

# 2022 국방품질 종합학술대회 초록집

**일시** 2022. 9. 21. 수

**장소** KINTEX  
제2전시장 3·4층

DEFENSE QUALITY  
CONFERENCE  
2022

주최  방위사업청

주관  국방기술품질원  
DTaQ Defense Agency for Technology and Quality

 국방품질연구회  
DQS Defense Quality Society



# CONTENTS

<b>인사의 말씀</b>	5
<b>2022 국방품질 종합학술대회 전체 시간 계획</b>	6
<b>세션별 세부 스케줄</b>	7
<b>국방품질경영·인증제도</b>	
제5차 품질경영 기본계획(2021년~2023년)	10
인공지능(AI) 품질관리	11
인공지능 기반 스마트 국방품질 4.0	12
사용자 불만(품질정보) 데이터 분석에 기반한 국방품질 4.0 구현 방안 제언	13
무기체계개발 품질관리 정책 발전	14
<b>유도탄약·안전품질</b>	
생존성 확보를 위한 자동소화장치의 성능평가 연구	16
차세대 PLM 시스템 구축을 위한 선행연구	17
실질적 유효안정물질 함량을 고려한 소구경 탄약 추진제 저장수명 예측	18
디지털 플랜트를 이용한 추진시스템의 제조품질 개선	19
유도탄약분야 국방품질 4.0 구현을 위한 발전방안	20
<b>C5ISR</b>	
고정형 레이더의 운용주파수 가용성 확대 및 위치기반 재밍 회피 최적화	22
2차 전지 보호회로 오작동에 대한 분석 및 개선	23
WiBro 기반 전술다기능단말기(TMFT) 성능 개선 및 검증	24
군용 리튬 1차 전지(Li/SOCl <sub>2</sub> ) 품질개선 및 발전방안에 관한 연구	25
미래작전 환경에 요구되는 전술네트워크 기반 PNT 기술	26
인공지능 기반 지휘통제체계 개발을 위한 데이터셋 생성 및 모델 설계	27
<b>무인기·드론</b>	
차세대 무인기 발전방향 및 비전	29
무인기 개발을 위한 안전계수 적용에 관한 연구	30
안티드론 시스템 동향 분석 및 운용환경 연구	31
국내 운용 무인기 결함사례 분석 및 품질 발전 방안	32

# CONTENTS

## 국방신뢰성&소프트웨어

신뢰성기반 비용관리(RAM-C) 지원 사례 및 발전 방향	34
품질 4.0 실현을 위한 RAM 업무 발전 방향	35
RAM-C 업무 수행을 위한 국산 SW 개발 필요성과 업무 발전 방향	36
SW 품질검증체계 구축을 통한 무기체계 SW 결함 최소화 및 가동률 향상	37
해난구조작전 효율성 향상을 위한 디지털 트윈 모의체계 개발	38
제조로봇·무인 자율주행기술적용을 통한 무인화로 군 운용유지비 절감방안 연구	39

## 감항인증

체계 전자기 환경 영향 요구규격 동향 연구	41
전투기급 아이언버드를 위한 데이터획득시스템 연구	42
무인항공기 감항인증 제도개선 연구	43

## 소음진동

CBM을 위한 엣지진동 이벤트 기반 야전기계상태데이터 수집장치 개발	45
선체부착센서를 이용한 수중방사소음 예측	46
가변추진기 구리 소재 Cu <sub>3</sub> (Ni-Al-Bronze) 반복 용접 시 소재의 기계 물성치 변화에 관한 연구	47

## 표준화& 단종·위조부품대응

위조부품 유입방지를 위한 정부품질보증활동 및 방산업체 입고검사 활용방안	49
딥러닝 학습을 통한 단종정보 미획득 부품의 단종예측 방안	50
R&D 연계 국방표준서 발전방안	51
GPS 항재밍 성능평가 방안에 대한 표준화 연구	52
Hybrid PCB 연구개발의 연계표준 개발사례	53

## 유·무인 복합체계 시험평가 및 품질관리

AI 기반 시스템의 테스트 및 품질보증 방안	55
유·무인기 복합 운용을 위한 감항인증 절차	56
AI 기반 무기체계에 대한 보안 및 안전성에 관한 연구	57

# 인사의 말씀

안녕하십니까?

군수품 품질경영 발전에 경진하고 계시는  
귀하와 귀 기관의 헌신과 노고에 깊은 감사의 뜻을 전하며,  
무궁한 발전을 기원합니다.

현재의 품질경영은 4차 산업혁명 시대의 도래와 함께  
품질 4.0에 대한 연구와 같이 다양한 변화가 논의되고 있습니다.  
그리고 이러한 변화는 국방분야도 예외가 아닐 것입니다.

이에 2022 국방품질 종합학술대회에서는 품질 4.0 시대의 발맞춘 국방  
품질경영 및 K-방산 수출 지원 등을 위해 민·관·산·학·연이 한자리에 모여  
제도발전을 방안을 모색하고자 합니다.

한편 최근 몇 년간의 코로나-19 유행에 따라  
'비대면'이라는 키워드가 하나의 이슈가 되면서,  
DCMA(미 국방계약관리국) 주관으로 독일에서 개최된  
2022 Host Nation Conference에서도  
Remote Surveillance(원격감사)가 하나의 주제로 채택되어  
이에 대한 발전방안이 논의되었습니다.  
이는 4차 산업혁명 기반의 시스템 전환에 따른 것으로  
앞으로 품질보증 패러다임 또한 변화될 수 있다는 것을 암시합니다.

이번 국방품질 종합학술대회는  
이러한 사회적 변화에 발맞추어  
국방품질경영제도, 신뢰성, 유·무인 복합체계 등의 모든 세션과  
군수품 현장 품질·기술 혁신대회를 현장 진행은 물론  
온라인으로 생중계함으로써  
국방 분야 품질경영 전문가들의 연구성과를  
장소의 제약 없이 공유할 예정입니다.

국방과 방위산업 관련 업무에 종사하시는 여러분의  
많은 관심과 적극적인 참여를 통해 이번 종합학술대회가  
학술연구, 품질정보, 현장기술 등에 대해 함께 숙고하고  
심층적인 논의가 이루어지는  
뜻깊은 자리가 되길 기대합니다.

여름의 무더운 날씨가 지나가고  
가을의 문턱에 서 있는 지금,  
2022 국방품질 종합학술대회에 참석하셔서  
국방품질 발전의 주역이 되어 주십시오.

감사합니다.

국방기술품질원 원장 허 건 영

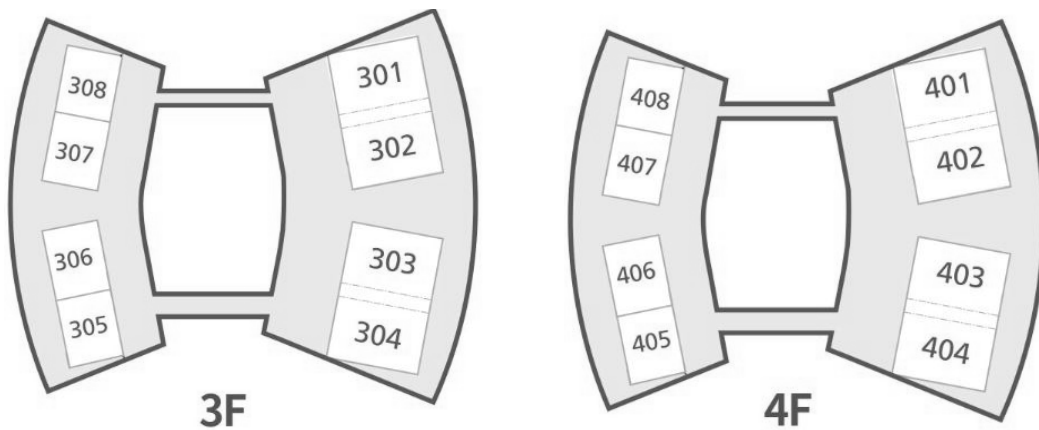
# 2022 국방품질 종합학술대회 전체 시간 계획

시간	장소	주요행사		학술세션						
		402	404	405	406	407	305		306	
							A	B	A	B
[1부] 11:00~ 12:30		군수품 현장 품질· 기술 혁신 대회	유무인 복합 체계 시험 평가 및 품질 관리	감항 인증	국방 품질 경영· 인증 제도	유도 탄약· 안전 품질	국방 신뢰성 & 소프트 웨어	표준화& 단종· 위조 부품 대응	C5ISR	
12:30~ 13:30	전체 휴식(중식)									
13:30~ 14:00	개회식 및 기조강연(402)									
[2부] 14:00~ 15:30	특별 세션	군수품 현장 품질· 기술 혁신 대회	소음 진동	무인기· 드론	국방 품질 경영· 인증 제도	유도 탄약· 안전 품질	국방 신뢰성 & 소프트 웨어	표준화 & 단종· 위조부품대 응	C5ISR	

\* 403호 : 10in1 디지털라운지(전체 10개 세션 온라인 참석 가능한 공간)

\* 그 외 프로그램 : 피치데이(9.21.~23., 7홀)

## 킨텍스 제2전시장 회의실 배치도



# 세션별 세부 스케줄

시간	주요행사		학술세션					306B	
	402	404	405	406	407	305A	305B		306A
11:00 ~ 11:30	개회행사 및 특별세션	재외 군수품 현장 확인대회	405 유무인 복합체계 시험평가 및 품질관리 최장 좌상 국방기술개발원 김영우 팀장	406 리빙인줄 최장 좌상 경상대학교 이영준 교수	407 국방품질경영 인증제도 최장 좌상 국방기술개발원 김영우 팀장	305A 유도탄의 안전품질 최장 좌상 금오공과대학교 이영준 교수	305B 국산 신뢰성 & 소프트웨어 최장 좌상 아주대학교 장준호 교수	306A 표준화 & 인증 위조 부품 대응 최장 좌상 국방기술개발원 석만준 팀장	306B C5ISR 최장 좌상 국방기술개발원 박경화 팀장
			405 유무인 복합체계 시험평가 및 품질관리 발전방향 최장 좌상 LG에너지인프라연구소 연구원	406 체제 전자기 환경 영향 요구규격 통합 연구 최장 좌상 국방기술개발원 김민정 선임연구원	407 국방품질경영 제도 발전방안 최장 좌상 국방기술개발원 김용석 선임연구원	305A 안전하고 신뢰할 수 있는 지주국방 최장 좌상 충청대학교 김성근 교수	305B 기동성 향상과 운용유지비 최저화를 위한 신뢰성 기반 예방품질경영 최장 좌상 국방기술개발원 한승진 선임연구원	306A 품질 4.0 시대의 국방 표준 R&D 연계 및 부품단종 장비 예측 기반 발전방안 최장 좌상 국방기술개발원 박종진 선임연구원	306B C5ISR 무기체계 개선 사례 및 발전방향 최장 좌상 고정형 레이다의 운용주파수 특성 확대 및 최적화 제안 및 최적화 LG에너지인프라연구소 선임연구원
			405 유무인기 복합 운용을 위한 강화인증 절차 최장 좌상 국방기술개발원 하준우 팀장	406 전투기급 에어버드를 위한 데이터 통합 시스템 연구 최장 좌상 KA 이영원 연구원	407 제5차 품질경영 기본계획 (2021년~2023년) 국가기관 주요 임원반 과정 최장 좌상 충청대학교 김학규 교수	305A 차세대 PIMA 시스템 구축을 위한 선행연구 LG에너지인프라연구소 최장 좌상 국방기술개발원 김민정 선임연구원	305B 품질 4.0 실현을 위한 RAM-C 업무 발전 방향 아주대학교 장준호 교수 최장 좌상 RAM-C 업무 수행을 위한 국산 SW 개발 필요성과 업무 발전 방향 충청대학교 김성호 /최교민	306A 담당자 협업을 통한 인증정보 미회독 부품의 단종 예측 방안 LG에너지인프라연구소 최장 좌상 R&D 연계 국방표준서 발전방안 국방기술개발원 안영현 선임연구원	306B 2차 전자 보호회로 오작동에 대한 분석 및 개선 LG에너지인프라연구소 최장 좌상 WBto 기반 전술다기능단말기 (TMFT) 성능 개선 및 검증 국방기술개발원 우영형 연구원
11:30 ~ 12:00	군수품 현장 품질 기술 확인대회	405 유무인기 복합 운용을 위한 강화인증 절차 최장 좌상 국방기술개발원 하준우 팀장	406 체제 전자기 환경 영향 요구규격 통합 연구 최장 좌상 국방기술개발원 김민정 선임연구원	407 제5차 품질경영 기본계획 (2021년~2023년) 국가기관 주요 임원반 과정 최장 좌상 충청대학교 김학규 교수	305A 차세대 PIMA 시스템 구축을 위한 선행연구 LG에너지인프라연구소 최장 좌상 국방기술개발원 김민정 선임연구원	305B 품질 4.0 실현을 위한 RAM-C 업무 발전 방향 아주대학교 장준호 교수 최장 좌상 RAM-C 업무 수행을 위한 국산 SW 개발 필요성과 업무 발전 방향 충청대학교 김성호 /최교민	306A 담당자 협업을 통한 인증정보 미회독 부품의 단종 예측 방안 LG에너지인프라연구소 최장 좌상 R&D 연계 국방표준서 발전방안 국방기술개발원 안영현 선임연구원	306B 2차 전자 보호회로 오작동에 대한 분석 및 개선 LG에너지인프라연구소 최장 좌상 WBto 기반 전술다기능단말기 (TMFT) 성능 개선 및 검증 국방기술개발원 우영형 연구원	
12:30 ~ 13:30									
13:30 ~ 14:00	기조강연								
13:30 ~ 14:00	품질 4.0 시대의 국방품질경영 발전방향 한국품질경영학회 최장영 특목강								
14:00 ~ 14:30	특별세션 최장 좌상 국방기술개발원 최지승 지원연구원								
14:00 ~ 14:30	국방품질 4.0 실현을 위한 추진전략 국방기술개발원 송세영 부장	군수품 현장 품질 기술 확인대회	소음진동 최장 좌상 아주대학교 이진우 교수	무인기 드론 최장 좌상 국방기술개발원 조영준, 이기영 선임연구원	국방 무인기 드론의 현재와 미래 최장 좌상 차세대 무인기 발전방향 및 비전 태원항공 이철태 부장	무인기 드론 최장 좌상 아주대학교 이진우 교수	국방 무인기 드론의 현재와 미래 최장 좌상 차세대 무인기 발전방향 및 비전 태원항공 이철태 부장	국방 무인기 드론의 현재와 미래 최장 좌상 차세대 무인기 발전방향 및 비전 태원항공 이철태 부장	국방 무인기 드론의 현재와 미래 최장 좌상 차세대 무인기 발전방향 및 비전 태원항공 이철태 부장
			405 유무인 복합체계 시험평가 및 품질관리 발전방향 최장 좌상 LG에너지인프라연구소 연구원	406 체제 전자기 환경 영향 요구규격 통합 연구 최장 좌상 국방기술개발원 김민정 선임연구원	407 제5차 품질경영 기본계획 (2021년~2023년) 국가기관 주요 임원반 과정 최장 좌상 충청대학교 김학규 교수	305A 차세대 PIMA 시스템 구축을 위한 선행연구 LG에너지인프라연구소 최장 좌상 국방기술개발원 김민정 선임연구원	305B 품질 4.0 실현을 위한 RAM-C 업무 발전 방향 아주대학교 장준호 교수 최장 좌상 RAM-C 업무 수행을 위한 국산 SW 개발 필요성과 업무 발전 방향 충청대학교 김성호 /최교민	306A 담당자 협업을 통한 인증정보 미회독 부품의 단종 예측 방안 LG에너지인프라연구소 최장 좌상 R&D 연계 국방표준서 발전방안 국방기술개발원 안영현 선임연구원	306B 2차 전자 보호회로 오작동에 대한 분석 및 개선 LG에너지인프라연구소 최장 좌상 WBto 기반 전술다기능단말기 (TMFT) 성능 개선 및 검증 국방기술개발원 우영형 연구원
14:30 ~ 15:00	인문예비진 무기체계/ 군수품 품질 및 국방품질 발전방안 제안 세계의 최우수 기관 국방기술개발원 사명을 통한 K-방산 수출 지원 방안 국방기술개발원 이재민 선임연구원								
15:00 ~ 15:30	국방기술개발원 사명을 통한 K-방산 수출 지원 방안 국방기술개발원 이재민 선임연구원								

