

2018년 7·8월 제71호

국방과학기술정보

Journal of the Defense Science & Technology Information

특집기사

- 대포병탐지레이더 기술 및 개발동향
- 탄도유도탄 레이더 탐지·추적 개념
- 표적추적 기술현황



2018년 7·8월 제71호

국방과학기술정보

Journal of the Defense Science & Technology Information

국방과학기술정보 제71호

발행일 2018년 8월 16일
발행처 국방기술품질원
발행인 이창희
주소 경상남도 진주시 동진로 420(총무공동)
전화 (055) 751-5370

편집·인쇄 무계중심창의력연구소 (02) 508-4501

책자 문의 (055) 751-5386
편집위원장 기술정보부장 책임연구원 김세일
간사 방산정보팀장 공군대령 백현영
편집위원 지휘통제통신무기체계 수석연구원 김중만
감시정찰무기체계 책임연구원 김재우
기동무기체계 수석연구원 유재명
함정무기체계 책임연구원 김윤동
항공무기체계 수석연구원 심인보
화력무기체계 연구원 김미선
방호유도무기체계 선임연구원 양재창
전력지원체계 선임연구원 양재창
정보수집 연구원 송해선
발간 연구원 김미선
발간행정 및 지원 사무원 김주현

목차

국방과학기술정보 2018년 7월·8월 제71호

이슈포커스

004 인포그래픽으로 보는 국방과학기술정보 제71호

특집기사

008 대포병탐지레이더 기술 및 개발동향

017 탄도유도탄 레이더 탐지·추적 개념

026 표적추적 기술현황

해외기술단신

지휘통제·통신 038 미 육군, 미래 전자전 상황에서 인공지능 기법 강화 모색

039 중국, 미사일에 항재밍 안테나 장착 예정

040 미 육군, 신형 전자전 도구를 통해 전장에서 취약점 인식 강화

041 프랑스와 미국, 햅틱 가상현실 기술을 이용한 훈련체계 개발

감시정찰 042 미 공군, 미사일 공격 대응을 위한 레이더체계 성능개량 추진

043 이스라엘 써드아이사, 메두자 드론 탐지기 공개

044 프 탈레스사, 야간전투능력 강화를 위한 소피 울티마 카메라 출시

045 미 육군, 질병 탐지 가능한 착용형 전자식 센서 개발 사업 추진

기동 046 미 육군, 미사일 방어용 '아이언 커튼' 시험 중

047 캐나다 라인메탈사, 무인지상차량 'Mission Master Cargo' 공개

049 프 MBDA사와 밀렘 로보틱스사, 대전차 UGV 개발 예정

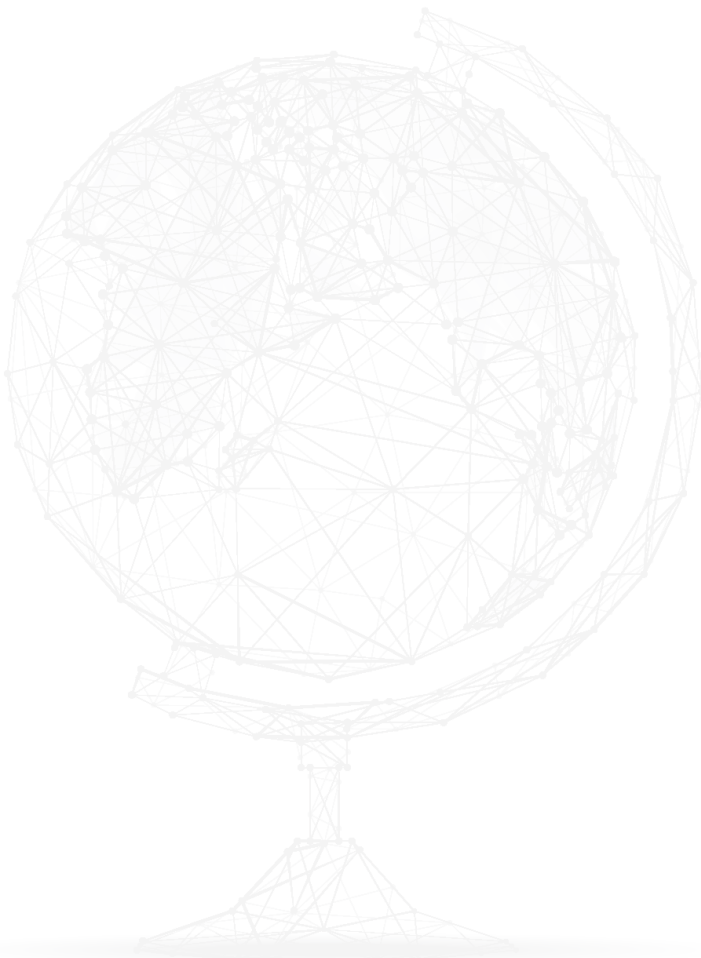
050 이스라엘 제너럴 로보틱스사, 신형 드론 대응체계 '핏불' 개발

함정 051 영 해군, 7번째 아스튜트급 잠수함을 '아쟁쿠르'로 명명 예정

052 미 해군, LCS 미사일 모듈 개발시험 착수

053 중국 원저우테크사, 군집 USV 시연

055 이스라엘 라파엘사, USV '프로텍터' 미사일 발사 시연 실시



해외무기 개발동향

항공 056 미 아이북사, 로켓-무인항공기 결합체계 개발 중

058 이스라엘 IAI사, 로템 UAS 시연 성공

059 중국, 스텔스 무인전투기 '안지엔' 공개

화력 061 미 에어트로닉사, PSRL용 신형 HEAT탄 개발 중

062 프랑스, 40mm 탄두내장형 탄약체계 사격시험 착수

063 이스라엘 라파엘사, 스파이크 계열 정밀무기 파이어플라이 체계 공개

064 러 육군, AGS-40 발칸 자동유탄발사기 시험 착수

방호·유도무기 065 중국 국방부, DF-26 탄도미사일 도입

067 미·일, 공동 개발 미사일 'SM3 블록 2A'로 ICBM 요격 실험도 계획

068 이스라엘군, 최신 버전 아이언돔으로 박격포탄 요격 가능

069 중국, 미 본토 타격이 가능한 신형 다탄두 장거리 핵미사일 DF-41 시험 발사 성공으로 전력화 임박

전력지원체계 070 미 해군연구소, 전투원 장갑판 경량화 및 강화를 위해 나노과학 경계 확장

072 미 공군, 독특한 전투복으로 작전위장무늬 채택

073 미 스파르톤사, 신형 LCD 디스플레이 공개

지휘통제·통신 076 군 전투발전에 기여할 착용형 컴퓨터 개발동향

084 LVC 연동 아키텍처 기술 동향

감시정찰 095 조종사용 야시장비 기술동향

기동 099 미국 육군의 분대용 다목적 장비수송로봇 SMET 사업 추진 현황

합정 108 이탈리아의 잠수함 전력 및 기술 동향

항공 113 대공방어의 새로운 도전과제 군집 드론

화력 117 자율형 배회폭탄의 개발동향

방호유도무기 126 영국의 미사일방어체계 스카이 세이버 분석

벤처기업 기술현황

134 RF 모듈과 HVPS 기술현황

136 감시정찰 및 지뢰탐지·제거용 드론시스템

138 복합항법장치와 소형무인기 기술

140 스마트 차량 원격 통제장치

142 InGaAs 광검출기 기술

144 특수 광섬유 가공과 레이저 기술 현황

146 원격사격통제체계 및 다중센서 중거리 PTZ 카메라

148 마이크로 합금화층이 형성된 내식, 내화학, 내마모성이 탁월한 표면처리 기술현황

150 소부대 무선통신장치 기술현황

152 정보보안을 위한 도청 및 녹음방지

국방기술품질원 주요업무 소개

인포그래픽으로 보는 국방과학기술정보 제71호

대포병탐지레이더기술 및 개발동향

대포병탐지레이더는 공제선 위로 상승하는 적 포탄을 탐색, 확인, 추적하고 포탄의 발사 위치 및 포탄의 탄착지점을 계산한다. 야군에게 실시간으로 제공함으로써 대응사격을 통해 적 화포를 무력화하는 대화력전 작전 수행에 필수적으로 요구되는 탐지 체계이다. 해외 대포병탐지레이더는 초기 기계식 레이더나 수동위상배열(PESA) 방식에서 레이더 기술의 발전 추세에 따라 반도체 송수신모듈(TRM)을 사용하는 능동위상배열(AESA) 방식으로 개발되어 작전 지속능력과 신뢰성이 증대되고 있다. 또한 소형·경량화 및 차량 탑재형으로 개발되어 이동성과 운용성을 향상시키고 있다. (특집기사)

미국

TPQ-36

미국 Hughes Aircraft Company (현 Raytheon사)에서 개발한 X밴드 (8~12GHz) 이동식 레이더

- 박격포 탐지거리 12.5km
- 야포 탐지거리 18km
- 로켓 탐지거리 24km
- 고정된 상태에서 전자적 스캔으로 90° 가능
- 기계적 스캔으로 전 방위 탐지 가능

TPQ-37

탐지거리 증가와 무게의 감소, 이동성 향상 등 전체적으로 성능이 개선된 TPQ-37 (V)8 모델

- 안테나 무게 약 1.3t
- 시스템 무게 약 1.1t
- 로켓 탐지거리 50km
- 고도 0° 에서 90° 까지 조정 가능
- 전자적 스캔으로 90°, 기계적 스캔으로 전 방위 감시

TPQ-53

S밴드(2~4GHz) 능동위상배열 레이더

- 시스템 무게 약 8.9t
- 박격포, 야포, 로켓 탐지거리 20km
- TPQ-36, 37보다 적은 수의 인원으로 레이더 운용 가능

스웨덴

ARTHUR

ARTHUR C밴드(4~8GHz) 수동 위상배열 레이더

- 안테나, 발전기, 통제소가 하나의 컨테이너로 통합되어 있어 크기가 작음
- 4명의 인원으로 차량 정지 후 5분 이내에 작동 가능
- 적 화력 발사탐지, 대포병 사격 통제, 경보 등 다양한 임무 수행

EU

COBRA

독일의 Airbus Defense & Space, 프랑스의 Thales, 미국의 Lockheed Martin이 공동으로 개발한 C밴드(4~8GHz) 3차원 레이더

- 시스템 자동화
- 소수의 인원으로 운용 가능
- 탐지 거리 40km
- 전자적 스캔으로 90°에서 최대 270°까지 감시정찰 가능

이스라엘

EL/M 2084

S밴드(2~4GHz) 능동위상배열 다기능 레이더

- 박격포 탐지거리는 5km
- 단거리 로켓 탐지거리 20km
- 장거리 로켓과 전술 미사일 탐지거리 100km
- 항공 감시 탐지거리 474km
- 회전하며 전 방위 감시 가능
- 레이더가 고정된 상태에서 전자적 스캔 방식으로 120°감시

중국

SLC-2

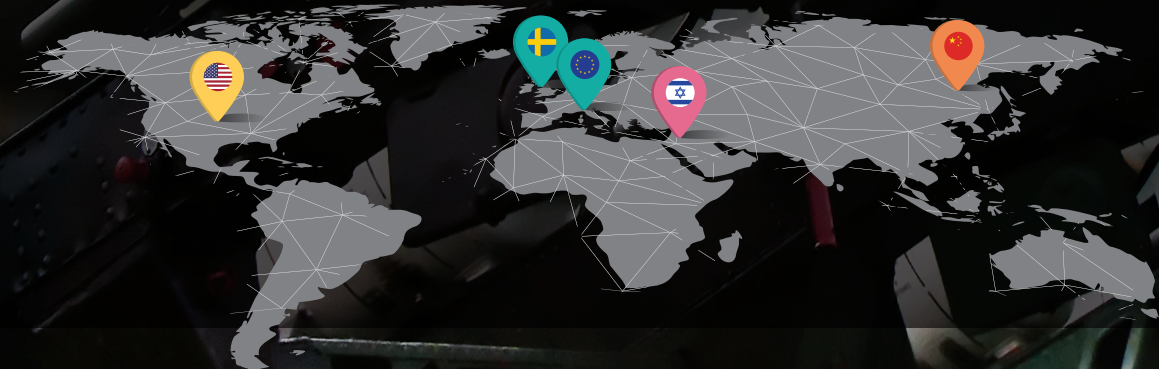
S밴드(2~4GHz) 수동위상배열 레이더

- 야포 탐지거리 35km
- 로켓 탐지거리 50km

SLC-2E

S밴드(2~4GHz) 능동위상배열 레이더

- 야포 탐지거리 50km
- 로켓 탐지거리 90km
- 기계적으로 고도 0~90°로 조정 가능
- 전자적으로 방위 90°와 고도 35° 범위 스캔



미국 공군이 동맹국을 적 탄도 미사일 공격으로부터 방호하기 위해 노후화된 지상기반 레이더 경보체계를 개량할 계획이다

미국 공군이 동맹국을 적 탄도미사일 공격으로부터 방호하기 위해 노후화된 지상기반 레이더 경보체계를 개량할 계획이다. 공군수명 주기관리센터는 8억 6,600만 달러 규모로 5년간 레노스롭그루먼사와 추진하며, 주요사업내용은 PAVE PAWS, 탄도미사일 조기경보체계(BMEWS), 레이더 공격 특성화 체계(PARCS)이다. (단신-감시정찰)

노후 지상기반 레이더 경보체계 대상



PAVE PAWS

미국 본토를 겨냥한 전세계 모든 대륙간 탄도미사일에 대한 경고 및 공격평가



BMEWS

잠수함 및 함정발사 탄도미사일 공격을 경고하며, 탄도 미사일 공격 강도 평가 관련 데이터 제공



PARCS

탄도미사일 공격 외에 AN/FPQ-16 위상배열 레이더체계로 지구 궤도를 도는 모든 물체의 절반 이상 감시 및 추적 가능

미 에어트로닉사, PSRL용 신형 HEAT탄 개발 중

미국 에어트로닉사가 정밀 견착발사식 로켓발사기(PSRL)용 신형 대전차고폭(HEAT)탄을 개발 중이라고 밝혔다. (단신-화력)

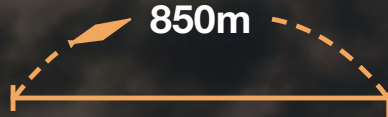
PSRL용 신형 HEAT탄

탄두 길이



93mm

사거리



850m

연속발사

방아쇠 장치 재설계로 최대 1,000발 발사 가능



특허

특허를 취득한 칼라 체계(COLLAR SYSTEM)를 이용해 신형 수동식 열 차폐막을 발사관에 부착



특집기사

대포병탐지레이더 기술 및 개발동향
탄도유도탄 레이더 탐지·추적 개념
표적추적 기술현황

대포병탐지레이더 기술 및 개발동향



국방기술품질원 유도감시팀

하우녕 연구원(좌), 이선현 선임연구원(중), 김일규 선임연구원(우)

1. 서론

최초의 대포병탐지레이더는 제2차 세계대전 시 영국에서 개발된 것으로 알려져 있다. 이전의 화포 탐지는 음향장비를 이용하여 포성을 듣거나 광학장비를 이용하여 포연을 관측하여 적 포대를 찾았다. 하지만 이러한 방법은 적 포대를 찾아내는 데 시간이 오래 걸렸으며 정확도도 매우 낮았다. 1930년대 적 항공기를 탐지하기 위한 방공 레이더가 탄생한 이후, 제2차 세계대전에서는 화포 탐지를 목적으로 하는 대포병탐지레이더가 개발되어 실전에 배치·운영되게 된다.

대포병탐지레이더는 그림 1과 같이 공제선 위로 상승하는 적 포탄을 탐색, 확인, 추적하고 포탄의 발사 위치 및 포탄의 탄착지점을 계산하여 아군에게 실시간으로 제공함으로써 대응사격을 통해 적 화포를 무력화하는 대화력전 작전 수행에 필수적으로 요구되는 탐지 체계이다.

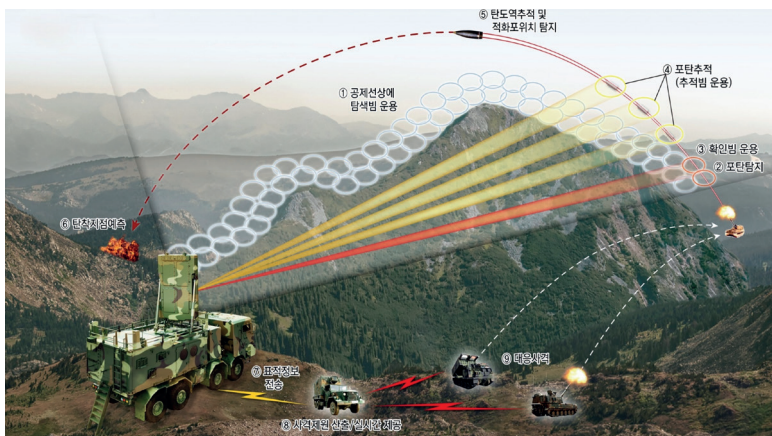


그림 1 대포병탐지레이더 운용개념

레이더 반사 단면적(RCS¹) 2m² 수준의 항공기에 대한 탐지정보를 제공하는 일반적인 탐지레이더와는 달리 대포병탐지레이더는 0.001~0.01m² 수준의 매우 작은 RCS를 가지며 항공기에 비해 매우 빠른 속도로 이동하는 야포(Gun)나 로켓(Rocket), 박격포(Mortar) 등을 탐지해야 한다. 따라서 소형·고속의 포탄을 탐지 및 추적할 수 있도록 고출력·고이득의 안테나 기술이 적용되어야 하며, 일반 레이더보다 빠른 탐색이 가능하도록 전자적으로 빔 조향(Beam Steering)이 가능한 위상배열 레이더 기술이 요구된다. 그뿐만 아니라 탐지된 포탄을 구분하고 탄도방정식을 이용한 역추적을 통해 적 화포의 위치와 탄착지점을 예측할 수 있는 정밀한 신호처리 알고리즘이 필요하며 대화력전 운용개념에 부합하도록 지형 조건을 극복할 수 있는 우수한 기동성과 신속한 운용성이 요구된다.

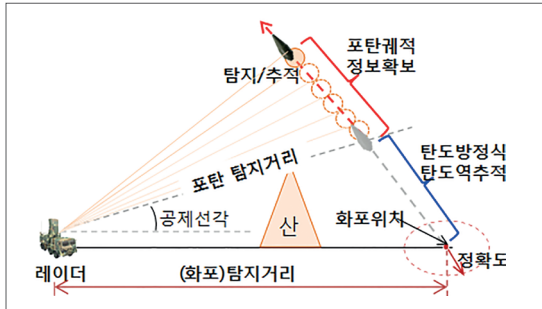


그림 2 화포 탐지 원리



그림 3 탐지대상 화포

대포병탐지레이더에서 가장 중요한 적 화포의 위치와 포탄 탄착지점 예측은 탐지·추적된 포탄의 궤적으로부터 포탄의 항력계수, 포탄 궤적의 중심점, 속도 벡터 등의 파라미터를 추출하고 탄도방정식을 이용한 역추적을 통해 계산된다. 디지털 지형정보를 이용한 보정을 통해 보다 정확한 화포 위치와 탄착지점을 산출하며 이렇게 추정된 위치 정보는 포탄의 RCS, 포구 초속 등의 정보와 함께 화포의 종류를 구분하기 위한 정보로 활용된다.

2. 국가별 대포병 레이더 개발현황

해외 대포병탐지레이더는 초기 기계식 레이더나 수동위상배열(PESA²) 방식에서 레이더 기술의 발전 추세에 따라 반도체 송수신모듈(TRM³)을 사용하는 능동위상배열(AESA⁴) 방식으로 개발되어 작전 지속능력과 신뢰성이 증대되고 있다. 또한, 소형·경량화 및 차량 탑재형으로 개발되어 이동성과 운용성을 향상시키고 있다. 군의 요구사항에 따라 적 화포 위치 탐지 전용으로 개발되어 대화력전 작전요구에 적합하도록 성능 및 기능을 최적화하고 있으며, 필요시 화포뿐만 아니라 다양한 표적을 탐지·추적 할 수 있는 다기능 레이더로 개발되고 있다.

가. 미국

1) AN/TPQ⁵-36

TPQ-36은 미국의 Hughes Aircraft Company사(현 Raytheon사)에서 개발한 X밴드(8~12GHz)

1 Radar Cross Section 2 Passive Electronically Scanned Array 3 Transmitter Receiver Module 4 Active Electronically Scanned Array
5 'AN'은 통합전자제품 유형 명명 체계(Joint Electronics Type Designation, JETDS)에서 파생된 명칭, 'T'는 Transportable, 'P'는 레이더, 'Q'는 특수한 목적(대포병 탐지)을 가진 레이더를 의미



그림 4 AN/TPQ-36 레이더

이동식 레이더이다.

TPQ-36의 초기 모델은 1970년대에 개발되었으며, 미 육군과 해병대에 130대가 공급되었다. 이후, 장비 노후화로 인한 신뢰성 저하 및 부품 단종에 따른 운용성 저하로 1995년 신형 TPQ-36 (V)7 모델이 개발되었다. (V)7 모델은 이전 모델과 비교하여 소형화되어 이동성이 향상된 것이 특징이고, 험비(Humvee) 차량에 견인 운용되도록 개발되었다. 1990년대 초에는 레이더의 운영통제부를 대체하기 위한 개발에 착수했고, 같은 안테나와 쉘터를 사용하면서 운영통제부가 교체된 TPQ-36 (V)8 모델이 개발되었다.

TPQ-36의 탐지거리는 박격포에 대해서 12.5km의 탐지거리를, 야포에 대해서 18km의 탐지거리를 로켓에 대해서 24km의 탐지거리를 갖는다. 고정된 상태에서 전자적 스캔으로 90°의 탐지범위를 갖고 있고, 기계적 스캔으로 전 방위의 탐지가 가능하다. TPQ-36은 안테나/송수신기 시스템, 운영 쉘터, 발전기 등으로 구성된다. 안테나/송수신기 시스템은 약 1.4t, 쉘터는 약 1t이다. 일반적으로 험비 차량에 의해 견인되는 이동식 레이더이다.

2) TPQ-37



그림 5 AN/TPQ-37 레이더

TPQ-37은 S밴드(2~4GHz) 이동식 레이더이다. TPQ-37은 Hughes Aircraft Company사가 1976년 개발 완료 이후, 기존 TPQ-36과 함께 대화력전 임무를 수행하였다. TPQ-37은 TPQ-36과 같이 지속적인 성능개량이 이루어졌으며, 1997년에 탐지거리 증가와 무게의 감소, 이동성 향상 등 전체적으로 성능이 개선된 TPQ-37 (V)8 모델이 개발되었다.

TPQ-37의 안테나 무게는 약 1.3t, 시스템의 무게는 약 1.2t으로 합치면 약 2.5t이다. 탐지거리는 야포에 대해서 30km의 탐지거리를, 로켓에 대해서 50km의 탐지거리를 갖는다. 고도는 0°에서 90°까지

조정이 가능하고 전자적 스캔으로 90°, 기계적 스캔으로 전 방위를 감시할 수 있다.

3) TPQ-53

TPQ-53은 S밴드(2~4GHz) 능동위상배열 레이더이다. Lockheed Martin사, Syracuse Research Corporation(SRC)사, Burttek inc.가 공동으로 개발한 레이더로서 각각 레이더 시스템 개발, 디지털 처리를 담당하는 송수신기 개발, 쉘터와 플랫폼을 개발했다.



그림 8 AN/TPQ-53 레이더

TPQ-53은 2002년 미 육군의 'Multi-Mission Radar Advance Technology Objective'라는 연구 프로젝트의 일환으로 개발되었다. 트레일러 견인방식이 아닌 트럭에 탑재하는 방식으로 바뀐 것이 특징이며, 발전된 레이더 기술과 현대화된 소프트웨어 및 하드웨어 기술, 진화된 플랫폼, 향상된 공기 냉각 시스템 등 성능과 신뢰성이 향상된 레이더이다.

TPQ-53은 시스템의 무게가 약 8.9t이다. 탐지거리는 전 방위 감시를 수행할 때는 박격포, 야포, 로켓에 대해 20km까지 탐지할 수 있고, 90° 구역 감시를 수행할 때는 박격포에 대해 20km, 야포에 대해 34km, 로켓에 대해 60km의 탐지거리를 갖는다.

TPQ-36, 37보다 적은 수의 인원으로 레이더를 운용할 수 있는 장점이 있다.

TPQ-53을 기존 TPQ-36, 37과 비교해보면, TPQ-53은 탐지거리의 증가와 함께 차량 탑재방식으로 이동성이 향상되었고, 시스템의 발전으로 장비 운용에 필요한 인력이 감소하고 있음을 확인할 수 있다.

표 1 미국의 대포병 레이더 비교

	TPQ-36	TPQ-37	TPQ-53
주파수	X밴드 (8~12GHz)	S밴드 (2~4GHz)	S밴드 (2~4GHz)
안테나	PESA	PESA	AESA
탐지 거리	24km	50km	60km
이동 방식	트레일러 견인		차량 탑재
운용 인원	9명	12명	4명
방위각	360°	360°	360°
고도	90°	90°	90°
무게	약 1.4t	약 2.5t	약 8.9t

나. 스웨덴

스웨덴의 ARTHUR[®] C밴드(4~8GHz) 수동 위상배열 레이더이다.

스웨덴과 노르웨이 정부는 1994년, 북유럽 환경에서 경보병 여단을 지원하기 위해 대포병 레이더의 공동개발 및 구매를 결정했다. 정부의 방침에 따라 스웨덴 전자통신기업 Ericsson Microwave Systems사가 레이더 개발을, 스웨덴 차량 제작업체 Haggblunds사가 탑재 차량을 담당하여 ARTHUR 대포병 레이더를 개발했고, 1988년에 스웨덴과 노르웨이 육군에 납품, 1999년부터 운용되었다.

ARTHUR의 초기 모델 Mode-A는 박격포 탐지를 목적으로 개발되었고, 120mm 박격포를



그림 7 ARTHUR 레이더

100개까지 추적이 가능하다.

ARTHUR는 안테나, 발전기, 통제소가 하나의 컨테이너로 통합되어 있어 다른 대포병 레이더와 비교했을 때, 크기가 작은 것이 장점이다. 또한, 체계가 통합되어 있어 4명의 인원으로 차량 정지 후 5분 이내에 작동할 수 있는 장점이 있다. 그 외에도 적 화력 발사탐지, 대포병 사격 통제, 경보 등 다양한 임무를 수행한다.

다. EU



그림 8 COBRA 레이더

2km 이내의 오차만을 갖고 있으며, 시스템의 상당 부분이 자동화되고, 자체 교정이나 최적화된 알고리즘을 통해 소수의 인원으로도 운용이 가능한 것이 특징이다.

COBRA 대포병 레이더의 탐지 거리는 40km이고 전자적 스캔을 통해 90°에서 최대 270°까지 감시 정찰이 가능하다.

라. 이스라엘

EL/M 2084는 S밴드(2~4GHz) 능동위상배열 다기능 레이더이다. EL/M 2084는 이스라엘의 탄도 위협의 증가에 대응하기 위해 2002년 Elta사와 Weapons and Technology사가 공동으로 개발했다.

30~35km의 범위에서 탐지했다. 이후, Mode-B는 탐지거리를 향상시킨 모델이며, 곡사포는 20~25km, 박격포는 35~40km에서 탐지할 수 있었다. 이 외에 표적 식별 능력, 탄도 계산 능력을 향상했다. 2008년에는 Mode-C를 개발했고, 위 시스템이 적용된 모델은 탐지거리와 각도 분해능이 향상되어 최대 60km 거리에서 곡사포, 로켓 등을 탐지했다. 레이더 시스템의 무게는 4.5t이고, 차량에 탑재하거나 독립적으로 운용하는 방식으로 설계되어 높은 이동성을 갖는다. 레이더의 수평 탐지 범위는 120°이고 기계적인 회전을 통해 전 방위를 탐지할 수 있으며, 표적에 대해 분당

COBRA⁷는 유럽연합의 프랑스, 독일, 영국을 위해 독일의 Airbus Defense & Space사, 프랑스의 Thales사, 미국의 Lockheed Martin사가 공동으로 개발한 C밴드(4~8GHz) 3차원 레이더이며 최초로 대포병 레이더에 능동위상배열 기술이 적용된 모델이다.

1986년 프랑스, 독일, 영국이 대포병 레이더에 대한 필요성에 대해 동의하면서 개발에 착수했고, 2007년 8월까지 29대의 COBRA 레이더가 생산되어 프랑스, 독일, 영국, 터키로 인도되었다.

COBRA 대포병 레이더는 정밀한 항법장치를 바탕으로 20km를 기준으로 방위 2.4km 이내, 고도



그림 9 EL/M 2084 레이더

EL/M 2084 레이더의 박격포 탐지거리는 5km, 단거리 로켓 탐지거리는 20km, 장거리 로켓과 전술 미사일 탐지거리는 100km, 항공 감시 탐지거리는 474km이다. 회전하며 전 방위를 감시할 수 있고, 레이더가 고정된 상태에서는 전자적 스캔 방식을 통해 120°를 감시할 수 있다. EL/M 2084 레이더는 안테나 유닛, 제어 모듈, 냉각유닛 및 발전기로 구성된 이동형 시스템으로써, 다양한 운송 플랫폼에 장착할 수 있어 높은 이동성을 갖는다.

마. 중국

1) SLC-2 WLR⁸



그림 10 SLC-2 레이더

SLC-2는 S밴드(2~4GHz) 수동위상배열 레이더이다.

중국은 1989년 TPQ-37 4대를 미국으로부터 수입했다. 그러나 수입을 통한 무기 획득은 많은 비용이 소모되었기 때문에 TPQ-37 레이더의 기술을 습득한 후, 유사 성능을 갖춘 장비개발을 결정했다. 중국의 전자 기술 그룹 공사 CETC⁹는 1994년에 수행된 집중 시험을 통해 TPQ-37의 문제점과 개선 방향을 분석했고, TPQ-37 레이더와 유사한 성능을 갖춘 SLC-2 레이더 개발에 성공했다.

SLC-2 레이더는 AN/TPQ-37을 기초로 만든 레이더로, AN/TPQ-37의 성능을 보완, 향상해

개발한 모델이다. 특히, 다중 목표물 추적능력을 보완하여 신뢰성을 향상했고, 평탄한 탄도 발사체 탐지에 대한 성능을 개선했다.

SLC-2의 탐지거리는 야포에 대해서 35km까지 탐지할 수 있고, 로켓에 대해서 50km까지 탐지할 수 있다. 정확도는 10km 이상의 범위에서 범위의 0.35%의 오차율을 갖고, 10km 미만의 거리에서는 35m이내의 오차를 갖고 있다. SLC-2 역시 이동형 차량에 탑재되어 운용된다.

2) SLC-2E WLR

SLC-2E는 SLC-2의 후속 모델로 S밴드(2~4GHz) 능동위상배열 레이더이다. 기존 모델에서 탐지거리 성능을 42% 향상했으며, 다중 탐지 능력을 개선해 동시에 10개 이상의 목표물을 추적할 수 있다. 또한, 3명의 인원으로 8분 내 전개가 가능하고, 5분 내 해체가 가능해져 이동전개능력이 향상되었다.



그림 11 SLC-2E 레이더

SLC-2E가 대포병 탐지 추적 임무를 수행할 때, 야포의 탐지거리는 50km이고, 로켓의 탐지거리는 90km이다. 기계적으로 고도를 0~90°로 조정할 수 있으며, 전자적으로 방위 90°와 고도 35°의 범위를 스캔한다. 방공 임무를 지원할 때는 안테나가 6~30rpm으로 회전하며 임무를 수행한다. 이 경우, 레이더는 최대 고도 15,000m와 거리 260km 떨어진 목표물을 추적 가능하다.

3. 해외 대포병탐지레이더 개발추세

대포병탐지레이더는 대화력전 임무와 시가전 임무를 수행한다. 대화력전 임무는 그림 12와 같이 적의 화포를 탐지하여 아군에게 위치정보를 전달하는 것으로 장거리 탐색능력과 적의 공격을 피하기 위한 높은 이동능력이 요구된다. 시가전 임무는 그림 13과 같이 적의 비대칭 공격에 대비하기 위해 360° 전방위 탐색기능을 요구하며, 주변 건물이나 지형물에 의한 영향을 줄이기 위해 높은 클러터 제거능력을 요구한다.

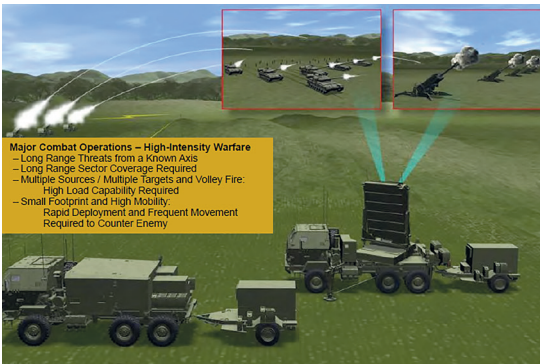


그림 12 대화력전 임무

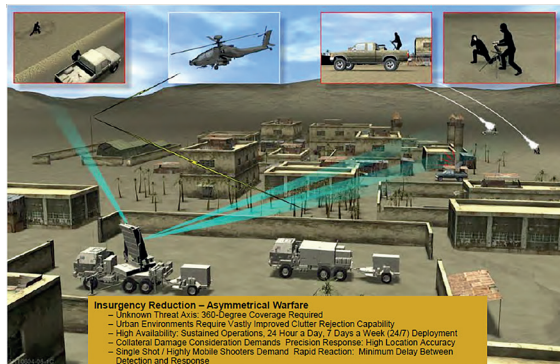
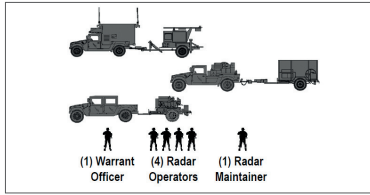


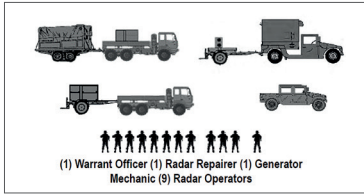
그림 13 시가전 임무

대포병탐지레이더는 효율적인 임무수행을 위해 운용인력이 줄어드는 추세이다. 그림 14의 TPQ-37 레이더의 경우 운용인력이 12명 정도 필요하지만 TPQ-53은 운용인력이 5명으로 필요한 운용인력이 절반 수준이다. 그림 15와 같이 대포병탐지레이더는 반도체형 전력 증폭기(SSPA¹⁰)를 적용하는 추세로 고장 시 심각한 성능저하가 발생하는 튜브형 전력증폭관(TWT¹¹) 방식에 비해 고장에 따른 위험을 줄일 수 있다. 표 2에 제시된 것과 같이 효율적인 화포 탐지를 위해 S밴드와 C밴드 주파수 대역이 활용된다. 효과적인 대화력전 임무를 위해 로켓탄 탐지 기준으로 60km 이상의 탐지거리로 개발되고 있다.

탐지거리의 장비의 안테나, 송신출력 등에 따라 결정된다. 대부분 전자적 스캔이 가능한 위상배열레이더 방식을 사용하는 추세이며, 전방 관측지역(60~120°)에 대한 전자적 스캔을 통해 감시 및 추적이 가능하다. 또한 이동성을 위해 트레일러 방식 보다는 차량 탑재 방식을 사용하는 것도 하나의 추세이다.



(가) TPQ-36



(나) TPQ-37



(다) TPQ-53



그림 15 SSPA 형태의 전력증폭기

그림 14 대표병탐지레이더 운용형태의 변화

표 2 주요국 대표병 레이더 비교

	TPQ-37	TPQ-53	ARTHUR	COBRA	EL/M-2084	SLC-2E
제조국 (업체)	미국 (Raytheon)	미국 (LockheedMartin)	스웨덴 (Ericsson)	EU (Thales)	이스라엘 (ELTA)	중국 (CETC)
주파수	S밴드 (2~4GHz)	S밴드 (2~4GHz)	C밴드 (4~8GHz)	C밴드 (4~8GHz)	S밴드 (2~4GHz)	S밴드 (2~4GHz)
안테나	수동 위상배열	능동 위상배열	수동 위상배열	능동 위상배열	수동 위상배열	능동 위상배열
송신기	TWT	Solid state	TWT	Solid state	Solid state	Solid state
탐지 거리 (로켓탄 기준)	50km	60km	60km	40km	100km	90km
무게	2.5t (트레일러 미포함)	8.9t	4.5t	3t	-	-
탐지 고도	90°	90°	-	-	50°	90°
방위각 (전자스캔)	60°	90°	120°	90°	120°	90°
운송방식	트레일러 견인방식	차량탑재방식	차량탑재방식	차량탑재방식	차량탑재방식	차량탑재방식
사용국가	미국, 프랑스, 중국, 한국 등 10개국	미국, 싱가포르, 사우디	스웨덴, 이탈리아, 영국, 한국 등 12개국	독일, 프랑스, 영국, 터키	이스라엘, 캐나다, 싱가포르, 체코	중국

4. 결론

본 기고에서는 대포병탐지레이더의 기본적인 원리와 주요 국가들의 대포병탐지레이더 개발현황 및 발전추세에 대하여 살펴보았다.

대포병탐지레이더는 적 포탄을 탐지 및 추적하여 포탄의 발사위치와 탄착지점을 아군에게 제공함으로써 적 화포를 무력화하는 대화력전 작전의 필수적인 탐지 체계이다.

또한 항공기에 비해 매우 빠른 속도로 이동하는 야포나 로켓, 박격포 등을 탐지해야 하므로 일반적인 레이더와 비교하여 소형의 고속 목표에 대한 탐지 기술을 요구하며, 신속한 탐색을 위해 전자적 빔조향이 가능한 위상배열 레이더 기술을 필요로 한다. 뿐만 아니라 탐지된 포탄을 구분하고 화포와 탄착지점을 예측할 수 있는 정밀한 신호처리 알고리즘이 필요하며 지형 조건을 극복할 수 있는 우수한 기동성과 운용성이 요구된다.

해외 대포병탐지레이더의 개발 동향을 통해 현재 운용중인 레이더의 성능 및 개발추세를 확인할 수 있다. 개발추세는 360° 전방위 탐색기능과 지형적 조건을 극복하기 위한 높은 클러터 제거능력, 시스템 자동화에 따른 운용인력의 감소, 정비성과 효율이 증대된 SSPA 송신기 사용, 탐지거리 증가, 이동성을 향상시키기 위한 차량 탑재 방식 사용 등으로 정리할 수 있다.

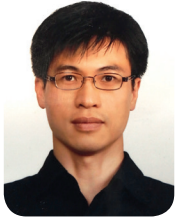
대화력 방어체계를 구축할 때, 탐지 거리, RCS, 송신기 등 다양한 고려사항들이 있지만 성능적인 측면뿐만 아니라 지리적, 전략적 특징을 파악하고 알맞은 체계를 구축하는 것이 중요하다. 특히, 대한민국은 비무장지대로부터 40~50km 이내에 수도권을 포함한 주요 기반시설이 위치해 있고, 국토면적이 남북 약 380km, 동서 약 260km로 매우 협소하여 방어를 위한 지리적 상황이 매우 제한적이기 때문에 국내 현실에 맞는 대포병 탐지레이더를 구축하는 것을 우선적으로 고려해야 한다.

따라서, 국내 현실에 맞는 대포병 레이더를 구축 및 운용하기 위해서는 각 국의 대포병 레이더를 분석하여 효과적인 모델을 확보해야 한다고 판단된다.

참고 문헌

- 1) 김병용, 미국의 미사일 방어정책과 전략(방공포병 전투발전 세미나 논문), 2013.
- 2) 정규수, ICBM 그리고 한반도, 2012.
- 3) 박휘락, 자주국방의 조건 : 이론과 과제 분석, 2009.
- 4) 최현호, 아서 대포병 레이더, 2017.
- 5) HANSOLDT, Counter Battery Radar - COBRA.
- 6) HANSOLDT, COBRA datasheet.
- 7) Federation Of American Scientists, AN/TPQ-36 Firefinder Radar.
- 8) GlobalSecurity, AN/TPQ-37 FIREFINDER ARTILLERY LOCATING RADAR

탄도유도탄 레이더 탐지·추적 개념



국방과학연구소 방위산업기술지원센터 지휘정찰기술팀

책임연구원 신상진

1. 서론

탄도유도탄을 탐지하고 추적하는 레이더를 개발하는 것은 참 흥미로운 일이다. 이 특수한 표적을 위한 레이더 개발비를 생각해 보면, 레이더 시제비보다 오히려 개발 이후에 이것이 잘 개발되었는지 여부를 확인하는 시험비용을 더욱 고민하게 된다. 게다가 비용도 비용이지만 한반도라는 작은 지역에서 시험할 만한 장소를 선정하는 과정 역시 만만하지 않다. 실제 탄도유도탄을 사용한 한두 번의 탐지 추적 실패를 상상해 보면 개발 부담감은 가중될 수밖에 없고, 레이더 체계 전체를 꼼꼼하고 상세하게 체크하기 위해 밤낮없이 몰두해서 혹시나 생각지 못한 부분이 없는지 고심해야하는 개발체계이다. 필자는 과거 탄도유도탄을 탐지 추적하는 레이더 개발 시에 고민했던 사항들 중 탐지추적과 관련하여 주요 관심사항을 기술하였다. 과거 고민했던 사항들을 이 작은 공간에 모두 풀어내기엔 부족하지만 탄도유도탄을 탐지 추적하는 과정에 대한 개념을 정립하는 데 일조가 되길 바라는 마음으로 기술하였다.

2. 탄도유도탄의 운동과 궤적

탄도유도탄을 탐지하고 추적하기 위해서 탄도유도탄의 운동방정식을 정확히 숙지해야 할 필요가 있다. 탐지 추적해야 할 표적이 어떻게 운동을 하고 어떻게 유도되어 비행하는가를 인지해야만 레이더의 탐색 패턴, 탐지 영역, 추적 방법 등과 연관되어 성능 높은 레이더 시스템을 개발할 수 있기 때문이다. 예를 들어 대기층을 비행하는 항공기라든가 바다 위를 떠다니는 배들은 조종사나 항해사가 있어서 그들의 생각대로 기체가 움직이기 때문에 표적의 운동을 예측할 수 없다고 판단하여 이를 탐지 추적하고자 하는

표적추적필터에서는 불규칙한 가속도로 모델링하고 그 물리학적 가속도의 최대값을 설계에 반영한다. 그러나 탄도유도탄의 경우는 그림 1에 나타난 것과 같이 탄착지점에 떨어지기 위해 burn out point까지만 의도적인 가속도를 갖게 되고, 이후 대부분의 비행시간에서는 burn out point에서 이미 정해진 궤도 위를 날아가게 되어 있다. 즉, 불규칙한 가속도 모델링보다는 예측 가능한 가속도를 갖게 됨으로써 이것을 탄도탄 추적에 반영할 수 있다. Burn out point는 탄도유도탄의 추진을 종료시키는 시점으로 그림 2에서 나타난 바와 같이 Boost 단계에서 mid course 단계로 넘어가는 지점에 있다.

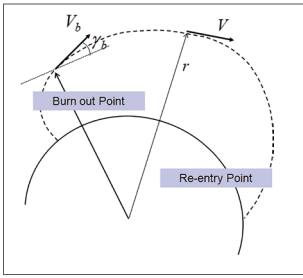


그림 1 탄도유도탄 궤적

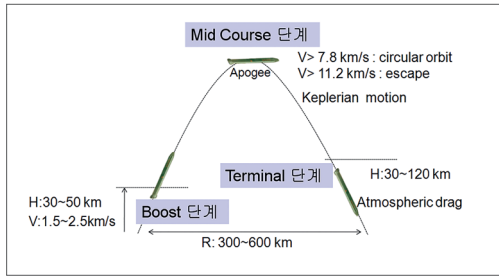


그림 2 탄도유도탄 비행 단계별 고도와 속도

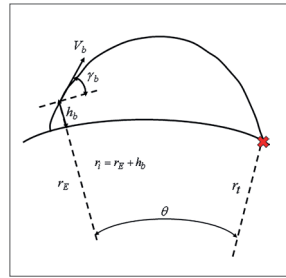


그림 3 탄착지점과 비행궤적

탄도유도탄이 탄착지점까지 도달하기 위한 최적의 해는 hit equation으로부터 계산되며 burn out point에서는 탄도유도탄의 속도와 자세각을 구하는 것이 된다. 그림 3과 같은 조건에서 최적의 속도 V_b 와 비행 자세각 γ_b 을 구해보면 그림 4에 나타난 수식과 같다. 탄도유도탄 궤적의 boost 단계는 최종 탄착지점에 도달하기 위해 burn out point에서 속도와 자세각을 얻을 수 있도록 추력을 이용하여 유도하는 단계이다.

Optimal burnout velocity

$$V_b = \left\{ \frac{2M}{r_i} \left(\frac{1 - \cos(\theta)}{\frac{r_i}{r_i} (1 - \cos(2\gamma_b)) - \cos(\theta) + \cos(\gamma_b - \theta)} \right) \right\}^{1/2}$$

Optimal burnout angle

$$\gamma_b = \frac{1}{2} \tan^{-1} \left(\frac{\sin(\theta)}{\cos(\theta) - \frac{r_i}{r_i}} \right)$$

Initial Condition

$$h_b, r_i$$

그림 4 Hit Equation의 해

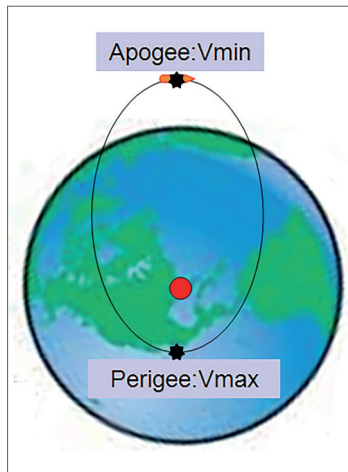


그림 5 탄도유도탄의 타원 운동

1. Specific Energy

$$E = \frac{1}{2} V^2 - \frac{M}{r}$$

2. Specific Angular Momentum

$$J = Vr \cos(\gamma)$$

3. Eccentricity

$$e = \left(1 + \frac{2E \cdot J^2}{M^2} \right)^{1/2}$$

$M = 3.986012 \times 10^{15} m^3 / sec^2$

그림 6 케플러 운동 시 탄도유도탄 주요 파라미터

탐지하는 대공 레이더보다 클러터가 비교적 없는 좋은 환경에서 탐지를 하게 된다. 그러나 고도 20km 이내로 진입할 경우는 대공레이더와 같이 클러터 제거 능력을 갖는 파형전환이 필요하다.

그림 9에 나타난 바와 같이 1960년에 미국의 Lincoln Laboratory에서 탄도유도탄이 대기권을 통과하면서 받는 영향을 지상에서 시험한 사례가 있었다. 탄도유도탄은 그 속도가 상당히 높아서 대기권을 통과할 때 ionized wake를 발생시킨다. 이 ionized wake는 탄도유도탄 앞부분에서 플라즈마 현상에 의해 발생되지만 속도를 가지고 있지 않아 탄도유도탄이 지나간 궤적 뒤에서 긴 꼬리형태로 나타나게 된다.

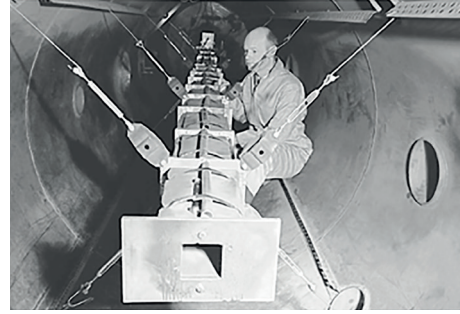


그림 9 Reentry Simulating Range

이 ionized wake는 마치 자유 전자가 많은 도체처럼 전자파에 반사, 산란 등의 영향을 준다. 또한 탄도유도탄이 지구의 전리층을 통과할 때는 전리층에 전하량을 변화시켜서 일부 레이더 반사량에 영향을 줄 수도 있다.

나. 탐지와 관련한 주파수 영향

탄도유도탄을 탐지하는 체계들을 보면 UHF밴드에서부터 X밴드까지 사용하고 있어 주파수를 특별한 목적에 두어 선택해야 할 필요가 있다. 조기경보를 위해 먼 거리의 탄도유도탄을 탐지하기 위해서 대기전파손실이 적은 UHF밴드나 L밴드를 선택하는 것도 방법이나, 대부분의 전파가 지나가는 경로가 대류권 외부이기에 교전까지를 고려한다면 각도 정확도가 높은 X밴드를 선택할 수 있다. 파형설계관점에서 보면 탄도유도탄 속도가 상당히 높기 때문에 도플러 정보 추출 및 블라인드 영역을 줄이기 위해서는 낮은 주파수 밴드가 효과적이다.

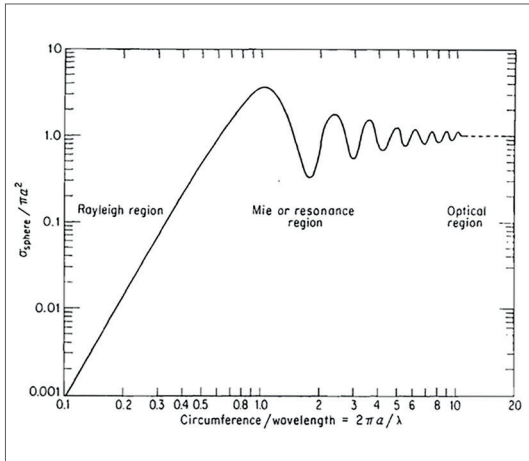


그림 10 파장과 RCS와의 관계

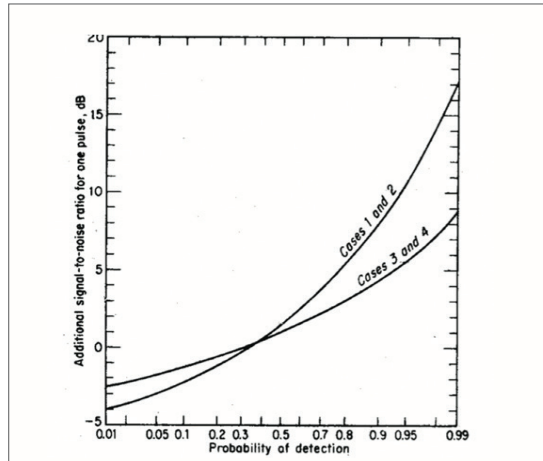


그림 11 Swerling 모델 표적의 탐지확률과 손실

그림 10에서 나타난 바와 같이 UHF밴드부터 X밴드의 주파수 영역은 탄도유도탄의 크기를 고려해 볼 때 RCS¹은 optical region에 포함되어 있다. 탄도유도탄의 궤적은 앞장에서 기술했듯이 발사 초기에 수직으로

상승하기 때문에 상승단계에서 탐지하기 위해서는 수직편파가 유리하다고 볼 수 있다. 탄도유도탄 RCS의 확률적 모델은 Swerling 모델 3, 또는 Swerling 모델 4에 해당한다. Swerling 모델 0에 비해서 동일 탐지확률을 갖기 위해 추가적인 신호 대 잡음비가 필요하며 이것은 손실을 의미한다. 단일 펄스를 사용했을 때 탐지 확률과 추가적인 신호 대 잡음비는 그림 11과 같다. 탄도유도탄을 탐지하기 위해서 단일 펄스에 대한 탐지 확률을 0.4보다 크게 하려면 추가적인 신호 대 잡음비가 필요함을 알 수 있고 이것은 Swerling 모델 1이나 Swerling 모델 2보다는 작다.

다. 탄도유도탄 탐색 패턴과 레이더 운용

타 정보체계로부터 표적이 어디에 위치하고 있다는 사전 정보가 있다면 큐잉 정보를 통해 탐지가 시작된다. 사전에 표적 정보가 없다면 레이더는 표적이 존재할 만한 공간을 탐색하게 되는데 일반적으로 대공레이더의 경우는 방위각으로는 360° 전방향과 고각으로는 대류권내가 되는데 이것은 추진연료를 산화시키기 위해 충분한 산소가 필요한 표적들이 존재하는 고도로 볼 수 있다. 그림 12는 일반적인 대공레이더의 탐색 셀을 나타낸 것이다.

탄도유도탄 탐지는 대부분 먼 거리에서 탐지하고 RCS가 작아서 여러 개의 펄스로 누적하여 신호 대잡음비를 높이기 때문에 하나의 탐색 셀에 소모되는 레이더 자원이 많다. 다행히도 탄도유도탄은 앞장에서 기술한 바와 같이 케플러 운동을 위해 수직 발사가 되고 이후 궤적도 지면에서 수직인 형태로 운동하기 때문에, 대공레이더와 같이 전방위 탐색을 하지 않고 지면에서 수평으로만 탐색 셀을 배치하게 되며 이것을 탐색 펜스라 부른다. 그림 13은 탄도유도탄레이더의 일반적인 탐색 영역을 도시한 것이다.

탐색 펜스를 어떻게 설정해야 할지는 운용상 결정해야 하는데, 탐지하기 위한 탄도유도탄의 동역학적 특성이 일부 반영되며 누적탐지확률을 계산하고 레이더 자원을 고려하여 설정한다. 아래 식 1은 누적탐지확률 P_{Dc} 계산식으로, 탄도유도탄이 탐색펜스를 벗어나기 전에 탐지될 확률을 0.99보다 크게 하여 단일탐지확률 P_{Ds} 와의 관계를 나타낸 것이다. 여기서 N_c 은 그림 14에 나타낸 것과 같이 탄도유도탄이 탐색 펜스에 진입하고 벗어나기까지 걸린 시간 ΔT 동안 탐색펜스를 재탐색한 개수이다.



그림 12 대공레이더의 탐색방식

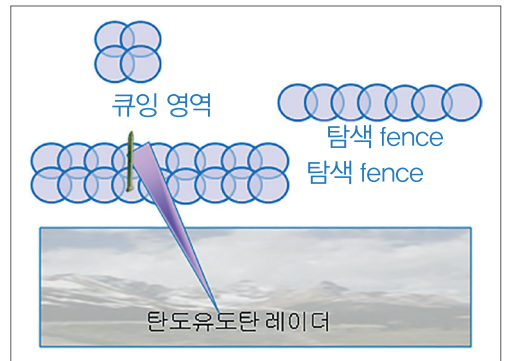


그림 13 탄도유도탄 레이더의 탐색방식

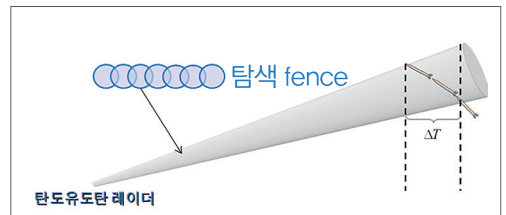


그림 14 탐색 패턴과 탄도유도탄 기하학 관계

$$P_{D_c} = 1 - (1 - P_{D_s})^{N_c} \quad - \quad \text{식 1}$$

탄도유도탄의 RCS를 Swerling model 3로 가정했을 경우 단일탐지확률은 다음식과 같다.

$$P_{D_s} = \left(1 - \frac{2 \cdot \text{SNR} \cdot \ln(P_{FA})}{(2 - \text{SNR})^2} \right) P_{FA}^{\frac{2}{2 + \text{SNR}}} \quad - \quad \text{식 2}$$

여기서 P_{FA} 는 오경보확률이며 SNR은 신호대잡음비로 다음과 같이 레이더 방정식에서 도출된다.

$$\text{SNR} = \frac{P_r \lambda^2 \sigma_l}{(4\pi)^3 K T_0 R^4} N \quad - \quad \text{식 3}$$

여기서 N 은 신호대잡음비를 향상시키기 위해 사용되는 펄스누적 개수로써 레이더자원과 관계한다.

레이더 자원은 탄도유도탄을 탐색함과 동시에 추적도 수행해야하고 또 다른 탄도유도탄도 탐색해야하므로, 레이더 자원을 절약하면서 동시에 탐색팬스를 벗어나기 전에 탄도유도탄을 탐지하는 확률을 1에 가깝게 하는 레이더 운용방법을 찾아야 한다.

4. 레이더의 추적기술

탐색 팬스에서 무언가가 탐지 되면 오경보인지 확인단계를 거치게 되며 표적으로 확인되면 추적 초기화를 위해 추가적인 레이더 자원을 사용하게 된다. 이 때 안정된 표적추적으로 연결될 수 있도록 정확도 높은 속도정보 추출이 필요하고 이로 인해 많은 레이더자원을 소모하게 된다.

가. 좌표계의 정의

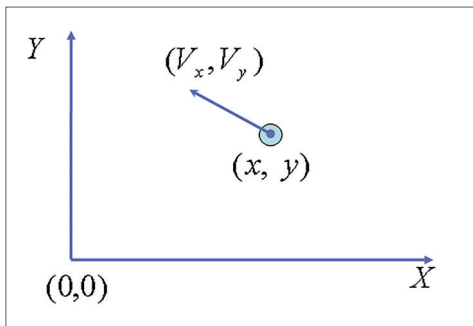


그림 15 관성좌표계와 표적의 위치, 속도

탄도유도탄을 추적하기 위해서는 기본적으로 추적 필터라는 것을 설계해야 하고 추적필터를 설계하기 위해서는 먼저 관성좌표계를 정의해야 한다.

일반적인 표적추적필터를 설계하기 위한 좌표계는 개념적 차원에서 그림 15와 같은 직교 좌표계 위에 표적의 운동을 묘사하고 위치 및 속도를 표시하게 된다. 이러한 추상적인 직교좌표계를 탄도유도탄 추적이라는 현실세계로 구체화시키기 위해 관점의 위치를 지구 밖으로 해보면 그림 16을 연상할 수 있다.

레이더는 지표면에 고정되어 있고 탄도유도탄은 지구 밖에서 운동을 하고 있다는 가정 하에 지구중심을 원점으로 하고 지구자전과 같이 회전하는 ECEF²좌표계에서 탄도유도탄의 가속도를 벡터의 외적연산자를 사용하여 표현하면 다음과 같다.

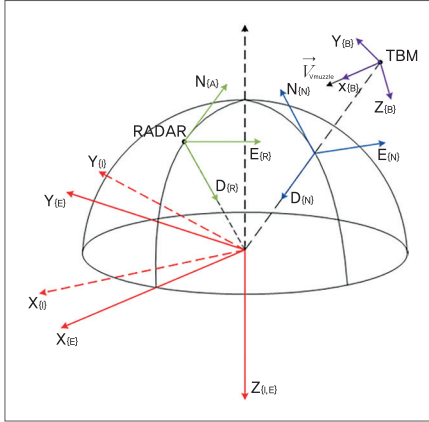


그림 16 탄도유도탄 추적에 사용되는 좌표계

$$\frac{d\vec{V}_T}{dt} \Big|_{ECEP} = -\frac{1}{2} \rho |\vec{V}_T| \vec{V}_T \frac{1}{\beta} - \frac{GM_E}{|R^3|} \vec{R}_T - 2 \vec{Q}_E \times \vec{V}_T - \vec{Q}_E \times (\vec{Q}_E \times \vec{R}_T) \quad \text{식 4}$$

- \vec{V}_T : 탄도유도탄 속도
- \vec{R}_T : 탄도유도탄 위치
- \vec{Q}_E : 지구자전 각속도
- ρ : 공기밀도
- β : 탄도계수

식 4의 오른쪽 첫 번째 항은 공기저항력을 나타내는 식으로 그림 7에서와 같이 고도 60km 이내로 진입하면서 강하게 작용하는 가속도이다. 두 번째 항은 지구중력으로 탄도유도탄의 위치벡터 \vec{r}_T 에 의해서만 변화하는 가속도이다. 세 번째 항은 코리올리의 힘을 나타낸다. 코리올리의 힘은 지구 자전 각속도가 일정하므로 탄도유도탄의 속도 벡터와 관계하여 그 크기가 변화하게 된다. 네 번째 항은 구심가속도로써 탄도유도탄의 위치벡터와 관계하고 있으며 지구 자전 각속도가 상당히 작아서 네 개의 가속도 항목 중 가장 미약한 가속도를 갖게 된다. 일반적으로 항공기를 추적하기 위해 지상에 고정된 대공 레이더는 자전에 의한 영향이 매우 적다. 따라서 레이더가 고정된 지표면을 원점으로 하고 직교좌표계를 정의해서 마치 관성좌표계인 것처럼 사용하는 데 큰 무리가 따르지 않지만, 탄도유도탄을 추적하기 위해서는 지구의 자전을 고려해서 관성좌표계를 확장해야 추적 성능을 높일 수 있다. 만일에 탄도유도탄이 관성좌표계에서 움직이지 않는다고 가정하여도 지표면에 고정된 레이더가 보고 있는 탄도유도탄은 자전에 의해서 가속도가 있는 것처럼 보인다.

