

시대 인구 구조 변화에 따른 해군 함정 최적화를 위한 AI·IoT 기술 도입 우선순위 결정 연구 : AHP 분석을 중심으로

문영대^{*,**}, 김성권^{*,**}, 윤영삼^{*,**}
*서울과학기술대학교 국방융합과학대학원
**서울과학기술대학교 국방ICT융합공학과
e-mail : pil712@naver.com

Prioritizing AI and IoT Technology Adoption for Smart Naval Vessels amid Military Manpower Decline: A Convergent Analysis using FGI and AHP among Engine Department Experts

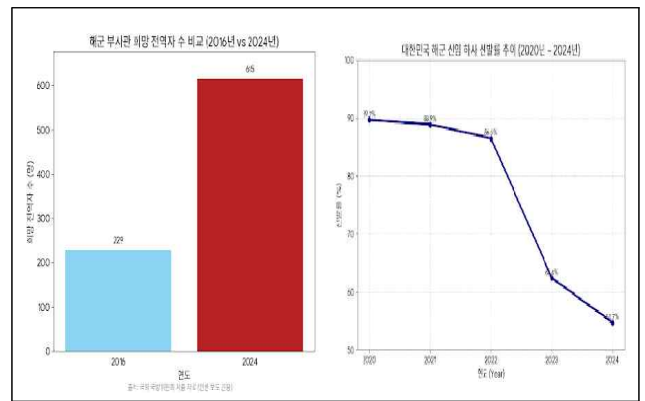
Yeong-Dae Moon^{*,**}, Seong-Kweon Kim^{*,**}, Youngsam Yoon^{*,**}
^{*}Graduate School of National Defense Convergence Science, SEOUL TECH
^{**}Dept. of National Defense ICT Convergence Engineering, SEOUL TECH

요약

본 연구는 인구절벽으로 인한 병력 감소와 함정 노후화가 맞물린 현 국방 환경에서, 해군 함정의 관리 효율성 및 생존성 향상을 위한 AI·IoT 기술 도입의 우선순위를 실증적으로 분석하는 데 목적이 있다. 이를 위해 함정 기관실 실무 경험을 보유한 부사관과 장교를 대상으로 포커스 그룹 인터뷰(FGI, Focus Group Interview)와 설문을 실시하였고, 계층화 분석법(AHP, Analytic Hierarchy Process)을 활용하여 평가 기준 및 세부 핵심 기술의 가중치를 도출하였다. 분석 결과, 상위 평가 기준에서는 '정비 신뢰성(0.584)'이 가장 높게 나타났으며, 하위 세부 기술의 종합 가중치에서는 'AI 정비 / 규정 참모체계 (sLLM)(0.241)'가 1순위, 'Vision AI 능동적 손상통제(0.156)'가 2순위로 도출되었다. 본 연구는 실무자들의 경험적 데이터를 바탕으로 향후 해군의 무인화·자동화 및 조달 정책에 있어서 선택과 집중을 위한 전략적 의사결정 기준을 제시했다는 데 의의가 있다.

1. 서론

대한민국 해군은 국가 안보의 핵심 전력으로서 해상 작전 수행을 전담하고 있으나, 첨단 기술의 발전에도 불구하고 함정 기관 분야의 숙련된 전문 인력 확보에 어려움을 겪고 있으며 이는 곧 전투력 유지와 안전 운용에 중대한 위협 요인이 되고 있다. 특히 함정의 심장부라 할 수 있는 기관실은 추진 체계, 보조기기, 냉각 및 윤활 계통 등 복잡한 장비가 밀집되어 있는 열악한 환경 속에서 다수의 인원이 수동 점검과 정비에 매달려야 하는 노동 집약적 부서이다. 최근 전역 인원이 급격하게 증가하는 동시에, 기관 부서 군사특기의 경우 지원율이 급감하여 인력 수급에 심각한 차질을 빚고 있는 실정이다. 실제로 군 통계에 따르면 2014년 해군 부사관 충원율은 90% 이상을 기록하였으나, 10년이 지난 2024년에는 62%로 급감하였다[1]. 이러한 인력난을 극복하고 함정 운용의 효율성과 생존성을 유지하기 위해서는 4차 산업혁명 기술(AI, IoT 등)을 접목한 '스마트 함정' 및 '장비 관리 자동화' 체계 도입이



