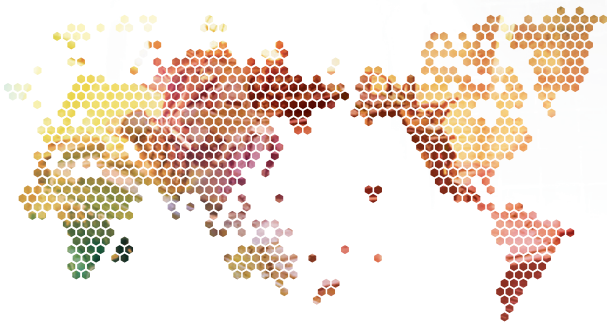
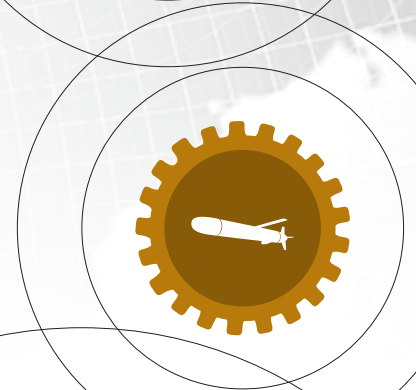
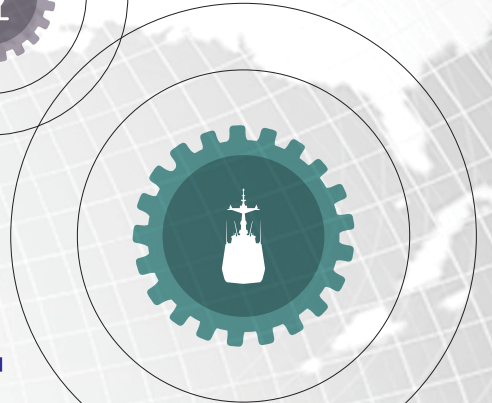
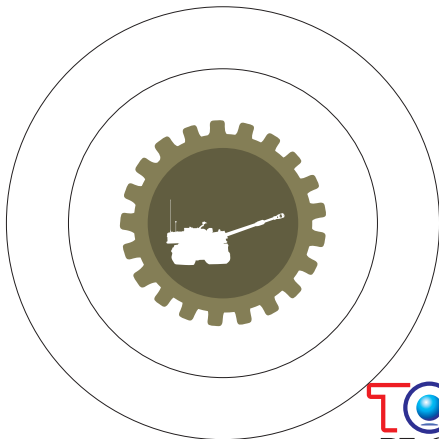


국방과학 기술정보

JOURNAL OF THE DEFENSE SCIENCE & TECHNOLOGY INFORMATION



특집 항공무기체계 소프트웨어 소개 및 발전방향
헬기 생존성 향상 기술 발전 동향
IMA 기반 차세대 항공전자 시스템 개발 기술 동향
항공기용 가스터빈엔진 시동기의 발전 동향에 대한 기술적 검토
항공용 가스터빈엔진 개발동향 및 기술발전 추세



특집 기사



- 6 항공무기체계 소프트웨어 소개 및 발전방향
- 19 헬기 생존성 향상 기술 발전 동향
- 32 IMA 기반 차세대 항공전자 시스템 개발 기술 동향
- 55 항공기용 가스터빈엔진 시동기의 발전 동향에 대한 기술적 검토
- 72 항공용 가스터빈엔진 개발동향 및 기술발전 추세

해외 기술 단신

지휘통제·통신무기체계



- 106 미 노드롭그루먼사, GPS 없이 첨단 항법 비행 시험 예정
- 107 미 Harris사, 특수작전용 무전기 공급
- 109 미 DARPA, 자폭 컴퓨터 칩 개발 가능성 연구
- 110 F-35 조종사 상황판단 능력 훈련에 전술 시뮬레이터 활용
- 111 이스라엘 IMI사, 새로운 해상C4체계 공개

감시정찰무기체계



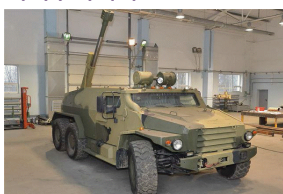
- 113 미 육군, 전자전 기획관리툴 개발 추가 계약
- 115 미 DARPA, C2E 전자전 프로그램 공시
- 116 미 공군, GPS RF 파형발생기 소형화 추진
- 117 미국, 재밍에 영향을 받지 않는 항법장치 모색
- 120 미 노드롭그루먼사, 신형 AN/PED-1A 공개

기동무기체계



- 122 독일 육군, 아랍에미리트에서 신형 보병전투 장갑차 Puma 혹서기 시험 실시
- 123 필리핀 육군, 76mm Scorpion 포탑 탑재한 M113 병력수송 장갑차 도입 계획 발표
- 125 영국, 생각으로 조종하는 로봇 팔을 부상병에 최초 적용
- 127 중 육군, 신형 99G식 주력전차 군사훈련 배치
- 128 미 육군, 앞으로 더 똑똑한 로봇의 활약 예상
- 131 프랑스, 2개의 신형 장갑차 사업 시작

화력무기체계



- 133 미 해군항공무기연구소, 소형 정밀유도미사일 'SPIKE' 개발
- 135 미 해군, 레이저 무기 배치 임박
- 138 러시아, 신형 120mm 자주포 개발 공개
- 139 러시아, 인도에 2S19 152mm 자주포 공급 전망
- 140 미 육군과 레이스온사, GPS 유도 Excalibur탄 시험발사 성공

- 142 러시아, 최첨단 대형 잠수함 취역 임박
- 143 미 해군, 신개념 수중무인체 발사 시스템 시험 착수
- 144 Thales사, 2050 소나체계 기술지원 계약 체결
- 145 러시아, Kirov급 중(重)유도탄 순양함 개수사업 착수
- 146 미 GD BIW사, 차세대 연안감시선 예비설계 계약 체결

함정무기체계



- 147 미국, F-35에 중국제 금속 사용 허가
- 148 중국, 장거리 스텔스 폭격기 개발 중
- 150 중국, 세계 최대의 수륙양용 항공기 Jiaolong-600 개발 중
- 151 영 BAE Systems사, 3D 프린터로 제작된 부품을 장착한 전투기 비행시험 성공
- 152 프랑스, Rafale 전투기 능력 보강

항공무기체계



- 153 미 국방부, 미사일방어체계에 의문을 제기
- 154 러시아, 함정에 신형 방공체계 장착 예정
- 155 중국, 최초의 극초음속 미사일 시험 성공
- 156 이스라엘-미국, Arrow-3 요격미사일, 2차 비행시험 실시
- 157 인도네시아, Thales사의 ForceSHIELD 주문

방호·유도무기체계



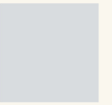
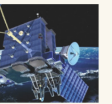
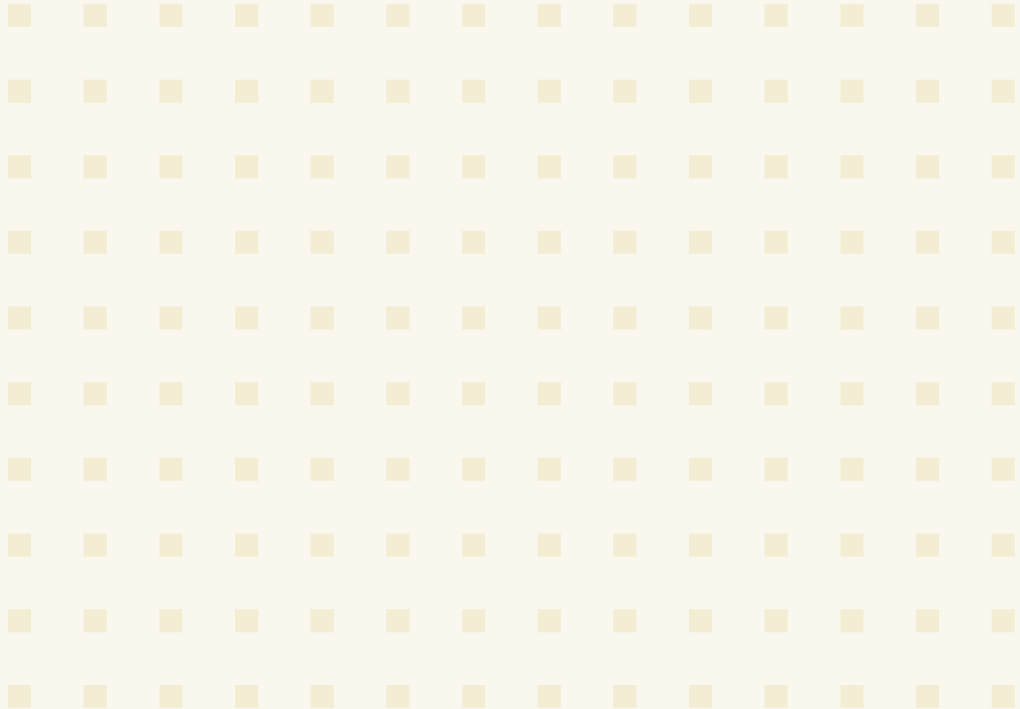
-
- 164 미국, 가상 군사훈련 실태 및 상업분야로의 확대
 - 171 급조폭발물 대응을 위한 미 육군의 공세적 전자전 장비 개발 동향
 - 176 세계 10대 병력수송 장갑차
 - 181 인도 화력장비 개발 동향
 - 185 세계 10대 자주포 소개
 - 190 세계 10대 구축함
 - 195 쌍발엔진 전투기 업체의 고민
 - 202 대함미사일과 미사일대항책의 개발동향

해외 무기개발 동향



-
- 212 수중감시체계 시장동향 및 생산전망

방산시장 FOCUS





국방과학기술정보 통권 45호



특집기사

JOURNAL OF THE DEFENSE SCIENCE & TECHNOLOGY INFORMATION



항공무기체계 소프트웨어 소개 및 발전방향
헬기 생존성 향상 기술 발전 동향



IMA 기반 차세대 항공전자 시스템 개발 기술 동향
항공기용 가스터빈엔진 시동기의 발전 동향에 대한
기술적 검토



항공용 가스터빈엔진 개발동향 및 기술발전 추세

항공무기체계 소프트웨어 소개 및 발전방향

공군 항공SW지원소장
공군대령 주성만

▶▶▶

서론

글을 쓰려고 할 때 제일 먼저 해야 할 것은 이 글을 읽게 될 사람 즉, 대상과 무엇에 대해 쓸 것인가라는 글의 주제를 정하는 것이 아닐까 생각한다. 글의 주제는 어느 정도 정해져 있던 터라 대상을 정하는 것이 문제였는데, 일단 우리 부대에 처음 부임해 온 신입요원에게 우리 부대의 임무를 설명한다는 기분으로 자연스럽게 쉽게 설명하는 것으로 상정하고 글을 써 본다.

현대전은 연합·합동작전 기반으로 감시정찰(ISR), 지휘통제(C4I) 및 정밀타격체계(PGM)가 결합된 복합체계(System of Systems) 중심의 네트워크 중심전(Network Centric Warfare, NCW)이다. 이는 과거 플랫폼 중심의 전장에서 네트워크 중심으로 전장 환경 변화를 이끌고 있으며, 운용되는 무기체계는 체계 간의 정보공유 및 통합이 이루어질 수 있도록 지능화·복잡화되었고 이러한 새로운 기능들은 소프트웨어에 의해 구현되고 있다([그림 1] 참조).



| 그림 1 | 현대 전장환경 및 무기체계 패러다임 변화

항공무기체계 소프트웨어

또한, 이러한 개념 속에 설계된 무기체계는 각각의 주어진 임무를 수행하기 위하여 해당 무기체계에 적합한 내장형 소프트웨어가 개발되어 탑재, 운용되고 있다. 특히, 항공기의 경우에는 전자기술의 급변 및 정보 획득/융합 센서 추가 등으로 탑재 항공전자 장비 점유율이 지속 증가되어 왔으며, 소프트웨어에 의한 성능 구현 비율도 기하급수적으로 증가되고 있다.

이러한 전장 환경의 변화는 무기체계 내장형 소프트웨어의 중요성을 인식하는 계기가 되었다. 이에 미국은 무기체계 내장형 소프트웨어를 미래전장의 주요 요구능력 달성을 위한 수단으로 인식하여 기술개발에 집중 투자하고 있고, 유럽은 소프트웨어 표준 국제화를 통해 세계시장에서의 영향력 확대에 치중하고 있으며, 영국 및 프랑스는 미래 무기체계 핵심을 소프트웨어로 규정하고 이에 대한 연구개발에 집중하고 있는 실정이다.

이러한 변화에 발맞추어, 우리 정부도 내장형(Embedded) 소프트웨어 분야에서 소프트웨어 국산화가 가능한 분야에 예산을 우선 배정하여 소프트웨어 국산화율을 크게 향상시키는 것을 목표로 정책을 추진 중이다. 수요기관과 소프트웨어 업체 간 연계 강화를 통해 외산 소프트웨어 의존을 탈피하고 국산 소프트웨어의 활용도를 제고하기 위해 「WBS(World Best Software)」 프로젝트를 진행 중이며, 항공무기체계 소프트웨어 분야에서는 시장이 급속히 성장할 것으로 예상되는 무인기에 공통적으로 적용되는 소프트웨어 솔루션(통합비행, 임무제어 및 탑재 시스템 등) 개발을 추진 중이다.

이렇듯 소프트웨어가 무기체계의 패러다임 변화 및 국가 주도의 경제 성장의 동력이라는 공감대가 형성된 가운데, 현재 우리 공군이 보유하고 있는 항공무기체계 소프트웨어의 현황과 지원능력 및 향후 발전방향을 소개함으로써 네트워크 중심전에서 항공무기체계 소프트웨어의 중요성과 향후 추진방향을 제시하고자 한다.

항공무기체계 소프트웨어(이하 ‘항공소프트웨어’)라고 하면, 일반적으로 항공기만 생각하는 사람들이 많다. 하지만, 항공기와 이에 장착되는 전자전 장비 및 정밀유도무기, 조종사 훈련과 상

황조치 숙달을 위한 시뮬레이터, 비행 전·후 임무계획 및 분석을 위한 임무계획 장비는 물론, 항공기를 정비하는 정비장비 내에 탑재되어 운영되는 소프트웨어들도 모두 항공소프트웨어 범주에 포함된다.

공군은 1990년 KF-16 항공기 소프트웨어 지원능력 구비를 위한 정책 결정 이후, 앞서 언급된 모든 항공소프트웨어의 개발 및 지원능력 구비를 위해 노력해 왔으며, 현재 주력 항공기의 핵심 항공전자 장비(전자전 포함)와 시뮬레이터, 임무계획 장비 소프트웨어 지원능력을 보유하고 있다.

1997년에 창설된 군수사령부 예하 ‘항공소프트웨어지원소’는 F-15K, KF-16, T-50 계열의 항공기, F-15K 등 12개 기종의 시뮬레이터와 레이더 위협경보 수신기(Radar Warning Receiver, RWR) 등 3개 시스템의 전자전 장비 및 임무계획 장비에 대한 소프트웨어 성능개선은 물론, 국내 연구기관 및 방위산업체의 무기체계 국산화 프로젝트에 참여하고 신규 도입 무기체계에 대한 항공기 소프트웨어 연동 등을 통해 공군 전투력 증강 및 국방예산 절감에 크게 기여하고 있다. 또한, 군 최초로 소프트웨어 분야에서 국제적으로 공인되고 있는 ‘소프트웨어 개발 성숙도 모델¹⁾(Capability Maturity Model Integration, CMMI)’ Level 3과 4를 획득하여 명실공히 항공무기체계 소프트웨어의 선도 기관으로서의 임무를 충실히 수행하고 있다.

이제 세부적으로 항공소프트웨어지원소에서 지원하고 있는 항공기, 시뮬레이터 및 전자전 소프트웨어에 대한 현 지원능력 및 발전방향에 대하여 설명하도록 하겠다.

항공기 소프트웨어

오늘날의 첨단 IT 및 전자기술은 항공기를 디지털화하여 조종사가 안전하고, 편리하게 그리고 성공적으로 주어진 임무를 수행하도록 항공기 탑재 전자장비 즉, 임무컴퓨터, 레이더, 통신·항법 장비, 전자전 장비, 전자광학 장비들이 장비 내에 내장된 소프트웨어를 통해 기능을 통제하도록 설계되어 있다([그림 2] 참조).

1) 미 국방성의 요청에 의해 카네기멜론 대학이 개발한 소프트웨어 개발능력 평가 모델로 국제적 권위를 가진 심사기관의 인증을 통해 SW개발 프로세스 및 제품에 대한 신뢰성을 보장함

1960년대 이전에 개발된 전투기는 각각의 탑재 전자장비가 독립적으로 기능하며, 기계적·아날로그적 방식으로 정보를 주고받는 하드웨어 중심의 분산 시스템(그림 2 참조)이었지만 1970년대 초반 반도체의 등장으로 탑재 전자장비의 디지털화로 항공기내 소프트웨어 사용규모가 증가하기 시작하여, 베트남전 당시 F-4 항공기가 컴퓨터 프로그램을 적용한 이래, 1970년대 F-16C 항공기에는 23만 라인 이상의 소프트웨어가 적용되었고, 1980년대 개발된 B-1B와 같은 첨단 항공기에 내장된 소프트웨어의 양은 100만 라인을 초과하였으며, 현재 최고의 전투기로 평가받고 있는 F-22의 경우에는 1,000만 라인을 초과하는 소프트웨어가 내장되어 있다(그림 3 참조). 이처럼 다양한 종류의 무장을 장착하고 적과의 교전 및 적 중요지역 목표물에 정밀타격을 해야 하는 다목적 전투기에서 있어서 무기체계 소프트웨어 의존도는 그 비중이 날로 증가하고 있는 실정이다.

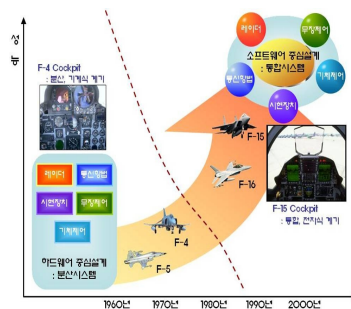


그림 2 | 전투기 설계 개념 변화

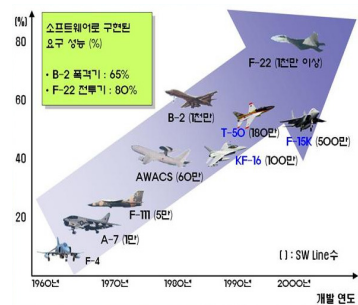


그림 3 | 항공기 소프트웨어 요구성능

항공기에 탑재되는 전자장비는 크게 임무수행을 위한 레이더, 항법 및 통신 장비, 전자전 장비, 전자광학 장비, 시현 및 비행조종 장비들과 이러한 임무장비들을 통제하고 제어하는 임무컴퓨터로 구분된다.

임무컴퓨터는 [그림 4]와 같이 기능적으로 분류할 수 있다. 주 임무 컴퓨터는 항공기에 탑재된 전자장비들을 통제하며 항법정보 및 무장투하를 위한 표적 정보를 계산한다. 다음으로 시현처리 컴퓨터는 조종사에게 주변상황을 인지시키기 위한 각종 항법정보, 레이더 작동상태, 무장 관련 정보 등을 처리 및 시현하며,

무장 통제 컴퓨터는 항공기에 장착된 무장상태를 확인하고 무장 발사를 통제한다. 끝으로 자료 입·출력 컴퓨터는 통신/항법/적아 식별 자료입력 및 제어를 수행하며 비행 임무자료를 입력하고 처리한다.

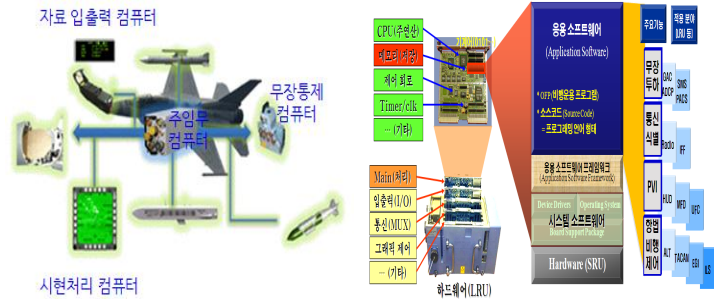


그림 4 | 항공기 임무컴퓨터 분류

그림 5 | 임무컴퓨터 소프트웨어 구성

임무컴퓨터에 내장된 소프트웨어로는 운영체제 소프트웨어, 시스템 소프트웨어 프레임워크 및 응용 소프트웨어가 있으며 통상적으로 응용 소프트웨어 층에 장입되는 비행운영 프로그램 (Operational Flight Program, OFP)이 항공기 탑재 전자장비와의 연동/통제 및 주요기능을 수행하게 된다(그림 5 참조). 실질적으로 이 비행운영 프로그램이 데이터를 계산하고 조종사가 인지할 수 있도록 정보를 시현시키며 항공기를 조종할 수 있도록 한다.

항공소프트웨어지원소는 현재 공군의 주력기인 F-15K, KF-16과 국산 초음속 훈련기인 T/TA-50 항공기에 대한 비행운영 프로그램 개조능력을 보유하고 있다. 항공소프트웨어지원소의 항공기 비행운영 프로그램 자체 개조능력 보유는 지속적으로 변화하는 작전환경 및 작전요구에 신속히 대응할 수 있도록 하며, 국내개발 무기체계는 물론 해외구매 무기체계를 항공기에 연동시킴으로써 국방예산 절감에 기여하고 있다. 항공기 작전요구도의 80% 이상이 소프트웨어로 구현되고 있는 현실에서 항공소프트웨어지원소의 비행운영 프로그램 개조능력 보유는 공군의 전투력 증강에 지속적으로 기여할 것으로 판단된다.

현재 항공기는 ‘공통, 통합, 융합 및 재형상(Commonality,

Integration, Fusion & Reconfiguration)’이란 개념 속에서 발전하고 있다. ‘공통과 통합’ 개념에서 보면, 항공기의 주요 기능인 통신, 항법, 화력제어, 무장통제 및 위협경보 등의 기능을 개별 탑재 전자장비별로 할당하여 운용하던 방식에서, 기능별로 표준화된 모듈(CPU 모듈, 메모리 모듈, 신호 입출력 모듈, 전원부 모듈 등)을 만들고 이 모듈을 공통으로 사용하는 탑재 전자장비를 사용함으로써 군수지원의 효율성을 도모하거나, 기존의 탑재 전자장비별로 수행되던 기능을 하나의 모듈에 집적한 ‘표준화 집적모듈’을 공통적으로 사용함으로써 장비의 신뢰도를 향상시키는 방식으로 발전하고 있다.

또한 ‘융합’ 개념에서 보면 항공기에 탑재된 각종 센서로부터 획득된 정보를 단시간 내 처리, 통합하여 조종사의 눈앞에 가장 중요한 정보(또는 우선순위가 가장 높은 정보)를 알기 쉽게 펼쳐 보여주는 ‘융합 알고리즘’ 적용으로 조종사는 공대공 임무에서 공대지 임무까지 다양한 임무를 모두 혼자서도 수행할 수 있게 되었다. 또한 장입되는 프로그램에 따라 기능 변경이 가능하도록 ‘표준화 집적모듈’을 설계하여, 만약 어떤 집적모듈에 결함이 발생하여 이 모듈에 할당된 기능이 상실될 경우, 상실된 기능의 우선순위를 검토하여 현재 작동 중인 모듈 중 상실된 기능보다 우선순위가 낮은 기능을 수행하는 모듈을 식별한 후, 그 모듈에서 현재 작동 중인 프로그램을 삭제하고 우선순위가 높은 상실 기능의 작동 프로그램을 모듈에 장입하여 실행시킨다. 그렇게 함으로써 어떤 상황에서도 항공기 임무수행과 조종사 생존성 보장을 위해 우선적으로 필요한 기능들이 항상 작동되도록 하는 ‘재형상’ 개념이 적용되고 있으므로 항공소프트웨어 지원소는 향후 전력화될 유인 및 무인 항공기에 이러한 진보된 개념이 적용될 것으로 판단하여 이 분야에 대한 능력 확보를 위해 노력하고 있다.

시뮬레이터 소프트웨어

항공기는 자동차와 달리 고속으로 움직이기 때문에 그만큼 조작이 어렵고 많은 훈련시간을 요구한다. 이러한 문제점으로 인해 과학자들은 실제 비행을 하지 않고서도 항공기 조작에 대한 훈련을 할 수 있는 방법에 대해 오랜 기간 고심해 왔다. 그 결과,

오늘날 비행훈련에 있어서 필수적인 요소인 모의비행 훈련장치 즉, 시뮬레이터라고 불리는 장비를 개발하게 되었는데 그 종류도 다양할 뿐만 아니라 훈련의 목적에 따라 기능도 천차만별이다.

시뮬레이터는 사용목적에 따라 크게 두 가지 분야에 사용되고 있다. 첫 번째는 기초조작 절차연습 등의 훈련생 교육 분야로, 실제 항공기를 사용하는 것과 비교해서 상대적으로 적은 비용으로 교육을 할 수 있다는 것이 가장 큰 장점이다. 두 번째는 비상상황에서의 대처절차 및 전술무장훈련 분야이다. 다양한 비상상황 대처절차를 실제 비행 중에 연습하기란 너무나도 위험하기 때문에 현실적으로 불가능한 훈련들을 모의훈련을 통해 가능하게 한다.

시뮬레이터는 훈련용도에 따라 FTD(Flight Training Device) 급과 FFS(Full Flight Simulator) 급으로 분류 된다. FTD급 시뮬레이터는 조종석에서의 절차를 훈련하는 장치로 통상 영상시스템²⁾은 없고, 조종석과 교관석으로만 구성된다. FFS급 시뮬레이터는 기본적인 항공기 조작 절차를 훈련할 수 있을 뿐만 아니라, 항공기의 모든 전술/무장 훈련 및 네트워크를 이용하여 다른 항공기와 훈련을 공유할 수 있는 시뮬레이터이다(그림 6, 7 참조).



| 그림 6 | FTD급 시뮬레이터



| 그림 7 | FFS급 시뮬레이터

과거 시뮬레이터는 바람의 힘을 이용하거나, 드럼통을 갈라놓아 그 위에 조종석을 꾸며놓는 1차원적인 모습이었으나, 오늘날의 시뮬레이터는 수학적 모델(동적 특성의 모델링)을 사용하여 사실적인 항공기 운동 특성을 표현하고 실시간 3차원 그래픽 이

2) 경우에 따라 영상시스템을 제공하는 시뮬레이터도 있으나, 영상 시현범위가 제한적이다.

미지를 바탕으로 조종석 외부 시계영상을 구현하여 실제와 유사한 환경을 표현해 주고 있다([그림 8] 참조).



[그림 8] 과거 시뮬레이터(왼쪽)와 오늘날 시뮬레이터(가운데, 오른쪽)

이처럼 좀 더 사실적인 환경을 제공하기 위해 시뮬레이터는 다양한 시스템으로 이루어져 있다. 시뮬레이터의 구성은 [그림 9]과 같이 크게 4가지로 나뉘게 된다. 첫 번째로는 시뮬레이터의 핵심이라 할 수 있는 주컴퓨터(HOST)이다. 주컴퓨터에서는 항공기 및 항공기의 세부계통을 모의하고, 시뮬레이터 각 시스템의 실시간 통신을 제어한다. 그뿐만 아니라 항공기 외부환경에 대한 데이터를 처리하며, 조종석 계기, 스위치 제어 및 조종간 반력을 모의한다. 두 번째로는 교관석 컴퓨터(Instructor Operator Station, IOS)이다. 교관석 컴퓨터에서는 훈련 임무 생성 및 시뮬레이터를 통제/제어하며, 훈련 상황 모니터(계기, 지도) 및 훈련 결과 분석을 담당한다. 세 번째로는 전술환경 컴퓨터이다. 전술환경 컴퓨터에서는 가상의 적 위협(공중/지상)을 모의하고, 각종 전술 관련 데이터 및 무장 프로그램 등을 제어한다. 마지막으로 영상 컴퓨터이다. 영상 컴퓨터에서는 조종석 외부 시계영상 및 3차원 영상을 표현하며, 센서 영상(레이더, 전자광학, 적외선) 및 무장폭발과 같은 특수효과를 구현한다.

영상컴퓨터에 탑재되는 영상 데이터베이스는 위성영상과 고도 정보(Digital Terrain Elevation Data, DTED)가 통합된 지형 영상 데이터베이스, 표적/참조점 및 무빙(Moving) 모델 등과 같은 3차원 모델 데이터베이스, 레이더/전자광학/적외선 영상을 담당하는 센서 영상 데이터베이스로 구성되어 있다([그림 10] 참조).



| 그림 9 | 시뮬레이터의 구성도



| 그림 10 | 영상 DB의 종류

항공소프트웨어지원소는 공군이 보유하고 있는 시뮬레이터에 대한 소프트웨어 및 영상 데이터베이스 개발능력을 보유하고 있으며, 항공기 임무컴퓨터 소프트웨어 성능개선 사항이 시뮬레이터에서도 동일하게 반영될 수 있도록 형상을 통일하고 있다. 또한 훈련을 위해 적 표적에 대하여 정밀폭격을 지원할 수 있는 3차원 모델 및 고해상도의 영상 데이터베이스를 개발하고 있으며, 각종 방위력 개선사업에 참여 및 기술지원을 하고 있다.

오늘날의 복잡하고 정밀화된 전장 환경에서의 시뮬레이터는 조종사의 임무능력 향상은 물론 국방 예산 절감을 위해서 보다 사실적이고 실질적인 훈련환경을 제공해야 한다. 앞으로 시뮬레이터는 네트워크 기술의 비약적인 발전으로 여러 시뮬레이션 환경이 결합된 합성훈련체계(L-VC³)로 패러다임에 변화가 있을 것이며, 가변형 조종석으로 1개의 시스템에서 다양한 항공기의 훈련을 할 수 있는 시뮬레이터, 중력 가속도 훈련장치와 시뮬레이터가 결합하여 3차원 기동환경을 제공하는 시뮬레이터 등으로 보다 다양하게 진화할 것으로 예상된다. 이에 항공소프트웨어지원소는 공군이 보유하고 있는 시뮬레이터가 실제 항공기 및 환경을 정확히 모의할 수 있도록 지속적으로 노력하고 있다.

전자전 소프트웨어

전자전은 전자기 스펙트럼을 통제하거나 적을 공격하기 위해 지향성 에너지를 활용하는 것을 포함한 일련의 군사적 활동을

3) Live-Virtual-Constructive(실 기동-시뮬레이터-위 게임) 연동을 통한 합성훈련환경

말한다. 전자전은 제1차 세계대전 중 영국함대의 제독이었던 헨리 잭슨이 해안 무선방향 탐지기(Radio Direction Finder)를 활용한 것에서 시작되었다. 그는 독일함대로부터 반사되는 전파 신호를 수신하여 움직임을 파악한 후 이를 근거로 영국함대를 이동시켜 작전을 수행하였다. 제2차 세계대전 때 이르러서는 레이더가 개발되어 활발하게 전자전이 시도됨으로써 본격적으로 빔의 전투(The Battle of The Beam)가 시작되었다. 1980년에 미국은 전자전투(Electronic Combat, EC)라는 개념을 확립했다. 이때의 전자전은 전자전 지원책(Electronic Support Measure, ESM), 전자 방해책(Electronic Counter Measure, ECM), 전자방해 대응책(Electronic Counter Counter Measure, ECCM)으로 구분되었다. 이후 걸프전을 겪으면서 기술의 발전과 운용 개념의 변화에 따라 미 합동참모 본부에서 전자전을 새로 정의하였는데, 기능과 역할에 따라 전자공격(Electronic Attack, EA), 전자전 지원(Electronic Support, ES), 전자보호(Electronic Protection, EP)로 세분화하였다([그림 11] 참조).

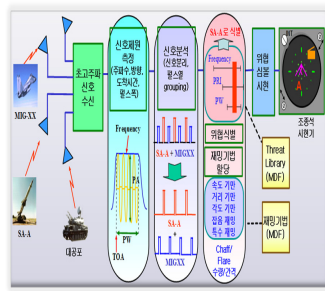


| 그림 11 | 전자전의 기능과 역할

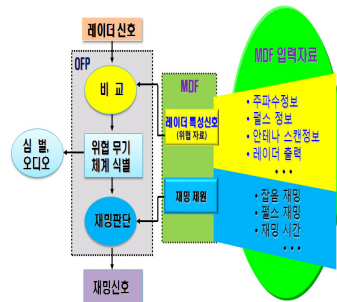
전자전 장비의 종류는 목적과 기능에 따라 매우 다양하나 항공 소프트웨어지원소에서 후속지원을 담당하는 전자전 장비는 크게 레이더 위협경보 수신기(Radar Warning Receiver, RWR), 전자방해 장비(Jammer), 전자전탄 투발기(Counter Measures Dispensing System, CMDS)로 분류할 수 있다.

레이더 위협경보 수신기(RWR)는 지대공 미사일, 공대공 미사일 등의 많은 무기체계가 무선주파수를 활용하여 표적을 탐지하는 것에 착안하여 항공기에 장착된 수신 안테나에 무선주파수가 탐지될 때 조종사에게 시청각적으로 알릴 수 있도록 한 장비이다. 전자방해 장비(Jammer)는 대표적인 전자공격 장비로서, 레이더 위협경보 수신기(RWR)가 적을 탐지하는 것에서 한 걸음 더 나아가 적 무기체계의 무선주파수가 탐지되면 해당 무기체계가 표적 탐지/추적하는 것을 무력화하거나 기만할 목적으로 전자신호를 방사하는 장비이다. 전자전탄 투발기(CMDS)는 무선주파수를 활용하는 무기체계의 표적 탐지/추적을 제한하는 채프(Chaff)와 적외선을 활용하는 무기체계의 표적 탐지/추적을 제한하는 플레어(Flare)를 투발하는 장비이다.

이러한 전자전 장비에는 전자전 소프트웨어가 내장된다. 전자전 소프트웨어는 크게 비행운용 프로그램과 임무위협자료(Mission Data File, MDF)로 나뉘는데 레이더 위협경보 수신기를 예로 들면, 비행운용 프로그램은 수신 안테나에서 수신한 신호를 분석하는 역할을 수행한다. 비행운용 프로그램은 자체 알고리즘을 통해 해당 신호의 주파수나 펄스폭 등 전자정보를 추출해 내며, 추출한 전자정보가 어떤 무기체계인지 식별해 낼 때 사용하는 데이터베이스가 임무위협자료이다. 임무위협자료에는 무기체계 식별을 위한 전자정보 이외에도 탑재 항공기의 특성 값, 시현할 심벌 등의 정보를 담고 있으며 전자방해 장비(Jammer)의 경우에는 재밍 기법까지 포함된다([그림 12, 13] 참조).



| 그림 12 | 전자전 소프트웨어 기능



| 그림 13 | OFF와 MDF 상호관계

전자전 장비는 장비별 개별 운용개념에서 점차 통합 운용개념으로 발전하고 있으며, 항공기의 탑재 센서와의 융합을 통하여 전자파(Radio Frequency, RF), 적외선(Infra-Red, IR) 및 레이더 위협에 대한 탐지 및 대응이 통합적으로 가능한 체계로 진화하고 있다. 향후, 전자전 장비는 광대역 디지털 신호 대응과 3차원 초정밀 위치 탐지가 가능해질 것이며, 단일 방사체 탐지에 의한 플랫폼 식별이 아닌 네트워크 중심의 정보융합에 의한 플랫폼 식별이 이루어질 것이다. 또한 다수의 전자전 탑재체가 동기화되어 재밍을 수행하는 적응성 디지털 재밍 및 반도체 송수신 모듈에 의한 고출력 송신이 이루어질 것이다.

현재 항공소프트웨어지원소는 전시 항공기 및 조종사의 생존성을 극대화하기 위하여 연간 단위로 임무위협자료에 장입된 위협 무기체계의 전자정보를 최신화하고 적 무기체계별로 최적화된 전자신호 재밍 기법에 관한 연구와 효율적인 적 위협 무력화를 위한 채프/플레어 투발 관련 다양한 연구를 수행하여 전·평시 아군 항공기의 작전능력을 증대시키기 위해 노력하고 있다. 향후 통합 전자전 개념과 발전된 기법을 적극적으로 수용하여 조종사로 하여금 적 위협 식별을 용이하게 하고 항공기 피탐성을 감소시켜 전장에서 작전반경을 비약적으로 늘릴 수 있도록 노력하고 있다.

결론

과학기술의 비약적인 발전으로 현대 무기체계는 다양하고 복잡한 기능을 보유하게 되었다. 이러한 무기체계의 기능과 성능은 무기체계 안에 내장된 소프트웨어에 의해 통제되고 발휘된다. 항공기의 경우 조종사가 첨단화, 정밀화된 항공기와 정밀유도무기를 효과적으로 운영할 수 있도록 하는 비행운영 프로그램이 임무수행의 핵심이 된다. 통상적으로 항공기 수명주기 동안 작전능력 향상, 안전요소 증가, 국내·외 신규 무기체계 장착 등 다양한 소프트웨어 성능개선 수요가 지속적으로 발생하며 이를 위한 비행운영 프로그램의 성능개선이 주기적으로 이뤄진다. 시뮬레이터 소프트웨어의 경우 항공기 비행운영 프로그램의 성능개선이 이뤄지면 항공기와의 형상통일을 위한 시뮬레이터 소프트웨어 성능개선이 연계되어 이뤄지고, 전자전 소프트웨어의 경우는

최신 전자정보를 임무위협자료에 반영하기 위한 주기적인 개조가 지속적으로 이뤄진다. 이러한 구조 속에서 만약 해당국가가 독자적으로 항공기, 시물레이터 및 전자전 소프트웨어에 대한 성능개선 능력을 갖고 있지 못하다면 무기체계 원제작사에 소프트웨어 성능개선을 의뢰해야만 하고, 이럴 경우 엄청난 국가 예산 소요가 발생하게 될 것은 명약관화한 사실이다. 이에 우리나라뿐 아니라 미국 및 유럽 등의 선진국에서는 무기체계 내장형 소프트웨어를 국가 발전의 핵심동력으로 정의하고 첨단 무기체계 소프트웨어 개발에 집중하고 있으며 또한 자국의 기득권 유지와 기술보호를 위해 소프트웨어 기술유출을 강력히 통제하고 있는 실정이다.

이러한 상황에서 공군이 보유하고 있는 항공무기체계 소프트웨어 지원능력의 공유와 지속적인 발전은 국방정책에 기여하고, 현대의 네트워크 중심전에서의 승리를 보장하는 필수요소라 생각하며, 세계가 인정하고 있는 IT 강국으로서 군과 민이 기술력을 하나로 모아 시너지 효과를 창출하여 무기체계 소프트웨어 선진국으로 발돋움 하기 위한 노력을 경주해야 할 시점이 아닌가 내심 생각해 본다.

참고문헌

1. 공군본부. 2012. 항공무기체계 소프트웨어 종합 관리계획
2. 이강무. 2010. 항공무기체계 소프트웨어 기술동향 및 발전추세, 국방과학기술정보, 통권 21호
3. 송재근. 2008. 항공무기체계 SW 개발성과와 발전방향, 국방품질경영, 통권 8호
4. US Airforce. 2008. Weapon Systems Software Management Guidebook
5. Ronald W. Brower. 2001. Lockheed F-22 Raptor

헬기 생존성 향상 기술 발전 동향

국방기술품질원 전력연구부
선임연구원 김성근

▶▶▶

개요

헬기는 수직이착륙과 제자리 비행이 가능해 군사적으로 유용성이 큰 반면, 느린 비행속도와 저고도로 비행으로 인해 적의 소화기, 대공포, MANPAD¹⁾, RPG²⁾ 등에 쉽게 노출될 수 있어 생존성이 취약하다. 이는 최근 전쟁 사례를 통해서도 확인할 수 있다. 2000년대 초반에 발생한 아프가니스탄전과 이라크전에서 미군은 375대의 헬기 손실과 496명의 사상자를 기록하였으며, 그 중 직접적인 교전에 의한 손실은 70대(145명)로 주로 소화기, 대공포, MANPAD에 의해 발생한 것으로 나타났다. 그동안 헬기 분야에서는 이러한 문제점을 해소하기 위해 생존성을 향상시키기 위한 기술을 지속적으로 발전시켜 왔다. 본 고에서는 헬기의 생존성 향상 기술의 전반적인 발전 동향을 고찰하였다.

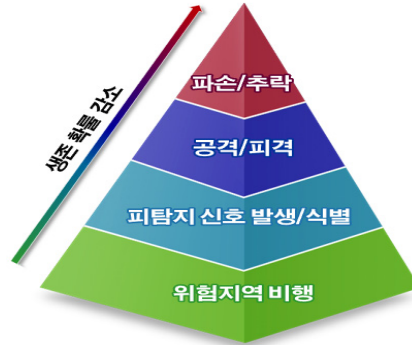
헬기의 생존성 개념

헬기의 생존확률은 위험지역을 비행하면서부터 낮아지기 시작한다. 이 때 헬기에서 탐지 신호가 발생된다면 적이 헬기를 식별할 수 있게 되어 공격받을 가능성이 높아진다. 만일 적의 위협을 미리 탐지하여 조종사에게 경보해주거나 대응장비를 통해 위협을 회피할 수 있다면 헬기가 공격받는 상황을 피할 수 있다. 하지만 공격을 받아 피탄된다면 헬기는 기능을 상실할 수 있으며 최악의 경우 조종사가 사망하거나 추락하게 된다. 다음 그림은 헬기의 생존확률이 감소하는 환경을 도식화한 것으로 위쪽으로 진행될수록 생존 가능성은 낮아진다. 따라서 생존성을 높이기 위

1) Man Portable Air Defense System(휴대용 유도무기), 개인이 휴대할 수 있는 지대공 유도탄으로 주로 적외선 유도 방식을 많이 사용함

2) Rocket Propelled Grenade(대전차 로켓포), 원래는 전차 등 장갑차량을 공격하기 위한 무기이지만 저고도에서 저속으로 비행하는 헬기에 대한 공격도 가능함

해서는 위로 진행되는 것을 최소화시켜야 한다.



| 그림 1 | 헬기의 생존확률 영향 요소

미국의 군사규격인 MIL-HDBK-2069에서는 헬기의 생존성을 ‘헬기가 적의 의도적인 적대적 환경을 회피하거나 견디면서 임무를 완수할 수 있는 능력’으로 정의하고 있다. 헬기의 생존성을 향상시키기 위해서는 피격성과 취약성의 감소가 필요한데, 피격성(Susceptibility)은 적이 헬기를 탐지하기 어렵게 하거나 탐지되었다 하더라도 공격하기 어렵게 만드는 능력이며, 취약성(Vulnerability)은 피격되었을 경우에 헬기가 견딜 수 있는 능력을 의미한다.



| 그림 2 | 헬기 생존성 향상 방법

피격성을 감소시키기 위해서는 헬기에서 발생하는 피탐지 신호의 방출을 감소시키는 설계기법을 적용하거나, 미사일 접근 등 위협을 탐지하고 대응하는 생존장비를 장착한다. 취약성을 감소시키기 위해서는 헬기가 피탄되어도 조종사를 보호하고 비행에

헬기 생존성 향상기술 발전 동향

필수적인 기능들이 견딜 수 있도록 내탄성을 강화하거나, 헬기가 추락할 경우에 착륙장치나 동체가 충격에너지를 흡수하여 파손이 최소화되도록 내추락성을 강화하는 방안을 적용한다.

앞서 소개한 바와 같이 생존성 향상 방법을 크게 피탐성 감소 설계, 생존장비 장착, 내탄성 강화 및 내추락성 강화로 구분하여 관련 기술의 발전 동향을 살펴보았다.

피탐성 감소 설계

헬기가 적에게 탐지되지 않는다면 공격받지도 않을 것이므로 피탐 가능성을 낮추는 것은 헬기의 생존성 향상과 직결된다. 일반적으로 헬기가 탐지되는 경로는 시각, 음향, 레이더, 적외선 및 전자 신호로 구분할 수 있으며, 피탐성 감소 설계는 헬기로부터 이러한 신호가 발생하는 것을 최소화시키는 방법이다.

시각적으로는 헬기의 외형이 클수록 탐지되기 쉬우며, 공중에서 비행하는 헬기는 그 자체만으로도 시각적으로 주의를 끌기 쉽게 한다. 시각 신호를 줄이기 위해서는 헬기 크기를 작게 하거나 위장 도색을 하는 방법 등이 있다.

헬기는 적의 가시선에 들어가기 전에 이미 소음에 의해 탐지되는 경향이 있으므로 소음의 저감 또한 중요한 요소라 할 수 있다. 헬기의 주요 소음 발생원은 주로터 블레이드와 꼬리로터 블레이드의 회전 및 엔진이다. 주로터 블레이드의 회전 속도를 낮추면 소음이 줄어들지만 동시에 양력도 감소하는 문제가 있으므로 주로터 블레이드 수를 증가시키거나 블레이드 끝단의 형상을 변경하는 방법 등을 사용한다. 미국이 개발했던 최신행 헬기로 한 때 스텔스 헬기로 불리기도 했던 RAH-66(Comanche)³⁾ 시제기는 주로터 블레이드 수를 다섯 개로 하였고, 꼬리로터는 전통적인 형태 대신 아래 그림과 같이 선풍기 날개처럼 외부를 둘러싼 Ducted Fan 형상을 적용하였다.

3) 미 육군이 AH-1 및 OH-58 헬기를 대체하기 위해 1990년 초반에 착수한 최첨단 경공격/정찰 헬기 개발사업이었으나, 증가하는 개발비용 및 전력화 일정 부담 등으로 인해 2004년에 사업이 취소됨



| 그림 3 | RAH-66(Comanche) 시제기

한편, 적외선 신호는 온도가 절대 0도(영하 273℃) 이상인 모든 물체에서 방사되는데 물체의 온도가 높을수록 더 많이 발생한다. 헬기 엔진의 노즐 부위는 고온상태이며 특히, 엔진으로부터 방출되는 배기가스는 온도가 높아 주요 적외선 방출원으로 작용한다. 일반적으로 적외선은 파장에 따라 근적외선(1~3 μm), 중적외선(3~5 μm), 원적외선(8~14 μm) 대역으로 구분하는데, 중적외선과 원적외선 사이인 5~8 μm 대역은 공기 중의 수증기(H₂O)에 흡수되므로 적외선 탐색기가 탐지하기 어려운 대역이다. 엔진의 배기가스는 4~4.5 μm 대역에서 강한 적외선을 방출하므로 MANPAD와 같은 열추적 미사일의 주요 목표물이 될 수 있다.



| 그림 4 | 적외선 방출 영상(AS-365)

헬기에서 발생하는 적외선 신호를 감소시키는 대표적인 방법은 적외선 감쇄기(IR Suppressor)를 장착하는 것이다. 이 장치는 고온의 배기가스에 찬 공기를 혼합하여 배출함으로써 배기가

스를 냉각시킨다. 이는 방사에너지를 감소시키는 효과와 함께 적외선 방출의 피크 파장을 공기 중의 수증기에 의해 적외선이 흡수되는 5~8 μm 대역으로 이동시키는 효과를 얻을 수 있게 한다. 방사에너지 감소효과는 예를 들어 엔진 배기가스의 온도가 590 $^{\circ}\text{C}$ 에서 150 $^{\circ}\text{C}$ 로 감소한다면 방사에너지는 스테판-볼츠만 법칙(Stefan-Boltzmann Law)⁴⁾에 따라 약 1/17로 줄어든다. 그러나, 적외선 감쇄기를 장착할 경우에는 헬기의 중량 증가와 1~3% 정도의 동력손실을 감수해야 한다.

레이더에 의한 탐지는 항공기의 레이더반사면적(RCS)⁵⁾과 밀접한 관련이 있는데, 헬기의 외형은 RCS가 클 수밖에 없는 형상을 가지고 있다. 동체의 측면은 평평한 판과 유사하며, 외부에는 착륙장치, 무장장착대, 안테나 등의 돌출형상이 많아 레이더파를 잘 반사시킨다. 특히, 회전하는 로터 블레이드는 레이더파를 전 방향으로 반사하는 역할을 한다. RCS를 감소시키기 위해서는 블레이드를 복합재로 제작하거나 레이더 흡수도료를 칠하는 방법을 적용한다. 동체는 레이더 흡수구조로 설계하거나 흡수도료를 칠하고 착륙장치는 비행 중에는 동체 내부로 끌어들이는 인입식을 적용할 수 있다. RAH-66(그림 3) 참조)은 헬기 중에서는 최초로 내부 무장장착대를 적용한 형상으로 시제기를 제작하여 RCS 감소 효과가 있음을 확인한 바 있다.

그 외에도 헬기는 탑재하고 있는 레이더, 통신장비 및 피아식별장비 등에서 방사되는 전파를 통해서도 탐지될 수 있다. 전파의 방사 스펙트럼 또는 출력 조절을 통해서 감소시키는 방법이 적용될 수 있다.

생존장비 장착

생존장비는 위협에 대한 탐지 및 경보 장비와 대응장비로 구성되어 적에게 탐지되었을 경우 조종사에게 위협상황을 경보해주고 위협으로부터 회피하거나 위협에 대응할 수 있게 해주는 장비를 의미하며, 최근 지속적인 성능개선 및 발전이 이루어지고

4) 완전 방사체에서 방사하는 에너지량을 절대온도의 4승으로 계산하는 법칙. 완전 방사체의 단위 면적에서 단위 시간내에 방사되는 에너지 W는 완전 방사체의 절대온도 T의 4승에 비례한다. 즉 $W = \beta T^4$ (β : 스테판 볼츠만 상수)

5) Radar Cross Section

있다. 다음 그림은 위협의 종류별 탐지 및 경보 장비와 대응수단을 보여주고 있다.

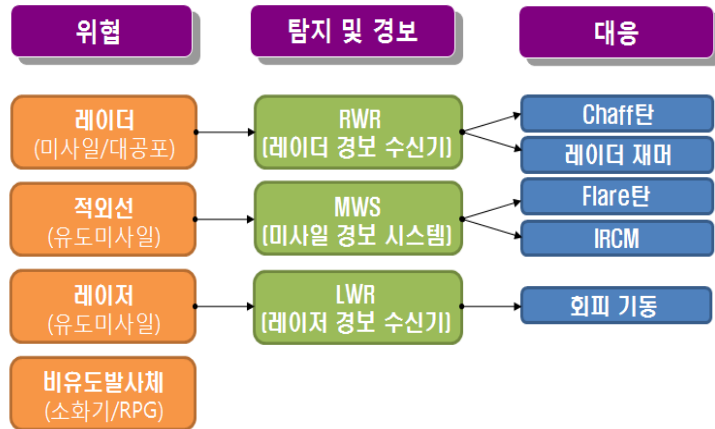


그림 5 | 위협의 종류별 탐지 및 대응 장비

레이더로 헬기의 위치를 추적하는 위협에는 RWR(레이더 경보 수신기) 장비를 이용하여 탐지하고 조종사에게 경보를 하며, 이에 대한 대응방법으로는 Chaff탄⁶⁾을 발사하거나 레이더 재머(Radar Jammer)를 이용하여 전자적으로 대응한다.

적외선 유도 미사일이 접근할 경우에는 MWS(미사일 경보 시스템) 장비를 이용하여 탐지 및 경보하며 주로 Flare탄⁷⁾을 발사하거나 IRCM(적외선 방해장비)으로 대응한다. MWS는 위협의 접근 각도를 정확하게 지시하고 오경보율(False Alarm Rate)이 낮으며 다중위협을 동시에 식별하는 능력이 확대되는 추세로 발전하고 있다. CASSIDIAN사의 AN/AAR-60은 위협을 동시에 8개까지 식별할 수 있는 것으로 알려져 있다.

적외선 대응장비로 주로 사용되던 기존의 Flare는 근적외선을 방출하여 1세대 적외선 탐색기에 대응이 가능하였다. 그러나 적외선 탐색기가 근적외선과 중적외선을 모두 탐색하는 2Color 탐색기로 개선됨에 따라 최근 Flare 탄은 근적외선과 중적외선을

6) Chaff는 알루미늄 소재 등으로 만든 얇은 금속 조각을 헬기 주변에 발사하여 레이더를 기만함

7) Flare는 소모성 열원을 발사하여 적외선 신호를 방출하므로써 열추적 미사일의 적외선 탐색기가 플레이어의 적외선 신호를 헬기로 인식하도록 기만함

함께 방사하여 최신 적외선 탐색기에 대응하는 추세로 발전하고 있다.



| 그림 6 | Flare 발사 장면

IRCM은 열추적 미사일의 적외선 탐색기를 전자적으로 재밍하는 장비이며, 대표적인 모델로는 AN/ALQ-144가 있다. 이 장비는 제논(Xenon) 램프를 광원으로 사용하여 강한 열원을 전방향(360°)으로 방사함으로써 적외선 유도 미사일의 탐색을 방해한다. 1~2세대 적외선 탐색기에 효과가 있으나 3세대 탐색기에는 대응이 곤란한 것으로 알려져 있으며, 전력소모가 크고 열원을 연속적으로 방사하므로 자기위치를 노출시키는 단점이 있다. 이러한 문제점을 해소하기 위해 개발된 장비가 DIRCM⁸⁾(지향성 적외선 방해장비)이다. DIRCM은 레이저를 사용하여 적외선 미사일의 탐색기를 직접 조준하여 무능화시킨다. 대응 가능한 적외선 대역폭이 IRCM보다 넓어 효과적이지만 중량이 무거워 일부 중·대형 헬기에만 장착되고 있다. 미 육군은 현재 CIRCM(Common IRCM)의 개발을 진행하고 있는데, 이 사업의 목표는 DIRCM의 소형 경량화 및 신뢰성 향상에 있는 것으로 알려져 있다. 앞으로 헬기에 DIRCM을 장착할 계획이 있다면 MWS는 위협의 접근 각도를 정확하게 지시하여 DIRCM이 목표물을 조준할 수 있도록 분해능(Resolution)이 뛰어난 장비를 장착해야 한다.

8) Directional Infrared Countermeasure



| 그림 7 | IRCM(AN/ALQ-144)



| 그림 8 | DIRCM(AN/AAQ-24)

이처럼 레이더와 적외선 위협에 대한 경보 및 대응수단은 일반화되어 있으나, 레이저 위협은 LWR(레이저 경보 수신기)을 통해 탐지 및 경보는 가능하지만 회피 기동 외에 별다른 대응수단이 없는 실정이다.

지금까지 살펴본 바와 같이 유도발사체에 대한 탐지 및 대응장비는 다양한데 비해 소화기탄, RPG 등 비유도 발사체에 대한 탐지 및 대응장비는 전무하였는데, 최근 이 분야에서도 상당한 기술발전이 이루어지고 있다. 미국은 소화기, 대공포, RPG 등으로부터 발사된 탄의 접근을 탐지 및 식별하여 경보할 수 있는 HFIS(Hostile Fire Indicating System)를 개발하고 있다. 이와 관련된 시험사례를 간략히 소개하면, 지상으로부터 30ft 높이의 시험대에 위치한 헬기에 자외선, 적외선, 음향 등 다양한 탐지 센서를 장착한 후 사격시험을 통해 탐지 및 식별 알고리즘 개발에 필요한 데이터를 획득한다. 탄은 헬기로부터 1km, 2km 및 3km 떨어진 위치에서 발사하며, 사격시험은 5.45mm 탄에서부터 40mm까지의 대공포탄, RPG 및 무유도 로켓에 대해 수행한다.



| 그림 9 | HFIS 시험용 타워

한편, 이미 일부 MWS(미사일 경보 시스템)는 미사일뿐만 아니라 소화기탄에 대한 탐지 및 경보 능력을 보유하고 있다. ATK사의 AN/AAR-47 MWS와 BAE사의 AN/AAR-57 CMWS⁹⁾가 대표적인 장비이다. 참고로 AAR-57 CMWS는 앞으로 2년간 1,000여대 이상이 미국 육군 헬기에 장착될 예정이다.



| 그림 10 | AN/AAR-47B(V)2 MWS



| 그림 11 | AN/AAR-57 CMWS

비유도 발사체에 대한 대응 기술의 발전 동향 중 특기할 만한 사항은 최근 이스라엘 라파엘(Rafael)사가 헬기에서 RPG탄을 직접 요격할 수 있는 능동방호시스템을 최초로 성공적으로 시험했다는 것이다. 일명 ‘Fliker’로 알려진 이 장비는 탐색 레이더와 회전식 발사대(Turret) 및 소형 미사일 등으로 구성되며, Fliker탄은 발사 후 광학 근접센서에 의해 목표물에 접근 시 탄

9) Common Missile Warning System

두가 폭발하도록 설계되었다. 이스라엘은 Fliker를 헬기에 장착하기 용이하도록 소형화하는 작업을 진행 중인 것으로 알려지고 있다.

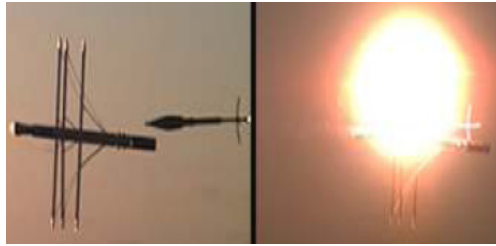


그림 12 | Fliker 장비의 RPG 탄 요격 장면



그림 13 | RPG-7 형상

내탄성 강화

헬기가 피탄된 이후에도 지속적으로 비행을 하는 데 필수적인 부분들에 대해서는 내탄성이 요구되는데 여기에는 조종석, 로터계통, 비행조종계통 및 연료계통 등이 해당된다. 내탄을 위한 설계는 다양한 방법으로 구현될 수 있는데 방탄판 설치, 구동 및 유압 등 핵심계통의 다중화, 동일 구성품의 분리 배치, 피탄에 대비한 격리, 중요부위의 차폐, 연료계통에 대한 화재발생 방지 장치 등이 있다. 내탄성 강화는 중량증가를 수반하므로 헬기의 임무와 위협, 성능 등을 고려하여 절충되어야 할 사안이다.

공격헬기의 내탄성능을 살펴보면, 미 육군의 AH-64D(Apache)와 미 해병대의 AH-1Z(Viper)는 조종석 방탄과 함께 로터헤드와 블레이드(23mm), 연료탱크(12.7mm), 구동계통(12.7mm) 및 기어박스(12.7mm)에 대해 12.7~23mm 탄에 대한 내탄능력을 보유하고 있다. 최근 기동헬기는 공중강습 등 병력수송 임무를 고려하여 조종석뿐만 아니라 병력 탑승공간의 바닥(Floor)에 방탄판을 장착하는 추세이다.

한편, 조종석 창문 등에 사용할 수 있는 투명 방탄판에 대한 연구도 계속되고 있는데 중량이 가볍고 철갑탄을 방호할 수 있으며 곡면으로도 제작 가능한 수준으로 발전하고 있다. 최근에 미 육군은 H-60 헬기에 적용하기 위해 현재의 바닥(Floor) 기능을 충족하면서도 7.62mm 철갑소이탄(API)에 내탄이 가능하고 중량

은 기존의 방탄재 대비 약 60% 수준인 경량화된 방탄소재를 개발한 바 있다. 연료탱크에는 피탄 시 연료누설을 차단하는 자기 밀폐기능(Self-sealing)을 적용하고, 연료탱크의 화재예방을 위해 질소 등 불활성가스를 연료탱크에 공급하는 기능을 적용하고 있다.

내추락성 강화

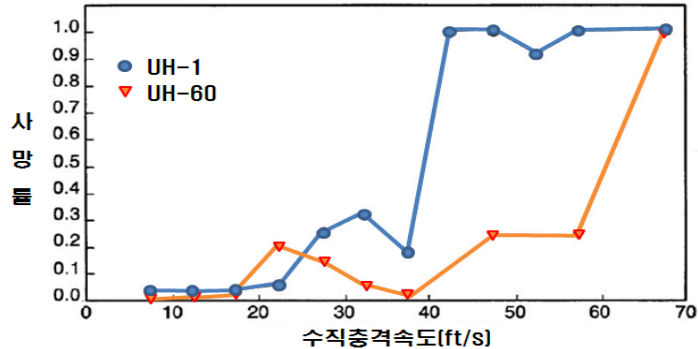
헬기가 추락할 경우 일차적으로 착륙장치가 충격에너지의 일부를 흡수하게 되고 나머지 충격에너지는 동체가 흡수하게 된다. 즉, 내추락 성능은 헬기 동체가 흡수하는 충격에너지와 착륙장치가 흡수하는 충격에너지의 합에 의해서 결정된다.

군용 헬기의 내추락 설계 기준을 살펴보면, MIL-STD-1290A는 동적설계기준으로 수직방향의 충격속도 42ft/s에서 조종석 공간이 15% 미만으로 감소될 것을 요구한다. 이러한 내추락성 향상은 중량증가와 밀접한 관련이 있다. 국외 업체의 헬기 개발 사례를 보면, 수직방향 충격속도를 34.4ft/s로 설계한 기체를 38ft/s로 향상시키기 위해서는 중량이 설계최대중량의 4% 정도 증가하며, 42ft/s로 향상시키기 위해서는 약 7%가 증가하는 것으로 추정되었다고 한다.

표 1 | 주요 군용헬기의 내추락 성능

기종	수직방향 충격속도(ft/s)
AH-64D(Apache)	42
UH-60(Black Hawk)	38
EC-665(Tiger)	34.4
AS332(Super Puma)	34.4
NH-90	36

아래 도표는 UH-1 헬기와 UH-60 헬기의 수직방향 충격속도 대비 사망률을 보여주고 있는데, UH-1의 경우 40ft/s 지점에서 사망률이 급격히 증가하는 것을 볼 수 있다.



| 그림 14 | 수직충격속도 대비 사망률 비교

착륙장치는 차륜(Wheel)형과 스키드(Skid)형으로 구분되는데, 군용 헬기의 경우 많은 충격에너지를 흡수하기 위해 주로 유압식 완충장치를 가진 차륜형을 주로 사용한다. 차륜형은 충격흡수가 뛰어나지만 구조가 복잡하여 중량증가를 수반한다. 스키드형의 경우에는 차륜형보다 가볍고 구조가 간단한 반면에 충격에너지 흡수율이 낮기 때문에 동체가 담당해야 하는 충격에너지 흡수비율이 그만큼 커진다.

그 외에도 헬기 조종석의 내추락 성능과 연료계통의 내추락 성능도 중요한 요소이다.

맺음말

헬기는 저고도에서 비행하고 위험지역에 이착륙하는 특성 때문에 소화기, 대공포, MANPAD 등에 취약하므로 각 국은 헬기의 생존성 향상을 위해 지속적으로 노력하고 있다. 헬기의 생존성 향상은 피격성과 취약성의 감소를 통해 가능하며, 세부적으로는 피탐성 감소 설계, 생존장비 장착, 내탄성 및 내추락성을 강화하는 방안을 적용한다.

피탐지 신호 저감을 위해서는 적외선 감쇄기 장착이 확대되고 있다. 생존장비는 적 위협을 탐지하기 위해 RWR, MWS, LWR의 장착이 일반화되고 있으며, 대응 장비로는 Chaff/Flare, IRCM 등을 주로 사용하는데 최근에는 중·대형급 헬기부터 IRCM 대신 성능이 개선된 DIRCM을 장착하는 추세로 발전하고 있다. DIRCM이 경량화된다면 소형급 헬기에도 장착될 것으

로 예상된다. 최근에는 소화기탄, 대공포 등 비유도 발사체를 탑재하는 장비도 늘어나고 있으며, RPG탄을 직접 요격하는 능동 방호체계도 등장하고 있다. 내탄성은 헬기의 조종석, 연료계통 등 주요 부위뿐만 아니라 병력 탑승공간의 바닥에도 방탄판을 설치하는 추세이며, 내추락성은 최초 설계 단계에서 반영되고 있다.

생존장비를 장착하거나 내탄성 및 내추락성을 강화하기 위해서는 중량 증가가 수반되는데 중량이 증가하면 헬기의 비행성능, 탑재량, 작전반경 등 임무 수행능력이 감소하므로 생존성 향상 기술은 경량화를 주요 개발 목표로 하고 있다.

향후 국내에서 수행하는 헬기 관련 국외구매 사업 및 연구개발 사업에서는 헬기 생존성 향상을 위한 네 가지 요소를 모두 고려하여야 하며, 성능개량 사업에서는 이미 제작된 헬기에 모든 요소를 향상시키기 곤란하므로 생존장비 장착 및 부분적으로 내탄성을 강화시킬 필요가 있다. 또한 DIRCM, 능동방호체계 등 핵심기술 개발에 대해서도 지속적인 관심이 요구된다. 앞으로 국내 헬기 획득사업에서도 최근 기술발전 동향을 참고하여 생존성 향상을 중요한 요소로 고려하고 관련 핵심기술 및 장비를 지속적으로 발전시켜야 한다.

참고문헌

1. Study on Rotorcraft Survivability, Aircraft Survivability, Summer 2010
2. MIL-HDBK-2069, Aircraft Survivability, 1997
3. Johnny Heikel, Electronic Warfare Self-protection of Battlefield Helicopters
4. W.R. Davis Engineering Ltd., Ottawa, Canada; Newsletter, April 2005
5. Helicopter Hostile Fire Indicator Test Facility, Aircraft Survivability, Spring 2011
6. Enhanced Missile Warning System to Protect U.S. Army Troops, www.baesystems.com, 2014.1.14
7. 'Rafael successfully tests helicopter APS', Jane's Defense Weekly, 2012
8. Col. Doug Rombough, Advanced Planning Briefings for Industry, Special Operations Forces Industry Conference, 2011
9. Integrally Armored Helicopter Floor, Aircraft Survivability, Spring 2011
10. MIL-STD-1290A, Light Fixed and Rotary-wing Aircraft Crash Resistance
11. RTO-EN-HFM-113, Basic Principles of Crashworthiness

IMA 기반 차세대 항공전자 시스템 개발 기술 동향

한국항공(주)(KAI) 헬기항전체계팀
선임연구원 최원우

▶▶▶

서론

항공전자란(Avionics) 용어는 항공(Aviation)과 전자(Electronics)의 합성어로서 1930년 후반부터 사용되기 시작하였으며, 항공기에 장착되는 구성품이나 세부계통들 중에 전자 기술에 의해 동작하는 것들을 통칭한다. 항공전자 기술은 제2차 세계대전 이후 냉전 시대를 거치면서 비약적인 성장을 이룩해 왔다.

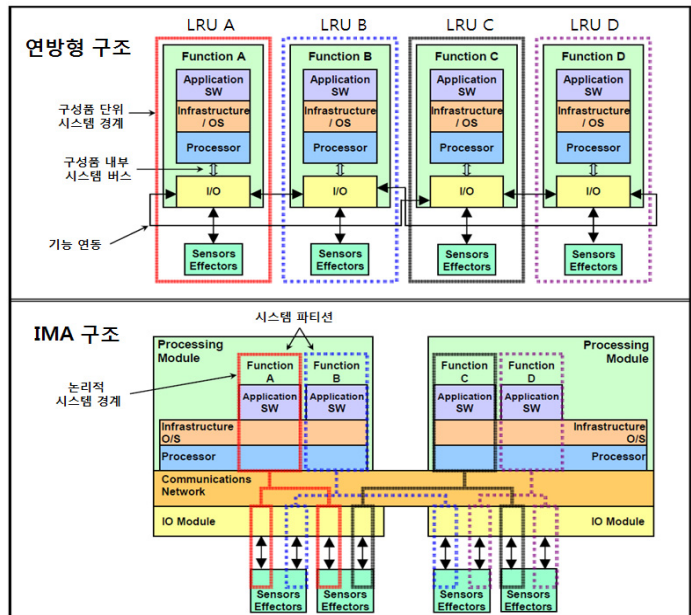
항공전자 시스템은 통신계통, 항법계통, 임무 시현, 생존계통 등의 서브시스템으로 이루어지며 비행 임무가 다양해짐에 따라 항공기에 탑재되는 전자 장비들도 크게 증가하였다.

연방형 구조는 서브시스템 간에 정보를 통합 처리할 수 있는 임무컴퓨터와 통합된 정보를 시현하는 장치를 중심으로 MIL-STD-1553B 직렬 데이터 버스 구조를 채택하였다. 항전장비 공급업체들은 1553B와 같은 표준화된 인터페이스의 등장으로 항전장비 고유 기능을 가진 LRU(Line Replaceable Unit) 제작할 수 있게 되었다. 하지만 연방형 구조의 개별 LRU들은 독립적인 기능을 수행하기 위해 프로세서, 메모리, 소프트웨어 등의 전용 컴퓨팅자원을 탑재함으로써 시스템의 개발, 성능개량 및 유지보수 비용이 증가되는 단점이 있다.

연방형 구조의 단점을 개선하고 항공기 수명주기 절감과 조종사의 임무/운용성능 향상을 위해 선진국은 항공전자 기술 패러다임을 연방형 구조로부터 모듈 통합형(Integrated Modular Avionics, IMA) 구조로 전환하고 있는 추세이다.

IMA 항공전자란 항공전자를 구성하는 하드웨어, 소프트웨어 자원을 최대한 공유함으로써 항공전자 시스템 설계의 유연성, 재사용성, 상호 운용성을 가진 시스템을 의미한다.

본고에서는 IMA 최신 항공전자 시스템 개발사례를 기반으로 필요한 소요 기술 및 IMA 시스템 개념 및 적용사례 분석을 통해 IMA기반 차세대 항공전자 시스템 개발 기술 동향을 분석하고자 한다.



| 그림 1 | 항공전자 구조도 발전 추세

IMA 기반 항공전자 시스템

선진 적용사례

IMA 기반 항공전자 시스템 적용사례는 미 공군 주도의 프로그램인 PAVE PILLAR/JIAWG(Joint Integrated Avionics Working Group)와 PAVE PACE/JAST 등이 있으며 유럽의 ASAAC(Allied Standards Avionics Architecture Council) 중심의 STANAG 4626 IMA 시스템, 민수 기반의 ARINC IMA 로 크게 구분될 수 있다.