나. 추적필터

일반적으로 탄도유도탄을 추적하는 레이더의 추적필터는 동력학과 측정값 사이에 비선형 특성이 존재하여 선형 시스템의 최적필터인 칼만필터와 동일할 수 없지만 개념상 유사한 형태를 갖고 있다. 아래 수식은 칼만필터의 5개 수식이다.

- 상태변수 및 공분산 예측

$$\begin{aligned} \bar{x}_{k+1} &= \Phi \hat{x}_k + \Gamma A_T \\ \bar{P}_{k+1} &= \Phi \hat{P}_k \Phi^T + Q_{k+1} \end{aligned} \quad \text{식 5}$$

- 상태변수 및 공분산 갱신

$$\begin{aligned} \hat{x}_{k+1} &= \bar{x}_{k+1} + K_{k+1} (z_{k+1} - H \bar{x}_{k+1}) \\ K_{k+1} &= \bar{P}_{k+1} H^T (H \bar{P}_{k+1} H^T + R_{k+1})^{-1} \\ \hat{P}_{k+1} &= (I - K_{k+1} H) \bar{P}_{k+1} \end{aligned} \quad \text{식 6}$$

상태변수 예측식에서 \vec{A}_T 는 탄도유도탄의 가속도이다. 앞 절에서 기술한 바와 같이 가속도는 케플러 운동으로 인한 중력가속도와 공기층을 통과할 때 발생하는 공기저항력, 지구 자전으로 인해 발생하는 가속도가 있다. 지구 자전으로 인한 가속도는 탄도유도탄의 위치 및 속도가 추정되면 그 크기를 예측할 수 있다. 중력 또한 탄도유도탄의 위치를 추정하면 높은 정확도로 예측가능하다. 그러나 공기저항력은 탄도유도탄의 탄도계수를 사전에 알고 있지 못하면 추정하기가 매우 어렵다. 이러한 이유로 탄도계수를 추정하려는 기술적 노력이 지속되어 왔지만 아직까지는 공분산 예측식에서 공분산 Q_{k+1} 의 값을 설정하는데 가장 큰 변수가 되고 있다. 또한, 탄도계수를 추정하기 위해서는 탄도계수를 상태변수로 다루어야 하는데 공기저항력 계산식으로 보면 속도의 제곱 형태이고 공기밀도를 계산하기 위해서 위치정보가 필요한데 위치와 속도가 이미 상태변수로 사용되고 있어서 비선형성이 높은 동역학 방정식이 된다. 탄도유도탄은 초음속으로 이동하는 물체이므로 탐지 추적하기 위해서 전자식 탐색이 가능한 위상배열레이더를 사용한다. 위상배열안테나에서 측정 가능한 거리와 방위각과 고각값은 r , u , v 형태로 측정되며 그림 17과 같이 나타난다.

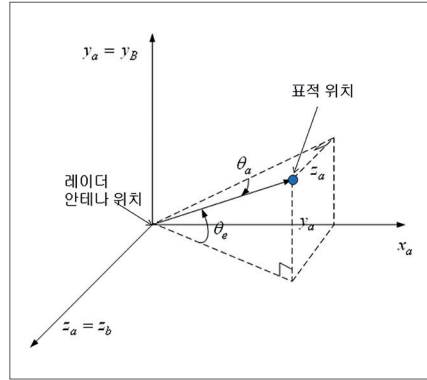


그림 17 안테나 직교좌표계와 측정값

$$r = \sqrt{x_A^2 + y_A^2 + z_A^2}, \quad u = \frac{z_A}{r}, \quad v = \frac{y_A}{r} \quad \text{— 식 7}$$

r , u , v 는 표적추적필터의 상태변수를 직교좌표계로 표현한 x_A , y_A , z_A 성분과 비선형 관계를 나타내므로 탄도유도탄 추적필터를 설계할 경우 이러한 비선형 부분을 어떻게 선형화 시켜야 할 것인가를 추적성능 측면에서 고려해야 한다. 상태변수 및 공분산 갱신 식에서 칼만 이득을 구할 때 R 값은 측정값의 정확도를 나타내는 공분산값인데 신호 대 잡음비의 관계에서 구해진다. 탄도유도탄은 Swerling 모델 3 또는 4 이므로 RCS의 크기가 변화하지 않는 Swerling 모델 0보다 측정정확도가 $\frac{\sqrt{\pi}}{\sqrt{2}}$ 만큼 나빠진다. 이 R 값은 추적필터뿐만 아니라 표적 분류나 탄착지점 예측까지 사용되는 파라미터이므로 정확히 알아내서 사용하는 것이 중요하다. 탄도유도탄의 궤적의 대부분은 케플러 운동이고 이때에는 탄도유도탄에 작용하는 가속도를 모두 알 수 있기 때문에 상태변수 예측식에서 \vec{A}_T 에 그 가속도 값을 사용하여 추적성능을 높일 수 있다.

다. 표적의 분류

대공레이더에 비하여 탄도유도탄 레이더는 탄도유도탄이 아닌 표적을 분류할 수 있어야 한다. 이것은 탄도유도탄의 탄착지점이라든가 발사지점을 추정하여 대응하기 위한 후속처리가 필요할 뿐 아니라 탄도유도탄이 아닌 경우에는 탐지 및 추적에 대한 레이더 자원을 낭비할 필요가 없기 때문이다. 탐색 단계에서 탐지된 무언가가 오경보가 아니라고 판단되면 추적초기화 단계를 거쳐서 표적을 분류하는 처리가 진행된다. 탐색단계에서부터 탐지된 플랏은 대부분 고도가 대류권보다 높기 때문에 표적으로 분류될 수 있는 것은 그림 18과 같이 탄도유도탄을 포함하여 정찰기, 유성, 인공위성, 기구 등이 있다. 추적 중에 이 표적들의 속도, 비행각도, 고도, specific energy, 이심률 등을 계산하여 탄도유도탄을

분류하는 판단근거로 사용한다. 일반적으로 레이더가 탐색 시에 탐지된 신호가 표적인지 또는 잡음인지에 대한 판단은 오경보율을 근거로 하여 CFAR³ detector를 사용하지만 탄도유도탄의 표적 분류에서는 다루어야 할 파라미터가 다양한 종류이므로 Fuzzy logic 같은 인공지능방식이나 Damster-Shaper 증거이론 등이 사용된다.



그림 10 탄도유도탄과 표적분류

5. 결론

본 기고에서는 레이더가 탄도유도탄을 탐지하고 추적하기 위해서 필요한 개념들을 기술하였다. 또한 그 중에서 표적추적필터에 대해서는 일부 필요한 수식을 사용하여 더 깊은 지식을 전달하고자 하였다. 이미 개발 완료된 국내의 천궁 성능개량 사업은 탄도유도탄을 직격할 수 있는 능력을 갖춘 체계이다. 떨어지는 탄도유도탄에 요격미사일을 사용하여 직격하기 위해 지상의 교전레이더인 다기능레이더는 정확한 탄도유도탄의 위치와 속도 정보를 천궁 체계에 제공하여야 하며 이 정보는 요격미사일의 궤적 성형에 중요한 역할을 하게 된다. 이러한 기술은 LSAM⁴ 사업으로 연결되어 좀 더 높은 고난도 기술에 도전하게 된다. 100년 가까운 선진국의 레이더 역사에 비해 우리나라는 짧은 개발 역사를 가지고 있지만 그동안 쏟아 부었던 연구원들의 노력은 자주국방의 일부가 되었다. 알고 보면 레이더는 커다란 시스템이어서 조그마한 기술들이 서로 어우러져 모여야 하며 이러한 기술들이 앞으로도 꾸준한 연구로 발전되길 바라는 마음으로 글을 맺는다.

3 Constant False Alarm Rate 4 Long-range Surface-to-Air Missile

참고 문헌

- 1) A. D. Wheelon, "Free flight of a ballistic missile", ARS Journal, Dec. 1959
- 2) R. R. Bate, D. D. Mueller, J. E. White, "Fundamentals of Astrodynamics", Dover 1971
- 3) P. A. Ingwersen, W. Z. Lemnios, "Radars for Ballistic Missile Defense Research", Lincoln Laboratory Journal, Vol. 12, No. 2, 2000
- 4) M. L. Skolnik, "Introduction to Radar systems, 2nd Edition", McGraw-Hill, 1980
- 5) T. Jeffrey, "Phased array radar design: Application of radar fundamentals", SciTECH, 2009
- 6) S. Blackman, R. Popoli, "Design and Analysis of Modern Tracking Systems", Artech House, 1999
- 7) S.-J. Shin, "Radar measurement accuracy associated with target RCS fluctuation", Electronics Letter vol. 53, 11, May 2017

표적추적 기술현황



한양대학교 전자공학부

명예교수 송택렬

1. 서론

이 기고에서는 주로 레이더와 소나에 의해 획득된 측정치에 신호의 세기 외에는 신호적인 특징정보가 없는 점표적(Point Mass) 추적기법의 2가지 핵심사항인 표적추적 필터링 기법과 항적 관리기법의 변천사를 살펴보고 앞으로의 발전추세를 가늠해보고자 한다. 아울러 지능적인 표적에 의하거나 지형지물과 기후 등 주변 환경에 따라 발생하는 거짓 표적(클러터)이 다수 존재하며, 인접하여 위치한 다중의 표적이 존재하고, 표적의 탐지확률이 낮은 복잡한 환경에서의 표적추적을 위해 추적이론에 기반을 두고 개발된 추적 알고리즘을 소개하고자 한다. 그리고 다양한 추적이론과 추적 알고리즘이 구현되는 추적체계에서의 실시간 계산과 체계 적용 등의 실용성과의 차이를 극복하기 위한 실용화를 위한 기존의 노력에 비중을 두고자 한다.

2. 표적추적 필터링

레이더와 소나를 이용한 표적추적에 표적추적 필터를 사용하는 주된 이유는 표적의 동역학 모델을 기반으로 표적의 미래 위치를 예측하고, 센서로부터 획득된 측정치 정보를 이용하여 표적의 예측된 상태변수를 쇄신함으로써 표적에 대한 정보인 위치, 속도 등의 상태변수를 추정, 산출하는 것이다. 이와 더불어 표적추적을 위해서는 표적의 개수와 표적이 언제 탐지 영역에 나타나고 사라질지 알 수 없으며 센서에 의한 표적의 탐지확률이 1보다 낮은 환경에서 표적의 출몰에 대해서 신속하고 정확하게 항적을 초기화 시키고 실제표적의 항적을 거짓표적의 항적과 구분하여 진짜 항적으로 정확히 확정시키며 표적이 사라지면 이에 대한 항적을 신속하게 제거하여 계산량과 자료저장량을 감소시켜 줄 수 있는 효과적인 항적관리기술이 필요하다.

항적관리의 일환으로 사용하는 표적추적 필터에서 산출된 표적의 상태변수의 추정치를 바탕으로 추적시스템을 제어하게 되는데, 표적추적 필터가 사용되는 추적 시스템의 정확한 제어를 위해서는 현재 추적 중인 실제표적 이외의 근원이 불분명한 센서 측정치 중에서 진짜 표적을 정확하게 선별해낼 수

있어야 한다. 특히 고밀도의 클러스터가 존재하는 신호적으로 열악한 수증 환경에서는 더욱 강인한 표적추적을 위해서 자료결합(Data Association) 알고리즘이 필수적으로 요구된다. 자료결합에서 표적추적 필터는 다음번 샘플링 주기에서 표적이 나타날 확률이 가장 높은 예측위치를 중심으로 추정치의 오차 공분산과 센서 측정치의 오차 공분산을 이용하여 추적하는 표적과 관계가 있을 법한 측정치를 확률적으로 99.7% 이상을 포함할 수 있는 유효측정영역(Validation Gate)을 형성하고 이 영역 내에 들어온 측정치 중에서 진짜 표적을 선별해냄으로써 측정치 개수 증가에 따른 연산량의 증가를 막을 수 있고 다중 표적 추적이 가능해진다. 항적-측정치 자료결합은 단일표적 추적환경에서 사용하는 것과 이를 다중표적 추적환경으로 확장시킨 방식이 있다. 먼저 단일 표적추적 환경에서 사용하는 자료결합 기술에 대해 알아보려고 한다.

가. 단일표적 추적용 자료결합 및 추적필터구조

단일표적추적용 자료결합이 결합된 동적필터링 알고리즘으로는 NN¹ 계열 방식과 SN² 계열 방식을 들 수 있는데, NNF³는 표적의 예측위치로부터 가장 근거리의 위치한 측정치를 표적으로 단정하여 상태변수를 쇠신하는 방식이고, SNF⁴는 유효측정영역 내의 측정치 중 신호 세기가 가장 큰 측정치를 표적으로 단정하여 표적의 상태변수를 쇠신한다. 이러한 거리나 신호 세기만으로 표적을 단정적으로 선택하는 NNF와 SNF의 경우 다수의 클러스터 환경에서는 클러스터를 표적으로 선택하게 되어 필터가 발산하는 문제가 발생할 수 있다. 실제로 선택된 NN, SN 측정치가 클러스터가 될 수 있는 위험이 있으므로 이러한 단점을 보완하기 위하여 해석적 성능 예측을 통해 선택된 NN, SN 측정치가 표적이 맞을 확률을 계산하여 표적의 상태변수를 쇠신하는데 사용하는 기법인 PNNF⁵, PSNF⁶ 알고리즘으로 발전되었다. 국내에서는 NN 계열과 SN 계열의 자료결합 알고리즘을 사용하는 필터들에 대하여 유효측정영역 내의 측정치의 개수를 고려하여 선택된 측정치가 표적이 맞을 확률을 NN, SN과 연관된 발생 가능한 사건들과 연계하여 계산하고 이를 이용하여 표적의 상태변수를 쇠신함으로써 PNNF, PSNF의 성능을 향상시킨 PNNF-m⁷, PSNF-m⁸ 알고리즘을 개발했다. 이를 통해 실제 추적환경에서 미리 정확히 알 수 없는 클러스터의 공간 밀도에 대한 민감도를 떨어뜨려 다수의 클러스터 환경에서도 NN 또는 SN 계열의 자료결합방식이 좀 더 견실한 항적 유지 성능을 가질 수 있도록 하였다.

이러한 NN 계열, SN 계열의 자료결합 알고리즘과 연계된 필터는 항적과 측정치를 일대일로 결합시키는 방식이므로 선택된 측정치를 표적측정치로 단정하게 되어 클러스터 환경에서 기동하는 표적추적에 있어서 한계성을 갖게 된다. 유효측정영역 내에서 선택된 하나의 측정치를 사용하는 방법과는 달리 유효측정영역 내의 모든 측정치를 활용하여 항적과 측정치를 일대다로 결합시켜서 표적의 상태변수를 쇠신하는 자료결합 기법으로 PDA⁹ 알고리즘이 있다. 자료결합 기법으로 PDA 알고리즘을 이용하는 표적 추적 필터 알고리즘인 PDAF¹⁰ 알고리즘은 유효측정영역 내에 존재하는 모든 측정치에 대해서 각각의 측정치가 표적일 확률을 구하여 표적 추적 필터의 쇠신과정의 가중치로 사용하는 알고리즘이다. PDAF 알고리즘의 경우 NNF, SNF 알고리즘과 달리 유효측정영역의 모든 측정치를 사용하기 때문에 항적 유지 성능에 있어서 안정적이며, 표적추적에 있어서도 매우 효과적인 장점을 지니지만 클러스터가 많은 환경에서 유효측정영역 내의 측정치 개수가 늘어나게 되면 연산시간이 많이 소요되는 단점이 있다.

그리고 측정치의 예측위치로부터의 거리 정보, 혹은 신호 세기 정보만을 이용하는 경우에 대한 한계성을 극복하기 위해 측정치가 갖는 거리 정보와 신호세기 정보를 모두 이용하는 방법으로

1 Nearest Neighbor 2 Strongest Neighbor 3 Nearest Neighbor Filter 4 Strongest Neighbor Filter 5 Probabilistic Nearest Neighbor Filter 6 Probabilistic Strongest Neighbor Filter 7 Probabilistic Nearest Neighbor Filter with m-measurements 8 Probabilistic Strongest Neighbor Filter with m-measurements 9 Probabilistic Data Association 10 Probabilistic Data Association Filter

PDA-AI¹¹ 알고리즘이 있다. 유효측정영역 내의 측정치에 대한 거리 정보와 신호세기 정보를 함께 활용함과 동시에 PDA-AI 알고리즘이 지닌 단점인 연산량에 대한 문제를 보완하기 위한 방법으로 국내에서 개발한 MPDA¹²와 HPDA¹³ 알고리즘이 있다. MPDA와 HPDA 알고리즘은 신호세기 정보와 거리 정보 모두를 이용하고 유효측정영역 내의 모든 측정치를 고려하면서 표적이 맞을 확률이 가장 높은 측정치를 선택함으로써 항적 유지 성능과 연산량에 있어서 우수한 성능을 보이는 알고리즘이다. 이와 같은 자료결합 알고리즘은 비선형 시스템 추적에 우수한 성능을 나타내는 Particle filter와 결합되어 사용되어질 수 있다.

나. 다중표적추적용 자료결합 및 추적필터구조

표적추적 환경에서는 다양한 형태의 클러스터 신호가 존재하게 되는데 이와 같은 환경에서 표적을 탐지하거나 추적하는 시스템에서는 클러스터들을 포함하는 표적측정치를 얻게 된다. 따라서 클러스터 환경에서 자동으로 표적을 탐지하고 탐지된 표적에 대해서 지속적이며 안정적인 표적 추적을 위해서는 효율적인 자료 결합 기법과 더불어 항적의 존재 유무를 판단할 수 있는 항적판별기법(Track Discrimination)이 필요하다. 이 기법으로는 표적존재확률을 산출하여 표적의 존재 유무의 척도로 사용함으로써 항적의 가치를 판단하는 IPDA¹⁴ 기법과 SPRT¹⁵에 의한 항적점수 산출기법이 많이 알려져 있다. 이러한 항적관리 알고리즘은 클러스터 환경에서 측정치가 존재할 때, 이 측정치가 표적에 의한 측정치인지, 즉 표적이 존재하는가의 여부를 확실하게 판단할 수 없더라도 일단 측정치에 대한 표적 추적을 시작하고 해당 항적에 대한 표적 존재성 정보를 이용하여 항적을 확정하는 TBD¹⁶ 알고리즘에도 사용된다. 엄밀한 의미의 TBD는 클러스터환경에서 신호처리과정에서 신호의 세기가 미리 정해진 문턱값을 넘는 것들을 측정치로 해서 이들에 대한 선 추적 후에 표적을 탐지 하는 방법보다는 아예 문턱값을 0으로 하고 이때 발생하는 수많은 측정치를 추적하고 그 중에서 표적을 탐지하는 방법을 나타낸다.

이러한 진정한 의미의 TBD의 구현은 현재의 기술력으로는 구현에 많은 문제점이 존재한다. IPDA 알고리즘과 같이 적용하는 자료결합 알고리즘과 적용되는 필터구조가 짝을 이루고 있어서 적용되는 자료결합기술에 따라 항적점수 산출 알고리즘이 다르게 된다. 클러스터 환경에서 항적점수로 항적을 관리하는 경우에는 표적이 하나가 존재하더라도 클러스터에 의해 생성되는 거짓항적이 생기기 마련이므로 IPDA를 다중표적추적 상황으로 확장할 필요가 생기게 된다. 이를 위해 즉 IPDA를 다수의 표적으로 확장한 JIPDA(Joint IPDA)와 이 JIPDA의 단점인 계산의 복잡성과 실시간 적용의 어려움을 개선한 Linear Multitarget IPDA 등의 준 최적 방법들이 제안되었다. 최근에는 반복계산의 회수 또는 Level을 정하여 다중표적 추적성과 계산량을 절충할 수 있는 Iterative JIPDA(iJIPDA) 알고리즘이 개발되었다. 이런 방법과는 달리 하나의 클러스터내의 항적들과 측정치의 관계를 나타내는 IPDA의 확률가중치를 산출하여 항적들과 측정치의 확률가중치로 이루어진 2D Assignment Matrix를 형성하여 Global Nearest Neighbor를 만족하는 항적과 측정치로 이루어진 쌍을 Auction이나 Hungarian 알고리즘으로 구하거나 이런 과정을 반복하여 m-best 2D Assignment를 행하는 방법도 사용되고 있다. 또한 추적성능 개선을 위해 단일 스캔에서의 자료결합을 지양하고 multi-scan tracking의 방법을 적용한 MHT¹⁷와 이와 유사하지만 track component의 병합과 제거를 통해 계산량을 조절함으로써 알고리즘의 실용성을 높이면서 항적의 존재확률의 산출이 가능한 ITS¹⁸와 이를 다수표적환경에 적용한 Joint ITS(JITS)가 발표되었다. MHT는 여러 스캔에 걸쳐 항적이 가질 수 있는 수많은 측정치 history

11 Probabilistic Data Association with Amplitude Information 12 Most Probable Data Association

13 Highest Probability Data Association 14 Integrated Probabilistic Data Association 15 Sequential Probability Ratio Test

16 Track Before Detect 17 Multiple Hypothesis Tracking 18 Integrated Track Split

(branch)중에서 가장 점수가 높은 branch를 정점으로 해서 높은 점수 순서로 몇 개를 남겨두고 나머지는 제거해서 계산량을 조절하는 일종의 Maximum Likelihood Estimator이다. JITS 나 ITS는 track component의 점수 중 높은 것들은 남겨두고 작은 값을 가지는 것을 제거하는 것은 MHT와 유사하나 항적의 상태변수 추정치는 살아남은 component 모두의 가중치를 이용하여 weighted sum으로 얻기에 이들은 Conditional Mean Estimator라 할 수 있다. 이러한 track component를 이용하는 또 다른 예로는 방위각이나 도플러 주파수의 측정치가 표적 상태변수의 비선형 방정식으로 표현되는 경우에도 이를 Extended Kalman Filter에서의 접근방식처럼 선형화 과정을 거치지 않고 GMM¹⁹로 근사화하여 표적추적의 수렴성과 안정성을 개선하는 방안도 제시되고 있다.

이러한 Sequential Filtering 방법들과는 별도로 레이더나 소나를 사용하는 능동체계에서도 배치 알고리즘에 대한 연구가 활발한 상황이다. 배치 알고리즘이란 수동 소나에서 표적의 초기 위치를 찾는 배치 알고리즘과 유사한데 적용환경이 수동환경이 아닌 능동환경에서 적용한다는 점과 표적의 측정치만 존재하는 환경이 아니라 표적이 아닌 신호(클러터)가 다수 존재하는 환경이라는 점이다. 다수의 클러터가 존재하는 상황에서 일정 기간의 측정치를 수집하여 표적의 초기 위치 및 속도들을 추정하는 것이 배치 알고리즘의 개요이다. 이는 일종의 표적 탐지에 해당하는 항적초기화 기술이라고 할 수 있는데, 대표적인 배치 알고리즘으로는 ML-PDA, EM-ML, PMHT 등이 있다.

ML-PDA는 PDA 기법을 기초로 하여 PDA가 가지는 측정치와 표적의 상태변수의 우도 함수의 (likelihood function) 합을 성능 지수 함수로 하여 이를 최대화 하는 표적의 초기 상태 변수를 찾고 이에 칼만필터나 여타 다른 필터를 적용하는 알고리즘이다.

EM-ML 알고리즘은 ML-PDA 알고리즘과 마찬가지로 우도 함수의 합을 성능 지수 함수로 하는 최적화 기법이나 ML-PDA 알고리즘과는 달리 EM²⁰기법을 적용하여 매 순간의 우도 함수에 새로운 가중치를 부여하는 것이 그 핵심이다. EM-ML의 성능 지수 함수는 전역 해를(Global Solution) 제공하는 convex optimization 형태이기 때문에 ML-PDA 알고리즘에 비하여 높은 수렴성을 갖는다는 장점을 가진다.

마지막으로 PMHT 알고리즘도 다른 배치 알고리즘과 같이 일정 기간의 측정치 정보들을 모아 표적의 초기 위치 및 속도 등의 상태 변수를 찾는 최적화 알고리즘이다. PMHT 알고리즘은 EM-ML 알고리즘처럼 EM 기법이 적용된 알고리즘으로 표적과 측정치 사이의 사후 결합 확률을 계산하여 합성측정치를 생성하고 이를 칼만 Smoother에 적용하는 알고리즘이다. 칼만 Smoother를 이용하여 최적화 해가 쇄신될 때마다 표적의 항적과 측정치 사이의 사후 결합 확률도 쇄신되는데 이를 통하여 합성 측정치도 매번 재계산 된다. 이와 같이 EM기법으로 구한 항적과 측정치 간의 결합 확률을 사용하여 만든 합성 측정치를 칼만 Smoother 알고리즘의 측정치로 반복적으로 사용하는 것이 PMHT 알고리즘의 개요라 할 수 있겠다. 이는 PMHT 알고리즘이 배치 알고리즘이지만 칼만필터/Smoother의 구조를 가지고 있어 마치 순차 알고리즘처럼 사용할 수 있는 장점이 있음을 나타내고 있다. 즉 최적화 문제를 푸는데 있어 순차 추정 기법인 칼만 필터에 기반을 두고 있기 때문에 응용의 범위가 플랫폼의 변화에 따라 변형이 용이하며 다수의 센서에 대해서도 여타 배치 알고리즘보다 간편하게 응용할 수 있기 때문이다. 실제 환경에서 PMHT를 적용하기 위해서는 미리 표적의 개수와 초기 상태변수값을 아는 것이 필요한데 이를 위해 클러스터링 방법과 Hough Transform을 이용하는 방법 등이 제안 되었으며 최근에는 IPMHT(Integrated PMHT) 방법이 제안 되어 항적을 자동으로 확정시킬 수 있게 되었다.

3. 항적판별기술

비균질 클러스터 환경에서 표적을 탐지하고 추적하기 위해서는 클러스터 환경의 변화에 적응하여 표적을 탐지하고 추적하는 것이 필요하다. 실제로 수신되는 측정신호의 세기와 분포는 시간과 공간에 따라 변화한다. 일반적인 탐지 시스템에서 표적추적용 알고리즘의 공정한 성능비교를 위해서 거짓 항적을 진짜 항적으로 확정하는 비율을 일정하게 낮은 값으로 유지하면서 진짜 항적을 확정하는 비율을 최대화시키는 것으로 FTD²¹의 성능을 표현한다. 그러나 실제로 무한 분해능의 센서, 균질의 클러스터 분포라는 간단한 가정하에서도 FTD의 닫힌 해의 공식은 존재하지 않는다. 주어진 변치 않는 환경조건에 대해서는 수치해석을 통해 FTD의 변수들을 최적화시킬 수가 있겠지만 그 과정은 컴퓨터 부하량이 커서 실시간 적용이 불가능하다. 현실적으로는 예상되는 가장 최악의 클러스터 밀도에 대해 진짜 항적을 확정하는 비율을 높이는 준 최적 방법이 사용되고 있다. 참고문헌[1, 2]는 클러스터 환경에서 무한 분해능 센서 이용, 단일 표적 추적, 표적 탐지 확률과 클러스터 밀도와의 관계를 알고 있는 조건에서 표적 추적 정보를 신호처리 과정에 피드백시키는 개념과 그 장점을 발표했다. 참고문헌[1]에서는 균질의 클러스터 환경을 다루었으며 다양한 표적과 클러스터의 신호비를 고려했다. 참고문헌[1]에서는 최적의 FTD 성능을 갖기 위해 설정하는 신호의 문턱값은 표적과 클러스터의 신호비에 관계없이 일정한 클러스터 밀도값을 생성한다는 것을 발표했다. 그러나 이를 유한 분해능의 실제 센서 사양과 다중표적추적 환경으로 확장시키지는 못했다. 참고문헌[2]는 참고문헌[1]의 내용을 비균질 환경에 적용시킨 결과를 발표했다. 일정한 클러스터 밀도를 얻기 위한 방법으로 많이 사용되는 것으로 CFAR²²가 있다. 그러나 클러스터 밀도는 일정치 않고 위치에 따라 많이 변하는 비균질 분포를 따르기 때문에 CFAR 성능은 제한적이다. 게다가 CFAR은 수신되는 클러스터 신호의 확률 분포를 안다는 것을 전제하기 때문에 실제 상황에서 단점을 가진다. 참고문헌[3]은 HYCA 기법을 통해 항적의 수명을 근사화하여 이를 최대화할 수 있는 표적 탐지 확률을 산출했다. 이 방법은 거짓 트랙을 무시하고 진짜 항적에 대한 최적화를 수행한 결과를 나타내고 있으며 클러스터와 표적 신호의 확률적 분포를 안다는 가정이 사용되었으며 균질의 분포를 고려했다.

이와 유사하게 참고문헌[4]에서는 표적 탐지 문턱값과 더불어 송신파형을 선택하는 방법을 최적화함으로 참고문헌[3]의 결과를 일반화시켰다. 이 결과는 실시간 적용 가능한 FTD의 구현과는 거리가 있다. 주어진 클러스터 밀도에 대해 표적 탐지 확률을 최적화하기 위한 피드백 구조를 참고문헌[5]에서 제안했다. 이 경우도 거짓항적과 FTD의 관점은 무시한 결과이며 실제 환경에는 적용하기 힘든 클러스터와 표적 신호를 안다는 가정이 사용되었다.

탐지, 추적 중에 클러스터의 밀도를 추정하는 것은 바로 FTD 성능이 개선된다는 점을 뜻한다. (참고문헌[6]) 일반적인 접근방식은 각각의 항적에 대해 항적을 쇄신시키기 위한 측정치의 개수를 근간으로 클러스터 밀도를 독립적으로 측정한다.(참고문헌[7]) 이러한 방법은 같은 탐지 영역에 있는 다수의 항적이 서로 다른 클러스터 밀도 추정치를 생성하게 된다는 단점이 있다. 또한 측정주기의 어느 한 프레임의 측정치를 사용하기 때문에 정확성에도 문제가 있을 수 있다. 이러한 문제점은 클러스터 밀도추정이 항적 중심의 방법에 따라 추정되기 때문이며 최근에는 이러한 단점을 없애기 위해 측정치 중심의 방법들이 참고문헌[8, 9]의 내용과 같이 제안되었다. 이와는 별도로 클러스터 맵을 이용하는 것과 같이 다수의 프레임의 측정치를 이용한 클러스터 맵에 의한 클러스터 밀도 추정은 참고문헌[10]에 소개되었다.

표적추적환경에서 표적이 아님에도 불구하고 신호의 세기가 큰 측정치가 존재하는 경우가 발생할 수

있다. 이처럼 표적과 클러스터의 구분이 힘든 열악한 다수 클러스터 환경에서 표적을 구분하여 추적하기란 쉽지 않다. 수신 신호에서 신호 세기가 큰 클러스터 신호는 측정치로 추출될 수 있고 이 경우 최종적으로 추출된 신호에 대해 다중표적 추적필터를 적용하게 되면 실제 표적 신호뿐만 아니라 비표적 신호인 클러스터에도 추적필터가 적용이 되어 어느 신호가 진짜 표적에 의한 신호인지 판단하기가 어려워진다. 따라서 클러스터와 표적을 구분해내는 알고리즘을 적용함으로써 표적 신호 중심의 추적이 이루어지도록 해야 할 것이다.

클러스터로부터 기인한 신호와 표적으로부터 기인한 신호를 분리하기 위한 각 신호의 특징정보를 도출해내는 방법은 프레임별 신호의 위치 정보를 이용하는 방법, 그리고 신호의 세기 및 주파수 정보를 이용하여 구분해내는 방법들이 있을 수 있다. 이러한 특징정보를 자료결합 알고리즘에 연결시킴으로써 실제표적 신호 중심으로 추적이 이루어지도록 하는 알고리즘이 개발되어야 한다.

고밀도 클러스터환경에서는 클러스터 신호의 세기가 센 경우 클러스터로부터 기인한 신호임에도 불구하고 다중 표적추적 필터로 표적추적이 이루어지고 항적초기화 알고리즘에 의해 항적이 계속 유지되면서 위협적인 표적으로 인식된다. 따라서 이러한 경우 실제 표적신호와 클러스터신호들이 모두 위협 표적으로 인식되므로 실제표적을 분간하기가 사실상 불가능해진다. 그러나 클러스터로부터 기인한 신호와 표적으로부터 기인한 신호의 프레임별 위치정보를 비교해보면 클러스터와 표적간의 움직임의 차이를 발견할 수 있다. 일반적으로 표적의 기동에 비해 클러스터의 경우에는 프레임에 따른 신호의 움직임이 작고 불규칙적이다. 반면에 표적에 해당하는 측정치의 경우 프레임에 따른 신호의 움직임이 크고 클러스터에 비해 움직임에 방향성이 존재한다. 이처럼 클러스터 신호와 표적 신호의 움직임의 차이가 존재하므로 이를 이용하여 클러스터로부터 기인한 신호와 표적으로부터 기인한 신호를 구분해낼 수 있고, 이러한 차이를 이용하여 신호세기가 커서 표적으로 오인될 가능성이 있는 신호를 명확하게 클러스터로 규명하고, 표적 신호를 도출해내는 알고리즘으로 표적 식별(Target Classification)과 표적 탐지와 추적을 연결하는 JTC²³ 알고리즘이 필요하다. 이 JTC 알고리즘은 표적 식별, 탐지, 추적 사이를 피드백으로 연결하여 추적 중인 신호가 실제로 표적으로부터 기인한 신호인지를 판단하게 되며, 기존의 직렬형태의 탐지, 추적, 식별 관계를 변형하여 FTD 성능의 개선을 추구한다. JTC는 표적 추적 필터의 결과 추정치 정보를 이용하여 항적의 위치 변화 정도를 분석하며, 신호처리과정에서의 표적 신호특성을 이용하여 표적 식별을 수행한다. 또한, 표적 식별 결과인 표적 식별 확률을 이용하여 자료결합 알고리즘을 수행함으로써 해당 항적이 실제 표적 신호로부터 기인한 확률을 계산함으로써 표적 식별 알고리즘과 표적 추적 알고리즘을 연결한다. 표적 식별 알고리즘과 표적 추적 알고리즘의 연결을 통해 클러스터에 대한 항적은 제거되고 실제 기동 중인 표적에 대한 항적을 중심으로 위협 표적으로 인식된다. 위치 변화가 작고 불규칙적인 클러스터로부터 기인한 신호는 표적 식별 알고리즘을 통해 비위협 표적으로 인식되어 항적초기화 알고리즘에서 낮은 항적 점수를 갖게 되어 항적이 소멸되고, 위치 변화가 큰 실제 표적으로부터 기인한 신호는 표적 식별 알고리즘을 통해 위협 표적으로 인식되어 항적 초기화로부터 신속하게 항적 점수가 커져서 빠르게 확정 항적으로 분리되어 관리하게 된다.

4. 표적추적 이론분야 발전추세 및 결론

1990년대 말부터 표적추적 필터링의 새로운 방향을 제시한 분야가 Particle Filtering이다. (참고문헌[11, 12]) 기존의 비선형 추적필터가 가지는 단점의 하나인 표적상태변수 추정과정에서 발생하는 예기치 못한 발산현상이 비선형시스템을 현재 상태추정치에 대해서 무리한 선형화의 결과로 나타날 수 있는 점을 개선시킬 수 있기 때문이었다. 실제로 Particle Filtering은 비선형시스템의 표적상태변수의 확률밀도함수(pdf)를 그대로 표현할 수 있으며 이를 이용하여 그 pdf의 conditional mean과 covariance를 산출할 수 있는 매력적인 기법이다. 실제로 사용되는 particle의 개수가 유한할 수밖에 없으므로 준 최적 비선형 상태추정으로 귀결될 수 있고 수치해를 구하는 과정에서 확률밀도가 높은 값을 가지는 상태변수 주변으로 particle이 몰리는 현상과 particle을 매 스캔마다 분포시키는 importance function이 많은 경우에 측정치를 반영한 최적분포를 취할 수 없기 때문에 발생할 수 있는 particle impoverishment 현상 등이 문제로 제시되어 이를 개선하는 기법들이 소개된 바 있다. 이러한 Particle Filtering은 측정치 획득주기가 짧은 레이더체계에는 실시간 적용이 어려운 반면에 획득주기가 비교적 긴 소나체계에서는 비선형 표적추적체계의 성능개선을 목표로 자료결합과 연계된 표적추적필터구조를 구현하는 데 사용되고 있다.

2000년대 초부터는 R. Mahler가 소개한 Random Finite Set 이론(참고문헌[13])에 의한 표적추적 필터링이 각광을 받기 시작했으며 그 후에는 호주 Curtin 대학교의 Vo 교수 형제 등에 의해 그 이론을 Particle Filtering이나 Gaussian Mixture를 이용하여 알고리즘으로 구현하는 기법이 제안됨에 따라 표적추적 필터링에 새로운 분야로 인기를 끌게 되었다. 그 첫 번째 시도가 PHD²⁴ filter이며 (참고문헌[14])이 PHD는 다중표적 추적에 사용될 수 있으며 클러스터 환경에서 측정치 중에서 가중치가 큰 표적의 측정치를 골라낼 수 있는 특성을 가지고 있어서 표적의 개수를 산출하는데 자료결합이 필요 없다고 알려져서 많은 주목을 받게 되었다. 그 후에 PHD에서 표적의 개수의 계산과정에 bias가 생기는 단점을 개선한 Cardinalized PHD(CPHD) 알고리즘이 제안되었다.(참고문헌[15])

그러나 PHD나 CPHD는 표적추적과정에 중요한 요소인 필터링과 항적관리 부분 중에 항적관리 부분이 결여되어 표적추적에 사용되기 위해서는 선별된 측정치 중 어느 것이 어느 항적과 연계되는가를 알기 위해 클러스터링 등의 방법을 이용해야 했다. 그 후에 IPDA나 JIPDA 와 같이 표적의 존재확률을 항적점수로 사용하는 Multi-Bernoulli Filter와 표적의 개수산출을 개선한 필터인 Cardinality Balanced Multi-Bernoulli Filter가 제안되었으며 (참고문헌[16, 17])이는 클러스터환경에서 단일표적 추적의 경우에는 항적의 초기화과정을 제외하면 IPDA와 동일하다는 것이 입증되었다.(참고문헌[18]) 다중표적 추적환경에서의 Multi-Bernoulli Filter는 구현되는 방법에 따라 Particle Filtering 또는 Gaussian Mixture가 사용되고 있으며 이는 JIPDA와는 전혀 다른 구조를 가지게 된다. 이러한 구현방식들은 항적이 측정치를 선택하는 gating과 자료결합이 필요가 없다고 알려져 있다. 하지만 이러한 추적필터의 성능입증에 사용된 시뮬레이션환경은 저밀도 클러스터환경이며, 표적의 탐지확률이 0.95~0.98로 고탐지 확률의 환경이다. 또한 인접한 위치에 놓인 표적의 개수가 많지 않다는 점과 Particle Filtering이나 Gaussian Mixture를 사용하는데 따른 계산시간의 과다 등 실용적인 측면에 문제점이 제시되었다. 최근에는 기존의 Kalman Filter 또는 Extended Kalman Filter를 사용하고 측정치 선택을 위해 gating을 하며 m-best 2D의 자료결합을 이용하는 LMB²⁵ Filter와 (참고문헌[19])그 계열(Generalized LMB, δ -GLMB)이 제안되어 영상표적추적에 이용한 내용이 발표되고 있다. (참고문헌[20, 21])이처럼 RFS

접근방식으로 기존의 표적추적 필터링방식들과 크게 구분되었던 표적추적 기법분야가 실용적인 측면을 고려하여 비슷한 자료결합, 필터링 알고리즘을 사용하며 유사성을 가지게 된 것이 현실이며 이러한 추세는 당분간 지속될 것으로 예상된다.

참고 문헌

- 1) T. Hanselmann and D. Mušicki, "Optimal signal detection for false track discrimination", Proc. 8th International Conference on Information Fusion, Fusion 2005, Philadelphia, USA, 25-28 July 2005.
- 2) T. Hanselmann, D. Mušicki, and M. Palaniswami, "Adaptive target tracking in slowly changing clutter", Proc. 9th International Conference on Information Fusion, Fusion 2006, Florence, Italy, 11-14 Jul. 2006.
- 3) X. Li and Y. Bar-Shalom, "Detection threshold selection for tracking performance optimization", IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems, Vol. 30, no. 3, (1994) pp. 742-749.
- 4) S. Hong, R. Evans and H. Shin, "Optimization of waveform and detection threshold for range and range-rate tracking in clutter", IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems, Vol. 41, no. 1, (1985) pp. 17-33.
- 5) P. Willett, R. Niu, and Y. Bar-Shalom, "Integration of Bayes detection with target tracking", IEEE Trans. Signal Processing, Vol. 49, no. 1, (2001) pp. 17-29.
- 6) D. Mušicki and R. Evans, "Clutter map information for data association and track initiation", IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems, Vol. 40, no. 2, (2004) pp. 387-398.
- 7) X. Li, "Integrated real-time estimation of clutter density for tracking", IEEE Trans. Signal Processing, Vol. 48 (2000) pp 2797-2805.
- 8) T. Song and D. Mušicki, "Adaptive clutter measurement density estimation for improved target tracking", IEEE Trans. Aerospace and Electronic Systems, Vol. 47, no. 2, (2011) pp. 1457-1466.
- 9) W. Kim and T. Song, "Interactive clutter measurement density estimator for multitarget data association", IET Radar, Sonar & Navigation, Vol. 11, no. 1, Jan. 2017, pp. 125-132.
- 10) D. Mušicki, S. Suvorova, M. Morelande and B. Moran, "Clutter map and target tracking", 8th International Conference on Information Fusion, Fusion 2005, Philadelphia, USA, 25-28 Jul. 2005.
- 11) S. Arulampalam, S. Maskell, N. Gordon and T. Clapp, "A tutorial on particle filters for non-linear/non-Gaussian Bayesian filtering", IEEE Trans. on Signal Process, Vol. 50, Feb. 2002, pp. 174-188.
- 12) B. Ristic, S. Arulampalam and N. Gordon, "Beyond the Kalman Filter: Particle Filters for Target Tracking Applications", Artech House, Boston, 2004.
- 13) R. Mahler, "Statistical Multisource-multitarget Information Fusion", Artech House, Boston, 2007.
- 14) BN. Vo and W. Ma, "The Gaussian mixture probability hypothesis density filter", IEEE Trans. Signal Processing, Vol. 54, 2006, pp. 4091-4104.
- 15) BT. Vo, BN. Vo and A. Cantoni, "Analytic implementations of cardinalized probability hypothesis density filter", IEEE Trans. Signal Processing, Vol. 55, 2007, pp. 3553-3567.
- 16) B. Ristic, BT. Vo, BN. Vo and A. Farina, "A Tutorial on Bernoulli Filters: Theory, Implementation and Applications", IEEE Trans. Signal Processing, vol. 61, no. 11, July 2013, pp. 3406-3430.
- 17) BT. Vo, BN. Vo and A. Cantoni, "The cardinality balanced multi-target Multi-Bernoulli filter and its implementation", IEEE Trans. Signal Processing, vol. 57, 2009, pp. 409-423.
- 18) B. Ristic, "Particle Filters for Random Set Models", Springer, Melbourne, 2012.
- 19) S. Reuter, BT. Vo, BN. Vo and K. Dietmayer, "The labeled multi-Bernoulli filter", IEEE Trans. Signal Processing, vol. 62, 2014, pp. 3246-3260.
- 20) BT. Vo and BN. Vo, "Labeled random finite sets and multi-object conjugate priors", IEEE Trans. Signal Processing, vol. 61, 2013, pp. 3460-3475.
- 21) BN. Vo, BT. Vo and D. Phung, "Labeled random finite sets and the Bayes multi-target tracking filter", IEEE Trans. Signal Processing, vol. 62, 2014, pp. 6554-6567.

웨어러블 기기와 의학의 만남, 건강 100세 시대를 여는 나노 기술

「과학향기」(KISTI 제3147호)에서



모바일 기술이 급격히 발달함에 따라 기기(Device)들이 점차 작고 가벼워지고 있다. 최근에는 이렇게 소형화된 기기들을 신체에 부착하려는 시도가 이뤄짐에 따라 스마트폰이나 태블릿과 무선으로 연동해 사용하는 웨어러블(wearable)기기가 새롭게 주목을 받고 있다. 몸에 기기를 부착하면 훨씬 더 안정적이고 기동성 있게 활용할 수 있기때문에 의학계에서도 웨어러블기기를 활용한 헬스케어 의료 사업을 추진하고 있다.

현대의학의 발전은 장수를 바라는 인류의 꿈을 실현하고 있다. 문제는 병으로 고통 받으며 오래 사는 것이 아니라 젊은 날의 활력을 유지하며 건강히 오래 사는 것이다. 이에 따라 질병에 대응하는 의학의 패러다임도 치료에서 진단과 예방으로 전환 중이다. 여기에 더해 효율적으로 건강을 관리하는 개인 맞춤형 헬스케어 산업도 성장하고 있다. 개인의 유전적 소질을 고려해 약 처방과 재활을 달리 하는 유전자 맞춤 치료가 그 예이다.

이는 모두 초소형 반도체와 생체 소자 같은 나노 기술(NT), 사물 인터넷 같은 정보통신 기술(IT), 합성 신약이나 진단 기술 같은 생명 공학 기술(BT)의 결합으로 가능하다. 이런 기술은 의료기기를 더 작고 편리하게 만들어 언제 어디서나 내 몸의 기능을 검사한다. 바야흐로 몸이 아파서 병원에 가는 것이 아니라 휴대용 헬스키트가 내게 맞는 건강 기준을 모니터링하고 문제가 생기면 즉각 주치의에게 알려 원격으로 진료하는 시대가 열리고 있다.

세계 각국의 기업은 점차 소형화·휴대화되는 헬스케어 관련 기술과 장비가 보건 증진에 기여할 뿐만 아니라 미래 산업의 성장 동력임을 깨달아 기술 개발에 열을 올리고 있다. 특히 애플은 헬스킷(health kit), 구글은 구글핏(google fit)이라는 헬스케어 플랫폼을 만들어 스마트폰 건강앱과 연결되는, 몸에 착용하는 웨어러블 의료기기를 만들어 생활밀착형 헬스 서비스 산업을 창출했다.

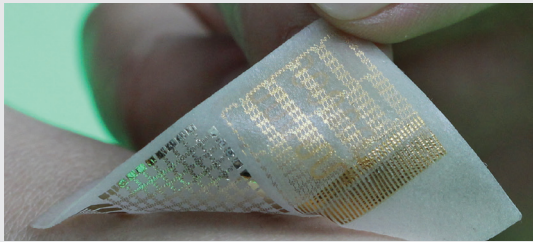
과학기술 강국인 우리나라는 국가 주도로 국민의 건강 증진과 헬스케어 산업 활성화를 목표로 의료 분야의 나노 기술 R&D를 적극 지원하고 있다. 건강 100세 시대를 여는 뛰어난 헬스케어 기반 나노 기술 성과를 알아보자.

진단과 치료를 동시에 하는 피부 부착 웨어러블기기

현재 시장에 나온 웨어러블 헬스케어 기기들은 대부분 딱딱한 기판 위에 전자 소자를 만들고 이 소자들을 액세서리 형태로 단순히 입거나 착용할 수 있는 형태로 제작했다. 이 기기들은 실제로 입고 착용할 수는 있으나 부피가 크고 무거워 일상에서 생활하기에 다소 불편하다.

기초과학연구원(IBS) 나노입자연구단의 김대형 교수팀은 이런 문제를 해결하고자 나노 물질을 사용해 운동 장애 질환을 진단하고 결과에 따라 치료까지 가능한 웨어러블 전자시스템을 개발했다.

연구팀은 전자소자에 사용하는 실리콘 웨이퍼 같은 딱딱한 기판 대신 얇은 패치에 나노 박막과 나노 입자를 배열해 휘거나 늘릴 수 있는 전자소자를 제작했다. 이 전자 소자는 매우 얇고 가벼우며, 패치 위에 인쇄한 뒤 피부에 부착해 모양이 변해도 성능이 유지된다.



웨어러블 전자소자를 집적시킨 의료용 패치를 피부위에 부착한 사진이다. 파킨슨 병의 주요 증상인 떨림 현상을 센서로 모니터링하고 측정 결과를 메모리 다이바이스에 저장한다. (출처: IBS)

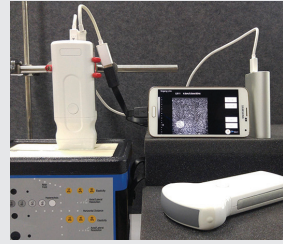
‘피부 부착형 웨어러블 의료용 전자패치’라 할 수 있는 이 나노 소재에는 운동 장애를 진단하기 위한 센서, 측정 데이터 저장을 위한 메모리, 치료를 위한 전자히터가 포함돼 있다. 이를 통해 파킨슨병과 같은 운동 장애 질환의 발병 여부를 상시 모니터링해 측정 결과를 메모리에 저장하고 저장된 정보의 패턴을 진단하며 필요시 피부에 약물을 투여하기까지 한다. 전자히터가 내는 열을 통해 실리카 나노 입자 안에 들어 있는 약물을 피부에 주입하는 것이다.

나노 물질에 기반을 둔 피부 부착 웨어러블 전자 시스템은 영화 속에서나 볼 수 있었던 획기적인 장치이다. 나노 미터 단위의 의료기기는 스마트폰과 사물인터넷 기기를 이용한 원격 진료를 보편적인 의료 서비스로 만들 것이다.

장소에 구애받지 않는 환자 맞춤형 영상 진단 의료기기

이처럼 나노 수준의 전자소자를 활용하는 높은 수준의 웨어러블 기술은 시간과 장소에 구애 받지 않고 환자를 진단하는 미래 헬스케어 패러다임을 열고 있다. 서강대학교 전자공학과 송태경 교수가 이끄는 ‘ICT 융합 지능형 모바일 초음파 영상 장치 개발 및 융합 의료기기 상용화’ 공동 연구진 역시

이러한 시도를 이끌고 있다는 평가를 받고 있다.



스마트 진단 장치로 촬영한 초음파 영상을 스마트폰으로 전송하면, 스마트폰의 애플리케이션이 복잡한 신호와 영상을 자동으로 처리하여 초음파 영상을 보여주는 휴대용 모바일 초음파 영상 장치 (출처: 서강대)

송태경 교수 연구팀은 초음파 센서 및 송수신 회로를 탑재한 초음파 스마트 진단 장치와 스마트 진단 장치가 보내온 초음파 신호를 스마트폰의 GPU를 활용하여 영상으로 처리하는 소프트웨어를 개발했다. 이와 더불어 원격진료에 필요한 무선전송 기술, 사용 편리성을 높이기 위한 사용자 인터페이스 (UI) 기술과 영상자동 최적화 기술도 함께 만들었다.

기존의 초음파 영상 장치를 이용한 검사는 거대한 초음파 센서와 이를 처리하는 별도의 기계 장치를 사용했기에, 병원과 같은 한정된 공간에서 시행할 수밖에 없었다. 연구팀이 개발한 모바일 초음파 영상 장치는 환자가 평소에 생활하는 장소에서 초음파 검사를 실시할 수 있도록 해주는 기술로서, 병원 중심의 기존 의료 서비스를 환자 중심의 현장 진단, 진료 체계로 전환하고자 하는 디지털 헬스케어의 핵심 기술 중 하나이다.

IT, BT, NT를 융합한 휴대용 초음파 영상 진단 장치는 질병을 조기에 진단에 진단하고 적절한 시기에 치료가 이루어지게 해 건강한 삶을 증진함과 동시에 국가 의료 비용이 상승하는 것을 억제한다. 또 다른 장치에 비해 저가로 공급이 가능해 저개발 국가의 낙후된 의료 서비스 질을 높이는 데도 기여할 수 있다.

이렇게 현재 기술로 진단과 치료가 어려운 질병을 일상생활을 영위하며 조기에 진단하고 예방적 치료로 더 쾌적한 삶을 만드는 나노 기술 기반 헬스케어 의료기기는 마치 옷처럼 우리 곁에 머물며 우리의 건강과 행복을 지키는 체화된 기술로 진보하고 있다.

해외기술단신

지휘통제·통신 | 감시정찰 | 기동 | 함정 | 항공 | 화력 | 방호 · 유도무기 | 전력지원체계

지휘통제·통신

미 육군, 미래 전자전 상황에서 인공지능 기법 강화 모색



로봇 이용 병사 대체

미국 육군 전자통신 연구개발 엔지니어링 센터(CERDEC¹)는 전자전, 사이버전, 신호정보, 빅데이터 분석에 활용하기 위해 인공지능(AI)의 최신 동향을 파악하고자 정보요청서(RFI²)를 발표했다.

RFI 취지는 육군 연구에 적용하기 위해 인공지능(AI), 기계학습(ML), 인지 컴퓨팅(CC³), 데이터분석(DA⁴) 기법, 알고리즘, 능력 분야에서 학계, 업계, 정부기관을 대상으로 연구결과를 획득하는 데 있다.

특히, 육군은 전자전(EW), 정보·감시·정찰(ISR), 정찰·감시·표적획득(RSTA⁵), 공세적 사이버 작전(OCO⁶), 신호정보(SIGINT), 처리·활용·전파(PED⁷), 빅데이터 분석 분야에서 군 적용을 개선할 수 있는 지원기술 운용방안에 대해 중점을 두고 있다.

육군 연구원들은 차세대 육군 SIGINT/사이버/EW/ISR 체계에 대한 투자와 궁극적으로 이를 통합하는데 적합한 AI 연구 분야를 결정하기 위해 AI 기법, 알고리즘, 능력 관련 통찰을 강화한다는 계획이다. 전자전 분야에는 생존성 EW, 공세적 EW, 전자지원, 정찰 및 감시, 전자공격, 전투피해평가 등이 포함된다.

육군 연구원들은 또한 빅데이터 AI 프레임워크, 유인 및 무인작전을 위한 자율의사결정, 기본 도구, 기법, 알고리즘, 능력 등에 관심을 두고 있다. 그리고 시가 다중 스펙트럼 처리를 비롯해 빅데이터 용량,

속도, 다양성, 확실성에 도움을 줄 수 있는 방안에 대한 정보를 원하고 있다.

아울러 연구원들은 다중영역 전투 작전을 위해 데이터 정보 파악을 의사결정 행동으로 전환할 수 있는 능력을 가속화하기를 원하고 있다. 여기에는 경쟁적이고 혼잡하며 불안정한 정보환경에서 작전을 수행하는 능력, 자동화된 의사결정 및 자율 과정, 적군의 의도를 파악하기 위해 상대방에 대한 인지 모델링, 정밀 EW·사이버작전·SIGINT 또는 ISR/RSTA를 위해 분산된 체계를 동시에 운용하는 것 등이 포함된다.

출처 Military & Aerospace Electronics (2018. 5. 16.)

해설

미 육군 연구개발공학사령부(RDECOM⁸)가 단조롭거나 위험한 작업을 포함한 특정 전문 과업에서 병사를 대체할 똑똑한 로봇 개발을 위해 빅데이터 분석, 기계학습, 인공지능(AI) 활용에 3,000만 달러를 투자했으며, 이 투자금은 차세대 수직이착륙기, 차세대 전투차량 같은 무인지상 차량과 무인항공기 개발에 사용될 예정이다.

미 국립지리정보국(NGA⁹)도 대량의 데이터 처리를 위해 기계학습 기술에 투자 중이며 이른바 '트리플 A' 전략을 추진하고 있다고 밝혔다. 트리플 A는 자동화(Automation), 증강(Augmentation), 인공지능(Artificial intelligence)을 뜻한다.

지휘통제·통신

중국, 미사일에 항재밍 안테나 장착 예정



CJ-10 지상공격 순항미사일

중국 환구시보의 보도에 의하면, 중국이 항재밍 능력을 갖춘 베이더우(Beidou) 항법 신호 수신용 안테나를 개발했으며 올해 중 일부 미사일에 이 안테나를 장착할 예정이라고 한다.

중국 리공항법기술(Li Gong Navigation Technology)사는 미사일용 항재밍 안테나 설계가 배열 신호처리 기술을 바탕으로 했다고 말했다. 이는 해당 안테나가 중국에서 개발·제작한 일종의 수신패턴 제어 안테나(CRPA¹⁰)임을 시사한다.

리공사는 신형 안테나를 이용하면 송신 출력 1W 재머의 100m 이내 거리에서 정확한 항법이 가능할 것이라고 덧붙였다. 반면 일반적인 안테나의 경우에는 재머와 10km 이상 떨어진 거리에서도 항법 성능이 저하된다.

CRPA 개발은 1980년대 초 미국 GPS 항법체계 도입 직후에 이루어졌는데, 위성항법 수신기가 감지하는 신호 수준이 너무 낮아 본질적으로 재밍에 취약했기 때문이다.

환구시보 보도에 의하면, 리공사는 H-6 폭격기, J-15 함재기 같은 항공기를 위한 항재밍 안테나를 이미 공급하고 있다고 한다. 따라서 이번 발표의 의의는 안테나 배열 및 관련 전자장치가 미사일

몸체의 좁은 공간에서 사용 가능할 정도로 소형화되었다는 사실이다.

리공사는 구체적으로 밝히지 않았으나 YJ-12 대함미사일, CJ-10 지상공격 순항미사일 등 몇몇 중국 미사일이 유도체계에 베이더우를 사용하는 것으로 생각된다.

환구시보는 지난 2015년에 '베이더우 위성항법 체계의 항재밍 능력'에서 혁신을 이루었다고 보도한 바 있다. 당시 자세한 내용은 밝혀지지 않았으나, 해당 기술이 베이더우의 위성을 겨냥한 재밍 취약성을 줄일 것으로 추정되었다.

출처 Jane's by IHS Markit (2018. 5. 30.)

해설

베이더우는 중국이 민간 및 군사 용도의 위치 결정·항법·시간설정(PNT¹¹) 능력 확보를 위해 개발한 글로벌위성항법체계(GNSS¹²)이다. 이에 따라 중국이 GPS나 러시아의 GLONASS 체계에 의존하지 않고도 무기체계에 GNSS를 이용할 수 있게 되었다.

현재 많은 무기체계가 운용을 위해 GNSS에 의존하기 때문에 GNSS 신호 재밍 능력이 중요한 방어 능력이 되고 있다. GNSS 수신기 재밍은 궤도 상의 위성을 파괴하는 것보다 훨씬 낮은 분쟁 수준에서 이루어질 수 있다.