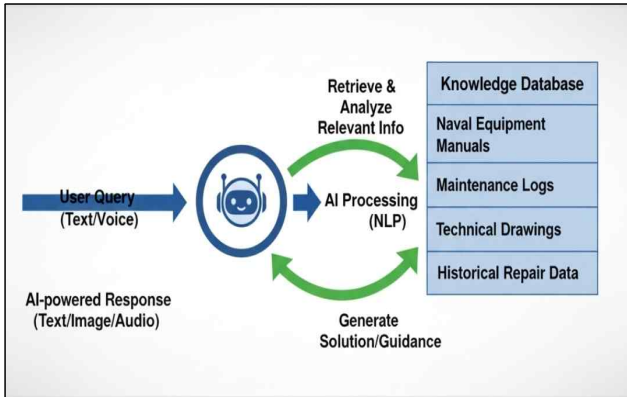
[그림 1] 해군 부사관 선발 및 전역 비율

필수적이다. 그러나 한정된 국방 예산과 보수적인 군 조직의 특성을 고려할 때, 모든 기술을 동시다발적으로 전면 도입하는 것은 현실적으로 제한된다. 따라서 실제 함정을 운용하고 정비하는 현장 실무자들의 소요를 반영하여, 가장 시급하고 효율성이 높은 기술의 우선순위를 과학적으로 설정하는 연구가 요구된다. 이에 본 연구는 해군 함정 관리 효율성 및 생존성 향상을 위해 도입이 논의되는 주요 AI·IoT 정비 참모와 자산관리, 스마트 순찰, 안면 인식 연동 행정 기술 등을 선정하고, FGI와 AHP 기법을 적용하여 이들의 도입 우선순위를 도출하고자 한다. 이를 통해 향후 해

군의 스마트 함정 구축 마스터플랜 수립 및 국방 R&D 예산 배분에 실증적인 정책적 시사점을 제공하는 것을 목표로 한다.

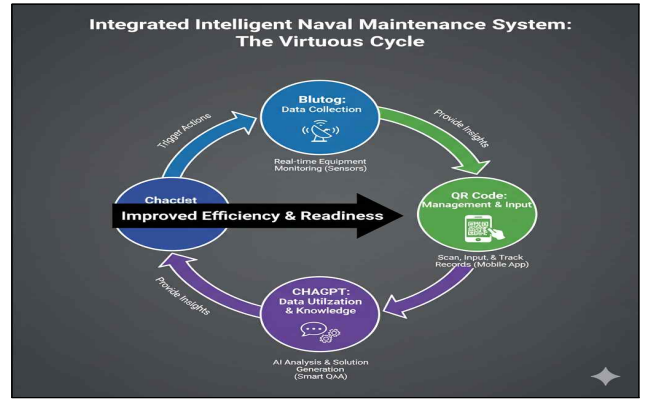
2. 관련 연구

해군은 신형 함정이 도입될수록 기술이 고도화되어 간부들이 방대한 기술 교범을 숙달하기까지 상당한 시간이 소요된다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 연구는 단순한 기술 도입의 당위성을 넘어, "제한된 예산 속에서 실무자에게 가장 효용성이 높은 기술은 무엇인가?"에 집중하여 다음의 5대 핵심 기술을 도출하였다. 첫째, 'AI 정비 참모(sLLM)'이다. 생성형 AI 모델에 고장 증상을 입력하면 관련 교범을 검색하여 최적의 조치 방법을 제시하는 시스템이다. 즉 폐쇄망에서 이용할 수 있는 Chat-GPT를 이용해서 답변을 얻는 방식을 말한다.