JIAWG/JAST IMA 개요 및 특징

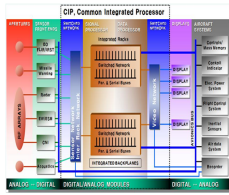
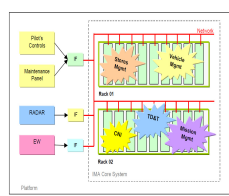
JIAWG IMA는 1980년대 후반 기존 연방형 LRU 중심의 항공 전자 시스템 구조를 LRM(Line Replaceable Module) 기반 모듈 형태 구조를 적용한 시스템으로서 하나의 통합된 랙에 공용 모듈을 적용하여 중복된 컴퓨팅 자원을 최소화하고자 했다. JIAWG IMA 코어 컴퓨터는 공통 통합 프로세서(Common Integrated Processor, CIP)를 중심으로 Fiber Optic 스위칭 네트워크를 통해 RF, 무장, 광학센서, 생존, 통신/식별 등의 서브시스템과 연동되는 구조이다.

통합 랙 내부 모듈간 통신은 이중화 구조의 PI(Parallel Interface) 버스와 시리얼 형태의 TM (Test and Maintenance) 버스를 통해 이루어진다. 통합 랙과 외부의 주요 항전 서브시스템과의 통신은 HSDB(High Speed Data Bus)를 통해 연동된다.

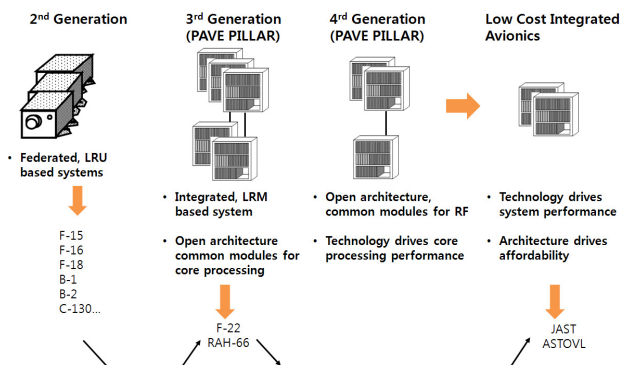
하지만 향후PAVE PILLAR 기반의 JIAWG 구조는 전용 모듈 및 버스의 단종, 기술 표준화 및 상용화되지 못하는 한계에 부딪친다.

표 1 | IMA 항공전자 시스템 선진 적용 사례

구분	적용사례	구조도	주요 기술 분석 및 특성
민수	A380, B787, SuperJet 100 Falcon Biz Jets		<ul style="list-style-type: none"> 기술 표준화, 상용화를 통한 시스템 개발/유지 비용 절감 ARINC 표준 IMA 시스템, 하드웨어, 소프트웨어(RTOS) 개발 기술 AFDX 표준 통신/네트워크 기술 EASy Avionics 기술 적용

구분	적용사례	구조도	주요 기술 분석 및 특성
군수	JIAWG/JAST (F-22, F-35)		<ul style="list-style-type: none"> • Pave Pillar, Pave Pace 기반 아키텍처 설계 • 상용 표준 기술을 활용한 비용 절감 • 광 채널 상용 표준 고속 통신 • 백업 및 재 프로그래밍을 통한 내고장성 (Fault Tolerance) 설계 • 프로세서 : CIP (Common Integrated Processor, F-22), ICP (Integrated Core Processor, F-35) • Fiber Channel, HSDB 통신
	STANAG 4626 (Rafale F2/F3)		<ul style="list-style-type: none"> • IMA 코어 시스템 아키텍처 • 공통 모듈 아키텍처 설계 • 3계층 구조 S/W 아키텍처 설계 • 재형상 내고장성 설계 • STANAG-3910 기반 통신/네트워크

이러한 경험을 바탕으로 PAVE PACE 기반의 JAST IMA 구조를 채택하게 된다. PAVE PILLAR 구조와 4세대 PAVE PACE 구조의 가장 큰 차이점은 HSDB 대신 Fiber Channel과 같은 상용 인터페이스를 적용하고 통합 센서 시스템(Integrated Sensor System, ISS) 프로그램을 통해 기존 랙 타입의 임무컴퓨터를 모듈화 외에 RF관련 장비까지 모듈 통합개념을 적용한 것이다.



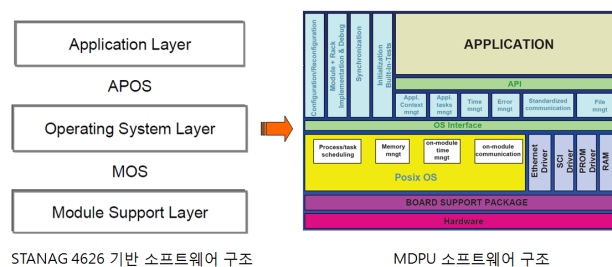
| 그림 2 | PAVE 기반 항전통합 발전

STANAG 4626 IMA 개요 및 주요 특징

미국 주도의 JIAWG 활동에 대비하여 유럽은 ASAAC(Allied Standards Avionics Architecture Council)을 중심으로 STANAG 4626 IMA구조를 적용하고자 했다. ASAAC에서 IMA 패러다임을 적용한 주요 목적은 시스템 수명주기 비용 절감, 임무 성능향상, 운용성 개선이다.

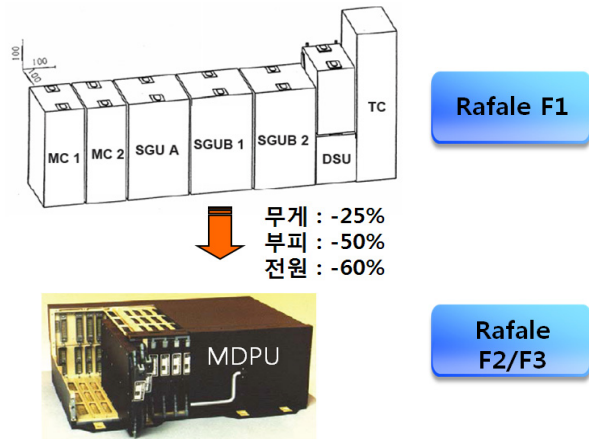
STANAG 4626 IMA는 표준화된 공통 기능 모듈(Common Functional Modules, CFM) 기반의 코어 시스템과 기존 연방형 구조에 적용된 비코어 시스템으로 구분된다.

STANAG 4626 IMA의 소프트웨어 구조는 모듈 지원 계층, 운영체제 계층, 어플리케이션의 3계층으로 구성된다. APOS(Application Layer / Operating System Layer Interface)와 MOS(Module Support Layer / Operating System Layer Interface) 인터페이스 표준을 기준으로 독립성을 보장하도록 설계되어 있다. 라팔 F2/F3의 임무컴퓨터인 MPDU(Modular Data Processing Unit)는 ASAAC의 STANAG 4626 규격의 개념을 적용하였다. MPDU의 소프트웨어는 기존 STANAG 4626의 3계층 구조를 아래 그림과 같이 POSIX 개방형으로 발전시켰다.



| 그림 3 | STANAG4626 및 MPDU S/W 구조

MPDU의 하드웨어는 모듈 간 내부 통신을 위해 SCI(Scalable Coherent Interface) 백 플레인 기술과 5개(데이터 처리, 그래픽 처리, 버스 커플링, 대용량 메모리, 맵 엔진)의 공통기능 모듈 외에 업그레이드를 위해 여분의 모듈이 탑재될 수 있도록 설계되었다.



| 그림 4 | 라팔 임무컴퓨터 구조

ARINC IMA 개요 및 주요특징

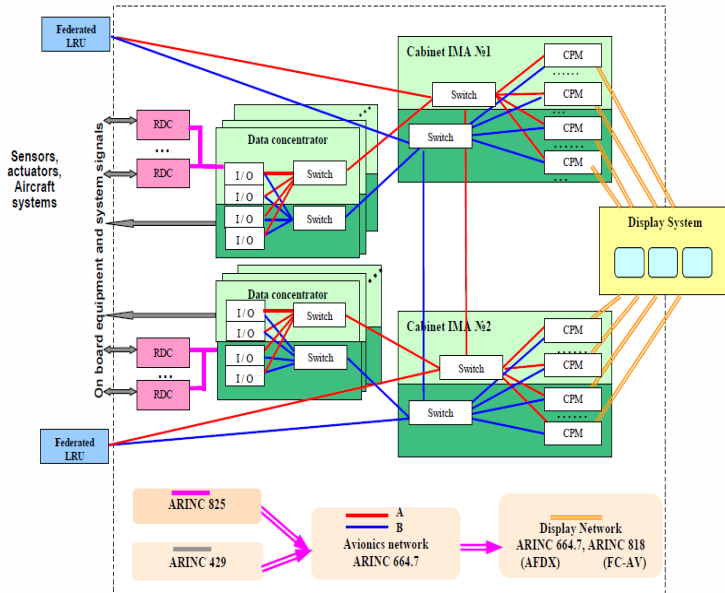
1980년대 중반 이후 ARINC IMA는 신기술을 기반으로 경량화, 저비용 고효율, 고 신뢰성의 항전 시스템 개발을 위해 Airlines Electronic Engineering Committee(AEEC)를 중심으로 발전하기 시작했다. IMA 시스템 설계 가이드라인 표준인 ARINC 651에 의하면 IMA 장점을 4가지 항공기 개발 그룹으로 구분하여 정의하였으며 세부 내용은 아래와 같다.

- 항공사
 - 항공기 수명주기 비용 절감
 - 운용성, 중량 절감
 - 항전시스템에 대한 추가 변경 단순화 가능
- 항공기 제작사
 - 개발, 인증, 양산 비용 절감
 - 항공전자 시스템 중량 감소
 - 다양한 요구도에 대한 유연한 설계 가능
- 장비제작업체
 - 항전장비 시장 진입 기회 증가
 - 고객 요구에 맞는 효율적인 제작

- 인증기관

- 규격화된 단위별 환경 및 기능 컴포넌트 인증

ARINC IMA를 적용을 위해 하드웨어, 소프트웨어, 고속 버스 관련 기반 ARINC 6x계열 다른 표준도 다양하게 제정되었다. 특히, 운영체제와 소프트웨어 응용프로그램 간 인터페이스를 정의한 ARINC 653과 이더넷 기술을 항공전자 버스로 활용한 ARINC 664 표준은 A380, B787에 적용되었다.



| 그림 5 | ARINC 표준 IMA 시스템 구조도

위 [그림 5]는 ARINC 표준에서 정의한 IMA 시스템 구조도로써 코어 프로세서 모듈(Core Processor Module)이 탑재된 IMA 캐비닛 박스를 중심으로 ARINC 664 데이터 네트워크, ARINC 818 비디오 인터페이스, 기존 센서데이터를 원격에서 변환 및 처리하는 RDC(Remote Data Concentrate) 시스템으로 구성된다.

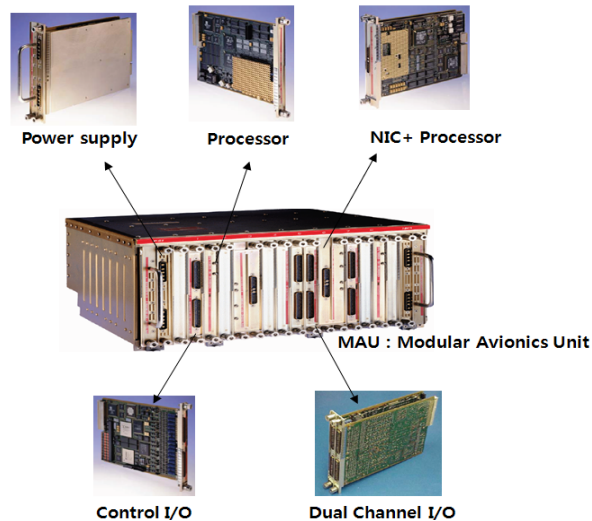
| 표 2 | IMA 관련 표준 목록

구분	표준명	내용
시스템	SAE ARP4754/EUROCAE ED-79	Certification Considerations for Highly Integrated or Complex Aircraft Systems
	SAE ARP4761	Guidelines and Methods for Conducting the Safety Assessment Process on Civil Airborne Systems and Equipment
	RTCA DO-297/EUROCAE WG-60	Integrated Modular Avionics (IMA) Development Guidance and Certification Considerations
	ARINC 651	Design Guidance for Integrated Modular Avionics
네트워크	ARINC 629	Multi-transmitter protocol where many units share the same bus, (Further development of ARINC 429)
	ARINC 664	Aircraft Data Network
	ARINC 825	General Standardization of CAN for Airborne Use
디스플레이	ARINC 661	Cockpit Display System Interfaces to User Systems
	ARINC 818	Avionics Digital Video Interface
하드웨어	RTCA DO-254 / EUROCAE ED-80	Design Assurance Guidance for Airborne Electronic Hardware
	RTCA DO-160/EUROCAE ED-14	Environmental Conditions and Test Procedures for Airborne Equipment
	FAA TSO-C153	Integrated Modular Avionics Hardware Elements
소프트웨어	RTCA DO-178/EUROCAE ED-12,	Software Considerations in Airborne Systems and Equipment Certification
	ARINC 653	Avionics Application Software Standard Interface
	RTCA DO-255	Requirements Specification for Avionics Computer Resource (ACR)
	ARINC 615A	Software Data Loader Using Ethernet Interface
	ARINC 665	Remote Data Concentrator (RDC) Loadable Software Standards

그 외 민수 IMA 시스템 적용 사례로 EASy(Enhanced Avionics System) 프로그램과 SCARLETT 프로젝트를 들 수 있다. EASy 프로그램의 경우, 하니웰사의 Primus Epic 기술을 적용해 Falcon Biz 제트에 구현되었다.

Primus Epic은 PAVE PACE의 통합 센서 시스템과 유사한 통합 무선시스템으로 VOR, ADF, DME, ILS, VHF, IFF와 같은 장비의 항법 및 통신 기능을 하나의 박스형태의 시스템으로 제공한다. 이외에도 자동비행 기능, 비행관리, 지상충돌방지 시스템, 비행데이터 저장 기능을 제공할 수 있다.

각각의 통합시스템 기능은 MAU(Modular Avionics Unit) 모듈로 구현되며 통합시스템은 이중화 백플레인으로 설계된 랙 형태로 최대 20개의 cPCI 모듈이 장착 가능하도록 설계되었다.



| 그림 6 | EASy기반 MAU 모듈 랙 형상

EASy의 소프트웨어 구조는 ARINC-653과 유사한 개념을 적용하여 하드웨어와 PAL(Platform Abstraction Layer)을 통해 연동된다.

SCARLETT(SCAble & ReconfigurabLe Electronics PlaTforms and Tools)은 유럽의 탈레스를 중심으로 러시아의 상용 및 비즈니스 제트와 같은 민간 항공기 개발업체 등으로 구성되어 2008년 5월

에 착수되어 2011년 10월에 종료되었다. SCARLETT 프로젝트는 차세대 IMA개념을 선행 연구하는 것을 목적으로 하며 IMA 시스템을 2단계로 구분하였다.

SCARLETT은 프로젝트 명에서 연구목적을 유추할 수 있다. 즉, 제한된 시스템에 IMA 기술을 적용한 기존 1세대 IMA대비 확장성, 재구성, 내고장성이 강한 2세대 시스템을 구성하는 것이다. IMA1G에서 IMA2G로 개선을 위해 SCARLETT 프로젝트는 다음을 기술요소 개선으로 제안하였다.

1. 개별 모듈의 입/출력기능을 통합시스템으로 분리
2. 모듈 성능 최대화 (모듈 내 네트워크 기능 탑재, 단위 모듈 당 수행 기능 증대, 수행 어플리케이션 범위 확장)
3. 플랫폼 레벨 서비스 제공을 위한 미들웨어 개발
4. 내고장성 향상을 위한 재구성 기능 구현(이식성 확보)
5. 통합프로세스 및 플랫폼 틀셋 제공

표 3 | SCARLETT IMA 산출물

구분	결과물
원격 데이터 수집기 (Remote Data Concentrator)	
공통프로세서 모듈	
미들웨어	
재구성 기술 (Reconfiguration)	
통합 틀셋	

IMA 항공전자 시스템 설계

기존의 연방형 구조의 단일 비행운용 프로그램에 IMA 시스템을 적용할 경우, 모듈 중심의 파티션 다중 응용프로그램으로 형태가 변경된다. 소프트웨어 응용프로그램을 동일 프로세서상에 통합하기 위해서는 파티셔닝 설계가 필요하며 이러한 설계 기술은 각각의 소프트웨어 응용프로그램 간의 고유 동작을 보장할 수 있다. 각각의 비행/임무 응용프로그램은 기능에 맞는 전용 프로세서상에서 동작하는 것이 아니라 공용의 프로세서 자원상에 탑재되어 구동되는 형태이다.

IMA 컴퓨팅 구조는 최신 항공전자 네트워크를 통해 상호 밀접하게 연동되고 다양한 기능의 어플리케이션들은 물리적으로 하나의 박스 혹은 특정한 공용 프로세서상에서 통합되는 개념이다.

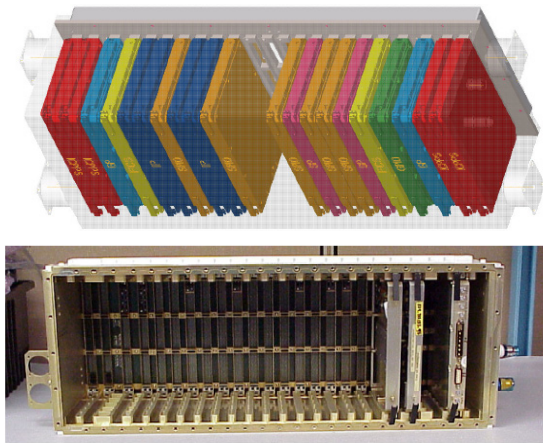


그림 7 | IMA 코어 컴퓨터 및 모듈 (예시)

IMA 시스템상의 다량의 센서 데이터 정보는 기존 임무컴퓨터 중심의 데이터 공유방식에 대비 항공전자 네트워크를 활용하여 병렬적 동시 공유가 가능하다.

IMA 시스템 설계 시 고려사항

IMA 시스템 구조는 소프트웨어 이식성의 장점을 통해 설계 유연성을 제공하지만 항공전자 네트워크상의 데이터가 과다 발생할 수 있다.

또한, 하나의 프로세서내에 소프트웨어 파티션 개념 적용은 기존 연방형 시스템 대비 설계가 복잡해지거나 시스템의 과부하 문제를 야기할 수 있다. 소규모 또는 특정 목적으로 설계 및 개발된 랙 형태의 IMA 컴퓨터와 공용 모듈 플랫폼을 다른 프로그램의 항전시스템에 그대로 이식하기는 쉽지 않다.

- S/W : 파티셔닝, 공용 소프트웨어 개발 플랫폼 구축
- 독립성 : 하드웨어/소프트웨어 모듈의 변경이 다른 모듈에 영향을 주지 않도록 설계
- 확장성 : 네트워크 기반의 통신, DOT/FAA/AR-05-54 : Handbook for Ethernet-Based Aviation Data buses : Certification and Design Considerations
- 개방성 : 표준화된 인터페이스 설계

분산 IMA 시스템(Distributed IMA, DMA)

분산형 프로세싱 항공전자 시스템은 IMA와 유사한 형태로 연방시스템의 단일 비행운용프로그램을 다중 응용프로그램 기반으로 동작한다. DMA는 탑재 기능 프로세싱, 심벌 생성, 입/출력 자원을 각각의 기능 모듈의 특성에 맞게 물리적으로 분산하여 처리하는 형태이다. 분산형 프로세싱 항공전자 시스템은 IMA 시스템과 같이 LRUs 수량을 줄일 수 있으며 기존의 임무컴퓨터 중심의 설계가 아닌 보다 유연한 설계를 제공한다.

DMA 시스템과 IMA 시스템은 프로세싱 자원을 최대한 공유하는 것은 동일하지만 가장 큰 차이는 프로세싱 자원의 설계 개념이 상이하다는 것이다. 즉 IMA는 프로세싱 자원이 임무컴퓨터와 같이 하나의 랙 형태의 박스에 집중된 형태인 반면에 DMA 시스템은 프로세싱 자원을 스마트 형태의 시현장치 또는 별도의 입출력 프로세싱 장치에 두는 형태이다.

프로세싱을 위해 필요한 정보를 최신 항공전자 네트워크를 통해 제공되는 것은 IMA 시스템과 동일하다. 물론 DMA 시스템으로 설계할 경우 항공전자 네트워크 없이 직접 필요한 정보를 수신할 수 있도록 설계할 수 있다. 예를 들어, PFD 화면 처리를 위해 스마트 시현기내의 입출력 프로세서를 통해 비행조종관련 데이터를 직접 수신할 수 있도록 설계하는 것이다. 일반적으

로 PFD 비행안전성 Level A 수준으로 데이터 건전성 확보를 위해 계산에 필요한 정보를 직접 수신하도록 요구된다.

IMA 시스템 구현을 위한 핵심 기술

항공전자 시스템 성능에 대한 요구도가 커지고 복잡해짐에 따라 IMA 시스템 구현을 위한 구성 요소도 고성능의 컴퓨팅 자원이 요구된다.

아래의 임무프로세서, S/W운영체제, 차세대 인터페이스, 내고장성(Fault Tolerance) 설계 기술은 IMA 시스템 구현을 위한 핵심 구성요소들이다.

임무프로세서 개발 기술

미래의 임무 컴퓨터 프로세싱 요구도는 아래 그림과 같이 급격히 증가할 것으로 예상된다.

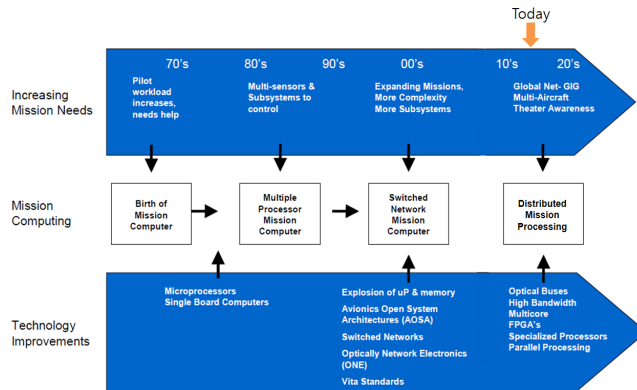
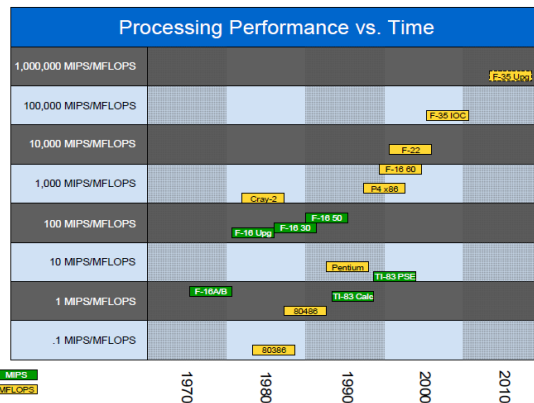


그림 8 | 임무 컴퓨팅 기술 발전추이

초기 F-16의 임무컴퓨터 요구도는 6뮤프스(Million Instructions Per Second, MIPS) 수준이었으나 IMA 시스템을 적용한 F-22는 약 10기가플롭, F-35는 200기가플롭이 소요된다.

IMA 임무프로세서는 결함 발생 시 지속적인 임무가 가능하도록 시스템을 설계하기 위해 재구성 및 확장 가능한 구조가 요구되며 임무프로세서 관련 세부 기술은 다음과 같다.

- 고속 내부 버스 기술
- FPGA(Field-Programmable Gate Array)
- 멀티코어 프로세서
- 표준화된 백플레인 및 캐비닛 컴퓨터
- 멀티레벨 보안 기술
- 표준화 입/출력 모듈
- 모듈 소프트웨어
- 내고장성 및 확장성을 고려한 구조 설계 기술



[그림 9] 임무 컴퓨팅 성능 요구도 변화추이

ARINC 653 기반 소프트웨어 설계

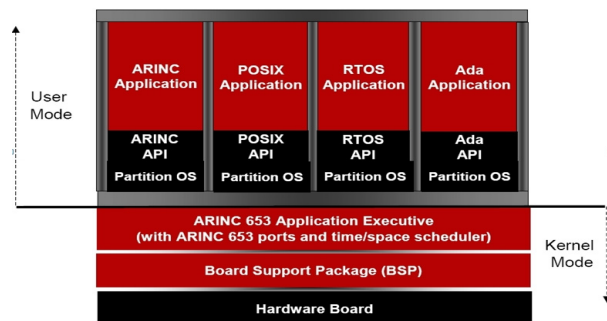
항공 산업계는 ARINC 653을 항공용 실시간 운영체제 표준으로 규격화해 왔다. 이는 항공전자 응용 소프트웨어와 코어 실행 소프트웨어 간의 인터페이스를 표준화한 것으로 IMA구조를 가능하게 하는 핵심구성 요소이다. 1980년대 중반까지 디지털 항공 전자 시스템에서 중앙 처리장치와 메모리, I/O와 더불어 RTOS가 공통된 요소이면서 매년 개발되고 있는 요소로 식별되었고 이에 IMA의 소프트웨어의 표준으로 ARINC 653 : Avionics Application Software Standard Interface이 정의되었고, 1997년 AEEC에서 채택되었다. Airbus 380과 Boeing 787에서의 ARINC 653 사용과 성공으로 명실상부한 산업계의 표준으로 각광받고 있다. 항공용 RTOS가 가지는 의미는 크게 두 가지로 볼 수 있다. 첫째, 항공전자 소프트웨어 개발을 위한 인터페이스를 규정하여

하부 코어 소프트웨어와 항공전자 어플리케이션의 독립적인 개발을 가능케 하였다는 것이다. 이는 어플리케이션의 이식성을 높이는 결과를 가져오고 한번 개발된 어플리케이션이 여러 플랫폼으로 이식 가능하도록 한다. 두 번째, 표준 RTOS 인터페이스의 정의는 하부의 하드웨어 플랫폼과 코어 소프트웨어를 상위 어플리케이션과 분리하여 독립성을 제공한다는 것으로 하드웨어 업그레이드와 기능 확장을 용이하게 한다.

ARINC 653 소프트웨어 인터페이스는 IMA시스템을 위해 개발되었지만 연방형 시스템의 장비에도 하나 이상의 기능 통합을 필요로 할 경우 적합하다.

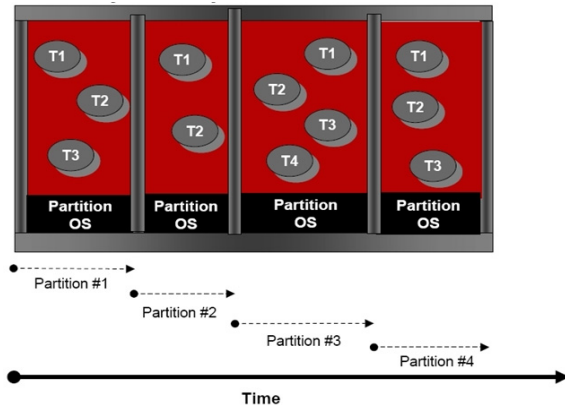
ARINC 653의 특징과 기능은 아래와 같다.

- Time & Space 파티셔닝 : ARINC 653은 일반 RTOS와 다른 강력한 Space and Time 파티셔닝 기능을 지원한다. ARINC 653 표준에 의하면 파티셔닝이란 항공전자 어플리케이션의 기능적 구분을 의미하며 하나의 파티셔닝 기능의 고장이 다른 기능에 영향을 주지 않도록 방지하는 것이다. 파티션은 파티셔닝하는 논리적인 단위로 고유의 내용 및 설정 요소 가지는 하나의 어플리케이션 환경 내 구동하는 프로그램이다. 일반적으로 비교적 큰 규모의 어플리케이션은 다중 파티션으로 분리한다.



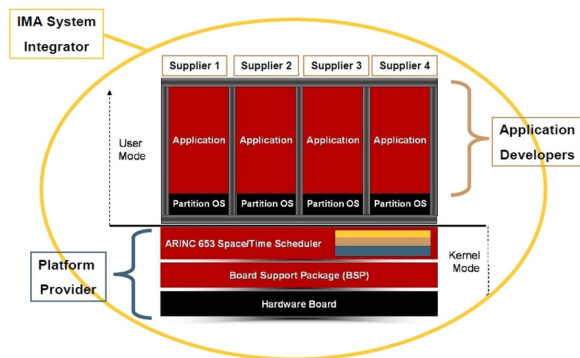
| 그림 10 | ARINC 653 소프트웨어 구조

Memory Management Unit(MMU)에 기반을 둔 메모리 어드레스 관리를 통해 파티션 간 메모리 보호가 보장된다.



| 그림 11 | 파티션 스케줄링 (예시)

전체 파티션윈도우의 스케줄링과 파티션윈도우 내부의 프로세스 스케줄링을 수행하는 2단계 CPU 스케줄링을 제공하며, 파티션윈도우의 스케줄링은 정적인 형태의 라운드로빈 방식을 제공하여 각 파티션 윈도우 간 CPU 사용 시간을 보장받는다. Space와 Time의 강력한 파티셔닝을 통해 안전도 수준이 상이한 항공전자 소프트웨어를 하나의 모듈로 통합하는 데 있어 안전성을 보장 받을 수 있다.



| 그림 12 | ARINC 653 기반 시스템 역할 구분

- Role based XML configuration : ARINC 653은 하드웨어 플랫폼과 각 어플리케이션들을 독립적으로 개발하고 손쉽게 통합할 수 있도록 IMA 개발구도의 각 역할에 맞춰 분할할 수 있는 XML 기반의 configuration 특징을 제공한다. CPU

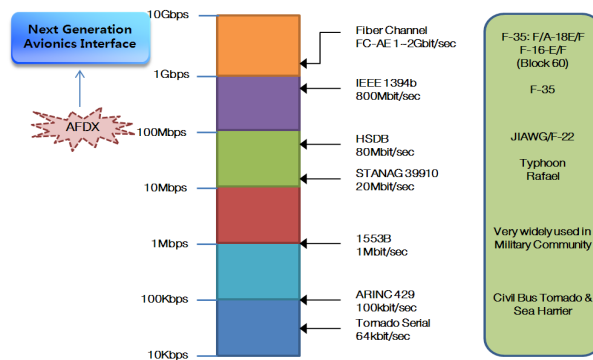
와 메모리 등의 하드웨어 자원에서부터 파티션 간 포트통신을 위한 설정정보에 이르기까지 개발을 위해 필요한 설정정보를 XML 파일을 통해 일종의 계약서와 같은 형태로 운영할 수 있고 이를 통해 독립적이고 동시적인 개발이 가능하며 안정적인 전체 시스템 통합이 가능하다.

- APEX(APplication EXecutive) : 어플리케이션을 위한 인터페이스로 프로세스관리, 시간관리, 파티션관리, 포트관리, 버퍼관리, 블랙보드관리, 세마포어관리, 이벤트관리, 에러관리 등의 Part1 Required Services 기준 51가지 API가 존재한다. APEX의 특징은 파티션 기능을 위한 인터페이스의 구성과 각 OS 벤더 별 다양한 인터페이스의 종류를 표준을 위해 간결하게 제공한다는 것이다. 경성 RTOS분야의 최대 점유율을 보이고 있는 VxWorks의 경우 벤더 고유의 API가 100개가 넘는 상황으로 쉽게 비교될 수 있다.

ARINC 653 OS의 특성을 간략하게 살펴보았다. IMA개발 구도에서 소프트웨어의 강력하고 안전한 모듈화를 가능하게 해주는 파티셔닝 개념을 지원하고 표준화된 인터페이스 규격을 운영하는 것이 ARINC 653의 가장 큰 특징이라 하겠다.

차세대 고속 인터페이스 기술

IMA 및 DIMA와 같은 최신 항공전자 시스템은 고속의 네트워크 기술이 요구된다.



| 그림 13 | 항공전자 데이터 버스 발전 추이

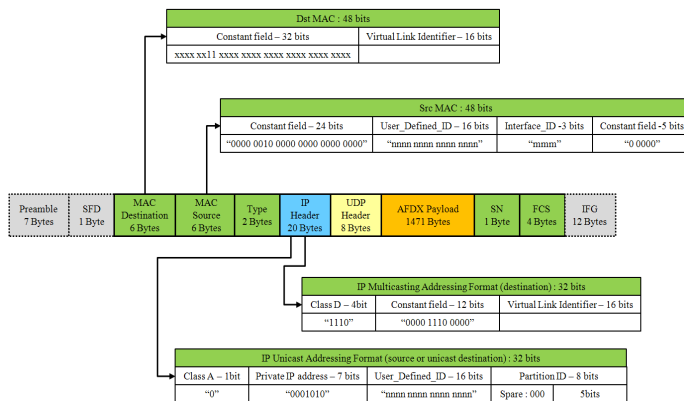
AFDX – ARINC 664 part 7

90년대 후반, 이더넷, TCP/IP기반의 데이터 통신 기술이 발전함에 따라 고속전성의 특성을 항공기에 적용하기 위한 차세대 항공기 데이터 네트워크(Aircraft Data Network), ARINC 664 표준이 개발되었다. 이러한 ARINC 664는 A380과 B787의 주 제어 통신망에 사용될 뿐만 아니라 기존 항공기의 IFE(In-Flight Entertainment)망으로도 활용되기 시작하였다.

ARINC 664는 기 검증된 100Mbps급 이더넷 전송 기술을 사용함으로써 기존의 1Mbps의 1553B 데이터 버스보다 100배의 고속 전송기능을 지원한다. AFDX(Avionics Full duplex Switched Ethernet)는 이더넷 스위치 기반의 망구조를 가지며 특징은 다음과 같다.

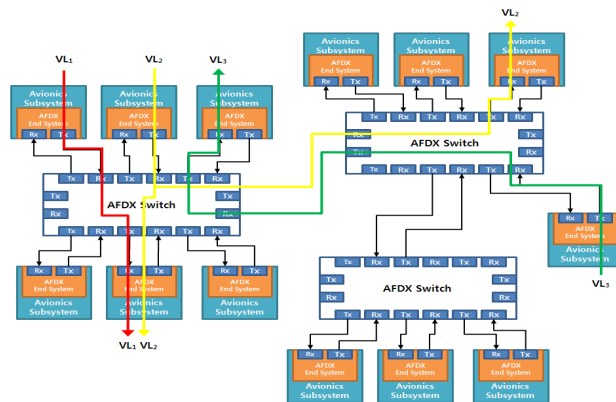
- 전이 중 스위치 네트워크 : 100Mbps급의 송수신이 동시에 가능한 스타 형태로 연결되어 최대 24개의 단말을 접속가능
- 이중화 : 이중 전송링크를 사용하여 신뢰도 향상
- 가상 링크 : 하나의 물리적 링크 상에 여러 개의 가상 링크를 설정하여 다중화 기능 제공
- 지정된 대역폭 : 가상 링크별 대역을 보장
- 프로파일 네트워크 : 단말별로 필요한 대역폭, 경로 등을 미리 스위치와 단말에 설정한 후 동작함

AFDX의 프레임 형식은 다음과 같다.



| 그림 14 | AFDX 프레임 구조

- DA(6바이트) : 목적지 주소는 16비트의 VL 식별자가 포함된 멀티캐스트 주소이다. 각 단말은 2개의 8비트 값인 네트워크 식별자와 장비 식별자로 구분된다. 총 16비트 값을 가지는 VLID를 구성한다.
- SA(6바이트) : 송신 측 단말의 유니캐스트 주소이다. 각 단말은 2바이트 길이의 MAC 주소로 식별되며 SA의 마지막 일부 비트는 AFDX 단말에 부착되는 2개 MAC 인터페이스를 구분하기 위한 용도로 사용된다.
- 페이로드 : IP와 UDP 및 상위 계층 메시지를 수납한다. UDP 헤더의 포트 번호는 응용 포트를 식별한다. 길이는 1~1471바이트이다. 최대 프레임 크기(Lmax)는 64~1518바이트이다.
- 순서 번호(Sequence number) : 페이로드 뒤에 1바이트 순서 번호가 추가된다. 이것은 VL별로 MAC 계층에서의 전송 순서 확인용으로 사용되며 초기 값은 0이다. 이후 255까지 증가되면 1에서 다시 증가한다.
- 패딩 : UDP 페이로드가 17바이트보다 작을 때 추가되며 IP에서는 UDP 프레임이 길면 분할하는 기능도 있다.



【그림 15】 AFDX의 가상링크 설정 (예시)

FC(Fibre Channel)

FC는 SAN(Storage Area Network)에 사용되는 상용 표준화 채널로서 SCSI의 뒤를 이을 차세대 고속 인터페이스다. 1992년에

선마이크로시스템스, IBM 등 3개 업체가 FCSI(Fibre Channel Systems Initiative)를 구성했고, IP와 SCSI와 같은 상위 계층의 통신 프로토콜로 분류되며 INCITS(International Committee for Information Technology Standards)의 기술 협의체 T11에 의해 표준화되었다.

FC는 1.0625Gbps, 2.125Gbps, 4.25Gbps의 속도로 데이터를 전송할 수가 있으며 향후 데이터 전송률은 10Gbps까지 발전될 것으로 예측된다.

FC의 프로토콜은 SCSI와 호환되어 기존의 SCSI 타입의 장치를 그대로 사용할 수 있는 장점이 있다. 분산 아키텍처를 지원하고, 내고장성(Fault Tolerance)과 자체 복구 기능도 지녀 스위칭네트워크 연결을 유연하게 해 준다. 또, 네트워크 확장을 거의 무한대 수준으로 끌어올리는 등 네트워크의 성능 저하를 최소화 시킨다.

항공전자 통신 인터페이스로 FC가 적용된 사례는 F18, F16, E2C, B1B의 신규 및 업그레이드 사업 등이다. 특히 JIAWG의 HSDB 대체하여 F35/JSF에 적용되었다. Fibre Channel은 4계층으로 분류되며 FC-0 계층은 데이터 전송률, 커넥터, 신호 레벨 등의 물리적 인터페이스 특징을 정의한다. FC-1 계층은 엔코딩/디코딩, 에러 제어, 링크 제어와 같은 전송 프로토콜을 정의한다. FC-2 계층은 프레임 구조, 흐름제어, 시그널링 등과 같은 프레임관리 프로토콜을 정의한다. FC-3 계층은 멀티 프로토콜을 지원하기 위해 예약된 계층이다.

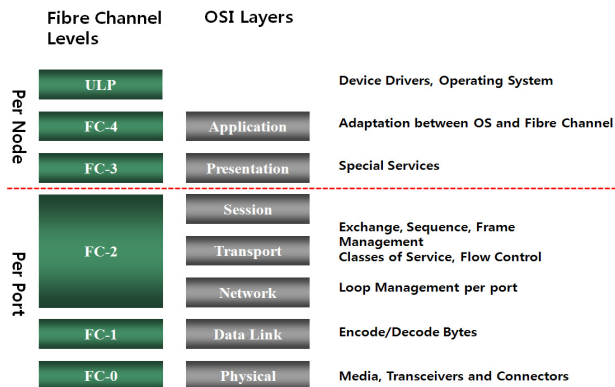


그림 16 | AFDX의 가상링크 설정(예시)

FC-4 계층은 SCSI, ASM(Anonymous Subscriber Messing), IP, MIL-STD-1553과 같은 상위레벨 프로토콜(Upper-Level Protocol) 어플리케이션과의 맵핑을 정의한다.

내고장성(Fault Tolerance) 설계 기술

IMA 시스템은 기본적으로 내고장성 설계를 고려하여 구현되었다. 내고장성이란 한 가지 또는 그 이상의 시스템 기능 고장 시 운용자가 동일 기능을 지속적으로 사용할 수 있도록 하는 기능으로서 하드웨어 및 소프트웨어 구성요소를 이중화(Redundancy)하거나 재구성(Reconfiguration)함으로써 내고장성 기능을 구현하는 것이 일반적이다.

이중화 기법은 기존 연방형 시스템에도 사용되었으며 수리온의 2개의 임무컴퓨터가 대표적인 예일 것이다. IMA 시스템도 동일한 방식이 적용될 수 있으나 IMA 시스템의 경우, 컴퓨터 내부에 여분의 공통 모듈 단위로 중요 결함에 대한 이중화가 가능하므로 물리적으로 2개의 컴퓨터를 구성하는 것보다 종량 및 컴퓨팅 자원 활용 측면에서 더욱 효율적일 것이다.

이 외에도 인터페이스 단위의 이중화를 고려할 수 있다. 앞서 언급한 AFDX는 MIL-STD-1553B와 유사하게 인터페이스 자체에 이중화 기능을 가지고 있다. 따라서 IMA 주요 인터페이스 설계 시 내고장성을 확보하기 위해 자체 이중화가 가능한 인터페이스가 고려되어야 할 것이다.

재구성 기법은 결함이 발생한 모듈 또는 컴퓨터를 리셋하거나 인터럽트, 소프트웨어 어플리케이션 ARINC-653의 파티션 개념을 활용하여 구현될 수 있다. ARINC-653의 파티션 개념은 IMA 소프트웨어 어플리케이션에 결함이 발생할 경우 어플리케이션을 여분의 공통 모듈에 재로딩함으로써 지속적으로 동일 기능을 수행할 수 있도록 설계하는 것이다.

또한 IMA 시스템의 내고장성 설계를 위해 DO-297의 HM/FM(Health Monitoring and Fault Management) 기법을 제시하고 있다.

강건한 IMA 시스템 구현을 위해 이중화 및 재구성 설계가 요구되는 것은 분명하지만 그만큼 시스템 복잡도와 비용 증가가

결론

따르므로 ARP4761 기준 항공전자 체계 레벨의 안전성 평가 및 분석을 통해 중요도에 따라 내고장성 설계를 반영해야 할 것이다.

IMA 시스템을 적용한 해외 선진 사례에 대해서 살펴보았으나 아직 국내 항공기 체계 수준의 적용사례는 없다. 하지만 국내에서도 항공기 IMA 구조에 대한 응용연구가 진행 중이며 특히, 정부과제 및 탐색개발 과제로 ARINC-653 및 IMA 구조에 대한 응용연구 수행과 IMA 코어시스템 적용기술 개발을 활발히 진행하고 있다.

IMA 시스템은 항공전자 체계에서 요구되는 다양한 기능을 수행하기 위해 하드웨어와 소프트웨어 자원을 공유하는 데 중점을 두고 있다. 모듈 통합형 구조도가 개방형 구조 자체를 의미하는 것은 아니므로 IMA 시스템 구조를 개발 및 설계하기 위해서는 공용의 모듈 신규 컴퓨팅 시스템 구축과 시스템 통합 자원이 필요하다.

현실적으로 IMA 시스템의 장점을 고려한 모듈 통합형 구조를 설계하기 전에 얼마나 많은 기능을 공용 자원에 통합할 수 있는지를 판단해야 한다. 즉, 많은 비용을 투입해 공용 컴퓨팅 자원을 설계하더라도 다수 기능의 응용프로그램을 탑재할 수 없다면 기존 연방형 시스템 구조와 다를 바 없으며 IMA 시스템의 장점이 퇴색될 것이다. 향후, 국내에서 진행되고 있는 IMA 과제의 결과물이 KFX, LAH 대형 국책사업의 최적의 항공전자 시스템 개발의 밑거름이 되기를 기대해 본다.

참고문헌

1. 송찬호, “항공전자 기술 발전 동향”, IT SoC Magazine, 2009.
2. 고영진, 박한준, 손진규, “모듈 통합형 항공전자 기술의 개발 동향 연구”, IEEE, pp. 300~302, 2011.
3. Barry A. Rich, Patrick J. Lehnerd, James A. Gracia, “Benefits and Challenges of Integrated Sensor Systems”, Aerospace and Electronics Conference, NAECON, 352-358 vol.1, 1995
4. ARTIST2 Workshop on Integrated Modular Avionics, November 12-13, 2007
5. ARINC Report 651-1, “Design Guidance for Integrated Modular Avionics”, 1997
6. SCARLETT, European Commission Project, “Towards the next generation of Integrated Modular Avionics”, 7th Framework Programme, 2007~1013
7. Brain Sutterfield, John A. Hoschette, Paul Anton, “Future Integrated Modular Avionics for Jet Fighter Mission Computers”, 27th Digital Avionics Systems Conference, October 26-30, 1008, 2008
8. Alex Wilson, “The evolving ARINC 653 standard and it’s Application to IMA”, Wind River, 2007
9. Ian Moir and Allan G. Seabridge, “Military Avionics Systems”, Jhon Wiley & Sons, Ltd, 2006
10. ARINC Specification 664 P7-1, “Aircraft Data Network PART 7 Avionics Full-Duplex Switched Ethernet Network”, 2009
11. Tiger Wang, Gu Qingfan, “Research on Distributed Integrated Modular Avionics System Architecture Design and implementation”, China Aeronautical Radio Electronics Research Institute, 2013
12. Richard L. Alena, John P. Ossenfort IV, Kenneth I. Laws, “Communications for Integrated Modular Avionics”, NASA Ames Research Center, 2006
13. Yonet A. Eracar, “Benefits of LRU-Centric Fibre Channel Testing”, Teradyne, Inc, 2007
14. Christopher B. Watkins, “Integrated Modular Avionics: Managing the Allocation of Shared Intersystem Resources”, 25th Digital Avionics Systems Conference, 2006
15. RTCA/DO-297, “Integrated Modular Avionics (IMA) Development Guidance and Certification Considerations”, 2005
16. ARINC Specification 653P1-3, “Avionics Application Software Standard Interface Part 1- Required Services”, 2010
17. Military Agency for Standardization (MAS), “STANAG-4626-Modular and Open Avionics Architectures”, NATO, 2004

항공기용 가스터빈엔진 시동기의 발전 동향에 대한 기술적 검토

한국항공(주)(KAI) 훈련체계개발2팀
선임연구원 이동형

▶▶▶

서론

초기의 항공기에 적용된 왕복엔진은 손으로도 구동되는 장치를 통해 시동되었지만, 이 시동 방식은 윤활유의 점도가 낮은 저온 환경에서 시동의 어려움이 자주 발생하였다. 또한 시동 시 인명 상해에 대한 위협 해소 및 빠르고 효과적인 시동 능력의 확보, 특히 엔진 출력 증가에 따른 시동 부하 증가로 엔진을 시동하기 위한 높은 구동 토크를 전달하는 장치가 요구되었다. 이러한 이유로 항공기 개발 초기의 저 출력 소형 왕복엔진을 제외한 모든 항공기용 엔진은 시동기(starter)로 불리는 기계 장치에 의해 시동되고 있다. 시동기는 엔진을 회전시키기 위한 기계적 에너지를 만들어내는 장치로, 엔진과 항공기 요구 조건을 만족하기 위해 다양한 형태의 시동기가 개발되었다.

가스터빈엔진을 시동하기 위해서는 연소가 지속될 수 있는 충분한 양의 공기를 연소기에 제공하도록 압축기를 가속시키는 힘이 필요하며, 가스터빈엔진의 시동은 시동기를 통해 압축기를 회전시킴으로써 이루어진다. 현재 사용되고 있는 시동기의 기본 형태는 동력원에 따라 크게 전기 시동기, 가스터빈 시동기, 공기 터빈 시동기 그리고 유압 시동기로 분류된다.

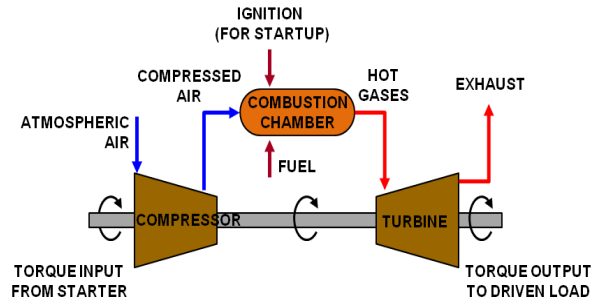
본 연구에서는 현재까지 개발된 항공기용 가스터빈엔진 시동기에 대한 기술적 검토를 통해, 한국형 전투기에 적합한 엔진 시동기를 선정하기 위한 방향을 제시하고자 한다.

항공기용 가스터빈엔진 시동 시스템

가스터빈엔진을 사용하는 항공기의 엔진 시동 시스템은 두 개의 분리된 시스템으로 구성된다. 하나는 연료와 혼합되는 충분한

양의 공기를 연소실로 공급하기 위해 필요한 속도까지 엔진을 가속하기 위한 시스템이며, 다른 하나는 연료/공기 혼합 가스를 점화하기 위한 시스템이다. 두 시스템은 엔진 시동 사이클 동안 함께 작동하지만, 엔진 점검 및 정비를 위해 점화 없이 엔진 회전이 가능해야 하며, 비행 중 엔진 재 점화를 위해 점화 시스템만 작동할 수 있어야 한다.

시동 시스템은 지상 및 공중의 엔진 시동 영역 내에서 엔진 시동이 가능하도록 충분한 동력을 제공해야 하며, 기지 및 기지 이외 환경에서 항공기 자체 엔진 시동(self-sufficient starting capability)이 가능하도록, 외부 동력 공급 장치(전기 및 공압 공급 장치)의 지원과 함께 또는 지원 없이 원활한 작동이 가능해야 한다. 그리고 엔진의 공중 재시동을 지원하기 위해 시동 시스템은 항공기 탑재 장치(on-board unit)로 구성되며, 구성품의 무게, 크기 및 관련 제약 조건이 중요한 설계 요소가 된다. 또한 시동 시스템 설계 시 압력 손실, 온도 및 고도 등 운용 요구도 및 환경이 중요한 설계 요소로 고려되며, 요구되는 시동기의 형태는 엔진 크기에 영향을 많이 받는다.



| 그림 1 | Simplified Block Diagram of Gas Turbine

시스템 설계 시 무엇보다도 중요한 것은 시동 시스템의 결함은 곧 항공기 불능 상태로 직결되기 때문에, 시스템의 신뢰성이 가장 중요하게 고려되어야 한다.

최근에 개발된 항공기의 시동 시스템은 이차 동력 계통(Secondary Power System, SPS)의 한 시스템으로 구성되며, 시동기는 이차 동력 계통의 항공기 기어박스에 부착된다. 기존에 엔진 기어박스에

시동기 성능 요구 조건

부착된 시동기를 항공기 기어박스에 부착함에 따라 엔진을 교체할 때 소요되는 정비 시간이 감소되었으며, 더 중요한 것은 엔진 시동 없이 유압, 전기 및 ECS 등 타 계통 구동이 가능하게 되었다.

모든 가스터빈엔진은 최소 정상 작동 속도인 공전 속도(idle speed)를 가지며, 엔진이 공전 속도에 도달하여 안정화될 때 시동 사이클은 완료된다. 엔진의 특성과 운용 환경에 따라 엔진의 공전 속도는 다양하지만, 일반적으로 가스터빈엔진의 공전 속도는 최대 출력 운전 시의 회전 속도를 100%로 할 경우 약 60%이며, 자력 운전 회전 속도(self-sustaining speed)도 약 40%로 높다.

가스터빈엔진을 시동하기 위해서는 연소에 필요한 충분한 양의 공기를 연소기에 제공하도록 압축기를 가속시키는 힘이 필요하다. 일반적으로 가스터빈엔진의 시동은 시동기에 의해 압축기가 회전함으로써 시작되며, 이중 축류 압축기(dual-axial compressor) 엔진의 경우 고압 압축기(HP spool)만 시동기에 의해 회전된다. 이는 고압 압축기의 관성이 저압 압축기(LP spool)보다 작기 때문에, 저압 압축기 구동에 비해 시동 시간을 단축시킬 수 있다.

일단 연료가 공급되고 엔진이 착화되면, 시동기는 엔진이 자력 운전 회전 속도 이상까지 도달하도록 엔진을 지속적으로 회전시켜야 한다. 만약 시동기가 자력 회전 속도에 도달하기 위한 충분한 토크를 제공하지 못할 경우, 엔진은 공전 속도까지 가속되지 않거나 감속되어 시동 지연 및 이상 시동 현상으로 hung start 또는 hot start가 발생할 것이다.

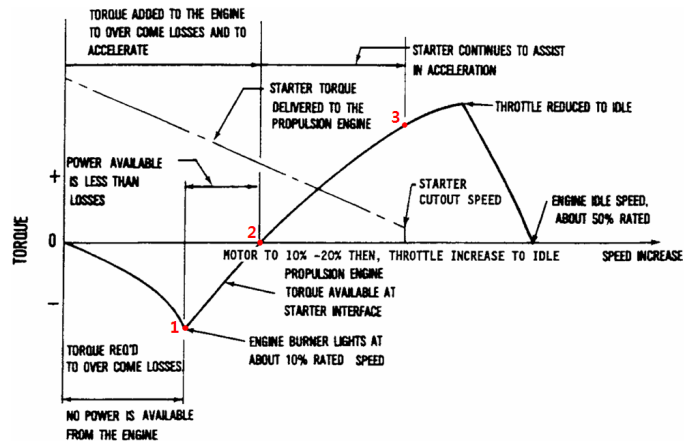
hot start는 엔진이 점화된 후 공전 속도까지 충분히 빠르게 가속되지 못해 배기가스 온도가 제한치를 초과하는 현상이며, hung start는 엔진이 점화된 후에도 전혀 가속되지 않아 공전 속도 이하로 머물게 되는 현상으로, hot start로 이어질 수 있다. 따라서 시동기는 엔진 회전부의 관성과 마찰력, 공기력(air loads or windage) 및 보기류 저항 등을 이기고, 엔진이 자력 회전 속도까지 빠르게 가속되도록 충분한 구동 토크를 제공해야

시동기 토크

한다. 특히 항공기용 가스터빈엔진은 개발 규격서에 명시된 시간 내에 시동이 완료되어야 하며, 이 시동 시간을 달성하기 위한 최적의 시동기가 개발 및 선정될 것이다.

엔진의 압축기 관성과 기어박스 마찰력은 시동기가 극복해야 하는 저항이며, 엔진에서 필요로 하는 회전력과 시동기의 구동 토크의 차가 엔진의 가속에 사용된다. 이 여분의 토크는 점화 장치 가 작동하는 속도까지 엔진을 가속시킨다(지점 1).

엔진이 필요로 하는 회전력은 착화 이후 연소 에너지의 증가와 더불어 감소하여 일정한 회전 속도에서 0이 된다(지점 2). 이 회전 속도를 자력 운전 회전 속도라고 부르며, 시동기의 도움 없이 엔진 스스로 회전을 유지할 수 있는 속도이다.



| 그림 2 | Engine and Starter Torque

즉, 자력 회전 운전 속도는 엔진의 터빈에서 발생하는 동력이 압축기를 구동하기 위해 필요한 동력과 보기류 저항 및 기타 엔진 손실의 합과 같아지는 지점이며, 엔진을 가속시킬 수 있는 잉여 동력이 없는 상태이다. 따라서 시동기는 자력 회전 속도 이후까지 엔진의 가속을 돕기 위해 작동을 계속하다가 공전 속도 이전에 차단된다(지점 3). 시동기가 차단된 후 엔진은 자력으로 공전 속도까지 가속한다([그림 2]).

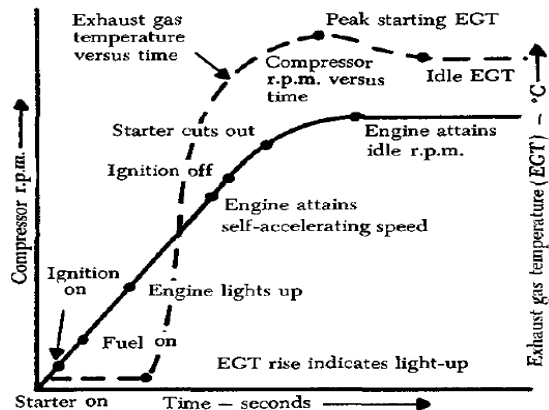
가스터빈 엔진의 시동 절차

가스터빈엔진의 시동 절차는 시동기의 종류와 관계없이 일반적으로 동일하며, 대표적인 시동 절차는 [그림 3]과 같다. 시동기가 작동하여 엔진으로 공기가 충분하게 유입되도록 압축기를 가속시키면, 점화 장치가 작동하고 연료가 공급된다. 연료/공기 혼합가스가 점화되기 전에, 연소를 지속하기 위해 엔진으로 공급되는 공기 흐름이 충분히 보장되어야 하므로 시동 절차의 정확한 순서는 매우 중요하다.

낮은 엔진 속도 영역에서의 연료량은 엔진을 가속하기에 충분하지 않기 때문에, 시동기는 엔진 스스로 회전할 수 있는 속도 이후까지 엔진을 회전시킨다. 자력 회전 속도 이전에 시동기 동력이 차단된다면, 시동 초기에 엔진 가속 및 회전을 유지할 충분한 동력이 생성되지 않기 때문에 시동기는 자력 회전 속도 이후까지 엔진 회전을 유지한다. 시동기와 점화장치는 시동 사이클의 적절한 시점에서 자동적으로 차단된다.

항공기용 가스터빈엔진 시동기

가스터빈엔진의 시동 절차는 일반적으로 동일한 반면, 시동은 다양한 방법에 의해 이루어진다. 시동기의 형태와 동력원은 엔진과 항공기 요구도에 따라 다르다. 군용기의 경우 적기 요격을 위한 빠른 출격이 요구되기 때문에, 엔진 시동 시간이 가장 짧은 시동기 또는 외부 지원 장비와 완전히 독립된 자체 시동 능력을 보유한 시동기가 요구될 것이다.



[그림 3] Typical Gas Turbine Engine Starting Sequence

반면 민항기는 시동 시 승객에게 가장 방해가 적은 시동기 또는 가장 경제적인 시동기가 요구될 것이며, 군용기에 비해 시동 시간이 좀 더 느리지만 대략 30~40초 범위 내에서 시동이 이루어진다.

일반적으로 시동기를 구동하는 동력원으로 전기, 연소 가스, 공압 그리고 유압이 사용되며, 시동기의 기본 형태는 동력원에 따라 전기, 공압, 유압 및 가스터빈 시동기로 분류된다.

전기시동기

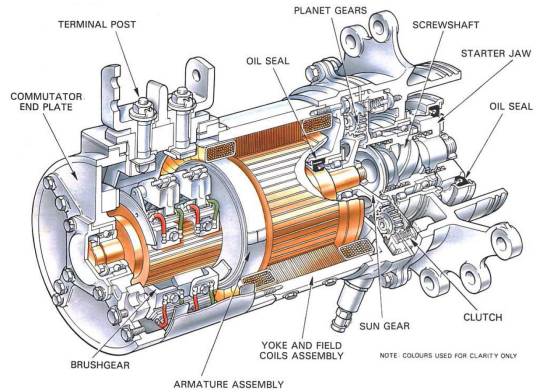
전기 시동기는 직류 전기 모터 방식과 시동기와 발전기가 결합된 시동발전기(starter/generator) 방식이 있다. 두 시동기는 전기적으로 동일하지만, 전기 모터 방식은 엔진 시동이 완료된 후에 시동 모터가 엔진 축으로부터 분리되는 반면에 시동발전기는 구동 기어를 통해 엔진 축과 영구적으로 맞물린다.

일반적으로 전기 시동기([그림 4])는 기동 회전력이 큰 직류 전기 모터 방식이 사용되며, 감속 기어와 클러치(clutch)를 통해 엔진과 연결된다. 시동 모터는 엔진이 자력 회전 속도에 도달한 후에 자동적으로 분리된다. 그리고 엔진 시동 사이클이 완료된 후 시동기 부하가 감소할 때 시동기를 구동하는 전기 공급은 자동적으로 차단되며, 자력 회전 속도에 도달하는 시간이 길어지는 이상 시동 시에는 일정 시간이 경과하면 전기 공급은 자동적으로 차단된다.

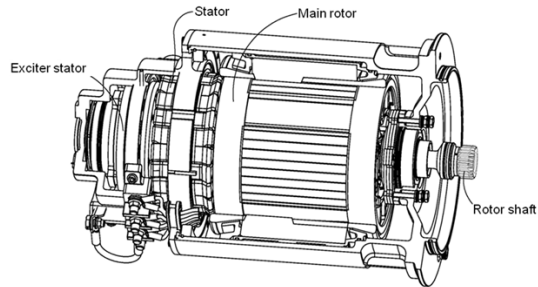
반면 시동발전기([그림 5])는 엔진과 시동기를 분리하는 클러치 없이 구동 기어를 통해 엔진과 연결된다. 시동발전기는 엔진 시동 시에는 시동 모터로 작동하여 엔진을 가속시키며, 엔진이 자력 회전 속도에 도달한 후에는 발전기로 작동하여 전기를 제공하는 시동기와 발전기의 조합이다. 하나의 장치로 두 가지 기능을 수행하는 시동발전기는 구성품 및 중량 감소 측면에서 경제적인 시동 방식이다.

전기 시동기 작동을 위해 충분한 항공기 배터리 전원이 요구되며, 저온 환경에서 배터리 성능이 급격히 감소하기 때문에 전기 시동기의 저온 시동 성능 또한 급격히 떨어진다. 전기 시동기는

주로 소형 가스터빈엔진 및 보조동력장치(Auxiliary Power Unit, APU)의 시동을 위해 사용된다.



| 그림 4 | Electric Starter – D.C. Electric Motor



| 그림 5 | Electric Starter – Starter/Generator

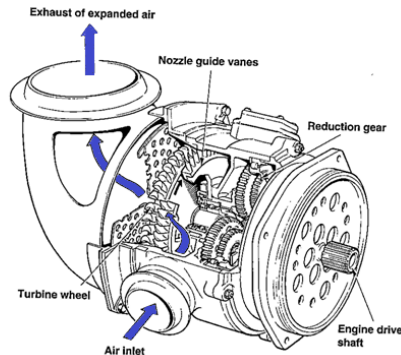
유압 시동기

유압 시동기는 유압 모터 방식과 유압펌프와 시동기가 결합된 펌프/시동기 방식이 있다. 시동 토크를 전달하는 방법은 다양하지만, 일반적으로 감속기어와 클러치를 통해 엔진에 시동 토크를 전달한다. 유압 시동기는 지상 유압 공급 장치 및 항공기에 탑재된 유압 저장소(hydraulic accumulator)로부터 시동기를 구동하기 위한 동력을 공급받는다. 유압 저장소는 무게와 장착 공간의 제약성 그리고 손으로 유압을 충전하는 장치에 대한 요구로 100~1,000in³으로 크기가 제한된다. 따라서 소형 가스터빈엔진에서 주로 사용된다. 유압 시동기 시스템은 전기회로에 의해 제어

되며, 시동 사이클 종료 시 펌프/시동기가 유압 펌프로 작동하도록 유압 밸브를 작동시킨다.

공기터빈 시동기

공기터빈 시동기는 [그림 6]과 같이 축류 터빈(axial turbine rotor), 감속기어, 클러치 및 구동 축(drive or output shaft)으로 구성된다. 시동기에 공급된 고압 공기는 터빈을 회전시켜 축 동력을 생성하며, 터빈으로부터 얻어진 축 동력은 감속기어와 클러치를 통해 엔진에 연결된 구동 축을 회전시킨다. 감속기어는 고속의 저 토크 터빈 축 동력을 저속의 고 토크 출력으로 변화시키며, 엔진 점화 후에 엔진 토크 및 회전수가 증가하여 공전 속도에 도달하면 시동기는 엔진 출력의 손실 요소가 되기 때문에, 클러치를 통해 시동기와 엔진은 자동적으로 분리된다.



[그림 6] Air Turbine Starter

시동기를 구동하기 위해 공급되는 고압 공기는 시동기 입구에 부착되는 전기 제어식 공압 조절/차단 밸브(pressure regulating and shutoff valve)에 의해 제어되며, 엔진 시동 신호에 의해 열리고 시동기 차단 속도(starter cutout speed)에 도달하면 자동적으로 닫힌다.

공기터빈 시동기는 다른 시동기에 비해 가볍고 구조가 단순하기 때문에 최근 군용기와 민항기에 가장 널리 사용되고 있는 방식이며, 대형 가스터빈엔진을 시동하기 위해 주로 사용된다.

공기터빈 시동기는 같은 엔진을 시동하는 전기 시동기 무게의 1/4~1/2이며, 전기 시동기의 2배에 가까운 높은 토크를 생성할 수 있다.

일반적으로 시동기를 구동하기 위한 공압은 지상 공압 공급 장치 및 항공기에 장착된 보조동력장치로부터 제공받으며, 다수의 엔진이 장착되어 있을 경우 엔진 간 블리드 공기를 교차 사용하여(cross bleed or cross feed) 시동기를 구동할 수 있다. 몇몇 항공기에서는 공기 터빈 시동기를 구동하기 위해 압축공기 용기를 사용한다. 공압으로 구동되는 시동기라는 의미로 이 시동기는 공압 시동기로도 불린다.

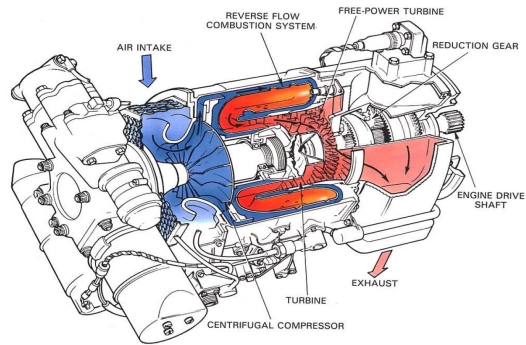
가스터빈 시동기

[그림 7]의 가스터빈 시동기는 보조동력장치와 유사한 일종의 소형 가스터빈엔진이며, jet fuel starter로도 불린다. 가스터빈 시동기는 자체 연료/점화, 시동 및 오일 시스템을 갖춘 자급식(self-contained) 시동기로 항공기 기어박스 또는 엔진 기어박스에 장착되어 엔진을 구동한다. 운용 상 경제적이며, 상대적으로 작은 무게에 비해 높은 출력을 제공한다. 시동기는 터빈으로 구동되는 원심압축기와 역류형 연소기, 엔진 구동을 위한 자유동력 터빈으로 구성된다.

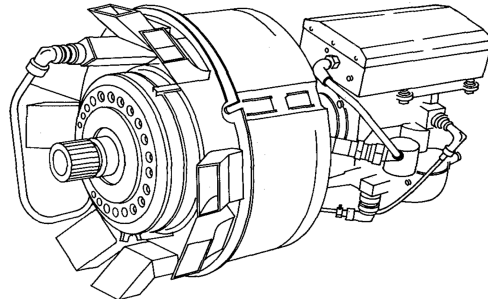
가스터빈 시동기의 시동은 주 엔진의 시동과 유사하며, 자체 시동기에 의해 자력 회전 속도에 도달할 때까지 가속된다. 일반적으로 가스터빈 시동기의 자체 시동기로 전기 시동기와 유압 시동기가 사용된다. 자체 시동기에 의해 가스터빈 시동기가 자력 회전 속도에 도달할 때 가스터빈 시동기의 시동 및 점화 시스템은 자동적으로 멈추며, 설계 운용 속도(약 60,000rpm)까지 가속된다. 가스터빈 시동기가 가속되면서 시동기의 배기가스가 자유동력터빈을 구동하여 주 엔진을 자력 회전 속도까지 회전시킨다. 엔진이 자력 회전 속도에 도달되면, 시동기는 멈추고 클러치는 구동 축(drive shaft)으로부터 자동적으로 분리된다.

연료/공기 연소 시동기(fuel-air combustion starter) 역시 가스터빈엔진이며, 저장된 고압 압축 공기와 연료가 직접 연소기에 보내지는 것을 제외하면 가스터빈 시동기와 같은 구조이다([그림 8]).

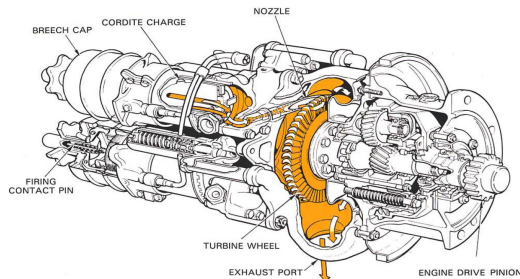
이 시동기는 주로 단거리 비행 및 수송용 항공기의 시동기로 개발되었다. 저장된 에너지를 사용하여 지상 시동 장비의 지원 없이 공중에서 빠른 시동 능력을 제공한다. 압축 공기의 양에 따라 시동 횟수가 제한되며, 압축 공기는 일반적으로 항공기에 탑재된 보조동력장치로부터 충전된다.



| 그림 7 | Gas Turbine Starter



| 그림 8 | Fuel/Air Combustion Starter

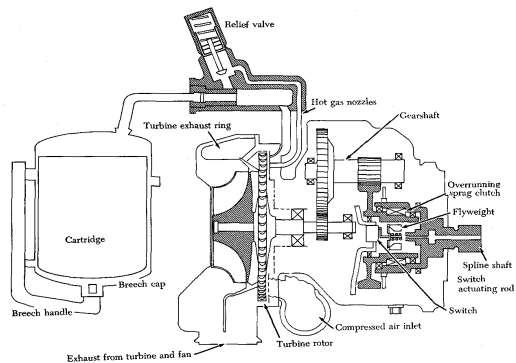


| 그림 9 | Triple-breech Cartridge Starter

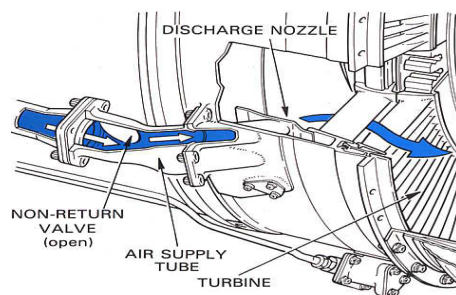
그 밖의 시동기

[그림 9]의 카트리지 시동기(cartridge starter)는 화약 연소 시동기로도 불리며, 항공기 개발 초기의 군용기에서 사용된 빠르고 독립적인 시동기이다. 자체 가스발생기를 내장하고 있는 이 시동기는 공기터빈 시동기와 작동 방식이 유사하지만, 터빈을 구동하는 동력원으로 화약의 연소 가스를 사용한다. 즉 카트리지 시동기는 압축공기나 액체 연료 대신에 주 엔진의 시동 특성에 맞는 분량의 화약을 연소시켜 발생한 연소 가스로 터빈을 돌려 구동 토크를 발생시킨다. 점화되는 기폭장치는 화약을 연소시키며, 화약의 크기와 수량에 의해 사용 시간과 시동 횟수가 제한된다.