베이더우 위성항법체계

지휘통제·통신

미 육군, 신형 전자전 도구를 통해 전장에서의 취약점 인식 강화



신형 전자전 도구 시연 병사

유럽에 주둔한 미 육군 병사들이 ‘레이븐 클로(Raven Claw)’로 알려진 신형 전자전 도구를 통해 병사들이 자신의 가장 큰 취약점 중 하나인 스펙트럼 취약점을 제대로 인식하게 될 전망이다.

레이븐 클로를 이용하면 이동 중에 네트워크에 연결되지 않은 상태에서도 전자기 환경을 관리할 수 있다. 또한 레이븐 클로의 다용도 전파 관측·탐지(VROD¹³) 능력과 관련 ‘탐색 및 공격’ 기능을 활용하면 전투원이 잠재적 전자기 간섭 위협을 탐지하여 표적으로 삼을 수 있다.

또 다른 도구인 세이버 퓨리(Sabre Fury)는 차량탐재 형태로 유사한 능력을 제공하며 험비와 스트라이커 차량에 장착하여 사용 가능하다.

제1보병사단 제2기갑전투여단의 전자전 담당관인 이언 볼저 대위는 전자통신에 대한 의존도가 높은 상황으로서, 이러한 도구는 스펙트럼 속의 자신을 보는 것과 스펙트럼을 이용해 표적획득 및 정보 주기를 진행하는 것 양쪽 모두에 도움이 된다고 말했다.

육군 획득·군수·기술 담당 차관보 폴 오스트로브스키 중장은 지난해 상원 군사위원회에서 이러한 자산을 장비한 지휘관들은 해당 지역 내 관심 신호에 대한 상황인식을 얻게 된다고 말했다. 그 결과 간접사격을 통해 해당 특정 능력을 타격하거나

제한적 재밍 능력을 이용하여 이를 재밍할 수 있는 기회가 생긴다고 말했다.

방향 탐지, 주파수 식별, 재밍을 위한 차량탐재형 전자전 자산의 등장은 유럽 주둔 부대의 입장에서 큰 개선에 해당한다. 바로 이용 가능한 전자전 자원은 병사들이 복잡한 전자전 위협 환경을 제대로 이해하고 그에 대응하는 데에도 도움이 된다.

새로운 전자전 도구를 이용하면 전자전 전문가들이 스펙트럼 사용의 실제 영향을 시연하기가 쉬워지며, 이는 병사들이 자신과 적의 전자기 취약점을 제대로 이해하는데 도움이 된다.

출처 C4ISRNET (2018. 6. 12.)

해설

전자전에 대해서는 미 해군도 차세대 대함 미사일 위협에 대응하기 위해, 새로운 헬기 탑재 전자전(EW) 포드를 포함해 노후화된 EW 장비에 대한 현대화 노력을 계속하고 있다.

미 해군이 추진하고 있는 2건의 중요 EW사업은 해상전자전개량사업(SEWIP¹⁴) 블록 2와 첨단 함외 전자전(AOEW¹⁵) 사업이다.

AOEW 사업은 해군의 MH-60 로미오 헬기 및 시에라 헬기에 최신 전자감시·공격능력을 제공하는 사업인 반면, SEWIP 블록 2는 해군이 대형 수상함정에 탑재한 기존 AN/SLQ-32 EW 체계를 개선하는 내용의 사업이다.



미 해군 전자전(EW) 현대화

13 Versatile Radio Observation and Direction 14 Surface Electronic Warfare Improvement Program

15 Advanced Offboard Electronic Warfare

지휘통제·통신

프랑스와 미국, 햅틱 가상현실 기술을 이용한 훈련체계 개발



햅틱 기술이 적용된 VR 비행훈련 시뮬레이터

미국의 가상현실(VR¹⁶) 비행 시뮬레이터 업체인 플라이인사이드사와 프랑스의 혁신 설계업체인 고터치 VR사가 훈련 중 사용자가 햅틱(촉각) 피드백을 적용해 플립, 스위치, 손잡이를 터치해 누를 수 있는 새로운 VR 훈련체계를 개발했다.

플라이인사이드사는 비행 시뮬레이터, 소프트웨어, 훈련을 위한 시나리오 및 3D 모델링을 제공하는 한편, 고터치 VR사는 햅틱 센서 구성품을 제공한다.

VRtouch 기술로 불리는 이 기술은 혈압계와 유사한 장치를 사용하는데, 이 장치를 사용자의 집게손가락에 놓고 움직임을 따르면 가상환경 내에서도 촉각을 느낄 수 있다. 따라서 사용자의 훈련 제어 개선, 실전에 가까운 훈련 시뮬레이션 효과 구현, 다양한 시나리오에 맞게 조정할 수 있는 융통성 등의 장점이 있다.

이 기술의 이점은 모든 종류의 조종석 내에서 상호작용을 할 수 있고, 무엇인가를 실제로 만지는 느낌을 가질 수 있으며, 조종사는 밀고, 누르고, 돌리는 것과 같은 요구되는 동작과 제스처를 실제처럼 실시할 수 있다.

이 체계는 지상차량뿐만 아니라 모든 형태의 헬기 및 고정익 항공기 조종사 훈련에 사용할 수 있다.

가상훈련체계에 햅틱 기술을 적용하는 것을 고객들이 원했다면, 플라이인사이드사 뒤트롱

창업자는 고객들이 비행훈련 시 실제처럼 조작하기를 원하고 있으며, 실제 비행에서 그러한 것처럼 눈으로 일일이 확인하는 것이 아니라 감각적으로 조작하는 것을 원했다고 했다.

미 특수작전사령부 사용자들은 최근 햅틱 가상현실 기술이 적용된 체계를 시험해왔다면서, 군이 무엇보다 원하는 것은 실전과 같은 훈련이고 햅틱 기술을 채택한 체계는 마치 실제와 같은 체험을 가능하게 해준다고 했다.

출처 National Defense Magazine (2018. 6. 14.)

해설

햅틱 가상현실 기술을 이용한 훈련체계뿐만 아니라 시뮬레이션을 통한 훈련방식이 점점 각 군의 중요한 현행 훈련과정을 지원함에 따라, 최근 합동최종항공통제관(JTAC¹⁷) 자격이 있는 특수 부대 요원들을 대상으로 실제 전투를 모의한 가상훈련이 실시되고 있다.

이에 따라 미국 노스롭그루먼사는 실제 전투를 모의한 JTAC 가상훈련을 위해 다른 기지에 소속된 일련의 전투기 및 폭격기부대가 시뮬레이터를 이용해 가상훈련 네트워크에 접속하여 마치 실제 전투에서 하는 것과 같이 공역을 확보하는 등 실전과 같은 훈련을 수행하고 있다.



첨단 JTAC 훈련체계 돔

감시정찰

미 공군, 미사일 공격 대응을 위한 레이더체계 성능개량 추진



PAVE PAWS 레이더

미국 공군이 동맹국을 적 탄도미사일 공격으로부터 방호하기 위해 노후화된 지상기반 레이더 경보체계를 개량할 계획이다.

미국 공군수명주기관리센터는 5년 기한의 레이더 경보체계 현대화사업 계약(최대 8억 6,600만 달러 규모)을 노스롭그루먼사와 체결했다.

이 계약에 따라 노스롭그루먼사는 PAVE PAWS¹, 탄도미사일 조기경보체계(BMEWS)², 레이더 공격 특성화 체계(PARCS)³의 개조 및 지속유지 과업을 수행한다.

PAVE PAWS는 지상기반 레이더체계로 미국 본토를 겨냥한 전 세계 모든 대륙간탄도미사일에 대한 경고 및 공격평가 정보를 미국 전략사령부에 제공한다.

또한 지상기반 레이더체계인 BMEWS도 잠수함 및 함정발사 탄도미사일 공격을 경고하며, 탄도 미사일 공격 강도 평가를 위한 관련 데이터를 제공한다.

PARCS는 노스다코타주에 있는 대규모 레이더 시설로서 탄도미사일 경고 및 공격평가뿐만 아니라, 우주감시 데이터를 북미항공우주방위사령부 및 지역 통합군사령관들에게 제공한다. 또한 PARCS는 AN/

FPQ-16 위상배열 레이더체계로 지구 궤도를 도는 모든 물체의 절반 이상을 감시 및 추적할 수 있고, 거대 위성에서부터 우주 파편에 이르기까지 하루에 20,000개 이상의 트랙을 분석한다.

PAVE PAWS와 BMEWS 레이더는 20년 동안 배열 전단부에 어떠한 개선도 시도하지 않았으며, 이 장비는 거의 구식화 되어 기술적으로 상당한 수준의 현대화가 요구된다.

따라서 공군은 노스롭그루먼사와의 계약에 따라 2023년 5월까지 성능개량사업을 수행할 계획이다.

출처 Military & Aerospace Electronics (2018. 6. 4.)

해설

ARCS 신호처리그룹은 10개 장비 캐비닛으로 구성되며, 고유 부품 수는 수백 개에 달한다. SPG 전송, 스펙트럼 반전(spectrum inversion), 펄스 압축을 위해 주파수 변조 펄스를 생성하고, 부엽(side lobe) 감소를 수행한다. 또한 트랙 신호, 멀티플렉싱, 신호변환을 비교 및 처리한다. 적절한 신호 수신 및 아날로그-디지털 변환을 유지하려면 광범위한 조정과 보수가 필요하다.

감시정찰

이스라엘 써드아이사, 메두자 드론 탐지기 공개



메두자 드론 탐지기

이스라엘의 써드아이사가 6월에 개최된 유로사토리(Eurosatory) 국제방산보안전시회에서 수동식 드론 탐지체계인 메두자(Meduzza)를 처음으로 공개했다.

사람 표적을 탐지하는 데 중점을 두고 제작한 써드아이사의 키메라(Chimera) 광학 탐지체계의 후속 제품으로 개발한 메두자 체계는 입체적으로 작동하는 2개의 열상 센서를 사용해 적성 드론을 탐지한다.

키메라 체계에 사용된 것과 같은 기술이 적용된 메두자 체계는 단일 프레임 내에서 표적을 탐지하며, 센서는 알고리즘을 사용하여 찾고 있는 것의 드론을 탐지할 수 있다. 써드아이사의 대표이사인 라이어 세갈은 이 체계는 이동 중에도 드론을 탐지·분류할 수 있는 이점이 있으며, 비디오 동작감지 체계 또는 자동 표적인식 기술 등이 기본 장착되어 있어 별도의 추가 설치가 불필요하다고 밝혔다. 이 체계는 특히 종종 레이더 작동에 어려움이 있는 저고도 및 클러터가 많은 환경에서도 기능을 잘 발휘하는 것으로 알려져 있다.

전력 소모가 적고 크기가 작아서 이동이 간편한 메두자 체계는 차량에 장착하거나, 삼각대에 설치하여 보병이 사용할 수 있다. 또 독립적 체계로 사용하거나, 레이더 및 재머와 같은 다른 체계 구성품과 통합해

사용함으로써 보다 광범위한 드론 대응 능력을 갖출 수 있다.

메두자 체계는 다양한 형상으로 9월부터 시판이 예상되며 200m 거리에서 탐지할 수 있는 체계는 대당 15,000달러, 그리고 1km 거리까지 탐지할 수 있는 체계는 대당 약 50,000달러가 될 것으로 예상된다.

출처 Jane's by IHS Markit (2018. 6. 14.)

해설

이스라엘 방위군이 적어도 메두자 체계 1대를 이미 구매해 현재 시험 중인 것으로 제인스사는 파악하고 있다. 드론에 대한 탐지 외에도 드론의 정찰분야 활용사례를 보면 미국 육군이 개별 병사가 단거리 정찰을 위해 헬기 형태의 초소형 드론인 블랙호넷3을 활용할 계획이다.

블랙호넷 드론은 현재 진행 중인 시험에서 육군의 요구 성능을 만족할 시 육군 보병부대에 지급되는 병사 휴대형 정찰센서 중 하나가 될 전망이다.

병사 휴대형 센서 사업의 첫 제품인 개인정찰 체계 블랙호넷 PRS⁴는 육군예하 분대 병사들에게 헬기형태의 차세대 정찰 드론으로 부각될 전망이다.

출처 Army Times (2018. 6. 1.)

감시정찰

프 탈레스사, 야간전투능력 강화를 위한 소피 울티마 카메라 출시



소피 울티마 열상 카메라

프랑스 탈레스사가 파리에서 개최된 유로사토리(EuroSatory) 국제방산보안전시회에서 4개 기능이 1개 장치에 통합된 새로운 경량 고성능 소피 울티마(Sophie Ultima) 열상 카메라를 공개하였다.

이 장비는 주·야간 작전 지원 기능을 갖춰 디지털 장비로 연결된 전투현장과 증강현실(AR) 기능이 추가되었다.

또한 전술용 쌍안경, 적외선 표적위치 결정장치, 주간 레이저 거리측정기, 텔레컨버터(렌즈 초점거리 연장용 부속장비)를 1개의 장치에 통합했다. 무게 2.5kg의 소피 울티마는 종전 모델보다 한층 개선된 성능을 발휘한다.

소피 울티마는 원거리 표적 식별능력이 향상되었으며, 고성능 글라스 채널과 적외선 영상 탐지능력을 결합하고, 1km 이상 거리에서 체온을 탐지함으로써 주간작전 시 전술적 이점을 제공한다. 또한 병사들이 위장한 적 표적도 식별할 수 있는 기능을 지원한다.

소피 울티마 카메라는 디지털화된 작전에서 AR과 같은 협력적 전투 이점을 제공하며, 이를 통해 병사들이 더욱 빠르게 적을 탐지하고, 더욱 신속하게 조치할 수 있다. 또한, 병사들은 목표물에 대한

정밀성을 유지하면서 보다 신속하게 적을 타격할 수 있다.

이 카메라는 새로운 익스텐션(eXtension) 개념, 즉 미래 능력 적용을 위한 몇 개의 플러그 앤 플레이 방식 부속장치를 포함해 미래 작전소요 및 기술을 수용할 수 있다.

소피 울티마 카메라는 공통 인터페이스 및 공유된 정비 솔루션을 사용함으로써 교육, 훈련, 지원 소요를 상당히 줄일 수 있으며, 분대장에서부터 특수부대에 이르기까지 작전부대의 요구사항을 충족시켜 각 과업에 특화된 운용을 보장해 준다.

탈레스사의 장 파스칼 아루 비뇨 부사장은 디지털 변혁에 있어 관건이라 할 수 있는 연결성, 빅 데이터, 인공지능, 사이버 보안기술 분야에 있어 탈레스사의 전문성은 군에 큰 기여를 한다. 미래 병사들은 소피 울티마 카메라를 이용하여 주야간 협력적 전투기술을 발휘할 수 있을 것이라고 말했다.

출처 Army Technology (2018. 6. 11.)

해설

소피 울티마 열상 카메라는 세계 55개 국가에 약 15,000대를 공급하였으며 소피 제품군은 작전지역내 시야 악조건에서도 장비의 통합화와 AR특화 기능을 통해 감시능력을 향상과 정확한 탐지·식별·위치결정을 돕고, 높은 효율성의 다목적 임무 수행을 지원한다.

감시정찰

미 육군, 질병 탐지 가능한 착용형 전자식 센서 개발 사업 추진



착용형 전자식 센서

미국 육군 의무 연구원들이 온열 작업 피로 (thermal work strain), 근육 손상을 암시하는 근전도 변화, 뇌 기능 손상을 암시하는 신경 인지 변화, 질병의 조기 징후 등을 정량화할 수 있는 높은 신뢰도의 착용형 전자식 센서를 개발하기 위해 업계의 도움을 요청할 계획이다.

미국 육군 의학연구조달센터 관계자들은 보건대응·성능체계(HRAPs⁵) 착용형 생리학적 센서 개발(WPSD⁶) 사업을 위해 사전입찰요청서 (MTEC-18-07-HRAPs)를 5월에 발표했다.

육군은 의무기술 엔터프라이즈 컨소시엄 (MTEC⁷)을 대리하여 이 사전입찰요청서를 발표했으며, MTEC는 미 육군 의료연구물자 사령부와 같은 정부기관과 협력하는 생체의학기술 컨소시엄이다.

사업제안요청서에 따르면, 이 사업은 기존의 착용형 센서를 연구소 및 야전에서 시제 장치로 개조함으로써 제조를 고려한 설계(DFM⁸), 제작 설비 비용, 초도 제작활동 결정을 내리는데 바탕 정보로 사용한다는 계획이다.

미국 정부는 1개 계약업체와 24개월 간 진행되는 이 사업에 약 240만 달러의 예산을 책정했다. 후속

사업에서는 이렇게 개조한 착용형 센서를 착용형 센서 세트에 통합하고, 미 식품의약국(FDA)으로부터 사용 승인을 취득할 예정이다.

출처 Military & Aerospace Electronics (2018. 5. 11.)

해설

HRAPS 제안요청서는 2단계로 이루어진다. 기술백서 형태의 개괄적인 프로젝트 요청제안 단계, 그리고 구체적인 기술을 제안하는 제안서 요청 단계로 추진된다. 기술백서를 제출하는 업체들은 MTEC의 회원사여야 한다. MTEC 회원사에 대한 자세한 정보는 웹사이트(mtec-sc.org/how-to-join-2)에서 확인 가능하다.

MTEC는 장병의 건강과 성과를 전체적으로 보호, 치료 및 최적화하는 의무 솔루션 상용화를 위한 최첨단 기술과 효과적인 물자 수명주기 관리를 제공함으로써 미 육군 의료 연구 및 물자사령부를 지원한다.

5 Health Readiness and Performance System 6 Wearable Physiological Sensor Development

7 Medical Technology Enterprise Consortium 8 Design for Manufacturing

기동

미 육군, 미사일 방어용 ‘아이언 커튼’ 시험 중



아이언 커튼을 장착한 스트라이커 장갑차

미국 육군은 전차보다 크기가 작은 차량을 로켓 및 미사일 등 적의 공격으로부터 방호하도록 설계한 체계를 시험 중이다. 센서와 하향 발사용 탄체를 사용하는 ‘아이언 커튼’(Iron Curtain)은 성형작약 탄두를 장착한 적의 로켓과 미사일을 요격할 수 있다. 따라서 일명 험비(Humvee)로 부르는 차륜형 고기동 다목적 전술차량(HMMWV¹)과 같은 소형 차량을 대전차유도무기로부터 방호하는데 유용하다.

성형작약 장착 대전차무기는 오늘날 전장을 가로질러 주행하는 차량에 있어 가장 치명적인 무기이다. 대전차고폭탄(HEAT²) 탄두는 탈레반 반군이 사용하는 견착발사식 휴대용 대전차로켓(RPG³) 발사기에서부터 러시아 육군에 배치된 코넷(Kornet)-EM 대전차유도미사일에 이르기까지 거의 모든 무기에 사용된다.

육군은 방산업체인 아티스(Artis)사가 개발한 아이언 커튼을 검토 중이다.

아이언 커튼은 그 이름에 걸맞게 군용차량의 4개 모든 방향에 설치된 몇 개의 커튼처럼 보이는 부착물로 구성된다.

아이언 커튼을 설치하면 차량이나 건물은 레이더 및 광학 센서로 둘러싸이게 된다. 밖으로 향한 레이더가 접근하는 미사일을 포착하며, 광학 센서는 타격 전 몇 밀리 초 이내에 이를 탐지하고, 하향 발사식 요격체를 발사한다. 매우 정교한 이 체계는 접근하는 로켓과 미사일을 인식하고, 이들의 취약점을 공격하여 최대효과를 발휘할 수 있다.

육군이 2013년에 아이언 커튼을 시험하여 완벽하다는 결과를 얻었으며, 아이언 커튼을 스트라이커 장갑차에 장착하여 시험 중이다.

출처 Popular Mechanics (2018. 5. 15.)

해설

아이언 커튼이 더욱 멀리서 표적을 공격하는 대신 하향식으로 사격을 하는 이유는 접근하는 미사일에 대해 하향식 발사 또는 수직 차단을 통해 의도하지 않은 사상자 발생 가능성을 최소화하고 보호 기능도 제공하기 위함이다.

기동

캐나다 라인메탈사, 무인지상차량 ‘Mission Master Cargo’ 공개



무인지상차량 ‘Mission Master Cargo’

캐나다 라인메탈(Rheinmetall Canada)사가 새롭게 명명된 ‘미션 마스터 카고(Mission Master Cargo)’ 무인지상차량(UGV⁴)을 Eurosatory 2018에서 공개했다.

이는 2017년 2월 IDEX에서 처음 공개된 다목적(Multi-Mission) UGV의 신규 버전이다. 이 플랫폼은 하차병력 직접 지원을 위해 설계되었으며 화물·사상자 후송 버전과 감시·정찰 버전이 존재한다.

이 UGV는 필요에 따라 모듈 교체가 가능하여 군수지원, 무기화, 화생방·핵·폭발물(CBRNE⁵) 통신중계를 포함한 여러 임무를 수행할 수 있다. 캐나다 라인메탈사의 사업개발 담당 부사장인 알렉 트럼블레이는 최종 사용자가 감시 모듈이나 CBRN 모듈, 화재진압 모듈을 구매한 후 차량 자체를 개조할 필요 없이 차량에 장착 가능하다고 설명했다. 덧붙여 소프트웨어가 모든 UGV 각각에 이미 내장된 해당 미션 모듈을 통합하고 그와 상호작용할 수 있다고 밝혔다.

플랫폼에는 12.7mm 기관총이 달린 원격조종무장

장치가 설치된다. 2017년 말 캐나다 군 기지에서 실사격 시험을 진행하여 UGV가 표적을 추적한 후 운용자가 표적을 확인하고 플랫폼이 최대 800m 사거리에서 자동사격을 수행하는 것을 시험했다.

트럼블레이 부사장은 제조업체와 관계없이 모든 종류의 원격조종무장장치를 플랫폼에 장착할 수 있다고 밝혔다. 그는 소프트웨어의 개방형 아키텍처 덕분에 서구와는 다른 아키텍처 체계를 가진 러시아 미사일을 포함해 무엇이든 탑재 가능하다고 설명했다. 내년 초에 동일 플랫폼을 위한 중구경 20mm 원격조종무장장치 관련 작업을 시작할 계획인데 이는 사실 그리 어렵지 않은 일이라며, 업계에서 밀어붙이는 것보다 고객이 끌어주는 면이 더 많다고 덧붙였다.

이 차량은 캐나다 ODG(Ontario Drive&Gear)사의 8×8 상용 플랫폼을 바탕으로 군사적 요구 조건에 맞춰 개조와 조정을 거쳤다. 이는 전지형 다목적 UGV로서 길이는 2.95m이고 온전한 수륙양용이 가능하며 필요하다면 궤도/체인을 장착할 수도 있다.

미션 마스터 카고의 최대속도는 40km/h이다. 기본 플랫폼은 무게가 약 750kg이고 600kg을 탑재할 수 있다(상륙작전에 사용하는 경우 400kg). 전자구동식 UGV로서 리튬-이온 배터리에서 전력을 공급받으며 재충전하지 않고 한번에 최대 8시간 동안 중단 없이 운용 가능하다. 트램블레이 부사장은 연료를 사용하는 보조동력장치를 통합할 경우 600kg의 탑재량 중 40kg 이하만을 희생하여 약 9일 간 운용 가능하다고 전했다.

이 차량은 무선주파수 가시거리 또는 위성 통신을 통한 가시거리 내 원격제어를 이용하여 직접 원격조종하거나 GPS 경로점을 따라가도록 설정할 수 있다. '따라가기' 기능, 경로점 항법, '복귀' 기능을 이용한 운용도 가능하다. 트램블레이 부사장은 어디에서 이 체계를 운용하고자 하는지에 따라 현재 전 세계에서 이용 가능한 4개의 GPS 위성, 즉 미국, 유럽, 러시아, 중국의 위성을 이용하여 GPS를 운용할 수 있다고 말했다. 그는 GPS를 이용할 수 없는 환경에서의 운용에 대비하여 관성항법장치도 갖추었다고 밝힌 후, 이는 시리아와 이라크에서의 몇몇 경험 이후 서구와 기타 국가에서 주목하기 시작한 조건이라고 덧붙였다.

트램블레이 부사장에 의하면, 이 플랫폼의 생산용 버전은 3D LIDAR 체계 4개를 갖추어 2D LIDAR 체계 1개만을 갖추었던 이전 버전에 비해 개선을 이루었다고 한다.

2018년 6월 현재, 캐나다 라인메탈사는 최대 4대의 UGV를 한 팀으로 운용할 수 있다. 트램블레이 부사장은 내년 말까지 12~18대의 플랫폼이 자체적으로 임무를 수행할 수 있도록 하는 것이 목표라고 밝혔다.

그는 향후 24개월 내의 최종 목표는 운용자 6명 정도의 소규모 팀으로 최대 60~70대의 UGV를 제어할 수 있게 만드는 것이라고 말했다. 기본적으로 지휘통제센터를 두고 임무를 정한 후, UGV가 어디로

가고 어떻게 작전을 수행하며 그 팀이 어떤 식으로 움직이는지를 지켜보면서 임무를 부여하고 임무수행 상황을 모니터링하기만 하면 UGV가 알아서 과업을 수행하게 된다고 덧붙여 설명했다.

출처 : Jane's by IHS Markit (2018. 6. 11.)



라인메탈사 UGV의 다음번 진화는 대구경 무기 발사가 될 것이다. 미사일은 반동이 적기 때문에 통합이 비교적 쉽겠지만, 트램블레이 부사장에 따르면, 진짜 난관은 가능한 한 비용을 적게 들여 많은 미사일을 체계와 발사장치에 탑재할 방법을 찾는 것이라고 한다. 그는 여러 종류의 미사일을 탑재할 수 있도록 하여 2019년 상반기에 실사격 시험을 시작하기 위해, 현재 2개 업체와 논의를 상당히 진전시킨 단계라고 밝혔다.

기동

프 MBDA사와 밀렘 로보틱스사, 대전차 UGV 개발 예정



대전차 무인지상차량 개발 모형

프랑스 MBDA사가 에스토니아의 무인지상차량 (UGV)전문 제작업체인 밀렘 로보틱스(Milrem Robotics)사와 제휴하여 대전차 역할을 수행하도록 설계한 차량을 개발할 예정이라고 파리에서 열린 Eurosatory 2018에서 밝혔다.

밀렘 로보틱스사의 테미스(THeMIS) UGV와 MBDA사의 신형 MMP⁶ 휴대형 중거리 대전차 미사일이 결합된 체계를 개발하며, MMP는 통합 MMP 정밀공격전투용포탑(IMPAC⁷)을 사용해 발사한다는 계획이다.

테미스는 디젤-전기식 UGV로, 전동 방식의 정속 모드 운용 시간 90분을 포함해 항속 시간이 10시간이다. 최고속도는 22km/h이며 탑재중량은 750kg이다. 밀렘 로보틱스사는 가시선 거리 초월 능력의 카메라 또는 자율 유도키트를 사용해 원격으로 직접 제어할 수 있는 UGV를 설계했다.

MBDA사가 주로 경장갑차량에 장착하도록 개발한 무게 250kg의 IMPACT 전동포탑은 MMP 즉응탄 2발을 장착하며, 표적획득용 주야간 센서를

탑재한다.

또 이 포탑은 7.62mm 기관총으로 무장하고 MMP는 사거리가 4km를 넘으며, 이중대역 탐색기(비냉각식 적외선 및 가시선 컬러)를 사용한다. 아울러 광섬유 데이터링크를 통해 운용과정에 인간이 개입할 수 있다.

출처 Jane's by IHS Markit (2018. 6. 13.)

해설

MBDA사는 미스트랄(Mistral) 단거리 방공미사일에 대한 5,000만 유로(5,900만 달러) 규모의 계약을 수주함으로써 에스토니아와 관계를 더욱 강화했다. 이 계약은 에스토니아로부터 수주한 세 번째 계약이며, 에스토니아는 2009년 이래로 이 무기 체계를 운용해왔다. 현행 계약에 따른 제품 납품은 내년에 완료될 예정이며, 새로운 계약에 따른 제품 납품은 2020년부터 시작될 예정이다.

기동

이스라엘 제너럴 로보틱스사, 신형 드론 대응 체계 ‘핏불’ 개발



신형 드론 대응체계 ‘핏불’ 발사장면

전 세계적으로 드론 위협이 증가하는 가운데 드론 대응능력을 구비한 핏불(Pitbull) 초경량 원격조종 무장장치는 비행 중인 모든 형태의 드론을 탐지·추적하여 무력화 및 격추할 수 있다.

핏불 체계는 이스라엘의 국방 및 국토안보용 첨단 로봇체계 전문업체인 제너럴 로보틱스(General Robotics)사가 제작했다.

회사 발표문에 따르면, 핏불 체계는 심지어 드론이 비행 중에도 요격할 수 있기 때문에 국경경비 및 국토안보 임무 수행에 큰 도움이 된다고 한다.

무게가 70kg에 불과한 핏불 드론 대응체계는 고정기지 외에도 전(全) 지형 차량(ATV[®])과 같은 초경량 차량 등 모든 유인 및 무인 지상·공중·해상 플랫폼에 손쉽게 설치 가능하다.

또 기존의 어떠한 센서도 통합할 수 있는 이 체계는 비행 중인 모든 형태의 드론을 탐지·추적할 수 있고 무선주파수를 통해 이들을 무력화하거나 요격할 수 있으며, 필요시 소프트 킬 또는 하드 킬 방식으로 격추할 수 있다.

출처 iHLS (2018. 6. 4.)

해설

제너럴 로보틱스사가 개발한 또 다른 제품은 도고(DOGO) 대테러 로봇으로, 전 세계 특수부대, SWAT팀, 보병부대가 사용하고 있다.

무게가 10kg인 도고는 비살상 모듈에도 통합할 수 있으며 360° 실시간 비디오 촬영이 가능하고 인질상황에서 교신할 수 있는 비디오 카메라 8대가 탑재된다. 도고 대테러 로봇은 치명적인 좁은 공간 내로 들어가 상황인식 및 원격교전 능력을 발휘할 수 있어 전투부대 생존성 증대에 크게 도움이 된다.

합정

영 해군, 7번째 아스튜트급 잠수함을 ‘아쟁쿠르’로 명명 예정



영국 해군의 아스튜트급 잠수함

영국 국방부와 BAE시스템스사 간 15억 파운드 규모 계약 체결 이후, 최종 7번째 아스튜트급 잠수함이 ‘아쟁쿠르(Agincourt)’로 명명될 것이라는 소식이 공개되었다.

올해 말로 예정된 능력검토를 앞두고 미래 중요 자산 확보 방안을 강구하고 있는 영국 국방부는 재무부의 추가 예산삭감 대상이 될 수도 있어 지속적인 재정적 난항이 예고된다. 이 잠수함이 취역하면 영국 해군 함정 중 이 명칭을 사용한 6번째 함정이 된다.

드레드노트급 차세대 핵추진탄도미사일잠수함(SSBN¹) 사업의 다음 단계를 위해 9억 파운드 예산이 추가 책정되었으며, 이 사업을 통해 영국은 핵억지력을 다음 세대 이후까지 유지한다는 계획이다.

아쟁쿠르함 건조가 바로인퍼니스 지역 소재 BAE시스템스사 시설에서 이미 진행되고 있다는 쉐퍼드사의 보도가 이 발표에 앞서 있었다. 또 개빈 윌리엄슨 국방장관이 5월 14일 방문했을 때 새로운 제작시설이 바로인퍼니스 지역에서 개소했다.

BAE시스템스사 발표문에 따르면, 드레드노트급 잠수함 건조 단계 중 일부가 신규 센트럴 야드 시설에서 진행된다고 하며, 이 시설에는 길이 180m, 폭 90m, 높이 44m인 생산, 작업장 및 사무실이 포함된다.

신형 드레드노트 잠수함 4척 중 선도함 건조작업은 2016년 10월에 시작되었으며, 최근 책정된 예산으로 향후 12개월 동안 기존 및 신규 시설에서 진행되고 있는 설계, 제작, 장비 조달 및 투자 활동을 지원할 수 있을 것이다. 국방장관은 아쟁쿠르함이 취역하면 영국은 대잠공격용 잠수함을 총 7척 보유하게 되며, 이러한 전력을 통해 해군은 역사에서 가장 강력한 전력을 보유하게 된다고 말했다. 또한, 핵 억지력은 향후 직면할 수 있는 가장 극단적인 위협에 대한 궁극적 보호책이라고 말했다.

아스튜트급 잠수함 중 아스튜트함, 엠부쉬함, 아트폴함 등 처음에 건조된 3척은 이미 취역했으며 4번함, 5번함 및 6번함은 건조 중이다. 아스튜트급 잠수함은 전장 97m, 배수량 7,400톤 이상으로, 영국에서 지금까지 건조한 잠수함 중 최대 크기의 핵추진 공격잠수함이다. 이에 반해, 차세대 드레드노트급 SSBN은 전장 153m, 배수량은 17,200톤에 달할 것으로 전망한다.

출처 Shephard Media (2018. 5. 14.)

해설

‘아쟁쿠르’라는 명칭은 1415년 영국과 프랑스 간 백년전쟁 중 프랑스의 아쟁쿠르에서 벌어진 전투에서 유래하였으며 이 전투에서 영국은 프랑스에 절망적일 정도의 피해를 끼쳤다.

함정

미 해군, LCS 미사일 모듈 개발시험 착수



밀워키함(LCS 5)

프리덤급 연안전투함(LCS²)인 밀워키함(LCS 5)이 5월 11일 버지니아주 해안 앞바다에서 미사일 실사격 연습을 실시했다.

밀워키함은 롱보우 헬파이어 미사일 4발을 발사해 고속공격정 표적 타격에 성공했다.

함정의 승조원들은 복잡한 전투 수행환경을 모의한 시나리오에서 레이더 및 기타 체계를 활용해 소형 수상 표적을 추적하고, 모의 교전상황 속에서 미사일을 수상 표적에 발사했다.

LCS 임무모듈 사업관리자 테드 조벨 해군대령은 밀워키함 승조원들의 임무 수행 능력이 탁월했으며 시험 진행도 완벽했고, 덕분에 이번 시험을 성공적으로 실시할 수 있었다고 말했다.

이번 발사 연습을 통해, LCS 임무모듈(MM³) 사업에 대한 함대함미사일 모듈(SSMM⁴) 개발시험 1 단계가 완료되었다. SSMM을 LCS에서 통합·발사한 것은 이번이 처음이나, 해상에서 LCS로부터 SSMM을 발사한 것은 두 번째이다. SSMM은 LCS가 다수의 소형 보트의 위협을 차단할 수 있도록 육군의 롱보우 헬파이어 미사일을 함상에서 수직발사하기 위한 모듈이다. SSMM의 최초운용능력(IOC⁵) 달성과 야전배치 시기는 2019년으로 예상된다.

메이포트 해군기지를 모항으로 하는 LCS 5는

빠르고 민첩한 임무중심 플랫폼으로, 근해에서 운용하도록 설계되었으나 공해상 작전도 수행할 수 있다. 이 함정은 기뢰, 정숙한 디젤 잠수함, 고속 수상정과 같은 비대칭적 '접근 차단(anti-access)' 위협을 격퇴하기 위해 건조되었다.

제2 연안전투함 전대장 손 존스톤 대령은 매년 메이포트항에 프리덤급 LCS 2척이 도착함에 따라 동부해안 연안전투팀이 지속적으로 성장 발전하고 있다고 말했다. 덧붙여 디트로이트함(LCS 7)을 이용하여 다음 단계 SSMM 시험을 기대하고 있다고 말했다.

이 LCS는 모듈식, 형상 변경 가능 함정으로, 연안에서 수상전, 대잠전, 대기뢰전 임무 수행에 필요한 요건을 충족하도록 설계됐다. 각 LCS에 탑재되는 호환성을 갖춘 임무패키지(MP⁶)는 각각의 전투 수행에 필요한 주요 임무수행체계를 제공한다. 개방형 아키텍처 설계, 모듈식 무기, 센서체계, 다양한 유인 및 무인체계를 사용하여 연안 해역에서 해양우세를 달성·유지·활용할 수 있는 LCS는 미 합동군이 다수의 전구에서 중요 지역에 접근할 수 있도록 지원한다.

출처 U.S. Navy (2018. 5. 16.)

해설

미 해군은 LCS에 다양한 개별 MM을 반영하여 교환할 수 있는 MP로 통합하도록 설계하였다. 한편 MP는 '수상전', '기뢰대항전', '대잠전'으로 나뉘어져 있다.

합정

중국 원저우테크사, 군집 USV 시연



선체 설계가 ME40과 동일한 CL40Y 플랫폼

중국 주하이에 기반을 둔 무인수상정(USV) 설계·제조 전문업체인 원저우테크사가 군집 USV 시연하였다. 회사 관계자가 제인스사에 확인해 준 바에 의하면 지난 5월 29일 홍콩 및 마카오와 접한 광둥성 남동부 완산 군도에서 자율형 USV 56척을 이용한 시연이 이루어졌다.

원저우테크사 대변인에 따르면, 이번 기술 시연에는 특별히 개발된 '자율성 모듈'이 장착된 개조형 ME40 USV가 사용되었다고 한다. 이 수상정은 해당 체계 덕분에 실시간 의사결정 및 협조 능력을 갖추어, 인간의 개입을 최소화하면서 복잡한 고위험 기동을 수행할 수 있다.

회사에서 공개한 사양을 보면, ME40 USV는 길이 1.63m에 폭 0.71m, 높이는 0.37m인 모듈식 USV로서 수로측량용으로 구성되는 것이 보통이다. 이 수상정은 섬유 강화 복합소재로 제작되며 14.8V 리튬-폴리머 배터리를 이용한다. 시속 3해리의 경제속도로 순항할 경우 최대 3시간 동안 운항할 수 있으나 최대 시속 7.7해리의 단시간 고속 운항도 가능하다.

ME40은 양방향 무선주파수 통신장치를 갖추었으며 최대 제어반경은 5km이다. 동영상 스트리밍을 포함한 데이터 전송은 2km 이내에서 유효하다.

원저우테크사는 제인스사에 보낸 문서에서 거친 해상상태에도 불구하고 56척의 소형 무인정으로 구성된 해상 편대가 깔끔하게 기동하여 섬과 암초를 피하고 빠르게 새로운 대형을 이루었다고 밝혔다.

완산 군도의 복잡한 섬과 해양 지형에서 대형을 엄격히 유지하며 순항한 것 외에도, ME40 USV는 중국 해군의 첫 번째 항공모함인 랴오닝함의 윤곽과 중국어의 '군(军)'과 '민(民)' 글자를 만들었다. 이는 군-민 통합을 상징하는 것으로, 군-민 통합은 상업 분야의 첨단 기술·기법을 활용하여 군사 능력을 발전시키기 위한 중국 정부의 핵심 전략이다.

이번 시연 중에는 7.5m 길이의 L30 다목적 USV도 모습을 보였는데, 이 수상정은 선도-추종 제어 프로토콜을 여러 차례 시연했다.

원저우테크사는 무인정 대형 유지, 역동적 과업 할당, 자동 대형 변경, 협력적 장애물 회피, 고장 허용 제어 같은 여러 시험 항목을 완수했다고 설명하고는, 잠재적 군사 및 해양안보 소요 충족을 위해 이미 2016년에 자율형 USV 군집 해상시험을 시작했다고 전했다.

ME40은 이번 기술 시연 이전, 2월 18일 중국 국영방송인 CCTV의 2018년 춘절 특집방송 이벤트에서 모습을 드러냈다. 이 이벤트에서 원저우테크사는 중국의 인공지능 기술을 보여주는 자율 공중·지상·해상 무인체 공연의 일환으로 81척의 ME40 USV 군집을 이용했다. 홍콩-주하이-마카오 대교 인근에서 섬광 등을 장착한 ME40 USV가 중국의 인터넷·인공지능 거대기업 바이두사가 개발한 자율주행차량 및 제로테크사에서 제작한 멀티로터 무인기와 함께 일련의 협조 기동을 선보였다.

제인스사에서 알고 있는 바로, 2010년에 설립된

원저우테크사는 첨단 제어 알고리즘, 자율 항법, 자동 장애물 회피, 복합 동작 제어, 다중감지 융합과 선체 설계 및 소재 공학에 초점을 둔 첨단 USV 기술을 추구해 왔다. 원저우테크사는 전 세계 관련 특허의 약 1/4에 해당하는 100개가 넘는 USV 기술 특허를 보유 중이라고 한다.

원저우테크사는 또한 정보·감시·정찰 및 전투 임무를 포함한 고급 해양작전용 USV 개발을 위해 여러 국유 방산업체, 대학교, 사기업과 밀접한 관계를 구축했다고 밝혔다.

원저우테크사는 앞으로 원저우테크사를 포함한 중국의 해양 인공지능 및 첨단기술 기업들이 군집 기술의 수준을 높여 군에서 해당 기술을 일상적으로 운용할 것으로 기대할 수 있다고 주장했다.

제인스사는 이전에 원저우테크사가 군사 관련 수로측량 및 감시 용도를 염두에 두고 M80 시리즈 해양측량 플랫폼을 개발했다고 보도한 바 있다.

2016년 4월에 첫 선을 보인 M80A는 탄소 폼 샌드위치 소재로 제작된 섀파형 포일 보조식 삼동선(3중 선체) 형태를 채택했다. 회사의 주장에 의하면, M80A는 높이가 낮은 구조와 경사진 표면 및 레이더 흡수물질 코팅의 조합으로 레이더에 잘 잡히지 않기 때문에 은밀하게 임무를 수행할 수 있다고 한다.

원저우테크사 대변인은 M80A가 이미 여러 중국 정부기관을 지원하여 남중국해에서 일련의 수로측량 임무를 수행했다고 말했으나, 자세한 내용을 밝히기는 거부했다.

중국 해군 수로측량연구소 및 국가해양국 남중국 해측량기술센터와의 제휴로 개발된 완전자율형 M80B 역시 삼동선 형태에 바탕을 두고있다. 잠재적 용도에는 과학연구, 해양안보, 해군 작전이 포함된다.

원저우테크사 대변인은 생산 준비가 완료된 M80B가 2017년 11월 제34차 중국 남극과학

원정의 일환으로 북극에서 일련의 수로측량 작업을 성공적으로 수행했다고 말했다. 또한 극지연구선인 MV 웨룽호에서 M80B를 진수 및 회수했으며 M80B는 혹독한 조건에도 불구하고 사고 없이 임무를 완수했다고 밝혔다.

출처 Jane's by IHS Markit (2018, 6, 5.)

해설

중국은 자체 무인체계 및 관련 기술 개발에서 상당한 진전을 이루었다. 최근 개발된 매우 다양한 새로운(그리고 더 뛰어난 능력을 갖춘) 무인 플랫폼이 그 증거이다. 중국의 진전은 무인기 개발 분야에서 가장 뚜렷하게 드러나지만, 첨단 수상 및 수중 플랫폼 개발 역시 탄력을 얻고 있다.

선도적인 무인해양체계 개발자가 되고자 하는 중국의 야심은 근래에 이루어진 상당 규모의 공공-민간 투자를 통해 힘을 얻고 있다. 그중 한 가지 예가 주하이 완산 군도 인근 바다에 건설될 예정인 전용 연안 시험시설이다. 중국 언론 보도에 따르면, 세계 최대 규모가 될 것으로 예상되며, 이 시설은 21.6km² 면적의 오류제거 시험대와 750km² 면적의 성능 시험장을 갖출 것이라고 한다.

해당 시설 건설은 주하이시 정부와 중국선급협회, 우한기술대학교, 원저우테크사의 공동 사업이며 자동계류 부두, 고대역 무선 인터넷 연결, 항법 레이더 노드, 시뮬레이션 체계, 그밖에 USV 연구·개발에 필요한 부수적 지원을 갖출 전망이다.

이 시설이 운용에 들어가면 USV 설계 및 생산 표준 개발 지원, 기술시험 및 인증 수행, 신규 기술 및 제품 전시에도 활용될 것으로 예상된다.

합정

이스라엘의 라파엘사, USV ‘프로텍터’ 미사일 발사 시연 실시



해상훈련 중인 USV ‘프로텍터’

라파엘사는 북대서양 조약기구(NATO) 훈련에서 해상 군집 위협에 대응하는 ‘프로텍터’ 무인수상정(USV)의 능력을 시연했다고 밝혔다. 이 시연은 이스라엘 해안에서 실시되었으며, 위협 무력화를 위한 스파이크 미사일 모의 발사도 시행되었다.

훈련 중 NATO 함정은 대량의 적성 함정이 빠르게 접근하는 것을 발견했다. 소위 군집 공격이라 일컫는 이러한 상황을 사령부에 보고했으며, 이어 사령부는 라파엘사 프로텍터를 전개했고, 프로텍터는 원거리에서 해당 위협을 식별했다. 이후 위협 중 하나를 무력화하라는 명령이 하달되어, 프로텍터는 동(同) 회사의 스파이크 정밀 전자광학 미사일을 모의 발사했다.

라파엘사의 지상 및 해상체계 부분 담당 모셰 엘라자르 부사장에 따르면, 프로텍터의 능력을 NATO에 시연함으로써 군집공격을 포함해 전 세계 해군이 직면하고 있는 테러 및 범죄 활동 위협에 대한 대응 방안을 제시했다고 한다. 이번 시연에서는 광범위한 작전상황에서 프로텍터가 발휘할 수 있는 능력 중 일부만 소개됐다고 한다. 시연에서 보여준 바와 같이, 위협 탐지에서부터 억제, 필요시 무력화에 이르기까지 이러한 능력은 해군 전력에 중요한 전력

승수를 제공한다.

라파엘사는 2017년 3월 일련의 시험에서 프로텍터가 다수의 스파이크 미사일을 발사해 모의 적 표적을 명중시켰다고 발표했다. 원격으로 제어되는 작전용 USV에서 미사일이 발사된 것은 이때가 처음이다.

이러한 새로운 능력은 원격 지휘통제실 또는 기타 해군 플랫폼에서의 지상 및 해상표적 정밀 공격을 가능하게 하므로 작전부대 위험 초래 가능성을 불식하고 함정 작전을 안전하게 지원할 수 있다.

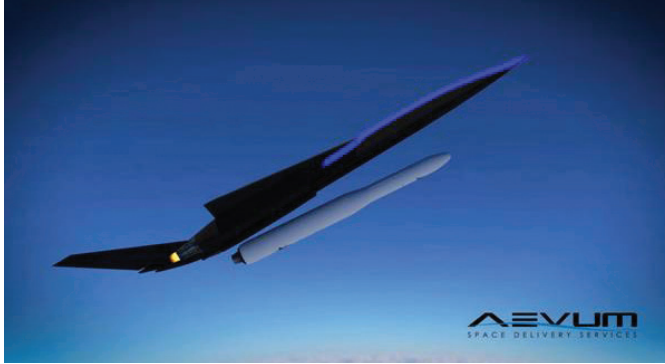
이 시험으로 프로텍터의 전체 임무 구성요소에 대한 운용통합과정이 완성되었다. 즉, 4개 임무모듈 실용화가 가능하게 되었다는 얘기인데, 4개 임무모듈은 전력 보호 및 반테러를 위해 안정화된 소형 원격조종무장장치인 미니 타이푼, 물 대포, 비살상 수단 및 전자전 체계를 운용함으로써 함정 보호 및 호송에 대응할 수 있는 모듈, 해상교통로를 겨냥해 확산되는 기뢰 위협에 대응한 대기뢰전(MCM⁷) 모듈, 완전 원격운용 방식의 라파엘사 스파이크 미사일뿐만 아니라 톱라이트 전자광학 장거리 탐지·추적체계 임무모듈로 구성된다.

또한 프로텍터는 재난·오염·방사능 지역 접근, 해저 지도 제작 및 기타 많은 적용분야 등 민수용으로도 개조 가능하다.

출처 Unmanned Systems Technology (2018. 6. 8.)

항공

미 아이붐사, 로켓-무인항공기 결합체계 개발 중



레이븐 공중발사체계의 개념도

완전자율형 무인항공기에 실린 로켓을 이용하여 3시간마다 우주 발사를 수행하는 것이 조만간 가능해질 수도 있다. 한 소규모 신생업체가 이러한 주장을 내놓았다.

앨라배마주에 기반을 둔 신생업체인 아이붐(Aevum)사는 레이븐(Ravn)으로 명명된 공중발사체계를 이용하여 이를 달성하고자 한다.

아이붐사의 CEO이자 발사설계 책임자인 제이 스카일러스는 Space.com과의 인터뷰에서 레이븐은 180분마다 발사가 가능하도록 설계되었다고 밝힌 후 다른 발사체는 1년에 몇 차례만 비행하며 이를 위한 준비기간이 평균 18개월에 달한다고 설명했다. NASA와 보잉사에서 항공우주 공학자로 근무한 경력이 있는 스카일러스 CEO는 상용 항공기의 경우 착륙에서 이륙까지 일반적으로 걸리는 시간이 30~80분 정도이며 레이븐도 같은 수준으로 운용될 수 있다고 말한다.

아이붐사는 많은 수의 소형 위성을 우주로 발사하는데 중점을 두고 있다. 스카일러스 CEO는 그러한 위성군을 이용하여 어디에서나 무선 인터넷을 이용할 수 있게 되는 등의 발전을 이룰 수도 있을 것이라고 전했다.

이렇게 계획된 발사 속도의 비결은 레이븐이 무인체계라는 점이다. 스카일러스 CEO에 의하면,

그로 인해 지상 작업이 훨씬 간소화된다고 한다. 그는 레이븐은 모든 표준 활주로에서 수평으로 이륙 및 착륙한다며 레이븐은 격납고를 떠나는 순간부터 유도로 이동, 이륙, 발사, 착륙 후 다시 유도로를 거쳐 격납고로 돌아가기까지 자율성을 유지하도록 설계되었다고 밝혔다.

스카일러스 CEO는 그렇기 때문에 레이븐 운용에 필요한 지상인력은 6명에 불과할 것이라고 말했다. 그는 다른 발사체계의 지상인력 소요와 비교할 때, 레이븐은 자릿수가 달라지는 수준의 훨씬 적은 지상인력을 필요로 한다고 설명했다.

아이붐사가 공중발사체계를 개발한 첫 업체는 아니다. 노스롭그루먼사의 페가수스 로켓은 수십 개의 위성을 발사했으며 스트라토런치사와 버진오빗사도 자체 로켓-탑재항공기 결합체계를 개발 중이다. 그러나 이러한 다른 체계는 모두 유인항공기를 채택했다.

레이븐의 1단은 대기권 비행용으로 설계된 재사용 가능한 완전자율형 무인항공체계로 구성된다. 스카일러스 CEO는 전체적인 항공역학 설계를 로켓 분리에 최적화했다며 레이븐 1단의 최대속도는 마하 2.85라고 밝혔다.

이 항공기에는 우주 비행용으로 설계된 소모성 2단 로켓이 탑재된다. 이 로켓의 1단은 미 교통부의

승인을 받은 독점 연료를 사용하며, 2단은 액체 산소를 이용한다. 스카일러스 CEO는 로켓 엔진은 이미 연소 시연을 마쳤다고 전했다.

그는 2005년 아프가니스탄에서 전사한 미군 병사들의 이야기를 듣고 위성 발사 속도를 높여야겠다는 결심을 했다고 한다.

스카일러스 CEO는 당시 친형제가 집을 떠나 미군에서 복무 중이었기 때문에 그 뉴스가 본인과 직접 관련된 일처럼 느껴졌다고 설명하고는, 조사를 통해 아프가니스탄에서의 인명 손실에 통신 장애가 일부 원인이 되었다는 것을 알아냈다고 말했다. 그는 언제든지 바로 문자를 보낼 수 있었는데 조국을 지키기 위해 싸우던 이들은 통신 문제로 어려움을 겪었다는 사실에 매우 화가 났던 것이 기억난다고 말했다.

그는 이어서 그 이유를 정확히 밝히겠다고 결심한 후 통신 기술을 집중적으로 연구하여, 지형이 제한 요소로 작용하는 곳에서는 꼭 통신 기술이 문제가 아니라는 사실을 알아냈다. 필요한 것은 위성 재방문 주기 및 위치 개선, 즉 더 많은 위성 확보였지만, 그러한 위성 자산 배치 비용이 진척을 가로막고 있었다고 밝혔다.

스카일러스 CEO는 비행 시뮬레이션에서 아이봄사의 자율비행 소프트웨어인 미니(Minnie)가 이미 640회에 가까운 비행을 완료했다고 전했다. 그는 여기에 3시간 내에 30개의 위성으로 구성된 위성 군을 발사하는 시뮬레이션 성공이 포함된다고 덧붙였다.

아이봄사는 항공역학 구성품과 시제품 무인 항공체계의 설계와 제작, 시험을 마쳤다. 스카일러스 CEO는 아이봄사는 현재 레이븐 시제비행(proto-flight) 모델을 제작 중이며, 올해 안에 레이븐 준비행 모델 전체의 지상 품질인증을 완료하는 것이 목표라고 말했다.

아이봄사 고객은 화물 발송을 위해 아이봄사의 웹 앱, 전화 또는 이메일을 이용할 수 있다. 스카일러스 CEO는 이와 관련하여 아이봄사가 우주의 UPS 또는 FedEx가 되고자 한다고 밝혔다. 그는 당사는

모든 물류를 취급하고 무료로 임무 설계를 지원하며 앱을 통해 발사를 예약하고 위성을 추적할 수 있다고 설명했다.

아이봄사는 2019년에 비행시험을 시작하기 위해 노력 중이다. 스카일러스 CEO에 따르면, 모든 비행시험 작업이 계획대로 진행된다면 2019년 4분기에 발사를 3회 수행할 예정이라고 한다. 그는 아이봄사는 언제나 더 많은 고객과의 연결을 추구한다며 이 세 번의 발사에서 탑재용량이 아직 약간 남아 있다고 말했다.

스카일러스 CEO는 레이븐은 현재 알려진 다른 발사체계와는 다르다고 강조하고는, 아이봄사는 통신과 연결성을 포함하여 매일같이 고통을 유발하는 국제적 난제를 해결할 솔루션을 직접적으로 지원할 발송 서비스에 초점을 두고 있다고 밝혔다.

그는 지난 6월 2일 뉴욕에서 열린 'Dawn of Private Space Science' 심포지엄에 참석하여 아이봄사의 작업을 소개했다.

출처 Space.com (2018. 6. 18.)

해설

레이븐은 일종의 무인 우주왕복선의 형태이다. 기존의 우주왕복선과의 차이는 지상에서 항공기로 이륙을 하고 우주로는 로켓이 올라간다는 점이다.

세계적으로 현재 우주발사 분야에서 관심의 대상이 되는 기술은 발사체의 재사용이다. 미국의 SpaceX사는 팰컨9 발사로켓의 1단계 부스터 회수에 성공하여 2018년 17기를 23회 착륙시킴으로써, 발사체 재사용 기술의 안정적인 개발에 성공하였다. 현재는 2단계 로켓의 회수를 위한 기술을 개발 중이다.

레이븐의 경우에도 비행체뿐 아니라 위성발사 로켓의 착륙까지 가능하게 되면 저비용으로 다양한 위성들을 지구궤도에 진입시킬 수 있게 될 것이다.

항공

이스라엘 IAI사, 로템 UAS 시연 성공



로템 무인기

IAI사가 최근 로템(ROTEM) 무인항공체계 시연에 성공했다. 로템 체계는 경량 설계의 공격용 UAS로 전투원 1명이 휴대하여 운용할 수 있다.

이 시연에서는 소형 표적에 대한 매우 정밀하고 빠른 공격 능력을 포함해 로템 체계 전반을 평가했다. 거친 야지 및 기상 조건에서 실시된 이번 시연에서는 위협 공간 내 스텔스 특성의 표적에 대한 신속하고 효과적 대응 능력을 특히 강조했다.

로템 체계는 수직이착륙 능력과 전투 능력을 갖춘 최첨단 공격용 자살 드론이다. 따라서 이 체계는 공격 임무뿐만 아니라 정보, 정찰, 감시 임무 수행에도 적합하다.

로템 체계는 도보로 이동하는 전투원 1명이 휴대, 전개, 조작할 수 있다. 손쉽게 38×7×5인치 크기로 접어 휴대가 가능한 로템 체계는 도보 이동 중 특별한 보조도구 없이도 수 초 이내에 발진시킬 수 있다. 이 UAS는 자동화 모드, 예를 들어 긴급복귀, NAV-TO 좌표, 경로, 관측, 공격, 임무중지 후 안전한 폐기, 자동 이착륙 기능 등을 이용하여 운용자 1명이 제어할 수 있다. 또 전방 비행으로부터 공중 정지비행/저속비행으로, 또는 역으로 자유롭게 비행 모드를 바꿀 수 있는 등 능동적 임무수행 중 역동적으로 다른

임무 수행이 가능하다.

IAI사 산하 체계·미사일·우주 부문 담당 보아즈 레비 부사장 겸 사업본부장은 로템 체계의 전반적인 능력을 평가한 이번 시험은 이 체계의 비약적 발전을 확인할 수 있는 기회이기도 했다. 전장 위협에 대해 빠르고 정확한 대응을 요구하는 복잡한 전장상황에 중점을 둬으로써 정찰 및 감시, 지형 지배, 다양한 센서 및 공격능력을 결합한 이 UAS가 군 전력 강화에 큰 기여를 할 것으로 기대한다. 다중 능력을 구비한 로템 체계는 지상전 능력을 개선할 수 있는 독특한 플랫폼이라고 했다.

출처 UAS Vision (2018. 6. 13.)

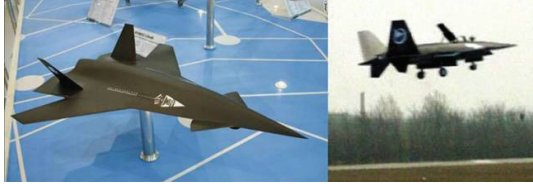
해설

로템 L 무인기는 중량 4.5kg이다. 로터암을 접은 상태로 운반되며 개인용 휴대장치로 조종된다. 0.45kg의 탄두가 장착되는데 폭풍형과 파편형 유탄 2개로 이루어져 있다. 추진을 위하여 4개의 전기로터를 장착하고 있으며, 30~40분간 약 10km의 거리를 비행할 수 있다. 또한 카메라 및 음향센서를 탑재하고 있다.



항공

중국, 스텔스 무인전투기 ‘안지엔’ 공개



안지엔 무인기 모형

실물 크기 ‘안지엔(暗劍, Dark Sword)’ 무인 전투기의 모습이 담긴 것으로 보이는 새로운 사진이 등장했다. 해당 UCAV¹ 개념은 10년 이상 언급되었으며 렌더링 이미지와 모형으로 공개되었다. 축소형 원격조종 시연기 비행도 이루어진 것으로 추정된다. 그러나 훨씬 성숙된 실질적 버전의 증거가 확인된 것은 이번이 처음이다.

선양항공사(SAC²)에서 개발한 안지엔은 좀 더 일반적인 전익 첨단 무인기 설계와는 크게 다른 저피탐(스텔스) 특성을 갖추었다. 일반적인 전익 무인기가 체공 시간, 고도 성능, 광대역 저피탐성, 탑재량을 위해 최적화되는 데 반해, 안지엔은 속도 및 민첩성 유지를 위해 설계되었다.

이전의 렌더링 이미지에서 이 무인기는 동체 자체가 양력체인 원뿔형 플랫폼으로 묘사되었다. 전방에는 제어는 되지 않지만 접이식일 가능성이 있는 카나드형 전방날개가 있다. 경사진 수직 안정판과 전진익이 달린 넓게 벌어진 꼬리 부분이 설계의 나머지 부분을 완성하며, 턱 부분에 장착된 앞으로 뺀 뾰족한 흡기구를 통해 단발엔진에 공기가 공급된다.