[그림 2] AI 정비 참모(sLLM)

둘째, 'Vision AI(지능형 CCTV)'이다 [2]. 해군 함정은 밀폐성, 복잡성 고려 식별이 제한되는 격실에서 미세한 화재나 침수 징후를 AI가 사전에 감지하고 경보를 발령한다. 별도 인원 필요 없이 격실 침수, 화재에 대한 대응이 편하고 초동 조치까지 할 수 있어 인명사고에 대한 위험도가 줄어든다. 셋째 'QR / IoT 기반 자산관리'이다. 수천 개의 수리 부속 위치와 장비 상태, 제원 이력 등을 스마트폰, 태블릿 등 모바일 기기로 즉시 재고 및 위치 등 확인하는 기술이다. 넷째, '스마트 순찰'이다. 기존의 종이 체크 리스트를 대체하여 태블릿을 통해 로그를 기록하고 동기화하는 자동화 시스템이다. 이는 현재 수기로 작성하는 노동력의 해방과 수기 작성에 따른 오류, 오기를 줄일 수 있다. 다섯째, '키오스크 및 첨단 CCTV 연동 무자각 행정'이다. 현재 민간 최첨단 기술의 안면 인식 CCTV / 키오스크 등의 기술을 활용하여 인원 카운팅, 출입 및 휴가 관리 등 행정 업무를 자동화한다.



[그림 3] AI 순환시스템 구축

3. AHP 계층 구조 설계 연구

지금까지 해군 함정에 적용하고자 제안한 기술들을 저자가 종합하여 함정 기관실 환경에 대한 이해도가 높은 추진기관, 전기, 손상통제 등 기관 군사특기와 장교, 부사관 실무 전문가를 대상으로 FGI를 진행하여 핵심 구성요소를 도출하고 설문(AHP) 실시하였다.

함정 관리 효율성 향상이라는 최종 목표(Level 1)를 달성하기 위해, 상위 평가 기준(Level 2)으로 운용 효율성, 생존 / 안정성, 정비 신뢰성의 3개 항목을 설정하였다. 하위 대안(Level 3)으로는 선행 연구 및 전문가 FGI를 거쳐 도출된 5대 핵심 기술을 배치하였다.

집단 의사 결정의 신뢰성(Validity)을 확보하기 위해 중심화 경향 및 일직선 물표(Straight-lining)등 불성실 응답을 1차로 제거하였다. 이후 쌍대비교 행렬의 일관성 비율(CR)이 허용 기준인 0.1 이하를 충족하는 유효표본만을 엄선하여, 극단치를 보정하는 기하 평균(Geometric Mean)방식으로 데이터를 통합 분석하였다. CR 값은 응답 데이터의 쌍대비교 행렬과 가중치를 바탕으로 최대 고유값을 산출하였다. 이 최대 고유값과 비교 항목수의 차이를 이용해 일관성 지수(CI)를 구하고 이 CI 값을 무작위 응답 기준치인 난수 지수(RI)를 나누어 최종적으로 0.1이하 인지 확인하여 데이터의 타당성을 검증 하였다. FIG 인터뷰 즉 표적집단면접법은 먼저 "함정에서 큰 문제점은 무엇이며 해결하기 위해 어떤 자동화 기술이 절실한가?"를 주제로 5~8명 정도 소그룹으로 구성하여 실시하였고 예, 아니오 같은 개방형 질문을 유도하게 준비하였다. 시간은 약 1시간 정도 인터뷰가 이루어졌으며 본인은 중립성을 유지하고 상대방의 발언을 메모하였고 메모 자료를 토대로 키워드를 묶어서 범주화 하였다.[3] 그 결과물과 설문을 토대로 함정 기술 도입 시 고려해야 할 상위 3대 평가 기준에 대한 가중치 분석 결과는 <표 1>과 같다.

분석결과, 정비 신뢰성(0.584)이 1순위로 나타났으며, 생존 / 안정성(0.281), 운용 효율성(0.135), 순으로 도출되었다. 이는 현장

실무자들이 행정 업무 단축과 같은 단순 편의성 보다는, 잦은 고장을 예방하고 정확한 수리를 담보하여 장비의 수명을 연장하는 본질적인 정비 신뢰성 확보를 가장 시급한 당면 과제로 인식하고 있음을 보여준다.

[표 1] 주요 평가 기준 중요도 및 우선순위

평가기준	가중치	우선순위	일관성비율
정비신뢰성	0.584	1	0.042
생존/안정성	0.281	2	-
운용효율성	0.135	3	-

5가지 세부 AI / IoT 핵심 기술에 대한 쌍대 비교 결과, 기술별 중요도 가중치는 <표 2>와 같이 도출되었다. 즉 ChatGPT에게 고장 증상을 말하면 교범을 찾아 조치법을 알려주는 방식을 최우선으로 선호하였다. 이외 사람이 놓치기 쉬운 미세한 화재·침수를 AI가 먼저 감지 및 조치방식의 시스템이 2순위 그리고 QR 과 스마트순찰, 무자각 행정이 순차적으로 순위를 차지하였다.