가끔씩 두 시동기가 결합된 형태의 시동기가 사용되기도 한다. [그림 10]의 카트리지/공압 시동기는 일반적으로 지상 공압 공급 장치 및 엔진 간 교차 공기에 의해 공기 터빈 시동기로 작동하나, 시동기에 장착된 카트리지의 화약에 의해 카트리지 시동기로도 작동한다.



| 그림 10 | Cartridge/Pneumatic Starter Schematic



| 그림 11 | Air Impingement Starting

시동기 토크 곡선

연소실 시동기(combustor starter)는 가끔씩 공기 터빈 시동기와 일체화되어 엔진을 시동하기 위해 사용되며, 외부로부터 시동기를 구동할 공기를 공급받지 못할 때 시동기 구동을 위한 동력을 생성하기 위해 사용된다. 시동기에 장착된 작은 연소실은 항공기에 탑재된 저장 용기로부터 고압의 공기를, 엔진 연료 시스템으로부터 연료를 공급받아 작동한다. 연료/공기 혼합 가스는 연소실 내에서 점화되며, 이 연소 가스가 공기터빈 시동기의 터빈을 구동한다.

일부 터보제트 엔진에는 시동기가 장착되지 않지만, 엔진을 회전시키는 방법으로 엔진의 터빈 블레이드에 공기를 타격(air impingement)하는 방식이 사용된다([그림 11]). 지상 공압 공급 장치 또는 작동 중인 다른 쪽 엔진의 교차 공기는 non-return 밸브와 노즐을 거쳐 엔진의 터빈 블레이드를 직접 타격한다. 이 시동 방식은 가볍고 구조가 단순하지만, 같은 엔진을 시동하는 공기 터빈 시동기에 비해 최소한 2배의 공기 마력이 필요하기 때문에 자체 시동 능력을 요구하는 대형 엔진에는 적용하기 어렵다. 이는 대형 엔진을 시동하기 위해 보조동력장치의 출력 증가에 따른 무게가 공기터빈 시동기를 제거에 따른 무게 절감 효과보다 더 크기 때문이다.

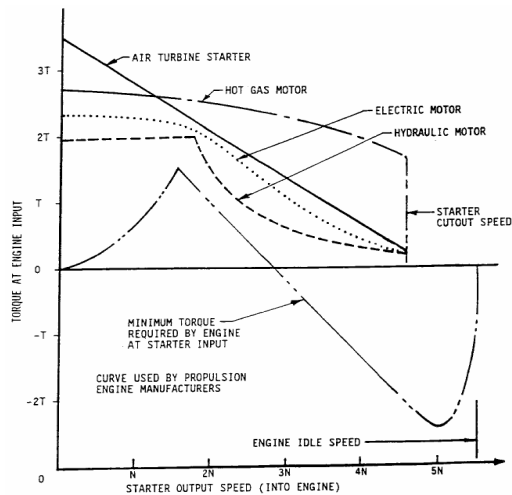
시동기 토크 곡선은 속도에 따른 시동기의 토크 변화를 나타내며, 토크 곡선은 시동기 종류에 따라 다르게 형성된다. 대기 온도가 감소할수록 엔진으로 유입되는 공기의 에너지가 감소하기 때문에, 엔진에서 요구하는 시동 토크는 증가한다. 또한 온도가 낮을수록 엔진 윤활유 점도에 의한 마찰력이 증가하여 요구되는 시동기 토크가 증가한다. 시동기에 따른 일반적인 토크 곡선은 [그림 12]와 같다.

엔진 시동에 필요한 시동 토크 최소 요구량은 저온, 표준, 고온 환경에 대하여 엔진 저항 토크(engine drag)와 함께 엔진 제작 사로부터 제공된다. 시동 시간은 공전 속도까지 엔진을 가속시키는 데 소요되는 시간으로 정의되며, 시동기 차단 속도(starter cutout speed) 이후부터 시동기는 엔진에 토크를 제공하지 않는

시동기의 특성
및 적용 사례

다. 따라서 시동 해석 시 실제로 엔진을 공전 속도까지 가속하는 엔진 점화 토크가 고려되어야 한다.

시동기의 성능 및 크기는 운용 요구 조건과 환경에 따라 다양하며, 압력 손실과 온도 및 고도 요구 조건에 의해 결정된다. 특히 시동기는 엔진 크기에 의해 요구되는 성능이 좌우된다. 현재 보편적으로 사용되고 있는 가스터빈엔진 시동기의 특성은 [표 1]과 같다.



| 그림 12 | Starter Torque Characteristic Curve

전기 시동기는 연소 가스와 같은 부산물이 생성되지 않는 친환경적이고 경제적인 시동기이다. 하지만 저온 환경에서의 시동 효율이 좋지 않으며, 현재까지 소형 가스터빈엔진 시동기로만 사용되고 있다. 새로운 소재와 기술의 발달로 시동기의 성능이 향상되고 있으나, 아직 성능이 완전히 검증되지 않아 중대형 엔진에 적용되기 위해서는 다소 시간이 필요하다.

공기 터빈 시동기는 오늘날 민항기 및 군용기 엔진 시동기로 가장 보편적으로 사용되고 있으며, 다른 시동기에 비해 가볍고 구조가 단순하다. 또한 공기 터빈 시동기는 시동기를 구동하는 동력원을 다양한 장치로부터 제공받을 수 있다. 공기 터빈 시동

기는 현재까지 개발이 가장 많이 된 시동기로 신뢰성이 높다. 하지만 다른 시동기에 비해 효율이 낮으며, 동력원과 시동기 사이의 공기 덕트로 인해 장착 공간의 제약이 따른다. 또한 시동기를 구동한 고온의 공기를 항공기 밖으로 안전하게 배출하는 장치에 대한 설계가 요구된다. 약 35%의 공기 터빈 시동기 효율 손실은 배기가스 디퓨저에 의해 발생한다.

자체 시동 능력을 보유하고 있는 가스터빈 시동기는 대략 75~150kW(100~200hp)급 가스터빈엔진으로, 동력 전달 효율 및 동력 대 중량 비가 높은 시동기이다. 시동기의 동력을 엔진에 전달하기 위해서는 시동기의 구동 축과 항공기 기어박스가 기계적으로 연결되기 때문에, 장착 위치에 제한이 있으며 시스템이 복잡한 단점이 있다.

표 1 | Characteristics of Engine Starters

Type	Advantages	Disadvantages	Remark
Electric Starter	<ul style="list-style-type: none"> Economical and Eco-friendly Efficient Power Conversion 	<ul style="list-style-type: none"> Poor Efficiency at Low Temp. Used Only for Small Engines 	<ul style="list-style-type: none"> Not Completely Proven (F-35 Starter/Generator)
Air Turbine Starter	<ul style="list-style-type: none"> Small and Lightweight Versatile and Flexible Highly Developed 	<ul style="list-style-type: none"> Relatively Poor Efficiency Large Bleed Air Ducts Overboard Exhaust Provisions 	<ul style="list-style-type: none"> 6.5 kW/kg (4 hp/lb) Efficiency : 65~85%
Gas Turbine Starter	<ul style="list-style-type: none"> Self-sufficient Device High Power to Weight High Transmission Efficiency 	<ul style="list-style-type: none"> No Inherent Backup Starting High Heat Rejection Complexity, Limited Location 	<ul style="list-style-type: none"> Called as Jet Fuel Starter
Hydraulic Starter	<ul style="list-style-type: none"> Efficient Power Conversion Preferred for Low Temp. Starting 	<ul style="list-style-type: none"> Minor Leaks are Critical Pressurized Hyd. Accumulator 	<ul style="list-style-type: none"> 8.2 kW/kg (5 hp/lb) Efficiency : 90%

표 2 | Engine Starter of Modern Fighters

Aircrafts	Power Sources	Starters	First Flight
F-15	Combustion Gas	JFS	1972
F-16	Combustion Gas	JFS	1976
F/A-18	Pneumatic	ATS	1978
Rafale	Pneumatic	ATS	1991
EF2000	Pneumatic	ATS	1994
F-22	Pneumatic	ATS	1997
F-35	Electric	S/G	2006

• JFS : Jet Fuel Starter • ATS : Air Turbine Starter • S/G : Starter/Generator

시동기의 발전 동향

유압 시동기는 동력 전달 효율이 매우 높은 시동기로 저온 환경에서도 우수한 시동 효율을 가지기 때문에, 저온 환경에서 운용되는 엔진의 시동을 위해 선호되는 시동기이다. 유압 시동기는 유압 저장소의 무게와 부피 그리고 장착 공간의 제약으로 인해 보조동력장치 등 주로 소형 가스터빈엔진 시동기로 국한된다.

표 2는 현재 운용되고 있는 전투기에 적용된 시동기를 나타내고 있다. 최근에 개발된 4세대 및 5세대 전투기는 대부분 공기 터빈 시동기를 사용하고 있으며, More Electric Architecture (MEA) 및 Energy Efficient Aircraft (EEA) 개념에 따라 설계된 5세대 전투기 F-35에는 시동/발전기가 적용되었다.

1903년 라이트 형제의 첫 동력 비행 이후 다양한 엔진 시동기가 개발되었다. 초기 왕복엔진은 손으로 구동하는 장치에 의해 시동되었으며, 전쟁으로 항공기가 발달하면서 전기 시동기 및 카트리지 시동기가 개발되었다. 특히 전쟁에서 제공력을 장악하기 위해 보다 더 빠른 전투기에 대한 요구로 가스터빈엔진이 등장하면서 소형의 고성능 시동기가 요구되었다. 따라서 현재 운용되고 있는 시동기들은 무게 절감, 운용의 편의성 및 신뢰성에 주안점을 두고 개발되어 왔다.

자체 시동 능력과 빠른 출격이 요구되었던 F-15, F-16 및 B-1 항공기에는 가스터빈 시동기가 적용되었다. F-15에 적용된 가스터빈 시동기 JFS 190-1의 시동 시간은 약 4초이다. F-15와 F-16의 가스터빈 시동기 JFS 190-1과 T-62T-40-8의 시동기는 모두 유압 시동기가 적용되어 있다.

가스터빈엔진을 사용하는 근래의 항공기는 대부분 보조동력장치의 공압을 사용하는 공기 터빈 시동기에 의해 시동된다. 이는 공기 터빈 시동기를 사용하는 엔진 시동 시스템이 다른 시동 시스템에 비해 유연하며 여러 방향으로 사용이 가능하기 때문이다. 다른 시동 시스템이 오직 엔진 시동을 위해 사용되는 반면, F/A-18에 적용된 공기 터빈 시동 시스템은 엔진 시동 외 전기와 유압 계통 점검 및 비상 동력 공급을 위해 기어박스를 구동하는 등 다양한 기능을 수행할 수 있다.

결론

5세대 전투기인 F-22의 시동 시스템에는 공기터빈 시동기가 적용되었으며, 보조동력 및 비상동력장치가 통합된 Integral Power Unit(IPU)의 시동기로는 저장된 에너지를 사용하여 지상 시동 장비의 지원 없이 공중에서 빠른 시동 능력을 제공하는 연료/공기 연소 시동기가 적용되었다.

최근에는 MEA 및 EEA 개념에 따라 설계된 F-35의 시동 시스템에는 시동/발전기가 적용되었다. 유압과 공압으로 운용되는 기존의 계통과 장비들은 전기로 작동하는 장비들로 교체되었으며, 증가된 전기 부하를 보완하기 위해 F-35에는 160kW 2개와 80kW 1개의 시동/발전기가 적용되었다.

모든 항공기용 엔진은 시동기로 불리는 기계 장치에 의해 시동된다. 시동기는 엔진을 회전시키기 위한 기계적 에너지를 만들어 내는 장치로, 엔진의 발달과 항공기 요구도에 따라 다양한 시동기가 개발되었다. 최근에 개발된 전투기는 구조가 간단하고 가벼우며, 가장 많이 개발되어 신뢰성이 높은 공기터빈 시동기를 사용하고 있다. 하지만 MEA 및 EEA 개념이 처음으로 적용된 전투기인 F-35는 동력 관리 측면에서 효율적인 시동/발전기를 사용하고 있다.

시동기의 크기와 성능은 엔진에 의해 결정되며, 각 시동기의 특성을 고려하여 개발하고자 하는 항공기 운용 요구 조건에 가장 적합한 시동기가 선정되어야 한다. 시동 시스템의 결함은 곧 항공기의 작동 불능 상태를 의미하기 때문에, 어떤 시동 시스템이 사용되든 신뢰성이 가장 중요하게 고려되어야 한다.

참고문헌

1. U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, "Airframe and Powerplant Mechanics Powerplant Handbook", 1st edition, pp.263–283, 1971
2. U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration, "Airframe and Powerplant Mechanics General Handbook", 1st edition, pp.489–496, 1970
3. Rolls Royce Plc, "The Jet Engine", 5th edition, Rolls Royce Plc, London, pp. 121–131, 1996
4. A.G. Pascoe, "Start Systems for Aero Gas Turbines", Aircraft Engineering and Aerospace Technology, Vol 77, Number 6, pp. 448–454, 2005
5. SAE AIR4151, "Introduction to Starting System", 1996
6. Klaus Heunecke, "Jet Engines; Fundamentals of Theory, Design and Operation", Motorbooks International, 1997
7. SAE AIR1603, "Auxiliary Power System Consideration for advanced military aircraft", 1993
8. Hao Huang, David Karipides, Mohamed Abbas, David Tsui, "Aircraft Engine Starting/Generator and Controller, Smiths Aerospace", Llc, US7821145 B2, 2010
9. SAE AIR1466, "Hydraulic Energy Limited Engine Starting Systems", 1978
10. Claire Soares, "Gas Turbines: A Handbook of Air, Land and Sea Applications", Butterworth–Heinemann, pp. 293–303, 2011
11. SAE AIR906, Glossary, "Aircraft Engine Starting and Auxiliary Power Systems", Rev. B, 2001
12. Simon Yu, Evgeni Ganev, "Next Generation Power and Thermal Management System", SAE Int. J. Aerosp., Volume 1, Issue 1, 2008

항공용 가스터빈엔진 개발동향 및 기술발전 추세

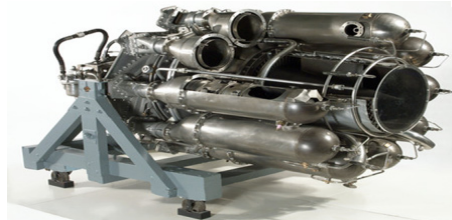
삼성테크윈 파워시스템연구소
책임연구원 류세현

▶▶▶

개요

가스터빈엔진은 공기의 압축, 연소를 통해 발생된 고온/고압의 연소가스를 터빈에서 팽창시켜 연속적으로 동력을 얻는 장치로 압축기, 연소기, 터빈으로 구성되었으며, 높은 추력 대 중량비를 가지고 있어 항공용 추진기관으로 매우 적합하다.

가스터빈엔진은 1791년 John Barber에 의해 제출된 영국특허 No. 1833의 ‘운동발생의 목적을 위해 가연성 공기를 생성시키는 방법’으로 이론적 특허를 획득한 이후 1940년 Frank Whittle에 의해 실제 가용동력을 내는 가스터빈엔진이 제작되었고 수많은 기술 발전을 통해 현재까지 신뢰할 수 있는 동력 기관으로 널리 사용되고 있다.



| 그림 1 | Whittle의 W2/700 엔진

항공용 가스터빈엔진 시장은 해외 선진사들에 의해 과점된 상태이며 특히 미국 General Electric(이하 GE), 영국 Rolls-Royce(이하 RR), 미국 Pratt-Whitney(이하 PW)의 3대 메이저 업체에 의해 시장의 75%(프랑스 SNECMA와 미국 Honeywell을 포함할 경우 90%)가 점유되어 있는 상황으로 기술발전 역시 메이저 업체 위주로 진행되고 있다.

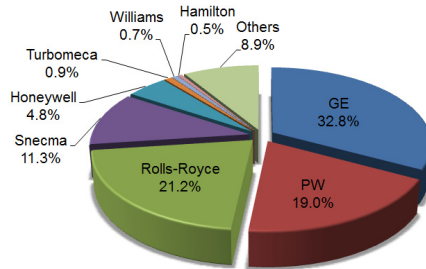


그림 2 | 항공기용 가스터빈엔진 세계시장 점유율

* 출처 : '항공우주 부품개발 기술로드맵', 산업자원부 한국산업기술재단, 2007

미국과 유럽의 경우, 1970년대부터 고온부 냉각 설계 및 제작, 시험평가를 통해 최고 수준의 항공용 가스터빈엔진 기술을 보유하고 있으며 성능 및 효율 개선 등 친환경 고효율 엔진 설계 개발을 위하여 지속적인 연구개발 투자를 하고 있다. 한편, 일본은 후발주자로서 1980년대 이후 항공용 가스터빈엔진의 독자개발을 위한 연구를 지속적으로 수행하고 있으며 혼다 및 미쓰비시 중공업이 미국 등 선진업체와의 기술공동개발을 통해 설계기술을 확보하고 최근 들어 독자 개발엔진을 통해 해외 시장 진출 및 점유율 확대를 위해 노력하고 있다.

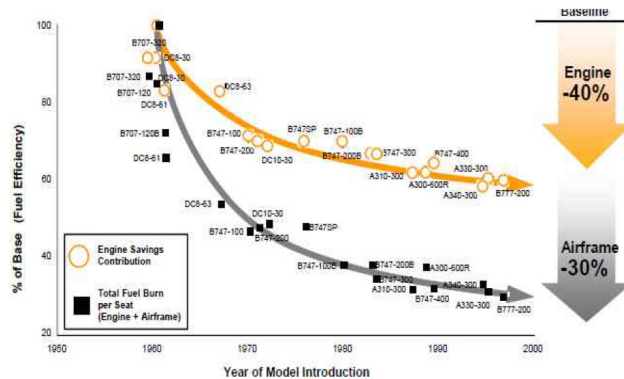
민간 항공용 가스터빈엔진 분야는 최근 항공기 수요증가, 특히 아시아를 포함한 개발도상국에서의 폭발적인 수요 급증에 힘입어 현재 공급이 수요를 따라가지 못하고 있는 상황이다. 이러한 가운데 최근 유가 급등, 각종 환경 규제 등의 영향에 따라 엔진 개발의 패러다임이 친환경, 고효율 엔진으로 옮겨가고 있고, 이에 따라 여러 엔진 제작사를 중심으로 엔진시스템 전반뿐만 아니라 각종 핵심구성요소들에 대한 연구개발에 지속적인 투자가 이루어지고 있는 실정이다.

한편, 군용 항공기의 경우 임무 특성상 고속화, 고기동성, 경량화, 고신뢰성 및 높은 추력 대 중량비가 요구되어 군수 항공용 가스터빈엔진은 체적이나 무게는 크게 감소되고 정비개념도 신속한 정비와 신뢰성을 높이기 위한 형태로 연구가 진행 중이다.

민간 항공용 가스터빈엔진 개발 동향

상업적인 항공이 발달하기 시작한 초기에 민간 항공용 가스터빈엔진의 설계는 안전성을 최우선적으로 고려하고 중량, 항력, 연료소모율, 속도, 비용, 소음, 배출물, 신뢰성 사이에서 적절한 절충을 통해 완성되었다. 열역학적 효율 및 추진 효율을 증가시키는 것이 연료소모율을 감소시키는 중요한 방법이었으나 이는 다른 인자들에 있어 부정적인 효과를 가져오는 경우도 있었다.

지난 30년간 민간 항공용 터보팬 엔진 설계에 있어 가장 중요한 두 가지 파라미터는 엔진 구성품의 효율 및 작동온도(터빈 입구 온도)를 높이는 것과 바이패스비를 높이는 것이었고 이를 통해 추력을 증가시키고 연료소모율을 감소시킬 수 있었다. 다음 그림은 항공기의 성능 개선에 따른 항공 연료의 효율성 향상을 비교한 것인데 기체 설계 개선에 의한 30%, 엔진 성능 개선에 따른 효율성 향상이 40%에 달하는 것으로 나타났다.



자료 : Lufthansa, 2012

그림 3 | 민간 항공기/엔진 연료 효율 변화

* 출처 : 장태진, '세계 민간 항공기 시장 성과와 전망', KARI, 항공우주산업기술 동향 10권 1호, 2012

최근 민간 항공기 산업에서는 환경보존과 운항경제성 확보를 위한 기술개발과 이러한 기술을 채용한 신규 항공기의 개발이 진행되고 있으며, 이에 따라 추진기관으로 사용되는 가스터빈엔진에 대한 고추력, 고효율화와 같은 성능 개선은 물론이고 소음, 대기오염 감소에 대한 환경규제 조건과 같은 요구도가 증가하고 있다.

고추력, 고효율 엔진의 경우 기존 엔진의 성능을 보완하고 안정성을 대폭 개선하기 위해 바이패스비, 압축비 및 압축효율을 극대화하였다. 보잉 787에 장착되는 GE의 GEnx엔진 경우 팬 블레이드를 복합재로 제작함으로써 중량을 감소시켜 동급 엔진 대비 약 15% 이상의 연료 효율을 증가시켰으며 소음 및 배기가스를 최소화하였다. A380에 장착된 엔진으로는 GE와 PW사가 50대 50으로 합작한 Engine Alliance사의 GP7200 엔진이 있으며 이는 PW4000과 GE90 엔진의 장점을 결합하여 개발한 것으로 10% 이상의 연료를 절감하였다.



| 그림 4 | GP7200(좌) 및 GEnx(우)엔진

환경규제 조건과 관련하여 유럽항공연구자문회의(Advisory Council for Aeronautical Research in Europe, ACARE)와 미항공우주국(National Aeronautics and Space Administration, NASA)에서는 2020년까지 민간 항공기의 배출물, 소음 및 연료소모율 관련 목표를 정하고 각각의 프로그램을 통해 달성하기 위한 노력을 수행하고 있다. ACARE의 경우, 이산화탄소(CO₂)와 질소산화물(NO_x) 배출량을 2000년 기준 대비 각각 50%, 80% 줄이고 소음은 감각소음효과데시벨(Effective Perceived Noise decibels, EPNdB) 기준으로 30EPNdB 감축하며 연료소모율은 20% 감축을 목표로 정하였다. 반면 NASA는 SFW(Subsonic Fixed Wing) 과제를 통해 단계별로 아래와 같은 목표를 제시하였다.

표 1 | SFW 과제 소음, 배출량, 연료소모율 목표

CORNERS OF THE TRADE SPACE	N+1 (2015) ^{***} Technology Benefits Relative to a Single Aisle Reference Configuration	N+2 (2020) ^{***} Technology Benefits Relative to a Large Twin Aisle Reference Configuration	N+3 (2025) ^{***} Technology Benefits
Noise (cum below Stage 4)	- 32 dB	- 42 dB	- 71 dB
LTO NOx Emissions (below CAEP 6)	-60%	-75%	better than -75%
Performance Aircraft Fuel Burn	-33%**	-50%**	better than -70%
Performance Field Length	-33%	-50%	exploit metroplex* concepts

^{***} Technology Readiness Level for key technologies = 4-6

^{**} Additional gains may be possible through operational improvements

^{*} Concepts that enable optimal use of runways at multiple airports within the metropolitan areas

* 출처 : Ruben Del Rosario, Rich Wahls, Greg Follen, Nateri Madavan, "Technical Conference NASA Fundamental Aeronautics Program Subsonic Fixed Wing Project", NASA, 2011

즉, 현재 개발 중인 민간 항공기용 가스터빈엔진에 있어 가장 중요한 설계 요소는 소음, 배출물 및 연료소모율이며 이를 반영한 대표적인 엔진은 PW의 GTF(Geared Turbo Fan), GE와 SNECMA의 Joint Venture인 CFM사의 LEAP-X 및 GE와 RR가 각각 개발 중인 Open Rotor 엔진이 있다. 각각의 엔진 형식은 조금씩 다르지만 엔진의 바이패스비를 증가시켜 소음 및 연료소모율을 저감하고 연소 성능을 향상하여 오염 배출물을 저감하고자 하는 방식은 유사하다.

PW Geared Turbo Fan(PW1000G 계열)

A320neo에 장착되는 PW1124G 엔진은 Geared Turbo Fan 엔진으로 저압축으로 회전하는 팬과 저압 압축기(부스터) 사이에 감속기어를 사용함으로써 회전수를 낮추어 효율을 높이는 방식이다. 최초 개발은 1998년도에 착수하였으며 기존의 PW6000 엔진을 기반으로 Geared Turbo Fan을 장착하여 성능을 개선하는 것을 목표로 하였다. 여기에 가변면적노즐(Variable Area Nozzle)을 적용함으로써 보다 높은 효율을 확보하여 10~15%의 연료 절감을 달성하였고 2013년에는 형식인증을 취득하고 2015년 시장에 진입 예정이다.

표 2 | PW1000G 계열 엔진 주요 성능 지표

Model	비이탈스비	추력 (파운드)	연료소모율	소음 (ICAOstage4 대비)	CO ₂ (t/ac/yr)	NOx (margin to CAEP 6)
PW1124G PW1127G PW1133G	12: 1	24,000~33,000	-15%	-20dB	-3,600	-55%
PW1215G PW1217G	9: 1	15,000~17,000	?12%	?15dB	-2,700	?50%
PW1428G PW1431G	12: 1	28,000~31,000	-15%	-20dB	-3,600	-55%
PW1519G PW1521G PW1524G	12: 1	19,000~24,000	?14%	?20dB	-3,000	?55%
PW1700G	9: 1	15,000~22,000	-12%	-15dB	-2,700	?50%
PW1900G	12: 1	15,000~22,000	-15%	-20dB	-3,000	?55%

※ 참고 : wikipedia

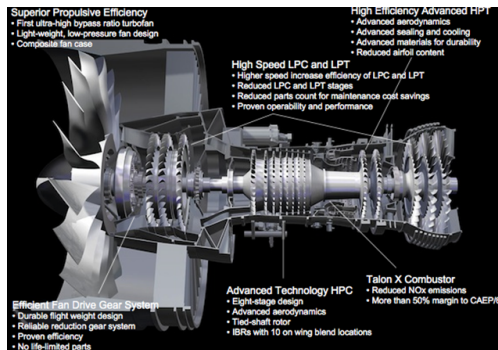


그림 5 | PW1000G엔진 주요 특징

CFM LEAP-X

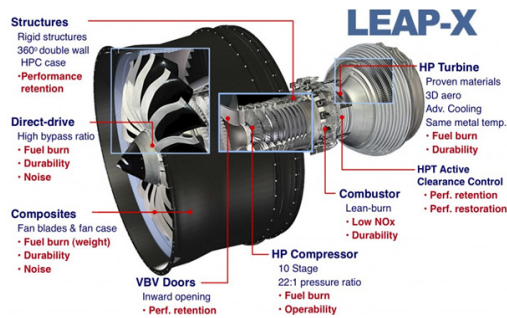
GE와 SNECMA의 Joint Venture인 CFM사에서는 CFM56 계열 엔진을 대체하기 위해 2005년도부터 LEAP56이라는 기술 개발 프로그램으로부터 착수되어 2008년도에 LEAP-X라는 이름으로 명명된 새로운 엔진을 개발 중에 있다. LEAP-X 엔진은 엔진 성능 개선을 위하여 공기역학 및 소재 분야에 중점적인 연구를 수행하였고, 최근에 개발한 3-D Resin Transfer Molding (RTM) 공정을 적용한 플렉시블 터빈 블레이드를 적용하여 블레이드의 내구성 증진과 중량을 절감할 예정이다. 또한, Ceramic Matrix Composite(CMC)와 Titanium-Aluminide를 적용하여

개발 중인 초경량 소재를 적용하여 고압 터빈에 적용할 예정이고 블리스크 팬의 직경을 크게 함으로써 바이패스비를 기존 5~6(CFM56 계열)에서 10~11로 증가시켰으며 2세대 TAPS(Twin Annular Pre Swirl) 연소기를 적용할 계획이다. 이러한 진보된 기술을 바탕으로 16% 이상의 연료소모율 절감 달성을 목표로 하고 있으며 동시에 보다 높은 신뢰성을 확보하여 2016년도에 시장 진입 예정이다.

[표 3] LEAP-X 계열 엔진 주요 성능 지표

Model	바이패스비	추력 (파운드)	연료소모율	소음 (ICAO stage4 대비)	NOx (margin to CAEP 6)
LEAP-1A	11: 1	24,500~32,900	-15%	-75%	-50%
LEAP-1B	9: 1	23,000~28,000			
LEAP-1C	11: 1	27,980~30,000			

※참고: 위키피디아



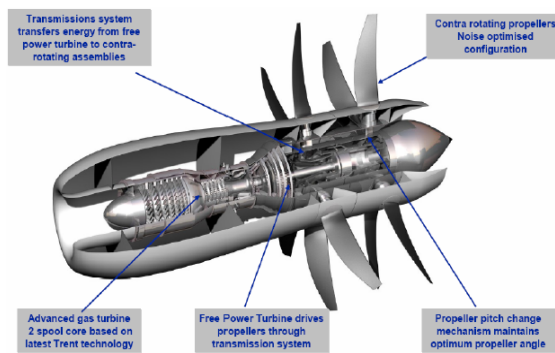
| 그림 6 | LEAP-X엔진 주요 특징

Open Rotor 엔진

Open Rotor 엔진은 터보프롭과 터보팬 엔진의 장점을 결합한 하이브리드 형태의 엔진으로 연료효율 측면에서 진일보한 기술로 그 개념은 1975년에 공개되어 1980년대에 NASA와 GE가 UDF(Unducted Fan)라는 Open Rotor 엔진을 개발하였으나 소음 문제 및 낮은 유가로 인해 관심이 줄어들었으나 고유가 시대로 접어들면서 다시금 관심이 높아지고 있다. 최근에 다시 연구 중인 Open Rotor 엔진은 현존하는 터보팬 엔진보다 20% 이상의 연소효율을 증진시키고, 외부 소음은 현재 총량제로 적용

중인 ICAO Stage 4보다 15dB 이상 낮추고, NOx도 50% 이상 절감하는 것을 목표로 하고 있다.

Open Rotor 엔진은 현재 진행 중인 연구 및 다양한 입증 프로그램을 통하여 확보될 다양한 신기술을 적용할 것으로 예상되는데, 특히 프로펠러의 공기역학 성능 및 저소음 특성 향상, 피치 조정 장치의 개선으로 프로펠러 성능의 최적화가 Open Rotor 엔진 개발에서 중점적으로 확보해야 하는 사항이다.



| 그림 7 | Rolls-Royce Open Rotor 개념

* 출처 : 정진덕, 'Open Rotor엔진', 항공우주산업동향 9권 2호, KARI, 2011



| 그림 8 | GE Open Rotor엔진(UDF) 시험 비행

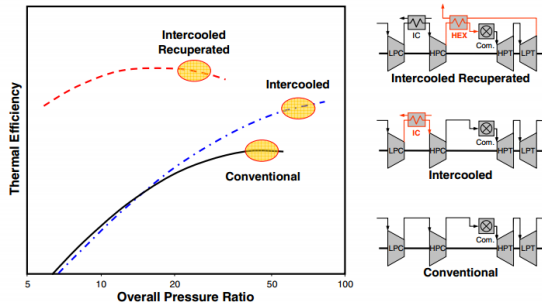
* 출처 : 정진덕, 'Open Rotor엔진', 항공우주산업동향 9권 2호, KARI, 2011

Regenerative 엔진

가스터빈엔진의 보다 높은 열효율을 달성하기 위해 산업용에서 주로 적용되는 Regenerative Cycle을 항공용 가스터빈엔

진에도 적용하고자 하는 노력이 진행 중이다. 현재 고려 중인 Regenerative Cycle은 팬과 고압압축기 사이에 Intercooler를 추가하여 압축효율을 증가시키는 방식의 Intercooled Core 엔진과 엔진 출구의 높은 온도의 가스를 활용하여 연소기 입구 공기 온도를 높여주는 열교환기를 추가적으로 설치함으로써 연료 소모율을 개선하는 방식의 Intercooled Recuperated Core 엔진이 있다.

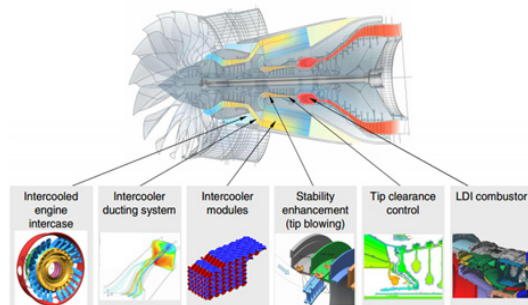
Thermal Efficiency for Different Engine Cycles



| 그림 9 | Conventional vs. Regenerative Cycle 비교

* 출처 : Jorg Sieber, 'Aero Engine Roadmap 2050', MTU, 2011

이러한 Regenerative Cycle 엔진은 동일한 압축비를 갖는 경우에 기존 Braton Cycle 대비 20~30%의 연료소모율 절감을 달성할 수 있을 것으로 기대되며 Intercooled Core 엔진은 2025년까지, Intercooled Recuperated Core 엔진의 경우 2035년까지 기술 확보 예정에 있다.



| 그림 10 | Intercooled Core 엔진 개념도

군수 항공용
가스터빈 개발
동향

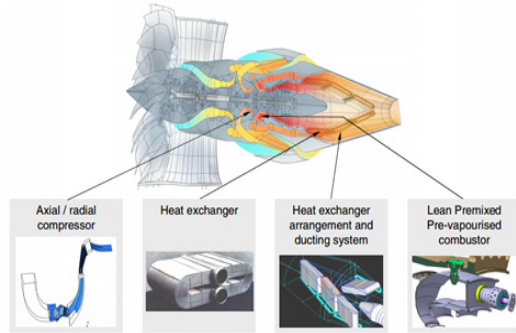


그림 11 | Intercooled Recuperated Core 엔진 개념도

앞서 설명한 바와 같이, 군수 항공기는 주요 임무가 전투력 증가에 있으므로 고속화, 고기동성, 경량화, 단순화, 높은 신뢰도 등을 기하면서 높은 추력 대 중량비가 요구된다. 이러한 요구조건에 부합되어 설계된 F-18에 사용 중인 F404엔진의 경우 1960년대 추력 엔진인 J79엔진 대비 50% 중량에 부품수를 2/3로 감소하는 결과를 보인다.

Improved Thrust-to-Weight and Reduced Engine Envelope

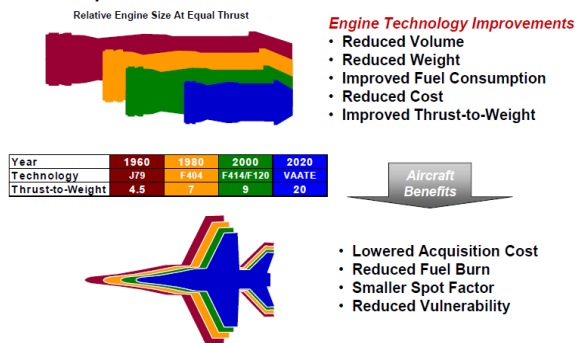


그림 12 | 군수 항공용 가스터빈엔진 발전 추세

* 출처 : M.J.Benzakein, 'The Future of the Jet Engine', GEAE, 2006

군수 항공용 가스터빈엔진의 경우 냉전시대에는 미국과 구소련(러시아)을 중심으로 경쟁적으로 개발이 활성화되었으며 현재는 미국, 러시아뿐만 아니라 유럽과 일본 및 중국에서도 독자적인 개발을 적극적으로 추진하고 있다.

미국은 1980년대 이후 IHPTET(Integrated High Performance Turbine Engine Technology) 프로그램을 통해서 터보팬/터보젯, 터보프로프/터보샤프트, 그리고 소모성 엔진 등 3가지 영역으로 분류하여 단계별로 최신의 군수 항공용 가스터빈엔진 기술 개발을 수행하였다. 그 결과, 터보팬 엔진의 경우 추력 대 중량비는 100% 증가, 제작 및 유지보수 비용은 35% 절감, 대륙 간 발사 거리 순항 미사일(Air Launched Cruise Missile), 전술미사일 장착용 엔진 속도 5배 증가, 고기동성 전투기와 헬리콥터의 비행거리 및 Payload 100% 증가, F-15 크기 규모 전투기의 지속적 마하3 이상 비행, UAV 내구성 100% 증가, F-18 크기 규모 STOVL 전투기의 비행거리 및 Payload 증가 등 구체적인 목표들을 달성하였다.

TURBOFAN/TURBOJET	PHASE I 1991	PHASE II 1997	PHASE III 2003	STATUS
THRUST / WEIGHT RATIO	+30%	+60%	+100%	+37%
COMBUSTOR INLET TEMP	+100°F	+200°F	+400°F	+60°F
PRODUCTION COST	---	-20%	-35%	-12%
MAINTENANCE COST	---	-20%	-35%	-4%
TURBOPROP/TURBOSHIFT				
SPECIFIC FUEL CONSUMPTION	-20%	-30%	-40%	-22%
POWER / WEIGHT RATIO	+40%	+60%	+120%	+53%
PRODUCTION COST	---	-20%	-35%	-18%
MAINTENANCE COST	---	-20%	-35%	-3%
EXPENDABLES				
SPECIFIC FUEL CONSUMPTION (STRATEGIC)	-20%	-30%	-40%	0%
THRUST / AIRFLOW RATIO (TACTICAL SUPERSONIC)	+35%	+70%	+100%	+39%
PRODUCTION COST	-30%	-45%	-60%	-39%

그림 13 | IHPTET 단계별 목표

* 출처 : Paul F. Piscopo, 'Propulsion Technology Partnerships for the New Millennium: A View from the Pentagon', Office of Deputy under Secretary of Defense

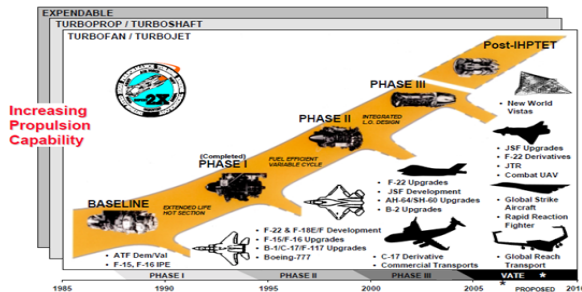


그림 14 | IHPTET 프로그램과 체계 운동

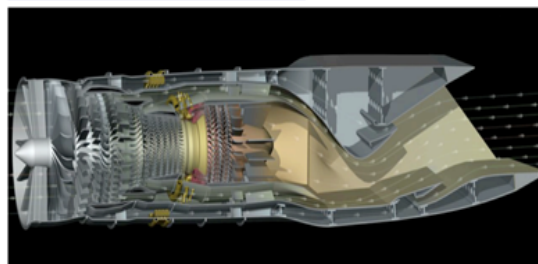
* 출처 : Paul F. Piscopo, 'Propulsion Technology Partnerships for the New Millennium: A View from the Pentagon', Office of Deputy under Secretary of Defense

IHPTET 프로그램 종료와 동시에 후속적으로 이어진 VAATE (Versatile Affordable Advanced Turbine Engines) 프로그램은 2단계가 완료되는 2017년까지 CCI(Capability/Cost Index)를 10배 향상시킴과 동시에 늘어나는 환경요구조건을 만족하고 개발/양산 및 유지보수 비용을 절감하는 것을 목표로 하고 있다. VAATE 프로그램은 5개 과제(ADVENT, HEETE, AATE, ESSP, CAESAR)로 나누어 진행되고 있으며 각각의 과제는 다음과 같다.

ADVENT(ADaptive Versatile ENgine Technology)

본 과제의 주요 목적은 연료소모율을 현재 대비 25% 줄이고 추력은 10% 증가시키는 것으로 GE에서는 터보팬과 터보젯의 장점들을 결합하여 혁신적인 엔진 개발을 통해 임무수행 능력을 향상시킬 수 있을 것으로 기대하고 있다.

ADVENT 엔진의 개념은 기존 주유로부와 바이패스부로 나뉜 터보팬 엔진에 바이패스 유로를 하나 더 추가하는 것으로 비행 조건에 따라 엔진 전체 바이패스비를 조절함으로써 연료 소비를 줄이는 것이 핵심 기술이다. 즉, 이륙 시에는 추가된 바이패스 유로를 닫아 추력을 높이고 순항 조건에서는 바이패스 유로를 개방하여 바이패스비를 증가시킴으로써 전체 임무수행 기간동안의 연료소모를 절감할 수 있다. 또한 ADVENT 엔진은 복잡한 냉각 구성품들의 3D 프린팅 기술, 가볍고 강한 CMC 소재 등 새로운 제작기술들을 반영할 계획이다.

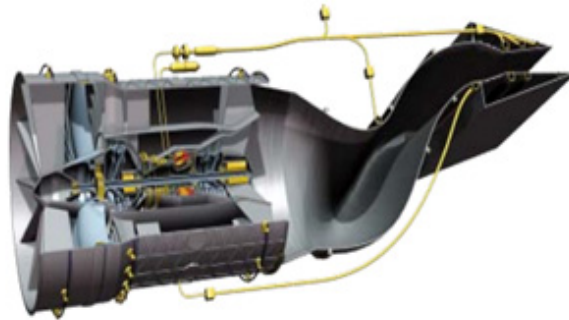


| 그림 15 | ADVENT 적용 엔진 개념도

* 출처 : Werner J.A Dahm, 'Technology Horizons: Key Air Force Research Priorities During 2010-2030', Air Force Pentagon, 2010

HEETE(Highly Efficient Embedded Turbine Engine)

HEETE는 미 공군의 3년 계획 프로그램으로 미래의 감시/정찰기, 탱크, 무인항공기에 적용될 비행거리 및 내구성이 뛰어난 엔진을 개발하는 것을 목표로 단계별로 진행 중이다. 1단계에서는 초고압축비를 갖는 압축기와 이와 관련하여 압축효율을 증가시키기 위해 Thermal Management 기술을 개발하는 것으로, 목표 압력비는 70:1이며 이는 25% 향상된 연료소모율을 달성할 수 있도록 도와줄 수 있으며 이와 관련해 GE는 2010년도에 압축기 리그를 구축하여 시험을 수행하였다. HEETE 프로그램을 통해 얻은 기술을 ADVENT 엔진에 적용 시 연료 소모율은 현재 대비 2016년에는 5%, 2020년에는 10%, 2030년에는 20% 절감할 수 있을 것으로 예상하고 있다.



| 그림 16 | HEETE 적용 엔진 개념도

* 출처 : Daniel E. Thomson, 'Versatile Affordable Advanced Turbine Engines Provide Game Changing Capability with Superior Fuel Efficiency', AFRL, 2010

AATE(Advanced Affordable Turbine Engine)

AATE는 3000마력급 군용 헬기 엔진의 출력을 증강시키고 연료소모율, 신뢰성 및 부품 내구성을 향상시키기 위한 과제로 구체적인 미군의 목표는 연료소모율 25% 감소, 추력 대 중량비 65% 향상, 수명시간 20% 증가, 개발비 15% 감소 및 유지보수 비용 35% 절감이다.

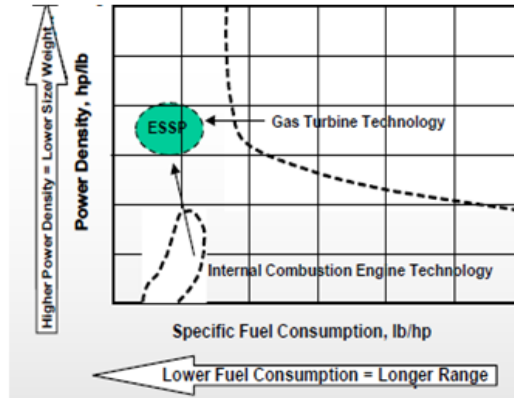


| 그림 17 | AATE 적용 엔진 개념도 (ATEC HPW3000)

이를 위해 GE는 1997년부터 기술을 개발해 왔으며 다섯 가지 선행기술(CMC, Advanced Power Turbine, Mechanical Systems, Compact & high-power Combustor, Advanced Compressors)을 선택하고 2008년까지 기술 입증을 수행하였고 GE와 ATEC (Advanced Turbine Engine Company, Honeywell과 PW의 Joint Venture)에서 각각 GE3000, HPW3000으로 명명되어 개발 진행 중이다.

ESSP(Efficient Small Scale Propulsion)

ESSP 프로그램의 목적은 낮은 연료소모율과 중량절감뿐만 아니라 미래의 ISR(Intelligence, Surveillance and Reconnaissance), 무인항공기 및 미사일의 내구성과 비행거리를 증가시킬 수 있는 경제적인 소형 가스터빈 엔진을 개발하기 위한 기술을 입증하는 것이다. 구체적으로는 짧은 이륙 및 착륙거리, 체공 시간 장기화, 장거리 이동 가능, 향상된 Thermal Management이며 연료소모율 감소를 입증하기 위해 높은 압축비와 바이패스비, 임무최적화 기술 및 향상된 Power Integration 기술을 적용하고자 한다.

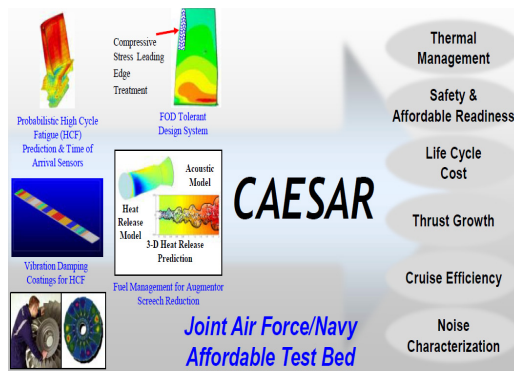


| 그림 18 | EESP 출력 및 연료소모율 목표

* 출처: Daniel E. Thomson, 'Versatile Affordable Advanced Turbine Engines Provide Game Changing Capability with Superior Fuel Efficiency', AFRL, 2010

CAESAR(Component And Engine Structural Assessment Research)

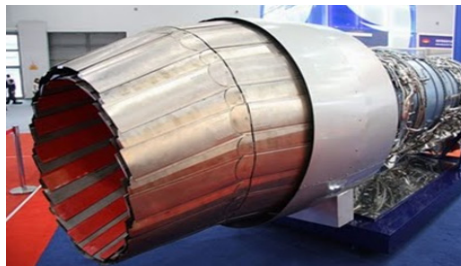
CAESAR은 가스터빈 엔진의 다양한 구성품들에 대한 각각의 기술 개발 결과를 시험 엔진에 반영하여 구조 평가를 하기 위한 과제로 팬/압축기 블레이드 및 터빈 블레이드 등의 강건한 구조 설계를 평가하기 위한 과제이다. 이를 통해 실제 엔진의 Thermal Managment, 안전성, 신뢰성, 수명주기비용(Life Cycle Cost) 및 엔진 성능을 개선하기 위한 데이터베이스를 확보하게 된다.



| 그림 18 | CAESAR 프로그램 개념도

* 출처: Daniel E. Thomson, 'Versatile Affordable Advanced Turbine Engines Provide Game Changing Capability with Superior Fuel Efficiency', AFRL, 2010

한편, 러시아는 적용 무기체계 및 개발 비용 확보의 어려움으로 인해 새로운 엔진 개발을 활발히 추진하고 있지 못하며, 주로 AL-31 및 RD-33 엔진의 파생형으로 개발하고 있다. 러시아의 최신 군용엔진인 AL-31 터보팬 엔진은 세계 최초로 추력편향이 적용된 엔진으로 Su-27에 적용되었으며, 다양한 파생형 엔진이 Su-30, 35 및 37에 사용되고 있다. 또한, 1시간 이상 초음속 순항이 가능한 5세대 엔진 AL-41 개발을 착수하였으나, 개발 비용 및 적용 항공기 문제로 개발을 완료하지 못하고 있으며, 인도와 협력하여 엔진개발을 완료하는 방안을 추진 중에 있다.



| 그림 20 | AL-31엔진의 추력편향노즐

유럽의 군용 항공엔진은 RR과 SNECMA에서 주도하고 있으며, AMET(Advanced Military Engine Technology), ASTEC(Advanced Small Turbine Technology) 등의 프로그램을 통해서 기술개발이 추진되어 SNECMA의 M88 및 EUROJET의 EJ200 등의 군용 항공엔진에 적용되었다. EJ200 엔진은 유럽 4개국(영국, 독일, 스페인, 이탈리아)이 공동 개발한 Eurofighter에 장착되는 엔진이며, Eurojet사((RR(영), MTU(독), ITP(스), Avio(이))가 개발하였고 동급 엔진(F404, F414, M88)에 비해서 상대적으로 간단하고 적은 부품 수를 가진다.



| 그림 21 | EUROJET EJ200엔진

SNECMA의 M88-2는 프랑스 라팔 전투기에 장착된 엔진으로 Eurofighter 컨소시엄에서 탈퇴한 프랑스가 독자적으로 개발한 엔진이며, 현재 프랑스에서만 사용되고 아직까지 외국에 수출되지 못하고 있으나, 수출용 라팔에 적용하기 위해 추력이 20% 증가된 M88-3을 개발하였다.



| 그림 22 | SNECMA M88 엔진

중국은 군용 항공기의 엔진을 주로 러시아로부터 공급받아 왔으며, 영국과 프랑스 엔진도 일부 사용하였으나, 2000년 이후부터 일부 군용엔진을 자체 개발하여 사용 중에 있다. 중국이 최초로 자체 개발한 전투기용 엔진은 '64년 WS6 터보팬 엔진으로, 추력이 15,991파운드(Dry) 및 27,445파운드(Wet)로 '80년 개발을 완료하였으나, 항공기에 적용하지는 못하였다. 이후, 이를 기반으로 2000년 초 SU-27에 엔진 탑재 비행시험을 수행하였고, 중국의 최신 전투기인 J-10 및 J-11에 장착하였다. 또한, 무인 항공기 및 미사일 등에 활용 가능한 1,000파운드급 터보팬 엔진을 최근 개발에 성공하였다.



| 그림 23 | WS10 엔진

요소별 기술 발전 추세

앞에서 설명한 바와 같이, 민간/군수를 막론하고 항공용 가스터빈 엔진은 해외 선진업체를 중심으로 오랜 경험을 바탕으로 지속적인 기술 개발을 통해 성능 및 효율 개선이 진행되고 있다. 업체뿐만 아니라 산학연 협력 연구를 통하여 연구소 및 많은 대학에서도 기초 요소기술에 대한 연구개발을 수행해 오고 있으며 이러한 연구개발 결과는 기업체로 제공되어 뛰어난 성능 및 효율의 엔진 개발에 활용되는 선순환이 이루어지고 있다. 일본의 경우도 기업체 주도의 관련 기술연구와 더불어 최근에는 학계와 연구계에서 다양한 엔진 요소기술 연구개발을 수행하고 있다.

팬 & 압축기(Fan & Compressor)

차세대 항공용 터보팬 엔진은 단위 체적당 높은 추력을 발생시킬 수 있도록, 팬/압축기에서 높은 압력비를 요구하기 때문에 팬/압축기의 여러 단에 걸쳐 천음속이나 초음속 상태에서 운전되도록 설계되고 있다. 또한 항공기 엔진의 크기, 회전 수, 유량 등의 주요 설계 변수는 팬/압축기에 의해 결정이 되는 만큼 팬/압축기 기술의 개발은 항공기 엔진개발을 선행 개발되어야 할 핵심기술이라 정의할 수 있다.

일반적으로 비속도 맵에서 압축기 1단의 최대 효율이 결정되어 왔으나(예: 원심 80%, 축류 90%) 최근 공력설계 기법의 발달로 해당 비속도 맵에서 압축기의 효율이 상향 이동하는 기술적인 추세를 나타내고 있으며 최근 엔진에서 발생하는 소음을 줄이기 위한 연구가 주목받음과 동시에 가장 큰 소음원인 팬에서 발생하는 최대 120dB~130dB 사이의 소음을 반 이하의 수준으로 감소시키고자 하는 연구가 활발하게 진행되고 있다.

현재 PW 등에서는 축류형 Fan 설계 등에 유동, 구조 및 소음 등을 최적화하기 위해 공력/구조/제어 문제를 통합한 다분야 통합 최적 설계(Multidisciplinary Design Optimization, MDO) 기법을 도입하는 등 터보팬 엔진의 설계에 MDO 설계기술을 적용하기 시작하고 있으나 아직까지는 가스터빈엔진을 MDO 설계한 사례를 국외에서도 많이 찾아볼 수 없으며, 엔진의 다양한 설계 변수를 최적화시키는 일은 매우 어려운 첨단기술이므로 선진 제작사에서 최근 이러한 연구개발에 박차를 가하고 있다.

한편 미국과 유럽 등에 소재한 유수의 대학과 연구소에서 압축기 내부 유동의 공력학적 특성에 관한 연구와 더불어 압축 시스템의 불안정성에 관한 연구로 스톨(stall)과 서지(surge)에 관한 연구가 꾸준히 진행 중이며 최근에는 스톨/서지의 특성에 대한 연구와 함께 이를 제어하려는 연구가 시도되고 있다. 상용화된 압축기는 가변 정익(variable stator) 또는 복합 스푼(multiple spool)을 통해 운전 중에 형상 또는 엔진 동력을 변화시키거나 블리드 밸브(bleed valve)를 통해 유동을 밖으로 추기시키는 등의 제어 방법을 이용하여 압축기의 정상 상태 성능을 향상시키고 있으나 아직까지는 연구소 단위의 개발단계에 머물고 있으며 상용 엔진에 장착하기까지는 추가적인 검증단계가 필요할 것으로 보인다.

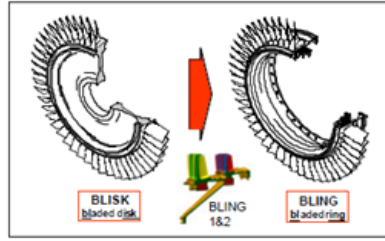
또한 높은 공력 효율과 FOD 방지 효과를 갖고 있는 Wide-chord Fan은 상대적으로 적은 블레이드 수가 장착되기 때문에 무게 감소 측면에서 장점을 갖고 있으며 최근 높은 바이패스비를 갖는 팬이 적용되는 민간 항공기 엔진에는 보다 진보된 Fan 블레이드 형상 디자인이 적용될 것이다.



| 그림 24 | Wide Chord Fan 기술 변화 (GE 엔진)

* 출처 : Hermann Scheugenpflug, 'Technologies for the next engine generation', GE, 2013

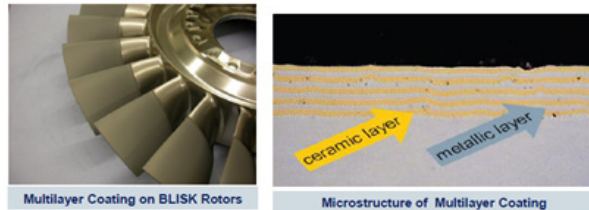
유럽의 항공 엔진 업체인 MTU의 경우 블리스크보다 무게 감소를 할 수 있는 MMC(Metal Matrix Composites) Blings (Bladed rings)를 연구하고 있다.



| 그림 25 | Bling (Bladed Ring)

* 출처 : Jorg Henne, 'Gearing up for High Volume GTF production', 2013

또한, 압축기 유량 손실의 약 1/3이 Leakage에 의해 발생되기 때문에 로터와 스테이터 사이 지역에서의 유실을 줄이기 위한 방법들이 연구 중이며 제작비용 절감, 수명 연장과 신뢰성 위해 Multilayer 코팅을 적용한 블리스크 사용과 Tandem Configuration은 압축기 전반적 길이와 무게를 줄이는 데 효과적일 것으로 예상된다.



| 그림 26 | Multilayer coating

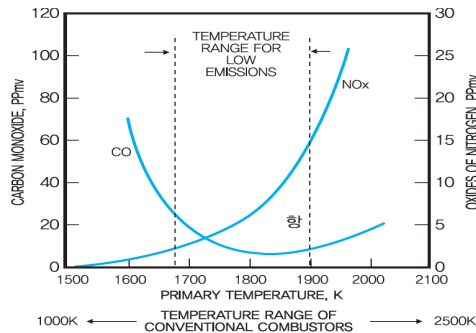
* 출처 : Jorg Henne, 'Gearing up for High Volume GTF production', 2013

연소기(Combustor)

최근 해외 선진사의 경우, 항공용 연소기 개발 관련으로 상품화 개발 또는 성능 개선을 위한 고효율, 고성능, 저소음, 저배기(NOx) 관련 연구들이 집중적으로 이루어지고 있다. 더욱이 21세기로 들어와서는 환경 친화적인 가스터빈 개발을 위하여 선진 기술 보유국들이 정책적으로 국가가 지원하는 사업들을 통하여 기술 개발에 최선을 다하여 참여하고 있다. 친환경 저공해 연소기 설계를 위해서는 NOx, SOx, CO, HC, CO2 등의 주요 공해물질 저감이 중요하다. 투입되는 연료를 완전연소시키는 분무

연소기술과 최적의 연소기 사이징과 스왈러를 설계하여 연소 영역의 연료-공기 혼합특성을 개선하여 연소기 내부에서 국소적으로 온도분포가 높게 발생하는 확산화염 방식의 연소특성을 지양함으로써 공해물질을 최소화하는 방법이 연구되고 있는 추세이다. 아래 그림에 도시된 바와 같이 연소영역의 온도가 1,670K에서 1,900K의 영역에서는 연소 후 가스의 CO, NOx 배출물 추세가 서로 상반된 경향으로 각각 25, 15ppm 이하의 낮은 값을 가지므로 가스터빈엔진 전체 작동 조건에서 연소 영역의 온도를 이 범위 내에 유지시키도록 하는 것이 유해가스 배출 저감을 위한 가장 기초적인 접근 방법이다.

또한 이러한 저공해 연소기 설계기술뿐만 아니라 촉매에 의한 연소기술, 대체연료를 이용한 연소기술, RQL(Rich burn, Quick mix, Lean burn) 연소기 설계기술 연구 등 미래형 연소기 설계 및 개발 방면으로 상당한 기술 진전을 이루고 있다. 이렇게 개발된 연소기를 적용한 가스터빈은 민수 상용엔진뿐만 아니라 군용에도 점차 적용을 확대하는 추세이므로 가까운 미래의 가스터빈 엔진 시장에서는 저공해 연소기를 채용한 가스터빈 엔진이 시장의 주류를 이룰 것으로 보이며, 기존의 일반적인 연소시스템을 채택한 가스터빈으로는 시장 진입이 매우 어려울 것으로 예상된다.



| 그림 27 | 공해물질 생성 연소 영역

* 출처 : '항공산업전략기술로드맵', 한국항공우주산업진흥협회, 2013

아래 그림은 GE의 연소기 기술개발 로드맵으로 대부분 환경친화적인 연소기 개발과 연관된 기술 개발에 초점이 맞춰져 있다.

Combustion technology evolution

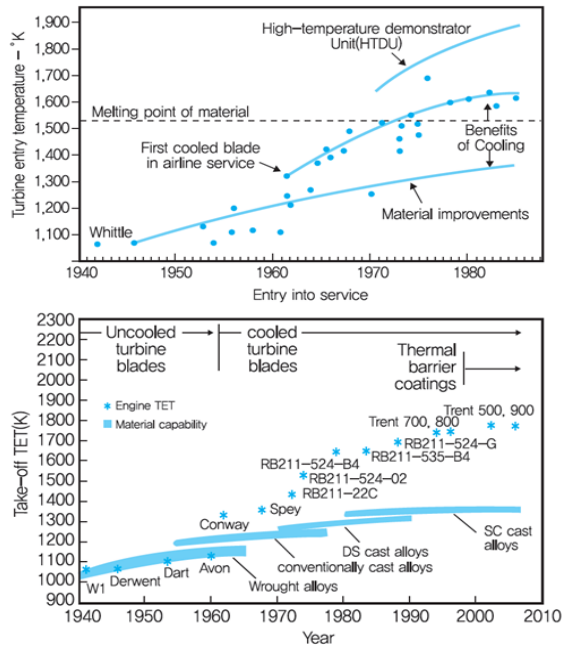


| 그림 28 | GE의 연소기 기술개발 로드맵

* 출처 : Hermann Scheugenpflug, 'Technologies for the next engine generation', GE, 2013

터빈 (Turbine)

가스터빈엔진의 출력 및 효율 향상을 위해서는 터빈 입구 온도의 상승이 필수적이며 미국, 영국, 일본 등 해외 선진 업체에서는 블레이드 냉각 기법에 지속적으로 투자하여 1,700K 이상의 온도에서 충분한 수명을 보장하는 단계에 있다.



| 그림 29 | 항공용 가스터빈엔진 터빈 입구 온도 추세

* 출처 : '항공산업전략기술로드맵', 한국항공우주산업진흥협회, 2013

고온/고효율을 갖는 냉각터빈을 설계하기 위해서는 공기역학적 효율을 높일 수 있는 고효율 블레이드 형상 설계, 고온 환경에서 작동 가능한 내열 소재 및 구조, 그리고 블레이드의 용융온도 이상에서 블레이드가 장시간 작동 가능하게 하기 위한 냉각 및 코팅 기술 등이 필요하다.

터빈의 공력성능 향상을 위하여 터빈 노즐 및 블레이드 3차원 익형 설계 및 효율 향상을 위한 최적화 기술, 터빈 유로 손실 저감을 위한 3차원 유로 설계 기술 개발을 통해 터빈 익형 및 유로에서의 다양한 손실(loss)을 감소시켜 왔다. 보다 높은 터빈 입구 온도에 견딜 수 있는 블레이드를 위하여 1960년대부터 적용되기 시작한 공기 냉각기술은 지난 40여 년간 지속적인 기술개발로 인하여 최근 들어 여러 가지 냉각 방식을 복합적으로 적용하여 냉각 효과가 높은 블레이드들이 적용되고 있는 실정이다.

터빈 블레이드에 적용 가능한 고온 초내열 합금(superalloy) 소재 개발로 인하여 블레이드 온도는 항공기 엔진 개발 초기로부터 지난 40여 년간 약 500°F(486°C) 정도가 향상되었으며 구조기술의 발전으로 다결정 구조기술로부터 일방향 응고 및 단결정 구조기술로 진화함에 따라 블레이드 온도는 200°F(93°C) 이상 상승하여 크립 및 열피로 수명이 9배 정도 증가하였다. 일방향 응고 구조기술은 인장강도를 받는 블레이드 길이 방향으로 그레인 경계를 제거함으로써 수명을 증가하게 하는 것이고 단결정 구조기술은 모든 방향의 그레인 경계를 제거함으로써 수명을 증가하게 하는 기술이다.

블레이드 표면에서의 산화로 인한 손상을 방지하기 위해 적용된 열차폐코팅(TBC, Thermal Barrier Coating) 기술은 Aluminide를 사용하여 1970년대 중반에 적용하기 시작한 이후로 1980년대 중반 이후부터는 세라믹을 기반으로 한 기술로 진화하였다. 세라믹 기반의 열차폐코팅 방식은 APS(Air Plasma Spray)에서 EB-PVD 방식까지 지속적으로 발전함에 따라 단열 성능 및 내구성이 지속적으로 향상되어 왔다.

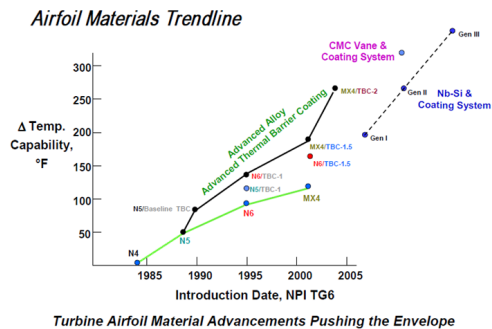
소재 (Materials)

가스터빈엔진에 있어 소재 기술의 발달은 엔진 성능을 혁신적으로 개선하는 데 있어 지대한 역할을 해왔다. 과거에는 터빈

입구 온도를 높이기 위한 부분에서 주로 연구가 진행되었으나 현재는 엔진의 효율 개선에 중점을 두고 온도에 대한 내구성은 물론이고 경량화에도 관심이 모아지고 있다.

세라믹 소재는 냉각 없이 2,000° F(1,093° C) 이상의 온도를 견딜 수 있고 무게 감소 효과를 가지고 있기 때문에 엔진의 고온 부품 적용에 높은 잠재력을 갖고 있으나 금속보다 깨지기 쉽고 열 팽창률 차이로 인해 다른 금속 부품과 손상 없이 결합하기 어려운 단점이 있다. 이런 단점을 개선하기 위해 Fiber-reinforced and Particulate-reinforced Ceramic Matrix Composites (CMCs) 같은 소재 개발 노력이 계속되고 있으며 CMC 소재 적용 연소기의 경우 라이너 온도를 2,200° F(1,204° C)까지 사용 가능하여 냉각 공기의 50%를 절감할 수 있고 중량 감소 효과를 얻을 수 있으며 NOx도 20% 가량 줄일 수 있다.

Titanium Aluminide, Nickel Aluminide, 그리고 Niobium Intermetallic Composite 등의 Intermetallic은 강도, 온도 내구성, 중량 등에서 장점을 가지며 Titanium Aluminide는 일반 알루미늄보다 높은 온도에서 사용이 용이하며 순 티타늄이나 니켈 합금(Nickel-based alloys)보다 중량 절감 효과가 있어 연소기 케이스, 후방 압축기 블레이드에 적용될 수 있다. 또한, Nickel Aluminide와 Niobium Intermetallic은 Nickel-based Superalloys보다 높은 온도에서 사용이 가능해 터빈 블레이드에 적용될 수 있다. 그러나, 이런 소재들의 일부 물성치는 여전히 평가가 필요하며 제작 공정 역시 개선되어야 하는 점이 있어 실제 사용까지는 좀 더 많은 연구가 필요한 실정이다.



| 그림 30 | 가스터빈엔진 터빈 에어포일 소재 발달

FADEC(Full Authority Digital Engine Control)

FADEC는 가스터빈엔진 최신 제어 기술로 기존의 기계식(Hydro-mechanical) 제어 또는 기계식 제어를 Back-up으로 하는 전자식 제어를 대체하여 전자식 제어장치가 모든 권한(Full Authority)을 가지고 엔진을 제어하는 방식을 의미한다. FADEC의 기본 역할은 항공기 체계로부터 전달된 명령과 엔진에 장착된 센서 신호를 기반으로 엔진을 제어하여 체계에서 원하는 출력 또는 추력을 달성하는 것이며 이와 더불어 엔진 상태(센서 측정값, 주의/경고 신호)를 체계에 전달하고, 훈련기능, 방빙 기능 등의 체계 운용을 위해 필요한 기능을 수행하는 것이다.

FADEC을 적용함으로써 자동화된 제어 기능을 통해 조종사의 Work Load를 감소할 수 있고 데이터베이스를 통한 유연한 체계 통합 설계가 가능하며 다중화 설계를 통해 시스템 Redundancy를 극대화하여 고장 발생 시에도 정상 엔진을 운용할 수 있으며 대부분의 기능이 S/W로 구현되기에 유지보수가 편리한 장점이 있다.

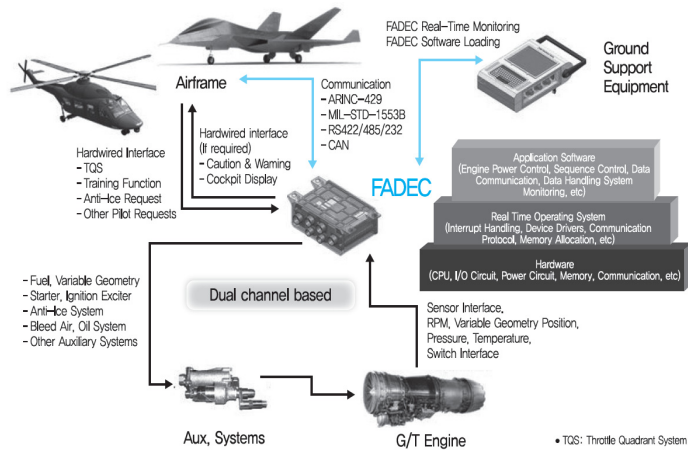


그림 31 | 차세대 다중화 FADEC 기술 개요

* 출처 : '항공산업전략기술로드맵', 한국항공우주산업진흥협회, 2013

최신 민간 항공기(A380 등)에 적용된 FADEC은 ARINC-664 기준의 통신 프로토콜을 적용함으로써 최신 항전시스템 개념인 IMA(Integrated Modular Avionics) Structure에 연동이 가능

하도록 설계되었으며 군용 항공기에 적용된 국외 FADEC의 최신 기술 정보는 개발업체 및 국가에서 철저한 기술보호 정책을 펴고 있기 때문에 알려진 바가 많지 않으나 최신 기술 동향으로 판단했을 때 다중화 채널 채택과 엔진에 대한 실시간 상태 진단 및 예측 기술이 적용되었을 것으로 예측된다. 최근 개발된 대부분의 엔진은 FADEC을 기본으로 탑재하고 있고, 과거 개발된 엔진도 엔진 제어를 FADEC으로 개조하는 프로젝트가 진행 중이다 (미육군 T700-701E 프로그램).

기타

가스터빈엔진의 로터부를 지지하는 베어링은 전투기의 고기동성 때문에 발생하는 높은 하중을 견뎌야 하며 고온 환경에서 운용된다. 고온의 베어링은 냉각을 위해 오일이 반드시 필요한데 이를 위해서 펌프, 튜브 등 다양한 보기류들이 뒷받침되어야 하며 이는 결국 엔진의 중량과도 직결된다. 엔진 제작업체들은 이러한 윤활시스템을 대체하기 위해 다양한 방법을 모색하고 있는데 그 중 대표적으로 공기 베어링(Air bearing)과 마그네틱 베어링(Magnetic bearing)을 꼽을 수 있다. 이 두 베어링 시스템은 오일을 사용하지 않는데 공기 베어링은 고압 공기의 막(film)을 이용하는 것이며 마그네틱 베어링 역시 축을 공중 부상하는 방법이다. 다만, 가스터빈엔진의 베어링은 극심한 하중이 적용되기 때문에 이러한 베어링들이 실제 적용되기 위해선 더 많은 기술 축적이 필요하다.