이번에 공개된 새로운 이미지는 다른 중국의 스텔스 항공기 설계에 적용되어 입증된 저피탐 설계 요소를 이용하여 실제적, 실용적으로 해석된 안지엔 개념을 담은 것으로 보인다. 가장 눈에 띄는 것은 무변환 초음속 흡기구(DSI³)의 존재이다. 해당

기술에 관한 내용은 이전 기사에서 확인할 수 있으나, 여기에서는 이 기술이 1990년대 미국 록히드 마틴사에서 개발되었으며 F-35의 핵심 특징이지만 중국이 해당 개념을 훨씬 더 발전시켰다고 설명하는 정도면 충분할 것이다.

현재 중국의 J-20 및 J-31 스텔스 전투기가 DSI 기술을 이용하며, JF-17 수출용 전투기 최신형도 해당 기술을 활용한다. 심지어는 중국 공군의 핵심 전력인 다목적 4세대 전투기 J-10의 2차 버전에도 DSI가 통합되었다.



중국 J-10B(왼쪽)의 DSI

DSI를 이용하면, 공기가 엔진 전면에 부딪히기 전에 공기 속도를 아음속으로 낮추는 복잡한 제어형 램프를 사용하지 않고도 초음속 비행이 가능하다. 또한 항공기 동체에서 공기 경계층을 제거하여, 숨겨지지 않는 분할판과 기타 구조 없이도 항공기의 비행영역 전체에서 엔진에 안정적이고 일관된 공기 흐름을 제공한다. 끝으로, DSI는 여러 방법으로 레이더 단면적을 감소시킨다. 먼저 DSI를 이용하면 앞에서 언급한 정교한 분할판과 제어형 램프 또는 추출 공기(bleed air) 출입구 등 무선주파수 스펙트럼에서의 저피탐성에 도움이 되지 않는 구성품이 필요하지 않게 된다. DSI의 불룩하고 뒤집힌 앞쪽 가장자리 역시 반사성이 높은 엔진 전면을 레이더파로부터 감추는 데 도움이 된다.

더 성숙된 실물 크기 안지엔에 DSI가 존재한다는 점을 바탕으로 해당 항공기의 성능을 좀 더 확실하게

예상할 수 있다. DSI를 이용하면 최대 마하 2 정도의 초음속 비행이 가능하다. 이 사실은 안지엔에 관한 여러 잘못된, 설득력 없는 풍문을 불식하는 데 도움이 된다. 여기에는 이 항공기가 일종의 초음속 초강력 무기라는 낭설이 포함되어 이 사실은 아니다.

그 외에도 안지엔의 착륙장치 문 가장자리가 톱니 형태인 것을 볼 수 있는데, 이는 J-20의 경우와 매우 유사해 보인다. 일반적으로 말해, 톱니형 가장자리와 가장자리 정렬은 스텔스 항공기 등장 초기부터 항공기 표면에 이음매와 작동 상의 틈이 있는 경우 레이더 반사를 최소화하기 위해 사용되어 온 설계 요소이다.

이는 스텔스 항공기가 X밴드 및 유사한 사격통제 레이더를 회피하기 위한, 또는 최소한 그러한 레이더가 교전이 가능한 수준의 추적을 할 수 없도록 만들기 위한 최적화와 관련하여 특히 유용한 설계 요소이다. 안지엔 같은 고속 전술 UCAV 설계는 저피탐 설계 최적화를 우선시하여 광대역 스텔스 성능을 더 넓은 범위의 레이더 운용 대역과 맞바꾸고 있는 것이다. 꼬리 표면과 기타 요소는 저주파 레이더 회피에 관한 한 이미 최적에 미치지 못하지만, 이 항공기의 속도를 고려하면 공대공 및 공통 지상기반 사격통제 레이더를 상대로 한 생존성 최적화가 가장 중요하다.

기체에는 현재 운용 중인 J-20에 적용된 것과 유사한 은분 페인트가 도포된 것으로 보인다. 여기에는 더 밝은 회색을 띤 가장자리가 포함되는데, 이는 복합 저피탐 구조물이 장착되거나 내장 안테나가 설치된 부분이다. 이것이 단지 표시를 위한 것인지 아니면 작동 설계의 실제 특징인지는 알 수 없다.

요컨대 이는 초음속 순항(재연소장치를 이용하지 않고 음속보다 빠르게 비행)이 가능할 것으로 보이는, 또는 최소한 그 설계상 가용 엔진 기술에 관계없이 초음속 순항을 수행하여 최대 마하 2 정도의 속도를

달성하도록 의도된 스텔스 무인기이다.

그러한 항공기는 중·장기체공 감시 임무보다는 분쟁 발생 시 대만 해협을 초음속으로 건너는 데 특히 적합할 것이다. 해당 설계가 곧 완성될, 사출 이륙장치와 착함 장치를 갖춘 중국 항공모함을 위한 것일 가능성도 있다.

지상을 기반으로 하든 해상을 기반으로 하든 관계없이, 안지엔은 독립적 운용 외에도 ‘로열 윙맨(loyal wingman)’ 또는 ‘계류형(tethered)’ 운용개념에 따른 운용에 특히 잘 부합하는 것으로 보인다. 그러한 조건에서 안지엔은 명령에 따라 유인 전투기보다 앞서 나가 데이터 및 표적획득 정보를 수집하거나 직접 표적과 교전할 수도 있을 것이다. 이 능력은 스텔스 유인 전투기와 스텔스 기능이 없는 유인 전투기 모두에 유용하다. 그러나 후자의 경우에 이는 엄청난 전력 상승 요소로 작용하여, 다수의 고급 스텔스 전투기를 조달하지 않고도 고급 대공방어 및 타격 능력을 부여할 수 있다.

출처 UAS Vision (2018. 6. 7.)

해설

이 무인기의 사진이 공개되었지만 자세한 기술적인 진척도와 개발 단계에 대한 정보가 일체 공개되지 않아 많은 기술수준에 대한 의문을 제기한다. 모든 기술 및 성능에 관한 언급은 사진 내의 모습을 보고 예상하는 내용이다. 하지만, 중국이 초음속 스텔스 무인 전투기 개발을 추진하여 적어도 실용기 규모의 모형을 제작했다는 것은 기술의 발전 정도를 짐작할 수 있게 한다.

화력

미 에어트로닉사, PSRL용 신형 HEAT탄 개발 중



에어트로닉사 PSRL

미국 에어트로닉사가 정밀 견착발사식 로켓발사기(PSRL¹)용 신형 대전차고폭(HEAT²)탄을 개발 중이라고 밝혔다.

이 신형 HEAT탄은 탄두의 직경을 93mm로 유지하나, 새로운 점화기 및 추진제와 함께 새로 설계한 로켓 모터를 장착한다. 단일 성형작약 탄두를 장착하는 이 HEAT탄은 사거리가 약 850m이며, 이는 휴대용 대전차로켓 RPG-7로 발사하는 PG-7VL탄보다 상당히 증가된 수치라고 한다. PG-7VL탄의 직사거리는 250m로 알려져 있다.

리처드 밴다이버 최고운영책임자는 현재 개발 단계가 기술성숙도(TRL³)-7/8 수준이며, 향후 90일 후면 TRL-9 수준에 도달할 것으로 본다고 언급했다. 2018년 4분기 또는 2019년 1분기까지 탄두 양산에 착수할 예정이다. 에어트로닉사는 탄약 개발 및 생산을 위해 익명의 업체와 협력한다는 계획이다.

PSRL 발사기는 몇 차례 개량 과정을 거쳐 성능이 개선됐으며, 현재 생산에 들어간 최신 PSRL-III 모델에는 표준 3.5×24mm 조준경 이외에도 저광도 야간작전 지원 조준경을 구비한 개량형 광학장치 등 다양한 개선이 이뤄졌다.

방아쇠 장치도 재설계되어 더욱 가볍게 당길 수 있기 때문에 더욱 먼 거리에 있는 표적을 보다 정확하게 공격할 수 있으며, 최대 1,000발 발사

가능하다. 또한 PSRL은 특허를 취득한 칼라 체계(collar system)를 이용해 신형 수동식 열차폐막을 발사관에 부착했다.

밴다이버 최고운영책임자는 2018년 현재까지 판매된 모든 제품은 PSRL-II 버전이나, 향후 생산되는 모든 제품은 PSRL-III 버전이 될 것이라고 밝혔다. 덧붙여 생산비용을 증가시키지 않고 이러한 모든 설계 개선을 달성했다고 말했다.

출처 Jane's by IHS Markit (2018. 5. 30.)

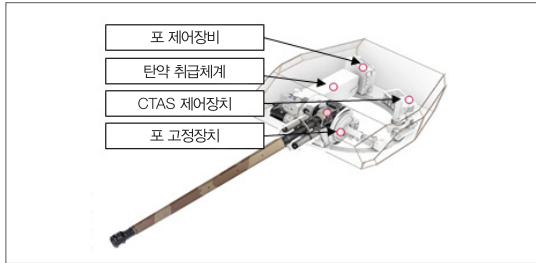
해설

에어트로닉사가 2009년 1월 최초 공개한 PSRL 발사기는 동유럽, 동아시아, 중동, 남아메리카 지역에 판매되었다. 구체적인 조달 국가 이름에 대해서 회사는 말을 아꼈지만 제인스사는 우크라이나, 필리핀, 페루 등일 것으로 파악하고 있다.

에어트로닉사는 파편탄과 열압력탄뿐만 아니라 경량 견착발사식 무반동 발사기 GS-777로 불리는 경량 PSRL 발사기를 개발 중이다. GS-777의 무게는 4kg으로 증가됐으며, 무게중심과 인체공학적 설계 개선이 시도됐다. 기존 GS-777의 무게는 특히 더 무거운 RPG-7과 같은 탄두를 장전했을 경우에도 3.5kg에 불과했다. 현재 GS-777은 시험이 진행 중이며, 2018년 3분기에 생산 준비를 마칠 예정이다.

화력

프랑스, 40mm 탄두내장형 탄약체계 사격시험 착수



40mm 탄두내장형 탄약체계

프랑스 육군의 신형 재규어 6×6 장갑차에 사용할 40mm 탄두내장형 탄약체계(CTAS⁴)의 첫 번째 유인 사격시험이 이번 달 실시될 예정이다.

시험을 위한 대용 새시에 장착된 재규어 2인용 포탑으로 이미 무인 사격시험을 실시했으며, 유로사토리(Eurosatory) 국제방산보안전시회 이후 유인 시험이 진행될 계획이다.

넥스터사 재규어 사업담당자에 따르면 5월에 공개된 첫 번째 시제품에 대한 사격시험도 연내 시작될 예정이라고 한다.

BAE시스템스와 넥스터사 간 영국-프랑스 합작투자업체인 CTAI(CTA International)사 관계자는 프랑스에 위치한 자사 시설에서 가진 언론 인터뷰에서 현재 프랑스 병기본부가 EBRC 재규어에 장착할 포 110문을 발주했다고 한다.

이 주문에 앞서 영국 국방부는 포 515문을 발주했으며, 이들 포는 록히드마틴사가 전사 능력유지 사업(WCSP⁵) 및 아약스 정찰차량용으로 개발한 포탑에 장착될 예정이다.

현재까지 CTAI사 부르주 시설에서 포 총 240문이 생산됐으며, 한 해에 포 200문 이상의 추가 증산이 가능하다고 한다.

영국의 BAE시스템스사는 2~3년 이내에 포 제작능력을 한층 강화할 것으로 예상된다.

40mm CTAS 무기체계에 대한 프랑스 육군의 요구조건은 영국 육군과 상이하며, 영국 육군은 단지 포와 탄약만을 납품 받았다. 이와 달리 프랑스는 완전한 포 솔루션을 납품 받을 예정이며, 여기에는 탄도 계산기 및 소프트웨어, 탄약 취급체계, 포 고정장치, 포 제어장비 등이 포함된다.

출처 Shephard Media (2018. 6. 4.)

해설

탄도 계산기는 올해 말까지 프랑스 병기본부의 품질인증을 취득할 예정이며, 그 외 구성품은 대부분 인증절차를 완료했다.

넥스터사와 BAE시스템스사 모두 특수탄약 제작을 책임지고 있으며, 이 특수탄약은 이미 인증을 받은 대장갑 작전용 날개안정철갑예광탄(APFSDS-T⁶)뿐만 아니라, 사격 훈련용 예광탄(TP-T⁷)을 포함한다.

넥스터사는 5월 라 사벨 지역에 40mm CTAS 탄약 양산용 최신 조립라인을 설치했으며, 5월 중순 셰퍼드사가 방문해서 탄약을 2,000발 이상 제작 완료한 것이 확인됐다. 이 조립라인은 프랑스 내수 및 수출 주문량에 따라 연간 약 30만발의 탄약을 제작할 수 있다.

4 Cased Telescoped Armament System 5 Warrior Capability Sustainment Programme

6 Armor Piercing Fin Stabilized Discarding Sabot-Tracer 7 Target Practice - Tracer

화력

이스라엘 라파엘사, 스파이크 계열 정밀무기 파이어플라이 체계 공개



파이어플라이 체계

라파엘사가 스파이크 정밀교전무기체계 계열 최신 무기를 공개했다.

파이어플라이(FireFly) 체계로 알려진 이 무기는 정밀성이 중요하나 적들이 엄폐물 뒤에 있고 병사들의 상황인식 능력이 제한되는 도시지역 전투에서의 병사들을 위해 설계됐다.

예루살렘 포스트사가 입수한 라파엘사의 발표문에는 파이어플라이 체계가 적의 엄폐를 무의미하게 만들어 장기간 지속되는 화력전을 불필요하게 만들 것이라는 설명이 담겨있다. 또한, 엄폐물 뒤의 적을 제거하기 위한 구식 화력·기동 관련 보병전술을 무의미하게 만들 것이라고 언급했다.

또 이 민첩한 휴대형 체계의 무게가 3kg에 불과하기 때문에 수 초 이내에 전개할 수 있는 파이어플라이 체계가 소부대 보병전술을 근본적으로 변화시킬 것이라고 했다.

이 무기체계 키트는 3개의 소형 배회폭탄과 군용 표준 양방향 데이터 링크를 이용하는 태블릿 기반 제어장치 1대를 포함한다. 주야간 운용 가능한

파이어플라이 체계는 시각적·음향적 신호 노출을 최소화했을 뿐만 아니라 임무를 중지하거나 예정된 착지를 연기하는 능력, 공격을 지휘하는 운용자에게 완전하고 안전하게 복귀할 수 있는 능력을 갖췄다.

시속 23마일 풍속에도 운용 가능한 파이어플라이 배회폭탄은 2개의 전기모터로 구동되며, 도시 지형에서 최대 500m, 개활지에서는 최대 1,500m 고도에서 최장 15분 동안 배회할 수 있다고 제인스사의 디펜스 위클리지가 보도했다.

라파엘사는 이 무기체계가 소형 전자광학 전술 배회폭탄을 사용하며, 이 폭탄은 이중 탐색기, 표적 추적기, 유도 알고리즘, 컴퓨터 비전, 안전 및 무장 신관 메커니즘, 인간-기계 인터페이스(HMI⁹)가 특징이라고 전했다.

라파엘사에 따르면, 파이어플라이 체계는 이러한 특징들을 기초로 하여 도시지역 근접전투에 특화된 무기체계를 구현했다고 한다.

출처 The Jerusalem Post (2018. 6. 5.)

해설

배회폭탄은 낮은 비용으로 표적을 공격 가능하며, 소형 표적 공격 시 정확도가 높다. 또한 선별적 타격이 가능하고, 표적 공격이 불필요한 상황에서는 회수가 가능하다.

대표적인 배회폭탄으로는 WB사의 워메이트, 에어로바이런먼트사의 스위치블레이드, IAI사의 하롭과 그린드래곤, 유비전사의 히어로-400EC 등이 있다.

화력

러 육군, AGS-40 발칸 자동유탄발사기 시험 착수



AGS-40 AGL

러시아 MIC사가 신형 AGS-40 발칸(Balkan) 자동유탄발사기(AGL¹⁰)를 러시아군에 시험 용도로 인도했다. 러시아 언론 매체 가제타에 따르면, 이 신형 유탄발사기는 더욱 높은 발사율, 더 긴 사거리, 그리고 특히 더 큰 구경을 구비하고 있다는 점에서 종전의 AGS-30과 차이가 난다고 한다.

유탄발사기 개발업체인 국영 프리보르(FGUP GNPP Pribor)사는 이 신무기의 구경을 40mm로 증가시켰다. 사거리는 2.5km이며, 발사율은 분당 400발이다. AGS-40은 고각 및 평탄도 모드로 모두 사용 가능하다.

사격은 단발, 점사(최대 10발), 연사가 가능하다. AGS-40은 설치대 및 조준용 부속장치를 포함해 무게가 32kg이다. 20발들이 유탄 탄창 무게는 14kg이다. 이 유탄발사기는 AGS-17 설치대의 개조형인 삼각대에 설치할 수 있으며, 삼각대 뒤에는 사수가 앉을 수 있는 좌석이 달렸다. 발칸 유탄발사기는 광학 조준경을 표준으로 장착한다.

프리보르사는 AGS-30 유탄발사기 대비 중량과 크기는 동일하게 유지하며 40mm 구경 구현에 성공했다고 밝혔다. 상대적으로 적은 무게는 실제 전장에서 반드시 요구되는 민첩성을 크게 높이는 데 도움이 된다. 또한 AGS-40은 새로운 소재와 기술을 채택했다.

이 발칸 유탄발사기와 견줄 수 있는 유사 무기로는 미국의 Mk 47 스트라이커(Striker) 40mm 탄띠 급탄식 AGL이 있다. 성능은 거의 비슷해 보이나, AGS-17/30을 개량한 이 무기는 40mm 유탄을 공중에서 원격 폭발할 수 있다는 점에서 큰 차이가 있다. Mk 47 스트라이커 40mm는 발칸의 경우보다 약 10kg 더 무거우며, 독일제 자동유탄발사기 HK GMG는 한층 더 무겁다.

북코카서스 군구 전임사령관은 AGL을 잘 훈련된 요원이 운용할 때 극도로 효율적인 무기라고 설명한다. 특히 유탄발사기는 불규칙한 지형과 도심지 건물지역 작전을 수행할 때 효과적이라고 한다. 이러한 지역에서 적은 건물 잔해를 이용해 고각 또는 평탄도 사격을 손쉽게 피할 수 있으나 AGS 유탄발사기를 사용할 경우 이러한 엄폐물도 그 효과를 상실한다.

또 도시지역 작전에서 부대가 거리, 광장, 도로 또는 교차로 등과 같은 개활지를 통과할 때 유탄발사기로 연막탄을 발사해 전투원들은 피해 없이 거리를 통과할 수 있다.

부대들은 발칸 유탄발사기 시험을 1년 이상 실시할 예정이다. 상이한 기상조건, 진흙·먼지 및 강우·강설 조건, 그리고 전술연습에서 실사격 시험을 실시한다는 계획이다.

AGS-40은 운용 중인 AGS-30 30mm 유탄발사기를 대체할 것으로 관측되며, 1차분이 곧 실전 배치된다는 데에는 의심의 여지가 없다. 시험운용에 성공할 경우 이 유탄발사기는 러시아 연방 지상군 부대와 파견부대에 지급될 것이라고 가제타 웹사이트는 전했다.

출처 Army Recognition.com (2018. 6. 20.)

방호유도무기

중국 국방부, DF-26 탄도미사일 도입



DF-26 탄도미사일

중국 국방부가 중국에서 설계·개발된 동평-26 (Dong Feng-26, DF-26) 중거리 탄도미사일 (IRBM¹)이 중국 로켓군에서 운용에 들어갔다는 사실을 확인해 주었다.

지난 4월 26일, 중국 국방부 대변인인 우첸대교²는 기자회견에 신세대 무기가 시험 및 운용시험을 마치고 로켓군에 공식 취역했다고 밝혔다.

그의 설명에 따르면, DF-26은 재래식 탄두 및 핵탄두를 장착할 수 있으며 지상 표적 및 중·대형 함정에 대한 재래식 중·장거리 정밀타격과 신속한 핵 반격 수행이 가능하다고 한다.

우 대변인은 그 외에도 미사일의 활용도 향상과 통합 및 정보화 개선에 도움이 될 몇 가지 신 기술이 DF-26에 적용되었다고 말하고는 중국의 핵무기 '선제 불사용' 정책은 변함이 없다고 강조했다.

이번 발표는 중국의 지상 기반 전략무기 운용을 담당하는 로켓군이 새로운 종류의 미사일을 갖춘 신규 여단을 창설했다는 4월 18일 중국일보 보도에 뒤이은 것이다.

중국 항공우주과학기술공사(CASC³)에서 개발한 DF-26의 사거리는 3,000~4,000km로 추정된다. 이 미사일은 2015년 베이징에서 진행된 제2차 세계대전 종전 기념 열병식에서 처음으로 공개되었다. 당시 해당 미사일은 6축 이동식미사일 발사대(TEL⁴) 차량에 실린 상태였다.

2015년 열병식에서 방송 진행자가 전한 바에 의하면, 두 가지 종류의 DF-26이 존재하며 하나는 핵탄두를 장착한 버전이고 다른 하나는 재래식 탄두로 함정을 공격하도록 설계된 버전이라고 한다. 그중 후자는 중국 소식통이 2세대 대함탄도미사일 (ASBM⁵)이라고 설명한 미사일로서, 1세대 ASBM은 DF-21D이다. 그러나 최근 창설된 로켓군 여단에 배치되는 미사일이 그 두 버전 중 어느 쪽인지는 불확실하다.

2017년 4월에는 중국이 DF-26 미사일을 시험발사했다고 밝혔다. 당시 중국 온라인 포럼 사이트에 게시된 이미지를 통해 'E/ADF-26B'라는 표시가 있는 탄도미사일 모터 부분으로 추정되는

물체가 공개되었는데, 이는 중국 내몽골 자치구 쓰쯔왕 지역에 떨어진 것으로 전해졌다. 잠정 분석에 의하면 이 모터 부분은 치수가 DF-21의 치수와 거의 유사했다.

DF-26은 이후 2017년 7월 내몽골 주르허 훈련기지에서 진행된 열병식에서 다시 모습을 드러냈다.



열병식에서 선보인 DF-26 탄도미사일

출처 Jane's by IHS Markit (2018. 4. 30.)

중국 국영신문인 환구시보(Global Times)는 군사전문기이자 TV 평론가인 송종핑의 4월 26일 발언을 인용 보도했는데, 그는 DF-26이 미국의 초대형 항공모함 및 감습상륙함에 특화된 무기라고 말하고는 미국이 대만 분리주의자들 뒤에 있는 것이 분명하며 미국 정부가 대만 문제 해결에 개입하고 있다고 덧붙였다.

DF-26이 1세대 ASBM으로 간주되는 DF-21D를 바탕으로 했다는 사실 외에 이 미사일과 관련하여 공개적으로 밝혀진 정보는 거의 없다. 제인스사의 '전략 무기체계(Weapon Systems: Strategic)' 연감에 따르면, 2017년 중반에 발간된 미 국방정보 탄도미사일분석위원회(Defense Intelligence Ballistic Missile Analysis Committee) 보고서에서 해당 미사일이 이중능력 미사일이며 반응시간이 빠르고 대형 함을 포함한 다양한 표적을 타격할 수 있을 것으로 추정되었다고 한다.

이 미사일은 지상 기반 지대지 및 대함 작전을 수행할 수 있는 것으로 보인다. 재래식 버전은 특히 대함 작전에 초점을 둔 것으로 알려졌다.

연료는 고체연료를 사용하는 것으로 추정된다. 2017년 미 국방정보 보고서에는 DF-26이 2단 미사일이라고 적혀 있다. 미사일 몸체 직경은 1.7m로 추산된다.

이 미사일의 원형공산오차(CEP⁶)는 약 150m로 알려졌다나 일부 분석에서는 오차가 최대 450m에 달할 수 있을 것으로 추정되었다. 미 국방정보국(Defense Intelligence Agency) 국장인 로버트 애슐리 중장에 따르면, DF-26은 최대 미국령 괌 섬에 이르는 범위의 표적을 상대로 정밀한 재래식 또는 핵 타격을 수행할 수 있다고 한다.

출처 Jane's by IHS Markit (2018. 4. 30.)

방호유도무기

미·일, 공동 개발 미사일 'SM3 블록 2A'로 ICBM 요격 실험도 계획



미국과 일본이 공동 개발한 SM3 블록 2A

미 국방부 산하 미사일방어국의 힐 부국장은 16일 회의에서 미·일이 공동 개발한 개량형 요격 미사일 'SM3 블록 2A'와 관련해 대륙간탄도미사일(ICBM⁷) 요격 실험을 향후 실시할 계획이라고 밝혔다.

북한의 위협에 대항할 카드라 할 수 있는 블록 2A는 단거리~중거리 미사일 요격을 염두에 두고 개발했으나, 더욱 빠른 속도로 비행하는 ICBM의 요격에 운용할 수 있을지, 그 가능성에 대한 지적이 있었다. ICBM 대응 능력이 검증된다면 미 본토의 방어 태세는 강화될 것으로 기대된다.

힐 부국장은 블록 2A의 생산 단계가 머지 않았음을 밝힌 데다 ICBM 요격 실험은 계획의 일부라고 말했다. 실험 실시 시기 등 자세한 내용은 공개하지 않았지만 2020년 말까지 실시될 것으로 보인다.

미군은 올해 1월 말 하와이 연안의 시설에서 블록 2A를 시험 발사했으나 모의 중거리탄도미사일 표적 격추에 실패했다. 이로 인해 도입 계획이 영향을 받을 수 있다는 우려가 나오고 있지만, 미사일방어국은

성능에 관한 중대한 문제는 없다는 견해를 보였다.

블록 2A는 해상 자위대의 이지스함에 배치되어 운용 중인 SM3 미사일의 속도보다 약 1.5배 빠를 것으로 보인다. 일본 정부는 2021년도에 블록 2A를 도입할 예정이다.

출처 Sankei News (2018. 5. 17)

해설

SM3 블록 2A는 미국과 일본이 'SM3 블록 1A'를 개량해 개발한 신형 요격미사일로 기존 미사일에 비해 본체 직경이 커서 연료를 더 많이 탑재할 수 있으며 요격 고도와 명중률을 향상한 것이 특징이다.

SM3 블록 3A는 요격 가능한 고도가 1,000km 이상으로 수백 km 정도인 기존 SM3에 비해 훨씬 길다.

SM3 블록 2A는 일본이 북한의 탄도미사일의 위협에 대응하기 위해 해상자위대의 이지스함과 육상자위대 배치형 체계 '이지스 어쇼어'에 배치될 예정이다.

방호유도무기

이스라엘군, 최신 버전 아이언돔으로 박격포탄 요격 가능



발사되고 있는 아이언돔 미사일

이스라엘이 접근하는 로켓과 미사일 등과 같은 공중위협 파괴 목적으로 특별히 설계, 제작한 단거리 로켓·야포 방어체계인 아이언돔(Iron Dome)의 최신 버전은 공중에 머무는 시간이 15초에 불과한 박격포탄을 요격할 수 있다.

2011년 초 이스라엘 방위군(IDF⁸)에 도입된 이래 세계에서 가장 많이 사용되는 미사일 방어체계 중 하나가 된 아이언돔 체계는 인구 밀집지역을 향해 날아오는 적 표적 1,500개 이상을 요격함으로써 거의 90%에 달하는 요격성공률을 보였다.

아이언돔 체계는 2011년 4월 이스라엘 공군이 운용을 시작한 이래 가자지구에서 이스라엘 남부와 중부 지역으로 발사된 로켓 500발 이상을 성공적으로 요격했다. 이러한 매우 높은 요격 성공률의 아이언돔 체계는 인명을 구하고 재산피해를 최소화하는 데 크게 기여했다.

아이언돔 체계는 새로운 위협에 대응하여 지속적으로 현대화되고 있으며, 이제는 드론과 박격포탄도 요격할 수 있게 되었다. IDF에 따르면, 최근 며칠 동안 아이언돔 포대가 가자지구에서 날아온 발사체 최소 25발을 요격했으며, 이들 대부분은 박격포탄이었다고 한다.

아이언돔 체계는 세계에서 유일하게 전투를 통해 성능이 입증된 이중 임무체계로 로켓·야포·박격포에 대응하여 효과적인 방어 솔루션을 제공할 뿐만 아니라, 항공기·헬기·무인기·정밀유도미사일도 방어할 수 있다.

아이언돔 방공체계는 최대 70km밖에 있는 대(對)로켓·야포·박격포(C-RAM⁹) 위협에 효과적으로 대응할 수 있으며, 최대 10km 초단거리 방공(VSHORAD¹⁰)에도 효과적이다. 주야간, 낮은 구름, 강우, 먼지 폭풍, 안개 등과 같은 악기상 조건에서도 운용 가능한 전천후 능력의 아이언돔 체계는 복수의 위협을 동시에 효과적으로 막아낼 수 있다. 또 이 체계는 방어지역을 목표로 해 접근하는 중요 위협에 대해 효과적으로 선별적인 대응이 가능하기 때문에 요격미사일 낭비를 방지 가능하다.

아이언돔 체계는 특수 탄두를 장착한 독특한 요격미사일을 사용해 수 초 이내에 어떠한 표적도 공중에서 폭발할 수 있다.

출처 Army Recognition (2018. 5. 30.)

해설

2014년 가자전쟁에서 아이언돔 체계는 박격포 공격에 전혀 효과를 발휘하지 못했다. 이후 수년에 걸쳐 이 체계는 개선이 시도돼 드론과 박격포탄까지도 요격할 수 있게 되었다. 아이언돔 체계가 박격포탄을 요격하는 것은 이번이 처음은 아니다. 그러나 5월 29일 대대적인 적 박격포 공격에 대응해 요격에 성공한 것은 이번이 처음이다.

방호유도무기

중국, 미 본토 타격이 가능한 신형 다탄두 장거리 핵미사일 DF-41 시험 발사 성공으로 전력화 임박



DF-41 ICBM으로 추정되는 미사일

중국 매체인 환구시보는 7일 중국이 탄도미사일 '동풍(東風)-41(DF-41)'의 10차 시험 발사를 한 것으로 보인다고 보도했다. 전문가들은 완성이 임박했다는 의견이다. DF-41은 고체 연료를 사용하며 여러 개의 핵탄두를 탑재해 미국 본토를 공격할 수 있다고 한다.

환구시보는 미국 언론을 인용해 DF-41은 산시성 타이위안에서 발사되었고, 서쪽으로 수 천 킬로미터 이상 날아가 고비 사막에 설치된 목표물에 낙하한 것으로 보인다고 밝혔다. 이날은 중국이 서북부 상공을 임시 비행 금지 구역으로 정했는데, 이는 지난 2017년 DF-41 시험 발사 때와 같은 상황이라고 전했다.

중국의 군사 전문가인 쑹중핑은 DF-41의 5월 시험 발사 소식에 대해 믿을 만하다며, 동(同)미사일의 시험 발사로는 10번째라고 말했다. 덧붙여 이 미사일은 배치를 위한 최종 단계에 이르렀다는 견해를 밝혔다. 쑹중핑에 따르면 5월 시험 결과를 평가하여 문제없다고 판단되면 제식무기로 채택되어 양산과 관련 부대로의 배치가 시작될 가능성이 있다고 한다.

사거리 12,000~15,000km의 DF-41은 고체

연료를 사용하며, 중국 본토에서 발사하여 미국 본토를 공격할 수 있는 능력이 있는 것으로 보인다. 고체 연료식 미사일은 연료(추진제)를 탑재한 상태에서 보관하기 때문에 발사 직전에 연료 주입이 필요한 액체 연료식 미사일과는 달리 단시간에 발사가 가능하다. 따라서 상대방이 발사 결정을 감지하고 반격할 가능성을 크게 줄일 수 있다.

또한, DF-41은 철도나 도로를 이용한 이동 발사가 가능해서 발사 직전에 공격당할 위험도 훨씬 더 적은 것으로 보인다.

게다가, 미사일 1기에 10개의 탄두를 탑재할 수 있어 상대국의 미사일 방어망 침투가 보다 용이한 것으로 추정된다. DF-41의 실용화에 따라 미국에 대한 중국의 핵 선제 타격 능력이 대폭 강화될 가능성이 있다.

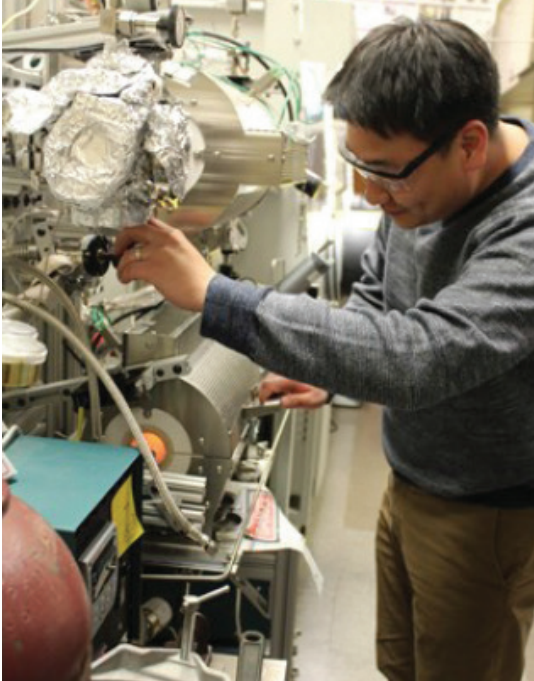
출처 Record China (2018. 6. 8.)

해설

DF-41은 중국의 최첨단 ICBM일뿐만 아니라 세계 최첨단 미사일 가운데 하나가 될 수 있을 전망이다. 탑재중량은 약 2,500kg이며, 10개의 다탄두 개별목표 재진입체(MIRV¹¹)를 탑재할 수 있고, 핵탄두 위력은 150kt이다. DF-41은 기만체계 재진입체와 대응책도 탑재 가능하다. 다탄두 탑재 미사일 관련 기술적 어려움이 해결되었으며, DF-41은 필요시 다양한 수량의 핵탄두를 투발할 수 있을 것으로 전망된다. DF-41은 주로 차륜형 발사차량을 사용한 도로 이동식 미사일이나, 철로를 이용한 전개도 가능하다.

전력지원체계

미 해군연구소, 전투원 장갑판 경량화 및 강화를 위해 나노과학 경계 확장



미국 해군연구소(NRL)

미 해군연구소(NRL¹)의 여러 분야 전문가들로 이루어진 연구팀이 입자 크기 조절을 통해 최근 나노결정 세라믹의 새로운 거동을 발견했다. 이는 더 나은 세라믹 장갑판 설계로 이어질 수 있다.

2014년에 발간된 해군연구소 연구의 연장선상에 있는 이번 발견이 가능했던 것은 첨단 나노소결 기법 덕분인데, 이는 기본적으로 나노크기 입자를 서로 결합시키는 공정이다.

해군연구소 재료과학·공학부서(Materials Science and Technology Division) 소속 재료공학자인 제임스 울머스하우저 박사는 해군연구소가 몇 년 전 세라믹 입자 크기를 수십

나노미터 수준으로 줄이면 경도와 강도가 높아진다는 사실을 처음으로 입증했다며 현재 작업은 이에 대한 추가 연구라고 밝혔다. 그는 이어서 최대 밀도 세라믹의 입자 크기를 전혀 없는 한 자릿수 수준으로 줄여 다양한 나노크기 입자로 구성된 세라믹의 탄성, 경도, 에너지 분산, 파괴 거동을 분석했다고 전했다.

해군연구소 화학부서(Chemistry Division) 박사후 연구원인 류헌준 박사가 나노결정 세라믹의 역학적 특성을 밝혔으며 이 세라믹이 독특한 방식으로 역학적 에너지를 수용한다는 사실을 발견했다. 이는 대량의 나노결정 세라믹에서 이전에 관측된 적이 없는 특성으로서, 세라믹 장갑판 설계에 혁신을 가져올 수도 있다.

해군연구소 전자과학·기술부서(Electronics Science and Technology Division) 소속 재료공학자로서 연구팀의 나노소결 연구를 이끄는 보리스 페이겔슨 박사는 해군연구소는 한 자릿수 수준의 나노입자 세라믹 내 에너지 분산 증가를 사상 최초로 입증했다며 물질이 역학적 에너지를 더 잘 수용할 수 있다면 다가오는 위협을 더 잘 막을 수 있다고 설명했다.

이러한 물질과 현상의 비밀을 풀 열쇠는 대규모 나노구조 고체 형성을 위한 해군연구소의 독특한 접근법이다. 이 독보적인 나노소결 접근법은 환경제어 가압소결(EC-PAS²)이라고 불린다. 해군연구소는 그 덕분에 고밀도 세라믹의 최소 입자 크기 세계기록을 경신할 수 있었다. 새로운 기록은 3.6나노미터로, 머리카락 직경의 30,000분의 1 수준이다.

페이겔슨 박사는 연구팀의 성과는 나노결정

해설

물질을 만들 새로운 방법을 개발한 것으로, 나노입자 크기를 변경하여 특정 조합의 특성을 가진 세라믹을 설계할 수 있음을 보였다고 밝혔다.

이 연구팀은 나노소결 과학의 경계를 확장함으로써 날카로운 탄체 등의 역학적 에너지를 더 잘 분산시켰다. 이를 통해 더 많은 충격을 흡수하면서도 높은 경도를 유지하는 경량의 나노결정 세라믹 소재를 설계하는 것이 언젠가는 가능함을 입증했다. 이번 발견은 해군 및 해병대 병사들을 위한 더 효과적인 장갑판 개발의 기반이 될 수 있다.

울머스하우저 박사는 해군은 전반적으로 전투원이 부담하는 하중을 줄이고자 한다며 더 단단한 장갑판 또는 성능이 더 좋은 장갑판을 만들 수 있다면 사람이나 차량에 더 적은 수의 장갑판을 장비할 수 있으며 그에 따라 탄, 전자장치 등 다른 물건을 수용할 수 있는 용량이 늘어난다고 설명했다.

이번 협업에는 해군연구소 내 3개 부서의 인력이 기여했다. 연구에 참여한 부서는 화학부서, 재료 과학·공학부서, 전자과학·공학부서이다.

류 박사는 세 부서가 한 팀을 이룬 것은 행운이라며 팀 구성원들의 다양한 전문지식 덕분에 성과를 낼 수 있었다고 말했다.

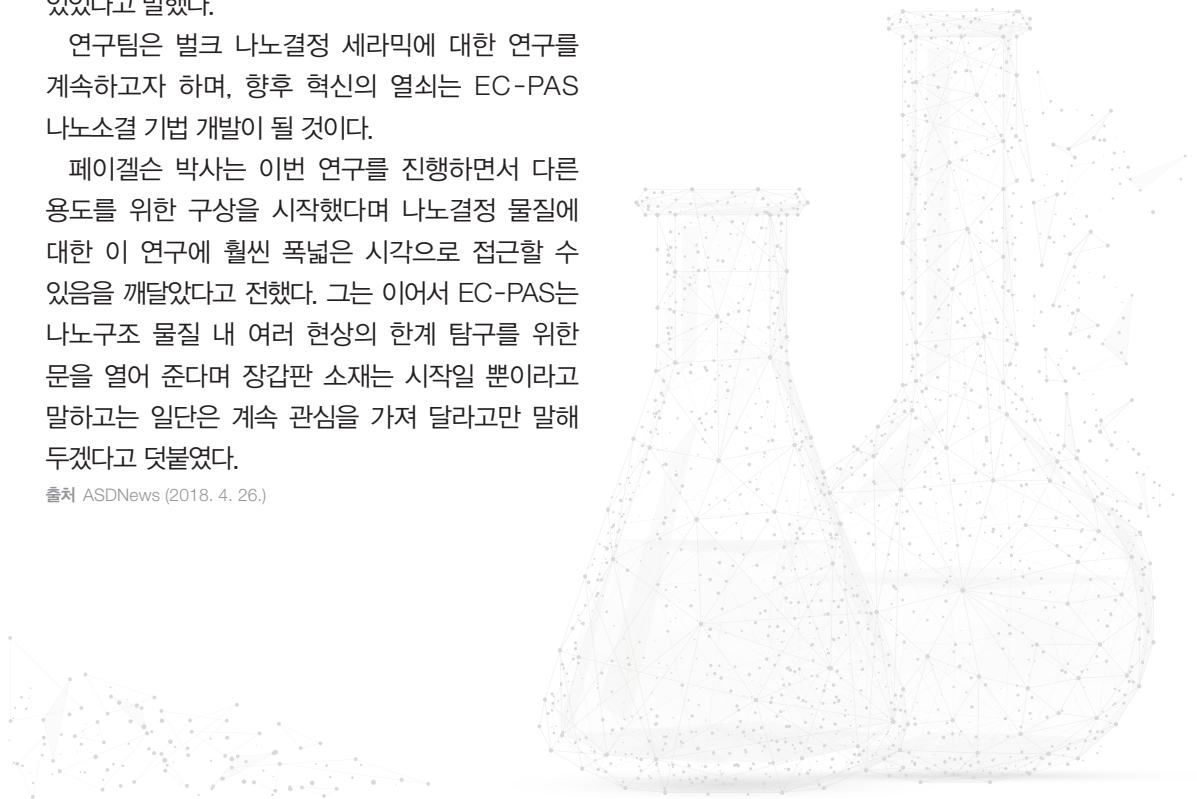
연구팀은 벌크 나노결정 세라믹에 대한 연구를 계속하고자 하며, 향후 혁신의 열쇠는 EC-PAS 나노소결 기법 개발이 될 것이다.

페이젤슨 박사는 이번 연구를 진행하면서 다른 용도를 위한 구상을 시작했다며 나노결정 물질에 대한 이 연구에 훨씬 폭넓은 시각으로 접근할 수 있음을 깨달았다고 전했다. 그는 이어서 EC-PAS는 나노구조 물질 내 여러 현상의 한계 탐구를 위한 문을 열어 준다며 장갑판 소재는 시작일 뿐이라고 말하고는 일단은 계속 관심을 가져 달라고만 말해 두겠다고 덧붙였다.

출처 ASDNews (2018. 4. 26.)

연구팀의 연구 결과를 담은 논문이 최근 미국화학학회(American Chemical Society) '나노(Nano)' 학술지에 게재되었으며 <http://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.7b07380>에서 확인 가능하다.

미 해군연구소는 세계를 주도하는 해군 강대국으로서 미국의 위치를 강화하는 데 필요한 첨단 과학 능력을 지원한다. 전체 직원이 약 2,500명에 달하는 해군연구소는 워싱턴 D.C. 남서쪽에 위치하며 미시시피주 스텐니스 우주센터(Stennis Space Center)와 캘리포니아주 몬테레이에도 사무실이 있다. 해군연구소는 해군과 미국에 90년 간 기여해 왔으며 흔히 상상할 수 있는 이상으로 연구를 계속 발전시키고 있다.



전력지원체계

미 공군, 독특한 전투복으로 작전위장무늬 채택



위장무늬 전투복을 개고 있는 군인

미 공군 지도부는 공군이 작전위장무늬(OCP³)를 채택한 일반 다용도 전투복으로 전환할 예정이라고 발표했다. 이 무늬는 육군 및 공군이 전투지역에서 이미 사용 중이며, 공군 내 특정 직종에서도 사용하고 있다.

2018년 10월 1일부터, 사용 가능한 OCP 전투복이 있는 공군 병사는 이를 착용 가능하다. 공군은 2021년 4월 1일까지 OCP 전투복으로의 완전 전환을 마칠 예정이다. 공군 지도부는 OCP 전투복이 전투를 통한 시험을 거친 최고의 다용도 전투복이라는 병사들의 의견을 받아들여 OCP 전투복으로의 전환을 결정했다. 공군 관계자에 의하면, 이제 두 가지 서로 다른 전투복, 즉 주둔용 전투복과 파병용 전투복을 유지해야 할 필요도 없어질 것이며 이는 공군의 합동전투전력으로서의 정체성을 가시적으로 상기시키는 요소라고 한다.

공군 참모총장 데이비드 L. 골드파인 대장은 이 전투복은 노스다코타주 마이넛에서 시리아 만비즈에 이르는 모든 기후와 공군이 수행하는 다양한 임무에 적합하다고 밝혔다. 이에 대해 병사들과 대화를 나누었고 OCP는 당연한 선택이었다며 OCP 전투복은 미국 북부 여러 주의 비행대기선에서 근무하는 병사와 중동에서 초계근무를 수행하는

병사 모두에게 적합하다고 설명했다.

10만 명이 넘는 공군 병사들이 OCP 전투복 또는 그에 상응하는 상하 분리형 비행복을 지급받았거나 이미 착용 중이다. 여기에는 공군 중부사령부(Central Command)에 배치된 병사와 공군 특수작전사령부(Air Force Special Operations Command)에서 근무하는 병사가 포함되며 좀 더 최근에는 공중기동사령부(Air Mobility Command) 소속 승무원과 공군 지구권타격사령부(Global Strike Command) 방어부대 병사도 이에 합류했다.

약 10년 전까지 모든 군에서 착용했던 구형 전투복(BDU⁴)과 마찬가지로, 공군용 OCP 전투복은 공군만의 독특한 특징을 갖출 예정이다. 명찰과 공군 글자는 갈색(스페이스 브라운)을 사용하고 티셔츠와 벨트는 황갈색을 사용한다. 대부분의 계급 역시 갈색 실로 표시한다.

출처 Army Recognition (2018. 5. 15.)

해설

골드파인 대장은 OCP 전투복에 대대 기장도 부착할 것이라고 전했다. 대대 기장의 부착은 비행대대 활성화를 위한 지속적 노력의 일환으로 공군 병사들이 내놓은 권고사항 중 하나였다. 모든 기장은 차별한 색상을 사용하고 본부 기장과 미국 국기는 오른쪽 어깨에, 부대 기장과 계급 표시는 왼쪽 어깨에 부착한다. 골드파인 대장은 공군의 독특한 정복(예복), 근무복, 만찬복, 체련복은 그대로 유지할 것이라고 밝혔다.

전력지원체계

미 스파르톤사, 신형 LCD 디스플레이 공개



스파르톤사가 출시한 LCD디스플레이 (모델명 4k24N)

미국에 위치한 스파르톤(Sparton)사가 랙/콘솔 설치형으로 견고한 24인치 4k 균용 액정 디스플레이(LCD) 모델을 출시했다.

스파르톤사의 자회사 아이딘 디스플레이(Aydin Display)가 출시한 최신 4k24N 모델은 3840×2160 기본해상도로 초고화질의 선명한 화면이 특징이며, 이러한 해상도는 현재 시판되고 있는 대부분의 러기드 디스플레이 해상도의 2배에 달한다.

특별히 랙/콘솔 설치용으로 설계한 스파르톤사의 균용 4k 평판 디스플레이는 배면 용량성(Projected Capacitive) 다중 터치스크린 방식을 채택했다.

아울러 이 LCD 모델은 중요 군사임무에 수반되는 모든 극한적인 온도, 습도, 진동, 충격 속에서도 효과적인 성능을 발휘할 수 있다.

또 함정탐재, 공중탐재, 지상이동식 등 광범위한 운용 조건에서 사용자에게 '최상의 상호작용'을 보장해 준다.

스파르톤 러기드 일렉트로닉스사(Sparton Rugged Electronics)의 루이스 호우드 사장은 세련된 몸체 선과 끊김 없는 베젤-터치 인터페이스와 더불어, 현대식 외관은 기존의 일반적인 방산 장비와 비교해서 한층 돋보인다. 요컨대 제품 개발에 있어

고정관념 탈피에 초점을 맞추었다고 말했다.

4k24N 디스플레이는 병렬 커넥터 이외에도 디스플레이 포트, 비디오 그래픽스 어레이(VGA⁵), 디지털 비주얼 인터페이스(DVI⁶), 2개의 고해상도 멀티미디어 인터페이스 포트 등과 같은 다수의 비디오 입력단을 갖추었다.

또 액체·모래·먼지에 대한 MIL-STD-810G, 충격에 대한 MIL-S-901D, 진동에 대한 MIL-STD-167-1A 타입 1, 전자파간섭(EMI⁷)에 대한 MIL-STD-461F 등 몇 가지 엄격한 군사표준 규격을 충족시킨다.

출처 Army Technology (2018. 5. 17.)

해설

아이딘 디스플레이즈사는 50년 이상 동안 균용 러기드 디스플레이, 스마트 디스플레이, 씬클라이언트 디스플레이, 컴퓨터 워크스테이션 등을 개발 및 제공해왔다.

해외무기 개발동향

지휘통제·통신	군 전투발전에 기여할 착용형 컴퓨터 개발동향 LVC 연동 아키텍처 기술 동향
감시정찰	조종사용 야시장비 기술동향
기동	미국 육군의 분대용 다목적 장비수송로봇 SMET 사업 추진 현황
함정	이탈리아의 잠수함 전력 및 기술 동향
항공	대공방어의 새로운 도전과제 군집드론
화력	자율형 배회폭탄의 개발동향
방호유도무기	영국의 미사일방어체계 스카이 세이버 분석

군 전투발전에 기여할 착용형 컴퓨터 개발동향

1. 개요

전투원들은 전자장치를 내장한 차세대 스마트 피복뿐만 아니라 보병용 스마트폰과 같은 전술용 컴퓨터를 만들기 위해 사물인터넷(IoT) 기술, 보안 네트워크, 배터리 기술 등을 활용한다.

지금보다 50년 전만 해도 컴퓨터는 설비에 전용 건물이 필요했으며, 건물 내에는 엄격한 온도 제어, 먼지 방지 공기순환, 심지어 진동 완충기 등이 들어섰다.

1983년 모토로라사는 상용 휴대형 DynaTAC 8000x 휴대폰을 처음으로 출시했다. 이 휴대폰은 무게 794g, 길이 33cm로 재충전에 10시간이 걸렸고, 30분 동안 통화할 수 있었으며, 대당 비용은 4,000달러였고, 단지 음성만 송수신 가능했다.

제한된 연산기능과 함께 음성 및 문자 송수신 기능을 결합한 첫 번째 상용 스마트폰은 1999년에 출시되었으나, 휴대폰 시장을 주도하기까지는 10여 년이 더 필요했다. 즉, 시계, 카메라, GPS, 주소록, 워드 프로세서, 바코드 스캐너, 계산기 등이 통합되면서부터 시장 판도가 바뀌게 되었던 것이다.

휴대폰과 스마트폰의 진화는 궁극적으로 작고, 빠르며, 성능이 좋고, 신뢰할 수 있는 컴퓨터 칩과 관련 전자장치를 발전시키는 주요 원동력이 되었다. 그 결과 2018년의 일반 스마트폰은 아폴로 11호가 달에 착륙하기 위해 NASA가 사용했던 모든 컴퓨터보다 더욱 빠른 연산 속도와 기능을 갖추게 되었다.

이러한 모든 발전은 전투원 개인장비 및 능력 면에서 역사상 가장 큰 혁명이 일어나게 되는 계기가 되었다. 다양한 착용형 컴퓨터 장치가 이미 전투복과 배낭에 장착됨에 따라, 베트남전 병사들과 로마시대 병사들 간 차이점을 찾는 것보다 오늘날의 전투원과 베트남 전쟁 당시 전투원들 간 다른 점을 찾는 것이 훨씬 빠르게 되었다.

그러나 현재 군에서 사용하는 최첨단 착용형 컴퓨터는 조만간 진부화되어, '사막의 폭풍작전' 당시 사용했던 파이오니어 UAV를 2018년 미 공군이 사용하는 MQ-9 리퍼 헌터/킬러 UAV와 비교하는 것과 마찬가지로 될 것이다.

2. 착용형 컴퓨터 개발동향

가. 배터리의 역할

통신장비에서부터 신체상태 모니터링, 화생방(CBR²) 센서, UAV, 위성, 유인 공중플랫폼으로부터 수신한 지도 및 데이터를 헬멧 설치 디스플레이에 전시하는 것에 이르기까지 착용형 컴퓨터 센서 기능을 확장하는데 있어 주요한 걸림돌은 배터리이다. 가볍고, 오래 지속되며, 빠르고, 야전에서 재충전할 수 있는 배터리가 필요하다는 얘기다.

보급창으로부터 전장에 배치하는 데는 보통 72시간이 넘게 걸린다. 이러한 환경에서 수명이 짧은 배터리는 전투복에 휴대한 통신 및 기타 장치에 의존하는 전투원에게 치명적인 문제가 될 수 있다.



리튬염화티오닐 배터리는 재충전이 안 된다는 점을 제외하고, 이러한 많은 소요를 충족시킨다. 이 배터리는 작고, 가벼우며, 더 오래 사용할 수 있고, $-35\sim 60^{\circ}\text{C}$ 온도에서 운용 가능하다. 그러나 현재 착용형 컴퓨터 개발과 관련해 전투복에 장착하는 배터리에는 더 많은 발전이 요구된다.

오늘날 착용형 컴퓨터 기술에서 개선이 필요한 점으로는 기만대응(anti-spoofing), 항(抗)재밍, 감청 방지 기능을 이용한 안전한 통신, 착용한 장비간 간섭 방지, 데이터 처리, 비정상적 판독에 대한 대응, 더욱 작은 크기 등을 들 수 있다.

많은 다양한 컴퓨터 장치를 부착한 전투원의 전투복은 본질적으로 개인 통신망(PAN³)에 적용된 IoT라 할 수 있다.

미 국방부는 넷 워리어(Nett Warrior) 통합 보병용 상황인식 및 임무지휘체계, 전투 지휘통제·통신·실시간 상황인식을 위한 여단급 부대 이하 XXI 전투지휘(FBCB2⁴) 체계 등과 같은 사업으로 IoT 기술 분야를 초기에 주도했다. 그러나 지난 10년 동안 보안과 견고화 관련 요건과 관련해 제약이 덜한 상용 IoT 개발은 군사 분야를 크게 앞질렀다.

나. 스마트 피복

상업적인 발전 속도가 상상을 초월하고 있으며, 군이 기득권을 가지고는 있으나 직접적인 개입이 적은 분야가 스마트 피복이다.

1세대와 2세대 초기 일부 스마트 피복은 이미 보급 중이며, 주로 육체적 건강상태 및 신체 활동에 대한 반응을 모니터링 하도록 설계됐다. 현재 개발 중인 3세대 스마트 피복은 착용형 컴퓨터로 불리며, 신축성 있고 신장력이 있는 소재가 사용된다. 특히 소재에는 여러 형태의 데이터를 동시에 판독할 수 있는 다양한 센서를 3D 프린터로 인쇄할 수 있다는 장점이 있다. 이러한 피복은 세탁에 센서 탈거가 필요하지 않으며, 육안으로는 센서 장착 여부를 확인할 수 없다.

스마트 피복의 다른 특징에는 무선 연결, 데이터 판독을 위한 넓은 표면, 동작의 자유가 포함되며, 잠재적으로 적은 생산 비용으로 인해 군의 비상한 관심의 대상이 되고 있다.



3세대 스마트 피복 제안자들은 이 피복이 소형화되고 신축성 있는 구성품에 기초를 둔 초소형 컴퓨터를 내장하기 때문에 다양한 데이터를 수집할 수 있을 뿐만 아니라, 사전구성 없이도 결과를 예측하고, 변화하는 환경에 적응할 수 있다고 주장했다.

스마트 피복의 또 다른 잠재적인 이점은 수동적 촉각 학습(PHL⁵)으로, 가령 무술 유단자들의 동작을 추적한 모션캡처(Motion Capture) 체계 결과물을 피복 내에 프로그래밍할 수 있다는 점이다. 착용자가 부정확한 동작을 할 때마다 신체에 적용되는 부분이 촉각적 반응을 수신한다. 이론적으로 이렇게 함으로써 근육 기억을 자극해 새로운 기술에 대한 학습 시간을 크게 단축할 수 있으며, 심지어 높은 수준까지도 성취할 수 있다.



그림 4 착용형 전술증강현실(TAR)

또한, 스마트 피복은 군이 오랫동안 추구해왔던 증강현실(AR⁶)이라는 목표를 달성하도록 지원할 수 있다. AR은 군과 산하 연구소들이 1989년 병사용 통합 방호체계(SIPE⁷) 사업을 시작한 이래 추구해왔다. 2017년에 육군 전자통신 연구개발 엔지니어링 센터(CERDEC⁸)와 육군 연구소 (ARL⁹)는 병사들이 자신의 건강상태를 모니터링하고, 상황인식 능력을 개선할 수 있도록 센서 및 다른 데이터 접속 능력을 지원하는 착용형 전술 증강현실(TAR¹⁰) 사업을 발표했다.

군 전투발전에 기여할 착용형 컴퓨터 개발동향



그림 5 비주얼 인터페이스 기술(SVIT)

다. 그래픽 상황인식

CERDEC은 병사용 비주얼 인터페이스 기술(SVIT¹¹)을 연구 중이며, 이 기술은 사용자의 시계(FOV¹²) 내에 보이는 부호 및 그래픽을 이용해 상황인식 개선을 추구한다. 넷 워리어(Nett Warrior) 최종사용자 기기 (EUD¹³)는 전투원들이 제한된 시야에서도 헬멧 설치 디스플레이(HMD¹⁴)를 통해 볼 수 있도록 한다. SVIT는 사용자 FOV 내에 총강조준 무기 조준영상을 제공하는 신속표적획득 기능을 이용해 치명성을 개선할 수 있다. 이 장치는 4개의 통합 버튼 또는 붐 마이크를 이용한 음성 명령으로 제어된다.

SVIT는 사용자들이 디스플레이를 내려다 봐야 하는 필요성을 줄이며, 원격무기 조준영상을 이용해 치명성 및 생존성을 개선한다.

미 육군 보병 장비 관련 개발 부서는 가볍고, 튼튼하며, 전력 효율성이 있는 병사 착용형 전자장치 체계를 연구 중이며, 이를 통해 조끼 또는 방탄복에 통합할 수 있는 스마트 허브를 통해 장치 내외에 데이터 및 전력을 분배하려 한다.



그림 6 넷 워리어 미래 구상(NWFI) 사업

또 육군의 넷 워리어 미래 구상(NWFI¹⁵) 사업은 정보를 빠르게 전파함으로써 보병 지휘자들이 상황인식 및 임무지휘능력을 구비하도록 함으로써 지휘관들이 빠른 의사결정을 하도록 지원하려 한다. NWFI 사업은 완전동영상 비디오, 로봇 제어, 광대역 네트워크, 센서, 생리학적 모니터와 같은 새로운 능력을 통합함으로써 넷 워리어 체계를 확장한다는 계획이다.

미 육군 정보전문센터는 전투원들에게 기본적인 자동 외국어 회화 및 문서 번역능력을 제공하기 위해 기계외국어 번역체계를(MFLTS¹⁶) 연구 중이다. 병사들은 외국어 문서 번역에 MFLTS 텍스트 번역 앱을 사용해 상황인식을 강화할 수 있다.

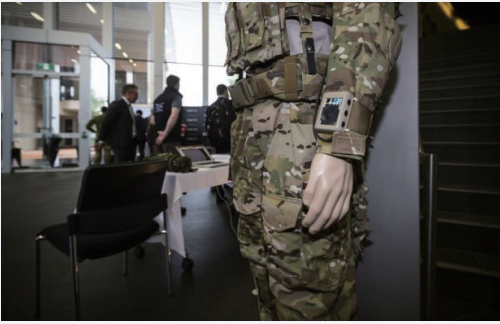
미 육군 정보전문센터는 전투원들에게 기본적인 자동 외국어 회화 및 문서 번역능력을 제공하기 위해 기계외국어

FLIR(FLIR Systems)사는 블랙 호넷(Black Hornet) 3 초소형 무인헬기를 제작 중이다. 통합카메라를 구비한 무인헬기는 전천후 주야간 환경에서 사전타격 및 도시지역 기동을 위해 공중 관측용 쌍안경 역할을 하며, 분대원들의 전투조끼에 설치할 수 있다.

