 충전할 필요가 없다. 그러나 원자력잠수함도 원자로를 사용할 수 없는 비상시를 대비하여 디젤기관, 발전기 및 전지를 보유하고 있다. 잠수함은 어떠한 형태로든 중요한 기기에 대한 백업 수단이 있어야 하는 것이 상식이며, 원자력잠수함에 디젤기관 등을 탑재하는 것도 당연하다.

본고에서는 잠수함의 추진체계와 이에 포함되어 주 전력을 공급하는 주 축전지인 납축전지, 그리고 이를 대체할 리튬이온전지에 대해 간략하게 설명한다.

| 그림 1 | 후방부에서 하얀 배기가스가 배출되는 잠수함

2. 잠수함의 추진체계와 장비

현대의 재래식 잠수함은 디젤기관과 발전기가 직결되어 있으며, 여기에서 발생한 전력을 추진과 충전에 사용한다. 즉 현대의 재래식 잠수함은 모터의 힘으로 항해한다. 그러나 2차 세계대전 이전 대부분의 잠수함은 디젤기관, 발전기/전동기, 추진기가 그 사이에 클러치를 두고 직결되어 있었다. 즉 이 잠수함들이 부상·항주할 때에는 직결된 디젤기관에 의해 발생하는 힘으로 항주했던 것이다.

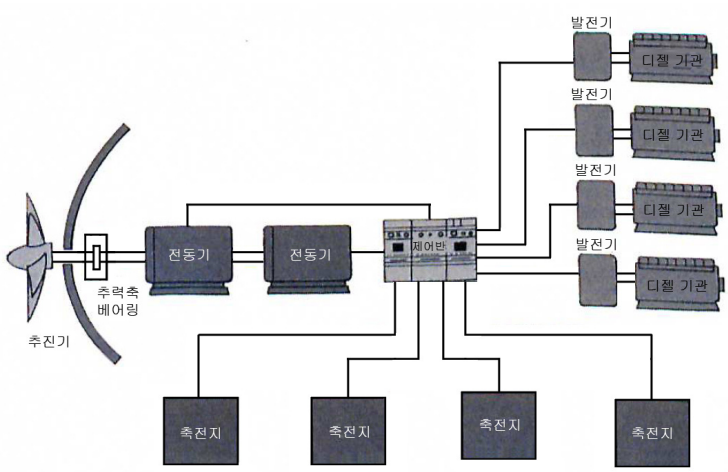
디젤기관과 직결된 발전기로 발전하고, 그 전력을 추진 또는 전지를 충전하는 이 방식의 경우 발전기는 발전기로서 최적의 형태가 되도록 설계하고, 전동기도 효율 및 정숙성 등 잠수함에 최적화하여 설계된다. 이처럼 잠수함이 전기추진방식이 됨에 따라 후진이 필요할 때에 일단 회전수를 낮춘 다음 클러치를 전환하는 번거로운 과정을 거칠 필요가 없게 되었으며, 전동기를 역회전 시켜 즉시 후진하는 이른바 긴급 브레이크 조작도 가능해졌다.

한편 독일은 가솔린으로 인해 화재 등이 발생할 위험성 때문에 1911년에 처음으로 디젤기관을 탑재한 잠수함 U-19를 건조한 이후 계속 디젤기관을 채택했다. 또한 세계 각국의 잠수함도 디젤기관을 채택하여 전지를 충전, 잠항 중에는 전지로 잠수함을 움직이는 현재의 재래식 잠수함의 형태가 급속하게 형성되었다.

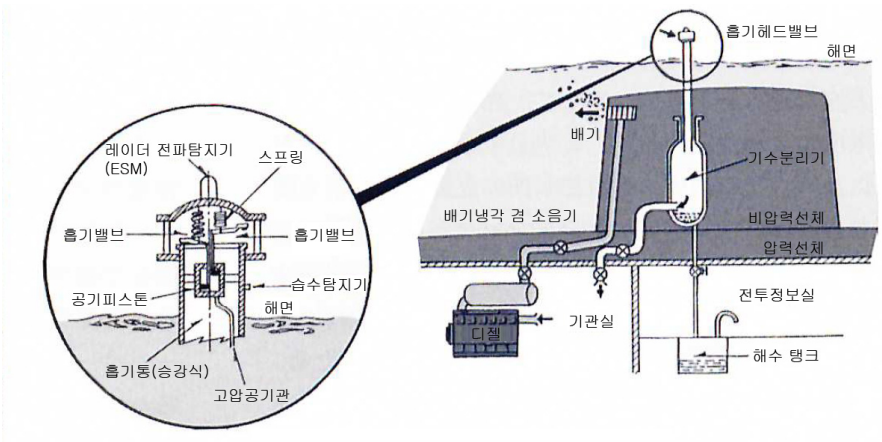
잠수함의 디젤기관에 가장 필요한 요구사항은 피탐으로 이어지는 요인을 최소화하는 것인데 이를 위해서 디젤기관 운전시간을 가능한 한 단축시키는 것이다.

디젤기관을 운전하기 위해서는 공기가 필요하므로 필연적으로 잠수함 선체의 일부를 수면 위로 노출시켜야 하는데, 이로 인해 적 레이더에 탐지될 가능성이 있다. 또한 디젤기관은 작동 중 큰 소음이 발생해 수중음파탐지기 등에 탐지될 가능성이 있으므로 운전시간을 가능한 한 단축시켜야 한다. 이를 실현하기 위해 잠수함은 기동과 동시에 전력으로 운전할 필요가 있으며, 정지 시에도 최대 출력에서 서서히 출력을 낮추는 것이 아니라 급격한 정지가 가능해야 된다. 항공기가 빈번하게 대잠초계비행을 하는 상황에서 작은 틈을 노려 스노클을 실시해야 하는 점을 상상한다면 이러한 기능이 왜 필요한지는 쉽게 이해할 수 있다. 디젤기관을 운전하고 있을 때는 1초도 낭비하지 않고 충전을 하고, 적 항공기가 다가올 경우 언제라도 스노클을 중지할 필요가 있는 것이다. 또한 피탐방지 관점에서는 진동이 작고 자기(磁氣)가 낮은 것이 바람직하다.

스노클을 원활하게 수행하기 위해 잠수함용 디젤기관에 요구되는 사항은 높은 배기압력이다. 즉, 잠수함용 디젤기관의 배기에는 일정 정도의 수압에 대항하여 밖으로 나갈 수 있을 만큼의 압력이 처음부터 필요하다. 또한 비바람이 몰아치고 파도가 높은 상황일 경우에는 더 큰 수압이 가해지기 때문에 이를 능가하는 배기압력이 없다면 배기가 불가능해져 기관이 정지하게 된다. 이러한 사태를 견딜 수 있도록 높은 배기압력을 형성하면 일반 선박 엔진에 비해 연비가 다소 나빠지는 것은 피할 수 없다.



| 그림 2 | 재래식 잠수함의 일반적인 추진체계



| 그림 3 | 재래식 잠수함의 스노클 체계

3. 주 축전지

가. 납축전지

재래식 잠수함의 수중 동력원이 되는 전지는 주 축전지라 불린다. 잠수함에서는 주 축전지의 충전용량이 크면 클수록 장시간 잠항할 수 있다. 콜린스급 잠수함용 전지 제조사의 자료에 따르면 1차 세계대전에서 사용된 잠수함은 2kt라는 매우 느린 속력으로 48시간 잠항이 가능했지만, 6~8kt로는 1시간밖에 잠항할 수 없었으며, 2차 세계대전에 사용된 잠수함은 3~4kt로 3일까지 길어졌다고 한다. 이것들에 사용되었던 전지 기술은 일반 자동차에 사용되던 납축전지와 동일한 기술이며, 잠수함이 탄생했을 때부터 이용되었다. 시대의 발전과 함께 기술은 개선되었지만, 현대는 더 이상 기술적인 발전이 이루어질 여지가 없는 수준에 도달하여 납축전지의 충전용량을 늘리기 위해서는 기본적으로 각각의 전지 크기를 크게 함과 동시에 탑재하는 전지의 수를 늘리는 것 이외에는 방법이 없다고 생각한다. 이 점은 전지용량이 클수록 크기와 중량이 증가하는 자동자용 납축전지 카탈로그를 보면 잘 알 수 있다.

납축전지가 잠수함용 주 축전지로서 지금까지 사용되는 이유는 니켈수소전지와 리튬이온전지 등에 비해 가격이 상대적으로 낮고 신뢰성은 매우 높으며, 오랫동안 사용되어 왔기 때문에 관리 및 안전 측면에서 노하우가 축적되어 안심하고 사용할 수 있기 때문이다. 그러나 납축전지를 운용 측면에서 살펴보면 다음과 같은 문제점이 있다.

첫 번째로 납축전지는 충전 시 전압이 일정한 수준 이상이 되면 수소가 발생한다. 이에 대처하는 방법은 확립되어 있는데, 수소 발생을 억제하기 위해 그 수준의 전압이 되면 충전전류를 낮추고 충전이 더 진행되어 전지 전압이 올라감에 따라 점점 충전전류를 낮추게 된다. 그 결과 충전 말기의 충전전류는 극히 미량이 된다. 이는 발전기에 충분한 여유가 있음에도 불구하고 충전전류를 낮춘다는 것을 의미하며, 안전 측면의 문제는 없지만, 작전수행 관점에서는 장시간의 충전 및

이로 인한 피탐 가능성이 증가한다는 문제를 초래한다. 그러므로 작전수행 중의 충전 시에는 충전전류를 많이 낮추지 않고 충전을 종료하는, 효율이 좋은 충전만을 실시한다. 즉 충전용량이 낮은 단계에서 충전을 중지하게 된다. 그래서 실제로 이용할 수 있는 납축전지의 충전용량은 명목상의 충전용량보다 상당히 낮아질 수밖에 없어 충전이 충분하지 않은 상태로 작전을 수행하게 된다.

두 번째는 전지 성능을 유지하기 위한 충전의 필요성과, 이 충전이 충분하지 못해 발생하는 수명저하 문제이다. 납축전지의 충전용량은 충방전을 반복하면서 저하되며 이 저하를 억제하기 위해 납축전지는 충전 말기의 낮은 충전전류로 일정한 정도로 수소가스를 발생시키는 충전을 일정 간격으로 실시해야 한다. 관리를 위한 이 충전에서 수소가스가 발생하기 때문에 충전 종료 후에도 수소가스를 완전히 제거하기 위해 1시간 정도 디젤기관을 운전하여 축전지실의 공기를 완전히 빨아들여야 한다. 이러한 작업을 완전히 종료하기 전에 디젤기관의 운전을 중지하면 축전지실에 수소가 쌓여 폭발 위험이 발생하기 때문에 이 전지 성능을 유지하기 위한 충전은 중간에 멈출 수가 없다. 따라서 대잠항공기를 발견했을 때와 같이 즉시 스노클을 중지해야 하는 해상에서는 이러한 유지를 위한 충전을 할 수 없어 항구에 정박하고 있을 때 이를 실시하게 된다. 이러한 사용 상황 때문에 잠수함의 주 축전지는 육상의 충전장치 등에 사용되는 것에 비해 수명이 짧아지기 때문에 탑재된 전지는 이를 감안하여 장비 교체가 계획된다.

세 번째로 납축전지는 방전전류가 커지면 방전용량이 작아진다는 점이다. 예를 들면 민수용 전지를 5시간율로 방전한 방전용량과 1시간율의 방전용량을 비교하면 1시간율의 방전은 약 65%의 방전용량이 된다는 데이터[1]가 있다. 이 수치는 전지에 따라 다소 다를 수 있지만, 납축전지와 같은 동일 기술을 사용하는 한 큰 차이는 없을 것이다. 한편 작전수행 관점에서 저속으로 방전전류가 낮은 작전을 할 경우 어느 정도는 장시간 운용이 가능하지만, 고속을 사용하면 급격히 전류 용량을 잃게 되어 스노클 충전이 필요하다. 그러므로 고속을 사용하는 작전은 극히 제한적일 수밖에 없다.

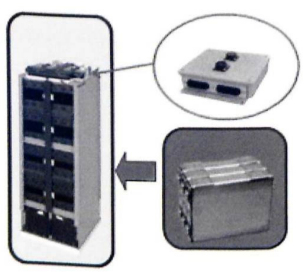
네 번째는 단위 중량 또는 단위 체적당 충전전력이 다른 전지에 비해 낮다는 점이다(예를 들면 납축전지의 충전 가능 전력량은 약 35Wh/kg, 리튬이온전지는 약 120Wh/kg이다[2]). 이로 인해 현대의 잠수함도 전지에 의한 잠항시간이 수일 정도로 한정되어 AIP를 도입할 필요성이 발생하였다.