오일 베어링 사용 시 셉트 외부의 오일 유출을 막기 위한 씰(Seal)의 사용은 필수적인데 기존의 대표적인 방법으로는 카본씰, 메탈 씰, Labyrinth씰 등이 있다. 하지만 이들보다 기밀 유지가 뛰어나고 구조가 간단한 브러쉬씰(Brush Seal) 방법이 EJ 200 엔진 등에 적용되었다. MTU사의 브러쉬씰은 기존의 브러쉬씰보다 최대 90% 오일 유출을 방지하고 효율이 뛰어나며 보다 간소한 구조를 갖고 있다. 또한, 적은 냉각 공기 소비량과 길어진 수명, 간단한 교체 방식 등의 발전을 계속하고 있다.

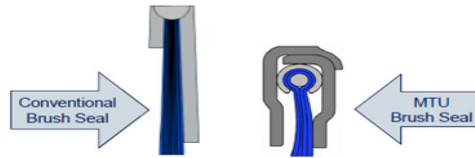


그림 33 | 기존 브러시씰과 MTU 브러시씰 비교

* 출처 : M.J. Benzakein, 'The Future of the Jet Engine', GEAE, 2006

그 밖에 발전된 레이저 기술이 가스터빈엔진의 다양한 분야에 사용되고 있는데 최근 MTU에서 사용하고 있는 Laser Metal Deposition(LMD)은 고압터빈 블레이드 및 Labyrinth씰 수리 등에 사용되며 Laser Beam Melting 기술은 비용절감 및 높은 Flexibility 등의 장점을 가지고 있지만 낮은 공정 속도와 인증되지 않은 제작성 때문에 미래에 유망한 기술로 분류할 수 있다.

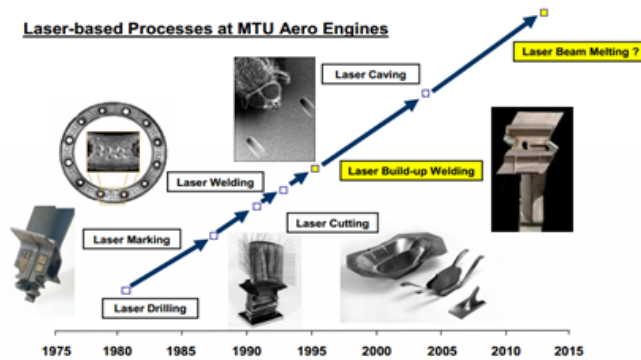


그림 33 | 엔진 적용 레이저 기술 발전

* 출처 : Jorg Henne, 'Gearing up for High Volume GTF production', 2013

엔진에 사용되는 연료를 개선함으로써 성능 향상에 기여하는 방법도 있다. 연료가 Thermal Limit에 도달하면 Coke라고 하는 잔여물을 발생하게 되는데 이는 연료라인과 인젝터를 막히게 하는 문제를 발생시킬 수 있다. 미 공군연구소(Air Force Research Laboratory, AFRL)는 기존 연료에 첨가물을 넣어 coking 없이 100°F(37.8°C)까지 올릴 수 있는 새로운 연료 JP8+100을 개발했으며 현재 높은 열 부하를 견딜 수 있는 연료를 개발 중에 있다.

국내 항공용 가스터빈엔진 개발 동향

이러한 엔진을 구성하는 모든 요소에서 성능을 높이고 무게 및 가격을 절감하기 위한 노력이 계속되고 있기 때문에 앞으로의 엔진 발전은 더욱 활발해질 것으로 예상된다.

국내 항공용 가스터빈엔진 산업은 1970년대 이후 창정비 사업으로 시작하였고 J79, J85, F100, F110, T700 등의 군용기 엔진과 국내 취항하고 있는 여객기의 일부 엔진들을 중심으로 창정비 능력을 갖추어 왔으며, 1980년대 이후 제공호 국산화 사업의 일환으로 J85 엔진의 면허 생산을 시작으로 국내에서 운용 중인 F100, F110, T700, F404 엔진이 진행 중이며, 가스터빈엔진의 주요 부품 및 모듈을 제작, 수출하고 있다. 실질적인 독자 모델의 가스터빈엔진 개발은 '80년대 300파운드급 소모성 터보제트 엔진을 시초로 하여 현재 유도무기용 터보제트 엔진 및 주엔진 시동 및 전원공급용 보조동력장치(Auxiliary Power Unit, APU) 등이 개발, 제작되어 운용 중에 있다.

최근에는 한국형 헬리콥터 개발 사업(Korea Helicopter Program, KHP)을 통해 삼성테크윈과 GE 간 협력으로 터보샤프트 엔진을 공동으로 개발함으로써 장수명 엔진 기술을 일부 획득하였으며 민수용 엔진의 국제공동개발 과제 참여 및 보라매 사업(KFX) 및 경 공격형헬기(LCH) 사업 등을 통해서 최신 항공용 가스터빈엔진의 기술 습득을 추진 중에 있으며 독자 모델의 무인 항공기용 가스터빈엔진 개발에도 지속적인 연구가 진행 중이다.



| 그림 34 | 국내 항공용 가스터빈엔진 개발 이력

맺음말

항공용 가스터빈엔진은 제2차 세계대전 말기에 공군력의 우위를 접하기 위해 보다 빠르고 기동성 있는 전투기 개발을 위해 적용된 이래로 군수용 항공기의 기술적 진보와 함께 발전되어 왔으나 상업적인 항공의 발달과 함께 출력, 연료소모율과 같은 엔진 고유의 성능뿐만 아니라 소음, 배출물과 같은 새로운 요구도를 만족하기 위한 연구가 진행되었다. 앞으로도 항공용 추진기관으로서 가스터빈엔진은 중요한 역할을 차지할 것이며 높은 유가료로 인한 성능 개선에 대한 요구는 지속적으로 유지될 것이다.

국내 항공용 엔진 기술 및 인프라는 선진국(미국, 유럽, 러시아)은 물론 중국 및 일본 등의 후발국에 비해서도 뒤쳐진 상태에서 항공무기체계의 자체개발을 위해서는 핵심 구성품인 항공엔진의 자체 개발능력 확보를 위한 연구개발이 요구되는 바이다.

참고문헌

1. “항공우주 부품개발 기술로드맵”, 산업자원부 한국산업기술재단, 2007
2. “항공산업전략기술로드맵”, 한국항공우주산업진흥협회, 2013
3. 장태진, “세계 민간 항공기 시장 성과와 전망”, KARI, 항공우주산업기술동향 10권 1호, 2012
4. 정진덕, “Open Rotor 엔진”, 항공우주산업동향 9권 2호, KARI, 2011
5. 공창덕, 구자예, 김귀순, 정홍철, “항공가스터빈엔진”, 동명사
6. 원성필, 이근식, “가스터빈”, UUP
7. Paul F. Piscopo, “Propulsion Technology Partnerships for the New Millennium: A View from the Pentagon”, Office of Deputy under Secretary of Defense
8. Warner J.A Dahm, “Technology Horizons: Key Air Force Research Priorities During 2010–2030”, Air Force Pentagon, 2010
9. Daniel E. Thomson, “Versatile Affordable Advanced Turbine Engines Provide Game Changing Capability with Superior Fuel Efficiency”, AFRL, 2010
10. Hermann Scheugenpflug, “Technologies for the next engine generation”, GE, 2013
11. Jorg Henne, “Gearing up for High Volum GTF production”, 2013
12. M.J.Benzakein, “The Future of the Jet Engine”, GEAE, 2006
13. Ruben Del Rosario, Rich Wahls, Greg Follen, Nateri Madavan, “Technical Conference NASA Fundamental Aeronautics Program Subsonic Fixed Wing Project”, NASA, 2011
14. Jorg Sieber, “Aero Engine Roadmap 2050”, MTU, 2011

미세먼지가 건강을 위협한다

눈발을 뿜으며 눈싸움을 하는 연인의 모습은 영화 '러브스토리(미국, 1970년 작)'의 명장면으로 꼽힌다. 영화 '러브레터(일본 1995년 작)'의 메인포스터는 설원을 배경으로 여자주인공이 죽은 남자주인공을 그리워하며 '오갱끼데스까(잘 지내나요?)'를 외치는 장면이다. 수 십 년이 지난 지금까지도 재개봉되며 관객을 찾는 두 영화의 공통점은 하얀 눈을 배경으로 가슴시린 사랑 이야기를 펼쳐낸다는 것. 흰 눈은 영화를 낭만적으로 그려내는 데 특정한 역할을 한다.



하지만 이도 옛말. 요즘은 연인들은 눈이 오면 우산을 편다. 중국발 미세먼지 때문이다. 지난 1월

20일 내린 함박눈의 산성도는 pH 4.2로 신김치 수준. 깨끗한 눈보다 산성도가 25배 높았다. 미세먼지에 황사까지 섞인 탓이다. 기상청에 따르면 지난해 12월 미세먼지 고농도 횟수가 전년 대비 7배 이상 증가했다. 희뿌연 하늘도 이제 일상이 됐다.

■ 중국발 미세먼지의 습격

희뿌연 하늘의 정체는 미세먼지. 황산화물, 질소산화물 등의 유해성분이 대부분이고 카드뮴, 납과 같은 중금속이 섞여 있다. 이것은 자동차 매연, 난방기구, 공장 가동을 통해 석탄이나 석유와 같은 화석연료가 탈 때 나온다. 공장이 생기고 자동차를 탄 게 한두 해가 아닌데 왜 최근 1~2년 미세먼지로 몸살을 앓을까.

중국 탓이다. 중국의 산업화가 가속화되면서 석탄 사용량이 급증했기 때문이다. 중국통계연보(2011)에 따르면 중국의 석탄 의존율은 70%를 넘어섰다. 게다가 겨울이 되면서 석탄 사용량이 더 늘었고 미세먼지 농도도 높아졌다. 실제 베이징의 초미세먼지 농도는 2013년 1월에는 $993\mu\text{g}/\text{m}^3$ (세계공미터 당 마이크로그램), 10월에는 $407\mu\text{g}/\text{m}^3$ 에 달했다. WHO 권고 기준인 $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ 와 비교할 때 상당히 높은 농도로 연료사용이 많은 겨울에 특히 높았다.

이것이 서풍이나 북서풍을 타고 우리나라로 날아와 오염물질과 합쳐지고 축적되면서 뿌연 하늘을 만든 것이다. 기상청에 따르면 서풍이나 북서풍이 불 때 국내 미세먼지 농도가 평균 44.5% 증가하는 것으로 나타났다.

■ 폐를 타고 온 몸으로 침투하는 미세먼지

미세먼지가 문제가 되는 이유는 크기가 작기 때문이다. 공기 중에 떠다니는 일반적인 먼지는 코털이나 기관지 점막에서 대부분 걸러져 배출된다. 하지만 미세먼지(PM10)는 지름이 머리카락 굵기의 1/10정도인 10 μ m로 코, 구강, 기관지에서 걸러지지 않고 몸에 축적된다. 여기서 PM이란 Particulate Matter(입자상물질)의 약어이며 숫자 10은 앞에서 언급된 지름 10 μ m를 나타낸다. 기관지에 쌓이면 가래가 생기고 기침이 잦아진다. 또 기관지 점막이 건조해지면서 세균이 쉽게 침투, 만성 폐질환이 있는 사람은 폐렴과 같은 감염성 질환에 취약해진다.

실제 한국환경정책평가연구원의 자료에 따르면 초미세먼지(PM2.5) 농도가 10 μ g/m³ 증가할 때 호흡기 질환 입원환자 수는 1.06% 늘었다. 특히 65세 이상 노인층에서는 8.84%나 급증했다. 특히 지름이 2.5 μ m 이하의 초미세먼지는 협심증, 뇌졸중 등 심혈관질환의 원인이 되기도 한다. 전문가들은 “미세먼지의 크기가 작은 탓에 폐포를 통해 혈관에 침투해 염증을 일으킬 수 있는데 이 과정에서 혈관이 손상되면서 협심증, 뇌졸중의 위험을 높인다”고 말했다. 또 전문가들은 “미세먼지가 쌓이면 산소 교환을 어렵게 만들어 질환을 악화시키기도 한다”고 덧붙였다.

실제 대기오염 측정 자료와 건강보험공단의 심혈관질환 발생 건수 등을 종합해 보면 초미세먼지의 농도가 10 μ g/m³ 증가할 때 심혈관질환으로 입원한 환자수가 전체연령에서 1.18% 늘고, 65세 이상에서는 2.19% 증가했다. 미국암학회의 자료에서도 초미세먼지 농도가 m³당 10 μ g 증가하면 심혈관과 호흡기 질환자의 사망률이 12% 높아지는 것으로 나타났다.

암 발병에도 영향을 미친다. 미세먼지는 세계보건기구(WHO) 산하 국제암연구소(IARC)가 지정한 1급 발암물질이다. 연구 결과도 많다. 지난 8월, 덴마크 암학회 연구센터는 유럽 9개국 30만 명의 건강자료와 2095건의 암환자를 대상으로 미세먼지와 암 발병률을 연구한 논문을 발표했다. 내용을 살펴보면 초미세먼지 농도가 5 μ g/m³ 상승할 때마다 폐암 발생 위험은 18% 증가했다. 미세먼지도 10 μ g/m³ 늘어날 때마다 폐암 발생 위험이 22% 증가했다.

조기사망위험도 커졌다. 네덜란드 위트레흐트대학 룩 비렌 박사팀이 영국 의학전문지 랜싯(Lancet)에 발표한 자료에 따르면 초미세먼지 농도가 5 μ g/m³ 증가할 때마다 조기사망 확률이 7%씩 증가하였다. 서유럽 13개국 36만 7000명의 건강 자료를 분석한 결과다.

피부에도 악영향을 미친다. 미세먼지가 모공을 막아 여드름이나 뾰루지를 유발하고 피부를 자극하면서 아토피 피부염을 악화시키기도 한다. 알레르기 비염 환자의 경우 미세먼지가 코 점막을 자극해 증상을 악화시킨다. 또한 두피에 미세먼지가 섞인 눈을 맞으면 모낭 세포의 활동력을 떨어뜨려 모발이 가늘어지거나 쉽게 부러지고 작은 자극에도 쉽게 빠진다.

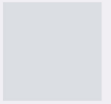
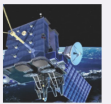
■ 물은 자주 마시고 외출 뒤에는 씻는 것이 우선

미세먼지 농도가 높은 날에는 가급적이면 외출을 하지 않는 것이 가장 좋다. 하지만 외출을 해야 한다면 황사용 마스크를 착용하고 눈이 올 때는 우산이나 모자를 써 직접 맞지 않는 것이 중요하다. 외출 후에는 깨끗이 씻어야 한다. 몸은 물론 두피에도 미세먼지가 쌓일 수 있기 때문에 머릿도 바로 감는 것이 좋다. 눈이 가려울 때는 비비지 말고 인공눈물로 씻어내고 목이 칼칼하다고 느끼면 가글을 통해 미세먼지를 뱉어내야 한다. 물을 자주 마시는 것도 도움이 된다. 미세먼지는 기관지를 통해 체내 흡수되는데 호흡기가 촉촉하면 미세먼지가 체내로 들어가지 않고 남아 있다가 가래나 코딱지 등으로 배출되기 때문이다.

Tip. 초미세먼지도 막는 마스크 제대로 쓰기

미세먼지는 호흡기를 통해 체내로 들어가기 때문에 마스크 사용은 필수! 하지만 모든 마스크가 미세먼지를 걸러내는 것은 아니다. 황사용 마스크만 미세먼지와 초미세먼지를 걸러내는 기능이 있다. 마스크를 쓸 때는 수건이나 휴지 등을 덧대어 사용하지 않는 것이 좋다. 피부와 마스크 사이가 떠 차단기능이 떨어질 수 있기 때문이다. 미세먼지 차단 기능이 있는 것으로 인증 받은 황사용 마스크는 식품의약품안전처(홈페이지 www.mfds.go.kr→분야별 정보→바이오→의약외품 정보→게시판 내 '황사방지용마스크' 허가현황)에서 확인할 수 있다.

「과학향기」 (KISTI, 2014.02.10)에서





국방과학기술정보 통권 45호



해외 기술 단신

JOURNAL OF THE DEFENSE SCIENCE & TECHNOLOGY INFORMATION



지휘통제·통신무기체계

감시정찰무기체계

기동무기체계

화력무기체계

함정무기체계

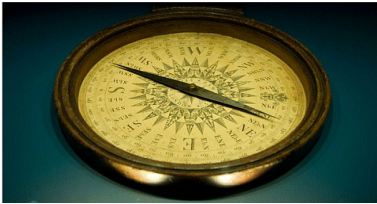
항공무기체계

방호·유도무기체계



▶▶▶

미 노드롭그루먼사, GPS 없이 첨단 항법 비행 시험 예정



나침반

캘리포니아 주 우드랜드 힐즈에 위치한 노드롭그루먼사의 GPS Advanced Navigation Systems 사업부는 GPS 위성 항법 신호를 사용하지 않고도 정확하게 운항하도록 설계된 새 항법 기술을 시험하는 첨단 비행 시험을 실시할 예정이다.

노드롭그루먼사는 GPS를 사용하지 않는 조건에서도 위치 측정 및 위치 지정 어플리케이션의 지리 등록(Geo-registration) 정확성을 높이기 위한 미 공군 MAGIC(Maintain Accurate Geo-registration via Image-nav Compensation: 영상 항법 보상을 통한 정확한 지리 등록 유지) 프로그램의 3단계 계약을 체결하였다.

MAGIC 3단계에서 노드롭그루먼사는 3차원 지도 통합, 성능 개선, 영상 기반 항법의 불확실성 정량화에 필요한 기능을 계속 개발하고 실제 환경에서 실시간 성능을 입증하는 시험 비행을 추가로 실시하게 된다. 이번 계약은 오하이오 주 Wright-Patterson

공군 기지의 공군 연구소 과학자들에게 돌아갔다.

MAGIC의 처음 두 단계에서 노드롭그루먼사는 영상 이용 관성 항법 시스템에 지리 등록 알고리즘을 통합하고 시제품 시스템의 시범 및 비행 시험을 준비하였다.

데이터의 지리 등록은 몇 개의 항법 시스템이 정확한 상호 작용을 통해 표적의 위치를 확인하고 좌표를 다른 항공기에 넘겨주는 작업을 실시하는 데 도움이 된다. 영상 지리 등록에는 비참조 영상을 실제 물리적 위치나 표시된 항목의 정확한 좌표와 연계시키는 작업이 포함된다.

영상 지리 등록을 통해 항공기는 사진들을 이어 붙이고 이것을 항공기의 세계 기반 위치와 연관시켜 정보 수집과 표적 추적을 위한 정확한 지도를 만들 수 있다.

캘리포니아 주 골레타(Goleta)에 위치한 Toyon Research Corp.와의 제휴를 통해 노드롭그루먼사는 GPS에 의존하지 않고 정확하게 운항할 수 있도록 영상 속 지형을 맞추고 시각적 움직임 추정(visual motion estimation)을 처리했던 CRISP (Collaborative Robust Integrated Sensor Positioning) 같은 과거 프로그램에서 쌓은 영상 이용 관성 항법 경험을 기반으로 하고 있다.

MAGIC 프로그램은 이용 가능한 모든 GPS 정보와 카메라의 조합, 관성측정장치를 사용하여 향상된 실시간 지리 등록과 항법 알고리즘을 개발하고 그 성능을 시연한다.

이 프로그램의 목적은 항공기에 탑재된 소형, 경량, 절전형 카메라와 항법 및 지리 등록 시스템의 결합된 기능을 활용하는 것이다.

출처 militaryaerospace.com (2014. 1. 21.)

해설

GPS는 인공위성을 이용하여 세계 어디에 서든지 자신의 위치와 속도, 시간을 알 수 있는 시스템으로 GPS보다 정밀한 위치정보를 제공하는 DGPS와 CDGPS 같은 기술도 개발되고 있다. 매체에 보도된 바와 같이 최근에는 북한의 GPS 교란기술로 인해 한국군 무기체계가 영향을 받고 있는 만큼, 이 기술에 대한 시사점이 크다 하겠다.

▶▶▶

미 Harris사, 특수작전용 무전기 공급



특수작전을 수행 중인 군인이 착용한 무전기

플로리다 주 맥딜 공군기지에 위치한 미국 특수작전사령부(Special Operations Command, SOCOM)의 통신 전문가들은 매우 다양하고 민감한 비밀 임무를 위한 맨팩(manpack) 및 휴대용 무전기를 필요로 했다. 이 문제를 해결해 준 것은 뉴욕주 로체스터에 위치한 Harris사의 RF 통신 사업부였다.

SOCOM은 Harris사와 Falcon III 맨팩/

휴대용 전술 무전기에 대한 1,800만 달러 규모 계약을 체결했다. Harris사 임원의 말에 따르면 SOCOM은 작년 가을에 군사통신 관련 주문을 발주했으며, 향후 SOCOM이 광대역 전술 통신 네트워크 배치 확장의 일환으로 더 많은 Falcon III AN/PRC-117G 및 AN/PRC-152A 무전기를 획득할 예정이라고 한다.

작전 수행자는 이 네트워크를 통해 상황 인식 및 정보·감시·정찰(Intelligence, Surveillance and Reconnaissance, ISR)을 위한 전술적 음성, 영상, 데이터를 주고 받을 수 있다. AN/PRC-117G와 AN/PRC-152A는 사용자에게 기존 협대역 통신 과형은 물론 첨단 광대역 데이터 네트워킹을 통한 상호운용성(interoperability)을 제공한다.

Harris사 RF사업부에서 미 국방부 사업

을 맡고 있는 George Helm 사장은 “이 네트워크는 공동 채팅(collaborative chat), 생체인식정보 등록(biometric enrollment), 화상 회의 및 화상 ISR과 같은 전투 애플리케이션의 세계를 활짝 열어준다.”고 말했다. Harris사의 AN/PRC-117G 광대역 다중대역 다목적 무전기는 미국 통합전술무선시스템(Joint Tactical Radio System, JTRS)의 인증을 받았다. 이 무전기는 동영상 스트리밍, 음성과 데이터 동시 제공, 공동 채팅은 물론 전투 무선망(combat net radio) 기능과 보안 네트워크 연결 기능까지 제공한다.

AN/PRC-117G는 구형 장비보다 훨씬 작고 가벼우며 성능이 뛰어난 휴대용 무전기로, 특히 광대역 네트워크 기능은 이동 중인 전투원과 야전 지휘관에게 중요한 실시간 정보를 제공한다고 Harris사 임원이 말했다.

현재 현장에 배치되어 있는 제1형 맨팩 무전기의 10배가 넘는 처리 능력을 갖춘 AN/PRC-117G는 30MHz~2GHz 주파수 대역에서 작동한다. AN/PRC-117은 표준형 배터리 하나로 작동하며 VHF 10와트 및 UHF 20와트의 최고 송신 출력을 유지한다.

이 무전기는 고대역폭 데이터 운용에 Harris사의 적응형 네트워크 광대역 파형(Adaptive Networking Wideband Waveform, ANW2)을 사용하며, 향후 병사 무선통신 파형(Soldier Radio Waveform, SRW)으로 업그레이드할 수 있도록 설계되어 있다. 이 무전기는 SINCGARS, Havequick II, VHF/UHF AM 및 FM, 고성능 파형(High Performance Waveform, HPW), MIL-STD-188-181B SATCOM을 포함한 기존

파형도 제공한다.

한편, Harris사의 AN/PRC-152A 광대역 네트워크 휴대용 무전기는 이동 중에 음성과 고속 데이터 서비스를 동시에 제공한다. 이 무전기는 SINCGARS, Havequick II, 30~512MHz 범위의 VHF/UHF AM 및 FM 등 기존 협대역 가시거리(line-of-sight) 및 위성 통신 파형과의 상호운용성을 제공한다.

국토 안보와 관련하여, 이 무전기는 APCO P25 디지털 중계 기능을 지원하여 미국 군사기관, 응급처치기관, 주/지방 정부기관 직원 사이의 공백을 메워준다.

AN/PRC-152A는 기존 파형 외에도 225~450MHz 범위 광대역 IP 기반 네트워크 파형을 이용할 수 있다. 가시거리 통신의 경우 5와트, 위성 통신의 경우 10와트의 출력을 제공한다. 이 휴대용 무전기는 영상 및 이미지 분배, 상황 인식 및 매핑, 문자 메시지 및 이메일, 모바일 장치 애플리케이션을 제공한다.

출처 militaryaerospace.com (2014. 1. 22.)

해설

미래의 무전기는 인지무선(Cognitive Radio, CR) 기술을 이용한 차세대 지능형 무전기로 발전할 것이다. 즉 빠르게 변하는 전술통신 환경을 지능적으로 인식하고 이에 적합한 주파수대역과 통신규격, 통신을 위한 파라미터까지 능동적으로 변경해가며 성능 및 보안 측면에서 강력한 군 통신체계를 구축하게 될 것이다.



미 DARPA, 자폭 컴퓨터 칩 개발 가능성 연구



전장에서 사용하는 전자장비

미 국방성은 영화 <미션 임파서블>에서와 같이 원격신호나 특정한 시간이 되면 가루가 되어 버리는 컴퓨터 칩이나 반도체를 개발하는 것을 원하고 있다.

DARPA 발표에 따르면 이 사업은 “Vanishing Programmable Resource”라고 불리며, 2014년 1월 28일부터 IBM과 350만 달러에 달하는 예산으로 명령신호에 따라 컴퓨터 칩이나 반도체가 가루가 되는 것에 대한 개발 가능성을 연구하고 있다고 한다.

군 병력들은 GPS, 스마트폰 외에도 수많은 휴대용 장비를 전장에 갖고 다닌다. 지휘관들은 이런 장비가 적의 손에 들어가면 무슨 일이 일어날지를 걱정하고 있으며, 이 중 많은 장비들은 민감한 작전정보를 갖고 있다.

이러한 전자장비는 작전에 꼭 필요하지만, 하나하나의 장비를 추적하고 복구한다는 것은 거의 불가능하다.

작전이 끝났을 때 이러한 전자장비들이 전장에 버려져 있는 것이 자주 발견된다.

따라서 이 장비들은 적에게 탈취될 수도 있고 다른 목적으로 사용되거나, 미 국방부의 전략적 기술장점을 약화시키는 방안을 연구하는 데 사용될 수 있다고 DARPA 관계자는 언급하였다.

DARPA VPR 프로그램 매니저인 ALI CIA Jackson에 따르면 상용 전자장비는 일상적으로 구매하고 거의 영구적으로 사용할 수 있으나, DARPA는 이러한 전자장비가 요구되는 기간만큼만 정확하게 지속되도록 만들 수 있는 방법을 찾고 있다고 한다. 이와 같은 장비는 명령신호나 온도와 같은 어떤 환경조건의 신호에 의해 파괴시킬 수 있을 것이다.

출처 defensetechnology.org (2014. 2. 3.)

해설

DARPA는 “작전현장에서 중요한 정보를 담은 전자기기 사용이 늘어나면서 해당 기기의 안전한 관리와 처리가 중요해졌다.”며 “군 기밀은 물론 개발기술 유출을 막기 위해 외부에서 자동 폭파가 가능한 프로그램이 필요하다.”고 말했다. DARPA는 “기술이 발전하면 체내에 침투해 신체정보를 수집하는 의료기술에도 적용될 수 있다.”며 “작은 센서는 파괴된 후 신체에 흡수되어도 무해할 정도가 될 것”이라고 내다봤다.

▶▶▶

F-35 조종사 상황판단 능력 훈련에 전술 시뮬레이터 활용



F-35 시뮬레이터

5세대 전투기용 신형 전술 시뮬레이터를 이용해 F-35 조종사는 실제 훈련에서 재현하기 어려운 위급한 상황에 대처하는 방법을 연습할 수 있게 된다.

플로리다 주 올란드 소재의 게임 개발업체 GameSim사는 군사용 시뮬레이션 컨퍼런스(Interservice/Industry Trainig, Simulation and Education Conference, I/ITSEC)에서 ‘전술훈련 예행연습환경(Tactical Training Rehearsal Environment)’이라고 하는 새로운 시뮬레이션을 선보였다.

이 컨퍼런스에서 시연한 시나리오에서 사용자가 대만 영공을 방어하는 F-35 조종사의 역할을 수행하였고 적기 4대가 시연 조종사를 공격했으며 다른 2대는 폭탄을 투하했다.

GameSim사의 설립자이자 사장인 Andrew Tosh는 조종사가 타격 대상 적비행기와 그 방법을 결정해야 한다고 말했다. 즉 사용자가 적군을 정확히 조준하여 사격하는 능력을 평가하는 ‘순간반응시간(twitch) 기반’ 훈련과 달리 조종사의 선택을 평가하는 것이다. 임무역할 비디오 게임처럼 사용자가 옵션 메뉴에서 행동을 선택하는데 예를 들면, 어느 비행기를 사격할지, 어느 무기를 사용할지를 지정하는 옵션을 선택하는 것이다.

그는 “이런 시뮬레이터는 F-35를 조종하는 방법을 배우는 것이 아니라 어떻게 정확한 상황판단을 하는지를 배우게 된다.”라고 말했다.

이 시뮬레이터는 록히드마틴사의 훈련용으로 사용되는 상용 소프트웨어인 Prepar3d를 기반으로 한다. Tosh는 GameSim사는 적을 인공지능으로 프로그래밍하여 시나리오를 개발하고 있으며 교관이 자신의 훈련 세션을 직접 만들어 저장소에 저장하고 공유할 수도 있을 것이라고 말했다.

록히드마틴사는 GameSim사에게 F-22 같은 5세대 전투기에 관한 정보도 제공하고 있다고 Tosh는 말했다.

GameSim사는 중소기업 혁신 연구상을 통해 이 프로젝트의 1단계 자금을 지원받았

다. 이 회사는 개념 증명(Proof of Concept, POC) 단계를 마무리하고 있으며 중소기업 혁신 연구(SBIR)에 대한 자금이 추가 지원된다면 이 시뮬레이터에 대한 상업화 개발도 가능할 것이다.

시뮬레이션은 가정이나 강의실에서도 사용이 가능하다. Tosh는 단순한 랩탑 컴퓨터에서부터 가상현실 고글을 사용하는 다중 디스플레이까지 모든 것을 담을 수 있는 다양한 하드웨어 구성을 계획하고 있다.

GameSim사는 현재 공군용 시뮬레이터만 개발하고 있으나 공군에서 성과가 좋으면 F-35 전투기 운용을 계획 중인 해군이나 해병대도 이 시뮬레이터를 채택할 수 있을 것이다.

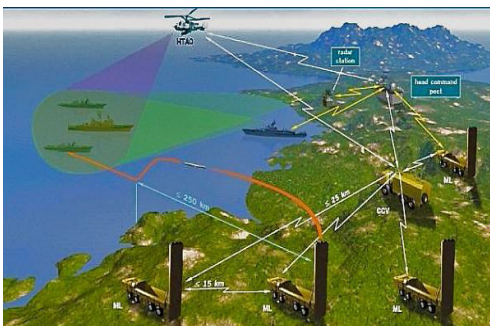
출처 nationaldefensemagazine.org (2014. 2.)

해설

차기 전투기사업(F-X) 대상 기종인 F-35의 시험비행을 시뮬레이터로 대체 평가하려는 것과 관련하여 많은 논란이 있었던 분야다. 미 플로리다에 있는 에글린(Eglin)기지의 훈련센터(Academic Training Center, ATC)에서는 F-35에 대한 10대의 Full Mission Simulator, 1대의 Ejection Seat Trainer, 5대의 Weapon Load Trainer, 그 밖에 다수의 시뮬레이터(Aircraft Systems Maintenance Trainer, Mission Rehearsal Trainer) 훈련체계를 보유하고 있다.

▶▶▶

이스라엘 IMI사, 새로운 해상C4I체계 공개



이스라엘 해상C4I체계 개념도

이스라엘 방산업체 Israel Military Industries(IMI)사는 2014년 싱가포르 에어쇼에서 해상 방위용 지휘, 통제, 통신, 컴퓨터, 정보(Command, Control, Communications, Computers and Intelligence, C4I) 체계를 공개했다.

연안 및 섬 방위 체계(Coastal & Island Defence System, CIDS)라고 하는 이 C4I

체계는 공중 해상 감시 플랫폼에 배치되는 것을 포함해 일련의 센서가 보강된 연안 방어 레이더로 구성된다.

그 외에도 LYNX 자주 미사일 발사기와 동(同) 회사에서 제조한 다양한 GPS 유도 무기를 발사하는 신형 원격 제어식 고정 발사기가 CIDS에 포함되어 있다. 이후 이러한 요소가 하나의 격자형태로 구성되어 운용자가 요청한 범위의 영역을 방호할 수 있다.

이 체계는 영해와 섬에서 최대 150km 범위에 있는 위협 요소를 신속하고 용이하게 탐지한다고 이 회사는 말했다.

2월 13일(목)에 IMI사의 Dan Ze'evi 마케팅 통신 및 정보 책임자는 CIDS를 아시아태평양 지역과 남미에 판매할 계획으로 구상한 것이라고 IHS Jane's사에 말했다.

그는 “아시아태평양 지역은 해상 국경이 많이 분포해 있을 뿐만 아니라 일부 강국이 자국 해군을 이용해 독단적으로 행동함으로써 해상분쟁이 점차 증대될 위험이 있다. 따라서 우리는 이 C4I체계에 대한 수요가 많을 것으로 예상한다.”고 말했다.

IMI사는 아시아태평양 지역의 한 국가로부터 이 체계에 관한 공식적인 문의를 받았으나 기밀이라며 자세한 내용의 공개는 거부했다.

IMI사가 현재 CIDS를 연안 레이더, 해상 감시 플랫폼, 미사일 발사기, 화포를 하나로 묶은 패키지 형태의 솔루션으로 제공하고 있으나 운용자들은 자국의 기존 해상 방어 기반무기를 이 체계에 포함시킬 것인가의 여부에 대해서는 선택권을 가질 수도 있다. “이 체계는 모듈의 특성이 강하다. 그러나 CIDS가 보장하는 범위를 제공할 수 있는 무기체계를 이미 보유한 경우를 제외하고는 이것을 패키지로 구입할 것을 권장한다.”고 Ze'evi는 말했다.

출처 janes.ihs.com (2014. 2. 14.)

해설

한국군의 C4I체계로는 합동지휘통제체계(KJCCS), 지상전술C4I체계(ATCIS), 해군전술C4I체계(KNCCS), 공군전술C4I체계(AFCCS), 전구합동화력운용체계(JFOS-K), 후방지역 지상전술C4I체계, 대대급이하 전투지휘체계(B2CS)가 있으며 군사정보체계로는 군사정보통합처리체계(MIMS)가 있다. 이 중 해군전술C4I체계는 지난 2010년에 체계개발을 완료 운용 중에 있다.



미 육군, 전자전 기획관리툴 개발 추가 계약



EWPMT

미 레이시온사의 전자전(EW) 전문가들은 버지니아 주 Herndon 소재 Sotera Defense Solutions사와 공동으로 미 육군의 기획 소프트웨어(planning software) 개발사업에 참여한다. 이 소프트웨어는 적의 통신, 원격제어폭발물, 레이더 시스템, 기타 RF 자산에 대한 재밍 관리 및 미국을 비롯한 동맹국 RF 시스템 방호를 목적으로 한다.

메릴랜드주 Aberdeen Proving Ground에 있는 미 육군 계약사령부는 인디애나주 Fort Wayne시 소재 레이시온사 Network Centric Systems 부문과 9,790만 달러 규모의 전자전 기획 관리툴(Electronic Warfare Planning and Management Tool, EWPMT) 개발계약을 체결했다. Sotera사는 앞서 2013년 7월에 EWPMT 계약을 체결했다.

미 육군의 통합전자전체계(Integrated Electronic Warfare System, IEWS)의

일환인 EWPMT는 육군 전자전 요원의 기획, 조정, 관리, 충돌회피 전자전활동을 지원하는 소프트웨어이다.

이 툴은 육군 장교들이 분산된 전자전 시스템을 전술네트워크상에서 결합되도록 조정하는 것을 지원하고, 또한 전자전시스템을 대포 및 박격포 장비와 정렬시키고 공중 및 지상 전자기 스펙트럼 운용과 동기화시키는 것을 지원하게 될 것이다.

EWPMT의 기능에는 EW 명령과 추정, EW 자산 기획 및 배치, 무기와 재머를 이용한 EW 표적지시, EW 전투피해 평가 수행 등이 포함된다.

EWPMT는 소프트웨어 어플리케이션과 툴을 사용하여 위험평가를 제공하고 EW 임무를 위한 행동계획을 추천한다. 이들 툴 및 소프트웨어는 지휘소 전산환경에서 실행될 수도 있고, 클라이언트 노트북 컴퓨터에서 하나 이상의 프레젠테이션 레이어(Presentation Layer) 위젯(Widget)과 함께 실행될 수 있다.

EWPMT의 상위체계인 IEWS는 전투여단(Brigade Combat Team, BCT)에 중점을 두고 육군의 군단급부터 중대급까지의 지휘관에게 EW 능력을 제공함으로써 지상 병력이 RF통신, 신호정보, 레이더 감지, 기타 RF 기능 면에서 우위를 포착, 유지, 이용할 수 있는 능력을 향상시켜 준다.

EWPMT는 그 외 여러 기능이 있는데, 아군, 적군, 비동맹국 RF 방사장비(emitter)의 데이터를 통합하는 소프트웨어를 제공하고, 다양한 군사작전에서 EW 능력의 기획, 관리업무를 지원할 것이다.

육군 지도부는 이러한 능력을 통해 미국과 동맹국 간의 주파수 충돌 가능성을 식별함으로써 아군 통신, 레이더체계의 재밍 위험을 줄일 수 있기를 기대하고 있다.

이 틀은 또한 아군 RF 방사장비의 간섭(emitter interference), 교란, 성능저하 상태를 그래픽으로 표시해 준다. 그리고 EW 요원들이 적합한 EW 기술 결정, EW 자원의 타 그룹 이전 후 백업 지원, 사후 임무 분석, EW 자산 재구성, 적 RF 방사장비 타겟팅을 위한 EW 자산 프로그래밍을 수행할 수 있게 해준다.

금번 계약에 따라 레이시온사는 인디애나주 Fort Wayne을 비롯한 여러 시설에서 작업을 수행할 예정이며, 완료시한은 2018년 하반기로 예정되어 있다.

해설

EWPMT는 육군의 통합전자전체계(Integrated Electronic Warfare System, IEWS) 제품군의 구성요소 중 하나로서 기획·관리 기능을 수행할 웹기반 소프트웨어이다. EWPMT는 전자전 전장정보와 관리를 통합하여 대대급부터 전구급의 전자기 작전 환경에 대한 맞춤형 사용자정의(Tailorable User-Defined) 디스플레이를 제공할 것이다.

IEWS는 미군 및 연합군이 적의 지휘·통제·통신 능력을 공격하고 교란하면서 아군이 RF 주파수대역을 자유롭게 사용할 수 있도록 하는 일련의 기술군으로 개발된다.

IEWS와 EWPMT 구성품은 미군이 저가의 휴대폰과 근접신관 탄약으로부터 수백만 달러의 레이더체계나 무인기 업링크(uplinks)에 이르기까지 어떤 것이든 재밍할 수 있을 것으로 본다. 아군 기동지휘관은 전자기 주파수대역을 자유자재로 활용하되 적들은 사용할 수 없도록 하는 것을 목표로 삼고 있다.

출처 militaryaerospace.com (2013, 12, 4.)



미 DARPA, C2E 전자전 프로그램 공지



미 국방연구진은 다양한 복합전의 위협 속에서 전장 네트워크기능 유지를 위해 재밍에 강하고 적이 탐지하기 어려운 통신기술 개발을 위한 새로운 전자전(EW) 프로그램에 관하여 공식 요청서를 발표했다.

버지니아 주 알링턴 소재의 미 국방고등연구기획국(DARPA) 관계자는 지난달 말, 접전환경하 통신(Communication in Contested Environment, C2E) 프로그램을 공고했다.

이 프로그램은 다양한 복합전의 위협 속에서 전장 네트워크 기능 유지를 위해 항(抗)재밍 통신 및 저피탐 통신기술 개발을 목표로 하고 있다. DARPA는 2013년 12월 19일 C2E 프로그램과 관련하여 업계 브리핑을 실시했다.

DARPA 관계자는 미국 전술통신을 도청, 감청, 교란, 이용하는 적의 기술은 빠르게 진보하였고 미국의 공중 지배 및 제공권에 가공할 위협을 가하고 있다고 전했다.

이 같은 위협에 대응하기 위해 미군은 개별 노드 성능에 초점을 맞추어 다양한 데이

터 무선시스템의 링크기능을 개선하였으나, 이러한 발전이 전체적인 네트워크 성능과 네트워크 침투문제의 해결책이 되지 않는다고 DARPA 연구진은 설명하고 있으며, 바로 이 대목에서 C2E 프로그램의 필요성이 대두되고 있다.

C2E 프로그램은 기존의 통신성능에 새로운 기능을 추가한 네트워킹 개선을 추구하고 있다. 이 프로그램은 미국 상용 통신업계의 그것과 유사하게 통신능력을 새롭게 하기 위하여 그러한 유연성과 성능을 제공하는 군사통신시스템 개발환경과 아키텍처를 활용할 예정이다.

DARPA 관계자는 보다 광범위하고 편제하는 네트워크 수요를 끌어올릴 센서시스템, 무인시스템 및 네트워크화된 무기시스템의 지속적인 성장을 기대하고 있다고 밝혔다. 이와 동시에, 전문가들은 또한 적의 대항통신(counter-communications) 시스템도 발전하리라 기대하고 있다.

C2E 프로그램은 다음의 세 분야에 대한 아이디어를 업계에 요청할 것이다. 기존 플랫폼 성능을 수용하면서 편제형 서비스를 향상시키는 서로 다른 기종 간의 네트워킹 성능, 개선된 신형 통신장비를 수용하는 통신시스템 아키텍처, 제3자 기술과 신속한 성능 혁신을 수용하는 개발환경이 포함된다.

출처 militaryaerospace.com (2014. 1. 6.)



미 공군, GPS RF 파형발생기 소형화 추진



GPS 위성

미 공군의 항법 전문가들은 GPS 위성의 디지털 파형발생기의 성능을 향상시키면서도 그 크기는 줄일 수 있는 업체를 찾기 위해 도움을 요청하고 있다.

뉴멕시코 주 소재 커트랜드 공군기지의 미 공군연구소(Air Force Research Laboratory, AFRL) 우주선부서 담당자들은 GPS 우주선 항법 탑재체(Spacecraft Navigation Payload) 프로그램을 위한 궤도상에서 다시 프로그래밍이 가능한 디지털 파형발생기(ORDWG¹⁾) 프로젝트에 대한 업체 선정을 공고했다.

이 프로그램은 GPS 위성과 관련하여 새롭고 개량된 소형 디지털 파형발생기 제작이 가능한 업체들을 찾는 한편, 공군이 이런 종류의 일을 중소기업에 맡길 수 있을지도 알아보고 있다.

오늘날의 GPS 파형발생기들은 GPS 위성의 임무데이터유닛(MDU²⁾)에 내장되어

있으면서 위성으로부터 송출되는 여러 가지 코드를 생성한다고 공군 당국자들은 설명한다. GPS 위성은 지상, 해상 및 공중의 항법수신기들이 삼각측량법을 이용해 자신들의 위치, 속도 및 이동방향을 알아내는데 사용하는 신호들을 송출한다.

GPS 위성의 파형발생기는 GPS L 대역 항법 탑재체뿐만 아니라 호스트 우주선 버스의 디자인과 크기, 무게, 전력 및 비용(size, weight, power, and cost, SWaP-C)을 결정한다는 것이 공군 당국자들의 설명이다.

공군은 개선된 디지털 파형발생기를 설계함으로써 GPS 탑재체의 성능, 유연성 및 경제성을 높이려 한다. 목표는 현 GPS 위성 항법 탑재체 내의 디지털 파형발생기를 대체할 수 있는 우주환경에 적합한 디지털 파형발생기(DWG)를 개발하는 것이다.

공군 당국자들은 열과 방사능에 내성을 갖고 있으며 재프로그래밍이 가능하고 보다 효율적인 DWG를 설계할 수 있는 업체들을 찾고 있다. DWG는 기존의 GPS 위성에 적용 가능해야 할 뿐 아니라, 궤도상의 GPS 배열에 대해 향후 파형 추가를 수반하는 성능 향상이 이루어지는 경우에도 적용 가능해야 한다.

재프로그래밍 가능 DWG의 기본적인 아

1) On-Orbit Reprogrammable Digital Waveform Generator
2) mission data unit

키택처는 재구성 가능 프로세서, 메모리 모듈, 전력변환 및 관리 기능 그리고 모니터링 및 제어 기능을 포함한다. 이러한 노력은 파형 생성 부문에 집중될 예정이다.

DWG에 입력되는 내용들은 GPS 항법 메시지, 합성된 기준 주파수, 코드 시기(code epoch) 동기화 및 제어 신호 등의 요소이다. 출력되는 내용은 적절한 항법신호들로 변조된 L1 GPS 항법 주파수의 저전력 신호이다. 항법 탑재체에 사용 가능한 우주선 버스 전압은 직류 28~100V 범위에서 고려되어야 한다.

해설

GPS 수신기는 세 개 이상의 GPS 위성으로부터 송신된 신호를 수신하여 삼각측량기법으로 수신기의 위치를 결정한다. 각 GPS 위성은 시간, 상태정보, 궤도정보, 이력 등이 포함된 항법메시지를 C/A 코드(Coarse/Acquisition code) 및 P 코드(Precision code)와 함께 L 대역 반송파에 실어 지속적으로 송출한다. C/A 코드는 민간용으로 개방되어 있으나, P 코드는 군사용 전용으로 W 코드를 이용해 암호화한다.

출처 militaryaerospace.com (2014. 1. 14.)

▶▶▶

미국, 재밍에 영향을 받지 않는 항법장치 모색



F-35가 발사하는 합동정밀직격탄
(GPS/IMU 유도방식)

“GPS 항법 없이는 살 수 없지만 전적으로 믿을 수도 없다.” 이것이 군사기획자들

이 오늘날 직면하고 있는 문제다. 이들은 GPS 취약성이 갈수록 분명해지고 있는 이 시점에서 위성 네트워크로부터 오는 위치 데이터에 대한 장비와 병력의 의존성이 증가하고 있는 문제를 해결하고자 애쓰고 있다.

예를 들어, 지난 여름에 텍사스 대학 학생들이 가짜 GPS 신호를 이용해 선박을 항로에서 벗어나게 만드는 방법을 알아낸 적이 있다. 그렇다고 군대가 GPS 장비의 암호화 기능 강화 노력을 기울이지 않고 있다는 것은 아니다. 다만, GPS 장비는 처음부터 보

안기능을 최우선 순위로 해서 설계되지 않는다는 것이다. 펜타곤의 AI Shaffer 연구개발 부장은 GPS의 보안을 자신이 가장 우려하고 있는 사항 중 하나로 꼽았다.

“오늘날의 전자장비들로는 GPS 신호 재밍과 같은 일들을 해내기가 점점 더 쉬워지고 있다.”라고 그는 말했다.

Shaffer 부장은 가능한 해결책의 하나로서 관성측정장치(Inertial Measurement Unit, IMU)에 대한 연구를 언급했다. 이것은 GPS가 발명되기 전까지만 해도 주된 연구 주제였으므로 신기술은 아니다. 하지만 이제 다시 주목 받고 있다. 그 기본 개념은 세 개의 자이로스코프와 세 개의 가속도계를 갖춘 장치를 사용하여 방향과 속도변화를 측정하는 것이다. 초기의 출발점이 주어진다면 이 메커니즘을 이용하여 상대적인 이동 데이터를 제공하고, 어떤 것이 어디로 갔는지 알 수 있다.

2009년에 Andrei Shkel은 자신이 포지셔닝, 항법 및 타이밍 프로그램을 위한 마이크로공학 부문의 프로그램 매니저로 일하고 있던 국방고등연구기획국(DARPA)에서 IMU의 개선된 이용 방법을 연구하고 있었다.

그는 가장 까다로운 문제들 가운데 하나인 미사일용 IMU에 전념하기 시작했다. 문제는 이 장치들이 작으면서도 비용 대비 효율적이어야 한다는 것이었다. 이들은 어차피 파괴되기 때문이다.

IMU는 이미 사용되고 있지만 정확한 위치데이터를 유지할 수 있는 시간은 20초에 불과했는데, 이는 이들 용도가 GPS 신호가

일시적으로 손실될 경우의 백업수단이었기 때문이다. Shkel은 미사일이 날아가는 동안 정확성을 유지할 수 있는 장치를 만들 수 있을지 알고 싶었다. 연구 결과, 그는 미사일 가운데 70퍼센트는 비행시간이 3분 이하이며, 98%는 20분 이하임을 알았다.

“결론은 이 문제를 아마도 100% 해결할 수 있을 매우 정밀한 관성계측장치가 이미 우리에게 있다는 것이었다. 다만 그 비용이 너무 높았을 뿐이다.”라고 그는 말했다. “가격이 백만 달러 미만인 미사일에 백만 달러나 나가는 관성계측장치를 탑재할 수는 없는 노릇이었다.”

이 장치는 고가일 뿐만 아니라 크기도 상당했다. “최첨단의 저가형 장치들도 사과 하나 크기였다.”라고 Shkel은 말했다. “그래서 우리는 자문했다. ‘이 문제를 해결하면서도 사과씨 크기의 장치를 우리가 만들 수 있을까?’” Shkel과 그의 팀은 반도체기술을 이용하여 3분간 정확한 데이터를 제공할 수 있으면서도 크기는 1페니 동전의 몇 분의 일 밖에 안 되고, 예상되는 제조비용이 대당 1,000달러 미만인 시스템을 개발해냈다.

그리고 나서 Shkel과 그의 팀은 IMU의 여러 버전을 전투화에 삽입할 수 있는 시스템을 개발해냈다. 이 시스템은 발걸음이 자연스럽게 시작하고 멈추는 동작을 이용해 지속적으로 보정될 수 있었다.

그러나 지속시간이 제한되어 있었기 때문에 이들 시스템은 여전히 GPS와 협력해 동작하는 백업시스템으로 주로 사용되었다. 이는 유용할 수 있다. GPS와 IMU를 이용

해 끊임없이 데이터를 비교하면 GPS가 조작될 경우 이를 알아내는 데 도움이 되기 때문이다.

“기본적으로 GPS 수신기를 분석하여 관성항법장치가 제공하는 값과 GPS 항법이 제공하는 값이 일치하는지 확인함으로써 스푸핑(spoofing)과 재밍이 있는지 비교하는 것이다.”라고 Shkel은 설명했다.

그러나 관성시스템의 성능을 확장시키기 위해서 Shkel은 이 데이터를 원자의 라모(Larmor) 주파수를 이용해 움직임의 변화를 감지하는 다른 기법에서 얻은 데이터와 결합시키는 방법을 모색하고 있다.

그 개념은 원자가 움직일 때 레이저를 이용하여 해당 원자의 자장변화를 감지할 수 있다는 것이다. 측정이 외부 자장에 의해 크게 영향 받지 않는 한, 이 기법은 훨씬 더 오랜 기간 동안, 그리고 더 긴 거리에 걸쳐 정확성을 유지한다는 이점이 있다. 이 원자 계측방식의 단점은 갑작스러운 움직임에 그다지 잘 반응하지 못한다는 것이다. 그러

나 이는 여러 개의 IMU를 직렬로 사용하면 문제될 것이 없다.

“이처럼 빠른 응답속도와 넓은 동적범위를 측정할 수 있는 능력을 결합시킨 데다가 원자장치들로부터 오는 장기적인 안정성 덕분에 기본적으로 두 분야의 최고 장점들이 한데 구현되고 임무 지속시간도 늘어나게 된다.”라고 Shkel은 말했다.

출처 C4ISRNET (2013, 11.)

해설

IMU는 가속도 및 회전 운동을 측정하는 전자기기로 항공기, 우주선, 미사일 등의 속도와 방향, 가속도를 측정하고 기록하는 장치다. IMU와 연결된 컴퓨터는 IMU가 수집한 데이터를 분석하여 자기 위치를 결정한다. IMU의 단점은 오차의 누적이다. GPS와 IMU를 융합함으로써 고정밀도의 자동차 속도계를 개발하는 아이디어도 나오고 있다.



미 노드롭그루먼사, 신형 AN/PED-1A 공개



AN/PED-1A LLDR

2014년 1월 6일, 노드롭그루먼사는 적조준 정확도를 높이기 위해 천문항법기능을 가진 AN/PED-1 경량 레이저 표적지시 및 거리측정기(Lightweight Laser Designator Rangefinder, LLDR)를 성능개량하였다고 발표했다.

노드롭그루먼사는 Trex Enterprises사와의 공동성명에서 후자의 천문항법기술과 관련하여 라이선스 협정을 체결하였고 이 기술에는 주간에도 달, 태양, 항성의 위치를 탐지할 수 있는 다개구(multi-aperture) 천체 추적기능과 독점 기술인 항성패턴 자동인식 알고리즘기술이 포함되어 있다고 밝혔다.

이번 라이선스 계약을 통해 노드롭그루먼사는 새로운 천문항법 서브시스템을 기존의 AN/PED-1 LLDR 시스템에 제조 및

설치할 수 있게 되었다. AN/PED-1 LLDR 시스템은 2004년부터 미 육군 및 해병대에서 사용되고 있으며, 표적위치 탐지모듈(Target Locator Module, TLM)과 레이저 표적지시 모듈(Laser Designator Module, LDM)로 이루어진 휴대용 모듈식 표적획득 및 레이저 표적지시시스템이다.

이 새로운 천문항법시스템은 TLM 내 디지털 자기 나침반에 통합되어 위치확인 정확도를 높이게 된다. 성능개량된 버전 명칭은 AN/PED-1A로 정해졌다.

미국의 IHS Jane's사는 노드롭그루먼사 레이저시스템 사업부 담당자의 말을 인용하여, 이 천문항법 서브시스템은 디지털 자기나침반에 대해 북쪽을 찾는 추적 정밀도와 방위각 정확도를 높여준다고 밝혔다. 디지털 자기나침반은 지구의 자기변동(磁氣

變動)과 전장 조건에 의해 야기되는 자기장 교란으로 영향을 받을 수 있기 때문이다. 이 천문항법 서브시스템은 탑재된 GPS의 품질이 저하되거나 재밍을 받게 될 때 백업(back-up)하는 역할도 하게 된다.

노드롭그루먼사는 미 정부의 규제를 이유로 기존 AN/PED-1 LLDR과 성능개량된 시스템 간의 성능 비교 결과를 공개하지 않았다.

AN/PED-1A 납품은 2013년에 개시되었으며, 미 육군의 사업집행관실(Program Executive Office, PEO)은 기존 AN/PED-1 LLDR을 새로운 표준으로 업그레이드할 예정이라고 밝혔다.

노드롭그루먼사는 천문항법기술이 향후 노드롭그루먼사의 정밀 항법 및 표적획득 시스템에 적용될 것이며, 표적위치 정확도와 신뢰성을 높여야 할 경우 기존 장비에도 설치될 것이라고 말했다.

해설

AN/PED-1 LLDR 제원

- 중량(전 체계) : 35파운드(LLDR1), 30파운드 미만(LLDR2) (24시간 임무에 대해)
- 레이저 지시 거리 : 최소 5km
- TLM :
 - 야간 또는 흐릿한 전장환경에서 최소 3km 거리에서 차량식별 가능
 - 주간 작전 시 최소 7km에서 표적 식별가능
- 전원 :
 - LLDR1 : BA-5699 1개 또는 SINGARS 배터리 1개(레이저지시기 미사용)
 - LLDR2 : SINGARS 배터리 1개 (BA-5390 또는 BA-5590)

출처 janes,ihs.com (2014. 1. 22.)

▶▶▶

독일 육군, 아랍에미리트에서 신형 보병전투장갑차 Puma 혹서기 시험 실시



시험 중인 독일 보병전투장갑차 Puma

2013년 9~10월, 아랍에미리트(UAE) 사막에서 신형 궤도식 보병전투장갑차(IFV) Puma에 대한 혹서기 시험을 실시하였다. UAE는 높은 시험표준을 충족시키는 완벽한 기후조건 및 기반시설을 제공했다.

독일 연방조달기관 BAAINBw를 대행하여 연방군 기술센터의 Meppen 지역에 있는 WTD 91(무기시험 담당)과 Trier 지역에 있는 WTD 41(기동시험 담당) 소속 직원이 시험을 수행했다. 시험 종류에 따라 약 20~30명의 직원이 배치되었다.

시험은 더운 날씨 조건에 대한 Puma의 적합성 시험뿐만 아니라, 사막 조건에서 주행기동 및 사격 시험을 포함하였다. 이러한 목적을 위하여 차량 내부의 온도를 측정하여 외부 온도와 비교하였다.

기후시험은 Puma가 요구조건을 충족시

키는지 여부를 입증하기 위한 포괄적인 시험의 일부로 실시되었다. 기후시험에 앞서, Puma는 이미 험한 지형 및 전투력에 대한 시험을 성공적으로 실시했다.

Puma는 연방군이 40년 이상 사용해 왔던 보병전투장갑차 Marder를 대체할 예정이다. 기후시험의 결과에 따라서, 첫 Puma IFV를 2014년까지 군 부대에 납품할 계획이다.

이번 2개월간의 시험기간 중 실제 사격 및 기동성 시험이 핵심이었다.

UAE의 북-서부 지역에 소재한 현대식 기반시설을 구비한 대규모 사격장에서 주야간, 정지 및 기동 간 사격시험을 하면서 MK30-2ABM 및 MG4에 대한 정확도 시험을 실시했다. Puma는 다양한 사격 시험을 성공적으로 실시했는데, 시험은 독일의 '무기·탄약전문센터'가 35℃로부터 거의 50℃에 이르는 극한 온도에서 실시했다. 독일의 사용자가 포괄적인 사격 시험프로그램에 참가함으로써, 직접 Puma가 최상의 정밀도로 성능을 발휘하는 것을 목격했다.

혹서기 시험 중, 능동방호장치 MUSS도 성공적으로 시험을 통과하였다.

Puma는 UAE의 북부 및 북동부 지역에 있는 추가적인 주행시험장의 대규모 모래 언덕, 가파른 자갈길, Wadis 계곡 내의 미

끄러운 암석지역 등과 같은 험지에서 여러 가지 실제적인 기동성 시험을 실시했다. Puma는 대단한 내구 성능을 발휘하여, 사

용자 및 공식 전담 시험 팀을 만족시켰다.

출처 armyrecognition.com (2013. 12. 8.)

해설

Marder 1은 독일 육군이 1971년부터 배치하여 현재까지 운용하고 있어 조만간 운용수명에 도달하게 되는 IFV이다. 2,100대 가량이 운용되었지만, 독일형은 외국에 판매되지 않았다. 독일 육군이 구형 Marder를 퇴역시킴에 따라 칠레가 200대 획득에 동의하였다. 그리스는 과거에 퇴역된 450대 구매를 검토하고 있다. 아르헨티나는 단순화하여 자체 제작한 파생형인 VCTP를 운용하고 있다.

Puma는 MTU V10 892 디젤 엔진으로 구동되는

31.5톤의 궤도형 IFV로, 주계약업체는 Projekt System Management GmbH사이며, 2009년 7월 체결한 30억 유로 계약의 일부로 Puma IFV 총 350대를 2020년 말까지 납품 완료할 계획이다.

Puma는 방호력이 가장 우수한 IFV 중의 하나이면서도 동력 대 중량 비가 높다. SAIC사는 미국의 IFV사업인 GCV에 Puma의 파생형을 입찰차량으로 제안하였다.



필리핀 육군, 76mm Scorpion 포탑 탑재한 M113 병력수송 장갑차 도입 계획 발표



76mm Scorpion 포탑을 탑재한 필리핀 육군 M113 병력수송 장갑차

필리핀 육군이 화력지원 능력 향상을 위해 M113 병력수송 장갑차 14대를 2015년 도입할 예정이다. 육군 대변인 Anthony Bacus 대위는 해체된 영국제 Scorpion 궤도형 정찰 전투차량에서 회수한 76mm 포탑이 M113 장갑차에 우선적으로 탑재될 예정이라고 밝혔다.

“장갑차에 탑재하기 전에 포탑을 현대식 사통장치 및 열 영상체계로 성능개량할 예정이다. 장착이 완료되면 장거리 탐지 및

교전 능력이 향상되고 거의 모든 기후 조건에서 정확도가 높아져서 76mm 포를 탑재한 M113의 살상 능력이 크게 개선될 것으로 기대한다.”라고 Bacus 대위는 덧붙였다.

필리핀 육군은 현재 100대 이상의 M113을 운용하고 있으며, 도입 예정인 장갑차의 제작사는 BAE Systems Land and Armaments사이지만, 몇 년 전 미국 내 생산 라인이 폐쇄되어 잉여 장갑차를 활용할 것으로 예상된다. 필리핀은 궤도형 전투정찰 장갑차 Scorpion CVR-T 41대를 기인수했었다.

국방부는 2014년~2018년 중 필리핀 군 현대화 작업을 위해서는 850억 페소(19억 달러) 이상의 예산이 투입되어야 한다고 밝혔다.

필리핀 육군은 지난 2012년, 미국의 잉여분 M1114 전술차량 협비를 비롯하여 M939와 M35 트럭 시리즈를 미국에 발주했으며, 새로 도입된 전투차량은 2012년 9월 Zamboanga시 봉쇄에서 화력지원 임무를 수행하였다.

- 출처 1. armyrecognition.com (2014. 1. 8.)
 2. armytechnology.com (2014. 1. 10.)
 3. janes,ihs.com (2014. 1. 13.)

해설

6V53 Detroit 2행정 6실린더 디젤엔진으로 구동되는 M113은 전장에서 병력과 화물 수송용으로 설계된 궤도형 병력수송 장갑차이다. M113A1, M113A2, M113A3 등 40여종의 계열 장갑차가 개발되었다. 미국 육군의 M113 시리즈는 전투장갑차인 M2와 M3 Bradley로 대체되었지만, 상당 수가 아직도 앰블런스 장갑차, 공병 장갑차, 지휘소용 장갑차 등으로 운용되고 있다.

Scorpion 포탑을 대체 플랫폼에 탑재한 것은 새로운 아이디어는 아니다. 호주가 M113A1 화력지원 장갑차(이후에는 중(中)형 정찰 장갑차) 형상으로 41대를 시제 3대 시험후 최초로 야전배치했으나, 현재는 도태되었다. 캐나다도 Grizzly 차륜형 화력지원 장갑차에 76mm Scorpion 포탑을 탑재했으나, 현재는 퇴역하였다.

▶▶▶

영국, 생각으로 조종하는 로봇 팔을 부상병에 최초 적용



로봇 팔을 장착한 병사

3년 전 아프가니스탄에서 대전차로켓에 의해 오른팔이 절단되었던 영국 병사가 이제는 생각으로 조종하는 인공 팔을 장착한 최초의 영국인이 되었다.

26세인 Andrew Garthwaite 상병은 비엔나(Vienna)에서 ‘목표 근육 신경 재감응(targeted muscle reinnervation)’으로 불리는 혁명적인 신경이식 수술을 6시간이나 받고, Surrey 지역에 있는 군 재활센터에서 18개월간의 물리치료를 받은 이후 생각으로 조종하는 ‘생체 로봇(biotic robot)’

을 장착하게 되었다.

미래의 ‘인공기관 복원술(prostheticrecovery)’로 환영받고 있는 이 수술은 Garthwaite 상병의 신경을 재배선하여 신경섬유를 가슴 근육에 연결한 후, 가슴에 설치한 전극이 신호를 ‘생체공학 팔(bionic arm)’로 보내면 이것을 통해 인공 팔을 조종하도록 한다.

Garthwaite 상병은 수술을 통해 생활이 획기적으로 개선되었다고 말했다.

Garthwaite 상병은 “훨씬 더 독립적으로

활동하게 되었고, 힘들게 실행하려고 했던 모든 일상적인 일들을 더 쉽게 할 수 있게 되었다. 이제 부엌일에 더 많이 참여하여 커피를 끓이고, 케이크를 구우며, 병뚜껑을 여는 것과 같은 단순한 일 등 정말 많은 변화를 누리게 되었다.”라고 말했다.

최신의 지능형 상지(上肢) 인공기관은 그의 생각으로 조종될 수 있다. 생각을 가슴에 있는 근육에 연결된 신경에 집중하면 근육은 자연스럽게 생각에 따라 반응한다.

영국 Anna Soubry 장관은 이처럼 생각으로 조종하는 혁명적인 인공기관이 작동하는 것을 목격하게 된 것은 커다란 특권이었다고 말했다.

Soubry 장관은 “Andrew Garthwaite 상병의 인생을 바꾸는 수술 및 재활을 위해 예산을 지원할 수 있게 된 것을 기쁘게 생각한다. 나는 부상당한 인원이 가능한 최상의 의무치료 및 지원을 받도록 보장하는 데 전념하고 있다. 올 초에 부상자들에게 임상적으로 적절할 경우 기술적으로 최첨단의 인공기관을 제공하기 위해 650만 파운드를 투입한 것도 다 이러한 이유 때문이다.”라고 말했다.

출처 army-technology.com (2013, 12, 12.)

해설

미국 시카고 재활 연구소 연구진도 2013년 9월에 4년 전 오토바이 교통사고로 오른쪽 다리를 잃은 미국 남성이 걷겠다는 생각만으로 생성되는 뇌파를 전기신호로 바꿔 로봇 다리를 움직이게 하는 데 성공하여, 뇌파로 인공 보철을 움직인 첫 사례를 기록하였다.

연구를 이끈 레비 하그로브 박사는 “지금까지 대부분 로봇 다리들은 계단을 오르거나, 다리를 뒤로 젖힐 때 리모컨 버튼을 눌러야 했지만 새로 개발한 기술은 철저히 지각에 의한 것”이라며 “생각만으로 계단을 오르내릴 수 있다.”고 전했다.

프로젝트는 미국 국방부로부터 800만 달러를 지원받아 진행됐다. 연구진은 절단된 다리 피부에 전극을 부착해 전자신호를 수신하도록 했다. 연구진이 개발한 소프트웨어가 이 전자 신호의 알고리즘을 해석, 로봇 다리에 움직이라는 명령을 내린다. 뇌가 생각하는 걸 전극이 전자신호로 포착해 로봇 다리를 작동한다. 하지만 무릎 아래가 절단된 실험자에게는 발목을 움직이게 할 신경이 없었다. 이 때문에 연구진은 발목 신경에 해당하는 신경조직을 남성의 허벅지 근육에 이식했다.

연구진은 700~1000번 걸음을 옮기는 과정에서 몇몇 작은 오류가 발견됐다고 말했다. 뇌파를 포착하는 과정에서 발을 질질 끄는 경우가 2% 정도 발생했다. 하지만 남성이 쓰러질 정도로 심각한 오류는 없었다고 연구진은 설명했다. 남성은 “한 가지 아쉬운 점은 이 장치가 뛰기에는 적합하지 않다는 것”이라고 말했다. 무게가 많이 나간다는 이유에서다. 연구진은 장치를 더 작고 가볍게 할 계획이라고 밝혔다.



중 육군, 신형 99G식 주력전차 군사훈련 배치



중국 육군의 최신형 99G식 주력 전차

중국 육군은 2013년 12월에 중국과 북한의 국경 근처인 선양 군구(軍區)에서 실시한 군사 훈련에 새로 설계한 99G 주력 전차(ZTZ99G)를 배치하여 운용하였다. ZTZ99G는 새로 설계된 기능과 능동 방호 장치를 갖추고 있다. 전차장 자동 열 영상장치가 있는 신형 전차는 크기가 더 크고, 전자광학 대응 장치가 새로운 설계에 의해 변경되었다.

99식의 최신 버전인 99G식의 125mm 포는 영국의 챌린저와 미국의 M1 등 서구에서 운용되는 현대식 전차의 장갑을 뚫을 수 있다. 군 관계자에 따르면 중국 전차는 탄약이 더 우수하고 러시아산 T-72보다 사거리가 길며, 승무원용 사격 통제 장치가 더 우

수하다.

중국 육군은 아직 전차의 세부 사항을 공개하지 않았으나, 중국 TV에서는 99G식이 창바이산(백두산의 중국 명칭)과 흑룡강 지역 사이(북한 신의주 특별 행정구에서 불과 220km 거리)에서 실시된 군사 훈련의 일환으로 배치되었다고 보도했다. 중국 당국도 훈련 때문에 1월 10~17일 사이에는 민간 선박이 보하이(渤海) 해협과 황해 북부 바다로 진입하는 것이 허용되지 않았다고 밝혔다.

99식 전차에는 자동 충전 기능을 갖추고 125mm 안정화 활강포 ZPT98가 장착되어 있다. 99G식 주력 전차는 일반 포탄과 같은 방식으로 발사되는 대전차 유도 미사일도 발사할 수 있다.

99식의 승무원은 지휘관, 포수, 운전병 3명이다.

99G식은 99식의 현대식 버전이다. 신형 사격 통제, 표적 선정 및 대응 체계 등 다수의 기능이 개선되었다.

출처 armyrecognition.com (2014. 1. 21.)

▶▶▶

미 육군, 앞으로 더 똑똑한 로봇의 활약 예상



미국 육군 로봇

무인 로봇은 이미 전장에서 급조폭발물 (IED)을 무력화시키면서 그 가치를 입증하였으며, 앞으로 더 유능한 로봇이 등장할 것이라고 미 육군 훈련교리사령부(Training and Doctrine Command) 사령관이 밝혔다.

Robert W. Cone 장군은 2014년 1월 초에 열린 미 육군 항공 심포지엄에서 기자들에게 로봇과 무인 플랫폼은 앞으로 전장에

서 병사에게 큰 도움이 되겠지만, 병사를 대신하게 되는 날이 올 수도 있다고 말했다.