GDI사는 지상전용 음향 전투체계(GWACS¹⁷)를 생산 중이다. 체계는 개인착용형 전술체계로 1초 이내에

11 Soldier Visual Interface Technology 12 Field of View 13 End User Device 14 Helmet Mounted Display

15 Nett Warrior Future Initiatives 16 Machine Foreign Language Translation System 17 Ground Warfare Acoustical Combat System



적 화력을 식별하고, 위치를 결정할 수 있다. 또한 소형 UAV를 탐지하고 우군부대를 전시할 수 있으며, 광범위한 사후 포렌식(post-incident forensic) 능력을 제공할 수 있다.

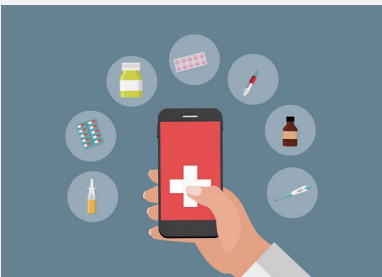
라. IoT의 잠재력

2016년 발표된 '사물인터넷(IoT) 관련 국방부 정책제안'이란 제목의 문서는 전장 상황인식에 대한 IoT의 잠재적인 이점을 설명하고 있다. 그러나 건강상태 추적 장치와 같은 착용형 컴퓨터 장치를 초기에 운용할 때 상용 요구조건을 훨씬 능가하는 수준의 보안 필요성이 강조됐다.

국방부의 최고위급에서부터 야전에 있는 병력에 이르기까지 데이터 과학자 및 IoT 전문성 부족은 착용형 컴퓨터 장치 보안을 더 어렵게 만드는 요인이다. 미 국방부가 이러한 상황을 타개하려 하지만, 상용부문에서 흔히 발견되는 높은 수준의 전문가가 부족하기 때문에 문제 해결이 난망한 상황이다.

미 국방고등연구기획국(DARPA)이 오랫동안 이 문제를 연구해왔으며, 전투 중인 병사뿐만 아니라, 훈련 중인 병사들도 지원할 수 있는 새로운 기술을 개발하는 데 그 어느 때보다도 근접해 있다고 한다. 가령 21세기에 접어든 이후 해병대는 이라크, 아프가니스탄, 시리아 전쟁에서 1,250명의 전사자가 발생했다. 그러나 동일 기간 중 해병대는 훈련 중 1,500명이 사망했으며, 이 중 일부는 사고로, 일부는 의료적 문제로 사망했다.

마. 스마트폰을 이용한 병사 추적



스마트폰을 사용한 건강상태 파악용 전투원 분석장치(WASH¹⁸)는 DARPA의 새로운 사업으로, 개별 전투원들의 상태를 모니터링하기 위해 건강상태 센서를 사용하는 방안을 개발한 다음, 이러한 데이터를 의무병, 위생병, 야전병원, 상급사령부에 전송한다는 취지이다.

전체적인 개념은 데이터를 송신하는 장치에 기반을 두고, 개별 전투원들의 프로필에 송신된 데이터를 연결시키는 것이다.

군 전투발전에 기여할 착용형 컴퓨터 개발동향

WASH 사업관리자 케로미티스는 야전에서 운용할 때, 사전에 장치에서 전송되는 데이터가 거의 없을 수도 있지만, 사용자가 이를 승인하든가, 데이터가 문제를 나타낼 때까지 데이터는 장치에 남아 있을 것이다. 장치 착용자가 움직이지 않거나 의식이 없는 것을 탐지할 수 있다면, 이 체계는 가장 가까운 의무요원에게 이러한 상태를 알릴 수 있을 것이다. 그러나 이 사업을 시작한 지 한 달밖에 되지 않아 궁극적인 용도를 결정하기에는 아직 이르다. 수집한 데이터를 이해하고, 사용자 및 환경의 직접 감지 방법을 사용해 건강문제나 부상상태를 탐지하는 것은 쉽지 않은 과제라고 말했다.

이러한 기술의 잠재적 용도로는 화학작용제나 생물학작용제 잔류량에 전투원들이 노출되었을 때 이를 탐지하는 것이 될 수 있다. 현재 이 사업은 외상으로 인한 뇌손상(TBI¹⁹)과 전염병 조사에 초점을 맞추고 있다. 케로미티스 사업관리자는 이 연구가 성공하면, 감지 범위를 확대하기 위한 연구가 보다 탄력을 받을 수 있다고 말했다.

착용형 센서를 자동 지혈기기, 일반 약물 주사, 혈액 응고제 투여 등 전투복에 내장된 의료 대응 체계에 연결하는 것이 미래에는 가능할 수 있을 전망이다.

케로미티스 사업관리자는 이 분야에서 이루어진 대부분의 연구는 소형화하고 배터리를 개선한 특정 센서에 중점을 두고 있으며, 이들 센서는 심전도(EKG²⁰)와 같은 특정 능력에 초점을 맞추는 경향이 있다고 말했다. 현재 전체적인 시각에서 범용 수집 플랫폼을 검토 중이며, 이 플랫폼은 맞춤형이 아니지만, 종래와 달리 훨씬 더 많이 다양한 데이터를 제공할 수 있는 잠재적인 능력을 발휘할 수 있어 적용 대상을 보다 확대할 수 있을 것이라고 말했다.

바. 착용형 센서 네트워킹

WASH 사업이 기본적으로 통신용 하드웨어 개발에 중점을 둔다면, DARPA 생물학기술실에서 추진하고 있는 또 다른 사업은 장치 WASH 체계로의 센서 연결을 염두에 두고 있다. IVN²¹은 프로퓨사사가 DARPA를 위해 개발한 조직융합 하이드로겔 바이오센서이다. 착용형으로 제작한 센서는 신체 내부의 생체 화학반응을 측정하고, 피부에 부착한 패치로 조사하여 관련 데이터를 스마트폰이나 유사한 장치로 전송한다.



IVN 체계는 쌀알보다 작으며, 피부에 이식되는 센서로 피부에는 판독기가 있다. 이 센서는 피하조직을 구성하는 요소와 유사한 하이드로겔로 구성된다. 신체는 이를 이물질로 보지 않기 때문에 상처조직으로 둘러싸거나 이물질반응을 보이지 않는다는 점에서 매우 중요하다. 따라서 이 센서는 전투원들에 의해 제거되거나 대체될 염려 없이 최대 4년 동안 신체에 머물면서 데이터를 감지하고 판독기에 전송할 수 있다.

IVN 사업관리자 헵번 대령은 IVN은 조직 수준의 산소 및 젖산, 근육 사용량 및 활동을 모니터링할 뿐만 아니라 호흡 관련 이상 여부도 보여준다. 전투원이 출혈 과다로 조직에 충분한 산소가 공급되지 못하면, 젖산 수준은 올라가고 산소 수준은 내려간다. 이밖에도 측정 가능한 것을 또한 연구 중이라고 말했다.

헵번 대령은 이러한 센서는 또한 미래 전투복에 내장될 모든 의료장치의 제어를 지원하여, 의료장치의 최적 사용 사례와 기간을 결정하는 데 도움을 줄 것이다. 예를 들어, 지혈기기 사용 시 혈류량 중단 정도와 그 기간에 따라, 센서는 산소 수준을 모니터링하여 팔로 가는 혈류량을 최적화할 수 있다.

헵번 대령은 지속적으로 건강상태를 평가하여 의무치료방식을 근본적으로 변화시키고, 나아가 병사들의 몸 상태가 임무 수행에 있어 최적의 상태인지를 미연에 판단할 수 있는 방안을 마련할 계획이다. 가령 패혈성 쇼크가 발생하면 누군가의 도움을 바로 받기란 쉽지 않다. 이러한 모든 센서 사업은 신체적 이상 발생을 미연에 감지하여 방지하는 것을 목표로 한다고 말했다.

그러나 착용형 기술에도 한계가 있으며, 특히 의무용으로 피부 위나 아래에 이식하는 경우가 해당된다면서 그는 심장 박동수만 가지고는 사람이 정상적인 건강 상태가 아닌지를 조기에 알아내기 어렵다. 그러나 조직 수준에서 피부 아래에서 일어나고 있는 것을 감지한다면 사정이 달라진다. 무언가 안 좋은 건강상의 조짐이 있다면 바로 이 신체 부위에서 바로 반응이 일어나게 되기 때문이라고 했다.

헵번 대령에 따르면, 연구원들이 가급적 빠르게 이들 기술의 실용화를 꾀하고 있기 때문에 향후 1~2년 이내에 IVN에 대한 야전시험 및 평가가 시작될 수 있을 전망이라고 한다.

헵번 대령은 이 기술은 높은 수준에 있는 육상선수들처럼 훈련하고 있는 정예 군 요원과 같이 개인능력을 최적화하기 위한 놀라운 훈련 보조도구가 될 수 있다. 그러나 육군의 경우, 각 병사들에 대해 즉각 전투 현장에 나갈 수 있도록 준비태세 유지가 항상 최우선 과제이다. 사람들이 최적의 몸 상태에 있지 않는 데는 많은 이유가 있다. 따라서 병사들의 훈련성과를 최적화함으로써 육군체력측정(APFT²²) 성과를 20% 향상시킬 수 있다면 소기의 목표를 충분히 달성한 셈이라고 말했다.

사. 인명 피해 방지를 위한 보안 강조

해병대 관계자들은 개인별 필요와 능력에 맞게 훈련을 맞춤형으로 진행하기 위한 필수 장비로 이러한 장치를 사용하려면 해병대 문화가 크게 바뀌어야 한다는 데 인식을 같이 했다. 나아가 준비태세 유지를 위해 전투원들을 모니터링하여, 훈련 중 무리한 에너지 소모를 방지할 수 있다면, 인명 피해를 방지하고 작전능력을 효과적으로 증대시킬 수 있는 효과적인 방안이 될 것이다.

일단 야전 배치가 되면, 야전 의무병, 야전병원, 지휘관들을 위해 수집되는 착용형 의무 장치의 정보는 임무에 따라 달라질 것이다. 건강상태 정보를 예방의무부대 또는 주둔지로 송신함으로써 질병 발생을 통제하도록 지원할 수 있을 것이다. 또 부상 지점으로부터 활력징후, 산소, 젖산 수준을 전송하면, 야전의무요원의 환자 치료 준비가 더 용이해 질 것이다.

군 전투발전에 기여할 착용형 컴퓨터 개발동향

협번 대령은 상황에 따라서 보안 위험 우려가 있을 경우 정보 송신을 원하지 않을 수도 있다. 정보 송신이 임무 관련 보안을 위협하는 요인이 된다면 국지 전송 모드로 바꾸어 송신을 차단할 수 있다. 임무수행을 위해 구성원들의 건강상태를 추적할 필요가 있을 때, 현재 중요 정보를 확보하는 것과 동일한 방식으로 이러한 정보를 확보할 수 있을 것이라고 말했다.

케로미티스 사업관리자는 적이 WASH 체계의 데이터를 감청하여 미군의 건강상태를 알아내 이를 악용하는 것을 예방하기 위해서는 보안이 중요하다면서, 적이 미군의 건강상태를 안다는 것은 미군 부대를 아군 지휘관과 동일한 시각으로 볼 수 있다는 것을 의미한다고 말했다. 따라서 이 사업은 단지 데이터의 수집 및 분석뿐만 아니라 안전 또한 검토하고 있다. 데이터는 수집 포인트에서부터 네트워크를 거쳐 백엔드 데이터베이스에 이르기까지 암호화되어, 적이 악용할 수도 있는 개인정보의 유출을 막는다고 설명하면서 적이 스푸핑(Spoofing) 방식을 통해 미군 지휘관들에게 오정보를 제공하는 것은 다소 다른 경우라고 덧붙였다.

또한 그는 장치 자체의 노획 또는 손상, 암호키 파괴 및 절도 등과 같은 여러 가지 방식이 동원되어 악용될 우려가 있는 가운데 이러한 위험을 최소화하기 위해 사업 전반에 걸쳐 필요 조치를 취하고 있다. DARPA와 미 국방부는 모든 형태의 플랫폼 및 IT 체계 보호를 위해 다른 노력도 기울이고 있다. 요컨대 이러한 체계는 움직이는 표적이 되기 때문에 보안 조치가 필수라고 했다.

LVC 연동 아키텍처 기술 동향



국방기술품질원 M&S기술실
연구원 조희진

1. 서론

국방 M&S¹는 실제 훈련의 비용과 제약을 줄이면서 효율적인 군사 훈련을 실시하기 위해 세계 각 군에서 널리 사용되어지고 있다. 이러한 M&S체계의 유형은 실기동(Live, L), 가상(Virtual, V), 구성(Constructive, C) 체계로 분류되어진다. 현대전의 양상 변화와 증가하는 작전요구사항의 충족을 위해 지금까지 독자적으로 운영되어오던 L, V, C 체계들을 연동하여 운용하는 LVC 합성전장체계(LVC 연동체계)²의 필요성이 대두되고 있다. Live 체계는 실 병력이 실 장비를 사용하여 훈련함으로써 높은 현실감을 부여하지만 많은 시간과 비용이 든다는 단점이 있다. Virtual 체계는 가상의 환경을 묘사하는 장비를 이용하여 비교적 적은 비용과 시간이 소요되며, 높은 현실감을 부여하지만 내장된 시나리오만을 묘사하므로 다양한 상황에 대한 훈련이 힘들다는 단점이 있다. Constructive 체계는 워게임모델 등을 활용하여 상대적 저비용으로 다양한 시나리오에 대한 훈련이 가능하나, 현실감이 떨어진다는 단점이 있다. LVC 연동체계를 통해 이 세가지 훈련체계의 장단점을 보완하여 합성 전장 환경을 구축하여 운용하게 되면 실적전 환경 하에서 저비용, 고효율의 훈련이 가능하게 된다.

미국, NATO, 영국 등 일부 선진국에서는 2000년대 초반부터 LVC 연동체계에 대한 활발한 연구를 진행해왔으며 일부 군사훈련에서는 이미 활용 중이다. 국내에서도 LVC 연동체계에 대해 일부 연구가 진행 중이며 L, V, C 중 두 가지 체계 이상의 연동을 구현해 낸 바 있다.

LVC 연동체계 구현을 위한 연동 및 기반기술로는 DIS³, HLA⁴, TENA⁵, CTIA⁶가 대표적인 규약이며, 이기종 아키텍처 간 연동을 위한 표준으로 분산시뮬레이션 공학실행절차인 DSEEP⁷과 다중 분산 아키텍처 환경에 대한 지침인 DMAO⁸와 연동 합의에 대한 문서화를 위한 표준인 FEAT⁹ 등이 제정되어 있다.

1 Modeling & Simulation 2 실기동(Live), 가상(Virtual), 구성(Constructive)체계를 활용하여 연동체계로 실시하는 훈련체계

3 Distributed Interactive Simulation, 1990년 SIMNET을 개선하여 출현한 연동프로토콜 4 High Level Architecture, 1995년 미 국방성에서 L,V,C 지원을 위해 개발한 연동프로토콜 5 Test and Training Enabling Architecture, 미 국방성에서 미들웨어를 포함하여 개발한 연동프로토콜

6 Common Training Instrumentation Architecture, 무선네트워크를 지원하는 연동프로토콜

7 Distributed Simulation Engineering and Execution Process, 분산된 체계 간 연동을 통한 시뮬레이션 실행을 위한 공학실행절차에 대한 표준(IEEE1730)

8 DSEEP Multi-Architecture Overlay, DSEEP을 다중 아키텍처 간 연동에 대해 적용하기 위한 지침(IEEE1730.1)

9 Federation Engineering Agreement Template, 이기종 아키텍처 간 연동을 위한 합의사항에 대한 표준화된 형식(SISO-STD-012-2013)

2. LVC 훈련체계 현황

가. 미국

미군의 경우 다양한 M&S 체계를 사용하고 있으며, 평시에 실 전장과 같은 환경에서 다양한 전술훈련이 가능토록 LVC 연동을 통한 합성전장환경 구축을 위해 다방면에서 연구를 수행해왔으며, 실전적 훈련에 활용 중이다.

캘리포니아 주방위군(CNG¹⁰)에서는 2000년대 초반부터 JTEP¹¹을 통해 임무 목적에 맞게 전투 시뮬레이션을 수행하고 있으며, 분산환경에서의 LVC 연동체계 구축을 목표로 단계별 연구를 진행하였고, 일부 훈련도 실시하였다. 2003년도에는 1차 시범사업을 통해 L-C 연동을 통한 훈련을 실시하였으며, 2004년도 2차 시범사업을 통해서 L-V-C 연동을 통한 훈련을 실시하였다.

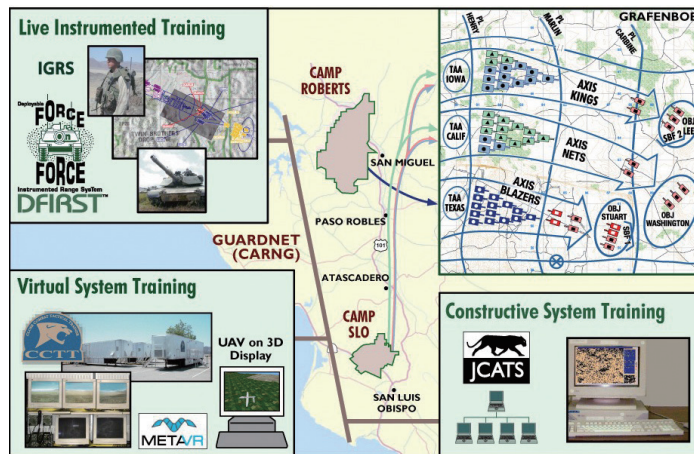


그림 1 JTEP LVC 연동구성도

JTEP 2차 시범의 경우에는 그림 1과 같이 각각 Constructive 체계로는 JCATS¹²을, Virtual 체계로는 CCTT¹³와 UAV 시뮬레이터를, Live 체계로는 DFIRST¹⁴을 DIS 기반의 분산 환경에서 연동하여 접적이동 (A Movement to Contact) 상황을 모의하였다. 연동 프로토콜로서는 DIS보다 HLA가 다양한 성능을 제공하지만 기존의 LVC를 구성하는 각각의 시스템이 DIS 기반이어서, DIS를 연동기반으로 채택하였다.

LVC 합성전장체계는 미 공군에서도 활발하게 연구가 진행 중이며, 2016년에는 태평양·알래스카

10 California National Guard

11 Joint Training Experimentation Program, 새로운 훈련능력을 제공하기 위한 기술실험 프로그램으로 LVC 통합 훈련체계 구축을 목표로 함

12 Joint Conflict and Tactical Simulation, 훈련분석, 계획 및 임무연습을 위한 군사기관에 의해 사용되는 개체단위 분쟁을 모의할 수 있는 워게임모델

13 Close Combat Tactical Trainer, 미군의 기계화보병부대의 전차 등 40여 개의 시뮬레이터를 네트워크로 연결한 가상훈련시스템

14 Deployable Force-on-Force Instrumented Training System

합동훈련장(Joint Pacific Alaska Range Complex)에서 개최된 미 공군의 'Distant Frontier' 훈련에서는 Virtual 5세대 전투기인 F-22랩터 2대와 Live 체계인 4세대 F-16 Fighting Falcons 전투기 4대를 나란히 훈련하도록 통합하여 훈련을 진행하였다(그림 2 참조). 공군의 LVC 합성전장체계는 고도화되어가는 복잡한 적대세력의 공격상황에 대해 훈련 시 모의가 가능하며 전 영역 전투훈련을 가능하게 하므로 전투기 통합훈련을 보다 효과적으로 수행할 수 있게 해준다.



그림 2 공군 디스턴트 프론티어 훈련시 F-16 모습

미군은 LVC 합성전장체계 구축을 위한 각 군의 노력과 더불어, 2008년부터 2010년까지 LVC 아키텍처 로드맵(LVCAR)¹⁵을 통해 LVC 연동체계에 관한 개념연구부터 각종 표준 제정 및 공통 데이터 형식, 게이트웨이 및 브릿지, 공통 객체 모델 등의 설계 등을 추진해 왔으며, 현재 LVC 아키텍처 로드맵 구현¹⁶을 통해 다중 아키텍처 기반의 LVC 연동체계 구현을 추진하고 있다. 다양한 아키텍처를 사용하는 LVC 체계를 통합하기 위한 노력으로 분산시뮬레이션 공학실행절차(DSEEP)를 시뮬레이션 환경의 요구사항 수렴, 목표 설정부터 설계, 개발, 실행, 시험 단계로 설계하여 전기전자기술자협회 표준인 IEEE-1730 표준으로 제정하였고, LVC 체계 통합을 다중 분산 아키텍처 환경에 적용하기 위한 적용 지침인 DMAO를 개발하여 IEEE 1730.1로 표준화 하였다. 또한 이기종 아키텍처 간의 연동 합의를 문서화하기 위한 절차 및 템플릿인 FEAT를 개발하여 SISO¹⁷표준으로 제정하고 이를 LVC 연동체계를 구현하는데 활용하고 있다.

나. NATO

NATO는 1998년부터 3년간 수행된 군사응용연구 SAS-013를 통해 복합항공작전을 위한 기존의 실제 비행훈련의 한계점을 극복할 수 있는 방안으로 MTDS¹⁸를 추진하였다. 2004년도에 제1차 연습으로 Exercise First WAVE를 분산환경에서 연동을 통한 다국적 MTDS 연습을 시연하였고, 이후 점진적으로 MTDS의 고도화를 진행해오고 있다.

최근 2014~2017년도에 MTDS의 고도화 연구가 진행되었으며, 그간의 연구를 종합하여 지속적인 LVC

15 Live, Virtual, Constructive Architecture Roadmap 16 LVCAR-I; LVCAR-Implementation

17 Simulation Interoperability Standards Organization, 시뮬레이션 상호운용성 표준기구 18 Mission Training via Distributed Simulation

LVC 연동 아키텍처 기술 동향

합성전장체계 구축 및 운용능력 확보를 위한 연습을 실시하였다. 2014년과 2015년도에 각각 실시된 두 번의 MTDS 연습에서는 기존의 L, V, C 체계들에 대한 최소한의 수정을 통한 LVC 연동 구현을 목표로 DIS 기반하의 연동을 실시하였으며, 2017년도의 3번째 연습에서는 HLA 기반의 연동을 구현해냈다. 2017년에는 MSG-128 프로그램을 통해 분산환경 내 이기종 체계 간 연동을 위해 운용개념, 운용 요구사항, 연동기반 아키텍처, 표준, 페더레이션 운용 합의, 보안 및 네트워크 기반 등을 핵심요소로 꼽았으며, 이러한 요소들에 대한 전반적인 설계를 통해 연동 프로토콜로는 HLA 기반을 사용하였고, FAD¹⁹라는 연동합의를 도출하였으며 LVC 연동체계를 그림 3과 같이 구성했다.

다. 영국

영국은 공군에서 조종사의 비행훈련 및 임무훈련을 위한 LVC 합성훈련체계 구축을 위해 MTDS CCD²⁰를 시범사업으로 2005년부터 약 3년간 수행하였다. 연동체계로는 Eurofighter Typhoon, 토네이도(GR-4) 전투기 시뮬레이터 각 4대와 AWACS 임무승무원 훈련시스템, 그리고 각종 사후검토 도구 등을 연동에 참여시켰다. 해당 프로그램을 통해 LVC 합성훈련체계에 필요한 다양한 요소들을 연구하고, 분산 시스템 간 연동을 위한 기술 및 운영 관점에서의 지침을 개발하였다. 이외에도 해상무기체계에 대한 각종 M&S 기술과 LVC 모의분석 기술 등을 SEA Group에서 개발 중이며, 다방면에서 LVC 연구를 수행 중이다.

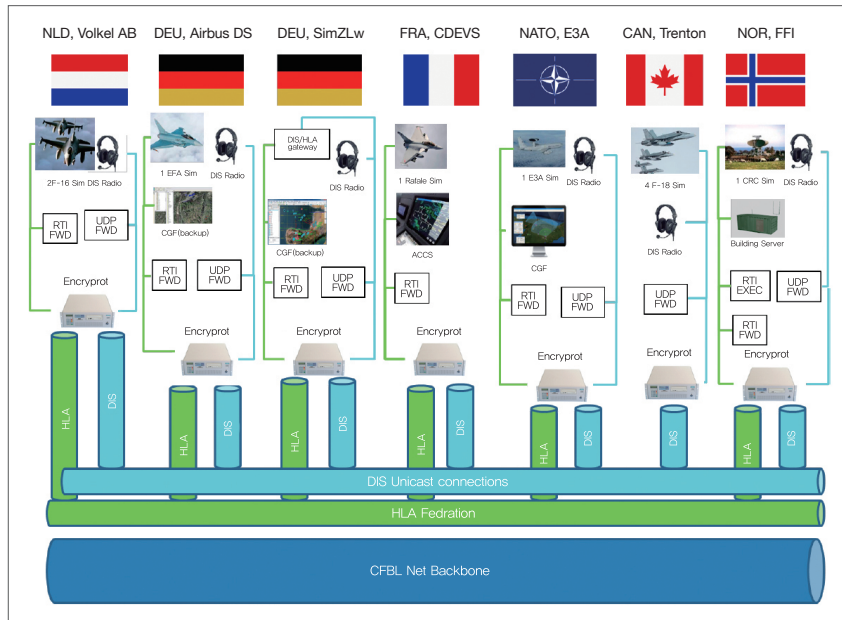


그림 3 MSG-128 Exercise 3 구성도

라. 한국

2000년대 중반에 들어서 국내 각 군에서도 육군 KCTC²¹, 공군 ACMI²² 등을 포함한 Live체계와 V, C 체계 간 연동하는 방안을 위한 연구가 진행되어왔지만, 그 결과는 아직 미흡한 상황이며, 일부 L-C 연동과 V-C 연동에 대해 연동한 사례가 있다. 육군에서 KCTC와 Constructive 체계인 전투 21 간 연동을 연구 및 시연하였으며, 학교 연구실에서 해병대 워게임모델인 천차봉 모델과 전차 시뮬레이터 간의 연동을 구현해낸 바 있다. 그러나 이는 연동을 구현했다는 연구적인 성과만 달성하였으며, 훈련에 활용되고 있지는 못하는 실정이다.

분산 환경의 M&S 체계 간 연동을 통해 LVC 합성훈련체계를 구성할 때 체계 간 상호운용성 증대 및 효율적 운영을 위해 표준화된 개발 절차 및 연동기반 등이 활용되어야 한다. 표준화된 개발 프로세스와 연동규약은 이후 개발되는 신규 체계들이 참여 가능하도록 한다.

그러나 국내에서는 LVC 연동을 위한 절차 및 연동기반 등 기반요소에 관한 연구는 함께 이루어지고 있지 않으며, 연동인터페이스 등을 통해 1:1 연동을 구현해 내고 있다. 선진국 사례와 국내의 기술동향을 비교해보면 표 1과 같다. 단독 M&S 체계들의 장점을 극대화하고, 단점을 보완함으로써 훈련의 효율성 극대화 차원에서 주목받고 있는 LVC 합성훈련체계 확보를 위해 연동절차 및 기반 등 제반요소들에 대한 종합적인 연구를 함께 진행해 나가야 한다.

표 1 국내외 LVC 기술동향 비교

구분	국내 LVC 체계	국외 LVC 체계
표준화	<ul style="list-style-type: none"> - 표준화된 절차 부재 - 학계, 연구 단체에서 다양한 방안으로 연구 중 - 소요부서의 필요성 인식 	<ul style="list-style-type: none"> - LVC 체계 구축을 위한 연구시작(2008~) - FEDEP을 발전시킨 DSEEP 절차 표준화 - 다중 아키텍처 LVC 적용방안(DMAO) 표준화 - 다중 아키텍처 구축 합의 절차 표준화
LVC 연동 프레임워크	<ul style="list-style-type: none"> - HILA 기반의 다수의 Constructive, Virtual - DIS 사용 (도입된 일부 Virtual) - DDS를 사용한 LVC 프레임워크 연구 	<ul style="list-style-type: none"> - HLA, TENA, CTIA, DIS 사용 - 이종 연동 프레임워크 간 통합 노력
적용사례	<ul style="list-style-type: none"> - 다수의 Constructive-Constructive 간 연동 - 실험적인 Live-Constructive 구성 	<ul style="list-style-type: none"> - L-V-C 연동체계 구성 - HITS-CCTT-JCATS 등의 LVC 연동 체계 개발 운용
인증시험체계	<ul style="list-style-type: none"> - HLA 적합성 인증시험체계를 통한 HLA 기반 M&S 체계에 표준준수 여부 검증 	<ul style="list-style-type: none"> - 구현된 LVC 연동 체계의 검증 방안 연구 - HLA 적합성 인증시험 수행

3. LVC 연동체계 아키텍처

가. DSEEP

분산시뮬레이션 공학실행절차인 DSEEP은 분산환경에서 M&S 체계 간 연동을 통한 하나의 시뮬레이션 환경(SE²³)을 개발 및 실행하기 위한 프레임워크를 제공하는 국제표준이다. 2010년 SISO에 의해 제정되었으며 IEEE에 등록된 방법론으로, HLA를 활용한 체계 간 연동체인 페더레이션 개발 및 실행 절차인 FEDEP²⁴를 대체하고 있다. DSEEP은 DIS, HLA, TENA에 대해 단일 아키텍처를 활용하는 M&S 체계 간 연동 시에 아키텍처 중립적(AN²⁵)인 관점에서 분산 시뮬레이션 환경 구축 및 실행을 위한 지침을 제공한다.

DSEEP은 그림 4와 같이 시뮬레이션 환경 목표 설정, 개념 분석 수행, 설계, 개발, 환경통합 및 테스트, 실행, 데이터 분석 및 결과 평가 순으로 7단계로 구성되어 있으며, 각 단계별 상세 활동은 다음과 같다.

1단계는 시뮬레이션 환경의 목표에 대해 정의하는 것으로, 시뮬레이션 환경의 개발 및 실행 과정에서의 목표 달성을 위한 요구사항 목록을 정의하고 문서화 하며 초기 실행계획을 수립하는 단계이다. 2단계는 개념 분석을 수행하는 단계로서, 정의된 문제를 해결하기 위해 시뮬레이션 환경 설계 및 시나리오 개발을 어떻게 할 것인지 등에 대해 개념모델 개발을 통해 개략적으로 설계하는 단계이다. 3단계는 시뮬레이션 환경을

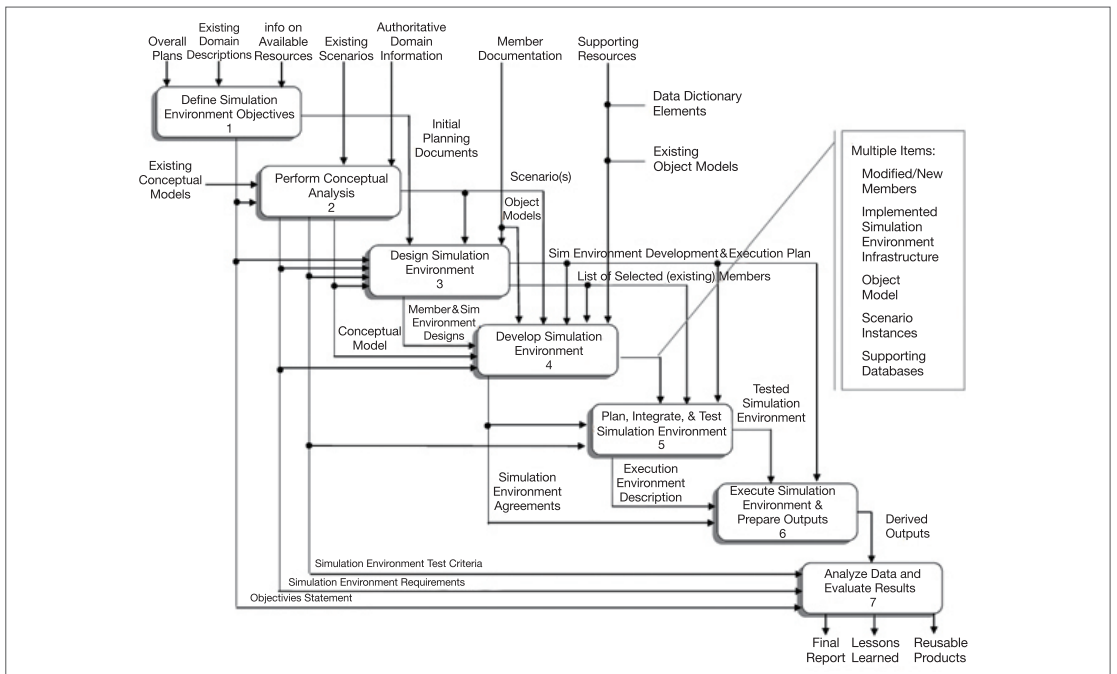


그림 4 단계별 분산시뮬레이션 공학실행절차(DSEEP)

설계하는 것으로, 시뮬레이션 환경 구성을 위해 필요한 멤버가 될 각 체계들을 식별해내고, 각 체계별 기능을 할당하고 시뮬레이션 환경 개발의 통합 상세계획을 구상하게 된다. 4단계는 시뮬레이션 환경을 개발하는 것으로, 시뮬레이션 환경 내 체계 간 교환할 데이터 형식을 정의하기 위한 자료 교환 모델(Information exchange data model)을 개발하고, 시뮬레이션 환경의 운영을 위한 환경설정을 위한 협의사항(SEA²⁶)을 도출해낸다. 이뿐 아니라 도출된 데이터모델 및 합의사항들로 인한 멤버 수정 및 보완을 실시하고 시뮬레이션 환경 기반체계에 대한 구현도 이루어진다. 5단계는 시뮬레이션 환경의 실행을 계획하고, 구성원 간에 필요한 상호운용성을 수립하고, 시뮬레이션 환경을 통합하며 실행 전 테스트를 실시하는 검증 단계이다. 6단계에서 시뮬레이션 환경을 실행하고 출력 데이터에 대한 사전 처리 작업을 거치고, 마지막 7단계에서는 시뮬레이션 실행을 통해 산출된 데이터를 분석하고 평가한다. 이처럼 각 단계별 상세 활동 내용 및 산출물에 대해서는 표 2에 정리하였다.

표 2 DSEEP 단계별 세부 활동 및 산출물

DSEEP 7단계	세부 활동	단계별 설명	산출물
시뮬레이션 환경 목표 정의	- 사용자 요구사항 식별 - 목표개발 - 초기계획 수립	- 시뮬레이션 환경 목표 분석 및 개발 - 요구사항 식별 및 요구사항서 작성 - 탐색 개발 및 시뮬레이션 개발 초기계획 수립	요구사항 목록 목표기술서 초기 계획문서
개념 분석 수행	- 시나리오 개발 - 개념 모델 개발 - 시뮬레이션 환경 요구사항 개발	- 도메인의 특성을 기반으로 한 개념분석 수행 - 도메인의 적절한 표현을 개발 - 시뮬레이션 환경의 세부 요구사항 개발	개념모델 환경 요구사항서 환경 시험기준서
시뮬레이션 환경 설계	- 멤버 선정 - 시뮬레이션 환경 설계 - 멤버 설계 - 상세 계획 준비	- 시뮬레이션 환경을 개발 - 자료 교환 모델 개발 - 시뮬레이션 환경의 합의 도출 - 기존 체계의 구현에 맞추어 새로운 체계 수정 구현	선정 멤버 목록 시뮬레이션 환경 설계서 시뮬레이션 개발실행계획
시뮬레이션 환경 개발	- 연동 데이터 모델 개발 - 시뮬레이션 환경 합의 - 멤버 설계 구현 - 시뮬레이션 환경 기반체계 구현	- 시뮬레이션 환경을 개발 - 자료 교환 모델 개발 - 시뮬레이션 환경의 합의 도출 - 기존 체계의 구현에 맞추어 새로운 체계 수정 구현	정보교환 데이터 모델 시뮬레이션 환경 합의 수정 멤버 데이터베이스 시뮬레이션 환경 기반체계
시뮬레이션 환경 통합 및 시험	- 계획 실행 - 시뮬레이션 환경 통합 - 시뮬레이션 환경 시험	- 시뮬레이션 환경의 실행 계획 - 멤버간의 상호 연동 실시 - 시뮬레이션 환경 시험(멤버, 통합, 상호운용성 시험)	실행환경기술서 시뮬레이션 환경 시험 데이터
시뮬레이션 환경 실행 및 결과출력	- 시뮬레이션 환경 실행 - 시뮬레이션 환경 결과 준비	- 시뮬레이션 환경을 실행 - 출력 데이터의 결과를 사전 처리	실행 결과 실행간 발생 문제 기술
데이터 분석 및 결과 평가	- 데이터 분석 - 결과 평가 및 피드백	- 시뮬레이션 실행을 통해 산출된 데이터 분석 평가 - 보고서 생성 - 재사용 가능한 산출물 관리	분석 데이터 최종보고서 재사용 산출물

LVC 연동 아키텍처 기술 동향

나. DMAO

DSEEP은 DIS, HLA, TENA에 대하여 단일 아키텍처를 활용하는 M&S 체계 간 연동을 개발 및 실행을 위한 프레임워크를 제공하므로, 이기종 아키텍처를 활용하는 체계 간 연동에 DSEEP 절차를 적용하기 위해서는 일부 기술 및 프로그래밍 관점에서 보완해야할 부분들이 있다. DMAO는 IEEE 1730.1 표준으로, 다중 아키텍처를 활용한 시뮬레이션 환경 구성에 DSEEP 절차를 적용하기 위해 필요한 기술 및 프로그래밍 문제 등을 식별하고 권장되는 단계별 조치사항을 제공한다. DMAO에서는 DSEEP 단계별로 LVC 연동을 위한 다중 아키텍처 개발 시 발생하는 41가지의 이슈를 식별해냈으며, 각 이슈별 문제해결을 위해 필요한 작업에 대해 권고하고 있다. 예를 들면, DSEEP의 4단계에서 데이터 교환 모델을 개발할 때 이기종 아키텍처를 사용하게 되면 아키텍처별 데이터 형식이 다르므로, 이 단계에서는 아키텍처 독립적인 데이터 교환형식을 사용하거나 데이터 형식 변환에 대한 개발 간 합의를 해결방안으로 제시하고 있다.

다. FEAT

분산된 M&S 체계 간 연동 프로세스에서 성공적인 시뮬레이션 환경의 구축, 실행 및 재사용을 위해서는 M&S 체계 간 합의를 도출해내는 것이 중요하다. 실제 대부분의 LVC 연동 사례들을 살펴보면 연동 기반 체계의 설계, 운용 및 교환 데이터 등에 대한 합의를 명확하게 정의하지 않아 재사용성 및 범용성이 저하되는 경우가 많았다. 이러한 문제를 극복하기 위해 SISO에서 2013년도에 SISO-STD-012-2013 표준으로 FEAT를 개발하였고, 이는 연동 간 메타데이터, 설계, 실행, 관리, 데이터, 기반체계, 모델링 등에 대한 범주 내에서 합의사항을 문서화 하는 절차 및 템플릿을 제공한다. 또한 FEAT 편집도구를 함께 개발하여 제공하고 있으며, 이는 FEAT 규격에 맞춰 합의사항을 편집하고 문서화 기능을 갖는다.

4. LVC 인증시험체계 구성안

어떠한 기술 표준에 대한 적합성 인증시험이란, 시험 대상이 해당 표준을 준수하여 구현되었는지를 검증하는 시험이다. 현재 M&S 기반 아키텍처 중에서는 HLA 표준에 대해서만 HLA를 활용하는 M&S 체계를 대상으로 공식적인 인증시험이 실시되고 있다. 다수의 M&S 체계 간 연동을 통한 훈련을 실시하고자 할 때, 각 모델들에 대한 연동능력 구현 및 이에 대한 검증은 필수적인 요소이다. 따라서 향후 원활한 LVC 합성전장체계 구축 및 운용을 위해서는 연동에 대한 절차와 상호합의가 DSEEP과 FEAT 표준을 준수하여 설계되고 구현되었는지에 대한 검증이 함께 이루어져야한다. 이와 관련하여 기품원에서는 LVC 적합성 인증시험 개발을 위한 연구를 진행하고 있으며, 기존에 수행 중인 HLA 인증시험체계를 활용한 LVC 적합성 인증시험 체계의 구성안을 개략적으로 두 가지로 구상 중이다. 우선 첫 번째 방안은 에뮬레이터를 통한

인증시험 체계 구성방법으로 체계 구성도는 그림 7과 같다. 에뮬레이터에 DSEEP HLA Overlay를 적용하여 대상 M&S 체계를 모의토록 하며 이때 FEAT를 통한 서비스 기능 동작과 SDEM²⁷을 사용하여 연동데이터를 에뮬레이터²⁸에 입력한다. 에뮬레이터는 기존의 HLA 적합성 인증시험 체계 중 가상모의생성도구(SimTest)를 활용하여, 이를 통해 대상 M&S 체계의 DSEEP 절차 준수여부와 FEAT에 명시한 대로 시뮬레이션 환경 내 합의사항을 준수하여 구현되었는지에 대한 검증이 가능하다.

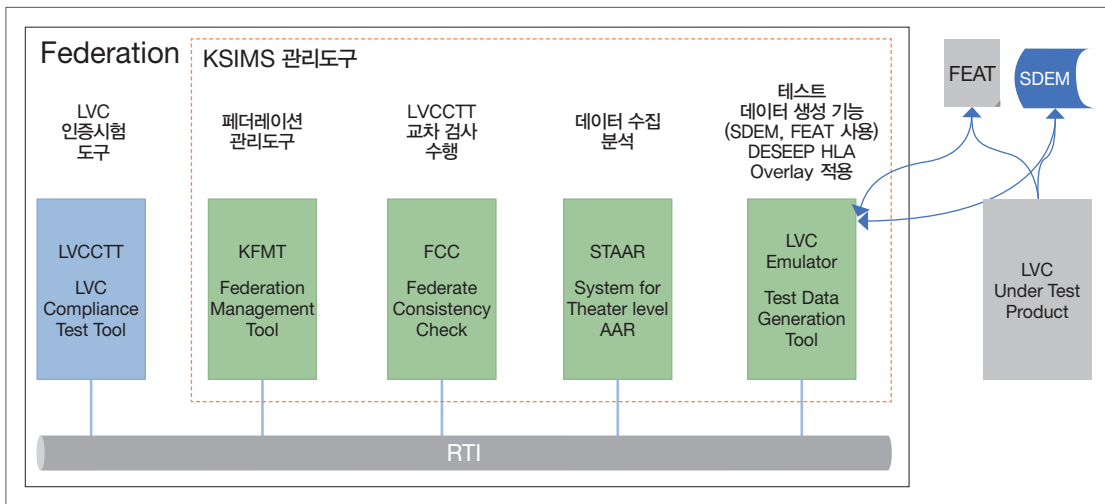


그림 5 에뮬레이터를 활용한 LVC 적합성 인증시험체계 구성(안)

두 번째 구성방안은 게이트웨이 기반의 인증시험 체계 구성방안으로 그림 8과 같다. 이기종 프로토콜(DIS, DDS, HLA 기반)을 사용하는 LVC 체계는 필연적으로 게이트웨이를 통해 타체계와 연동을 하게 된다. PDU²⁹은 DIS 기반의 객체모델이며, HLA 기반의 객체는 Instance, Object Class, Interaction Class 등이 존재한다. 게이트웨이를 이용하여, 인증시험체계에서는 인증대상체계의 시험 대상항목을 FEAT와 SDEM의 정보를 통해 수집하고 게이트웨이를 통해 인증대상체계로부터 발생하는 정보를 수집하여 상호 비교를 통한 서비스 및 데이터에 대한 검증이 가능하게 된다.

27 Simulation Data Exchange Model, 정보 교환 데이터 모델

28 Emulator, 다른 장치의 기능적 특성을 복사하거나 다른 장치와 동일하게 실행되도록 설계된 장치

29 Protocol Data Unit

LVC 연동 아키텍처 기술 동향

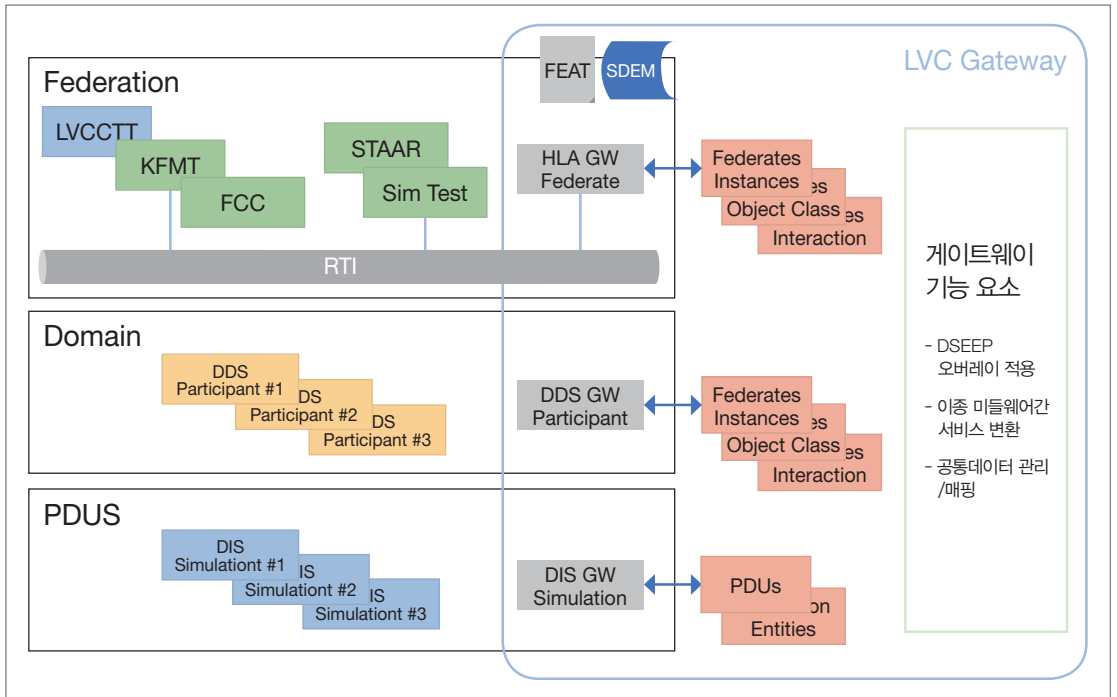


그림 6 게이트웨이를 활용한 LVC 적합성 인증시험체계 구성(안)

첫 번째 방안은 인증 대상체계가 DSEEP, FEAT 절차를 잘 준수하였는지에 대한 확인과 LVC 체계 간 합의사항 및 연동데이터가 적절한지에 대한 검증을 위한 방법이며, 두 번째 방안은 인증 대상체계의 발생하는 송수신 데이터를 직접 수집하여 분석함으로써 대상체계에 대한 직접적인 검증이 가능하다. 기품원에서 보유하고 있는 HLA 적합성 인증시험 체계를 활용하여 LVC 적합성 인증시험체계를 개발하여 LVC 적합성 인증시험을 실시한다면, 향후 대규모의 LVC 합성전장체계를 구축함에 있어서 상호운용성 보장 및 연동기반 기술 확보에 큰 도움이 될 것으로 생각된다.

LVC 연동 아키텍처 기술 동향

5. 결론

미국에서는 2000년대부터 LVC 연동에 대해 관심을 갖고 점진적으로 연구를 수행하며 M&S에 대한 총괄기관 등을 통해 LVCAR을 추진하여 LVC 연동을 위한 표준, 지침, 절차, 기술 요소 등에 대한 전반적인 연구를 병행하였고, 각 군에서 LVC 연동체계 개발에 적용하였다. 이를 통해 LVC 연동을 통한 다양한 훈련이 실시되고 있으며, LVC 연동을 위한 여러 표준 및 기술요소들이 갖추어진 상태이다. 현재 국내에서도 LVC 연동에 대한 필요성이 지속해서 제기되고 있으며, 기술 수준이 점차 향상되어가고 있다. 국내에서도 인터페이스 개발 및 데이터 변환을 통한 1:1 연동기술을 통한 일회성 연동이 아닌 DSEEP, FEAT 등의 표준을 적용한 연동 절차 및 데이터 등에 대한 표준화를 통한 상호운용성 확보방안을 고려하여 LVC합성전장체계 개발을 추진해 나아가야 할 것이다. 또한, 선진국처럼 국내에서도 향후 LVC 연동체계가 증가하며 훈련에 적용될 것으로 예상되므로, LVC 연동에 대한 검증을 위한 LVC 적합성 인증시험체계에 대한 연구가 필요하다.

참고 문헌

- 1) A Funny Thing Happened on the Way to an LVC Integration:Great Training, 04E-SIW-065, 2004.
- 2) F-16s Operate With Virtual F-22s During Training Event, Aviation International News, 2016.8.
- 3) Live, Virtual, Constructive Architecture Roadmap Implementation Project, JTIEC,
- 4) Towards a persistent capability for NATO MTDS, NLR-TP-2016-470, 2016.11.
- 5) 위탁연구 최종보고서(LVC 기반 분산환경 연동 기술), 국방과학연구소, 2014.9.
- 6) LVC 통합 훈련모의 체계 개발사례 분석, 국방과학연구소, 2007.4.
- 7) IEEE1730-2010 IEEE Recommended Practice for Distributed Simulation Engineering and Execution Process (DSEEP), IEEE, 2010.
- 8) 1730.1-2013 - IEEE Recommended Practice for Distributed Simulation Engineering and Execution Process Multi-Architecture Overlay (DMAO), IEEE, 2013.
- 9) Asystems Engineering Perspective on the Development and Execution of Multi-Architecture LVC Environments, The Johns Hopkins Applied Physics Laboratory, 2010.
- 10) HLA 인증시험체계 고도화 연구 보고서, 국방기술품질원, 2017.

조종사용 야시장비 기술동향

1. 개요

적의 공격을 받고 있거나 시야가 좋지 않은 적대적 환경에서 야시경 기술 발전이 더 안전하게 비행하기 위한 기반을 마련하고 있다. 센서 및 영상체계는 전 세계의 군용 헬기 조종사를 위한 추가적인 눈 역할을 한다.

대부분의 회전익 항공기 조종사는 빛이 부족한 상황(햇빛이 없는 밤이나 날씨로 인해 시야가 영향을 받는 경우)에서 임무를 수행해야 하는 순간을 겪게 된다. 야시 장비를 이용하면 군 조종사가 그러한 상황에서 작전을 수행할 수 있다. 야시장비는 새로운 기술을 통합하고 조종사의 위험 부담을 줄이며 최대한 편의성 있는 사용이 가능하도록 지속적으로 기술이 발전하고 있다.

고글 형태의 야시 장비 기술은 헬멧 및 항전장비와 함께 사용 가능하지만, 이제는 모든 능력을 하나로 통합하여 운용 절차를 간소화하고 여러 개의 착용형 체계로 인한 무게 부담을 줄이는 방향으로 발전하고 있다.

2. 야시장비 기술동향

가. 전투기에서 군용 헬기 분야로 기술 진화

전투기 시장에서는 F-35 같은 5세대 항공기가 기내 디지털 네트워크 및 센서 융합을 위한 길을 열고 있으며, 이러한 발전이 군용 헬기 시장에도 영향을 미치고 있다. BAE시스템스사의 스트라이커(Striker) I 헬멧은 유로파이터(Eurofighter)사의 타이푼(Typhoon) 및 사브(Saab)사의 그리펜(Gripen) C 같은 전투기에 사용되어 온 아날로그 제품이다. 그러나 F-35가 개발되면서 BAE시스템스사가 이를 위한 헬멧체계 개발 계약을 맺고 스트라이커 II라는 디지털 파생형을 개발하게 되었다. 이러한 개발과 함께 스트라이커 헬멧이 헬기 시장에도 진출하여, 고정익 전투기용 버전과 동시에 회전익 헬기용 버전이 개발 중이다.



그림 1 야간 작전 수행시 야시장비 기술

스트라이커 II는 양안형 헬멧장착 장비로서 센서 오버레이 기능이 통합되어 있으며 작전 수행을 기록하여 나중에 재생할 수 있는 디지털 야시 능력을 갖추었다. BAE시스템스사에서 헬멧장착·머리착용형 체계제품 관리자인 앨릭스 캐머런은 이 장비가 투시형 장비이기 때문에 조종사에게 제공되는 정보가 실제 영상에 증강현실 기술과 함께 덧씌워진다고 설명했다.

또한 캐머런은 셰퍼드(Shephard)사와의 인터뷰에서 매우 정확하게 덧씌워진 상태로 정보가 제공되는데, 조종사에게 필요한 정보를 적절한 맥락에서 적절한 위치, 적절한 시점에 전달하여 업무 수행 능력을 개선한다는 측면에서 매우 중요한 부분이라고 말했다.

스트라이커 II가 진정한 양안형 장비이기 때문에 조종사의 눈 각각에 영상이 수신되며 그에 따라 시야가 더 자연스럽게 또한 센서 영상도 제공하여, 플랫폼에 탑재된 센서나 다른 어딘가에 있는 센서, 또는 머리 부분에 장착된 야시 카메라에서 동영상이 전달될 수 있다.



그림 2 해리스사의 ANVIS

캐머런이 언급한 다른 큰 변화는 디지털 야시 카메라 추가로 이는 헬멧에 통합되어 기존 야시경보다 훨씬 무게가 가벼우며 낮에서 밤으로 넘어가든 밤에서 낮으로 넘어가든 관계없이 조종사가 헬멧 구성을 바꿀 필요가 없다고 설명했다. 헬멧을 착용한 상태에서 주위가 어두워졌을 때는 카메라를 켜기만 하면 시야가 확보 된다고 덧붙여 설명했다. 이 체계는 야시경과 동일한 스펙트럼 부분을 보지만 특히 저광량 상황에서 추가적인 장점이 존재한다고 한다. 캐머런은 야시경이 제 기능을 하지 못할 상황에서도 유용한 정보를 제공할 수 있고 야시 장비의 한계를 약간 확장하여 조종사에게 더 나은 영상을 제공하게 될 것이라고 강조했다.

그는 디지털방식의 야시장비가 비교적 새로운 기술이며 스트라이커 II가 이와 관련하여 고정익 전투기용 체계 발전을 통해 얻은 이점을 활용할 것이다. 또한, 야시 센서 개발을 위한 많은 연구가 진행 중이며 스트라이커 II는 더 나은 센서가 등장함에 따라 이를 기회로 활용할 수 있다고 덧붙였다.

통합된 야시 카메라는 무게가 200g 미만이며, 헬멧에 카메라를 설치하면서 발생할 수 있는 무게중심의 문제가 없도록 개발되었다. 캐머런은 야시경을 사용한다고 할 때 헬멧 위에 야시경을 착용하고 뒤쪽에 배터리 팩을 장착하기 때문에 야시경의 종류에 따라 600~800g이 추가된다는 점을 고려하면, 무게를 상당부분 절감하게 되는 것이라고 말했다.

또한, 야시경의 무게중심이 조종사가 임무를 수행하기에 적절한 위치에 놓이도록 하고 헬멧이 정확한 균형을 유지하게 하며 헬멧 전체의 질량 분포를 관리하는 데 많은 주의를 기울였다는 것이 큰 특징이다.

나. 상호운용성을 갖춘 통합 개발

스트라이커 I은 전투기 시장만을 겨냥하여 개발되었으나, 미 육군과 특수작전사령부(Special Operations Command)는 시코르스키(Sikorsky)사의 UH-60 블랙호크(Black Hawk) 회전익 항공기에서 여러 파생형을 시험했다. 이는 센서에서 수집한 정보를 헬멧을 통해 보여주는 분산형 센서를 통합하기 위한 것이었다.

조종사용 야시장비 기술동향

이 사업은 10년 전에 미 육군 야시연구실에서 레이시온사를 주계약업체로 선정하여 사업을 추진했다. 회전익 항공기에서의 사용은 스트라이커 II의 중요한 목표로서, 스트라이커 II는 해당 항공기가 운용되는 환경에 대해 별도로 운용시험을 할 예정이며, 이 사업은 헬멧장비의 성능보다는 헬기 운용의 안전성 측면에 더 중점을 두게 된다.



그림 3 조종사의 상황인식 개선

통합하는 문제를 해결하기 위해, BAE시스템사는 기존 플랫폼과 연결이 가능하도록 해당 버전을 조정하는 중이다. 캐머런은 스트라이커 II를 시험 중인 회전익 항공기가 디지털/아날로그 구조 측면에서 ‘하이브리드’라고 설명했는데, 이는 해당 항공기에 다양한 첨단 항전장비 요소가 설치되어 있기 때문이다.



그림 4 헬멧장착 시연기

포함되기 때문에 동영상을 전송하여 임무 보고를 위해 녹화하거나 다른 사용자와 공유할 수 있고, 이를 전송함으로써 다른 항공기에서 조종사가 방금 본 것을 볼 수 있게 된다.

캐머런의 말에 따르면, 이 제품은 현재 머리로 조종하는 센서 영상 및 통합형 야시 능력 시연을 위해 여러 플랫폼에서 비행시험을 진행 중이라고 한다. 회전익 항공기용 체계 시험은 최종사용자가 예산을 지원하고 체계 통합업체가 시험 절차에 참여한다. 스트라이커 II는 현재 기술성숙도 6~7단계에 있으며 전투기용 버전과 비슷한 시기에 인증을 받고 생산에 들어갈 예정인데, 시기는 2~3년 내일 것으로 예상된다.

고정익용 디지털 버전을 아날로그 항공기에 고정익용 디지털 버전을 아날로그 항공기에

야시 능력은 언제든지 켜고 끌 수 있으며, 조종사가 이를 필요로 할 때 즉시 이용 가능하다. 그는 조종사가 일몰 또는 일출 무렵에 비행을 하면서 지평선이 밝은 상태라면 이를 끌 것이지만, 하방을 볼 때나 어두운 계곡으로 들어갈 때는 이를 켜고 싶을 것이라고 말했다.

임무 기록 능력은 야시경에서는 볼 수 없는 능력으로서 이 헬멧 체계가 작전 수행 방식을 변화시킬 것이며 상호운용성은 매우 중요하고 정보를 공유할 수 있는 능력이다. 이제는 헬멧에 야시 능력이

다. 성능과 기술 진화

해리스(Harris)사는 1992년부터 조종사 야시영상체계(ANVIS¹) AN/AVS-6 및 AN/AVS-9

1 Aviator's Night Vision Imaging System

조종사용 야시장비 기술동향

성능개량형을 공급해 왔다. 해리스사의 사업개발 책임자인 크리스천 존슨은 능력의 차이를 만드는 것은 영상 증폭장치의 성능으로, 해리스사가 지난 수년간 가장 많은 개선을 이룬 부분이 바로 그것이라고 말했다.

또한, 다른 부분에서는 근본적으로 바뀐 것이 없으며 유리 광학장치를 사용하여 최대한 가볍게 만들었고, 유리 광학장치는 오랫동안 매우 일관된 능력을 보장해 왔다고 전했다. 존슨은 궁극적으로 폴리머 광학장치를 사용하여 체계를 더 가볍게 만들 수도 있겠지만 이러한 발전은 사용자의 요구를 바탕으로 해야 할 것이라고 덧붙였다. 해리스사는 체계 중량을 더 줄이기 위해 차기 ANVIS 체계에서는 폴리머 광학장치가 포함될 것이며 이에 따라 설계 변경도 함께 이루어질 예정이다.