## 전체 휴식(중식)

## 개회식 및 기조강연(402)

# Session

---

## 분과위 세션

국방품질경영·인증제도

유도탄약·안전품질

C5ISR

무인기·드론

국방신뢰성&소프트웨어

감항인증

소음진동

표준화&단종·위조부품대응

유·무인 복합체계 시험평가 및 품질관리



# 국방품질경영·인증제도

제5차 품질경영 기본계획(2021년~2023년)	10
인공지능(AI) 품질관리	11
인공지능 기반 스마트 국방품질 4.0	12
사용자 불만(품질정보) 데이터 분석에 기반한 국방품질 4.0 구현 방안 제언	13
무기체계개발 품질관리 정책 발전	14

## 제5차 품질경영 기본계획(2021년~2023년)

### The 5th Quality Management Master Plan(2021~2023)

임완빈  
국가기술표준원

품질경영 기본계획이란 국가 품질경영 전반을 포괄하는 정책문서로써, 관련 법령에 따라 1998년 최초 수립된 이후로 5년 단위로 수립·시행되다가 2021년부터는 3년 단위로 수립·시행되고 있으며, 최신본은 2021년 수립 후 현재 시행되고 있는 제5차 품질경영 기본계획(2021년~2023년)이다.

제5차 품질경영 기본계획은 디지털 전환 및 탄소중립 시대 품질강국 구현을 비전으로 제시하고 '제조업 DNA 활용 품질경영 혁신', '서비스 품질경영 활성화', '융합산업 품질경영 활성화', 'ESG 품질경영 내재화' 및 '품질경영 기반 확립'의 5가지 목표를 달성하기 위해 시행되고 있다.

이러한 목표 달성을 위한 세부추진과제로는 제조업 DNA 활용 품질경영 고도화(산업 데이터 표준화 지원, DNA 품질경영 전파, DNA 인력양성 지원), 서비스 품질경영 제고(핵심 서비스 표준 개발, 서비스 표준 보급·확산, 서비스 인력 전문성 강화), 융합산업 품질경영 강화(시스템 표준화를 통한 융합산업 표준 개발, 기술·인증기준 개발 및 제품개선 지원, 융합산업 지원 기반 구축), ESG 품질경영 강화(ESG 가이드 라인 개발 및 인증 확산, ESG 영역별 품질경영 지원, ESG 품질경영 기반 구축) 및 품질경영 확산 기반 조성(품질경영 플랫폼 구축, 품질경영 네트워크 구축, 국가품질상 개편)이 진행되고 있다.

위에서 기술한 제5차 품질경영 기본계획을 시행함으로써 기대되는 효과로는 DNA 활용 품질경영 혁신, 서비스 품질경영 활성화, 융합산업 품질경영 선도, ESG 품질경영 내재화 및 품질경영 확산 등이 있다.

**keywords** : 5차, 품질, 경영, 품질경영, 기본계획

#### 참고문헌

1. 「산업표준화법」, 2021
2. 국가기술표준원 고시 제2021-0375호, 「제5차 품질경영 기본계획」, 2021

# 인공지능(AI) 품질관리

## Quality Assurance for Artificial Intelligence(AI)

김학구  
중앙대학교

AI 기술은 점점 더 진화하고 다양한 산업 분야로 확산하며, AI 기술 기반의 제품 및 서비스의 영향은 우리의 생활, 사회, 경제활동을 증대시키고 있다. 동시에 AI 제품의 품질 사고 위험 역시 우리의 생활, 사회, 경제 속에 내재되어 있다.

하지만 이러한 AI 기술에 대한 품질평가 및 관리는 매우 어렵다. 기존 소프트웨어는 규칙에 기반을 두고 개발되어 내부 설계와 사양이 명시적으로 연결되는 반면에, AI 기술의 동작은 학습 데이터로부터 귀납적으로 결정되기 때문이다. 그 결과, 내부 설계 및 구현을 정의된 사양과 목표로 명시적으로 연결 짓기 어렵다. 따라서, 기존 소프트웨어 품질관리와는 다른 AI 품질평가 및 관리 방법이 새롭게 요구된다.

본 발표에서는 이러한 AI 품질관리의 배경 및 필요성과 함께 현재 존재하는 국내외 AI 품질인증 제도 및 AI 품질관리 가이드라인 현황에 대해 소개한다.

**keywords** : AI 품질관리, AI 품질인증제도, AI 품질관리 가이드라인

### 참고문헌

1. 인공지능 학습용 데이터 품질관리 가이드라인, 2021
2. 인공지능 학습용 데이터셋 구축 안내서, 2021
3. QA4AI, <https://www.qa4ai.jp>

hakgukim@cau.ac.kr

# 인공지능 기반 스마트 국방품질 4.0

## Defense Quality 4.0 based on Artificial Intelligence

김성수  
경북대학교

교통, 보안, 의료, 금융, 제조 등 산업 각 분야에서 급격히 진행되고 있는 지능화와 초연결에 의한 변화의 흐름은 국방과 방산의 패러다임도 바꾸고 있다. 전장의 범위는 사이버와 우주공간으로 확장되고 있으며, 무인 경계시스템의 확대와 함께 무기체계에서도 로봇이나 드론 등의 무인화와 함께 유·무인 복합체계도 도입되고 있다. 무기체계의 전장요소는 정밀화, 자동화, 센서화, 네트워크화되고 있으며, 이로 인해 시스템의 융복합·복잡화도 빠르게 증가하고 있다.

이러한 변화의 흐름에서 머신러닝과 딥러닝으로 대표되는 인공지능 기술의 국방 분야, 특히 국방품질에서의 적극적 적용과 활용은 새로운 기술적 돌파구를 제공해 줄 것으로 기대된다. 예를 들어, 국방품질 분야에서 인공지능의 적용이나 적용 가능 사례를 들면, 머신러닝을 활용한 무기체계 유지에 필요한 수리부속 수요예측 정확도 개선, 머신러닝을 이용한 무기체계나 부속의 잔여유효수명 예측, 딥러닝 기반 장비 이상 진단 및 예측, 센서 데이터와 인공지능을 활용한 고장진단과 예지정비체계 구축, 비정형 데이터와 인공 신경망을 이용한 부품 단종 예측, 컴퓨터 비전과 인공지능을 활용한 부품 단종정보 수집 RPA 구현, 인공신경망 기반 부품품질 관리 시스템 설계 등이 있다.

본 발표에서는 국방품질 분야에서 인공지능의 활용을 위한 조건, 다양한 사례 소개, 향후 인공지능 기반 스마트 국방품질 구현 전략을 제시하고자 한다.

**keywords** : 국방품질, 무기체계, 인공지능, 기계학습, 딥러닝, 인공신경망, 부품단종, 고장 진단, 예지 정비

### 참고문헌

1. 국경완, "인공지능 기술 및 산업 분야별 적용 사례", 주간기술동향, 정보통신기획평가원, pp. 15-27, 2019
2. 박연경, 이익도, 이강택, 김두정, "상용 부품 비정형 데이터와 인공 신경망을 이용한 부품 단종 예측 방안 연구", 한국산학기술학회논문집, 20(10), pp. 277-283, 2019
3. 박연경, 이익도, 신상희, 김진만, 박우재, "부품 단종정보 수집 효율화 방안 연구: Computer Vision을 적용한 RPA 설계 및 구현과 부품 단종정보 수집 효율 개선의 정량적 측정", 한국산학기술학회논문집, 23(1), pp. 348-354, 2022
4. 백재욱, "고장예지 및 건전성관리에서의 AI 기법", 신뢰성 응용연구, 19(3), pp. 243-255, 2019
5. 신규용, 이종관, 강광희, 홍원기, 한창희, "국방군수분야에서 인공지능(AI) 기술의 활용실태 분석 및 발전방향 제시", 디지털콘텐츠학회논문집, 20(12), pp. 2433-2444, 2019
6. 안진우, 노상우, 김태환, "인공지능 분야 국방 미래 신기술 예측에 관한 실증연구", 한국산학기술학회논문집, 21(9), pp. 458-435, 2020
7. 윤정현, "국방 분야 인공지능 기술 도입의 주요 쟁점과 활용 제고 방안", STEPI Insight, 과학기술정책연구원, 279호, 2021
8. 최명진, 성대경, 전동규, 정병호, "머신러닝을 활용한 공군 수리부속 수요예측 정확도 개선에 관한 연구", 한국SCM학회지, 21(2), pp. 43-51, 2021
9. 황훈규, 김배성, 우운태, 윤영욱, 신성철, 오상진, "인공지능 기반 조선해양 용접 품질 정보 관리 및 결함 검사 플랫폼 개발", 한국정보통신학회논문집, 25(2), pp. 193-201, 2021

# 사용자 불만(품질정보) 데이터 분석에 기반한 국방품질 4.0 구현 방안 제언

## Suggestions for Implementing Defense Quality 4.0 based on Field Complaints (Quality Information) Data Analysis

김흥섭

창원대학교 산업시스템공학과

사용자 불만과 품질정보란 소요군에 납품된 군수품에서 성능, 신뢰도 및 사용 편의성 등이 사용자의 요구도를 충족시키지 못한 사항이 발생하였음을 의미하며, 계약서에 명시된 품질보증 기간 내에 발견된 경우는 사용자 불만으로, 품질보증 기간이 경과된 이후에 발견된 경우는 품질정보로 분류한다.

최근 국방기술품질원은 사용자 불만(품질정보) 발생 데이터 분석을 통해 군수품 품질보증 활동 강화, 무기체계 운용성 향상 등에 기여할 수 있는 정보를 추출하고자 노력하고 있다. 따라서 본 발표에서는 '21년 사용자 불만(품질정보) 데이터에 대한 다양한 측면에서의 분석 결과를 제시하고, 사용자 불만(품질정보) 처리와 데이터 분석이 군수품 품질보증 활동 강화와 무기체계 운용성 향상으로 연계되기 위한 빅데이터 분석 기획에 대한 발전 방향을 제언한다.

**keywords** : 군수품, 사용자불만, 품질정보, 품질보증, 무기체계 운용성

### 참고문헌

1. 국방기술품질원, 「대군지원업무규정」, 2022
2. 김흥섭, "2021년 사용자불만(품질정보) 데이터 분석 연구 계획서", 창원대학교 산학협력단, 2022

heungseob79@changwon.ac.kr

# 무기체계개발 품질관리 정책 발전

## Advancement of Quality Management Policy for Weapon System Development

김형근  
국방기술품질원

방위사업청과 국방기술품질원에서는 '18년 정부 품질관리 활동의 패러다임 전환의 일환으로 양산단계 품질관리 인력을 개발단계로 전진 배치하는 업무 혁신을 추진하였다. '19년에는 '19~'23 군수품 품질관리 기본계획이 제정되면서 개발단계 정부 품질관리의 틀이 마련되었고, 국방기술품질원에서는 '19년 하반기부터 개발단계 품질관리 전담 인력을 편성하여 방위사업청의 개발단계 품질관리를 지원하고 있다. 이는 특히 '21년 개발품질연구센터로 확대 개편되며 현재까지 이어지고 있다. 이에 본 발표에서는 정부 무기체계개발 품질관리의 정책구성과 앞으로의 발전방향을 제시하고자 한다.

**keywords** : 정부 품질관리, 체계개발단계, 산출물 검토, 기술지원, 양산 품질관리활동 준비

### 참고문헌

1. 「방위사업법」, 「방위사업법 시행령」, 2022
2. 「방위사업법 시행규칙」, 2021
3. 방위사업청, 「방위사업관리규정」, 「방위사업 품질관리 규정」, 2022
4. 방위사업청, 「'19-'23 군수품 품질관리 기본계획」, 2019
5. 방위사업청, 「표준화 업무규정」, 2022
6. 방위사업청, 「제조성숙도 평가 지침」, 「획득단계 수명주기 관리규정」, 「무기체계 RAM 업무지침」, 「무기체계 소프트웨어 개발지원에 관한 규정」, 2021
7. 국방기술품질원, 「군수품 품질경영 기본규정」, 2022
8. 국방기술품질원, 「무기체계 연구개발단계 품질관리 기술지원 지침」, 2021

# 유도탄약·안전품질

생존성 확보를 위한 자동소화장치의 성능평가 연구	16
차세대 PLM 시스템 구축을 위한 선행연구	17
실질적 유효안정물질 함량을 고려한 소구경 탄약 추진제 저장수명 예측	18
디지털 플랜트를 이용한 추진시스템의 제조품질 개선	19
유도탄약분야 국방품질 4.0 구현을 위한 발전방안	20

# 생존성 확보를 위한 자동소화장치의 성능평가 연구

## Performance Evaluation Study of Automatic Fire Extinguishing System to Secure Survivability

강상곤  
목원대학교

전투차량을 운용하는 데 있어 열화, 화상으로부터 보호하기 위한 자동소화장치는 승무원의 생존을 책임지며, 더 높은 확률의 생존성을 확보하기 위해 지속적인 연구가 필요하다. 미군은 전투차량에 탑승한 승무원의 안전을 위해 규격에서 화상방지 성능시험 기준을 운용하고 있으나, 우리나라는 승무원의 화상 피해와 관련된 시험 기준이 미흡한 실정이다. 또한, 미군의 시험기준은 공개되고 있지 않기 때문에 우리나라 별도의 성능시험 기준이 필요하다. 본 연구에서는 화상방지 성능시험 기준에 대해 실험방법과 조건들을 개발하여 제시하고자 하였다.