Cone 장군의 발언이 있은 후 1월 22일에 윌리엄 앤 메리 대학(College of William & Mary, W&M)과 미 육군 훈련교리사령부가 공동으로 W&M 캠퍼스에서 주최한 기자 간담회에서 추가 논의가 있었다.

논의의 초점은 이번 달 전략 동향 세미나

에서 향후 수십 년 동안 군이 맞이하게 될 도전과 기회를 살펴보면서 나온 사안과 기타 다양한 사안에 맞추어졌다.

육군 능력 통합 센터(Army Capabilities Integration Center) 부소장인 Bill Hix 소장은 육군이 이미 아프가니스탄에서 아파치 헬리콥터와 무인 항공기 팀을 구성하여 “특정 상황에서 인력을 대신할 능력을 보강할 가능성이 있다.”고 말했다.

하차한 지상 로봇은 이미 병사들을 돕고 있다. 새 사냥개가 뛰어난 시력과 청력 그리고 예리한 후각을 사냥꾼에게 제공하는 것과 같은 방식으로 돕고 있다고 Hix 소장이 비유를 들어 말했다.

“로봇이 탄약이나 군수품 그리고 심지어 감지기까지 추가로 운반하므로 병사들은 더럽고, 단순하고, 위험하고, 반복적인 일을 처리하지 않고 임무에 더 집중할 수 있기 때문에 병사에게 훨씬 더 효과적인 능력을 더해 준다.”고 그는 말했다.

앞으로는 병사의 관리가 있겠지만 기본적으로 무인 호송 차량대도 등장할 수 있다고 그는 덧붙였다. 이라크, 아프가니스탄, 파키스탄의 호송 차량대는 IED와 소형 화기를 사용하는 반란군의 주요 공격 대상이었다.

육군이 회의에서 제시한 모든 능력에 로봇을 결합하는 것에 전략 동향 세미나에 참가한 병사, 과학자, 학계 인사들이 주목했다고 육군 능력 통합 센터(ARCIC)의 과학 기술 책임자인 Chris Cross 대령이 말했다.

세미나에 참가한 과학자와 학계 인사의 생각을 언급하면서 “2035년에는 어떤 종류의 무인 전투 플랫폼을 결합하지 않고 전투

에 나간다는 것은 상상하기 어렵다.”고 그는 전했다.

핵물리학 박사인 Cross 대령은 로봇의 호송 임무에 관한 Hix 소장의 생각에 동의하며 유선(tethered) 로봇이나 무선(untethered) 로봇을 사용하여 이 능력이 ‘상당히 빨리’ 추가될 수 있다고 덧붙였다. 유선 로봇은 전선으로 제어되고 무선 로봇은 무선으로 제어된다.

Cross 대령은 미래의 로봇은 단순하고 더러운 물리적 작업을 수행하는 것 말고도 병사의 의사 결정 과정도 도울 수 있을 것으로 예상한다.

과학기술 단체는 향후 기획 목적으로 육군 지도자들에게 제공할 광범위한 대안을 찾고 있다고 Cross 대령은 덧붙였다.

그는 “앞으로는 자동 또는 반자동 로봇 플랫폼을 상대로 싸우게 될 것이다.”라고 말했다. 따라서 로봇을 군에 결합하는 방법 뿐만 아니라 육군이 적군의 로봇에 대처하는 방법에 관한 문제이기도 하다.

로봇의 자동 의사 결정과 관련하여 세미나에서 책임 수준에 관해 열띤 논쟁이 벌어졌다고 ARCIC 미래 전투국(Future Warfare Division) 책임자 Kevin Felix 대령이 말했다.

이 기술은 이미 로봇에 사용되고 있으나 더 많은 논의를 통해 그 윤리에 대한 합의를 도출해야 할 것이라고 그는 말했다. 이런 논의는 국가 수준에서 실시되어야 할 것이다.

그리고 그는 적군이 “우리와 같은 규칙에 따라 싸우지는 않을 것이다.”라고 덧붙였다.

그리고 로봇 체계가 더 많이 도입됨에 따라 조달과 유지비용 같이 고려해야 할 사항이 많아진다고 그는 말했다.

Felix 대령은 인력 강화, 즉 군이 로봇이 아니더라도 군인이 더 많은 일을 하고 능력을 보강할 수 있게 해주는 것들도 등장할 것이라고 예측하며 세미나에서 이에 대해 논의했다고 덧붙였다.

과학에 대한 투자

긴축 예산에도 불구하고 육군은 과학, 기술, 연구, 개발에 계속 투자하여 향후 전쟁에 더욱 잘 대비해야 한다고 Hix 소장은 말했다.

전략 동향 세미나가 과학자와 학계 인사가 참석한 W&M 캠퍼스에서 열린 것은 이들의 독특한 견해를 들을 수 있다는 점에서 육군에 유의했다고 그는 덧붙였다.

TRADOC이 버지니아 주 윌리엄스버그(Williamsburg)에 있는 W&M 캠퍼스와 매우 가까이 있다고 W&M의 전략 이니셔티브(Strategic Initiatives) 부회장 Jim Golden 박사는 말했다.

이 대학에서 진행 중인 연구와 육군 기획자들이 진행 중인 연구에는 공통되는 부분이 많다고 Golden 박사는 말했다. W&M는 향후 30년간의 환경을 구상할 수 있는 신경과학, 문화 및 사회적 동향 같은 주제

를 분석한 결과를 육군에 제공할 수 있으며 육군은 전략을 세울 때 이를 고려할 수 있을 것이라고 그는 말했다.

Hix 소장은 TRADOC은 정보 공동체와도 협력하여 적군이 로봇, 전자기 및 사이버 전쟁과 기타 능력 중 어디에 투자하고 있는지 확인하고 있다고 말했다.

그는 “미래의 적에게 우리가 당하는 것을 피할 수 있겠지만, 그러나 그러한 상황을 직면하고 싶지 않은 것이 사실이다.”라고 그는 말했다.

출처 1. asdnews.com (2014. 1. 22.)
2. armyrecognition.com (2014. 1. 23.)

해설

Robert W. Cone 장군은 2014년 1월 초에 열린 미 육군 항공 심포지엄에서 여단 규모를 4,000명에서 3,000명으로 감축하는 것을 고려하고 있다고 밝혔다. 아울러, 육군은 화력의 일정 부분을 희생해서라도 병력을 안전하게 하는 병력 방호에 자원을 더 투입했음에 주목했다. 로봇은 여단 화력을 강화하면서 병력 방호 부담을 낮출 수가 있다.

미 육군은 2015년 말에는 병력을 540,000명에서 약 490,000명으로 감축시킬 예정이다. 일부 보고에 따르면 2010년대 말에는 450,000명 이하가 될 수 있다.



프랑스, 2개의 신형 장갑차 사업 시작



말리에 배치된 프랑스 ERC 90 장갑차

프랑스가 프랑스 육군의 스콜피온 현대화 사업(Scorpion Modernization program)의 일환으로 최대 2,328대의 차륜형 장갑차를 획득하는 2개의 대형 육상 사업을 시작한 사실이 밝혀졌다.

1월 21일, 프랑스 육군 참모총장 Bertrand Ract Madoux는 다목적 장갑차 VBMR(Véhicule Blindé Multi-Rôle)과 정찰 전투 장갑차 EBRC(Engin Blinde de Reconnaissance au Combat) 사업에 대한 제안요청서(RFP)를 병기본부(DGA)가 공고했다고 확인했다.

2013년 프랑스 방위 사업법(LPM)에 따라 프랑스는 VBMR 2,080대와 EBRC 248대를 구매할 예정이다. 최초 납품은 각각 2018년과 2020년으로 계획되어 있다. 프랑

스 기업으로 제한되는 제안 요청서는 2013년 12월 20일에 공개되었다고 Ract Madoux 참모총장이 전했다. 프랑스는 단위 목표 가격을 VBMR은 100만 유로(137만 달러), EBRC는 300만 유로로 원하고 있으며, 총 획득 비용은 20억 유로 이상이 될 것이다.

통합발주의 목적은 공통 구동렬, 방호장치 및 기타 요소를 포함하는 두 개 유형의 장갑차 간 공통성을 극대화하는 것이다. 두 장갑차 모두 6×6 형상이고, 무게는 약 20톤으로 예상된다.

VBMR 사업으로 노후화된 Renault Trucks Defense사의 4×4 병력수송 장갑차(APC) VAB(Vehicule de l'Avant Blinde)를 교체한다. 현재 3,000대 가량이 운용되는 VAB는 프랑스에서 가장 많이 운용되는 병력수송 장갑차이다.

EBRC는 프랑스 육군의 Panhard사 6×6 정찰 장갑차량 ERC 90 F4 Sagaie와 Nexter Systems사 정찰 장갑차 AMX-10RC을 교체할 예정이며, 각각 약 160대와 250대가 운용되고 있다.

Ract Madoux 참모총장은 현재 말리와 중앙아프리카 공화국에 배치되어 있는 프랑스의 장갑차는 몇 년 전까지 아프가니스탄과 레바논에 배치되면서 손상을 입었기 때문에 새로운 장갑차가 절실하다고 말했다.

프랑스 방위 산업 소식통은 DGA가 동업

자 간 경쟁을 피하고 방위 산업 기반 및 인력을 보호할 목적으로 프랑스 최대 육상 체계 기업인 Nexter사, Renault Trucks Defense사, Thales사에게 기업 컨소시엄을 구성하여 입찰에 공동 제안서를 제출할 것을 촉구했다고 IHS Jane's에 전했다. 컨소시엄은 1월초에 결성되었다고 보고되었다.

이후 DGA는 3개 업체와 비공개 대화를 시작했다고 프랑스 신문 Les Echos지가 전했다. 국내 기업으로 입찰을 제한하는 것은 EU 조약 346조에 따라 허용된다.

EBRC와 VBMR은 이 사업에서 가장 규모가 큰 요소이기는 하지만 스콜피온 사업에는 Leclerc 주력 전차, FELIN 병사/정보 체계, 스콜피온 전장 관리 체계(SIC-S)를 포함한 프랑스 육군의 합동 전술 집단의 능력을 현대화하기 위한 다른 요소도 포함하고 있다.

프랑스 컨소시엄은 플랫폼과 체계 및 기밀 데이터를 포함하는 전체 스콜피온 사업에 후보로 지명될 계획이라고 한다. 이에 따라 Renault Trucks Defense사와 Nexter사는 플랫폼을 담당하고 Thales사는 체계, 차량 전자장치, 데이터 관리를 담당하게 될 것이다.

해설

프랑스 육군용 현 보병 전투 장갑차인 8×8 VBCI는 최대 속도가 90km/h인 30톤급 장갑차로서, 병력수송 장갑차 AMX 10P의 후속 장갑차로 2008년부터 운용되었다. VBCI 발주분 630대 중 520대는 보병 전투 장갑차 VCI이고, 나머지 110대는 지휘용 장갑차량 VPC이다. VCI는 25mm 1인승 포탑을 탑재하고 FELIN 병사체계를 착용한 보병 11명과 관련 장비를 수송할 수 있다. VPC는 EADS사의 연대급 정보체계를 탑재하고 있다.

계약에 따른 최종 차량은 2015년 납품 예정이므로, 최종 VBCI가 2015년 상반기에 Roanne 공장에서 생산 완료되고 생산라인은 2014년부터 가동이 멈추기 시작할 것이다. 이에 따라 생산업체는 수출을 포함한 생산물량 확보를 희망하고 있으나, 근래 수출 시장을 확보하고 있지 못하고 있다.

VBCI는 영국의 FRES-UV(Future Rapid Effect System - Utility Vehicle) 사업 경쟁에서 패배하였다. 사업은 이후에 무산되었지만 당시 GD사가 Piranha 기반으로 응찰하여 경쟁에서 이겼다. 또한 스웨덴 육군용 차륜형 장갑차 요구사항 입찰 시 5개 경쟁업체 중 한 업체였지만, Patria사가 승리하였다.

출처 janes.ihs.com (2014. 1. 30.)

▶▶▶

미 해군항공무기연구소, 소형 정밀유도미사일 ‘SPIKE’ 개발



SPIKE 미사일

미 해군항공무기연구소(Naval Air Warfare Center Weapons Division, NAWCWD)는 SPIKE라고 불리는 소형 정밀유도미사일(precision guided missile, PGM)을 성공적으로 발사했다. NAWCWD는 미국 기업의 첨단 모듈식 설계와 상용품을 사용하여 현재보다 훨씬 더싼 비용으로 정교한 유도 미사일을 조달할 수 있음을 입증하였다.

SPIKE의 기획, 설계, 개발 및 시험은 NAWCWD에서 하였다. NAWCWD 팀은 현재까지 시제 미사일 약 26기를 제작하여

10회 이상의 본격적인 유도미사일 시험이 성공리에 완료되었다.

NAWCWD는 ARDEC과 합의 각서를 통해, 2013년 봄에 구체적 계획을 세우고 같은 해 여름에 NAWCWD의 차이나 레이크(China Lake)에 있는 발사장에서 공중 표적을 대상으로 한 SPIKEe 통합 시연에 성공했다.

Wheelock은 “SPIKEe는 해군에서 개발하여 그 소유권이 정부에 있기 때문에 특정 요건을 충족시키기 위해 체계를 신속하게 개조할 수 있었다는 사실이 훨씬 더 매력적

이다.”라고 말했다.

Spike는 지상이나 공중에서 발사할 수 있는 다목적 체계이며, 견착사격 방식도 현재 개발 중에 있다. 또한 장착대 하나에 Spike 미사일 여러 개를 장착하여 복수의 표적을 타격할 수 있다.

가령 최근 증가하는 위협 요소 중 하나는 고속공격정(Fast Attack Craft, FAC)과 고속상륙공격정(Fast Inshore Attack Craft, FIAC)과 같은 소형함대의 위협을 들 수 있다. 보통 적은 한꺼번에 동시에 FAC·FIAC를 다중표적으로 사용하는 전략을 쓴다. Spike는 이러한 공격에서 다층 방어 수단으로 요긴할 수가 있다.

Wheelock은 “여러 표적이 다가올 때 이 중에서 일부는 통과할 가능성이 있다. SPIKE는 이렇게 통과한 표적을 파괴할 수 있는 좋은 대안이다. 이러한 공격정들을 완전히 파괴하지는 못해도 사용 불능 상태로 만들 수는 있다. 비록 소형의 탄두이지만 정확도만 보강된다면, 충분한 효과를 거둘 수가 있다.”라고 말했다.

SPIKE는 NAWCWD의 포인트 무구 해상 시험장에서 실시된 개별 시험에서 이동 중인 FIAC를 요격하였다.

현재 이들은 최신의 위협에 대응할 수 있도록 SPIKE를 다시 설계하는 일에 집중하

고 있다. 재설계 요소 중 하나는 고정익 및 카나드 레일 장착 체계에서 접이식 제어면, 관(tube) 장착 방식으로 전환하는 것이다. Wheelock은 공통의 관 체계로 전환하면 SPIKE 미사일의 형상변경 없이 모든 장착 조건에 적합하다고 말했다.

Wheelock은 “우리는 기술자료와 모든 지적 재산을 소유하고 있고 개발능력을 가지고 있어 시험장에서 즉시 시험할 뿐만 아니라, 필요시 개조한 후 재시험하고, 우리 시설에서 바로 소량 생산할 수 있다. 이것이 가능한 곳은 매우 적다. 이러한 능력과 유연성은 전투원의 요구에 바로 대응할 수 있음을 의미한다.”고 말했다.

출처 asdnews.com (2014, 2, 4.)

해설

미 해군이 개발한 소형 SPIKE 미사일은 이스라엘 Rafael사가 개발한 대전차 SPIKE와는 다른 종류의 미사일이며, 길이 25인치, 무게 5lb이며, 가격은 5,000달러이다. 주로 소형항공기, 소형함정이나 경차량, 사람 등 부드러운 표적에 사용된다. 특징은 휴대카메라가 장착되어 사람이 유도하여 표적을 맞출 수 있다.



미 해군, 레이저 무기 배치 임박



Ponce함 탑재 레이저 무기

망원경처럼 생긴 레이저 포가 금년 말에 미 해군 전함에 탑재되어 출항한다. 해군은 거친 해상에서 12개월 이상 시험 배치하여 접근하는 소형 항공기나 고속 함정에 레이저 광선이 적합한 무기의 역할을 할 수 있을지 여부를 입증할 것이다.

지난 6년간 해군은 레이저 무기의 연구, 개발, 시험에 약 4천만 달러를 지출했다. 물론 훨씬 더 범위가 넓은 다양한 형태의 기술을 추구했으나 커다란 성과는 얻지 못했다. 수십 년 동안 실험이 있었지만, 소위 지향성 에너지 무기는 연구 단계에서 벗어나 실전 배치에까지는 이르지 못했다.

군 관리와 외부 전문가들은 성능이 입증된 운동에너지 미사일과 탄두가 대량 비축되어 있어도 해군이 레이저 무기를 채택할 만한 이유가 있다고 판단한다. 바로 ‘경제

성’이 그 이유이다. 수백 킬로와트의 전기를 발생시킬 수 있는 함선에 고출력 고체 레이저를 설치하면 1회 사격에 드는 적은 비용으로도 화력을 낼 수 있다고 한다. 이에 반해 재래식 해군 포탄과 미사일은 한 발당 수만 또는 수십만 달러가 든다.

미 해군해양체계사령부(NSSC)의 Chris Johnson 대변인은 Ponce함의 레이저 설치가 금년 여름에 착수된다고 말했다. 그는 “이번 배치를 통해 미래 체계에서 사용될 환경과 유사한 운영 환경에서 무기화된 레이저를 시험해 볼 수 있다.”고 말했다. 해군이 이 프로젝트를 진행하기로 결정할 경우 1차 운영 무기가 함대에 탑재될 시기는 2017년과 2021년 사이가 될 것이다.

Ponce함에 탑재될 레이저 포의 정확한 출력 수준은 기밀이다. 외부 전문가들은 15~50kW 사이로 보고 있다.

레이저 무기가 과거 수년 동안 기술적 공상일 뿐이라는 비난이 없지는 않았으나 이제 분석가들은 군, 특히 해군이 이 체계를 배치하여 방어와 공격 용도로 사용 가능할 것으로 낙관하고 있다.

미 의회조사국(Congressional Research Service, CRS)의 Ronald O'Rourke 해군 분석가는 고에너지 군사 레이저는 약 1마일 거리에 있는 해상 및 공중 표적을 공격할 수 있는 수준에 도달했으며, 몇 년 후에

는 해군 함정에 실전 배치될 준비를 마칠 수 있을 것이라고 밝혔다.

L-3 Integrated Optical Systems사의 Don Linnell은 “Ponce함 배치는 지향성 에너지 무기의 미래에 큰 역할을 할 것이라고 확신한다.”고 말했다. 일단 함대에 배치된 레이저 무기의 재정적 장점은 엄청날 수 있다고 한다. 함선에 동력이 있는 동안은 장전 상태를 유지할 수 있으므로 레이저는 무한한 탄약고로 봐야 한다고 그는 말했다.

해군이 더 많은 함정에 레이저 무기를 장착하기로 결정했다면 함정의 전기 저장 용량을 확대해야 할 것이다. 레이저 무기의 사용이 증가하면 함정 에너지 관리 기술을 공급하는 기업들에게는 희소식이 될 것이다. DRS Technologies사, 해군 및 해상 사업부의 Eric Lindenbaum 부사장은 향후 레이저의 크기에 따라 해군 함정에는 전기를 저장할 대형 배터리가 필요할 것이라고 말했다. 이 회사는 해군의 연료 절약 노력의 일환으로 이지스 구축함에서 사용되는 에너지 저장 모듈을 제조한다. 업계의 다른 관계자들과 마찬가지로 Lindenbaum도 해군의 지향성 에너지 무기가 이제 거의 실용화 단계에 임박했다고 본다.

그러나 업체들은 고체 레이저의 출력 수준이 비록 지금은 높지 않아도 무기 체계에 사용할 준비가 되었다고 계속 투자하고 있다. 현재 운용 고체 레이저 무기는 이미 10~20kW에 도달해 있다.

2008년에 레이저 생산업체 Aculight사를 인수한 록히드마틴사는 1월 28일에 30kW 광섬유 레이저를 제작했다고 발표했다. 이

레이저는 여러 개의 광섬유 레이저를 단일 광선으로 집속시킨다. 기술개발기금으로 자금을 확보한 록히드마틴사는 항공기, 헬리콥터, 선박, 트럭 같은 군사 플랫폼용으로 이 레이저를 판매할 계획을 가지고 있다.

록히드마틴사는 보도 자료를 통해 현재 시중에 나와 있는 대부분의 레이저 무기는 출력이나 냉각 효과가 떨어져 군이 플랫폼에 통합하여 유지하기가 어렵다고 말했다. 록히드마틴사의 레이저는 비슷한 시스템보다 전기가 50% 덜 든다고 한다.

무기급 레이저로서 기본기준은 100kW, 즉 소형 함정이나 무인기 같은 표적을 타격할 정도여야 한다. Carr는 해군이 이보다 낮은 출력으로 타격할 수 있음을 입증했다고 말했다. 출력 확대에서 가장 어려운 기술적 문제 중 하나는 너무 뜨거워져 고장이 나는 레이저 매질의 효율적인 열 관리라고 Carr는 말했다. 또한 그는 광선의 집속도 관리가 어려운 문제이며 연구원들은 이 문제를 개선하고 있다고 말했다. 또한 순항미사일이나 탄도 미사일 같은 표적을 격추하려면 메가와트급 출력이 필요할 것이다. 고체 레이저는 장시간에 그런 출력을 내지 못할 것이라고 말했다.

O'Rourke 해군 분석가는 “기술, 설계, 제조상의 어려움을 과소평가하면 안 되며, 개발하는 데 수십 년이 걸렸지만 국방부는 고에너지 레이저 무기 체계를 배치하지 않았다.”고 말했다.

해군의 Ponce함 배치는 지향성 에너지 시스템의 성과가 단속적이라는 점을 생각할 때 대단한 성과이며 “전에는 공군과 육군

이 지향성 에너지에서 앞서 있었지만, 이제 해군이 앞서고 있다.”고 Boness는 말했다.

전문가들은 출력 수준이 더 높은 레이저도 운동에너지 무기(Kinetic Energy Weapon, KEW)를 대신하지 못한다고 주장한다. Carr는 “전술적 측면은 물론 경제적 측면에서도 논쟁이 있다. 지향성 에너지가 재래식 무기를 당장은 완전히 대체하지는 못하지만 이를 보완할 수는 있으며, 비용이 증가하는 운동에너지 무기에 비해 보다 도움이 될 수 있다. Carr는 지향성 에너지는 “놀라운 개념이지만 실제로는 그 이상이다. 방어, 직접 공격, 추적, 통신 등의 여러 임무에 레이저를 사용할 수 있다. 조건만 맞는다면 장거리 표적을 정확하게 추적할 수 있다.”고 말했다.

Carr는 출력을 늘릴 수 있다면 접근하는 소형 함정에 경고하고 적의 잠재적 의도를 파악할 필요가 있는 지휘관에게 덜 치명적인 선택이 될 수 있다고 말했다. 다시 말해 지휘관들에게 가장 어려운 이러한 상황에서 레이저는 경고 사격보다 확전 가능성이 낮은 대안이 될 것이다.

결국 해군은 레이저 사용 여부, 사용 방법, 사용 조건과 전술 및 법적 제한을 결정해야 한다. 미국은 사람의 눈에 치명적 손상을 줄 수 있는 레이저의 사용을 금하는 조약에 서명했다. 그러나 우발적 사고에 관한 우려의 문제가 계속 제기되고 있다. 미국은 1995년에 그리고 이후 2008년에 시야를 교란시키는 레이저 무기를 금하는 1980년 국제 조약을 비준했다.

한편 미 해군연구처(Office of Naval

Research, ONR)는 이지스 구축함과 연안 전투함에 탑재할 함정 탑재형 레이저를 추진하고 있다.

레이시온사, BAE Systems사 그리고 노드롭그루먼사는 소위 ‘고체 레이저 기술 성숙’이라는 프로젝트에 따라 고에너지 레이저 무기의 개념을 설계하고 있다.

해군은 다른 군 레이저 사업의 기존 기술을 활용할 계획이다. ONR의 Peter Vietti 대변인은 “전통적 관점의 방어 무기로 사용할 수 있을 뿐만 아니라 전자 기동전에도 사용할 수 있다. 앞으로 출력 수준이 향상된 레이저는 순항 미사일 같은 공중 위협을 저지할 능력을 갖게 되어 함정에 거의 무한한 무기고를 갖춘 방어 능력을 제공하게 되어 레이저 무기의 잠재력이 크다.”라고 말했다.

출처 nationaldefensemagazine.org (2014. 1. 29.)

해설

지향성 에너지가 점차 무기체계화되어 가고 있다. 레이저무기는 독일, 미국, 이스라엘, 러시아, 중국 등 세계 각국에서 차기 무기로 주도적으로 개발하고 있다. 지금까지 밝혀진 내용을 보면 미국에서는 록히드마틴, 레이시온사, BAE systems사, 보잉사 등이 개발과 운용시험을 하고 있다. 록히드마틴사의 경우는 정확히는 알 수 없지만 10~50kW 출력으로 판단된다. 독일의 MBDA사는 40kW급을 개발하였다. 또한 Rheinmetall사는 20kW 시험결과 성공하였고, 60kW급을 개발하여 자체시험 중이며, 100kW급을 개발할 예정이다.

▶▶▶

러시아, 신형 120mm 자주포 개발 공개



120mm 자주포 및 6×6 차체

러시아는 2014년 1월 20일 군 블로그를 통해 새로운 경량 자주포 개발 소식을 알렸다. 이 신형 경량 자주포는 6×6 경량 전술 차량 Volk VPK-39273을 기반으로 차대 후미에 120mm 포 2B16 Nona-K를 탑재하였다.

Volk는 GAZ 그룹 계열사인 러시아 방위 사업체 Voенно-Промышленная Компания(VPK)에서 설계, 개발, 생산을 맡은 기동성이 뛰어난 4×4 경량 전술 차량이다.

Volk 4×4는 최근 2010년 모스크바에서 열린 방위산업 박람회에서 공개되었다.

Volk 계열 차량에는 VPK-39273라고 명명된 6×6 버전도 있다. 러시아 블로그에 따르면 신형 경량 자주포는 Volk, VPK-39373 또는 Volk-3의 새로운 버전을 기반으로 한다.

Volk-3 경량 자주포는 6×6 차대를 사용하며, 정면에 장갑 조종석이 있고 차대 후미에는 120mm 포 2B16 Nona-K가 탑재되어 있다. 또한 발사 위치 배치 시, 대형 스펀드가 후미에서 유압 방식으로 내려가 발사 플랫폼의 안정성이 향상된다.

120mm 2B16(NONA-K) 포는 견인식으로 1970년대에 Perm 포병대 시설과 정밀기계 제작 중앙 과학연구소(Central Scientific Research Institute for Precision Machinery Construction)에서 개발되었다.

2B16은 1986년부터 러시아 육군에서 사용되었으며, 최대 사거리는 8.7km이다.

2B16(Nona-K)은 러시아에서 2A51이라고 부르는 120mm/24.2 구경 포로 구성되어 있으며, HE-FRAG(고폭과편탄), HEAT(대전차 고폭탄) 및 연막탄은 물론 120mm 박격포탄까지 모든 종류의 포탄을 발사할 수 있다.

이러한 유형의 포병부대 무기 체계는, 군 수송기로 신속하게 배치될 수 있는 동시에 고효율 화력을 제공할 수 있어 신속 투입 부대나 공수부대에 제공할 수 있는 최상의 솔루션 중의 하나이다.

출처 armyrecognition.com (2014, 1, 22.)



러시아, 인도에 2S19 152mm 자주포 공급 전망



2S19 MSTA-S 152mm 자주포

러시아 국영 무기 수출업체인 Rosoboronexport사는 인도와의 협력을 보다 확대하여 향후 공동 생산에 주력할 계획을 밝혔다. 관련 소식통에 따르면, Rosoboronexport사는 152mm 자주포 2S19 MSTA-S 공급과 관련된 입찰 진행을 논의할 것으로 보인다.

현재 인도에서 러시아산 2S19 MSTA-S 자주포의 시험이 진행되고 있다. 이 자주포의 새시는 T-90S 주력전차(MBT) 새시와 구성품 및 장치에 있어 많은 호환성을 가지고 있다. 현재 T-90S MBT는 인도, 아바디(Avadi) 소재 군용중장비공장(Heavy Vehicles Factory, HVF)에서의 라이선스 생산이 종료된 상태이다.

2S19 MSTA-S는 러시아의 예카테린버그(Ekaterinberg)에 있는 Uraltransmash사가 설계하여 제조하는 152mm 자주포다. 이 자주포는 러시아 육군이 1989년부터 운용하기 시작했다.

2S19의 주무장 체계로는 장포신 2A64

152mm 곡사포이고, 여기에는 배연기와 포구 제동기가 포함되어 있다. 2S19의 152mm 2A64 주무장은 Barrikady State Production Association사에서 제조한다. 152mm 2A64 곡사포는 제식명 OF-45의 고풍파편탄(High-Explosive Fragmentation, HE-FRAG)을 최대 24.7km까지 발사한다.

Rosoboronexport사 관계자는 BMP-2 보병전투장갑차, T-72 및 T-90S 전차 등 이전에 인도되었던 장비의 개조를 포함해 현재 및 향후 프로젝트를 놓고 인도 협력업체들과 협의했다.

익명의 고위 관리에 따르면 작년에 러시아가 인도에 47억 8천만 달러 규모의 무기와 군 장비를 수출했다고 한다.

이로써 러시아의 대 인도 무기 수출이 2012년의 약 30억 달러에서 50% 이상 증가한 것이다.

출처 armyrecognition.com (2014. 2. 11.)

해설

러시아는 이미 양산 중인 2S19 MSTA-S 자주포를 배치하여 운용 중이며, 인도 판매를 위해 인도와 시험을 진행하고 있다. 러시아는 2S19 MSTA-S 자주포를 개량하여 고풍 장사정 정밀유도탄을 사용한 사거리 70km에서 고도의 정확성을 갖는 2S35 자주포와 장갑 방호 능력과 무인사격이 가능한 자주포를 개발 중이다.

▶▶▶

미 육군과 레이시온사, GPS 유도 Excalibur탄 시험발사 성공



Excalibur 유도탄 폭발

미 육군의 Excalibur 사업 책임자인 Josh Walsh 중령은 “Excalibur는 전투원이 적의 위협을 없애는 정밀 도구이며, 현재 전 세계에서 유일하게 전투 성능이 입증된 155mm 정밀유도포탄이다. 이 무기는 시험에서 그 성능이 계속 입증되고 있으며, 더 중요한 점은 전장에서 성능이 계속 입증되고 있다는 것이다.”라고 말했다.

시험 중에 포수들이 Paladin과 M777 곡사포에서 7~38km 거리에 있는 다양한 표적을 향해 Excalibur Ib 포탄을 발사했다. 발사체 30개의 평균 오차 거리는 1.6m 였다.

레이시온사의 Michelle Lohmeier 지상전 체계 제품 담당 부사장은 “이번 시험과 기타 최근 시험에서 Excalibur가 모든 155

mm 곡사포에 진정한 정밀성을 제공할 수 있으며 전투원에게 결정적인 이점을 줄 수 있음이 입증되었다. Excalibur가 입증한 1차 효과는 기동력에 필요한 전천후, 즉각 반응, 정밀 타격 능력이다. 따라서 작전 효과는 높이고, 부대의 군수 부담은 줄이고, 군의 전개성을 높일 수 있다.”고 말했다.

레이시온사는 전투 능력이 입증된 155mm GPS 유도포탄을 레이저 추적기에 이중 모드 GPS/LST 유도 능력을 갖추는 보강 사업에도 자금을 지원했다. 이 회사는 2014년 초에 ‘Excalibur-S’를 실제로 발사하는 시연을 계획하고 있다. 레이저 유도는 표적 위치 오차를 줄이고 움직이는 표적의 공격을 지원하여, GPS의 품질이 떨어졌거나 사

용할 수 없는 경우에도 정밀 효과를 보장할 수 있다.

Excalibur는 모든 환경에서 정확한 1차 효과를 발휘하고, GPS 유도를 이용해 정확성을 제공해주는 장거리 155mm 정밀유도포탄이다. Excalibur의 정확도를 사용하면 다른 포탄을 사용할 때 드는 시간, 비용 및 군수 부담이 크게 감소한다. 지금까지 700발 가까이 발사된 바 있는 Excalibur는 미 육군과 해병대에 획기적인 정밀탄약이다. 분석 결과 Excalibur 한 발로 재래식 탄 10~50발의 화력을 달성할 수 있는 것으로 밝혀졌다.

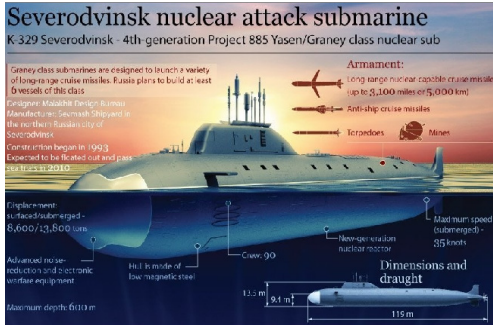
해설

155mm 곡사포는 초기 견인포에서 점차 발전하여 자주포에 자동통제장치, 자동송탄 및 정확도 향상, 사거리를 증대하는 방향으로 성능을 개량하였다. 현재에는 과거의 155mm 포신을 이용하되, 탄을 개량하여 사거리 증대와 정확도 향상을 위한 유도탄을 개발하여 시험 중이다. 이들은 신관에 정밀 유도키트를 장착하며 발사체의 탄도궤도를 수정하여 1~2m이 내 정확성을 갖도록 하고 화력도 10배에 이르는 성능을 갖는다.

출처 investor.raytheon.com (2014. 2. 8.)



러시아, 최첨단 대형 잠수함 취역 임박



러시아의 Severodvinsk K-329 잠수함

영국과 미국은 러시아가 공식 취역을 앞둔 최첨단 초대형 잠수함(일명 ‘Beast from Beneath’) 때문에 고민에 빠져있다고 전문가들은 경고하고 있다.

러시아 해군이 그동안 540억 루블(1억 파운드)을 투자하여 개발·건조하였고 2013년 12월 30일 인도식을 가진 바 있는 Severodvinsk K-329 잠수함의 취역시기가 임박하였다고 소식통들은 전하고 있다. ‘Severodvinsk’함은 8척으로 이루어지는 Yasen 급(NATO명 Graney급) 잠수함 전대의 선도함으로 200kt 탄두를 장착한 Granat 순항미사일, P-800 Oniks 대함미사일, 650mm 및 533mm 어뢰발사관, 기뢰 등을 탑재하며 최대 작전지속기간은 100일에 달한다. K-329는 영국과 미국 등 잠수함 경쟁국의 기술을 능가하는 것으로 파악되고 있는데 1990년도에 상영된 손코네리가 주연한 ‘The Hunt for Red October’에 등장한 구소련

의 잠수함과 같은 잠수함이다.

수중배수량이 13,800톤, 전장 119m, 전폭 13.5m, 높이가 9.4m인 K-329함의 최고속도는 30~35kts, 핵발전 설비 가동 소음이 매우 조용하고 선체 역시 소음 흡수 성능의 소재로 피막처리가 되어 피탐지 능력이 뛰어나며 최고 작전 심도는 600m에 달한다.

전문가들은 현재 잠수함의 경쟁에서의 승리는 누가 먼저 상대국의 비밀기술을 파악하느냐에 달려 있으며 이런 측면에서 지금까지 자신들의 잠수함이 세계 최고라고 믿고 있었던 미국은 K-329 관련 기술에 대해 절반정도만 파악하고 있는 것으로 분석하고 있다.

출처 ibtimes.co.uk (2014. 1. 12.)

해설

Severodvinsk함은 1993년에 용골거치식을 갖고 건조에 착수하였으나 재정적인 문제와 밝혀지지 않은 기술적 문제들로 인하여 계속 지연이 되어오다 2003년 건조 예산이 재반영되어 2004년부터 재건조에 착수하였다. 그러나 신형 Borey급 잠수함에 우선순위가 밀려서 다시 건조가 늦어지는 등 많은 어려운 과정을 겪어 왔던 잠수함이다



미 해군, 신개념 수중무인체 발사 시스템 시험 착수



ULRM 운용 개념도

하기 전 단계에서의 모의시험 수준이며 미사일 발사관에서 발사된 수중 무인체는 록히드마틴사에서 제작한 무게 10,000파운드의 ‘Marlin’ 인데 ULRM은 폭 60인치, 길이 23ft 그리고 최대 30,000lb까지의 물체를 이동, 발사할 수 있다.

출처 engineering.com (2014. 1. 30.)

미 해군과 GDEB(General Dynamics Electric Boat)사는 잠수함으로부터 발사되어 수중감시정찰 및 대기퇴전 임무 등을 수행할 수중무인체(UUV)의 발사 시스템 ULRM(Universal Launch Recovery Module) 시제품 시험에 착수하였다. 잠수함에 ULRM 설치를 위한 잠수함의 형상변경이 불필요하고, 잠수함 탑재 순항미사일 발사체의 빈 공간을 이용하여 UUV를 발사하는 ULRM은 UUV를 보관, 잠수함 내부에서 발사 지점인 외부 선체까지 이동 및 발사 그리고 임무가 끝난 UUV를 다시 회수하는 시스템이다.

이번 시험은 실제 핵추진잠수함에서 시험

해설

ULRM은 GDEB사가 Trident 잠수함의 D5 미사일 발사관을 사용하여 무거운 물체를 발사 전개 및 회수할 수 있는 비용 절감형 수중 무인체 발사시스템을 개발하기 위하여 2005년부터 사업에 착수한 시스템이다. 또한 ULRM은 Virginia급 잠수함의 미사일수직발사 능력을 12기에서 40기까지 확대하는 Virginia Payload Modules(VPMs)사업에 2019년부터 적용이 될 예정이다. ULRM에서 발사가 가능한 UUV로는 Sea Glider, Bluefin 21 그리고 이번 시험에 사용된 Marlin 등이 논의되고 있다.

▶▶▶

Thales사, 2050 소나체계 기술지원 계약 체결



영국 해군의 Type 23 호위함

Thales사는 영국 해군이 운용 중인 Type 23 호위함(Duke급)에 탑재된 2050 소나시스템의 대잠전용 센서에 대한 5년간 기술 지원을 제공하는 계약을 영국 국방부와 체결하였다. 13척의 Type 23 호위함에 탑재된 2050 소나는 중거리 함수소나로 저주파 영역에서 함정의 수동 탐지능력을 제공하는 영국 해군의 주력 선체장착 대잠전 센서이다.

계약에 따라 Thales사는 2050 소나시스템과 관련하여 전 세계에서 사용되는 24/7 helpdesk 지원 서비스와 시험장비 및 조작 관련 기술지원을 수행하게 된다.

Type 23 호위함 8척에는 함정으로부터 상당한 원거리에서 활동 중인 적 잠수함을 포착할 수 있는 Thales사의 2087 예인배열 소나가 함미에 탑재되어 있다. 이와 같은 2050 및 2087 2종류의 소나와 Merlin 대잠 헬기에 장착된 FLASH 2089 디핑소나가 조합을 이루게 되면 Type 23 호위함은 그 어느 함정보다 강력한 대잠전 능력을 보유하게 된다.

출처 asdnews.com (2014. 2. 11.)

해설

Type 23 호위함은 전장 133m, 전폭 16.1m, 만재배수량 4,500톤이며 최대속도 28kts, 항속거리는 15kts로 7,800마일이다. 또한 탑재 무기체계는 4연장 Harpoon 함대함 미사일 발사대 2기, 32셀 Seawolf 함대공 미사일 수직발사대 GWS 26 Mod 1, Vickers 114mm 함포 1문 및 30mm 함포 2문, 324mm Stingray 어뢰발사관 2기 등을 탑재하고 있으며 Merlin 대잠헬기를 운용하고 있다.



러시아, Kirov급 중(重)유도탄순양함 개수사업 착수



러시아 해군의 Kirov급 유도탄순양함

러시아의 Sevmash 조선소 관계자는 Kirov급 순양함(project 1144.2) Admiral Nakhimov함의 전면 개수정비사업에 착수하였다고 발표하였다. RIA Novosti에 따르면 Nakhimov함은 1988년에 취역하여 1999년에 퇴역하였으며 2005년에 전면 정비를 거쳐 재취역을 하는 계획이 발표되었으나 그동안 수차례 지연되다가 이번에 전면 개수정비사업에 착수를 하게 되었다. 이번 개수정비사업에는 P-800 Onik (SS-N-26) 초음속 대함순항미사일과 S-400 Triumf (SA-21 Growler)를 기반으로 하는 대공방어미사일, 근접방어시스템 등의 신규 무기체계 탑재가 포함된다.

또한 4기의 원자로와 2기의 보조보일러에 의해 추진되며 20 Vodopad-NK 대잠미사일 또는 어뢰 발사를 위한 발사관, 대어뢰 로켓시스템, 40연장 대잠로켓과 RBU-1000을 장착한 Udav-1 시스템 등이 탑재된다. Kamov Ka-27PL 또는 Ka-25RT 헬기를

탑재하며, 130mm AK-130 다목적 쌍열 함포와 Kashstan 대공방어미사일 등도 탑재된다. Kirov급 유도탄순양함은 4척이 건조되었으나 현재는 Pyotr Veliky함 1척만 운용이 되고 있는데 러시아 해군은 현재 운용이 정지된 나머지 3척에 대해서는 Nakhimov함을 필두로 2018년까지 전면정비작업을 마치고 재취역시킬 계획을 가지고 있다.

출처 naval-technology.com (2014. 1. 27.)

해설

키로프급 순양함의 목적은 쿠즈네초프(Kuznetsov) 항공모함의 호위함으로 계획되어 총 4척이 건조되었으나 북해함대의 기함으로 활동 중인 Pyotr Veliky 4번함만 운용 중이다. 1980년 취역한 1번함 키로프함은 1990년 작전 중 핵 추진기에 고장이 발생한 후 타함의 부품 예비용으로 사용되고 있고 2, 3번함은 유지비용을 감당할 수 없어 퇴역된 상태이다. 그동안 담보상태에 있던 이번의 개수사업이 완료되면 키로프급 순양함은 2040~2050년까지 세계 최강의 전투함 명성을 유지하며 운용될 것이다. 순양함의 주요 제원은 전장 252m, 선평 28.5m, 흘수 9.1m이며 속력은 순항 시 18kts, 최고 30kts이며 장갑은 측면 75mm~100mm, 상부 50mm이다.

▶▶▶

미 GD BIW사, 차세대 연안감시선 예비설계 계약 체결



미 해안경비대의 차세대 연안감시선(OPC) 이미지

미 해안경비대는 GD BIW(Bath Iron Works)사와 차세대 쾌속연안감시선사업(Offshore Patrol Cutter, OPC)과 관련하여 2,100만 달러 규모의 계약을 체결하였다. BIW사는 이번 차세대 Cutter 1단계 예비설계사업에 참여한 8개 업체 중 최종적으로 선정된 3개 업체 중 하나이고, BIW사와 함께 사업에 참여하는 업체는 L-3 Communications와 스페인의 Navantia 조선소이다.

18개월 동안의 1단계 사업이 종료되면 미 해안경비대는 2단계 상세설계 및 계획된 총 25척 중 초기 9~11척의 OPC 건조까지를 담당할 업체를 선정한다.

OPC는 미 해안경비대의 노후화된 Medium Endurance Cutter를 대체하면서 경비대의 현재 및 미래 임무확장 및 전력을 보강하는

역할을 할 것이다.

OPC는 기존 감시선보다 증가된 작전반경과 지속항해시간, 그리고 강력한 무장 시스템, 넓은 비행갑판, 개량된 C4I와 정보감시정찰(ISR) 장비들이 탑재된 첨단 쾌속연안감시선이다.

출처 navyrecognition.com (2014. 2. 14.)

해설

미 해안경비대의 차세대 쾌속연안감시선사업은 예비설계의 지지부진으로 2010년과 2011년에 사업 중단 위기에 처했으나 2011년 11월 15일 의회에서 OPC사업 추진 예산이 통과되어 설계를 다시 추진하게 되었다.

디젤 엔진에 의해 추진되는 감시선의 주요 제원은 전장 320~360ft, 최대속력은 22~25kts, 지속 운용기간은 45일, 항속거리는 7,500해리이다. 또한 무장체계는 57mm caliber gun, M2 .50 cal 중기관총이 탑재되며 함미에는 기존 감시선의 대빛(davit)시스템보다 파고가 더 높은 상태에서도 Long Range Interceptor와 Short Range Prosecutor 공기부양 고속단정을 진수시킬 수 있는 ramp가 설치된다. 그리고 MH-65C 헬기와 2대의 수직이착륙무인기 등을 운용한다.



미국, F-35에 중국제 금속 사용 허가



F-35 Lightning II Joint Strike Fighter

미 국방부는 2012년, 국제적 규모의 차세대 전투기 사업인 F-35 Lightning II Joint Strike Fighter 개발에 중국, 일본 및 기타 지역에서 제조된 특수 금속의 사용을 금지하는 법규 적용을 보류하였다. 미 정부 F-35 합동 프로그램 사무국(Joint Program Office, JPO)의 Joe DellaVedova 대변인은 미 국방부가 이들 금속에 대한 일련의 사용제한 법규의 적용을 보류했으며, 그 기간은 2012년 11월부터 2013년 4월까지 지속된다고 밝혔다. 중국제 금속의 사용은 중국 군사력 확대에 따른 미 정부 내 우려가 높아지는 가운데 발표되어 특히 주목받고 있다.

이러한 조치는 F-35의 방향지시계에 사용된 몇몇 특수 금속이 미국 외의 지역에서 수입됨에 따라, 미국 법에 '저축'되면서 사용허가가 필요해졌기 때문이다. F-35 JPO는 이러한 금속을 공급하는 다른 공급자를

찾는 동안, 차세대 전투기 F-35 사업에 소요되는 시간이 늘어날 것으로 판단한 미국 방부가 이들의 사용을 허가했다고 밝혔다.

DellaVedova 대변인은 1월 6일자 성명에서 “이러한 금속의 사용과 관련하여 어떠한 위험도 없었으며, 법에 저축되지 않는 고성능 방향지시계의 부품을 다시 찾는 데 소요되는 시간으로 인해 F-35 사업이 크게 지연되는 결과를 초래할 수 있다는 점을 고려했다.”고 밝혔다.

DellaVedova 대변인은 미 국방부의 허가가 내려지자마자 F-35 JPO가 바로 ‘비준수’ 부품 조사에 착수했으며 이러한 제조 준수성 문제와 관련하여 기술이전이나 기타 보안 침해 관련 위험은 전혀 없었다고 설명했다. 또한 JPO는 향후에도 허가를 받을 필요가 없도록 업체와의 협력을 통해 장기적인 해결책 마련에 나서고 있다고 덧붙였다.

중국과 일본 외에 다른 어떤 지역에서 F-35 제작에 필요한 특수 금속을 제공했는지는 분명치 않으며, 이 문제와 관련해 F-35 개발 주체인 록히드마틴사는 논평을 유보했다.

출처 janes.ihc.com (2014. 1. 6.)

해설

미 국방부는 2012년, 중국, 일본 및 기타 지역에서 제조되는 특수 금속 사용에 대한 일련의 사용 제한 법규 적용을 보류한 정책 결정은 미 정부 내 중국의 군비 증강에 대한 우려의 목소리가 높아지고 있는 가운데 이루어졌다.

미국 법은 1973년부터 미국 무기에 대해 미국 외 지역에서의 특수 금속 조달을 금지하고 있다. 2006년에는 또 다른 법에서 이러한 특수 금속을 포함하는 물품 및 부품의 구매를 금지했다.



중국, 장거리 스텔스 폭격기 개발 중



중국이 개발 중인 스텔스 폭격기 H-8

중국항공공업집단공사(Aviation Industry Corporation of China, AVIC)의 First Aircraft Institute에서는 인민해방군 공군을 위한 제1세대 장거리 스텔스 폭격기를 2008년부터 설계해왔다고 국영 China Aviation News가 보도했다.

베이징 국방대학교의 Wu Guohui 대좌는 이 스텔스 폭격기가 탄도 유도탄에 비해

두 가지 이점을 가지고 있다고 China Aviation News지를 통해 밝혔다. 첫째, 탄도 유도탄은 한 번밖에 발사할 수 없지만, 스텔스 폭격기는 여러 번 출격할 수 있다. 둘째, 탄도 유도탄은 기지로 돌아올 수 없지만, 스텔스 폭격기는 임무가 중지될 경우 귀환할 수 있다.

미국이 자국의 노드롭그루먼사 B-2 Spirit를 대체할 새로운 스텔스 폭격기 개발에 연간 12억 달러를 투자하기로 결정했으므로, 중국도 독자적인 스텔스 폭격기를 보유해야 할 때가 되었다고 Wu Guohui 대좌는 주장했다. B-2와 중국의 Xian H-6 같은 재래식 전략 폭격기는 둘 다 적군의 전투기와 대공 유도탄이 공격하기 쉬운 목표물이다. 러시아도 미국 및 중국과 경쟁하기 위해 새로운 세대의 장거리 폭격기를 설계하고 있다.

현재 미국은 스텔스 폭격기를 실제로 설계 및 운영하고 있는 세계 유일의 국가이다. 미군 항공 역사상 개발된 장거리 스텔스 폭격기 기종은 록히드마틴사의 A-12, F-117 Nighthawk 및 B-2 세 가지다. 그러나 오늘날에는 B-2 폭격기가 현재까지 운영되고 있는 유일한 유인 스텔스 폭격기다. 이런 이유로 중국은 장거리 스텔스 폭격기의 개발이 자국 항공 산업의 돌파구가 될 것으로 보고 있다.

중국은 현재 미국과 러시아를 제외하고 중거리 또는 장거리 스텔스 폭격기를 개발하고 있는 유일한 나라다. 이 보도에 따르면, 시안항공기공업(Xian Aircraft Industrial Corporation, XAC)과 선양비기공사(瀋陽飛機公司; Shenyang Aircraft Corporation, SAC)는 10여 년 전부터 이 프로젝트를 개념화하기 시작했다고 한다. 21세기 초에 AVIC이 이 프로젝트를 인수해 중국은 독자적인 스텔스 폭격기 개발을 계속해 왔다.

등소평의 문호개방정책 이후 30년이 지난 현재 중국은 과거 그 어느 때보다도 이 프로젝트를 완수하기에 충분한 자원을 보유하고 있다고 China Aviation News는 언급했다. H-6 폭격기의 성능 개량은 중국이 자국의 실제 스텔스 폭격기를 선보이기 전에 인민해방군 공군 및 해군 항공대를 위한 임시방편 역할을 할 수 있겠지만, 이것이

중국의 영향력을 세계 도처에 과시할 수 있는 실질적인 전략적 공군력을 확립하는 데 도움을 주지는 못할 것이라고 Aviation News는 평했다.

출처 wantchinatimes.com (2014. 1. 19.)

해설

중국이 개발 중인 전략 폭격기 H-8은 스텔스 기능을 갖춘 것이 가장 큰 특징으로, 미국 록히드마틴사의 B-2 스텔스 폭격기를 모델로 한 것으로 보인다. 이 폭격기의 무장 적재량은 최대 18톤이며, 최고 속도는 마하 1.2로 추정된다. 또한 공중 급유 능력이 있어 순항 거리는 약 11,000km에 달하며 핵탄두를 장착할 수 있는 사정거리 3,000km인 순항 미사일 12발을 탑재할 수 있다.

아래 그림의 중국 최초의 재래식 폭격기 H-6은 구소련의 Tu-16를 모델로 1957년부터 개발에 착수하여 1959년에 초도비행에 성공하여 사용해 왔다.



중국의 폭격기 H-6

▶▶▶

중국, 세계 최대의 수륙양용 항공기 Jiaolong-600 개발 중



Jiaolong-600 수륙양용 항공기

중국이 최근 세계 최대가 될 것으로 기대되는 자국의 새로운 대형 수륙양용 항공기 Jiaolong-600 모델의 일부를 공개했다고 국영 China News Service(CNS)는 보도했다. 현재 개발 중인 이 새로운 항공기는 4개의 터빈 프로펠러를 갖춘 단일 선체의 복합 구조용 항공기로서, 크기는 Airbus사의 A320과 비슷하다고 CNS는 밝혔다.

이 항공기의 최대이륙중량은 48metric ton으로, 이는 현재 세계 최대의 수륙양용 항공기인 일본 US-2 항공기의 최대이륙중량 47.7metric ton을 능가한다. Jiaolong-600은 시속 555km의 순항속도와 5,300km의 최대항속거리를 갖도록 설계되었으며, 20metric ton의 물을 불과 12초 만에 끌어올릴 수 있으며, 구조 임무 시에는 최대 50명의 인원을 수송할 수 있다고 CNS는 덧붙였다.

중국은 Jiaolong-600을 2009년에 Harbin SH-5 계열의 마지막 세대 수륙양용 항공기로서 개발하기 시작했다. 이 계열은 1980년대에 운용되기 시작했지만, 더 이상은 구조 임무의 요구에 부응하지 못하고 있다.

일본의 US-2 외에도, 이 같은 항공기의 세계 시장은 러시아의 Beriev Be-200 및 Be-103, 캐나다의 Bombardier 415 및 프랑스제 Akoya가 점유하고 있다.

Jiaolong-600에 대한 중국의 수요 물량은 60대인 것으로 추산되며, 해외 시장을 겨냥한 다른 모델도 발표될 것으로 예상된다고 CNS는 언급했다.

출처 wantchinatimes.com (2014. 1. 19.)

해설

중국이 장거리 수륙양용기의 개발에 속도를 내는 이유는 도서의 영유권 문제, 예를 들어 센카쿠(중국명 댜오위다오) 같은 곳의 분쟁에서 우위를 차지하기 위함으로 외신들은 전하고 있다. 최대항속거리가 5,300km에 이르기 때문에 동중국해와 남중국해 전역에서 군사 작전이 가능한 것으로 판단된다.



영 BAE Systems사, 3D 프린터로 제작된 부품을 장착한 전투기 비행시험 성공



Tornado 전투기

방위산업체인 BAE Systems사는 3D 프린터로 제작된 금속 부품을 장착한 Tornado 전투기가 지난 12월 영국에서 비행시험을 성공적으로 완수했다고 발표했다. BAE Systems사에 따르면 전투기에는 3D 프린터로 제작된 조종실 무선장치 보호 커버, 착륙기어 내 보호가드 및 흡기 도어의 지지대가 장착되었다.

이번 발표는 작년 8월 NASA에서 있었던 3D 프린트 로켓엔진 구성품 테스트 성공에 뒤이은 것으로, 이는 항공업체들이 보다 저렴하고 보다 신속한 엔지니어링 부품 생산 방식을 추구하면서 이루어졌다.

BAE Systems사의 기체통합 본부장 Mike Murray는 잉글랜드 북서부 Warton 소재의 BAE Systems사 이착륙장에서 비행시험이 성공적으로 완료되었다고 발표하면서 이러한 부품의 응용분야를 선불리 규

정할 필요가 없다는 점을 언급했다. “기계만 있다면 원하는 어떤 제품이나 베이스를 모두 생산할 수 있다. 이는 군함이나 항공모함 같은 다른 플랫폼에 대한 지원도 가능하다는 뜻이다. 또한 전장에서 기계만 확보할 수 있다면, 기존에는 불가능했던 지역에서 생산 및 지원을 확보할 수 있다는 점에서 커다란 이점을 제공 한다.”고 Mike Murray는 덧붙였다.

BAE사는 잉글랜드 동부에 위치한 영국 왕립 공군기지에서 생산된 일부 부품의 경우 제작비가 100파운드(165달러, 120유로) 미만이었으며, 구체적인 수치를 제시하지 않더라도 매년 수십만 파운드를 절약할 수 있다고 밝혔다.

출처 asdnews.com (2014. 1. 6.)

해설

X, Y축만 프린트 하는 2D 프린터와는 달리, 3D 프린터는 한 번 칠했을 때 생기는 얇은 층, 즉 ‘Z축 레이어(Layer)’라 부르는 Z축을 수십 수천 번을 반복해서 쌓아 올리는 방식으로, 기 보도된 바와 같이 총이나 인간의 생체 조직 제작 등 다양한 분야에서 활용되고 있다.



프랑스, Rafale 전투기 능력 보강



Rafale 전투기

Rafale 전투기가 공대지 정밀 미사일 AASM Hammer 6발, MICA 제품군에 속하는 중장거리 공대공 미사일 4발, 장거리 미사일 METEOR 2발, 2,000L 연료탱크 2개로 구성된 새로운 중무장 비행형상으로 1차 비행시험을 성공리에 완료했다. Dassault Aviation사가 자체 자금을 들여 프랑스 국방조달본부와 공동으로 실시하는 이 작업으로 비행영역 확장범위가 명확하게 정해질 것이다.

날개 아래 8개를 포함한 총 14개의 장착점으로 능력을 보강한 Rafale 전투기는 자체 중량의 1.5배를 운반할 수 있는 세계에서 유일한 전투기이다. ‘다재다능한(omnirole)’ 능력은 더 적은 자원을 동원하여, 저렴한 비용으로 모든 임무를 좀 더 효과적으로 수행할 수 있는 다목적 운용 도구가 필요한 국가들의 요구를 충족한다. Rafale 전투기 2대의 역량은 MIRAGE 2000급 전투기 6대에 맞먹는다.

무기체계의 다기능성에 놀라운 자율성을 결합시켜 새롭게 개발되면서 2011년 리비아 아르마탕 작전에서 프랑스 군대가 사용했던 크루즈 미사일 Scalp 2발과 2,000L 연료탱크 3개로 강력한 타력을 포함한 독특한 형상 범위를 이미 지니고 있는 Rafale 전투기의 힘과 탁월한 운용 능력이 발휘될 것이다.

새로운 기술 성능 덕분에 Dassault Aviation사는 프랑스 Jean-Yves Le Drian 국방장관으로부터 F3-R 표준 계약을 받고 며칠 후에는 Rafale 전투기가 사용자의 요구사항을 충족하기 위한 지속적인 개량 과정 중 하나임을 다시 한 번 보여줄 수 있게 되었다.

출처 asdnews.com (2014. 1. 24.)

해설

‘F3 R 표준’은 프랑스 국방장관이 Dassault Aviation사 방문 시, 새로운 Rafale의 개발 표준으로 정하고 통합계약에 참가할 업체를 선정했다.

새로운 F3 R 표준은 Rafale의 최신형 버전으로, Meteor BVR 미사일, 차세대 레이저 포드, 최신형 AASM 레이저 유도 폭탄 등을 탑재하는 것이다.



미 국방부, 미사일방어체계에 의문을 제기

미국을 공격하는 미사일을 방어하기 위해 Fort Greely 지하 사일로에 있는 26개의 로켓 상단에는 탄도미사일을 파괴할 수 있도록 설계된 장치가 장착되어 있다.

이 미사일 방어시스템의 핵심은 대기권 밖에서 적 미사일을 요격시키기 위한 ‘외기권 직격 요격체(Exoatmospheric Kill Vehicle, EKV)’이다.

이 요격체는 폭 2ft, 높이 5ft, 무게 약 140lb이며 탑재된 센서와 유도장치를 이용해 시속 수천 마일의 속도에서도 정확하게 항로를 조종할 수 있다.

그러나 국방부의 운용시험평가 책임자인 Michael Gilmore에 따르면 수차례 시험결과 EKV는 제대로 성능을 발휘하지 못했다고 한다. 그는 “지난 3년 동안 비행시험에 실패하며 EKV의 설계 견고성에 대한 의문이 제기되고 있다.”고 보고서에 기술하고 있으며, 또한 추가 시험이 필요하지만 우선 미사일방어국에서 설계 견고성을 확신할 수 있도록 엄격한 시스템공학 프로세스를 사용하여 EKV를 재설계할지 여부를 검토해야 한다고 언급하였다.

EKV의 첫 번째 버전인 CE-I는 2013년 7월에 요격체와 분리되지 않아 비행시험에 실패했으나, 최신 버전인 CE-II는 작년에 ‘비요격 비행시험(non-intercept flight test)’을 성공적으로 완료하였다. 따라서 국방부는 초기 비행에서 나타난 문제를 보

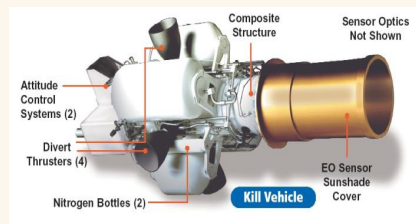
완한 CE-II를 사용하여 금년 3월에 재시험할 계획이라고 한다.

2012년 미 회계감사원(GAO) 보고서에 따르면 CE-II 12기가 인도되었으나, 비행능력 확인시험에서 품질문제와 유도시스템 고장 때문에 두 차례 실패했다고 한다. 또한 CE-II 시험 실패비용은 120억 달러 이상이며, 각 장치를 개량하는 비용은 요격체 1대당 약 1,800만 달러가 소요될 것이라고 한다.

출처 alaskadispatch.com (2014. 1. 30.)

해설

EKV는 폭발탄두가 없이 미사일과 직접 충돌하여 파괴하는 비행체이며, 로켓에 탑재되어 요격궤도에 진입 후 분리되어 진입하는 적 탄두와 충돌하게 된다. 레이시온사에서 개발한 EKV의 속도는 약 10km/s이다. EKV의 로켓과 연료는 추가 가속이 아니고 단지 궤도 수정을 위한 것이다.



Raytheon사 EKV



러시아, 함정에 신형 방공체계 장착 예정



함정에 장착된 Tor 체계의 개념도

러시아는 Tor 단거리 방공체계의 해군용 버전을 모든 함정에 장착할 예정이라고 제조사인 Almaz-Antey Concern사가 지난 2월 6일에 밝혔다.

Almaz-Antey사의 대변인에 따르면 M-Tor라고 불리는 이 신형 체계는 Tor-M2KM 체계를 모듈식으로 구성하였으며 신뢰성을 높이고 정확성을 개선하는 등 현대화한 체계이다.

또한 그에 따르면 M-Tor는 1989년부터 사용해온 구형 Kinzhal(SA-N-Gauntlet) 체계를 점진적으로 대체하게 될 것이라고 뉴델리에서 열린 DEFEXPO INDIA-2014에서 언급했다.

아울러 인도 육군에 미사일 2개 연대를 창설하기 위한 단거리 방공체계로 Tor-M2KM을 52대 제공한다는 사실도 발표했다. 이를 위하여 Almaz-Antey사에서 개

량된 Tor-M2KM 버전을 인도의 Tata Motors사에서 제조한 차륜형 새시에 장착하여 2014년 봄에 시험할 예정이다.

Almaz-Antey사에 따르면 Tor-M2KM은 철도 차량이나 건물 옥상 그리고 함정 등 다양한 플랫폼에 장착할 수 있는 다목적 방공체계이다.

M-Tor는 동시에 48개 표적을 탐지하여 최대 10개의 표적을 추적하며, 동시에 4개의 표적과 교전할 수 있다.

출처 en.ria.ru (2014. 2. 6.)

해설

‘Tor’는 영어 ‘Top’의 러시아어이며, 이 미사일은 전천후 조건에서 운용가능한 단거리 지대공미사일이다. 최초에는 지상용으로 개발되어 AGM-86과 같은 정밀유도폭탄을 격추시켰다고 하며, 지상기반체계인 9K330(SA-15)는 1986년에, 함정기반체계인 Kinzhal은 1989년에 배치 승인되었다.

Kinzhal은 G-밴드 표적획득레이더(최대 탐지거리 45km)와 K-밴드 표적교전레이더로 구성되어 있으며, 표적교전레이더는 위상배열 안테나로 고도 6km, 거리 12km까지 추적이 가능하고 반응시간은 8~24초이다.



중국, 최초의 극초음속 미사일 시험 성공



극초음속 미사일 운반 로켓과 WU-14 HGV

중국이 미국의 미사일방어시스템을 뚫고 기록적인 속도로 핵탄두를 투하할 수 있는 자국 최초의 극초음속 미사일 운반 로켓의 시험을 성공적으로 마쳤다고 펜타곤 관계자가 밝혔다.

WU-14라고 명명된 이 새로운 극초음속 글라이드 비행체(Hypersonic Glide Vehicle, HGV)는 지난 1월 9일 중국 상공에서의 비행 시험에서 기록적인 속도로 날아가는 것이 확인되었다고 익명의 펜타곤 관계자가 말했다.

보도에 따르면 이 최신형 미사일운반체는 중국의 대륙간탄도미사일의 최종단에서 발사되며, 음속의 최대 10배 속도로 목표물에 접근한다.

이 극초음속 운반체는 중국의 비밀 전략 핵과 재래식 군사 및 미사일 프로그램이 중요한 진전을 이루었음을 보여준다.

2012년 12월에서 2013년 4월 사이에 발행된 중국의 전문지에서는 중국이 위성을 통해 유도되는 정밀유도시스템을 개발하고 있음을 밝혔으며, 또 다른 전문지는 극초음

속 무기가 '항공우주분야의 새로운 위협'이 되고 있다고 결론지었다.

미국, 러시아, 중국은 극초음속 무기를 경쟁하고 있으며, 세 나라가 모두 고속 항공 우주비행체를 개발하고 있다. 인도와 러시아가 개발하고 있는 극초음속의 Brahmos II는 2014년에 배치될 것으로 예상되며, 마하 6(시속 7,300km) 정도의 속도로 순항하는 이 scramjet 추진 미사일은 마하 1 속도의 유사한 무기보다 6배에 달하는 운동에너지에너지를 갖는다. 극초음속 순항미사일은 음속의 5배 속도로 비행할 수 있다.

미국의 독자적인 극초음속 미사일 개발 프로그램인 X-51A Waverider는 미사일과 우주선을 위한 scramjet 기술을 시연하기 위해 설계되었다. 지난 2011년 11월에 미 육군은 새로운 AHW¹⁾의 첫 비행시험을 하와이 주 Kauai섬의 태평양 미사일시험장에서 실시했다.

이 새로운 극초음속 무기의 개념은 현재 사용되고 있는 폭탄과는 전혀 다르다. 즉, AHW는 탄도미사일처럼 우주공간을 향해 높이 상승하였다가 다시 하강하는 것이 아니라, 대기권 내에서 비교적 평탄한 궤적을 유지한다.

1) Advanced Hypersonic Weapon (첨단 극초음속 무기)

해설

- 극초음속 : 마하 5~10(6,180~12,360km/h)
- 램제트(ramjet)는 압축기로 공기를 압축하는 방법이 아닌 고속비행에 의한 기압으로 압축하는 제트엔진이며, 스크램제트(supersonic combus-

tion ramjet, scramjet)는 외부에서 유입되는 공기속도를 초음속으로 유지한 상태에서 연료를 연소시켜 추력을 얻는 방식으로 이론적으로 마하 15정도까지 속도를 낼 수 있다고 한다.



이스라엘-미국, Arrow-3 요격미사일, 2차 비행시험 실시

이스라엘 미사일방어기구(IMDO¹⁾)와 미국 미사일방어국(MDA²⁾)은 2014년 1월 3일 Arrow-3 요격미사일의 2차 발사시험을 성공적으로 완료하였다. Arrow-3은 시험 계획에 따라 대기권 밖 궤도를 거쳐 우주공간까지 약 10분 동안 비행했다.

이 시험은 지난 2013년 9월 3일에 실시되었던 시험과 마찬가지로 이스라엘 시험장에서 지중해 상공으로 실시되었으며, 실제 목표물을 요격하지는 않았다.

Israel Aerospace Industries의 부사장이며 SM&S³⁾그룹 본부장인 Boaz Levi에 따르면 이번 발사시험을 통해 Arrow-3의 성능과 기동능력, 그리고 우주공간에서 목표물을 요격하는 능력이 성공적으로 검증되었다고 한다. 그는 “Arrow-3의 독특한 설계개념을 그대로 보여주는 특별하고 매우 어려운 기동능력에 대해 시험하였으며,

100% 성공했다.”라고 밝혔다. 이전에 보고된 바에 따르면, Arrow-3의 요격체(Kill Vehicle, KV)는 방향을 요격경로로 선회시키기 위해 추력벡터제어 로켓을 사용하고, 큰 움직임들을 통해서도 목표물을 포착하기 위해 짐발형 탐색기를 사용한다.

이스라엘이 10여 년 전에 배치한 Arrow-2의 실사격시험 성공률은 약 90%라고 한다. Arrow-3는 탄도미사일에 대한 방어력을 추가하고, 미국과 이스라엘의 공동 미사일 방어체계인 Arrow Weapon System의 요격확률을 높이며, 미사일 위협에 대한 이스라엘의 능동적인 방위구조를 개선하기 위해 개발되었다. Arrow-3이 배치될 경우 이란이 현재 개발 중인 미사일, 즉 사정거

1) Israel Missile Defense Organization

2) Missile Defense Agency

3) Systems, Missiles & Space

리가 길고, 더 무거운 재래식 탄두 또는 핵 탄두 탑재가 가능한 미사일에 대한 이스라엘의 방어체계가 견고해질 것이다.

IMOD⁴⁾ 관계자는 이번 시험의 성공이 Arrow-3 무기체계 개발에 있어서 큰 획을 긋는 성과이며, 개발 중인 탄도미사일의 위협을 격퇴할 수 있는 미래 이스라엘의 능력에 대해 확신을 보여준 것이라고 한다.

이번 발사시험은 이스라엘 미사일방어기구와 미국 미사일방어국에서 수행하였으며, Arrow Weapon System 체계종합과 개발을 맡은 주 계약업체는 IAI의 MLM⁵⁾ 이고, 보잉사가 하도급사로 하위 시스템들을 공급한다. 미사일이 생산에 착수하게 되면 보잉사가 미국 생산기지를 제공하여 본 프로그램에 대한 참여 비중을 확대할 것으로 예상된다.

Arrow-2와 Arrow-3 사업을 위한 대부

분의 재원은 이스라엘의 다른 미사일 방어 프로그램과 마찬가지로 미국이 제공하며, 개발과 생산은 보잉사와 함께 할 것이다.