나. 리튬이온전지

납축전지를 대신할 수 있는 전지로 현재 가장 가능성이 있는 것은 리튬이온전지이다. 이 글에서는 해상자위대의 2015년도 계획 함정으로서 소류급 개량형에 탑재되는 NCA형[3] 리튬이온전지(음극에 탄소, 양극에 니켈·코발트·알루미늄산 리튬을

1) 일본 GS Uasa사의 홈페이지 발췌
2) 일본 자원에너지청 홈페이지 발췌
3) 리튬이온전지를 구성하는 핵심 부품소재는 양극활물질, 음극활물질, 분리막, 전해액으로 구성되며 양극활물질의 경우 금속염의 구성성분(결정구조)에 따라 LCO, NCM, NCA, LMO 및 LFP 등으로 구분

사용)와 오스트레일리아의 신형 잠수함에 대해 일본이 제안했다고 알려진, LTO형 리튬이온전지(음극에 티탄산리튬(LTO), 양극에 망간을 사용)에 대해 설명하고, 향후 잠수함용 주 축전지로서의 리튬이온전지의 가능성을 납축전지와 비교하면서 살펴본다.



| 그림 4 | 방위성 기술연구본부가 개발한 리튬이온전지

납축전지의 문제점으로 맨 처음 언급한 수소 발생 문제는 NCA형 및 LTO형 리튬이온전지에서는 발생하지 않는다. 또한 리튬이온전지의 충전전류량 한계는 LTO형이 NCA형보다 높긴 하지만, 둘 모두 현재 사용되는 디젤기관에 의한 발전 전류로 한계에 도달하지 않아 실질적으로 충전전류 한계가 없다고 생각하면 된다. 그러므로 리튬이온전지는 발전 능력의 한계에 이를 때까지 발전하고, 그것을 전지 용량이 가득 찰 때까지 충전하는 것이 가능하다. 이는 피탐방지라는 관점에서 용량이 가득 찰 때까지 충전한 후 작전을 수행할 수 있으므로 매우 큰 장점이다.

납축전지의 두 번째 문제인 성능유지를 위한 충전은 리튬이온전지에서는 필요가 없다. 그리고 납축전지는 전해액에서 수분을 잃게 되므로 증류수를 보충할 필요가 있지만, 리튬이온전지는 그럴 필요도 없어 매우 쉽게 유지할 수 있다.

세 번째 문제인 고율방전에서의 방전용량이 낮아지는 현상도 리튬이온전지에서는 발생하지 않는다. 충전된 전력은 거의 그대로 사용할 수 있다. 덧붙여 말하면 충전량 대비 방전할 수 있는 효율은 납축전지는 87%, 리튬이온전지는 95%[4]이다. 그러므로 리튬이온전지를 주 축전지로 한다면 고속기동 작전을 기존보다 쉽게 채택할 수 있어 작전의 폭이 크게 넓어진다.

네 번째 문제인 충전용량은 앞에서 설명한 바와 같이 리튬이온전지에서 크게 개선될 것이다. 해상자위대의 2015년도 잠수함은 납축전지 및 AIP 탑재공간에 리튬이온전지를 탑재, 그 합계 충전용량을 리튬이온전지만으로 달성했다고 생각되는데, 이는 리튬이온전지의 단위 중량·용적당 충전량의 크기 때문에 가능한 것이다. 단, 이 충전량의 크기는 NCA형 리튬이온전지가 갖춘 것이며, LTO형 리튬이온전지는 충전량이 납축전지보다 조금 좋은 정도이므로 AIP와 납축전지의 합계 용량을 LTO형만으로 구성하기 위해서는 선체의 중량 용적에서 차지하는 주 축전지의 비율을 상당히 높일 수밖에 없어 어려움이 있을 것으로 생각한다.

여기까지 리튬이온전지의 장점만을 나열하였지만, 리튬이온전지도 다음과 같은 단점이 있다. 첫 번째 단점은 화재 등이 발생할 위험성이 있다는 점이다. 이는 전지 본체에 문제가 있거나, 충방전을 제어하는 회로 또는 장치에 문제가 있어 발생한다. 전지 본체의 문제는 전지 제조 시 금속가루 등과 같은 이물질이 섞여 전극 간에 단락을 일으키는

4) 일반적인 참고치임

경우와, 외부에서 가해지는 충격 등으로 인해 전지 케이스가 변형되어 전극이 접촉해 단락을 일으키는 경우가 있다. 둘 모두 단락 부분의 온도가 급상승하고, 그 다음 전지 전체로 발열 확대 및 폭주반응이 발생하여 화재 등으로 이어질 가능성이 있다. 또한 방전 시 제어회로 등에 문제가 있어 과충전과 과방전이 발생하면 마찬가지로 발열, 열폭주로 인해 화재가 발생할 가능성이 있다.

참고로 이 화재 위험성에 관한 내용은 LTO형 리튬이온전지에는 해당하지 않는다. LTO형은 고열 환경에서도 열적 안정성이 높고, 내부 단락되는 속도가 NCA형의 약 1,000분의 1로 느려진다. 또한 내부 단락에 의해 방전된 음극 LTO 부분은 고전자 전도체상에서 절연성에 가까운 저전자 전도체상으로 변해 방전반응의 진행을 억제하는 자기보호 기능이 발현된다. 그러므로 전지에 못을 박는 시험에서도 화재가 발생하지 않았다. 이 높은 안전성은 LTO형 리튬이온전지가 민수용으로 100만 셀 이상 출하되었음에도 불구하고 화재 등의 사고가 전혀 발생하지 않은 점을 봐도 알 수 있다.

단, 일본 해상자위대가 채택하는 주 축전지가 NCA형 리튬이온전지라고 해서 앞에서 말한 위험성이 있다고 생각하기는 어렵다. 이 전지를 제조하는 공장은 내부 단락의 원인이 되는 불순물을 제거하기 위해 LSI 제조공장 수준의 클린룸 안에 있다고 알려졌을 정도이다. 또한 충방전 제어시스템은 충분한 여유를 가지고 충방전을 제어하도록 설계되었다. 그리고 1개의 전지에서 열폭주 등이 발생하더라도 다른 전지로 파급되지 않는 조치 등이 취해졌을 것으로 생각한다.

두 번째 단점은 가격이 매우 비싸다는 점이다. 리튬이온전지 자체의 가격은 공표되지 않았지만, 처음 스털링 AIP와 납축전지를 탑재하지 않고 리튬이온전지를 주 축전지로 채택한 2015년도 잠수함의 예산은 644억 엔이었는데, 스털링 AIP와 납축전지를 탑재한 2014년도 잠수함의 517억 엔보다 127억 엔이나 상승했다. 그 밖의 요인이 다소 있긴 하지만, 가격 상승의 큰 이유는 리튬이온의 가격과 탑재에 따른 전기회로의 변경에 기인한 것이라고 생각한다. 마찬가지로 LTO형은 NCA형보다 저렴하긴 하지만, 납축전지에 비하여 상당히 비싸다고 생각한다. 단, 리튬이온전지의 수명은 충방전 사이클이 수천 사이클 이상으로, 수백 사이클로 알려진 납축전지보다 길다. 그러므로 주 축전지를 교체하는 횟수가 적고, 전지를 교환하기 위해 도크(dock)에 들어가는 비용까지 고려하면 리튬이온전지 채택에 따른 비용부담 증가는 상당히 감소할 것으로 생각한다.

이상으로 리튬이온전지에 대해서 NCA형과 LTO형으로 한정하여 설명했지만, 리튬이온전지는 니켈계, 망간계, 인산철계 및 리튬폴리머 등 종류가 많으며, 각각 특징이 있다. 또한 새로운 고에너지 용량의 전지개발도 진행되므로 어떤 전지가 미래의 잠수함용 주 축전지가 될 것인지는 아직 불투명하다. 단, 한 가지 확실한 것은 리튬이온전지의 가격이 낮아지고 있으므로 납축전지가 잠수함용 주 축전지로서 미래에도 사용될 비율은 앞으로 현격하게 낮아질 것이라는 점이다.

출처 世界の艦船 (2017. 7.)
〈現代の潜水艦〉

해양의 지속 감시·정찰을 위한 무인항공기 체계

해양 및 연안감시 임무 수행과 관련하여 장기체공 무인항공체계가 점차적으로 보다 많은 역할을 수행할 것이다.

UAS는 전장에서 정보·감시·정찰(ISR) 역할을 꾸준히 해낸 것과 달리, 해상 영역에서는 지금까지 이렇다 할 역할을 하지 못하고 있다. 그러나 해군, 해안경비대 및 기타 해상보안기관들이 해양 초계와 대응작전에서 유인기 보강 수단으로 고도의 자율성을 발휘하는 HALE[1]및 MALE[2] UAS 채택을 적극 검토하면서 상황이 달라질 것으로 보인다.

국제적으로도 많은 국가들이 방대한 연안과 해상 영역을 감시하기 위해 보다 효율적이고 효과적인 방안을 모색하고 있다. 해안 국경에 접한 국가들은 자국 관할 해역 내에서 이루어지는 해상교통 상황을 명확히 파악하는 것은 물론이고, 영해 또는 인접 해역에서 발생하는 불법 행위를 예방하거나 범죄를 단속할 필요가 있다.

분명한 사실은 연안에서 지상기지 통제하에 운용되는 고정익 해양감시용 UAS는 지상 감시 체계와는 상이한 성능과 특성이 요구된다는 점이다. 특히, 넓은 지역을 탐색하는 성능이 요구됨에 따라, 원거리에서 탐지·분류할 수 있는 강력한 다중모드 영상 레이더와 적극적 식별 및 영상 포착이 가능한 원거리 고해상도 전자광학/적외선(EO/IR) 체계의 통합이 필요하다.

또한 피아식별을 위한 수단으로 AIS[3] 수신기를 탑재하여 VHF 채널 정보(레이더에 포착된 선박명, 위치, 침로, 속도 등의 선박 정보)에 접근하여 표적을 선별하고, AIS를 사용하지 않는 경우 이를 조사할 수 있어야 한다. 그리고 전자식 감시 장비를 탑재하여 상황인식 및 전술정보도 제공해야 한다.

먼 바다에서의 임무 수행 시 통신장비의 중요성은 더욱 커진다. 해상 UAS는 LOS[4] 데이터링크는 물론이고 BLOS[5] 통신을 위한 SATCOM[6] 방식을 모두 사용해야 한다. 해상 초계용 UAS가 EO/IR 장치를 사용한 적극적 식별을 위해 하강하면서, 통신 가시선을 벗어나는 경우가 많기 때문에 고대역폭 BLOS 링크의 중요성은 더욱 부각된다.

트라이톤 체계

미 해군은 BAMS[7] 소요 충족을 위해 노스롭그루먼사의 MQ-4C 트라이톤(Triton) UAS를 도입하고 있다. 2008년 4월 BAMS 사업 입찰경쟁에서 록히드마틴사/제너럴 아토믹스사의 마리너 UAS를 제치고 선정된 MQ-4C는 HALE RQ-4B 글로벌 호크 UAS를 해상용으로 개조한 것이다. 미 해군의 해상초계·정찰부대에 지속적인 해양 ISR 데이터 수집 및 전파능력을 제공하기 위해 설계되었으며, 총 68대의 UAS가 미 해군에 납품될 계획이다.

1) High-Altitude Long-Endurance, 고고도 장기체공
2) Medium-Altitude Long-Endurance, 중고도 장기체공
3) Automatic Identification System, 선박자동식별장치
4) Line of Sight, 가시선
5) Beyond Line of Sight, 가시선 초월
6) Satellite Communications, 위성통신
7) Broad Area Maritime Surveillance, 광역해상감시

MQ-4C 체계는 해상 ISR 복합체계(system of systems)라고 볼 수 있으며, MQ-4C 기체, 다중센서 임무 탑재체(해양 레이더, EO/IR, 전자전 지원책(ESM[8]), AIS, 기본 통신 중계기), 지상통제소 등으로 구성된다. P-8A 포세이돈 다중임무 해상초계기의 보조수단으로 운용되는 MQ-4C는 타격, 신호정보(SIGINT[9]), 통신을 지원할 뿐만 아니라, 원정타격단[10], 항모타격단[11], 합동군 해상구성군사령관[12] 등과 같은 작전·전술 지휘부에 전투정보를 제공한다.

| 그림 1 | 활주로에 대기 중인 노스롭그루먼사의 MQ-4C 트라이톤

| 그림 2 | 해상 정찰을 위한 장기체공 무인기 MQ-4C 트라이톤

8) Electronic Support Measures
9) Signal Intelligence
10) Expeditionary Strike Group(ESG)
11) Carrier Strike Group(CSG)
12) Joint Forces Maritime Component Commander(JFMCC)

MQ-4C는 2,000NM 범위 내에서 지속적인 ISR 임무 수행이 가능하기 때문에, P-8A 초계기는 대잠전, 대수상전, 무기운용 등과 같은 핵심 임무에 집중할 수 있다. 즉, MQ-4C 트라이톤은 해상 정찰을 위한 장기체공 무인기로서 해상 전투공간에 대한 공통 작전·전술상황도를 상시적으로 제공한다. 또한, MQ-4C 트라이톤 체계가 수집하여 GIG[13]에 송신하는 데이터는 다양한 정보활동 및 노드를 지원한다. 전구(戰區) 수준의 작전적 또는 국가 전략적 과업 수행을 위해, MQ-4C 트라이톤 체계를 단독으로 또는 다른 자산과 함께 운용할 수 있다.