첫째, 분무화재의 크기 하한값을 설정하고 검증하였다. 미군은 2도 이상의 화상피해 방지 기준(10초 동안 1,316 °C-sec)을 적용하고 있으나, 성능시험 시 분무화재의 크기를 기준값인 10초 동안 1,316 °C-sec 보다 얼마나 크게 하는지에 대한 설정값이 공개되지 않고 있다. 따라서, 분무화재의 크기 하한값을 임의로 3,000 °C-sec(10 sec)로 제안하고 실험을 통해 검증하였다.

둘째, 분무화재 크기를 조절하기 위한 변수로 노즐의 구조와 연료의 분사 압력을 적용하여 최대의 분무화재 크기를 도출할 수 있는 조건을 수립하였다. 내경 2 mm의 40° 분사각 노즐의 경우 분사압력이 8 bar일 때 분무화재의 크기가 4,633.6 °C-sec(10 sec)로 가장 크게 측정되었다.

셋째, K9 자주포 실물 크기 승무원실 모형에서의 분무화재 소화실험을 통해 화상방지 성능실험 방법 및 조건을 제안하였다. 이는 연료 분사 노즐로부터 1.2 m 거리의 인체 모형에 K 타입 열전대를 눈에 2개, 허리에 2개, 오른쪽 종아리에 1개를 부착하고 자동소화장치의 화재진압 시 온도를 측정하는 방식이다.

결론적으로, K9 자주포 실물 크기 승무원실 모형에서의 분무화재 소화실험을 통해 화재를 원하는 크기로 발생시키는 방법, 그리고 온도 측정으로부터 화상실험 결과를 산출하는 방법까지 정립하여 화상방지 성능시험 기준(안)을 제시하였다. 이는 향후 외국에서 자동소화장치에 Novec 1230 소화약제를 적용한 전투차량이 발생되면 국내 독자적으로 개발된 시험기준을 적용 시험평가를 시행할 것으로 예상된다.

**keywords** : 전투차량 승무원실, 자동소화장치, 분무화재 모델, 화상방지 성능시험 기준, 국방규격

### 참고문헌

1. 한국소방산업기술원, "궤도장비 자동소화장치 산성가스 안전기준 정립", 육군본부, 2016
2. 국방규격, KDS 4210-4002 소화기 화재진압용(EFG-15K, EFG-7K, EFG-3K)



# 차세대 PLM 시스템 구축을 위한 선행연구

## A Pilot Study for Next-Generation PLM System Establishment

주용현, 정광균  
(주)LIG넥스원

방위산업에서 PLM(Product Lifecycle Management) 시스템은 연구개발단계의 기술자료부터 생산단계의 기술자료까지 무기체계 전 수명주기에 생성 및 변경되는 모든 기술자료를 관리하는 핵심도구이다. 도입 이후 10년 이상 경과된 구형 PLM 시스템은 최신 3D 설계도구 및 다양한 자료관리 도구로부터 생성된 대용량의 설계자료를 연구 및 생산인력이 Real Time으로 공유하고 검토하며 수정하는 작업을 수행하기 어려운 업무환경을 제공하고 있어 새로운 시스템으로의 전면 교체를 위한 선행연구가 필요하게 되었다. 이에 따라 최신 IT 기술을 접목한 모델기반의 체계공학(Model Based System Engineering)과 디지털 전환(Digital Transformation)을 대응할 수 있는 차세대 PLM 시스템을 개발하기 위한 선행연구를 수행하였다.

선행연구를 통해 획득한 차세대 PLM 시스템의 4가지 핵심 요구기능은 다음과 같다.

- 1. 기초 Data 변경사항을 시스템에 연계된 자료로 자동 변환(Digital Transformation) 기능
- 2. 3D 모델을 기반으로 한 설계 검증 기능 및 MBSE 개발방법론 적용
- 3. 정부 규정을 준용한 국방규격화 업무를 위한 유연한 품목번호(도면번호) 관리 기능
- 4. 연구 및 생산인력 간의 Real Time 기술 협업(기술검토 및 Markup) 기능

이러한 요구기능은 최신 Global 솔루션을 도입하여 Data 관리의 기술적 노하우와 사용 편의성을 확보하고 솔루션이 지원하지 않은 부가기능은 추가로 개발하여 구축할 예정이다. 차세대 PLM 시스템은 연구 및 생산인력이 설계 단계에서 적극적인 설계검토를 수행할 수 있는 업무환경을 제공하고, 기초 Data를 기반으로 한 자동화된 Data 관리를 통해 연구개발단계에서 발생하는 시행착오를 최소화할 수 있을 것이다. 차세대 PLM 시스템을 통해 확보된 기술자료의 완전성(Integrity)과 추적성(Traceability)은 명품 무기체계의 개발 및 생산을 위한 초석이 될 것으로 기대하고 있다.

keywords : PLM, 형상관리

### 참고문헌

- 1. David Long, Zane Scott, "A Primer For Model-Based Systems Engineering 2nd Edition" Vitech Corporation. ISBN 978-1-105-58810-5, 2011
- 2. 주호재, 코로나와 4차산업혁명이 가속시키는 디지털 트랜스포메이션, 성안당, 2020
- 3. PLM 벤치마킹, <https://www.g2.com/compare/enovia-vs-solidworks-pdm-vs-teamcenter>
- 4. Dassault Systems ENOVIA 솔루션, <https://www.3ds.com/ko/products-services/enovia>

# 실질적 유효안정물질 함량을 고려한 소구경 탄약 추진제 저장수명 예측

## Prediction of Shelf Life of Small-Caliber Ammunition Propellant Considering Effective Stable Substance Content

김명현<sup>1</sup>, 이지훈<sup>2</sup>, 김다인<sup>1</sup>, 이재관<sup>1</sup>  
국방기술품질원<sup>1</sup>, (주)풍산<sup>2</sup>

탄약은 One Shot Device로 사용되기 전까지 장기 보관되어 있으며, 그 동안 노화가 진행되고, 물리적·화학적 열화가 발생하면서 성능이 저하되거나 안정성이 떨어질 위험성이 발생한다. 따라서 저장된 탄약에 대해 탄약 신뢰성평가(ASRP, Ammunition Stockpile Reliability Program)을 수행하여 탄약의 성능을 확인하고 안전을 확보하려 한다. 한편, 소구경 탄약의 경우, ASRP 수행 대상에서 중·대구경 탄약 대비 후 순위로 반영되고 있어 개인화기 탄약으로 많은 수량이 저장되고 있음에도 불구하고 실질적인 안정성 검증이 제한되고 있다.

본 연구에서는 기존 ASRP 기준에 따른 안정제 함량 분석 방법을 참고하여 고온가속노화시험(Accelerated Aging Test)을 수행함으로써 시간 경과에 따른 소구경 탄약의 저장 안정성을 확인하였다. 과거 수행된 DPA(Diphenylamine)를 안정제로 사용하는 추진제의 저장 안정성 분석 연구가 대부분 DPA만을 안정제로서 채택하여 함량을 측정하고 계속 저장 가능 여부를 판정하였던 것과 달리, 본 연구에서는 DPA의 반응생성물 일부가 안정제로서 작용할 수 있다는 사실에서 착안하여 DPA 및 DPA 유도체(N-Nitroso-DPA)를 고려한 실질적 유효안정물질 함량을 분석함으로써 추가적인 저장 가능 기간을 예측하였다.

**keywords** : Diphenylamine(DPA), 유효안정물질, 소구경 탄약, 저장 안정성

### 참고문헌

1. 국방부, 「시험용 탄약 운영 및 관리업무 훈령」, 2021
2. AOP-48(Edition 2), Explosive, nitrocellulose-based propellants, stability test procedures and requirements using stabilizer depletion
3. Arne B et al., "Decomposition of diphenylamine in nitrocellulose based propellants", Talanta, 42(2), pp. 171-183, 1995
4. Torbjorn L, "Reaction in the system nitro-cellulose/diphenylamine with special reference to the formation of a stabilizing product bonded to nitro-cellulose", Comprehensive summaries of Uppsala dissertations from the faculty of science and technology 935, 2004
5. Djalal T et al., "Stabilizers for nitrate ester-based energetic materials and their mechanism of action : a state-of-the-art review", J Mater Sci, 53, pp. 100-123, 2018
6. 정희철 외, "n-차 반응속도 모델을 적용한 단기추진제의 저장수명 예측", 국방기술품질원, 2015
7. Chin A et al., "Investigation of the decomposition mechanism and thermal stability of nitrocellulose/nitroglycerine based propellants by electron spin resonance", Propellant Explos Pyrotech, 32, pp. 117-126, 2007

# 디지털 플랜트를 이용한 추진시스템의 제조품질 개선

## Improvement of Manufacturing Quality of Propulsion System using Digital Plant

한혁섭  
(주)한화

뉴 스페이스 시대의 우주 경쟁이 치열해지면서 추진시스템 제조품질의 중요성이 나날이 증가하고 있다. 추진시스템의 제조공정은 기술, 품질, 안전, 비용 관점에서 최고의 기술 수준을 종합해야만 하는 분야이다. 현재 건설 분야에서 사용 중인 BIM(Building Information Modeling)은 개념설계에서 생산관리까지 프로젝트의 수명주기에서 필요한 모든 정보를 생성하고 관리하는 기술이다.

본 연구에서는 BIM 기술을 활용하여 추진시스템 제조공정에서 사용하는 플랜트의 디지털 트윈(Digital Twin)을 제작하였으며, 디지털 플랜트를 활용하여 플랜트 건설 전후에 플랜트의 문제점을 파악하고, 추진시스템 제조 이전에 플랜트의 설비를 모사함으로써 추진시스템의 제조품을 획기적으로 개선하고자 하였다.

**keywords** : 추진시스템, 제조 플랜트, BIM, 디지털 트윈, 제조품질

### 참고문헌

1. Eastman, Charles M., et al., BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors, John Wiley & Sons, 2011
2. Smith, Peter. "BIM implementation—global strategies", Procedia engineering, 85, pp. 482-492, 2014
3. Hardin, Brad, and Dave McCool, BIM and construction management: proven tools, methods, and workflows, John Wiley & Sons, 2015
4. Kim, Min-Koo, et al., "Automated dimensional quality assurance of full-scale precast concrete elements using laser scanning and BIM", Automation in construction, 72, pp. 102-114, 2016
5. Chen, Lijuan, and Hanbin Luo, "A BIM-based construction quality management model and its applications", Automation in construction, 46, pp. 64-73, 2014

# 유도탄약분야 국방품질 4.0 구현을 위한 발전방안

## Development Plan for the Implementation of Defense Quality 4.0 in the Field of Guided Munitions

장봉기  
국방기술품질원

'15년 ASQ(American Society of Quality, 미국품질학회)의 『미래품질보고서(Future of Quality Report)』에서 4차 산업혁명이 품질에 미치는 영향에 대해서 처음 소개되었고, “품질 4.0”이라는 용어는 '17년 Dan Jacob에 의해 처음으로 언급되었다. 또한 BCG(보스턴컨설팅그룹)와 ASQ(미국 품질학회), DIN(독일표준협회) 공동으로 진행한 '19년 글로벌 품질 4.0 조사에서는 미국 기업의 품질 4.0 실행 정도가 6%임을 발표하였다.

“Quality 4.0”에서는 ‘분석(Analytics)’, ‘데이터(Data)’ 및 이를 손쉽게 활용할 수 있는 ‘앱 개발(App Development)’을 강조하고 있다. 즉, 규격 내의 합·부 판단보다 한 단계 더 나아가 충분한 자료와 분석을 개발단계에서부터 활용하고 이를 손쉽게 실행하도록 강조하고 있다. 최근 국방분야 계약업체 중 A사의 경우 개발단계에서 데이터 공정능력값을 일정 수준 이상으로 확보하는 것을 요구하고 있으며, B사의 경우 시험 결과에 대한 데이터를 자동 저장하고 분석하는 등 품질 4.0을 위한 기반을 준비하고 있다. 특히 개발단계에서 제품(Product) 개발과 더불어 공정(Process) 개발을 완료하고, 이러한 과정에서 Design FMEA(Failure Mode and Effect Analysis) 및 Process FMEA를 실시하는 등 품질 4.0을 위한 필요성을 공감하고 있다.

이에 따라, 성숙된 핵심기술을 바탕으로 양산 전력화를 목적으로 체계개발을 실시하는 국내 국방분야의 특수성 및 체계개발장비의 운용유지 수리부속 부품 납품에 참여하는 품질 1.0 및 품질 2.0 계약업체가 상당히 많은 현실적인 제한사항 등을 고려하여, 품질 1.0 및 품질 2.0 계약업체가 품질 2.0 및 품질 3.0으로 발전할 수 있도록 하고 품질 3.0인 계약업체의 경우 품질 4.0으로 발전할 수 있도록 하는 방안을 제시하고자 한다. 이를 위해 먼저 국내 국방분야 참여 업체의 품질 수준을 분석하고 각 수준에 맞는 실효적인 방안을 통해 품질 4.0의 방향을 수립할 수 있을 것으로 기대한다.

**keywords** : 품질 4.0, 제품(Product) 개발, 공정(Process) 개발, Design FMEA, Process FMEA

### 참고문헌

1. Lim, J.S., Quality Management in Engineering. A Scientific and Systematic Approach, CRC Press, 2019
2. Dan Jacob, Quality 4.0 Impact and Strategy Handbook, 2017
3. 서호진, 변재현, 김도현, "품질 4.0 : 개념, 요소, 수준 평가와 전개방향", 한국품질경영학회 논문지, 49(4), pp. 447-466, 2021
4. KS Q ISO 9001 : 2015, 품질경영시스템 - 요구사항
5. IATF 16949 : 2016, Automotive Quality Management Systems - Requirement

# C5ISR

고정형 레이더의 운용주파수 가용성 확대 및 위치기반 재밍 회피 최적화	22
2차 전지 보호회로 오작동에 대한 분석 및 개선	23
WiBro 기반 전술다기능단말기(TMFT) 성능 개선 및 검증	24
군용 리튬 1차 전지(Li/SOCl <sub>2</sub> ) 품질개선 및 발전방안에 관한 연구	25
미래작전 환경에 요구되는 전술네트워크 기반 PNT 기술	26
인공지능 기반 지휘통제체계 개발을 위한 데이터셋 생성 및 모델 설계	27

# 고정형 레이더의 운용주파수 가용성 확대 및 위치기반 재밍 회피 최적화

## Optimization of Operational Frequency Availability and Location-Based Jamming Avoidance of Fixed Radar

김성진, 이준하, 김성균

(주)LIG넥스원

레이더는 차폐 구역을 줄이기 위해 중첩된 구역에서 운용하기 때문에, 많은 장소에서의 운용이 요구된다. 이 때문에 주파수 자원이 부족한 환경에서는 레이더 간 상호 전파 간섭 발생 빈도가 증가하고, 간섭 신호는 레이더의 탐지 성능에 영향을 미친다.