그림 5 해리스사의 AN/AVS-9

해리스사는 성능지수가 2,300인 증폭장치를 개발 중이지만 이 숫자보다 높은 수준을 보유하고 있다. 또한 존슨은 야시장비에서 가장 높은 성능을 요구하는 것은 항공 무기체계분야지만 지상 보병부대 전투원과의 교차점이 존재한다고 말하며, 현재 미국에서 우선순위 과제로 떠오른 대규모 지상부대 현대화 사업을 진행 중이라고 셰퍼드사에 전했다.

조종사가 항공기에 탑승하여 야시경을 착용하고 전방 시현기를 켜면, 풍속이든 고도든 관계없이 본인에게 제공되는 모든 정보를 받을 수 있다. ANVIS 다음 버전은 이를 체계에 통합하여 시현 능력이 야시경 내에 포함될

예정이며 이러한 다음 버전은 일종의 항공용 증강현실 기술 확인할 수 있을 것으로 예상 된다.

빛이 전혀 없는 환경에서는 증폭장치가 제 기능을 발휘하기 어려운 것이 사실이나, 항공기는 보통 그러한 상황에서는 비행을 하지 않는다. 비행을 할 때 별빛, 달빛, 지상의 빛 등 모종의 주변광은 언제나 있으며 구름이 너무 많아 빛이 전혀 없는 최악의 경우에는 일반적으로 비행에 나서지 않거나 구름 위를 비행하므로 그러한 상황에 놓일 가능성은 낮다.

어떤 식으로든 증폭할 빛이 있기 마련이며 빛이 전혀 없는 경우에는 안전 문제로 인해 비행을 시작하지 않을 것이므로 조종사는 보통 그러한 문제를 겪지 않는다. 고정익 항공기용 기술이 차세대 야시경의 헬기 시장 동향에 계속 영향을 미치는 와중에, 야간비행을 수행하는 조종사의 상황인식은 회전익 항공기 플랫폼의 전투공간에서 특별한 우선순위 과제로 남아 있다.

미국 육군의 분대용 다목적 장비수송로봇 SMET 사업 추진 현황

미국 육군이 2012년 이래 분대용 다목적 장비수송로봇 SMET¹ 사업을 추진하면서 다양한 차량 및 개념을 평가했다. 현재 육군은 2019년에 플랫폼 제작 착수를 희망한다. 멜라니 로버리가 고려중인 여러 가지 방안에 대해 조사하였다.

SMET 사업은 개시 이후 꾸준히 정교화 되어, 현재는 병사 대신 군장을 운반하여 물리적 하중을 경감하는 군수지원 역할을 할 무인지상차량(UGV) 개발을 목표로 한다. 육군은 SMET 사업 계약업체로 팀 폴라리스(ARA²사와 Polaris Defense사), GDLS사, HDT 글로벌사, H&H³사 등 4개 업체를 선정했으며, 각 업체가 제안한 체계를 검토하여 사업 향방을 결정할 예정이다.

2017년 3월에 발표한 육군 로봇·자율체계 전략문서는 하차병사 선도 - 추종 능력을 2020년까지 추진하는 단기 우선과제로 처리했다. 유·무인 팀(MUM-T⁴)의 목표는 다중영역 로봇과 자율 능력을 육군부대에 통합하여 전투병의 모든 기능을 지원하는 것이다.

SMET에 대한 초기 운용개념(CONOPS⁵)과 요구조건은 하차병사를 한 번에 급유 없이 걷는 속도(3km/h)로 72시간 동안 97km 따르는 것이다. SMET는 궁극적으로 자율, 반자율, 원격운용 등 3개 모드에서 운용할 계획이다.

플랫폼은 탑재체 454kg을 수송하고, 정지 간 및 이동 간 각각 3kW와 1kW를 발전하는 능력이 요구된다. 454kg을 탑재하면 분대 각 병사 하중을 45kg씩 줄인다. 하중 경감으로 보병전투여단(IBCT)은 더욱 먼 거리를 이동한다. 탑재 발전능력은 이동 간에도 장비와 배터리 충전을 지원한다.

아울러 모체 차량(marsupial vehicle)으로 꽤 빠르게 견인도 가능해야 한다. 추가된 요구조건에는 정숙 감시(저소음), 범용 제어장치의 호환성, 전복방지, 호송 속도에서 수송능력, 상호운용성, 확장능력 등이 있다. 제작업체는 대당 가격을 10만 달러 이하로 유지해야 하므로, 비용을 최소화하기 위해 대부분의 플랫폼에 가능한 한 상용 기성품(COTS) 기술을 사용하였다.

에너지 효율성과 항속거리도 중요 요구사항으로 규정되었다. 육군이 부대를 빠르게 전개할 필요가 있을 때 하차보병이 기계화부대 및 중무장부대 대비 가장 높은 전투력 밀도를 제공하지만 배치 속도가 느리다. 하차 경보병은 5시간 이내에 32km를 행군해야 한다.

개념적으로 SMET는 부대의 중무장화력, 식량보급품, 식수, 배낭, 탄약 운반을 책임지며, 돌파 및 통로개척 임무 수행도 해야 한다. SMET 2대는 1개 소대에 필요한 물자를 운반할 것으로 생각된다.

병사용 전력(電力)이 작전에 긴요한 지원요소이며, 정찰 임무에 있어서는 필수적이다. 대부분의 SMET는 하이브리드 엔진을 사용하며, 탑재된 발전기는 부대의 장비, 무전기, 배터리를 이동 중에도 충전한다.

상호운용성은 중요한 요구사항이다. 병사가 SMET, 개인용 공통로봇체계 CRS-I⁶, 중량급 공통로봇체계 CRS-H(Heavy)를 사용하려면, 제어장치가 동일한 운용절차 등 공통성을 구비해야 한다. 육군 UGV 제품관리자 코리 베르그 중령은 체계별로 탑재체를 달리 하는 방식으로 개발해서는 안 된다고 말했다.

1 Squad Multipurpose Equipment Transport 2 Applied Research Associates 3 Howe & Howe Technologies

4 Manned Unmanned Teaming 5 Concept of Operations 6 Common Robotic System - Individual

미래형 버전에는 여러 플랫폼에 설치하는 화생방(CBRN) 탐지기와 같은 단일 탑재체가 포함될 가능성이 있다. 베르그 중령은 이렇게 할 경우 플랫폼이 어느 부대에 배속되든 상관없게 된다고 말했다. SMET의 발전기는 통신체계에서부터 사격탐지장비 등에 이르기까지 다양한 탑재체에 전력을 공급할 수 있다고 전문가들이 밝혔다.

육군 군사력 투자 사업관리자인 브라이언 맥베이는 단일 크기로 여러 설계에 두루 적용할 SMET 구현은 쉽지 않은 작업이었다고 말했다. 이를테면, 폭이 넓은 경우 좁은 공간에서 기동성이 제한되고, 폭이 좁은 경우에는 특정 상황에서 똑바로 서 있는 것조차도 어렵게 된다.

표 1 2단계 사업 SMET 플랫폼 4종 성능 규격

SMET 최종 플랫폼 4종의 성능 규격				
	MRZR X	RS2-H1	Hunter WOLF	MUTT
구동방식	차륜형	궤도형	트랙	차륜형/궤도형
엔진	비공개	하이브리드	하이브리드	전기식
견인속도	자료없음	97km/h	80km/h	80km/h
견인력	680kg	907kg	비공개	비공개
중량	853kg	907kg	1,100kg	385kg
전고	1.52m	1.02m	1.17m	1.30m
전폭	1.52m	1.52m	1.40m	1.30m
전장	3.59m	2.30m	2.30m	1.60m
속도	97km/h	비공개	32km/h	13km/h
탑재량	680kg	454kg	450kg	300kg
차량공급 최소전원	3 kW	3 kW	20 kW	1.5 kW
중등판 능력	60%	60%	60%	60%
횡등판 능력	30%	45%	30%	30%
수륙양용	불가	불가	불가	가능

Source: IHS Markit

가령 IBCT는 차량을 향한 또는 비행장에서 집결지로 견인할 때 무게 중심이 낮으며, 폭이 넓고 평평한 차량을 원할 것이다. 그러나 목포 접근 시 보병분대를 따라가기 위해서는 폭이 좁은 플랫폼이 더 나올 수 있다. 브라이언 맥베이 사업관리자는 보병분대 접근이 SMET 기동성만으로 결정되지 않기 때문에 이 두 능력을 어떻게 균형 있게 구현하느냐가 관건이라고 말했다.

미국 육군의 분대용 다목적 장비수송로봇 SMET 사업 추진 현황

1. 실험

지난 수년 동안 다양한 환경에서 여러 차례 육군전투실험(AEWE⁷) 및 연습을 통해 SMET 플랫폼을 시험하였다. SMET 플랫폼 1단계 사업은 2017년 9월 11일부터 10월 14일까지 조지아주 포트 베닝에서 실시된 제작업체 솔루션 평가로 진행되었다.

맥베이 사업관리자는, 베르그 중령 팀이 10개 업체를 초청했다면서, 5일 간 시연을 통해 체계를 평가했다. 무게 측정을 비롯한 도섭 및 늪지대 통과 그리고 험로 주행 능력 등 모든 사항을 시험하였다고 말했다. 베르그 중령은 기동성, 수송능력, 발전능력 그리고 발전 도중 배터리 충전 가능 여부와 장비 생존성 등 9개 평가항목을 정해 시험하였다고 말했다. 소음시험을 실시했으며, 정비도, 원격조종 성능 그리고 군수와 관련하여 어떤 훈련이 가능한지를 평가하였다고 덧붙였다.

포트 베닝에서의 1단계 평가를 위해 '기타거래권한(OTA⁸)' 계약을 체결한 9개 제작업체는 GDLS사, 북미 로보팀(RNA⁹)사, 록히드마틴사, H&H사, HDT¹⁰사, AM 제너럴사, AMBOT사, 플라시스사 팀, 북미 키네틱스사였다. OTA 방식 계약을 통해 정부는 많은 경우 통상적인 획득 절차를 밟지 않고도 사업을 추진한다.

최종 4개 업체 선정은 시연된 성능, 전반적인 지원 및 군수 패키지, 기술적 측면, 비용 제안 등을 기준으로 하였다.

2회에 걸쳐 상이한 기동성 시험을 실시하였는데, 베르그 중령은 72시간 이내에 포트 베닝의 수목지역을 통과하여 60마일을 이동해야 했다. 또 60마일을 이동한 후 60° 경사지역을 등판하고 횡경사 지역을 횡단하였다. 이 시험을 통해서는 선회 반경, 질주 속도, 오르막길/내리막길 종경사 및 횡경사 등판, 도섭, 간격 극복, 견인 속도 등이 평가되었다고 말했다.

또 베르그 중령은 상이한 엔진 모드에서 몇 차례 소음시험도 실시했다면서, 전기 모드에서는 거의 차량 탐지가 어려웠으나, 하이브리드 엔진을 가동하자마자 적지 않은 소음이 차량에서 발생했다고 말했다. 맥베이 사업관리자는 목표 지점 1~2km 거리에서는 소음 발생을 걱정했지만, 집결지 인근에서는 그렇지 않았다고 병사들이 개진한 의견을 전했다.

2. 최종 4개 업체 선정

육군은 2017년 12월 14일 SMET 사업 2단계를 위해 NAMC¹¹ 구성업체들의 4개 제안 플랫폼을 선정하였다고 발표했다. 선정된 업체는 플라시스사 팀, GDLS사, HDT 글로벌사, H&H사이다. 육군은 추가 시험을 진행하기 위해 다양한 형상으로 된 최종 4종의 SMET를 각각 20대 구매할 계획이다.



그림 11 완전한 수륙양용 기능을 구비한 MUTT UGV(타이어 트레드 특수설계로 수중에서 추진)

GDLS사가 제안한 다목적 로봇 MUTT¹²는 4×4 플랫폼으로 중량 375kg이고, 13km/h 속도로 이동한다. 각 구동장치에 1개씩 있는 2개 모터를 이용한 완전 전동식이며, 항속거리 연장을 위해 연료 구동식 발전기를 탑재할 수도 있다.

MUTT는 해병대 시연을 거쳐 2014년 10월 워싱턴 DC에서 개최한 육군협회(AUSA) 주관 방산전시회에 처음 공개되었다. 캐나다 소재 아르고(Argo)사가 제작한 J5 UGV에 기반을 두었다.

전륜구동 방식의 이 차량은 1시간 이내에 바퀴를 4개 궤도(4개 개별 허브에 장착된 고무 궤도)로 교환하여 접지압을 크게 낮추므로 지상 이동 능력을 향상한다. 크기가 큰 바퀴와 새시 설계로 속도와 탑재 중량이 반감하지만 수륙양용 능력을 발휘한다. 차량이 물위를 떠서 추진 가능토록 타이어 트레드(접지면)를 특수 설계한 공압 타이어를 장착하였다.

GDLS사의 덴 로저스 로봇제품 사업관리자는 MUTT 플랫폼을 이용하여 다양한 연습 및 시연을 실시하였다면서, MUTT 계열의 자율 플랫폼은 지난 3년 동안 24차례 이상 육군과 해병대의 전투원 평가 및 실험에 참여했다고 말했다. 이 평가 및 실험에는 사막, 정글, 설상, 복잡한 도시지형 등에서 실시한 운용평가도 포함된다.

로저스 제품관리자는, SMET 시험에서 보여준 MUTT 플랫폼의 성능을 언급하면서 MUTT 플랫폼은 전기를 동력원으로 사용하여 SMET 1단계 시험들을 모두 완료했다. 가령 쓰러진 나무를 비롯하여 대개 선회할 수 없는 좁은 공간이 많은, 나무가 우거진 구릉 지대를 10마일 정도 주행하는 시험도 실시하였다. MUTT 플랫폼은 1~4개의 배터리 팩을 사용하는 완전 전기 구동식으로 제작하여 30마일을 주행한다고 말했다.

MUTT 플랫폼은 또한 무장 플랫폼(W-MUTT) 버전으로 제작하여 육군이 시험하였다. 장착 가능한 무기에는 중기관총, 경기관총, 60mm 박격포 등 다양한 종류가 있다.

수송 능력은 GDLS사가 주안점을 둔 요구사항이라면서, 로저스 제품관리자는 MUTT 플랫폼은 V-22, CH-53, CH-47 내부에 탑재하여 공수하여 공중 투하한다. 또 차륜형 전술차량으로 견인하거나 슬링을 사용하여서도 운반한다고 말했다.

HDT 글로벌사의 헌터(Hunter) 울프(WOLF¹³)는 6×6 스키드 스티어 솔루션을 채택하여 60cm 깊이의 물을 도섭한다. 차량은 각각 전동 구동되는 6개의 트웰(Tweel) 바퀴를 장착하였다. 타이어와 휠을 일체화한

미국 육군의 분대용 다목적 장비수송로봇 SMET 사업 추진 현황



그림 2 HDT사의 헌터 울프 플랫폼(타이어와 휠을 일체화한 무공기 타이어 미쉐린 트윙클을 장착)

무공기 타이어 트윙클은 신축성 있는 스포크(바퀴살)와 휠이 고무 트레드에 둘러싸인 구조이다.

트윙클 바퀴는 깊게 쌓인 눈 위에서는 성능에 제한이 있어, HDT사는 필요에 따라 장착 가능한 궤도 키트를 개발 중이다. 그러나 HDT 글로벌사의 엔지니어링 담당 톰 벤 도렌 부사장은, 트윙클 바퀴의 접지면적이 꽤 넓기 때문에 트랙션이 우수하며, 진흙과 같이 매우 연약한 지반 위를 지날 때 접지압을 낮춘다고 말했다. 벤 도렌 부사장에 따르면, 포트 베닝 실험에서 HDT 글로벌사의 설계 방식이 입증되었다고 한다.

하이브리드 구동 방식의 플랫폼은 중량 1,100kg이며, 32km/h 속도로 이동한다. 또

상호운용성 표준방안 IOP¹⁴를 준수하며, 80km/h 속도로 견인한다. 정지 간 디젤 발전기로 20kW의 전기를 생산하도록 제작되었다.

헌터 울프 플랫폼은 내연기관용 JP-8 또는 디젤 연료를 사용하여 450kg 탑재체를 적재한 채 100km 이상을 이동한다. 재보급 없이 72시간 동안 운용하며, 배터리 소진 시에는 130hp 출력의 엔진이 자동 작동하고, 엔진/발전기는 연료가 최저 수준일 경우에도 배터리 충전이 가능하다. 전기식 하이브리드 구동계는 정속 운행 및 정속 감시 능력을 개선해 준다. 플랫폼은 액체 냉각식 리튬 이온 배터리 팩을 사용한다. 이 플랫폼은 폭이 56인치로 상대적으로 좁기 때문에 밀집환경이나 삼림지역의 수목 또는 장애물 사이 통과가 더욱 용이하다.

시험팀은 도섭 능력 등을 시험하기 위해 다양한 구간과 조건에서 60마일 코스를 이동했다. 벤 도렌 부사장은 헌터 울프 플랫폼은 23시간 만에 코스를 완주했으며, 이 기록은 선두를 다투는 경쟁 플랫폼보다 6시간이나 빠른 기록이라고 말했다. 이 플랫폼은 원격조종무장장치, 쇄사슬 도리깨, 지뢰제거용 롤러, 원정용 경량 교량, 굴삭기 키트, 이중 들것 설치대 등 다수의 임무 키트를 이용하여 시연하였다.

HDT 글로벌사는 새시 내부에 발전기와 배터리를 격리 설치하여 열 신호 노출을 줄였다. 회사는 헌터 울프 2단계 SMET 제안 시 추가적인 개선을 계획한다. 향후 헌터 울프는 소음을 보다 줄이고 안전성과 신뢰성을 보다 강화한다는 계획이다.

폴라리스사 팀의 MRZR X 플랫폼은 폴라리스사, ARA사, 네야 시스템스사 팀이 공동 개발하였다. 회사 대표의 말에 따르면, 차량은 소음 시험뿐만 아니라, 삼림지역 주행 시험에서도 좋은 성적을 거두었다고 한다. 폴라리스사는 37.8°C 온도 조건에서도 차량을 시험 하였다.



그림 3 유무인 겸용이 가능한 MRZR X 플랫폼(폴라리스사의 4인승 MRZR 차량에 기반)

ARA사의 매트류 포드햄 무인체계 및 보안제품 부문 차장은 MRZR X는 미 육군이 이미 재고로 보유하여 친숙한 것이 장점이다. 생산 가격도 낮추고 전 세계 지원 서비스가 가능하다. 조작 및 정비가 용이하며, 스위치 조작만으로 무인 모드에서 유인 모드로 바꾼다고 말했다.

MRZR X는 최종 4개 제품 중 유무인 겸용이 가능한 유일한 차량이다. 차량은 탑재체를 싣고 이동 시 분대원의 도보 속도와 보조를 맞출 뿐만 아니라, 유인 모드로 전환하여 80km/h 속도로 이동한다. 견인이 필요 없는 것이 또 다른 장점이다. 이 플랫폼은 미 육군, 해병대, 특수작전사령부에 도입된 4인승 MRZR-D 플랫폼(디젤연료 사용)에 기반을 둔다. 4륜구동 방식으로

진흙과 모래와 같이 까다로운 지형에서도 운행한다.

M(Military) RZR 4 플랫폼은 상용 RZR 제품의 군용 버전으로 경량 관형/박스 섹션 공간 프레임 형태 새시는 민수용과 동일하다. 군용 버전은 폭이 더 좁고, 개량형 현수장치, 후방 모듈식 화물 데크, 접는 롤 케이지, 비드락(beadlock) 방식 런플랫 타이어, 조명/전장 부품 개량 등이 특징이라는 점에서 민수용과는 차이가 있다. 더욱 좁은 폭(1.52m)과 접는 롤 케이지(1.52m)로 인해 이 차량은 벨-보잉사의 V-22 오스프리 틸트로터기 내부에 탑재하여 공수한다. 후방에 설치된 견인 고리로는 중량 680kg의 적재물을 견인한다. 아울러 전방에 설치된 인양 윈치, 등화관제 및 적외선 조명장치, 발판(러닝보드), 브러시 가드 등을 장착한다. 옵션에는 예비 바퀴, 추가 수납공간, 승무원이 운용하는 무장장치 등이 포함된다.

MRZR X 제작은 미네소타주 로조 지역 소재 폴라리스사 생산시설에서 이루어지며, ARA사 및 네야사가 부가 키트를 생산할 예정이다.

H&H사의 RS2-H1은 이중 궤도형, 전지형 주행, 높은 토크의 전기구동식 디젤 하이브리드 플랫폼으로 중량이 907kg이며, 장갑 방호 삽입 키트를 포함할 경우에는 약 998kg이다.

차량은 디젤 또는 JP-8을 연료로 사용하며 엔진은 후방에 장착된다. 리튬 이온 배터리 또한 전력 공급에 사용되며 발전기도 장착된다. 내연기관의 과도한 소음(消音) 조치는 되레 소음(騷音) 공해를 야기한다. 그러나 회사의 마이크 호우 공동창업자는 이러한 현상은 단련된 배기관과 엔진을 사용하여 경감시키며, 열 신호도 줄인다고 설명했다.

호우 공동창업자도 RS2-H1은 통합 견인 바퀴를 이용하여 호송대 뒤에서 97km/h의 동일한 속도로 견인한다. 견인 바를 접어 넣음으로써 트레일러 바퀴를 차량 각 측면에 있는 튜브 속에 수납하고, 차량을 1분 이내에 전개시킨다. 견인 바는 모(母) 차량에 부착한다고 말했다.

미국 육군의 분대용 다목적 장비수송로봇 SMET 사업 추진 현황



그림 4 탑재 중량 454kg인 RS2-H1 플랫폼

이 플랫폼은 스키드 스티어 능력을 구비하며, 최대 60% 경사를 등판한다. 또 45% 측면 경사를 이동하고, 도섭 능력을 갖추었다.

UGV는 탑재 중량이 454kg이며, 높은 토크와 이중 궤도 체계 덕분에 자체 중량과 동일한 중량을 견인한다.

갈퀴(Raker) 메커니즘 형태로 된 급조폭발물(IED) 격퇴체계를 차량 전면에 장착한다. 갈퀴는 모래 지형 및 기타 연약 지반에서 굴토 및 지뢰 탐지에 사용한다. 휴대형 무기 설치 조종간 또는 허리 주위에 두를 수 있는 빨리 팩 제어장치(고해상도 비디오 포함)를 이용하여 차량을 운용한다.

호우 공동창립자에 따르면, 최종 SMET 평가에서 플랫폼은 454kg 중량을 탑재한 상태에서 29시간이 조금 넘는 시간 동안 97km 거리를 3.2km/h 속도로 이동하였다고 한다.

CROWS 원격조종무장장치를 장착한 무장 UGV 형상으로 제한된 시험도 실시하였다.

호우 공동창립자에 따르면, 다음 단계를 위한 차량 20대 생산은 메인주 워터보로 지역에 위치한 회사 시설에서 이루어진다고 한다.

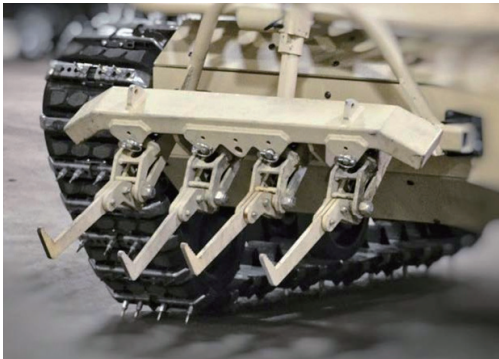


그림 5 RS2-H1 플랫폼의 IED 격퇴체계 갈퀴 근접 사진

3. 미래 평가

SMET 2단계는 2018~19회계연도 중 운용기술시연(OTD¹⁵)이 실시되며, 이를 위해 육군은 각 SMET 계약업체로부터 차량 20대를 구매하여 IBCT에 배치해 향후 교리 발전을 도모할 예정이다. 육군은 현재 다른 미국 연방 정부기관과 마찬가지로 신규 사업 개시나 생산을 변경을 금지하는 잠정예산안(Continuing Resolution)에 따라 운영되기 때문에 이들 업체들은 아직 계약을 체결하지 못했다. 기사 작성 시점 현재 2018회계연도 세출예산안이 통과되지 않았기 때문에 계약을 체결할 수 없다.

육군은 이들 차량을 뉴욕주 포트 드럼 및 켄터키주 포트 캠벨로 가져가서 시험할 예정이다. 눈이 많은 포트

드럼 지역과 기온이 높은 포트 캠벨 지역은 다양한 환경에서 차량을 시험할 수 있는 여건을 갖추었다. 또 상이한 기능을 가진 각각의 차량에 다양한 과업을 부여하여, 전술·장비/병력운용방법·절차(TTP¹⁶)도 정교화 한다는 계획이다.

맥베이 사업관리자는 2019년에 실시되는 기술시연을 앞두고 육군은 SMET를 지휘관에게 제공하는 것을 비롯하여 IBCT 내부 또는 편제 자산과 함께 운용, 그리고 분대 배치 시 SMET가 분대를 추종 및 지원하는 것과 분대가 SMET를 지원하는 것 등 여러 가지 방안을 검토할 예정이라고 말했다.

무인차량에 대한 병사들의 의견은 육군이 가장 적합한 차량을 결정하는 데 도움이 되며, 혼합운용이 하나의 선택지가 될 수 있다. 맥베이 사업관리자는 미국 내 두 곳의 다른 장소에 있는 2개 여단에서 시험을 실시하여 최적의 솔루션 도출에 필요한 실사용자의 의견을 취합할 계획이다. 그리고 이러한 의견과 시험을 바탕으로 최종 형태를 선정한다는 방침이나, 한 종류 이상을 선정하여 혼합 운용할 가능성도 있다며, 현재로서는 어떤 SMET 플랫폼이 유력한지 모른다고 전했다.

TTP 및 CONOPS 과제의 일부는 SMET 요구조건 정교화이다. SMET 사업은 시험과 시연을 계속하여 보다 발전되리라는 데는 의심의 여지가 없다. 이미 사업 초기에 제시된 요구조건은 변경되었으며, 앞으로도 점진적 배치 과정에서 많은 것이 추가로 수정된다. 하드웨어와 기술 개발도 중요하지만, 신뢰감을 가지고 이 장비를 실제 사용하게 될 병사들의 동의를 얻는 것도 그에 못지않게 중요하다.

병사들의 다양한 피드백 의견과 관련하여, 맥베이 사업관리자는 의견이 모두 제 각각일 수 있으며, 이등병의 의견이 병장과 다를 수 있고 중위나 여단장이 다를 수 있다고 말했다.

이러한 점과 더불어 부대마다 요구사항이 상이하기 때문에 육군은 2개 여단을 대상으로 SMET 야전시험을 실시한다는 계획이다. 그는 SMET 체계를 2개 여단에서 시험하는 한편, 측정 가능한 환경에서 체계가 할 수 있는 것과 할 수 없는 것을 식별하기 위해 육군시험평가사령부(ATEC¹⁷)에서 개발 시험을 진행 중이라고 말했다.

계약 체결 30일이 지난 후 4개 제작업체 각각은 첫 번째 차량을 제작하여 납품 준비를 마쳐야 한다. 2단계 기간 중에는 전체 중점을 성능과 안전성에 둘 예정이다.

베르그 중령은 사업 1단계에서 계약업체는 자체 안전시험을 실시했고, 2단계에서는 시험기관에 의뢰하여 안전성을 추가로 확인할 계획이라고 말했다. 덧붙여, 그 이후에 차량을 병사들에게 제공하여 1단계에서 검토한 모든 능력을 다시 한 번 확인하고 추가 개선이 필요한 부분에 대해 병사들의 의견을 수렴할 예정이며, 결과적으로 최종 배치되는 체계는 지금의 모습과 많이 다르게 될 것이라고 덧붙였다.

한편 중요 요구조건으로 설정되지는 않았으나, 수송능력도 중요 고려 사항으로 간주된다. SMET를 UH-60 블랙호크 헬기(제101공정사단 주둔지 포트 캠벨)뿐만 아니라, CH-47 치누크 헬기에 여러 대를 수송하는 방안이 고려된다.

미국 육군의 분대용 다목적 장비수송로봇 SMET 사업 추진 현황

4. 구조

SMET는 요구되는 중량 이상을 탑재할 수 있을 정도로 충분히 크게 할 필요가 있으나, 좁은 정글지역 등과 같이 유인차량으로는 어려운 지역을 갈 정도로 충분히 작게 할 필요도 있다.

SMET를 모듈식으로 만들 경우, 야전에서 특정 모듈을 대체하여 비용을 낮게 유지할 것이다. 향후 수년 동안 새시와 하드웨어는 크게 바뀔 가능성이 없어 보이나, 소프트웨어 키트 및 자율 패키지는 빠르게 바뀌고, 진화할 가능성이 높다. 따라서 전자장치와 컴퓨터를 필요에 따라 최신화하기 위해서는 모듈성이 중요하다.

사업의 일차적 중점은 병사 하중 경감이지만, 미래 탑재체도 배제할 수 없다. 사업이 진행됨에 따라 육군은 IOP 준수 아키텍처를 활용하여 더 많은 탑재체를 추가할 것이며, 이는 현재 요구조건이 필요에 따라 바뀌는 것과 크게 다르지 않다고 맥베이 사업관리자는 전했다.

즉 화생방(CBRNE¹⁸) 모니터, 무인항공체계(차량을 기본 플랫폼으로 사용), 지뢰제거 쟁기 또는 삽날과 같은 공병 탑재체, 통로개척체계 등과 같은 다양한 탑재체가 장착될 것이다.

육군은 2019회계연도 2분기에 장비개발 결정을 하여, SMET 사업을 공식적인 추진등재사업으로 진행하고, 3분기에 4개 제작업체 중 1개 업체와 양산계약을 체결한다는 계획이다.

5. 해설

시작하기까지는 매우 더뎠지만, 일단 착수하자 육군은 일사천리로 SMET 사업을 진행하고 있다. 제인스사가 파악한 바에 따르면, SMET는 모듈식 플랫폼이 되어 다수의 임무 수행이 가능하도록 다양한 탑재체를 싣고 필요 시 수시로 교환할 것이라고 한다. 현재 SMET 사업은 군수분야에 중점을 두지만, 기술시연 진전에 따라 미래 요구조건도 지속적으로 진화할 것임에 분명하다. 현재 4개 제작업체에서 차륜형, 궤도형, 트릴, 유무인 겸용 등 다양한 방식이 시도되는 상황에서 과연 어떤 플랫폼이 모든 요구조건을 충족시키고 최종 낙점될 것인가를 지켜보는 것은 흥미롭다. 제인스사는 다양한 실제 작전환경 요구조건으로 인해 복수 플랫폼이 선택되어 운용될 것이라는 관측을 내놓았다.

출처 SMET advances: US Army selects its robot 'mules' for the next phase, Jane's by IHS Markit (2018. 2. 7.)

이탈리아의 잠수함 전력 및 기술 동향

1. 개요

유럽 해군의 수중 활동이 증가하고 있는 가운데 이탈리아 해군은 수중 능력을 향상시키기 위해 잠수함 전력강화 계획을 발표했다.

유럽 전구에서 해군활동 증가는 유럽의 전략적 불안정 요인이 된다. 오늘날 유럽 내 많은 국가 해군의 운용방식을 보면, 일일 단위로 해상 배치가 실시된다. 평시에 해군의 이러한 해상 주둔은 해상 교통로(SLOC¹)를 따라 자유로운 무역활동 지원, 해상 안보위협(예: 자원보호, 테러활동, 다양한 형태의 밀수활동)의 완화 및 관리, 해양영역인식(MDA²) 체계 구축, 국가이익을 위협하는 위협의 억제 등에 기여한다.

유럽 지역 내 해군 활동이 수중 영역을 중심으로 활발히 전개되면서, 수중이 전술적·전략적 경쟁의 장으로 변모하는 있는 가운데 북대서양 조약기구(NATO) 해군은 기존 그리고 새롭게 출현하는 위협에 대처하기 위해 잠수함 전력을 활용하고 있다. 또 몇몇 NATO 해군은 특히 증가하는 러시아의 해군활동으로 인한 해상 경쟁에서 균형을 달성하기 위해 공중·해상·수중 영역에 투입되는 전력 규모를 증가시키는 방안을 검토 중이다. 러시아의 수중 전력 발전은 유럽 역내에서 추진되고 있는 잠수함 사업 수를 늘리는 주요 원인이 되고 있으며, 유럽 국가 해군들은 수중 영역에서 국가적 우세 나아가 서방세계의 우위를 유지하기 위한 취지로 (때로는 많은 수의) 새로운 함정을 도입하고 있다. 이탈리아 해군이 이러한 추세를 보여주는 좋은 예이다. 이탈리아는 1988~95년 사이에 취역한 개량형 사우로급 잠수함 4척, 2006년에 운용을 시작한 신형 Type 212A(T212A) 토다로급 디젤-전기 잠수함 4척 등 현재 디젤-전기잠수함(SSK) 8척을 운용하고 있다. 토다로급 잠수함 중 가장 최신의 잠수함은 2017년 5월에 취역한 로미오 로메이 잠수함이다. 제휴협정에 따라 신규 잠수함 4척은 독일에서 설계되어 이탈리아에서 건조되었다.

사우로급 잠수함 4척은 2022년께 퇴역할 예정이기 때문에 이탈리아 해군은 잠수함 2척을 추가로 구매하는 계획을 2015년에 발표했다. 잠수함 수를 6척으로 늘린다는 구상은 2016년 해군 잠수함사령관 다리오 지아코민 소장의 언급으로 더 힘을 받게 되었다. 그는 오슬로에서 개최된 유럽 수중전기술(UDT³) 컨퍼런스에서 해군이 전체 과업을 수행하고, 문제가 되는 지역, 특히 지중해 전구를 담당하기 위해서는 잠수함 수가 최소 6척은 되어야 한다고 말했다.

1년 후 브레멘 지역에서 개최된 2017 UDT 컨퍼런스에서 이탈리아는 잠수함 4척의 신규 조달계획을 확인했으며, 이로써 잠수함 숫자는 8척으로 더 늘어나게 되었다. 이탈리아 국방부 잠수함사업담당관 마우리치오 카나로주 해군대령은 컨퍼런스에서 이탈리아가 사우로급 잠수함 4척을 1대1 방식으로 대체함으로써 잠수함 전력을 개선할 것이라고 말했다. 또 이들 잠수함은 모든 분야에서 새로운 첨단 능력을 갖춰 이탈리아 해군이 지중해 지역에서 주도권을 유지하는 데 크게 기여할 것이라고 그는 덧붙였다. 가령 강화된 성능의 센서와 신형 무기 탑재체, 더욱 증대된 순항속도(transit speed), 보다 늘어난 작전일수, 한층 개선된 스텔스 기능 등이 그 예이다. 알려진 바에 따르면, 잠수함 8척 전력 수준을 유지하기 위해 1회에 2척씩 2회에 걸쳐 잠수함을 조달한다고 한다.

2. 이탈리아의 잠수함 소요

이탈리아 해군이 잠수함 6척을 보유할 경우, 해상에 3~4척을 유지할 수 있다. 그러나 이러한 가용 전력도 심지어 모항 가까이에서 전개하더라도 운용이 녹록하지 않는 것으로 나타났다. 하지만 8척이 도입된다면 해군의 능력은 크게 개선되어 운용 요구를 충족시킬 수 있을 전망이다. 이탈리아 잠수함 부대가 분주하게 활동했다는 데에는 이론의 여지가 없다. NATO의 활동은 현재 지중해 지역에 집중되어 있지만, 지중해는 지브롤터 해협과 수에즈 운하 등 전략적 요충지역을 통해 대서양과 인도양 등 더욱 넓은 전략전구로 연결되어 있다. 이러한 광범위한 전략적 이해는 이탈리아 잠수함의 지중해 전구 내외 작전지역에서도 잘 반영되어 있다.



그림 1 Type 212A 4번함



그림 2 Type 212A 선도함

로미오 로메이함(Type 212A 4번함) 함장인 파비오 카사마시마 소령은 광역 지중해라는 개념을 가지고 있다고 언급했다.

지중해에서 실시한 NATO의 다이내믹 만타 대잠전연습에 앞서 3월 이탈리아 시칠리아 아우구스타 해군기지에서 가진 언론의 날 행사에서 카사마시마 소령은 이탈리아의 관심 지역은 지중해는 물론 대서양에서부터 홍해, 아프리카 동부에 이르기까지 모든 지역을 망라한다고 제인스사에 밝혔다. 각 작전지역에 따라 요구조건은 상이하나, 이탈리아 해군 함정은 이러한 지역별 모든 요구사항을 만족할 수 있다는 게 그의 주장이다. 이탈리아는 지중해 내 수많은 SLOC를 따라 이루어지는 상선의 교통흐름을 감시하고 안전하게 통제하는 특정 과업 수행에 잠수함을 동원했으며, 이러한 과업은 이탈리아가 지중해에서 차지하는 중심적인 지정학적 위치를 고려할 때 중요성이 특히 강조된다.

이탈리아 잠수함은 지중해 지역과 그 외 지역에서, 유럽연합(EU) 연합함대의 소피아 작전(지중해 난민 참사를 초래하는 밀입국 조직 퇴치작전) 및 아탈란타 작전(아프리카 동북부 해적퇴치 작전), MDA에 중점을 둔 시 가디언 작전 등 다양한 EU 및 NATO 해양안보작전에 투입되었다. 또한 전략적 감시임무를 수행하고, 주둔을 통한 억지력을 제공하는 등 더욱 높은 수준의 작전에도 사용되었다.

그리고 이탈리아 함대 작전요구사항에 추가된 요소로, 특정 해상구역에서 작전하는 NATO 해군 전력을 거부하려는 적 활동, 특히 현행 접근차단/지역거부(A2/AD⁴) 전략을 극복하는 것은 모든 동맹국 잠수함의 핵심 과업으로 지속되고 있다. 따라서 잠수함 척 수를 늘리는 것은 이탈리아 해군이 NATO를 더욱 잘 지원할 수 있는 여건 조성과 직결된다.

카사마시마 소령은 이탈리아가 잠수함 보유 척수를 증가시킬 경우, NATO에 더욱 큰 기여를 할 수 있게 될 것이라며 더 많은 잠수함을 보유하게 되면, 더 넓은 수역을 초계하고, 통제할 수 있다고 말했다. 물론 잠수함 1~2척으로도 원하는 넓이의 해상 수역을 초계할 수 있으나, 능력은 제한적일 수밖에 없다. 동시에 잠수함 4척을 운용할 경우, NATO의 해상통제 강화에 더 한층 기여할 수 있다. 그는 해상 교통로를 통제하려는 NATO 계획에 보다 큰 힘을 보탬 수 있게 된다고 설명했다.

3. 이탈리아의 해군 전력

이탈리아 해군은 새로운 잠수함, 특히 Type 212A 잠수함 2차분 마지막 2척인 로미오 로메이함과 피에트로 베누티함의 전력화로 더욱 넓은 수역을 담당할 수 있을 뿐만 아니라 능력도 상당히 강화할 수 있게 되었다.



그림 3 Type 212A 3번함

카사마시마 소령에 따르면 특히 이들 2척의 잠수함에 매우 높은 수준의 기술이 채택되었다고 한다. 더욱 개선된 전투체계 및 음탐기 능력, 즉, 콩스버그사의 MSI-90U Mk 2 무장제어/전투관리 체계(CMS⁵) 그리고 STN 아틀라스사의 CSU 90-138 통합 음탐기체계가 대표적인 예다. 이러한 패키지를 통해 잠수함은 더욱 먼 거리에서 위협을 탐지·추적·분석할 수 있다는 게 그의 설명이다.

일반적으로 잠수함 작전 수행 시 이러한 새로운 기술은 확실한 효과를 보장할 수 있다. 카사마시마 소령은 몇 가지 중요한 능력을 설명하면서 장비의 질이 차이를 만들 수 있다고 말했다. 2차분 Type 212A

이탈리아의 잠수함 전력 및 기술 동향

잠수함의 음탐기 성능이 보다 개선되었고, 잠수함의 주요 임무 수행에 있어 음탐기의 역할이 크긴 하나 충분조건은 아니다. 카사마시마 소령은 음탐기는 임무수행에 있어 필요조건이지 충분조건이 아니라고 말했다. 새로운 전투체계 도입이 요구된다는 것이다. 탐지하고 있는 대상을 추적, 분류, 확정해야 하며, 필요한 경우 표적에 도달할 수 있는 장거리 무기를 갖추어야 한다는 얘기다. 그는 이 두 가지 능력의 효과적인 결합 여부가 차이를 만든다고 할 수 있다고 설명했다.



그림 4 중어뢰를 적재하는 Type 212A 2번함

카사마시마 소령에 따르면, 잠수함의 전투 정보실(CIC⁶)에서 콩스버그사의 CMS용 4개 콘솔이 다양한 센서에서 나오는 모든 정보를 융합한다고 한다. CIC에는 또한 2개의 잠망경 마스트가 있으며, 이 중 1개는 광학식이다. 광학마스트는 조이스틱으로 제어하며, 2개의 디스플레이 스크린에서 초점을 확대하거나 축소하여 전시할 수 있다.

카사마시마 소령은 2개의 잠망경 체계가 상호보완적인 기능을 수행한다면, 이들을 함께 사용해 동일한 목적을 달성한다고 말했다. 예를 들어, 먼저 종래의 재래식 잠망경을 유용하게 사용할 수

있으며, 그 다음 광학마스트를 사용해 보다 많은 정보를 수집할 수 있다. 광학식 체계는 예를 들어, 영상 측면에서 더욱 상세한 정보를 제공할 수 있는 한편, 전통적인 잠망경은 이 전자체계의 고장 등에 대비한 예비 수단으로서의 역할을 한다.

4. Type 212A 잠수함의 적용 기술과 근미래형 잠수함의 설계 특징

이탈리아 로베르타 피노티 국방장관은 2월에 거행된 8번째 베르가미니급 FREMM 다목적 호위함 진수식에서 이탈리아 해군의 수중전력은 해양감시 및 경계 작전 능력 쇄신에 결정적 역할을 한다고 말했다. 국방장관은 또한, 공기불요추진(AIP) 방식의 개량형 Type 212A 계열 잠수함 3차분 2척 조달에 최초 자금 할당이 되었음을 이날 행사에서 공개했다.

이탈리아 해군의 개량형 Type 212A 잠수함 2차분 2척인, 피에트로 베누티함(Type 212A 3번함)과 로미오 로메이함(Type 212A 4번함)은 2016년 7월과 2017년 5월에 각각 취역했다. 2차분 잠수함 전력화는 1차분이 전력화된 지 10년 만인데, 1차분인 살바토레 토다로함 및 스키레함(Type 212A 2번함)은 2006년 3월과 2007년 2월에 각각 취역해 그간 집중적으로 운용됐다.

이탈리아의 잠수함 전력 및 기술 동향

Type 212A 잠수함은 1996년 시작한 이탈리아와 독일 간 양국 협력 사업에 따라 이탈리아용으로 독일 설계에 맞춰 이탈리아 현지에서 건조되었다. 이 협력 사업에 따라, 이탈리아는 CIC와 똑같은 시뮬레이터를 포함해 다양한 잠수함 시뮬레이터를 운영하고 있으며, 훈련, 군수지원, 정비 등과 같은 분야에서 독일 해군과 공동 운용간 지원(ISS⁷) 기본체제를 확립했다. 2017년 3월 양국 국방장관 사이에 새로운 양해각서가 체결됨에 따라 ISS는 최근 더 확장됐다. 이 양해각서는 ISS, 연구개발, 조달을 포함하는 전반적인 수중협력사업에 적용되며, 다른 유럽 국가들에도 개방되어 있다.

이탈리아 국방부는 2017년 12월 BSA⁸ 중어뢰의 새로운 주문형 버전을 조달하기 위해 레오나르도사와 1차분 확정 주문을 포함해 다년간 조달계약을 체결했으며, 이 중어뢰는 무엇보다도 차세대 단발사용, 산화알루미늄은(AI-AgO) 배터리가 특징이다. 제인스사의 'Fighting Ships'에 따르면, 운용 중인 Type 212A 잠수함은 50kt 이상의 속도에 도달할 수 있는 블랙 샤크 중어뢰 12기를 탑재할 수 있으며, 이들 어뢰는 유선(광섬유 케이블) 유도와 능동/수동호밍 방식을 사용해 250kg 탄두를 속도에 따라, 50km 이상 거리까지 보낼 수 있다고 한다.

Type 212A 잠수함의 다른 능력으로는 스트랩 형태의 내압력성 운반 컨테이너를 적재하는 능력을 들 수 있으며, 이 컨테이너는 핀 뒤에 장착 가능하다. 다른 국가 해군은 이러한 컨테이너를 사용하여 특수부대 장비를 운반하지만 이 잠수함은 특수부대를 지원하는 잠수정도 탑재하는 것으로 알려졌다.

Type 212A 잠수함을 운용하면서 축적한 경험과 핀칸티에리 그룹(이 잠수함 사업에 대한 주 계약업체, 건조업체, 체계통합업체) 주도의 국내 현지 업체들의 참여는 플랫폼 설계 발전을 위한 기술, 능력, 장비 분야 등을 포함해 이탈리아 국방부 및 해군이 독일과의 협력 사업을 보다 발전시킬 수 있는 견인차 역할을 한다.

이탈리아 해군은 운용 중인 개량형 사우로급 잠수함 4척을 교체해야 할 소요를 가지고 있다. 근미래형 잠수함(NFS⁹) U212 사업에 따라 추진되는 교체 계획에는 계획된 신규 잠수함 4척 중에서 2척을 설계·개발·건조·인도하는 것과 함께 ISS 및 예비부품 제공을 포함하는 통합군수지원 패키지가 포함된다. 첫 2척 인도는 2024년까지 이루어질 예정이며, 사업비용은 약 12억 달러로 추정된다. 이 사업은 미래 작전 요구사항을 충족시킬 수 있는 혁신적이고 개선된 플랫폼, 추진체계 및 전투체계를 발전시킨다는 취지를 가지고 있다. 특히, 이 사업은 독일 및 잠재적으로 노르웨이 사업과 함께 기술 및 솔루션을 공유하도록 하는 한편, 사우로급 잠수함이 퇴역할 때 능력 공백이 발생하지 않도록 하고, 수중 전력을 더욱 발전시키는 데 중점을 두고 있다.

새로운 설계는 이탈리아 해군의 현행 Type 212A 잠수함의 진화형으로 더욱 높은 수준의 국가기술 및 구성품 구현이 예상되며, 독일/노르웨이의 Type 212 CD 사업과 공통성을 공유할 계획인 것으로 알려졌다. 설계개선 내용에는 잠재적으로 선체의 유체역학적 개선, 잠수함 핀의 새로운 배열 등이 포함될 예정이다.

출처 Jane's by IHS Markit (2018. 5. 2)

대공방어의 새로운 도전과제 군집 드론

군집 개념은 앞으로의 전투에서 중요한 요소가 될 것으로 예상된다. 일부 학자는 군집을 전투의 잠재적 4차 진화 단계로 분류하기도 한다(이전의 진화 3단계는 난투, 대규모 전투, 기동전이다). 오늘날의 군은 주로 기동전을 수행하지만 미래에는 군집이 중심이 될 수도 있다.

1. 드론 군집기술의 발전

특히 드론 군집은 운용화를 향해 빠르게 이동 중인 것으로 보이는 분야이다. 미 국방부 프랭크 켄들 차관이 미 국방과학위원회¹에 '다수의 단순한 저비용(즉, '1회용') 개체와 소수의 복잡한(다기능) 개체 사용 비교' 검토를 요청한 것은 불과 2014년 11월의 일이었다.



그림 1 미국 군집드론 시험 모니터 영상



그림 2 페르딕스 무인기

그리고 2016년 10월이 되자 미 공군 시험비행 학교²가 미 해군 항공체계사령부(NAVAIR)³와의 협력하에 미 해군 F/A-18 제트기 3대에서 소형 페르딕스 (Perdix) 드론 103대 정도를 발진했다. 무게가 몇백 그램에 불과한 3D 인쇄된 페르딕스 드론은 보통 기만용 플레어에 사용되는 발사 장치에서 발진되었으며, 기만체 역할을 하거나 레이더 위치를 파악하여 파괴할 수 있도록 하여 적의 대공방어를 억제하는 것이 목표였다.

2017년 초, 인텔사는 미식축구 슈퍼볼 경기 중 레이디 가가의 하프타임 공연에서 드론 300대를 이용해 밤하늘에 빛나는 미국 국기를 수놓았다. 이에 뒤지지 않겠다는 듯이, 그로부터 1주일도 되지 않아 중국의 이항(Ehang)사가 약 1,000대의 드론을 이용해 중국 지도와 중국어 글자 '복(福)'을 만들며 화려한 신년 쇼를 선보였다. 이 두 가지 '깃발 대형'의 예는 분명 비군사적 용도였으나 군집 기술 발전이 더 널리 이용 가능하게 되었음을 보여주며, 이는 현재 군사 용도로도 발전 중인 것이 분명하다. 가까운 미래에, 무인 항공기를 군집으로 융합하는 것을



그림 3 중국 이항사의 군집드론 쇼

목표로 한 미 해군 저비용 무인기 군집기술 (LOCUST⁴) 사업과 위에 언급된 페르딕스 시험 후속 사업에 주목할 필요가 있다.

2. 스티그머지 이론

지금 구상되는 현재 세대의 군집은 자연계의 사례에서 영감을 얻은 행동 모델을 바탕으로 한다. 그중 특히 중요한 것은 벌, 개미, 흰개미 같은 ‘사회적 곤충’이 해당 ‘네트워크’ 내에서의 분업을 조율하고 조정하는 방식으로서, 이는 이른바 ‘스티그머지(stigmergy)’ 원리로 요약된다. 스티그머지는 1950년대 프랑스의 생태학자 피에르-폴 그라세에 의해 도입된 개념으로, 곤충의 행동을 바탕으로 한 일종의 자기조직화를 뜻한다. 그라세는 흰개미가 페로몬을 이용하여 행위의 흔적을 남김으로써 다른 흰개미의 행위에 영향을 미치고 그러한 후속 행위 각각이 직전 행위를 더 발전시킴을 관찰했다. 이런 식의 협력을 통해 일관된, 거의 체계적인 행동 패턴이 형성되면서 이 단순한 생물이 복잡한 구조물을 건설할 수 있게 된다. 이러한 스티그머지 자체가 ‘군집 지능(Swarm Intelligence)’의 기반이 되는데, 군집 지능은 세포 로봇공학의 맥락에서 1989년 제라르도 베니와 징 왕에 의해 도입된 용어이다.



그림 4 페로몬으로 형성된 개미통로

그렇지만 군집이 제대로 작동하는 데 필요한 두 가지 핵심 요소는 연결성과 자율성이다. 연결성은 무정형처럼 보이는 무리로 흩어져 있는 드론을 적절한 순간에 원활하게 한데 모으는 데 필요하다. 또한 드론은 연결성을 바탕으로 ‘집합’하고 ‘해산’할 수 있다. 다시 말해 드론이 군집에 합류하거나 군집을 떠날 수 있다는 뜻이다. 드론 하나가 표적을 자세히 관찰하기 위해 군집에서 분리되었다가 군집으로 돌아오거나 공격에 활용되는 경우도 있을 수 있다.

즉, 특정 과업을 위한 군집에서의 임시적 분리가 가능하다는 의미이다.

대공방어의 새로운 도전과제 군집 드론

드론 군집 제어는 고정 장애물과 이동 장애물을 모두 처리하는 분산형 계획제어 알고리즘을 이용하여 이루어지는데, 이 알고리즘은 분산적 성격 덕분에, 단일 장애점이 존재하는 중앙집중화된 알고리즘에 비해 회복력이 높다. 하지만 분산 알고리즘에서는 각각의 개체(드론)가 운용환경 및 다른 드론에 관한 정보 중 일부만을 가지고 있다(예를 들자면 각 드론은 소수의 주변 드론만을 볼 수 있다), 따라서 군집 내 드론이 정보 공유와 행동 조율을 위해 서로 통신해야 한다.

3. 충분한 전력공급 문제

소형 드론의 경우 배터리 수명이 큰 문제이다. 하지만 군집은 ‘벌집’, 즉 다른 드론이 임무를 계속 수행하는 동안 개별 드론이 복귀하여 배터리를 충전할 수 있는 기지국을 둘 수 있다. 이런 식으로 전체 군집 자체는 그러한 기지국 또는 기지국 네트워크가 계속 운용되는 한 상당한 체공시간을 가질 수 있다.

결국 군집에서 중요한 것은 소모성이 될 수 있는 개별 구성요소가 아니라, 복잡한 임무 수행을 완성하는 집단행동의 동기화이다. 군집 내의 드론은 보통 무리 속의 개별 요소로서 협소한 역할을 하며, 무리 그 자체(꼭 정해진 수의 요소로 구성될 필요는 없음)가 좀 더 복잡한 주어진 과업을 달성하기 위해 노력한다.

4. 드론 군집의 작전상 이점

군집의 정보처리 및 통신 요건을 고려할 때 군집이 가장 이상적인 것은 드론 체계이다. 임무 수준에서 인간의 지휘에 따라 운용되는 다수 드론의 자율적이면서도 협력적인 행동은 조율, 정보, 속도 개선과 관련하여 전장에서 많은 이점을 제공한다.

무인체 군집은 다음과 같은 몇 가지 잠재적 이점을 갖는다.

- 전투력을 분산시켜 적이 더 많은 탄을 소모하게 만든다.
- 개별 플랫폼의 생존성에 초점을 맞추던 상황에서 군집 회복성을 중시하는 체계로 변화하게 된다. 임무 충분성 측면에서 최소한의 드론이 존재하는 한, 전체 군집은 공격에 대한 회복력을 가진다.
- 군집은 개별 플랫폼이 손실된 경우에도 전투력이 완만하게 저하된다. 이는 더 정교한 단일 플랫폼이 손실된 경우 전투력이 급격히 떨어지는 것과는 대조적이다.
- 역동적 자기회복 네트워크 - 드론은 군집 행동을 바탕으로 역동적 자기회복 네트워크 안에서 작동할 수 있다. 고유의 중복성과 회복력 덕분에, 상당수의 드론이 손실되더라도 지속적 자기회복 통신 및 적응형 네트워크가 새로운 과업을 맡으면서 운용자가 지역 감시를 유지할 수 있다.

대공방어의 새로운 도전과제 군집 드론

- 군집은 적의 방어를 포화 상태로 만들 수 있다. 현재의 대공방어는 얼마나 첨단이든 관계없이 한 번에 그렇게 많은 위협을 처리할 수 없다. 군집은 적의 방어를 과부하 상태로 만들어, 그 틈에서 새어 나간 개체가 표적을 무력화할 수 있게 한다.
- 군집은 넓은 지역에 자산을 분산하여 분산 감지 및 공격을 수행할 수 있다. 군집은 전자기 신호 동기화를 이용한 집중된 지점 재밍을 통해 분산된 집중 전자공격 수행이 가능하다.

5. 잠재 능력

미 해병대는 지상·해양·공중에서 사용할 다양한 드론을 위한 사업을 추진 중인데, 이 사업의 구상은 드론이 인간보다 앞서 해안에 첫 번째로 상륙하여 적의 위치를 파악하고 적을 공격하는 것도 가능하리라는 것이다. 드론 군집은 적 드론 군집을 방어할 수도 있다. 해병대는 이러한 측면을 탐구하기 위해 군집 대 군집 위계임을 구축하는 중이다.(다른 드론을 포획하도록 설계된 드론이 이미 존재한다.)

국방부 산하 첨단과학기관인 국방고등연구기획국(DARPA⁵)은 보병이 정찰(특히 도심과 건물 내부 정찰)을 위한 자체 군집을 보유할 수 있을 것으로 예상된다.

적 방공망 제압(SEAD⁶)은 드론이 효과적으로 수행할 수 있을 과업 중 하나이다. 모든 대공방어체계는 정해진 수의 공중 위협만을 처리할 수 있으므로 드론 군집을 이용해 이를 과부하 상태로 만드는 것이 가능하다. 방공 레이더를 재밍하거나 기만체 또는 단순 포화 조치를 통해 무효화하여 전체 공역을 취약한 상태로 만들 수 있다.

개별 드론은 단독으로 함정을 침몰시키거나 전차를 파괴하기에는 너무 작을 수 있으나 레이더, 미사일 발사 장치, 기타 주요 조립체 같은 탑재 체계를 망가트려 다른 공격에 취약하게 만드는 것은 가능하다. 군집은 고위험 정찰 임무를 수행하여, 유인 항공기가 접근하기에는 방어가 너무 탄탄한 표적의 이미지나 기타 데이터를 수집할 수도 있다. 그와 유사하게, 군집은 방어 작전에서 방어해야 할 표적을 상대로 저지선을 형성하거나 적의 군집을 공격할 수 있다.

앞으로 드론 군집은 능력 진화에 따라 점점 더 많은 과업에 사용될 것이다.

출처 Delhi Defence Review (2018. 1. 28.)

자율형 배회폭탄의 개발동향



그림 1 LMAMS 발사 모습

자율형 배회폭탄(LM¹)은 적대적 지역에 고가의 플랫폼을 배치하지 않고도 표적을 공격할 수 있는 무기이며, 소형 표적 공격 시 전통적 미사일 또는 포에 비해 정확도가 높다.

LM은 시야 밖에서의 운용 및 교전을 위해 특별히 설계된 탄으로, 무인 기술을 적용해 체공 및 지속 능력을 갖추었다.

1. 주요업체 개발현황 및 소요

가. 워메이트



그림 2 워메이트

국방부 관계자는 워메이트가 100% 폴란드 제품으로서 국내에서 설계·제작된다는 점이 선택의 이유 중 하나라고 설명했다. 심지어 이 체계의 대전차 및 대인 탄두는 폴란드 군사기술연구소에서 설계한 것이다.

2017년 12월, 2,900만 달러 규모 계약에 따라 WB(WB Electronics)사에서 제작한 워메이트(Warmate) LM 1차분이 폴란드 육군 제3권역군수기지에 납품되었다.

워메이트는 DSEI 2015에서 국제사회에 첫선을 보였으며 이후 NATO 회원국 두 곳, 그 외 하나 이상의 유럽 국가, 중동의 몇몇 국가를 포함한 여러 고객에게 판매되었다.

폴란드군은 이 초소형 전투용 무인항공체계(UAS²) 약 1,000대를 납품받을 예정이다. 해당 소요와 관련하여 제안된 옵션은 많았으나, 국방부는 워메이트를 선택했다.

다른 옵션으로는 에어로바이런먼트(AeroVironment)사의 스위치블레이드(Switchblade), MBDA사의 파이어샤도우(Fire Shadow), 이스라엘 IAI사에서 제작한 LM 등이 있었다.

2017년 9월 폴란드에서 열린 방산전시회 MSPO 중, WB사 대변인은 워메이트가 유럽 내 해당 유형 체계 중 선두로서 경쟁제품과 겨루기에 유리한 위치를 점하고 있다며 스위치블레이드에 비해 가격 경쟁력이 있다고 말했다. 제조업체에서 정확한 단가를 공개하지는 않았으나, 폴란드의 이번 계약을 볼 때 워메이트 UAS의 가격은 개당 3만 달러 미만이다. 워메이트가 계속 운용되고 고객의 의견이 수렴되면서 앞으로의 탄 개발에 영향을 미칠 것으로 예상된다.