MQ-4C 체계의 기본 설계는 RQ-4B 글로벌 호크와 아주 유사하나, 해상 정찰 활동에 최적화된 플랫폼으로 만들기 위해 대폭 개조되었다. 따라서, MQ-4C는 필요에 따라 험한 해상 기상환경에서도 하강 및 상승하여 해상의 함정 및 기타 표적에 더욱 가까이 접근할 수 있다. 주요 개조 내용으로는 강풍, 해일, 조류 충돌 사고 등에 대비한 날개 구조 강화, 낙뢰 보호 장치, 개선된 레이돔 구조 강도 및 항공역학, 능동연료체계, 무게중심 제어, 블리드 공기 흡입구 방빙(防氷), 내부 탑재 용량 증대 등이 있다.

360° 감시를 위해 MQ-4C 체계는 AN/ZPY-3 MFAS[14] X-밴드 AESA 레이더를 주요 해상 감시 센서로 사용하는데, 이 레이더는 벨리 페어링에 설치된 3개 패널 배열을 사용하는 기계식 회전 방식과 전자 스캐닝 방식을 결합한 것이다. 노스롭그루먼사에 따르면, 이러한 방식을 통해 레이더가 관심 지역을 더 오랫동안 감시할 수 있으며 해면 클러터(sea clutter) 안에 있는 소형

13) Global Information Grid, 범지구 정보 격자체계
14) Multi-Function Active Sensor, 다기능 능동센서

표적들에 대한 탐지 능력 또한 강화된다고 한다. 360° 전방위 탐지가 가능한 MFAS 레이더는 일단 표적을 탐지하면, 데이터를 트랙, 단일 프레임 스냅샷, 고해상도 스냅샷의 형태로 지상기지에 송신한다. 트라이톤 체계의 체공시간과 ZPY-3 센서의 탐지 능력 덕분에 MQ-4C는 270만 평방마일 범위를 대상으로 ISR 임무를 수행할 수 있다고 노스롭그루먼사는 밝혔다.

ZPY-3 체계는 해양 표적 추적을 위한 MSS[15], 함정 분류를 위한 ISAR[16] 모드 등 다양한 감시 패턴 모드로 신속하게 전환할 수 있다. IWS[17] 모드를 활용하면, MSS 스캔 중 매우 짧은 시간 동안 ISAR 기능(ISAR 스냅샷 및 높은 거리 해상도) 사용이 가능하다. SAR도 지상 매핑에 사용할 수 있다. 즉, 스폿(spot) 모드로 지상 및 정지 표적 영상을 얻거나, 스트립(strip) 모드로 고정된 빔 패턴을 유지하면서 영상을 얻을 수 있다.

레이시온사의 AN/DAS-3 MTS-B EO/IR 센서 터렛은 자동표적 추적, 여러 시야각[18]에서 촬영한 고해상도 EO/IR 영상, 다중모드 컬러 비디오, 수상표적에 대한 정지화상 등을 제공한다. 시에라 네바다사가 AN/ZLQ-1 ESM 세트 공급을 맡고 있다.

L3 테크놀로지스 CS-웨스트사가 트라이톤 체계의 WCCS[19]를 책임지고 있다. WCCS는 주 작전기지 및 전방작전기지에 SATCOM 및 LOS 통신을 제공한다.

통합임무체계 및 IFC[20] 2 소프트웨어를 탑재한 MQ-4C 개발 비행시험이 2015년 4월에 시작되었다. IFC 2 소프트웨어를 사용한 비행시험 6회(지상 및 시뮬레이터 시험 이외에 총 60시간에 이르는 비행시간)로 구성된 운용평가는 2015년 11월과 2016년 1월 사이에 실시되었다. 노스롭그루먼사에 따르면, 합동 해군/업계 OA팀이 상이한 고도 및 거리에서 센서 영상과 성능을 분석·확인하는 한편, MQ-4C가 표적을 분류하고 중요 데이터를 전파하는 능력을 점검했다고 한다.

| 그림 3 | 구축함 상공을 비행 중인 MQ-4C

MQ-4C 체계의 TOS[21] 평가도 성공적이어서 비행지속 요구사항도 충족할 것으로 보인다. 그러나 OA 과정에서 EO/IR 센서 제어 및 ESM 인터페이스와 관련된 미흡한 성능, 레이더 온도 관리의 어려움 등 다수의 결함이 드러났다.

그 밖에도 규정된 최소 안전거리를 자체적으로 유지하기 위한 DR[22] 능력(항공교통 혼잡해소 및 충돌회피 능력) 부족도 결함으로 지적되었다. MQ-4C 체계용으로 개발 중인 원래의 Ku-밴드

15) Maritime Surface Search, 해상 수색 모드
16) Inverse Synthetic Aperture Radar, 역합성개구레이더
17) Image While Scan, 스캔 중 영상촬영
18) Field of View, FOV
19) Wideband Command / Control Communication Subsystem, 광대역 지휘통제통신 하부체계
20) Integrated Functional Capability, 통합기능능력
21) Time On Station
22) Due Regard, 적절한 주의

ABSAA[23] 레이더는 2013년에 보류되었다.

국방부 운용시험평가국은 2016 연례보고서에서 "DR 능력은 민간 및 국제공역에서의 MQ-4C 체계 운용, 즉 글로벌 해군작전 지원에서 중요한 능력이다. 초도운용시험평가 과정에서 이러한 능력이 완벽하게 검증되지 않을 경우, MQ-4C 체계 효과성 감소와 같은 부정적 결과가 초래될 것이다."라고 밝혔다.

미 해군은 현재 DR 능력 준수를 위한 대체수단을 조사 중이며, 여기에는 최초운용능력 작전을 지원하기 위해 MQ-4C 체계에 이미 통합된 다른 협조적 회피체계 및 절차가 포함된다. 감지·회피 솔루션은 IOC 달성 이후 선정될 예정이다.

2016년 6월에 트라이톤 UAS가 FMV[24] 영상을 공용 데이터링크를 통해 비행 중인 P-8A 포세이돈에 전송하는 데 성공하여, 추가적인 시험일정이 모두 완료되었다. 이로써 트라이톤 UAS가 원거리에 있는 P-8 승무원들의 상황인식을 지원하는 능력, 즉 MTS-B EO/IR 체계를 이용하여 표적을 추적하는 능력이 입증되었다. 작전환경에서 이러한 능력을 활용하면, P-8 유인 해상초계기가 현장에 도착하기 훨씬 전에 관심 표적과 주위 함정에 대한 정보를 확보할 수 있다.

운용평가 및 초기운용능력[25]에서는 IFC 3 소프트웨어가 탑재된 기체를 사용할 예정이다. IFC 3는 캘리포니아 주 랜초베르나르도 지역 노스롭그루먼사 시설에 소재한 MQ-4C 트라이톤 체계센터에 설치되었으며, 2017년에 기체 비행시험이 실시될 예정이다.

2016년 8월, 미 국방부가 MQ-4C 사업에 마일스톤 C를 승인함으로써 초도소량생산 착수를 위한 길이 열렸다. 미 해군의 첫 번째 무인정찰대대인 VUP 19가 2016년 10월 공식 임무를 개시했으며, 같은 달 MQ-4C는 100번째 비행을 완료했다. VUP 19 정찰대대는 플로리다 주 잭슨빌 해군 항공기지를 모기지로 하며, 정비단은 캘리포니아 주 포인트 무구 지역에 소재한 벤추라 카운티 해군기지에 위치할 예정이다. 계획된 5개 전방 작전기지 중 괌이 첫 번째 기지가 될 것이라고 VUP 19 창설식에서 발표되었다.

계획된 미래 체계 성능개량에는 공중교통 충돌 회피 레이더체계, 다중정보 형상 SIGINT 수집체계 등이 포함된다. SIGINT 능력을 제공하는 다중정보 형상은 센서, 지원 소프트웨어 및 하드웨어를 포함하며, 1급비밀 및 특수정보를 처리할 수 있다. 미 해군은 대부분의 임무에 MQ-4C 다중정보 형상을 이용하여 EP-3 아리에스 II를 대체할 예정이다.

원래 계획에 따르면, 기본형 해상 ISR 능력을 이용하여 IOC를 달성하고, 향후 몇 년 내에 다중정보 능력을 도입할 예정이었다. 그러나 2016년 9월, 단일 버전의 트라이톤 배치로 별도의 운용평가 및 IOC 기간이 불필요하게 되면서 다중정보 버전의 해군 인도 일정을 보다 앞당기는 결정을 내렸다.

더욱 포괄적인 저대역 및 고대역 신호 수신기 세트가 포함된 다중정보 형상은 기본형 AN/ZLQ-1 ESM을 대체한다. 미 해군은 EOC를 제공하기 위해 2018 회계연도에 IFP 3 기본형 형상(비다중정보 형상)으로 된 MQ-4C 항공기 2대를 배치할 계획이다(향후 다중정보 수신기 세트 장착 예정).

23) Airborne Sense and Avoid, 공중기반 감시 및 회피
24) Full-Motion Video, 완전동영상비디오
25) Early Operational Capability(EOC)

다중정보 형상의 개발 및 배치와 시기를 맞추기 위해, MQ-4C 사업의 IOT&E 일정이 2017 회계연도 말에서 2020 회계연도 말로 늦춰졌다.

다중정보 능력을 제공하는 표준 IFC 4가 탑재된 MQ-4C 체계를 대상으로 IOT&E가 진행될 예정이다. 다중정보 버전은 2020년에 EOC 및 배치가 계획되어 있으며, 이어서 2021년 말까지 운용평가 및 IOC가 이뤄질 예정이다.

2014년 3월, 호주 정부는 에어 7000 사업(Project Air 7000) 1B단계 해상정찰항공기 대체사업의 무인요소를 충족하기 위해 MQ-4C 트라이톤 획득 의도를 발표했다. 호주는 에어 7000 사업을 통해 MQ-4C 체계와 P-8A 대잠초계기를 혼합 운용하는 방식으로 호주 공군의 AP-3C 오라이온 항공기를 대체할 예정이다.

MQ-4C 체계 7대가 2020년대 초부터 호주 공군의 에딘버러 기지에 주둔하고, P-8A 포세이돈 항공기와 함께 운용될 예정이다. 노바시스템스사가 엔지니어링, 체계 안전성, 공중공간관리, UAS 인증과 관련된 작업을 맡아 에어 7000 사업 1B단계를 지원하면서, 장차 호주 지역 환경에서 이 플랫폼을 운용하는 것과 관련한 위험 및 운용수준 결정에 기여할 예정이다.

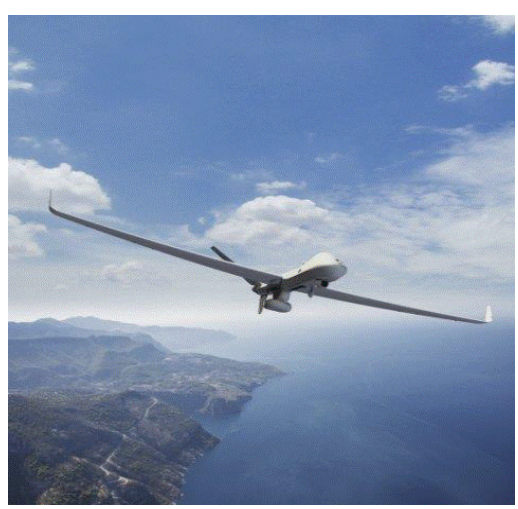
시가디언 체계

GA-ASI사는 신형 '스카이가디언' UAS의 해양 버전을 개발 중이다. 이 회사의 프레데터 B UAS의 형식증명 버전으로 개발된 스카이가디언 체계는 비군사 공역의 엄격한 감항 요구조건을 충족하는 UAS를 제공하기 위해 회사 자체 예산으로 5년 동안 노력한 결과물이다.

NATO의 STANAG 4671 및 영국의 DEF-STAN-00-970 표준을 준수하는 이 항공기는 거의 200만 누적 비행시간을 기록한 기존의 다중임무용 프레데터 B 체계를 활용하고 있다. 스카이가디언 체계는 210kt에 이르는 속도로 35시간 이상을 비행할 수 있으며, 45,931ft 이상의 고도에 도달할 수 있다.

GA-ASI사는 품질인증 시험을 촉진하기 위해 회사 소유의 항공기 3대 외에, 피로도 및 정지 시험용으로 특수 설계된 기체 2대도 함께 제작하여 형식증명 요구사항을 충족할 계획이다. GA-ASI사에 따르면, 2018년에 첫 번째 양산 항공기가 납품될 예정이라고 한다.