이때, 간섭 신호를 줄이기 위해서는 운용주파수 가용성을 낮춰야 하며, 운용주파수 가용성을 높이면 간섭 신호에 의해 탐지 성능이 저하된다. 이를 극복하기 위해서 기 개발된 M&S 도구를 통해 검증한 주파수 운용 시나리오를 실제 레이더에 적용하고 그 결과를 평가하였다. 이와 더불어 실제 레이더의 운용주파수 특성과 간섭 신호의 영향성을 분석하고, 섹터 주파수 운용 및 관리와 재밍 회피를 위한 주파수 삭제 및 복원 기술을 레이더에 적용하였다. 이를 통해 레이더의 운용주파수 가용성을 최대화하면서 고정 위치뿐만 아닌 일시적으로 특정 위치에서 발생하는 재밍 주파수를 회피하는데 최적화하는 것을 검증하였다.

**keywords** : 운용주파수 가용성, 재밍 회피, 최소 재밍 주파수, 방위각 섹터별 주파수 관리

### 참고문헌

1. 박명훈, 권세웅, 전우중, 김현승, 유승기, 이기원, "M&S 기법을 통한 레이더 상호 간 전파 간섭 분석", 한국전자파학회 논문지, 30(10), pp. 829-898, 2019

## 2차 전지 보호회로 오작동에 대한 분석 및 개선

### Analysis and Improvement on the Malfunction of Secondary Battery Protection Circuit Module

유세현<sup>1</sup>, 한해진<sup>2</sup>  
 (주)LIG넥스원<sup>1</sup>, 한국폴리텍대학<sup>2</sup>

2차 전지 중 리튬이온 전지는 에너지 저장밀도가 높아 주로 차량 또는 휴대용 전자장비 등 전원공급을 위해 사용된다. 그러나 리튬이온 전지는 배터리 셀 파손에 의한 화재 발생 등 안전성 확보가 중요한 이슈이고, 배터리 시스템 보호회로를 통해 다양한 요인의 화재 원인을 사전에 차단하여 배터리 안전성을 확보할 수 있다. 현재 운용 중인 무기체계에 사용되는 리튬이온 전지에도 보호회로가 적용되어 전지를 보호하고 있으나, 최근 특정 시스템 보호회로에서 잦은 오동작이 발생하였다.

따라서, 본 연구에서는 이를 검토하기 위해 불량에 대한 원인 분석 시 일반적으로 사용하는 고장 수목 분석(FTA, Fault Tree Analysis) 방법을 적용하여 고장 원인에 대해 분석하였으며, 도출된 원인 분석 결과를 통해 실 제품을 보호할 수 있는 개선 방안을 추가 설계하여 적용하였고, 시험을 통해 입증하였다.

**keywords** : 배터리, PCM, FTA(Fault Tree Analysis)

#### 참고문헌

1. 임재훈, 최영진, 이경용, 장영익, 임남형, 공정식, "고장 수목 분석을 이용한 철도 차량 일탈 사고 원인 연구", 한국방재학회 논문지, 18(2), pp. 19-26, 2018
2. 황재호, "2차 전지 기술 및 시장 동향", 한국자동차공학회 오토저널, 43(10), pp. 31-35, 2021

sehyun.yu@lignex1.com

# WiBro 기반 전술다기능단말기(TMFT) 성능 개선 및 검증

## Improvement and Verification of WiBro-based TMFT Performance

우윤형<sup>1</sup>, 김병수<sup>2</sup>  
국방기술품질원<sup>1</sup>, 한화시스템<sup>2</sup>

현대전은 전장의 구성 요소들인 감시체계와 지휘통신체계, 타격체계까지 네트워크로 연결하여 전장의 상황을 실시간으로 수집하고 수집된 정보를 바탕으로 지휘권자의 결심을 도와 전장 상황에 대해 빠른 대응을 할 수 있도록 하는 네트워크 중심 전장 체계(NCW, Network Centric Warfare)로 변화하고 있다. 이러한 NCW의 핵심 체계인 전술정보통신체계(TICN, Tactical Information and Communication Network)는 네트워크 중심전에서 정보의 원활한 유통을 위해 구축된 통신체계이며, 그 기능에 따라 망관리/교환접속체계, 대용량 무선 전송체계, 소용량 무선 전송체계, 전술이동통신체계(TMCS, Tactical Mobile Communication System)로 구분된다.

TMCS의 구성품인 TMFT(Tactical Multi-Functional Terminal)는 WiBro 기반으로 원격 가입자들에게 음성통화, 멀티미디어 데이터 전송 및 수신 기능을 제공한다. TMFT는 빠른 처리속도와 다기능의 미디어 서비스를 제공해야 하기 때문에, 복잡한 AP(Application Processor), OS(Operating System)의 기능 개선이 필요하다. TMFT에 적용된 기존 CPU 단종 시점이 도래되고 현대전에서 원활한 다기능 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 TMFT의 AP와 OS를 개선할 필요성이 대두되었다.

본 연구에서는 TMFT의 개선된 회로 및 변경사항과 SW 성능 개선에 대해 다룬다. 또한, 실험을 통해 개선방안의 성능 향상을 입증하고 환경시험을 통해 국방규격 적합성을 확인한다.

**keywords** : TICN, TMFT, WiBro, Application Processor, Operating System

### 참고문헌

1. C.W. Lee, S.J. Choi, C.S. Lee, "Information Assurance Framework For NCW" KISE, 24(9), pp. 57-63, 2006
2. G.S. Park, J.s. Hwang, "TICN System Requirement and Capability for Future Warfare Environment", Telecommunications Review, 20(2), 2010
3. Ju-Hee Yun, Jaekwon Kim, "System Level Performance Evaluation of TICN Based on Mobile WiMAX", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, 15(8), pp. 5233-5241, 2014
4. S. Tiraspolsky, A. Rubtsob, A. Maltsev, A. Davydov, "Mobile WiMAX-Deployment Scenarios Performance Analysis", Proc. of ISWCS, 2006



# 군용 리튬 1차 전지(Li/SOCl<sub>2</sub>) 품질개선 및 발전방안에 관한 연구

## A Study on Quality Improvements of Military Lithium ThionylChloride Battery

조유습  
국방기술품질원

군용 리튬 1차 전지 또는 “전지, 재충전불가식”으로 불리는 전지는 대부분 Li/SOCl<sub>2</sub>(리튬/염화황산) 전지이다. 이 전지의 음극은 반응성이 크고, 높은 전압 특성(셀 전압 3.6V)을 가능하게 하는 리튬이며, 양극은 독성/부식성 액체인 염화황산액이다. 군용 리튬 1차 전지는 우리가 건전지라 부르는 민수용 전지와는 다른 전지이며, 불안정한 활물질을 포함하고 특성이 복잡하여 주의하여 사용해야 한다.

Li/SOCl<sub>2</sub> 전지의 대표적인 특성 중 하나는, 사용하면 할수록 활물질 반응에 의해 전해액은 줄어들고, 반응가스가 생성되어 내부 압력이 높아지는 점이다. 따라서 방전 중지에는 활물질 소진으로 인해 반응이 불가능한 상태가 되고, 추가적으로 방전시키면 열이 발생하게 되어 높아진 전지 내부 압력에 의해 전지 캔의 안전배기장치 개방(벤팅)되거나, 소규모 폭발(파열)을 일으켜 유독가스가 누출되고 파편이 될 수 있다.

두 번째는 자가방전율이 매우 적다는 점이다. Li/SOCl<sub>2</sub> 전지는 제조할 때부터 기본적으로 음극의 리튬과 전해액이 반응하여 리튬 표면에 부동화막이라 불리는 염화리튬(LiCl)막이 생기는데, 이 피막이 리튬의 반응을 억제한다. 특히 장시간 저장할수록 이 피막은 두꺼워지므로 자가방전율이 점점 낮아진다. 따라서 저장수명이 약 10년 정도 가능하여 매우 우수하다고 할 수 있다. 반면, 이와 같은 염화리튬 부동화막의 생성은 장기간 저장된 신제품전지를 사용하려 할 때 전지의 방전 반응을 방해하므로, 이 부동화막의 제거를 위한 일정한 시간과 지속적인 방전 시도가 필요하다. 이 현상을 초기전압지연현상이라고 부른다.

본 연구로 위와 같이 리튬 1차 전지의 복잡한 특성으로 인해 생기는 품질문제와 이를 해결하기 위한 품질개선, 그리고 향후 리튬 1차 전지가 사용되는 무기체계의 개발방안을 소개 및 제시하고자 한다.

**keywords** : 군용 리튬 1차 전지, 벤팅, 파열, 초기전압지연, Li/SOCl<sub>2</sub>

# 미래작전 환경에 요구되는 전술네트워크 기반 PNT 기술

## Tactical Network-based PNT Technology Required for Multi-Domain Operation Environments

임재성  
아주대학교

현대전은 4차 산업혁명 기술의 적용 확대에 따라 네트워크 중심전에서 다영역작전 능력과 유무인 체계를 통합하는 환경으로 급속하게 진화하고 있다. 군 작전환경이 기존 NCOE(Network-Centric Operations Environment)에서 D2D(Data to Decision)가 가능한 MDOE(Multi-Domain Operation Environments)로 개편되기 위해서는 다영역에서 다수 유무인 체계의 실시간 군집화 운용이 보장되어야 하고, 동시에 전투그룹이 대용량의 센싱 정보를 활용하여 정보융합을 통한 실시간 의사결정이 가능하도록 전투 클라우드 지능화 구조로 개편되어야 한다.

이처럼 MDOE 체계는 공중과 우주공간의 고속 이동 플랫폼들을 포함하여 구성되기 때문에, 적시에 네트워크 연결성을 보장하기 위해서는 GPS와 같은 PNT(Positioning, Navigation and Timing) 서비스에 의존해야 한다. 하지만 GNSS(Global Navigation Satellite System)는 L 밴드 주파수 특성과 미약한 신호 세기로 인하여 공중/우주공간 노드의 은닉 재밍/스푸핑 공격 취약점은 물론, 산악지역/실내 등의 지상 작전 시 서비스 보장이 불가능한 문제점이 존재한다. 따라서 GNSS 외에 다양한 형태의 참조점을 이용하는 대체항법 시스템들이 제시되고 있다.

본 연구에서는 전술네트워크에 임베디드 가능한 대체항법 시스템으로 지상노드를 위치 참조점, 공중노드를 항법신호 중계로 이용하는 ARPS(Airborne Relay-based Positioning System) 구조를 소개하고, 원거리 작전도 지원할 수 있는 E-ARPS 알고리즘을 소개한다. 또한 GNSS 위성을 위치 참조점, 저궤도 위성을 항법신호 중계로 이용하는 전술네트워크 기반 PNT 기술을 제안하고 시뮬레이션을 통해서 특정 위치/시각 오차 정확도를 평가한다.

**keywords** : NCOE, MDOE, Combat Cloud, D2D, ARPS, Networked PNT

# 인공지능 기반 지휘통제체계 개발을 위한 데이터셋 생성 및 모델 설계

## How to Build a Dataset and Models for AI-based C4I Systems

문호원, 신유경, 김상민, 김태완  
한화시스템(주)

지휘관 개인의 경험과 전문성에 의존했던 기존의 지휘결심지원체계는 점점 더 복잡하고 다양해진 무기체계와 급격하게 변화하는 전장정보를 융합하여 지원해야 하는 미래전장에 적용하는 데 한계가 있다. 이러한 한계를 해결하기 위해 복잡하고 방대한 전장정보와 전송데이터들을 자동으로 융합 및 추출하고, 상황을 분석하고 판단하여 효율적이고 정확한 의사결정 및 지휘결심을 할 수 있도록 지휘관에게 지원하는 인공지능(AI, Artificial Intelligence)에 기반한 지능형 지휘통제체계를 개발해야 한다. 하지만, 국방 AI 기술은 전 세계적으로 기초연구단계 수준이고, 군사작전 데이터와 지휘통제/결심정보는 군 기밀 사항으로 우리 군에 특화된 독자적인 기술 확보가 필요하다는 문제점이 있다.

현재 진행하고 있는 ‘지능형 전장인식 서비스 및 플랫폼/서비스 통합 기술’ 과제는 초창기에 주어진 전장 상황을 설명할 수 있는 공개 데이터 및 자료를 찾을 수 없는 어려움과 보안 문제에 직면했었다. 이러한 문제를 해결하기 위해 전장상황 분석용 인공지능 개발에 필요한 전장상황 모의 시나리오 기반의 다양한 상황을 의미하는 가설 데이터셋을 생성하는 방법에 대해 제안하였고, 직접 설계 및 구현하였다. 생성된 가설 데이터셋은 다양한 전장상황을 포함하고 있고, 여러 관련된 정보들이 계층적으로 연결되어 있어 각 가설 간의 관계를 파악하고 추출하는 것이 중요함에 따라 이를 반영한 계층적 그래프 신경망 기반 인공지능 모델을 설계 및 제안하였다.

지휘관의 의사결정 지원을 위해서는 지휘관의 요구나 질문에 관련된 지식 요소를 추출할 수 있어야 하고, 이를 위해서 가설 간의 관련성을 파악하여 관련된 정보를 추출하는 과정이 필요하고, 최종적으로는 가장 신뢰도가 가장 높은 결과 정보를 제공하는 것이 중요하다. 이를 위하여 실데이터와 비슷한 전장정보와 전송데이터들을 융합 및 분석, 추출하는 입력부터 최종 결과 출력까지 인공지능 기반 End-to-End 인식 모델로 오정보를 배제한 가장 정확한 가설을 도출하여 지휘결심을 지원하는 지능형 지휘통제체계를 개발하고 있다.