4) Israel Ministry Of Defense

5) Missile and Space group

출처 defense-update.com (2014. 1. 6.)

해설

- Arrow-3 요격미사일 제원
 - 길이 6.4m, 직경 53mm, 발사중량 1,700 kg, 사거리 1,250km, 고도 10km인 2단 고체추진방식
 - 요격체는 탄두가 없는 직접충돌 요격방식으로 관성항법장치와 IIR(Imaging Infrared)에 의해 유도된다.



인도네시아, Thales사의 ForceSHIELD 주문



Thales사의 ForceSHIELD 방공체계

Thales사는 인도네시아 국방부와 1억 파운드 규모의 통합 첨단 방공시스템인 Force SHIELD 계약을 체결하였다고 발표했다.

이 시스템은 STARStreak 단거리 방공미사일 외에도 CONTROLMaster 200 레이더 및 무기협조체계, RAPIDRanger 이동형 무기체계 그리고 경량형 다중 발사대 (Lightweight Multiple Launchers, LML)

와 관련된 통신, 훈련 및 지원 장비들로 구성된다.



Starstreak 단거리 지대공 미사일

Thales사의 CEO인 Victor Chavez는 “Thales사는 ForceSHIELD와 같은 최첨단 통합방공솔루션을 공급할 수 있는 전문 지식과 일련의 첨단 기술들을 보유하고 있는 유럽 유일의 방산업체이다. 인도네시아 군을 위한 이 솔루션은 가장 최신 ‘sensor to effects(감지 즉시 대응)’ 기술로 구성된 일괄공급방식 솔루션을 제공한다는 점에서 방공체계에 대한 새로운 접근방법이 되고 있다.”고 언급했다.

이 프로그램을 실현시키기 위해 Thales사는 인도네시아와의 산업협력을 더욱 증대시킬 예정이며, 인도네시아의 PT LEN Industri사와 협정을 체결했다. 이 그룹은 군사 및 민간 양 부문의 향후 프로그램에 대해 인도네시아 업체와의 장기적인 협력 관계를 계속해서 발전시켜 나갈 예정이다.

Thales사의 ForceSHIELD 솔루션은 최전선 사용자들의 요구에 부응하기 위해 레이더, 통신, 교전 및 사격통제체계, 발사대 및 미사일과 같은 일련의 제품들을 조합하

고 맞춤형하는 데 기반을 두고 있다. 이러한 접근방법은 오늘날의 안보환경에서 증가하고 있는 일련의 비대칭 및 재래식 공중 위협에 대하여 매우 효과적인 대응능력을 제공한다.

CONTROLMaster 200은 최대 250km 거리까지 200개의 목표물들을 동시에 탐지하고 추적할 수 있는 최신 3D 다중빔 반도체 레이더인 GM200과, 이 레이더 정보를 실시간으로 분석하여 무기체계에 정확한 표적지향 정보를 제공하고 미사일에는 정확한 유도정보를 제공하는 CONTROLView C2 모듈로 구성된다.

GM200 레이더는 위협을 평가하여 무기를 배정하고 전투관리활동을 관장하는 CONTROL View 교전통제시스템과 통합되어 있어 복잡하고 중요한 결정을 보다 신속하고 정확하며 안전하게 내릴 수 있도록 한다.



CONTROLMaster 200

RAPIDRanger는 독특한 경량의 차량 기반 발사대와 사격통제시스템으로, 네트워크 기능을 갖춘 전력구조에 통합되어 다양한 지휘통제시스템과 협력할 수 있다. RA

PIDRanger에는 STARStreak 고속미사일을 장착하여 지상공격기, 저공기습 공격헬기, 무인항공기 및 순항미사일을 비롯하여 광범위한 방공위협을 방어할 수 있다.



RAPIDRanger

STARStreak 미사일은 고속으로 움직이는 위협이나, 아군인지 적군인지 여부를 식별할 수 있는 시간이 짧은 위협을 격추시키기 위해 마하 3 이상의 속도로 비행한다.



Starstreak 미사일

또한 3 닳트 ‘hittile^{주)}’ 구성으로 표적 격추능력을 극대화시켰으며, 고정밀 레이저 빔 유도기능으로 표적신호가 미약한 목표물과도 교전할 수 있으며, 기존에 알려진 모든 레이저 방해책의 영향을 받지 않는다.

주) hittile : 미사일과 달리 복잡한 근접신관이나 탄두가 필요 없는 탄으로, 미사일에 비하여 가격이 훨씬 저렴하지만 반면에 더욱 정확해야 한다.

출처 armyrecognition.com (2014. 1. 15.)

해설

- RAPIDRanger는 적외선카메라와 아주 약한 빛에서도 동작하는 CCD TV 카메라를 장착하여 24시간 운용 가능하며, 표적 탐지 거리는 15km 이상, 표적을 격추시킬 수 있는 거리는 7km 이상이다.
- STARStreak 미사일은 길이 1,397m, 직경 127mm, 중량 14,0kg이며, 최대 속도 1,020m/s로 최대 사거리는 7km이다.

DNA와 IT기술의 융합, DNA 컴퓨터의 탄생



1953년 왓슨과 크릭은 유전자의 본체인 DNA의 이중나선 구조를 밝혀냈다. DNA 이중나선 구조의 발견으로 전통 생물학은 분자생물학으로 급격하게 재편됐고, 오늘날에는 물리학과 화학, 공학과 융합되면서 가장 촉망받는 21세기 학문분야 중 하나로 굳건히 자리매김하게 됐다. 그리고 이제는 DNA가 새로운 컴퓨터의 세계를 열만큼 공학의 발전에도 많은 영향을 미치고 있다. 그렇다면 왜 DNA와 IT 기술 융합이 시도 되는 것일까?

1946년 에니악(ENIAC)이 탄생했다. 세계 최초의 전자식 컴퓨터였지만 무게가 30톤에 성능은 오늘날 싸구려 계산기보다 떨어졌다. 공교롭게도 분자생물학과 비슷한 시기에 등장한 실리콘 컴퓨터는 지난 60여 년 동안 엄청난 발전을 거듭하며 체스나 그림처럼 인간 고유의 영역이라고 간주됐던 분야까지 잠식해 들어 왔다.

컴퓨터의 발전 속도는 반도체 메모리의 집적도가 증가한데 힘입음 바가 크다. 그러나 실리콘 컴퓨터의 미래가 그리 밝은 것만은 아니다. 반도체의 집적도를 높이는 것이 날이 갈수록 어려워져 곧 그 한계에 도달할 것이라는 전망이 나오고 있기 때문이다. 그래서 과학자들은 새로운 개념의 컴퓨터를 찾기 시작했는데, 그중 하나가 DNA 컴퓨터다.

DNA 컴퓨터는 말 그대로 DNA 분자를 이용하는 분자컴퓨터(molecular computer)다. DNA 컴퓨터는 분자들의 결합을 이용한 것인데, 컴퓨터 공학자인 아들만(Leonardo M. Adleman)이 1994년 고안해 냈다. 아들만은 DNA가 유전 정보를 전달하는 것이 마치 컴퓨터에서 정보가 처리되는 것과 비슷하다는 점에서 DNA 컴퓨터를 착안해 냈다.

DNA는 인산과 당, 염기로 구성된 뉴클레오타드가 길게 결합한 분자로 A(아데닌), T(티민), G(구아닌), C(사이토신) 4가지 종류의 염기로 이루어져 있다. DNA 분자들은 스스로 조립되는 자기조립 능력, 다른 분자를 인식해서 결합하는 분자 인식 능력, 그리고 자기 복제 능력이 있어 정보를 전달하는데 이용할 수 있다. 즉 실리콘 컴퓨터에서 '0'과 '1'을 이용해 2진수로 계산을 하듯 DNA에서는 A, T, G, C의 4개의 염기를 이용해 정보를 전달한다. DNA의 특징은 A와 T, G와 C가 서로 상보적인 결합을 한다는 점인데 이것을 이용하면 정보를 전달할 수 있다.

DNA 컴퓨터는 폰노이만 구조의 컴퓨터처럼 순차적으로 작동하는 것이 아니라 병렬적인 계산방식을 사용한다. DNA 분자 개개의 결합 속도는 느리지만 3차원으로 배열된 엄청난 수의 분자들이 동시에 반응에 참여하

는 병렬 연산을 통해 연산 속도를 얼마든지 높일 수 있다. 이는 마치 1,011개의 뉴런이 1,014개의 시냅스 연결을 형성하고 있는 인간의 뇌가 수많은 뉴런을 동시에 연산에 참여시키는 병렬 연산을 통해 빠르게 정보를 처리하는 것과 같은 원리다. 이와 같이 기존의 실리콘 컴퓨터가 가지지 못한 인간의 뇌가 가진 장점을 모방한 것이 바로 DNA 컴퓨터다.

또한 건조된 DNA 1g으로 CD 1조 장의 정보를 저장할 만큼 대용량의 정보를 저장할 수 있으며 반도체 컴퓨터에 비해 전력소모가 매우 적다는 것도 DNA 컴퓨터의 매력이다. 아들만은 DNA 컴퓨터로 외판원 문제(외판원이 각 도시를 모두 경유하는 최소한의 경로를 찾는 문제)를 해결해 DNA 컴퓨터의 가능성을 증명했다.

아들만 이후 한동안 새로운 개념의 DNA 컴퓨터에 대한 연구가 활발하게 이루어졌지만 사실 이렇다 할 성과 없었다. DNA 컴퓨터를 생각만큼 빠르게 만들기 어렵고 생화학적 분자들을 여러 없이 제어한다는 것이 쉽지 않기 때문이다. 또한 실리콘 컴퓨터의 발전도 꾸준히 이루어져 실용적인 측면에서 DNA 컴퓨터가 그 자리를 대체하기가 어려웠다. 하지만 DNA 컴퓨터는 단순히 빠른 연산을 하는 것 이상의 매력이 있기 때문에 최근 다시 주목받고 있다.

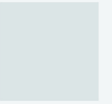
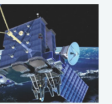
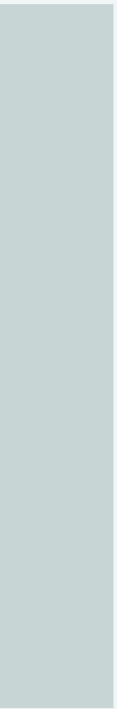
DNA를 이용하면 실리콘을 대체할 수 있는 새로운 반도체 재료를 만들 수 있다. 그 재료는 바로 꿈의 신소재로 불리는 그래핀(graphene)이다. 그래핀은 실리콘 보다 100배 이상 전하를 잘 전달하면서도 강도가 우수하기 때문에 차세대 반도체 재료로 주목받아 왔다. 하지만 원자 하나 두께인 그래핀을 원하는 형태로 만드는 일은 결코 쉽지 않다.

그래서 미국의 스탠퍼드대에서는 자연의 분자 조립자인 DNA를 이용해 그래핀 트랜지스터를 만들었다. 포스텍에서는 백금 이온이 DNA의 인산기와 잘 결합하는 성질을 이용해 'DNA-그래핀 하이브리드' 물질을 개발하기도 했다. 고가의 백금을 적게 사용하면서도 효율이 좋은 백금촉매를 만든 것이다. 이러한 일들이 가능한 것은 DNA 분자의 폭이 3.4나노미터(nm)로 미세하면서도 분자를 효과적으로 조작할 수 있는 로봇의 역할을 하기 때문이다.

DNA 컴퓨터가 보여주는 놀라운 미래의 모습은 여기서 끝이 아니다. DNA 컴퓨터는 영화 '이너스페이스'에서와 같이 소형 잠수정을 타고 몸속으로 들어가 병을 치료하는 것을 실현시켜 줄 수도 있다. 지금까지 기존의 로봇 공학으로는 이렇게 작은 분자 로봇을 만들 수 없었으며 여러 가지 물리적인 이유로 인해 가까운 미래에도 등장하기 어려운 상태다. 하지만 DNA 컴퓨터는 정확하게 프로그램에 따라 세포를 찾아내 명령을 실행할 수 있기 때문에 정상세포와 다른 암 세포를 발견하고 죽일 수 있다. 즉 프로그램 된 DNA 컴퓨터가 주사를 통해 사람의 몸속으로 투입되면 암세포를 발견하고 결합한 후 제거할 수 있다는 것이다.

이와 같이 DNA 컴퓨터는 사람의 질병을 진단하고 치료하는 나노로봇의 개념으로 발전할 가능성이 크다. 병에 걸리면 우리 몸에 투입된 수많은 DNA 로봇들이 병균을 격퇴하게 되는 꿈과 같은 일이 DNA 컴퓨팅의 미래인지도 모른다. 자연은 DNA를 만들어 냈고, 인간은 DNA로 새로운 컴퓨터의 세계를 열어가고 있다.

「과학향기」(KISTI, 2013.11.25)에서





국방과학기술정보 통권 45호



해외 무기개발 동향

JOURNAL OF THE DEFENSE SCIENCE & TECHNOLOGY INFORMATION



미국, 가상 군사훈련 실태 및 상업분야로의 확대
급조폭발물 대응을 위한 미 육군의 공세적
전자전 장비 개발 동향



세계 10대 병력수송 장갑차
인도 화력장비 개발 동향



세계 10대 자주포 소개
세계 10대 구축함
쌍발엔진 전투기 업체의 고민
대함미사일과 미사일대항책의 개발동향

미국, 가상 군사훈련 실태 및 상업분야로의 확대

국방기술품질원 기술정보센터 방산기술정보팀

책임연구원 김종만



그림 1 | 하차 보병 훈련 시스템(Dismounted Soldier Training System, DSTS)을 활용한 훈련

미 가상훈련 실태

레이저 태그 게임실과 매우 유사하게 생긴 창고 같은 곳에서 아홉 명의 군인이 고글(flip down goggle mount)을 착용하고, 팔·다리에는 센서장치를 끈으로 매고, 컴퓨터로 처리하는 무기 시스템을 휴대하고 있다.

불과 5년 전만해도 이 시나리오는 비디오 게임에서만 볼 수 있었을 것이다. 그러나 현재는 가상 훈련 환경으로 현실이 되었다.

DSTS와 교전 기술 훈련(Engagement Skills Trainer, EST) 2000은 애틀버리(Atterbury) 기지 합동 기동 훈련 센터의 훈련 배치 부대에 있는 동부 1사단 157 보병 여단 군인에게 기준이 되고 있는 가상 훈련 도구이다.

동부 1사단 157 보병 여단의 작전담당

Aaron Hammond 중사는 “DSTS의 가장 좋은 점 중에 하나는 가상 환경에서 훈련에 맞는 작전 환경을 만들 수 있다는 것이다. 이것이 훈련을 대신하지는 못해도 훈련을 보강할 수는 있다. 군인을 가상환경에서 아프가니스탄 지형으로 데려갈 수 있으며 또 인디애나의 산악 지형은 생각하기도 어렵지만 DSTS로는 실현할 수 있다.”고 말했다.

Hammond 중사와 그 팀원은 최근에 CA JMTTC 가상 시뮬레이션 센터에서 제공하는 기술을 익히기 위해 DSTS 훈련에 참여하였다. 장비를 갖추고 건물 진입 훈련에 참가할 준비를 마친 9인조 분대가 곧바로 적군을 대면하여 적군의 사격에 대응했다.

한 명이 조기에 부상을 당해 작전을 수행할 수 없게 되면 팀은 곧바로 전술, 기법, 절차를 조정하고 임무를 계속해야 한다.

157 보병 여단 훈련관인 Marcus Long 대위는 “전 세계에 배치된 군인을 훈련할 때 현실과 가장 유사한 훈련을 제공한 동부 1사단이 성공적인 표본이 되었다. 우리가 하는 일은 군인들이 접하게 될 상황을 재현하여 군인들에게 분대나 팀 수준에서 반복 연습할 수 있는 환경을 만들어 주는 것이다.”라고 말했다.

각 군인이 직경 4ft 고무 패드 위에서 서 있다. 이 패드는 각 분대원의 10×10ft 훈련

영역의 중심이 되며, 훈련 프로그램 내 특정 영역에서 군인들이 벗어나지 않게 해준다.

군인들은 가상 환경을 보고 들을 수 있으며, 헤드폰·마이크가 장치된 헬멧에 장착된 화면(Helmet Mounted Display, HMD)을 이용해 분대원과 통신할 수도 있다.



| 그림 2 | 몸에 부착한 센서가 군인의 동작을 포착, 시뮬레이션 속의 아바타를 제어

DSTS 운영관(operator)인 Matthew Roell은 “군인이 걷거나 수류탄 던지기과 같은 실제 행동을 하게 되면 센서가 군인의 동작을 포착하여 이러한 동작을 해석하고, 시뮬레이션 속의 군인 아바타를 제어한다.”고 말했다.

몇 가지 컴퓨터 명령으로 운영관이 가상 환경을 재설정한다. 이때 분대가 적군의 사격과 박격포 공격을 받게되면 분대가 근접 항공지원(Close Air Support, CAS)을 요청하여 건물 진입 임무를 무사히 완수한다.

DSTS 기술자인 Brandon Roell은 “애터베리 기지의 각 부대가 실제 훈련에서는 근접항공지원이나 포병화력지원을 받거나 요청할 수는 없지만 키 몇 개를 눌러 각종 무기 체계와 다양한 수의 적군이 나오는 시뮬레이션 작전 환경(사막이나 정글)을 만들

수 있다.”고 말했다.

DSTS 운영관인 Matthew Roell은 “이 시뮬레이션 훈련은 ‘훈련의 미래’이다. DSTS를 통해 군인은 시뮬레이터 안에 앉는 것이 아니라 시뮬레이션을 착용할 수 있다.”고 말했다.

여느 훈련과 마찬가지로 사후 검토는 부대의 약점과 장점을 확인하는 데 도움이 되는 필수 단계이다. DSTS는 몇 가지 유리한 입장에서 시나리오를 완벽하게 디지털로 재생하고 운영관이 제3자의 관점으로 전환하여 재생할 수 있다. 사후검토(After Action Review, AAR)를 통해 동부 1사단 훈련관/지도관이 특정 행동을 설명하기 위해 다양한 관점을 활용한다.

Long 대위는 “지휘자가 각 관점을 보면서 개별 병사 동작은 물론 팀 전체를 평가할 수 있다. 실제 훈련에서는 이렇게 심도 깊고 다면적인 관점을 얻을 수 없지만 가상 훈련은 운영관에게 특정 시점을 표시하게 하여 AAR 도중에 좀 더 자세히 볼 수 있다.”고 말했다.



| 그림 3 | DSTS의 대형 평면 텔레비전 모니터

또 하나의 주요한 가상훈련으로 동부 1사

단 훈련관들은 EST 2000을 동원 훈련에도 포함시킨다.

개별 및 지속 사격 기술을 훈련하는 도중에 군인들이 화기를 여러 번 발사하면 컴퓨터가 그 사격 진행 과정을 추적하여 여러 가지 통계를 제공한다. 이 기능은 정확도를 높이길 원하는 군인들에게 특히 유용하다. 이 시뮬레이션 시스템을 통해 군인들은 최소한의 자원으로 탄약 비용을 들이지 않고 여러 종류의 무기를 익힐 수 있다.

Hammond 중사는 “방아쇠를 당기는 방향처럼 눈으로는 볼 수 없지만 정확도에 영향을 주는 미세한 사항을 훈련관이 수집하여 분석한다.”고 말했다.

157 보병 여단의 Robert P. Braun 중사는 “실제 M4 화기를 발사하는 느낌이 든다. 영점 사격을 할 때 표적이 화면에 나타나 결과가 표시된다. 탄착군이 조밀하면 컴퓨터가 무기의 영점을 조정한다. 반면 탄착군이 조밀하지 않을 경우 지도관·훈련관에게는 군인이 기본 사격 기술을 제대로 연습하고 있는지 확인할 수 있는 기회가 된다.”고 말했다.

군인들은 분대·사격 팀 집단 임무 및 무기 사용 판단 시나리오에 의거 기본 사격 기술을 연마할 수 있다. 이 두 시나리오를 통해 군인들은 한 팀이 되어 표적을 사격할 수 있다. 군인들의 기술이 향상되면 실제 사격장으로 나아간다.

각 부대는 다양한 시뮬레이션의 장단점을 파악한 후에 일정을 잡아야 한다.

예를 들어, DSTS는 분대 및 팀 전술을 강화하도록 설계되었기 때문에 기본 사격

기술 연마에는 도움이 되지 않는 반면에 EST 2000은 사격 기량 개선에 도움을 줄 수 있다.



| 그림 4 | 헤드폰·마이크가 장착된 헬멧에 장착된 화면(HMD)

Hammond 중사는 “기본적인 수준에서 군인들을 훈련시키는 것이 우리 일이다. DSTS와 EST 2000은 지휘자와 분대가 자신의 전술, 기법 및 절차를 실제와 같은 환경에서 안전하게 살펴볼 기회를 준다. 실제로 운영관이 만들 수 있는 시나리오의 수는 무한하다.”고 말했다.

가상 환경의 영역에 들어가는 것은 더 이상 미래의 일이 아니다. 차량 속지훈련부터 완벽한 몰입 전투 훈련 시나리오까지 다양한 시나리오를 통해 동부 제1사단 훈련관들은 군인들이 전투 지휘관이 될 수 있도록 준비시킨다.

Long 대위는 “이곳 애터베리 기지에서 부대를 배치할 모의 훈련관을 통합하기 시작한 것은 얼마 되지 않았다. 이러한 시스템에 좀 더 익숙해지면 훈련 능력도 향상될 것이다.”라고 말했다.

시뮬레이션의 민간산업 분야로의 확대



| 그림 5 | VBS3 (Virtual Battlespace 3) 화면 모습

전에는 군사 시뮬레이션이 민간산업 시장의 기술보다 훨씬 앞서 있었다. 그러나 현재는 수백 만 미국인들이 가정에서도 최고의 그래픽 사양을 갖춘 비디오 게임 콘솔과 첨단 하드웨어 및 소프트웨어를 소유하고 있다.

따라서, 단기적인 군사 시뮬레이션 조달이 불확실하기 때문에 방산업체들은 임박한 문제를 푸는 해법으로 상업 부문에 눈을 돌리고 있다.

저비용으로 군사 시뮬레이션에 통합될 수 있는 저렴한 기성품을 원하는 업체 경영진들도 수십 년에 걸쳐 쌓은 가상 훈련 전문 기술을 새로운 모델링 및 시뮬레이션 기술을 모색하고 있는 의료와 교통 부문에 전해줄 수 있게 되기를 희망하고 있다.

컨설팅 제공업체인 Frost & Sullivan사의 Mike Blades 분석가는 군사 훈련 및 시뮬레이션 산업은 앞으로 10년 동안 경기 침체의 타격을 입게 되겠지만 그 영향은 다른 방위 부문보다 심각하지는 않을 것이라고 말했다. 그는 훈련 및 시뮬레이션 시장이

앞으로 5~10년에 걸쳐 5퍼센트 축소될 것이며 이에 비해 무인 비행기와 헬기 시장은 7~10% 축소될 가능성이 높다고 전망한다.

시뮬레이션 연구개발에 대한 정부의 자금 지원은 이 기간에 감소될 가능성이 높아 혁신 추구를 위한 재정적 책임은 기업들이 지게 될 것이라고 National Defense지에 전했다. 기존의 방위산업체들은 사내 연구, 개발, 시험 및 평가(RDT&E) 비용을 지출할 필요가 없는 최신 기술을 얻기 위해 민간 기업과 계속 제휴할 것이다.

Mike Blades 분석가는 “다른 사람이 이미 개발한 시스템에 연구비를 투자할 필요가 있는가? 모든 위험을 무릅쓸 사람은 아무도 없기 때문에 록히드마틴이나 노드롭 그루먼사가 제휴업체와 같이 일할때 자체적으로 RDT&E에 돈을 지출하겠는가?”라고 물었다.

비디오 게임 산업의 일부 창업 기업은 이미 군사 시뮬레이션 기업들의 주목을 받고 있다.

예를 들어, Virtuix사가 개발 중인 러닝머신 형태의 가상현실 게임기 Omni는 아직 개발 단계이기는 하지만 그 시제품 버전이 방위산업체들에서 이미 사용되고 있다고 Colton Jacobs 제품 책임자가 말했다.

또한 BAE Systems사의 경우 육군의 훈련용 게임에서 대표적인 비디오 게임인 Virtual Battlespace 3와 함께 Omni를 사용하는 보병용 가상 현실 시뮬레이터를 개발하고 있다고 인터뷰에서 밝혔다.

이렇듯 Omni는 상업적인 분야와 군사용 가상 현실 시스템 모두에 있는 문제를 해결한다. 사용자의 동작을 감지하는 센서 기술

은 비교적 성숙된 기술이지만 그 사용 범위가 사용자가 움직이는 공간으로 한정되어 있다. 사용자는 가상 현실에서 뿔 뿔, 실제 벽에 부딪히거나 하는 경우는 없다.

Virtuix는 완전 무장한 군인의 키와 무게에 맞는 Omni의 군사용 버전을 개발할 계획이라고 Jacobs는 말했다.

그는 “군사용 버전에는 군인이 훈련 중에 전체 장비를 착용할 수 있는 다양한 종류의 지원 시스템이 포함될 것이다. 그 이유는 몸에 착용할 수 있는 것이 약간 제한되고 몸을 숙이는 등의 동작도 좀 더 자유롭게 할 수 있도록 요구된다.”라고 말했다.

Oculus VR사의 제품 책임자인 Joseph Chen은 군사 시뮬레이션 산업에 진출하려는 상업용 비디오 게임 업체들이 비용을 절감하는 혁신적인 기술을 통해 소프트웨어 개발자들의 관심을 끌어야 한다고 말했다. Oculus VR사는 게임 산업에서 사용되는 가상 현실 헤드셋인 Oculus Rift를 만들었으나, 시판은 2014년 이후에나 가능할 것으로 보인다.

Oculus Rift는 아직 군에서 사용되지는 않지만 그 시제품은 노드롭그루먼사와 Havok사에서 개발한 시나리오, 게임 엔진 및 하드웨어에 통합되었다고 Chen은 말했다. Bohemia Interactive Simulations사도 자사의 Virtual Battlespace 3에 Oculus Rift를 사용할 계획이라고 말했다.

Chen은 “결국 개발자들이 헬기 시뮬레이션, 정비 시뮬레이션, 의료 시뮬레이션 등 다양한 분야에서 사용될 놀라운 애플리케이션을 만들어낼 것이다.” 라고 말했다.



그림 6 | Omni 러닝머신 플랫폼

300달러의 단가로 가상 훈련에 사용할 헤드셋을 대량 구입할 수 있을 것이다. 이는 많은 군인이 함께 훈련할 수 있기 때문에 비싼 대형 훈련 시스템 하나를 구입하는 것보다 비용이 낮을 것이라고 Chen은 말했다.

미 국방부의 재정 감축은 저가 제품을 군에 판매할 수 있어 민간 기업에게는 희소식이지만 방위산업체들은 가상 훈련 도구의 매출을 늘리기 위해 다른 곳을 찾고 있다.

해군의 F-35 통합 공격 전투기나 P-8 Poseidon 대잠초계기를 대상으로 하는 새로운 항공 시뮬레이터 프로그램을 조달할 조짐이 거의 보이지 않는다고 Blades는 말했다. 군은 이미 이러한 항공기 시뮬레이터 대부분에 대해 계약을 체결한 상태이기 때문이다.

Rockwell Collins사의 LeAnn Ridgeway 부사장 겸 시뮬레이션·훈련 솔루션 총괄 책임자는 “새로 나올 플랫폼이 줄어 실제로 치열한 먹이 싸움이 벌어질 것이다. 앞으로 20년 동안 새로 나올 플랫폼이 3개 밖에 없

다면 계약 체결 여부에 따라 업체가 입는 영향이 클 것이다.”라고 말했다.

군은 필요한 단위 수를 철저히 계획하여 결정하기 때문에 비용을 절약할 수 있고, 따라서 획득하는 비행 시뮬레이터 수도 줄일 것이다.

기존의 고정 또는 회전익 항공기 요구가 강화되면 기업들은 이러한 플랫폼에 해당하는 시뮬레이터를 업그레이드할 기회를 얻게 될 것이라고 Blades는 말했다.

정부와 함께 일하는 매사추세츠 앤도버(Andover)에 소재한 기술 및 컨설팅 회사 DRC사의 Ron Smits 준비 태세·훈련 솔루션 총괄 책임자는 국방부에서 시뮬레이션 조달의 규모를 축소하더라도 다른 연방 기관에서는 아직도 대규모 기회가 존재한다고 주장했다.

그는 “국토안전부 같은 기관은 모델링과 시뮬레이션이 제공하는 비용 절감 능력에 대해 완전히 신뢰하지 않았다. 예를 들어 세관과 국경 및 해안 경비대는 사격 연습을 아직도 실제 훈련으로 연습하고 있다.

가상 훈련이 실제 전투에 임하는 요원들에게 충분히 효과가 있는 것과 같이 국경을 순찰하거나 선박에 탑승하여 밀수범을 상대하는 요원들에게도 효과적이라고 말할 수 있다.”고 말했다.

Smits는 국방부보다 예산이 훨씬 적은 정부 기관이 투자비용을 회수하는 데 수년이 걸리는 시뮬레이션에 거액의 금액을 지출하기가 어렵다는 점을 인정했다. 그는 기업들이 데스크탑 컴퓨터에서 실행할 수 있는 저가의 고성능 소프트웨어 같은 시뮬레

터 형태로 단계적으로 확장하는 것을 장려할 수 있다고 말했다. 정부 관리들이 비용이 낮고 쉽게 채택할 수 있는 가상 훈련의 장점을 알게 되면 예산 계획에서 이러한 시스템에 비용을 추가할 것이다.

DRC사는 계속해서 정부 고객에 집중하겠지만 의료 및 사이버 보안 훈련 분야로 확장할 계획도 있다고 Smits는 말했다.

그는 “사이버 공간에서 훈련 기회가 많이 보일 뿐만 아니라 경력을 추구하는 사람들도 보인다고 했다. 이들의 역량을 좀 더 빨리 최고 수준으로 높일 수 있는 방법은 무엇일까?” Cubic Advanced Learning Solutions사의 Bill Rebarick 차장은 Cubic사의 모델링 및 시뮬레이션 사업의 약 60%는 정부를 대상으로 하지만 최근 해군과 체결한 계약으로 이 회사는 의료 같은 상업 부문에 초점을 맞출 수 있게 될 것이라고 밝혔다.

이후 Cubic사의 상업적 노력에서 나오는 모든 기술 혁신을 국방부의 향후 프로그램에 도입할 수 있다고 이 회사의 Jan Cannon-Bowers 수석 연구자는 말했다.

QinetiQ North America사도 상용 자동차, 열차, 항공기 운전용 훈련 프로그램을 만들 기회를 조사하고 있다고 Charlie Douglas 모델링·시뮬레이션 부문 부사장은 말했다. 자사 독점 솔루션을 개발하는 대신 QinetiQ는 고객의 요구를 충족하는 기성품 솔루션이나 개방형 아키텍처를 주문 제작하는 시스템 통합자 역할로 이동하고 있다고 그는 말했다.

Smits는 우주 및 에너지 탐사 부문도 모

델링과 시뮬레이션에 대한 요구가 증가하는 시장이라고 말했다.

Blades는 연방항공국(Federal Aviation Administration)에서 무인기를 민간 공역에 통합하게 되면 민간 무인기 운항업체용 훈련이 수익성 있는 시장으로 발전할 것이라고 말했다.

그는 또한 시장을 놓고 경쟁하는 업체들에게 고정익, 쿼드콥터, 헥시콥터 무인기 같은 다양한 항공기를 수용할 수 있는 범용 시뮬레이터를 제작할 것을 조언했다. 이는 자체 훈련 사업을 개발하고자 하는 무인항공기 제조사의 짐을 덜어 줄 것이다.

사실상 “범용 무인기 시뮬레이터를 만드는 비용은 많이 들지 않는다. 이런 종류의 무인기 시뮬레이터에 사용되는 소프트웨어는 값이 매우 저렴하고 대부분이 공개 소스이다.”라고 Blades는 말했다.

관련 기업들은 연방항공국에서 민간 공역을 상업용 무인기에 개방하는 시점에 맞추어 관련기술도 준비가 되어 있어야 한다며, “시장의 주목을 받기 위해서는 항상 먼저 시작해야 한다.”고 덧붙였다.

Rockwell Collins사가 바로 그러하다고 Ridgeway는 말했다.

또한 “우리는 이미 무인기의 민간항공기 공역 공유에 대비하여 자문 위원회의 도움을 받았고, 사전 몇몇 규칙 제정을 맡고 있

는 정부 기관들과 논의를 가진 바 있다.”고 말했다.

Ridgeway는 국방부의 재정적 부담 때문에 가상 훈련의 가치에 대해 정부와 학계의 연구가 늘 것이라고 보고 있다. 이러한 연구를 통해 시뮬레이터가 얼마나 효과적으로 훈련할 수 있는가 하는 임무의 비율을 평가할 것이다. “그 후에는 적절한 시점을 평가할 것이다.”라고 말했다.

가상 훈련의 투자 효과를 입증하는 것이 향후 군 매출의 확대에 필수가 될 것이라는 점에서는 다른 행정기관도 동의하고 있다.

Douglas는 “아직까지 온라인 훈련과 교관 훈련의 효과를 실제로 정량화한 적이 없다.”며, 어떤 임무가 시뮬레이션으로 학습 효과가 가장 큰 것인지 그리고 효과적인 체계를 구성하는 데 필요한 투자액이 얼마나 되는지를 평가할 필요가 있다고 말했다.

그는 “4천만 달러짜리 훈련 장치와 2천만 달러짜리 훈련 장치가 지식 또는 학습 효과에 있어서 동일할까?”라고 물으며, “훈련 효과의 저하 없이 예산적 제약에 부합되는 기술을 발전시켜야 하는 기로에 있다고 본다.”고 말했다.

-
- 출처 1. science.dodlive.mil (2014, 1, 13.)
 〈Virtual Gaming = Military Training〉
 2. nationaldefensemagazine.org (2014, 2, 1.)
 〈Defense Simulation Firms Turn to Commercial Sector for Inspiration〉

급조폭발물 대응을 위한 미 육군의 공세적 전자전 장비 개발 동향

국방기술품질원 기술정보센터 방산기술정보팀
육군대령 김권희

이라크 전 초기, 육군의 전자전 능력은 노변의 폭탄 기폭장치뿐만 아니라 우군의 통신까지도 무차별적으로 재밍하는 ‘철퇴’로 악명 높았다. 그러나 이 같은 능력이 오늘날에는 수술용 메스나 스위스 군용 칼에 더 가깝게 향상되었다고 육군 당국자는 말한다.



| 그림 2 | IED에 의해 파괴된 HUMVEE 차량



| 그림 1 | IED 폭발장치

전자전 계획실에서는 일련의 정밀 재머(jammer: 전파방해기)를 야전배치하고 있는데, 이 가운데 일부는 무선제어 방식 급조폭발물(Improvised Explosive Device, IED)의 기폭장치를 겨냥하고, 기폭장치를 작동시키는 자의 위치를 정확히 찾아내는 감지기 역할까지 한다.

이 새로운 장치들은 또한 보병분대와 전진 작전기지의 차량에까지 보호막을 확장해 준다.



| 그림 3 | 도로상 IED 운용(이라크)

“이는 ‘호송대를 보호하면서 오늘 하루 어떻게든 버티보자’ 하던 식의 수세에서 벗어나, 적의 지휘통제에 대한 대대적인 공세 전환이 이루어진 것이다.”라고 PEO IEW&S의 Mike Ryan 전자전 프로그램 매니저는 말했다.



| 그림 4 | IED에 의해 파괴된 차량

차량용 CREW Duke의 다음 버전은 ‘프로토콜 기반의 공격’을 수행함으로써 전자전과 사이버전을 융합시킨 것이라고 Ryan 매니저는 말했다. 이 공격은 실제로 시스템 내부에 침투해 1과 0의 디지털 코드를 바꿔놓음으로써, 기폭장치와 이러한 디지털 코드를 수신하는 무선제어 IED 간의 통신 연결통로를 끊어놓는다. 이는 향후 수년 동안에 이루어질 기술접목 사항 중 일부에 해당된다.

CREW Duke

We're protecting our country's most valuable resources, America's warfighters, with our counter IED system - CREW Duke.

Redefining possible.

The CREW Duke system is the highest performing, most widely deployed and cost-effective counter IED system in theater.

Today, warfighters rely on technology to help keep them safe on the battlefield. For more than 50 years, SRC, Inc., formerly known as Synetics Research Corporation, has designed battle-proven solutions that enable warfighters to execute their missions safely and effectively.

The CREW Duke system provides lifesaving protection against the full range of remote controlled improvised explosive device threats. Using state-of-the-art jamming technology, this vehicle-mounted, lightweight system neutralizes ROEED threats. In 2016, the first generation Duke was selected as one of the U.S. Army's Top 10 Greatest Inventions; since then, our engineers have continually enhanced the mission-critical system.

CREW Duke was designed to minimize size, weight and power while optimizing performance. The simple to operate system mounts into a wide variety of military vehicles. CREW Duke, the most widely fielded and reliable system today, has played a critical role in reducing the number of ROEEDs detonated.

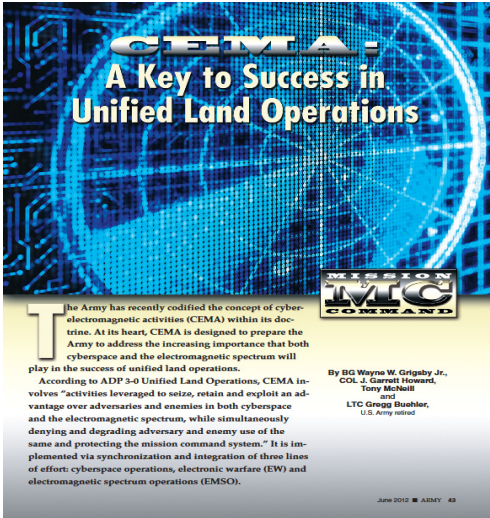
SRC

| 그림 5 | CREW Duke

육군 전자전 프로그램 당국자들의 공개적인 발언은 신중한 태도를 견지했지만, 보다 정교한 프로토콜 기반의 공격은 이론적으로 적군의 컴퓨터 네트워크에 무선으로 악성 소프트웨어 코드를 삽입하여 네트워크를 교란시키거나 정보를 빼낼 수 있다. 육군은 항공기와 지상 차량에 배치하여 이런 종류의 사이버전을 벌일 수 있는 기술을 모색하고 있다고 C4ISR & Networks의 자매지인 Defense News는 최근 보도에서 밝히고 있다.

전자전 계획실의 신중한 발표내용에 따르면, 이들은 지난 2월에 애리조나 주 유마 성능 시험장에서 Duke 재머를 장착한 호송대를 통해 단일 전술 시나리오에 사이버전과 전자전을 융합시키는 시범을 보였다고 한다. 이 호송대는 스스로를 보호하면서 기폭장치 신호의 위치를 정확히 찾아내 ‘반군의 통신 시스템을 공격 및 이용’할 수 있는 능력이 있음을 보였다.

“이 시범은 기존의 전술적 감지기들을 이용하여 상대방과 적군에 대해 사이버 공간과 전자기 스펙트럼 두 개의 영역에서 우위를 점유 및 유지하는 동시에, 상대방과 적군이 똑같은 수법을 사용하지 못하도록 만들거나 제대로 수행하지 못하도록 만들 수 있음을 보여준다. 이는 CEMA(Cyber Electromagnetic Activity)의 채택이 갖는 온전한 잠재력과 그것이 통합적 지상작전에 기여하는 바를 보여주기 위한 매우 고무적인 첫 단계라고 할 수 있다.”라고 이 발표내용은 밝히고 있다.



| 그림 6 | CEMA Army

CEMA는 육군의 비교적 새로운 개념으로서, 사이버 공간에서의 작전과 전자전 그리고 전자기 스펙트럼 관리 작전의 통합 및 동기화를 다루고 있다.



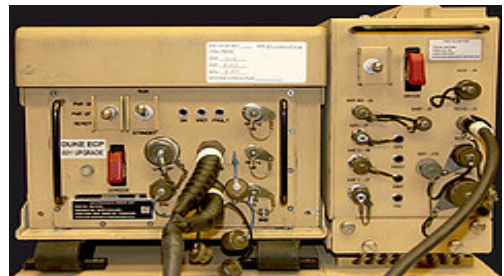
| 그림 7 | FM3-36 EW교범(미 육군)

전자전 시스템의 툴박스

육군은 최근 수개월간 일련의 전자전 시

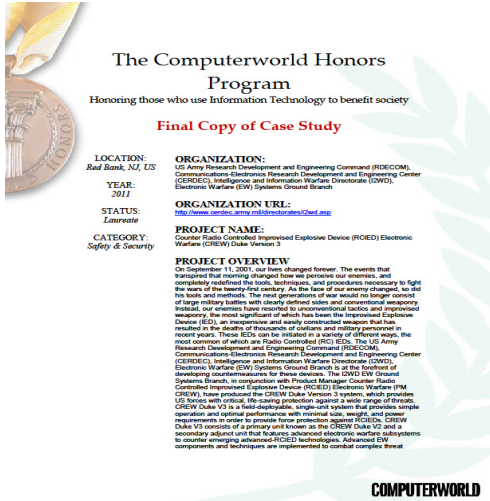
스템을 신속대응능력으로서 야전배치해 왔다. 이들은 아직 통합되어 있는 시스템이 아니지만, 2020년을 위해 구상된 차세대 전자전 장치인 다기능 전자전 체계(Multi-functional Electronic Warfare System)에서 이들을 통합하거나 연결할 전략이다. “전쟁이 끝나감에 따라, 우리는 이러한 기존의 시스템을 이용해 가교전략을 세울 것이다.”라고 Ryan 매니저는 말했다. “이들을 유지보수하고 개선하여 글로벌 대응 부대(Global Response Force, GRF)의 지원 준비를 갖추는 동시에 이러한 개별 시스템을 대체하기 위한 연구개발에 투자할 것이다.”

지상군에 맞춰 조합된 가장 최근의 시스템 중에는 차량 및 초소 진입지점을 위한 Duke V3, 분대를 위한 휴대용 Thor 및 Baldr 그리고 적의 지휘통제 신호 위치를 찾아내는 전초기지(Forward Operating Base, FOB)용 Gator 장비가 포함되어 있다.



| 그림 8 | Duke V3

가장 초기 버전의 Duke가 장난감 자동차와 전자열쇠 같은 저출력의 노변 폭탄 기폭 장치들만을 재밍했던 것과는 달리, 보다 최근의 버전은 셀룰러 신호와 보다 광범위한 상용 및 군사 위협들을 재밍할 수 있도록 개선되었다.



| 그림 9 | Duke V3 프로젝트의 2011년
COMPUTERWORLD 대상수상

이 시스템의 일부는 항상 켜져 있어서 그 같은 저출력의 위협들을 재밍하고 있지만, 다른 잠재적인 위협들을 감지하여 재밍하는 대응력도 발휘할 수 있다. 적군이 여러 주파수의 기폭장치로 다수의 폭탄들을 터트리려 할 경우 Duke(어떤 면에서 소프트웨어 기반의 무선 장치라고 할 수 있다)는 주파수 호핑을 하면서 전력을 분배해 여러 주파수들을 하나하나 재밍해 나갈 수 있다.

“우리는 전구로부터 끊임없이 연락을 받고 있는데, 그들은 아주 만족하고 있다. 매우 효과적이어서 사망률이 크게 줄었다. 병사들은 만족하고 있지만, 보다 확장된 기능을 원하고 있다”라고 CREW의 제품 매니저인 Kent Snyder 중령은 말했다.

현재 3만 2,000대의 Duke 장비가 야전배치되어 있으며 각 장비마다 이벤트 로그(event log) 기능을 갖춘 감지가 탑재되어 있다. 육군에서는 실패로 끝난 폭탄 공격에 대한 데이터를 자신들의 정보 데이터베이스용으로 통합하는 데 관심을 보이고

있다. Duke를 이용해 재밍 기능을 수행하면서 기폭장치 작동체로부터 나오는 이른바 ‘흥미로운 신호’의 시발점을 기록할 수 있다고 Ryan 중령은 말했다.

아프가니스탄에서는 가장 기초적인 압력판 및 유선 폭발 방식의 IED가 이라크에서 사용되었던 무선제어 방식의 IED보다 더 흔히 사용되었는데, 전자전 프로그램 당국자들은 이것이 자신들의 기술이 진부한 것임을 뜻하기 보다는 오히려 성공적임을 보여주는 것이라고 말하고 있다.

“우리 때문에 그들이 유선 방식 등으로 돌아갈 수밖에 없게 되면서 다른 자산들을 통한 탐지에 노출되고 있다는 얘기가 있다. 무선제어 폭발 건수가 훨씬 줄어들긴 했지만 이 장비를 철수시킨다면 바로 늘어날 것이다. 그들은 끊임없이 살펴보며 시도하고 있기 때문이다.”라고 Ryan 중령은 말했다.

차량 탑재형 방향탐지 체계인 Roadmaster는 이미 알려져 있는 기폭 신호(trigger signal)에 대한 방위각선(Lines Of Bearing, LOB)을 찾아낼 수 있다. 이 시스템은 Duke V3와 함께 사용될 경우 적의 신호를 탐지해서는 이를 지도에 오버레이 시켜 기록한다. 병사는 기폭장치 작동체를 추적하거나 혹은 계속해서 정보를 수집할 수 있다.



| 그림 10 | Thor III

보병분대를 위한 Thor III는 Duke V3를 3대의 26lb급 휴대형 장비들로 나눠놓은 것 같은 모델로서, 전체가 한 조로 기능하여 보호막을 생성한다. 지난 수년간 이 장비 수천 대가 야전 배치되었다고 프로그램 당국자들은 밝혔다.

Thor의 보호막 바깥으로 벗어나야 하는 개별 병사들은 보다 소형 모델인 Baldr를 착용함으로써 개인별 점유면적 범위에서 보호 기능을 제공 받을 수 있다. 배터리 포함 무게가 12lb인 Baldr는 최근에 야전배치 되었다.



| 그림 11 | Thor III

Gator(Ground Auto Targeting Observation/Reactive) 재머는 전초기지를 위한 고정위치형 기술로서, 적의 통신을 정확하게 확인해 위치를 찾아낸 뒤 재밍하도록 설계되었다. 육군은 이 시스템 8대를 야전배치했는데, 이들은 컨테이너 탑재설비와 통신기 한 대, 그리고 107ft 높이의 수직 안테나로 구성되어 있다.

Gator의 응용분야 중 하나는 적의 통신을 선택적으로 통제함으로써, 적군의 전투기로 하여금 수신 상태가 보다 좋은 곳을 찾아 보호된 위치에서 벗어나 취약 지점으로 들어서도록 만드는 것이다.

Gator는 음성 메시지나 음악을 송신할

수도 있다. 반군들은 메탈리카(註: 미국의 헤비메탈 밴드)와 컨트리 음악을 좋아하지 않는다고 프로그램 당국자들은 말했다.

육군이 야전배치한 전자전 오퍼레이터용의 네트워크 전자전기획관리 툴(Network EW Planning and Management Tool)은 전장의 스펙트럼을 시각화하고, 잠재적인 간섭 문제들을 예측하며, 잠재적인 충돌을 피해갈 방법들을 설계함으로써 군사훈련 임무를 사전 지원한다.

그 기본개념은 지휘관들이 전자기 스펙트럼에 대해 행동 가능한 그림을 그릴 수 있도록 해주는 것이다. 예를 들어, 부대에서는 자신들의 기지에 박격포 공격을 하기 위한 좌표를 무전연락하고 있는 적 감시병의 신호를 탐지하여 표시할 수 있다. 신호의 위치를 파악한 지휘관은 이 신호를 청취 또는 재밍하거나 그 좌표로 포격을 가할 수 있다.

“화면에 신호를 표시하고는 지휘관에게 ‘대장님, 저희가 재밍하고 있는 것은 바로 이겁니다.’하고 말할 수 있다. 그러면 지휘관은 뭔가를 시각적으로 볼 수 있게 되는 것이다.”라고 Snyder 중령은 말했다.

이 같은 툴은 또한 전장에서 다양한 전자전 자산들을 통제 및 조화시킬 수 있도록 해줄 것이다. 서로 협력할 수 있는 기능을 가질 것으로 전망되는 차세대 전자전 체계들에도 필수적이 되어, 다수의 재머를 한 영역에 집중시키거나 혹은 다양한 신호들을 동시에 재밍할 수 있게 해줄 것이다.

출처 C4ISR&NETWORKS (2013, 11, 1.)
〈New gear puts electronic warfare and counter IED on the offensive〉

세계 10대 병력수송 장갑차

— Army-technology.com 선정

국방기술품질원 기술정보센터 방산기술정보팀
책임연구원 강인원

흔히 APC(Armoured Personnel Carrier)라고 부르는 병력수송 장갑차는 제1차 세계 대전 이래로 군사 작전에서 중요한 역할을 담당해 왔다. Patria AMV, Boxer, Piranha V와 같은 현대의 APC들은 방호능력이 향상되어 매우 위험한 지역에 보병을 더 안전하게 배치시킬 수 있다. Army-technology.com은 방호력과 기동성에 기초하여 현재 운용 중인 APC 중 베스트10을 선정했다.

Patria AMV



| 그림 1 | Patria AMV

Patria AMV(Armoured Modular Vehicle)는 핀란드에 위치한 Patria사가 제작한 현대식 8×8 차륜형 장갑차이다. 이 장갑차는 2004년에 시장에 소개되었고, 지금까지 핀란드, 크로아티아, 폴란드, 슬로베니아, 남

아프리카, 스웨덴, 아랍에미리트 등의 군이 발주했다.

Patria AMV는 승무원 3명과 병력 10명이 탑승하며, 급조폭발물(IED)과 폭발성형 관통자(EFP)로부터 승무원들을 보호한다. 전방 차체는 30mm까지의 날개 안정식 철갑축사 예광탄(APFSDS-T)에 대한 탄도 방호를 제공한다. 이 장갑차는 10kg의 폭발물 지뢰까지도 견딜 수 있다.

Patria AMV의 APC 버전에는 12.7mm 중기관총이 탑재된 Patria PML 127 OWS 포탑이 장착되어 있다. 이 장갑차의 최고 속도는 100km/h 이상이며 항속거리는 800km이다.

Boxer APC



| 그림 2 | Boxer APC

Boxer APC 버전은 독일 KMW(Krauss-Maffei Wegmann)사와 Rheinmetall사의 합작회사인 ARTEC사가 생산한 세계 최고 수준의 APC이다. 주로 독일 육군에서 운용하고 있는 Boxer APC는 3명의 승무원과 8명의 병력 등 총 11명의 탑승자를 안전하게 수송할 수 있다.

이 장갑차에는 지뢰, IED, 탄도무기의 위협에 대한 방호를 위해 빈 공간과 경사가 있는 장갑 솔루션이 결합되어 있다. 이 장갑 솔루션은 대전차 및 대인 지뢰, 소형 폭탄, 포탄으로부터 승무원을 보호해 주며, 약 30°의 고각에서 14.5mm까지의 무기에 대한 전(全)방위 탄도무기 방호를 제공한다. 장갑차에 탑재된 FLW 200 경(輕) 원격조종 무장장치에는 12.7mm 중기관총이나 40mm 유탄발사기가 장착되어 있다.

이 장갑차는 독일 육군이 개발한 미래 병사체계(IdZ) 기술도 지원한다. Boxer APC의 최고 속도는 103km/h이며 항속거리는 1,050km로 동급최고 수준이다.

Piranha V



| 그림 3 | Piranha V

Piranha V는 Piranha 차륜형 다목적 장갑차 제품군의 최신 모델로서 MOWAG (현재 GDELS-Mowag으로 알려져 있다)사가 제작하였다.

Piranha V APC는 지뢰, IED, EFP의 충격에 저항하는 잘 방호된 장갑 차체에 13명의 인원을 수용할 수 있다. 이 장갑차에는 능동방호장치와 범위 95% 이상에 해당하는 다양한 수준의 방호를 제공하는 부가 장갑을 장착할 수 있다.

이 APC에는 경(輕) 원격조종 무장장치에서 LANCE 30mm 모듈식 포탑 체계와 같은 중(重) 포탑·포 체계에 이르는 모듈화된 무장 플랫폼을 장착할 수 있다. MTU 디젤엔진과 FEDS(Fuel Efficient Drive train System)가 결합되어 최고 속도 100km/h, 항속거리 550km를 제공한다.

Pandur II 8×8



| 그림 4 | Pandur II 8×8

Pandur II 8×8 APC는 GDELS-Steyr사가 생산한 6×6 차륜형 장갑차 Pandur I의 개량형 버전이다. 이 장갑차는 현재 체코 육군과 포르투갈 군이 운용한다.

Pandur II APC에는 승무원을 포함하여 14명이 앉을 수 있으며, 탄도무기, 지뢰, IED, 대전차로켓(RPG)에 대한 방호를 위해 크기 조정이 가능한 모듈식 장갑 솔루션을 결합시킬 수 있다.

Pandur II의 상부에 장착된 SP30 포탑에는 Mauser 30mm MK 30-2 포가 탑재되며, 체코 육군이 사용하고 있는 장갑차에는 ATK MK44 30mm 포가 탑재된 원격조종 무장장치 RAFAEL RCWS-30가 장착되어 있다. 부무장에는 7.62mm 기관총과 76mm 연막탄발사기가 포함된다. 장갑차의 최고 속도는 105km/h이며 항속거리는 700km이다.

ARMA 8×8 APC



| 그림 5 | ARMA 8×8

8×8 모듈식 차륜형 장갑차 ARMA는 터키에 위치한 Otokar Otomotiv ve Savunma Sanayi사가 국제방위산업전시회 IDF 2013에서 공개하였다. 기본형 ARMA 장갑차는 다양한 임무 형상을 위한 모듈식 플랫폼의 역할을 한다.

ARMA APC의 내부 레이아웃은 운전자, 지휘관, 병력 10명을 수용하도록 설계

되어 있다. 장갑 차체는 운동에너지 관통자, RPG, EFP, IED에 대해 높은 수준의 방호를 제공한다.

ARMA의 APC 버전에는 7.62mm/12.7mm 기관총이 탑재된 원격조종 무장 장치가 장착되거나, 20mm 포나 30mm 포의 Mizrak-30 중구경 원격조종 포탑을 탑재한 개방형 큐폴라가 장착될 수 있다. 장갑차의 8.9L짜리 6기통 디젤엔진은 최고 속도 105km/h, 항속거리 700km를 달성할 수 있도록 해준다.

AV8 8×8 APC



| 그림 6 | AV8 8×8

AV8 APC는 Deftech사가 FNSS사와 공동으로 제작하였으며 2012년에 소개되었다. 이 장갑차는 말레이시아 군용으로 개발되었으며, 터키 육군에서 사용하고 있는 FNSS 8×8 APC 차량을 기반으로 하고 있다.

AV8은 13명의 병력을 수용할 수 있으며, 복합 알루미늄 및 강철 장갑이 장착되어 있다. 차체의 양쪽뿐만 아니라 전방 구역에 추가 장갑을 경첩 형태로 달 수도 있다.

AV8 장갑차는 30mm GI-30 포와 FN Herstal MAG 58M 7.62mm 동축 기관총이

달린 Denel LTC 30 2인 포탑이 장착되어 있다. Deutz 터보차지 디젤엔진으로 구동하며, 최고 속도 100km/h 및 항속거리 700km를 달성할 수 있다.

Terrex 8×8 APC



| 그림 7 | Terrex 8×8

Terrex 8×8 APC는 ST Kinetics사가 제작하였으며, 싱가포르 군이 운용하고 있다. 이 장갑차는 더 높은 기동력과 생존성을 제공하며, 13명의 병력을 수송할 수 있다. 장갑차에는 내장형 중앙 타이어 공기압 조절 장치가 있어서 이동 중에 지형에 따라 자동으로 타이어를 부풀리거나 납작하게 할 수 있다.

이 APC에는 능동형 및 수동형 장갑 세트가 장착되어 있고, IED와 지뢰를 방호할 수 있다. 40mm 자동 수류탄 발사기와 7.62mm 범용 기관총 또는 0.5인치 HMG를 포함한 원격조종 무장장치가 포함되어 있다.

이 장갑차는 450마력의 6기통 4행정 Caterpillar C9 터보 디젤엔진으로 구동되며, 최고 속도 105km/h와 항속거리 600km를 달성할 수 있다.

BTR-4 8×8 APC



| 그림 8 | BTR-4

BTR-4는 우크라이나의 Kharkiv Morozov Machine Building Design Bureau가 제작한 8×8 APC이다. 이 장갑차는 이라크 육군과 우크라이나 기계화보병사단의 수송대에서 운용 중이며, 전투 시 화력지원을 제공한다.

BTR-4 APC는 2006년에 소개되었으며, 2008년에 양산이 개시되었다. 3명의 승무원과 7명의 병력을 태울 수 있으며, 자동 소구경 총에 대하여 생존할 수 있다. 주·야간의 모든 기후조건에서 운용할 수 있다.

이 APC에는 30mm 기관총과 7.2mm 기관총이 탑재되며, 30mm 유탄발사기와 대전차 미사일 체계도 장착된다. 500마력의 3TD 디젤엔진으로 구동되며, 최고 속도는 110km/h, 항속거리는 690km이다.

BTR-82A APC



| 그림 9 | BTR-82A

BTR-80의 개선형 버전인 BTR-82A는 러시아와 카자흐스탄 육군용으로 러시아의 Military Industrial Company가 생산한 8×8 APC이다.

BTR-82A APC의 양산은 2013년 9월에 개시되었으며, 첫 번째 장갑차가 2015년에 러시아 육군에게 납품될 것으로 예상된다. 이 장갑차는 3명의 승무원과 7명의 병력을 태울 수 있으며, BTR-80에 비해 더 발전된 방호를 제공한다. BTR-82A의 장갑 안쪽에 있는 파편 방지대(spall liner)는 승무원들을 지뢰와 IED로부터 보호해 준다.

장갑차 바닥은 다층으로 된 강화 바닥이며, 30mm 2A72 이중 송탄 포와 7.62mm PKTM 기관총이 장착된다. 300마력 KAMAZ 740.14-300 터보 디젤엔진으로 구동되며, 최고 속도는 100km/h, 항속거리는 600km이다.

Stryker ICV



| 그림 10 | Stryker ICV

Stryker ICV(Infantry Carrier Vehicle)는 GDLS사가 제작하며, 미 육군이 운용하고 있다. ICV는 2002년에 운용되기 시작하였으며, 계열 장갑차 8종이 생산되었다. 2명의 승무원과 9명의 병력을 수송할 수 있다.

경화된 강철 차체가 기본적인 방호를 제공한다. 장갑차에는 파편 방지대도 있으며, 다양한 생존 키트를 장착할 수 있다. 이에 추가하여 직격탄으로부터의 방호를 위해 Cal. 50 또는 MK 19 연막 유탄 발사기를 원격조종 무장장치에 장착할 수 있다.

정격 350마력의 Caterpillar JP-8 디젤엔진으로 구동되며, 최고 속도는 96.5km/h이고 항속거리는 530km이다.

출처 army-technology.com (2013, 12, 11.)
〈The world's 10 best armoured personnel carriers〉

인도 화력장비 개발 동향

국방기술품질원 기술정보센터 방산기술정보팀
책임연구원 박정기

최근 중국이 인도와의 국경지역에 30만 병력 및 신형전투기를 배치하고 불법 국경 침입을 할 뿐만 아니라 국방체계 강화 행보를 보임에 따라 동아시아 지역의 긴장이 고조되고 있다. 따라서 인도는 국방력 강화와 노후한 무기체계를 현대화하기 위한 국방 예산을 매년 증가시키고 있다. 인도 정부는 군 현대화를 위해 2013년 AERO SHOW에서 향후 10년간 1,000억 달러를 투자할 계획을 밝혔다. 현대화 5개년 개발계획('12~17년)에 따라 5년간 3조 4,700억 달러의 국방예산을 투입할 예정이다. 인도는 방산기술 부족으로 해외 수입 의존도가 높아 개발에 어려움을 겪고 있다. 따라서 기술습득을 위해 계약법에 해외 발주 시 10% 이상을 국내기업에서 개발 생산할 수 있도록 하여 국제기업과 협력, 절충교역을 통한 기술이전 확대 등 방산기술 획득을 적극 추진 중이다. 2014년 인도 뉴델리에서 열린 국제방위산업전시회(Defexpo 2014)에서는 국내기업과 해외 기업의 협력으로 생산된 군수품의 전시가 많았다. 이들 중에서 주 화력장비인 155mm 45구경 견인곡사포, 155mm 52구경 신형자주포, MK-1 Arjun 탱크를 기반으로 한 MK-II Catapult 궤도형 자주포 및 협비차량에 탑재한 105mm 초경량포의 개발동향을 살펴보았다.

155mm 52 구경장 8×8 자주포

TATA Motors의 신형 차륜형 자주포는 기동성을 높이기 위해 155mm 52 구경장 곡사포를 8×8 차륜식 TATA 군용 트럭에 장착하였다. 인도 민간 부문 방위산업이 한 단계 발전하는 가운데 자회사인 Tata Power Strategic Electronics Division (SED)사에서 작년에 새로운 자주포를 개발하여 인도 육군에 시험을 요청했다. 동(同) 회사가 생산한 이 자주포 시제품의 부품 자립화는 약 50~55%이다. 이 자주포는 TATA Power SED사와 남아프리카의 DENEL Land Systems사가 공동으로 개발했다.



그림 1 | TATA Motors SED 8×8 자주포(52 구경장, 155mm)

DENEL Land Systems사는 이종 배플포구 제동기가 장착된 모노블록 구조의 포신, 일체형 완충 장치의 포신거치대, 스윙 앤 슬라이드(swing-and-slide) 방식의 폐

쇄기 구조, 전기식 사격장치, 자동장전장치·장전기, 탄도 차트, 포구 속도측정 레이더, RLG-INS를 사용하는 자동배치 및 육상항법 체계, 포미에 직접 장착하는 파노라마 광학 기계식 조준기(포이용 보상 장치는 보상 장치에 장착되는 직접 사격용 망원경 조준기와 간접 사격용 백업을 구성함)를 공급하고 있다.

한편 TATA Power SED사는 디지털 탄도 컴퓨터, 전기통신 체계, 고정용 아웃트리거와 포탑 유압장치용 유압 시스템, 모든 탑재형 전기 시스템, 포 관리 컴퓨터, 'Rajak' 운전자 시야 개선 시스템을 개발했다. 곡사포가 장착되는 주문 제작형 8×8 트럭은 TATA Motors에서 생산한다. 이 회사는 현재 이러한 시스템의 획득을 위한 향후 입찰 참여 허가를 인도 국방부에 요청하고 있다.

인도 육군은 25년 전 곡사포 획득 사업 이후 관련 사업을 추진하지 않고 있으며, 410 FH-77B 곡사포는 1987년에 스웨덴의 AB Bofors사로부터 획득했다. 이후 인도 육군의 곡사포 재고가 상당수 고갈되었다. 이러한 인도 육군은 곡사포를 다섯 가지 범주로 2,200대 이상 구입하길 원하고 있다.

매출 1천억 규모의 TATA 그룹의 방위 사업체 TATA Power SED사는 2년 전에 '탑재포 프로젝트(Mounted Gun Project)' 개발에 착수했다. 그리고 시제품이 2013년 10월에 방갈로르(Bangalore) 전자산업단지(TATA Power SED사 시설)에서 출고하였다. TATA 그룹이 개발한 52 구경장 155mm 8×8 자주포는 사거리가 52km로 현재까지 인도에서 가장 길 것으로 보인다.

155mm 45 구경장 Dhanush 곡사포

Bofors 곡사포 기술을 토대로 Ordnance Factory Board(OFB)사가 제조한 Dhanush 곡사포(155mm/45 구경장)는 최대사거리가 38km이다. 2014년 2월 말에 이 인도산 견인 곡사포는 Sikkim 발사 연습장으로 운반한 후 시험을 실시하여 그 정확도와 사거리를 확인하였다. Deccan Herald지는 Defexpo에서 OFB사 관계자의 말을 인용하여 "우리는 이미 육군으로부터 우리가 자재 조달을 시작한 이 포 128문의 제작 요청을 받은 상태이다."라고 보도했다.



그림 2 | Dhanush 155mm 45 구경장 견인 곡사포

인도 육군은 1980년대 Bofors 도입 이후로 포를 구입한 적이 없다. 이 스웨덴산 곡사포가 카르길(Kargil) 전쟁에서 그 위력을 입증했으나, 이후에는 수리 부족이 부족해 다른 포의 부품을 돌려막는 '동류전용(同類轉用)'으로 간신히 운용해 왔다. 지난 10년 동안 여러 번에 걸친 신형 중포(重砲) 구입 노력이 허사로 돌아가면서 국방부는 마침내 기존 라이선스 협약에서 손을 떼고 OFB에 이러한 포 제작을 요청했다.

현재 Dhanush 곡사포 시제품 6문이 제조

되었다. Defexpo에서 전시된 것은 여섯 번째 개량 시제품이다. Dhanush는 155mm/45 구경장이며, 포신이 길어 최대사거리가 더 길다. 현재 인도 육군의 표준 견인 곡사포는 Bofors 155mm 39 구경장으로, 최대 유효 사거리가 27km인데 Dhanush는 38km까지 발사할 수 있다.

Dhanush는 주포 뒤쪽과 우측에 크레인 과 자동 장전 체계도 장착되어 있다. 인도 육군 관계자에 따르면 Dhanush는 분당 8발을 발사할 수 있는 반면, Bofors는 14초당 3발의 발사속도를 가지고 있다. Dhanush는 자동 사격 통제 장치도 갖추고 있다.

신형 130mm 자주포 Catapult Mk II

인도 국방연구개발기구(DRDO)가 주력 전차(MBT) Arjun MK-1 차체를 기반으로 제작한 130mm 자주포(自走砲)를 공개하였다. DRDO 산하 연구소인 전투차량 연구개발연구소(Combat Vehicles Research and Development Establishment, CV RDE)가 개발한 Arjun Catapult 포 체계는 130mm (SP) M-46 포 체계와 Arjun MBT 기동 체계의 첨단 기술을 채택했다.

Catapult Mk II는 포탑 차체는 조종수 포함 8명의 승무원 수용이 가능하다. 상부는 STANAG 4569 장갑 방호가 있으며, 국지 방어용으로 7.62mm 기관총과 탄 3,000발을 적재하고 있다. 또한 Arjun MK-1의 1,400마력 MTU 엔진과 Renk 변속기로 구성된 파워팩을 유지한다. 총중량은 54톤으로 동력 대 중량 비는 25.9마력/톤이다.



그림 3 | Arjun Catapult의 130mm (SP) M-46 포 체계

Arjun Catapult 포 체계가 130mm (SP) M-46 포 체계와 첨단 Arjun MBT 기동 체계의 첨단 기술을 갖추게 되어 운용자에게 뛰어난 화력과 높은 기동성, 필요한 방호 능력을 갖춘 자주 체계를 제공한다. Catapult는 130mm 포의 수명을 연장시켜 줌으로써 Vijayanta Catapult 포를 보유하고 있는 2개 연대의 포 대체로 인해 발생하는 잠정적이고 즉각적인 요구사항들을 충족시켜 준다.

인도 육군 사령부는 2012년 5월에 체계 설계 임무를 부과하여 DRDO의 프로젝트 가운데 가장 신속하게 이루어진 것으로 알려져 있다. Arjun Catapult의 첫 야전 개발시험은 지난 2012년 11월에 이루어졌다.

위치 체계와 야시 장비 등을 추가한 개선 품에 대해 2013년 7월 31일부터 8월 13일까지 기동성 시험을 병행한 시험을 실시하였다. CVRDE는 운용자 평가 시험용 Catapult 체계 한 대를 개발했다. 이 체계에 대한 야전 운용평가(General Staff Qualitative Requirements, GSQR) 시험은 라자스탄의 Pokharan 야외 사격장에서 4~5월 기간에 이루어질 것으로 보이며 Catapult 체계에 포함되어 있는 Arjun MK-II MBT의 새로운 몇 가지 기능도 GSQR 시험 기간 중에 평가될 예정이다.

“Catapult 포는 적군의 포병 체계, 중(重)전차 및 박격포와 교전할 수 있으며, 집중된 지역에서의 적 병력과 전차들을 섬멸할 수 있다. 또한, 적의 후방 시설 포격 외에도 영구적인 방어 설비와 그 밖의 강력한 야전형 방어시설도 파괴할 수 있다. Arjun Catapult는 보다 나은 안정성과 정확성 및 일관성을 갖추고 있다. 포신은 주로 최대 사거리 27.4km의 간접 사격이 가능하고, 최대 1.4km 범위에 있는 목표물을 직접 사격할 수도 있으며, 고각은 $-2\sim+45^\circ$ 선화각은 좌우로 14° 로 다양한 고각(高角)으로 사격할 수도 있다. Catapult 체계의 승무원 방호력은 STANAG Level II이다. 차량 높이는 낮으며 자동소화기가 결합되어 있다. 전투실 및 엔진실의 설계는 인도 병력에 대한 인체측정 자료를 이용한 인체 공학을 염두에 두고 이루어졌다. GPS를 내장하고 있으며, 운전병과 지휘관을 위한 야시 장치도 갖추게 된다.

105mm 초경량 야전포 Garuda-105

인도의 방산업체인 Kalyani사는 경량 전술차량인 험비 뒤에 장착한 초경량 이동식 105mm 야전포 Garuda-105 시제품을 소개했다.

몇 년 전부터 Kalyani사는 T-72 보기를, 즉각 장전식 탄약 케이스, 휠 림 및 차축 같은 주요 부품을 정기적으로 공급하고 있으며, 이러한 장비의 상당 수가 OEM 방식을 통해 공급되고 있다.