[표 2] 세부 정보 주요기술 중요도 분석

핵심기술	가중치	우선순위	일관성비율
ChatGPT형 sLLM	0.412	1	0.065
Vision AI CCTV	0.268	2	-
QR/IoT 기반 자산, 위치관리	0.155	3	-
스마트 순찰/점검	0.103	4	-
무자각 행정/ 보안 자동화	0.062	5	-

상위 기준의 가중치와 하위 기술의 가중치를 곱하여 산출한 종합 가중치(Global Weight) 및 최종 도입 우선순위는 <표 3>과 같다. AI 정비 / 규정 참모의 종합 가중치가 높은 이유는 초급 간부 비중이 높아지는 상황에서, 숙련된 선임의 노하우를 AI가 대신 제공해 주길 바라는 현장의 절실함이 반영된 결과이다. 2순위 Vision AI 능동적 손상통제는 합정의 생존성과 직결된 기술에 높은 점수를 주었다. 이로서 실무적인 시사점은 합정내 폐쇄망에서도 작동하는 AI 정비참모(현장 밀착형 기술)와 인력에 의존하는 손상통제를 Vision AI 체계로 조속히 전환해야 함을 알 수 있다.

[표 3] AI / IoT 핵심기술 중요성과 우선순위

순위	상위기준	핵심기술	종합가중치
1	정비신뢰성	ChatGPT형sLLM	0.241
2	생존/안정성	Vision AI CCTV	0.156
3	정비신뢰성	QR기반 자산관리	0.091
4	운용효율성	스마트 순찰, 점검	0.060
5	운용효율성	무자각행정, 보안	0.036

4. 결론 및 향후 연구

본 연구는 합정 기관실 실무자를 대상으로 AHP 분석을 수행하여 병력 절감 시대에 부합하는 해군 합정 관리 효율성 향상 방안 및 AI / IoT 기술 도입 우선순위를 도출하였다. 현장 실무자들은 정비 신뢰성을 최우선 가치로 삼고 있으며, 이에 따라 AI 정비 참모(sLLM)와 Vision AI 손상통제 체계가 가장 시급히 도입되어야 할 기술로 선정되었다.

이러한 실증적 분석 결과를 바탕으로 다음과 같은 정책적 제언을 도출하였다.

첫째, 국방 R&D의 선택과 집중이다. 합정 내부의 폐쇄망 서버에서 독자적으로 구동되며 군사 보안을 유지할 수 있는 해군 특화 sLLM개발에 국방 R&D 예산과 역량을 집중해야 한다.

둘째, 스마트 손상 통제 체계의 선도적 도입이다. 합정 설계 단계에서부터 Vision AI 기반의 CCTV 망과 자동 밸브 제어 계통을 연동하는 시스템을 차기 합정(KDX, 이지스함 등) 건조시 필수 ROC(작전운용성능)로 반영해야 한다.

셋째, 기술 수용성 제고를 위한 점진적 접근이다. 본 조사 과정에서 일부 고경력 실무자들은 AI 체계에 대한 회의적 시각을 일부 내비쳤다. 따라서 전면적인 도입에 앞서 육상 실습장이나 특정 합정에서의 테스트를 통해 신뢰도를 검증하고, 현장 요원들에게 AI가 일자리를 뺏는 기계가 아닌 당직 피로도를 낮추는 조력자임을 인식시키는 변화의 관리가 수반되어야 한다.