**keywords** : 인공지능, 지휘통제체계, 전장상황 분석, 전장상황 인식

### 참고문헌

1. 이창은, 손진희, 박혜숙, 이소연, 박상준, 이용태, “지휘관들의 의사결정지원을 위한 AI 군참모 기술동향”, [ETRI] 전자통신동향분석, 36(1), pp. 89-98, 2021
2. 조은지, 진소연, 신유경, 이우신, “인공지능 기반 전장상황 분석을 위한 가상 전장상황 데이터 셋 생성 연구”, 한국컴퓨터정보학회논문지, 27(6), pp. 33-42, 2022
3. 조현수, 주현진, 진소연, 신유경, 이우신, 신기정, “전장 상황을 묘사하는 가설 간 관련성을 식별하기 위한 계층적 그래프 신경망”, 데이터베이스 연구, 38(2), pp. 18-28, 2022

# 무인기·드론

---

차세대 무인기 발전방향 및 비전	29
무인기 개발을 위한 안전계수 적용에 관한 연구	30
안티드론 시스템 동향 분석 및 운용환경 연구	31
국내 운용 무인기 결함사례 분석 및 품질 발전 방안	32

# 차세대 무인기 발전방향 및 비전

## Vision for the Development of Next Generation UAV

이길태  
대한항공

대한항공은 '02년 근접감시 무인기 개발 착수를 시작으로 중고도, 사단, 가오리-X 등 무인기 개발에 집중하고 있다. 현재는 사단 무인기 및 중고도 무인기 체계개발을 완료하였으며 각종 군용 무인기 개발에 필요한 기초 기술에 대한 연구도 활발히 진행 중에 있다.

이에 본 발표에서는 세계적으로 무인기의 중요성 및 그 활용도가 증가하고 있는 상황에서 국내 무인기 개발 비전 및 그 방향성에 대해 소개하고자 한다.

keywords : 무인기, 무인기 개발 비전

# 무인기 개발을 위한 안전계수 적용에 관한 연구

## A Study on the Application of Factor of Safety for UAV Development

최봉두, 여인구  
한국항공우주산업

현재 국내에서 개발된 무인기(UAV, Unmanned Aerial Vehicle)는 보수적으로 안전계수(Factor of Safety) 1.5를 적용하여 왔다. 이는 유인기 개발에 적용하는 안전율 계수와 동일하며, 무인기에 적용하기에는 보수적인 경향이 있고, 비행체의 중량 절감을 통한 비행체 효율성 증대와도 밀접한 관계가 있다.

무인기 개발에 많은 경험이 있는 국외업체에서는 STANAG 4671 등 안전계수(Factor of Safety) 1.25 ~ 1.5 사용을 명시한 기준을 근거로 개발을 진행하고 있으나, 실제 개발에서 적용방안 등에 대해서는 정보 공유가 되고 있지 않은 상황이다.

이와 같은 사항을 고려하여 방위사업청에서는 「군용항공기 표준감항인증기준」 Part 1, Part 2, Part 3을 통해 무인기(UAV)에 적용하는 안전계수는 비행체 파손 조건 등을 고려하여 1.25 ~ 1.5 사이의 계수를 적용할 수 있으며, 1.5 미만의 경우 인증 당국이 동의할 수 있는 근거를 제출하도록 하고 있다.

본 연구에서는 안전계수를 무인기 개발에 차등 적용하는 데 필요한 사항과 적용방안 등을 조사하였으며, 향후 지속적인 개발 적용방안 등을 선별하여 무인기 개발에 효과적으로 적용할 것으로 기대한다.

**keywords** : UAV, Factor of Safety, Structure Analysis

### 참고문헌

1. 방위사업청, 「군용항공기 표준감항인증기준에 관한 고시(전문 Part 2)」, 2021
2. JSSG, AIRCRAFT STRUCTURES, 2006
3. NORTHROP GRUMMAN, "Airworthiness Certification Strategy for Global Hawk HALE", 2007
4. NATO, STANAG 4671, Unmanned Aerial Vehicles Systems Airworthiness Requirements, 2009
5. 김성준, 이승규, 김태욱, "소형 무인기 구조 안전계수", 한국항공우주학회지, 25(2), pp. 12-17, 2017

# 안티드론 시스템 동향 분석 및 운용환경 연구

## Anti-drone System Trend Analysis and Operating Environment Research

김성연, 김정민  
한국산업기술시험원

드론은 과거 군용으로 국한되어 활용되었으나, 최근 드론 기술의 비약적인 발전으로 점차 민간 시장의 영역으로 확대되어 사용되고 있으며 분야와 종류 등 그 규모가 급격히 커지고 있다. 이로 인해 드론산업의 기술 발전 및 대중화로 개인적인 사생활 침해에서부터 범죄나 테러 등 공공의 안전, 군사시설을 위협하는 사례가 전 세계적으로 발생하고 있다.

이에 본 연구에서는 드론으로 인해 야기되는 범죄, 테러 등 공공의 안녕과 질서를 침해하는 행위를 예방, 탐지, 차단하기 위한 안티드론의 시스템의 기술규제, 정책동향과, 탐지 및 무력화 기술 현황을 조사 분석하였다. 또한, 위협 드론 사례 조사, 안티드론의 식별기준 및 운용 환경 분석을 진행하였다. 이를 통하여 안티드론 시스템의 성능평가 표준개발을 위한 기술 조사를 진행하였으며 안티드론 장비가 운영될 환경에 대한 명확한 정의를 규정하여 추후 안티드론 시스템 표준화를 추진함에 있어 기본 개념으로 활용하고자 한다.

keywords : 드론, 무인비행장치, 안티드론 기술, 카운터 드론, 드론 범죄화

### 참고문헌

1. 최진철, 임승혁, “안티드론”, KISTEP 기술동향브리프, 2021-10호, 한국과학기술기획평가원, 2021
2. 권기범, “국외 드론(무인항공기) 규제현황 및 분석 최종보고서”, 산업통상자원부, 2017
3. 최상혁, 채종석, 차지훈, 안재영, “안티 드론 기술 동향”, 전자통신동향분석, 33(3), pp. 78-88, 2018
4. 박준영, “드론테러 방호를 위한 안티드론 기술 현황”, 전기의 세계, 69(4), pp. 15-20, 2020
5. 이동혁, 강욱, “안티드론 개념 정립 및 효과적인 대응체계 수립에 관한 연구”, 60, pp. 9-32, 2019
6. N. Souli et al., "HorizonBlock: Implementation of an Autonomous Counter-Drone System", 2020 International Conference on Unmanned Aircraft Systems(ICUAS), pp. 398-404, 2020

# 국내 운용 무인기 결함사례 분석 및 품질 발전 방안

## Military UAV Fault Analysis and Quality Improvement

김영래, 강주환, 정성록, 정명진  
국방기술품질원

무기체계의 주요 개발 목표는 기능 및 성능 요구조건을 충족시키는 것에 있다. 하지만, 한정된 개발 일정과 예산 내에 주요 기능 및 성능 요구조건 충족에 집중한 나머지 개발 및 시험평가 단계에서 식별하지 못한 많은 결함이 양산 및 운용단계에서 발생하고 있다.

국방기술품질원은 국내에서 군용으로 개발된 무인기의 양산 품질관리를 담당하고 있으며, '00년대 초부터 대대, 사단급 무인기 및 군단급 무인기의 양산 및 운영유지 전반에 대한 품질관리를 수행하였다.

본 발표에서는 양산 및 운용단계 품질관리 수행 중 발생한 무인기 결함사례를 분석하고, 이를 통해 품질 발전 방안을 도출한다.

**keywords** : 무인기, 품질관리, 결함

### 참고문헌

1. 김영래, 강주환, "무인항공기 사고조사 가이드라인 및 사고사례 분석", 국방기술품질원, 2020
2. 김영래, 강주환, "무인항공기 사고사례 분석 및 예방지침(Revision 1)", 국방기술품질원, 2021
3. 김영래, 정성록, 장인기, "대대 정찰용 무인항공기(UAV) 정부품질보증 활동 보고서", 국방기술품질원, 2019
4. 강주환, 임다훈, 박형주, 김영래, "사단정찰용 UAV 생산시험비행 결과 분석보고서", 국방기술품질원, 2019



# 국방신뢰성&소프트웨어

신뢰성기반 비용관리(RAM-C) 지원 사례 및 발전 방향	34
품질 4.0 실현을 위한 RAM 업무 발전 방향	35
RAM-C 업무 수행을 위한 국산 SW 개발 필요성과 업무 발전 방향	36
SW 품질검증체계 구축을 통한 무기체계 SW 결함 최소화 및 가동률 향상	37
해난구조작전 효율성 향상을 위한 디지털 트윈 모의체계 개발	38
제초로봇·무인 자율주행기술적용을 통한 무인화로 군 운용유지비 절감방안 연구	39

# 신뢰성기반 비용관리(RAM-C) 지원 사례 및 발전 방향

## A Study on the Technical Support Case and Development Direction of RAM-C

한승진  
국방기술품질원

최근 고성능 무기체계의 운용으로 과거 재래식 무기 대비 운용유지비의 부담이 크게 증가하고 있다. 또한, 무기체계 전력화 시 주장비와 함께 동시조달 수리부속(CSP, Concurrent Spare Parts)을 보급하고 있으나 적중률이 낮아 일부 주요장비의 가동률이 저조해지는 문제가 발생하였다. 이에 따라, '21년 8월, 군은 총 수명주기 관점에서 운용유지비 절감과 안정적인 가동률을 보장하기 위해 신뢰성기반 비용관리(Reliability, Availability, Maintainability & Cost, 이하 RAM-C) 기반 PBL(Performance Based Logistics, 성과기반 군수지원) 제도를 도입하였다. 이후 '21년 12월, 국방기술품질원(국방신뢰성연구센터)은 RAM-C 전문기관으로 지정되어 현재까지 RAM-C 기술지원 및 검증 업무를 수행하고 있다.

본 발표에서는 상기 부여된 임무에 따른 현재 국방기술품질원의 RAM-C 기술지원 업무절차, 지원범위 등을 간략히 설명하고, '22년에 실시한 000 레이더의 RAM-C 시범검증 결과를 기술지원 사례로 나타내었다. 또한, 원활한 RAM-C 업무 수행과 합리적이고 타당한 RAM-C값 산출을 위한 업무발전 방향을 제시하였다.

**keywords** : 신뢰성기반비용관리(RAM-C), RAM, 운용유지비, 수리부속 최적화

### 참고문헌

1. 국방부, 「총수명주기관리업무훈령」, 2022
2. 국방부, 「국방 신뢰성기반비용관리(RAM-C) 업무 기본지침」, 2022
3. 하성철, “신뢰성기반비용관리(RAM-C) 기술지원 방향”, 2022년 공군 총수명주기관리 발전 세미나, 2022

# 품질 4.0 실현을 위한 RAM 업무 발전 방향

## Trends in RAM Activities in the Era of Quality 4.0

장중순  
아주대학교

초연결 사회, 지능화 사회품질, 개인중시 사회로 특징화되는 4차 산업혁명 시대의 기반인 품질 4.0 에서는 빅데이터나 고도의 IT 기술, 네트워크, 머신러닝과 인공지능 등을 활용한 이른바 Digital Transformation이 가장 중요한 명제로 대두되고 있으며, 특히 고도의 품질을 위해서는 설계단계부터의 품질 활동이 강조되고 있다. 이러한 변화에 발맞추어 신뢰성 분야에서도 많은 변화가 일어나고 있다. 변화의 방향은 3P1C로 요약되는데, 이들은 Predictive, Preventive, Proactive, Connected이다.

본 연구에서는 이러한 면에서 신뢰성 활동의 변화를 알아본다. 구체적으로

1. PHM(Prognostics & Health Management)
2. 지능형 수명예측 및 정비
3. Customized Service
4. 신뢰성 시험의 변화
5. 가상고장예측
6. Proactive FMEA(Failure Mode and Effect Analysis)
7. Design for Reliability

등으로 신뢰성 활동의 변화를 논의하며, 우리나라 무기체계 신뢰성 활동에로의 함의도 제안한다.

keywords : 품질 4.0, 신뢰성 활동, Digitization, 신뢰성 설계 예측

# RAM-C 업무 수행을 위한 국산 SW 개발 필요성과 업무 발전 방향

## Necessity of Domestic Software Development and Improving How to Work for RAM-C Activities

김성호

(주)카이엠

RAM-C(Reliability, Availability, Maintainability & Cost, 신뢰성기반 비용관리)는 무기체계 획득 초기부터 RAM 목표값을 설정하고 이와 연계한 획득/운영유지 비용절감을 수명주기 간에 지속적으로 추진함으로써 RAM 목표 달성과 함께 수명주기 비용 최적화를 동시에 추구하는 활동이다. RAM-C는 '22년, 국방부 「총수명주기관리업무훈령」에 명문화되었고, 방위사업청 「획득단계 수명주기관리규정」에도 반영되면서 많은 무기체계가 RAM-C 적용 대상이 되고 있다.

RAM-C 적용을 위해서는 RAM 분석을 통한 목표값 정량화 설정과 이와 연계된 군수지원비용(획득군수/운영군수) 산출, 운영유지비 산출 및 수명주기비용 추정을 통한 RAM 지표와의 절충분석 수행, RAM 설계 대안 분석, 군수지원 대안 분석 등의 다양한 분석업무를 수행하게 된다. 따라서 RAM-C 업무에는 여러 가지 공학적 분석 기법/모델과 이를 지원하는 다양한 SW가 필요하게 된다.

본 연구에서는 RAM-C 분석 지원을 위해 SW가 보유해야 할 여러 기능 소요를 식별하였고, 이를 위해 활용 가능한 국내외 SW를 조사하여 이들의 기능과 특성을 분석하였다. 그런데 단일 SW로 RAM-C에 필요한 모든 기능을 지원하는 경우는 없었고, 합성체계모델 생성지원 기능, 절충분석 지원 기능, 방위사업청 SOLOMON 시스템 연동/연계를 통한 표준입력자료 활용 기능 등 주요기능이 구현된 경우가 없었다.

이러한 분석 결과를 토대로 국내에서 체계지원분석(PSA, Product Support Analysis) 과정에서 RAM-C 업무를 효과적으로 수행하기 위해 필요한 기능과 요구조건을 식별하였다. 이를 통해 국내 SW 개발의 필요성을 확인하였고 기본적인 개발 방향을 제시하였다. 또한, 향후 SW 활용을 통한 RAM-C 업무 발전 방향을 제시하였다.

**keywords** : RAM 목표 설정, RAM-C, 수명주기비용 최적화, 운영유지비용, 절충분석

### 참고문헌

1. U.S. DOD, "Reliability, Availability, Maintainability, and Cost Rationale Report Manual", 2009
2. U.S. DOD, "RAM-C Rationale Report Outline Guidance Training", 2018
3. U.S. Army, "AR 702-19 Reliability, Availability and Maintainability", 2018
4. U.S. Defense Acquisition University, "Bernard Price, Life Cycle Cost (LCC) Reduction from RAM and Supportability Analyses in Acquisitions"
5. U.S. DOD, "Operating and Support Cost Management Guidebook", 2016
6. Department of the Army Pamphlet, 700-127, "Integrated Product Support Procedures", 2016
7. 한국국방연구원, "무기체계 운영유지비 분석방법 표준화 연구", 2019

# SW 품질검증체계 구축을 통한 무기체계 SW 결함 최소화 및 가동률 향상

## Setting up Software Quality Validation System for Removing Software Defects and Improving Operation of Weapon Systems

윤경환  
국방기술품질원

SW 품질검증체계는 무기체계 SW의 양산단계의 SW 결함 데이터베이스(Database, 이하 DB)를 기반으로 한다. SW 결함 DB는 사용자 불만, SW 오동작, 보안정책 미적용 등의 사례를 포함한다.