Garuda-105는 첨단 반자동화 기술과 디지털 사격 통제가 통합된 인도산 105mm 야전포에 기반을 둔다. 1톤이 안 되는 Garuda-

105는 전지형 경량 전술차량에 쉽게 장착할 수 있어 산악 지형에서 기동성을 높일 수 있다.



| 그림 4 | Garuda-105 초경량 105mm 야전포

경량 전술차량 험비에 장착된 Garuda105는 다양한 유형의 전투 수송 수단에 통합하도록 설계된 경량의 이동식 고성능 곡사포이다. 신기술을 채택한 이 곡사포는 향후 화력, 전술적 이동성, 전략적 배치, 지휘 및 통제 영역에서 경량 포의 표준이 될 것이다. 이동식 플랫폼에 장착되는 Garuda-105는 낮은 비용으로 정밀 타격 능력을 제공할 수 있어 106mm 무반동총, 120mm 박격포 및 기타 105mm 포 체계 같은 기존 무기 체계를 훌륭하게 대신할 것이다.

- 출처 1. janes,ihs.com (2014. 1. 21.)
 (India to unveil Catapult II self-propelled gun at Defence Expo 2014)
2. armyrecognition.com (2014. 1. 17.)
 (DRDO of India to unveil a new 130mm self-propelled gun based on Arjun MBT chassis at Defexpo)
3. armyrecognition.com (2014. 2. 12.)
 (Ordnance Factory Board of India to showcase prototype 6 of Dhanush 155mm 45 calibre howitzer)
4. armyrecognition.com (2014. 2. 10.)
 (Kalyani Group of India to showcase Garuda-105 105mm ultra-light field gun mounted on Humvee)

세계 10대 자주포 소개

국방기술품질원 기술정보센터 방산기술정보팀
책임연구원 박정기

Archer 자주포, Donar 자주포, PzH 2000 자주포 등과 같은 현대식 자주포는 높은 치사성과 기동성을 제공함으로써 포병 부대의 중추 역할을 하고 있다.

미국의 Global Defence Technology사가 화력과 사거리 등 성능 특징을 기초로 하여 선정한 세계 상위 10종의 자주포를 디지털 간행물 사이트인 Army-technology.com에 소개하였다.

미국, ARCHER FH 77 BW L52 자주포



| 그림 1 | 155mm/L52 Archer 자주포

BAE Systems사가 개발한 155mm, 구경 52 Archer 자주포는 육지나 바다에 있는 정지 및 이동표적을 타격할 수 있다. 본 화포는 지상부대의 현재와 미래 요구조건을 만족시키는 능력으로 인해 세계 최고 자주포 중 하나가 되었다.

본 포병체계의 특징은 6×6 Volvo 상용 ‘연결식차량(articulated vehicle)’에 기

반을 두고 완전 자동화한 155mm/L52 화포, ‘원격 제어 무장장치(Remotely Controlled Weapon Station, RCWS)’로 구성되어 있다. 주포는 3.5분당 21발을 집중 발사할 수 있으며, 첨단 센서신관 및 정밀유도 탄약을 포함하여 155mm의 모든 탄을 사격할 수 있다.

Archer 체계는 현행 지휘통제체계를 활용하여 운용하며, 최대사거리가 50km이다. 또한 발사된 탄에 대한 탁월한 추적능력을 가지고 있다. 차량 승무원실은 포탄의 파편, 지뢰, ‘핵·생물학·화생방(Nuclear, Biological and Chemical, NBC)’ 위협으로부터 승무원을 보호하도록 설계되었다. 본 체계는 사격을 마치고 나면 단 40초 이내에 진지를 이동할 수 있다. 차량은 고도의 기동성이 있어 최대 속도가 70km/h이며, 주행 거리는 500km이다.

독일, DONAR 자주포



| 그림 2 | DONAR 자주포

독일 Krauss-Maffei Wegmann(KMW)사가 개발한 DONAR 자주포 모듈은 General Dynamics European Land Systems (GDELS)사가 공급하는 ASCOD 2 보병전투차량 차대에 기반을 둔 고도로 첨단화된 155mm 자주곡사포이다.

DONAR 체계는 이동성이 좋은 플랫폼 위에 완전 자동화된 사격 모듈을 통합함으로써 전통적인 포병 교리를 새로운 단계로 끌어 올렸다. 본 체계는 중량이 35t이며, 전투화력은 탄약 30발과 추진장약 145개를 탑재할 수 있다. 최대사거리는 40km 이상이고, 분당 6발을 사격할 수 있다. 사거리 연장탄을 사용할 경우 최대사거리를 56km까지 연장할 수 있다.

장갑화된 승무원실은 소화기, 포탄의 파편, 박격포탄, NBC 위협으로부터 2명의 승무원을 방호한다. 본 모듈은 하이브리드 관성 항법장치 및 GPS, 자동사격통제체계, 자동 추적 및 보정체계 등을 갖추고 있다. DONAR 체계는 최고속도 60km/h이고, 최대 주행거리 500km이다.

독일, PzH 2000 자주포



| 그림 3 | PzH 2000 자주포

PzH 2000 자주포는 고도로 기동성이 있는 155mm/L52 화포체계로서 독일 육군용으로

로 KMW사가 개발하였다. PzH 2000 자주포는 재래식뿐만 아니라 비대칭적 임무를 지원할 수 있는 능력을 가짐으로써 세계에서 가장 효과적인 곡사포 중 하나이다. 현재까지 330문 이상의 PzH 2000 체계가 4개의 NATO 회원국 국가로 인도되었다.

이 자주포는 중량이 57t이며, 승무원 5명이 탑승하고, 전투화력은 탄약 60발과 추진장약 288개를 탑재할 수 있다. 완전 자동장전체계, 항법체계, 사격통제 컴퓨터를 갖추고 있으며, 사거리는 56km이며 발사속도는 분당 8~10발이다.

PzH 2000 자주포는 ‘내장형 시험장비체계 (Built-In Test Equipment, BITE)’를 통합하고 있으며, ‘다발 동시 타격 (Multiple Rounds Simultaneous Impact, MRSI)’ 모드로 사격할 수 있다. 최대 주행거리는 420km이다.

프랑스, CAESAR 155mm 자주포



| 그림 4 | CAESAR 자주포

CAESAR 자주포는 Nexter Systems사가 생산한 효과적인 자주포 체계로서 직접 사격, 대포병사격, 해안방어 사격으로 기계화 및 기갑부대들을 지원한다. 본 체계는 모든 NATO 155mm 표준탄을 사격할 수 있다.

CAESAR 포병체계는 현재 프랑스, 사우

디아라비아, 태국, 인도네시아 육군이 운용하고 있다. 또한 프랑스 육군은 아프가니스탄 및 레바논에서 CAESAR 자주포를 성공적으로 배치·운용하였다. 발사속도는 분당 6발이며, ‘사거리연장탄(Extended Range Full Bore, ERFB)’으로 사격할 경우 사거리가 42km이며, 로켓탄으로 사격할 경우 최대사거리가 50km 이상이 된다.

CAESAR 체계의 장갑화된 승무원실은 STANAG 4569 수준 2급 방호를 제공하며, 수준 2a 및 2b를 갖춘 신형 승무원실 경우에는 지뢰 및 ‘급조폭발물장치(Improvised Explosive Device, IED)’ 방호도 가능하다. 화포는 6×6 트럭 차대에 설치되어 C130 수송기를 이용하여 적재, 공수가 가능하다.

한국, K9 Thunder 자주포



| 그림 5 | K9 Thunder 자주포

K9 Thunder 자주포는 155mm 자주포병체계로서 육군의 요구조건을 충족시키기 위해 Samsung Techwin사가 개발했다. 본 체계는 터키에서 ‘T-155 Firtina(Storm)’라는 이름으로 먼저 생산하고 있다. 대한민국 육군은 1999년에 최초의 K9 체계를 인수하였으며, 2016년까지 1,000문 이상의 체계를 인수할 예정이다.

K9 체계에 장착된 155mm/구경52 곡사포는 최대사거리 41km이며, 분당 6발의 발사속도로 사격이 가능하여 우수한 화력을 제공한다. 또한 K10 ‘탄약운반장갑차(Ammunition Resupply Vehicle, ARV)’는 K9 자주포를 지원하기 위해 완전 자동화된 전용 탄약 운반 차량으로 운용된다.

K9 Thunder 체계는 1,000마력을 출력하는 MTU MT 881 Ka-500 8기통, 수랭식 디젤엔진으로 동력을 공급받는다. 이러한 추진체계를 사용함으로써 최고속도는 67km/h이며, 최대주행거리는 480km이다.

세르비아, NORA-B/52 자주포



| 그림 6 | Nora-B/52 자주포

Nora-B/52 체계는 차세대 155mm/L52 자주 곡사포로서 세르비아 육군이 운용 중인 노후화된 화포체계를 대체하기 위해 Yugoimport SDPR사가 생산했다. 본 체계는 개방형 구조로 인해 고객들의 요구조건에 따라 하부체계를 통합할 수 있다.

세르비아 육군은 2007년에 NORA-B/52 체계 12문을 최초로 인수했다. 본 화포는 또한 미얀마, 케냐, 방글라데시 군으로 인도되었다. 본 자주곡사포는 모든 NATO 155mm 표준탄약을 분당 6발의 발사속도로 사격할 수 있다. 본 체계는 ‘사거리연장-항

력감소탄(Extended Range Full-Bore - Base Bleed, ERFB-BB)' 탄약을 사용하여 42km 이내에 있는 표적을 타격할 수 있다.

NORA-B/52 자주곡사포는 자동 장전장치를 갖추고 있다. 장갑화된 차체는 소화기 사격, 포탄 파편, 지뢰에 대한 방호를 제공한다. 본 체계는 FAP 8×8 야지횡단 차대에 설치되며 최대속도는 80~100km/h이다.

폴란드, KRAB 155mm 자주포



| 그림 7 | KRAB 155mm 자주포

KRAB 155mm 자주포는 폴란드 군을 위해 Huta Stalowa Wola사가 개발했다. 본 자주포는 포병부대, 방공미사일, 지휘소, 적 요새 및 기계화부대를 파괴하기 위해 사용된다.

본 화포체계는 모든 NATO 155mm 표준탄약을 사격할 수 있는 155mm/L52 곡사포를 통합했다. 본 체계는 또한 ZZKO TOPAZ 사격통제체계, 12.7mm 기관총, 연막탄 발사기 등을 갖추고 있다. KRAB 자주곡사포는 40km 이내의 표적을 분당 6발의 집중 발사속도로 파괴할 수 있다.

본 화포체계는 S12-U 수랭식, 터보차저(turbocharged) 디젤엔진으로 2,000rpm에서 최대 625kW의 동력을 출력한다. 최대속도는 60km/h이며, 최대주행거리는 650km이다.

러시아, ATMOS 155mm 자주포



| 그림 8 | ATMOS 155mm 자주포

ATMOS(Autonomous Truck Mounted howitzer System) 자주곡사포는 Elbit Systems사가 생산한 컴퓨터화한 155mm 자주포병체계이다. 본 체계는 오늘날 지상군 부대의 상세 요구조건에 맞는 경량, 장사거리, 고도로 기동성 있는 포병체계이다. ATMOS 자주곡사포는 모듈식 설계로 인해 현재 운용 중인 다양한 트럭에 통합할 수 있다.

본 체계는 사거리 41km의 최첨단 구경 52 NATO 표준 화포체계를 통합하고 있으며, 자동 장전장치로 장전할 때 분당 5발의 집중 발사속도로 사격할 수 있다.

ATMOS 화포체계는 내장형 전자장비를 갖추고 있어 화력과 정확도를 증가시킨다. 본 체계는 6×6 또는 8×8 등 현재 운용 중인 기동성이 높은 어떠한 트럭도 통합이 가능하고, 방호력이 있는 승무원실 및 특별한 배치를 구비하도록 개조하여 화포체계를 설치할 수 있다.

싱가포르, Primus 자주포



| 그림 9 | Primus 자주포

싱가포르 Primus 자주포(SSPH1)는 155mm 포병체계로서 ‘싱가포르 국군(Singapore Armed Forces, SAF)’, 방산과학기술청(Defence Science & Technology Agency, DSTA), 싱가포르 Technologies Kinetics(ST Kinetics)사가 1996년도에 공동으로 개발했다. 본 체계는 세계에서 가장 경량의 39구경 자주포병체계이다.

싱가포르 Primus 자주포(SSPH1)는 2002년에 싱가포르 군이 운용을 개시하여, 현재 제 21 싱가포르 포병대대가 운용하고 있다. 본 체계는 분당 최대 발사속도가 6발이며, 분당 2발씩 30분간 사격할 수 있다. 최대 사거리는 ‘사거리 연장탄’을 사용할 경우 30km까지 사격할 수 있다.

본 곡사포체계는 독특한 탄약취급체계, 자동사격통제체계, 7.62mm 기관총 등을 통합하고 있다. 550마력 Detroit 디젤 엔진과 GD HMPT-500-3EC 변속기를 탑재하고 있으며, 최고속도는 50km/h이고, 주행거리는 350km이다.

미국, Paladin M109A6 PIM 자주포



| 그림 10 | M109A6 PIM 자주포

Paladin M109A6 PIM(Paladin Integrated Management) 자주포는 BAE Systems사가 개발한 M109 계열 포병체계 중 최신 체계이다. 본 M109A6 PIM 체계는 기존 M109 A6 Paladin 자주포와 M992A2 야전포병 탄약지원차량(Field Artillery Ammunition Support Vehicle, FAASV)의 성능을 향상 시킨 것이다.

Paladin M109A6 PIM 자주포는 미 육군이 보유하고 있는 체계 중에서 기술적으로 최첨단 자주포병체계이며, 기존 포병체계의 구성품 및 하부체계의 지속성과 생존성을 증가시킨 현대식 구성품으로 대체한 것이다.

M109A6 PIM 자주포는 성능 개량된 항법장치 및 사격통제체계를 갖추고 있어 주야간에 사격이 가능하다. 최대사거리는 30km이며, 분당 4발의 사격속도로 운용할 수 있다. 차량에 장착된 신형 600마력 엔진은 시간당 61km라는 최고속도를 제공함으로써 ‘사격 후 신속한 진지 변환’(shoot and scoot) 능력을 보장한다.

세계 10대 구축함

국방기술품질원 기술정보센터 방산기술정보팀
책임연구원 홍현수

개요

구축함이란 어뢰나 미사일 등을 갖추고 적의 주력함이나 잠수함을 공격하는 함정을 의미하는데, 초창기에는 작은 어뢰정이나 잠수함 등의 기습공격을 방어하기 위하여 건조되었고 배수량도 현재 고속정에 불과한 소형 함정이었다. 그러나 현재는 장거리 작전과 대양작전의 요구를 받으면서 방어뿐 아니라 공격 능력까지 갖춘 대형 함정으로 발전하기에 이르렀다. 특히 제2차 세계대전 이후 구축함은 대공·대수상전을 위한 첨단 레이더와 유도무기 장착이 필수화되었고, 이는 기술의 발전으로 점점 더 많은 능력의 요구에 대응할 수 있는 첨단 장비들을 경쟁적으로 탑재하면서 이제 구축함은 각국 해군 전력의 중요한 역할을 담당하고 있다.

미국의 최신 전기추진 Zumwalt급, 일본의 Atago급과 같은 거대 구축함들은 규모, 무장 및 성능 등 모든 측면에서 일반 구축함을 능가하는데, 본고에서는 구축함으로 공식 인정된 함정 중 배수량을 기준으로 세계 최강 구축함 10척을 소개하였다.

DDG 1000 Zumwalt급 구축함

DDG 1000 Zumwalt급 구축함은 미 해군의 복합전 대응 구축함으로 General Dyna-

mics Bath Iron Works 조선소에서 건조되고 있으며, 완료 시 만재배수량 15,656톤으로 세계에서 가장 큰 규모의 구축함이 될 것이다. 이 Zumwalt급 구축함의 건조는 2009년 2월에 착수되었고 2014년에 선도함이 인도될 예정이다. Zumwalt급 최초의 구축함인 USS Zumwalt(DDG 1000)는 2013년 10월에 진수되었다.

Zumwalt급 구축함은 전장 186m, 전폭 24.5m이며, 승조원 정원은 158명이다. 이 첨단 수상전투함에는 스텔스 기능이 탑재되어 있으며 30kts의 속도로 항해하며 연안 작전뿐만 아니라 대공, 대잠수함 및 대함전도 수행할 수 있다.

이 구축함은 수직발사대(VLS, 80셀), 155mm 함포 2문, 30mm 근거리 함포(Close-In Gun Systems, CIGS) 2문을 갖추고 있으며, 전기통합식 동력 시스템과 피해 통제 시스템과 같은 필수 체계 또한 탑재하고 있다. 항공 시설로는 넓은 비행갑판과 격납고를 포함한다.



| 그림 1 | DDG 1000 Zumwalt/미국

Atago급 구축함

10,000톤이 넘는 만재배수량과 승조원 300명을 수용할 수 있는 일본 해상자위대(Japan Maritime Self-Defence Force, JMSDF)의 Atago급 유도 미사일 구축함은 세계에서 가장 큰 규모의 구축함 중 하나이다. Atago급은 Kongo급의 발전된 형태이며, 전장은 165m이다.

첫 Atago급 구축함인 Atago(DDG-177)는 2007년 3월 취역하였으며, 2번함인 Ashigara(DDG-178)는 2008년 3월에 취역하였다.



그림 2 | Atago급 구축함/일본

Atago급 구축함의 무기 체계는 이지스 전투 체계, Mk-41 수직발사대(VLS), 20mm 함포 2문, Mark 45 Mod 4 127mm 함포, 대함유도탄, 68식 3연장 어뢰발사관으로 구성되어 있다. 헬기 1대 착함이 가능하고 격납고를 갖추고 있다. 가스터빈 추진 방식으로 최대 속도는 30kts이다.

세종대왕급 이지스 구축함

DDH-III으로도 알려진 세종대왕급 구축함은 대한민국 해군이 운용하고 있는 3척의 유도탄 장착 구축함 중 가장 최신의 구축함이다. 이 DDH-III급 구축함은 대한민

국 해군 함대 중 가장 큰 구축함이며 이지스 전투 체계를 탑재한 유일한 구축함이기도 하다. 각 전함의 만재배수량은 10,000톤이며 승조원 300명이 탑승할 수 있다. DDH-III 구축함은 대양 작전을 위한 한국형 구축함 사업(Korea Destroyer Experimental, KDX)의 일환으로 개발되었다. 3척의 세종대왕급 이지스 구축함은 현대중공업과 대우조선해양에 의해 건조되었으며 2008년과 2012년 사이에 취역하였다.

세종대왕급 구축함은 Mk-45 Mod 4 함포 1문, Goalkeeper 근접방어무기체계(Close-In Weapon System, CIWS), 대함·대공 유도탄, 대잠 로켓 및 어뢰를 탑재하고 있으며, 2대의 헬기 착함이 가능하다. 최대 속도는 30kts로 COGAG (Combined Gas & Gas Turbine) 방식으로 추진된다.



그림 3 | 세종대왕급 이지스 구축함/한국

Kee Lung급 구축함

현재 대만 해군에서 4척을 보유하고 있는 Kee Lung급(구 KIDD급) 구축함은 세계에서 네 번째로 가장 큰 규모의 구축함이다. 이들 구축함은 2005년과 2006년 사이에 대만 해군에 인도되었으며, 대만 해군이 보유한 전함 중에서 두 번째로 큰 규모이다.

Kee Lung급의 표준배수량은 6,950톤이

며, 만재배수량은 9,574톤이다. 승조원 363명을 수용할 수 있으며, 주력기함으로서의 역할을 하기 위한 현대적 전투체계 및 통신 시설을 갖추었다.

Kee Lung급 구축함은 127mm 함포 2문, 근접방어무기체계(CIWS) 2문, 3연장 Mark 32 어뢰발사관 2문, 지대공 유도탄, 장거리 대함 유도탄이 탑재되어 있으며, 최대 2대의 헬기 착함이 가능하며 최고 속도는 33kts이다.



| 그림 4 | Kee Lung급 구축함/대만

Arleigh Burke급 (Flight IIA) 구축함

DDG 51 Arleigh Burke급 유도탄 구축함은 현재 미 해군이 운용하고 있는 가장 큰 규모의 구축함으로, 세계에서 다섯 번째로 큰 구축함이다. 또한 이지스 전투 체계를 배치한 첫 구축함이기도 하다. Arleigh Burke급 구축함은 1991년에 취역하였다.

이 구축함은 Bath Iron Works 조선소와 Huntington Ingalls Industries사에 의해 건조되었고, 건조시기에 따라 Flight I (DDG 51-71), Flight II(DDG 72-78), Flight IIA(DDG 79와 그 이후 건조함)로 구분이 되며, 현재까지 총 62척이 인도되었다. Flight III형의 구축함 건조는 2016년에 계획되어 있다. Flight IIA의 만재배수

량은 9,648.4톤이다.

Arleigh Burke급의 가장 최신 형태인 Flight IIA형 구축함에는 스탠더드 미사일, 수직발사 ASROC 대잠 미사일, 토마호크 미사일, 함대공 미사일 ESSM(Evolved Sea Sparrow Missile), MK-46 어뢰, CIWS, MK 45 함포가 탑재되어 있다. 4기의 LM 2500-30 가스터빈엔진에 의해 구동되는 2개의 샤프트에 의해 추진된다. 최대 속도는 30kts를 상회한다.



| 그림 5 | Arleigh Burke급(Flight IIA) 구축함/미국

Kongo급 구축함

Kongo급 유도탄 구축함은 미국의 Arleigh Burke급 구축함을 기본으로 미국의 면허 승인하에 건조되었으며, 만재배수량이 9,500톤으로 순양함과 규모가 비슷하며, 세계에서 여섯 번째로 가장 큰 구축함이다. 이 전함은 일본 해상자위대(JMSDF)가 운용하고 있으며, 첨단 이지스 전투 체계를 갖추고 있다.

선도함인 Kongo(DDG-173)은 1993년 3월에 취역하였으며 4번함이자 마지막 구축함인 Chokai(DDG-176)는 1998년 3월에 취역하였다.

Kongo의 주요 무기 체계에는 수직발사

대, 대함 미사일, 20mm 함포 2문, 127mm 속사포 및 3연장 어뢰발사관 2문을 포함한다. 추진 체계는 가스터빈 방식이며 최대 속도는 30kts이다.



| 그림 6 | Kongo급 구축함/일본

Project 1155.1 Udaloy II급 구축함

Project 1155.1 Udaloy II급 구축함은 러시아 해군이 보유한 가장 큰 구축함으로 세계에서 일곱 번째로 큰 규모이다. Udaloy II급은 Udaloy I급 대잠 구축함의 개량형으로 만재배수량은 8,900톤이다.

Udaloy II는 대함 유도탄 체계, Kinzhal 지대공 유도탄(SAM) 체계, Kortic SAM, CIWS, 대잠 어뢰 및 대잠 로켓 발사대를 탑재하고 있으며, 2대의 헬기 운용을 위한 갑판과 격납고를 갖추고 있다.

COGAG(Combined Gas & Gas Turbine) 방식으로 추진되며 최대 순항 속도가 32kts에 이른다. 최초 Yantar 조선소(Kaliningrad)와의 건조 계약에서는 3척의 Udaloy II급 구축함이 건조될 예정이었으나, 선도함인 Admiral Chabanenko만 1999년 1월 취역하였고, 나머지 2척은 예산 문제로 취소되었다.



| 그림 7 | Udaloy II급 구축함/러시아

Type 45 / Daring급 구축함

Daring급이라고도 알려진 45형 구축함은 BAE Systems Surface Ships 조선소가 영국 해군을 위해 제조한 차세대 유도 미사일 구축함으로, 영국 해군 함대 중 가장 규모가 크며 최신의 첨단 장비를 탑재하고 있다. 대함미사일에 대한 생존성 확보를 위하여 선체 전체에 광범위하게 스텔스 설계를 적용하였다. 레이더 반사율을 줄이기 위하여 경사설계가 적용되었으며 장비 대부분을 함내에 수용하였다.

첫 45식 구축함인 HMS Daring(D32)은 2009년 7월에 취역하였고, 6번함이자 마지막 구축함인 HMS Duncan(D37)은 2013년 9월에 취역하였다. HMS Daring의 만재배수량은 8,500톤이며 190명의 승조원을 수용할 수 있다.

45식 구축함은 Sea Viper 주력 대공 미사일 시스템(Principal Anti Air Missile System, PAAMS), Sylver A50 수직발사대(VLS), Aster 미사일, Harpoon 대함유도탄, Mark 8 함포, Oerlikon 30mm 함포 2문, Phalanx CIWS 2문 및 다목적기관총으로 무장되었다. 통합전기추진(Integrated Electric Propulsion, IEP) 시스템이 사용되며 최대 속도는 27kts이다.



| 그림 8 | Type 45 구축함 'Daring'함/영국

Project 956 Sovremenny급 구축함

Project 956 Sovremenny급 구축함은 러시아 해군이 운용하고 있는 가장 큰 규모의 구축함 중 하나이다. Severnaya Verf 조선소에서 총 21척의 Sovremenny급 구축함이 건조되었으며, 이 중 9척이 중국해군과 러시아 해군에서 운용되고 있다. Sovremenny급 구축함의 표준배수량은 6,500톤, 만재배수량은 7,940톤이다. P-270 Moskit 대함 순항 미사일, Shtil SAM 시스템, 130mm 함포 4문, AK-630 개틀링 함포 4문, RBU-1000 ASW 로켓 발사대 2기, 2연장 533mm 어뢰발사관 2문이 탑재되어 있다. Sovremenny의 추진 시스템은 GTZA-647 증기 터빈, 4개의 고압보일러, 2개의 고정 피치 프로펠러로 구성이 되며, 최대 속도는 32kts이다. 헬기 1대 착함이 가능하다.



| 그림 9 | Project 956 Sovremenny급 구축함/러시아

052D식 구축함

Luyang-II급/052C식 구축함의 개량형인 052D식 구축함은 Jiangnan Changxing 조선소에서 건조되고 있으며 중국해군이 운용할 계획인 최신의 유도탄 구축함이다. 만재배수량은 7,500톤으로 세계에서 열 번째로 큰 규모의 구축함이다. 중국 해군의 첫 번째 052D식 구축함인 곤명(昆明, Kunming)함은 동중국해에서 추진시스템 시험을 완료하였으며 2014년에 취역할 예정이다.



| 그림 10 | 052D식 구축함(Kunming)/중국

052D식 구축함은 전장 155m, 넓이 18m로 280명의 승조원이 탑승한다. 또한 CIWS, 신형 130mm 함포, 어뢰발사관, 미국의 Mk 41 수직발사대와 흡사한 신형 수직발사대가 탑재되어 있다.

헬기 착륙 및 격납고 시설을 갖추고 있으며, QC-280 가스터빈과 디젤 엔진 2기가 장착된 CODOG(Combined Diesel or Gas) 방식의 추진 체계로 최대 속도는 30kts이다.

출처 naval-technology.com, (2013. 12. 11.) 외
<The world's 10 biggest destroyers>

쌍발엔진 전투기 업체의 고민

국방기술품질원 기술정보센터 방산기술정보팀
공군대령 김성재



| 그림 1 | 대표적 쌍발엔진 전투기
보잉사, Super Hornet(좌), Dassault사, Rafale(중), Eurofighter 컨소시엄, Typhoon(우)

위축되고 있는 시장 기회

지난 2013년 12월, 브라질의 차세대 전투기 사업(F-X2)을 놓고 보잉사 Super Hornet, Eurofighter 컨소시엄의 Typhoon 및 Dassault사의 Rafale과 같은 대표적인 쌍발엔진 전투기([그림 1])가 경합을 벌인 가운데 Saab사의 Gripen([그림 2])이 차세대 전투기 제작업체로 선정되면서, 고성능이지만 가격대가 높은 쌍발엔진 전투기의 향후 시장 전망이 불투명해졌다.

현재 차세대 전투기 도입을 추진하는 국가들이 서방 시장에서 선택할 만한 주요 경쟁 기종으로는 Saab사의 Gripen, Eurofighter 컨소시엄의 Typhoon, Dassault사의 Rafale,

보잉사의 F-15 스트라이크 이글(Strike Eagle)과 F/A-18 Super Hornet, 그리고 록히드마틴사의 F-16 Falcon과 F-35 JSF (Joint Strike Fighter) 등 7종을 꼽을 수 있다.



| 그림 2 | Saab사 Gripen

이 중 F-15와 F-16은 전 세계에 걸쳐 장기 고객을 확보하고 있고, 이들 고객 중 몇몇은 차세대 대체 기종을 고려하고 있다. 단발엔진을 장착한 Gripen은 경량형이지만 가격 측면에서 경쟁력이 있는 반면, 역시 단발엔진의 최첨단 기종인 F-35 전투기(그림 3)는 가격대가 높고 일부 고객의 경우 미 정부로부터 허가를 받지 못하고 있는 상황이다.



그림 3 | 록히드마틴사 F-35

따라서 고성능의 최신 쌍발엔진 전투기인 Typhoon, Rafale 및 Super Hornet 등 이 세 가지 기종이 제한된 시장을 두고 경쟁을 벌이고 있으며, 브라질이 작년 12월, Gripen을 자국의 차세대 전투기 기종으로 선정함으로써 이들에게는 또 다른 타격이 불가피할 전망이다.

영국 왕립항공학회(Royal Aeronautical Society)의 Keith Hayward 연구소장은 “국방예산을 감축 중인 브라질이 차세대 전투기로 Gripen을 선택한 것은 고가의 쌍발엔진 전투기를 도입하고자 하는 수요가 얼마나 적은지 다시 한 번 여실히 보여주고 있다.”라고 말했다.

버지니아 주 소재의 항공 전문 컨설팅 업체 Teal Group사 분석 부문 Richard Aboulafia 부사장도 역시 “현재 제한된 시장을 놓고 경쟁이 치열하다. 쌍발엔진의 중형 기종이 드물다 보니 이를 찾는 고객도 드문 상황이다. 요컨대, 수요와 공급이 모두 줄어들고 있다.”라고 말했다.

그는 또한 “하나만 매우 성공적일 수 있고, 두 개 정도 그럭저럭 양호한 성적을 거두거나, 아니면 셋 모두 추락할 가능성이 있다.”라고 덧붙였다.

이러한 상황에서 F-35의 존재는 더욱 상황을 복잡하게 만든다. 다시 말해, 이 5세대 전투기 가격이 좀 더 저렴해질 때까지 기다릴 것인가를 두고 고민하는 수많은 국가들에 있어 F-35는 구미가 당기지 않을 수가 없다.

Aboulafia 부사장의 말을 인용하면, 2015년 중반까지 차세대 전투기 선정을 마무리하려는 덴마크나, 비록 정치적인 이유로 F-35 도입을 전면 재검토하게 된 캐나다 모두 일례로 F-35를 비롯하여 1~2개 기종 이상의 쌍발엔진 전투기 도입을 고려하고 있으며, 이는 최근 방산시장 추세가 최고의 성능을 갖춘 기종이 경쟁에서 승자가 될 것이라는 점을 시사한다.

그는 “보다 큰 시장이 있기는 하지만, 이는 F-35가 진출할 수 있는 시장의 일부일 뿐이다. 한국의 경우도 F-35가 입찰 경쟁에 뛰어드는 나라마다 승자가 되었다는 점에 높은 점수를 주었다. 다시 말해 F-35가 참여하지 않는 시장을 고려할 필요가 있다.”라고 말했다.

Typhoon, Rafale 그리고 Super Hornet 이 브라질의 F-X2 사업에서 탈락함에 따라, 이들은 말레이시아, 쿠웨이트, 카타르 및 아랍 에미리트 연합(UAE) 등 4개국에서 수주를 기대하고 있다. 하지만 이들 중 어느 나라에서도 대규모 구매가 성사될 것으로 보이지는 않는다.

설령 특정 1개 기종이 남아 있는 4개국 입찰에서 모두 이긴다고 해도, 이들 쌍발엔진 전투기의 수명주기가 고갈되어 가고 있을 가능성이 높다. 그 이유는 자국 내 발주 물량이 대부분 고갈되어 버렸기 때문이다. 그러나 Saab사의 경우가 입증하듯이, 전투기 프로그램의 운명은 중요한 발주 단 한 번으로 바뀔 수도 있다.

현재 판매량을 근거로 볼 때, Super Hornet의 생산은 2016년이면 완료될 예정이며, Typhoon은 2017년 말까지 확보되어 있다. Rafale의 내수 주문은 2016년에 끝나므로 생산 라인을 2019년까지 유지하려면 수출 실적이 필요하다.

Aboulafia 부사장은 “내수 시장이 무너지거나 사라지면 수출을 유지하기도 어려워진다. 전투기 프로그램의 역사를 살펴볼수록 F-15와 F-16이 얼마나 이례적인 경우였는지 깨닫게 된다. 오직 수출만으로 생산 라인을 수십 년간 유지한 이들 기종은 극히 드문 예가 아닐 수 없다.”라고 말했다.

시장 위축에서 살아남기 위한 경쟁

미 해군으로부터 F/A-18E/F Super Hornet 563대를 수주한 보잉사는 추가 발주 물

량을 기대하고 있지만, 미 해군은 2019년부터 항모형 F-35C의 운용에 들어갈 계획이다. 보잉사는 미 해군이 전자전 공격 모델인 EA-18G Growler 135대도 구입할 계획이라고 밝혔다.

EA-18G Growler 12대의 구입 계획을 최근 발표한 호주를 비롯해 비교적 작은 규모의 판매 기회가 일부 있기는 하지만, 유럽의 Typhoon이나 Rafale과 마찬가지로 시장 기회는 위축되고 있다.

보잉사의 Karen Fincutter 대변인은 “현재의 수주 실적으로는 2016년까지 F/A-18 생산이 가능하며, 추가적인 내수와 해외 수주가 이루어져야만 생산이 연장되고 항공 산업 기반이 유지될 수 있다.”라고 밝혔다.

Super Hornet이 가장 기대를 걸어볼 만한 시장은 아마도 캐나다일 것이다. F-35 프로그램에 투자하여 개발에 참여했던 국가들 중 하나인 캐나다는 지난 2012년, F-35 스텔스 전투기 65대 구입을 공식적으로 결정한 바 있으나, F-35 도입과 관련된 정치적 스캔들이 터지면서 Stephen Harper 캐나다 총리 내각은 F-35 도입 계획을 전면적으로 철회하고 사실상 원점에서 재검토할 뜻을 밝혔다.

이후, 보잉사는 F-35 전투기를 대체할 기종으로 Super Hornet에 대한 대대적인 로비 공세를 캐나다에서 벌였고, 보잉사뿐만 아니라 Dassault사와 Eurofighter 컨소시엄도 캐나다 정부와 정보를 교환해 온 것으로 알려져 쌍발엔진 전투기 시장 경쟁이 얼마나 치열한지 잘 알 수 있다. 그러나 만약 캐나다 정부가 결국에는 F-35를 포기하더

라도 그 대체 기종은 미국산 전투기가 될 가능성이 높으므로 Super Hornet은 경쟁에서 최고의 우위를 차지하게 될 것이다.

F-35가 2025년까지 중동 국가에 진출할 수 없기 때문에 보잉사는 F/A-18에 기대를 걸고 있다. 그러나 중동은 전통적으로 유럽 업체들이 가장 강세를 보이고 있는 지역이다.

UAE가 60대 가량을 전투기를 구매할 예정인 가운데, Eurofighter 컨소시엄은 2013년 내내 UAE에서 커다란 성과를 올리게 되리라고 점쳐졌다. 그러나 이 같은 상황은 지난 12월 말 Eurofighter 컨소시엄 일원인 BAE사가 협상 중단을 선언하면서 뒤바뀌고 말았다. 2011년 스위스의 Gripen 선정과 일본의 F-35 선정에 이어, 2012년 인도 차세대 전투기 사업 입찰에서 고배를 마신 후, 재기를 모색했던 Typhoon에 다시 한번 제동이 걸리고 만 것이다.

그러나 아랍 에미리트가 기존 보유하고 있는 F-16 비행대대의 추가 보충 건 외에는 전투기 구매 계획을 서두를 필요가 없어 보이는 가운데, Dassault사, 보잉사 및 Eurofighter 컨소시엄을 비롯한 모든 잠재적인 공급업체와의 재협의 가능성이 아예 없는 것은 아니다.

따라서 BAE사와 그 외 Eurofighter 컨소시엄 구성 업체들이 가격 및 기술 이전 등의 반대급부 제공 문제에 있어 더 많은 것을 얻어내려는 아랍 에미리트와 타협점을 찾아낼 수 있다면 Typhoon에게는 아직도 승산이 있을지 모른다.

영국의 BAE사가 이끄는 Eurofighter 컨

소시엄 팀이 협상에서 UAE의 제시 요건에 부응하지 못했는지 여부는 이번 UAE의 결정에서 확인할 수 없다.

걸프 지역의 시장 기회

페르시아만 지역은 Eurofighter 컨소시엄에 있어 여전히 가능성이 큰 시장이 아닐 수가 없다. 2013년 여름 오만에 Typhoon 12대 판매 계약을 성사시켰으며, 바레인 국왕이 영국 방문 중에 Typhoon 전투기 12~18대를 도입하겠다고 구두 확약을 하기도 하였다.

그 밖에도, Typhoon은 최대 72대 규모에 이르는 카타르와 이보다는 소규모인 쿠웨이트 입찰 경쟁 등 다른 걸프 지역 입찰에도 참여하고 있다.

이 지역의 최대 시장은 역시 사우디아라비아로, 사우디아라비아는 BAE사에서 납품 중인 Typhoon 72대에 2차 물량을 추가하는 방안을 모색 중이다.

그러나 이러한 추가 계약 성사 여부는 전투기 1차 물량의 계약상 가격 책정과 관련해서 수년간 지속되어 온 BAE와 사우디아라비아 간 입장 차이가 좁혀지느냐에 달려 있다.

과리의 한 군사 전문가는 걸프 지역의 모든 무기체계 계약에는 정치적 배경이 깔려 있다고 지적하면서, 사우디아라비아와 카타르 같은 걸프 지역 실세들이 이란, 시리아 내전, 시아파와 수니파 간의 갈등과 관련된 서방 국가들의 입장을 어떻게 받아들일지에 따라 계약 성사 여부가 달라질 수

있다고 보고 있다.

지난해 12월 29일과 30일 이틀간에 걸쳐 프랑수아 올랑드 프랑스 대통령이 사우디아라비아를 방문해 압둘라 국왕을 만났는데, Thales 단거리 대공 미사일을 Mark 3 버전으로 업그레이드하는 것을 내용으로 하는 수십억 유로 규모의 계약에 대해 아무런 성과도 없이 사우디아라비아를 떠났다는 사실을 들어 ‘좋지 않은 징조’라고 이 전문가는 평했다.

이 전문가에 따르면, 페르시아만 지역, 그중에도 특히 카타르와 UAE에서의 Rafale 전투기 판매 성사 전망은, 올랑드 대통령이 과거와 달리 사우디아라비아보다는 오만, 카타르 그리고 UAE와의 관계 증진을 원하는 데에서 연유할 수 있다.

그리고 올랑드 대통령은 장 이브 르 드리앙 국방장관에게 프랑스 무기수출 사업 추진을 위임하였는데, 이는 니콜라 사르코지 전임 대통령이 무기판매 증대를 위해 엘리제 궁의 대통령 집무실에 ‘작전실(War Room)’로 알려진 태스크 포스 팀을 설치했던 것과는 사뭇 대비되는 모습이다.

BAE사가 UAE와의 Typhoon 협상에서 물러난 직후인 지난 12월 19일, 프랑스 경제일간지인 르 에코지는 르 드리앙 국방장관이 인도와 페르시아만 지역에 대한 Rafale 전투기 판매 결과가 곧 있을 것이라 말했다고 보도했다. 프랑스 언론들은 르 드리앙 국방장관이 지난 수년간 냉랭했던 프랑스와 아랍 에미리트 연방 양국 간의 관계를 회복시킨 것으로 보고 있다.

동(同) 일간지는 또한, 작년 2월, 아부다

비에서 개최된 IDEX 방위산업전시회에서 프랑스제 전투기가 다시 입찰경쟁에 뛰어 들었음을 시사하는 ‘로드맵’ 존재 여부를 Dassault사의 에릭 트라피어 회장의 말을 인용하여 밝혔다.

라 트리분지도 카타르가 Rafale 전투기를 계약할 가능성이 높으며, 이 역시 르 드리앙 국방장관이 애쓴 덕분이라고 보도했다. 두바이 에어쇼 이후인 지난 11월 17일에 있었던 르 드리앙 국방장관의 카타르 방문 시, 라 트리분지는 “국방장관이 긍정적인 메시지를 받았다.”라고 웹사이트를 통해 보도한 바 있다.

아시아의 지연 상황

걸프 지역 외, 급속히 위축되고 있는 시장 상황에서 보잉사와 Dassault사, Eurofighter 컨소시엄은 말레이시아를 주요 타깃으로 보고 있으며, Saab사 역시 이 경쟁에 뛰어 들었다.

그러나 말레이시아의 전투기 도입사업은 주로 경제 및 정치적인 요인 때문에 향후 수년간 난항을 겪을 것으로 예상되고 있다.

가령, 지난 5월 치러진 말레이시아 총선에서 나집 라작 총리가 당선됨에 따라 말레이시아로의 Rafale 전투기 판매 여부가 불확실해졌다. 한 파리 주재 전문가는, 나집 총리가 이전 국방장관 재임 시절, 프랑스와 스페인이 합작 개발한 Scorpene급 공격 잠수함 4척의 발주를 승인한 적이 있으나 선거전 기간 중 이 계약과 관련된 부정부패 혐의를 받았다는 사실을 들어, 나집 정권이

프랑스제 전투기를 선정할지는 좀 더 두고 봐야한다고 말했다.

이처럼 전투기 도입 지연 가능성이 높아짐에 따라 여러 경쟁 업체는 전투기 임대 가능성을 포함해 일련의 다양한 구매 옵션을 타진할 수 있게 되었다.

지난해 Saab사는 Gripen 전투기 임대 제안을 내놓았다고 발표한 바 있으며, 보잉사도 10년 기한의 임대계약을 검토 중이라고 익명의 업계 소식통은 밝혔다.

말레이시아의 서쪽에는 Dassault사가 가진 비장의 카드가 있다. 지난 2012년 초, 인도는 자국의 중형 다목적 전투기(Medium, Multi-Role Combat Aircraft, MMRCA) 사업에 Rafale을 선택했다. 성장일로에 있는 인도는 이 사업을 통해 전투기 126대를 도입할 계획이다.

Dassault사는 가격상의 이점 덕분에 Eurofighter 컨소시엄을 제치고 우선협상 대상자의 지위를 부여받았으나, 양 측은 아직까지 최종 합의를 이끌어내지 못한 채 지난 2년간을 끌어왔다.

이에, Airbus Defence & Space사, BAE사 및 Finmeccanica사 등으로 구성된 Eurofighter 컨소시엄은 개정된 Typhoon 입찰 제안서를 인도에 제시할 기회를 고대하며, 인도와 프랑스 간 협상이 결렬되기를 내심 바라고 있다.

그러나 Eurofighter 컨소시엄 관계자는 Typhoon의 수출 기회가 중동과 동남아 지역에 한정되는 것은 아니라고 말하면서, 덴마크와 캐나다, 폴란드, 불가리아 그리고 한국을 잠재적 고객으로 보고 있다.

성장일로의 Saab사

경쟁 기종인 쌍발엔진 전투기가 수주 전쟁으로 분주한 동안, Saab사는 스위스에 이어 최근 브라질까지 Gripen E를 선정하면서 큰 변화를 맞이했다.

두 협상은 아직 계약서 서명 및 확정 단계를 남겨놓고 있지만, 스웨덴 정부도 힘을 보태고 있다. 즉, 스웨덴 공군의 Gripen C 전투기 60대를 최신 E형에 맞춰 업그레이드해 줄 것을 주문함에 따라 탄력을 받고 있는 것이다. 자국 정부의 이러한 업그레이드 주문으로 Saab사는 2026년까지 Gripen 생산 라인을 가동할 물량을 이미 확보해 놓은 상태다.

항공분야 전문 컨설팅 업체인 Teal Group사의 Aboulafia 부사장은 전투기 36대 도입 계약으로 브라질이 ‘Saab사의 가장 중요한 수출고객’으로 자리 잡을 가능성이 높다고 말했다.

그는 “지지부진함을 딛고 Gripen이 이제는 수출 시장에서 두각을 나타낼 수 있는 일련의 기종을 확보하게 되었다. Gripen은 무엇인가를 이룩하고 있다. 비록 차세대 F-16과 같이 되지는 않겠지만, 생산 라인을 유지하고 계열 기종을 재창조 하는 역량을 보여주었으며, 이는 매우 고무적인 성과가 아닐 수 없다. 특히, 주요 군사대국이라고는 말할 수 없는 스웨덴의 입장에서는 더욱 그렇다.”라고 덧붙였다.

스위스 공군용으로 배정된 Gripen 전투기 22대가 2022년까지 새로 제조될 예정이며, 브라질과 다른 잠재 고객으로부터의 발

주를 고려하면 생산은 그 이후에도 지속될 가능성이 있다.

브라질로의 초도 공급 물량은 36대지만, 항공모함에서 운용될 항모형 ‘Sea Gripen’ 개발이 이루어진다면 그 수는 100대 이상으로 늘어날 것으로 예상된다.

그러나 Saab사의 Gripen 프로그램 책임자 Ulf Nilsson은 ‘Sea Gripen’에 대한 논의는 있었지만 상세한 내용은 언급되지 않았으며, 브라질 공군의 구매 현황에 대해서도 현재까지 자신이 알고 있는 물량은 36대뿐이라고 말했다.

“나로서는 총 구매 대수나 브라질 측에서 원하는 향후 진행 방식에 대해서도 아는 바가 없지만, 분명 Gripen의 2차 물량 수주 가능성이 있다.”라고 그는 덧붙였다.

또한 최종적으로 브라질에 몇 대가 도입되는가와 별개로, Gripen이 선정되었다는 사실 자체가 다른 시장에 연쇄반응을 일으킬 것이라고 설명했다.

“판도를 뒤집을 정도까지는 아니지만 우리에게 중요한 발걸음이며, Saab사가 세계 시장에 진출할 수 있는 보다 유리한 기

회이자, 우리가 확보한 고객을 중심으로 강력하게 성장할 수 있는 기반이 되리라는 것은 분명하다. 또한, 브라질이 중남미에서의 성장 가능성을 열어주고 있지만, Saab사는 아시아와 동유럽 역시 변함없이 중요한 지역으로 생각한다.”라고 말했다.

Gripen 전투기는 이미 스웨덴, 체코 공화국, 헝가리, 남아프리카 공화국, 태국 및 영국의 시험비행학교에 판매 또는 임대되고 있다.

또한, Gripen 프로그램 책임자 Ulf Nilsson에 따르면 Saab사는 말레이시아와 인도네시아를 Gripen 전투기의 잠재 고객으로 보고 있다.

그는 “과거 어느 때보다도 Gripen에 대한 관심이 뜨겁다. 작년부터 이러한 분위기가 고조되고 있었으며 특히, 우리가 파악하기로는 브라질의 기종 선택에 다른 나라 역시 촉각을 곤두세우던 차에 최근 선정이 이루어지면서 향후 더 큰 반향이 나타날 것으로 보인다.”라고 말했다.

출처 defensenews.com (2014. 1. 5.)
〈Trouble for the Twin-Engine Giants〉

대함미사일과 미사일대항책의 개발동향

국방기술품질원 기술정보센터 방산기술정보팀

책임연구원 김중호

현대 해전에서 함정은 공중·지상·해상 및 수중으로부터 공격을 받고 있으며, 이중 가장 큰 위협은 대함미사일이다.

Eilat 사건¹⁾을 계기로 McDonnell Douglas사(현재의 보잉사)의 하푼(Harpoon)과 Aerospatiale사(현재의 MBDA)의 엑조세(Exocet) 개발이 가속화되었다.



그림 11 보잉사 Harpoon 미사일

Eilat 사건 이후 고속공격정을 제외한 전투함 11척과 상선 및 보조선 347척이 미사일에 피격되어 각각 5척과 113척을 침몰되었다. 이란-이라크전쟁(1980~1987)에서도 많은 상선이 미사일에 피격되었으며, 이 중 88척은 기관실 파손 등으로 수리가 불가능한 상태였다.

대함미사일 현황

미국의 하푼, 이탈리아의 Oto Melara사의 오토멧(Otomat), 스웨덴 Saab사의 RBS-15, 대한한국 LIG넥스원사의 해성, 러시아의 3M24 Uran과 3M14 Bulava, 중국의 YJ-8과 YJ-83 같은 대부분의 대함미사일은 엑조세와 유사하다.

즉, 로켓부스터로 발사되며, 로켓모터나 터보팬과 같은 서스테이너(sustainer)를 사용하여 높은 아음속(마하 0.85~0.9)에 도달한다. 발사 전에 발사플랫폼의 입력정보와 표적좌표를 수신하고 발사 후에는 가속도계 운동 및 자이로스코프 회전센서를 이용하여 미사일의 위치, 방향 및 속도를 연속적으로 계산한다. 미사일은 이렇게 계산된 현 위치와 표적위치를 비교하는 컴퓨터로, 데이터를 전송하는 관성항법체계를 기반으로 표적을 향하도록 유도된다.

회피 기동 및 타격

미사일이 표적에 접근한 것으로 계산되면 유도장치는 탑재된 레이더탐색기를 작동시

1) 1967년 이집트가 P-15 Termit 미사일 2~3기로 이스라엘 구축함 Eilat를 침몰시킨 사건

켜 정확한 표적위치와 공격경로를 결정한다. 대부분의 미사일 공격경로는 연료효율에 맞게 사정거리를 연장시킬 것인지 또는 은밀하게 접근할 것인지가 결정된다. 즉, 임무 요구조건에 따라 사전에 결정된 중간 지점에서 방향을 바꾸고 고도를 변화시키며 우회하여 표적에 접근하도록 프로그래밍할 수 있다.

미사일은 종말단계에서 레이더탐색기를 이용하여 표적의 수평 또는 수직 레이더 유효반사면적이 최대가 되는 지점을 수평으로 공격하거나, 또는 좀 더 치명도를 높이기 위해 급격한 각도로 표적에 떨어지도록 사전에 설정할 수 있다.

STYX는 레이더탐색기에 추가로 EO 옵션이 있으며, 이러한 형태의 탐색기를 기반으로 하는 무기체계는 대만의 HSIUNG FENG II와 노르웨이 Kongsberg사의 NSM²⁾인 것으로 추정된다. NSM은 IIR 탐색기를 사용하여 정확도를 더욱 높였으며, 정교한 전자방해책에도 더욱 잘 대응할 수 있다. Kongsberg사는 JSM³⁾처럼 동체가 더 얇고 신형 터보제트를 장착한 공중발사 미사일을 개발하고 있다. 이 공중발사 미사일은 금년에 생산 착수할 예정이며, 함정발사 미사일과 잠수함발사 미사일 개발도 검토 중이다.

미사일은 최근 요구사항을 반영시키거나 첨단기술을 활용하기 위해 개량되며, 이는 신형 미사일에 통합시키거나 업그레이드 패키지로 공급된다. 레이더탐색기는 연안 전투 추세에 따라 지상 클러터 영향을 감소시킬 수 있도록 탐색패턴을 조절하여 항구



| 그림 2 | Kongsberg사 JSM

나 연안 가까이에서 동작하는 표적을 탐지할 수 있게 개선되었다. 이러한 능력은 대함미사일을 사용하여 지상공격을 할 때에도 유용하게 사용된다.

다중 플랫폼 미사일

하푼 블록 2와 오토맷 블록 IV에는 지상공격기능이 포함되어 있는데, 오토맷의 경우에는 유도장치에 GPS 정보를 입력하지만, 보잉사는 이스라엘 해군의 하푼에 사용되는 방식과 같이 비행 중에 표적정보를 업데이트하기 위하여 데이터링크를 추가했다. 로켓 서스테이너 대신 터보제트를 사용하여 사정거리를 40.5~97NM 확장한 최신 엑조세 블록 3에도 GPS가 사용된다. RBS 15의 최신버전으로 스웨덴과 독일 해군에서 선택한 Mk 3는 사정거리를 38NM에서 100NM로 확장했다.

2) Naval Strike Missile (해상공격미사일)

3) Joint Strike Missile (합동공격미사일)

이러한 미사일 대부분은 다중 플랫폼무기이지만 일반적으로 헬기에서 사용되는 단거리미사일에 대해 언급하고자 한다. 과거에는 Aerospaiale사 AS 12 같은 대전차 미사일을 사용했으며, 실제로 이 중 하나는 1982년에 아르헨티나 잠수함을 격침시켰으나 고속정에는 효과적이지 못했다. MBDA사 Sea Skua와 Marte 같은 미사일은 공대함 전용으로 개발되었으며, 함정에서 발사되는 Kongberg사 Penguin과 공대공용 MBDA사 AS 15가 공대함에 적합하도록 개조되었다. 프랑스와 영국은 대체무기를 개발하고 있는데 영국에서는 이를 FASGW⁴⁾라고 부르며, 프랑스에서는 ANL⁵⁾이라고 부른다. FASGW의 경량형 버전(FASGW-L)은 Thales사 레이저빔 유도방식의 LMRM⁶⁾을 기반으로 할 것이다.

MBDA사는 해군에서 FIAC⁷⁾를 상대로 사용할 이중모드(INS 유도방식에 레이저 유도방식을 추가) Brimstone 공대지미사일 시범에 성공하였다.

Brimstone은 밀리미터파센서를 사용하여 TORNADO GR4 항공기에서 발사된 미사일로 해상상태 3에서 6m 크기의 RIB⁸⁾를 기반으로 하는 FIAC 같은 표적을 격파했다. MBDA사는 공중버전과 함정버전을 공급하는데, 함정용은 경비정용으로 최대 사정거리가 5NM이며 우선순위 표적타격 기능을 보유한 유도체계를 갖추고 있다.



그림 3 | MBDA사 Brimstone 미사일

초음속 미사일 개발

대부분의 대함미사일이 아음속이기 때문에 초음속(마하 2~3) 미사일에 대한 관심이 항상 있었다. 초음속 미사일은 표적의 반응시간을 단축시키는 장점이 있으며, 실제로 근접무기체계의 유효사정거리를 절반으로 줄일 수 있다. 그러나 유도체계에서는 이 속도가 문제가 된다. 유도체계가 센서 데이터를 평가하는 시간이 아음속 미사일의 절반이고, 연료소비량 때문에 체공시간이 짧아, 한 번 놓친 표적을 다시 포착하기가 어렵다. 실제로 초음속 미사일이 ECM에 더 취약할 수 있다는 의견도 제기되었다.

대만도 HSIUNG FENG III 초음속(마하 2) 버전을 개발했지만 대부분의 초음속 대함미사일은 러시아제이다. 러시아의 마하 3 3M80/3M82 Moskit(SS-N-22 ‘Sunburn’)

4) Future Air-to-Surface Guided Weapon (차세대 공대지유도무기)

5) Anti-Navire Léger

6) Lightweight Multi-Role Missile (輕다목적미사일)

7) Fast Inshore Attack Craft (고속연안공격정)

8) Rigid-Inflateable Boat (고속단정)

은 중국에 수출되었으나, 인도는 3M55 Oniks(SS-N-26 ‘Stallion’)와 마하 2.8 PJ-10 BrahMos의 개발을 채택하였다. BrahMos는 운용 중인 공중발사 버전으로 여러 수상함에 채택되었으며, 잠수함발사 버전을 개발할 계획이다. 인도는 2013년 1월에 기동성이 우수한 버전(‘S 형태의 이중기동’) 시험에 성공하였다. 이 BrahMos는 GPS 유도방식으로 업데이트되었으며, 러시아와 함께 극초음속(마하 5-7) 버전을 개발할 예정이다.

대함무기시장 규모는 더욱 증대되는 경향이 며, 인도네시아의 경우 고속정에 사용할 중국의 C-705 단거리무기를 구입할 계획이다. 장기적으로 전 세계의 관심은 미국에 집중될 것이다. 미 해군은 2020년대 중반에 하푼 지원을 중단하고 대체장비인 록히드 마틴사의 시제품인 LRASM⁹⁾의 가능성을 시험에 착수했다고 발표했다.

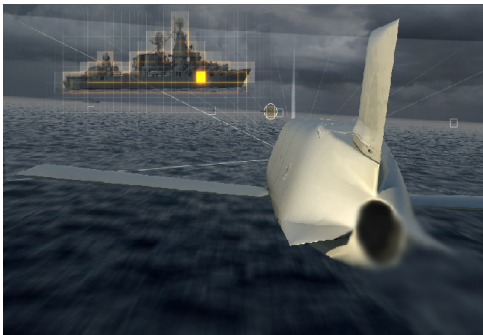


그림 4 | 록히드마틴사의 LRASM (개념도)

이 제품은 이미 성공을 거둔 JASSM-E R¹⁰⁾을 기반으로 한다. 미국은 최대 500NM 사정거리를 모색하고 있다고 하는데 이것은 데이터링크 능력을 염두에 두고 있는 것

을 의미하며, LRSAM은 450kg의 관통탄두와 폭풍과편형 탄두를 장착하게 된다. 영국과 프랑스(이탈리아도 포함되었을 가능성이 있음)는 엑조세나 오토맷을 대체할 유럽형 미사일에 관한 예비회담을 열었으나, 2010년대 말까지 구체화될 가능성은 거의 없을 것 같다.

가능한 대체장비로는 MBDA사의 SCALP-EG와 Kongsberg사의 NSM/JSM 버전이 될 수 있으며, 레이시온사 미사일 중에서는 대함용으로 개발 중인 공중발사 JSOW¹¹⁾ 활공폭탄버전을 고려할 수 있다. 블록 III(JSOC-C1)은 LINK 16 표준 데이터링크와 신형 탐색기를 장착하여 이동하는 함정을 격파하도록 설계되었으며, 또한 레이시온사는 Hamilton-Sundstrand TJ-150 터보제트를 장착한 장거리버전을 검토하고 있다. 2012년에 실시한 시험에서 이 미사일이 이동 중인 해상표적을 격파할 수 있는 것을 입증되었다.

대함 미사일 대응책

대함미사일의 위협에 대응하기 위해서는 많은 노력이 필요하다. 즉, 레이더 송신기의 출력세기, 표적과의 거리를 비롯해 표적의 재료성분, 레이더 파장에 대한 상대적 크기, 레이더 빔의 입사 및 반사각도 같은 요인에 따라 다르지만 레이더유효반사면적

9) Long Range Anti-Ship Missile (장거리대함미사일)

10) Joint Air to Surface Standoff Missile-Extended Range (합동공대지장거리미사일)

11) Joint Stand-off Weapon (합동장거리무기)

(RCS)을 줄일 수는 있다. 예를 들어 상부 구조의 측면을 경사지게 만들면 반사되는 전자기에너지 세기를 감쇠시킬 수 있다. 레이더흡수재(RAM¹²⁾)는 함정의 형상을 보강하고 특정한 레이더 주파수 밴드를 흡수할 때 사용되지만, 현재는 거의 모든 레이더 주파수를 흡수할 수 있는 소재도 있다.

이와 같이 이미 설치된 수동형 방어수단을 보완하기 위해 모든 수상함에는 적 미사일이 함정의 위치를 찾지 못하도록 하거나, 추적을 방해하거나, 함정까지의 거리를 잘못 인식하도록 하거나 또는 미사일을 다른 방향으로 유인하는 등 다양한 기능을 하는 디코이(decoy) 발사기를 탑재한다. 채프는 가까운 거리에서 실물과 같은 여러 허위표적을 만들어 미사일탐색기를 교란시켜, 탐색기가 표적까지의 거리를 혼동하게 만들 때 사용된다. 이러한 채프는 함정에 탑재된 재머와 함께 사용하기도 한다. 유인은 함정을 포착하고 있는 미사일탐색기를 대상으로 사용되는 기법으로, 예인기만기 또는 함외로 발사된 재머를 사용하여 미사일을 실제 표적에서 멀리 유인하는 기법이다.

소프트킬(Soft-Kill) 무기체계

채프-플레어형 기만체계는 미사일이 종말단계로 진입하기 전에 표적을 탐색하기 위하여 레이더탐색기나 IR 탐색기를 사용하는 미사일을 교란시킬 때 중요한 역할을 한다.

과거에는 단순한 열원만으로도 EO 탐색기를 장착한 미사일에 대응할 수 있었으나,

이중밴드 탐색기가 등장하면서 IR 기만체계는 선박 몸체에서 방출되는 8-12 μm 대역 적외선뿐만 아니라 배기가스에서 방출되는 2-5 μm 대역 적외선도 모사할 수 있어야 한다.



그림 5 | Sagem사의 New Generation Dagaie Systems

현재까지 19개국 해군에서 사용하기 위해 1,000개가 생산된 기만체계는 BAE Systems사의 박격포와 같은 포신이 6개가 있는 갑판장착형 Mk 36 SRBOC¹³⁾이다. Chemring사, Lacroix사, Rheinmetall사 같은 기업에서 제조한 현대식 기만체계는 훨씬 더 정교한 위협을 여러 단계에 걸쳐 방어할 수 있다.

Lacroix사는 현재 자사 DAGAIE 방해책체계의 새로운 버전인 DAGAIE NG¹⁴⁾, NGDS¹⁵⁾, SYLENA를 판매하고 있다. DAGAIE NG와 NGDS는 SAGEM 발사대와 Lacroix 탄약을 사용하고, DAGAIE NG는 비용은 이전 버전의 절반이지만 3배의 성능을 낼 수 있다고 주장하며, NGDS

12) Radar Absorbent Material (레이더흡수물질)

13) Super Rapid Blooming Offboard Chaff (급속산개채프)

14) Dagaie Next Generation

15) New Generation Dagaie Systems

는 DAGAIE를 개조한 버전으로 프랑스 FREMM¹⁶⁾과 싱가포르 신형 호위함에 사용된다. SYLENA는 Lacroix사에서 제조한 완전히 함정내부에 설치된 체계이며, 이 회사의 신형 방해책 계열장비를 사용할 수 있다.

Rheinmetall사의 MASS¹⁷⁾는 현재 MASS_DUERAS와 MASS_ISS¹⁸⁾의 두 가지 옵션이 있다.

MASS_DUERAS는 MASS 발사대의 상부에 교란방해책 발사기를 추가한 것으로, 이미 캐나다 해군의 HALIFAX급 호위함용으로 선정되었다. MASS_ISS는 현재 NavGuard 능동미사일 접근경고장치에 통합되어 있으며, 대전차미사일로부터 연안함정을 보호하기 위해 설계되었다.



| 그림 6 | Rheinmetall사의 MASS

Chemring사는 독창적이고 안전하게 훈련할 수 있는 기만기 발사대인 CENTUR

ION을 판매하고 있다. 이 발사대는 최대 130mm 구경의 탄약을 사용할 수 있으며, 장거리에서 교란이 가능하고, 단거리에서는 유인이 가능할 뿐 아니라 능동형 탄약을 표적방향으로 배치할 수도 있다.



| 그림 7 | Chemring사 CENTURION 기만체계 발사대

- 16) Frigate European Multi-Mission (유럽형 다목적 호위함)
- 17) Multi-Ammunition Softkill System (다영역유도탄 소프트킬체계)
- 18) Integrated Sensor Suite (통합센서세트)

출처 Military Technology (2013, 12, 1.)
 〈Ship-Killers and Ship-Savers Anti-Ship Weapons and Counter-Measures〉

타인의 뇌를 조종할 수 있다면?



“파일럿과 파일럿 연결! 합체 완료!”

2013년 7월 개봉한 SF 영화 ‘퍼시픽림’에는 높이 80m 이상의 초대형 로봇 ‘예거(jaeger)’가 등장한다. 태평양 한가운데서 출몰하는 거대 외계괴물 ‘카이주(kaiju)’를 무찌르기 위해 만든 인류의 최종 병기다. 예거 조종은 로봇과 신경을 연결한 사람이 담당하는데 특이하게 2인 체제를 구축했다. 거대한 몸집이라 한 사람의 신경으로 감당하기 어렵다는 게 그 이유였다.

하지만 두 사람이 한 몸처럼 움직이며 로봇을 조종하는 건 생각처럼 간단치 않다. 그래서 영화 속에는 아주 멋진 장치가 하나 더 등장한다. 뇌신경을 연결해 둘이 하나가 되는 방법, ‘드리프트(drift)’다.

드리프트는 두 사람의 뇌를 연결해 기억과 직관, 전투 스타일 등을 공유하는 작업이다. 여기에 성공하면 두 사람은 몸을 똑같이 움직이는 건 물론이고 정신적인 모든 것까지 공유하게 된다. 영화 속 주인공 남녀도 드리프트를 통해 어린 시절은 물론 숨기고 싶은 상처까지 단숨에 알아버렸다. 빛의 속도로 두 사람이 하나가 되는 환상적인 장면을 보노라면 이런 일이 현실에서도 가능할지 궁금해진다.

그런데 ‘퍼시픽림’이 개봉된 지 한 달 뒤에 현실에서 드리프트를 연상시키는 소식이 전해졌다. 미국 워싱턴 대 연구진이 사람끼리 뇌를 연결한 실험에 성공했다는 것이다. 영화 속에 그려진 것에 비하면 아주 기초적인 수준이지만 실제로 인간과 인간 사이에 뇌 신호를 직접 전하는 인터페이스를 성공한 건 이번이 처음이다.

이번 실험을 주도한 라제시 라오(Rajesh Rao) 교수는 10년 이상 ‘뇌-컴퓨터 인터페이스’를 연구해왔는데 이 분야가 더 발전하면 ‘뇌-뇌 인터페이스’ 개념도 가능할 거라고 믿고 있다. 이번 실험에는 몇 년 전부터 뜻을 함께한 같은 대학 심리학 분야 연구자인 안드레아 스토코(Andrea Stocco) 교수가 동참했다. 이들이 계획한 실험은 한 사람이 뇌 신호를 보내 상대방의 손동작을 제어하는 것이었다.

실험 당일인 2013년 8월 12일, 두 교수는 떨어져 있는 각자의 연구실 앉았다. 뇌파를 보내는 쪽인 라오 교수는 뇌파를 기록하는 전극을 가진 모자를 썼고, 뇌파를 받기로 한 스토코 교수는 역시 뇌를 자극하는 기능을 가진 보라색 수영 모자를 착용했다. 손동작을 제어하는 기능은 뇌의 왼쪽 운동피질이 담당하므로 스토코 교수의 모자는 이 부분을 자극하도록 설계됐다. 두 사람이 쓴 장치는 스카이프(Skype)로 연결됐지만 서로 상대방의 화면은 볼 수 없었다.

이 상태에서 라오 교수는 컴퓨터 화면을 보며 간단한 비디오 게임을 했다. 그는 표적에 대포를 쏘야 할 때 오른손을 움직여 발사 단추를 누르는 상상을 했을 뿐 실제로 오른손을 움직이지 않았다. 그런데 그 순간 컴퓨터 화면을 보지 않은 채 귀마개를 하고 있던 스토크 교수가 오른손 집게손가락을 움직여 키보드의 스페이스바를 눌렀다. 경련이 일어난 것처럼 무의식적으로 손이 움직였다는 것이다.

비록 오른손을 움직이는 단순한 행동이지만 라오 교수가 생각만으로 스토크 교수를 움직인 건 사실이다. 앞으로 진행될 연구에 더 눈길이 가는 이유다. 여기에 쓰인 기술이 아주 새로운 것도 아니다. 우선 두피에 전극을 붙여 뇌의 전기적 활동을 기록하는 '뇌파 전위 기록술(EEG, Electroencephalography)'은 임상의가 뇌 활동을 살피는 데 일상적으로 사용하고 있다.

또 스토크 교수의 뇌를 자극한 '경두개 자기 자극(transcranial magnetic stimulation)'은 특정 부분의 뉴런을 활성화해 뇌에서 명령을 보내는 것으로 기존에도 알려졌다. 그러니까 이번 실험은 두 기술을 연결해 동시에 쓰면서 뇌 연결이 가능하다는 걸 보여준 셈이다.

연구진은 이 실험을 '발칸인의 정신 결합(Vulcan Mind Meld)'에 견주기도 했다. 발칸인은 '스타트랙'에 나오는 인물인데 제한된 텔레파시 형태로 다른 발칸인의 생각, 경험, 기억, 지식을 공유한다. 이 실험이 앞으로 발칸인처럼 소통할 가능성을 보여줬다는 이야기다.

이 연구가 더 완벽해지면 할 수 있는 일이 무궁무진하다. 스토크 교수는 인터넷으로 컴퓨터 여러 대 연결한 것처럼 뇌를 연결해 각종 지식을 뇌에서 뇌로 직접 전송하는 모습을 전망했다. 예를 들면 사람들 머리에 교과서를 바로 입력하고, 외국어로 말하게 하거나 무술을 배우는 것도 가능해진다는 것이다.