다양한 센서와 통신장비를 탑재할 수 있는 스카이가디언 체계는 유인항공기 및 지상 부대에 고해상도 영상을 송신할 수 있다. '시가디언'으로 명명된 이 체계의 해상정찰 버전은 공해 및 연안 수역 감시를 지원하는 수상탐색 레이더 포드를 기체 중앙에 갖추었다.



| 그림 4 | GA-ASI사의 시가디언 무인기

GA-ASI사는 또한 자사의 AN/DPY-1 링스 SAR/GMTI Ku-밴드 다중모드 레이더를 위한 해상탐색 능력을 개발하고 있다. 이러한 소프트웨어가 구현된 MWAS[26] 모드에는 30°/s의 스캔율, 새로운 파형, CFAR[27] 알고리즘을 비롯해 해양 표적을 탐색·탐지·추적하는 능력을 제공하는 추가적인 신호처리 기법이 도입되었다. 특정 MWAS 체계의 특징으로는 아크 및 스폿 스캔 모드, 평면 위치 표시기 및 B 스코프 디스플레이 포맷, AIS 통합, UAS에 탑재된 다른 센서에 신호를 보내는 표적 교차지시 기능 등을 들 수 있다.

헤론 체계

IAI사 무인기 사업부 말라트(MALAT)는 해상 헤론을 다년간 개발하면서 설계·운용·지원 등 해상 UAS 운용에 대한 오랜 경험을 보유하고 있다. 해상 헤론 UAS는 헤론 MALE UAS 계열에 기반을 두고 있다. 전체 체계는 일반적으로 무인항공기 3대를 기본으로 하여 지상통제장비, 발진 및 회수대, 지상 데이터 단말, 발사 및 회수 데이터 단말, 임무 중심 탑재체 등으로 구성된다.

해양 헤론 체계는 표준 헤론 1 비행체를 재사용하는 한편, 총중량 450kg에 이르는 6개 센서로 된 다중센서 탑재체를 추가했으며, 여기에는 다중모드 레이더, EO/IR 터렛, AIS, 그리고 선택적으로 전자정보 패키지 등이 포함된다. 지상기반 또는 해상기반 GCS에서 통제할 수 있는 이 체계는 하나의 GCS로부터 또 다른 GCS로 실시간 통제 전환을 실시하는 능력을 갖추었다. 250km 범위의 LOS 링크, 공중 데이터 중계기(350km 범위까지 확장) 또는 SATCOM을 통해, 무인 항공기에서 받은 데이터를 통제소로 전송할 수 있다.

| 그림 5 | IAI사의 해상용 헤론

수상 작전은 일반적으로 4,000~6,000ft 고도에서 이루어지며, 체공시간은 대략 20시간에 이른다.

IAI사 산하기업인 엘타사가 EL/M-2202ML 다중모드 레이더를 공급하며, 이 레이더는 동체의 레이돔에 설치되어, 광역 탐색기능을 제공한다. 해상 모드, RS[28], ISAR, 스트립/스폿 SAR, 공중 모드, 리얼 빔 매핑[29], 항법/기상 모드 등을 제공하는 레이더 탑재체는 UAS 데이터링크를 통해 지상운용자 장치대 및 레이더 데이터 처리기에 연결된다.

또한 IAI사 타맘 사업부문은 MOSP 3000을 책임지고 있다. MOSP 3000 터렛은 EO/IR 센서뿐만 아니라, 레이저 거리측정기도 통합한다.

IAI 말라트 부문이 해양 헤론 체계의 고객을 구체적으로 밝히지는 않았지만, 인도 해군이 이 체계를 오랫동안 운용해온 것으로 알려졌다. 또한

26) Maritime Wide-Area Search, 해상 광역 탐색
27) Constant False Alarm Rate, 일정 오경보율
28) Range Signature, 거리신호
29) Real Beam Mapping

이스라엘 공군이 시스캔 해상정찰항공기를 대체하기 위해 해양 헤론을 도입한 것으로 보도되었다.

IAI 말라트 부문의 이스라엘 경쟁업체인 엘빗시스템스사 또한 헤르메스 900 체계를 가지고 해양영역에서 사업기회를 추구하고 있다. 성능이 입증된 헤르메스 900 MALE UAV를 활용한 해양 버전에는 다중센서 세트가 도입되었으며, 여기에는 다중모드 감시 레이더(레오나르도사의 가비아노 T-200 레이더가 기본형임), AIS, D-CoMPASS EO/IR/레이저 터렛, AES-210(V) ESM/ELINT 장치, 스카이픽스 통신정보/DF 체계가 통합되어 있다.

| 그림 6 | 헤르메스 900 UAS 해양 버전

엘빗시스템스사에 따르면, 헤르메스 900 체계의 중요한 특성 중 하나가 항공역학적 효율성이기 때문에 운용자들은 해상 함정에 대한 시각적 식별을 위해 비행 프로파일을 필요에 따라 변경할 수 있다고 한다.

해상감시 임무에 최적화된 장기체공 UAS의 시장이 향후 몇 년 이내에 괄목할 만한 성장세를 보일 것으로 예상된다. 비분리공역(non-segregated airspace)에서 UAS를 운용하는 문제를 포함하여 아직 해결해야 할 숙제가 많이 있으나, 유인 ISR 플랫폼의 보조수단으로 무인체계를 사용할 때 확보되는 비용효과성은 연안 및 공해 두 구역에 대한 포괄적인 상황인식이 필요한 사용자들에게 점점 더 매력적인 유인 요인으로 작용하고 있다.

출처 janes.ihs.com (2017. 4. 3.)
〈Persistence over water: Operators look to UAS for extended coverage〉

대전차유도미사일 개발 동향

1. 개 요

대전차유도미사일(ATGM[1]) 기술이 차세대 무기체계 개발을 촉진하고 있다.

장갑차량은 전장에서 지상군이 일정 부분 안전성이 보장된 상태에서 부대 및 장비를 이동하는 데 있어 필수적이다. 경량 차륜형 4×4 장갑차에서부터 중(重)형 주력전차(MBT[2])에 이르기까지 이러한 플랫폼은 확실히 다양한 수준의 방호력을 갖추고 있다.

중형 차량의 경우 대부분의 현대식 MBT와 AFV[3](장갑전투차량)로 단순 장갑에서부터 능동방어체계(APS[4])에 이르는 정교한 방호력을 구비하였다. 이러한 방호체계 제작업체들은 아이러니하게도 방호체계를 제압할 수 있는 무기 제작에도 참여하고 있다.

적 지상군의 진격을 저지할 수 있는 최상의 방안은 가급적 많은 수의 장갑차량을 파괴하는 것이다. 특히 항공기나 전차와 같은 자체 대응 수단이 없을 경우 가장 효과적인 방법은 ATGM을 사용하는 것이다. ATGM으로 대응할 경우 적 장갑차량의 전진을 효과적으로 저지할 수 있으며, 2006년 이스라엘의 레바논 침공에서의 경우와 같이 특히 건물이 밀집된 지역에서 매우 효과적이다.

ATGM은 견착식 외에도 차량에 거치하거나 삼각대를 이용하여 발사할 수 있다. 신형 ATGM에 사용되는 기술이 지속 발전하고 있으며, 라파엘사의 스파이크 NLoS[5](비가시선 미사일), MBDA사의 MMP[6](중거리 미사일), 사브사의 NLAW[7](차세대 견착식 대전차 미사일) 등과 같이 현재 많은 업체들이 차세대 능력을 갖춘 미사일을 제공하고 있다.

2. 프랑스군의 현대화

가장 최근 시장에 소개된 무기체계 중 하나인 MBDA사의 MMP(중거리 미사일) 체계는 프랑스 스콜피온(SCORPION) 현대화 사업의 일환으로 개발되었으며 프랑스 육군에 도입될 예정이다. MMP 품질인증 시험이 2016년 초에 시작되었으며, 파리 국제방산전시회에서 양산 결정이 발표되었다. MMP는 금년에 프랑스 육군에 납품될 것으로 전망된다.

MBDA사의 전장 및 신규 사업 협력 담당 장폴 페이 이사에 따르면, 고객들이 제시한 구체적 요구사항을 밝힐 수는 없지만, 경쟁업체들을 견제하기 위해 사업 범위를 상당히 확대하였다고 한다. 그는 "MBDA사는 완전히 새로운 개념의 MMP를

1) Anti-Tank Guided Missile
2) Main Battle Tank
3) Armoured Fighting Vehicle
4) Active Protection System
5) Non Line of Sight
6) Missile Moyenne Portée
7) Next-generation Light Anti-tank Weapon

도입하였으며, 보다 차별화된 능력을 갖춘 것으로 프랑스 육군은 평가하였다."고 말했다.

| 그림 1 | MBDA사 MMP 대전차유도미사일

MMP는 또한 경장갑전투차량의 포탑에 통합되는 방식으로 프랑스 육군의 신형 재규어(Jaguar) 장갑차량에 사용될 예정이다. 이 미사일은 레이시온사와 록히드마틴사가 제작한 재블린(Javelin)과 현재 프랑스 육군이 사용 중에 있는 밀란(Milan)을 대체할 예정이며, 과거 MBDA사가 개발한 밀란 미사일은 향후 수출 용도로만 제작될 계획이다.

장폴 페이 이사는 "MMP 사업 착수에 앞서 MBDA사는 밀란 ER[8](사거리 연장)로 불리는 새로운 버전의 밀란 미사일을 개발하였다."고 말했다. 밀란 ER은 2014년부터 시판되었다. 그는 "이 최신형 미사일의 사거리는 3km까지 연장되었으며, 대장갑 관통능력이 개선되었다. 또한, 발사대를 디지털화하여 사수가 안전한 위치에서 원격으로 발사대를 통제할 수 있게 하는 등 운용방식을 개선하였다."고 설명했다.

밀란 미사일이 사거리 연장 조치를 통해 사거리가 3,000m에 이르렀으나, 신형 MMP는 4,000m로 사거리가 더 길며, 4세대 능력뿐만 아니라, 네트워크 중심성(Net-Centricity)과 자동 탐색기 표적포착 기능 등과 같은 새로운 기술을 도입하였다.

페이 이사는 "기본적으로 5세대 미사일로 차별화될 수 있는 성능상 특징으로는 미사일의 관성측정장치(IMU[9])와 연동되는 네트워크 중심 작전환경을 발사대에 구축한 점을 들 수 있다. 이러한 방식은 좌표 정보를 토대로 한 발사를 가능케 하며, 좌표 정보는 지휘제대뿐만 아니라 제3자 표적 지정에도 사용되어 진정한 의미의 NLoS 교전을 실시할 수 있다."고 말했다.

관성비행이 가능한 MMP는 IMU 덕분에 별도의 조종이 필요 없으며, 장착된 탐색기의 시야각(FOV[10]) 범위는 경쟁제품보다 넓다. 이러한 두 가지 특성을 갖춘 MMP는 발사 후 망각(Fire & Forget) 및 NLoS 등 모든 교전 모드에서 가장 높은 명중률을 발휘한다고 밝혔다.

3. 이스라엘의 5세대 미사일

이스라엘 업체인 라파엘사는 스파이크 계열 미사일 중 최신형인 스파이크 NLoS를 이용하여 NLoS 교전능력을 제공한다. 라파엘사에 따르면, 스파이크 NLoS를 포함한 전체 스파이크 계열 미사일은 실전을 통해 그 성능이 입증되었으며, 구매국가 수는 총 26개국에 이른다고 한다. 전 세계에서 스파이크 미사일 약 5,000발이 발사되었으며, 직접 표적 및 NLoS 표적에 대해 높은 명중률을 발휘하였다.

8) Extended Range

9) Inertial Measurement Unit

10) Field of View

| 그림 2 | 원격조종장치에서 발사되는 스파이크 NLoS

라파엘사는 스파이크 NLoS를 5세대 무기로 간주하고 있다. 이 미사일은 약 30km 거리에 있는 표적에 대해 전자광학(EO[11]) 방식으로 유도되며, 지상·공중·해상 플랫폼에서 발사할 수 있다. 라파엘사의 전술무기체계 담당실 아비람 레비 마케팅·사업개발 관리자는 "스파이크 계열의 모든 미사일은 주야간 EO 센서를 장착하였기 때문에, 비행 중 영상을 운용자에게 전송할 수 있다."고 설명했다.

스파이크 계열 미사일은 스파이크 SR, 스파이크 MR 및 LR 그리고 스파이크 ER로 구성된다. 스파이크 SR은 전술용 및 소대 사용 목적으로 설계된 견착식 미사일이며, 스파이크 MR 및 LR은 대대급 수준의 사용을 위해 설계되었고, 삼각대나 차량 발사대에서 발사할 수 있다. 사거리 연장(8km) 버전인 스파이크 ER은 삼각대를 사용하여 지상 발사가 가능할 뿐만 아니라 다양한 플랫폼에서 운용할 수 있다. NLoS 미사일을 5세대라 칭한다면, LR과 MR 미사일은 4세대 미사일로 불릴 수 있다.