해군이 직면한 인력 부족 문제를 해결하고 합정의 운영 효율성을 극대화하기 위한 방안으로 최신 기술을 활용한 합정 기관 자동 운영 시스템을 제시하였다. 본문에서 제시한 AI 참모(sLLM), Vision AI CCTV, 스마트 자산관리 및 순찰 점검, 민간기술의 첨단 CCTV의 안면인식을 통한 무자각 행정, 자동화 등 AI 순환 시스템 구축은 합정 정비의 효율성을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다. 세부적으로 말하자면 먼저 인력 효율성 증대를 보면 기관 운영 및 정비 업무 자동화를 통해 숙련된 인력 부족 문제를 완화하고 인력 운용의 유연성을 확보할 수 있으며 신규 인력의 교육 훈련 효율성을 높임과 동시에 연속적이고 적시적인 정비가 가능하게 할 것이다. 다음으로 장비 운용 효율성 측면에서 실시간 데이터 모니터링, 예측 정비, 지능형 정비 지원 시스템을 통

해 기관 운영 효율성을 향상하고 고장 발생 가능성을 줄일 수 있다. 마지막으로 장비 운영의 안정성 강화와 장비 유지 보수 비용의 절감이다. 장비 정비 절차 표준화, 안전 수칙 준수, 그리고 신속한 상황 인지를 통해 합정 및 승조원의 안전성을 강화할 수 있으며 예측 정비 및 효율적인 부품 관리를 통해 합정 유지보수 비용을 절감할 수 있다. 또한 장비 고장 사고로 인해 막대한 기름값을 소모하여 부대 복귀하는 사례를 예방하면 연료 예산도 절감할 수 있다. 향후 연구에서는 다음과 같은 보완 과제가 필요하다. 먼저 AI-IoT 시스템 연동 등 확장이 필요하며 이는 합정 내 다른 체계들과 연동하여 보다 통합적이고 지능적인 합정 운영 체계를 구축해야 한다. 다음으로 AI 참모(sLLM)의 성능 개선이 필요하다. 최신 데이터를 반영하여 학습 모델을 지속적으로 업데이트하고 성능을 고도화함으로써 보다 신뢰성 있고 정확한 정비 지원 정보를 제공해야 한다. 또한, QR코드[4] 기반 시스템 등의 확대 적용으로 기관실뿐만 아니라 합정 내 다른 장비에도 적용함으로써 전반적인 운용 및 정비 효율을 제고해야 한다. 민간기술의 최첨단 AI CCTV도 마찬가지로 성능 개선을 통해 손상통제 및 화재 진압 뿐만 아니라 인구 절벽 시대 인원 파악, 당직 근무를 개선하기 위해 필수적으로 반영되어야 한다. 이를 위해 소형합정을 Testbed로 시험 적용하고, 이를 기반으로 축적된 데이터를 활용하여 성능을 검증·개선하여 확대 적용하는 과정이 필요하다. 마지막으로 사이버 보안 강화이다. 새로운 시스템은 필연적으로 보안 위협에 노출되기 때문에, 보안 취약점 분석 및 사이버 전자전 공격 대비책 마련이 반드시 병행되어야 할 것이다.

본 연구가 제시한 자동 운영 시스템이 대한민국 해군이 직면한 인력 부족 문제의 해소와 미래 전장의 유무인 복합 운용체계(MUM-T) 구축 및 미래 합정의 효율적 운영 체계 확보에 기여할 것으로 기대하며 나아가 국방 분야에서 4차 산업혁명 기술을 적용한 다양한 연구와 실용적 응용의 기반을 마련하는 데 중요한 기초 역할을 수행할 것으로 기대된다.

후 기

본 연구의 AHP 설문을 위해 바쁜 출동 및 당직 임무 중에도 귀중한 시간을 내어 전문적인 고견을 제공해 주신 대한민국 해군 장병 여러분께 깊은 감사를 드립니다.

참고문헌

- [1] 노광호, "25년 해군-KIDA 교류협력위원회 인력분과회의 참고 자료", 국방일보, 6월, 2025.
- [2] 한선희 외 3인, "공간정보를 기반으로 한 지능형 범죄 예방 기술의 기술 평가 방법에 관한 연구: 다중 CCTV 협력 기술을 대상으로", 한국산업기술학회 학술지 제20권 7호, pp111-1118, 2019년 7월.

- [3] 윤영삼, 조호석, "FGI와 AHP 분석을 활용한 지역문화재단 문화예술 지원체계 구축 연구 - 전라북도 군산시를 중심으로 -", Reion & Culture 저널 제12권, No. 2001-032, Jun, 2025.
- [4] 송영근 등 3명, "QR 코드 기반 항공기 정비 부품 관리 방안 연구", 대한안전경영과학회지, 제13권 1호, pp183-188, 3월, 2011년.