나. 스위치블레이드

에어로바이런먼트사는 최근 미 해군 해안경비정에서 푸마(Puma)-스위치블레이드 자동 센서-슈터(S2S³) 능력을 시연했다.

스위치블레이드 LMAMS⁴는 1인으로 운용 가능하고 배낭에 넣어 운반할 수 있으며, 신속 배치가 가능한 발사관 발사식 LM으로서 고정표적 및 이동표적을 공격 가능하다.



그림 3 스위치블레이드

S2S 시연에서 스위치블레이드는 맨티스(Mantis) i45 센서 짐벌을 장착한 RQ-20B 푸마 블록 2 AE UAS와 짝을 이루었고, LMAMS로의 자동 좌표 전송이 가능했다. 견고한 랩탑을 통해 푸마와 스위치블레이드 동영상을 동시에 제공하여 운용자의 상황인식을 지원함으로써 표적획득 오류의 가능성을 줄인다.

이 시연에서는 UAS가 호스트 플랫폼을 향해 이동하는 일련의 고속정을 식별한 후 표적 좌표를

자율형 배회폭탄의 개발동향

스위치블레이드에 전송했다. 발사된 LMAMS는 빠르게 움직이는 표적을 향해 자율비행했으며, 운용자가 비활성 탑재체를 이용한 교전을 통해 위협을 처리했다. 푸마는 교전 내내 표적 위치를 계속 전송했다.

표적이 스위치블레이드 광학 센서의 시야에 들어온 후에는 임무 운용자가 표적을 확정하고 체계 운용자가 표적과 교전했다. 이 LM은 시연 중 언제든지 표적이 중립 또는 우군으로 확인되는 경우 공격을 중단하는 능력을 선보였다.

에어로바이런먼트사에 의하면 S2S는 현재 시제품이며 제품 출시는 2018년 가을로 예정되어 있다.

스위치블레이드는 푸마와 짝을 이루는 것 외에도 미 육군에서 활용되어 왔다. 육군은 2012~2013년에 에어로바이런먼트사와 LMAMS 사업 관련 계약을 몇 차례 체결했다. 2013년 계약 체결 당시, 에어로바이런먼트사 전임 사장 겸 CEO인 팀 컨버는 국방예산이 빠듯한 상황에서도 임무 비용 총액을 줄이는 동시에 결정적 전력을 달성할 수 있도록 하는 혁신적 신형 무기체계에 대한 수요가 존재한다고 말했다.

그 이후 에어로바이런먼트사는 미 해군에 분산 반접근/지역거부 환경에 최적화된 전개 가능한 잠수함 발사 UAS를 공급했다. ‘블랙윙(Blackwing)’으로 알려진 이 UAS는 LMAMS와 해당 체계의 공통 디지털 데이터링크(DDL⁵)를 바탕으로 한다.

미 육군 LMAMS 사업의 원래 의도는 저격수나 급조폭발물 설치병 등 적 전투원을 공격할 수 있는 개인발사식 소형 선회 정밀무기를 개발하는 것이었다. 육군은 이 기술 개발을 계속 추진하면서 여러 정부 소유 구성품을 해당 체계에 통합했다. 여기에는 소형 탄두, 소형 전자식 안전·장전장치, 동력, 보안 마이크로 DDL, 영상 안정화·자동추적장치, 레이저 추적 폭발고도 센서가 포함된다. 육군은 이를 통해 배터리 기술을 개선하여 이 UAS의 체공시간을 15분에서 30분까지 2배로 연장했으며 이전 스위치블레이드보다 더 추운 온도에서의 운용이 가능해졌다.

에어로바이런먼트사는 암호화된 디지털 통신 등 사용자의 의견을 적용해 개선한 블록 10C 스위치블레이드를 2016년 5월에 내놓았다.

다. 하롭

IAI(Israel Aerospace Industries)사는 지난해 국제방산전시회 DSEI에서 하롭(Harop) 체계의 해양용 버전을 전시했다. IAI사 대변인은 LM이 무인기와 미사일의 능력을 조합하여 탄 단독으로 도달 가능한 것보다 넓은 도달범위를 가진 기술을 선사한다고 설명했다.

해양용 하롭은 연안 초계정 등 여러 플랫폼에서 발사 가능한 장기체공형 장치로서 다양한 무인기 능력을 갖추었다. 신규 버전은 해양용 LM 구성요소가 포함된 발사 장치를 갖췄으며 탄의 통신 채널이 조정되었다.

IAI사 체계·미사일·우주사업부 책임자는 하롭이 해양 플랫폼에서 사용되는 경우 함대함미사일을 대체할 뛰어난 운용 대안이며 정보수집, 운용자의 정확한 공격시점 선정 지원 등 추가 용도도 다양하다고 설명했다.



그림 4 하푼

그는 해양용 하푼이 세계적으로 여러 고객의 관심을 끌고 있다고 덧붙였다. 이 체계는 적 레이더 체계에 대응하기 위해 설계된 하푼(Harpy) UAS의 대형 버전이지만, IAI사는 이를 동일한 제품군의 일부로 취급한다.

IAI사는 그 외에도 하푼 차세대(NG⁶)를 내놓았는데, 이는 수십 년 전 하푼이 처음 등장한 이래 진화를 거듭한 최신 방공 레이더 위협에 대응하기 위해 설계된 제품이다. IAI사 대변인은 하푼 제품군은 임무 수행 중 운용자 개입이 불필요한 완전한 자율 능력을 갖춘 도구로써 시작되었다며 이 체계가 전장의 난관에 대한 깊은 이해를 바탕으로 구성되었기 때문에 소프트웨어와 하드웨어의 조합을 바탕으로 높은 저항성을 갖는다고 설명했다.

하푼 NG에서 달라진 점은 크게 두 가지이다. 더 낮은 주파수가 포함되도록 주파수 대역이 확대되어 모든 종류의 방어 레이더에 대응할 수 있으며, 새로운 대방사 탐색기가 추가되어 선회시간, 항속거리, 고도 능력을 포함한 비행 특성이 개선되었다. 유지보수 및 훈련의 공통성도 장점이다.

4) 그린드래곤

IAI사의 LM 제품군에는 그린드래곤(Green Dragon)이 포함된다. 가격이 저렴한 그린드래곤은 2016년 싱가포르 에어쇼에서 공개되었으며, 좁은 범위 내에서 소규모 지상부대 및 특수부대에 상황인식과 화력을 제공하도록 설계되었다. 이 저소음 전전기(all-electric) LM은 체공시간이 2시간으로, 해당 시간 동안 운용자가 최대 40km 범위의 주변지역 시각정보를 수집할 수 있다. 2017년에는 처음부터 끝까지를 망라한 작전 시나리오에 따른 일련의 시험을 통해 그린드래곤 전술용 지상 버전 시연에 성공했다.

IAI사는 해군의 특별한 요구조건을 충족하기 위해 그린드래곤에 해양용 캐니스터를 추가하고 통신

자율형 배회폭탄의 개발동향



그림 5 그린드래곤

안테나를 조정했다. 이 탄은 밀폐된 캐니스터에서 발사되며 소형 운송수단에 12~16기를 탑재하여 요청 시 발사 가능하다. 운용자는 또한 탄에 내재된 '중단 후 복행' 능력을 이용하여 불필요한 부수적 피해나 잘못된 표적획득을 피할 수 있다.

5) 히어로-400EC



그림 6 유비전사의 2017년 히어로-400EC 시연

LM 개발을 추진 중인 다른 이스라엘 업체로 유비전(UVision Air)사가 있다. 유비전사는 지난해 12월 신형 히어로(Hero)-400EC 사거리연장체계 시연에 성공했다.

히어로-400EC는 2017년 5월에 공개되었다. 이 탄은 전기모터 인간참여형(man-in-the-loop) 기술을 사용하며 고정표적 및 이동표적 위치확인 및 추적, 타격을 위한 EO/IR 탑재체를 갖추었다.

해당 탄 발사 당시 유비전사의 CEO는 오랫동안 공중에 머무를 수 있으며 다양한 종류의 표적에 유효한 강력한 탄두를 사용할 수 있는 장거리

플랫폼에 대한 수요를 인식했다고 말했다.

이 체계는 중단 능력을 갖추어 선회 모드로의 자동 재진입이나 적과의 재교전 또는 낙하산을 이용한 회수구역 복귀를 지원한다. 히어로-400EC의 최대이륙중량은 40kg, 탄두 무게는 10kg이고 체공시간은 최대 2시간이다.

이스라엘 남부에서 이루어진 시연에서 히어로-400EC는 여러 작전 시나리오를 바탕으로 이동 차량 및 인간 표적을 상대로 한 추적·조준 능력과 임무 중단 능력을 입증했다. 정확하게 표적을 타격하는 능력도 시연되었다.

동일한 제품군에 히어로-70 7kg 체계와 히어로-120도 추가되었는데, 이는 대전차 임무용으로 설계된 제품이다.

6) 해칫

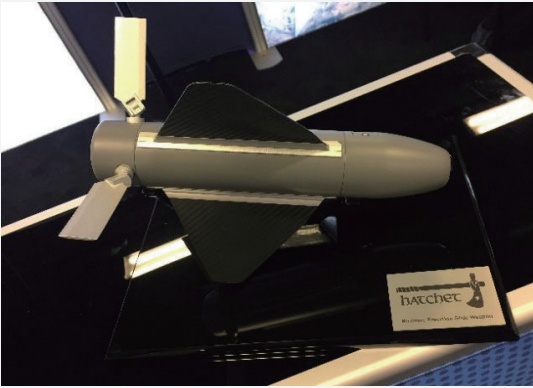


그림 7 해칫

오비탈(Orbital ATK)사도 해칫(Hatchet) 정밀유도 공대지무기를 계속 개발 중이다. 해칫은 여러 플랫폼 중에서도 특히 무인기에서 운용되며 선회 능력을 선사하도록 설계되었다. 오비탈 사에 따르면, 해칫은 그 정확성 덕분에 부수적 피해의 위험은 크게 줄이면서 탄두 개발을 통해 뛰어난 치명성을 발휘한다고 한다. 오비탈 사는 실제 유도-타격 시험을 수행하여 2018년 말까지 기술성숙도 7단계에 도달하기 위한 과정이 순조롭게 진행 중이다.

오비탈사와 업계 파트너는 이전에 자체적으로 자금을 조달하여 RQ-21A 블랙잭(Blackjack)을 이용한 항공기 탑재 비행시험에 성공한 바 있다. 오비탈사는 미 해군 MQ-8C 파이어스카우트(Fire Scout)도 해칫을 위한 탁월한 플랫폼이 될 것이라도 말했는데, 이는 지상 및 해상 플랫폼에서 배치 가능한 유통성과 비행반경, 시간 등 배치운용능력 때문이다.

해칫은 미국 전용 무기체계가 될 예정으로, 다른 무인 투발 플랫폼 후보에는 MQ-1C 그레이이글(Gray Eagle), RQ-7B 섀도(Shadow), MQ-9 리퍼(Reaper)가 포함될 수 있다. 해칫의 이중유도체계에는 GPS와 반능동 레이저가 모두 포함되며 따로 또는 함께 사용 가능하다.

이론적 시나리오 중 하나를 보면, 해칫 6기를 하나의 무인기에 탑재하여 무장정찰을 수행하고 필요 시 군집 공격으로 6기의 탄 모두를 투발할 수도 있다.

이 체계는 아직 개발 중이므로 개별 단가는 확인할 수 없으나, 오비탈사는 해칫이 교전 능력은 낮으면서 가격은 더 높은 다른 무기를 대체할 수도 있을 것이라고 말했다. 그렇게 되면 대형 무기 탄두에 수반되는 부수적 피해를 줄일 가능성이 있다. 이 탄의 무게는 약 3kg이다.

해칫은 기존 의미에서의 LM은 아닐 수 있으나 무기 배치에서 선회 능력이 어떤 도움이 되는지를 보여주는 것은 분명하다.

자율형 배회폭탄의 개발동향

2. 개발 실패사례

LM과 관련한 몇 가지 성공사례가 존재하지만, 작전 소요의 변화 때문에 해당 기술을 시장에 내놓으려는 시도가 실패로 돌아간 경우도 있다.

1) 파이어새도

한 가지 예가 MBDA사의 파이어새도이다. 파이어새도는 원래 영국 국방부에서 간접사격 정밀공격(IFPA⁷) 사업의 일환으로 사용할 계획 이었다. 개념, 평가, 시연, 초기 제작을 포함한 해당 사업 1단계의 비용은 2억 7,000만 달러로 예측되었다.



그림 8 파이어새도

그러한 투자와 수년에 걸친 MBDA사의 파이어새도 관련 노력에도 불구하고, 2007년 플랫폼 공개 후 국방부는 해당 사업을 중단했는데 이는 영국이 아프가니스탄 등 분쟁지역에서의 철수를 고려함에 따라 기술 관련 수요가 변화했기 때문일 가능성이 있다.

영국 감사원에서 발간한 2013년 주요 사업 보고서를 보면, 파이어새도는 원래 2012년 4월 헤릭 작전에 배치될 예정이었으나 전략적 작전 과업이 변경되면서 이를 배치하지 않는 것으로 합의되었다고 한다.

감사원에 따르면, 이 사업은 원래 2012년 3월에 안전하고 유용한 탄 25기를 납품(50%)받을 계획이었으며, 해당 탄이 현행 작전을 위한 초기 능력을 구성할 예정이었다고 한다. 그러나 2012년 6월 국방부에 의한 파이어새도 시험이 완료된 후 능력 성숙도가 충분치 않아 고위 책임자가 아프가니스탄에

시험용으로 해당 무기를 배치하지 않기로 결정했다고 알려졌다. 해당 보고서는 그에 따라 아프가니스탄에서의 운용 개시 일정을 맞출 수 없게 되어 일정이 재수립되었다고 설명했다. 해당 사업은 이후 더 이상 진척되지 않았으나 MBDA사는 계약상 의무를 완수했다. MBDA사는 개발 당시 영국 외에도 이 LM에 관심이 있는 고객이 있을 수도 있음을 시사했으며, 폴란드의 소요에 대응하여 파이어새도를 제안했지만 결국 성공을 거두지는 못했다.

MBDA사 대변인은 MBDA사가 LM에 대한 상당한 전문지식을 갖추었으며 LM 개발 및 작전 활용과 관련한 여러 필수적인 성숙된 기술을 보유하고 있다고 언급했다. 또한, MBDA사는 오랜 제휴 정책에 따라 해당 국가의 업계와 협력하여 기술 및 전문지식을 이전함으로써 현지에서 소요를 충족시킬 수 있다고 덧붙였다.

MBDA사는 이미 파이어새도를 개발해 두었으므로 향후 소요에 대응하여 다시 해당 체계를 내놓을 수도 있다.

2) 배틀호크

장기 획득 대상이 되는 궁극적 목표를 이루지 못한 또 다른 LM으로 텍스트론사의 배틀호크가 있다. 배틀호크 역시 미 육군 LMAMS 사업을 두고 경쟁했다. 텍스트론사는 차량 탑재형 발사체계를 개발하는 단계까지 갔으며 이 체계는 시험장 수준에서의 시험을 거쳤으나 그 이후 제품 개발이 이루어지고 있지 않다.

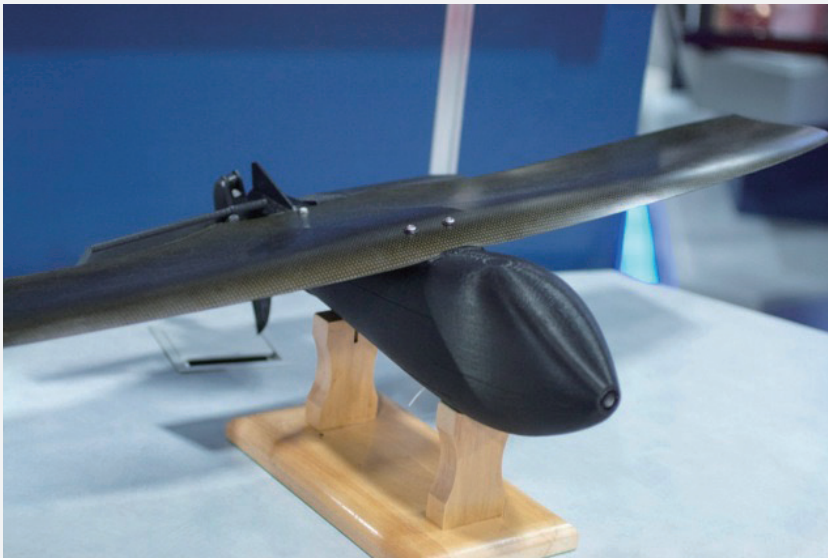


그림 9 배틀호크

자율형 배회폭탄의 개발동향

텍스트론사의 전술체계 담당 부사장은 텍스트론사가 수년에 걸쳐 배틀호크 분대 수준 배회폭탄을 높은 기술성숙도 단계까지 개발했다고 말했다. 덧붙여, 고객의 요구조건을 이해하기 위해 고객과 계속 협력할 예정이라고 밝혔다.

3. 결론

LM을 이용하면 사전 정보 없이 소형 표적을 공격할 수 있으며 선별적 타격이 가능하다. 지속적 개발을 통해 분명한 기술 향상이 이루어지고 있으며, 일부 작전상의 변화에도 불구하고 여전히 해당 능력에 대한 수요가 존재한다.

출처 Shephard Media (2018. 5. 6.)

영국의 미사일방어체계 스카이 세이버 분석

1. 개요

‘진정한 통합형 방공체계’로 묘사되는 스카이 세이버(Sky Sabre)의 목표는 영국군이 이전 체계를 이용할 때보다 훨씬 먼 거리에서 적 표적을 식별하여 교전할 수 있도록 하는 것이다.

현대 군이 두문자어에 대해 가지는 애착을 포용하려는 의향에 있어, 영국 육군이 중요 장비의 이름을 정할 때 좋은 이름, 특히 오래 전에 잊혀진 진정한 구식 군 생활에 대한 약간의 향수를 자극하는 이름을 선호한다는 것은 부인할 수 없는 사실이다.

그에 따라 현행 레이피어(Rapier) 체계를 대체할 체계가 ‘미래 국지 방어체계(FLAADS¹)’ 같은 번거로운 이름을 가지게 되거나 실제 사용되는 지대공 미사일 구성품의 이름으로 불리는 일은 없을 것이다. 해당 구성품은 ‘공동 대공 모듈 미사일(CAMM²)’이라는 비슷하게 매력적이지 않은 이름이 붙었으며, 상당한 민망함을 유발하는 ‘랜드 셉터(Land Ceptor)’라는 이름으로도 알려져 있다. 신형 체계의 이름은 과거의 후사르(Hussar) 기병대, 그리고 좀 더 최근으로는 대니얼 크레이그와 007 영화를 떠올리게 하는 ‘스카이 세이버’가 될 예정이다.

2. 방공체계의 큰 개선을 통한 능력 확대

이 체계가 공식적으로 공개되기 훨씬 전부터, 사거리가 크게 연장된 체계에 대한 장담이 기사 제목과 칼럼을 장식했다. 아르헨티나가 프랑스 공군으로부터 퇴역한 다소(Dassault)사의 쉬페르 에탕다르(Super Etendard) 5대를 구매하는 내용의 거래가 성사되기가 무섭게, 영국 언론은 “포클랜드를 방호할” 신형 체계의 도착을 요란하게 알리는 것으로 이에 대응했다. 물론 실제 무기 개발 및 방위 조달의 세계에서는 그러한 인과관계가 중심이 되는 경우는 드물며 이처럼 빠르게 결과가 나오는 일은 절대 없으나, 포클랜드라는 요소와 세련된 제임스 본드식 작명의 조합은 이 미사일 체계에 대한 대중의 관심을 이끌기에 충분했다.

지난 2월 초 소니섬(Thorney Island) 베이커 병영(Baker Barracks)에서 이루어진 정식 공개는 이 신형 체계의 개별 주요 구성품 모두가 한데 모인 최초의 순간이었다. 2020년에 운용에 들어갈 예정인 스카이 세이버는 영국 육군의 방공 능력을 단거리에서 중거리로 확대하고 전례 없는 속도와 정확성, 신뢰성을 선사하는 큰 개선으로 작용할 것이다. 스카이 세이버는 많은 것을 이룰 것이라고 홍보가 이루어지고 있다. 그렇다면 그것이 어떤 식으로 구현될까?

3. 스카이 세이버 체계 구성 요소

가. 요격미사일 요소: 공통 대공 모듈 미사일

이 체계의 요격미사일 요소로서 공통 대공 모듈 미사일의 지상 버전인 CAMM(L)은 파괴력을 담당한다. 첨단 신관 패키지와 치명성이 높은 탄두를 갖춘 무게 99kg, 길이 3.2m의 매우 민첩한 탄인 랜드 쉘터는 무게가 레이피어의 2배 이상이며 사거리는 3배가 넘어 25km 이상 거리까지 날아갈 수 있는 것이 제조업체인 MBDA사의 설명이다.



그림 1 시험발사되는 CAMM

이 미사일은 그 외에도 다양한 인상적 특징을 자랑하는데, 여기에는 탁월한 클러스터 제거 능력을 가진 능동 RF 탐색기가 포함되어 어떤 날씨 조건에서든 순항미사일과 유도탄 같은 까다로운 위협도 성공적으로 요격할 수 있다. 접이식 날개가 달린 이 미사일의 소형 설계와 166mm에 불과한 지름 덕분에 기존 차량에 여러 기의 미사일을 탑재할 수 있으며, 소프트 발사 체계는 진정한 360도 방공을 보장한다.

모듈식 발사 장치에서 발사되는 랜드 쉘터는 쉽게 은폐 가능하고 빠르게 배치할 수 있어 단독으로 사용할 수도 있고 통합 전투공간 네트워크의 일부로 사용할 수도 있다. 필요에 따라 초지평선 위협을 표적으로 삼는 것도 가능하다. 우선은 현재 운용 중인 HZ-77 대형트럭을 CAMM(L)용 기반 차량으로 사용하기로 결정되었으나, 발사장치의 공통 인터페이스 모듈 덕분에 다양한 다른 차량으로의 통합이 매우 쉽게 이루어질 수 있다.

나. 지라프: 복잡한 환경을 위한 3D 레이더 감시

표적 명중을 위해서는 먼저 표적을 볼 수 있어야 한다. 스카이 세이버는 이를 위해 사브(Saab)사의 지라프(Giraffe) AMB³ 중거리 3D 레이더 감시체계에 의존한다.

'지라프'라는 이름은 목을 닮은 연장형 마스트 때문에 붙은 이름인데, 지라프는 이 마스트를 이용하여 나무나 다른 국지적 장애물 위로 머리를 내밀어서 저공 표적을 상대로 한 탐지거리를 극대화할 수 있다. 지라프 AMB는 수동형 전자주사식 위상배열 레이더로서, 3D 위상배열을 갖춘 스택 빔(stacked beam) 3D 레이더와 디지털 빔 형성 안테나를 이용하여 C-밴드(4~8GHz)에서 작동하며 고각 범위는 최대 70°이다.

지라프는 매 초마다 갱신되는 120km 범위의 전체 360° 상황인식을 제공하며 산악지역, 해안지역, 풍력발전소 인근 등 복잡하고 험난한 환경에서도 작동 가능하다. 사브사는 이를 소형 무인기를 포착할 수



그림 2 지라프 3D 레이더

있는 특별한 능력과 새 등의 까다로운 레이더 ‘클러터’를 제거할 수 있는 능력이라고 묘사한 바 있다.

이 체계는 1977년에 처음 도입되었다. 이후 전투를 통해 입증된 매일 중단 없는 운용 능력이라는 명성을 쌓았으며, 현재까지 누적 완전운용시간 15만 시간 이상을 기록했다. 영국은 2008년에 지상환경 공중정보 제공(LEAPP⁴) 사업의 일환으로 처음 지라프 AMB를 획득한 후 2015년에 기존 체계 및 관련 장비 성능개량과 함께 추가 수량을 주문했다.

다. MIC4AD: 전투관리 지휘·통제·통신·컴퓨터·정보

스카이 세이버에 전투관리 지휘·통제·통신·컴퓨터·정보(BMC4I) 요소를 공급하고 지라프와 랜드 셉터를 연결할 구성품으로는 라파엘 (RADS⁵)사의 모듈형 통합 C4I 대공·미사일 방어체계(MIC4AD⁶)가 선정되었다. 라파엘사가 50% 지분을 소유한 업체인 엠프레스트 (Mprest)사에서 라파엘사를 위해 개발한 이



그림 3 라파엘사의 MIC4AD

체계는 이스라엘에서 자체 개발한 아이언돔(iron Dome) 미사일 방어체계에 사용된 것과 동일한 기술을 사용한다.

BMC4I 능력 공급을 둔 공개 경쟁에서 승리한 라파엘사는 핵심 체계 통합업체가 되어 육군 기존 통신 기반시설과의 연결 및 통합도 추가로 담당할 예정이다. 그러한 민감한 역할을 이스라엘 계약업체에 맡긴 것은 일부에 약간의 놀라움을 야기했는데, 이는 특히 라파엘사가 CAMM/랜드 셉터의 경쟁 체계를 보유했기 때문이었으나 선정된 기술의 유효성에 대한 의문은 거의 없었다.

고도로 자동화된 첨단 C4I 체계인 MIC4AD는 분산된 센서와 플랫폼에서 얻은 데이터를 실시간으로 분석하고 상관관계를 확인하여 위협 평가 및 적 표적 분류를 수행하고 적절한 경우 요격 계획을 마련할 수 있다. MIC4AD는 이런 식으로 여러 대공·미사일 방어체계에 대한 통일된 지휘 및 사격통제를 지원함으로써 다중임무/다층/다중범위 C4I 능력을 선사한다. 라파엘사는 바로 그 때문에 MIC4AD가 종합적 대공·미사일

영국의 미사일방어체계 스카이 세이버 분석

방호 보장이라는 측면에서 진정한 ‘전력승수’ 역할을 한다고 주장한다.

레이피어가 2020년에 퇴역함에 따라 이를 스카이 세이버로 대체하는 것은 어딘지 상황이 들어맞는 것처럼 보인다. 이는 단순히 ‘죽음 또는 영광’을 외치는 과거 기병대의 진격이 연상되기 때문은 아니다. 어찌 되었든, 덴마크 속담에서 말하듯이 같이 지상의 평화를 계속 지키게 될 것이다.



그림 4 레이피어 미사일

출처 Army Technology (2018. 4~5.)

나노 셀룰로오스, 친환경 나노 소재가 만드는 녹색 도시

「과학향기」(KISTI 제3163호)에서



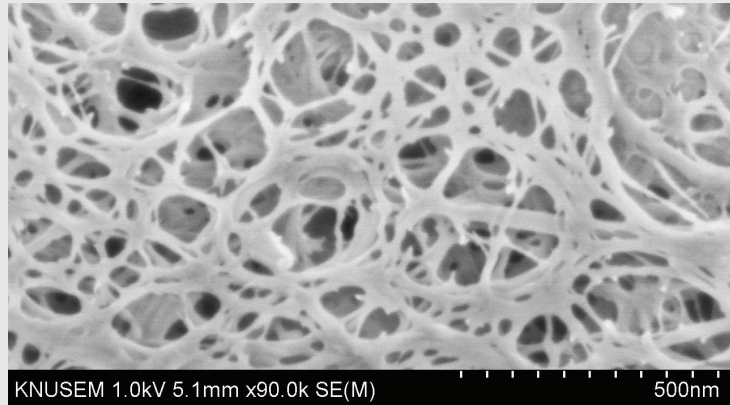
영화가 그리는 디스토피아 세계에는 공통점이 있다. 바로 자연이 없다는 것. 어둡고 칙칙한 색감의 도시에서 분열된 사람들은 무언가를 찾으려 애쓴다. 그것은 바로 녹색의 유토피아다. 그렇다. 유토피아의 첫째 조건은 청록빛으로 물든 자연이다.

세계는 지금 인간이 만드는 환경 재난으로 고통을 겪고 있다. 기후변화, 미세먼지, 전염병 등 안전하고 건강한 삶을 위협하는 문제들이 산적한 가운데, 미래를 회색빛의 디스토피아가 아니라 푸르른 유토피아로 만들기 위해서 녹색기술이 절실하다.

나노 셀룰로오스의 무한한 가능성

녹색 유토피아를 만드는 친환경 나노 소재로 새롭게 주목받는 것이 '나노 셀룰로오스'다. 나노 셀룰로오스는 간단히 말해 나무의 주성분인 셀룰로오스를 나노(10억분의 1m)수준으로 분해한 고분자 물질이다. 나무를 1000분의 1로 자르면 우리가 흔히 보는 목재 칩이 된다. 이를 또 1000분의 1로 자르면 펄프가 되고, 이 펄프를 다시 1000분의 1로 쪼개야 나노 셀룰로오스다.

나노 셀룰로오스 소재는 철보다 5배나 가볍지만 강도가 높고 열을 가해도 팽창하지 않는다는 특징이 있어 '꿈의 소재'로 불린다. 무엇보다 식물에서 원료를 얻기 때문에 친환경적이다. 굳이 나무를 베지 않아도 해조류에서도 추출 가능해 산림을 훼손할 걱정도 없다.



현미경으로 찍은 나노 셀룰로오스 사진. 철보다 가볍지만 강도는 그에 못지 않다. (출처: 국립산림과학원)

꿈의 소재, 나노 셀룰로오스의 응용 가능성은 무한하다. 결합력과 강도가 높아 센서나 건축자재 강화재료, 연료전지, 의공학 소재 등에 활용할 수 있다. 또 식물에서 유래한 당 구조(글루코오스)이기 때문에

생체에 유해하지 않아 약물 전달체나 이식 보조물질, 피부 보습 제품 등 의료바이오 분야에도 쓰인다.

특히 요새 우리나라가 깊이 고민하는 미세먼지 저감 대책에 나노 셀룰로오스가 중요한 역할을 할 수 있다. 나노 셀룰로오스 섬유로 만든 필터는 질산염과 인산염, 불산, 황산염 등 음이온을 띠는 오염물을 흡착하는 특징이 있다. 초미세먼지(PM2.5, 2.5 마이크로미터 이하 크기의 입자)를 구성하는 성분 중 가장 많은 것이 황산염과 질산염이다. 따라서 나노 셀룰로오스 소재를 도입한다면 영유아부터 노인까지 안전하게 쓸 수 있는 친환경 미세먼지 필터, 마스크가 나올 것이다.

이에 국립산림과학원은 2016년부터 나노 셀룰로오스를 대량으로 생산하는 설비를 갖추고 리튬 이온 전지, 인체 치료제, 오염물질 광분해, 포장재, 수처리용 중금속 흡착재에 나노 셀룰로오스를 활용하는 융·복합 기술을 연구 중이다. 그 성과의 하나로 국립산림과학원 목재가공과 나노신소재 연구실 이선영 박사는 리튬이온전지에서 전극을 분리하는 분리막을 나노 셀룰로오스로 대체하는 ‘다공성 셀룰로오스 나노종이 분리막’을 개발했다. 바야흐로 종이배터리의 시대가 눈앞에 열린 것이다. 셀룰로오스 분리막은 기존 리튬이온전지와 달리 매우 유연해 현재 개발 중인 플렉서블 스마트 기기나 웨어러블 기기의 상용화를 앞당길 수 있다.

최근에는 한국화학연구원 신지훈 박사 연구팀이 전자빔과 고압균질기를 활용해 친환경적으로 나노셀룰로오스를 제조하는 공정을 개발했다. 기존 방식처럼 황산 처리를 한 뒤 분쇄할 필요가 없고 생산수율도 두 배나 늘었다. 이번 연구는 나노 셀룰로오스를 활용한 응용 기술의 토대를 만들었다는 점에서 의의가 높다.

깨끗한 공기 원한다면 나노 기술 활용해야

모든 시민이 마스크를 쓰고 실내에만 붙박혀 있는 장면도 디스토피아 영화에 등장하는 단골 장면이다. 따라서 이제 우리 생활의 일부가 돼 버린 미세먼지를 근본적으로 줄이는 대책도 유토피아를 위한 중요한 녹색 기술이다. 미세먼지를 구성하는 주요 오염원은 질소산화물(NOx)이다. 산성비의 원인이기도 한

질소산화물은 대개 화석연료 발전소와 공장, 자동차와 선박에서 배출된다. 높은 온도에서 연료가 연소할 때 질소와 산소가 반응해 만들어지기 때문이다.



우리나라는 오래된 디젤자동차를 단속하는 등 각종 미세먼지 저감 대책을 실행하고 있지만 아직은 역부족이다. 탈질촉매는 아주 간단한 방식으로 미세먼지의 원인이 되는 질소산화물을 분해할 수 있다. (출처: shutterstock)

질소산화물을 줄이기 위해 등장한 녹색 나노 기술은 촉매다. 질소산화물을 인체에 무해한 질소와 수증기로 환원하는 탈질촉매(SCR)다. 촉매란 본인은 바뀌지 않은 채 다른 물질을 바꾸는 중개 물질로, 대개 환원제로 쓰이는 촉매 물질은 바나듐이나 텅스텐, 티타늄이다. 이들은 매장량이 많지 않아 비싸다. 그렇기에 촉매를 사용하는 것이 부담이 된다. 이렇게 비싼 촉매를 잘게 쪼갤 수 있다면 어떨까? 훨씬 더 저렴하게 촉매를 쓸 수 있지 않을까?

생산기술연구원의 울산지역본부 김홍대 선임 연구원은 위의 질문을 해결했다. 마이크로 크기의 기존 촉매를 나노 크기로 줄여 탈질촉매의 경제적 효율을 크게 개선한 것이다. 게다가 흑연에서 추출한 ‘그래핀’이라는 소재에 나노 크기로 줄인 텅스텐과 바나듐을 골고루 분산했다. 이렇게 하면 촉매 자체의 양이 적어도 기존보다 더 효율적으로 반응하며 강도도 높다. 그 결과 동일한 조건에서 사용하는 촉매의 가격을 크게 낮춰 촉매 활용의 부담을 덜었다.

디스토피아 영화는 기술이 인간의 미래를 어둡게 만들 것이라고 예견한다. 하지만 이제 인류는 인간 활동이 가져오는 파괴력을 조금씩 인지하고 있다. 미래가 회색빛일지 녹색빛일지는 그 경각심을 교훈으로 삼아 기술을 어떻게 사용하느냐에 달려 있다. 그 어둠을 밝히고 있는 나노기술의 발전을 기대해보자.

글 김민수 과학칼럼니스트

일러스트 이명현 작가

벤처기업 기술현황

(주)제트에이치티	RF 모듈과 HVPS 기술현황
창원기술정공	감시정찰 및 지뢰탐지·제거용 드론시스템
(주)두시텍	복합항법장치와 소형무인기기술
아스트	스마트 차량 원격 통제장치
(주)우리로	InGaAs 광검출기 기술
(주)이상테크	특수 광섬유 가공과 레이저 기술 현황
(주)대한씨앤에스	원격사격통제체계 및 다중센서 중거리 PTZ 카메라
(주)케이에스티플랜트	마이크로 합금화종이 형성된 내식, 내화학, 내마모성이 탁월한 표면처리 기술현황
(주)세영정보통신	소부대 무선통신장치 기술현황
(주)쉴드케이	정보보안을 위한 도청 및 녹음방지기

RF 모듈과 HVPS 기술현황



구미국방벤처센터 협약기업
 (주)제트에이치티 | 김상호 책임연구원

1. 개요

정밀 유도무기는 적의 핵심목표물을 신속, 정확, 선제 타격이 가능하고, 높은 명중률로 지상군 투입 없이 방공망 밖에서 원격 정밀 정찰이 가능하다. 또한, 비상상, 탈대량화 및 효과위주의 미래전 양상에 가장 적합한 무기체계다.

탑재되는 유도무기의 성능 및 요구사항도 소형/경량화, 사거리 및 정밀도 향상, 관통력 극대화, 고속/고기동화 등으로 발전하는 추세이다. 이와 관련해 탐색기, 유도조종장치, 고도계, 관성항법장치, 위성항법장치, 엔진, 부스터 등에 대한 개발이 지속적으로 이루어지고 있다.

최근에는 적외선 영상 탐색기와 같이 표적의 적외선 방해책에 대응 가능한 탐색기가 속속 개발되고 있다. 전자전 대응이 강화된 능동형 레이더 탐색기, 정밀 관성 항법 장치, 데이터 링크를 통한 표적정보 최신화 등 다양한 기술이 개발되고 있다.

2. 주요 개발/생산 현황

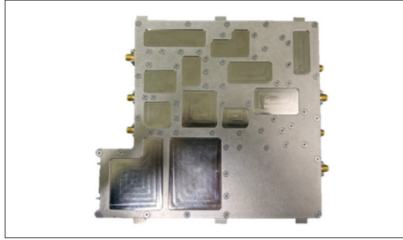
가. HVPS¹



유도무기의 송신장치인 TWTA²는 초고주파신호를 수백만 배로 증폭해 안테나로 공급해주는 전력증폭기이다. TWTA의 주요 핵심부품인 HVPS는 입력 전원을 전력변환부와 고전압 모듈, 제어모듈 등을 통해 수십kV 이상의 고전압을 생성하고 이를 TWT에 공급하는 역할을 수행하는 장치이다.

HVPS는 생성된 고전압의 리플 특성과 안정된 제어, 그리고 몰딩을 통한 절연 특성 확보 및 소형화에 대한 핵심기술이 소요되며 고압 Transformer 설계 및 제작, Arcing 및 방열, EMC에 대한 기술력을 바탕으로 HVPS의 자체 설계 및 제작 능력을 보유하고 있다.

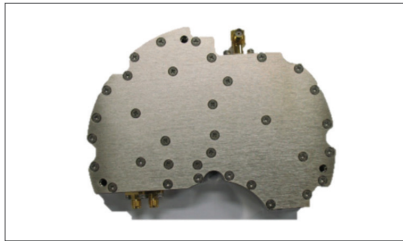
나. 주파수합성기



유도무기 탐색기에 사용되는 주파수합성기는 점차 상위 주파수 대역으로 상향되고 다양한 형태의 파형 발생 및 높은 PRI 주파수 적용에 대응 가능해야 하며, 광대역 신호를 사용하는 추세로 DDS³ IC의 발전으로 주파수 합성구조가 간소화되는 추세이다.

DDS를 이용하여 송신파형을 발생한 후, 체배기와 PLVCO 등의 회로를 통하여 최종출력 주파수를 발생하는 장치로 DDS 제어기술 및 불요파, 위상잡음(Phase Noise) 특성 등을 고려한 RF 회로설계 등의 핵심 기술이 소요된다. 파형분석, 위상잡음/불요파 분석, Frequency Multiplier 등의 기술력을 바탕으로 DDS 기반주파수합성기의 자체 설계 및 제작 능력을 보유하고 있다.

다. 유도무기 지령수신기 수신부



유도무기의 지령수신기는 유도탄이 발사된 이후 유도 명령을 수신하여 유도탄 및 표적 정보를 유도전자장치(GEU⁴)로 전달한 후 유도탄이 표적 포착 및 추적이 가능하도록 하는 역할을 수행한다.

지령수신기의 수신부는 다기능 레이더(MFR⁵)로부터 전달되는 지령 신호를 수신하여 주파수 하향 변환 기능을 수행하고 이득 제어 및 불요파와 고조파 성분을 제거하여 신호처리기로 전달한다.

수신부에 적용되는 SSPA⁶로부터 입력되는 송신 신호와 안테나로부터 입력되는 수신 신호를 격리시키는 Circulator와 SSPA로부터 전달되는 높은 입력 전력으로부터 수신기 내 회로를 보호하는 제한기(Limiter), 시스템 이득과 낮은 잡음 지수를 확보하기 위한 저잡음 증폭기(Low Noise Amplifier), 대역 외 신호를 제거하기 위한 대역 통과 필터(Band Pass Filter), IF 주파수로 하향 변환을 위한 믹서(Mixer), 이득 조절과 선형 영역 확보를 위한 감쇄기(Attenuator)로 구성된다.

항재밍 수신기와 마찬가지로 지령수신기 수신부의 설계를 위해서는 Gain budget 설계 및 Noise figure 분석/최적화 설계 기술 등이 요구되며 불요파와 고조파 분석 설계 기술을 바탕으로 자체 설계 및 제작 능력을 보유하고 있다.

회사소개

(주)제트에이치티는 2004년 설립 이후 현재까지 RF 모듈분야, 고출력 POWER 분야, SBC 설계 및 S/W 분야, Mechanic 설계 및 제작 등 무기체계 핵심모듈을 개발하고 생산하는 부품 및 소재분야의 방위산업 전문기업이다.

주요 사업 분야로는 유도무기, 레이더, 위성통신 체계의 핵심모듈인 송/수신기, 주파수합성기 등 RF모듈과 HVPS를 주력으로 개발 및 생산을 하고 있으며 전자전, 지휘통제/통신, 항공전자체계에 소요되는 통제/분석 컴퓨터, 전원공급장치 및 송수신기 정비사업 등 다방면의 분야에 대한 역량을 확보하고 있다.

감시정찰 및 지리탐지·제거용 드론시스템



경남국방벤처센터 협약기업
창원기술정공 | 오병후 대표이사

1. 개요

무인항공기(UAS⁷)는 데이터 링크를 통해 일반적으로 지상에서만 아니라 유인항공기에서도 원격조정이 되는 무인항공기를 포함하고 있는 시스템을 총칭하며 정확하게는 조종사가 탑승하지 않고 운용되는 항공기 및 관련요소와 시스템을 UAS라고 한다. UAS 중 군사 및 민간의 사용목적에 따라 운용제품으로 만든 것이 UAV⁸이라고 명칭하여 사용된다.

UVA의 경우 작은 크기와 저장성 그리고 기동성이 좋고 사람이 타지 않아 위험한 지역에서 더 효율적인 움직임이 가능하다. Multi-copter와 같은 회전익 무인기는 수직 이착륙이 가장 큰 장점이다. 활주로가 필요 없어 제자리에서 바로 하늘을 날 수 있다. 또한 높은 범용성으로 그 사용범위가 확대 되고 있다.

카메라, 센서, 통신장비와 기타 장비를 탑재하며, 원격 조종되거나 스스로 조종되는 비행체인 UAV는 50년대 말부터 개발되기 시작하여, 지금은 Hunter, Predator, Global Hawk와 같은 여러 종류의 UAV가 개발되기에 이르렀다. 이러한 UAV의 유용성을 보다 높이기 위한 연구에도 박차를 가하고 있다. 미래전에서 UAV의 커다란 활약이 기대되는 바이다.

2. 주요 개발 현황

당사에서는 드론을 활용하여 막대한 인명피해를 입히고 있는 지뢰를 탐지하여 제거하는 것은 물론 전방위 감시 정찰이 가능한 다목적용 드론 플랫폼을 개발하였다.

이는 드론을 활용하여 실시간 미확인지역과 해안의 수제선상 미확인 물체 확인을 위한 출동시간 단축을 비롯하여 해안, 개활지의 매몰된 금속형 지뢰는 물론 고속기체계화 기동부대 기동경로의 지뢰를 탐지하여 제거함으로 인간이 직접 수행하기 위험한 작업을 대체하여 환경에 구애 받지 않고 작업을 수행할 수 있는 감시정찰 및 지리탐지·제거용 드론 시스템이다.

가. 감시정찰 및 지뢰탐지용 드론



감시정찰 및 지뢰탐지용 드론은 미확인지역 및고속기동부대의 기동경로를 사전에 확인하여 위협요인을 실영상·열영상 카메라로 탐지는 역할과 지뢰매설 가능성이 높은 위험 지역 위로 날아가 지뢰를 탐지하고 탐지된 위치의 GPS값을 지상통제장치로 전송하는 고기동성 드론이다. 드론의 크기는 1200mm이며 헬사코터 유형으로, 운용시간은 최대 30분, 비행가능 높이는 15m까지 운용 가능하며 지뢰탐지기의 높이를 조정가능하고

지표로부터 10cm까지 제어하며 전면에 영상촬영을 위한 카메라를 설치하여 실영상과 열영상을 동시에 확인 가능하다.

나. 지뢰제거용 드론



지뢰제거용 드론은 탐지드론으로부터 전송받은 GPS값을 기반으로 지뢰발견 위치로 이동하여 원격폭발물을 투하하여 제거가 가능하며 최대 8개의 원격폭발물을 탑재하고 비행이 가능하다.

정확한 지뢰확인을 위해 하부의 카메라를 통해 확대 영상을 지상통제장치로도 확인이 가능하다.

다. 지상통제장치



1대의 지상통제장치로 2대의 드론을 모두 제어가능하고 GUI모니터를 통한 드론의 비행 상태, 지뢰탐지 위치가 확인 가능하며 실영상, 열영상 확인을 위한 영상 모니터, 원격폭발물 제어를 위한 폭파 스위치 등을 내장한다.

회사소개

창원기술정공은 방위산업부품 및 장비생산사업부와 민수장비의 부품을 생산하는 사업부로 구성된 기업이며, 방산사업 분야는 육군, 해군, 공군의 전력화 부품을 생산 하고 해외도입에 의존하는 핵심부품 국산화개발에 역점을 두고 있다. 민수사업 분야는 공작기계 시스템 부분을 비롯하여 각종 Unit 부품 류를 생산하고 있다. “우수한 기술력을 바탕으로 최고의 품질을 추구한다”는 사훈으로 임직원들의 지속적인 전문교육과 연구개발을 하고 있다. 체계적이고 과학적인 품질경영으로 각종 부품설계, 정밀가공, 특수용접, 조립 등 공정기술을 기반으로 고객의 니즈에 발맞추어 서비스와 솔루션을 제공함으로써 고객으로부터 품질의 우수성을 인정받고 있다. 기술력과 품질보증을 기반으로 기계 및 전기전자 분야로 특화된 사업을 영위하여 글로벌 기업으로 성장 중이다.

복합항법장치와 소형무인기 기술



대전국방벤처센터 협약기업
 (주)두시텍 | 정진호 연구소장

1. 개요

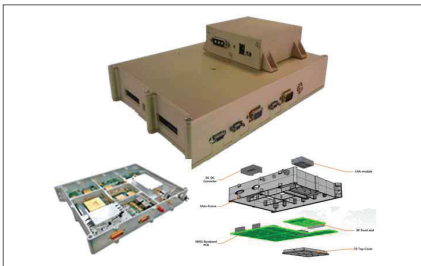
원활한 작전수행과 적의 핵심목표물을 신속, 정확하게 사전파악하기 위해 군병력 투입 없이 전장정보 확보는 매우 중요하다. 미래전 양상은 적의 정확한 목표물과 무인 원격 정밀위치 지형정보를 신속하게 수집하기 위해 저궤도 소형위성, 소형무인기를 이용하고 있어 감시정찰에 가장 적합한 운영체제로 주목받고 있다.

특히 위성에 탑재되는 EO/IR 임무장비는 광범위 전장정보를 확보하기 위해 위성궤도 정보와 촬영위치 동기화 기술이 매우 중요하고 소형무인기는 근접촬영에 필요한 센서 비행과 정밀위치좌표의 지형정보 획득이 중요하기 때문에 고속비행 중 영상정보와 동기화된 복합항법장치 기술이 빠르게 발전하고 있다.

최근 저궤도 소형/중형 위성용 항법핵심기술 확보를 위한 복합항법장치 기술개발과 소형무인기의 비행제어기가 속속 개발되고 있고 비시계 비행은 위성항법, 관성항법, 지자계, 바로미터와 같은 센서 비행에 의존하므로 독자항법이 가능한 저가 복합항법 비행제어와 같은 최신기술이 다양하게 개발되고 있다.

2. 주요 개발/생산 현황

가. 저궤도 위성용 복합항법장치



저궤도 소형/중형 위성에 탑재되는 항법장치는 위성체의 위치, 속도 및 시간 정보를 제공해 주는 우주핵심기술로 우주환경의 신뢰성과 정확도를 만족하기 위한 이중 주파수 기반 복합항법 장치이다.

그동안 국내 위성용 항법장치는 대부분 해외에 의존했고 항법장치 고장발생시 기술종속 또는 위성분실이 예상되었다. 본 저궤도 위성용 복합항법장치 핵심기술은 GPS L1/L5

Galileo E1/E5 RF신호 동시수신과 궤도결정(OD[®])의 복합항법알고리즘이 탑재되어 Onboard Navigator가

가능하고 위성탑재컴퓨터 지상시험장비(EGSE¹⁰)와 기능시험, 통신시험, 신호별 수신시험 및 EM/QM(검증모델)개발로 우주환경시험을 마쳐 차세대 소형/중형위성 탑재를 위한 기반 마련과 우주핵심기술 실용화기반을 마련하였다.

나. 소형무인기



작전수행을 위해 위험지역 진입 전 신속한 전장정보를 수집하거나 사전 지형정보를 탐지하는 소형무인기 운영체계를 개발하였다.

소형무인기 운영체계는 주야간 자동항법 비행이 탁월한 항법센서, 비행제어기, 기체프레임, 모터제어, 배터리보호회로 등 기체전반과 전장정보 수집을 위한 임무장비와 조작용이하고 개인휴대가 가능한 휴대용 지상통제장비로 구성되었고

실시간 운용과 특정지역 자동비행을 위한 비행미션을 통해 전장정보 수집이 가능하게 되었다.

전장정보 획득에 필요한 임무장비는 초소형 무인기 탑재에 적합하도록 고해상도 4K 카메라 개발과 높은 고도에서 정밀한 전장정보를 수집하고 지형정보획득이 가능한 짐벌도 개발되었다. 자동비행은 정밀좌표 지형정보 운용에 적합하도록 자동비행 스케줄러 운용 소프트웨어도 지원되며 준 실시간 전장정보 확인이 가능한 2D 정사배치 영상처리기술도 개발되었다.

사각지대의 전장정보와 지형정보 획득 소형 무인기 기술개발은 국내 70% 산악지역과 3면이 바다인 국내 군 운용환경(수온과 날씨변화 등)에 적합한 무인기로 본 기술개발은 구조설계와 비시계 센서 비행제어의 전기전자, 정보통신, 센서 퓨전, 노이즈간섭, 비행제어 및 미션 스케줄러 전반의 소형무인기 운영 체계의 설계 및 제작이 가능한 기술능력을 보여 주고 있다.

회사소개

(주)두시텍은 1998년 항행안전시설 전문기업으로 설립하여 위성항법, 관성계, 지자계, 바로미터 등의 항법센서 퓨전과 재밍/재머, 전파항법 전반의 핵심기술 기반으로 위성용 복합항법장치, 소형무인기 및 지상관제 운영S/W 체계전반의 설계 및 제작 기술을 보유하고 있는 전파항법 전문기업이다.

핵심기술 분야 및 제품으로 위성항법 보정시스템, 초소형항법장치 IMU신호처리부, 재밍/재머기, 위성 항법 상시관측계 등 많은 국방핵심기술개발을 수행하였고 기술사업화를 통해 초소형항법장치, 위성용 복합항법장치 및 소형무인기 운영체계 전반을 생산·공급하고 있다.

앞으로 두시텍은 전파항법 핵심기술로 상업용급 우주 복합항법장치 시장진입에 따른 시장창출, 공간정보 데이터 획득/분석/운용/서비스 시장 진출을 위해 KnDrone 솔루션을 시장에 진입시킬 계획이며, 해외시장 진출을 위해 공간정보 SW 운영플랫폼을 차별화시키는 등 체계개발을 준비하고 있다.

스마트 차량 원격 통제장치



경남국방벤처센터 협약기업
아스트 | 정재훈 선임연구원

1. 개요

스마트 차량원격 통제장치는 실시간으로 기동차량의 상태(배터리 상태, 연료량, 냉각수량 및 온도, 주차스위치, 엔진 회전수 등)와 사용자 차량 운용조작 여부 등과 같은 차량 운용상태를 원격으로 모니터링 하면서 차량을 통제(엔진 예열, 엔진 시동 등)하는 스마트한 무인 원격 차량 통제 시스템이다. 특히, 겨울철 전차, 장갑차, 자주포 등 기동화력장비의 상시 전투태세 유지를 위한 엔진상시예열기능과 독립운영장비 및 예비차량 등 지속적 정비유지 관리가 필요한 장비의 주기적 또는 원격 엔진시동 관리를 지원한다. 이를 통하여 엔진 및 배터리 등 장비 수명 주기 향상시켜 군수품 품질확보 및 군 운용성을 향상하는 제품이다.

현재 국내에서 전차, 장갑차, 자주포 또는 군용 대형 차량에 적용되는 차량 통제장치 관련 기술개발 및 생산은 없지만, 민수분야에선 스마트폰을 이용한 차량 상태 확인 및 제어하는 시스템이 개발되고 있는 추세이다. 이에 관련해 스마트 차량 원격 통제장치는 ICT 융합기술을 적용해 신세대 장비 맞춤형 장비로 군 생활 여건을 개선할 수 있다.

최대 30개까지 실시간 차량 모니터링 및 통제가 가능하며, 그물망 무선 통신기술을 적용하여 장애물이 많은 산악지형 또는 원거리 무선통신을 위한 고정형 중계가 없는 환경에서 근처에 위치한 차량제어기간에 전송경로를 유동적으로 최적화함으로써 효율적이고 원활하게 원격으로 차량을 통제할 수 있다.

2. 주요 개발 현황

가. 차량제어기



기동장치 상태 모니터링 장치인 차량제어기는 제어할 장비에 부착되어 동력장치 상태의 실시간 모니터링과 입출력 신호간의 통합적 피드백 제어를 수행하는 장치이다.

차량의 상태는 입력 인터페이스 구성을 통해 수집하며, 디지털신호(주차제동 스위치, 엔진오일저압, 냉각수부족경고, 팬오일 부족경고 등)와 아날로그신호(축전지 충전전압, 연료량,

차량온도 등)를 실시간으로 원격통제기에 RF 신호로 변환하여 전송한다.

제어기의 출력은 원격통제기를 통해 원거리에서 설정 가능하며 장비별 동작 주기를 직접 설정하는 것도 가능하다. 기동장비의 핵심부품인 엔진계통의 상시예열로 즉각 가동태세를 유지하며 주기적인 엔진시동을 통해 효율적인 유지관리가 가능하다.

특히 무인 운용 장비의 안정성을 고려하여 이상신호 감지 시 안전모드로 진입하여 주동력장치와 완벽하게 차단되는 안전기능을 보유한다.

나. 원격통제기



원격통제기는 다수의 차량을 동시에 원격 통제하기 위하여 사용한다. 각 기동장비에 부착되어 있는 차량제어기로부터 동력장치의 상태를 실시간으로 동시에 30대 까지 수집하여 각 차량제어기의 출력을 원격으로 제어한다.

장애물이 많은 야전에 적합한 900MHz 대역 주파수를 사용하여 장비간 통달거리는 LOS 기준 500m로 확보하며, AES-128 Encryption 보안 기술을 적용해 해킹으로부터 완벽히 방어한다.

Mash Network 통신방식을 적용해 중계기를 사용하지 않고 각 기동장비의 차량제어기가 최적화된 전송경로로 양방향 통신한다. 특히, 훈련 등 이동 간에 그룹별 기동장비 상태 모니터링 및 관리가 가능하다.

회사소개

아스트는 2008년 설립 이후 현재까지 정밀센서분야, 전자제어분야, 자동화장비 분야 설계 및 제작 등 전자제어기술과 S/W기술 기반의 무기체계 핵심부품을 개발하고 생산하는 방위산업 전문기업이다.

주요 사업 분야는 기동화력장비 체계의 풍향/풍속/대기압/대기온도 등 기상제원을 실시간 측정하여 제공하는 기상감지기, 초정밀 절대치형 광학엔코더, 온도스위치, 온도센서, 레벨센서, 위치센서 등이다. 또한, 차량제어에 사용되는 전자제어컴퓨터, 전원공급장치 등 다방면의 분야에 대한 역량도 확보하고 있다.

InGaAs 광검출기 기술



광주국방벤처센터 협약기업
 (주)우리로 | 박찬용 CTO

1. 개요

InGaAs 광검출기는 Eye-safe 파장대역의 검출하기 위해 필요한 광검출기로 광통신과 레이저 거리 측정기(LRF¹¹)용 광수신기 등에 많이 사용된다. LRF는 레이저 펄스 신호를 목표물에 쏘아 산란(또는 반사)되어온 광펄스 신호를 수신하여 빛이 비행하는 데 걸린 시간을 측정하여 목표지점의 거리를 정확히 측정하는 기술로 무기체계에 많이 사용되며 이와 같이 거리를 측정하는 방식을 TOF¹²라 한다. 이 기술에 있어서 레이저의 파장 및 출력과 수신기의 수신감도(sensitivity)에 따라 측정할 수 있는 최대거리가 정해진다. 측정 거리를 증가시키기 위해서는 안개 및 대기 중의 습도에 대해 투과율이 좋고 Rayleigh 산란에 의한 손실이 작으며 eye-safe 파장 영역의 1550nm 파장대를 사용하여야 먼 거리를 측정할 수 있다.

국내 방산업체 이외에도 많은 해외 방산업체들이 이 수신기를 필요로 하고 있으나 구입이 쉽지 않은 상황이어서 개발을 위한 노력을 진행 중이다. 미국의 AMI¹³사가 Ceramic PCB 상에 단위 전자소자들을 집적한 제품을 오랜 기간 판매해 왔으며, 국내의 우리로에서는 APD칩과 TIA를 자체기술로 개발하고 TIA 구동회로 및 ADC, APD bias 회로 등을 ASIC화하여 개발한 모듈을 국내에 공급하고 있다.

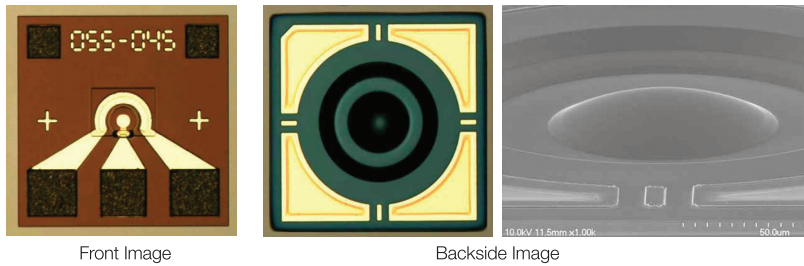
2. 주요 개발 현황

가. LRF용 광수신기 : WDR110



이 제품은 (주)우리로의 LRF용 광수신기의 모델명으로, 핵심 부품인 InGaAs APD칩과 TIA칩을 자체 기술로 설계-제작하였으며 WDR110의 특성은 AMI사의 755제품과 대등 또는 우월한 특성을 보이고 있다. 제품의 사진이 그림 1에 나타내어져 있다. 이 제품의 핵심 부품은 대면적 APD칩과 TIA칩이다. 대면적 APD칩은 광정렬이 쉽도록 200um의 큰 직경을 갖되 가격이 저렴한 전방입사형으로 설계 및 제작되었다. APD칩은 1550nm 파장에서 응답도(광전변환한 출력전류)가 높고 이득특성이 좋으며, 암전류가 매우 낮도록 설계-제작되어 모듈의 수신감도 특성이 매우 좋다.

TIA칩은 수신감도를 높이기 위해 capacitive TIA 타입으로 설계되었으며 5ns-30ns의 펄스폭을 갖는 레이저 펄스를 수신 가능하다. 5ns 펄스에 대해 10nW의 광펄스를 수신할 수 있는데 이는 세계 최고 수준의 성능을 나타낸다. 검출된 펄스 신호는 디지털 신호로 변환하여 출력하며 TPG¹⁴ 기능을 내장하고 있다. 또한 APD bias 공급회로, 온도 보상회로 등이 IC화 되어 있으며 모든 부품이 12 pin TO8 상에 단일 PCB 기판상에 집적되어 있다. Dynamic range는 1:55,000, 동작온도는 -32°C~64°C이며 walk error는 5ns pulse폭에 대해 일반적으로 10ns이다.