레비 관리자에 따르면, 레이저 유도방식 대신 EO 센서를 사용하기 때문에 이 무기체계를 재밍하기가 더욱 어렵다고 했다. 그는 "레이저 유도 미사일의 경우는 EO 방식과 달리 해상 상황에서 운용이 곤란하다. 또한 유리로 된 표적을 공격할 경우에도 레이저 유도 미사일로는 소기의 성과를 달성할 수 없다. 더욱이 오늘날의 모든 현대식 전차가 레이저 지시기 감지센서를 장착하고 있어 레이저 유도 미사일을 즉각적으로 식별할 수 있을 뿐만 아니라, 대응체계도 갖추었다."고 말했다. 레비 관리자에 따르면, EO 센서가 장착된 것 외에도 스파이크 NLoS는 주간용 탐색기, 야간용 탐색기, 반능동 레이저 등을 포함한 3개 모드 능력을 갖추었다고 한다.

레비 관리자는 "우리는 레이저 유도 기술을 확보하고 있으나, 발사방식을 선택할 필요가 있을 경우 일반적으로 EO 방식을 선호할 것이다. 이러한 방식은 인간의 개입을 최소화해 준다. 즉, 표적을 지시하는 등 어떠한 조치도 필요치 않다."고 말했다.

그러나 MBDA사의 페이 이사는 의구심을 드러냈다. 그는 "스파이크 미사일이 NLoS 능력을 구비하고 있다고 주장하지만, 운용자는 개략적이나마 위협 방향으로 미사일을 발사할 필요가 있으며, 표적 탐색을 위해 탐색기 헤드로부터 전송되는 영상을 사용한다. 탐색기의 FoV가 매우 작기 때문에 운용자는 표적을 발견할 때까지 미사일을 조종해야 하며, 이는 쉽지 않은 일이다."고 말했다.

이에 대해 라파엘사는 "스파이크 NLoS는 표적의 경로점(waypoint)만 지정되면, 표적방향으로 자동 비행하며, 운용자의 FoV 디스플레이에 표적이 표시된다. NLoS 표적의 경우와 같이 수동 모드가 더 바람직할 때에는 운용자는 표적 참조점

11) Electro-Optical

(TRP[12])을 사용하여 요구되는 정밀 타격점으로 직접 미사일을 조종할 수 있다. 높은 명중률을 보장하기 위해 각 NLoS 발사대에는 실제 미사일 발사에 앞서 포수가 사용할 수 있도록 훈련장치가 내장되어 있다."고 밝혔다.

4. 잠재적인 문제점

제작업체에 있어서는 MBT에 장착된 방호체계를 제압하는 것이 가장 큰 과제이며, 레비 관리자는 이를 위해 현대식 전차에 사용되는 주요한 3개 특징을 설명했다. 첫 번째는 전차에 설치된 장갑이며, 이것의 주 목적은 적의 미사일 공격을 방호하는 것으로, 반응장갑은 미사일 탄두의 관통력을 감소시키도록 설계되었다.

두 번째는 레이저 유도무기체계 자체에 대한 재밍으로서 이는 EO 방식 탐색기에 대해서는 가능하지 않은 대응 수단이다. 레비 관리자에 따르면, 록히드마틴사가 제작한 헬파이어(Hellfire) 미사일이 레이저 유도 탐색기를 사용한다고 한다.

미사일 재밍과 관련하여, 방어체계는 ATGM이 접근하는 것을 능동적으로 탐지하고, 표적으로의 미사일 유도를 재밍하기 위해 연막탄이나 다른 대응책을 작동시킨다. 가장 발전된 수준은 능동방어체계(APS)로, 이는 비행 중인 미사일을 물리적으로 요격하는 것이다.

많은 국가들이 APS 개발에 지속적인 투자를 하고 있다. 예를 들어, 2016년 7월, 영국 국방과학기술연구소가 장갑차량에 대한 APS를 평가하기 위해 키네티크사와 760만 파운드(1,000만 달러) 규모의 계약을 체결했다. 스파이크 미사일이 이러한 대응책을 극복하는 방식에 대한 세부적인 사항을 레비 관리자 본인이 밝히지는 않았지만, 그는 라파엘사도 APS를 제작하고 있기 때문에 이러한 기술에 대해 익히 잘 알고 있다고 말했다.

MBDA사의 경우, MMP가 차세대 이중성형작약 다목적 탄두를 사용하기 때문에 기반시설 및 적 인원뿐만 아니라 폭발반응장갑(ERA[13])을 무력화할 수 있다고 한다.

5. 탐지에 대한 방어책 (사브사의 NLAW)

사브사의 NLAW는 APS에 대응하기 위해 상이한 접근방법을 취하고 있으며, 이 무기가 탐지하기 어렵도록 특별히 설계되어 있다고 주장했다. 사브사 지상전투장치 사업부분 제품관리 담당 존 에커루트 이사는 "NLAW는 레이더 반사 면적을 줄일 수 있도록 설계되었다. 따라서 이 무기는 APS의 고성능 방향 탐지 센서가 탐지했을 때에도 이미 표적에 매우 가깝게 접근해 있게 된다."고 설명했다.

| 그림 3 | NLAW 미사일을 지참한 훈련모습

12) Target Reference Point

13) Explosive Reactive Armour

2015년, 사브사는 견착식 NLAW에 대한 약 3,573만 달러 규모의 계약을 핀란드 방위군으로부터 수주했다. 이 NLAW는 최초 영국 및 스웨덴을 위해 개발되었으나, 이제 회사는 유럽 밖에서도 잠재 고객을 찾고 있다고 밝혔다. 이 무기의 최초 개발을 위해 사브사는 생산 파트너로서 영국 탈레스사와 협력했다. 에커루트 이사는 "사브사는 영국과 스웨덴 양국 모두에서 차세대 대전차 무기 개발 사업자로 낙찰되었다. 따라서 사브사는 벨파스트(Belfast) 지역에 기반을 둔 탈레스사를 주 파트너 업체로 선정함으로써 공급업체 네트워크를 확립하고, 공급망의 일부뿐만 아니라 최종 조립을 책임지도록 하였다. 탈레스사로서는 휴대형 대전차 무기 생산과 관련한 첫 번째 투자임에도 불구하고, 수년이 지나면서 유능하고 신뢰할 수 있는 생산 파트너임이 입증되었다."고 말했다. 이 NLAW는 20m 거리에서부터 표적에 완전한 효과를 발휘
하였으며, 제한된 공간 내에서도 발사할 수 있다.

사브사에 따르면, 이 무기가 현재 전장의 공통된 특징인 복잡한 지형 및 도시지역 운용에 중점을 두고 설계되었다고 한다. 에커루트 이사는 "이 무기는 단일 병사용 무기이기 때문에, 병사의 일반 군장에 포함되게 된다. 따라서 무기의 경량화 설계에 역점을 두는 동시에 보병 병사의 일상적인 임무 수행에도 문제가 없도록 충분히 견고하게 만드는 데 많은 노력을 기울였다."고 설명했다.

그는 "이 무기는 어떠한 방향에서도 심지어 ERA를 장착한 MBT조차도 파괴할 수 있는 충분한 탄두 능력을 구비해야 한다."고 말했다. 사브사에 따르면, 이를 위해 NLAW는 상부타격(OTA[14]) 방식을 채택하였다고 한다. 이는 NLAW가 포탑 지붕과 같은 표적의 가장 취약한 부분을 위에서부터 공격하며, 탄두의 성형작약이 바로 아래 표적을 지향할 수 있음을 의미한다. 에커루트 이사는 "이러한 기술을 사용함으로써 탄두 무게를 낮게 유지하면서도 높은 성능을 발휘할 수 있다."고 말했다.

6. 중량 감소

2015년, 레이시온사와 록히드마틴사 간의 합작회사인 JJV[15]사가 FGM-148 재블린 미사일의 경량 다목적 버전으로 소위 'G-모델'로 일컫는 체계를 개발하기 시작했다. 개발 목표 중 하나는 경량화로 미사일 1발의 중량을 0.45kg 줄이고, 발사관 결합체도 개조하여 추가 중량 감소를 시도하였다. 이 모델에 대한 품질인증이 2017/18년에 이루어질 것으로 예상되며, JJV사는 2020년까지 G-모델을 전력화할 계획이다. 또한 연구팀은 지령발사장치(CLU[16])의 무게를 40% 줄이고, 부피를 70% 줄이는 방안을 연구 중이다.

대표적인 ATGM으로 오랫동안 사용되어 온 재블린 미사일은 1989년 미 육군의 기존 대전차 미사일 대체 무기로 선정되었다. 다른 구매국으로는 프랑스와 영국 등이 있다. (프랑스의 경우는 재블린 미사일을 MMP로 대체할 예정이다.)

가장 최근에는 미 국무부가 2,000만 달러 규모의 재블린 미사일을 카타르에 대외군사판매(Foreign Military Sale, FMS) 방식으로 공급하는 안을 승인했다. 카타르는 재블린 미사일 50발과

14) Overflight Top Attack
15) Javelin Joint Venture
16) Command Launch Unit

카테고리(Category) III 통합 주간/열상 조준장치 및 컨테이너를 구비한 CLU 10대를 요청하였다.

그 밖에도 이 판매안에는 미사일 모의탄 10발, 개량형 기본기술 훈련장치, 비충전 배터리 12개, 배터리 냉각장치 10대, 배터리 방전기 1대, 재충전용 배터리 6개를 위한 충전기 등이 포함되었다. 2015년 말 리투아니아의 FMS 방식 재블린 미사일 공급 요청 이후, 또 하나의 잠재적인 FMS 방식 공급이 검토되고 있으며, 규모는 5,500만 달러에 이를 수 있다.

| 그림 4 | 견착사격 중인 재블린 미사일

라파엘사는 경량 개인휴대형 미사일 체계로 스파이크 MR 및 스파이크 LR 미사일을 판촉하고 있으며, 두 미사일 모두 폐쇄된 공간에서 발사할 수 있다. 스파이크 MR은 발사 후 망각 모드로 운용되는, 사거리 2,500m의 중거리 대전차 미사일이다. 스파이크 LR은 발사 후 망각 모드뿐만 아니라 발사 후 업데이트 능력을 구비하고 있으며, 사거리는 5,000m에 이른다.

스파이크 SR은 라파엘사 미사일 계열 중 견착식에 속한 미사일로 전술용 및 소대수준 작전용으로 판촉되고 있다.

| 그림 5 | 스파이크 SR 조준장면

레비 관리자는 "2016년 7월까지 미사일 27,500발이 납품되었다. 대부분의 고객은 벨기에, 체코공화국, 독일, 이탈리아, 네덜란드 등 유럽 국가이다. 이들 구매국 대부분은 스파이크 계열 미사일 중 1개 버전 이상을 구매하였다. 일단 스파이크 계열 미사일 중 어느 버전이라도 구매하기 시작하면 계속해서 다른 버전도 구매하는 경향을 보였다."고 말했다.

7. 다목적 미사일로의 발전전망

이러한 형태의 미사일은 경량화 외에도 다목적 운용을 염두에 두고 설계되고 있으며 이는 고객들의 점증하는 요구사항을 반영한 결과이다. 레비 관리자는 "대전차 미사일이 점차 다목적 미사일로 바뀌게 되었다. 이는 최근 전 세계에서 요구되는 임무를 검토한 결과이자, 고객들이 동일한 미사일을 구조상 변경 없이 차량, 함정, 삼각대, 헬기 등으로부터 발사할 수 있기를 원하고 있다는 사실을 반영한 결과이다. 예를 들어 이탈리아군은 스파이크 MR로 시작하여 스파이크 LR로 이동하였으며, 이후 헬기에 스파이크 ER을

도입하였다. 따라서 고객들이 동일한 미사일을 다양한 플랫폼에 사용하기를 원하고 있다는 것에 중점을 둘 필요가 있었다."고 말했다.

고객들은 비용 대비 가장 효과적인 솔루션을 찾고 있기 때문에 이러한 방식은 비용과 관련한 고객의 필요를 충족할 수 있다. 다수 플랫폼 및 보병을 위한 1개 형태의 탄약을 보유하는 것은 비용 관리 차원에서 하나의 해결책이 된다. 다목적 기능은 또한 ATGM이 처리할 수 있는 표적의 종류에도 적용된다. 이를테면 사브사의 NLAW는 상이한 모드를 갖추고 있어서 MBT와 같은 견고화 표적에 대해서는 OTA 모드를 사용하며, 승용차, 트럭, 주기된 항공기와 같은 비방호 표적에 대해서는 직접 공격 모드를 사용할 수 있다.