이 때, SW 품질관리 관점에서, 무기체계 연구개발단계의 요구사항 분석, SW 설계, 구현 등 각 개발 과정에서 SW 결함 DB 기반의 SW 품질개선 의견을 제시하게 된다. 양산단계에서 발생한 SW 결함 사례가 유사 무기체계 개발사업에서 재발할 수 있는지 소스 코드 구조분석을 통해 유사성을 확인하고 결함 가능성을 검토(Review)하는 것이다.

본 발표에서는 개발단계의 SW 품질관리 사례를 제시하며, 이러한 SW 품질검증체계 구축 및 운영을 통해 군 수품 SW 결함을 조기에 식별하여 해소한다면 무기체계 가동률 향상에 지속적으로 기여할 수 있을 것이다.

**keywords** : SW 품질검증체계, SW 결함 데이터베이스, SW 유사결함, SW 품질개선 체크리스트, SW 소스코드 구조분석

### 참고문헌

1. 권경용, 주준석, 김태식, 오진우, 백지현, "신뢰성 시험 프로세스 개선을 통한 무기체계 내장형 소프트웨어 소스코드 품질확보에 관한 연구", 정보과학회논문지, 42(7), pp. 860-867, 2015
2. 박상은, 홍재영, "국방분야의 연구개발 특성분석을 통한 무기체계 품질향상 방향 제시", 대한산업공학회지, 43(2), pp. 120-126, 2017
3. 윤영호, 구기영, 금종주, 황운희, 우순, "무기체계 양산단계 자동화 시험장비(ATE) SW 신뢰성 향상 방안 연구", 전자공학회논문지-SC, 47(6), pp. 19-26, 2010

# 해난구조작전 효율성 향상을 위한 디지털 트윈 모의체계 개발

## Development of Simulation-based System of Digital Twin for Increasing Efficiency of Salvage Operation

함승호<sup>1</sup>, 모태준<sup>2</sup>, 문성주<sup>2</sup>  
창원대학교<sup>1</sup>, 오션테크<sup>2</sup>

해상에서는 다양한 선박 사고가 발생하며, 사고 이후 침몰된 선체를 인양하는 것은 매우 복잡하고 자칫 더 큰 사고로 이어질 위험이 존재한다. 따라서 사전에 여러 가지 대안을 검토하며 필요시 다양한 해상 환경조건에서 해석을 통해 위험을 예측한다. 하지만, 실제 현장에서 작업 시에는 전적으로 감독관 또는 지휘관의 판단과 경험에 의존하여 작업이 진행될 수밖에 없다.

따라서 본 연구에서는 해난 구조 현장의 상황을 실시간으로 모사할 수 있는 디지털 트윈 모의체계를 구축하였다. 본 연구에서 개발한 디지털 트윈 모의체계는 크게 관측센서부, 데이터 송수신부, 데이터 수집 및 가시화부, 디지털 트윈부로 구성된다. 관측센서부는 해양기상 정보를 계측하기 위한 센서와 부이(buoy)로 구성된다. 수집된 정보는 데이터 송수신부에 구성된 무선 통신을 통해 전달되고, 데이터 수집 및 가시화부에서 전시된다. 수집된 정보는 대푯값으로 가공되어 디지털 트윈부로 전송되고, 해난구조에 사용되는 크레인 또는 구조함을 모사하여 인양 작업을 수행하게 된다. 가상의 해난 구조 상황을 가정하여 본 연구에서 개발된 디지털 트윈 시스템을 적용하였고, 효과적으로 활용될 수 있음을 확인하였다.

**keywords** : 해난구조, 선체 인양, 디지털 트윈, 역학 시뮬레이션, 해양기상관측센서

# 제초로봇·무인 자율주행기술적용을 통한 무인화로 군 운용유지비 절감방안 연구

## Development of Autonomous Driving Lawn Mower for Reducing Maintenance Cost in Military Operation Area

김용훈<sup>1</sup>, 오상윤<sup>2</sup>, 송형주<sup>2</sup>, 홍광의<sup>3</sup>  
충남대학교<sup>1</sup>, 한국과학기술원<sup>2</sup>, 한국픽셀<sup>3</sup>

최근 자율주행 기술의 발전과 함께 다양한 분야, 차량, 서비스 로봇 등에서는 자율주행의 상용화가 이루어지고 있다. 특히 작업자가 시간을 많이 소요해야 하는 노동집약적 작업 및 위험한 환경에서의 작업의 경우 무인화로의 대체 필요성이 날로 높아지고 있다. 이러한 상황에서 제초작업의 경우 노동집약적, 고위험작업이라는 점에서 무인 자율화의 대체가 필요하다.

본 연구에서는 무인 자율주행기술을 적용한 제초로봇 체계를 제안하며, 탄약고와 같은 비정형 험지 환경에서의 제초를 무인 자율화하는 기술을 소개한다. 본 연구에서 소개하는 무인 제초체계는 제초로봇과 지휘로봇 시스템으로 이루어져 있으며, 제초로봇의 경로계획, 주행제어, 제초품질 등을 연구한 결과에 대한 분석을 포함한다.

**keywords** : 자율주행, 경로계획, 이동로봇, 제초, 무인화 체계

### 참고문헌

1. Yang, Simon X., and Chaomin Luo, "A neural network approach to complete coverage path planning", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics) 34(1), pp. 718-724, 2004
2. Khan, Amna, Iram Noreen, and Zulfiqar Habib, "On Complete Coverage Path Planning Algorithms for Non-holonomic Mobile Robots: Survey and Challenges", Journal of Information Science & Engineering, 33(1), 2017

# 감항인증

---

체계 전자기 환경 영향 요구규격 동향 연구	41
전투기급 아이언버드를 위한 데이터획득시스템 연구	42
무인항공기 감항인증 제도개선 연구	43



# 체계 전자기 환경 영향 요구규격 동향 연구

## Study on the Recent Change of E3 System Requirement Standard

김민성, 양준모  
국방기술품질원

최근 무기체계의 전자장비 의존도가 급속히 높아지고, 항공·함정과 같은 무기체계에 탑재되는 각종 센서류와 장비들은 고감도/고출력화되고 전자장비가 밀집됨으로써 전자기간섭 발생 가능성이 점차 증대되고 있다. 특히 항공무기체계의 경우 복합무기체계의 특성상, 운용 중 다양한 전자기환경(Electromagnetic Environment)에 노출될 수 있으며, 이러한 환경에서의 비행 안전성을 보장하는 것은 필수 불가결한 요소이다.

특히 항공기 개발 선진국인 미국은 2차 세계대전 전후부터 군사 표준을 통해 전자기 환경 영향 요구도를 관리해오고 있다. 그 중에서도 무기체계의 전자기 환경 영향 요구규격을 명시한 MIL-STD-464는 국내 군용항공기 감항인증에 있어서도 중요한 비중을 차지하고 있는 대표적인 규격이다.

본 연구에서는 최신 규격인 MIL-STD-464D의 주요 개정내용에 대해 살펴보고, 향후 국내 항공 무기체계 감항인증에 어떤 영향을 미칠 수 있는지에 대해 고찰한다.

**keywords** : 감항인증, 전자기환경영향, 비행안전성

### 참고문헌

1. US Department of Defense, MIL-STD-464D, Electromagnetic Environmental Effects Requirements for Systems, 2020

# 전투기급 아이언버드를 위한 데이터획득시스템 연구

## Study on the Data Acquisition System for Fighter Aircraft Ironbird

이정원, 이동원, 서성조, 지창호, 이승준, 최동식, 차형규, 김무겸, 이상만  
한국항공우주산업(주)

아이언버드는 디지털 전자식 비행제어계통, 유압계통 및 전기계통의 통합환경에서 시험을 수행하는 시험 리그로, 항공기의 감항기준 입증과 설계검증에 활용된다. 아이언버드를 구성하는 세부 시스템 중 하나인 데이터 획득시스템은 아이언버드 운용 시 실시간으로 생성되는 각종 데이터를 저장 및 관리하기 위하여 사용된다. 아이언버드에서 생성되는 다양한 데이터 계측을 위하여 데이터 획득시스템 내부 및 외부 인터페이스가 설계된다.

본 연구에서는 전투기급 아이언버드 데이터획득시스템의 구성에 대해 살펴보고, 효율적인 데이터 획득 및 관리를 위한 내부 및 외부 인터페이스 설계 내용에 대해 다룬다.

**keywords** : 비행제어, 아이언버드, 데이터획득시스템, 인터페이스, 실시간

### 참고문헌

1. 서성조, 조인제, “전투기급 전자식비행제어 아이언버드 개발 연구”, 한국항공우주학회 학술발표회 초록집, pp. 1182-1183, 2016
2. 서성조, 지창호, 김재용, 조인제, “전투기급 전자식 비행제어 아이언버드 요구사항 개발”, 한국항공우주학회 학술발표회 초록집, pp. 733-736, 2016
3. 장민섭, 이동배, 서성조, “전투기급 아이언버드를 위한 데이터획득시스템 연구”, 항공우주시스템공학회, P제어-2, pp. 487-489, 2018

# 무인항공기 감항인증 제도개선 연구

## A Study on Airworthiness Certification Regulation Improvements for Unmanned Aerial Vehicles

양준모, 박상수, 신선영  
국방기술품질원

감항인증은 견딜 감(堪), 배 항(航)의 합성어로 “항공기가 안전하게 비행을 견딘다”는 의미를 가지고 있다. 다시 말해 감항인증이란 항공기 개발 및 개조 시 구조, 강도, 성능 등 비행하기에 적합한 안전성과 신뢰성을 갖추었는지 확인하여 항공기가 설계단계부터 도태 시까지 전 수명주기 동안 비행안전성이 있다는 것을 정부가 인증하는 제도이다.

본 연구에서는 현 감항인증 제도와 앞으로 개발/획득될 무기체계를 고려하여, 필요한 제도가 무엇인지 분석하였다. 현대 사회에서는 드론과 같은 소형 무인항공기의 수요가 증가하고 있는 것으로 조사됨에 따라, 이를 토대로 제도적 관점으로 접근하여 비행안전성 향상 방안을 도출하여 최종적으로 차후 개발될 군용항공기의 비행안전성 확보를 위해 앞으로 나아갈 방향을 제안하였다.

keywords : 감항인증, 무인항공기, 제도, 비행안전성

### 참고문헌

1. Teal Group, “World Civil Unmanned Aerial Systems”, 2018
2. H. J. Ahn and J. Y. Won, “A Trend of Policy for Remotely Piloted Aircraft System Panel in International Civil Aviation Organization”, Trans. Korean Soc. Mech. Eng. C, 4(2), pp. 117-122, 2016
3. Yang. J. M., Lee. M. Y., Kim. M. S., "Improving Flight Safety of Military Aircraft by Airworthiness Certification Standards Reflecting the Analysis Result of the Cause of Aircraft Accidents", KSQM Fall Conference, 2020

# 소음진동

---

CBM을 위한 엷지진동 이벤트 기반 야전기계상태데이터 수집장치 개발	45
선체부착센서를 이용한 수중방사소음 예측	46
가변추진기 구리 소재 $\text{Cu}_3(\text{Ni-Al-Bronze})$ 반복 용접 시 소재의 기계 물성치 변화에 관한 연구	47

# CBM을 위한 엣지진동 이벤트 기반 야전기계상태데이터 수집장치 개발

## Development of the Edge Vibration Event Based Field Machine Data Measurement System for CBM

최현, 황세연, 곽민희  
시그널링크

본 연구는 무기 시스템의 신뢰성 향상을 위한 시험분석을 목적으로, 실제 운용되고 있는 무기체계에 부착하여 운용기간 중 무기체계의 기계 상태를 나타내는 파라미터들(진동, 응력, 온도, 회전수 등)을 자동으로 계측, 저장시키고 후처리 분석할 수 있는 무기체계용 머신블랙박스(MBB, Machine Black Box) 개발에 대한 내용이다.

야전에서 운용 중인 무기체계를 대상으로 언제 발생할지 모르는 기계결함과 연관된 파라미터들을 모니터링 하기 위하여 장시간 동안 많은 데이터, 특히 주파수 분석을 위해서 많은 양의 시간영역 진동데이터를 획득하는 것은 현실적으로 큰 부담이다. 따라서 본 연구에서는 무기체계에 부착된 진동센서에서 특정 진동이벤트를 상시 감시하고 특정한 진동이벤트가 발생하는 경우에만 신호를 계측, 저장할 수 있도록 엣지진동 이벤트 트리거 기능을 개발, 적용하여 효과적인 데이터로거 역할을 수행토록 하였다.

기록된 무기체계의 상태 파라미터들은 신뢰성 시험분석에 활용되며, 이를 바탕으로 각 부품 및 무기 시스템의 품질과 성능 향상에 기여할 것으로 예상된다. 또한, 향후 본 연구 및 개발결과를 바탕으로 무기체계의 기계 상태를 실시간으로 무기 운영 주체가 직접 보면서 효과적으로 관리할 수 있는 CBM+(Condition-Based Maintenance+)에 최적화된 실시간 감시장치로 개발해 나갈 계획이다.

keywords : CBM, Vibration Logger, Edge Vibration Event Trigger

# 선체부착센서를 이용한 수중방사소음 예측

## Prediction of Underwater Radiated Noise using Hull-Mounted Sensor

이성현, 서윤호, 마평식, 김봉기  
한국기계연구원

최근 수중 생태계를 보호하기 위한 수중방사소음 저감에 대한 요구가 높아지고 있다. 선박의 수중방사소음은 기계류에서 발생하는 소음, 추진기 소음, 유동 소음으로 나눌 수 있다. 캐비테이션이 발생하기 전의 주요 소음원은 기계류에 의한 소음이며, 이는 기계장비에서 발생하는 소음 및 진동이 선체 구조를 통하여 물에 접하는 판에 전달되어 수중으로 방사되는 것이다. 캐비테이션이 발생한 이후에는 추진기에서 발생하는 소음이 가장 중요하다. 기계류에 의한 수중방사소음은 접수판의 진동 속도 레벨과 방사효율을 이용하여 예측할 수 있다. 선박의 수중방사소음은 무선 부이 등의 측정 장비를 이용하여 조용한 해역에서 측정해야 하기 때문에 시간과 비용이 소요되며, 선박의 상태에 따라 소음 발생 양상이 변하기 때문에 운항 중인 선박의 수중방사소음을 추정하는 것에는 한계가 있다. 따라서 수중방사소음을 측정하는 대신 선체에 가속도 센서를 설치하여 수중방사소음을 예측하는 방법이 대안이 될 수 있다.