나. LiDAR¹⁵ 및 LRF용 렌즈 형성된 APD칩 기술

원격통제기는 다수의 차량을 동시에 원격 통제하기 위하여 사용한다. 각 기동장비에 부착되어 있는 차량제어기로부터 동력장치의 상태를 실시간으로 동시에 30대까지 수집하여 각 차량제어기의 출력을 원격으로 제어한다.

장애물이 많은 야전에 적합한 900MHz 대역 주파수를 사용하여 장비간 통달거리는 LOS 기준 500m로 확보하며, AES-128 Encryption 보안 기술을 적용해 해킹으로부터 완벽히 방어한다.

Mash Network 통신방식을 적용해 중계기를 사용하지 않고 각 기동장비의 차량제어기가 최적화된 전송경로로 양방향 통신한다. 특히, 훈련 등 이동 간에 그룹별 기동장비 상태 모니터링 및 관리가 가능하다.

회사소개

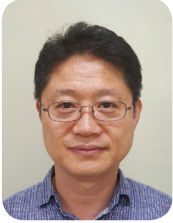
(주)우리로는 PLC¹⁶ 기술을 바탕으로 광분배기, 파장다중 MUX/DMUX 등의 사업화를 위해 설립된 기업으로 2010년 1월 InGaAs PD 전문업체인 (주)포토닉솔루션을 인수함으로써 InGaAs 광검출기 사업을 시작하였다. 광통신용 PIN-PD 및 APD와 양자암호통신용 단일광자검출소자(SPAD¹⁷)를 개발하고 사업화하였으며, 대면적 InGaAs APD칩, Photon Counter용 GM¹⁸-APD, LWR용 레이저검출기, LRF용 검출기 등을 개발하여 납품 또는 사업화하고 있다. 이 중 양자암호통신용 SPAD와 Photon Counter용 GM-APD는 세계 최고수준을 자랑한다.

향후 우리로가 보유하고 있는 우수한 기술을 활용하여 LiDAR용 핵심소자들을 개발하여 방위산업 및 국가 보안 등에 중추적인 역할을 할 수 있도록 노력할 것이다.

14 Time-programmed gain 15 Light Detection and Ranging. LADAR(LASER Detection And Ranging)과 같은 뜻

16 Planar Lightwave Circuit 17 Single Photon Avalanche Diode 18 Geiger-Mode Avalanche Photo Diode

특수 광섬유 가공과 레이저 기술 현황



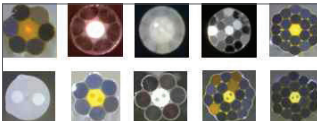
광주국방벤처센터 협약기업
 (주)이상테크 | 김선주 대표이사

1. 개요

최근 레이저 무기체계는 무인기, 포탄, 로켓, 유도탄 등을 요격할 수 있는 미래 신무기 방호무기 체계의 한 분야로 새롭게 부각되고 있다. 특히 광섬유 레이저는 유지보수, 운용 편의성이 우수하고 높은 효율, 소형 및 경량화 가능 등 많은 장점이 있어 미국, 독일 등에서 전술 플랫폼 탑재를 위해 고체 레이저 보다 고품질, 경량화에 유리한 광섬유 레이저로 발전하는 추세이다. 통상 2~3단계의 증폭을 거쳐 최종 출력이 나오는 고출력 광섬유 레이저의 주요 핵심 구성부품은 이득매질인 희토류 첨가 더블 클래딩 광섬유, 펌핑 광원, 공진기 구성을 위한 광섬유 격자, 펌프 광 결합기, 모드필드 어댑터(MFA), 모듈에서 나오는 출력을 전달해주는 빔 전달 장치 등이 있다. 레이저 무기체계 적용을 위해서는 출력이 수 kW급 이상인 광섬유 레이저 엔진을 기본으로 구비하고 있다.

2. 주요 개발 현황

가. 고출력 펌프 광 결합기(High Power Pump Combiner)

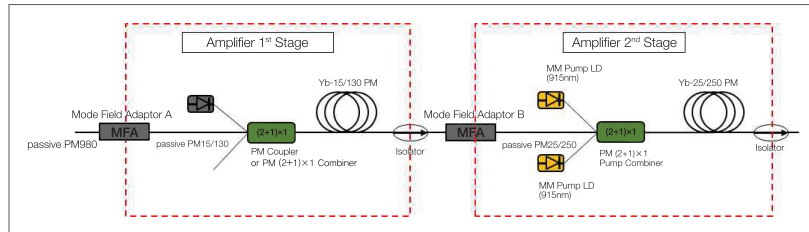


레이저의 출력은 여러 가지 요인에 의해 결정되지만 가장 근본적인 요인은 자극방출을 많이 할 수 있도록 해주는 능력이다. 레이저 구성에서 높은 출력을 얻기 위해서는 펌핑 파워를 높이는 것이 필요하다. 광섬유 레이저의 경우 광학계 구성이 모두 광섬유(all-fiber)로만 이루어지기 때문에 광섬유가 연결된 LD¹⁹로부터 나오는 출력이 펌핑 능력을 좌우하게 된다. 개별 LD의 출력을 높이는 것은 제작상의 한계가 있기 때문에 고출력 광섬유 레이저 구현을 위해서는 여러 개의 레이저 다이오드 출력을 하나로 묶어주는 기능이 필요하다.

펌프 콤바이너는 펌프 LD로부터 나오는 레이저 빔을 하나로 모아 손실 없이 이득매질인 이득광섬유(gain fiber)에 효율적으로 전달해 주기 위하여 사용하는 고출력 광섬유 레이저 구현 핵심 부품이다. 펌프

컴바이너의 종류는 광섬유 구성에 따라 펌핑을 위한 Nx1 형태와 신호광 증폭을 위한 (n+1)x1 형태의 두 가지가 있다.

나. 모드 필드 어댑터(MFA)²⁰



고출력 광섬유 레이저에서는 증폭 단계별로 코어의 크기가 작은 광섬유부터 시작하여 코어의 크기가 큰 광섬유 순으로 다양한 사양의 광섬유를 연결하여 고출력을 구현한다. 고출력 광섬유 레이저 구성을 위하여 코어 크기가 작은 단일 모드 광섬유를 코어 크기가 큰 LMA²¹ 광섬유와 융착 접속시키면 레이저 빔이 LMA 광섬유를 지나면서 고차모드가 발생해 증폭기의 출력 빔 품질이 저하되는 현상이 발생하기 때문에 이를 방지하기 위한 부품이 필요하다.

모드 필드 어댑터는 단일 모드 광섬유와 코어의 크기가 서로 다른 광섬유 사이에 삽입하여 고차모드 발생 없이 빔이 전달되도록 하는 광섬유 레이저 구성 핵심 부품이다. 이 모드 필드 어댑터는 광섬유를 연신하거나 또는 광섬유 코어를 확장하여 서로 다른 코어 크기의 광섬유를 정합시켜 만든다.



회사소개

(주)이상테크는 2006년 설립된 이후 광섬유 가공 기술을 기반으로 하여 광통신용 소자 및 모듈 회사이다. 중국으로부터 시작된 저가제품 공세와 누적된 경쟁심화를 극복하기 위하여 특수 광섬유 가공기술을 응용한 고부가 제품 발굴 및 개발에 연구역량을 집중하여 왔으며, 이를 활용한 광섬유 레이저 핵심부품 및 모듈 전문업체이다. 주요 사업 분야는 기존의 광통신용 수동부품, 펌프 광 결합기, MFA, 고출력 광커넥터와 같은 광섬유 레이저용 핵심부품 및 모듈분야이며, 이 분야에 대한 다양한 역량을 확보하고 있다.

원격사격통제체계 및 다중센서 중거리 PTZ 카메라



경남국방벤처센터 협약기업
 (주)대한씨앤에스 | 이재희

1. 개요

다양한 전장 상황의 경우 전투차량의 사수 노출에 따른 피탄 위협과 사수의 심리적 불안요소를 해소하고, 다양한 환경에 운용이 가능하며, 전투력을 증대시키기 위하여 전투차량 내부에서 원격으로 감시, 조준, 추적, 사격이 가능한 원격사격통제체계(RCWS)의 필요성이 더욱 증대되고 있다. RCWS의 핵심기능은 영상 감시기능, 추적 및 통제기능, 타격기능을 갖추고 있으며, 센서 제어S/W기술, 영상추적기술 및 무인 경계/감시 기술이 융합 적용된 혁신제품으로써, 기 운용중인 총을 장착·운용할 수 있도록 설계 되었다.

전 세계에서 가장 많은 장갑차를 보유한 미국은 신규 장갑차 및 개조사업에 원격사격통제체계를 기본 장착하고 있으며, 최근 아시아, 중동, 아프리카 지역의 국가들도 지상 고정식 외에 장갑차, 전차 및 경비정 등에 원격사격통제체계를 탑재하는 추세이기 때문에, 향후 확대될 해외시장 수요에 대비한 체계개발이 필요하다.



2. 주요 개발 현황

대한씨엔에스는 원격사격체계와 관련하여 현재 해외 사업을 수행 중이며, 지속하여 해외 사업 확대를 목적으로 신규 장비 개발을 추진하고 있다.



특히, 당사는 해외 국가에서 운용중인 기관총 탑재를 목적으로 설계를 진행하고 있으며, 단일 플랫폼에 동시에 2종의 총기를 탑재하여 운용할 수 있는 Dual Type의 원격사격통제체계 또한 설계를 진행 중이다.

실제 해외에서 작전 운용 중에 있는 원격사격 통제체계의 유지보수 사업 수행을 통해 기존 제품의 문제점 및 보완점을 분석하여 보다 해외 시장에서 경쟁력 있는 제품을 선보일 예정이며, 자체 개발 중인 제품에 대한 시제품은 2019년 1분기에 완료를 목표로 하고 있다.



또한, 당사는 중거리 PTZ 카메라 개발을 진행 중이며, 해당 카메라는 항만, 공항, 군사시설 등 주요 시설의 외부 경계 및 시설 감시에 최적의 솔루션을 제공할 수 있도록 자체 개발한 통합감시시스템을 통해 운용 될 예정이다.

우자트(Udjat)는 640 × 512 비디오 해상도, 100mm 렌즈의 열영상 카메라와 2 메가픽셀, 35배줌렌즈 Full

HD 컬러카메라를 기본으로 장착하고 있다. 탐지거리는 야간 최대 500m, 낮에는 2,500m 이다.

회사소개

대한씨엔에스는 감시/통제 시스템 전문인력, 원격사격통제체계 사업 경험, 전문생산시설의 3대 필요 핵심역량을 모두 보유한 유일한 업체이다.

2016년 4월 8일 법인 설립 후 자동차/가전·산업기계/방산 부품 물류 사업을 기반으로 하여 2017년 6월에 대전에 부설 연구소를 설립과 동시에 관련된 전문 인력을 중심으로 시제품 개발 및 원격사격통제체계 해외사업을 진행하고 있다.

2017년 11월에 해외 방산 업체와 원격사격통제체계와 관련된 사업을 계약하여 현재 사업 수행 중이다. 국내 유일의 원격사격통제체계 해외 사업 경험을 가진 전문인력과 생산시설을 보유하고 있으며, 이를 기반으로 향후 해외 수출 확대를 위한 차기 시제품 개발을 추진 중이다.

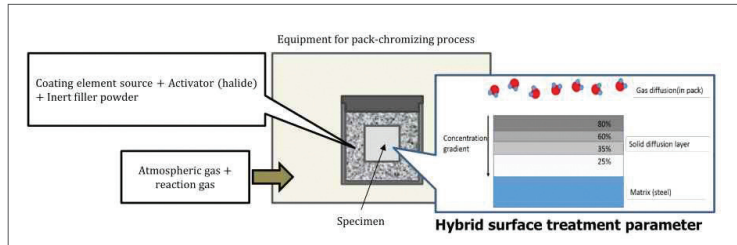
마이크로 합금화층이 형성된 내식, 내화학, 내마모성이 탁월한 표면처리 기술현황



부산국방벤처센터 협약기업
 (주)케이에스티플랜트 | 김성태 대표이사

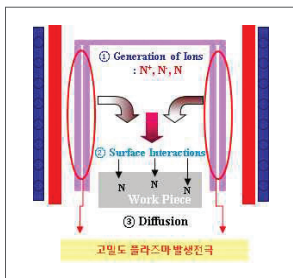
1. 개요

가. KCC(KST Chromized Carbide)



KCC 공정은 진공 챔버 내에서 금속반응을 이용한 In-situ CVD 기술로 공정과정에서 크롬카바이드 분자를 형성 제품의 금속 구조 내부에 침투 및 확산시켜 3차원 층을 형성하여 코팅하는 공법이다. 기술의 특징으로 일반 탄소강에 표면개질을 통해 뛰어난 기계적 성질 및 탁월한 내식성을 확보할 수 있으며, 철계소재에 모두 적용 가능하고, 제품의 형상에 구애를 받지 않는다(3D 처리). 고경도 및 내부식성, 내마모성이 요구되는 용도에 적합한 기술이다.

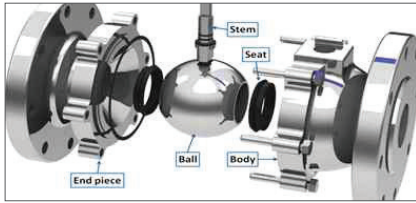
나. KNN(KST Nano Nitridong)



KNN 공정은 저전압 고밀도 플라즈마를 이용해 질소를 나노입자로 발생시켜 나노크기의 질화물에 의한 높은 표면적과 흡착률로 확산속도를 극대화시킨 기술이다. 표면조도 변화 없이 경면의 질화처리가 가능하고 저온처리로 변형이 적고 내마모성이 요구되는 제품에 적용가능하다.

2. 주요 개발/생산 현황

가. Metal seat ball valve



Oil & Gas 생산의 육/해상플랜트 공정에 필수적으로 사용되는 요소부품으로 신뢰성과 내구성 부족으로 인해 대부분 수입에 의존하고 있는 제품이다.

단가가 매우 높고 신뢰성이 있는 제품위주로 사용하고 있기 때문에 국내 엔지니어링 부족으로 제품개발 및 판매에 대한 접근이 어려운 현실이다. 기존제품의 경우 교체주기가 짧아 내식성 및 내마모성을 갖춘 차별화된 고품질의 제품개발이 필요하고 이에 당사의 정밀가공기술과 표면처리기술을 융합한 신제품을 개발하게 되었다.

나. 슈트라이너



발전소의 원료운반에는 컨베이어 시스템이 적용되는데 고속, 고낙차에서 이송되는 석탄과의 연속적인 충돌로부터 슈트보호를 위해 내부에 내마모 강판인 슈트라이너를 설치하게 된다. 지속적인 탄과의 충돌로 라이너의 마모 및 슈트 내부의 황 및 염소 성분으로 부식으로 인해 주기적인 유지보수가 이루어지고 있으며, 이를 통한 비용 및 노동부하가 극심한 현실이다. 이에 저가의 탄소강 소재를 활용하여 당사의 표면처리 기술을 적용 규격화, 경량화, 고수명 제품을 개발하였으며, 성능인증(제25-150호)을 획득하였다. 현재 당진화력, 보령화력 등에 납품 중이다.

다. CSU(연속식 하역기) 체인



연속식 하역기는 발전원료인 석탄을 선박으로부터 하역하는 장치이다. 체인에 고정된 버킷에 의해 석탄을 퍼서 컨베이어 라인까지 이송하는데 체인은 석탄을 버킷에 담아 운반하는 주요 구성품이다. 허나 석탄 석탄에 포함된 광물질이 링크/핀 부분에 끼여 마모가 많이 발생하고 현재 전량 수입에 의존하고 있는 현실이다. 이에 내식성, 인장강도, 내마모성을 갖춘 국산품을 개발하게 되었다.

회사소개

(주)케이에스티플랜트는 한국생산기술연구원의 제 1호 연구소 기업으로 기술 투자를 받아, 표면처리 기술을 개발해 100% 수입에 의존하던 각종발전소 고기능 밸브 및 슈트라이너, Sleeve bearing 및 메탈시트 볼밸브 등을 육상/해상플랜트에 제작 및 납품하고 있다.



소부대 무선통신장치 기술현황



구미국방벤처센터 협약기업
(주)세영정보통신 | 김현수 연구소장

1. 개요

소부대 무선통신장치는 작전 중 타 기기와의 혼선이 없으며, 적의 도청을 어렵게 하여 부대원 간 원활하게 의사소통을 통해 명령 하달 및 작전 수행에 차질이 없도록 하는 기술이다.

또한 소출력 통신으로 배터리 용량이 작아도 오랜 시간 사용이 가능하고 소형화, 경량화하여 오랜 작전 수행에도 피로감을 느낄 수 없으며 어디든 부착할 수 있어 사용함에 불편함을 최소화하였다.

최근에는 블루투스과 연동하여 단말기와 블루투스 간에도 유선 이어셋이 아닌 무선으로 통신하여 작전 수행 시 불편함을 해소하여 작전 수행 능력을 향상시키고 있으며 GPS 연동을 통한 부대원의 위치 정보를 알 수 있어 현재 작전 수행 위치를 알 수 있는 기술도 개발하고 있다.

2. 주요 개발 현황

가. 소출력 양방향무선송수신기



소출력 양방향무선송수신기는 작전 수행에 어려움이 없도록 최소한의 통신 출력(100mW 미만)으로 100g 미만의 중량으로 최대 10시간 정도 사용이 가능하다. 동시 간에 최대 6명이 음성 송·수신을 할 수 있으며 그 외 단말기는 음성 수신이 가능하다.

FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) 기술을 이용하여 타 기기와의 간섭을 최소화하고, 스트림 암호화 방식인 Data Whiting 기술과 블록 암호화 방식인 AES128 기술을 활용하여 암호화를 수행 데이터 도청을 어렵게 하였다.

음질은 8K Sampling에 G.729A 압축 기술을 이용 1화자 당 8kbps의 속도로 전송하고 있다.

나. Single RF 고정형중계기



Single RF 고정형중계기는 소출력 양방향무선송수신기의 서비스 영역을 확장하기 위해 개발되었다.

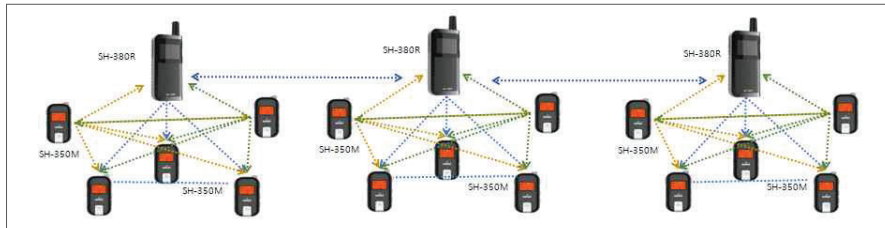
Single RF 고정형중계기 간 거리는 300m로 정하면, 중계기 간에 6홉까지 확장할 수 있어 Single RF 고정형 중계기가 설치된 구간 내에서 소출력 양방향무선송수신기 간에 최대 1.5km까지 통신 거리를 확장 할 수 있다. Single RF 고정형 중계기를 이용하여 소출력 양방향무선송수신기로 동시통화 단말기 수는 최대 3대이며, 수신 단말기의 수는 제한이 없다.

다. Dynamic 중계단말기

Dynamic 중계단말기는 Single RF 고정형중계기와 달리 2개의 RF를 사용하여 소출력 무선통신 단말기와 Dynamic 중계단말기가 자유롭게 이동하면서 통화가 가능하도록 개발된 제품이다. 현재 최대 4홉까지 확장할 수 있어 최대 통신 거리가 1km까지 확장할 수 있다.

2개의 RF 중 1개의 RF는 지속적으로 수신감도를 파악하여 중계 단말기 간 거리가 너무 멀어 통신이 불가능한 경우 소그룹으로 분리하여 통신하고 중계 단말기 간 거리가 좁아지면 소그룹이 결합되어 다시 중계 형태로 통화가 가능한 기술 형태로 운용된다.

최대 송·수신 통화 단말기 수는 9대이며, 수신 통화 단말기에는 제한이 없다.



회사소개

세영정보통신은 1998년 교환기 A/S 기본기술을 토대로 설립된 후 통신단말기, CDMA기지국 장치 등 현재는 국내·외 모든 제조사의 A/S 전문 업체로 사업분야를 넓혀 가고 있는 지역대표 강소기업이다.

2.4GHz 및 900MHz 주파수 대역을 사용한 양방향 무선송수신기인 '위위(WiWi)'를 자체 개발해 올해는 국내외 마케팅을 강화해 100억원대 매출을 돌파할 계획이다. 올 초 일본, 태국, 네덜란드 등지에 총 4,000대를 공급하기로 수출계약을 체결하면서 해외시장에 진출했으며, 하반기에는 이들 지역에 9,000대 이상을 추가 공급할 예정이다.

국방부에서 주체하는 국방우수상용제품선정에서 2015년에 양방향무선 송수신기(SH-320M)가 선정되었고, 2016년에는 WiWi무선중계기가 선정 되었다.

정보보안을 위한 도청 및 녹음방지기



서울국방벤처센터 협약기업
 ㈜실드케이 | 김상환 대표이사

1. 개요

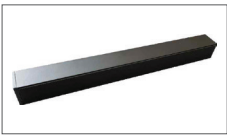
도청 및 녹음 방지기는 사람 귀에는 들리지 않고 녹음기, 도청기의 마이크에만 들리는 주파수를 발생시켜 도청 및 녹음을 방지한다.

이 기기는 어디서나 쉽게 설치 가능하고 간편하게 작동 시킬 수 있다. 최근 설치장소의 면적에 따라 출력을 조절 할 수 있게 개발 되었으며, 이 기술은 국내 순수 기술로 세계 최초의 기술이다.

기밀정보를 취급하는 정부 및 공공기관, 군사기밀을 다루는 군부대 및 시설, 산업스파이의 피해가 예상되는 기업 및 연구실, 사생활침해가 예상되는 개인 등 많은 분야에서 다양하게 활용이 가능하다.

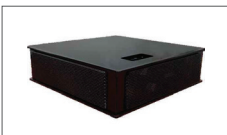
2. 주요 개발 현황

가. 도청·녹음방지기(Speaker Bar Type)



도청기나 휴대폰 등 기기의, 수신용 마이크에만 작동하는 특정 노이즈 신호인 보안신호를 송출하고 몰래 녹음에 의한 녹취, 불법통화에 의한 청각적 정보의 불법유출을 방지하는 기술이다. 지향성 제품으로 송출구에서 지향하는 방향으로 집중되기 때문에 효율이 좋다.

나. 도청 및 녹음 방지기(사면체녹음방지기)



360° 방지가 가능한 제품으로 구역을 설정하여 방지 방향을 정할 수 있다.

회사소개

㈜실드케이는 국방기술품질원 산하 서울국방벤처에 입주한 첨단보안 장비 제조 벤처기업으로, 다양한 형태의 불법도청 및 녹음에 의해 발생되고 있는 사회·경제적, 손실을 방지하기 위해 최고의 보안장비를 개발·제조·판매 하는 회사이다.

불법 도청 및 몰래 녹음 방지기, 불법통화를 차단하는 전파차단기, 무단침입드론을 방지하는 안티드론 제품을 제조 생산 중이며, 정보 보안 분야에 대한 역량을 확보 중이다.

화성의 달, 포보스로 알아보는 위성 탄생의 비밀

「과학향기」(KISTI 제3167호)에서

1877년, 미국의 천문학자 아사프 홀(Asaph Hall, 1829~1907)은 화성 주위를 도는 위성 포보스와 데이모스를 발견했다. 두 위성 모두 그리스의 신 포보스와 데이모스에서 연유하여 명명되었는데, 포보스와 데이모스의 지름은 각각 22km, 12km로 둘 다 너무 작은 크기 탓에 ‘화성의 초대형 감자 위성’이라 불리기도 한다. 포보스와 데이모스 모두 화성과 가까운 거리에 위치하고 있음에도 불구하고 공전하게 된 이유가 밝혀지지 않아 천문학자들이 무척 고생을 하였는데, 최근 미국 사우스웨스트연구소(SwRI)에서 이에 대한 새로운 주장을 내놓았다.



위성은 어떻게 생겨났을까?

위성이란 행성 따위의 둘레를 도는 천체를 말한다. 미항공우주국(NASA)과 국제천문연맹(IAU)의 최근 자료를 종합해보면 우리 태양계의 여덟 행성 주변을 맴도는 위성은 173개로 알려져 있다. 그러나 최근에도 위성들이 발견되고 있는 만큼 이 숫자는 늘어날 것으로 보인다.

행성이 어머니라면 위성은 그 자식과 같은 존재로, 목성과 토성은 무려 60~70개의 위성 식구를 거느리고 있는 반면, 수성과 금성은 자식 하나도 없는 외로운 신세이며, 지구는 달 1개, 화성은 2개를 갖고 있다.

이 붉은 행성의 궤도를 돌고 있는 두 개의 작은 위성, 포보스와 데이모스는 지구의 달보다 훨씬 작은 것으로, 초기 태양계의 형성에 관한 여러 가지 비밀을 지니고 있는 우주 암석이다.

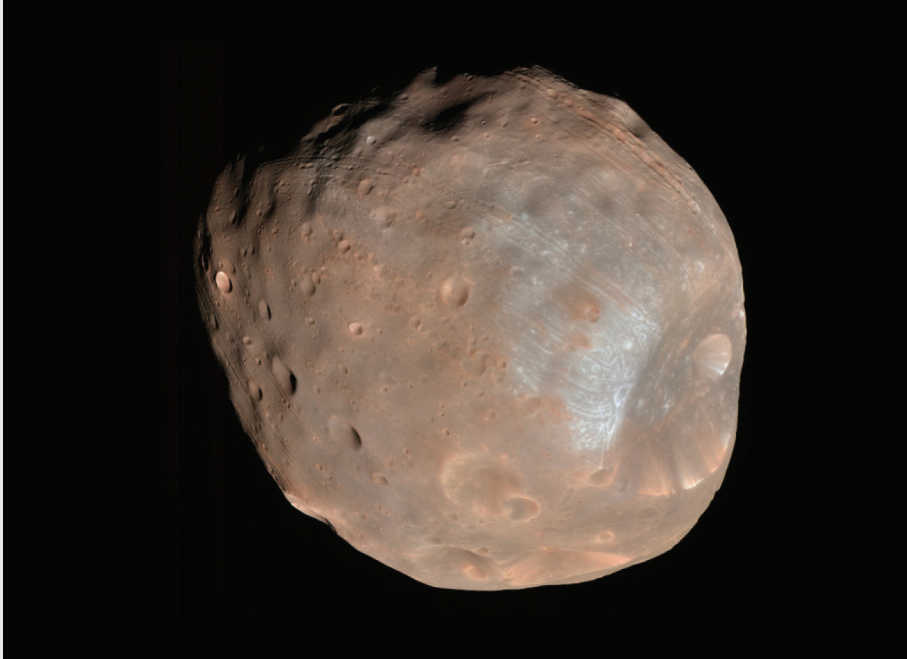


화성 위성인 포보스(위)와 데이모스(아래). 화성 표면을 탐사하는 NASA의 큐리오시티가 2013년 8월 1일 한 화면으로 잡았다. (출처: NASA/JPL-Caltech)

화성의 두 달, 포보스와 데이모스

화성의 주위를 도는 포보스와 데이모스는 각각 지름 27km, 16km의 작은 ‘몸집’을 가지고 있다. 이는 지구의 반 정도인 화성 지름 6,760km의 300분의 1에도 미치지 않는다. 이에 비해 지구의 달은 지구 지름 12,875km의 약 4분의 1인 3,380km 지름을 갖고 있다.

포보스와 데이모스의 형태는 감자처럼 울퉁불퉁하여 위성이라기보다 소행성과 흡사하다. 천체의 형태를 결정짓는 것은 중력으로, 천체가



NASA의 화성정찰위성이 찍은 포보스, 6,880km 거리에서 촬영했다. (출처: NASA)

공처럼 둥글려면 적어도 지름이 250km는 넘어야 하는데, 화성의 달들은 크기가 너무 작아 중력이 지배적인 힘으로 작용하지 못해 감자꼴이 된 것이다. 화성 바깥으로는 소행성들의 영역인 소행성대가 있다.

화성의 두 달, 포보스와 데이모스는 화성의 적도면 근처를 거의 원 궤도를 그리며 도는데, 포보스는 화성 표면에서 불과 6000km 떨어진 곳을 돌고 있다. 태양계의 행성 중 위성과 거리가 가장 가깝다. 지구와 달의 거리가 평균 38만km인 것과 비교해보면 얼마나 가까운지 알 수 있다.

‘소행성 충돌’이 답이다

‘초미니 달’인 포보스와 데이모스는 지난 수십 년 동안 천문학자들의 머리를 싸매게 했다. 도대체 모행성인 화성과 이토록 가까운 거리에서 공전하게 된 이유가 밝혀지지 않았기 때문이다.

과학자들은 지난 수십 년 동안 화성 위성들의 기원에 대해 연구한 결과 그들이 소행성대에서 붙잡혔을지도 모른다고 제안했다. 또 다른 하나는 붉은 행성 주변에 파편 고리들이 쌓여서 만들어졌다고

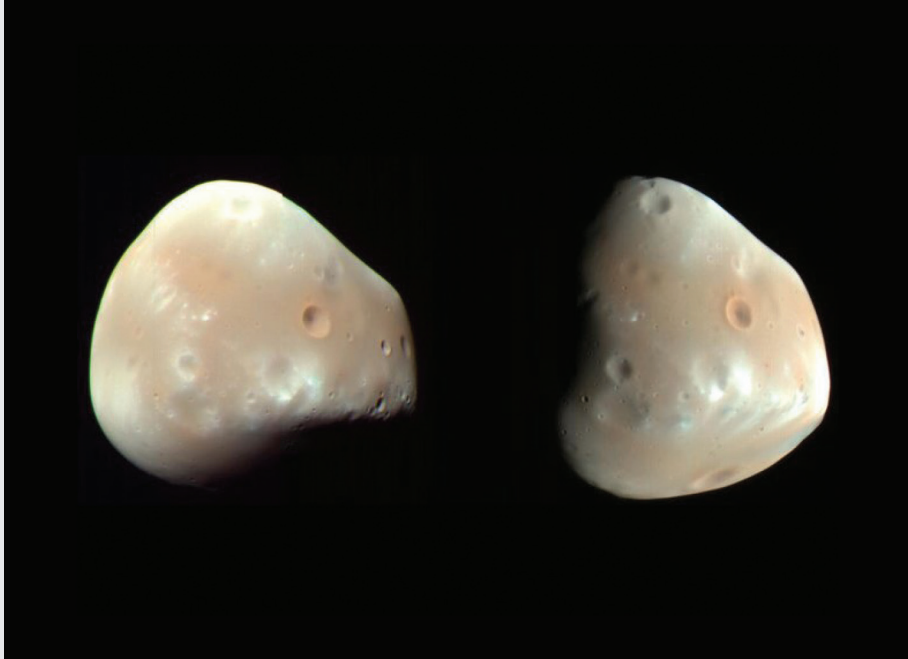
보는 것이다. 두 위성 모두 적도 부근에서 거의 원형 궤도를 이룬다는 사실은 충격에 의해 탄생한 강력한 증거다.

‘포보스 미스터리’에 대한 믿을 만한 답은 최근 미국 사우스웨스트연구소(SwRI)에서 나왔다. 연구소측은 포보스와 데이모스가 초기 화성과 왜소행성의 충돌로 만들어진 것이라는 주장을 내놓았다.

사우스웨스트연구소는 유체역학 시뮬레이션 프로그램을 이용해 초기 화성과 왜소행성의 충돌 과정을 시험했고, 특히 포보스와 데이모스의 작은 크기와 가까운 궤도 거리의 원인을 찾는 데 주력했다. 각기 다른 소행성과 초기 화성과의 충돌 시뮬레이션을 거친 결과, 초기 화성에 소행성대의 가장 큰 천체인 베스타나 세레스 정도의 왜소행성과 충돌했을 때 현재 형태 및 크기의 포보스와 데이모스가 만들어진다는 것을 확인했다.

베스타는 화성과 목성 사이에 있는 소행성으로 지름 530km 정도이며, 세레스는 지름이 973km의 왜행성이다.

연구를 이끈 사우스웨스트연구소의 로빈 캐노프



화성정찰위성이 찍은 데이모스. 매끄럽게 보이는 표면에 최근 충돌한 것으로 보이는 크레이터가 흩어져 있다.
(출처: NASA/JPL/University of Arizona)

박사는 “이번 연구에서 가장 흥미로운 것은 ‘우주에서 달이 생성되는 것은 매우 어려운 일’이라는 믿음이 깨졌다는 사실”이라면서 “천체간의 작은 충돌로도 달이 만들어질 수 있다는 것을 알려준다”고 설명했다.

연구에 따르면, 화성의 두 달이 화성에서 유래하는 재료로부터 주로 파생된 것인 만큼 대부분의 원소 조성은 화성과 비슷할 것으로 추정되고 있다.

10억 년 동안 화성 둘레를 쉼없이 돌던 이 두 위성은 머지않아 운명이 바뀔 것으로 예측되고 있다. 현재 포보스는 100년에 1.8m씩 나선형으로 추락하는 중이며, 약 5천만 년 후에 화성 표면에 충돌할 것으로 예측된다. 데이모스는 천천히 나선형으로 화성에서 떨어져나가 충돌의 운명을 피할 것이다.

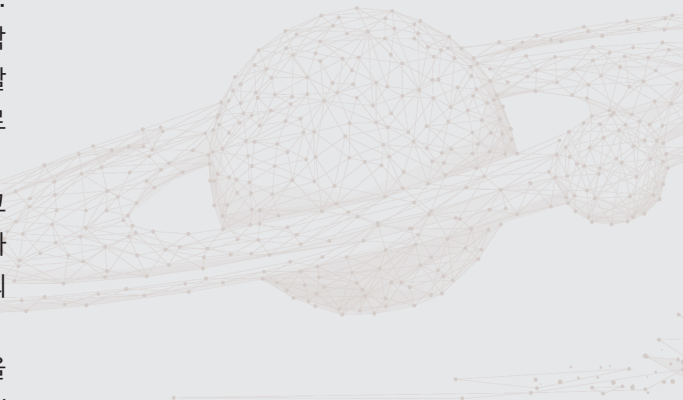
참고로, 지구의 달 역시 매년 3.8cm씩 멀어져가고 있어 10억 년 후에는 지구와 이별할 것으로 과학자들은 예측하고 있다. 회자정리(會者定離)는 우주의 법칙이기도 하다.

2024년 일본항공우주국(JAXA)은 화성 위성들을 방문하기 위해 ‘화성 위성 탐사(Mars Moons exploration:MMX) 프로젝트를 시작할 계획이다.

MMX는 포보스의 표면에 착륙하여 샘플을 채취한 후 2029년에 지구로 돌아올 예정이다.

글 이광식 과학칼럼니스트

일러스트 유진성 작가



국방기술품질원

주요업무 소개

기술기획부 WBS를 활용한 기술조사·분석 향상 방안

WBS를 활용한 기술조사 분석·향상 방안



국방기술품질원 기술기획부 전략기획팀
조일륜 선임연구원(좌), 강형우 연구원(우)

1. 개요

국방력 강화와 방위산업 활성화를 위해 최근 5년간 국방연구개발 예산은 꾸준히 증가되었다. 2017년 국방연구개발 예산은 2조 7,838억원 수준으로 2016년 대비 8.9% 향상되었으며, 이는 최근 6년간 최대의 상승폭이었다.

매년 상승되는 국방연구개발 예산의 효율적 활용을 통해 국방과학기술 향상과 첨단무기 개발의 자주성 확보를 이뤄내야 한다. 따라서 무기체계뿐만 아니라 하위 핵심부품 역시 자주성을 가져야만 효율적으로 국방연구개발 예산이 집행되었다고 볼 수 있을 것이다. 그러나 일부 민간 연구보고서에 의하면 국방연구개발 예산 증가폭 대비 무기체계의 국산부품 사용 비율이 상대적으로 높지 않다는 것이 확인되었다. 또한 완성품 기준으로 국산부품 사용비율은 2014년 65.2%를 기록하여 2008년 대비 오히려 11.6% 감소한 것을 알 수 있었다. 즉 무기체계 연구개발은 활발하게 진행되고 있지만 하위 핵심 구성품의 개발은 소극적이며, 해외 도입부품의 사용 비율이 높아지는 것으로 해석될 수 있다. 이러한 점은 대기업 위주의 무기체계 개발로 인해 핵심부품을 개발하는 중소기업들은 일부 소외되고 있는 모양새로 비춰질 수 있는 측면이 있다.

지속적이고 건전한 국방과학기술 발전을 위해서는 대기업뿐만 아니라 중소기업의 경쟁력 확보가 필수적이다. 따라서 중소기업의 능동적이고 적극적인 역할을 기대하기 위해서는 핵심부품, 핵심기술에 대해 정부차원의 육성과 홍보가 절실하다고 판단된다. 이러한 측면에서 무기체계 핵심 구성품의 기술수준, 부족기술, 해외의존도가 높은 기술을 명확히 파악할 수 있는 기술조사와 분석이 우선적으로 수행되어야 한다.

현재 국방과학기술 조사·분석은 다소 포괄적이며 광의적인 개념에서 조사와 분석이 이뤄지다 보니 핵심

구성품의 기술수준 및 관련 중소기업 현황에 대한 조사는 제한적으로 진행되는 측면이 있다. 이러한 부분을 보완하기 위해 WBS¹⁾를 활용한 국방과학기술 기술조사·분석 향상 방안을 제시하고자 한다.

8대 분야 27개 대표무기체계 유형별 기술조사 방식에서 벗어나 무기체계별 부체계 및 하위 구성품 단위로 WBS를 전개함으로써 구성품별 성능, 기술수준, 개발업체 현황, 해외 유사부품 현황 등의 조사가 가능하다. 세부 구성품 단위 조사를 통해 무기체계별 하위 구성품의 부족기술을 명확하게 파악할 수 있을 뿐만 아니라 육성이 필요한 기술분야, 절충교역을 통해 기술확보가 필요한 분야, 국산화가 시급한 품목 등의 식별이 가능하여 국방과학기술 향상과 무기체계 개발의 자주성 확보에도 일부 기여할 수 있을 것으로 고려된다.

2. 국내 국방과학 기술조사·분석 현황

국방과학 기술조사·분석은 방위사업법 제32조와 방위사업관리규정 제654조를 근거로 수행되고 있다. 주요 산출물인 국방과학기술조사서는 미래 무기체계 소요 및 핵심기술의 연구개발 기획을 위한 참고 문서로 볼 수 있다. 국내외 국방과학기술수준, 무기체계/기술 개발현황 및 발전추세, 미래 소요기술에 대한 연구개발 방향 등을 제시하고 있는 문서로, 한국을 포함해 방산 선진국을 대상으로 무기체계 기술수준을

조사하여 학계, 연구기관, 기업체, 군 관련기관에 배포하고 있다.

현재의 기술조사·분석은 8대 무기체계를 중심으로 기술수준을 판단하고 상위레벨에서 기술을 식별하기 때문에 무기체계 하위 구성품의 기술수준과 성능에 대한 정확한 파악이 일부 제한되는 것이 현실이다. 「국가별 국방과학기술 수준 설문 및 국조서 사용자 의견 조사」 결과에 따르면 국조서의 항목 및 구성에 대한 변화가 필요하다는 의견이 29.9%에 달했으며, 그 중 기술수준의 세분화가 필요하다는 의견이 일부 식별되었다. 예로, 유도무기체계의 체계종합기술이나 기체기술에 대한 기술수준 파악은 가능하지만 탄체에

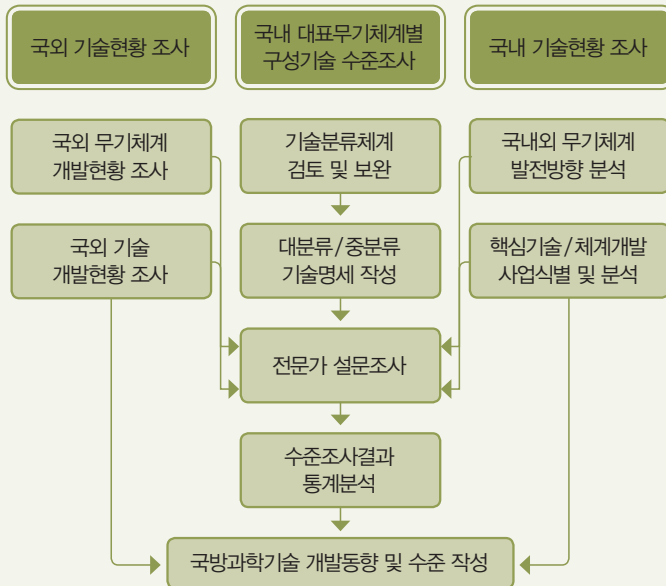


그림 1 국방과학기술조사 수행절차

들어가는 열전지에 대한 기술수준 및 현황은 제한적이다. 유도무기체계의 기술수준을 향상시키기 위해서는 열전지 핵심기술 개발 필요성, 국내의 열전지 기술수준에 대한 식별이 필요하고, 이에 대한 명확한 결론을

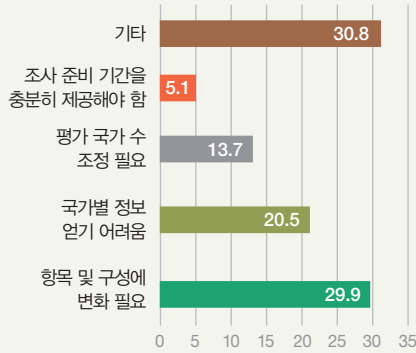


그림 2 국방과학기술조사서 전문가 설문 결과

얻기 위해 무기체계뿐만 아니라 부체계 및 하위 구성품에 대한 조사가 필수적이다. 따라서 하위 구성품 단위에서 기술조사·분석을 효율적으로 진행하기 위해 WBS를 활용할 필요가 있다.

3. WBS를 활용한 기술조사·분석 향상 방안

가. WBS의 정의

WBS는 사업의 최종 목적을 달성하기 위해 필요한 작업(구성품)을 트리구조(Family Tree)로 표현한 것이다. 즉, 제품을 개발·생산하는 과정에서 소요되는 하드웨어, 소프트웨어, 서비스 및 기타 작업들을 구성하고 조직화한 것을 말한다. 미 국방규격 MIL-STD-881C에 따르면 WBS 1단계는 무기체계(System: Entire Defense Materiel Item)를 나타내고, 2단계는 주요 조립체(Major Elements of the Defense Materiel Item), 3단계 이하 품목은 상위 단계 통합에 필요한 하위 구성품으로 구성된다. WBS는 무기체계의 획득절차에 따라 진화하며 체계개발 종료단계에서는 시스템을 가장 잘 나타낼 수 있는 가장 낮은 수준까지 정확하게 정의된다.

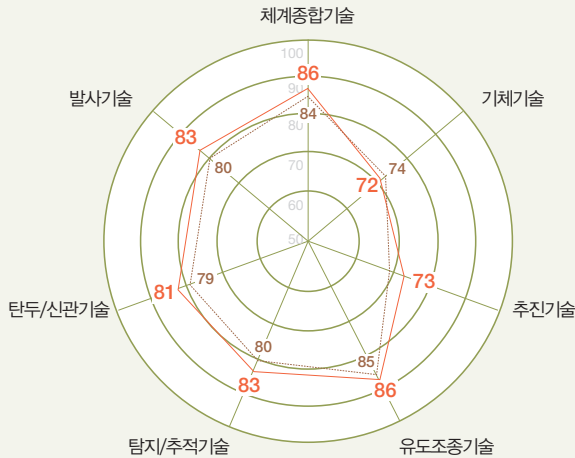
일반적으로 WBS는 개발비용의 투명성, 집행예산의 체계적 관리 등을 위한 사업관리 도구로 사용되지만 이를 기술조사·분석에 사용함으로써 다양한 장점을 가질 수 있다. 무기체계를 구성하는 모든 구성품을 명확하게 정리할 수 있으며, 구성품별 성능, 개발 및 생산업체, 해외 유사부품 및 성능 등을 추가함으로써 기술조사에 최적화된 도구로서 활용이 가능하다.



그림 3 유도무기체계 WBS 구성(예)

나. WBS를 활용한 기술조사·분석

대분류 수준조사 결과



범례	
범위	기준
100	최고선진국
90~99	최고선진권
80~89	선진권
70~79	중진권
60~69	하위권
0~59	최하위권

그림 4 국방과학기술조사서에서의 유도무기에 대한 기술수준조사 결과(대분류 기술)

현재 기술조사·분석은 기술수준을 대분류, 중분류로 구분하고, 분류별 기술수준을 조사하는 방식으로 진행된다. 이러한 방식은 상위 레벨의 기술은 식별이 가능하지만, 하위 단위기술에 대한 조사·분석이 일부 제한적인 측면이 있다. 또한 기술조사를 통해 식별된 기술과 실제 구성품과의 연결고리가 약해 실효성과 활용성이 저하될 수 있다. 앞서 언급된 열전지의 경우 수출승인(EL) 품목이므로 기술수준에 대한 명확한 파악이 필수적이지만 WBS 상위단계 수준에서는 식별이 어려운 품목이다. 즉, 대분류 및 중분류에 의한 기술분류 방식을 적용한 기술조사·분석으로는 열전지에 관한 기술을 도출하는 데 어려움이 존재한다고 볼 수 있다.

이러한 제한사항을 극복하기 위해서는 기술조사·분석 과정에서 무기체계의 상세한 WBS를 작성하여 하위 구성품까지 조사범위를 확대하고, 중소기업체의 기술수준까지 파악이 필요하다.

무기체계의 WBS를 작성하기 위해서는 대상 무기체계의 특성을 고려해 유사 무기체계를 선정하고, 유사체계 WBS를 구성하는 것이 첫 번째 단계이다. 어느 정도 신뢰성 있는 WBS를 구성하기 위해서는 개념설계나 탐색개발 과정이 필요하지만, 작전운용성능(ROC) 및 운용개념이 정립되어 있지 않은 기획 단계이므로 유사 무기체계를 이용해 최대한 신뢰성 있는 WBS를 이용해야 한다. 유사 무기체계는 성능, 운영환경, 형상이 유사할 것으로 고려되는 체계를 우선적으로 선정하며, 체계개발이 완료되어 기술자료 확보가 용이한 체계를 결정해야 한다. 유사 무기체계가 선정되면 DTIMS, 국방표준종합시스템, 품질정보서비스 등을 활용해 기술자료를 확보한다. 탐색개발 및 체계개발 관련보고서(개발규격서, 개발완료보고서 등), PDR 및 CDR 자료, 양산규격, BOM, 국외기술정보 등을 참고하여 하위 구성품의 성능, 기능, 국산화여부 등을 파악한다. 이러한 기술자료를 근거로 유사 무기체계 WBS가 구성되면 하위 구성품의 성능, 국내 유사장비, 개발 및 생산업체, 관련 연구기관, 수출제한 여부 등에 대해 파악이 가능하고, 대상 무기체계의 WBS를 작성하는데 기초자료로 활용될 수 있다.

중분류 수준조사 결과

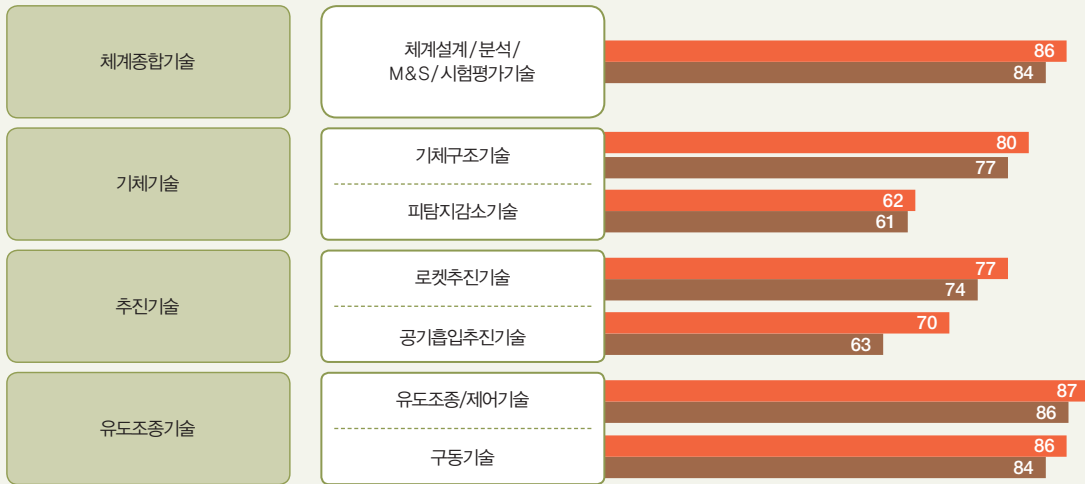


그림 5 국방과학기술조사서에서의 유도무기에 대한 기술수준조사 결과(중분류 기술)

대상 무기체계의 WBS는 유사체계 WBS를 최대한 활용하고, 작전운용성능(ROC)을 분석하여 유사체계와 대상체계의 차이점을 식별하는 것으로부터 시작된다. 작전운용성능의 성능차이 분석을 통해 하위 구성품에 영향이 있는 품목을 식별할 수 있다. 또한 성능에 영향이 있는 품목을 집중적으로 분석함으로써 품목별 예상성능을 부여하고, 산·학·연 전문가를 통해 WBS 구성의 적절성과 하위품목 예상성능을 검증할 수 있다.

결과적으로 위와 같은 과정을 통해 그림과 같이 대상 무기체계에 대한 상세한 WBS를 구성할 수 있으며, 각 구성부품에 대한 기능 및 성능, 개발/제조업체 등의 기술수준을 파악할 수 있다. 이와 같이 WBS기반 조사·분석을 활용하면 앞서 언급되었던 열전지에 대한 WBS 레벨 수준, 개발·제조업체, 유사체계에서 활용되었던 열전지의 기술 및 수준 등을 파악할 수 있으며 그 하위의 부품기술 수준도 식별할 수 있다.

표 1 WBS기반 주요 조사항목

조사항목	정의	비고
유사체계 품목 정의	개발된(개발 중인) 장비/모듈별의 정의 및 설명	유사무기체계
유사체계 기능/성능	개발된(개발 중인) 유사무기체계 장비/모듈단위의 구현된 기능/성능	
개발/생산(제조)업체	해당 장비/모듈을 개발/생산(제조)한 업체	
국외도입 업체/국가	해당 장비/모듈을 국외 도입한 경우 도입 업체/국가 정보	
유사체계 품목 정의국외도입(EL) 여부	해당 장비/모듈이 국외 도입된 여부(즉 품목여부)	
대상체계 품목정의	단위 장비/모듈의 정의 및 설명	대상무기체계
대상체계 예상 기능/성능	장비/모듈의 목표(성능/제원 등)	
국내 유사장비	타 분야, 타 무기체계로 적용된(개발 중인) 국내 유사 품목/장비의 정보(장비명, 국가, 업체, 성능 등)	
국외 유사장비	타 분야, 타 무기체계로 적용된(개발 중인) 국외 유사 품목/장비의 정보(장비명, 국가, 업체, 성능 등)	
관련 연구기관 및 업체현황	해당 장비/모듈과 관련한 기술을 연구한 기관(연구소, 학교 등) 및 업체	

표 2 WBS를 활용한 조사·분석 양식(예시)

순번	Level	Level									대상체계 장비/부품명	대상체계 품목정의	대상체계 기능/성능	국내 유사장비 (성능/업체)	국외 유사장비 (성능/업체/국가)	관련 연구 기관	자료 출처	비고
		1	2	3	4	5	6	7	8	9								
1	1	0									000	무기체계명			0000 (영국)	0000 연구소	JSOP	
2	2	00									00000	000 무기체계명 000하는 000역할을 수행	사거리: 00km 이상 중량: 00kg	000000 (00km 이상/㈜)		0000 대학교	000 체계국방 규격서	
3	3	000									00000	000직전 0000되어 0000하는 장비	관통력: 0000 00cm이상	0000000 (00m 급/ ㈜00)		0000 연구소	0000 체계개발 보고서	
4	4	0000									00000	0000을 00000하는 장비	정확도: CEP 0m이하		0000 (영국)			
6	5	00000									000000000	0000을 0000에 공급하는 장비	항법: INS+GPS 항재밍, GPS 보정정보체					
7	6	000000									000000000	0000을 0000하는 부품	무게: 0kg이하	0000000 (00kg 급/㈜)	0000 (미국)	0000 연구소		
8	7	0000000									000000000	0000을 0000하는 부품	크기: 0x0cm	0000000 (00/㈜00000)		0000 연구소		

4. 결론

실용적인 국방과학기술 조사·분석이라면 무기체계뿐만 아니라 핵심 구성품의 기술수준을 명확하게 짚어낼 수 있어야 한다. 이를 통해 세부 구성품 단위 기술수준 파악이 가능하여 육성 및 개발이 필요한 기술이 확인될 것이다. 현재의 기술조사·분석은 다소 넓은 범위와 무기체계 위주의 조사로 인해 핵심 구성품의 기술수준 확인이 일부 제한되는 측면이 있었다. 따라서 국방과학기술의 조사·분석을 향상시킬 수 있는 방안으로 WBS 활용을 제안하였다.

무기체계의 WBS를 활용해 기술조사·분석을 수행하게 되면 하위 구성품의 기술수준, 성능, 수출승인 여부, 개발업체 등을 명확히 파악할 수 있을 뿐만 아니라 한층 효과적이며 실효적인 결과를 얻어낼 수 있다. 그뿐만 아니라, 반드시 확보해야 할 기술과 구성품을 식별하여 해외 의존도가 높은 구성품, 미리 개발이 필요한 구성품과 관련된 기술을 발전시키고 육성시킬 수 있을 걸로 예상된다. 또한 기술개발의 중복성을 배제하고 가치있는 기술에 집중 투자할 수 있는 여건 조성과 능력 있는 중소기업의 국방연구개발 참여를 더욱 촉진 시킬 수 있는 지름길이다. 더불어 절충교역을 통해 기술확보가 필요한 기술, 국산화사업을 통해 개발이 필요한 분야 등에 대해 체계적인 준비를 할 수 있을 뿐만 아니라 무기체계의 전반적인 기술수준과

현황 파악이 가능해 향후 소요기획에 도움이 되며, 진화적 개발을 위한 단계 설정에도 참고가 될 수 있을 것이다.

장기적으로는 무기체계별 표준 WBS를 설정하고, 하위 구성품 간 조정을 통해 다양한 무기체계를 하나의 표준 WBS에 통합할 수 있도록 지속적인 노력이 필요하다. 또한, 소요기획-핵심기술개발-무기체계 개발-전력화까지 획득 전순기에 활용될 수 있도록 WBS 전산시스템 구축하여 유지·보완할 수 있는 체계를 형성하고, 모든 관련기관에 사용될 수 있도록 발전시킬 필요성이 있다고 생각된다.

이러한 실용적인 기술조사·분석을 통해 국산 무기체계의 해외 도입부품 의존도를 낮추는 데 기여하고, 핵심 구성품과 중소기업 경쟁력 확보가 이뤄짐으로서 대한민국 무기체계 개발의 자주성 정립이 가능할 것이라고 생각된다.

출처 2017년 방위사업 통계연보, 방위사업청 (2017. 6.)

국방 연구개발 체제의 환경 변화와 발전 과제, 산업연구원 (2016.12.)

국가별 국방과학기술수준 설문 및 국조서 사용자 의견조사 연구 결과보고서, 국방기술품질원 (2015.12.)

MIL-STD-881C, Department of Defense, United State of America (2011.)

방위사업법, 방위사업청 (2017. 7.)

방위사업관리규정, 방위사업청 (2018. 7.)

2016 국방과학기술조사서 요약본, 국방기술품질원 (2016.12.)

국방과학기술 개발동향 및 수준 제6권 화력, 국방기술품질원 (2016. 12.)

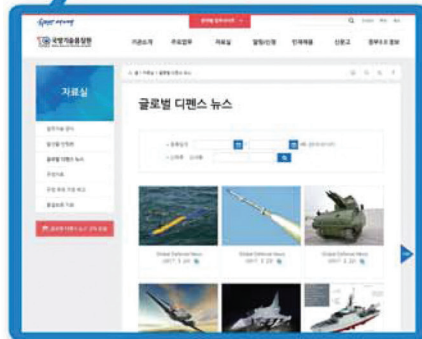
국방과학기술 예측조사 및 수준조사 방법 개선연구, 국방기술품질원 (2017. 3.)

방산기술정보 인터넷 접속 방법



▶ Global Defense News 접속방법

- 1 www.dtaq.re.kr
- 2 글로벌 디펜스 뉴스 클릭



▶ 국방과학기술정보 책자 열람 방법

- 1 www.dtaq.re.kr
- 2 자료실 클릭
- 3 발간물·단행본 클릭
- 4 국방과학기술정보지 클릭



방산기술정보 국방망 접속 방법



▶ DTIMS 회원가입방법

- 1 인터넷 주소창에 http://dtims.mnd.mil 입력
- 2 상기 화면이 뜨면 우측 상단에 있는 회원가입을 클릭하고 회원가입
- 3 회원가입 완료 후 로그인

▶ 격월간 국방과학기술정보誌 열람 방법

- 1 http://dtims.mnd.mil ▶ 2 전체메뉴 클릭 ▶
- 3 국방과학기술정보 클릭



▶ Global Defense News 및 해외기술 동향 접속 방법

- 1 http://dtims.mnd.mil ▶ 2 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

번호	입찰공고명	정보획득일자	입찰기간	분야	국가	종류
1801	PIR ABCART SYSTEM - 1 Lot	2018-01-08	2018-01-29	무기	미국	1
1802	Intelle Type 8 & 10 Type 8 (Blow up) Intel Type 8 (CTC) Blow Unit	2018-01-08	2018-01-22	무기	미국	1
1803	Sublet Proof order and others	2018-01-08	2018-01-22	무기	미국	1
1804	Work and 5.56mm Live ammo	2018-01-08	2018-01-21	무기	미국	1
1805	CTC System 공급계약 체결	2018-01-08	2018-01-29	무기	미국	1
1806	기타제품 정보(무기체계분야) 시스템	2018-01-08	2018-01-29	무기	미국	1
1807	기타제품 정보(무기체계분야) 시스템	2018-01-08	2018-01-29	무기	미국	1
1808	고급기 D4B200	2018-01-08	2018-01-29	무기	미국	2
1809	기타제품 정보(무기체계분야) 시스템	2018-01-08	2018-01-29	무기	미국	1

4 해외입찰원문정보 열람(로그인 필요)
5 만족도 평가

이 페이지에서 제공하는 정보에 만족하십니까?
 ☆ ☆☆☆ ☆☆☆☆ ☆☆☆☆☆

4 해외입찰정보 상세 검색결과 예시

입찰정보 제공 권역 및 담당자

- 아시아, 아프리카, 중동 윤태연 (055-751-5393, yoonty12@dtac.re.kr)
- 북미, 중남미, 러시아/CIS 윤범식 (055-751-5395, coldcoin@dtac.re.kr)
- 오세아니아, 유럽 김수빈 (055-751-5392, sbkim@dtac.re.kr)



주의

- 자료의 지식재산권 보호를 위해 본 간행물에 게시된 자료의 무단복제·전재를 금합니다.
- 본 자료에 게재된 내용은 국방기술품질원의 공식적인 견해가 아니며, 필자의 개인 의견임을 알려드립니다.