이 미사일은 표적을 향해 가시선을 따라 비행할 수 있으며, 탄두는 충격을 받을 경우 폭발한다. 표적에 대한 효과는 성형작약 고성능 폭약의 자연적인 파편 및 압력효과에 의해 발생한다.

도시지역 작전이 늘고 있는 추세에서 대두되는 또 다른 요구조건은 부정확한 표적공격 확률을 대폭 줄일 수 있는 능력이다. ATGM의 경우, 발사 이후 미사일 방향을 수정할 수 있다. 부정확한 표적 공격을 회피하기 위해 MMP는 발사대 영상과 미사일 탐색기 영상 간에 자동적인 영상 상관관계를 유지할 수 있다. 이러한 능력이 5세대 ATGM이 갖춘 또 하나의 특징이라고 MBDA사의 페이 이사는 말했다.

페이 이사는 "발사대 센서 영상은 항상 탐색기 영상보다 화질이 좋으며, 사수가 발사 전 표적포착을 위해 표적을 찾아내는 것은 쉽지 않은 일이다. 비냉각식 적외선 센서와 자동 교정장치를 사용함으로써 복잡한 환경에서도 미사일을 운용할 수 있으며, 특히 도시지역에서 이동 표적을 추적할 필요가 있을 경우 그 효율성은 더욱 커지게 된다."고 말하면서, "교전시간의 감소와 잘못된 표적을 공격할 가능성을 불식한다는 점이 운용상 강점이라 할 수 있다."고 설명했다.

부정확한 표적 공격 확률 감소 이외에 부수적인 피해를 회피하는 것도 전장에서는 중요하다. 라파엘사가 제작한 모든 미사일은 임무 중단 모드를 가지고 있다고 레비 관리자가 말했다. 그는 "지상부대나 헬기가 처음에는 올바른 표적으로 식별하여 미사일을 발사한 다음에도 미사일 비행 중 이 표적이 민간차량일 가능성이 있음을 다시 판정하여 임무를 중지시킨 사례가 전 세계에서 여러 번 있었다. 대부분의 현대 전쟁은 도시지역에서 이루어지며, 전차는 일반차량과 같이 시가지 도로를 주행하게 된다. 따라서 민간인 피해를 줄이기 위해서는 이러한 능력이 요구된다."고 말했다.

출처 shephardmedia.com (2017. 6. 7.)
〈Technology for anti-tank guided missiles is developing fast to produce next-generation weapon systems〉

미국 지상기반 중기단계 미사일 방어체계 개발동향

미 국방부가 5월 30일 본토 방어 미사일체계인 지상기반 중기단계 미사일 방어(GMD[1]) 체계가 ICBM 공격에 대비한 첫 번째 모의 요격시험에 성공했다고 발표했다.

본 자료는 GMD 체계의 과거 문제점과 ICBM 요격시험 성공이 갖는 의미 그리고 와기권 직격요격체(EKV[2]) 개발동향을 종합 정리한 것이다.

GMD 체계 개요

| 그림 1 | 사일로에 설치 중인 GBI

GMD는 장거리 탄도미사일 공격으로부터 미 본토를 방어하는 유일한 미사일 방어체계이다. GMD는 2004년에 최초로 배치되었으며, 현재 이와 관련된 장비는 거의 전 세계에 배치되었다. GMD 관련 장비는 알래스카 주 포트 그릴리와 캘리포니아 주 반덴버그 공군기지의 지상기반 요격미사일(GBI[3]) 기지 2곳과 7가지 형태의 센서 및 다양한 지휘통제체계이다.

미국은 GBI 36기(캘리포니아 주 반덴버그 공군기지에 4기, 알래스카 주 포트 그릴리에 32기)를 이미 배치하였으며, 2017년 말까지 그 수량을 44기로 늘릴 계획이다.

가장 먼저 위성센서가 발사화염의 열신호로 미사일 발사를 탐지하면 이 정보는 다른 레이더에서 수집된 데이터와 융합되어 사격통제체계로 입력되어 GBI를 발사하는 데 사용된다. GBI는 EKV를 투하하기 전까지 진입하는 미사일의 경로로 비행한다. EKV는 자체에 탑재된 센서를 사용하여 표적의 탄두를 탐지하고 추적하여 물리적인 충격력으로 표적을 파괴한다.

GMD가 지역 미사일 방어체계와 다른 점

GMD는 미 본토를 위협하는 장거리 ICBM급 탄도미사일에 대응하기 위해 특별히 설계되었다. GMD는 아주 먼 거리를 비행하고 방향을 전환하여 ICBM을 요격할 수 있도록 3단 부스터를 사용한다.

1) Ground-Based Midcourse Defense
2) Exoatmospheric Kill Vehicle
3) Ground-based Interceptor

GMD는 사거리가 아주 길기 때문에 미국의 방어체계 중에서도 방어지역이 가장 넓어 50개 주를 모두 방어할 수 있다.

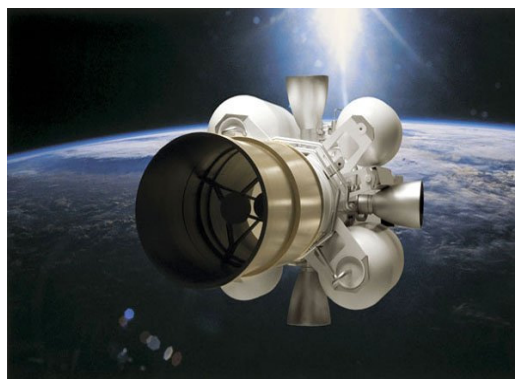
이지스, 사드 및 패트리어트 등 다른 미사일 방어체계는 보통 지역방어체계라고 부르고 단거리 또는 중거리 탄도미사일의 위협을 방어하도록 설계되었다. 이러한 체계의 장비를 본토 방어에 사용할 수도 있지만, 이들은 GMD에 비하여 방어범위가 훨씬 작다. GMD는 단거리, 지역 방어임무를 수행할 수 없다. 예를 들어 단거리 및 중거리 미사일은 GMD 교전영역 밖이다. 이러한 위협에는 이지스, 사드 또는 패트리어트와 같은 다른 솔루션이 필요하다. 또한 GMD는 대기권 내에서 미사일을 요격하도록 설계되지 않았다.

GMD 과거 시험현황

현재까지 GBI 비행시험은 요격체 고장이 아닌 표적 고장으로 인한 1회를 포함하여 총 30회 실시하였다. 30회 시험 중 17회 시험은 단순한 비행시험이 아니라 표적을 명중시키는 요격시험이었다. 그러나 17회 요격시험 중 9회만 성공하여 성공률은 53%였다.

이와 같이 성공률이 낮은 원인에는 직격요격체가 일관성이 없게 제조되었거나 시험용으로만 사용되는 장비의 예외적인 사항 등 여러 가지 요인이 있다. 예를 들어 2002년 시험에 실패한 원인은 시험용으로만 사용되는 대용품 부스터와 직격요격체가 서로 호환성이 없었던 데 있었다. 이로 인해 EKV가 부스터에서 분리되지 않았다.

미 미사일방어국(MDA[4])은 2016년 7월 GMD 체계시험 중 접근하는 위협 미사일을 요격하기 위해 요격체 방향을 조종하는 로켓모터에 문제가 발생했음을 인정했다.



| 그림 2 | 외기권을 비행하는 EKV (상상도)

그러나 MDA는 2016년 1월에 실시한 시험체 제어비행 시험인 CTV[5]-02+ 시험 중 궤도수정 및 자세제어장치(DACS[6])에 이상이 발생했으나, 이러한 이상이 시연 목표에는 영향을 미치지 않았다고 발표했다. 해당 시험은 레이시온사가 제작한 EKV의 신뢰도 향상 자료 수집을 위해 설계됐다. MDA와 레이시온사는 정확하게 어떠한 이상이 발생했는지에 대한 세부사항 공개를 거부했다. CTV-02+ 시험은 요격시험보다는 해당 체계의 최신 세대 3단 지상기반 요격체인 CE[7]-II의 결함사항 시정을 위한 설계변경 사항 결과를 입증하기 위해 설계되었다.

MDA가 2016년 1월 28일 발표한 성명서에 의하면 "요격체는 예비용 방향전환 추진 엔진의 성능 시연을 위해 계획대로 기동했다. 요격체는

4) Missile Defense Agency
5) Controlled Test Vehicle
6) Divert and Attitude Control System
7) Capability Enhancement

종말단계에서 의도적으로 요격과정을 배제하고 연료가 소진될 때까지 예비용 방향전환 추진 엔진에 대한 평가를 위해 계획된 연소과정을 개시했다."고 전했다. 당시 MDA 및 레이시온사는 시험이 성공적이었다고 간주했지만, 로스엔젤레스 타임스사는 방향전환 추진 엔진 1개가 고장을 일으켰다고 보도했다. 미 국방부 소식통은 미 의회, 정부회계감사원, 시험 주관기관이 이러한 이상을 알고 있었음을 밝히며 이러한 이상이 시험결과에는 영향을 미치지 않았다고 덧붙였다.

레이시온사는 2010년 12월, 요격기 관성측정 장치의 과도한 진동으로 시험에 실패한 이후, EKV 성능 입증을 위해 지상시험 및 성능인증시험을 실시하였다. DACS는 요격체 센서와 마찬가지로 요격체에서 가장 정교하며 위험도가 높은 구성품이다. 전형적인 요격체는 탐색기, DACS, 통신 및 전원체계로 구성된다. 주요 과제는 이러한 체계를 하나의 복합 요격체에 통합하는 것이며, 통합 이후 가혹한 환경시험을 통해 높은 성능 요구조건을 충족시켜야 한다.

요격체를 발사하여 실제 표적을 요격하는 것이 아니고 단순히 새로운 데이터 수집 시험인 경우, 이러한 시험은 성공이라고 할 수 있다. 표적 요격이 항상 시험 목표가 되는 것은 아니기 때문이다. 1차 및 2차 시험 목표를 성공적으로 달성하는 데는 차이점이 있다. 심지어 성공한 요격에 대해 의견충돌, 요격 결과에 대한 오인 등이 있을 수 있으나, 체계가 정상대로 기능을 발휘했다면 반드시 그렇지도 않다.

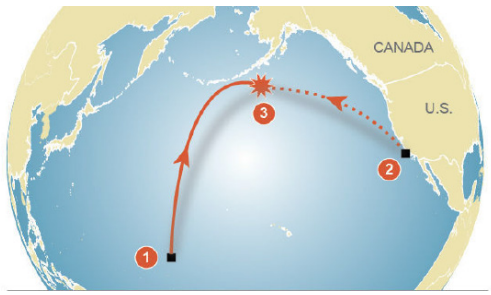
2017년 5월 모의 ICBM 요격시험 내용

| 그림 3 | 발사 직전의 모의표적 미사일

GMD 체계의 ICBM 요격시험은 적이 태평양을 횡단하여 미 본토에 ICBM 공격을 감행할 경우 이를 요격하기 위해 설계되었다. GMD 체계는 EKV 탄두를 장착한 GBI를 사용한다. 발사된 GBI가 외기권에 진입한 후 접근하는 적 미사일 탄두 경로 근처에서 로켓 부스터에서 EKV를 분리하면 EKV가 표적을 식별하여 직접 충돌하여 표적을 요격한다.

5월 시험에서는 최근 재설계된 직격요격체CE-II 블록 I이 사용되었다. CE-II 블록 I은 기존 EKV에서 요격체를 표적 방향으로 지향시키는 역할을 하는 추력기에 문제가 있는 것으로 확인된 후 이를 해결하여 보완한 새로운 EKV다.

MDA는 발표문을 통해 "모의 ICBM 표적은 태평양 콰잘레인 환초의 레이건 시험장에서 발사되었으며, 여러 대의 센서가 표적 획득 및 추적 데이터를 제공했다. 이후 캘리포니아 주 반덴버그 공군기지에서 GBI가 발사되었으며, EKV는 표적과 충돌하여 이를 파괴하였다."고 전했다.



| 그림 4 | ICBM 요격시험 상황도
① 마셜군도 부근에서 미 본토를 향해 ICBM 가상 공격
② 발사지점에서 약 7,500km 떨어진 반덴버그 공군기지에서 요격미사일 발사
③ 태평양 상공 외기권에서 ICBM 격추 성공

MDA는 기본적인 목적을 달성한 것으로 보이나, 사업 관계자들이 시험 중에 확보한 원격측정값과 다른 데이터를 토대로 체계 성능을 계속 평가할 예정이라고 밝혔다.

GMD 요격시험이 여러 번 실패하면서 많은 문제점이 드러났다. 수차례에 걸친 GMD 체계 요격시험의 실패 원인으로는 많은 부분이 구매와 시험을 동시에 추진하고 성급하게 배치한 획득전략 때문이라고 지적되었다. EKV의 2개 버전(CE-I, CE-II) 모두에 문제가 발생하여 요격에 실패함에 따라 신뢰성과 성능에 의문이 제기되었으며, 이를 해결하기 위해 수차례에 걸쳐 단기 및 장기 성능개량을 실시했다.