본 연구에서는 CIS(Cavitation Inception Speed) 이전 함속에서 소음을 예측하기 위해 선체에 부착하기 위한 가속도계의 설치 개수와 위치에 대한 검토를 수행하였으며, 측정된 가속도를 이용하여 수중방사소음을 예측하는 방법에 대하여 검토하였다.

**keywords** : 수중방사소음, 방사효율, 접수판 진동

# 가변추진기 구리 소재 Cu<sub>3</sub>(Ni-Al-Bronze) 반복 용접 시 소재의 기계 물성치 변화에 관한 연구

## A Study on Mechanical Property Change in Copper Material Cu<sub>3</sub>(Ni-Al-Bronze) during Repeated Welding for Controllable Pitch Propeller

서철오<sup>1</sup>, 임갑식<sup>2</sup>, 임태욱<sup>1</sup>, 류우찬<sup>1</sup>  
 대우조선해양(주)<sup>1</sup>, (주)신라금속<sup>2</sup>

수상함 추진기의 경우 대부분의 함정에서 가변추진기를 적용하여 운항하고 있으며, 특히 전투함인 경우에는 미 해군 규정(DOD-P-24562A)을 적용하여 프라이어리 에어 시스템을 적용하고 있다. 프라이어리 에어 시스템은 함정 내 가스터빈 공기압축기에서 생성된 고압공기를 프로펠러 블레이드 날개 앞날(Leading Edge)과 끝단(Tip) 근처로 보낸 후, 미세한 공기 분사구를 통해 공기방울을 분출시키는 시스템이다. 회전하는 프로펠러 블레이드 날개 주위에 공동(Cavity)이 발생할 경우 프라이어리 에어 시스템에서 분출된 공기방울을 통해 공동 소음 억제, 선체진동 감소, 프로펠러 블레이드 침식 방지 등의 효과를 얻을 수 있다.

프로펠러 블레이드에 프라이어리 에어 시스템을 적용하기 위해서는 프로펠러 블레이드 앞날 길이 방향으로 에어 흡을 시공한 후에 커버 플레이트로 용접하여 마무리한다. 함정 사용주기에 따라 함정을 도크에 상가를 수행하는데, 이때 커버 플레이트와 프로펠러 블레이드 간에 균열이 발견되면 수리 작업을 실시한다.

본 연구에서는 프로펠러 블레이드와 커버 플레이트 간의 수정 용접이 필요할 경우, 반복용접으로 인한 해당 용접부 및 용접 경계부를 포함한 모재가 미치는 기계적 성질의 변화를 알아보며, 반복 용접으로 인한 소재의 건전성 및 용접부에 기계적 성질을 저해하는 영향이 있는지 시험을 통해 확인하고자 한다.

**keywords** : 가변추진기(Controllable Pitch Propeller), 프라이어리 에어 시스템(Prairie(Propeller Air Induced Emission)Air System), 공동 소음(Cavitation Noise), 커버 플레이트(Cover Plate)

### 참고문헌

1. DOD-P-24562A(SH), Military specification propellers, ship, controllable pitch(metric), 1982
2. J. H. Spence, "A Summary of Existing and Future Potential Treatments for Reducing Underwater Sounds from Oil and Gas Industry Activities", OCEANS 2007, pp. 1-15, 2007
3. A. D. Waite, Sonar for Practising Engineers, Wiley, 2022

# 표준화& 단종·위조부품대응

---

위조부품 유입방지를 위한 정부품질보증활동 및 방산업체 입고검사 활용방안	49
딥러닝 학습을 통한 단종정보 미획득 부품의 단종예측 방안	50
R&D 연계 국방표준서 발전방안	51
GPS 항재밍 성능평가 방안에 대한 표준화 연구	52
Hybrid PCB 연구개발의 연계표준 개발사례	53



# 위조부품 유입방지를 위한 정부품질보증활동 및 방산업체 입고검사 활용방안

## A Study on Methods of Government Quality Assurance and Supplier's Incoming Inspection for Counterfeit Parts Prevention

박종건

국방기술품질원

최근 과학기술의 발달 및 부품수명주기의 단축으로 인해 일반 상용 전자부품의 경우 군용 무기체계와 대비하여 짧은 수명주기를 가지고 있다. 이에 대해 기존의 제품에서 재활용하거나, 승인되지 않은 제조업체가 무허가로 제작하거나, 초과생산한 부품들을 위조부품으로 규정하고 있다. 이는 성능 및 신뢰성을 담보할 수 없는 위조부품들이 고가의 무기체계에 유입되어 고장 및 파손으로 인하여 무기체계의 수명에 영향을 미치고 있다는 것이다. 그동안 위조부품에 대한 위험성이 심각하게 인식되어 위조부품을 식별하는 국제규격(AS5553, AS6171 등)이 제정되었으며, 위조부품을 식별하고 활용하는 방안 위주로 연구가 진행되었다.

이에 따라, 본 연구에서는 그동안 진행된 위조부품 식별 방안 및 사례를 활용하여 군수품의 제조과정에서 위조부품 유입을 차단하기 위해 제조업체의 입고검사 및 정부품질보증활동에 적용하는 방안을 제안하고자 한다.

**keywords** : 위조부품, AS6171, 부품단종, 위조품 방지정책, GIDEP

### 참고문헌

1. DCMA INST 1205, Counterfeit Mitigation, 2015
2. SAE G-19, AS5553, Counterfeit Electrical, Electronic, and Electromechanical (EEE) Parts; Avoidance, Detection, Mitigation, and Disposition
3. 박상건 외, "미 국방부 사례를 활용한 국방무기체계 위조부품 방지정책 수립 연구", 국방과 기술, 2020

# 딥러닝 학습을 통한 단종정보 미획득 부품의 단종예측 방안

## A Study on Predictive Analysis of Obsolescence Parts by applying Deep Learning

이익도

(주)LIG넥스원

부품단종이란 부품이 수요에 따라 개발되어 생산되다가 기술의 발전 또는 시장 상황의 변화에 따라 생산이 중단되거나 생산업체의 도산, 자원의 고갈로 인한 공급 중단 등으로 부품의 확보가 불가능한 상태를 말한다. 부품단종은 기술 발전에 따른 부품 수명주기 단축, 무기체계 수명주기 장기화, 군용 전자부품 시장 축소 등의 사유로 발생하게 되며, 전력화된 무기체계의 부품단종 발생 시 적절한 대응을 하지 않으면 무기체계의 정상적인 운용이 불가능하여 전투 준비태세에 막대한 영향을 끼치게 되고, 수명주기비용 역시 증가하게 된다. 따라서 부품단종은 무기체계 획득부터 운영유지까지 전 수명주기 동안 체계적이고 과학적인 방법을 통해 관리되어야 한다. 이러한 부품단종관리는 단종 부품을 식별하여 단종에 따른 영향을 최소화하는 과정으로 부품의 노후화 및 단종을 식별하고 영향평가 후 영향성을 완화시키는 방안을 수립 및 이행하여 수명주기 비용 절감 효과를 달성하기 위한 활동이라고 볼 수 있다. 부품단종관리는 크게 사전관리와 사후관리로 분류할 수 있다. 사전관리는 부품의 단종 위험도가 높은 품목을 대상으로 부품단종이 발생하기 전에 미리 대응 계획을 수립하여 이행함으로써 단종 위험도를 완화하는 방법이고, 반면 사후관리는 부품단종이 발생한 이후 단종에 대한 대응 방안을 수립하고 이행하는 방법이다. 이러한 부품단종관리 업무를 체계적, 과학적인 방법으로 수행하기 위해서는 부품 단종정보 획득 업무가 선행되어야 한다. 이렇게 획득된 단종정보를 활용하여 단종위험도를 평가하고, 평가 결과를 기준으로 사전관리 품목과 사후관리 품목으로 분류한다.

본 연구의 수행 배경은 무기체계 획득 및 운영유지 간 부품단종관리를 수행함에 있어 부품단종정보 획득 업무가 많은 시간과 자원이 소요되고, 현장에서 적용할만한 세부 절차 및 기준이 마련되어 있지 않기 때문이다. 따라서 본 연구는 부품단종정보 획득 절차를 재정립하고, 빅데이터/AI 등의 4차 산업혁명 기술을 적용하여 기존에 많은 자원이 투입되어 수행되던 부품단종정보 획득 업무를 효율적으로 수행할 수 있는 방안을 수립하는데 그 목적이 있다.

**keywords** : 딥러닝, 부품단종, 예측기법, 사전관리

### 참고문헌

1. Defense Standardization Origram Office, "SD-22 Diminishing Manufacturing Sourcus and Material Shortages : A Guidebook of Best Practices for Implementing a Rocust Dmsms Management Program Augus", 2012
2. 방위사업청, 「획득단계 수명주기 관리규정」 제70조, 2021
3. 방위사업청, "부품단종관리 업무 매뉴얼", p. 37, 2020

# R&D 연계 국방표준서 발전방안

## Development Plan of Defense Standard associated with R&D

안혜원  
국방기술품질원

국방표준화 업무는 군수품에 대한 규격관리 위주로 수행해왔으며, 군수품 간 공통기준 표준화는 부가적 업무로 인식되어 국방표준서 제정에 대한 국방 관련기관의 관심과 참여가 저조하였다. 이에 따라, 과거 국방규격에 한정된 표준화 업무가 국방표준서로 확대되었다.

국방표준서는 규정으로 제도화되어 있으며, 군수품의 획득, 관리, 운영유지 과정에서 공통적이거나 반복적으로 사용되는 인터페이스, 설계, 제조공정, 시험방법 등을 공학적이거나 기술적으로 작성한 공통적용 문서로 정의하고 있다.

현재까지 제정된 국방표준서는 국방규격에 다수 인용되고 있던 외국 군사표준을 한국화 제공하여 기관별 반복되는 원문번역 등 비효율성 해소, 중복규격 통합, 불합리 규격 폐지, 최신 기준/절차, 재료 반영 등 표준서 제정 과정에서 최신 정보를 반영하는 데 초점을 맞추었다. 앞으로는 급변하는 기술에 능동적인 대처 및 국방표준서 활성화를 위해 R&D와 표준서 제정이 연계될 수 있도록 제도장치 마련 및 방위사업에 공통 적용이 가능한 표준서의 선도적 발굴이 필요하다.

이를 위해 국방표준서의 현황 및 활용도를 조사하여 보완 발전시킬 사항을 정리하고, 군수품 표준화에 따른 성과를 더욱 확대할 수 있도록 국내외 표준화 동향 및 '22년 R&D 중점추진 분야를 조사하여 R&D를 연계한 국방표준서 발전방안을 종합적으로 제시하고자 한다.

keywords : 국방표준서, R&D, 표준화, 발전방안

### 참고문헌

1. 산업통상자원부 공고 제2022-159호, 「제5차 국가표준 기본계획」, 2022
2. 황지호, "우리나라 국방R&D 혁신을 위한 이슈 진단과 개선방향", 한국과학기술기획평가원, 제2019-20호, 통권 제278호
3. 국방기술진흥연구소, 2021 세계방산시장연감, pp. 45-46, 2021
4. 염슬기, 장지영, "국방기술자료의 체계적 관리를 위한 국방 표준서 도입방안 연구", 한국산학기술학회, 22(8), pp. 1-8, 2021
5. 기획재정부 보도자료, 2022년 국가연구개발(R&D) 예산안,  
<https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3180682&searchOpt=ALL&searchTxt=>, 2021

# GPS 항재밍 성능평가 방안에 대한 표준화 연구

## A Standardization Study on GPS Anti-Jamming Performance Evaluation Method

진정희<sup>1</sup>, 문찬<sup>2</sup>, 장동원<sup>2</sup>, 조흥기<sup>3</sup>

(주)한국전자파연구소<sup>1</sup>, (주)한국전자파연구소 부설연구소<sup>2</sup>, 국방기술품질원<sup>3</sup>

본 연구에서는 GPS 시스템의 항재밍 성능을 평가하기 위한 시험 구성 및 절차를 제시하였다. 실제 사용 환경과 유사한 GPS 전파 수신 환경을 모사하기 위해 여러 개의 송신 안테나를 반구 형태로 배치하였고, 시험의 독립성과 시뮬레이터 및 재밍 인가 신호가 주변에 위치한 기기에 전파 방해원으로 작용하는 것을 방지하기 위하여 전자파무반사실을 설계하였다. 시험에 사용할 전자파무반사실 내부에는 GPS 시뮬레이션에 필요한 안테나, 재밍신호 송신용 안테나를 설치할 안테나 마스트를 설치하였다. 또한, 시험 대상품의 방위각 방향에 따른 영향을 확인하기 위해 회전 테이블을 설치하는 등 시험에 필요한 환경설정에 관한 사항과, 시험 중 시험 대상품 성능평가에 필요한 지표를 선정하고 평가하는 방법을 제안하였다. 이외에도 항 재밍 성능평가를 위한 방해 신호 인가방법 등 구체적인 시험방법을 제시하였다.

**keywords** : GPS anti-jamming, GPS Performance, Anechoic Chamber, Test procedure for GPS anti-jamming, Satellite Simulator

1. KyuIn Ji, Youngjae Lee, "Global Positioning System (GPS) : Principles and Applications", Journal of Institute of Control, Robotics and Systems, 2(2), pp. 10-18, 1996
2. Gwangseob Go, Changmook Choi, "A Study on the Improvement of Defense Information of Vessels Using GPS", Journal of the Korea Institute of Information and Communication Engineering, 9(3), pp. 528-533, 2005
3. IEC 61108-1, Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Global navigation satellite systems (GNSS) - Part 1: Global positioning system (GPS) - Receiver equipment - Performance standards, methods of testing and required test results
4. IEC 61108-2, Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Global navigation satellite systems (GNSS) - Part 2: Global navigation satellite system (GLONASS) - Receiver equipment - Performance standards, methods of testing and required test results
5. KSX IEC 61108-3, Offshore Navigation and Wireless Communication Equipment and Systems - Satellite Navigation System (GNSS) - Part 3: Galileo Receiving Equipment - Performance Requirements, Test Methods, and Requirement Test Results
6. IEC 61108-4, Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Global navigation satellite systems (GNSS) - Part 4: Shipborne DGPS and DGLONASS maritime radio beacon receiver equipment - Performance requirements, methods of testing and required test results
7. IEC 61108-5, Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems - Global navigation satellite systems (GNSS) - Part 5: BeiDou navigation satellite system (BDS) - Receiver equipment - Performance requirements, methods of testing and required test results
8. Strike 3\_D4.1, Standardisation of GNSS Threat reporting and Receiver testing through International Knowledge Exchange, Experimentation and Exploitation
9. TTAK.KO-06.0436, TTA Standard for information and communication organizations, "Receiver Performance Test for GPS Radio Commitment", Korea Information and Communication Technology Association

# Hybrid PCB 연구개발의 연계표준 개발사례

## Standard Development in Conjunction with Hybrid PCB R&D

이민수  
한국실장산업협회

모든 전자기기의 핵심부품인 PCB(Printed Circuit Board)는 제조 시 일반적으로 ‘광식각 공정 (photolithography)’이라는 방식을 사용해왔다. 감광성 물질을 이용하여 회로를 형성 후 회로 부분을 제외한 나머지 부분을 화학약품으로 제거해 회로를 형성하는 광식각법은 제작단가가 낮고 대량생산이 가능하다는 장점이 있지만, 반대로 강한 화학약품을 사용하는 탓에 환경에 치명적인 악영향을 미친다는 단점을 동시에 갖고 있다. 이러한 단점을 극복한 Hybrid PCB는 인쇄법을 이용하여 기판 위에 직접 필요한 회로를 그리는 방식으로 환경 오염을 유발하는 요소가 전혀 없어 차세대 PCB 공법으로 부각됨에 따라, 본 연구에서는 Hybrid PCB 제조에 필요한 공정연구를 통하여 일괄공정 및 성능·신뢰성 지원 시스템을 구축하고 Hybrid PCB 시제품 One-stop 지원 서비스를 제공하고자 한다. 또한, 표준연계과제로서 기술을 개발하는 동시에 표준을 개발하였으며, '19년부터 '21년까지 진행된 1단계 연구개발을 통해 총 2건의 국제표준화 제안이 이루어졌으며 현재 또 하나의 제안을 진행 중이다.