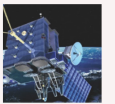
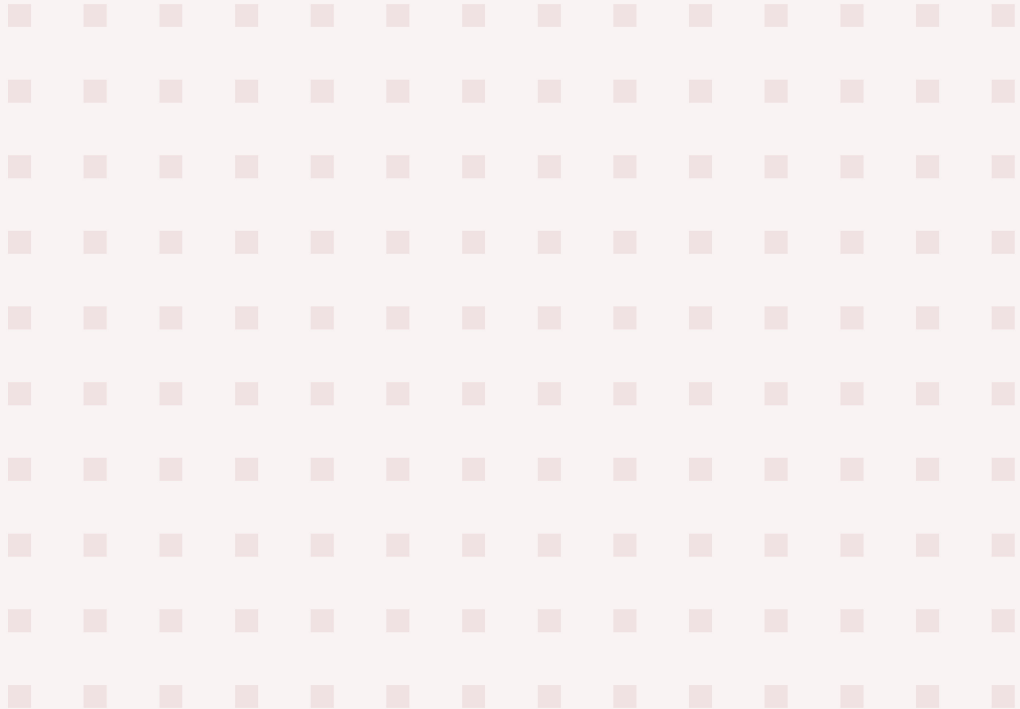
또 장애인인 자신이 원하는 것을 쉽게 전달하는 것은 물론, 갑자기 조종사가 쓰러진 비행기에서 승무원이 나 승객의 뇌를 지상 관제국에 있는 사람과 연결해 무사히 착륙하는 상황도 상상해볼 수 있다.

물론 다른 사람의 생각이 내 몸을 통제하는 으스스한 상황이 벌어질까 염려되기도 한다. 그러나 라오 교수는 아직 이 기술이 한 사람의 생각이 아니라 특정한 종류의 간단한 뇌 신호를 읽는 단계라고 선을 그었다. 공상과학소설에 나오는 것처럼 사람의 의지와 상관없이 행동을 조작하는 기술은 아니라는 뜻이다.

이번 실험의 다음 단계로 연구진은 더 복잡한 정보를 다른 사람의 뇌로 전달하는 실험을 진행할 예정이다. 여기에 성공하면 더 많은 실험 참가자를 모아 실험을 진행하고 신뢰도를 높일 계획도 가지고 있다.

이렇게 차근차근 연구하다 보면 뇌로 더 복잡한 신호를 보내고 받는 날도 오지 않을까. '퍼시픽림'의 드리프트가 서로를 믿고 화합하는 데 필수적이었던 뇌 연결 기술도 인류가 서로를 믿고 뜻을 나누는 데 기여했다면 좋겠다. 그 날이 오면 세상이 한결 살기 좋은 곳으로 변하지 않을까 조심스레 기대해본다.

「과학향기」(KISTI, 2013.10.14)에서





국방과학기술정보 통권 45호



방산시장 FOCUS

JOURNAL OF THE DEFENSE SCIENCE & TECHNOLOGY INFORMATION



수중감시체계 시장동향 및 생산전망



현대의 변화된 전쟁 양상은 정보 수집의 역할 및 감시·정찰 분야의 중요성을 더욱 부각시키고 있다. 특히 날로 증가하는 미사일 및 테러의 위협에 대처하고 고난이도 임무 수행을 위한 첨단 감시체계는 현대전의 필수적 장비이다.



수중감시체계는 수상이나 수중으로 접근하는 위협세력을 조기 탐지하여 아군 수상함이나 잠수함의 생존성을 높이고 주요 항만시설을 보호하기 위한 감시정찰 장비다. 일반적으로 지상에서는 전자파를 이용한 레이더 기술을 이용하지만, 바다 속과 같은 수중에서는 전자파 신호가 급감하여 상대적으로 원거리 전달이 가능한 음파 기술을 주로 활용한다.

본 기고에서는 현재 개발 중이거나 생산되고 있는 수중감시체계 장비를 중심으로 관련 장비에 대한 생산 및 시장동향을 살펴보았다. 이를 바탕으로 시장에 대한 환경 및 SWOT 분석 등을 통해 향후 시장 추이를 전망하였다.

수중감시체계 시장동향 및 생산전망

국방기술품질원 기술정보센터 방산기술정보팀

선임연구원 박정운

1. 개요

수중감시체계는 수상이나 수중으로 접근하는 위협세력을 조기 탐지하여 아군 수상함이나 잠수함의 생존성을 높이고 주요 항만시설을 보호하기 위한 감시정찰 장비다. 일반적으로 지상에서는 전자파를 이용한 레이더 기술을 이용하지만, 바다 속과 같은 수중에서는 전자파 신호가 급감하여 상대적으로 원거리 전달이 가능한 음파 기술을 주로 활용한다.

수중감시체계의 운용개념은 대잠 항공기나 수상함, 잠수함 등의 플랫폼에 탑재되는 센서나 해저에 고정 설치한 센서를 이용하여 수중표적을 탐지하는 것이다. 음향 센서, 전자기 센서, 레이저 센서 등으로 탐지된 수중표적에 대한 정보는 자함의 생존성을 향상시키며, 전술통신체계에 의해 인근의 수상함이나 육상, 공중의 통제소로 전송된다. 통제소에서는 타 체계의 센서로부터 수집된 정보와 연동하여 수중 위협세력에 대한 정보 및 대응전략을 전파한다.

수중감시체계는 사용하는 센서에 따라 음향 탐지장비와 비음향탐지장비로 구분할 수 있다. 음향탐지장비의 대표격인 소나(SONAR : SOund Navigation And Ranging)는 수동 소나와 능동소나로 구분된다. 수동소나는 표

적이 발생시키는 소음을 듣고 표적을 탐지하는 방식이며, 능동소나는 음파를 송신하고 표적에서 반사되어 돌아오는 반향음(echo)을 수신하여 표적을 탐지하는 방식이다. 근래에는 잠수함 방사소음이 줄어들면서 수동소나뿐 아니라 장거리 표적탐지가 가능한 저주파 능동소나를 병행 운영하고 있다.

비음향탐지방식은 수중표적을 탐지하기 위해서 음향센서 대신에 전기장이나 자기장, 레이저 센서 등을 활용한다. 대표적인 비음향탐지 방식으로 대잠초계기나 대잠헬기에 탑재된 MAD(Magnetic Anomaly Detector)는 잠수함으로 인해 발생하는 자기장의 변화를 통해 적 잠수함을 탐지할 수 있다. 자기장 센서는 대잠헬기뿐만 아니라 해저에 고정형으로 설치되어 수중으로 침투하는 무인잠수정 등을 탐지하는 목적으로 사용되기도 한다. 전기장 센서는 잠수함의 선체부식을 예방하기 위해서 잠수함에 흘려주는 미세전류를 탐지하여 적 잠수함을 탐지하는 방식으로 유럽을 중심으로 활발히 연구가 진행되고 있다. 또한, 최근에는 수중에서 투과가 가능한 청록과장 대역의 레이저 기술을 활용하여 적 잠수함을 탐지하는 청록레이저를 이용한 수중감시체계가 개발되고 있다.

함정 및 잠수함 체계의 경우 획득비용이 천문학적으로 소요됨에 따라 자기방어를 위한 수중감시체계 중요성은 향후 더욱 커질 전망이다.

본 고에서는 전 세계 수중감시체계에 대한 생산 및 시장 동향을 살펴보았다. 이를 바탕으로 시장에 대한 환경 및 SWOT 분석 등을 통해 향후 시장 추이를 전망하였다.

2. 기술 동향 및 발전 추세

수중감시체계는 운용 플랫폼에 따라 크게 항공용과 해상용으로 구분할 수 있으며, 탐지방식에 따라 음향탐지 방식과 비음향탐지 방식으로 구분할 수 있다.

음향센서기반 수중감시체계의 대표 장비인 소나는 적 잠수함의 효과적인 탐지를 위해 수동 예인배열 방식을 전통적으로 운용하였다. 최근에는 능동소나를 복합적으로 운용하여 수상함과 잠수함은 물론 은밀히 침투하는 소형잠수정과 다이버까지 탐지 가능한 수준에 이르게 되었다. 수중감시기술은 갈수록 저소음화, 고속화, 고심도화, 스텔스화되어 가는 적 탐지와 원거리 조기경보 시스템 등 피탐을 방어하려는 대잠수함 작전 세력 간 치열한 경쟁구도 속에 발전하고 있다. 또한 제한된 음향탐지성능을 보완하기 위해 자기장 센서, 전기장 센서, 레이저 센서 등 비음향탐지 기술에 대한 연구가 활발히 진행 중이다. 향후 무인기술 확산에 따라 무인잠수정을 활용한 수중감시정찰 역시 크게 증가할 전망이며, 탐지성능 극대화를 위해 분산 네트워크 체계로 발

전할 전망이다.

미국은 NCW 개념의 다중 플랫폼 네트워크 기반 수중감시체계 사업에 막대한 예산을 투자하여 개발 중이며, 수중감시체계에 적용 가능한 신기술 연구를 주도하면서 미래기술을 선도하고 있다.

냉전이후 독자적으로 수중감시체계를 개발해온 러시아는, 미국과 유럽 주요 선진국들과 경쟁 가능한 기술력을 보유한 것으로 평가된다. 최근 국가경제 침체와 관련 예산 삭감으로 신기술 개발은 잠시 보류된 상황이다.

프랑스는 Thales를 중심으로 다양한 소나체계 개발 경험을 보유하고 있다. 유럽연합 내 공동협력개발에 활발히 참여 중이며 수출 시장에도 적극적인 모습을 보이고 있다.

비음향센서기반 수중감시체계인 전자기 센서는 기존의 지구 자기장하에서의 강자성 함정 선체에 의한 자기장 외란 신호를 탐지하는 자기센서 이외에 최근 연안에서의 적 잠수함 탐지를 위한 전기장 센서 분야의 연구가 미국, 스웨덴 등을 중심으로 지속적으로 진행 중인 것으로 파악되고 있는데, 유사시 임시적으로 감시가 필요한 해역에는 신속하게 설치가 가능한 이동형 감시체계가 이용되며 장기적으로는 분산 센서망을 이용한 광역 수중감시로 발전할 전망이다.

향후 네트워크를 통한 수중통신은 동일 플랫폼에 위치하지 않은 센서(무인잠수정의 센서, 독립적으로 운용되는 센서 등)와의 통신을 가능하게 할 것이며 이는 수중위협세력에 대한 임무수행 성능을 향상시킬

것이다. 수중통신에서는 전술정보를 주고 받을 대역폭의 증가와 수중 네트워크의 보안, 원격 센서의 자동화와 운용수명이 중요한 이슈가 된다. 그리고 이종 센서 간의 다중 상태 기능은 더욱 증대될 것이다.

미래의 수중탐지는 UUV나 USV와 같은 원격 탑재체가 큰 역할을 할 것이며 원격 탑재체는 대기뢰전이나 항만방어체계, 대잠전 등의 여러 수중 무기체계에 활발히 적용될 것으로 예견된다. 여전히 자율제어나 통신, 자율비행, 운용수명 등이 기술적으로 극복해야 할 요소로 남아있지만 미래의 수상함이나 잠수함 개발에 적용될 만큼의 충분한 기술개발이 추진될 것으로 예측되며 이는 수중탐지분야에서 혁신적인 기술 중의 하나가 될 것이다.

3. 수중감시체계 시장 동향

프랑스, 독일, 영국, 미국 등 전통 해양 강국이 지배하고 있던 수중감시체계 시장은

테러와의 전쟁과 세계 경제위기 등의 영향으로 최근 10년 동안 담보 상태에 머물렀다고 평가된다.

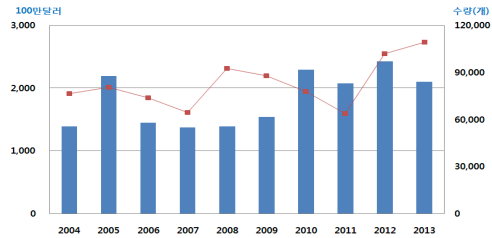


그림 1 | 최근 10년간 수중감시체계 시장 규모

2004~2013년까지 수중감시체계 시장은 182억 달러 규모였으며, 생산 수량은 약 827,000대였다.

향후 10년간 예상되는 수중감시체계 장비의 총 시장 규모는 2014년 불변가로 약 199억 달러, 생산 수량은 170,763대로 전망된다. 이는 타 감시정찰 분야 시장에 비해 상대적으로 낮은 수준이다.

생산수량 측면에서는 2014년 약 67,000대에서 2023년경에는 6,500대 정도로 크게 감

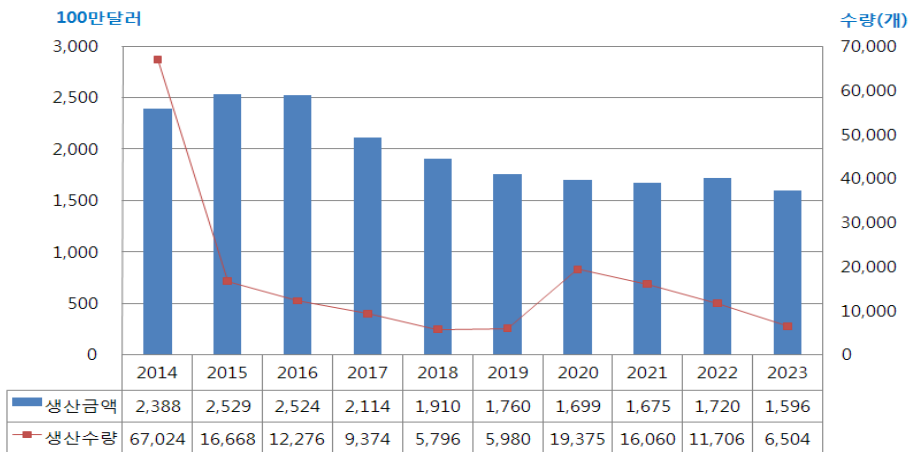
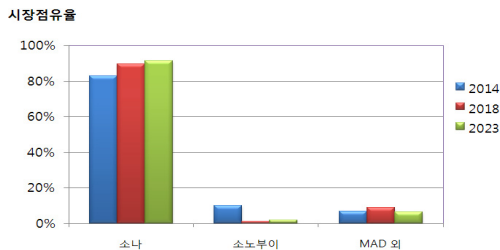


그림 2 | 수중감시체계 시장 전망('14~'23)

소할 전망이다. 시장 규모도 2016년까지 25억 달러 수준을 유지하다 2023년경에는 현재 시장 규모의 67% 수준인 16억 달러로 작아질 전망이다.

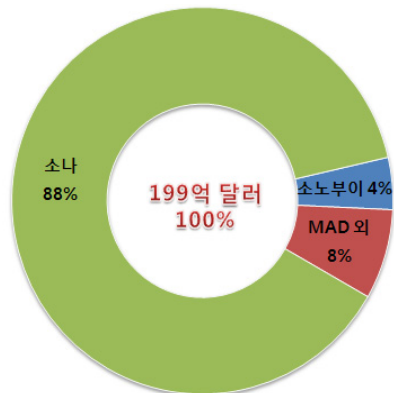
3.1. 장비 타입별 시장 규모

수중감시체계는 장비 타입에 따라 소나, 소노부이 및 MAD 등 기타 장비로 구분할 수 있다.



| 그림 3 | 장비 타입별 시장규모 전망

향후 10년 간 장비 타입별 생산량을 살펴 보면, 소노부이가 170,00여개로 99% 이상 대다수를 차지할 전망이며, 소나가 507개, MAD 등 기타 장비가 약 240개를 점유할 전망이다.

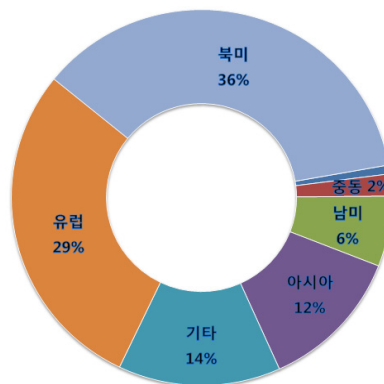


| 그림 4 | 장비 타입별 시장규모 전망('14~'23)

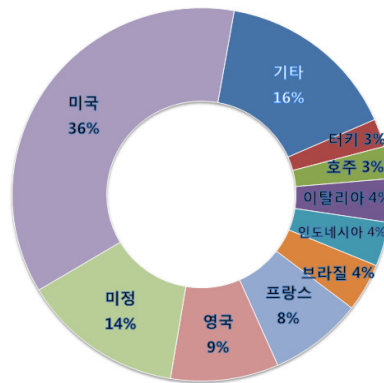
반면에 시장규모 측면에서는 소나가 약 88%를 점유하고, MAD 등 기타 장비가 8%, 소노부이가 4%를 점유할 전망이다.

3.2. 권역 및 국가별 시장 규모

향후 10년간 생산되는 전 세계 수중감시체계 장비의 36%는 미국을 포함한 북미 지역에 판매되어 운용될 것으로 예상된다. 그 다음으로 유럽 29%, 아시아 12%, 남미 6% 수준으로 전망된다.



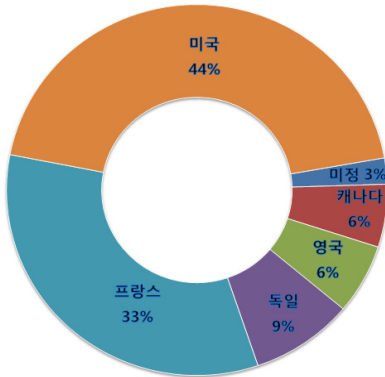
| 그림 5 | 지역별 시장점유율 전망('14~'23)



| 그림 6 | 운용국가별 시장점유율 전망('14~'23)

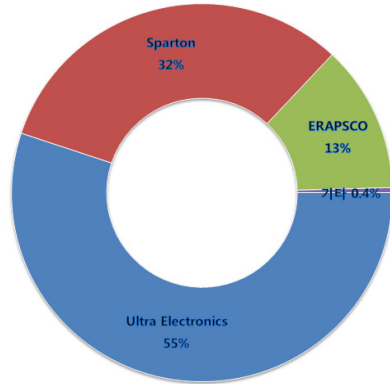
수중감시체계 운용국가 측면에서 분석해

보면 미국이 19억 달러¹⁾ 규모의 시장을 형성함으로써 전체 시장의 36%를 점유할 전망이다. 그 뒤를 이어 영국 9%, 프랑스는 8%, 브라질 4% 순이다. 기타는 세계 여러 나라들이 포진해 있다.



| 그림 7 | 생산 국가별 시장점유율 전망('14~'23)

9%, Lockheed Martin이 7%를 점유할 전망이다. 이렇게 생산 수량과 금액 측면에서 점유율이 차이가 나는 이유는 소나와 소노부이의 가격 차이에서 기인한다.



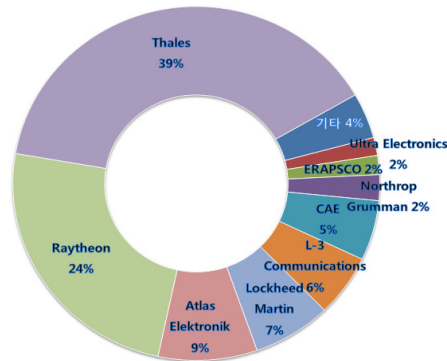
| 그림 8 | 제작업체별 생산수량 점유율 전망('14~'23)

반면 생산 국가별로는 미국이 23.3억 달러 규모의 시장을 형성함으로써 전체 시장의 44%를 점유할 전망이다. 그 뒤를 이어 프랑스 33%, 독일 9%, 영국 6%를 점유할 전망이다.

3.3. 제작 업체별 시장 규모

향후 10년간 전 세계 수중감시체계 생산 업체의 생산수량 점유율은 소노부이를 주로 생산하는 Ultra Electronics가 55%를 점유하여 1위를 차지할 전망이다. 그 뒤를 이어 Sparton이 32%, ERAPSCO가 13%를 점유할 것으로 예상된다.

하지만 생산 금액 측면에서의 시장 점유율은 Thales가 39%로 20억 달러를 점유하여 1위를 차지할 전망이며, 그 뒤를 이어 Raytheon이 24%, Atlas Elektronik이



| 그림 9 | 제작업체별 시장규모 점유율 전망('14~'23)

Raytheon의 주요 모델은 AQS-11 ALFS (항공용 저주파 음파탐지기)이다.

CAE는 ASQ-504와 ASQ-508과 같은 자기변화 탐지체계로 대 잠수함전 시장에서 확고한 위치를 점하고 있다.

1) 연구개발을 제외한 제품 판매 기준

표 1 | 향후 10년간 업체별 생산규모(100만 달러)

제작사	금액	생산수량
Atlas Elektronik	459.4	31
BAE Systems	16.8	6
CAE	288.6	222
ERAPSCO	91.5	21,500
Exelis	22.8	12
General Dynamics	8.1	6
L-3 Communications	297.6	84
Lockheed Martin	365.1	19
MFR Varies	120.0	6
Northrop Grumman	124.1	25
Raytheon	1,282.2	263
Sparton	51.6	54,415
Thales	2,051.3	71
Ultra Electronics	86.3	94,103

표 2 | 향후 10년간 모델별 생산규모(100만 달러)

모델명	제작사	금액	수량
AQS-20 A	Raytheon	735.30	114
S-Cube	Thales	550.00	14
AQS-22	Raytheon	429.68	137
TSM-4110	Thales	420.00	21
CSU-90	Atlas Elektronik	400.00	20
Type 2076	Thales	300.00	4
ASQ-508	CAE	288.60	222
SQQ-89	Lockheed Martin	284.20	14
UMS-3000	Thales	240.00	4
AQS-13 F	L-3 Communications	231.00	55
Type 2087	Thales	197.40	7
Type 2093	Thales	143.90	5
UMS-4131	MFR Varies	120.00	6
AES-1	Northrop Grumman	99.40	14
SSQ-101 A	ERAPSCO	80.40	15,000
Kariwara LFAPS	Thales	80.00	8
UMS-4100	Thales	80.00	4
SQS-56 / DE 1160 / DE 1164	Raytheon	72.80	7
SSQ-53 F	Sparton	64.95	85,692
SQQ-89 A 15	Lockheed Martin	60.90	3
Helras	L-3 Communications	50.63	25
SSQ-62 E	Sparton	46.66	30,326
DSQS-11 M	Atlas Elektronik	43.20	8
Kariwara Solarsub	Thales	40.00	4
UQQ-2	Raytheon	36.00	2
SQS-53 C	Exelis	22.80	12
BQQ-5 E Upgrade	Lockheed Martin	20.00	2
AQS-24A	Northrop Grumman	18.40	8
SQQ-32 (V)4 HFVB	BAE Systems	16.80	6
DSQS-11	Atlas Elektronik	16.20	3
AQS-18	L-3 Communications	16.00	4
SSQ-981 E	Ultra Electronics	10.50	3,000
SSQ-955	Ultra Electronics	10.40	20,000
SQQ-32	Raytheon	8.40	3

3.4. 주요 모델별 시장 전망

전술한 바와 같이 향후 10년간 수중감시체계 총 시장 규모는 연구개발을 포함하여 약 199억 달러이며, 수중감시체계 시장 선도 장비는 Raytheon의 AQS-20A 모델이 108대, 약 7억 달러로 시장의 40%를 점유할 전망이다. 그 뒤를 이어 AQS-22 14%, S-Cube 10%, AQS-22 8% 및 Type 2076이 6%를 점유할 전망이다.

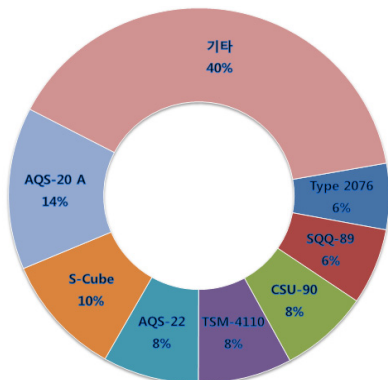
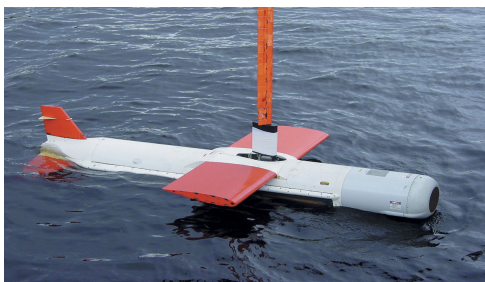


그림 10 | 주요 모델별 시장 점유율 전망

모델명	제작사	금액	수량
UYS-503	General Dynamics	8.06	6
SSQ-101	ERAPSCO	7.77	2,000
AQS-14 A 1	Northrop Grumman	6.30	3
SSQ-53 D 2	Sparton	2.30	4,600
SSQ-110 B	ERAPSCO	2.25	3,000
SSQ-62	Sparton	1.53	1,200
SSQ-110 A	ERAPSCO	1.13	1,500
SSQ-53 E	Sparton	0.84	2,400
SSQ-53 D	Sparton	0.65	1,300

- AQS-20 A

Raytheon의 AN/AQS-20A는 모듈식 기뢰탐색 소나로 대기뢰 헬기인 MH-60S와 MH-53E에 예인 운용된다. 이 시스템은 외해나 연안에서 기뢰 소해작전 시 공히 해저기뢰 및 계류기뢰를 탐색, 식별하여 위치를 확인함으로써 소해작전을 지원한다. 모듈화된 모델로 제작되었다는 장점이 있어 다양한 플랫폼에 적용해 사용할 수 있으며, 또한 상용품을 사용하여 생산원가를 감소시켰고 개별적으로 조립이 가능하여 성능개량과 부품교체가 용이하다.



| 그림 11 | AQS-20A 기뢰탐색 소나

판매 단가는 약 311만 달러이며 향후 10년간 108대, 약 7억 달러의 시장 형성이 전망된다.

- S-Cube

Thales의 S-Cube는 기존 TSM 2233 잠수함 소나체계를 발전시켜 2000년대 중반에 개발한 최신의 통합 잠수함 소나체계이다. 심해 및 천해 환경에서 저주파에서 고주파에 이르기까지 광대역으로 운용되며 저소음 표적을 장거리에 탐지, 식별, 위치 추정 및 추적이 가능하다. 체계는 TASS를 비롯하여 함수소나(BPS), 방수소나(IPS), 측면배열소나(FAS), 측거소나(PRS), 장애물회피소나(OAS), 기뢰탐지소나(MAS) 등을 포함한다.



| 그림 12 | S-Cube 소나 구성도

Thales는 에콰도르의 209급 잠수함 두척, 인도의 Scorpene급 잠수함 6척, 영국 핵추진 전략잠수함 Astute급에 탑재한 바 있으며, 프랑스의 핵추진 공격잠수함(SSN) Barracuda급에 탑재 예정이다. 수중용 모델 중 가장 시장규모가 클 것으로 예상된다. 판매 단가는 약 4,000만 달러이며, 향후 10년간 14대, 약 5.5억 달러의 시장 형성이 전망된다.

- ALQ-22

Raytheon의 AQS-22 디핑소나는 기존 시스템에 비해 4배 넓은 구역을 커버할 수

있으며, 잠수함에 대한 추적, 위치확인 및 식별을 위해 능/수동 모드를 선택적으로 운용할 수 있다. 소나를 인양하고 강하하는데 사용하는 윈치 시스템의 케이블 길이는 2,500ft이다.

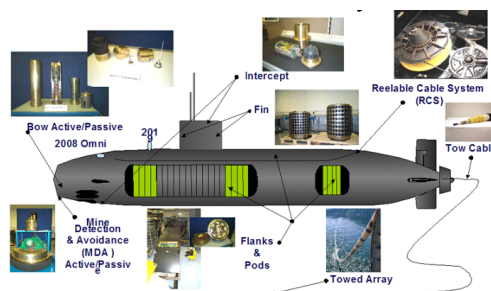


| 그림 13 | AQS-22 디핑소나

AQS-22 시스템은 능/수동 소노부이 및 특히 천해에서 유용한 신호처리개선장치 등과 같이 운용되어 MH-60R 헬기의 레이더를 보완해 준다. Raytheon과 Thales Underwater Systems 간 합작 벤처기업에서 공급하는 기존의 FLASH 광대역 소나를 개량한 버전이다. Thales의 헬기 탑재용 디핑소나인 FLASH(Folding Light Acoustic System for Helicopter)는 미국(MH-60R), 프랑스(NH90 NFH), 노르웨이(NH90 NFH), 스웨덴(NH90 NFH), UAE(Naval Cougar) 및 영국(EH101 MERLIN) 등 광범위하게 공급·운용되고 있는 제품으로, 현재 독일 해군의 NH90 헬기 탑재

용으로도 제안된 상태다. 미국 해군용으로 생산되고 있으며, 주요 탑재 헬기는 MH-60R이다. 또한 2014년부터 호주 해군의 신규 MH-60R 헬기 24대에 설치될 예정이다. 향후 생산은 2015년 연간 36대 정도로 급격히 증가하다 서서히 감소할 예정이며, 연평균 약 25대 정도가 생산될 전망이다. 판매단가는 310만 달러로 추정되며, 2014년을 정점으로 판매량이 점차 감소될 것으로 보인다. 향후 10년간 총 118대, 약 6.7억 달러의 시장을 형성할 전망이다.

• Type 2076



| 그림 14 | Type 2076 잠수함 소나

Thales의 Type 2076 잠수함 소나는 능·수동 함수소나와 수동 예인배열소나, 다수의 UHF 대역 방수소나, 기뢰 및 장애물 회피소나, 측면배열소나와 신호처리기를 포함하는 전자장치로 구성된다. 소나체계는 두 개의 수중통화기를 포함하며, 7대의 신호처리 캐비닛, 2대의 송신 캐비닛, 기록장치 1대, 7대의 듀얼모드 운용자 콘솔을 포함한다. 신호처리장치는 표적에 대한 탐지, 식별, 추적 및 저장 기능을 수행한다. 최초 영국 해군에 4대를 공급하였으며, 2002년 두 번째 계약 시, Astute급 잠수함에 3대를

추가로 공급하였다. Stage 5로 명명된 성능개선 프로그램에서는 기존 신호처리장치의 운용수명을 향후 30년 연장할 수 있도록 hales의 OPUS(Open Platform for Underwater Systems) 프레임워크를 적용한 개방형 구조의 COTS 제품으로 교체하였으며, 약 200개의 듀얼코어 프로세서를 탑재하여 15Gbit의 데이터를 실시간으로 처리할 수 있다. 향후 10년간 총 4대, 약 3억 달러의 시장을 형성할 전망이다.

- Type 2087



| 그림 15 | Type 2087 소나

Thales 제품군으로서 배수량이 큰 규모의 플랫폼에 탑재되는 2087과 Norwegian 급 호위함과 같은 중간 규모의 플랫폼에 탑재되는 4229 모델이 있다. 또한 경량급의 플랫폼을 위해 개발된 선형송신배열을 채택한 CAPTAS Nano가 있다. Type 2087 저주파 능동소나체계는 탑재 플랫폼의 규모와 사용 해군의 요구사항에 부합되도록 설계되어 있다. 가장 큰 수상함에 탑재되는

체계지만 대부분의 구성요소를 유사 제품군과 공유한다. 고출력, 장거리 탐지 및 가변심도 기능을 갖춘 예인형 VLF 대역의 능동/수동 소나체계로, 수동형 예인 수신장비(100 Hz 이하)와 LF 능동형 VDS 송신기(500Hz 이하)를 결합한다. 능동주파수는 영국 수상함의 능동소나에서 사용하는 주파수보다 낮으며, 이는 음파전달의 이점을 통해 장거리 탐지능력을 제공한다. 영국 해군의 Duke 급(Type 23) 프리깃함 8척의 소나 2031을 대체하였다. 2087의 파생 모델인 CAPTAS UMS 4249는 2011년부터 프랑스/이탈리아의 FREMM함에 배치되었다. 향후 10년간 7대, 약 2억 달러의 시장 형성이 전망된다.

- CSU-90



| 그림 16 | 214급 잠수함(CSU-90 탑재)

Atlas Elektronik에서 생산 중인 CSU-90 잠수함 소나는 209, 212 및 214급 잠수함에 탑재되며 CSU-84의 업그레이드 버전이다. 현재까지 총 24대가 생산되어 운용 중이다. 향후 10년간 20대, 약 4억 달러의 시장 형성이 전망된다.

- UMS-3000

Thales의 UMS-3000 소나 체계는 DCNS에서 건조 중인 프랑스 해군의 차세대 Barracuda급 핵잠수함에 탑재될 예정이다.

Barracuda급 핵잠수함은 Rubis급 잠수함을 대체하도록 설계되었으며, 장차 프랑스 해군의 전력투사용 자산의 핵심 구성요소가 될 것이다. 잠수함은 전장 99m, 직경 약 9m, 잠항 수심 350m 이상, 최대속력 25kts 이상이다. 2017~2027년까지 총 6대가 취역할 예정이다. 소나체계의 가격은 약 6,000만 달러에 육박할 전망이며, 향후 10년간 총 4대, 약 2.4억 달러의 시장을 형성할 전망이다.



| 그림 17 | Barracuda급 핵잠수함

- SQQ-89

Lockheed Martin의 SQQ-89는 수중표적을 탐지하고 위치를 찾아내서 추적하고 교전하는 수상함용 대잠 체계로 다양한 센서를 사용하여 음향신호를 송수신하여 표적을 식별하고 표적이동분석(TMA, Target Motion Analysis)을 수행하고 자함의 화기를 제어한다. 2~3개의 소나 센서로 구성되며 Mk 116 사통체계와 연결된다. SQQ-89는 SQS-53 HMS, SQR-19 TACTAS,

SQQ-28 LAMPS Mk III 소나신호처리체계(SSPS)를 포함하며 UYQ-25 소나운용 모드 평가시스템(SIMAS, Sonar In situ Mode Assessment System)에 의해 모두 지원된다. 가장 최신 모델인 SQQ-89A(V) 15는 개체기반의 성능개량을 위한 개방형 구조로 설계되어 있다. 현재 135개 이상의 SQQ-89 체계가 배치 및 생산되고 있다. 최신 모델인 SQQ-89(V)15는 Arleigh Burke급 구축함에 처음 배치되었다. 향후 10년간 14대, 약 2.8억 달러의 시장 형성이 전망된다.

- SSQ-53



| 그림 18 | SSQ-53B 소노부이

Ultra Electronics, Sparton 등에서 생산하는 SSQ-53 계열의 DIFAR(Directional Frequency Analysis and Ranging) 소노부이는 적 잠수함으로부터 방사 및 반향되는 음파의 위치를 확인·식별하여 대잠항공기에 신호를 전송한다. 향후 10년간 약 8만 6,000여대의 생산이 전망된다.

- ASQ-508(V) AIMS



| 그림 19 | ASQ-508(V) AIMS

캐나다 CAE의 ASQ-508(V) 모델은 항공용 자기이상탐지기(MAD, Magnetic Anomaly Detection)로 ASQ-504(V)의 업그레이드 버전이다. 탐색 부, 컨트롤 표시기, 증폭용 컴퓨터, 항로 자력계의 네 가지 모듈로 구성되어 있다. 향후 10년 간 222대의 생산이 전망되며, 약 2.9억 달러의 시장을 형성할 전망이다.

- AES-1



| 그림 20 | AES-1 레이저 기뢰탐색기

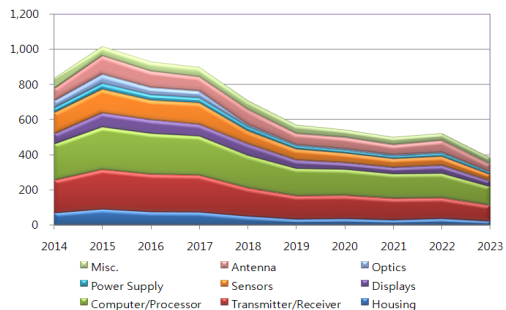
Northrop Grumman의 AES-1은 청록 레이저를 이용하여 부유기뢰 및 수면 부근의 계류기뢰를 탐색하는 레이저 기반 기뢰탐색기이다. 레이저는 헬기가 고속 비행 중에도 매우 넓은 바다의 구역을 스캔하도록 설정되어 있다. 다른 기능으로는 지형학적인 해저면 지도를 생성할 수 있으며, 컴퓨터를 이용한 지뢰의 형태, 크기, 위치 등의 향상된 이미지를 보여줄 수 있다. AES-1 설계 목표는 단 한번의 탐색만으로 헬기가 받는 위협을 최소화하면서 지뢰를 정확히 찾아내고 식별하는 탐지기를 만드는 것이었다. 2012년 2월, 일본 해상자위대가 4대의 공수 레이저 지뢰탐지기를 구입했다고 발표

되었다. 2012년 4월, 미 해군은 2,700만 달러 규모의 AES-1 초도소량생산 계약을 사전 승인 계약으로 변경하였다. 향후 10년간 14대, 약 1억 달러의 시장을 형성할 전망이다.

3.5. 하부체계 시장 전망

수중감시체계는 크게 음향탐지와 비음향탐지 분야로 나뉜다. 음향탐지 기술은 음향센서를 통해 음파를 송수신하여 수중표적을 탐지, 식별, 추적하는 기술을 의미한다. 비음향탐지는 음향센서 이외의 자기장센서, 전기장센서 등을 이용하여 수중표적을 탐지하고 정보를 수집하는 기술이다. 음향탐지는 수중음향센서, 신호 송수신, 신호처리 및 정보융합, 음향탐지 환경 분석, 음향대향 등 5개 주요 기술로 구성된다. 비음향탐지는 전자기탐지 기술로 분류된다.

여기에서는 항공 탑재용 음향탐지장비에 대해서만 다루었다. 기술 구성 요소를 시장 규모 측면에서 살펴보면 센서류, 송수신기와 컴퓨터 프로세싱 부분이 전체 소요 비용의 약 65%를 차지하여 하부 기술 분야 중 가장 큰 비중을 차지할 전망이다.



| 그림 21 | 하부체계별 비용전망('14~'23)

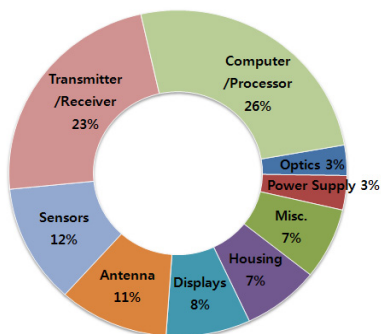


그림 22 | 하부체계별 비용전망('14~'23)

3.6. 시장 환경 분석

시장 상황은 고객의 요구, 운용개념의 변화, 국제 시장 환경, 기술 동향 등 여러 요인에 영향을 받는다.

수중감시체계 시장은 이 분야에 경쟁력을 갖춘 몇몇 중소기업의 영역이었으나 현재는 다른 국제 방산시장 분야와 마찬가지로 대기업들이 이들 중소기업들을 인수하여 글로벌 시장을 지배해가는 분위기이다.

Hughes의 Alliant Techsystem 인수가 그러한 예인데, Hughes는 Raytheon에 합병되었다.

수중감시체계 핵심기술 대부분은 프랑스, 독일, 영국, 미국이 선도하고 있으며 경쟁은 날로 심화되고 있다. 경쟁에서 살아남기 위해서는 시장 환경에 대한 이해가 필요하다.

통상 자국 내에 공급자가 있는 국가라면 자국 기업을 지원하는 정책이나 제도가 있다. 미국의 경우 국내 경쟁자가 적은 경우, 산업 기반 보호를 구실로 현지 생산을 보장 시키기 위해 국내 업체와 외국 기업을 하나의 공동 사업자로 선정하거나 또는 국내 업체를 전체 프로그램에 대한 통합 사업자로 지정하는 경우가 흔하다. 또한, 대잠 작전

에 대한 엄격한 보안 정책을 이유로 외국 업체를 탈락시킬 수도 있다.

제품 차별화 또한 중요한 요소이다. 경쟁이 치열해질수록 제품 차별화는 점차 중요해지고 있다. 예산이 줄어드는 추세에 있음에도 미국 방산시장은 여전히 전 세계에서 독보적인 시장이다. 외국 기업이 미국 방산 시장에 진입하기 위해서는 미국 제조업체가 제공하지 못하는 기능을 갖춘 제품 차별화가 하나의 방법이다.

성능과 품질은 제품 선정 단계에서 매우 중요하다. 성능이 우수한 제품은 유리한 위치를 점하게 될 것이다. 성능이 경쟁사와 동등한 경우, 가격, 비용 효율성, 물류 지원, 교육 요구 사항과 같은 다른 요소가 고려 사항이 된다. 특히 성능은 사업 추진 시 예산을 지속적으로 배정할지 여부를 판단하는 결정적인 요인이다. 예전에는 문제가 발생한 사업도 진행될 수 있었으나 지금은 사업 자체가 취소될 수도 있다. 제대로 작동하지 않거나, 비용이 초과되거나, 부정적인 평판이 있다면 시장 경쟁력은 약화될 것이다.

제품 지원 및 신뢰성 또한 중요하다. 특히 첨단 기술의 전시장인 미국에서는 품질이나 제품에 대한 신뢰성 그리고 제조업체에서 제공하는 고객 지원의 수준이 중요하다. 획득 프로세스에 따라 계약자는 통상 시스템 외에도 계약 조건에 따라 많은 행정 및 물류 서비스를 제공한다. 여기에는 교육 및 유지관리 문서 공급, 기술 지원 인력 파견, 충분한 예비 부품 생산 등이 있다. 최근 몇 년 동안, 이 패키지는 제품 보증, 일정 기간 동안의 성능 및 수리/교환을 보장하는 민간 분야를 벤치마킹하여 강화되었다. 이러한

보증은 계약자에게 좋은 품질의 제품을 제공하기 위한 추가 동기부여가 되었다.

또한 가격 측면에서 보면, 예산이 빠듯한 상황에서 가장 비용이 적게 드는 경쟁자는 지배적인 위치를 유지한다. 추가 5%의 높은 가격에 50% 더 높은 성능을 제공한다고 할 때, 만약 이로 인해 시스템에 대한 구입 유지비용을 감당할 수 없다면 이러한 성능 증가는 의미가 거의 없다. 조달 경쟁에서 이 점은 중요한 요소이다. 수중감시체계가 획득 우선순위에서 낮은 위치를 점하고 있으므로 가격의 영향은 더욱 중요하다.

3.7. SWOT 분석

전 세계 수중감시체계 시장 흐름을 파악하여 시장의 SWOT, 즉 강점(Strength)과 약점(Weakness), 기회(Opportunity)와 위협(Threat) 요인을 분석하면 다음과 같다.

강점(Strengths)으로는 첫째, 네트워크 중심의 변화된 전쟁 양상으로 기존의 무기 체계들이 첨단 전자장비로 탈바꿈하고 있다는 점이다. 네트워크 중심전에 대비하도록 제작된 시스템의 개발과 생산에 대한 수요 또한 지속적으로 증가하고 있다. 차세대 수중감시 체계에 대한 수요는 전 세계 플랫폼에 광범위하게 산재되어 있다. 차세대 항공 및 함정 전술 능력 증강에 대한 신규 수요는 새로운 위협에 대응하고 새로운 임무 수요 완수를 지원할 새로운 시스템의 개발과 생산을 이끌 것이다.

둘째, 눈부신 과학기술의 발전 및 시스템 간 컨버전스가 심화되어 상용제품(COTS) 및 기술의 활용성이 크게 늘고 있다는 점

다. 셋째, 전투기, 조기경보기, 무인항공기 등 첨단 전자전 플랫폼으로 운용되는 최신 무기체계의 확산은 향후 감시·정찰 분야의 수요를 불러일으키는 시장 발전 요소가 될 것이다.

약점(Weaknesses)으로는 첫째, 세계적인 경기 침체로 각국 국방예산이 지속적으로 감소하고 있다는 점이다. 이로 인하여 신규 장비의 도입을 검토 중인 국가들은 보다 효율적인 예산 운용을 위하여 구매보다는 기존 장비의 성능개량에 눈을 돌리고 있다. 아직까지도 글로벌 경기 침체로 인한 불황을 벗어난 것은 아니지만 국방예산 감축에 영향을 주는 경제적 출혈은 어느 정도 둔화되었다. 돈이 부족할 때 사람들은 고가 상품들의 구입을 보류하는 경향이 있다. 소비를 많이 하기보다는 오히려 적게 쓰고 그들이 이미 갖고 있는 것에 투자한다. 방산 시장에도 같은 원리가 적용된다. 신형 전투기 구매는 불가능할지라도 비용의 일부를 투자하여 다양한 플랫폼의 시스템을 성능개량하는 것도 가능한 투자라고 생각된다.

기회(Opportunities) 요소로서는 현재 많은 국가에서 감소된 국방예산으로 인하여 신규 장비의 도입보다는 기존 장비의 성능개량에 눈을 돌리고 있다. 장비의 성능개량 시장 역시 엄청난 수익이 창출될 수 있는 고부가가치 시장이며, 고객별 다양한 요구사항을 반영한다면 신규 기술의 개발 역시 유도할 수 있을 것으로 판단된다. 둘째, 지속적 예산 삭감에도 불구하고 여전히 많은 국가에서 감시·정찰 장비의 필요성을 절감하고 있으며 구입을 희망한다는 점이다.

또한, 미국, 유럽의 노후 플랫폼 개량 및 신규 플랫폼 구매와 맞물려 상위 제조업체를 비롯하여 성능이 입증되고 실전에서 시험을 거친 시스템은 상당한 기회 요소이다. 신형 헬기의 생산 또한 향후 수중감시 장비 제조업체에 꾸준한 기회를 제공할 것이다.

위협(Threats) 요소로서는 첫째, 제한된 주파수 대역에 비하여 통신 장비가 늘어남에 따라 주파수 대역이 모자라는 어려움을 겪고 있다는 것이다. 감시·정찰 분야는 전술 및 통제, 운용 측면에서 타 장비에 비하여 대역폭을 넓게 차지하기 때문에 향후 광대역 통신이 가능한 통신망 구축 등 대비책이 마련되어야 할 것이다.

둘째, 정치, 군사 및 경제 요인으로 인한 전장 개념의 변화이다. 9·11 테러 공격은 전장 개념을 극적으로 변화시켰다. 미국은 광범위한 테러와의 전쟁에 착수하였고 그 기본 목표 또한 미국을 공격할 수 있는 능력을 보유한 테러 집단을 발견, 분리 및 섬멸시키는 것으로 바뀌었다. 9·11 이후 수행되는 작전의 형태나 내용은 상륙전, 해군 항공 및 함정 전투력 사용을 선호하였고 대잠수함 전력은 거의 투입되지 않았다. 이러한 환경에서 잠수함 위협은 매우 제한적으로 평가되었으며 대잠수함전은 언제나 후 순위로 밀려났다. 수상함에 대한 일차적인 위협은 공중 공격이며, 따라서 공중전 능력을 개선하고 함정의 자체 방어 능력을 개선하는 방향으로 예산은 할당되었다. 최근까지, 테러와의 전쟁의 대상이 되는 테러 집단은 잠수함을 운영하지 않았고 수중 전투 능력은 보잘 것 없었다. 그들은 거의 고정

된 대상에 대한 자살 공격이라는 제한된 방법에 의존했었다. 이러한 전장 환경의 변화는 수중감시체계 시장이 향후 10년 동안 축소될 것이라는 전망과 무관하지 않다.

셋째, 미국과 유럽의 경제 위기와 이에 따른 국방비 삭감이다. 세계 경제위기의 여파로 지난 5년간 전 세계 국방비 상승폭이 현저히 감소했으며, 2012년을 정점으로 향후 10년 동안은 국방비 상승은 없을 전망이다. 특히 미국은 예산통제법에 따라 정부의 자동 예산 삭감이 시행 중이므로 향후 10년 동안 국방 예산은 긴축 운용될 것이다.

이처럼 전 세계 국방비 지출이 삭감되는 가운데 수중감시체계 시장도 2015년 이후에는 하향세를 나타낼 전망이다.

4. 맺음말

프랑스, 독일, 영국, 미국 등 전통 해양 강국이 지배하고 있던 수중감시체계 시장은 테러와의 전쟁과 세계적인 경기침체 등의 영향으로 최근 10년 동안 답보 상태에 머물렀다. 2004~2013년까지의 시장 규모는 182억 달러였으며, 생산 수량은 약 827,000대였다.

향후 10년간 예상되는 수중감시체계 시장도 밝지 않다. 총 시장 규모는 2014년 불변가로 약 199억 달러, 생산 수량은 170,763대로 전망된다. 이는 타 감시정찰 분야 시장에 비해 상대적으로 낮은 수준이다. 생산수량 측면에서는 2014년 약 67,000대에서 2023년경에는 6,500대 정도로 크게 감소하고 시장 규모도 2016년까지 25억 달러 수준

을 유지하다 2023년경에는 현재 시장 규모의 67% 수준인 16억 달러 수준으로 축소될 전망이다.

수중감시체계 시장이 지속적인 하향곡선을 그리는 이유는 대잠전 및 수중전이 해상전, 지상전, 특수전 등에 비해 후순위로 평가되기 때문이다. 현재까지 미국을 비롯한 서방 세계의 전략은 이슬람 원리주의자 테러리스트로부터 자신을 보호하는 데 집중하고 있다. 수상함과 장거리 감시 장비의

지원을 받는 항공기가 잠수함에게 가장 위협적인 적이지만, 그 항공기가 싸우게 될 전투가 별로 중요하게 고려되지 않았다. 하지만 이러한 상황 인식은 천안함 침몰 사건을 계기로 변화의 기미가 나타나기 시작했다. 천안함의 침몰로 그동안 간과하였던 수중의 적을 보게 되었고, 아직까지는 아니지만, 10년 후에는 수중감시체계와 관련한 연구개발 및 획득비 우선순위가 높아질 수 있을 것이다.

표 3 | 업체별, 모델별 수중감시체계 생산 전망('14~'23년, 단가 100만 달러)

제작사	장비명	국가	기능	구매국	단가	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23
Atlas Elektronik	CSU-90	독일	소나	이집트	20,000	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	CSU-90	독일	소나	인도네시아	20,000	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	CSU-90	독일	소나	독일	20,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	CSU-90	독일	소나	한국	20,000	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	CSU-90	독일	소나	파키스탄	20,000	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	CSU-90	독일	소나	터키	20,000	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0
	DSQS-11	독일	소나	핀란드	5,400	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
BAE Systems	DSQS-11 M	독일	소나		5,400	0	0	0	1	2	1	0	0	2	2
	SQQ-32 (V)4 HFWB	미국	소나	미국	2,800	2	1	0	0	1	1	1	0	0	0
CAE	ASQ-508	캐나다	MAD	터키	1,300	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0
	ASQ-508	캐나다	MAD		1,300	8	9	11	12	12	12	12	0	0	0
	ASQ-508	캐나다	MAD	인도네시아	1,300	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ASQ-508	캐나다	MAD		1,300	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	ASQ-508	캐나다	MAD		1,300	14	14	14	14	14	14	14	12	12	12
ERAPSCO	SSQ-101	미국	소노부이	미국	0,004	1,000	0	0	0	0	0	1,000	0	0	0
	SSQ-101 A	미국	소노부이	미국	0,005	2,500	2,500	0	2,500	0	0	2,500	2,500	2,500	0
	SSQ-110 A	미국	소노부이	미국	0,001	0	0	0	0	500	500	500	0	0	0
	SSQ-110 B	미국	소노부이	미국	0,001	0	0	0	0	1,000	1,000	1,000	0	0	0
Exelis	SQS-53 C	미국	소나	미국	1,900	0	2	2	2	2	2	1	0	0	1
General Dynamics	UYS-503	미국	Processor		1,344	0	0	0	2	0	2	2	0	0	0
L-3 Communications	AQS-13 F	미국	소나	미국	4,200	10	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	AQS-18	미국	소나		4,000	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0
	Helras	미국	소나		2,025	4	4	4	4	3	3	2	1	0	0
Lockheed Martin	BQQ-5 E Upgrade	미국	소나	미국	10,000	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
	SQQ-89	미국	소나	미국	15,000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	SQQ-89	미국	소나	미국	20,300	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	SQQ-89 A 15	미국	소나	미국	20,300	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
MFR Varies	UMS-4131		소나		20,000	1	1	1	1	1	0	0	0	0	
Northrop	AES-1	미국	Laser	일본	7,100	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0

제작사	장비명	국가	기능	구매국	단가	'14	'15	'16	'17	'18	'19	'20	'21	'22	'23
Grumman	AES-1	미국	Laser	미국	7,100	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
	AES-1	미국	Laser		7,100	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	AQS-14 A 1	미국	소나		2,100	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0
	AQS-24A	미국	소나		2,300	2	1	1	0	0	1	1	1	1	0
Raytheon	AQS-20 A	미국	소나		6,450	0	0	0	0	0	0	1	2	2	1
	AQS-20 A	미국	소나	미국	6,450	15	30	30	30	3	0	0	0	0	0
	AQS-22	미국	소나	호주	3,300	8	8	3	0	0	0	0	0	0	0
	AQS-22	미국	소나	미국	3,110	30	24	18	12	12	6	6	6	2	2
	SQQ-32	미국	소나		2,800	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	SQQ-32	미국	소나	스페인	2,800	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	SQS-56 / DE 1160 / DE 1164	미국	소나		10,400	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
	UQQ-2	미국	소나	미국	18,000	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Sparton	SSQ-53 D	미국	소노부이	프랑스	0,001	100	100	100	0	0	100	100	100	100	0
	SSQ-53 D 2	미국	소노부이	캐나다	0,001	0	250	250	250	250	0	0	0	0	250
	SSQ-53 E	미국	소노부이	미국	0,000	0	0	100	100	100	0	0	0	0	0
	SSQ-53 F	미국	소노부이	미국	0,001	31,364	1,088	500	400	400	400	400	400	400	400
	SSQ-53 F	미국	소노부이	대만	0,001	0	0	100	100	0	0	0	0	250	250
	SSQ-62	미국	소노부이		0,001	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	SSQ-62 E	미국	소노부이		0,001	4,113	2,000	2,000	2,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0
Thales	Kariwara LFAPS	프랑스	소나	호주	10,000	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2
	Kariwara Solarsub	프랑스	소나	스페인	10,000	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0
	S-Cube	프랑스	소나	브라질	60,000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	S-Cube	프랑스	소나	브라질	40,000	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	S-Cube	프랑스	소나	인도네시아	35,000	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0
	S-Cube	프랑스	소나	스페인	40,000	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	S-Cube	프랑스	소나	에콰도르	35,000	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	TSM-4110	프랑스	소나	프랑스	20,000	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	TSM-4110	프랑스	소나	이탈리아	20,000	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	TSM-4110	프랑스	소나	사우디	20,000	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1
	Type 2076	영국	소나	영국	75,000	0	1	0	0	1	0	1	0	1	0
	Type 2087	프랑스	소나	칠레	28,200	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Type 2087	프랑스	소나	영국	28,200	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1
	Type 2093	프랑스	소나	이탈리아	28,780	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Type 2093	프랑스	소나		28,780	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	
UMS-3000	프랑스	소나	프랑스	60,000	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	
UMS-4100	프랑스	소나	그리스	20,000	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	
Ultra Electronics	SSQ-53 D	미국	소노부이	노르웨이	0,001	100	100	100	0	100	0	100	100	0	0
	SSQ-53 D 2	미국	소노부이	호주	0,001	200	200	200	0	0	200	0	0	200	200
	SSQ-53 D 2	미국	소노부이	캐나다	0,001	250	250	250	0	250	250	250	250	0	0
	SSQ-53 D 2	미국	소노부이	프랑스	0,001	0	0	0	200	0	0	0	200	0	0
	SSQ-53 E	미국	소노부이	미국	0,000	0	350	350	0	0	350	350	350	350	0
	SSQ-53 F	미국	소노부이	미국	0,001	22,952	1,588	1,000	1,000	1,000	1,000	5,000	5,000	5,000	5,000
	SSQ-53 F	미국	소노부이	대만	0,001	0	0	100	100	0	0	0	0	250	250
	SSQ-62	미국	소노부이		0,001	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
	SSQ-62 E	미국	소노부이		0,002	4,213	2,000	2,000	2,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0
	SSQ-955	영국	소노부이	영국	0,001	0	5,000	5,000	0	0	0	5,000	5,000	0	0
SSQ-981 E	영국	소노부이	영국	0,004	0	1,000	0	0	0	0	1,000	0	0	0	
SSQ-981 E	영국	소노부이	호주	0,004	0	0	0	500	0	0	0	0	500	0	

참고문헌

- “2013 국방과학기술조사서”, 국방기술품질원, 2013. 12.
- “국가별 국방과학기술 수준조사서”, 국방기술품질원, 2012. 9.
- “Dynamic Workbook for Anti-Submarine Warfare”, Forecast International, 2014. 3.
- “The Market for Anti-Submarine Warfare”, Forecast International, 2014. 3.
- “The Market for Undersea Warfare Systems”, Forecast International, 2014. 3.
- “The Market for Airborne ASW Sensors”, Forecast International, 2013. 7.
- “The Market for U.S. Defense Electronics”, Forecast International, 2014. 3.
- “Military Electronics Market Overview”, Tealgroup, 2013. 7.
- “2013 세계 방산시장 연감”, 국방기술품질원, 2013. 12.
- “2012 세계 방산시장 연감”, 국방기술품질원, 2012. 12.
- “주요국의 수중감시체계 개발동향”, DTaQ 기술동향 시리즈 2010-33, 국방기술품질원, 2010. 11.
- “수상함 소나 개발동향 및 발전방안”, 오원천, 국방과학기술정보 44호, 2014. 2.
- “AES-1, Forecast International”, 2013. 8.
- “ASQ-508(V) AIMS, Forecast International”, 2013. 8.
- “WLY-1, Forecast International”, 2013. 12.
- “AQS-22 ALFS (Airborne Low Frequency Sonar), Forecast International”, 2014. 2.
- “Type 2076, Forecast International”, 2014. 1.
- “Type 2087, Forecast International”, 2013. 8.
- “Type 2093 Sonar, Forecast International”, 2013. 11.
- “CSU-90, Forecast International”, 2014. 3.
- “DSQS-11, Forecast International”, 2013. 11.
- “Helicopter Long-Range Active Sonar(HELTRAS), Forecast International”, 2013. 5.
- “UYS-503, Forecast International”, 2014. 1.

적군도 친구도 예외 없는 도청의 세계

기원전 500년 즈음 중국 춘추시대에 살았던 전략가 손무는 총 13편에 달하는 '손자병법'을 저술해 전쟁에서 승리하는 갖가지 비결을 남겼다. 그중에서도 특히 유명한 구절은 '지피지기 백전불태'다. '상대를 알고 나를 알면 백 번 싸워도 위태롭지 않다'는 뜻이다.

자신을 제대로 알려면 객관적인 기준을 통해 스스로를 성찰하고 반성하면 된다. 그러나 상대를 제대로 알기 위해서는 또 다른 요소가 필요하다. 분석과 판단을 내리는 데 도움이 될 만한 사실들 즉 '정보'가 있어야 한다. 적군에 관한 중요한 정보를 수집하는 일은 고대부터 지금까지 계속돼 왔다. 어느 시대에나 세자, 첩자, 간첩이라 불리는 요원들이 활동하며 온갖 수단을 동원해 상대를 엿탐했다.



'도둑처럼 몰래 훔쳐 듣는다'는 뜻을 가진 '도청' 작업도 그 중 하나다. 예전에는 현장에서 대화를 엿듣거나 편지를 중간에서 가로채 정보를 알아냈지만 통신수단이 발달한 현대에 들어서는 전화, 무선기, 팩스뿐만 아니라 이메일과 인터넷 검색 내용까지 도청을 실시한다. 컴퓨터를 해킹하거나 스마트폰에 악성코드를 심어서 카메라와 마이크 기능을 작동시키고 중요 정보를 빼내기도 한다.

적군의 중요 정보를 알아내는 도청은 전쟁에서 승리해 궁극적으로 살아남기 위한 생존 방편이다. 그런데 적이 아닌 아군을 엿탐한다면 어떨까? 자신을 공격할 리 없는 친구나 오랜 신뢰 관계를 유지시켜온 동료들 몰래 도청하고 뒤에서 일거수일투족을 감시한다면?

■ 美 국가안보국, 세계를 대상으로 불법 도청을 실시하다

어느 조직이든 '내사'라는 제도를 운용한다. 부패를 방지하고 규율을 세우기 위해서 별도로 조사를 벌이는 것이다. 그러나 신뢰를 바탕으로 하는 관계에서 상대의 동의 없이 사생활을 엿보거나 은밀한 대화를 엿듣는 일이 발생한다면 진정한 아군이라 부를 수 없다. 국가와 국민의 관계도 마찬가지다. 대부분 국가의 헌법은 정부가 일반인의 사생활을 엿탐하지 못하도록 금지하고 있다.

그런데 지난 6월, 국가 간의 동맹과 국민들의 신의를 저버리는 사건이 발생했다. 미국 국가안보국(NSA)이 동맹국 고위층을 도청하고 일반인을 감시해왔다는 사실이 폭로된 것이다. 영국 일간지 '가디언'이 최초 보도하고 미국 일간지 '월스트리트저널'이 연이어 특종을 터뜨리면서 세계는 충격에 빠졌다. 민주주의의 수호자이자 평화의 파수꾼을 자처하던 미국이 그동안 적군과 아군을 가리지 않고 불법 도청을 해왔기 때문이다.

미국은 2001년 발생한 9.11테러 이후 국가 안보를 위해 정부기관의 정보 검색 기능을 강화시켜왔다. 2008년 개정된 해외정보감시법(FISA)은 제215조에서 정부가 특정인을 대상으로 정보 수집 행위를 할 수 있다고 명시하고 있을 정도다. 그러나 미국 시민이나 미국 내 거주자는 감시 대상에서 제외하는 것이 원칙이다. 최상위 법률인 헌법이 보장하는 개인의 자유를 침해하기 때문이다.

그런데도 미국 국가안보국은 일반 시민들의 통화내역을 마음대로 들여다보았고 애플, 구글, 페이스북, 마이크로소프트, 스카이프 등 대형 인터넷 기업의 시스템에도 직접 접속해 각국 사람들의 활동 내역을 수집했다. 뿐만 아니라 통화기록, 이메일, 메신저, 화상채팅, 사진, 전송파일, SNS 게시물 등 온갖 정보를 수집하는 '프리즘(PRISM)' 프로젝트를 진행해왔다.

이 사실이 언론에 알려지게 된 것은 에드워드 스노든(Edward Snowden)의 폭로 덕분이다. 스노든은 미국 국가안보국의 컴퓨터 시스템을 관리하기 위해 외부업체에서 파견된 직원이었다. 내부 서버에 접속하면서 불법 도청 사실을 알게 됐고 양심의 가책을 느껴 결국 고발을 결심한 것이다.

처음에는 극구 부인하던 미국도 점점 더 많은 내용이 잇달아 폭로되자 당황하기 시작했다. 미국 시민뿐만 아니라 35개국의 고위층도 도청의 대상이 됐다는 보도가 이어졌고, 중국이나 러시아 같은 공산주의 국가들뿐만 아니라 영국, 호주, 독일, 우리나라 등 우방국도 예외가 아니었다는 사실이 밝혀지자 세계 곳곳에서 항의가 밀려들었다.

결국 오바마 대통령은 "의회의 승인을 받은 적법한 프로그램"이라며 사실상 '프리즘'의 존재를 시인했다. 제2차 세계대전 이후 친분을 쌓아온 미국과 우방국들의 신뢰가 한순간에 무너지는 순간이었다.

■ 도청 자체보다는 쓸모 있는 정보 골라내는 것이 기술

사람과 사람 사이에 커뮤니케이션이 이루어지면 머릿속에서 떠오른 생각을 남에게 전달해야 한다. 이 과정에서 목소리나 몸짓 등의 매개체가 반드시 필요하기 때문에 다른 사람이 보고 듣게 돼 메시지가 다른 곳으로 새어나갈 가능성이 존재한다. '낮말은 새가 듣고 밤말은 쥐가 듣는다'는 우리나라 속담처럼 정보의 유출은 언제 어디서든 일어날 수 있다.

특히 전화기나 편지처럼 기기와 도구를 이용해서 메시지를 전달하면 중간에 누군가 가로챌 위험이 높아진다. 전기와 전자 방식을 이용한 통신은 생활을 편리하게 해주지만 반면에 도청의 위험성도 크다. 미국은 1862년부터 전보와 편지 등을 통해 전달되는 내용을 엿보거나 엿듣는 행위를 법률로 금지했다. 그러나 1876년 그 레이엄 벨이 전화기 발명특허를 등록한지 20년도 되지 않아 곳곳에서 전화 도청이 발생했다.

1928년 미국 대법원이 경찰의 전화 도청을 합법적으로 승인한 이후, 사회 질서를 위해 일반인에 대한 전화 도청을 실시해야 한다는 움직임과 이에 반대하는 목소리가 엇치락뒤치락을 반복해왔다. 지금도 각국에서는 정부기관의 도청 업무를 인정할지 말지에 대한 논의가 끊이지 않고 있다.

1928년 미국 대법원이 경찰의 전화 도청을 합법적으로 승인한 이후, 사회 질서를 위해 일반인에 대한 전화 도청을 실시해야 한다는 움직임과 이에 반대하는 목소리가 엇치락뒤치락을 반복해왔다. 지금도 각국에서는 정부기관의 도청 업무를 인정할지 말지에 대한 논의가 끊이지 않고 있다.

최근 들어 도청의 세계는 새로운 국면을 맞이했다. 정보를 주고받는 채널이 다양해지고 인터넷 페이지나 SNS를 통해 자신의 의견을 불특정 다수에게 공개하는 일이 많아지면서 감시해야 할 정보의 양이 기하급수적으로 늘어난 것이다. **이제는 도청 자체보다는 수많은 정보 중에서 쓸모 있는 것들을 골라내는 기술이 요구되는 상황이다.** 미국을 곤경에 빠뜨린 ‘프리즘’도 온갖 채널과 매체를 통해 매일 오가는 수천 억 건의 메시지를 실시간으로 분석하는 능력을 갖췄다.

어쩌면 우리가 하는 모든 말과 행동이 지금도 각국 정보기관의 서버로 흘러들어가 분석되고 있을지도 모른다. 아군과 친구까지도 불법으로 도청하는 세상이다. 민감한 정보와 개인적인 사항은 새가 듣고 쥐가 듣지 않도록 스스로 잘 관리하는 것이 우선이다.

「과학향기」(KISTI, 2013.12.04)에서



격월간

국방과학기술정보 45호

발행일 • 2014년 4월 1일

발행 • 국방기술품질원

발행인 • 최창곤

편집·인쇄 • 경성문화사

주소 • 140-330 서울시 중구 청파로 463
(한국경제신문사빌딩 4층)

전화 • 02) 2079-1552, 1560~1567

편집위원장 • 기술정보센터장	책임연구원	홍문희
편집위원 • 지휘통제·통신무기체계	책임연구원	김종만
감시정찰무기체계	육군 대령	김권희
기동무기체계	책임연구원	강인원
화력무기체계	책임연구원	박정기
함정무기체계	해군 대령	하삼수
	책임연구원	홍현수
항공무기체계	공군 대령	김성재
방호·유도무기체계	책임연구원	김중호

편집 • 연구원 전고운

국방기술품질원

방산기술정보 간행물



국방기술품질원 기술정보센터는 전 세계 국방과학기술정보와 방산시장 정보를 수집, 분석하여 국방기술 정보통합서비스(DTiMS)와 정기·비정기 간행물 또는 소식지의 형태로 관련기관에 제공하고 있습니다.

2006년 12월 창간한 격월간「국방과학기술정보」외에도 2010년 3월부터 일일 소식지 Global Defense News를 국방망을 통해 관련기관에 이메일로 제공하고 있으며, 2009년부터 발간하였던 「국제 방산시장 분석보고서」를 2011년부터는 연감의 형태로 발간하고 있습니다.

또한, 2012년부터 이슈가 되는 전 세계 국방 군사 동향 정보를 「주요국 국방·군사 동향 시리즈」라는 이름의 정기 간행물 형태로 제공하고 있습니다.

전 세계 국방 기술정보, 방산시장 및 군사동향 등의 최신 정보가 군사전략 및 획득 정책수립에, 방산 업계의 경영전략 수립에, 학계의 연구 활동에 참고자료로 활용되기를 기대합니다.

2014년도 방산기술정보 주요 간행물 현황

- 국방과학기술정보 (매 짝수 월)
- 주요국 국방·군사 동향 시리즈 (5, 8, 11월)
- 2011~2014 세계 징검차 획득동향 (9월)
- 2014 세계 방산시장 연감 (10월)

군 관련기관에서는 DTiMS를 통해 E-Book 형태로 발간물을 제공받으실 수 있습니다.

DTiMS 국방망 접속 URL : <http://dtims.mnd.mil>

인터넷 접속 URL : <http://www.dtaq.re.kr>

 **국방기술품질원**
Defense Agency for Technology and Quality

<http://www.dtaq.re.kr>
Tel: 02-2079-1560

방산기술정보 인터넷 접속 방법



▶ 국방과학기술정보 접속 방법

- 1 www.dtaq.re.kr
- 2 홍보보서서 클릭
- 3 발간물 클릭



▶ Global Defense News 접속 방법

- 1 www.dtaq.re.kr
- 2 최신기술동향 클릭



방산기술정보 국방망 접속 방법

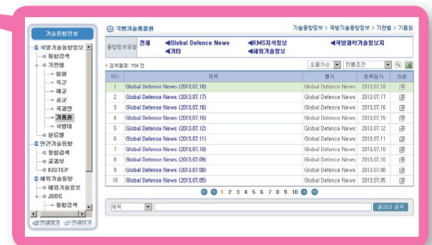
▶ 국방과학기술정보 접속 방법

- 1 http://dtims.mnd.mil → 2 국방과학기술정보 클릭



▶ Defense News 접속 방법

- 1 http://dtims.mnd.mil → 2 Defense News 클릭



▶ DTMS 회원가입방법

- 1 인터넷 주소창에 http://dtims.mnd.mil 입력
- 2 상가 화면이 뜨면 우측 상단에 있는 회원가입 클릭하고 회원가입
- 3 회원가입 완료후 로그인