5월 요격시험은 1999년 GMD 사업 착수 이래 18번째 시험이며, 2004년 운용개시 발표 이후 10번째 시험이다. GMD 체계 요격시험은 1999년 이후 18회 실시하였으나, 성공은 10회에 불과하다. 다음 GMD 체계 요격시험은 2018년 초에 실시할 예정이다. 이때에는 접근하는 ICBM급 표적 1발을 요격하기 위해 요격미사일 2기를 동시에 발사하는 방식을 사용할 예정이며, 이를 통해 GMD 체계의 완전한 능력을 입증할 계획이다.

5월 시험의 세부내용은 아직 공개되지 않았으며, 대응책의 존재 여부 등 많은 내용이 오랫동안 비밀로 유지될 가능성이 있다. MDA는 오래 전에 시험에 사용되는 모의 탄두는 사거리가 5,500km 이상인 지상발사형 3단 ICBM급 표적이 될 것이라고 밝힌 바 있다. 공격 미사일의 사거리가 길면 길수록 그 속도도 빨라지므로 시험에서 요격체의 접근속도가 관건이다. 접근속도가 빠르다는 것은 직격요격체와 표적 간의 거리가 훨씬 빨리 가까워짐을 의미한다. 따라서 직격요격체는 궤도를 수정할 시간이 더욱 짧아지게 되며, 방향전환 추진기의 역할이 더욱 중요하게 된다. 이번 시험에서 모의 ICBM급 표적의 전체 비행거리가 정확히 얼마인지는 확실하지 않으나, 과거 GMD 중거리 탄도미사일 요격시험에서 사용되었던 표적보다는 약간 더 멀리 비행했을 수 있다. 그럼에도 불구하고 이번 ICBM급 표적의 요격 성공은 이 사업의 중요한 이정표가 된다.

5월 30일의 시험은 2014년 6월에 실시한 요격시험(FTG-06b) 성공 이후 최초의 완벽한 요격시험이었다. 'FTG-15'로 명명된 5월 시험에는 과잘레인 환초에서 발사된 ICBM 표적이 포함되었다. 또한 우주기반 적외선 위성과 이지스함정 SPY-1 레이더 등 여러 가지 센서체계가 미사일을 탐지하고 위치를 추적하였다. 해상기반 X-밴드 레이더(SBX[8])도 표적 미사일을 감시하여 동반 비행하는 미사일 잔해에서 미사일의 탄두를 구분하도록 고해상도 영상을 GMD 체계에 제공하였다.

8) Sea-based X-band Radar

| 그림 5 | SBX 레이더

반덴버그 공군기지에서는 이러한 데이터를 사용하여 GBI를 발사하였다. GBI는 우주공간에 진입한 후에 EKV를 방출한다. EKV는 자체 탑재된 전자광학 및 적외선 센서를 사용하여 탄두를 식별하고 탄두 방향으로 경로를 바꾸어 표적과 충돌하였다.

5월 시험은 CE-2 Blk I이라고 부르는 최신형 EKV를 사용한 최초의 완전한 요격시험이었다. 신형 EKV는 많은 성능개량 사항 중에 우주공간에서 기동성을 향상시키기 위해 추력장치의 성능을 개량한 것이 특징이다. 이러한 신형 직격요격체 8기는 추가로 2017년에 배치될 예정이다. 5월의 요격성공으로 신형 EKV 배치가 진행될 것을 보장하며, 배치수량은 44기 이상이 될 수 있다.

2017년 4월에 공개된 CSIS 보고서 'Missile Defense 2020'에는 미 본토 미사일 방어의 미래를 위해 다음 단계로 추진해야 할 수량, 능력 및 신뢰성을 더욱 증대시키는 것 등에 대한 로드맵이 수록되었다.

신형 RKV 배치 계획

2017년 5월 요격시험으로 머지 않아 요격미사일 44기 전체에 신형 직격요격체가 배치될 것이며, 44기 중 8기 이상은 2017년 말까지 배치될 예정이다.

5월 시험에 사용된 요격미사일이 시연한 대부분의 기술은 재설계 직격요격체(RKV[9])인 것으로 추정된다. RKV는 앞으로 20년에 걸쳐 부대가 보유 중인 현 직격요격체를 대체할 것으로 예상된다.

RKV는 과거 10년 동안 광범위한 GBI와 이지스/스탠다드 미사일 요격시험으로 요격체의 비용과 복잡성뿐만 아니라 신뢰성과 제조성을 크게 향상시켰다. 모든 것이 정상적으로 진행되면 GMD는 현재 지역방어체계와 동일한 신뢰성 및 효과성을 구현할 수 있을 것이다.

MOKV의 개발동향

MDA는 2017년 5월 기술위험경감(TRR[10]) 활동의 일환으로 보잉사, 록히드마틴사, 레이시온사와 계약을 체결하여 더욱 첨단화된 미사일 방어 직격요격체 설계안 개발을 위한 새로운 단계에 진입했다.

MDA는 2015년 우주공간에서 적 탄도미사일을 요격하는 다중목표 직격요격체(MOKV[11])를 개발하기 위해 보잉사, 록히드마틴사, 레이시온사와 초기 위험경감 계약을 체결하였다. MOKV는 다수의 미사일을 방어하는 것이 아니라 기만체계를 갖춘 단일 미사일 요격을 염두에 두고 개발된다.

MOKV는 미 본토 방어 미사일체계인 GMD 체계의 요격능력 강화가 목적인데, 현재까지 GMD 요격미사일 시험 기록을 보면 많은 문제점이

9) Redesigned Kill Vehicle
10) Technology Risk Reduction
11) Multi-Object Kill Vehicle

나타난다. MDA는 GMD 체계의 EKV 2개 버전(CE-I, CE-II) 모두에 대해 신뢰성 문제를 제기하였다. MDA는 이와 같은 신뢰성 문제를 해결하기 위해 MOKV와 재설계 직격요격체(RKV[12])) 모두에 대한 성능개량 노력에 박차를 가했다. RKV 사업은 현 직격요격체를 단기간에 재설계하려는 MDA의 추진 사업이다.

2017년 5월 12일 보잉사가 MOKV의 첨단 통신, 교전관리 기능 그리고 식별능력을 갖춘 탐색기 등의 성능을 개선하고 위험을 줄이기 위해 5,860만 달러 규모의 계약 사업자로 선정되었다. 국방부는 계약 체결을 발표하며 TRR 관련 작업은 2020년 5월까지 진행될 것이라고 밝혔다.

4월 3일에는 레이시온사가 보안통신체계, 고감도 다중대역 센서, 생존성이 높은 신호처리장치, 직격요격체 궤도수정 및 자세제어장치, 센서, 교전관리 등에 대한 성능개선과 위험 감소를 위한 TRR 사업을 위해 5,960만 달러 규모의 3개년 계약 사업자로 선정되었다고 국방부가 밝혔다.

또한 3월 9일에는 록히드마틴사가 짐벌구조의 탐색기결합체, 통합 항전장비결합체, 구성품 통합 및 시험, 첨단 탐색기에 대한 성능개선 및 위험 감소와 관련하여 5,300만 달러 규모의 TRR 사업자로 선정되었다. 그리고 같은 날, 록히드마틴사는 요격체 궤도수정 및 자세제어장치 작업에 대한 TRR 사업을 위하여 5,030만 달러 규모의 30개월 계약도 추가로 수주했다.

충돌파괴 능력과 관련하여 많은 우려가 제기된 GMD 체계의 EKV는 RKV로 대체될 예정이다. MDA는 궁극적으로 RKV를 MOKV로 대체하거나 보완할 예정이다. MOKV 개념은 기만체계 및 대응책을 구비한 단일 미사일을 보다 효과적으로 요격하는 것이 목적이다.

GMD 체계의 여러 차례 시험실패는 관성측정장치 이상 때문이었으며, 그 원인은 EKV 추력기에서 발생하는 진동으로 지목되었다. 이에 MDA는 더욱 신뢰할 수 있는 RKV를 개발하기로 결정했으며, 새로운 개념연구를 위해 2013년 보잉사, 록히드마틴사, 레이시온사와 각각 계약을 체결하였다. 이들 3개 업체는 RKV 제작을 위해 협력팀을 구성하여 운영 중이다. RKV는 2020 회계연도까지 배치가 마무리되지만, MOKV는 2026~27 회계연도 경에 배치를 시작하여 RKV와 함께 운용될 계획이다.

ICBM 요격시험의 어려움

비록 미사일 요격시험이 아주 어렵고 실제적인 상황과 차이가 많다는 반박의 여지가 있지만, GMD 시험의 복잡성과 사실성은 과거 20년에 걸쳐 상당히 증대되었다. GMD 관련자들은 시험에 포함된 통합적인 센서 수량과 표적 미사일의 복잡성을 지속적으로 발전시켰다.

물론 모든 군용 체계를 시험하는 데 있어서 표적과 요격미사일을 모두 발사할 수 있는 시험장의 크기와 위치 등을 포함하여 많은 제한사항이 있다. 또한 미사일 시험은 사전에 철저하게 계획하고 항공 및 해상 당국에 정확하게 통지를 해야 하며, 요격시험은 사전에 결정된 시간대에만 실시되어야 한다.

비록 사전에 완벽한 시나리오가 설정되어 언제

12) Redesigned Kill Vehicle

어느 곳에서 적이 ICBM을 발사할지 모르는 실제 상황과 차이가 있지만, 5월 시험은 GMD 체계가 태평양을 횡단하는 ICBM 표적을 요격할 수 있다는 것을 입증했다고 간주된다.

향후 GMD 시험계획

MDA는 향후 예정된 미 본토 방어 시험에 보다 현실적인 시나리오를 적용하고 설계를 개선하여 지속적으로 시험할 예정이다.

예를 들어, MDA는 2018년 8월이나 9월경에 실전 상황과 동일하게 일제사격 시험, 즉 요격률을 높이기 위해 날아오는 적 탄도미사일 표적 1기에 대해 요격미사일 여러 발을 발사하는 시험을 실시할 예정이다. 이러한 시험을 통해서 첫 번째 요격미사일과 두 번째 요격미사일의 요격 관련 역할에 대해 데이터를 수집할 수 있을 것이라고 한다. 이 시험에도 ICBM급 모의표적을 사용할 예정이다. 또한 2023년경에는 적이 다수의 ICBM을 발사했을 경우에 대비하여 보다 현실적인 대응 시나리오를 시험할 예정이라고 한다.

짐 매티스 국방장관은 6월 12일 의회에서 미국 본토를 방어할 수 있는 능력을 더욱 확대·배치하기 위한 조치를 취할 예정이라고 발표했다. 매티스 국방장관의 지시에 따라 미 국방부가 5월 5일 탄도미사일방어검토서(BMDR[13]) 작성 작업에 착수하였기 때문에 미 본토 방어를 위한 국방부의 미사일 방어계획은 아직 확정된 상태가 아니다. 미 국방부 대변인에 따르면, BMDR을 통해 미사일 방어능력을 제고하고 미 본토와 전구 방어 우선순위를 재조정하며, 정책과 전략을 평가하게 될 것이라고 한다.

13) Ballistic Missile Defense Review

출처 1. janes.ihs.com (2017. 6. 27.)
〈Hit to kill: the US strategic missile defence system moves on from ICBM target intercept〉
2. csis.org (2017. 5. 30.)
〈The GMD Intercept: What Does It Mean?〉
3. janes.ihs.com (2017. 5. 16.)
〈Next MOKV interceptor development phase advances with three contractors〉
4. janes.ihs.com (2016. 7. 7.)
〈MDA: Latest GMD test achieved its objectives despite 'anomaly'〉

신발끈은 왜 자꾸 풀릴까?

오랜만에 등산에 나선 태연과 아빠. 아빠는 한껏 물오른 초록 나무와 나뭇잎 사이로 드문드문 보이는 눈부신 하늘에 감탄하느라 여념이 없는데, 반대로 태연은 입을 삐쭉 내밀고 불만 가득한 표정이다.

"원래 애들은 다 등산 싫어하는 거라고요. 거기다 **이 등산화는 신발끈이 너무 잘 풀려요.** 소재가 미끌미끌한 거라 그런지, 자꾸만 풀려서 완전 귀찮아!"

"그만 좀 투덜대. 이 아름다운 자연을 보렴, 얼마나 힐링이 되냐. 그리고 신발끈은 원래 풀리게 돼 있어. 세상에 안 풀리는 신발끈은 없다고."