일반표준개발과 달리 연구개발 연계 표준개발은 표준화를 위한 추가 연구개발이 필요하고, 이와 동시에 표준을 개발해야 한다. 이러한 어려운 점에도 불구하고 R&D 연계 국제표준 개발에 성공한다면 해당 기술에 관한 경쟁력과 주도권 확보, 제품화 기반 마련, 표준특허 출원, 품질 평가 기준 마련 등 다수의 긍정적 효과를 기대할 수 있다.

본 발표에서는 상기 연구 내용을 사례로 하여 일반표준개발과 기술개발 연계표준 개발의 차이점과 연계표준에 대한 올바른 추진방법을 다루고자 한다.

**keywords** : 인쇄전자, PCB, Hybrid PCB, 인쇄회로형성

### 참고문헌

- 1. 한국실장산업협회, 2022 R&D 연계 표준연구성과 사례집 StandaR&D+, 한국표준협회, pp. 01-13

# 유·무인 복합체계 시험평가 및 품질관리

---

AI 기반 시스템의 테스트 및 품질보증 방안	55
유·무인기 복합 운용을 위한 감항인증 절차	56
AI 기반 무기체계에 대한 보안 및 안전성에 관한 연구	57

# AI 기반 시스템의 테스트 및 품질보증 방안

## Quality Assurance Method and Testing Procedure of AI based System

김문환  
(주)LIG넥스원

최근 기술 발전에 따라 다양한 형태의 AI 기반 시스템 개발이 이루어지고 있다. AI 기술의 발달은 무인 시스템 개발을 가속화시키고 있으며, 최근 민수 시장에서도 자율주행 자동차와 같이 자동화 시스템에 많이 적용되고 있다.

이와 더불어, 국방영역에서도 다양한 무인 시스템의 개발 논의가 이루어지고 있으며, 많은 무인 시스템 로드맵이 검토되고 있다. 하지만 AI 기반 시스템의 경우 평가 방법에 대해서 많은 논란을 가지고 있다.

이에, 본 발표에서는 AI 기반 시스템의 평가 문제를 살펴보고 이를 극복하기 위한 평가 대안과 절차를 제안한다. 특히 국방 무기체계 개발 절차와 연관하여 국방분야에서 AI 기반 시스템을 어떻게 평가하고 품질보증을 수행해야 할지에 대한 논의를 수행한다.

keywords : AI Based System, QA, Testing

### 참고문헌

1. ISO IEC TR 29119-11-2020, Software and systems engineering-software testing- Part 11: Guidelines on the testing of AI based systems
2. Yuchi Tian, Kexin Pei, Suman Jana, and Baishakhi Ray, "DeepTest: automated testing of deep-neural-network-driven autonomous cars", In Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering, 2018
3. Kexin Pei, Yinzhi Cao, Junfeng Yang, and Suman Jana, "DeepXplore: automated whitebox testing of deep learning systems", Commun. ACM 62(11), pp. 137-145, 2019

moonanikim@lignex1.com

# 유·무인기 복합 운용을 위한 감항인증 절차

## Airworthiness Certification Process of Teaming Manned-Unmanned Aircraft

허진구  
국방기술품질원

최근 세계 군용항공기 시장에 주목받는 기술 중 하나를 꼽는다면 “유·무인 복합체계(MUM-T, Manned-Unmanned Teaming)”이다. 유·무인 복합체계는 조종사가 탑승한 유인기와 조종사가 없는 무인기가 한 팀을 이루어 임무를 수행하며 각 항공기가 지닌 장점을 결합하여 시너지를 만드는 개념이다. 이러한 유·무인 복합체계를 군용항공기에 적용하려면 군용항공기 비행안전성(감항) 인증에 관한 법률에 따라 정부의 인증을 받아야 한다.

이에 본 발표에서는 유·무인 복합체계 개발 동향 및 국내 진행 사업을 소개하고, 군용항공기 비행안전성 인증에 관한 법률 및 업무규정에 따른 감항인증 방법/절차를 제시하고자 한다.

**keywords** : 감항인증, 무인기, 유·무인 복합체계, MUM-T

### 참고문헌

1. 「군용항공기 비행안전성 인증에 관한 법률」, 2019
2. 방위사업청, 「군용항공기 비행안전성 인증에 관한 업무규정」, 2020
3. 김미선, 노유찬, “유·무인 복합체계 국내·외 연구개발동향 및 발전방향”, 국방과학기술정보, 103, pp 46-51, 2021
4. 박덕배, 송유하, “유인헬기·무인기 협업체계 개발동향”, 국방과학기술플러스, 250, pp. 73-79, 2020
5. Manned-Unmanned Teaming, <https://euro-sd.com/2019/articles/15156>, 2019



# AI 기반 무기체계에 대한 보안 및 안전성에 관한 연구

## A Study on the Cyber Security and Safety of the AI based Weapon System

나일용, 박주영  
국방기술품질원

기술의 향상과 지능형 무기체계들의 출현을 계기로, 더욱 향상된 상황인식, 파괴력 증가, 전투원의 생존력 증대를 이루기 위한 수단으로서, 유·무인 복합체계(이하, MUM-T, Manned-Unmanned Teaming)의 개발이 활발해지고 있다. 흔히 MUM-T의 구성 기술로는 체계통합기술, 데이터링크 기술, 자율화의 세 가지 기술이 손꼽힌다. 상기 기술들은 기술 자체도 중요하지만, 센서 통신이 필수적이고, 사이버공간에서 사용됨에 따라 악성 공격 등을 예방할 수 있는 사이버 보안 기술을 근간으로 해야 한다. 아울러, 더 안전한 자율화 능력 활용을 위해 자율화의 기반인 AI 안전성 역시 강조될 수밖에 없다.

이러한 관점에서 본 연구에서는 미국, 일본 등 선진국이 사용하는 AI 기반 체계의 품질보증 사례와 무기체계 보안성 확보 관련 동향을 소개한다. 다음으로, 전통적인 소프트웨어 품질관리 절차에 “보안성”과 “안전성”이 추가된 새로운 품질보증 모델을 제시한다. 상기 모델에서는 개발단계별로 안전성과 보안성을 확보하기 위해 단계별로 수행해야 하는 활동과 그에 따른 산출물을 정의하며, 특히 이를 위한 기준으로 안전·보안 무결성 수준(S&SIL, Safety & Security Integrity Level)이라는 새로운 지표를 제안하고 있다. 그 외에도, 보안성과 안전성을 기술적으로 입증하고 증진하기 위해 MITRE ATT&CK과 D3FEND를 활용한 “탐색적 테스트” 실시를 제안하는 등 AI 기반 무기체계의 보안성과 안전성을 확보하기 위한 다양한 아이디어를 소개한다.

본 연구는 전통적인 “품질관리”로 확인하기 어려운 안전성과 보안 관련 이슈들을 품질의 관점에서 해소하기 위한 첫 번째 시도이며, 향후 유사한 연구의 시작점이 되기를 기대한다.

keywords : MUM-T, AI, 보안성, 안전성, 품질관리

### 참고문헌

1. 김미선, 노유찬, “유·무인 복합체계 국내·외 연구개발동향 및 발전방향”, 국방과학기술정보, 103, pp 46-51, 2021
2. QA4AI Consortium, “Guideline for quality assurance of AI-based products”, 2019
3. 한국지능정보사회진흥원(NIA), “인공지능 학습용 데이터 품질관리 가이드라인 v.2.0”, 2022
4. 황준선, 최은만, “키워드 기반 탐색적 테스트의 실험적 연구”, 소프트웨어공학 소사이어티 논문지, 29(2), pp. 13-20, 2020
5. 김도훈, 성시일, “사이버 무기체계 품질보증 동향조사 최종보고서”, 경기대학교, 2022

## 색인

## ㄱ

강상곤	16
강주환	32
곽민희	45
김다인	18
김명현	18
김무겸	42
김문환	55
김민성	41
김병수	24
김봉기	46
김상민	27
김성균	22
김성수	12
김성연	31
김성진	22
김성호	36
김영래	32
김용훈	39
김정민	31
김태완	27
김학구	11
김형근	14
김홍섭	13

## ㄴ

나일용	57
-----	----

## ㄷ

류우찬	47
-----	----

## ㄹ

마평식	46
모태준	38
문성주	38
문찬	52
문호원	27

## ㅂ

박상수	43
박종건	49
박주영	57

## ㅅ

서성조	42
서윤호	46
서철오	47
송형주	39
신선영	43
신유경	27

## ㅇ

안혜원	51
양준모	41, 43
여인구	30
오상윤	39
우상만	42
우윤형	24
유세현	23
윤경환	37
이길태	29
이동원	42
이민수	53
이성현	46
이승준	42
이익도	50
이재관	18
이정원	42
이준하	22
이지훈	18
임갑식	47
임완빈	10
임재성	26
임태욱	47

## ㅈ

장동원	52
장봉기	20
장중순	35
정광균	17
정명진	32
정성록	32
조유습	25
조흥기	52
주용현	17
지창호	42
진정희	52

## ㅊ

차형규	42
최동식	42
최봉두	30
최현	45

## ㅋ

한승진	34
한해진	23
한혁섭	19
함승호	38
허진구	56
홍광의	39
황세연	45

# 국방품질연구회 (DQS)

여러분이 국방품질을 이끌어갈 Think-Tank입니다.

국방품질연구회(DQS)는 무기체계 성능 보장과 군수품 전주기 품질관리의 성공적인 추진 기반 구축을 위해 산·학·연·군·관 품질 분야 종사자 간 교류·소통 활성화 및 국방품질 분야의 Think-Tank 역할을 수행하고 있습니다.

## 국방품질연구회 임무 및 기능

- 01 국방품질 분야 소통·협력의 중심 연구기관
- 02 국방품질·기술 혁신을 위한 기반 제공과 지원 활동
- 03 국방품질 종합학술행사를 통한 연구 결과 전개 및 공유

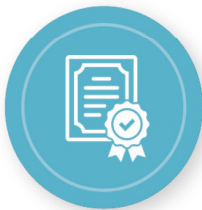
## 국방품질연구회 분과위원회

- 국방품질경영제도 연구
- 국방인증제도 연구
- 국방소프트웨어
- 국방신뢰성 연구
- 감항 연구
- 소음진동 연구
- 단종·위조부품대응 연구
- C5ISR 연구
- 유도탄약 안전품질 연구
- 표준화 연구

## 국방품질연구회 주요 추진 사업



국방품질연구논문집 <학술지>  
DQS Magazine <간행물>



국방품질종합  
학술행사



군수품 현장 품질·기술  
혁신 분임 경진대회



분과위원회  
연구 학술 활동

## 국방품질연구회 회원 가입 안내

국방품질연구회에 관심이 있다면, 누구나 가입할 수 있습니다.

→ 가입 방법 : 국방품질연구회 홈페이지 접속(<https://www.dtaq.re.kr:8084/dqs>)

→ 회원 가입 문의 : DQS 사무국(☎ 055-751-5274, 5277)



국방품질연구회  
Defense Quality Society

# 원고 모집 안내

## 국방품질연구논집

### 📍 형식

- 온라인 논문투고심사시스템 홈페이지에서 다운로드 <<https://dtaqdqs.jams.or.kr>>

### 📍 투고 분야

- 설계 및 양산 관점에서의 문제점 등 전문 기술 분석
- 품질 개선, 국산화 등 현장 생산 공학 실무기술
- 최신 품질경영 이론, 정책 및 신기술 관련 정보

## DQS Magazine

### 📍 형식

- 기고문 형식, 양식은 국방품질연구회 홈페이지에서 다운로드 <<https://www.dtaq.re.kr:8084/dqs>>

### 📍 투고 분야

- 최신 품질정책 및 제도
- 현장 품질경영 이슈 및 사례
- 최신 기술 동향 및 신기술 관련 정보

## 공동 알림

### 📍 투고 안내 및 주의 사항

- 원고 투고 시 준수해야 할 연구윤리규정, 투고 및 발행 규정, 편집 및 심사 규정은 국방품질연구회 홈페이지에서 열람 및 다운받으실 수 있습니다.
- 원고는 반드시 보안성 검토 후 제출하고, 게재 여부는 심사 후 개별 연락합니다.
- 제출한 원고는 다른 곳에 게재되지 않은 것이어야 하며, 연구윤리규정을 준수한 것이어야 합니다.
- 모집한 원고는 일체 반환하지 않으며, 편집위원회의 심의를 거쳐 게재됩니다.
- 게재된 모든 내용의 저작권은 국방기술품질원에 있으며, 도용이나 표절은 금합니다.

### 📍 보내실 곳

- 메일 : [thdud3521@dtaq.re.kr](mailto:thdud3521@dtaq.re.kr), [seomin19@dtaq.re.kr](mailto:seomin19@dtaq.re.kr)
- 문의 : 국방품질연구회 사무국 (☎ 055-751-5274, 5277)
- 시기 : 연중 2호 발행(6.30, 12.30)  
- 매년 1호 투고마감(3.31), 2호 투고마감(9.30)

군수품의 완벽한 품질구현을 위해  
국방·방위사업 종사자 여러분의 투고를 환영합니다!



# 2022 국방품질 종합학술대회 초록집