"헐! 말도 안돼요. **인터넷 보면 절대로 안 풀리는 매듭법 엄청 많이 나오거든요?"**

"그건 안 풀리는 게 아니라, 덜 풀리는 매듭법이야. 얼마 전에 미국 버클리 캘리포니아대(UC버클리) 연구팀이 발표한 연구결과에 따르면, **신발끈은 매듭의 종류나 강도, 끈의 소재와 상관없이 일정 시간이 지나면 저절로 풀리게 돼 있단다.** 물론 풀리기까지 걸리는 시간은 다를 수 있지만 말이야. 사람이 끈으로 묶은 신발을 신고 땅에 발을 내디딜 때 신발끈에는 무려 중력의 7배나 되는 힘이 전달된단다. 엄청난 힘을 받은 신발끈은 순간적으로 느슨한 상태가 돼 버리지."

"아니, 저의 이 작고 귀여운 발로 땅을 내딛는데 그렇게 큰 힘이 가해져요? 의외인데요?"

"그리 작지는 않단다, 딸아. 아무튼 그렇게 **잠깐 느슨해진 신발끈은 다음 순간 발이 뒤로 가면서 '관성의 법칙'에 적용을 받아요.** 이 법칙이 뭔지는 알지? 정지한 물체는 영원히 정지한 채로 있으려고 하고 운동하던 물체는 계속 같은 방향으로 운동하려 한다는 법칙 말이야. 발은 이미 뒤로 가버렸는데 관성의 법칙에 따라 신발끈은 그대로 있으려 한다고 생각해 봐. 결과적으로 관성이 **신발끈의 끝을 발과 반대 방향으로 쭉 잡아당기는 형태가 되겠지?** 거꾸로 발이 앞으로 가면 관성이 신발끈 끝을 뒤에서 잡아당기는 형태가 되고 말이야."

"아, 어려워요."

"지금 걷고 있는 네 발을 보면서 힘의 움직임을 한번 상상해 봐. 이렇게 발이 땅을 내디딜 때는 끈이 헐거워지고, 앞뒤로 움직일 때는 끈 끝을 잡아당기는 힘이 작용한다고 말이야. **걷는 동안 헐거워지다가 잡아당겨지다가를 계속 반복하다 보면 제아무리 튼튼하게 묶은 매듭이라도 풀리지 않고는 못 배기겠지?"**

"그러네요? 걸으면서 아빠 설명을 들으니까 이해가 딱 돼요."

"사실 이런 연구는 단지 신발끈 때문에 하는 것이라기보다 매듭의 원리를 찾아내서 이 세상에 존재하는 온갖 매듭 연구에 적용하려는 이유가 더 크지. **매듭은 수학자와 과학자에게 상당히 인기 있는 분야거든."**

"정말요? 과학자들이 매듭을 연구한다고요?"

"매듭은 여러 수학 분야 연구는 물론이고 분자의 꼬임을 다루는 폴리머화학 연구나 암호시스템 개발 그리고 DNA 연구 등에 다양하게 활용돼요. 예를 들어 세포 속의 DNA는 차지하는 공간을 줄이기 위해 빽빽하게 꼬인 상태로 존재하는데 유전정보를 복제하거나 단백질을 만들어낼 때 이 나선구조를 푼단다. 만약 과학자들이 DNA의 매듭 형태와 이것을 풀려면 어떻게 해야 하는지를 밝혀낸다면 DNA 복제과정을 정확히 파악하는 데 큰 도움이 되겠지? 그래서 **DNA 연구에서 매듭 원리는 매우 중요한 역할을 한단다."**

"헐, 사소해 보이는 신발끈 연구가 그렇게 어려운 과학으로까지 연결된다니 신기해요. 그럼 혹시 그 어떤 힘에도 절대로 풀리지 않은 신발끈을 개발하는 것도 가능할까요?"

"글쎄다. 과학자들에게 불가능이란 없으니까 기대해볼까?"

"전 그런 신발끈 무조건 찬성이에요. 드라마 보면 남녀가 막 달달해지려고 할 때 희한하게 꼭 여자 운동화 끈이 풀어지고 희한하게 꼭 남자가 쭈그리고 앉아 묶어주거든요. 틀림없이 고 여우 같은 여자가 일부러 끈을 헐겁게 하고 나간 거라고 보지만요. 암튼 저에게 남친이 생길 때까지 그런 달달한 장면은 절대 보고 싶지 않아요. 그러니까 안 풀리는 신발끈 만들어주세요."

"헐, 놀부 심보는 저리가라 할 저 심술은 어쩜 좋아."

"DNA는 저리가라 할 만큼 배배 꼬였다는 표현으로 바꿔주세요. 배운 티 내고 싶어요."

「과학향기」(KISTI 제2954호)에서

격월간
국방과학기술정보 제65호

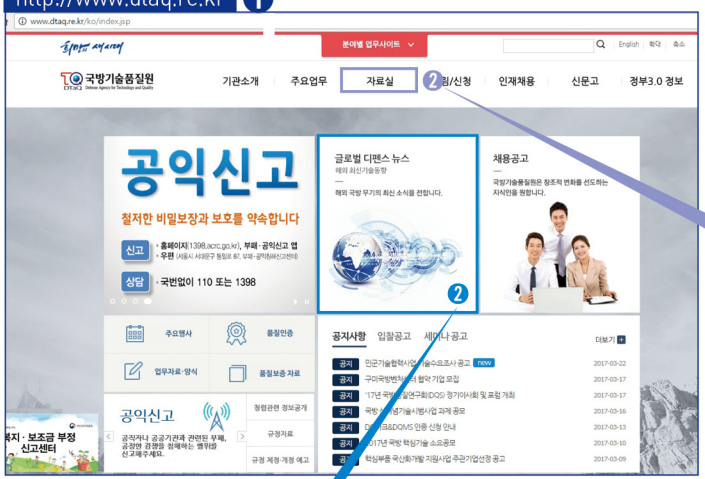
발 행 일 | 2017년 8월 1일
발 행 처 | 국방기술품질원
발 행 인 | 이헌곤
주 소 | 경상남도 진주시 진주우체국 사서함 2호
전 화 | (055) 751-5370

편집위원장	기술정보부장	책임연구원	**김재우**
간 사	방산정보팀장	공군대령	**백헌영**
편집위원	지휘통제·통신무기체계	수석연구원	**김종만**
	감시정찰무기체계	〃	
	기동무기체계	연구위원	**강인원**
	함정무기체계	책임연구원	**김윤동**
	항공무기체계	연구위원	**심인보**
	화력무기체계	육군대령	**박원진**
	방호·유도무기체계	수석연구원	**김중호**
정보수집		연 구 원	**권다옥**
발 간		연 구 원	**전고운**

편집·인쇄 | 경성문화사
책자 문의 | (055) 751-5386

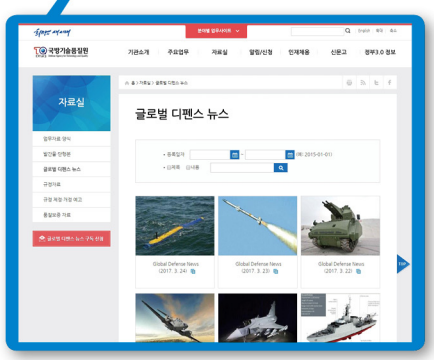
방산기술정보 인터넷 접속 방법

http://www.dtaq.re.kr ❶



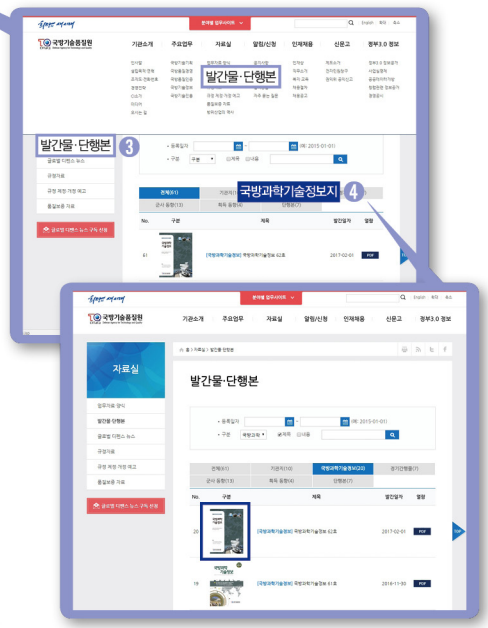
▶ Global Defense News 접속 방법

❶ www.dtaq.re.kr
❷ 글로벌 디펜스 뉴스 클릭



▶ 국방과학기술정보 책자 열람 방법

❶ www.dtaq.re.kr
❷ 자료실 클릭
❸ 발간물·단행본 클릭
❹ 국방과학기술정보지 클릭



방산기술정보 국방망 접속 방법

http://dtims.mnd.mil ❶

▶ DTIMS 회원가입방법

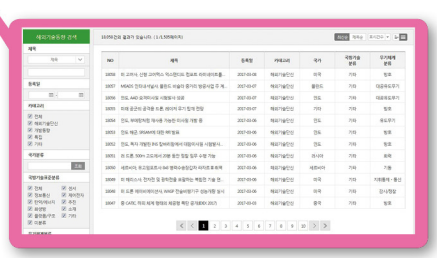
❶ 인트라넷 주소창에 http://dtims.mnd.mil 입력
❷ 상기 화면이 뜨면 우측 상단에 있는 회원가입 클릭하고 회원가입
❸ 회원가입 완료후 로그인

▶ 격월간 국방과학기술정보誌 열람 방법

❶ http://dtims.mnd.mil ➡ ❷ 전체메뉴 클릭
➡ ❸ 국방과학기술정보 클릭

▶ Global Defense News 및 해외기술 동향 접속 방법

❶ http://dtims.mnd.mil ➡ ❷ 해외기술 동향 클릭



군수품 해외 입찰정보 열람안내

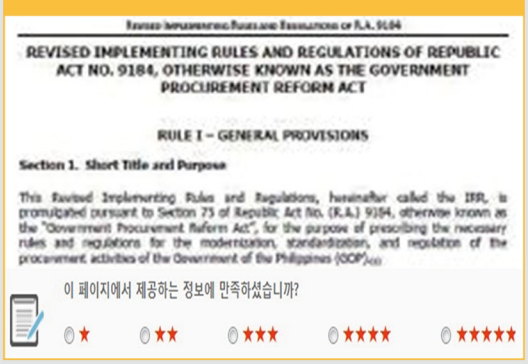
방위사업청과 국방기술품질원에서는 방위산업 수출 증진을 위해 수출 희망기업을 대상으로 방산수출 관련 정보제공, 글로벌 방산강소기업 육성, 해외시장 개척활동 지원, 수출품에 대한 정부인증(DQ마크) 사업 등 범정부 차원의 수출 지원활동을 추진하고 있습니다.

이의 일환으로 '15년 5월부터 수출을 희망하는 우리 기업의 마케팅 활동에 도움을 드리고자 세계 각국의 국방분야 입찰정보를 수집하여 방위사업청 D4B시스템을 통해 제공하고 있으니 많은 활용 바랍니다.

① 방산수출입지원시스템 접속
http://www.d4b.go.kr

② 해외입찰정보 클릭!!
③ 원하는 정보(입찰공고명, 정보획득일자, 입찰기간, 무기체계분야, 입찰국가)검색

⑤ 해외입찰원문정보 열람(로그인 필요)
⑥ 만족도 평가


REVISED IMPLEMENTING RULES AND REGULATIONS OF REPUBLIC ACT NO. 9184, OTHERWISE KNOWN AS THE GOVERNMENT PROCUREMENT REFORM ACT

RULE I – GENERAL PROVISIONS

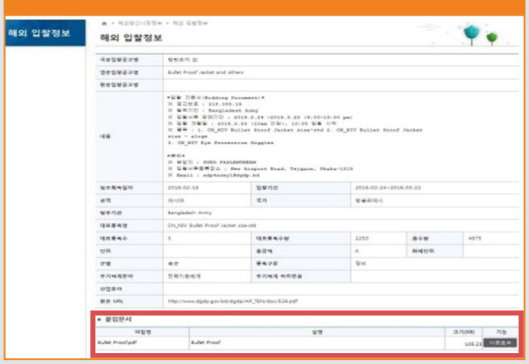
Section 1. Short Title and Purpose

This Revised Implementing Rules and Regulations, hereinafter called the IRR, is promulgated pursuant to Section 75 of Republic Act No. (R.A.) 9184, otherwise known as the "Government Procurement Reform Act", for the purpose of prescribing the necessary rules and regulations for the modernization, standardization, and regulation of the procurement activities of the Government of the Philippines (GOP).

이 페이지에서 제공하는 정보에 만족하셨습니까?

★ ★★ ★★★ ★★★★ ★★★★★

④ 해외입찰정보 상세 검색결과 예시



▣ 입찰정보 제공 권역 및 담당자

북아메리카, 아시아, 아프리카, 오세아니아, 러시아/CIS, 중동, 유럽, 중남미 : 윤태연 (055-751-5393, yoonty12@dtaq.re.kr)

국방기술품질원 DTaQ Defense Agency for Technology and Quality
경상남도 진주시 동진로 420(충무공동 국방기술품질원)
Tel. 055-751-5114 Fax. 055-751-5266 www.dtaq.re.kr